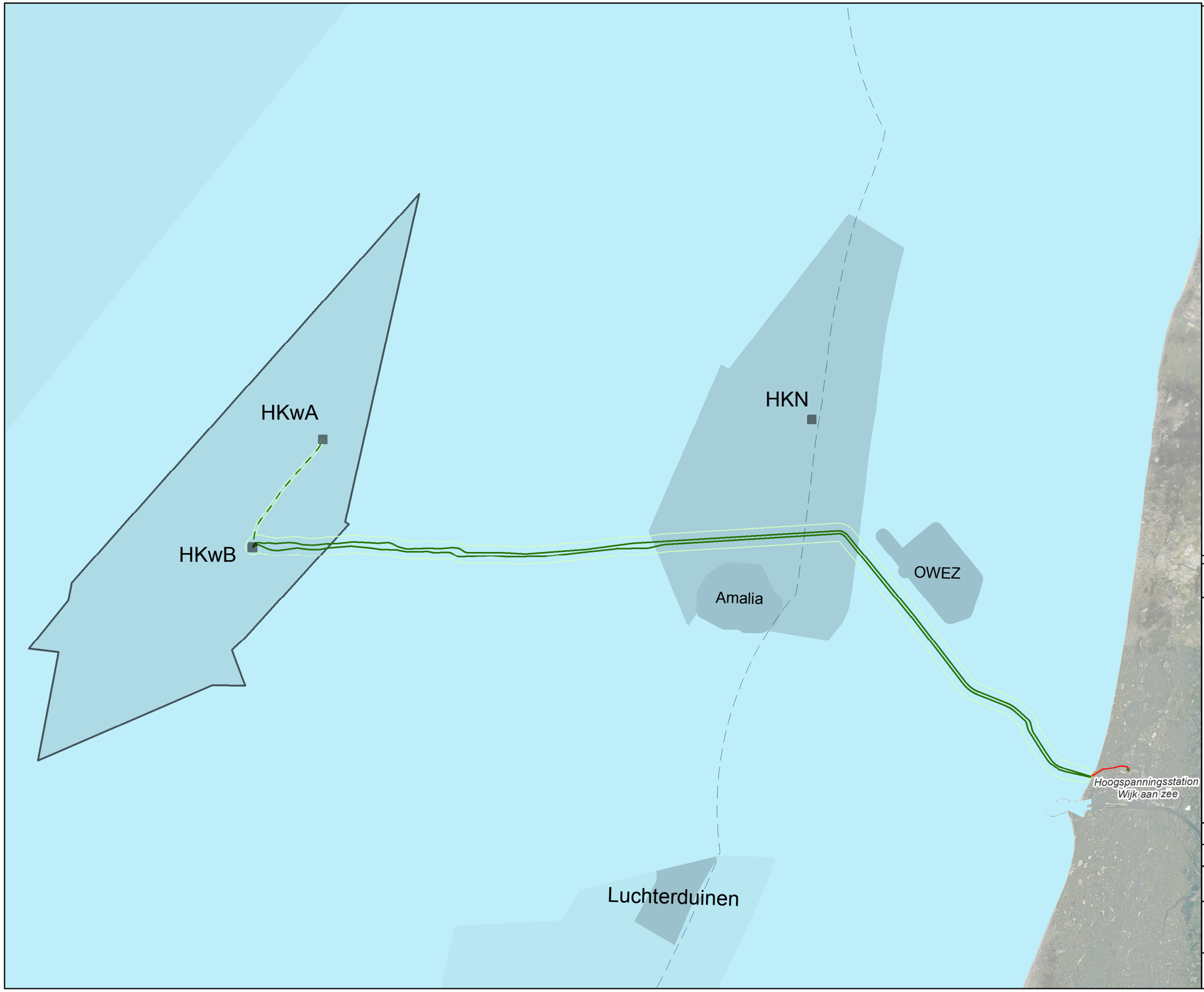
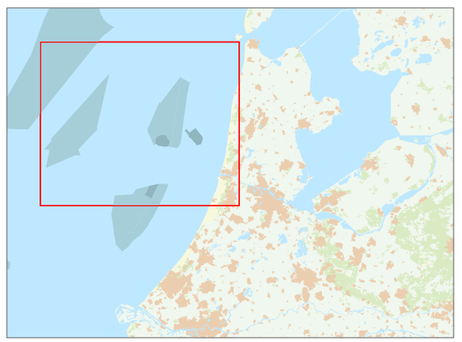
Hollandse Kust west Beta

Overzicht



- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- vergunningszone
- Locatie transformatorstation HKwB
- Platformlocatie HKN/HKwA/HkwB
- Bestaande windparken
- Overige aangewezen Windgebieden
- Overige gebieden routekaart
- 12 mijls grens

Overzicht HKW Beta



Versie	Concept	Datum	28-10-2020
Schaal	1:250.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201028hkwb_offshore_overzicht_A3L_.mxd		

0 2 4 6 8 10 km

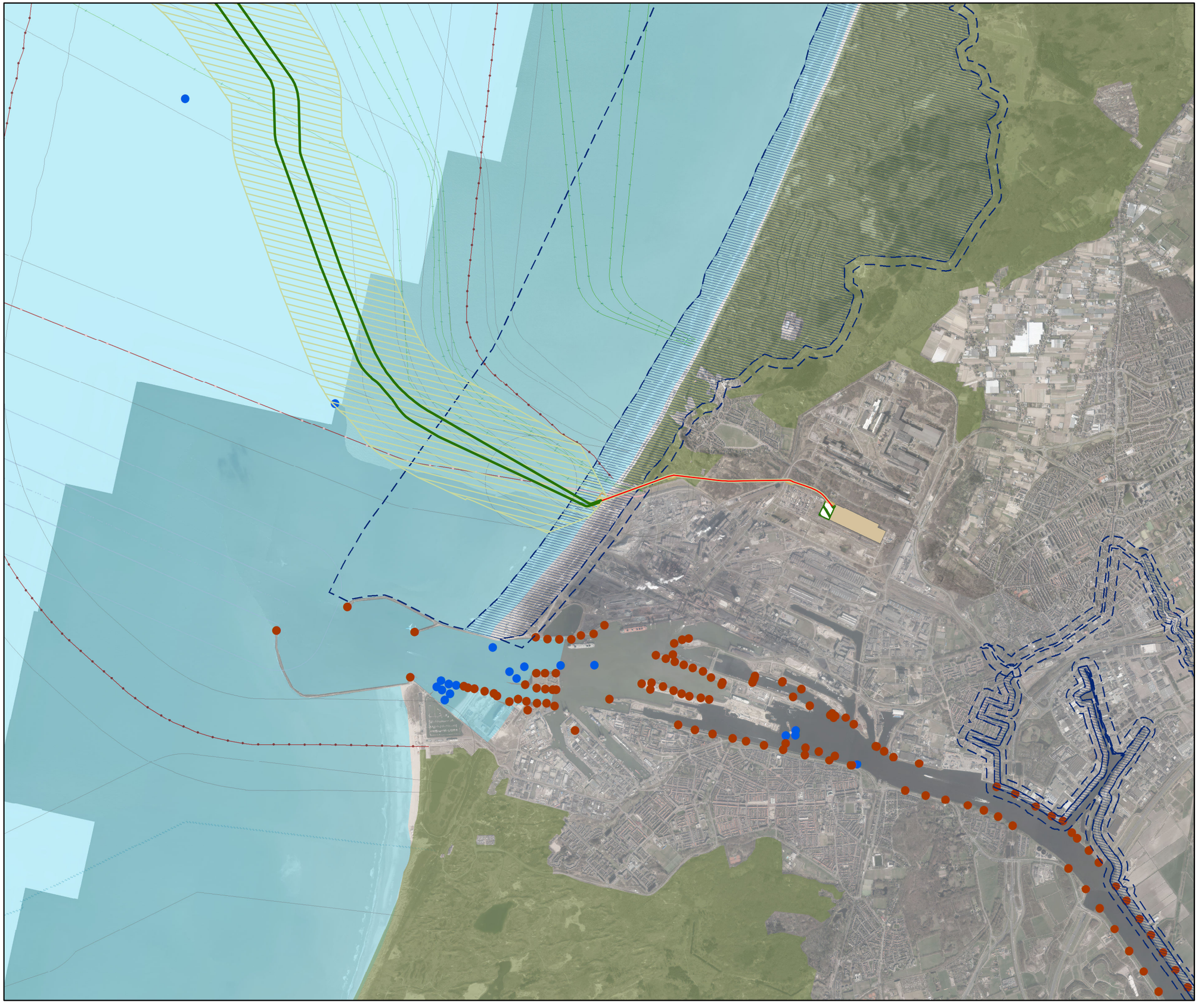
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore

TenneT



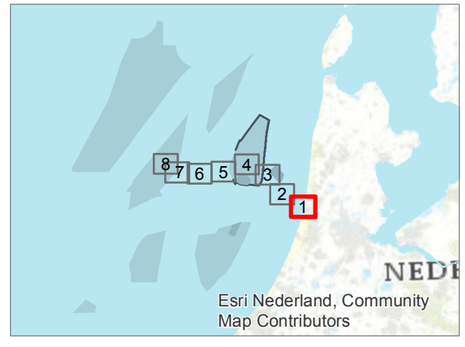
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 1



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

0 0,5 1 2 km.

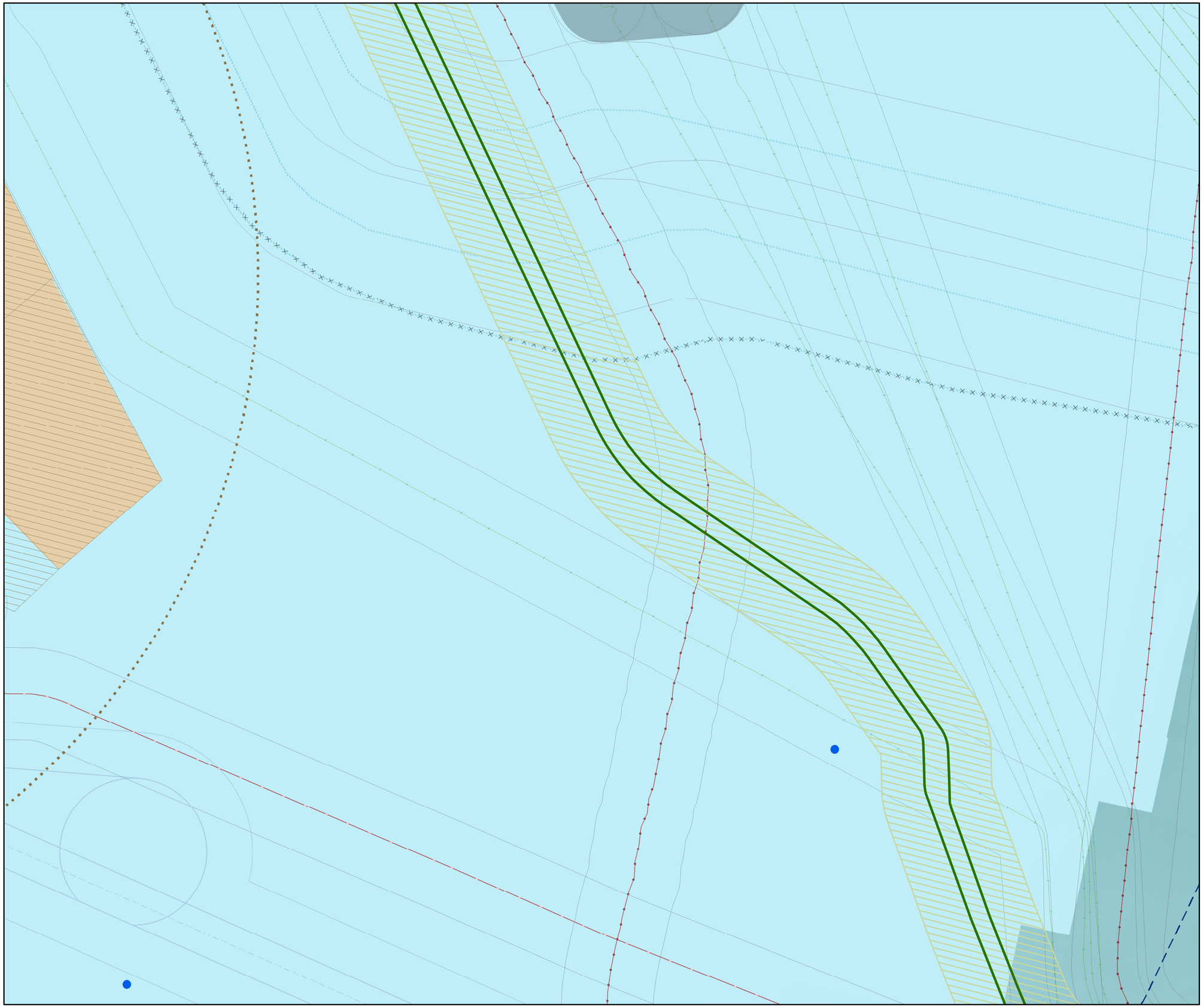
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore

TenneT



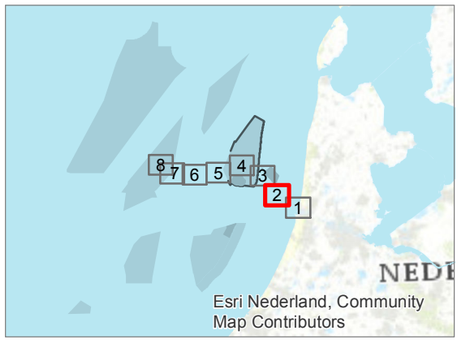
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB
- Zandwingebieden vergund
- Zoekgebieden MER zandwinning
- Prioritair zandwingebied

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 2



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

0 0,5 1 2 km.

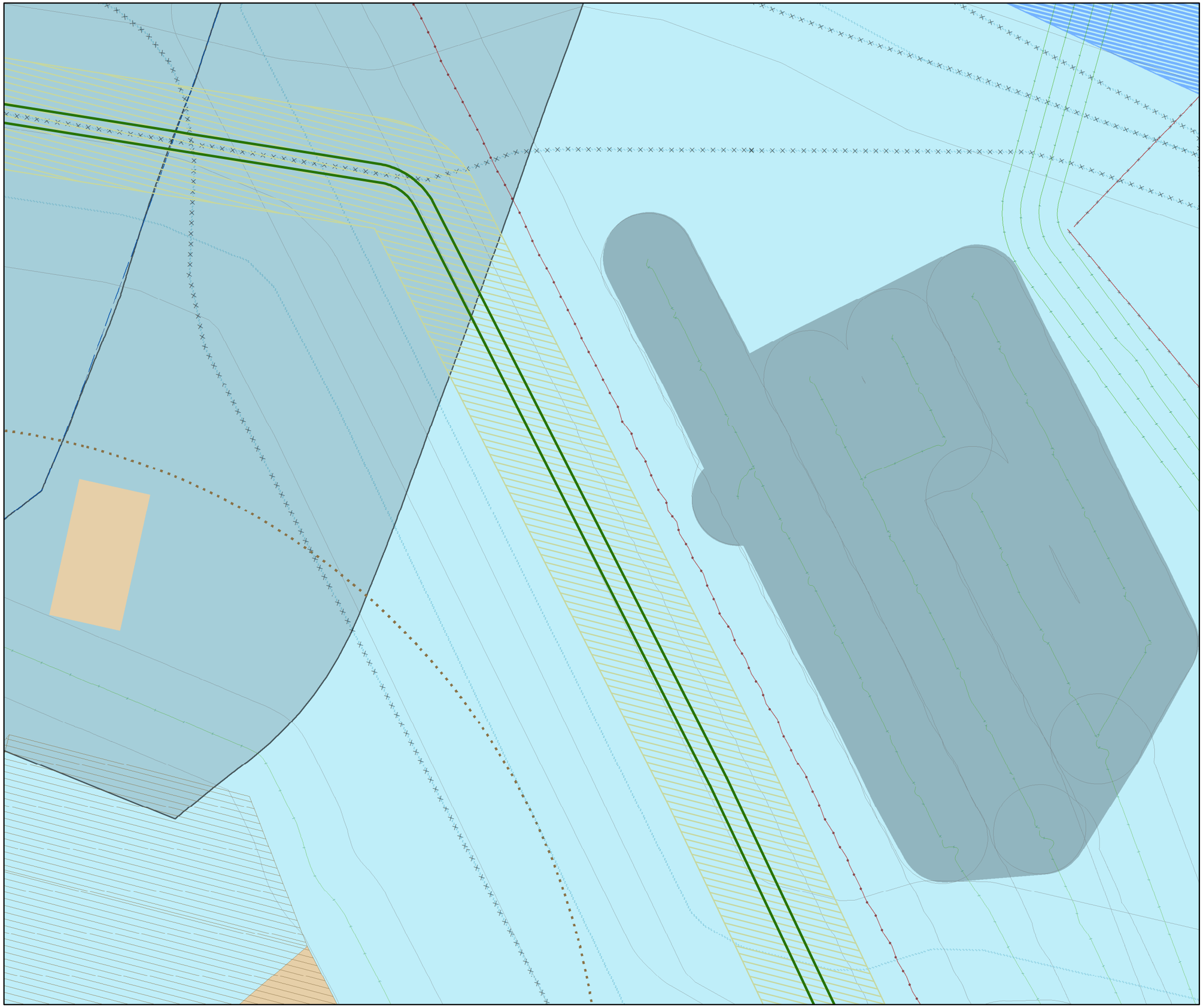
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore

TenneT



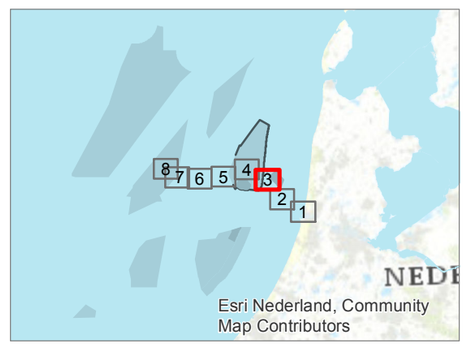
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB
- Zandwingebieden vergund
- Zoekgebieden MER zandwinning
- Prioritair zandwingebied

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 3



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\ 201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

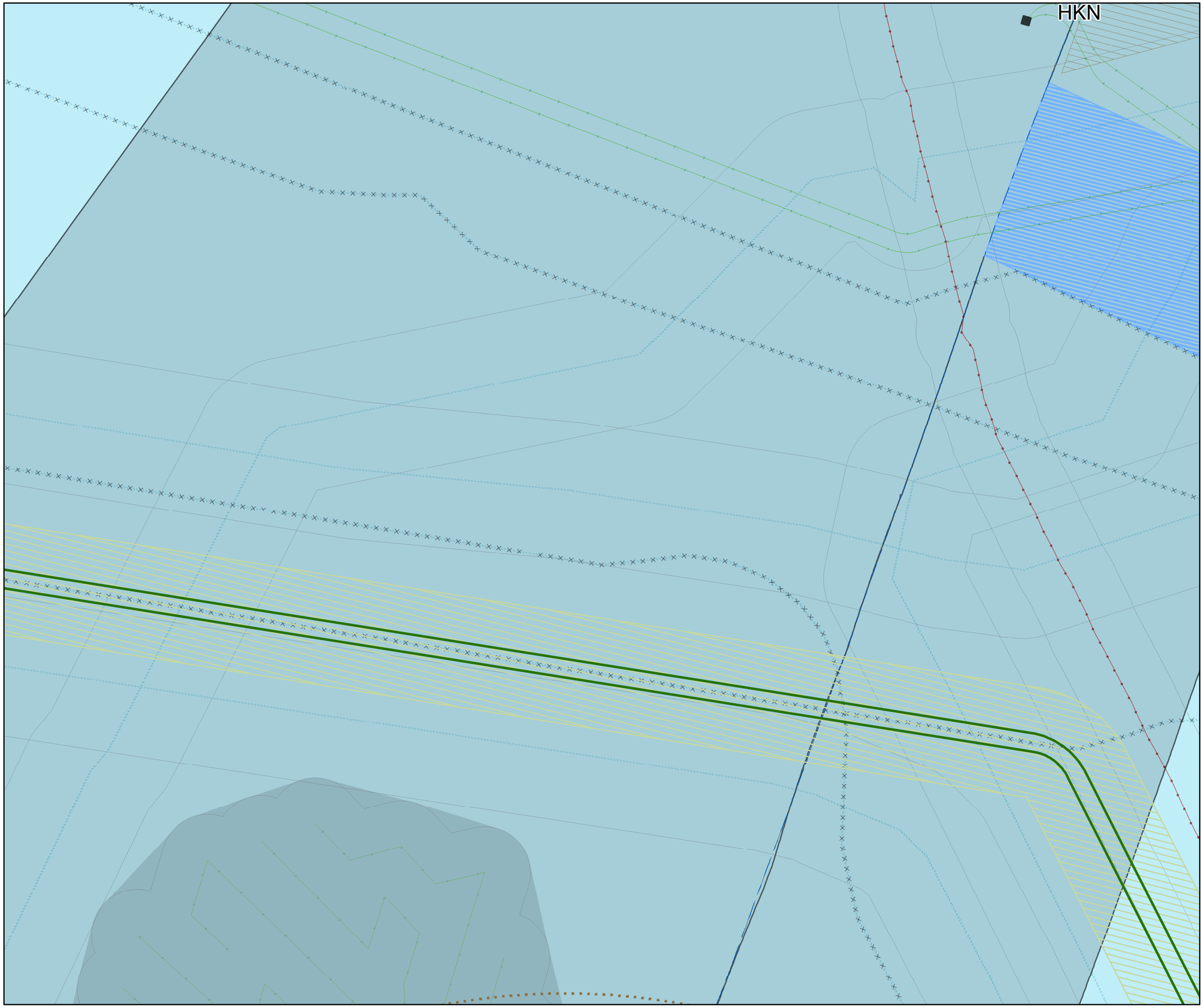
0 0,5 1 2 km.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore



Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB
- Zoekgebieden MER zandwinning
- Prioritair zandwingebied

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 4



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\ 201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

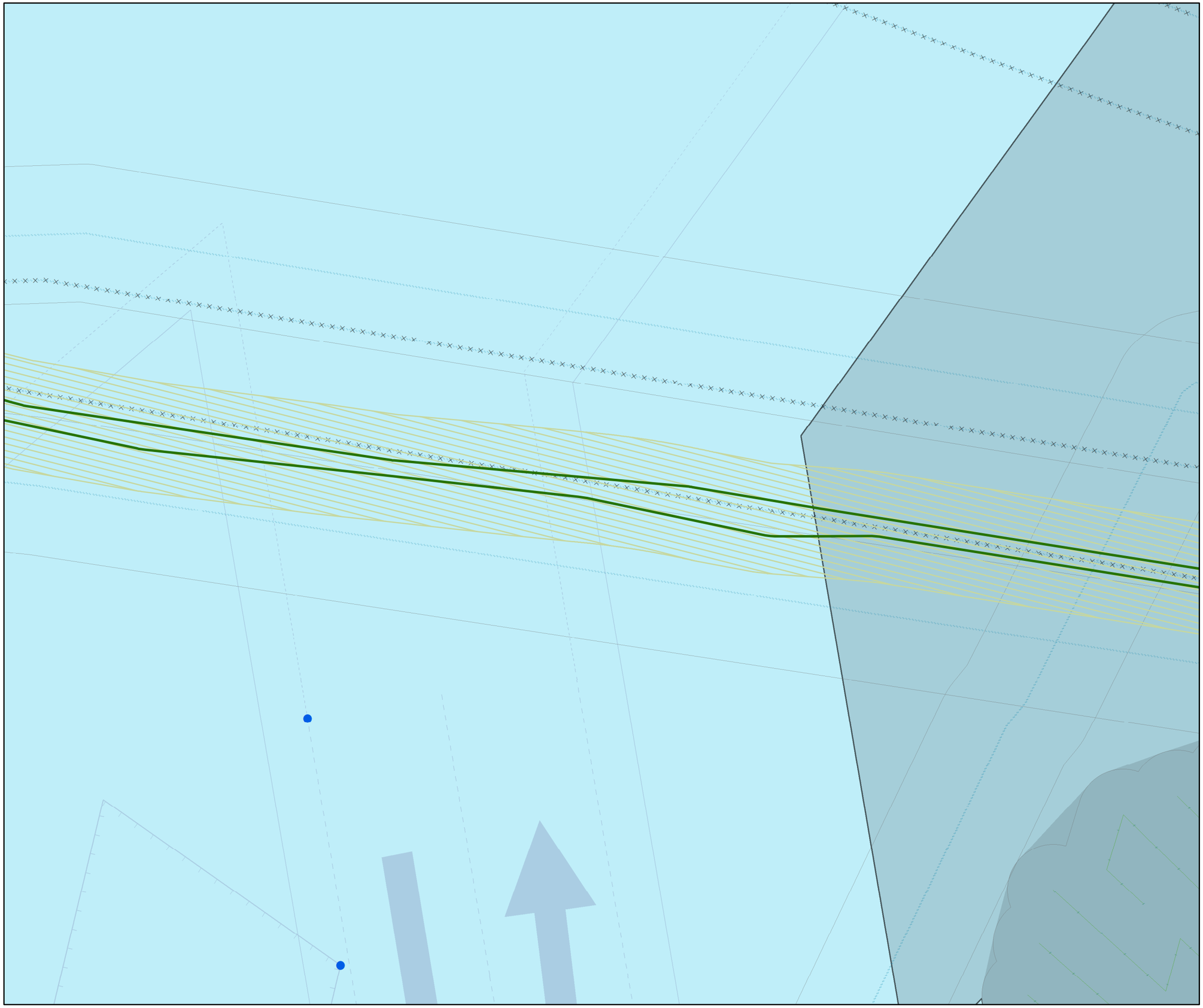
0 0,5 1 2 km.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore



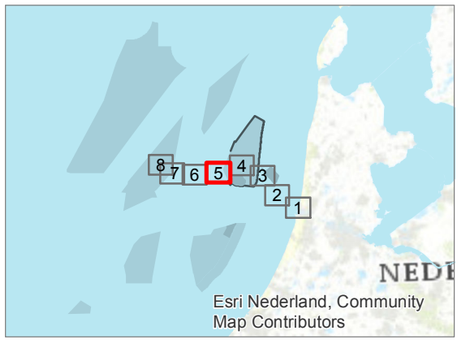
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 5



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

0 0,5 1 2 km.

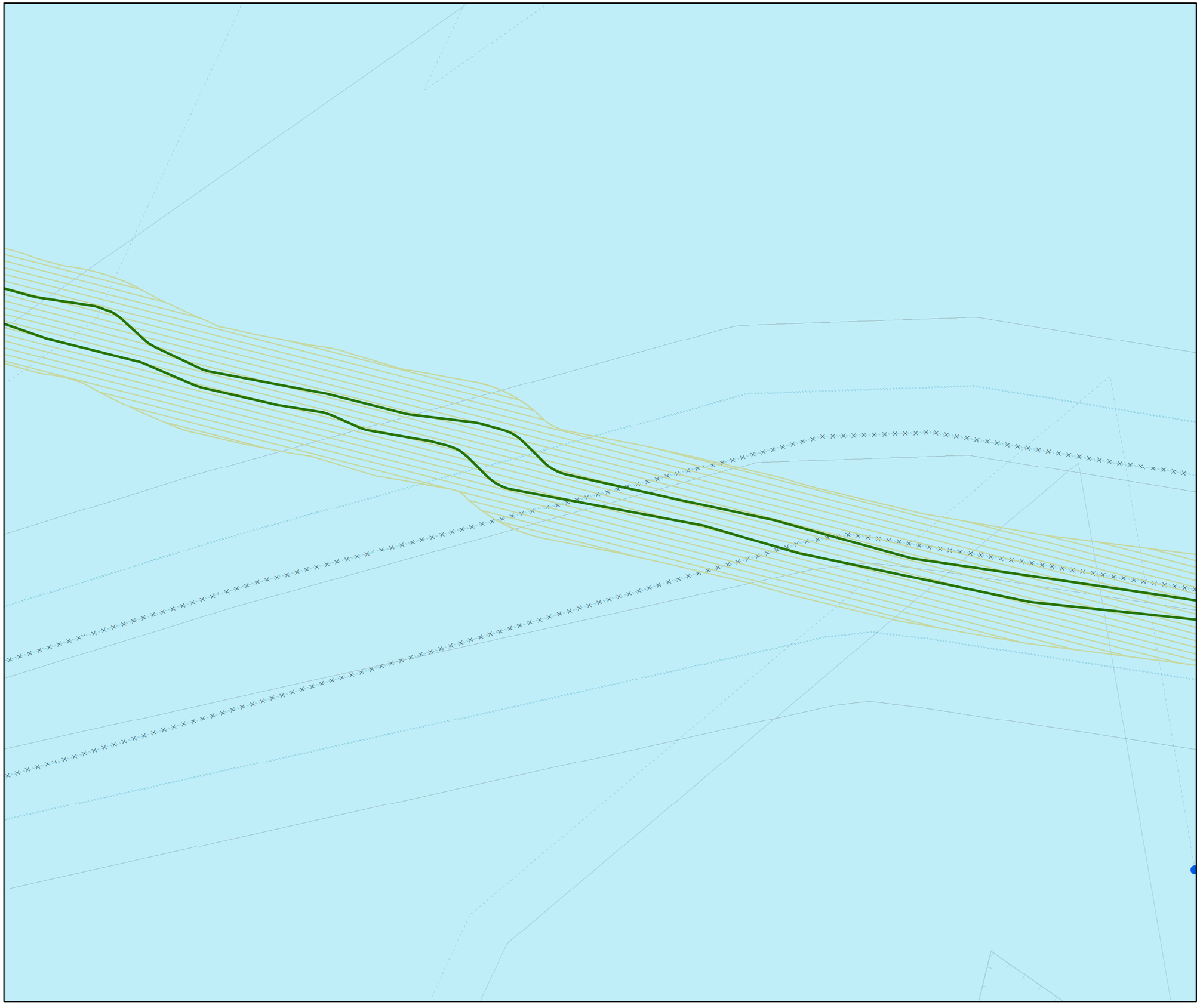
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore

TenneT



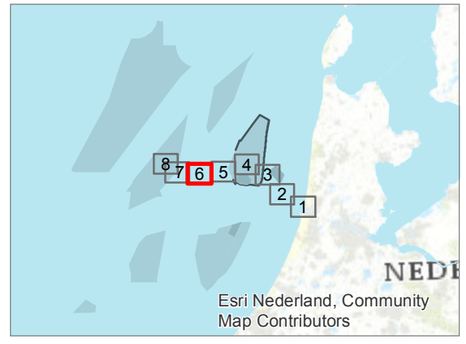
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 6



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

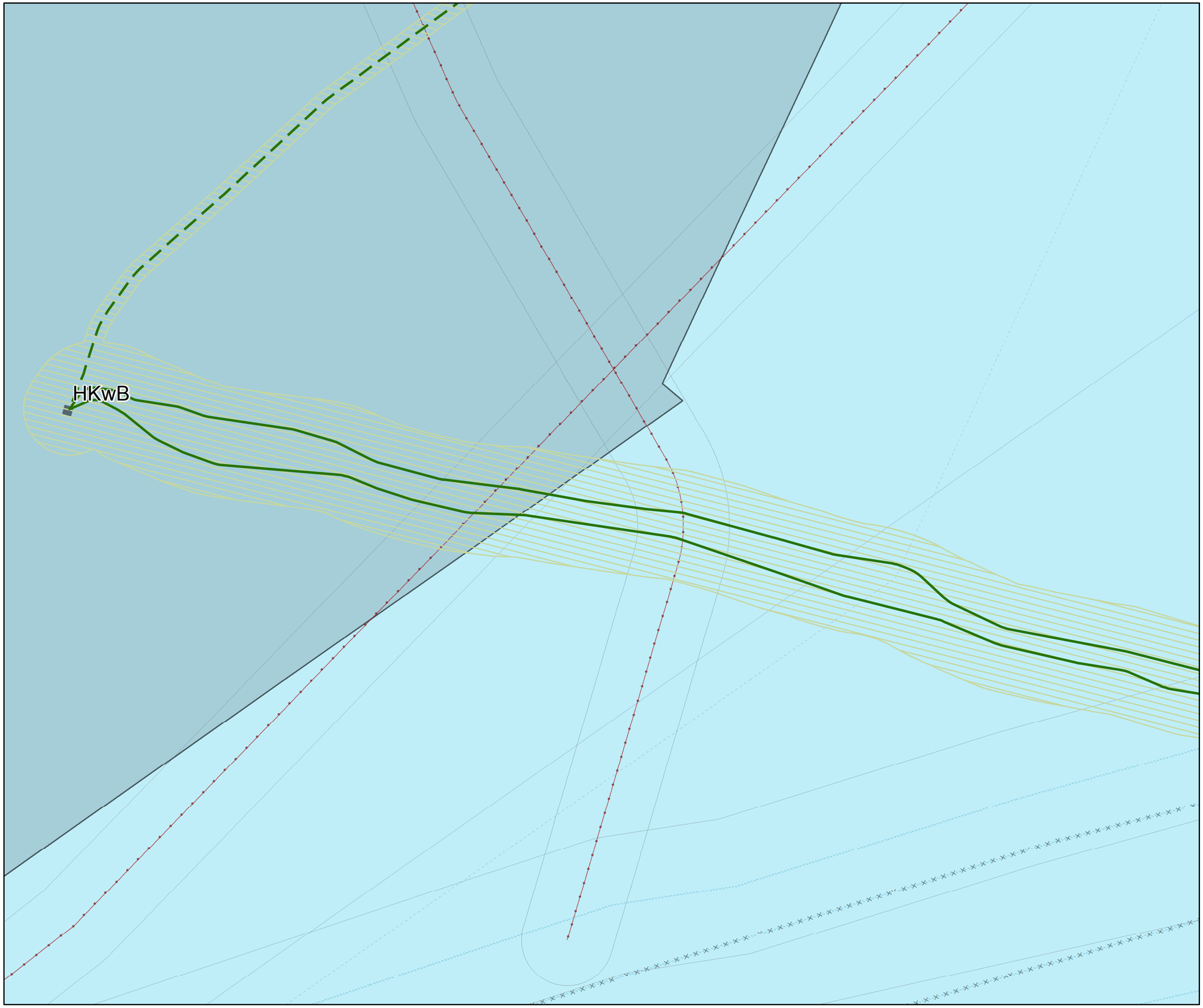
0 0,5 1 2 km.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore



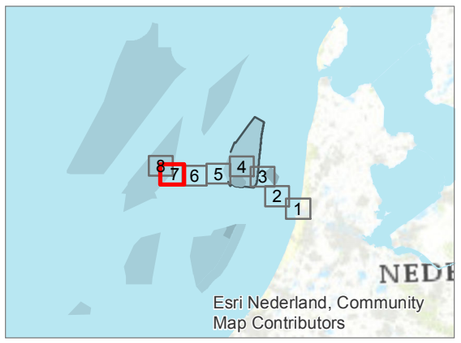
Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 7



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

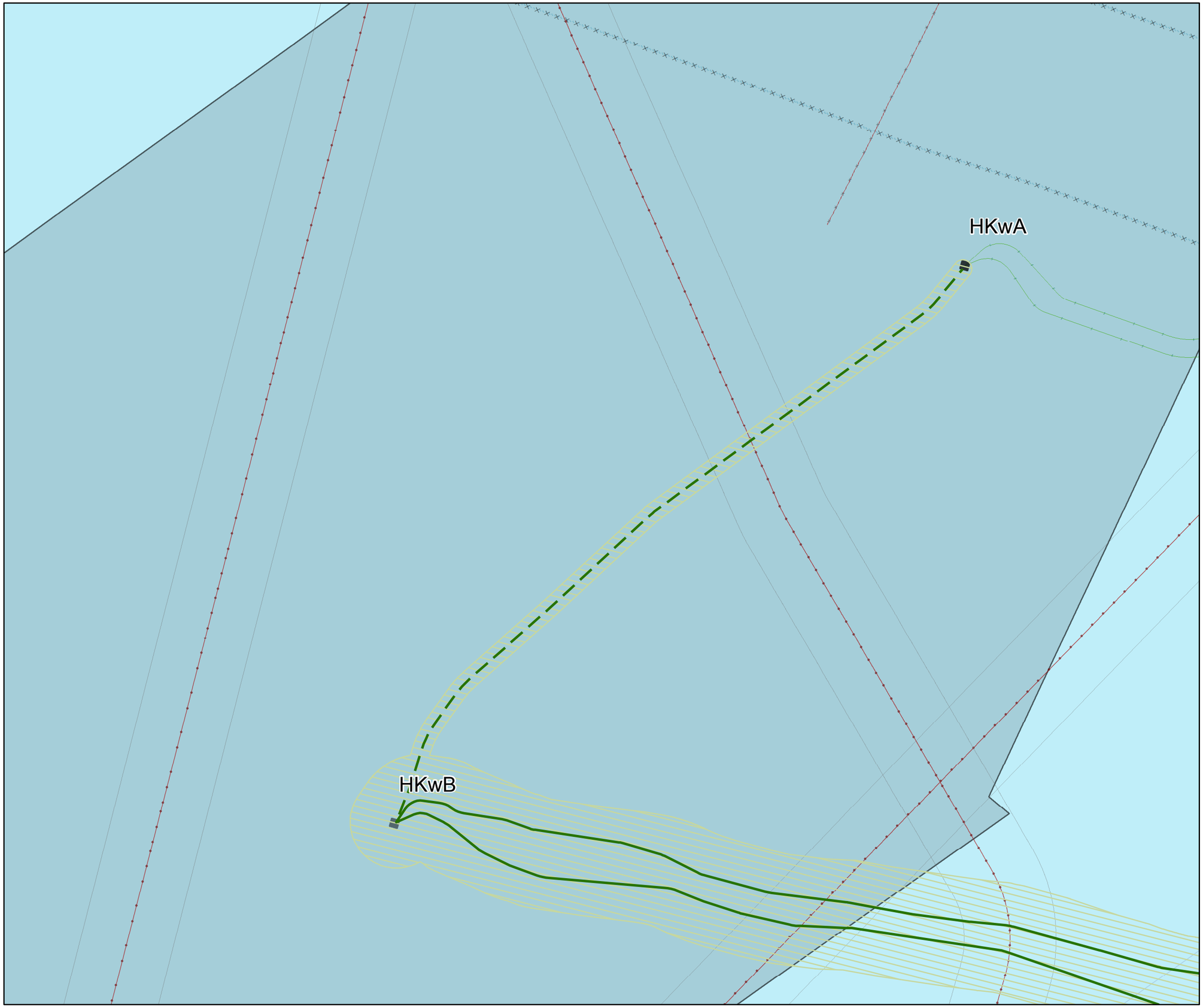
0 0,5 1 2 km.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

Tracékaart Offshore



Legend

- HKwB
- Interlink
- Onshore tracé
- Vergunningszone
- Werkterrein
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Platformlocatie HKN/HKwA/HKwB

Kabels en leidingen

- Telecom, Toekomstig
- Telecomkabel
- Telecom, Verlaten/ buiten gebruik
- Elektrakabel
- <all other values>
- Proposed
- Active
- Abandoned
- <all other values>
- Bedieningskabels Proposed
- Bedieningskabels Active
- bedieningskabels Abandoned
- Onderhoudszone kabels en leidingen
- Markering drijvend
- Markering vast
- Waterstaatswerk/kernzone
- WaterschapsZones
- Natura 2000
- 12 mijls grens

kaart nummer 8



Versie	Concept	Datum	29-10-2020
Schaal	1:40.000	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\ 201029hkwb_offshore_trace_A3L_.mxd		

0 0,5 1 2 km.

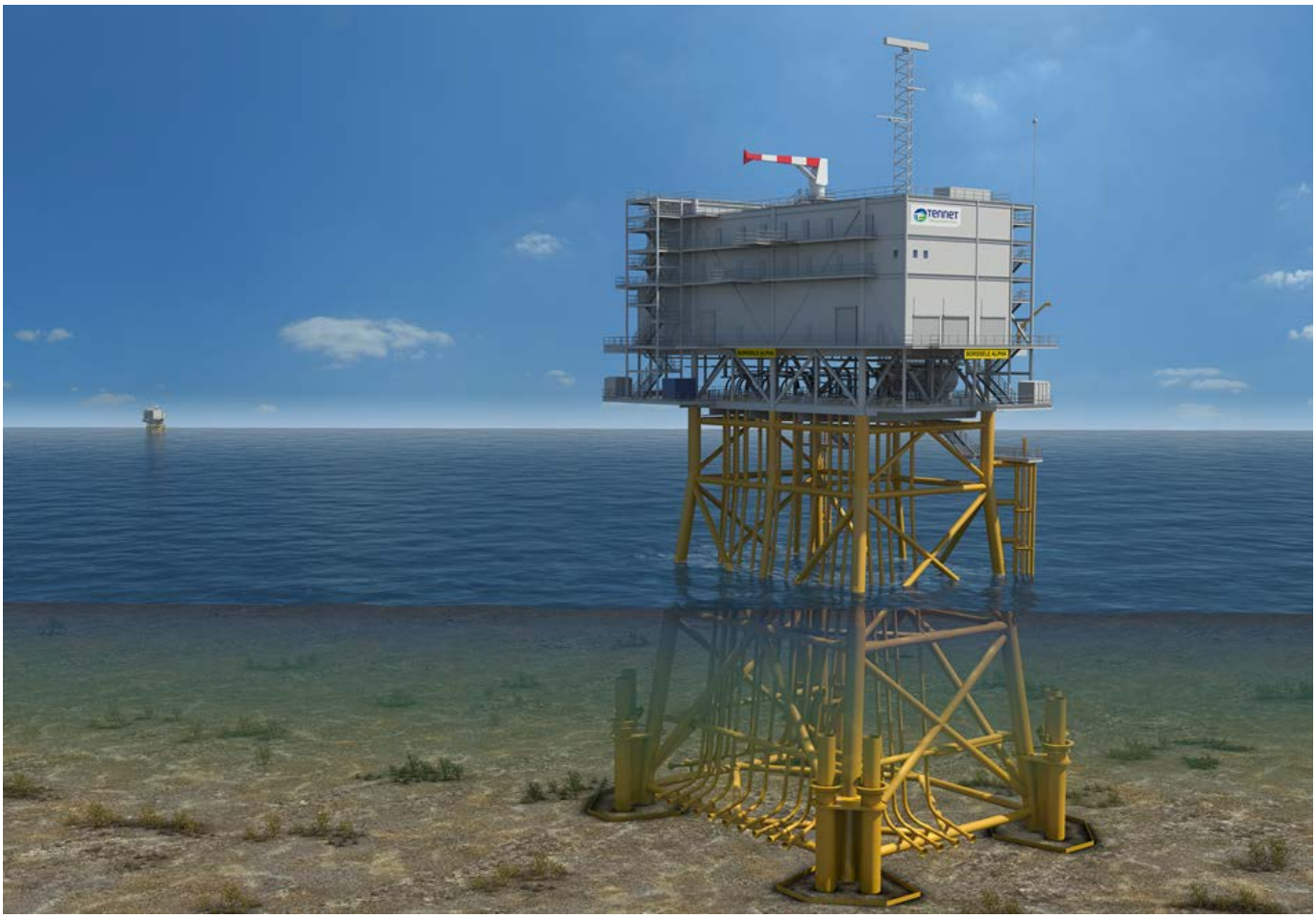
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Offshore Grid NL

Platforms

Basic Design Report



Change History

Rev	Date	Change history	Author
07	20-12-2017	Information Notice 5	[redacted]
06	30-06-2017	For Tender	

Intended for
TenneT

Document type
Report

Date
January, 2016

Ramboll ref.
1100015665/ROGE-Z-RA-000401

OFFSHORE GRID NL

STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION

BASIC DESIGN REPORT



STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION

BASIC DESIGN REPORT

Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description
A	27/11/2015	[redacted]			Issued for comments
B	04-12-2015				Re issued for comments
0	15-01-2016				Issued for ITT

Ramboll
Willemoesgade 2
DK-6700 Esbjerg
Denmark
T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.com/oil-gas

CONTENTS

1.	**Introduction**	**1**
1.1	Purpose of this document	1
1.2	Background	1
1.3	Purpose and concept of the standardised 700MW AC Offshore Substations	3
1.3.1	Final deck configuration	5
1.3.2	Shunt reactor rooms	5
2.	**Definitions and abbreviations**	**6**
2.1	Definitions	6
2.2	System categories	6
2.3	Abbreviations	6
PART 1, BASIS OF DESIGN		**8**
3.	**Codes and standards**	**8**
3.1	Order of Precedence	8
3.2	International regulations	8
3.3	Dutch regulations	8
3.4	EU directives/regulations	8
3.5	Codes and standards	9
4.	**Design Requirements**	**10**
4.1	Operation and Maintenance design requirements	10
4.2	Provisions for subsea cable entries	10
4.3	Temperature requirements	11
4.4	Noise and vibration requirements	11
4.5	Environmental and Geotechnical data	11
4.6	Item Designation	11
PART 2, PLATFORM CONCEPT		**12**
5.	**Design Concept**	**12**
5.1	Platform design	12
5.2	Structural arrangements	12
5.3	Field layouts	13
5.4	Platform Operation modes	13
5.5	RAM	14
5.6	Safety philosophy	15
5.7	Platform access philosophy	15
5.8	Waste handling philosophy	15
5.9	Food and drinking water philosophy	16
5.10	Mechanical handling philosophy	16
5.11	Cable pulling philosophy	16
5.12	Maintenance and Spare Parts philosophy	17
PART 3, FUNCTIONAL DESCRIPTIONS		**18**
6.	**Overall Platform**	**18**
6.1	Room book	18
6.2	Type approvals	18
7.	**Structural**	**19**
7.1	Jacket structure	19
7.1.1	Structural layout	19
7.1.2	Boat impact	19
7.1.3	Grouted connection	19
7.1.4	Material and fabrication	19
7.1.5	Corrosion protection	19
7.1.6	Boat landing	19
7.1.7	Walk to work (W2W)	19
7.1.8	Cable deck	20

7.1.9	Installation	20
7.1.10	Scour protection	20
7.2	Topside structure	21
7.2.1	General structural layout	21
7.2.2	Deck levels – short description	21
7.2.2.1	Main deck, elevation (+) 6.500 T.O.S.	21
7.2.2.2	Utility deck, elevation (+) 34.000 T.O.S.	22
7.2.2.3	Control deck, elevation (+) 38.000 T.O.S.	22
7.2.2.4	Roof deck, elevation (+) 42.000 T.O.S / (+) 44.000 T.O.S.	22
7.2.3	Fire rating for deck areas	22
7.2.4	Structure for major equipment	22
7.2.5	Structures for mechanical handling and maintenance	22
7.2.6	External walls	23
7.2.7	Naturally ventilated rooms	23
7.2.8	Removable hatches in external walls	23
7.2.9	Internal walls	23
7.2.10	Antenna tower	23
7.2.11	Walkways and stairs	24
7.2.12	Platform crane	24
7.2.13	Optional Shunt Reactors	24
7.2.14	Transportation	24
7.2.15	Installation	24
8.	**Architectural**	**25**
8.1	General	25
8.2	Colours for architectural components and systems	25
8.3	Doors	25
8.4	Lock system	25
8.5	Windows	25
8.6	Insulation	25
8.7	Floors	25
8.8	Walls	26
8.9	Inventory Public rooms	26
8.10	Toilet	27
8.11	Waste handling equipment	27
8.12	Hazardous Material Storage	27
8.13	Bird fouling prevention	27
8.14	Spare part storage	28
8.15	Marking system	28
9.	**Safety**	**29**
9.1	Escape, evacuation and rescue equipment	29
9.1.1	Muster area	29
9.1.2	Hospital, first aid equipment	29
9.1.3	Life Saving Appliances	29
9.1.4	Emergency shelter	29
9.2	Fire alarm system	29
9.3	Active fire protection	30
9.3.1	Foam firefighting system	30
9.3.2	Inert gas	30
9.3.3	Manual fire extinguishing	30
9.4	Passive fire protection	30
10.	**Auxiliary Power**	**31**
10.1	General	31
10.2	LV power system	31
10.3	Back-up power supply	31
10.4	UPS systems	32

10.5	Platform lighting	32
10.6	Emergency lighting	32
10.7	Small power supply	32
10.8	Heat tracing	32
11.	**Utility systems**	**33**
11.1	General	33
11.2	Piping	33
11.3	Drain systems	33
11.4	Potable water	34
11.5	Freshwater system	34
11.6	HVA/C system	34
11.7	Diesel generator system	35
12.	**Material handling**	**36**
12.1	Platform crane	36
12.2	Overhead cranes	36
12.3	Davit cranes	36
12.4	Lifting and hoisting equipment	36
13.	**Instrumentation and Communication**	**37**
13.1	Instrumentation	37
13.1.1	Temperature and humidity	37
13.2	PA/GA system	38
13.3	CCTV system	38
13.4	Navigation aids / Aviation lights	38
13.5	FOG Horn	38
13.6	Telephones (VoiP)	38
13.7	Third Party Equipment, Shared Services (RWS).	39
14.	**SCADA and Networks**	**40**
14.1	Networks	40
14.1.1	Power SCADA	40
14.1.2	Auxiliary SCADA	40
14.1.3	IP services network	41
14.1.4	Out of Band network	41
14.1.5	Internet network	41
14.1.6	WPO network	42
14.1.7	Shared Services network (RWS).	42
14.2	Fibre optical network installation	42

1. INTRODUCTION

1.1 Purpose of this document

This Basic Design Report, together with the Employer Requirements, presents the basic design of Employer's standard 700 MW AC offshore substation.

This basic design provides the basis for the detail design of project specific substations to be deployed in Employer's offshore grid connections.

The basic design report covers the platform and all auxiliary systems needed to support the HV power transmission process. The design of the HV system is covered in a separate report; E3.1.1 – Grid Connection System, ONL-TTB-03152.

This basic design report consist of three parts. Part 1 states the basis of design. Part 2 covers the platform concept. Part 3 outlines the basic design including the functional requirements.

1.2 Background

The Dutch government has decided to develop 3.5 GW of wind energy production capacity offshore The Netherlands by 2023.

To achieve this the Dutch government will from 2015 onwards tender five 700 MW wind farm zones, one every consecutive year. Every wind farm zone comprises two wind farm sites of approximately 350 MW each.

Further background information concerning this development can be found in reference E2.1 – Project and site description Hollandse Kust Zuid Alpha & Beta, ONL-TTB-03943, as well as on www.windopzee.nl.

TenneT, as the offshore grid operator in the Dutch part of the North Sea, will be responsible for the design, fabrication, installation and operation of the grid connections which will transport the generated electricity to shore.

Within each of these grid connections a 700 MW AC offshore substation is included. In order to minimize the total cost of ownership, TenneT has, in-house, developed a standard platform up to the level of basic design. This basic design has been appraised by DNV GL.

Currently, as part of the Borssele Alpha project, the standard design is being further developed into a detailed and ready for fabrication design by the related platform contractor HSM of Schiedam (NL) in co-operation with the design subcontractor IV Oil and Gas of Papendrecht (NL). In the course of this Tender detail design documents from the Borssele project will replace (part of) the basic design documents currently included in this ITT package to provide better and more precise definition of Employer's Requirements.

The substations will be located along the Dutch coast as indicated in Figure 1-1.

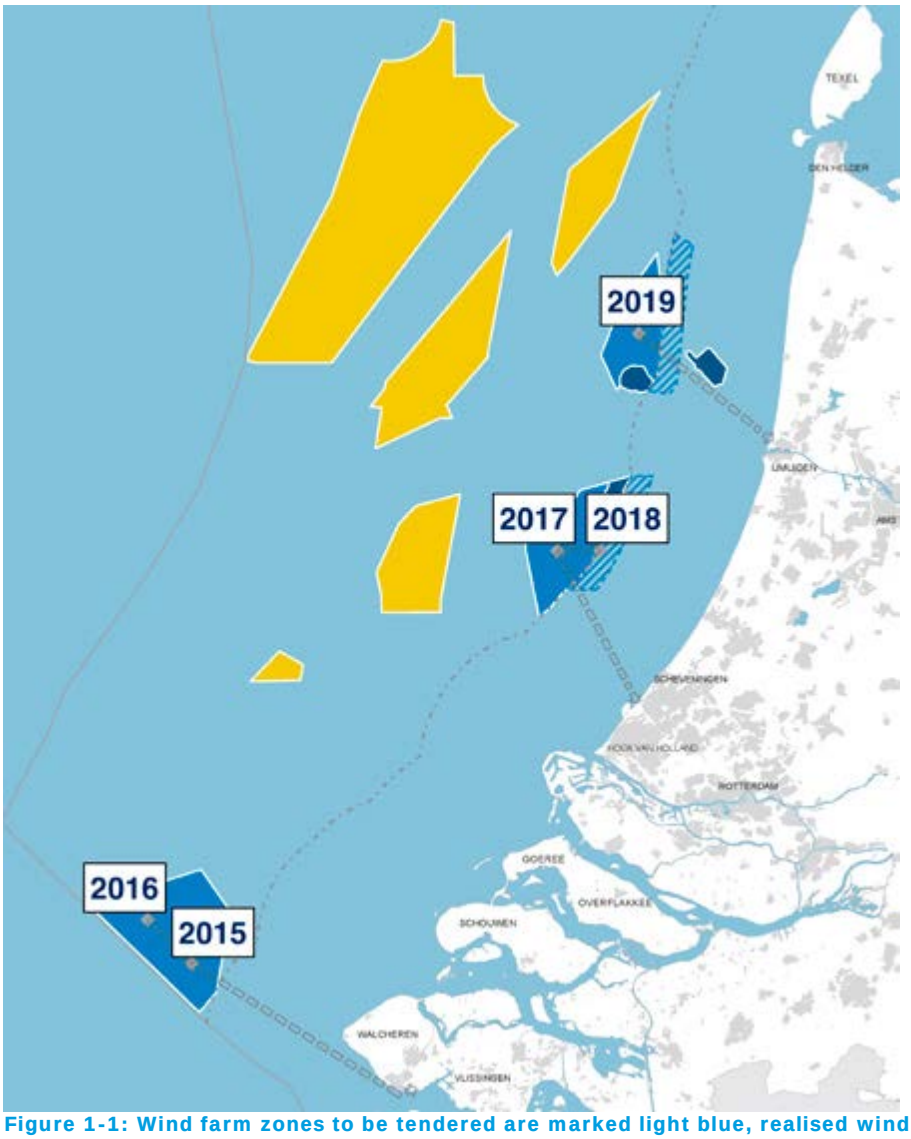


Figure 1-1: Wind farm zones to be tendered are marked light blue, realised wind farms in dark blue, future wind farm zones in yellow.

The names of the planned substations and their respective planned years of completion are:

- Borssele Alpha 2019
- Borssele Beta 2020
- Hollandse Kust Zuid-Holland Alpha 2021
- Hollandse Kust Zuid-Holland Beta 2022
- Hollandse Kust Noord-Holland Alpha 2023

1.3 Purpose and concept of the standardised 700MW AC Offshore Substations

The 700 MW AC offshore substations are to carry high-voltage switching and transformation equipment as well as auxiliary facilities in support of this high-voltage equipment. Connecting power of the wind farms will be delivered to the substations at a voltage level of 66 kV, the export cables will be operated at 220 kV.

The substations are part of the larger project of grid connection realization. The other parts, being the sea cables and the onshore substation extension, will be executed in parallel to this platform contract.

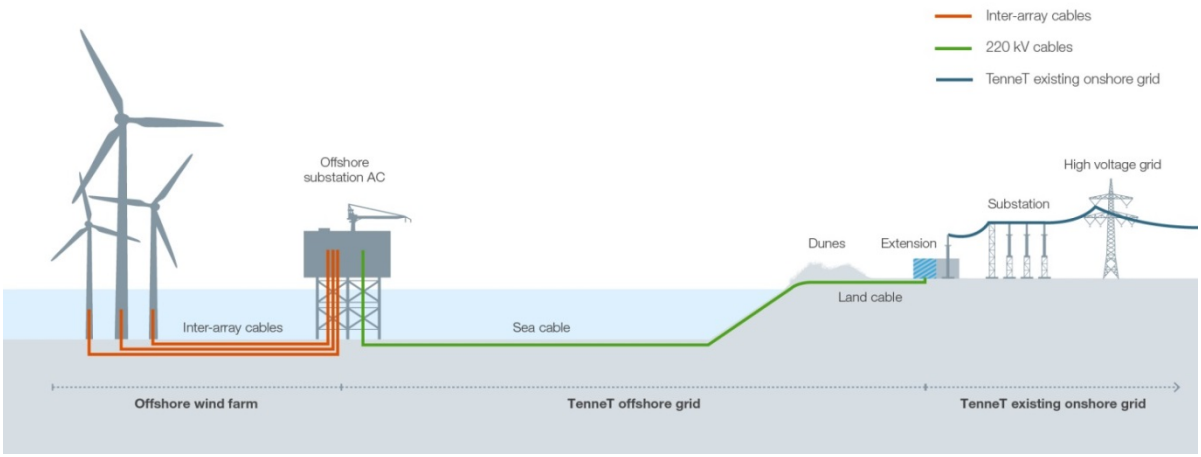


Figure 1-2: The Grid Connection System (GCS)

The platforms will consist of a lift installed topside, on top of a steel jacket piled to the seabed. J-tubes are foreseen in the jacket for pulling-in the 66 kV inner array cables of the connecting wind farms and the 220 kV export cables.

The platform will be unmanned, with no living quarters and no helideck provided. The platform auxiliary systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns.

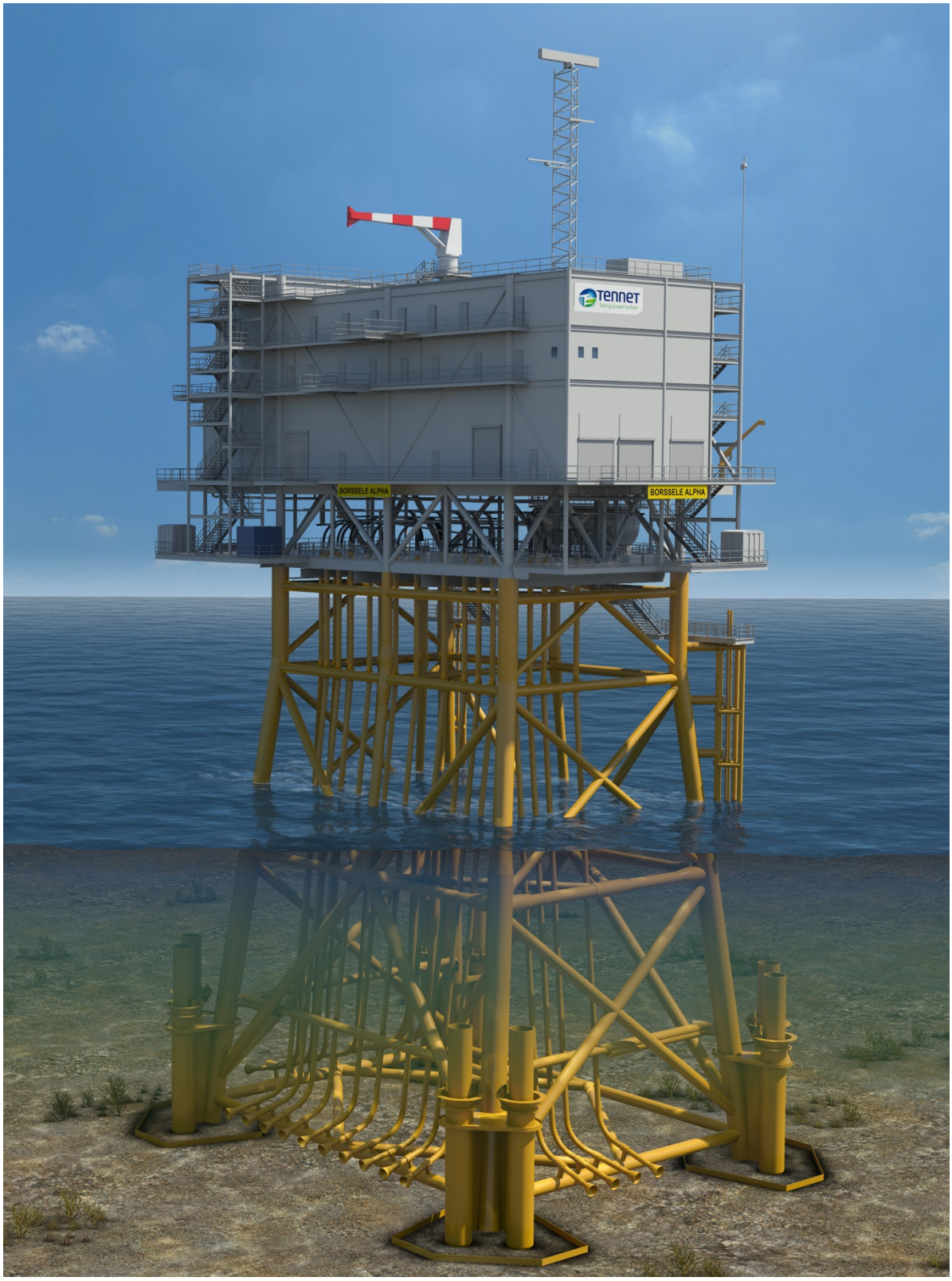


Figure 1-3: Platform view.

1.3.1 Final deck configuration

The basic design is based on following deck designations and elevations:

Cable deck	EL. +20.000 T.O.S
Main deck	EL. +26.500 T.O.S
Utility deck	EL. +34.000 T.O.S
Control deck	EL. +38.000 T.O.S
Roof deck	EL. +42.000 / 44.000 T.O.S

Figure 1-4: Basic design deck configuration

However, the effective cable deck height to be considered during detail design follows from drawings:

- E3.1.8 – Cable Deck – 66kV Infield Cables routing (ONL-TTB-03556)
- E3.1.9 – Cable Deck – 220kV Export Cables routing (ONL-TTB-03557)

Therefore, during detailed design, construction and installation, the following deck designations and elevations shall be used as basis:

Cable deck	EL. +0.000 T.O.S[1]
Main deck	EL. +7.500 T.O.S
Utility deck 1	EL. +15.000 T.O.S
Control deck	EL. +19.000 T.O.S
Roof deck	EL. +23.000 / 25.000 T.O.S

Figure 1-5: Detailed design deck configuration

The elevation of the cable deck is based on the site data of Borssele and shall be adjusted to the site specific Metocean Data (E7). The underside of the cable deck shall be free of the max wave crest of a 10.000 years wave.

1.3.2 Shunt reactor rooms

This document describes two configurations, with and without shunt reactor rooms. Based on recent studies the shunt reactors and their rooms are deleted from both the HKZ Alpha and Beta platforms.

[1] The cable deck height shall be adjusted to the site specific Metocean Data (E7).

2. DEFINITIONS AND ABBREVIATIONS

2.1 Definitions

Platform:	The complete 220/66kV HV offshore substation (foundation and topside).
Offshore substation:	Offshore platform with the main purpose to convert electric power to enable efficient transport. The platform is part of a grid connection system.
Standard platform:	TenneT's in-house standard design as a basis for five 700 MW platforms.
High voltage (HV):	U_n > 1 kV
Low voltage (LV):	U_n < 1 kV

2.2 System categories

Primary Systems:	These are systems and equipment which are directly related to the receipt of HVAC power from the offshore wind farm, the conversion of the voltage level and it's transmission ashore via the sub-sea cables. Primary the HV equipment (GIS, Transformer, HV Cables, etc.)
Secondary Systems	These are systems and equipment which control and protect the HVAC systems.
Auxiliary Systems	These are all other systems on the platform.
Design life	The defined period the Permanent Works are expected to operate.

2.3 Abbreviations

In the report, the following words, expressions and abbreviations have the meanings stated in the following:

AC	Alternating Current
AED	Automated external defibrillator
AISI	American Iron and Steel Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	Atmosphere Explosibles
BS	British Standard
BWFZ	Borssele Wind Farm Zone
CAA	Civil Aviation Authority
CCTV	Closed Circuit Television
CDF	Cobber Distribution Frame
CE	"Marking" - conformity to European Directive
COG	Centre of Gravity
CPD	Construction Product Directive
CPR	Construction Product Regulation
CTV	Crew Transfer Vessel
DC	Direct Current
DNV	Det Norske Veritas
EC	European Community
EERA	Escape, Evacuation and Rescue Analysis
EMC	Electromagnetic Compatibility
EN	European standards
EU	European Union
FAS	Fire Alarm System
FES	Fire Extinguishing System

GIS	Gas Insulated Switchgear
GRP	Glass Fibre Reinforced Plastic
HAT	Highest Astronomical Tide
HKZ	Hollandse Kust Zuid
HMI	Human Machine Interface
HP	High Pressure
Hs	Significant wave height
HV	High voltage
HVA/C	Heating, Ventilation and Air Conditioning
HVAC	High Voltage Alternating Current
I/O	Input / Output
IALA	International Association of Marine Aid to Navigation and Lighthouse Authorities
IEC	International Electrotechnical Commission
IMO	International Maritime Organization
IP	Internet Protocol
ISO	International Standardisation Organisation
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
LAT	Lowest Astronomical Tide
LSA	Life Saving Appliances (also IMO LSA Code)
LV	Low Voltage
MED	Marine Equipment Directive
MHWN	Mean High Water Neap
MHWS	Mean High Water Spring
MLWN	Mean Low Water Neap
MLWS	Mean Low Water Spring
MSL	Mean Sea Level
MV	Medium Voltage
NEN	Dutch Norm
NFPA	National Fire Protection Association
NORSOK	Norwegian Offshore Standard
ODF	Optical Distribution Frame
OSPAR	Oslo-Paris Convention
OSS	Offshore Substation
PA	Public Address
PE	Poly Ethylene
PED	Pressure Equipment Directive
PPE	Personal Protection Equipment
QRA	Quantitative Risk Assessment
RAM	Reliability – Availability - Maintainability
ROG	Ramboll Oil & Gas
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SOLAS	Safety of Life at Sea
T.O.S.	Top of Steel
ULS	Ultimate Limit State
UPS	Uninterrupted power supply
UV	Ultra Violet
VLV	Very Low Voltage
VoIP	Voice over IP (telephone system)
W2W	Walk to Work, heave compensated gangway
WFO	Wind Farm Owner
WPO	Wind Park Owner

PART 1, BASIS OF DESIGN

3. CODES AND STANDARDS

The basic design of the Employer's standard platform is based on the following Laws, codes and standards. The further development of the platform shall comply with the Laws, codes and standards as stated in paragraph 3.2, 3.3, 3.4 and 3.5.

3.1 Order of Precedence

In the event of conflicts among the Laws, rules, regulations, specifications and standards referred to in this Basis Design Report the following order of precedence will be used:

1. International and Dutch Laws and regulations.
2. This Basis Design Report and Employer's Requirements.
3. International codes and standards

All regulations, codes and standards referred to in this Basic Design Report shall apply in the revision in effect at the time of contract signing.

3.2 International regulations

The governing standards to be applied for the design of the platform shall comply with the following.

- IMO (International Maritime Organization)
- SOLAS
- Marpol
- LSA Code (Life Saving Appliances)
- FSS Code (Fire Safety Systems).
- FTP Code (Fire testing procedures)
- CAA (Civil Aviation Authority)
  - CAP 437: Standards for Offshore Helicopter Landing Areas.
- IALA (International Association of Marine Aid to Navigation and Lighthouse Authorities)
  - IALA Recommendation O-139, The Marking of Man-Made Offshore Structures

3.3 Dutch regulations

Statutory regulations to be used are (but not limited to): The latest edition shall be applicable.

- Dutch electricity Act (Elektricitetswet 1998)
- NEN 1010, Safety requirements for low-voltage installations, Oct 2015
- NPR 5310, Netherlands interpretation guide to NEN 1010
- NEN 3140, Operation of electrical installations – Low voltage
- NEN 3840: Operation of electrical installations – High voltage
- NEN-EN 50110: Operation of electrical installations
- NEN-EN 61936: Power installations exceeding 1 kV
- Mijnbouwwet, Mijnbouwbesluit, Mijnbouwregeling (Dutch Mining Regulation)

Furthermore, Dutch regulation implementing the EU Directives listed in 3.4.

3.4 EU directives/regulations

The following EU Directives and regulations, as implemented in Dutch regulations, shall apply:

- 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora
- OSPAR Recommendation 2001/1 for the Management of Produced Water from Offshore Installations
- 2004/108/EC: Electromagnetic Compatibility
- 2006/42/EC: Machinery Directive

- 2006/95/EC: Low Voltage Directive
- Regulation 305/2011: Construction Product Regulation (CPR) (*)
- Regulation 1272/2008: CLP Regulations (Chemicals)
- 89/106/EEC: Construction Product Directive (CPD)
- 89/686/EEC: Personnel Protection equipment (PPE)
- 2003/10/EC: Minimum Health and Safety Requirements. Noise
- 90/269/EEC: Health and Safety Requirements for Mechanical Handling of Loads
- 2014/68/EU: Pressure Equipment Directive (PED)
- 2009/105/EC: Simple Pressure Vessel Directive
- 92/58/EEC: Safety and Health Signs
- 96/98/EC: Marine Equipment Directive (MED)
- 2001/95/EC: General Product Safety Directive
- 1999/92/EC, ATEX Worker Protection Directive
- 2014/34/EU: ATEX Equipment Directive

(*) CPR shall only apply for shelter and for commodity items, i.e. for example fabricated steelwork shall not be CE-marked according to CPR / EN 1090-1.

3.5 Codes and standards

Governing standard for the design of the platform shall be:

- DNVGL-ST-145 Offshore Substations

All normative Codes and Standards referred to in the above mentioned governing standard shall be followed. In addition the following Codes and Standards shall be followed:

1. DNVGL-OS-A101, Safety Principles and Arrangements
2. DNVGL-OS-C101, Design of Offshore Steel Structures, General (LRFD Method)
3. DNVGL-RP-0005, Fatigue design of offshore steel structures
4. DNVGL-OS-C401, Fabrication and testing of Offshore Structures
5. DNVGL-OS-D101, Marine and Machinery Systems and Equipment
6. DNVGL-OS-D201, Electrical Installations
7. DNVGL-OS-D202, Automation, Safety and Telecommunication Systems
8. DNVGL-OS-D301, Fire Protection
9. DNVGL-SE-0073 project certification of windfarms according to IEC 61400-22
10. DNV-OS-H101, Marine Operations, General
11. DNV-OS-H102, Marine Operations, Design and Fabrication
12. DNV-OS-H201, Load Transfer Operations
13. DNV-OS-H203, Transit and Positioning of Offshore Units
14. NORSOK C-002, Architectural components and equipment.
15. NORSOK M-501, Surface preparation and protective coating

If any inconsistency is found between the codes and standards, the following hierarchy is valid:

1. DNVGL-ST-145 Offshore Substations
2. DNV-GL
3. Noble Denton Guidelines
4. NORSOK guidelines
5. European standards (EN), International standards ISO and IEC standards, NFPA for firefighting and IP 15 regarding hazardous area classifications.

All EN and EN-ISO standards shall be in the NEN-version. For Euro codes, national NEN annexes shall be applied.

4. DESIGN REQUIREMENTS

4.1 Operation and Maintenance design requirements

Operation and Maintenance design requirements are

- The platform shall have a design life of 30 years from Taking Over (as defined in the relevant EPC contract).
- All structural and non-structural items (i.e. piping, ducts, welded supports,J-tubes, architectural walls, doors and windows) shall have a design life of 30 years. Other equipment which is replaceable without affecting integrity of the platform or interruption of production shall have a design life of minimal 20 years. Examples of this equipment are pumps, valves, control cabinets, lighting fixtures. In these periods, all structures, systems, equipment and surfaces shall be designed to be able to withstand, with normal maintenance applied, normal wear and tear, aging and corrosion due to intended use and ambient conditions during the entire periods specified without any need for unplanned maintenance or replacement.
- The platform design shall fulfil the requirements for reliability, availability and maintainability as further specified in the RAM requirements; E2.7 – RAM requirements, ONL-TTB-03147.
- The platform will be unmanned. The platform systems shall be fully automated. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local control shall be possible during manned maintenance campaigns.
- The platform and the lifesaving appliances shall be designed to allow 12 persons onto the platform during normal maintenance campaigns.
- The maintenance plan shall be based on execution of planned maintenance in the period April–September with a maximum number of campaigns of four per year.

This chapter shall be read in conjunction with the Operation and Maintenance Requirements; E6 - O&M Requirements, ONL-TTB-03426.

4.2 Provisions for subsea cable entries

The platform shall be fitted with:

- 19 J-tubes for pull-in of subsea power cables need to be provided, of which:
    - 2 times 8x for 66 kV cables for the two wind area's to be connected to the substation
    - 1x 66 kV cable to a second substation in the same wind area
    - 2x 220 kV export cables
- A cable deck to allow subsea cable pull-in before (and after) installation of the topside

Subsea cables can only enter the substation in the N, W and S quadrants of the substation site. The E quadrant shall be kept free from subsea cables to allow access to the substation for a jack-up barge.

4.3 Temperature requirements

		Tmin / max Unmanned	Tmin / max Manned[1]	Humidity
GIS (66&220)		5/35	5/25	10-70%
Main transformer	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
Shunt reactor	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
Control rooms		5/35	19/24	10-60%
Auxiliary and earthing transformer room	Naturally ventilated room	-/40	-/40	-
LV sub-distribution		5/35	5/25	10-60%
Battery room		15/25	15/25	10-60%
Public room		5/35	19/24	10-60%
Workshop		5/35	16/25	10-60%
Toilet		5/35	16/25	10-60%
Utility machinery rooms		5/35	5/25	10-70%
[1]HVA/C system for manned modes does not have to be redundant.				

Figure 4-1: Temperature requirements

Temperature requirements from individual rooms are presented in the Room Book; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105.

4.4 Noise and vibration requirements

Requirements to maximum noise level in individual rooms are presented in the Room Book; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105.

4.5 Environmental and Geotechnical data

For the basic design, the metocean and geotechnical data for the Borssele Alpha platform location have been used. Relevant data are provided in the individual design reports. The data can be found at the website of the Offshore Wind of the Netherlands Enterprise Agency RVO; http://offshorewind.rvo.nl.

Contractor shall tailor the basic design to the specific platform locations and use the applicable site specific site data. Reference is made to E7 – Metocean and Geotechnical Data, ONL-TTB-03428.

4.6 Item Designation

Item designation shall be according to E5.19 – Item Designation, ONL-TTB-03424.

PART 2, PLATFORM CONCEPT

5. DESIGN CONCEPT

5.1 Platform design

The main value drivers for this lay-out are:

- arranging all (heavy) HV equipment on the main deck results in a low CoG and optimal HV cable routing.
- making the cable deck part of the jacket allows early subsea cable pull-in, even before installation of the topside.
- this lay-out allows the shunt reactors to be deleted without affecting the remainder of the topside lay-out. Shunt reactors will not be needed for platforms with short export connection to the onshore grid.
- optimized operation and maintenance through selection of low complex systems and solutions.
- placing most of the gangways externally, this minimizes the volume of the topside enclosure. Thereby minimizing weight and cost, while at the same time providing for easy maintenance of the exterior.
- special attention has been paid to provisions for the exchange of heavy components such as the transformers and the reactors. Laydown platforms are foreseen on all levels within reach of the platform crane. Adequate provisions are foreseen for material handling in the broadest sense.
- the lay-out provides effective escape routes as well as comfortable indoor passage between the most visited rooms.
- two muster and life raft stations (one North and one South) are provided to always allow escape on a lee side of the platform.
- boat access is provided by two CTV boat landings and four W2W gangway landing areas, allowing vessels to always approach from the most favourable angle. A helicopter winching area is provided for emergency situations.

The platform lay-out is shown in the 3D model (E3.1.13, ONL-TTB-00003) and the plot plans (E3.1.6, ONL-TTB-00206).

5.2 Structural arrangements

The design shall be based on a steel jacket and topside. Jacket structural designs shall be compliant to the Employer's Requirements:

- E3.4.15 – Specification for structural design and fabrication of topside, jacket and piles, ONL-TTB-00148.

The central part of the (or complete) cable deck shall be included in the jacket structure and arranged for cable pulling before and after installation of the topside. The lay-out and functionality of the cable deck shall be maintained and the J-tube arrangement at the seabed shall be tailored to the field lay-outs. This means that the 220 kV export cables shall be connected on the south side of the HKZ Alpha platform.

The topside structure consists of 5 decks (4 ordinary decks and 1 upper roof deck on top of the shunt reactor rooms).

The topside module has been designed so that the configuration without the two shunt reactors on the north end of the utility deck will not alter the overall structural design.

External walls and roof areas consist of fully welded steel plates with insulation and finishing on the inside. All rooms are accessible from the external walkways. In addition the external walkways and stair towers form the escape routing. For utility and control facility rooms, access via an internal corridor is provided.

The HV grid design may see harmonics. In order to filter the harmonics it could be necessary to place HV filter components on the platform. On the roof deck an area shall be reserved for the possible placement of HV filters as shown on the plot plan roofdeck. For now an overall weight of 60 tonnes shall be assumed.

5.3 Field layouts

In the principle field layout the platform is located such that it is surrounded by the two wind park areas. The array cables enter the platform from three sides (north, west and south). The export cables to shore can optimally be connected to the platform on the north side, but connection on the south side will be kept open (applicable for the HKZ Alpha platform). The east side shall be kept free from cables on the seabed to secure future accessibility for a jack-up-based heavy lifting crane vessel for potential replacement of a main transformer, auxiliary/earthing transformer or shunt reactor.

The principle field layout of Hollandse Kust Zuid is shown in:
E3.1.15 – Field Lay-Out Hollandse Kust Zuid Alpha (1:10) (ONL-TTB-04016)
E3.1.16 – Field Lay-Out Hollandse Kust Zuid Beta (1:10) (ONL-TTB-04017)
E3.1.20 – Field lay-out Hollandse Kust Zuid Alpha (1:20) (ONL-TTB-04018)
E3.1.21 – Field lay-out Hollandse Kust Zuid Beta (1:20) (ONL-TTB-04019)

5.4 Platform Operation modes

In E6 – Operation and Maintenance Requirements, ONL-TTB-03426, the platform operation modes are defined. Separate operation modes are defined for the HV/LV system, Utilities, HVA/C.

5.5 RAM

For design of the auxiliary systems, RAM requirements are given in E2.7 – RAM requirements, ONL-TTB-03147.

A very rough assessment of system criticality for the availability of the grid has been made. During detail design, an extended FMECA analysis and a probabilistic risk assessment must be performed to verify that all systems, alone or in combination, will ensure availability of energy supply as specified in the RAM requirements.

Utility system	Critical for availability of energy supply	Mitigation (redundancies / fail mode functions)
HVA/C, fresh air changes	No	2xAHU's total 100% Each AHU 2x100% fan sections
HVA/C, chilled water	Yes	(n+1) condenser sections
		(n+1) cooling units
		2x100% circulation pumps
		1x100% piping system
HVA/C, temperature conditioning	Yes	(n+1) room units
Auxiliary Scada	Yes	Redundant and fail mode operation
Auxiliary power	Yes	2x100%
Fresh Water	No	100%
Drain, sewage treatment	No	100%
Drain, Oil/Water separation	No	100% system 2x100% pumps 100% oil water separator
Fire Alarm System	No	100%
Inert Gas system	No	Nx100% - dedicated capacity for each covered area
Foam system	No	1x100% - stored capacity for 1 of 6 areas.
Diesel generator system (temporary)	No	2x50%
Platform crane	No	1x100%

Figure 5-1: Rough assessment of system criticality for the availability of energy supply

5.6 Safety philosophy

Personnel safety is primarily ensured through fast escape and evacuation.

Platform access depends on the workability limits of crew transfer and W2W vessels. This means that the platform can, and will, only be manned in favourable weather conditions. When weather conditions deteriorate, the platform will be abandoned.

A QRA and an EERA have been prepared for the platform. Reference is made to reports ONL-TTB-00026 and ONL-TTB-00027 respectively.

The EERA demonstrates that personnel on the platform have a good prospect of escaping, evacuating and being rescued in case of an incident on the platform.

Asset protection is ensured by an inherently safe design:

- minimizing the number of systems on the platform (e.g. no permanent diesel generator) minimizes the fire risk
- minimizing the fire load and providing passive fire protection minimizes the need for active firefighting
- residual fire risk has been mitigated by providing water based, air propelled foam and inert gas firefighting systems.

Safety to personnel and the asset shall be further enhanced through dedicated operational and safety procedures.

5.7 Platform access philosophy

The platform is designed for access in two ways.

For regular inspection and maintenance campaigns of limited scope access by CTV is foreseen. Two traditional leg-supported boat landings with ladder access to the landing deck and further stair access to the cable deck are provided. The ladders shall be fitted with a fall prevention system. Davit cranes are provided next to the boat landings for lifting small loads from the CTV.

For more extended visits, or when less favourable weather conditions need to be overcome, a supply vessel can be used which is fitted with a walk-to-work motion compensated gangway system engaging directly to the cable deck. Larger loads can be lifted off these vessels with the platform crane on the top deck.

The platform shall include a helicopter winching area on the roof deck. In case the necessity for emergency-required quick access arises, personnel, injured persons (on a stretcher) and minor goods can be loaded/unloaded. The winch area shall be designed according to CAP 437 requirements. The winch area shall be suitable to receive a NHI NH90 with a D-value of 20m.

Unwanted access of the platform shall be prevented by fencing off the boat landing access way at the cable deck entry. If circumstances require so, mariners in distress can access the platform via the boat landing up to the fence on the cable deck where a telephone is provided for making a distress call.

5.8 Waste handling philosophy

There will be no permanent waste storage facilities on the platform. Bins for dry nontoxic and non-emitting waste shall be provided. Containers for wet, toxic and emitting waste shall be used during special operation and maintenance activities and will be stored in the workshop.

When the platform is left, all waste will be collected and brought to shore for controlled disposal.

5.9 Food and drinking water philosophy

Fresh food, drinking water and beverages shall be brought during manning and removed during demanning.

A dry storage for long time durability goods, emergency rations, will be provided in the in the provision store next to the mess.

5.10 Mechanical handling philosophy

The mechanical handling provisions on the platform shall make handling of goods and materials possible during all operational modes and during maintenance and repair of systems and equipment on the platform.

The platform crane is the central element in the mechanical handling philosophy. The crane shall be operated from a wireless belly control. This in order to give the operator free sight to any mechanical handling operation from all laydown areas and for loading or unloading from a supply ship. This ship will be positioned at the east side of the platform.

The platform crane capacity shall allow for handling of not less than 5.000 kg from all laydown areas on the platform. The platform crane shall be able to lift the containerised generator and fuel tanks to and from supply vessel and planned location on the roof deck. In case of need for handling of items weighing above the platform crane capacity, handling and lifting capacity will be supplied from special vessels.

Roof decks above the main transformer rooms and shunt reactor rooms and all installations underneath shall be prepared for cut-out of the roof deck and free the opening in case replacement of one of these components is required.

Laydown areas shall be located on each deck level. The laydown areas shall be large enough to accommodate a 10 foot standard container without blocking the doors of the container and the transport routes for handling of tools, spares and other materials.

Provisions for mechanical handling of loads above 23 kg from all laydown areas to and from all the rooms shall be arranged. This includes pad eyes for lifting and or dragging slings, mono rail beams and overhead cranes in GIS rooms.

Reference is made to Mechanical handling plan, ONL-TTB-00195.

5.11 Cable pulling philosophy

The platform shall be designed for cable pull-in of array and export cables from the seabed and onto the cable deck. The sea cables shall be routed individually in J-tubes the entire way from the seabed to the cable deck T.O.S. After pull-in of each cable, it shall be fixed in a cable hang-off clamp-on and positioned according to the cable specification.

The platform design shall ensure that all sea cables can be pulled either before or after installation of the topside, without intervening with the pulling methods.

Reference is made to the 3D model for further visual clarification and to drawing no. ONL-TTB-00135 to see the arrangement of the pulling equipment and the combination of which pad eyes to use for pulling of the various sea cables.

Reference is made to the cable pulling methodology, ONL-TTB-00188.

5.12 Maintenance and Spare Parts philosophy

It shall be an integral part of the operation and maintenance strategy to keep the maintenance demanding systems and equipment on-board the platform at a minimum and minimize the number of inspections. Equipment selected shall be simple and highly reliable with a minimum of maintenance required.

During the hook-up and pre-commissioning phase as well as during any major maintenance activities, containers and loose portable equipment shall be taken on-board from the support vessel. This includes for example:

- Office container
- Spares container
- Workshop container
- Rigger container (lifting equipment)
- Scaffold container(s)
- Additional power generator container
- Diesel fuel tank container
- Portable air compressor
- Portable HP water cleaner (200 – 250 bar)
- Garbage Containers

The need of scaffolding during maintenance operations shall be minimised.

Storage area of critical spares shall be provided on board of the platform.

Reference is made to E6 – Operation and Maintenance Requirements, ONL-TTB-03426.

PART 3, FUNCTIONAL DESCRIPTIONS

6. OVERALL PLATFORM

6.1 Room book

The allocation of specific equipment and components to each of the rooms in the platform, as well as the requirements which apply to each of the rooms are all given in the room book; ONL-TTB-00105

6.2 Type approvals

All materials, equipment and systems procured or manufactured by contractor shall be type approved by a recognised approval authority for the intended use, in line with applicable Codes and Standards.

Applicable codes and standards include, but are not limited to the following:

- IEC standards
- type approval standards of classification societies for maritime use of equipment in the shipping or offshore industry
- approval standards of notified bodies, where required by national legislation
- type approval standards by recognised authorities, for application to safety related software systems according to IEC 61508 and IEC 61511, and others
- specific product related standards.

Contractor shall not deviate from this requirement without prior approval from Employer and the Certifying Agency.

7. STRUCTURAL

7.1 Jacket structure

7.1.1 Structural layout

Jacket structure shall have supporting frame for j-tubes and cable deck.

7.1.2 Boat impact

The jacket shall be designed to resist an accidental boat impact according to NORSOK N-004. Boat size of 5.000 ton displacement is to be used for assessment.

Top of piles shall be below EL. -11.300 MSL in order to allow for safe vessel position at the boat landings.

7.1.3 Grouted connection

Skirt piles shall be connected to sleeves through grouted connection.

7.1.4 Material and fabrication

Material selection shall be according to Specification for Specification for Structural Design and Fabrication of Topside, Jacket and Piles, doc. ONL-TTB-00148.

7.1.5 Corrosion protection

Cathodic protection philosophy of jacket shall be implemented in design, according to Specification for Painting and Corrosion Protection, doc. ONL-TTB-00149.

7.1.6 Boat landing

A primary and a secondary boat landing shall permit sea access of personnel.
The bottom part of the bumpers of the boat landing shall be inclined and curved at the end in order to avoid the vessels to be hooked by the structure during presence of low tide water level.

The boat landing design shall follow IMCA M 232; Standardised boat landing research report.

The following forces from ships shall be assumed:

Boat landing	
Horizontal load	700 kN
Vertical load	550 kN

A suitable fall arrest system, presumed to be an self-retracting lifeline, also known as an 'inertia reel' or 'yo-yo', should be provided on the ladder.

7.1.7 Walk to work (W2W)

The cable deck (and/or boatlanding) shall have four landing locations for W2W gangways positioned on such locations that accessibility is maximum in worst possible environmental and sea conditions for various vessel types.

Overhanging decks from the main deck form a hazard for ships. Therefore the W2W access points are extended.

Gates shall be located such that a small platform is available at the outside to safely open and close of the gate without standing on the gangway. This also shall prevent injuries of personnel waiting for transfer whilst connecting the gangway.

The gate shall be wide enough to pass with pallets. The deck around the landing locations shall provide sufficient handling space.

The connection zone shall have a catcher for the nose of the gangway shaped as an open box of 1400 x 300 x 100 (width x height x dept). All sides closed and painted red.

The landing area and the posts of the gate shall absorb a normal load of 10 kN from the gangway and 30 kN for the emergency pushing force.

7.1.8 Cable deck

The cable deck will be the place of cable pull-in operations before (or after) the topside is lifted on top of jacket.

The cable deck structure shall be designed taking into account the requirement for penetrations of grating and local reinforcements to enable the cable pull-in.

This deck supports the muster area's and the sump tank. Walk 2 Work landing area on each side of the cable deck shall be included in the design.

The underside of the cable deck shall be free of the max wave crest of a 10.000 years wave.

7.1.9 Installation

The jacket shall be lifted from a barge to the seabed by an heavy lift vessel.

The relative displacement between pile and sleeves will be limited by pile grippers during the curing of the grout.

7.1.10 Scour protection

Reference is made to the document: E3.4.17 – Scour model tests results, ONL-TTB-ONL-TTB-03397). This document provides details of the set-up and results of scour model and scour protection tests carried out by Deltares for the Borssele Alpha and Beta platforms.

From these tests it can be concluded that scour around the jacket foundation piles may be deeper than anticipated elsewhere in this report and in the Scour Assessments (E3.4.11, ONL-TTB-00196).

Based on the scour model test results for Borssele Alpha and Beta a scour assessment for Hollandse Kust Zuid has been performed by Deltares (E3.4.18, ONL-TTB-03945). Additionally a numerical modelling of the flow amplifications around the platform has been performed by Deltares (E3.4.19, ONL-TTB-03946)

Contractor shall consider these test results in the design of the jacket structure and foundation.

From these test results it can be seen that substantial scour may occur around the platform jacket, lowering the seabed along the routes of the subsea cables entering the jacket J-tubes to such an extent, that the integrity of the cables could be compromised over time.

In order to provide a stable underground for the subsea cables in the vicinity of the platform a pre-installed scour protection shall be placed under and around the platform jacket. All layers of scour protection shall be fully completed prior to Jacket installation and pile driving. This scour protection shall meet the following requirements:

Design life:	The scour protection shall be dynamically stable and shall be designed to survive for 30 years without maintenance. The maximum extreme event to be accounted for is the 1/100 yrs wave in combination with the 1/10 yrs tidal current.

Elevation:	Along the first 5 meter of all the cable routes, measured from the J-tube bell mouths, the top of the scour protection shall be at 2,5m (+/- 0,5m) below the centreline of the J-tube bell mouths. At a larger distance than 5 meters from the J-tube, the elevation of the rock placement is to be determined by Contractor, with a requirement for the tolerance: +/- 0.5m
Radial extent:	The scour protection shall extend 15m around the jacket base outlines, plus the slopes needed to ensure edge stability. In addition an unit rate for variation shall be quoted for the scour protection (euro/ton). The unit rate shall be used for a possible extension of the scour protection to prevent global scour (which could form a problem for the HV cables). The unit rates shall be based on another 20m radial extension of the scour protection. See pricing sheet.
Edge stability:	The scour protection edge slopes shall be designed to avoid progressive collapse of the scour protection edges

The design shall also fulfil scour protection requirements in the way of the legs of jack-ups servicing the platform during testing and commissioning and during future maintenance operations.

The results of the model tests carried out by Deltares can be used by Contractor as input for the design of the scour protection. Depending on Contractor's final jacket and scour protection design, however, additional model testing may be required.

7.2 Topside structure

7.2.1 General structural layout

The topside structure includes 5 decks (4 ordinary decks and 1 upper roof deck on top of the shunt reactor rooms).

Alternative structural concept, e.g. stressed skin, will be accepted. Layout of rooms shall be maintained.

The topside design consists of two configurations:

- With two shunt reactor rooms
- Without the two shunt reactor rooms.

The necessity of having the shunt reactors installed depends on the location of the platform and the associated length of export cables. Where these cables are relatively short and therefore no shunt reactors are required the shunt reactor rooms can be deleted altogether without further changes to the remainder of the topside lay-out.

For more details concerning topside structure see drawings nos. ONL-TTB-00053.

7.2.2 Deck levels – short description

7.2.2.1 Main deck, elevation (+) 6.500 T.O.S.

This deck supports the two main transformers with external cooler batteries, the two 66 kV GIS’es, the 220 kV GIS and the earthing/auxiliary transformers.

Floor pits in GIS rooms and penetrations are to be provided to enable connection of the subsea cables to the HV equipment, and for running interconnection cables between the individual HV components. Cable pits shall be minimum 1000 mm deep. Bottom of pits shall be made of stiffened steel plate. After cable installation, the top of pits shall be covered with grating. There shall be access to pits through opening in deck beside the GIS.

Drip trays or oil bunts shall be constructed below all oil filled equipment. Drip trays to be located down between the deck beams. No boundary plate or edge above deck level will be accepted.

7.2.2.2 Utility deck, elevation (+) 34.000 T.O.S.

At this level, control and protection rooms for 66 kV GIS, 220 kV GIS, LV, shunt reactors, fresh water tank and public rooms are located.

7.2.2.3 Control deck, elevation (+) 38.000 T.O.S.

At this level, the battery rooms, HVA/C rooms, Shared Service Room, WPO control rooms, chiller room and workshop are located.

7.2.2.4 Roof deck, elevation (+) 42.000 T.O.S / (+) 44.000 T.O.S.

The roof deck provides a laydown area for two 10 feet and two 20 feet standardized containers.

It also provides room for containerised diesel storage tanks and diesel generators for temporary use during platform commissioning and for unforeseen black-outs. The roof deck shall therefore be provided with correct positioned, flush mounted, twist lock foundations for standard ISO containers For each foundation a twist lock and a lashing eye shall be provided.

On the roof deck an area is reserved for the possible location of HV filters. The HV grid design could cause harmonics which have to be filtered at the offshore platform. The area shall be capable of supporting 60 tonnes in total.

Above the main transformer rooms and shunt reactor rooms soft patches shall be provided to facilitate cut out in case replacement of one of these components should be required. The roof deck in this area shall be strong enough to be used as laydown area.
The roof shall be sloped to avoid water accumulation.

The roof shall be with slope towards east and west from grid line B. Gutters and drains along the two sides to be established.

The roof deck shall be extended towards the North and East with dropped object protections above the shunt reactor coolers and main transformer coolers.

7.2.3 Fire rating for deck areas

The rating for passive fire protection on all deck areas is indicated on Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

7.2.4 Structure for major equipment

Generally, below major equipment, I/H-shaped girders are installed as local equipment support and reinforcement of the deck structure. The transformers and the GIS are sensitive to the flexibility of their support structures, and therefore a stiff support structure is required.

7.2.5 Structures for mechanical handling and maintenance

Supports for overhead cranes, run way beams, pad eyes for lifting and pulling slings etc. needed for the mechanical handling shall be attached to structural elements. Reference is made to Mechanical handling plan: doc no. ONL-TTB-00195.

For external maintenance (e.g. painting repair and cleaning) pad eyes for fastening of scaffolding and rappelling slings shall be attached to the wall structure.

7.2.6 External walls

Horizontal area's in the walls shall be minimized where dirt or/and water pools could form.

All walls inside naturally ventilated rooms, the main transformer rooms, earthing/auxiliary rooms and shunt reactors rooms, are to be considered as external walls.

Wall plates shall be fully welded to columns, braces and deck beams. For natural ventilation in main transformer rooms, earthing/auxiliary transformer rooms and shunt reactor rooms air louvres shall be provided in the lower and the upper levels of the external walls. The louvre panels shall be constructed to prevent ingress to the rooms of rain water and sea spray.

7.2.7 Naturally ventilated rooms

Naturally ventilated rooms are seen as open deck therefore all equipment inside these rooms shall fulfil the (DNVGL) requirements for open deck. Instruments, enclosures and cable entries in these areas shall at least have IP55 rating.

7.2.8 Removable hatches in external walls

For taking out major equipment from the auxiliary and earthing transformer rooms , soft patches shall be provided to facilitate cut out in case replacement. Each panel shall have two pad eyes for handling.

7.2.9 Internal walls

Walls shall have a design life of 30 years and be designed to fully comply with the system requirements regarding HSE, HVA/C and firefighting systems for at least the following characteristics:

- Thermal insulation
- Sound insulation
- Air tightness
- Water ingress and tightness
- Chemical resistance
- Fire rating
- Blast- and pressure resistance

Internal walls, not in contact with the outside environment, can be made as IMO or SOLAS certified fire panels (G21 fire panel system or similar).

7.2.10 Antenna tower

On the roof deck at the south-west corner, an antenna shall be installed. The antenna shall carry a revolving radar (21”), , instrumentation and communication antennas. The tower is supposed to have a triangular shape with an estimated leg spacing of 3000 mm. Open lattice construction on all three sides. Crow's nests for maintenance on radar beams shall be provided.

An internal ladder with rest platforms and service platforms shall be a part of the tower.

An SRL (self-retractable safety line) shall be installed.

The tower shall be hot dip galvanized before final surface treatment with painting.

It has to be mentioned that the support structure for the antenna tower (at the roof deck) shall be sufficiently rigid to avoid major movements/deflections of the tower. Deflections of the tower shall not disturb antenna signals.

The design of the antenna tower shall be established in close consultation with RWS CIV as defined in the interface description (E2.5, ONL-TTB-03146)

7.2.11 Walkways and stairs

Access walkways and stairs are located outside the topside walls. These areas are designed as open deck structures covered by grating. Laydown areas are integrated into the walkway structure and shall be covered by steel plates to improve the mechanical handling.

7.2.12 Platform crane

The topside will be equipped with a platform crane above the roof deck located in the northeast corner. The crane pedestal shall be designed with tubular-shaped profiles and shall be integrated with the main topside column at the same location. Lifting capacity and range according to crane specification.

7.2.13 Optional Shunt Reactors

The topside module has been designed so that the configuration without the two shunt reactors on the north end of the utility deck will not alter the overall structural design. Only the structures for the shunt reactor rooms will be omitted, and the crane pedestal will be lowered.

7.2.14 Transportation

It is assumed that the platform topside will be transported on a large cargo barge L > 76 m and B > 23 m. Restricted tow shall be taken into account to reduce the calculated inertia loads in the sea transportation analysis.

7.2.15 Installation

The topside lift onto the jacket is assumed to be performed as a ‘one hook lift’ using a spreader bar.

8. ARCHITECTURAL

8.1 General

The architectural design and execution shall comply with: NORSOK C-002, Architectural Components and Equipment.

8.2 Colours for architectural components and systems

All colours shall be in accordance with the architectural colour schedule(s), sample boards in A3 size shall be provided by the Contractor. Employer's standard colour range should, in general, be used.

8.3 Doors

- Doors shall be fire rated according to the wall in which they are located.
- External weather tight doors shall be of the hinged type.
- Doors are to be bolted to the structural wall steel.
- Door coamings as low as possible; ramps to be provided if necessary from transport of heavy equipment on trolleys.
- No less than 3 hangers shall be fitted to each door blade. Hangers shall be stainless steel, attached on the inside, and maintenance free.
- Gutter shall be installed above all external doors. The gutter shall be made of suitable angle bar, welded to wall gutter plate. Slope 1:100 to both sides from middle of gutter.
- All outer doors and doors in escape routes shall be equipped with panic bars.
- Double sealing around door for gastight/spray watertight execution
- Door pump with stainless steel chain with springs or end stops.
- Door leaf both sides 2 mm stainless steel sheets, stainless steel stiffeners inside door leaf 3 mm stainless steel frame, z-profile
- The material shall be stainless steel AISI 316l.

Door sizes shown in layout drawings are clear opening dimensions. Contractor shall detail structural dimensions based on the clear openings.

8.4 Lock system

Before handover, all doors shall be fitted with system locks (certified key-based system) prepared for 4 levels of security. Actual security level for each door shall be approved by the Employer.

8.5 Windows

Windows in public rooms (three of) shall be 600x800mm with offshore approved roller blinds.

Windows shall be arranged so that access is possible from the outside for cleaning purposes, or they shall be of hinged type opening inwards.

8.6 Insulation

The thermal insulation, inclusive the complete construction it is part of, shall provide a U-value (heat transmittance) of 0,5 W/m2 °C, or better, for all rooms connected to the HVA/C system.

8.7 Floors

In general steel decks floors are painted according Specification for Painting and Corrosion Protection, ONL-TTB-00149.

Industrial standard epoxy glued anti-static vinyl sheeting, non-skid type (eg. Bolidt/Solvolan floors) shall be applied in:

- Change room
- Public Room (Mess)
- Store
- Toilet(s)
- Shower
- Corridor(s)
- Control Room(s)

The sheeting shall be applied fully welded and continue 150 mm up on the segregating walls.

Reference is made to ONL-TTB-00203 for specifications for grated and plated decks.

8.8 Walls

For all not naturally ventilated closed rooms, walls shall be fully insulated from floor to the deck above.

The insulation to be designed to fully prevent condensation in any part of the construction. The construction, including interfaces to floors, roofs and penetrations, shall provide a vapour diffusion resistance of not less than 50 GPa s m²/kg.

Two types of internal room side surface finish shall be applied:

- Type I: Industrial finish; Panel cladded on the room side with 1 mm AISI 316L plating (minimal 3 m from floor level).
- Type C: Comfort finish; Panel cladded on the room side with galvanized steel covered with PVC decorative foil or coated.

Required wall types are indicated in the Room Book, ONL-TTB-00105.

8.9 Inventory Public rooms

Public room areas shall be fitted (in sufficient quantities for 12 POB) with:

- Pantry with:
  - Stainless steel counter with a double sink and drawers for cutlery
  - Stainless steel cupboards
  - Water cooker
  - Microwave
  - Refrigerator/freezer
  - Coffee and tea making facilities
  - Drinking water tank fixture
- Living area with:
  - 2 diner tables for 6 persons each
  - 12 chairs
- Storage room with:
  - Scaffold with 5 shelves along 3 sides
- Locker rooms, Men:
  - 12 steel lockers 300x400x2000 mm
  - 2 500x400 wash basins with fixtures
- Toilet:
  - 1 500x400 wash basin with fixtures
  - 1 Incinerator type toilet
- Shower
  - 1 800x800 shower area with fixtures

The workshop shall be fitted with:

- One workbench with drawers and extraction hood
- Storage cabinets for tools
- One (1) sink with hot/cold water faucet
- One (1) pegboard behind the workbench
- One test board with test sockets for each voltage range (400/230V 50 Hz, 110/48 DC), rotary field meter, constant current source min. 0-20mA, adjustable resistance, adjustable DC voltage source (min. 0-12 V), AC voltage source (0-250 V) and continuity tester with buzzer
- Digital multi meter, suitable for all platform-related testing
- Digital oscilloscope with recording facility (USB), suitable for all platform-related testing
- 6 m² rack for small items with fully transparent cover
- Storage cabinets for electrical tools and components
- Standard toolset (screwdrivers, wrenches, drill etc.)
- Storage for:
  - High Pressure water cleaning units.
  - Loose Material handling equipment
  - SF-6 equipment (dilo-car)

8.10 Toilet

The toilet shall be of incinerator type.

8.11 Waste handling equipment

In control rooms, the workshop and public rooms fixtures for collection of waste shall be available. Additionally two mobile fixtures will be placed in the workshop.

The fixtures shall be heavy duty industrial standard fixtures for soft plastic inserts. The fixtures shall provide solid support and protection for all sides of the inserts.

Scope of waste collection fixtures shall be:

- Public rooms and workshop: 60 litres per room
- Control rooms: 1x30 litres per room
- Mobile fixture : 2x60 litres.

8.12 Hazardous Material Storage

Facilities for storage of hazardous materials shall include:

- A bounded area with drain system for storage of 4 x 60 litres oil drums.
- An ATEX cabinet with constant exhaust for storage of chemicals, paint and similar materials.

These storage facilities shall have drip trays connected to the oil drain system.
SF6 bottles will be stored in the GIS rooms. Provisions to store SF6 bottles shall be provided.

8.13 Bird fouling prevention

To prevent bird access to areas with sensitive equipment and to prevent excessive fouling of the topside the following areas shall be closed off with bird netting:

- the cable deck area framed by grid lines A, C, 1 and 3
- the cooler batteries for main transformers
- the cooler batteries for shunt reactors (if shunt reactors are installed)

The bird nets shall be made of lightweight vertical GRP grating (max mesh size 25 x 25 mm).

The radiators shall be easily accessible for cleaning, inspections and maintenance. There shall be enough space on the cooler banks to walk on the coolers.

In places where the bird net will be crossing walkways and escape routes, gates with the same construction as the net itself shall be installed.

8.14 Spare part storage

Spare part storage will be in the workshop and the spare room/store room at the main deck.

8.15 Marking system

Passage ways/routes on open deck or in equipment rooms which will be predominately used shall be marked by boundary stripes.

9. SAFETY

9.1 Escape, evacuation and rescue equipment

9.1.1 Muster area

Two muster areas shall be arranged on the cable deck. Both muster areas shall be fitted with a safety evacuation system (chute evacuation system) to access the life rafts.

9.1.2 Hospital, first aid equipment

The public room will serve as wait and treatment area until evacuation is possible. First aid equipment including an AED will be stored in the public room.

9.1.3 Life Saving Appliances

Lifesaving equipment shall be provided for maximum POB (12 persons).

The following lifesaving appliances shall be installed:

- Two life rafts at each muster area (i.e. 4 in total) on the cable deck including descent system (chute).
- Semi-automatic life jackets and survival suits are to be stored inside a locker at the muster station(s) next to the life rafts.
- A sufficient number of life-buoys with lights are to be arranged along the outer railings.
- Sufficient manual safety equipment shall be installed according to DNVGL-ST-0145.

Reference is made to the Specification for Life Saving Equipment, ONL-TTB-00028 and the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

9.1.4 Emergency shelter

Provisions for personnel unexpectedly being stranded on the platform and not able to leave shall be provide (E.g. stretchers, sleeping bags).

9.2 Fire alarm system

The platform shall be equipped with fire detection alarm system. The fire detection system shall detect fires indoors and outdoors and activate respective alarming, i.e. audible and visual alarms.

The automatic fire detection system cabinets shall be located in the TenneT Control Room. In the fire alarm system cabinet, a status display shall be installed and access to local resetting of the fire alarms shall be established.

The system is to be addressable with a double loop, i.e. every addressable detector communicates with the central from both sides of the loop. If a fire or a short circuit should occur in the cable, all detectors will remain active and an alarm will indicate the error between the detectors concerned.

The fire alarm system logic shall be documented on cause and effect diagrams showing each input and its action on all outputs. Detailed Design Cause & effect diagrams shall be prepared by the Contractor. For Basic Design cause & effect diagrams reference is made to doc. ONL-TTB-00194.

The functional requirements and design philosophy of the fire alarm system are specified in the Specification for Fire Alarm System. Reference is made to ONL-TTB-00108.

9.3 Active fire protection

9.3.1 Foam firefighting system

Foam systems shall be used for active firefighting in rooms and areas with oil containing equipment (earthing/auxiliary and power transformers, shunt reactors, workshop). Upon fire detection, the foam system will automatically release and totally enclose and extinguish the fire.

9.3.2 Inert gas

Inert gas firefighting systems shall be used in rooms with electrical and mechanical equipment not containing oil. Upon fire detection, the inert gas will automatically release. The inert gas will extinguish the fire by reducing the oxygen content in the room. Notification to leave the room before release will be given.

9.3.3 Manual fire extinguishing

CO_2 fire extinguishers for manual fighting of fires will be stationed in rooms and areas as shown in the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212. Powder based manual fire extinguishers will not be allowed on the platform.

9.4 Passive fire protection

Passive fire protection is provided by fire rating requirements to walls, decks and doors as shown in the Fire and Safety plans, ONL-TTB-00212.

10. AUXILIARY POWER

10.1 General

This section defines the basic requirements for the electrical LV systems to be designed for the standard 700MW AC offshore substation. The following topics will be described:

- LV power system
- Platform lighting and small power
- Earthing and bonding
- Lightning protection
- Cable types and cable ways.

This section has to be read in conjunction with:

- Specification for Low Voltage Equipment; ONL-TTB-00104
- HV/LV Electrical Block Diagram; ONL-TTB-00137.
- Specification for Earthing, Bonding and Cable Ways; ONL-TTB-00191.

10.2 LV power system

The LV power system is obtained from the two 66/20/0.4kV auxiliary transformers, which are supplied by the 66kV transmission system. Power may be fed from the grid or via power link from an adjacent platform (if present). LV power can also be supplied by temporary diesel generators which can be placed on the roof deck.

The platform LV power distribution is divided into two fully separated sections by means of interlock functions, which means that it will not be possible supplying from one site to the other side when both auxiliary transformers are online; only when one auxiliary transformer is offline, it is possible to connect both main switchboards with each other via the tie line.

On the LV single line diagram ONL-TTB-00136, the electrical power distribution system for the platform is shown. In the top of the single line diagram, the auxiliary transformers are shown from where electrical power cables are to be routed to the main switchboards, and from there distributed to UPS systems, HVA/C, diesel generators, minor distribution boards, and various other equipment.

A preliminary load list is shown in ONL-TTB-00134.

10.3 Back-up power supply

During normal operation of the platform, there will be no diesel generators present. Hence, if a loss of main power occurs and cannot be re-established within the battery back-up time of the UPS systems, a diesel generator shall be shipped and installed on the platform roof deck in order to perform a black start operation. As in such case no power will be available for the platform crane, the supply vessel shall temporarily supply the dedicated crane switchboard via a cable connected to an outlet near the boat landing area. When the crane is up and running, the crane lifts up the diesel generator located on the supply vessel. After re-establishing the power connection to shore, the generators can be removed from the platform.

During the commissioning phase the diesel generators will be the primary power source as no other cable connection to shore or other platforms will have been established yet. The diesel generators and diesel fuel tanks will be supplied to the Contractor by Employer as Free Issued Material.

10.4 UPS systems

The UPS system consists of two independent 400/230VAC UPS systems and two independent 110VDC UPS with dedicated distribution panels. The UPS systems is configured redundant with 2x100% sides, each with 2x50% battery banks.

The AC UPS system provides power for servers and cabinets located in the control rooms and provide power for emergency lighting and other essential equipment required to be supplied from UPS. The battery back-up time is 10 hours. All consumers from the AC UPS systems shall be redundant supplied with a feeder from each UPS sides. Lighting fixtures however, shall be appropriate divided between the various distribution boards in order to avoid “low lux” areas if a breaker trips.

The 110VDC UPS system provides control voltage for critical GIS protection & control systems on the platform. The DC UPS systems shall account for large motors and trip coils in the GIS equipment. All consumers from the DC UPS systems shall be redundant supplied with a feeder from each UPS system.

This section should be read in conjunction with:
Specification for 110 VDC & 400/230 VAC UPS; ONL-TTB-00103.

10.5 Platform lighting

The general platform lighting shall only be switched on when the platform is manned during visits. A control box with on/off push-buttons lighting control and indication lamp for switching off the lighting shall be located at the platform access areas. Emergency lighting fed via UPS shall be switched simultaneously with normal lighting, and also only be switched on during manned operation. The lighting system shall be designed in accordance with lux levels provided in Room Matrix; E3.1.10 - Room matrix and master equipment list, ONL-TTB-00105. Outdoor lighting shall be controlled by a twilight sensor.

10.6 Emergency lighting

UPS supplied lighting fixtures shall be used for safe evacuation in emergency situations or when normal power supply is down.

10.7 Small power supply

Power outlets shall be applied for various purposes on the platform and shall be of type 3 pol for 1-phase, neutral and earth installations and type 5pol for 3-phase, neutral and earth installations. Power outlet shall be supplied from normal powered switchboards.

Power outlets shall be available in all rooms and on strategic locations outside.

Outdoor socket outlet assemblies shall consist of:

- 1 x CEE outlets 400 VAC/63A
- 1 x CEE outlets 400 VAC/32A
- 2 x CEE outlets 400 VAC/16A
- 4 x outlets 230 VAC/13A.

All power outlets and socket outlet assemblies shall be double isolated. Material shall be industrial strength, UV resistant, plastic.

10.8 Heat tracing

Piping, instrument tubing, vessels and instrument connections, which can potentially be blocked by freezing water, shall be heat traced and insulated. The drain piping system shall be designed with slope, and therefore no heat tracing is required. The heat tracing shall only be powered when required either by location or process conditions. The heat tracing shall be self-regulating.

11. UTILITY SYSTEMS

11.1 General

The platform shall be provided with the following utility systems:

- Drain systems
- Fresh water and Potable water system
- HVA/C system
- Diesel generator system.

Reference is made to;

- Utility functional P&IDs; ONL-TTB-00218
- HVA/C functional P&Ids; ONL-TTB-00213

11.2 Piping

The following systems require piping:

- Hazardous drain systems (O)
- Hazardous drain systems (O/W)
- Drain to sea systems (W)
- Fresh water system
- Fresh water bunker line
- RFU closed cooling circuit
- Chilled water circuit
- Fuel systems
- Firefighting system foam
- Firefighting system gas

Reference is made to Specification for Piping System, ONL-TTB-00029.

11.3 Drain systems

Drain systems includes the required installations for:

- Hazardous drains for oil
- Hazardous drains for oil/water
- Drain for clean water

The sump tank shall collect hazardous drains. The sump tank shall have two sections. An oil section and an oil/water section. Oil/water drains shall be connected to the oil/water side. From here the collected fluid shall be pumped to an oil/water separator. Separated oil fractions shall go to the oil section and the clean water fractions shall be discharged to sea. Oil drains, chemically contaminated drains and the work shop wash basins drain shall go directly to the sump tank oil section. Upon high level in the oil side of the sump tank, notification for emptying the tank shall be given. Upon high-high level the supply valve in the oil/water drain system shall be closed and locked until this situation is unlocked by the operator. The sump tank content shall be emptied via a hose connection to bunker vessel and transported to shore for controlled treatment. Operation of oil/water separation and level measurements shall be automatically controlled and monitored by the auxiliary SCADA system.

A separate oil bund is installed directly below the main transformers/shunt reactors to limit the size of the sump tank.

In the exceptional event the complete volume of oil from one of the main transformers is spilled to the the bunded area of the main transformer cooler banks, oil is drained to the sump tank until high-high level is reached. The drain line will then be closed. The bund underneath these cooler banks will have an overflow towards the bund underneath its main transformer.

Grey water shall be routed to the oil section of the sump tank.

Clean water drains (rain, HVA/C condensate and cleaning water) shall be collected and discharged directly overboard through a dump caisson.

Reference is made to Specification, Drain systems, ONL-TTB-00037.

11.4 Potable water

Water for drinking and cooking shall be supplied manually during manning mode. Dispenser to be located in public rooms.

11.5 Freshwater system

With the freshwater systems, water of non-drinking quality shall be stored and provided for cleaning purposes. Freshwater shall be bunkered from ship via hose connections from the bunker connection station on the main deck and stored in a tank. From here, freshwater is distributed to the tapping points.

For external cleaning, tapping points shall be arranged for reach of all surfaces with mobile high pressure cleaning units.

Warm and cold freshwater tapping points shall be arranged for in the mess, shower, toilet (cold only) and workshop. Warm water shall be generated locally by electrical water heaters.

Tapping points shall display signs "no drinking water".

Reference is made to Specification for Fresh Water System, ONL-TTB-00036.

11.6 HVA/C system

The HVA/C system shall maintain required conditions for all rooms on the platform.

Fresh air supply

One or two central air handling units shall provide fresh air to all closed rooms. Water, salt particles, dust and humidity shall be separated from the ambient air before inlet to the rooms. Furthermore, the inlet air shall be pre-temperature conditioned by heating or cooling.

Pressure control

Air outlet from the ventilated rooms shall be controlled by pressure relief dampers keeping the required overpressure in all rooms. Local exhaust fans shall be provided where required to removal of fumes or gasses (battery rooms and workshop) or for purging purposes (GIS rooms).

Room temperature control

Heating or cooling capacity for temperature control in rooms shall be provided by local fan coil units. For rooms with no cooling capacity requirement, heating capacity shall be provided by air inlet duct heating elements.

Heating

All heating elements in the HVA/C system shall be electrical.

Cooling

Cooling for the HVA/C system shall be provided by a central mechanical cooling plant for chilled water production. The central cooling plant shall be modular n+1 configured designed for ‘plug and play’ exchange of cooling units. The coolant medium shall be approved for use for the lifetime of the platform.

The chilled water shall be mixed in a buffer vessel for good temperature control. The chilled water system shall have 2x100% pumps. All chilled water consumers shall be connected in parallel and include isolation valves.

The cooling units shall be cooled by a separate closed cooling circuit with an external located dry cooler. The dry cooler shall be modular n+1 configured.

Reference is made to Specification for HVA/C System, ONL-TTB-00041.

11.7 Diesel generator system

The diesel generators and diesel fuel tanks will be supplied to the Contractor by Employer as Free Issued Material.

The platform shall have facilities to accommodate two mobile diesel generators and two diesel fuel storage tanks to provide temporary power. In total four fuel tanks will be provided. Two additional fuel storage tanks will be provided to be able to exchange the fuel tanks for onshore refuelling.

The mobile diesel generators and diesel fuel storage tanks will be shared between the offshore substations.

During the commissioning phase the diesel generators will be the primary power source as no other cable connection to shore or other platforms is available.

When the 66kV link cable to the Beta platform is in operation the mobile diesel generators shall be removed from the platform and stored onshore. The 66kV link cable will provide emergency power.

In case of a complete loss of power, no power from shore and no power via the 66kV link cable, the mobile diesel generators shall be shipped and installed on the platform roof deck in order to provide temporary power to the platform and to facilitate a black start operation.

The output of one mobile diesel generator unit shall be sufficient to cover the base load of the platform excluding the crane. The second mobile generator will be standby and shall be capable of supplying the main platform crane.

Generator sets and fuel storage tanks shall be built in a standard container prepared for fastening to container foot framing on the roof deck. All units shall have ‘plug and play’ connection to the platform power and control systems.

The diesel generators and fuel tank shall be connected to the Auxiliary SCADA system for remote monitoring and control.

Reference is made to Diesel Generator System; ONL-TTB-03947

12. MATERIAL HANDLING

The platform shall be provided with the following equipment for material handling.

Reference is made to Specification for Crane, ONL-TTB-00039 and to Specification for Hoists, Lifting Gear and Winch, ONL-TTB-00040.

12.1 Platform crane

The platform shall be fitted with a main platform crane, operated with a wireless belly control from any position of the platform.

The crane shall have minimum 5.000 kg lifting capacity from any laydown area (excluding the South laydown area on the main deck) on the platform and from supply ship located on the east side of the platform.

The platform crane capacity shall be able to lift the diesel generator and the fuel storage tank.

12.2 Overhead cranes

Three overhead cranes for handling of loads during operation, maintenance and repair shall be applied in the GIS rooms. The crane capacities shall be:

- 66 kV GIS rooms (two): SWL 2000
- 220 kV GIS room: SWL 2500

12.3 Davit cranes

Two electric driven davit cranes shall be applied on the main deck for handling of light loads to and from crew transfer vessels, while located at the two boat landings. The davit cranes shall have facilities for manual operation during black start up.

12.4 Lifting and hoisting equipment

The material handling philosophy is based on requirements to have facilities, by means of mechanical lifting equipment, to lift and transport equipment/object weighing 23 kg or more.

There shall be enough space for the use of lifting and transportation gear, where lifting or transport of more than 23 kg is required.

Permanent arrangements (e.g. monorails, pad eyes, cranes and temporary lifting arrangements) shall be installed for material handling of equipment/objects > 200 kg and which require regular maintenance, if not reachable by movable lifting appliances.

The minimum requirements for material handling of equipment is given in the table below.

	Maintenance interval		
Weight	**Yearly**	**2-4 years**	**>4 years**
23 - 200 kg	A	B	C
200 kg – 3 tonn	A	B	B
>3 tonn	A	A	A

Table 1 Requirements for material handling

A Permanent installed lifting arrangements, e.g. monorails/padeyes.

B A documented description (material handling report) for material handling of equipment with use of temporary lifting equipment. The plan shall include documentation of structural capacity of all lifting points of more than 200 kg.

C No requirements for documentation of material handling.

13. INSTRUMENTATION AND COMMUNICATION

13.1 Instrumentation

All measuring instruments shall generally be installed as near as possible to the point of measurement. Transmitters and indication gauges shall be installed with isolation valves (block and bleed) for maintenance purposes.

Hardwired signals shall only be used where interface via Ethernet/IP cannot be achieved.

The systems shall be connected via redundant auxiliary SCADA network. Few signals between the systems shall be hardwired. To minimise cabling between the equipment and central control system, RIOs shall be used.

Priority settings for hardwired signals are:

- Indications
    1. Double indications
    2. Fail safe single indications
    3. Single indications
- Commands
    1. Double commands
    2. Single commands
- Signal voltage is given from the system, which acquires the indication. Indications are potential free contacts – either open or closed. Commands are given as pulses via potential-free contacts. Analogue signals may not have common returns.

Instruments and equipment interface with the auxiliary SCADA system shall be configured with the direct interface of fieldbus devices. Only special instruments that cannot be directly connected to the fieldbus can be connected as 4-20 mA DC analogue signals.

Electrical power for instruments shall be supplied from two independent sources to provide the highest possible reliability. The supplies shall be provided from the UPS system. All instruments shall be loop powered.

Electronic transmitters shall have external access for zero and span adjustment. Transmitter accuracy shall be equal or better than ± 0.25%. All transmitters shall be provided with integrated local indication.

The status of all actuated process valves need to be signalled to the auxiliary SCADA system.

Status and control signals shall be digital signals at the same voltage level as the SCADA main supply.

Alarms and other real-time data communicated to the auxiliary SCADA systems shall be done by using a standard IEC protocol in accordance with IEC61784 and IEC61158 or hardwired signals.

13.1.1 Temperature and humidity

Temperature and humidity sensors shall be installed in each room and used for monitoring and HVA/C control.

13.2 PA/GA system

The Public Address/General Alarm system shall provide audio coverage for voice and alarm signals on the entire platform. It shall be possible to make announcements locally or from the onshore control room via VoIP.

The loudspeakers have to be distributed on A and B loops, and as a minimum there shall be separate A and B loops for internal areas, and A and B loops for external/outdoor areas.

The main equipment shall be located in a separated A and B cabinets located in the TenneT Control room.

For reference see Specification for PA/GA system; ONL-TTB-00048.

13.3 CCTV system

The CCTV installation shall provide visual supervision of all critical and hazardous areas on the platform from remote locations.

The CCTV system shall be based on the network and cabling provided as part of the IP services network, hence the deliverables for the CCTV system on the platform is the IP cameras with needed accessories and patch cables.

On the onshore substation a Server and Network Video recorder shall be installed in a IT cabinet.

The CCTV system will be connected to the Aux SCADA system via IP to enable SCADA operators to survey locations where alarms are activated automatically.

For reference see Specification for CCTV System; ONL-TTB-00047.

13.4 Navigation aids / Aviation lights

Navigation aid is required to ensure clear and unambiguous marking of waterways for safe navigation, to protect the platform and to protect the environment.

Aviation obstruction light is required to ensure safe navigation if an helicopter evacuation is required. The aviation obstruction light is high-intensity lighting lamps attached to tall structures such as antenna masts and cranes, and is used as collision avoidance measures.

Navigation aids, aviation lights and platform marking shall be subjected to approval by the relevant authorities.

For reference see Specification for Navigation Aid; ONL-TTB-00049.

13.5 FOG Horn

A fog horn shall be installed on the platform, the fog horn shall send out the Morse code "U" and automatic start and stop if the visibility is below 2 Nautical miles. Sound level of the fog horn shall be according to IALA E109. Putting into operation the fog horn shall be preceded by an audible notification throughout the platform.

13.6 Telephones (VoiP)

VoIP telephones shall be installed throughout the platform, the telephones shall be used for access control, emergency communication and general communication from all necessary working locations. The VoIP telephones shall be integrated with the employers call manager system located onshore via PoE switches installed as part of the IP Services.

For reference see Specification for IP Services; ONL-TTB-00045.

13.7 Third Party Equipment, Shared Services (RWS).

On the platform various sensing and communication systems will be provided as free issued material. The equipment will be supplied via a third party named RWS. The systems are described in a separate document: Interface description Shared Services RWS; ONL-TTB-03146

These systems include:

- Meteo Measurements System (AWOS)
- LIDAR
- Hydro Measurements System
- AIS Base station
- Maritime Radar
- Bird Radar
- Bat detection
- LoRa Gateway
- NETPOS station
- Communication Base Transceiver Station
- and the associated data gathering and telecommunication systems.

14. SCADA AND NETWORKS

14.1 Networks

The platform shall be provided with the following networks:

- Power SCADA network
- Auxiliary SCADA network
- IP services network. Including the VoIP and CCTV systems
- Out of Band network
- Internet network, Including WI-FI
- WPO network,
- Shared Service network (RWS)

On the platform there are two separate SCADA systems. The Auxiliary and Power SCADA system. The Auxiliary SCADA system controls and monitors all auxiliary systems (non HVAC systems). Data exchange between the two SCADA systems on the platform need to be avoided.

All communication shall be via single mode fibre optical cables in the HV submarine cable.

The current estimation for the number of cabinets is:

- 2x3 cabinets bayed together for ODF, IT Equipment and CDF
- 2x1 for PA/GA system
- 2x1 for future use.

The scope of the telecommunication networks ends at the cabinets in the land station. Therefore The contractor shall design, supply and deliver cabinets to the onshore substation, the cabinets shall be configured as an A and B side containing a cabinets for the optical distribution frame and a cabinet for IT equipment, the cabinets shall be bayed together to enable direct access between cabinets.

14.1.1 Power SCADA

The power SCADA system controls and monitors the HVAC equipment. Due to the interdependencies between the HV system on the platform and the land station the system will be procured separately and delivered as free issued material to the Contractor. For further information about the Power SCADA see: Interface description Power SCADA; ONL-TTB-03427.

14.1.2 Auxiliary SCADA

The Auxiliary SCADA system controls and monitors all auxiliary systems (non HVAC systems).

Operation and control of the standard platforms will primary be performed onshore; however, a local HMI station offshore is required for use in manned mode. All the statuses, settings and data of the auxiliary systems shall be made available to the HMI onshore and offshore. Local panels and controls shall be kept to a minimum and are only allowed when the complete functionality of is also available to the Auxiliary SCADA.

Local control panels shall have an interface to the Aux SCADA system. Furthermore, they shall be connected via ethernet network to enable remote access for specific maintenance purpose.

The auxiliary SCADA systems need to operate automatically and stand-alone.

The system shall be maintainable and segmented appropriately, allowing a broken element to be quickly identified and repaired while leaving the balance of the system available. This also means the system shall be have flexibility to allow for ongoing modifications without disruptions to operation. It shall be possible to put offline the Aux SCADA system without a complete platform shutdown.

The number of cabinets, for the auxiliary SCADA system located inside the control room, is estimated to three cabinets. This is based on the hardware requirements and a preliminary field I/O estimate based on P&IDs, UFDs and/or the Room book. The number and location of RIOs shall be estimated by the contractor.

The basic design of the control and instrumented systems is shown in

- Auxiliary SCADA Topology Diagram; ONL-TTB-00106.
- Auxiliary SCADA Interface Block Diagram; ONL-TTB-00107

The requirements for the auxiliary SCADA are defined in

- Specification for Auxiliary SCADA System; ONL-TTB-00043

14.1.3 IP services network

The Contractor shall deliver IP services network consisting of the structured copper cabling for all ethernet base connections and dedicated switches for data to the Employers network i.e. VoIP, CCTV and access to web interfaces of PA/GA, CCTV, servers etc.

The structured LAN cabling shall be built on Cat.6A cabling or better. All cables shall be terminated in patch panels inside cabinets and wall outlets in the field.

The number of patch panels and their location shall be chosen so that copper cables do not cross the large transformers, and at the same time reassure redundancy.

The LAN installations shall cover all rooms and areas on the platform. As a minimum, RJ45 outlets shall be installed for the following functions and equipment:

- Voice over IP (VoIP) telephones
- Rectifiers and inverters
- Diesel generator(s)
- HVA/C systems
- CCTV system
- PA/GA system
- Other fixed systems
- NAVAIDS

The RJ45 outlets for fixed equipment shall be located in the panels within shot distance to the equipment. Whenever a piece of equipment is dedicated to a LAN outlet, it shall be stated on the layout drawings.

14.1.4 Out of Band network

The Out of Band network shall be established on the platform as an independent network enabling direct access to all IT equipment via the ILO port, hence enabling IT to provide Out of Band support if main equipment or communication routes fails.

14.1.5 Internet network

The internet network shall be established on the platform covering the complete platform, including outside areas. The network consists of the WI-FI network and dedicated outlets.

The internet access is supplied directly from an internet service provider and shall be routed via dedicated firewall, routers and switches.

For reference see Specification for IP Services; ONL-TTB-00045.

14.1.6 WPO network

Wind Park Owners will establish a separate SCADA and telecommunication network to operate the wind park. Fibre optics, patch panels, and patch cables to be provided as shown in Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046 .

14.1.7 Shared Services network (RWS).

RWS will establish their separate SCADA and telecommunication network to operate the Shared Services. Fibre optics, patch panels, and patch cables to be provided as shown in Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046.

14.2 Fibre optical network installation

The contractor shall deliver the fibre optic cables, splice boxes, patch panels and patch cables for the offshore part of the fibre optical network installation.

For reference regarding scope demarcation ONL-TTB-03148 chapter 2.3

For reference see Specification for Fibre Optical Network, ONL-TTB-00046.

Cables for telephones, cameras, WI-FI and outlets shall be at least CAT 6 cabling.

OFFSHORE GRID NL

E 3.4.14.

Document Title:

Standard Offshore Substation
Jacket Structure – structural drawings

(21 drawings)

01	15-01-2016	Issued for ITT	[redacted]		
00	15-01-2016	Issued for ITT			
Rev.	Revision date (DD-MM-YYYY)	Reason for issue	Prepared by	Verified by	Approved by

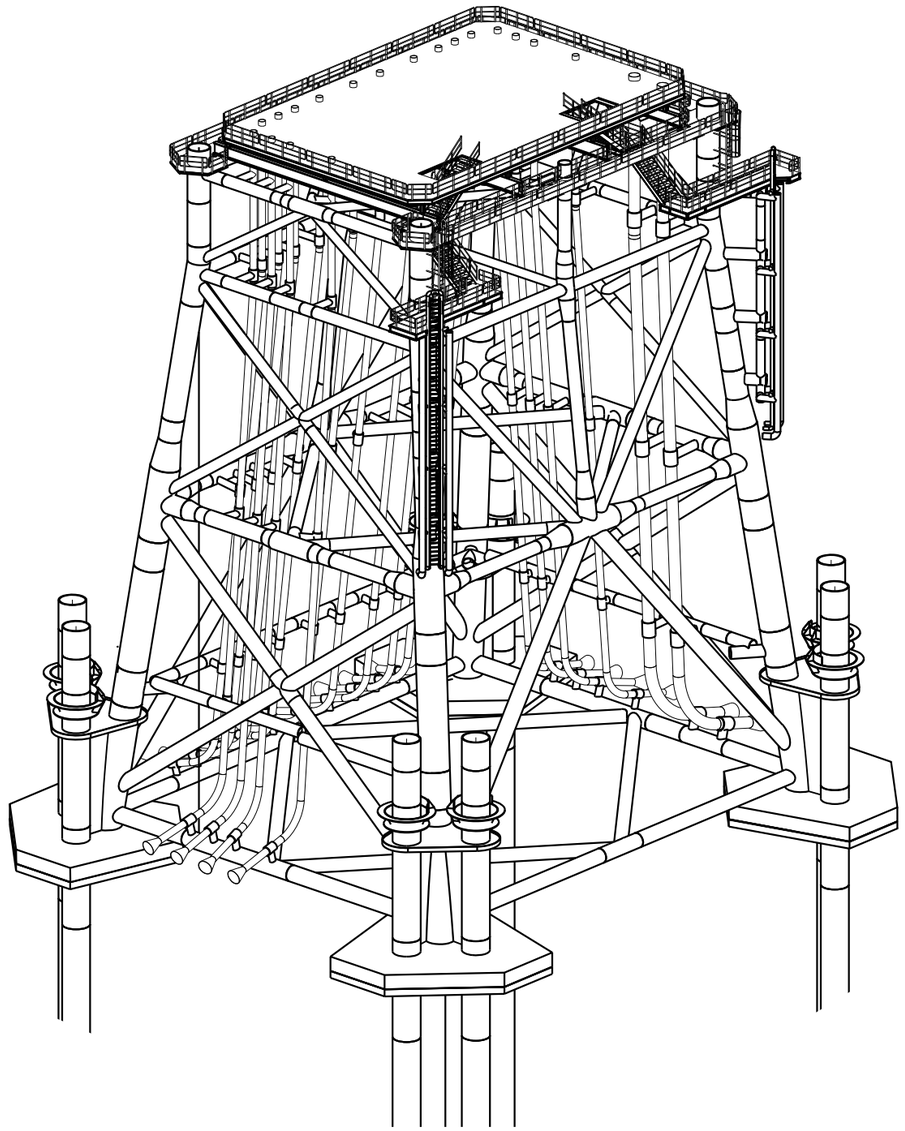
Project no.: 1100015665

Site code:

TenneT Document No.:

ONL-TTB-00209

TENNET
STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION
JACKET STRUCTURE



PREPARED BY:

RAMBOLL

NOTES

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR I
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR C MMENTS

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

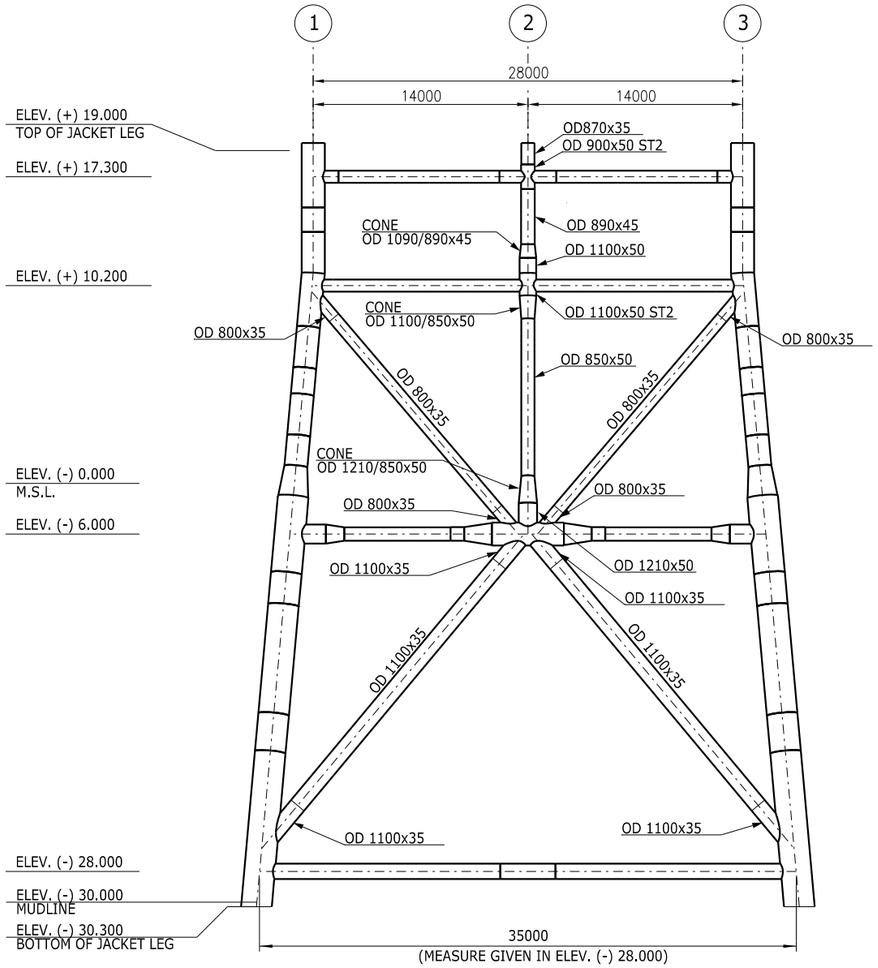
Title

OFFSHORE GRID NL

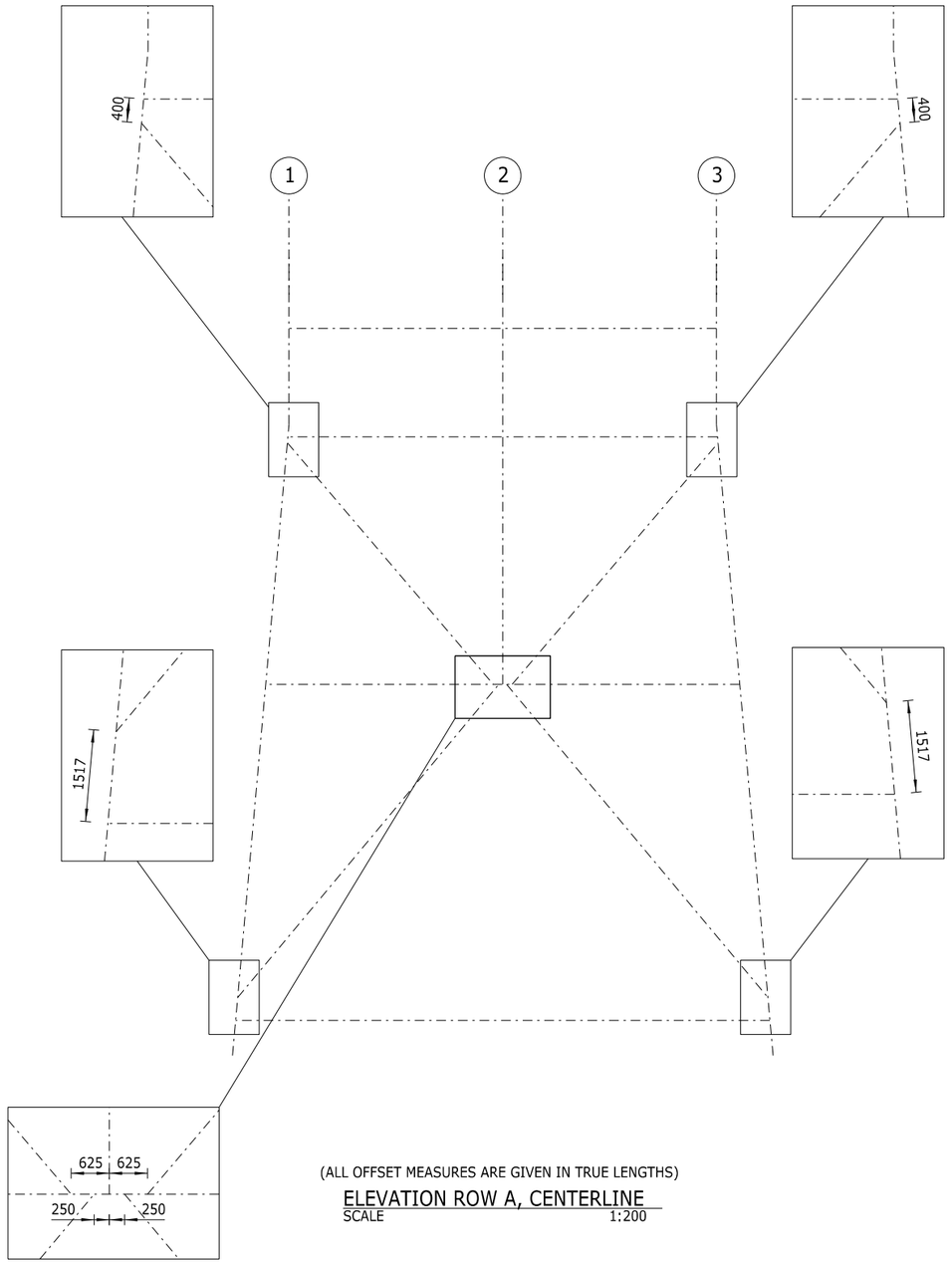
JACKET STRUCTURE
ISOMETRIC VIEW

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NONE	A1	ROGE-N-XG-000007-01	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-01.DGN 2:31



ELEVATION ROW A
SCALE 1:200

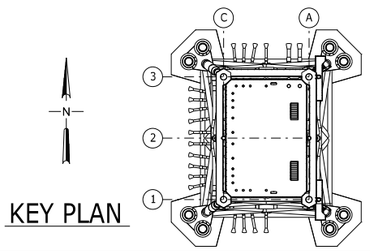


(ALL OFFSET MEASURES ARE GIVEN IN TRUE LENGTHS)

ELEVATION ROW A, CENTERLINE
SCALE 1:200

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfptlon
0	15-JAN-2016				ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

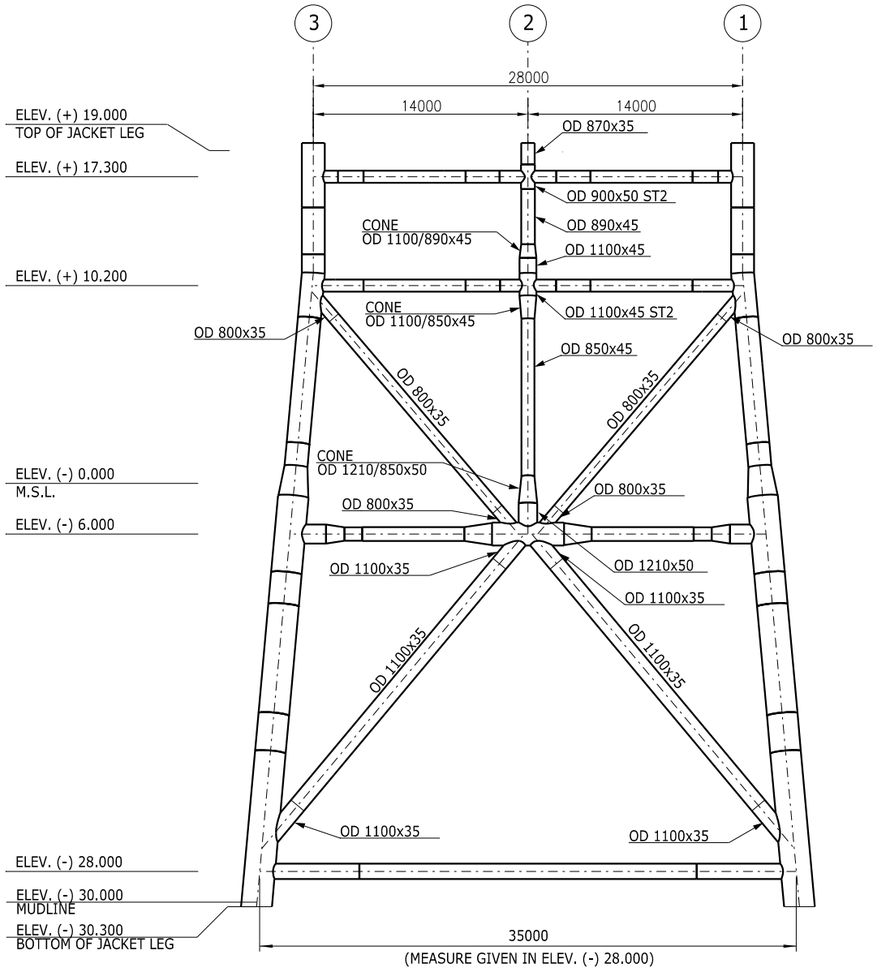
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

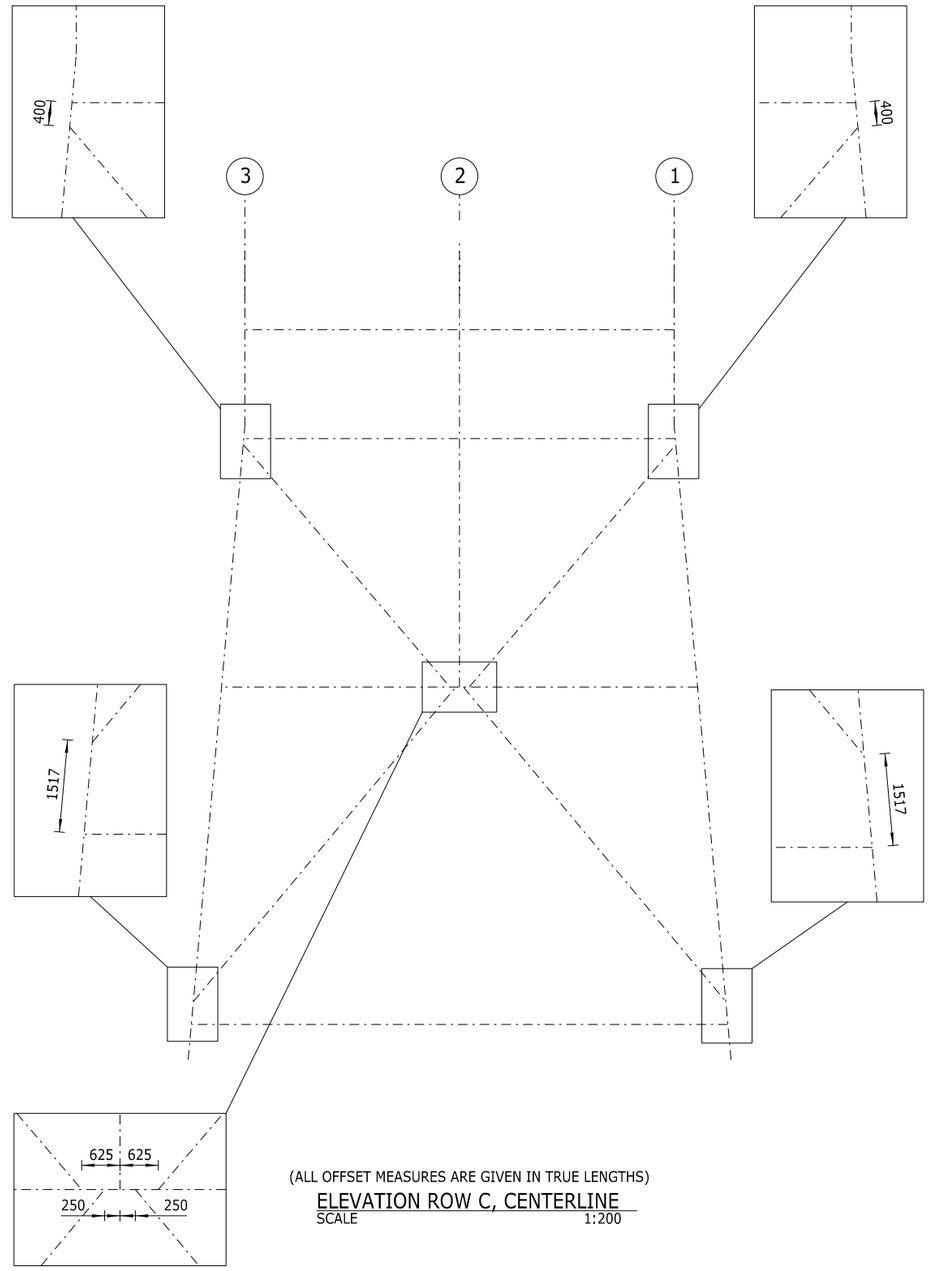
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
MAIN FRAME BRACING
ROW A

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-02	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-02.dgn



ELEVATION ROW C
SCALE 1:200

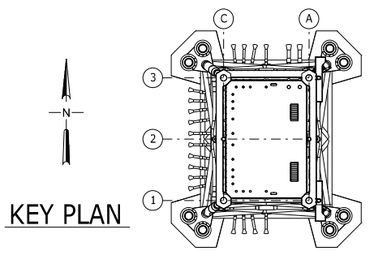


(ALL OFFSET MEASURES ARE GIVEN IN TRUE LENGTHS)

ELEVATION ROW C, CENTERLINE
SCALE 1:200

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfptlon
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

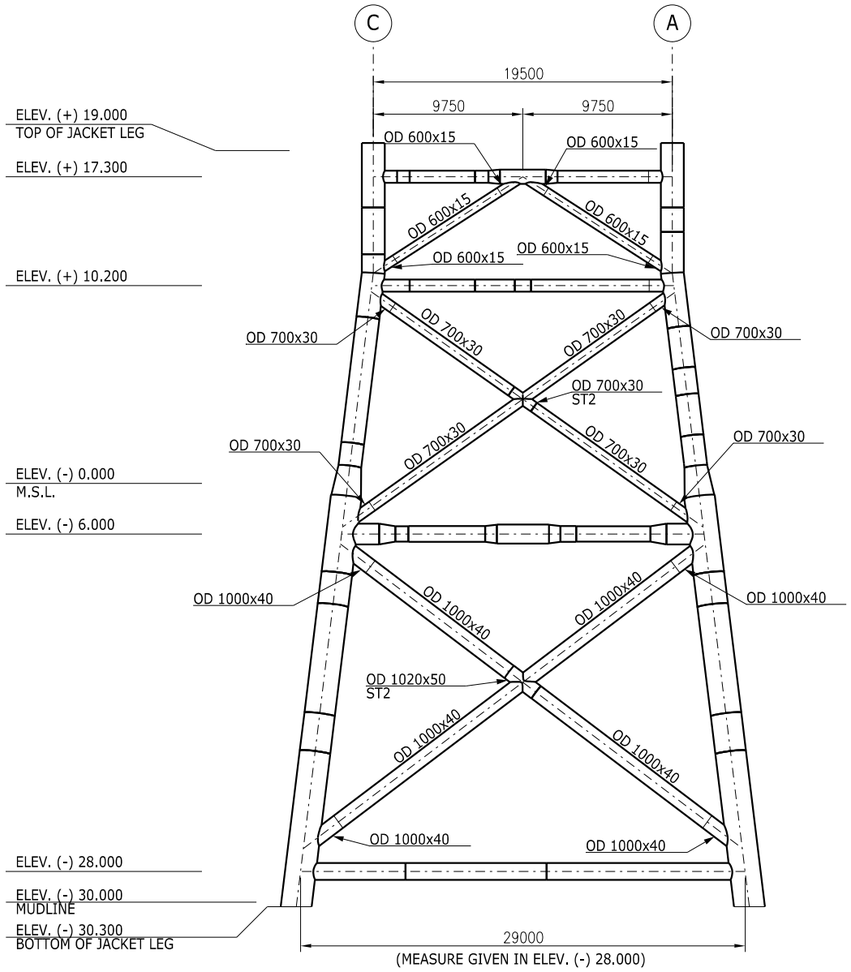
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

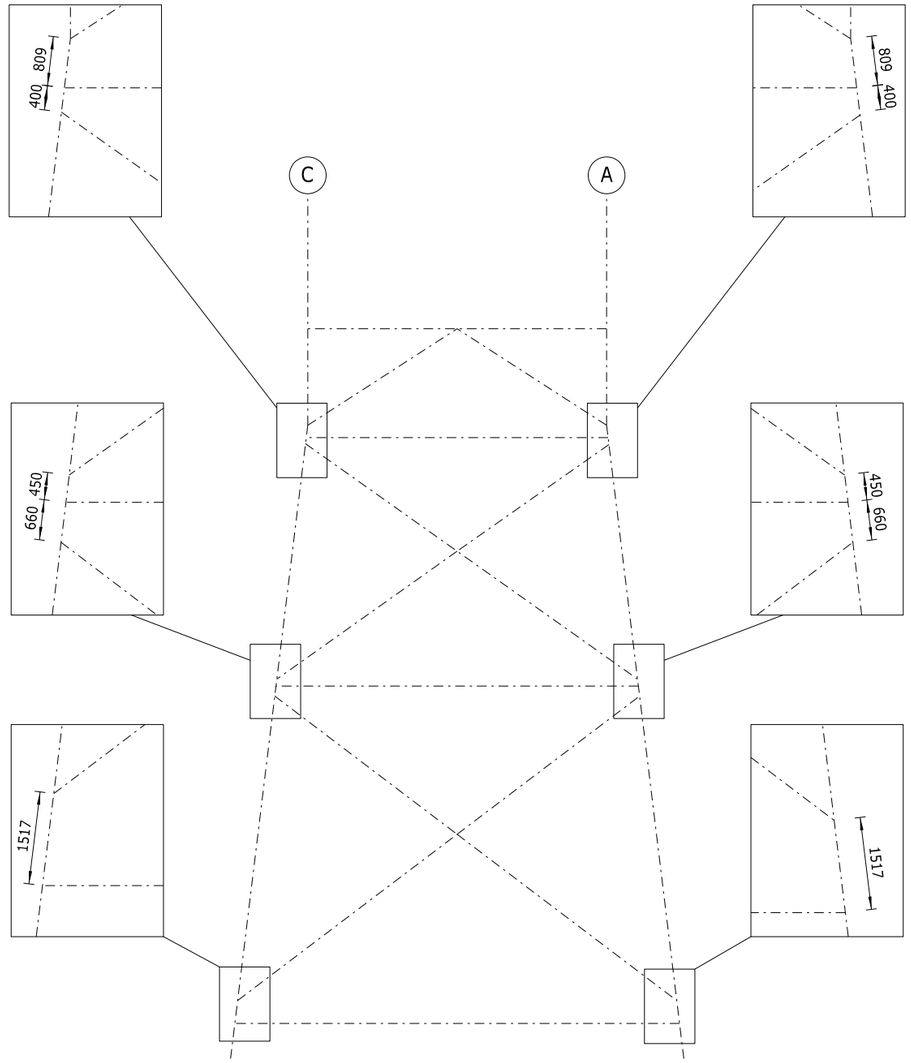
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
MAIN FRAME BRACING
ROW C

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-03	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-03.dgn 25/01/2016 12:25:49



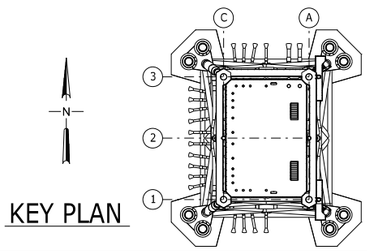
ELEVATION ROW 1
SCALE 1:200



(ALL OFFSET MEASURES ARE GIVEN IN TRUE LENGTHS)
ELEVATION ROW 1, CENTERLINE
SCALE 1:200

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

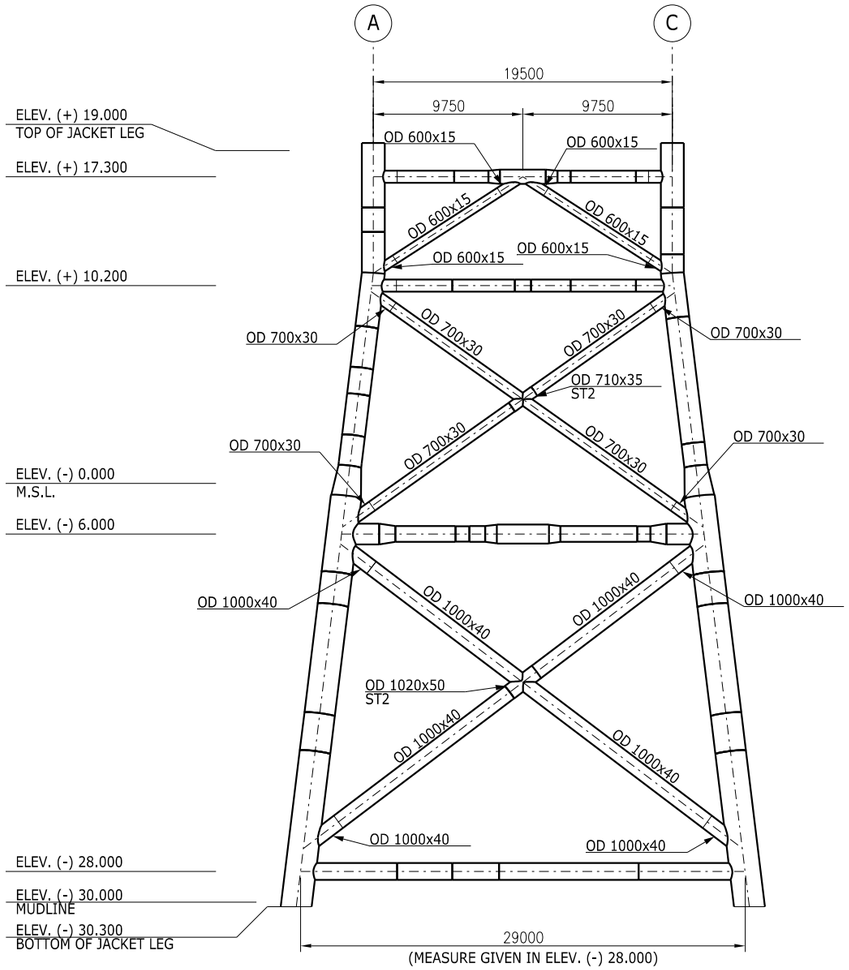
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

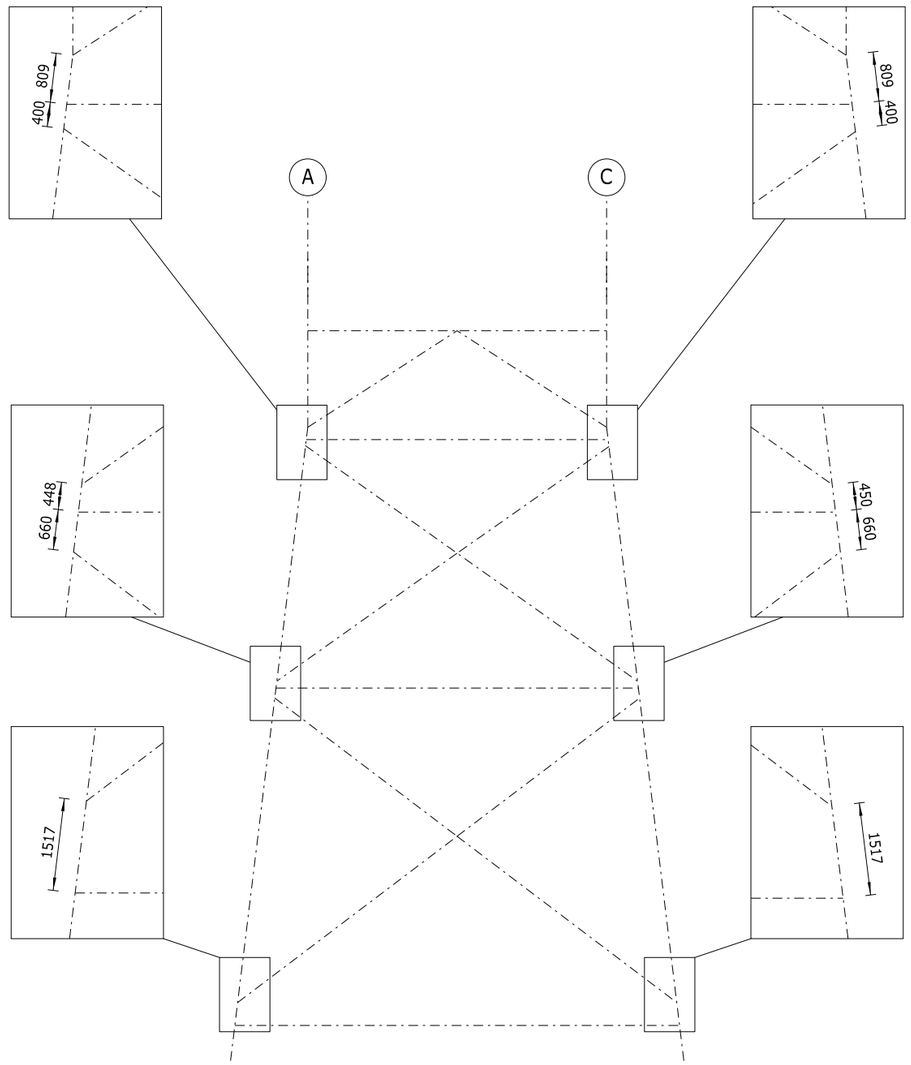
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
MAIN FRAME BRACING
ROW 1

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-04	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-04.DWG 25:56



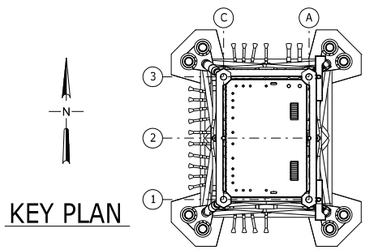
ELEVATION ROW 3
SCALE 1:200



(ALL OFFSET MEASURES ARE GIVEN IN TRUE LENGTHS)
ELEVATION ROW 3, CENTERLINE
SCALE 1:200

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

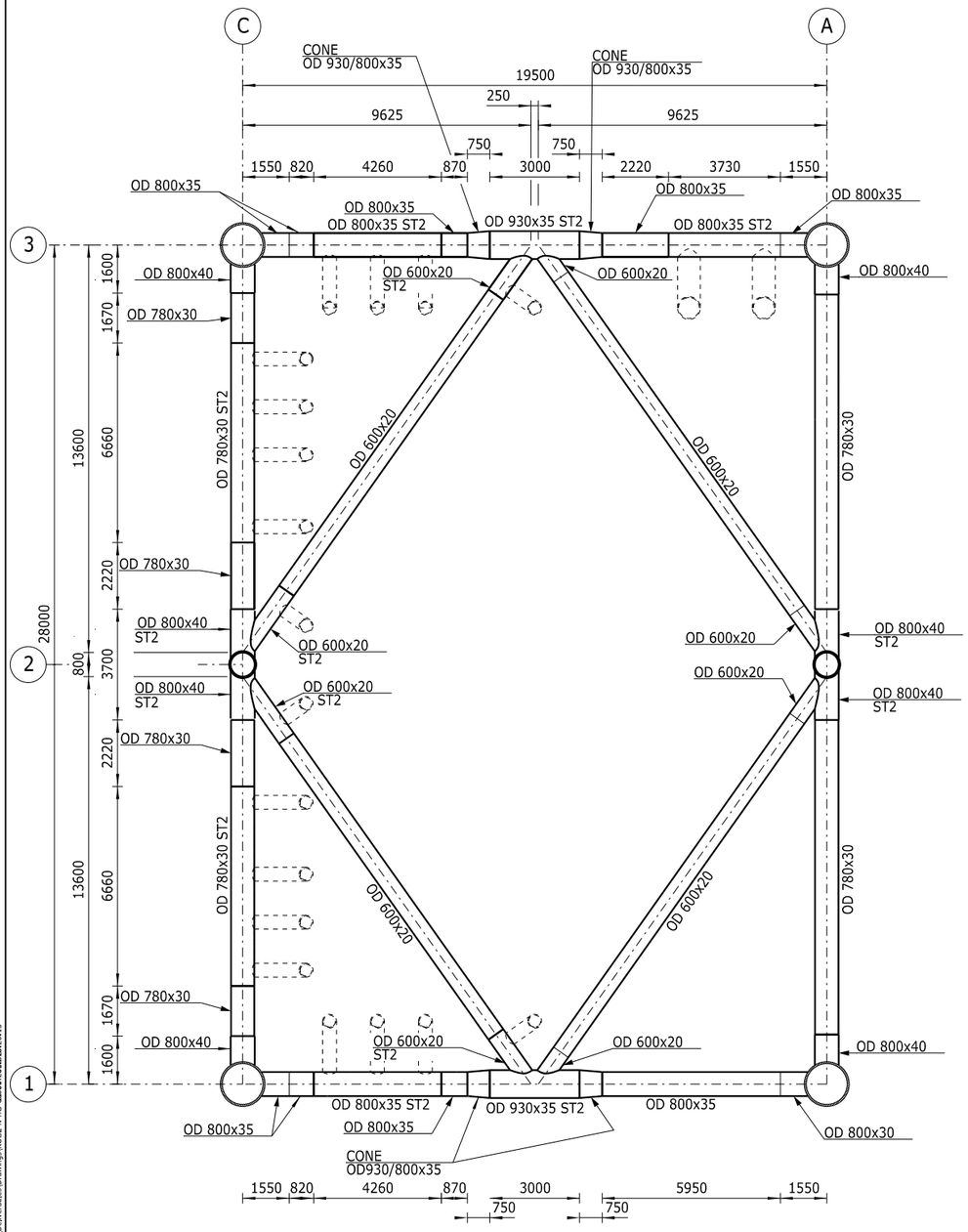
TenneT Taking power further

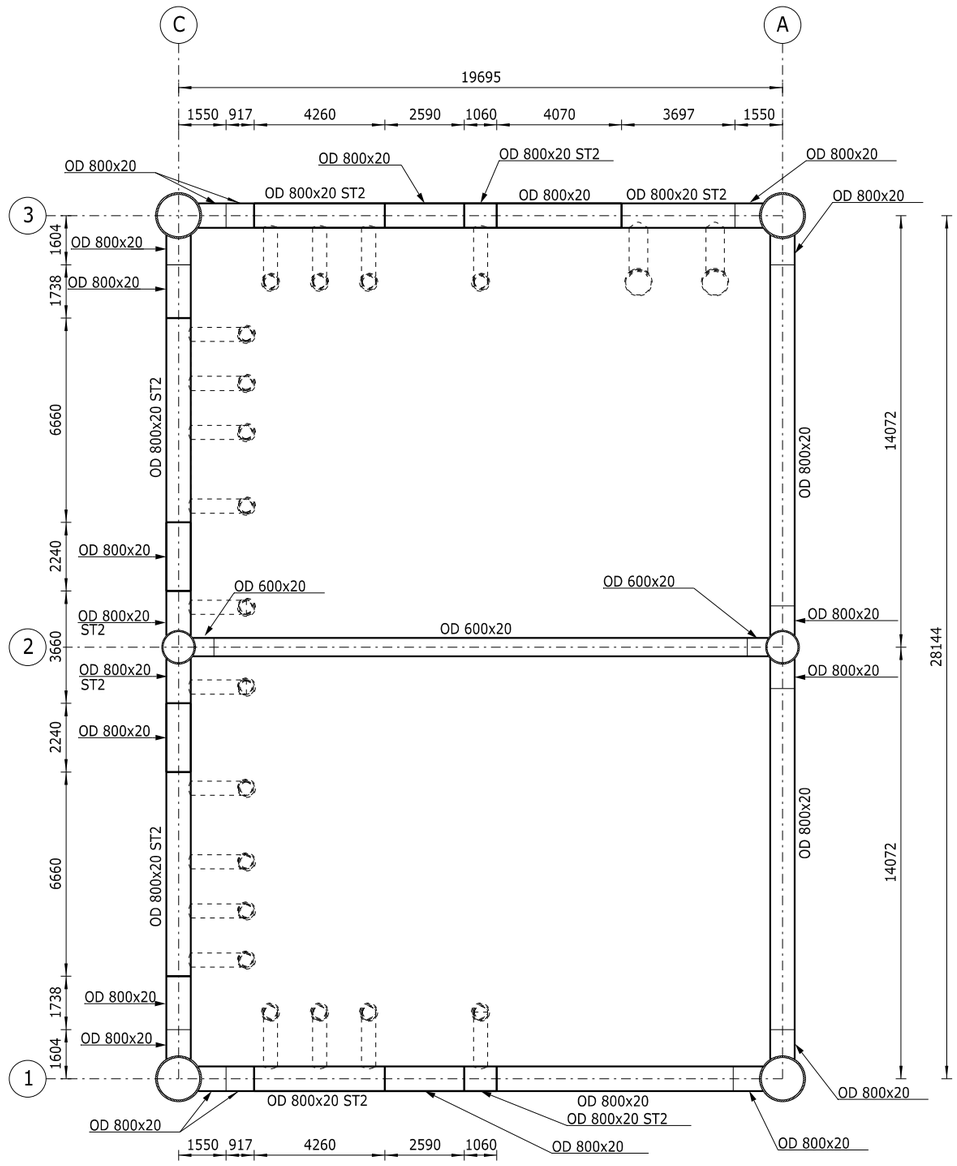
STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
MAIN FRAME BRACING
ROW 3

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-05	0

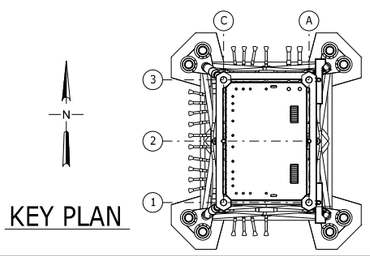
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\H-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-05.DWG 26:04





NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no. | Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrpftion
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

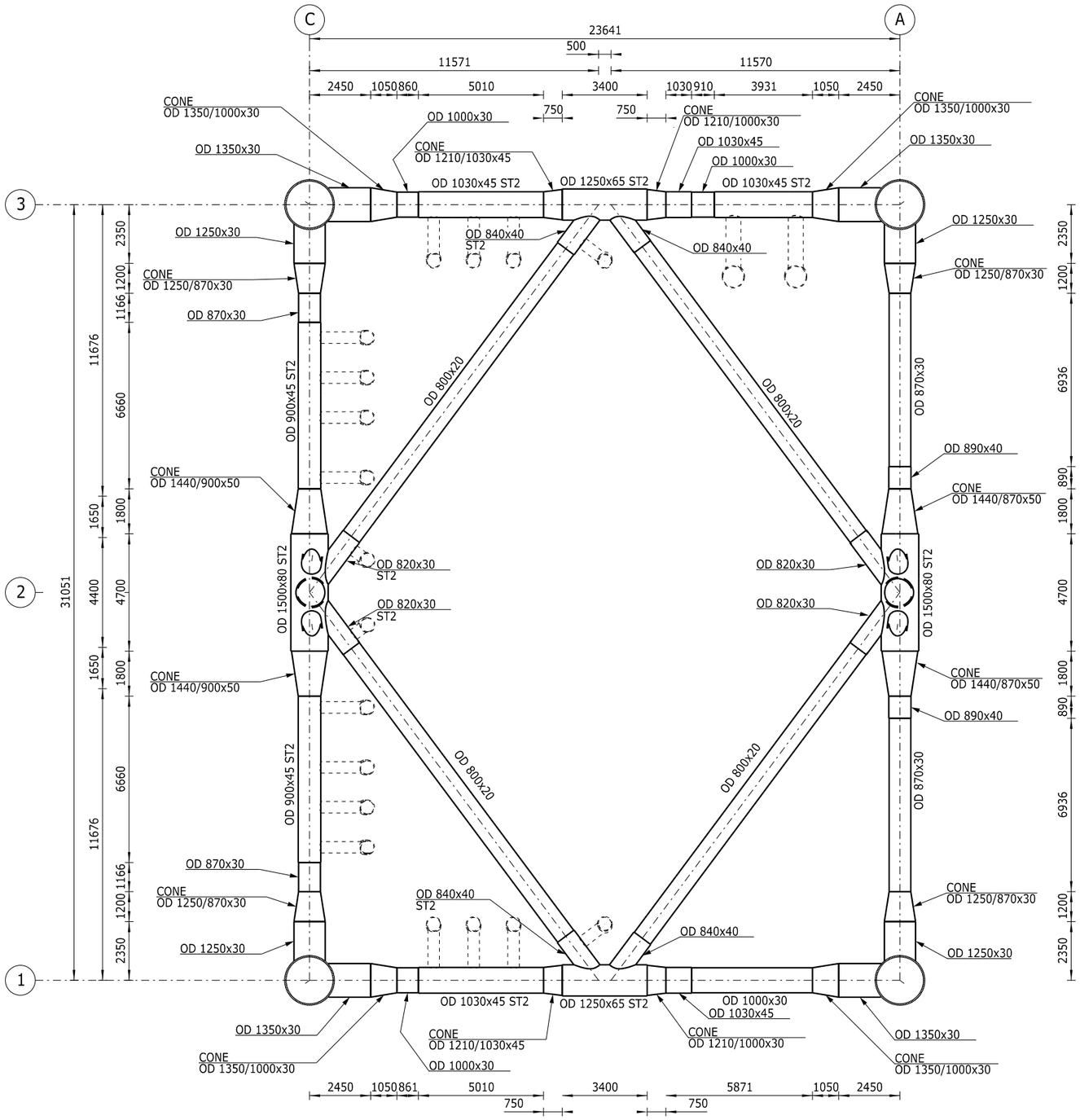
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
PLANS ELEV. (+)17.300 AND ELEV. (+)10.200

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-06	0

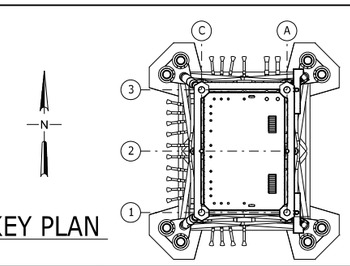
FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\phase1\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-06.dgn



PLAN ELEV. (-) 6.000
SCALE 1:100

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no. | Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrpt1on
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

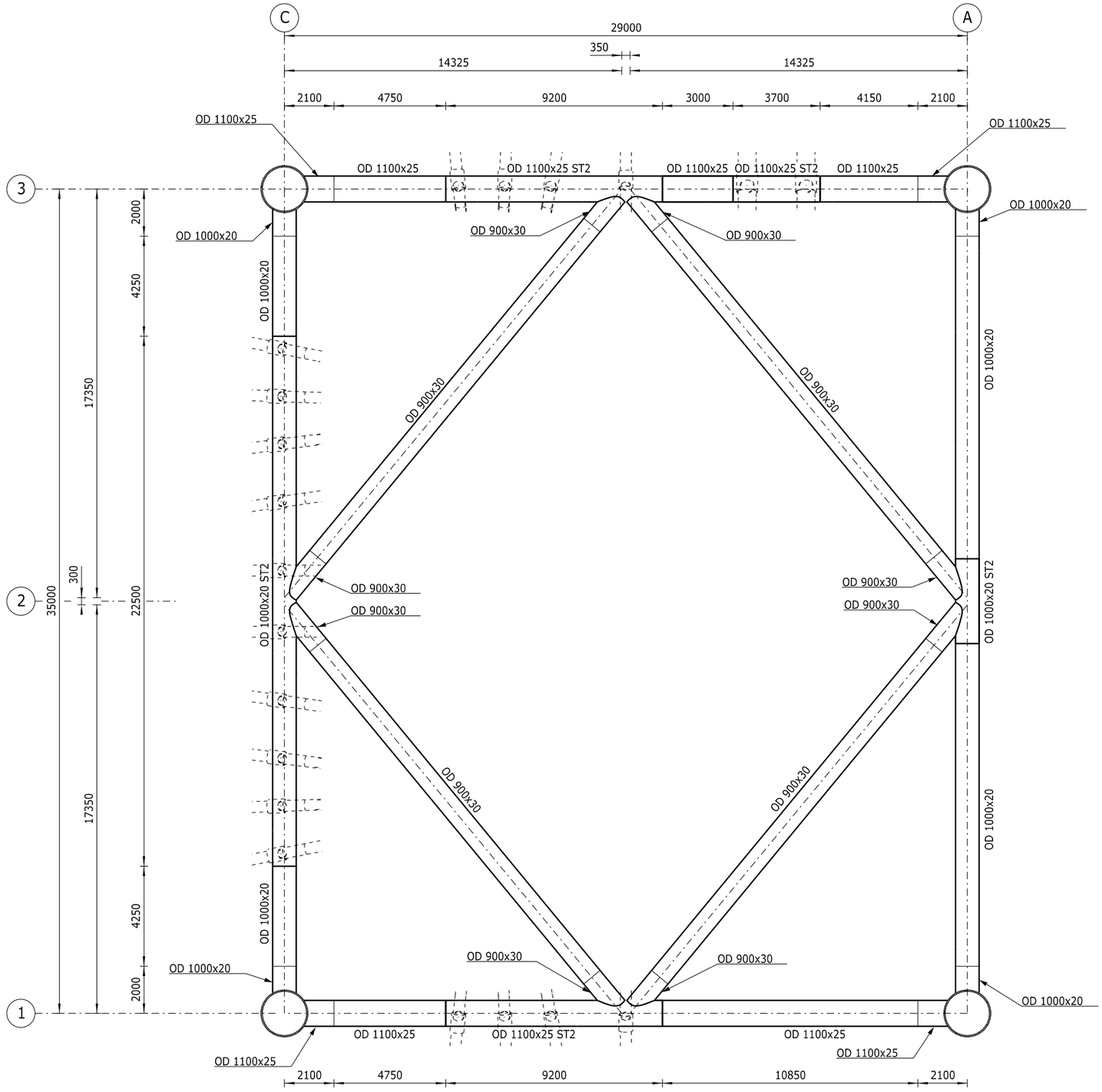
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
PLAN ELEV. (-)6.000

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-07	0

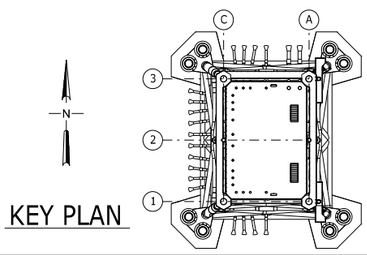
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\K-Structural\Substructure\Bank_4x4\grid\base\Delfiverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-07.dgn 26:20



PLAN ELEV. (-) 28.000
SCALE 1:100

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

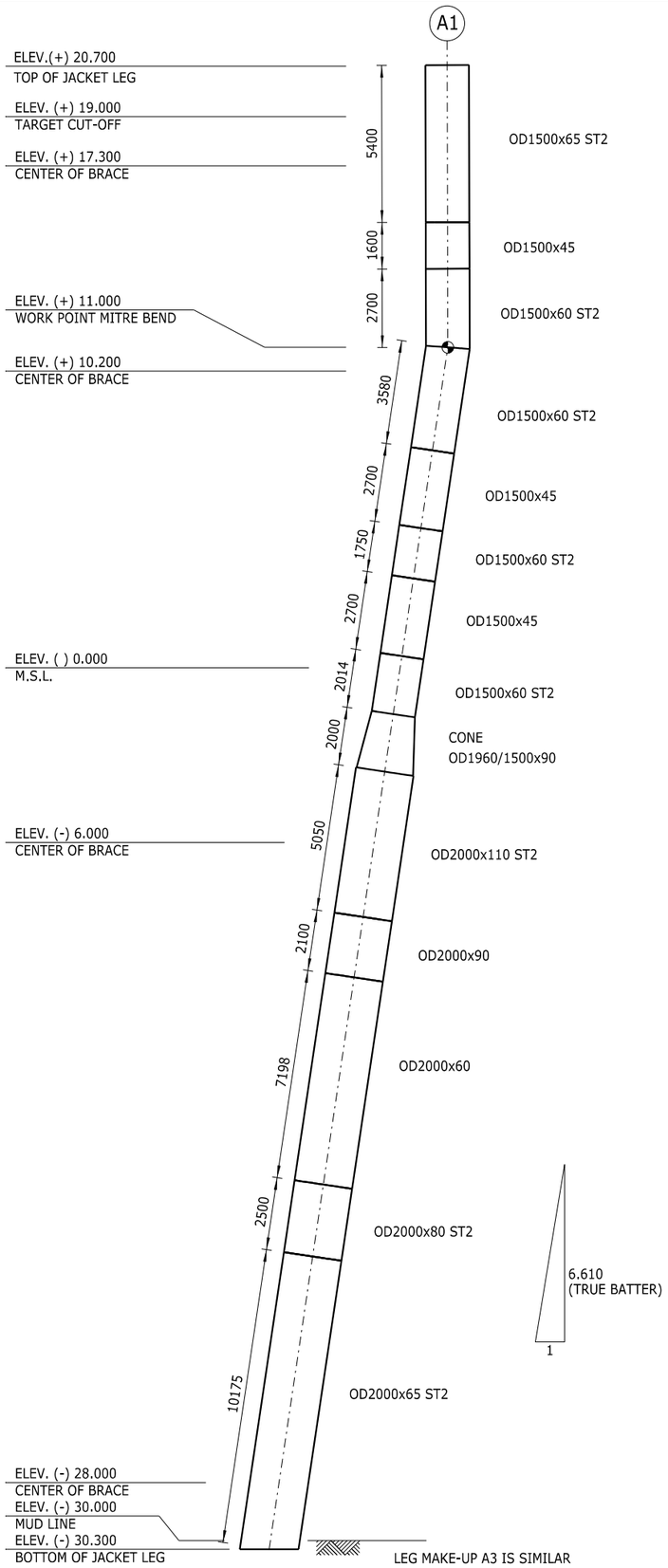
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

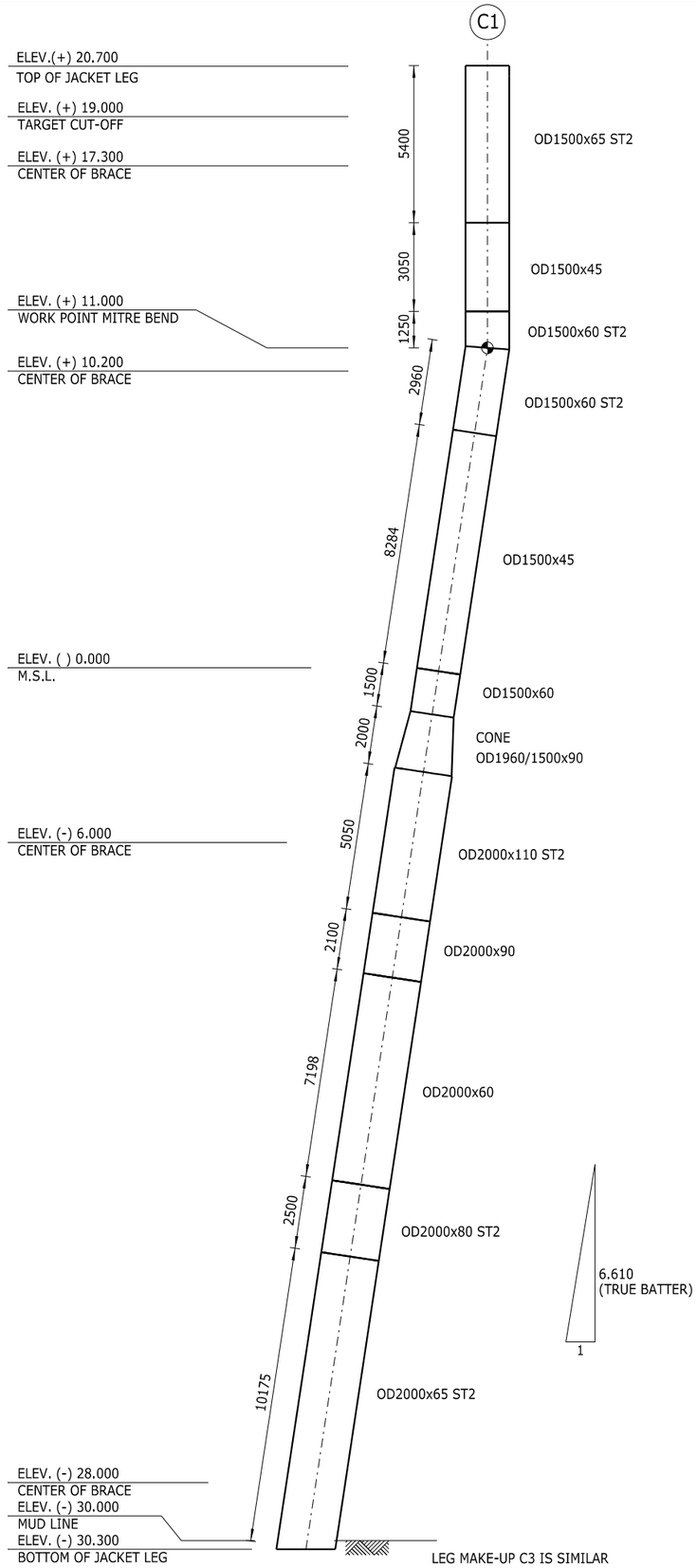
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
PLAN ELEV.(-)28.000

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-08	0

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-08.DWG



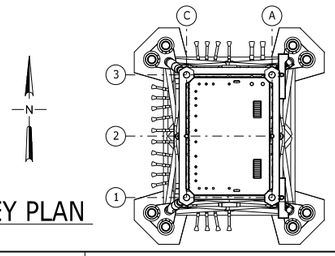
LEG MAKE-UP LEG A1
SCALE 1:100



LEG MAKE-UP LEG C1
SCALE 1:100

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

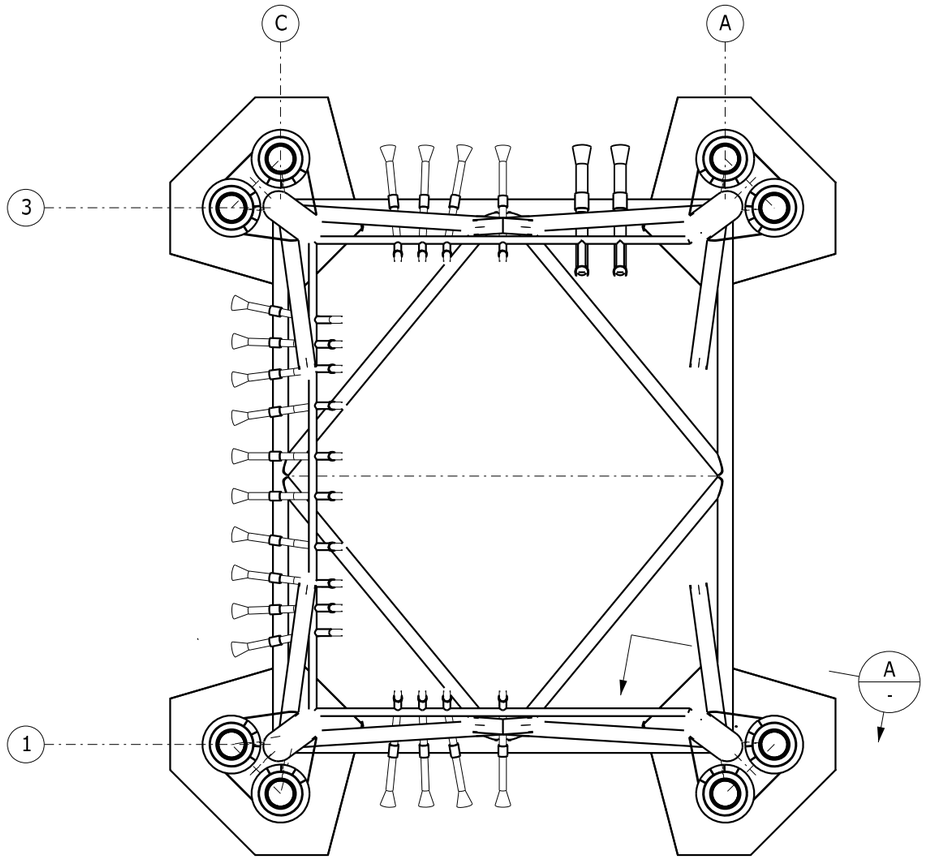
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

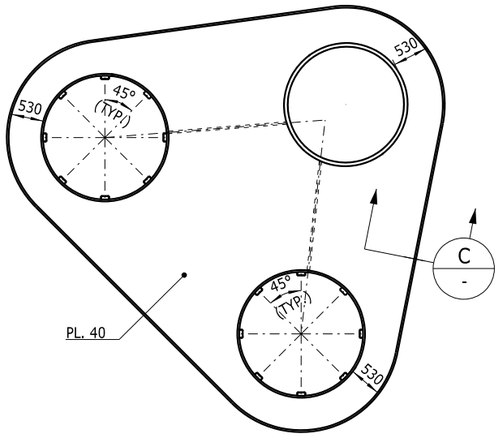
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
LEG MAKE-UP

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-09	0

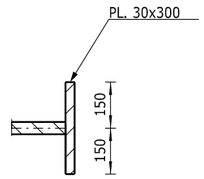
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-09.DWG



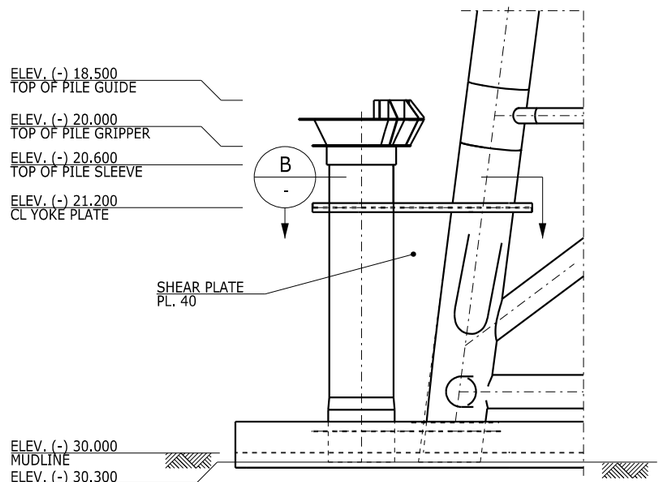
PLAN SKIRT PILE SLEEVES
SCALE 1:200



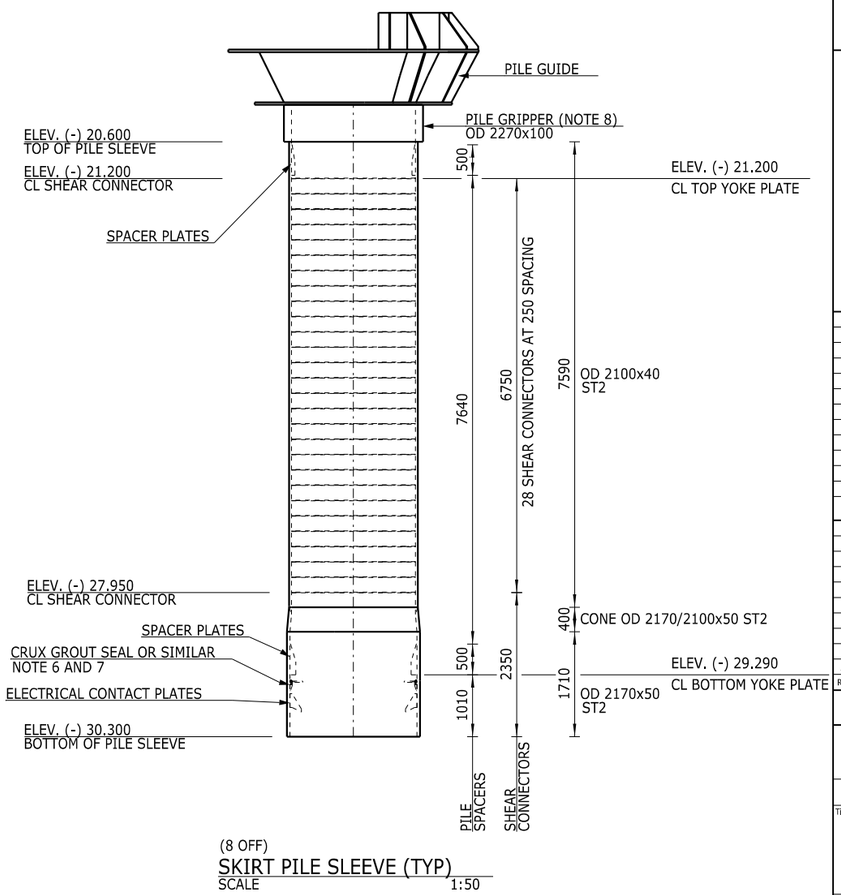
SECTION B
SCALE 1:50 -



SECTION C
SCALE 1:10 -



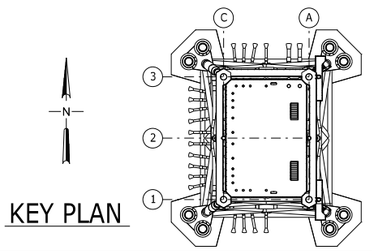
SECTION (TYP.) A
SCALE 1:100 -



(8 OFF)
SKIRT PILE SLEEVE (TYP)
SCALE 1:50

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.1 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
6. GROUT SEAL TYPE/FABRICATOR SUBJECT TO EMPLOYER APPROVAL. CONTRACTOR TO VERIFY THAT PILE SPACERS GIVE ADEQUATE PROTECTION OF SEAL ATTACHMENT DURING PILE STABBING.
7. GROUT SEAL SUPPLIER TO VERIFY THAT SEAL TYPE SUITS ID OF PILE SLEEVE.
8. ONE PILE GRIPPER TO BE ARRANGED AT EACH PILE CLUSTER.
THE THICKNESS OF PILE GRIPPER CAN IS ONLY INDICATIVE.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

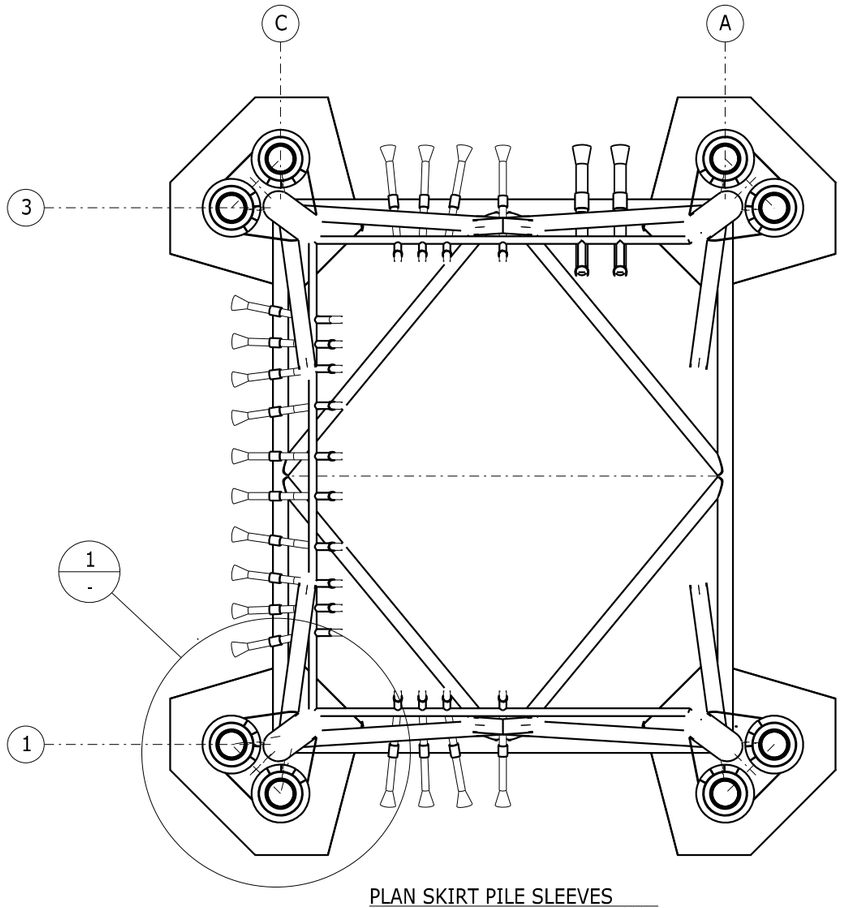
TENNET Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

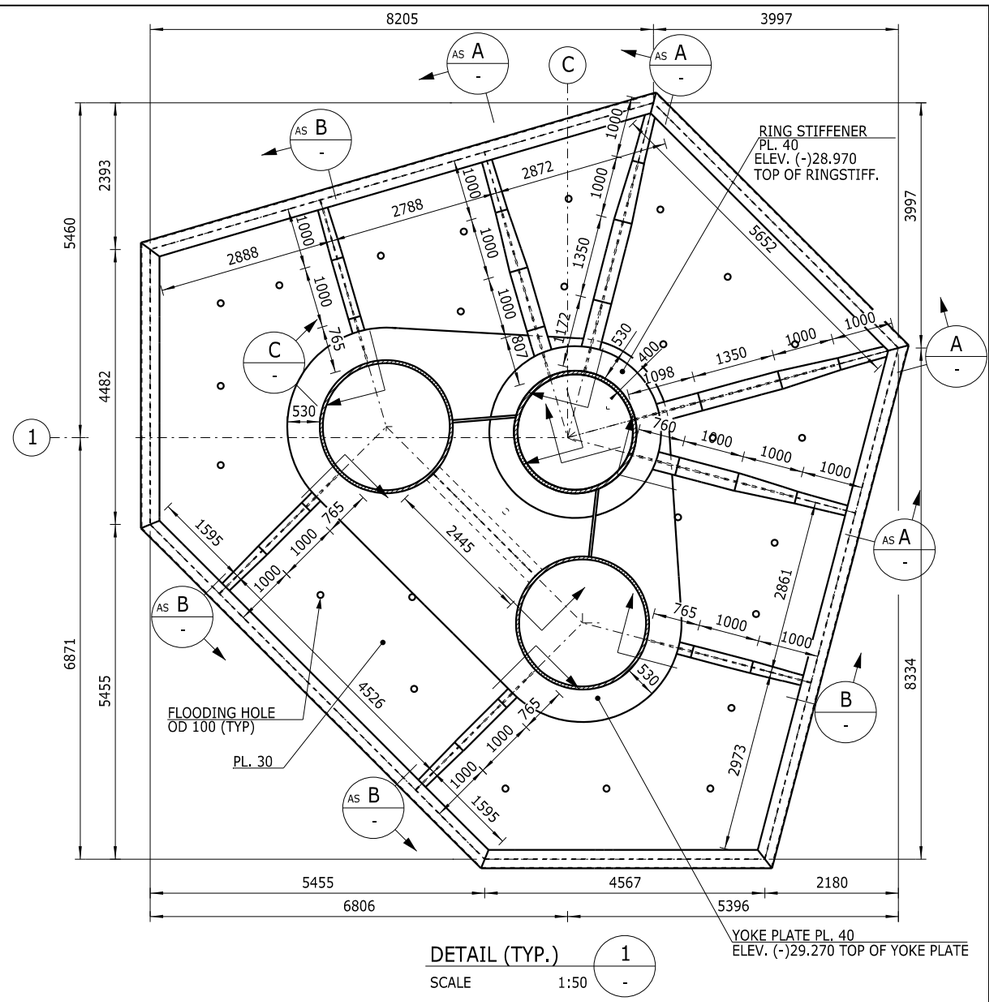
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
SKIRT PILE SLEEVES

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-10	0

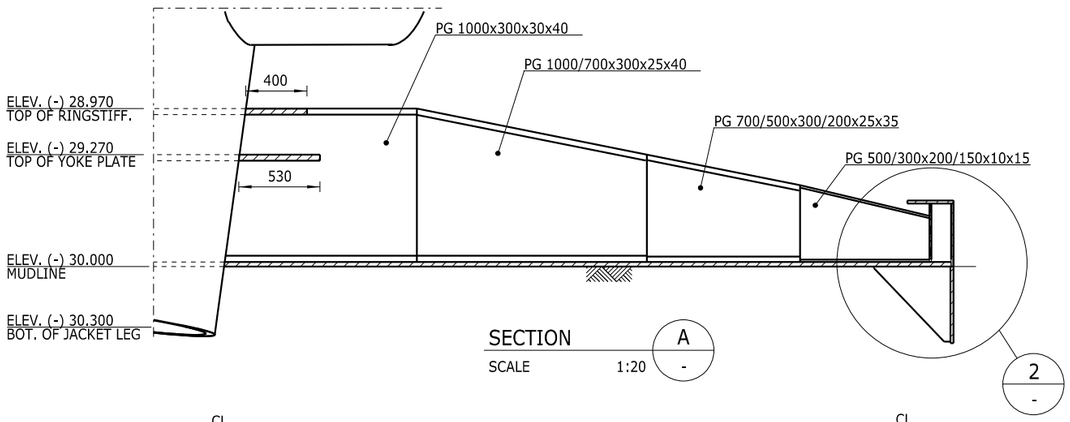
FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-10.dwg



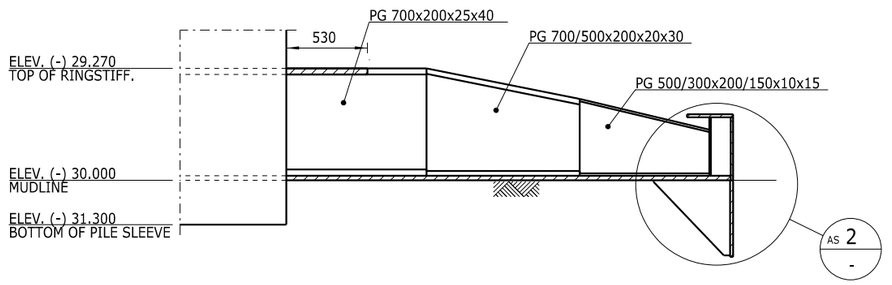
PLAN SKIRT PILE SLEEVES
SCALE 1:200



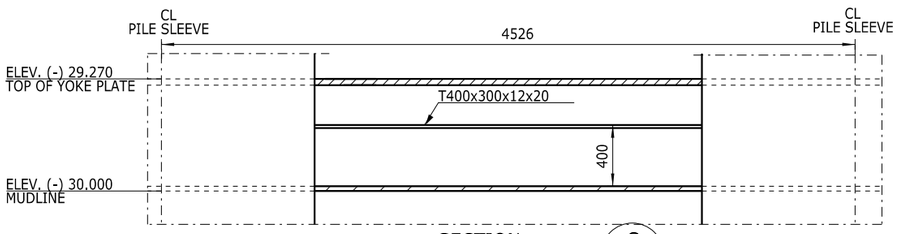
DETAIL (TYP.) 1
SCALE 1:50 -



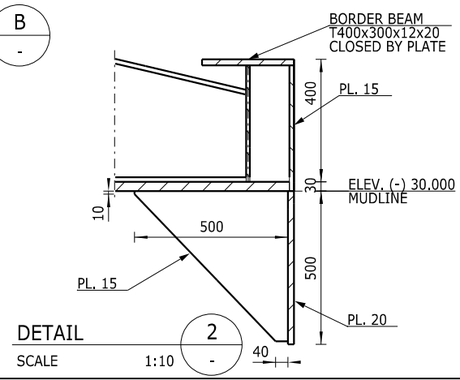
SECTION A
SCALE 1:20 -



SECTION B
SCALE 1:20 -



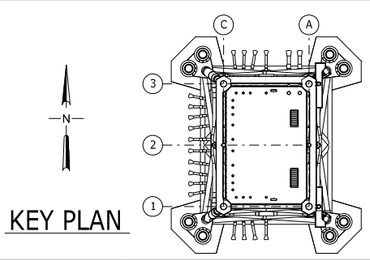
SECTION C
SCALE 1:20 -



DETAIL 2
SCALE 1:10 -

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no. | Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrption
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

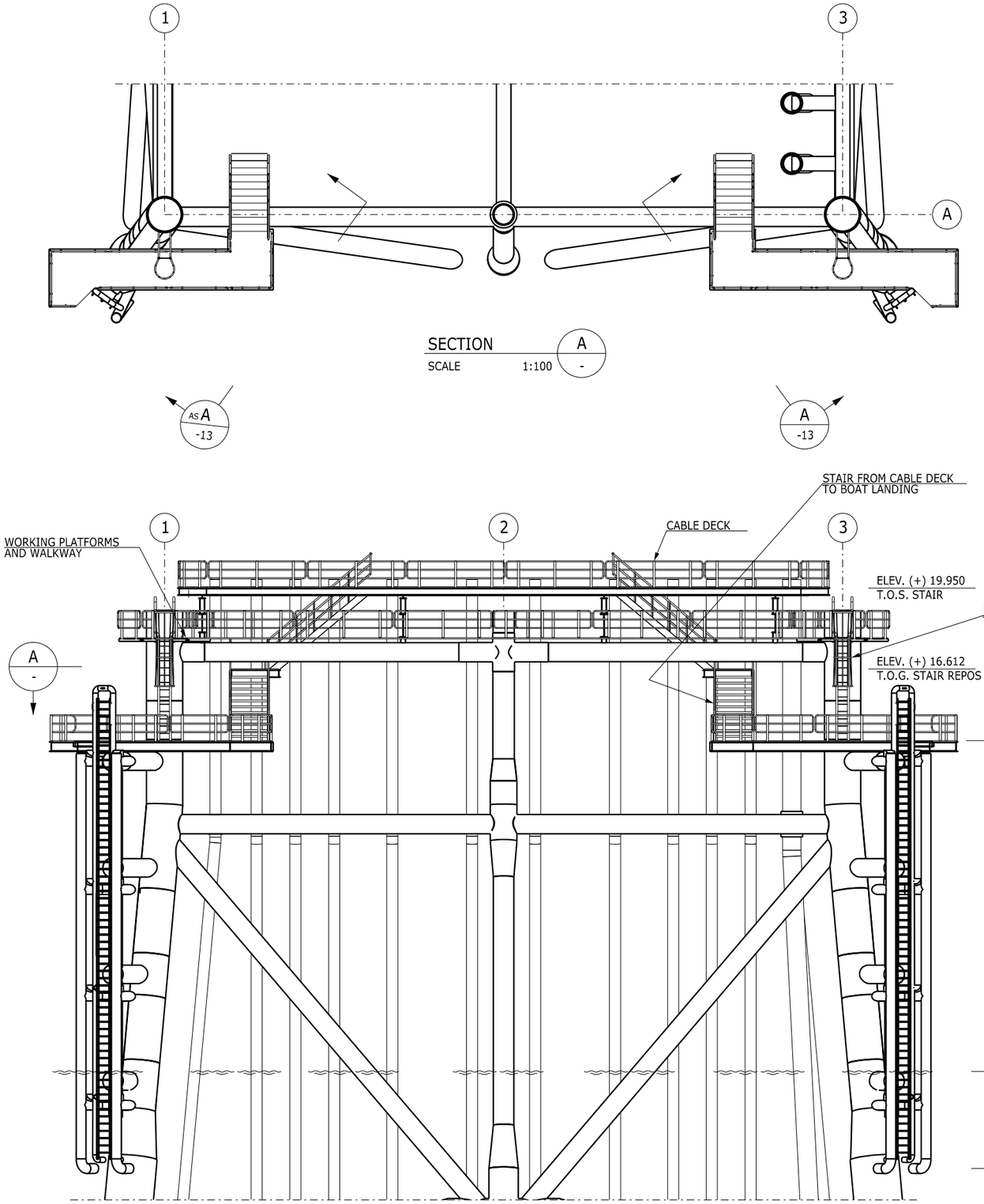
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

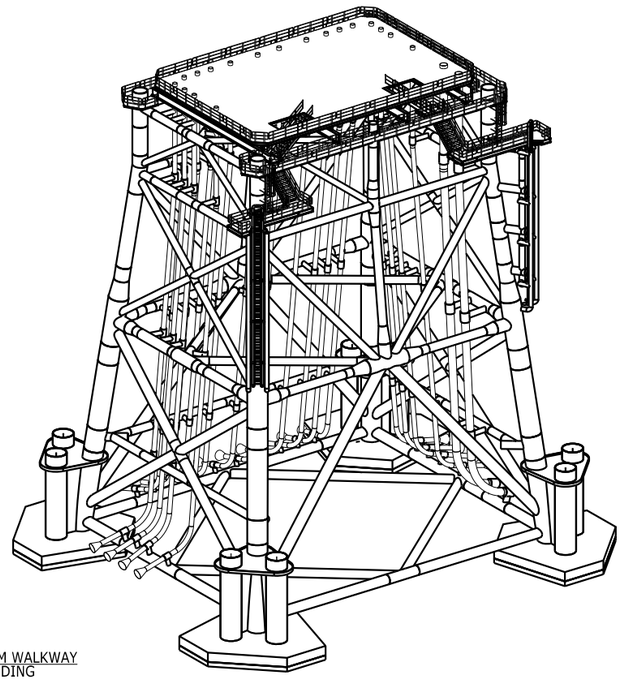
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
MUDMATS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-11	0

FILENAME: X:\Global Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Bash_deshgrd\Transset\Delfiverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-11.dgn 26/01/2016 11:04:06



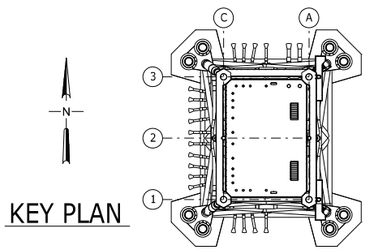
VIEW BOAT LANDINGS, ROW A
SCALE 1:100



ISO VIEW BOAT LANDINGS
SCALE NONE

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfption
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

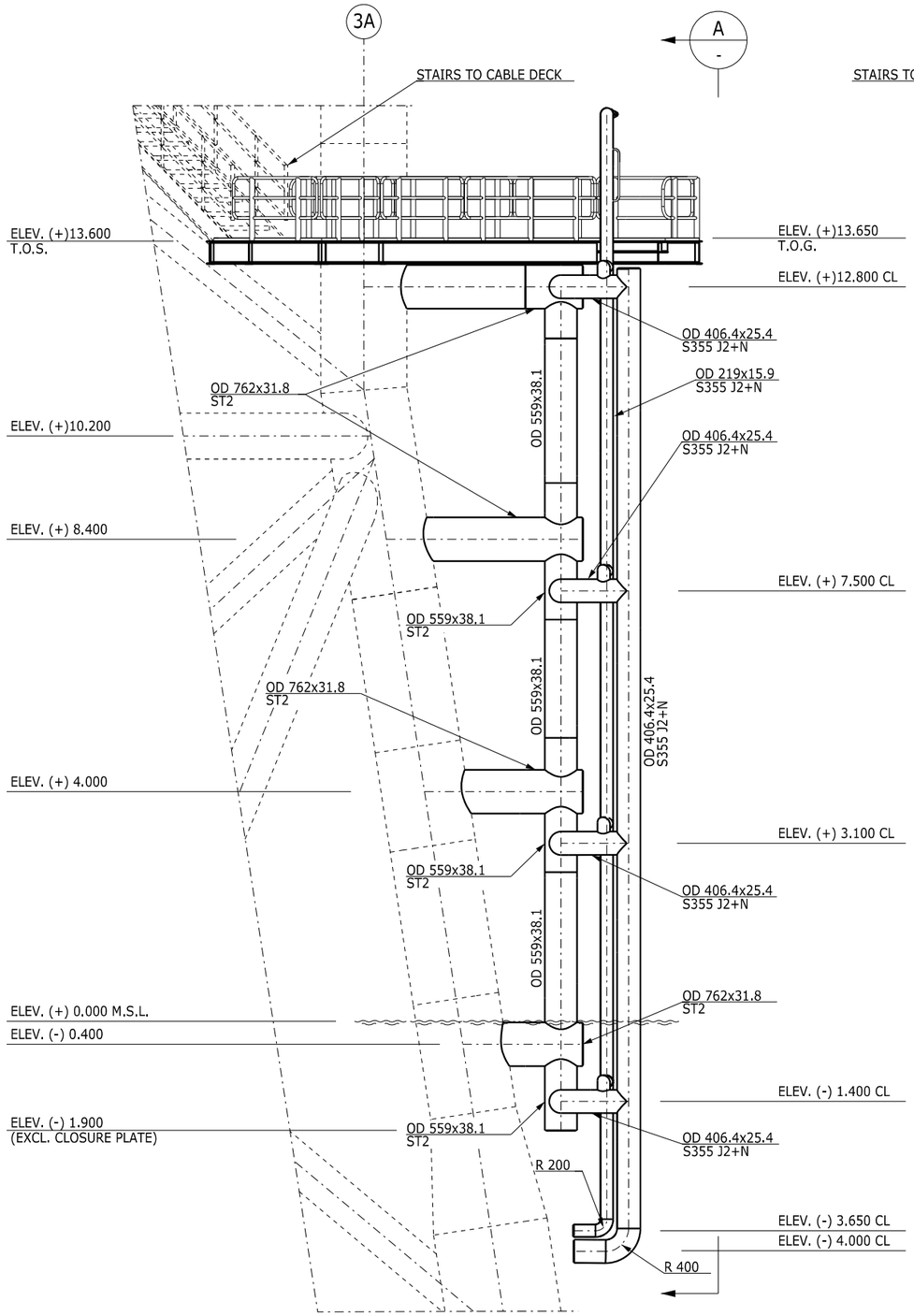
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

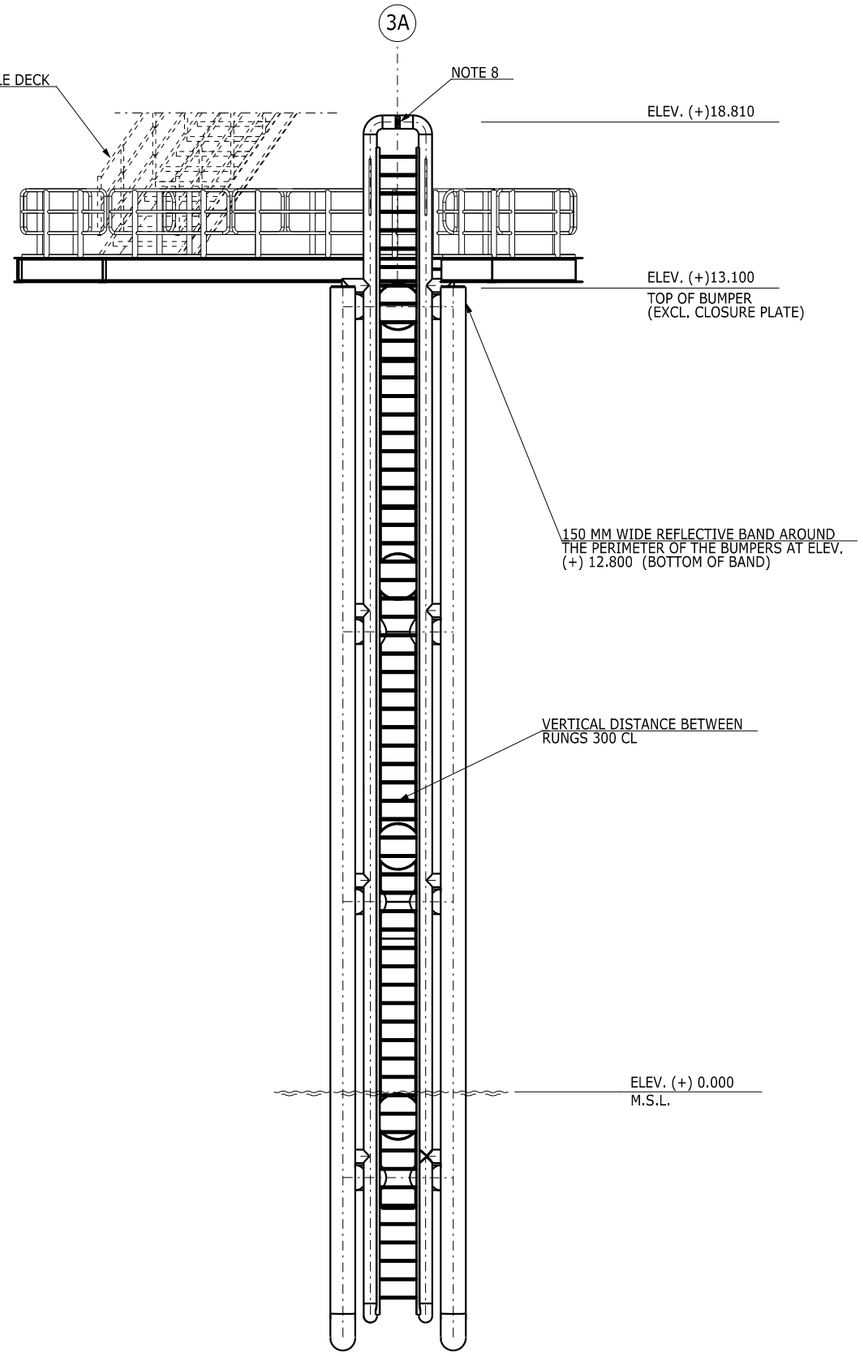
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
BOAT LANDING AND STAIRS
PLAN AND ELEVATION

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-12	0

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\H-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-12.DWG



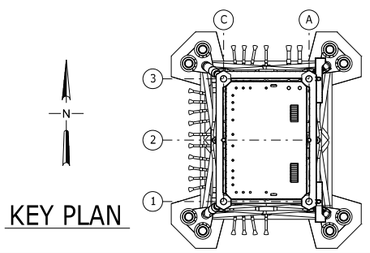
SECTION A
SCALE 1:50 -12



SECTION A
SCALE 1:50 -

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL ELEVATIONS ARE WITH RESPECT TO M.S.L.
3. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C401 SECONDARY STRUCTURE CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.1 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
4. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
5. FOR TUBULAR WELDING DETAILS SEE DRWG. ROGE-N-GN-000012-02 .
6. ALL WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELDS FOR OD>508 MM. SINGLE SIDED CIRCUMFERENTIAL CLOSURE WELDS ACCEPTED.
7. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY III ACC. TO DNV OS-C101 U.N.O.
8. LATCHWAYS MANSAFE SEALED SRL (SELF RETRACTABLE LIFELINE) TO BE INSTALLED.
9. WELDS OF SECONDARY STEEL TO PRIMARY STEEL TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

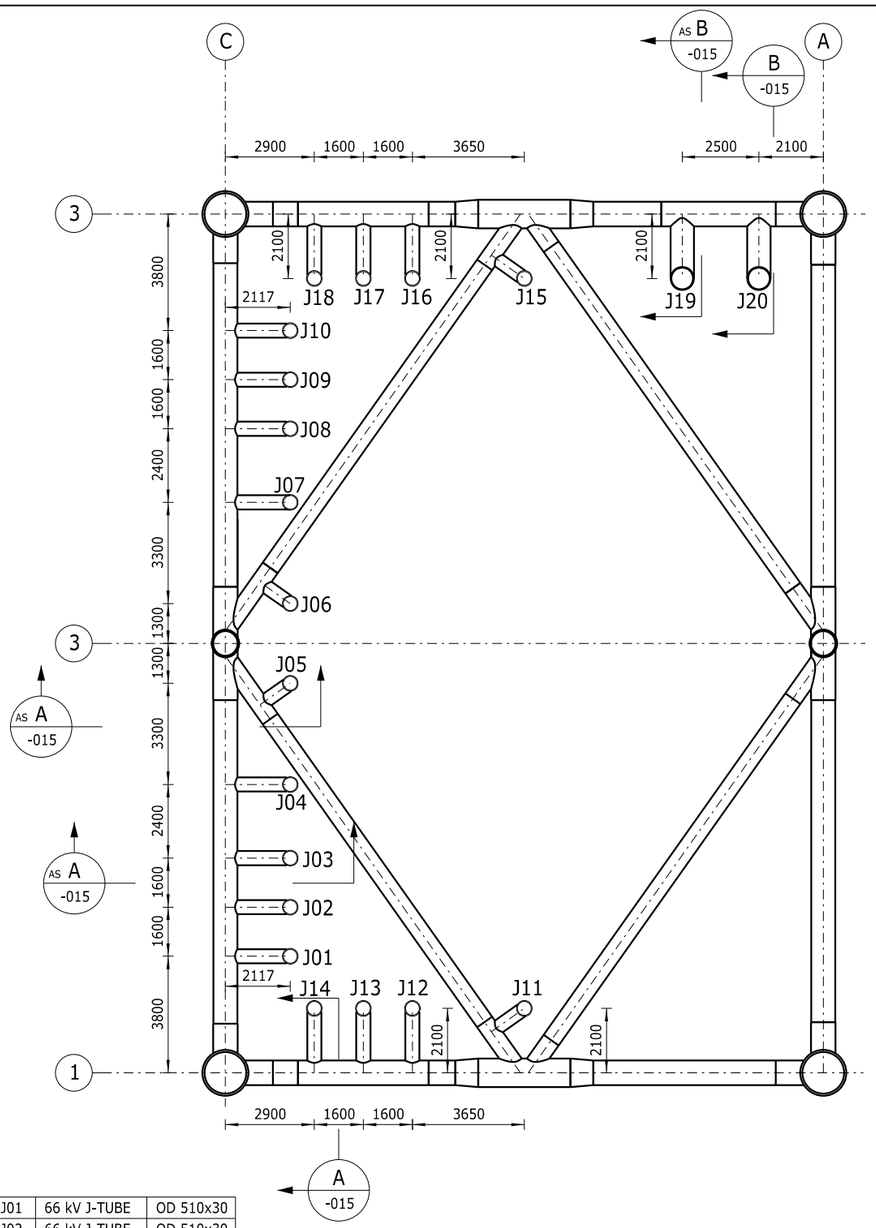
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

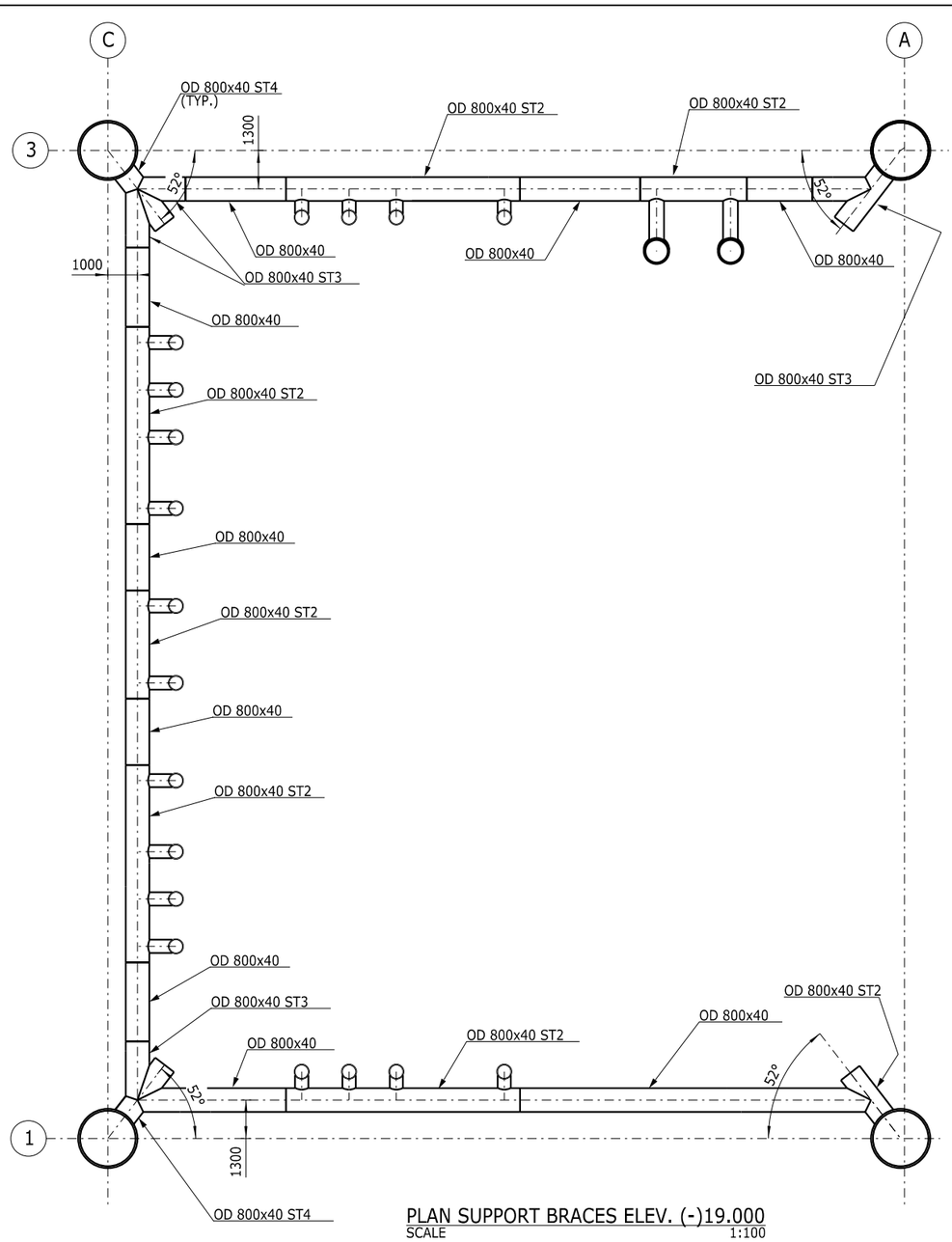
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
BOAT LANDING
SECTIONS AND DETAILS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-X-000007-13	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-13.DWG



PLAN TOP OF JACKET, J-TUBE NUMBERING
SCALE 1:100

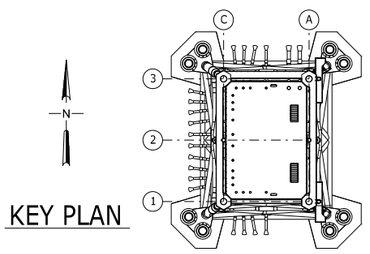


PLAN SUPPORT BRACES ELEV. (-)19.000
SCALE 1:100

J01	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J02	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J03	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J04	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J05	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J06	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J07	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J08	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J09	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J10	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J11	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J12	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J13	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J14	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J15	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J16	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J17	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J18	66 kV J-TUBE	OD 510x30
J19	220 kV J-TUBE	OD 760x30
J20	220 kV J-TUBE	OD 760x30

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O
4. WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O. GIRTH WELDS TO BE SINGLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

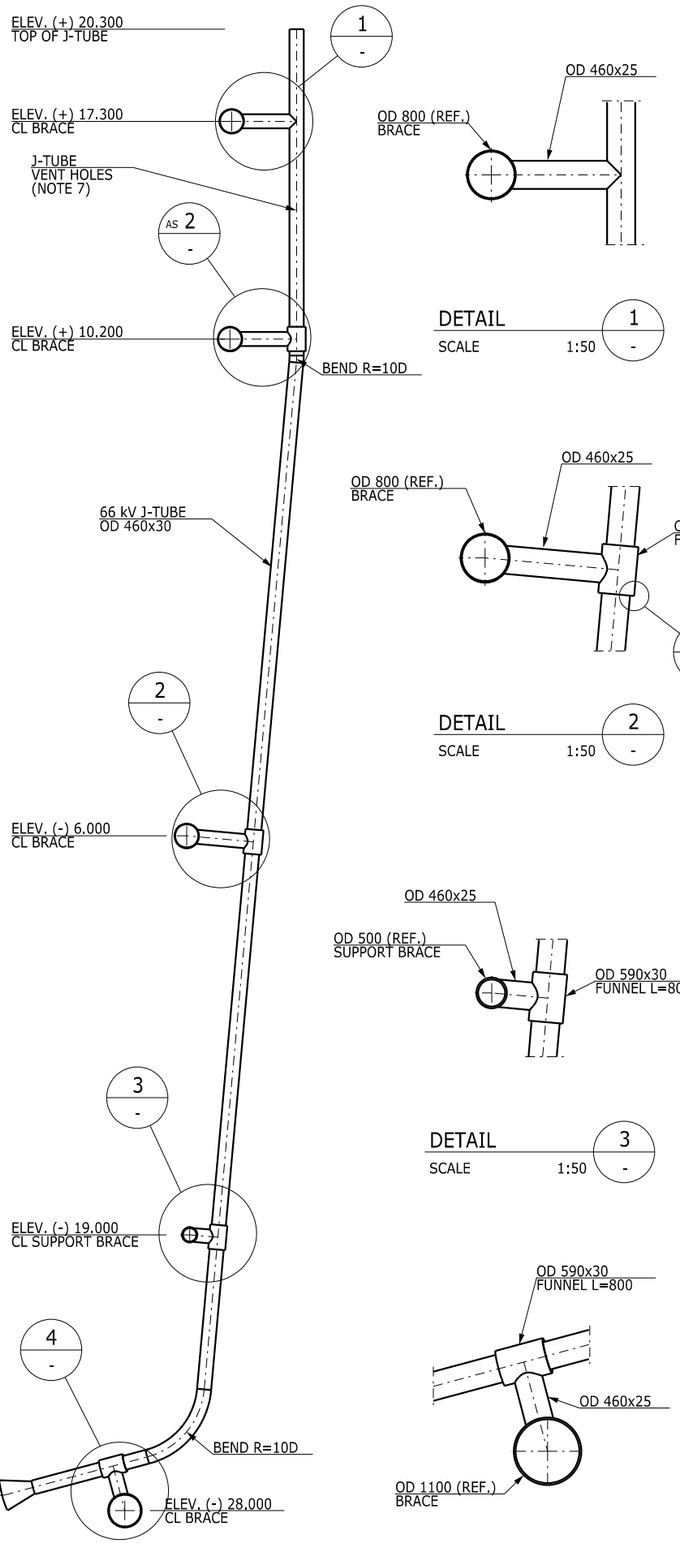
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
J-TUBES
PLANS AND NUMBERING

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-14	0

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\H-Structural\Substructure\Basic_design\Release\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-14.DWG 30:45

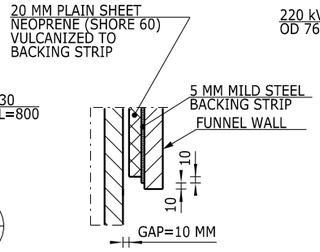


TYPICAL VIEW 66 kV J-TUBE

SECTION A -14
SCALE 1:100

DETAIL 1 -
SCALE 1:50

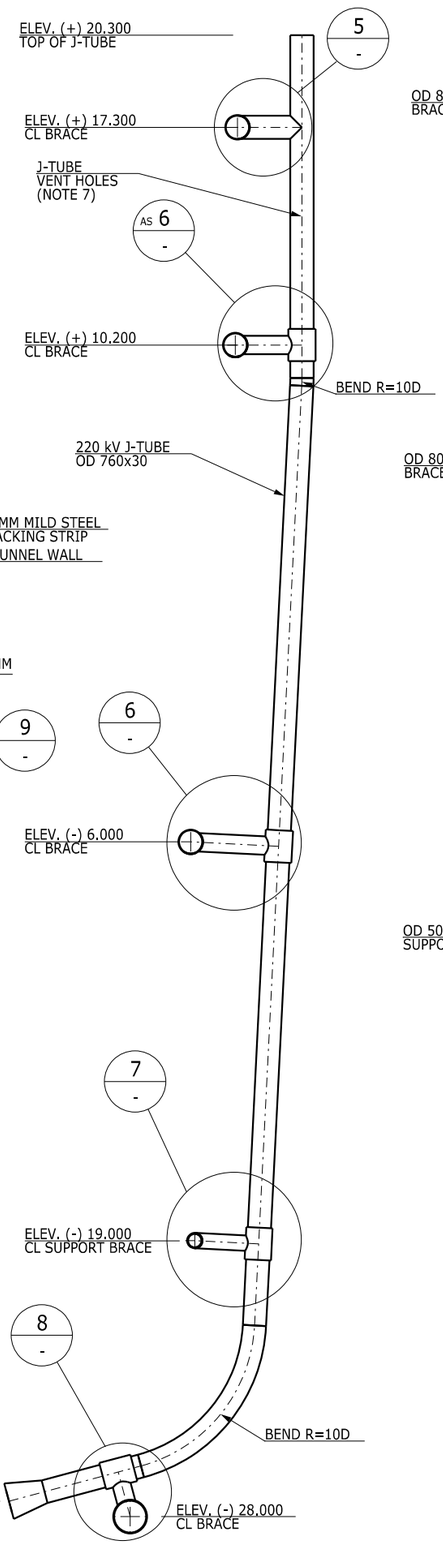
DETAIL 2 -
SCALE 1:50



(DETAIL ROTATED)
DETAIL (TYP.) 9 -
SCALE 1:5

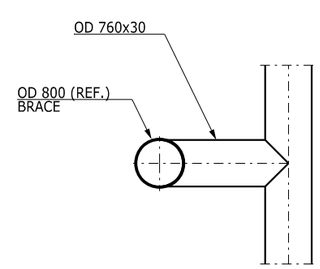
DETAIL 3 -
SCALE 1:50

DETAIL 4 -
SCALE 1:50

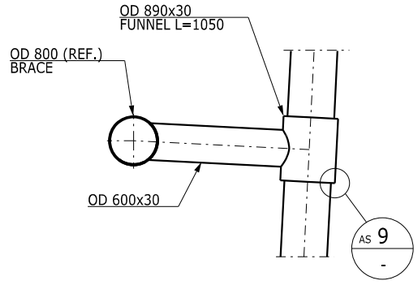


TYPICAL VIEW 220 kV J-TUBE, NOTE 6

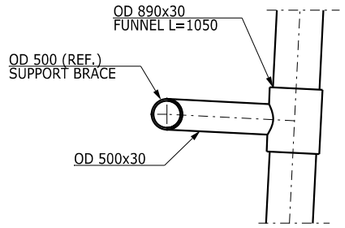
SECTION B -14
SCALE 1:100



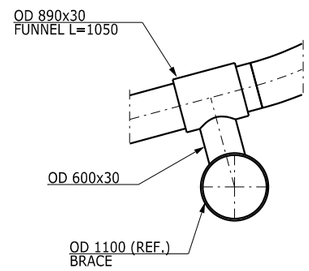
DETAIL 5 -
SCALE 1:50



DETAIL 6 -
SCALE 1:50



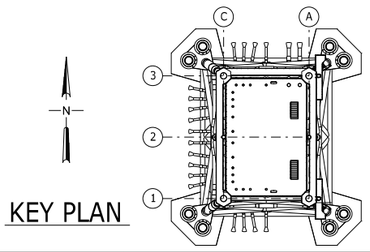
DETAIL 7 -
SCALE 1:50



DETAIL 8 -
SCALE 1:50

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O. TUBULAR JOINTS TO BE SPECIAL STRUCTURAL CATEGORY.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY I OR II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O
4. CIRCUMFERENTIAL WELDS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED ON MAIN LEGS U.N.O.
5. WELD IN CONICAL TRANSITIONS AND NODAL JOINTS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O. SINGLE SIDED CLOSURE WELD AT CONE NARROW END.
6. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
7. VENT HOLES TO BE SIZED BASED ON CABLE SPECIFICATIONS AND HEAT DISSIPATION ESTIMATES.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrption
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

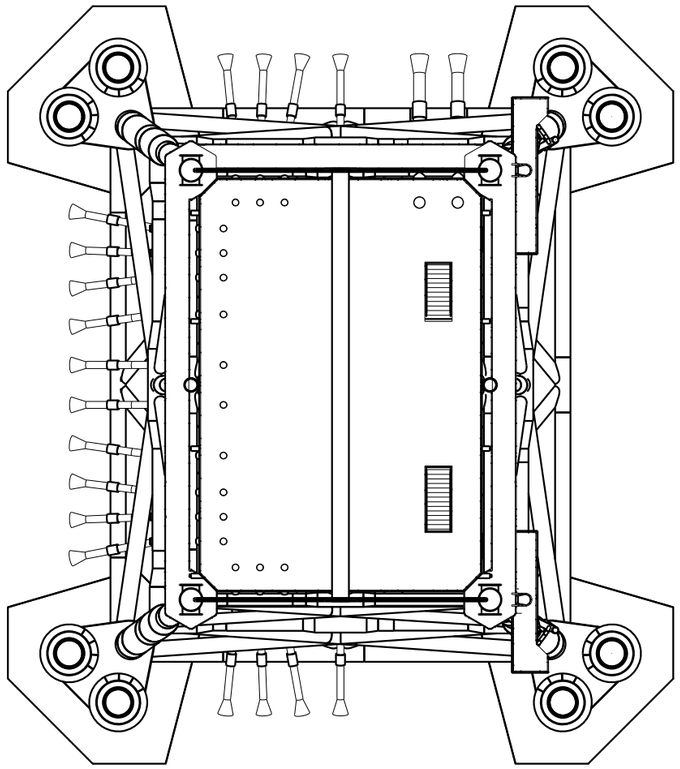
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

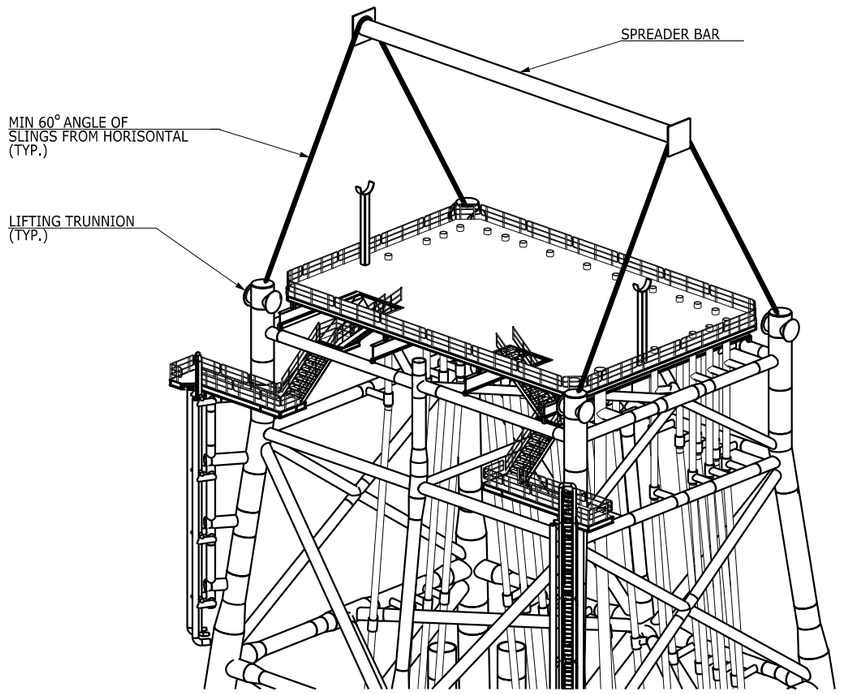
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
J-TUBES
TYPICAL MAKE-UP AND SECTIONS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-15	0

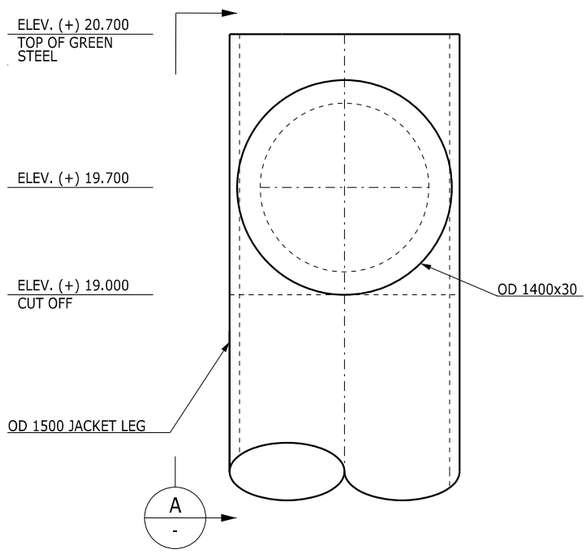
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\110001566\SV-Structural\Substructure\Basic_design\Release\Delivered\Drawings\ROGE-N-XG-000007-15.dgn 27-26



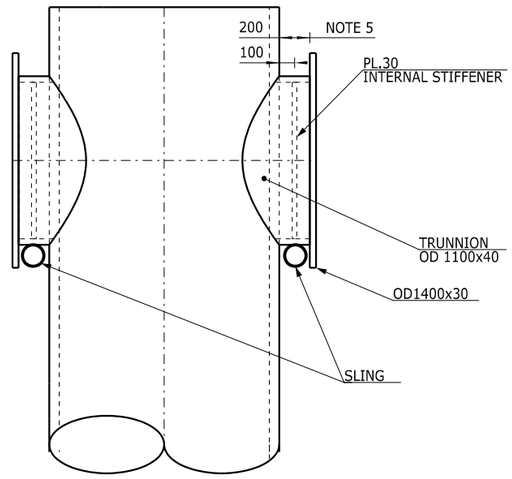
TOP VIEW, LIFTING ARRANGEMENT
SCALE 1:200



ISO VIEW, LIFTING ARRANGEMENT
SCALE 1:200



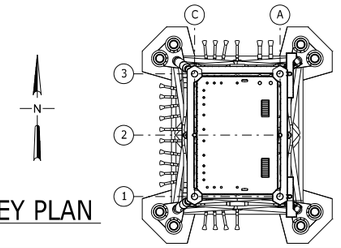
LIFTING TRUNNION EXAMPLE FOR INFO ONLY
SCALE 1:20



SECTION A
SCALE 1:20 -

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEEL TO BE ST2 U.N.O.
3. ALL STEEL WORK ON THIS DRAWING IS IN ACCORDANCE WITH DNV-OS-C401 SPECIAL STRUCTURE CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
4. AFTER INSTALLATION TRUNNION AND GREEN STEEL TO BE CUT-OFF, GROUND FLUSH AND TOP OF LEG BEVELLED BEFORE MATING OF TOPSIDES.
5. SPACING TO BE CONFIRMED BY INSTALLATION CONTRACTOR IN ACCORDANCE WITH SLING SIZE.
6. IN GENERAL ALL LIFTING AND INSTALLATION ARRANGEMENTS ARE SUBJECT TO APPROVAL BY THE RESPECTIVE TRANSPORTATION AND INSTALLATION CONTRACTORS AS WELL AS THE MARINE WARRANTY SURVEYOR PRIOR TO FABRICATION.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfptlon
0	15-JAN-2016				ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

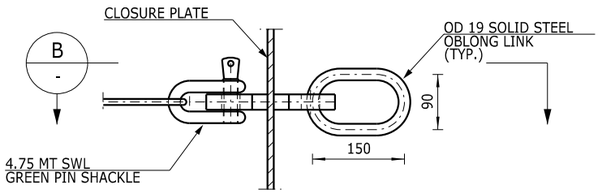
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

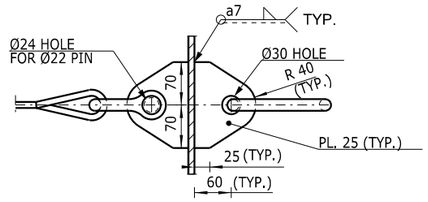
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
LIFTING ARRANGEMENT, LIFT POINTS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-16	0

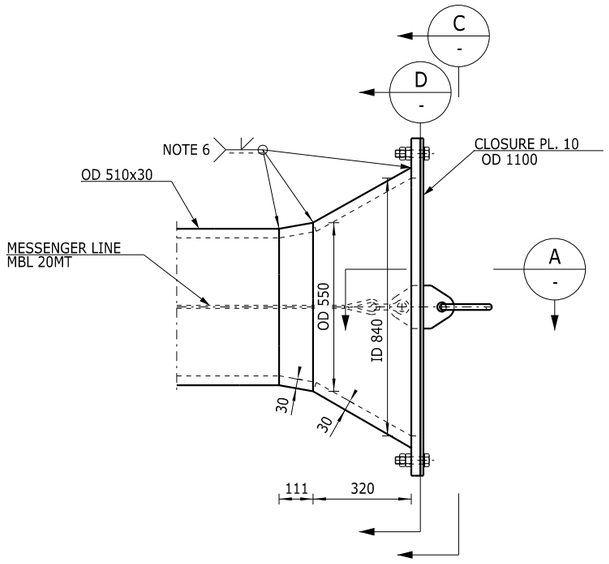
FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Bath_design\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-16.dgn 27/1/16 7:37



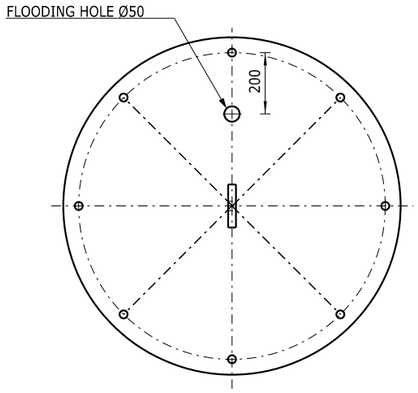
SECTION A
SCALE 1:5



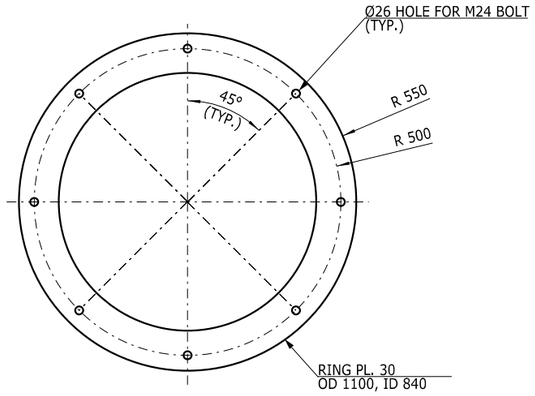
SECTION B
SCALE 1:5



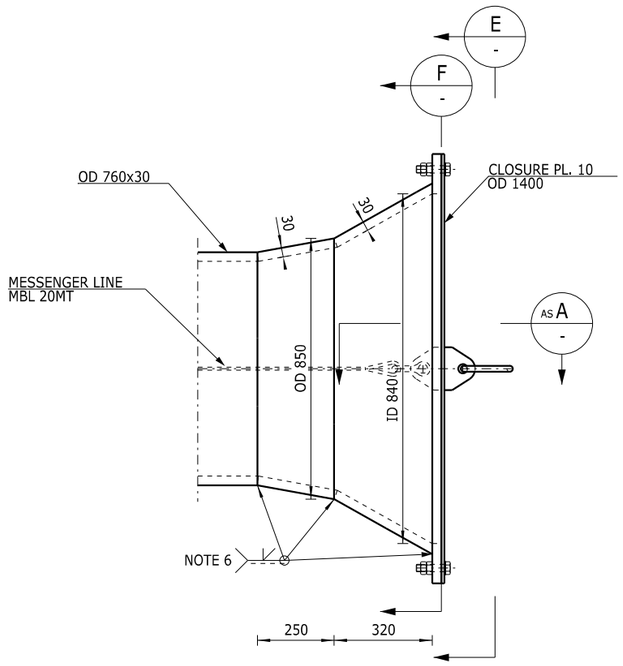
BELLMOUTH 66 kV J-TUBE
SCALE 1:10



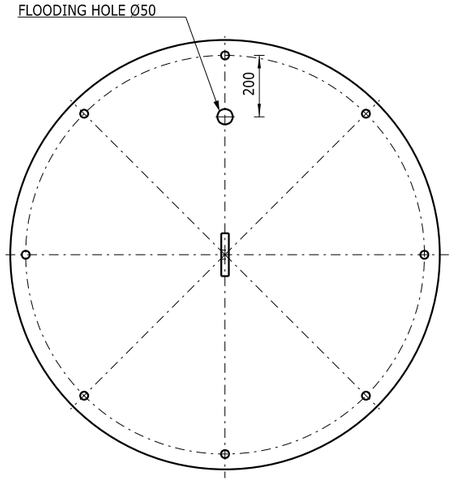
SECTION C
SCALE 1:10



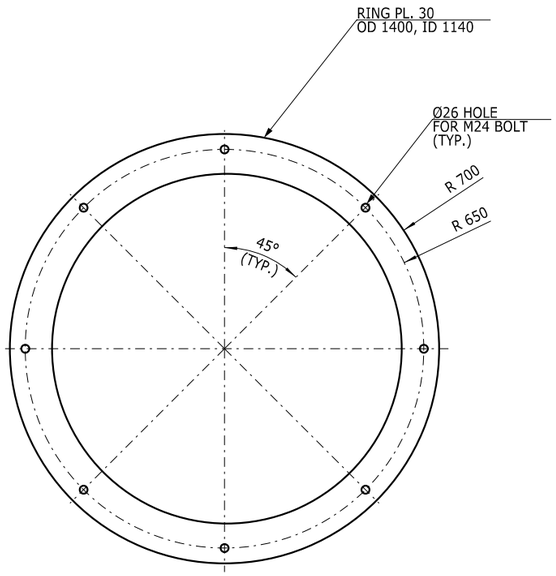
SECTION D
SCALE 1:10



BELLMOUTH 220 kV J-TUBE
SCALE 1:10



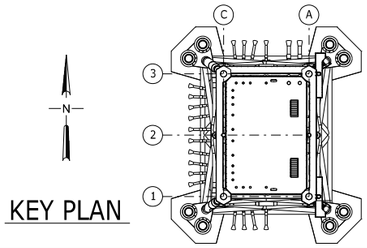
SECTION E
SCALE 1:10



SECTION F
SCALE 1:10

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELD IN CONICAL TRANSITIONS TO BE FULL PENETRATION DOUBLE SIDED U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
6. WELDS INSIDE BELLMOUTH TO BE GROUND SMOOTH.
7. LAYOUT OF BELLMOUTH, CLOSURE PLATE AND MESSENGER LINE ATTACHMENT IS SUBJECT TO ACCEPTANCE BY CABLE INSTALLATION CONTRACTOR.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	18-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

TENNET Taking power further

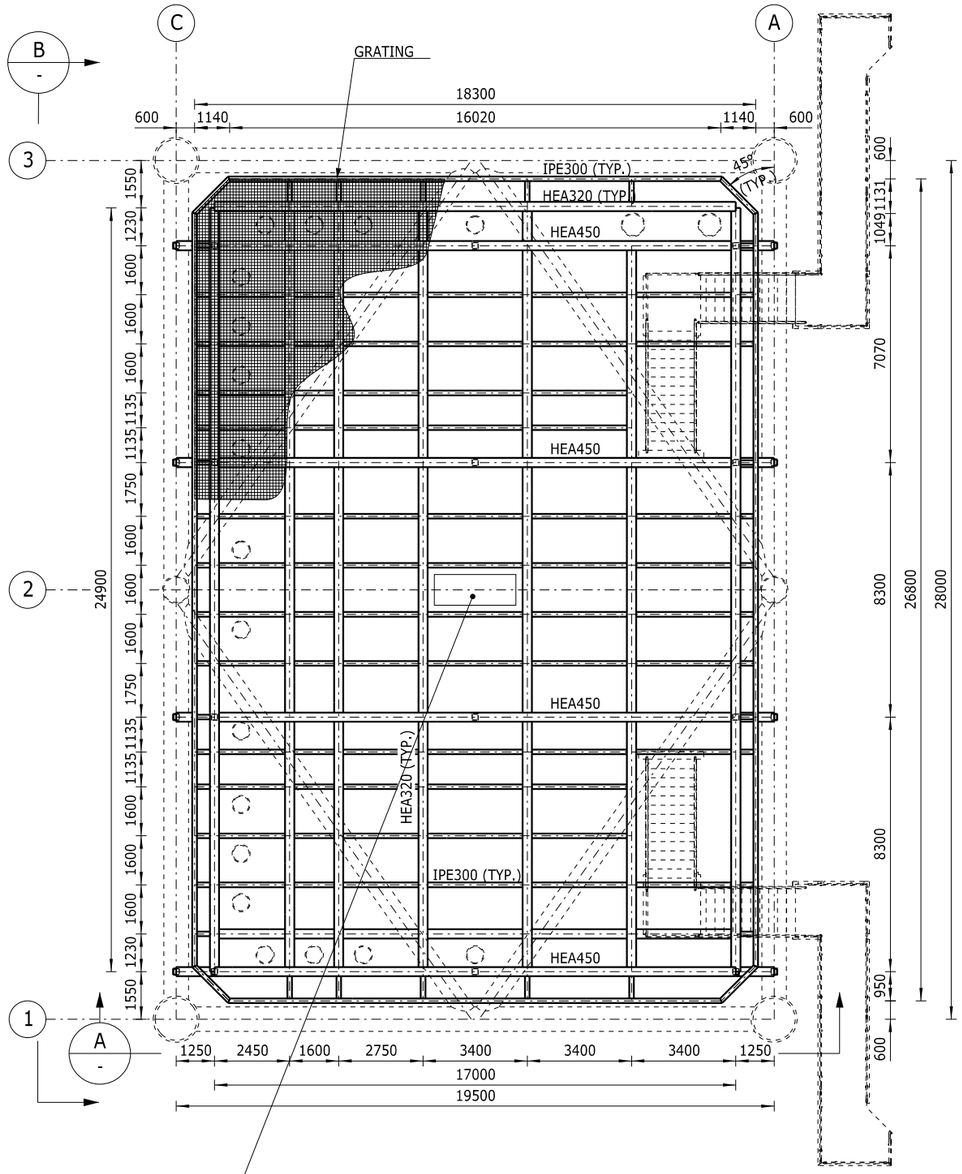
STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
BELLMOUTH FOR 66 KV J-TUBE AND 220 KV J-TUBE

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-17	0

NOTES

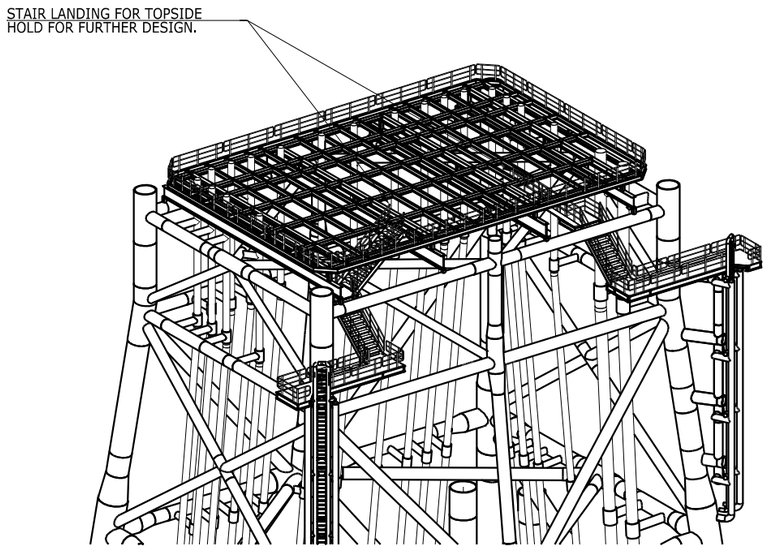
1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.



WALKWAY AND WORKING PLATFORMS O.F.C.

PLAN CABLE DECK ELEV. 20.000 T.O.G.

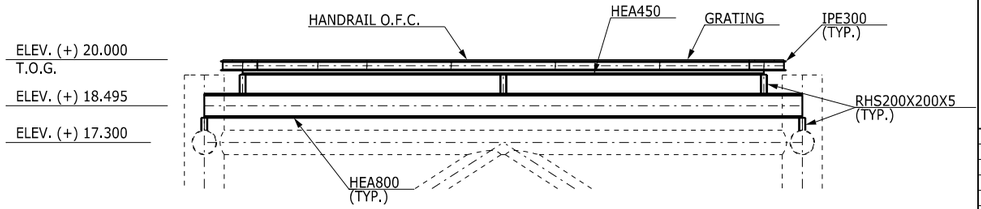
SCALE 1:100



GRATING O.F.C.

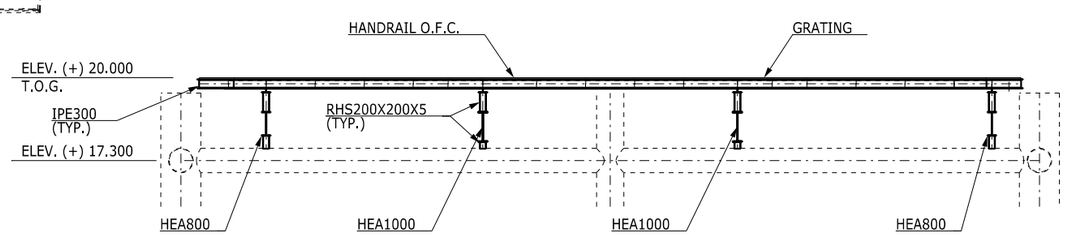
ISO VIEW CABLE DECK

SCALE NONE



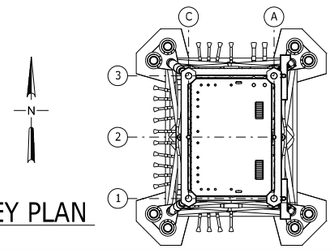
SECTION A

SCALE 1:50



SECTION B

SCALE 1:50



KEY PLAN

Drawing no. | Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016				ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title

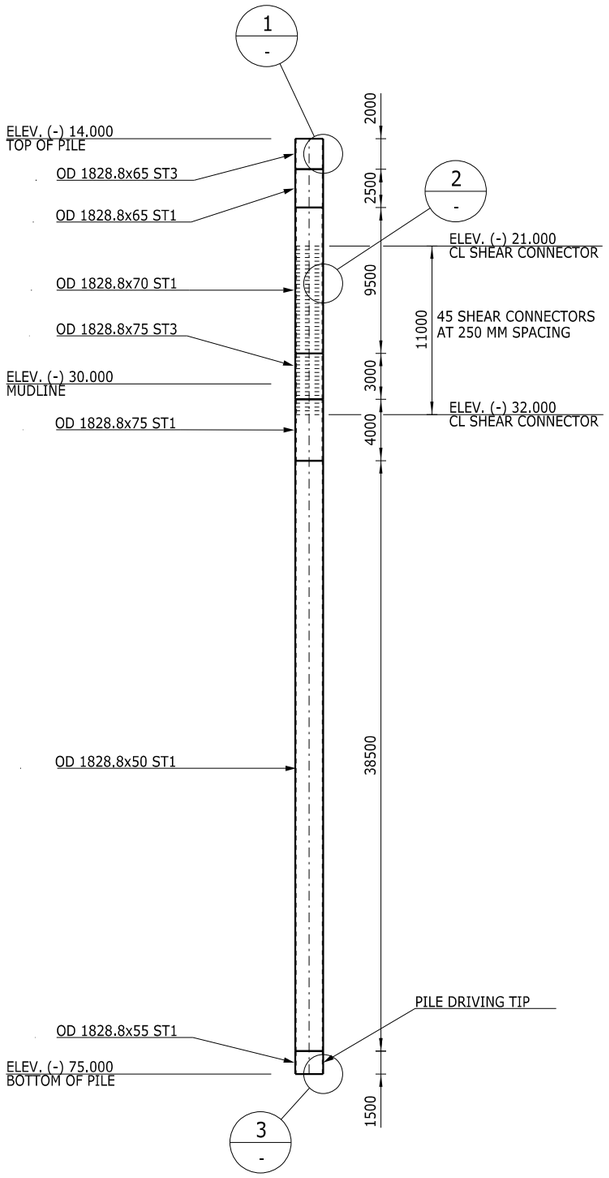
OFFSHORE GRID NL

JACKET STRUCTURE

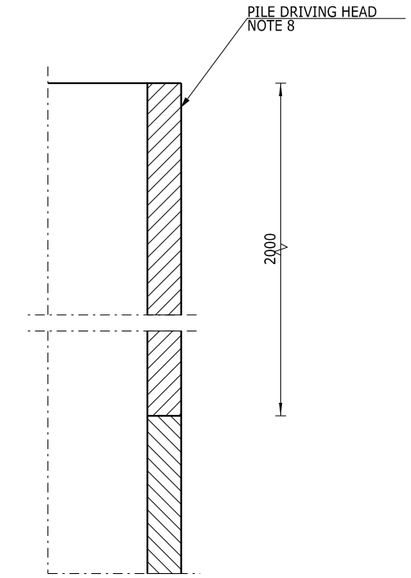
CABLE DECK, PLAN AND SECTIONS

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-18	0

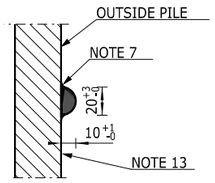
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-18.dgn 27-JAN-2016 07:55



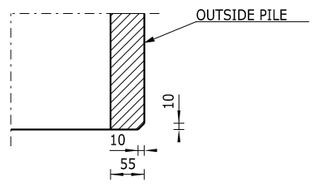
TYPICAL PILE MAKE-UP (8 NOS REQ'D)
SCALE 1:200



DETAIL 1 -
SCALE 1:5



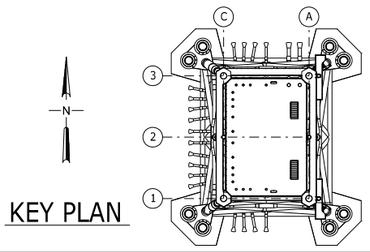
DETAIL 2 -
SCALE 1:2



DETAIL 3 -
SCALE 1:5

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. WELDS TO BE DOUBLE SIDED FULL PENETRATION WELD U.N.O.
5. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
6. SHEAR CONNECTORS TO BE LOCATED MIN. 150 MM FROM CIRCUMFERENTIAL BUTT WELDS.
7. SHEAR CONNECTORS TO BE WELDED WITH A SMOOTH TRANSITION TO BASE METAL.
8. DIMENSIONAL CONTROL REPORT AND AS BUILT DIM. FOR DRIVING HEAD TO BE SUBMITTED TO EMPLOYER AND INSTALLATION CONTRACTOR FOR APPROVAL ONE MONTH PRIOR TO SAIL AWAY.
9. THE HAMMER IHC S900 IS CONSIDERED IN PILE DESIGN OPERATED AT THE STROKE FROM ZERO TO TARGET PENETRATION.
10. FABRICATION TOLERANCES FOR MISALIGNED PIPE SURFACE ARE MAX. 4MM.
11. NO CIRCUMFERENTIAL WELDS, WALL THICKNESS VARIATIONS OR COATINGS ALLOWED ON INSIDE OF PILE DRIVING HEAD.
    ANY LONGITUDINAL WELDS TO BE GROUND FLUSH.
12. PILE TO BE INSTALLED WITHIN ±250MM FROM THEORETICAL PENETRATION RELATIVE TO PILE SLEEVE.
13. PILE FABRICATION REQUIRES TOLERANCE FOR PILE DIM. TO BE IN ACC. WITH NORSOK M-101, REF. SECTION E.5.3 FOR CIRCUMFERENCE AND OUT-OF-ROUNDNESS (OVALITY).
14. LEVELLING TOOL TO BE USED AFTER PILE DRIVING IN ORDER TO LEVEL JACKET. HYDRAULIC UNITS CONNECTING A LEVELLING TOOL AND PILE GUIDE WITH A GRIP LOAD.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

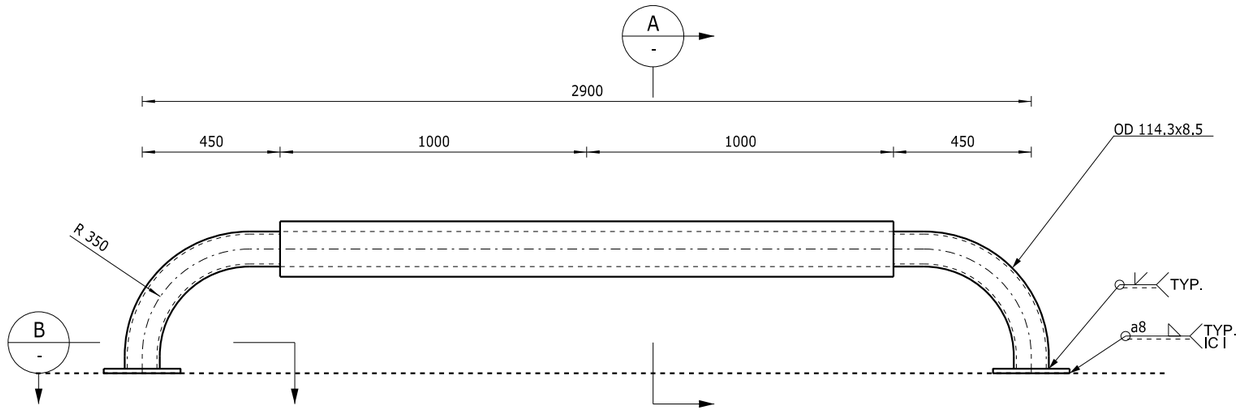
TENNET Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

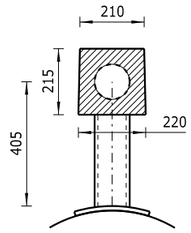
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
PILE MAKE-UP

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-19	0

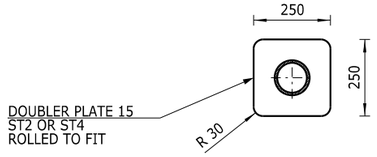
FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-19.DWG



EXTERNAL ANODE
SCALE 1:10



SECTION A
SCALE 1:10 -

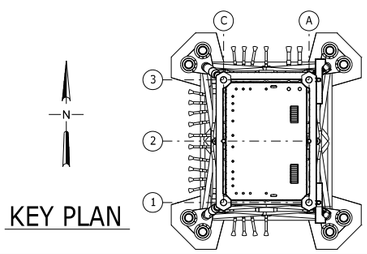


SECTION B
SCALE 1:10 -

EXAMPLE
FOR INFORMATION ONLY

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO: ROGE-N-GN-00112-01, -02 AND -03.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	04-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

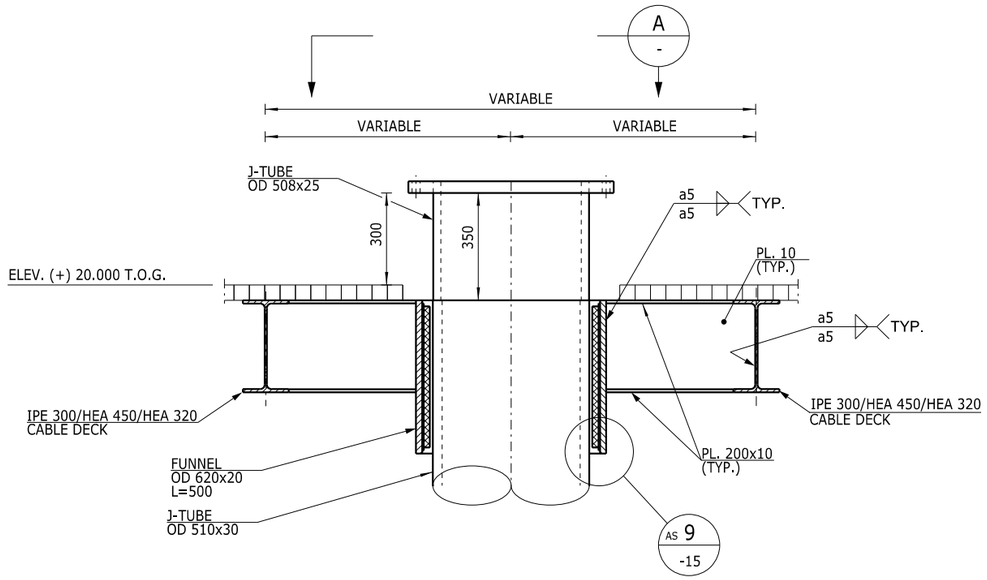
TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

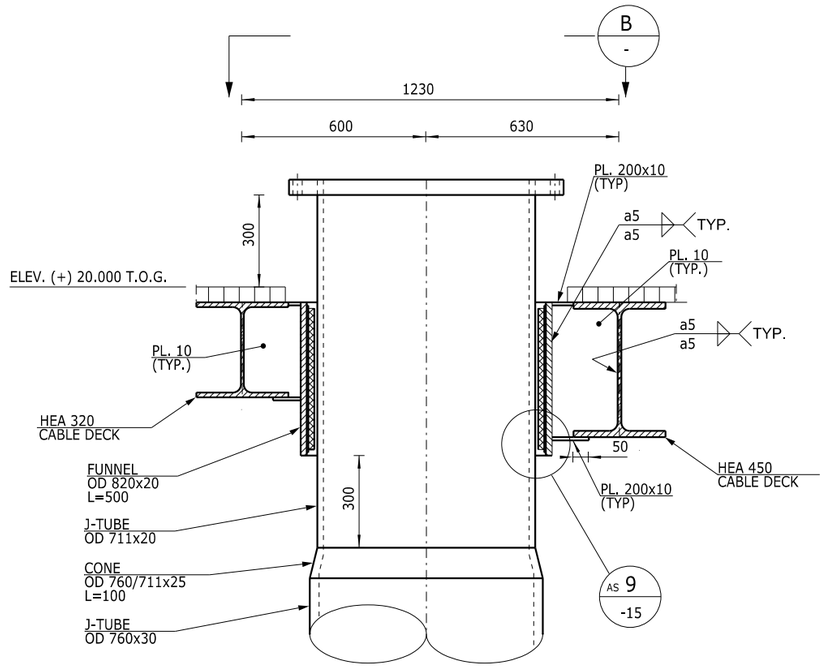
Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
ANODES

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-20	0

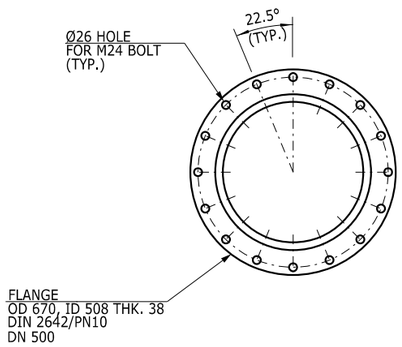
FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Phase\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-20.DWG 28:11



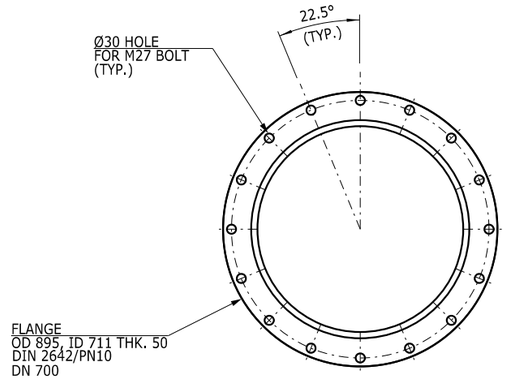
HANG OFF 66 kV J-TUBE (TYP.)
SCALE 1:10



HANG OFF 220 kV J-TUBE (TYP.)
SCALE 1:10



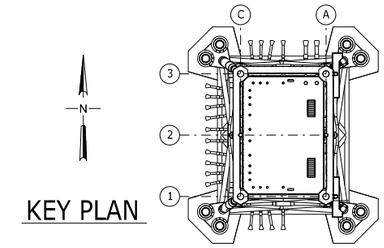
SECTION A
SCALE 1:10 -



SECTION B
SCALE 1:10 -

NOTES

1. FOR GENERAL NOTES SEE DRWG. NO. ROGE-N-GN-000012-01, -02 AND -03.
2. ALL STEELWORK ON THIS DRAWING IS IN ACC. WITH DNV-OS-C101 PRIMARY STRUCTURAL CATEGORY WITH MATERIAL CERTIFICATE 3.2 ACC. TO EN 10204 U.N.O.
3. WELDS TO BE INSPECTION CATEGORY II ACC. TO DNV-OS-C101 U.N.O.
4. ALL STEEL TO BE ST1 U.N.O.
5. FABRICATOR OF CABLE HANG OFF SUPPORT TO COORDINATE FLANGE TYPE WITH SUPPLIER OF CABLE HANG OFF ARRANGEMENT.



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfptlon
0	15-JAN-2016	[redacted]			ISSUED FOR ITT
A	18-DEC-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title
OFFSHORE GRID NL
JACKET STRUCTURE
J-TUBES, HANG OFF SUPPORTS

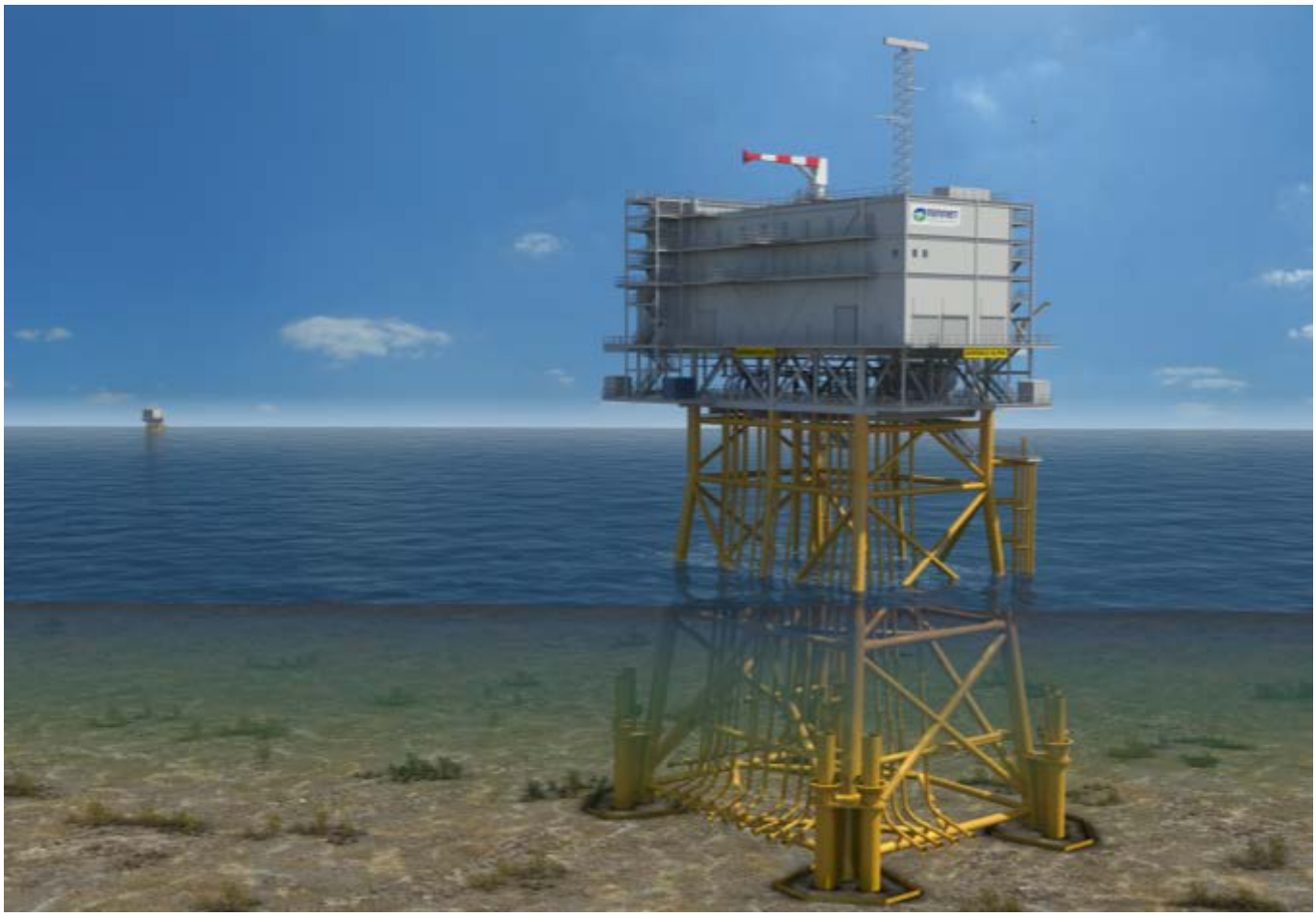
Scale	Size	Drawing no.	Rev.
NOTED	A1	ROGE-N-XG-000007-21	0

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\N-Structural\Substructure\Basic_design\Deliverables\Drawings\ROGE-N-XG-000007-21.dgn 03:57

Offshore Grid NL

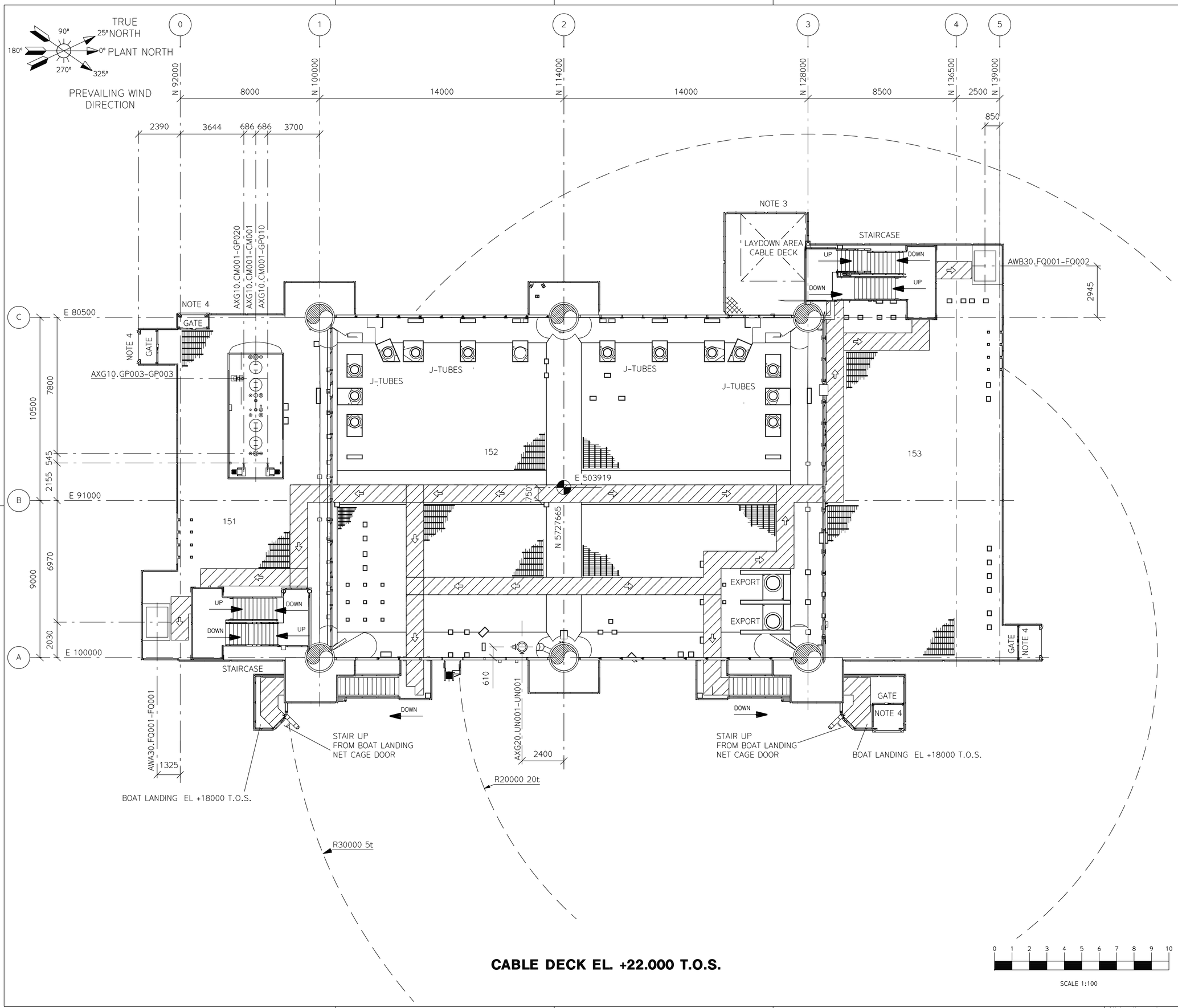
Platforms

Plotplans



Change History

Rev	Date	Change history	Author
04	30-06-2017	For Tender	[redacted]
05	06-09-2017	Information notice 2	
06	09-10-2017	Information notice 3	
07	21-12-2017	Information notice 5	
08	28-02-2018	Information notice 8	



CABLE DECK EL. +22.000 T.O.S.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SCALE 1:100

NOTES

1. DIMENSIONS IN mm
2. LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
3. LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW
   HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
4. BRIDGE/GANGWAY LOCATION
5. ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
AWA30.FQ001-FQ001	CHUTE SYTEM
AWB30.FQ002-FQ001	CHUTE SYTEM
AXG20.UN001-UN001	OVERBOARD CAISSON
AXG10.CM001-CM001	SUMP TANK
AXG10.GP003-GP003	TRANSFER BUNKERING PUMP
AXG10.CM001-GP010	DRAIN TRANSFER PUMP
AXG10.CM001-GP020	DRAIN TRANSFER PUMP

ROOM MATRIX

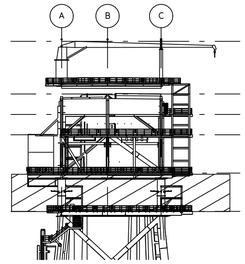
ROOM	DESCRIPTION
151	SECONDARY MUSTER AREA
152	CABLE PULLING AREA
153	PRIMARY MUSTER AREA

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

KEYPLAN



LEGEND

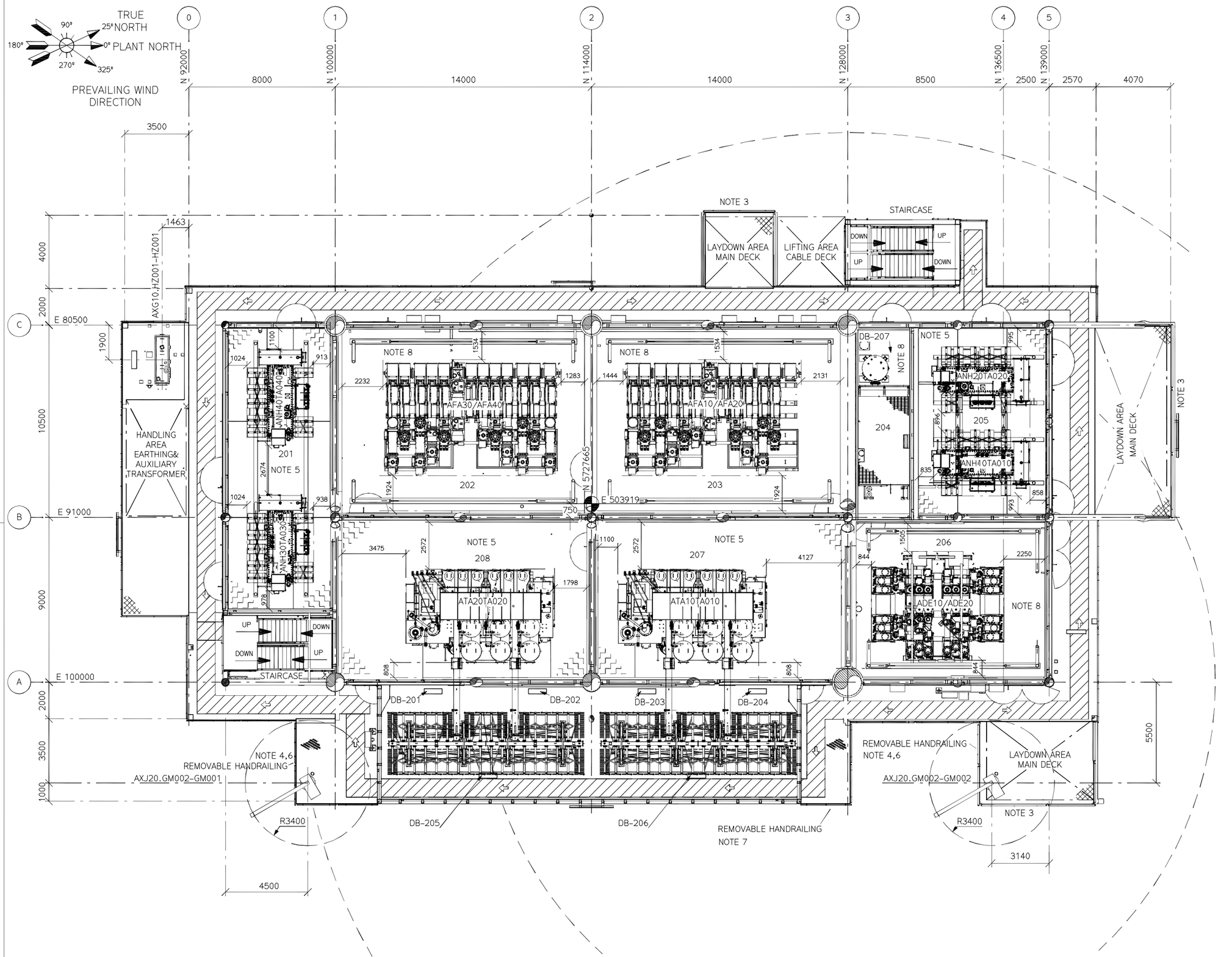
PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB
DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	[redacted]	ISSUED FOR HAZID	[redacted]	[redacted]
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN		
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
03	2018-02-14		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference	Document number ADM: 00442.01.04100-001
	Item designation: =BSA1.AZA20
	Contractors doc-id: 170176-41-DR-0001-001
	Employers doc-id: BSA-HSM-04100-001
Company: Iv-Oil & Gas	Name of the project: BORSSELE ALPHA
Document title: PLOTPLAN CABLE DECK EL. +22.000 T.O.S.	
Logo: TenneT Taking power further; HSM Iv-Oil & Gas	Scale: 1 : 100
	Format: A1
	Revision: 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



MAIN DECK EL. +29.500 T.O.S.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SCALE 1:100

NOTES

1. DIMENSIONS IN mm
2. LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
3. LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW
   HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
4. LAYDOWN TO SHIP
5. GRATING AND DRIP TRAY BELOW MAIN TRANSFORMER, TRANSFORMER COOL, EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER
6. FOR BOAT & JACK UP BARGE
7. GANGWAY LOCATION
8. FLOOR TO BE PROVIDED WITH SCREED
9. ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
ADE10/ADE20	220kV GIS
ANH10TA010	66/20/0,4 kV EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER
ANH20TA020	66/20/0,4 kV EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER
ANH30TA030	66/20/0,4 kV EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER
ANH40TA040	66/20/0,4 kV EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER
ATA10TA010	220kV POWER TRANSFORMER
ATA20TA020	220kV POWER TRANSFORMER
AXJ20.GM002-GM001	DAVIT CRANE 1T@5 m
AXJ20.GM002-GM002	DAVIT CRANE 1T@5 m
AXG10.HZ001-HZ001	OIL/ WATER SEPARATOR
AFA10/AFA20	66 kV GIS
AFA30/AFA40	66 kV GIS

ROOM MATRIX

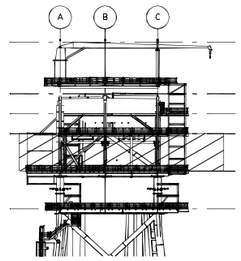
ROOM	DESCRIPTION
201	EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER ROOM – B
202	66kV GIS ROOM – B
203	66kV GIS ROOM – A
204	FIRE FIGHTING ROOM
205	EARTHING AND AUXILIARY TRANSFORMER ROOM – A
206	220kV GIS ROOM
207	MAIN TRANSFORMER ROOM – A
208	MAIN TRANSFORMER ROOM – B

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

KEYPLAN



LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	[redacted]	FOR INFORMATION	[redacted]	
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN		
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
03	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

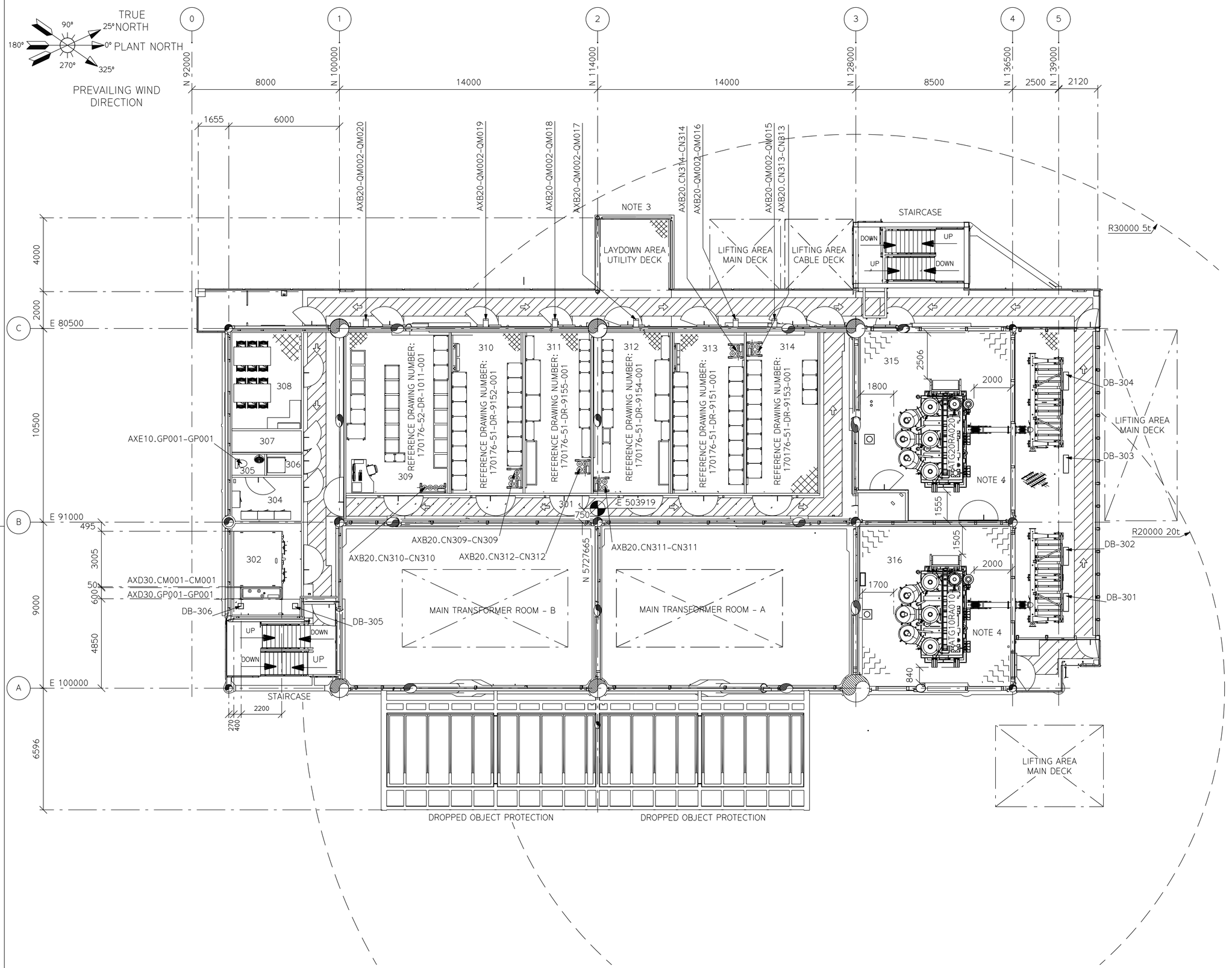
Document number ADM: 00442.01.04101-001
Item designation: =BSA1.AZA10
Contractors doc-id: 170176-41-DR-0002-001
Employers doc-id: BSA-HSM-04101-001

Company: Iv-Oil & Gas
Name of the project: BORSSELE ALPHA
Document title: PLOTPLAN MAIN DECK EL. +29.500 T.O.S.

Tennet Taking power further
HSM Iv-Oil & Gas

Scale 1 : 100
Format A1
Revision 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



UTILITY DECK EL. +37.000 T.O.S.

NOTES

1. DIMENSIONS IN mm
2. LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
3. LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW
   HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
4. GRATING AND DRIP TRAY BELOW SHUNT REACTOR
5. ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
ATG10RA010	220kV SHUNT REACTOR
ATG20RA020	220kV SHUNT REACTOR
AXD30.CM001-CM001	FRESH WATER TANK
AXD30.GP001-GP001	FRESH WATER PACKAGE
AXB20-QM002-QM015	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM016	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM017	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM018	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM019	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM020	PRESSURE RELIEF DAMPER

ROOM MATRIX

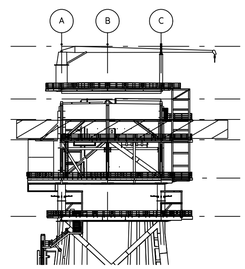
ROOM	DESCRIPTION
301	CORRIDOR
302	FRESH WATER ROOM
304	CHANGE ROOM
305	TOILET
306	SHOWER
307	ACCOMMODATION STORE
308	MESS
309	TENNET CONTROL ROOM
310	66kV CONTROL & PROTECTION ROOM - B
311	LV ROOM B
312	LV ROOM A
313	66kV CONTROL & PROTECTION ROOM - A
314	220kV CONTROL & PROTECTION ROOM
315	SHUNT REACTOR ROOM - A
316	SHUNT REACTOR ROOM - B

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

KEYPLAN



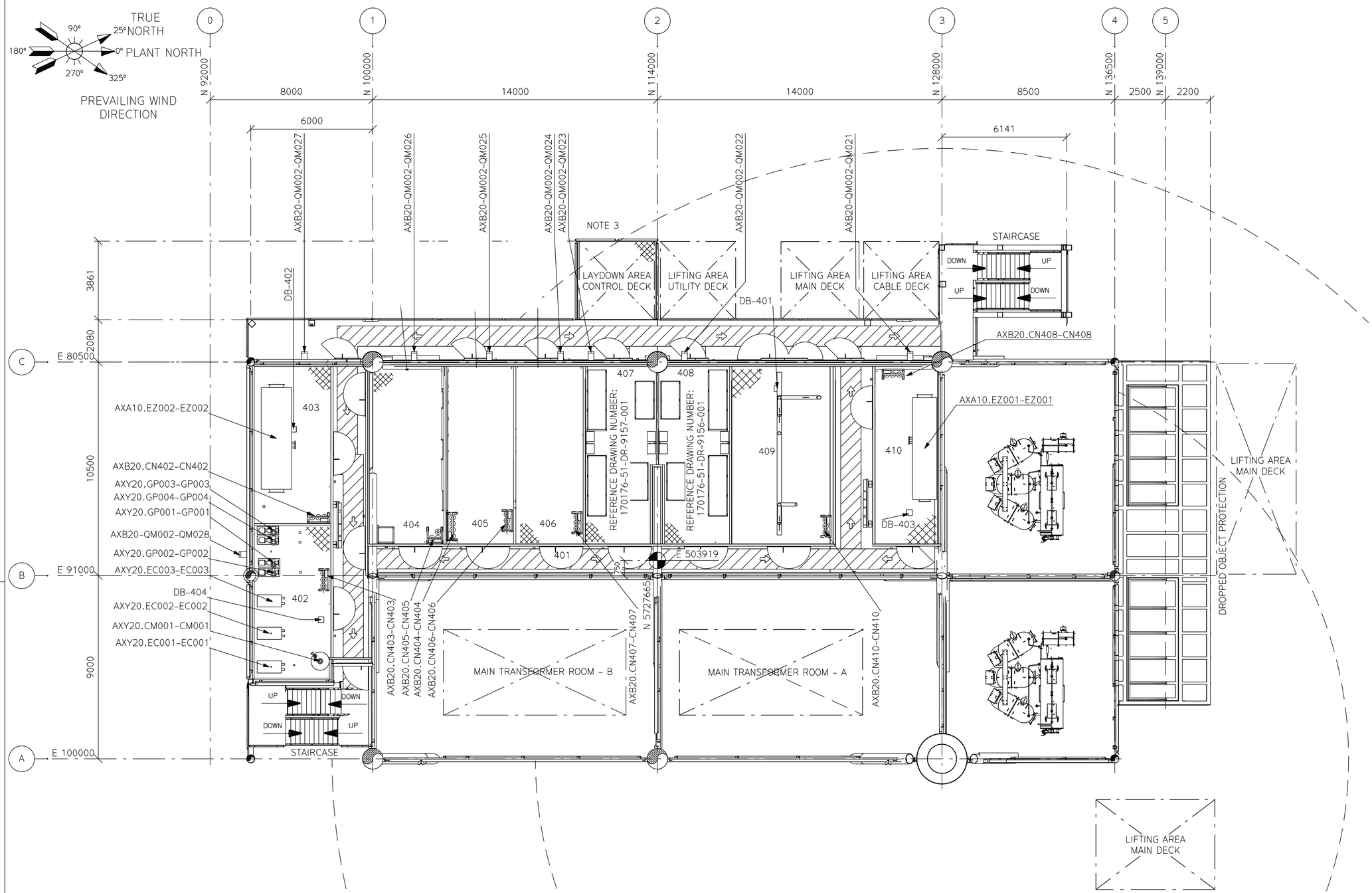
LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline			Purpose of submission		Book	DCC
PME			FOR REVIEW AND APPROVAL		B5	TL010
Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by	
00	2017-03-31	[redacted]	FOR INFORMATION	[redacted]	[redacted]	
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN			
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN			
03	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION			

Reference	Document number ADM: 00442.01.04102-001
	Item designation: =BSA1.AZA10
	Contractors doc-id: 170176-41-DR-0003-001
	Employers doc-id: BSA-HSM-04102-001
Company: Iv-Oil & Gas	Name of the project: BORSSELE ALPHA
Document title: PLOTPLAN UTILITY DECK EL. +37.000 T.O.S.	
TenneT Taking power further	Logo: HSM Iv-Oil & Gas
	Scale: 1 : 100
	Format: A1
	Revision: 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



CONTROL DECK EL. +41.000 T.O.S.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SCALE 1:100

NOTES

1. DIMENSIONS IN mm
2. LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
3. LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW
HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
4. ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
AXA10.EZ001-EZ001	AHU A
AXA10.EZ002-EZ002	AHU B
AXY20.GP001-GP001	CIRCULATION PUMP CHW 1
AXY20.GP002-GP002	CIRCULATION PUMP CHW 2
AXY20.GP003-GP003	CIRCULATION PUMP CC 1
AXY20.GP004-GP004	CIRCULATION PUMP CC 2
AXY20.EC001-EC001	REFRIGIRATION UNIT 1
AXY20.EC002-EC002	REFRIGIRATION UNIT 2
AXY20.EC003-EC003	REFRIGIRATION UNIT 3
AXY20.CM001-CM001	BUFFER VESSEL
AXB20-QM002-QM021	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM022	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM023	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM024	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM025	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM026	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM027	PRESSURE RELIEF DAMPER
AXB20-QM002-QM028	PRESSURE RELIEF DAMPER

ROOM MATRIX

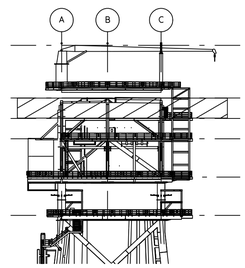
ROOM	DESCRIPTION
401	CORRIDOR
402	CHILLER ROOM
403	HVA/C ROOM - B
404	SHARED SERVICES ROOM + INNOVATION WPO CONTROL ROOM
405	WPO CONTROL ROOM - B
406	WPO CONTROL ROOM - A
407	BATTERY ROOM - B
408	BATTERY ROOM - A
409	WORKSHOP ROOM
410	HVA/C ROOM - A

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 45.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

KEYPLAN



LEGEND

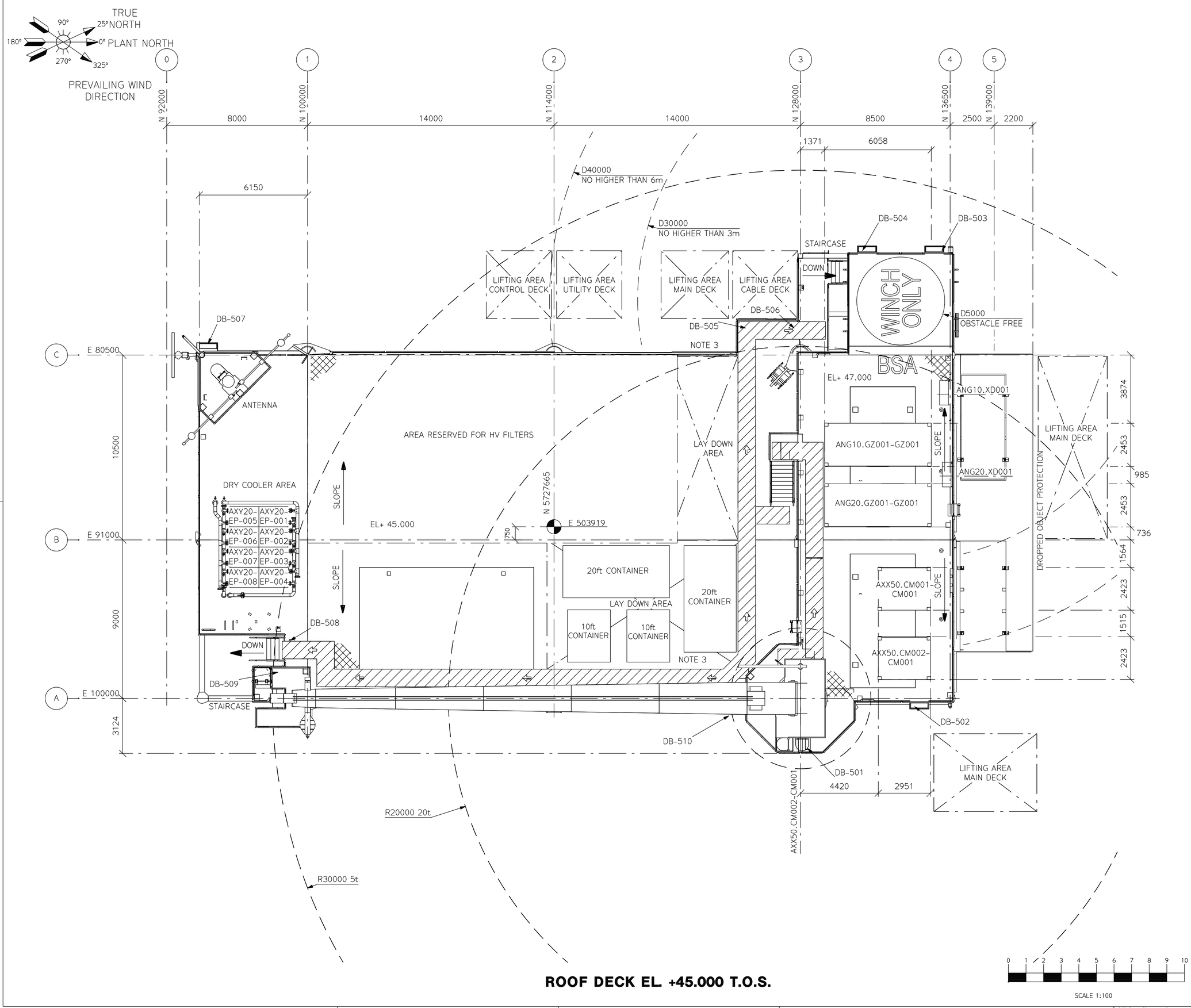
PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	[redacted]	FOR INFORMATION	[redacted]	
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN		
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
03	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference	Document number ADM: 00442.01.04103-001
	Item designation: =BSA1.AZA10
	Contractors doc-id: 170176-41-DR-0004-001
	Employers doc-id: BSA-HSM-04103-001
Company: Iv-Oil & Gas	Name of the project: BORSSELE ALPHA
Document title: PLOTPLAN CONTROL DECK EL. +41.000 T.O.S.	Scale: 1 : 100
Logo: Tennet Taking power further; HSM; Iv-Oil & Gas	Format: A1
	Revision: 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



ROOF DECK EL. +45.000 T.O.S.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SCALE 1:100

NOTES

1. DIMENSIONS IN mm
2. LEVELS IN mm REFERENCE TO LAT
3. LAYDOWN AREA TO BE PAINTED YELLOW
HANDRAIL AROUND LAYDOWN AREA SHOULD BE HEAVY DUTY TYPE.
4. ALL TAGNUMBERS ARE PRECEDED BY THE PREFIX =BSA1.

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION
ANG10.GZ001-GZ001	STAND BY DIESEL GENERATOR
ANG20.GZ001-GZ001	STAND BY DIESEL GENERATOR
AXH10.GM001-GM00X	ELECTRICAL- HYDRAULIC PEDESTAL CRANE 5T@30 m
AXX50.CM001-CM001	DIESEL STORAGE TANK
AXX50.CM002-CM001	DIESEL STORAGE TANK
AXY20-EP-001	DRY COOLER 1
AXY20-EP-002	DRY COOLER 2
AXY20-EP-003	DRY COOLER 3
AXY20-EP-004	DRY COOLER 4
AXY20-EP-005	DRY COOLER 5
AXY20-EP-006	DRY COOLER 6
AXY20-EP-007	DRY COOLER 7
AXY20-EP-008	DRY COOLER 8
ANG10.XD001	JUNCTION BOX FOR MOBILE POWER CONNECTION
ANG20.XD001	JUNCTION BOX FOR MOBILE POWER CONNECTION

ROOM MATRIX

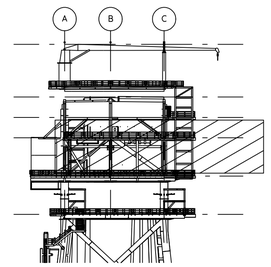
ROOM	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

KEYPLAN



LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB
DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

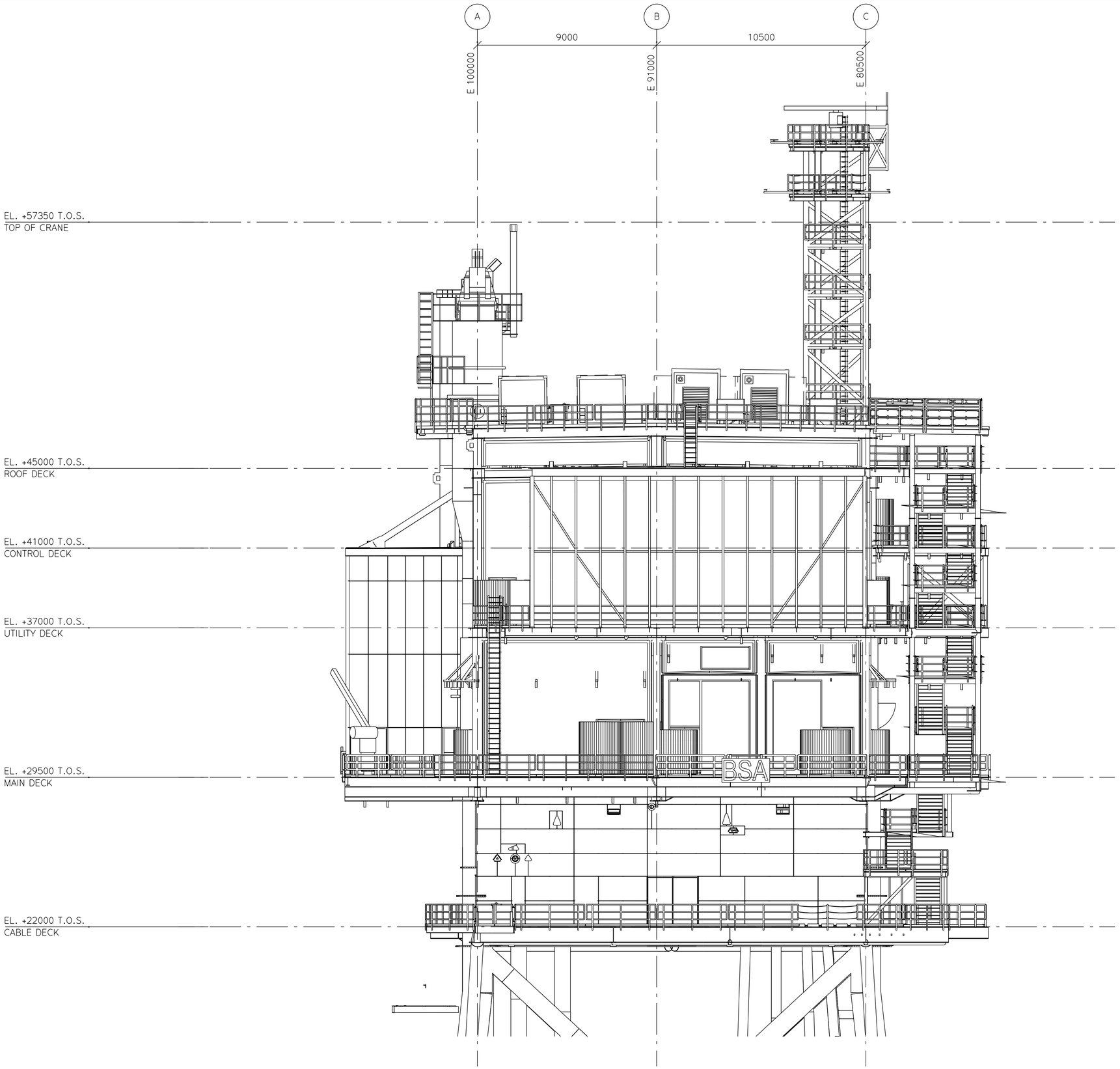
Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	[redacted]	FOR INFORMATION	[redacted]	[redacted]
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN		
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
03	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

Document number ADM: 00442.01.04104-001
Item designation: =BSA1.AZA10
Contractors doc-id: 170176-41-DR-0005-001
Employers doc-id: BSA-HSM-04104-001
Company: Iv-Oil & Gas
Name of the project: BORSSELE ALPHA
Document title: PLOTPLAN ROOF DECK EL. +45.000 T.O.S.
Logo: TenneT Taking power further; HSM; Iv-Oil & Gas
Scale: 1 : 100
Format: A1
Revision: 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



VIEW LOOKING SOUTH

NOTES

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION

ROOM MATRIX

ROOM	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-03-31	[redacted]	ISSUED FOR HAZID	[redacted]	[redacted]
01	2017-06-30		ISSUED FOR DESIGN		
02	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
03	2018-02-21		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

Document number ADM: 00442.01.04105-001
Item designation: =BSA1.AZA10
Contractors doc-id: 170176-41-DR-0006-001
Employers doc-id: BSA-HSM-04105-001

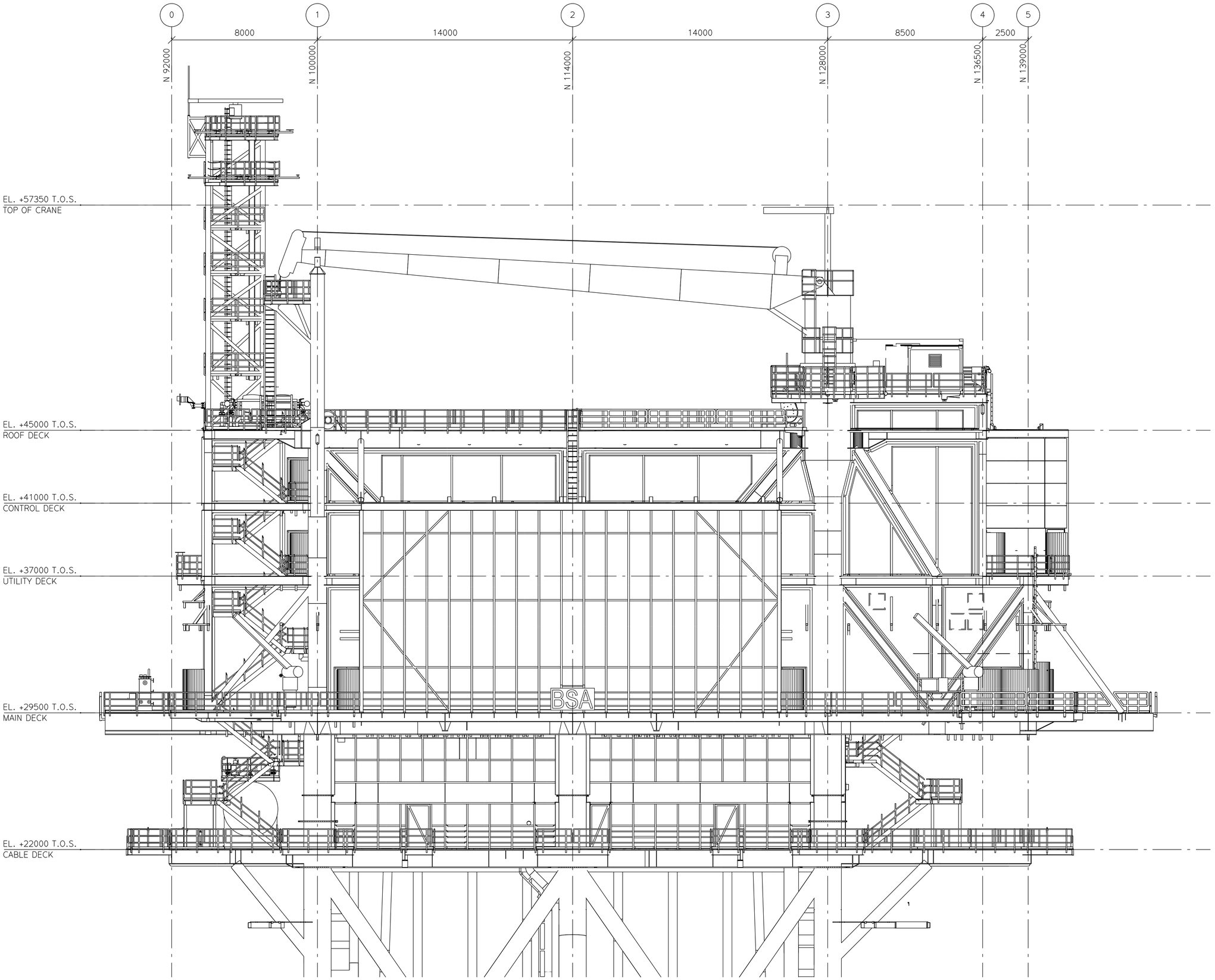
Company: Iv-Oil & Gas
Name of the project: BORSSELE ALPHA

Document title: PLOTPLAN VIEW LOOKING SOUTH

Logo: TenneT Taking power further; HSM Iv-Oil & Gas

Scale: 1 : 100
Format: A1
Revision: 03

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



VIEW LOOKING WEST

NOTES

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION

ROOM MATRIX

ROOM	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL. + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-06-30	[redacted]	FIRST ISSUE	[redacted]	
01	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
02	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

Document number ADM
00442.01.04106-001
Item designation
=BSA1.AZA10
Contractors doc-id
170176-41-DR-0007-001
Employers doc-id
BSA-HSM-04106-001

Company
Iv-Oil & Gas

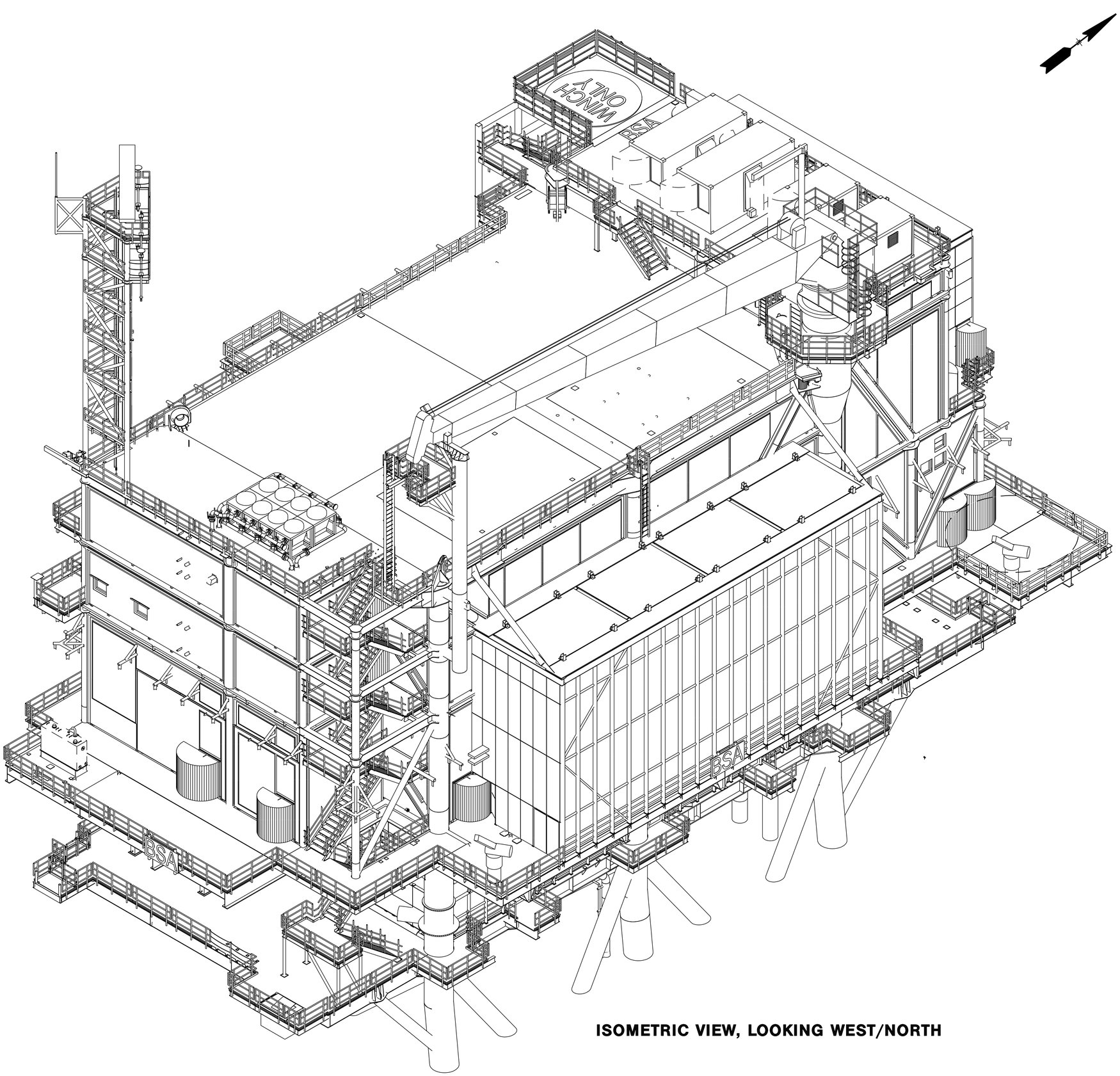
Name of the project
BORSSELE ALPHA

Document title
PLOTPLAN VIEW LOOKING WEST

Logo
TenneT Taking power further
HSM Iv-Oil & Gas

Scale 1 : 100
Format A1
Revision 02

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017



ISOMETRIC VIEW, LOOKING WEST/NORTH

NOTES

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION

ROOM MATRIX

ROOM	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL. + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH.
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST.
170176-41-DR-0009-001	ISO VIEW LOOKING SOUTH EAST

HOLDS

LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-06-30	[redacted]	FIRST ISSUE	[redacted]	[redacted]
01	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
02	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

Document number ADM: 00442.01.04107-001
Item designation: =BSA1.AZA10
Contractors doc-id: 170176-41-DR-0008-001
Employers doc-id: BSA-HSM-04107-001

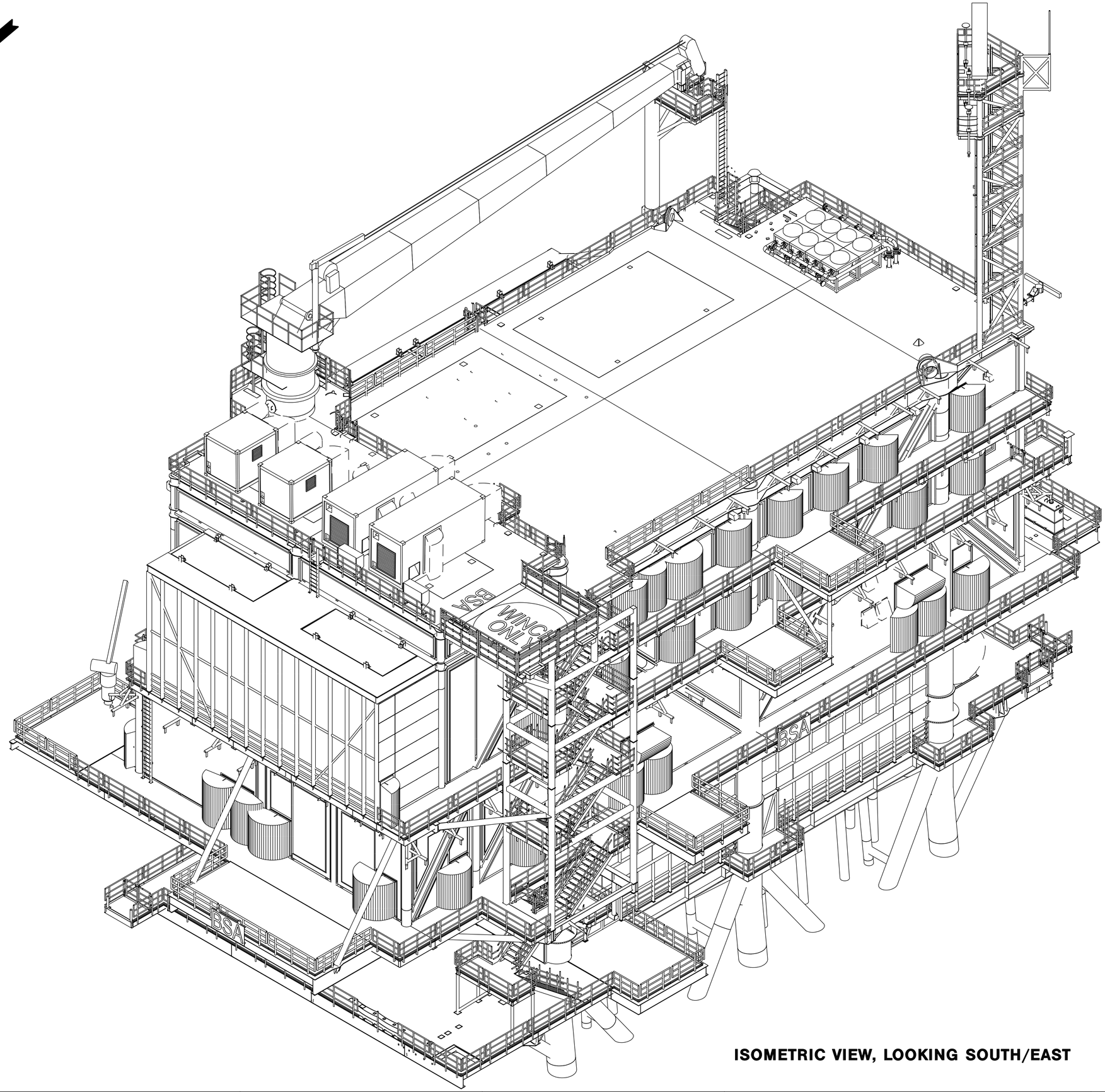
Company: Iv-Oil & Gas
Name of the project: BORSSELE ALPHA

Document title: PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW, LOOKING WEST/NORTH

Logo: TenneT Taking power further; HSM Iv-Oil & Gas
Scale: 1 : 100
Format: A1
Revision: 02

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017

N



ISOMETRIC VIEW, LOOKING SOUTH/EAST

NOTES

EQUIPMENT LIST

EQUI TAG NUMBER	DESCRIPTION

ROOM MATRIX

ROOM	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

DWG.NO.	DRAWING TITLE
170176-41-DR-0001-001	CABLE DECK EL + 22.000 T.O.S.
170176-41-DR-0002-001	MAIN DECK EL + 29.500 T.O.S.
170176-41-DR-0003-001	UTILITY DECK EL + 37.000 T.O.S.
170176-41-DR-0004-001	CONTROL DECK EL + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0005-001	ROOF DECK EL. + 41.000 T.O.S.
170176-41-DR-0006-001	SIDE VIEW LOOKING SOUTH
170176-41-DR-0007-001	SIDE VIEW LOOKING WEST
170176-41-DR-0008-001	ISO VIEW LOOKING NORTH WEST

HOLDS

LEGEND

PLATING
GRATING
ESCAPE WAY
DB
DRAINBOX
PLATFORM ORIGIN
PCP GRATING

Discipline	Purpose of submission	Book	DCC
PME	FOR REVIEW AND APPROVAL	B5	TL010

Rev.	Rev. Date	By	Purpose of Issue	Checked by	Approved by
00	2017-06-30	[redacted]	FIRST ISSUE	[redacted]	[redacted]
01	2017-10-09		ISSUED FOR DESIGN		
02	2018-02-19		ISSUED FOR CONSTRUCTION		

Reference

Document number ADM: 00442.01.04108-001
Item designation: =BSA1.AZA10
Contractors doc-id: 170176-41-DR-0009-001
Employers doc-id: BSA-HSM-04108-001

Company: Iv-Oil & Gas
Name of the project: BORSSELE ALPHA

Document title: PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW, LOOKING SOUTH/EAST

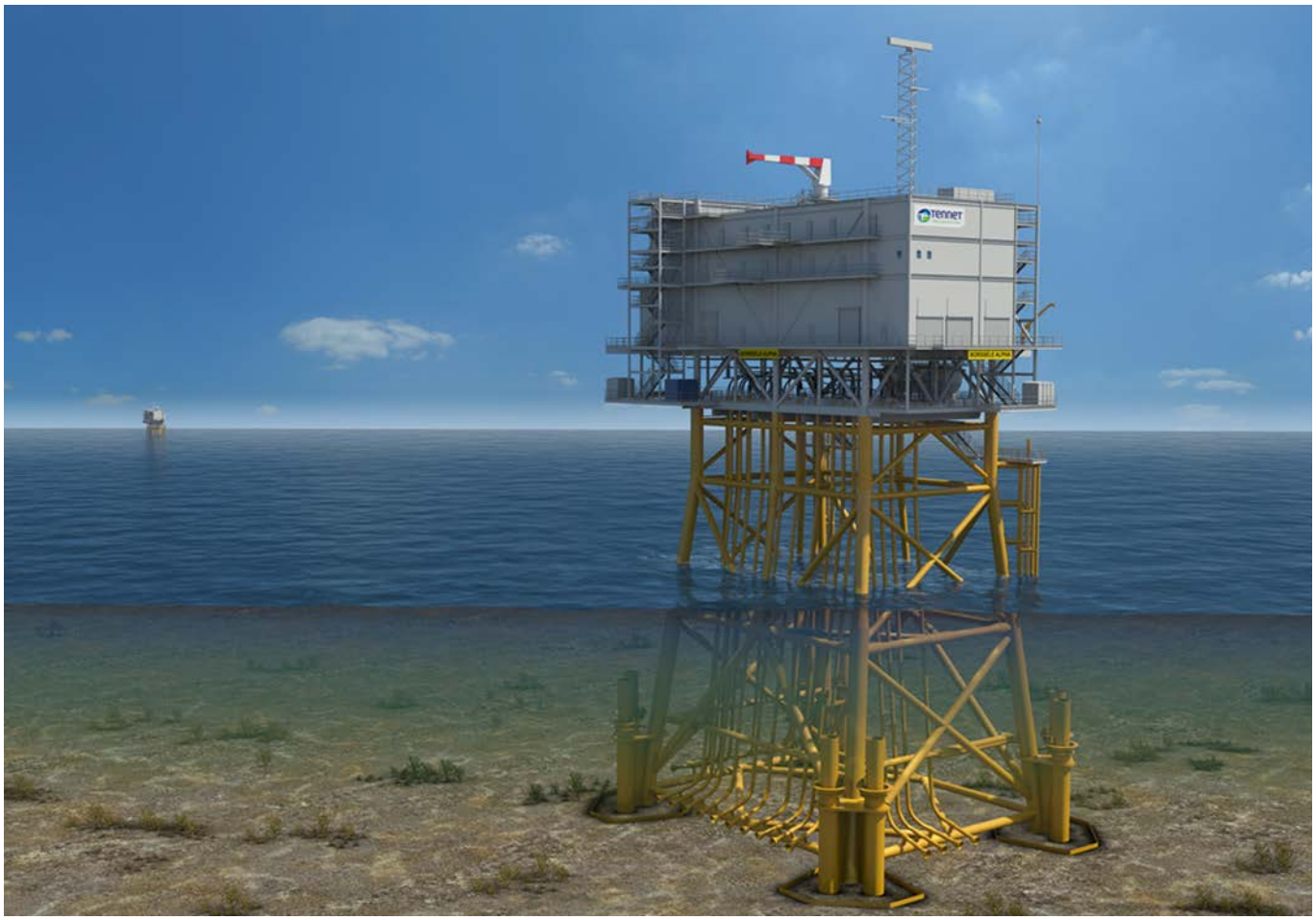
Logo: TenneT Taking power further; HSM Iv-Oil & Gas
Scale: 1 : 100
Format: A1
Revision: 02

All intellectual property rights to this document belong solely to Iv-Oil & Gas bv.
© Iv-Oil & Gas bv, 2017

Offshore Grid NL

Platforms

Specification for Navigation Aid



Change History

Rev	Date	Change history	Author
04	06-02-2018	Update for information notice 7	[redacted]
03	30-06-2017	For Tender	

Intended for
TenneT

Document type
Specification

Date
January, 2016

Ramboll ref.
1100015665/ROGE-T-SA-000008

OFFSHORE GRID NL

STANDARD 700 MW AC OFFSHORE SUBSTATION

SPECIFICATION FOR NAVIGATION AID



Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description
A	30/11/2015	[redacted]			Issued for comments
0	15/01/2016				Issued for ITT

CONTENTS

1.	**INTRODUCTION**	**1**
1.1	References	1
1.2	Abbreviations	1
2.	**REGULATIONS, CODES AND STANDARDS**	**2**
2.1	General	2
2.2	Other codes and standards	2
3.	**SCOPE OF SUPPLY**	**3**
3.1	General design	3
3.2	Control panels	3
3.2.1	General requirements on cabinets	3
3.2.2	Cabinet Earthing and bonding	4
3.2.3	Ingress protection class	4
3.2.4	Navigation and aeronautical panels	4
3.2.5	Electrical control system / UPS	4
3.3	Navigational aid	5
3.3.1	Navigation main lights	5
3.3.2	Fog horn signal	5
3.3.3	Identification markings with floodlight	5
3.3.4	Aeronautical obstruction lights	6
3.3.5	Radar beacon (Racon)	6
3.3.6	AIS Transmitter	6
3.4	Signals to SCADA	6
3.5	IALA marking recommendations and considerations	7
3.6	Functional test	7
4.	**MARKING**	**7**
5.	**CERTIFICATION / VERIFICATION**	**7**
5.1	Certificates	**Error! Bookmark not defined.**

1. INTRODUCTION

This document is part of the basic design package for

Offshore Grid NL
Standard 700 MW AC Offshore Substation

This specification defines the minimum requirements for design, fabrication, factory testing, certification, third party verification and supply.

1.1 References

[1]	ONL-TTB-00044	Basic Design Report

1.2 Abbreviations

AIS	Automatic Identification System
GPS	Global Positioning System
FAT	Factory Acceptance Test
HAT	Highest Astronomical Tide
HVAC	High Voltage AC
HVA/C	Heating, Ventilation and Air Conditioning
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IPxx	Ingress Protection
LED	Light-emitting diode
LV	Low Voltage
MDF	Main Distribution Frame
RDS-PP	Reference Designation General numbering System – Power Plants
SAT	Site Acceptance Test
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIT	Site Integration Test
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet protocol
UPS	Uninterruptible power supply

2. REGULATIONS, CODES AND STANDARDS

2.1 General

National regulations, codes and standards are listed in Basic design report [1] where compliance is mandatory. However, requirements of this specification shall apply where they are more specific than these regulations or codes.

Furthermore the hierarchy of regulations, codes and standards are listed in the Basic Design Report [1].

2.2 Other codes and standards

In addition to the standards listed in Basic design [1], the design shall comply with the following codes and standards.

DNVGL

- DNVGL-ST-0145: Offshore Substations

- EC regulation
- 2004/108/EC, EMC Directive
- 2006/95/EC, Low Voltage Directive
- 2006/42/EC, Machinery Directive
- 2004/108/EC, Electromagnetic Compatibility
- 89/106/EC, Construction Product Directive (CPD)
- Regulation 305/2011, Construction Product Regulation (CPR).
- Dutch "mining regulation" WJZ 02063603
- IALA International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (0-139 Marking of Man-Made Offshore Structures)
- IALA Guideline No. 1038, Ambient light levels at which aids to navigation should switch on and off
- IALA Guideline No. 1069, Synchronization of lights
- IALA recommendation E109, Calculation of the range of a sound signal
- IEC 60945, Maritime navigation and radio communication equipment and systems
- EN 62305, Lightning Protection systems
- IEC 60364, Low voltage electrical installations - Protection for safety and protection against electric shock
- IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- IEC 60092, Electrical installations in ships.
- IEC 61892, Mobile and fixed offshore units – Electrical installations
- EN 61000, Electromagnetic compatibility (EMC)

3. SCOPE OF SUPPLY

3.1 General design

The navigation aid and aviation system shall have the following functions:

- Control and monitoring of navigation aid equipment
- Control and monitoring of aeronautical obstruction lights on masts and crane.
- Control and monitoring of radar beacon
- Control and monitoring of fog horn
- Interfacing with AUX SCADA

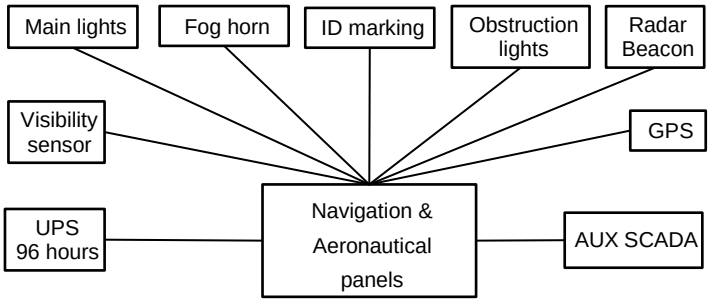


Figure 3-1:Figure 3 1: Navigation / aeronautical system block diagram

3.2 Control panels

Both control panels shall contain distribution, overvoltage protection, lightning protection and rechargeable battery for backup (96 hours duty).

3.2.1 General requirements on cabinets

The Contractor shall deliver a complete cabinet. The cabinet space has been allocated for the navigation aid system.

The following maximum dimensions (including cable compartment) shall apply for each cabinet:

Height : 2100 mm including socket
Width : 800 mm
Depth : 800 mm

The cabinet shall be located in the TenneT Control room, which is a HVA/C ventilated room.

The cabinet shall be fitted with a swing frame (centre full height). The free space in swing frame shall be filled out with blanking panels.

The dedicated batteries shall be located in the central battery room. Cable between batteries and cabinet shall be fire resistant and fuse protected as close as possible to the batteries.

It shall be possible to inspect the equipment in the cabinet (and thus e.g. read displays, indicator lights etc.) with the door closed (e.g. with the use tamperd glass, Plexiglas or mashed steel). The door must hinge to the same side as the swing frame and be with comfort handle for lock insert including handle adaptor and push-button.

The cabinet shall be with 100 mm socket with a filter for ventilation. Each cabinet shall be prepared for floor mounting having a base with predrilled holes for bolting directly on a steel support welded to the deck.

There must be mounted enclosure light in top (front) of the cabinet. The door switch shall be in the bottom of the cabinet. A 230V AC service outlet shall be installed in each cabinet. The power shall be from common supply.

The roof plate shall be used for cable entry and it shall either be lifted (100 mm) for natural ventilation or be equipped with fans for forced ventilation. Cable entries shall be made in the top of the cabinet. Incoming and outgoing cables shall enter the cable compartment from the top and through plastic cable plates only so future cable expansion can easily be done. Cable glands shall not be used in the cabinet. Incoming cables shall be mounted on a rail.

It is the sole responsibility of the Contractor to calculate and ensure that the temperature in the cabinets does not exceed the maximum operating temperature of the installed equipment, it is not acceptable that equipment will have reduce lifespan or performance due to the temperature.

All components shall be standard manufactured as far as possible.

3.2.2 Cabinet Earthing and bonding

Earthing and bonding shall be performed according to Specification for Earthing, Bonding and Cable Ways, ONL-TTB-00191.

3.2.3 Ingress protection class

Minimum IP class for components:

- Inside HVAC controlled rooms IP22
- Outside IP56

3.2.4 Navigation and aeronautical panels

- All navigation aid system equipment shall be supplied by 230V AC and a dedicated UPS backup that can supply all components for at least 96 hours.
- Navigation aid system control panel shall control turning on and off the main navigation lanterns lights, floodlights for ID marking and be activated by low visibility, daylight sensor or manually.
- Aeronautical obstruction light system control panel shall be able to interface to all obstruction lights in the park as all light shall be synchronised and be able to be a part of the flight corridor system.
- GPS synchronization is used to ensure that all lights are synchronised with all other lights in the park.

3.2.5 Electrical control system / UPS

A control system is required for powering and control of each panel mentioned above.
The electrical control system shall contain:

- Overvoltage protection unit
- Battery charger
- A battery with a capacity for powering the system for minimum of 96 hours
- A fuse for each component
- Generation of alarm if components fail
- A system status indicator output to SCADA

- Alarms and status shall be transmitted by either potential free relays and/or via Ethernet that comply with IEC 61158 and IEC 61784
- Manual override selector switch "On/Off/Auto" shall be provided.

3.3 Navigational aid

Navigation aid shall comprise of the following equipment:

- Main lights white
- Fog horn
- ID Marking
- Aeronautical obstruction lights
- Radar beacon.

Exact layout and equipment types are to be clarified with local authorities.

3.3.1 Navigation main lights

Exact layout and number of lights are to be clarified with the local authorities.
The system shall as a minimum comply with the following:

- The light shall be 10 nm, - white colour and have a minimum strength of 1400 candela.
- Main light(s) shall be a flashing -white light to exhibit Morse letter Mo (U) in a 15s interval according to latest revision of IALA recommendations
- The lights shall be located not less than twelve (12) metre and not more than 30 metres above mean sea level (MSL)
- Have a divergence vertical of the projected beam ensuring that the light will be visible from the immediate vicinity of the platform to the maximum luminous range of the light
- At least one main navigation light shall be visible on the horizontal plane from any direction
- The effective intensity of each light shall fulfil IALA recommendations
- Lights shall be of the LED type.
- The light must be fitted with bird deterrent measures
- The lights shall be capable of synchronized flashing with other lighting systems (on the corners of the windpark tind turbines) via GPS synchronisation.
- System status and alarms shall be monitored by SCADA. The preferred protocol for Employer is industrial Ethernet/IP communication with integration of fieldbus devices.

3.3.2 Fog horn signal

The fog horn shall as a minimum comply with the following:

- Fog horns shall be installed not less than six (6) metres and not more than 30 metres above Highest Astronomical Tide (HAT) and shall be installed as high as possible to be protected against waves and splashes
- Fog horn shall have a minimum range of 2 nautical miles according to IALA E109 and calculation of the range of a sound signal
- Character Morse letter Mo (U) in a 30-second interval with a minimum duration of 0.75 second according to IALA E109 and calculation of the range of a sound signal
- Operate when the visibility is 2 nautical miles or less
- The fog horn shall cover 360 degrees around the platform.

3.3.3 Identification markings with floodlight

ID signs are used for an unambiguous identification of the offshore wind substation. ID identification panels shall display the registered name in black letters/figures and at least 1 meter high on a yellow background. At least one ID sign shall be visible on the horizontal plane from any directions.

- The panels shall be illuminated. ID signs shall be visible at night and can be illuminated with floodlights or with a separate background illuminated night sign.
- ID sign illumination shall be a part of the navigation aid UPS with 96 hours back up according to IALA and approved (clarified) by local authorities.
- The lights shall be turned on 15 minutes before sunset and until sunrise and at all times when the visibility in all directions is 2 miles or less (meteorological) and if the light is 150 lux or below
- Lights shall be LED type
- Light must be mounted on rotating arms for easy maintenance, it shall be possible to access the lights from the normal outside gangways by retracting the arm.
- The light must be fitted with bird deterrent measures
- The luminance on the sign shall be between 5 and 10 cd per m2
- Contrast better than 1:10
- Floodlight design shall be designed in such a way that the lamp does not cover the sign
- According to IALA, the light must be limited which means max one Candela stray light can be placed vertically bellow or up over the ID sign
- ID marking floodlights LED colour temperature shall be 3500-4500 kelvin according to TF03 Nahbereichskennzeichnung.

3.3.4 Aeronautical obstruction lights

Exact layout and number of lights are to be clarified with the local authorities.
The system shall as a minimum comply with the following:

- Two (2) red low-intensity obstruction lights shall be mounted on top of the antenna mast one at each side.
- One (1) red low-intensity obstruction light shall be mounted at the end of the crane boom
- One (1) red low-intensity obstruction light shall be mounted on the pole for the weather system.
- The auxiliary control panel shall be placed inside the TenneT Control room
- The light must be fitted with bird deterrent measures.
- The effective intensity of each light shall fulfil IALA recommendations
- Lights shall be of the LED type.

The obstruction lights shall be equipped with a screen to be invisible to ships which are more than 150 m away from the topside module.

3.3.5 Radar beacon (Racon)

A Radar Beacon (Racon) is no longer required.

3.3.6 AIS Transmitter

The local authorities may require additional marking with AIS according to IALA recommendation A126.The AIS is supplied as part of the VTMS system supplied by others.

3.4 Signals to SCADA

Navigation aid units shall be programmed for interface with the SCADA system. The preferred protocol for the Employer is the industrial Ethernet/IP communication with integration of fieldbus devices, the communication must comply with IEC 61158 and IEC 61784.

The following signals are the minimum recommended requirements:

- Remote activation of all lights
- Lamp fail on all individual lamps
- Control of all light system (off/auto/on)
- Charger fail
- Main supply fail

- Battery fault
- Identification markings general fault – alarm
- Identification markings running – status
- System error
- Failure in the surge protection device.
- Fog horn running status
- Fog horn general fault
- Main lights running status
- Main lights general fault alarm
- Racon running status
- Racon general fault alarm
- Aeronautical obstruction lights running status
- Aeronautical obstruction lights general fault alarm

3.5 IALA marking recommendations and considerations

The list below indicates the marking recommendations and considerations for an offshore wind farm substation according to IALA. Local authority shall specify exact demands.

Mandatory equipment:

- Lights (white)
- ID marking sign.
- Fog signal
- Radar Beacon.

3.6 Functional test

All aviation and navigation equipment shall pass FAT, SAT and SIT.

4. MARKING

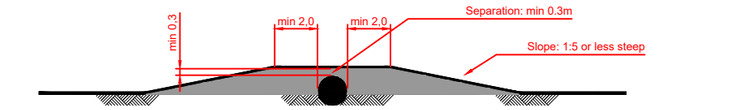
All the electrical and mechanical equipment on the platform shall be named and numbered according to the RDS-PP Numbering System as described in TenneT standard document number: ONL-TTB-03424, Chapter: E5.19 Item Designation.

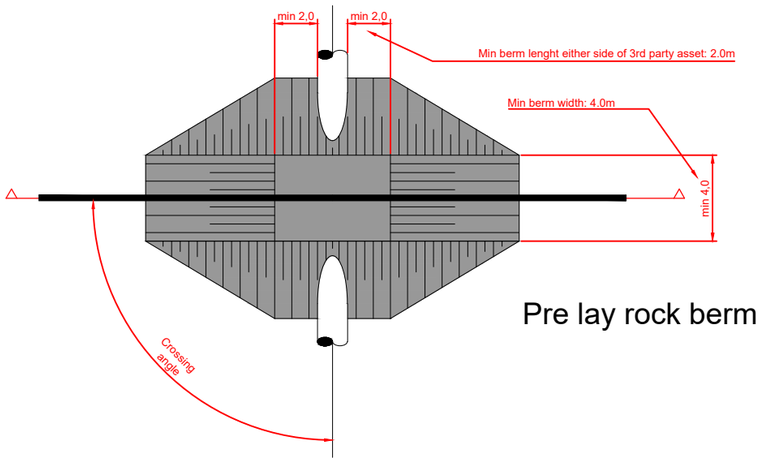
The engineering Contractor and fabrication Contractor shall give the equipment an RDS-PP code for which they are responsible for. The code shall be approved by the Employer.

5. CERTIFICATION / VERIFICATION

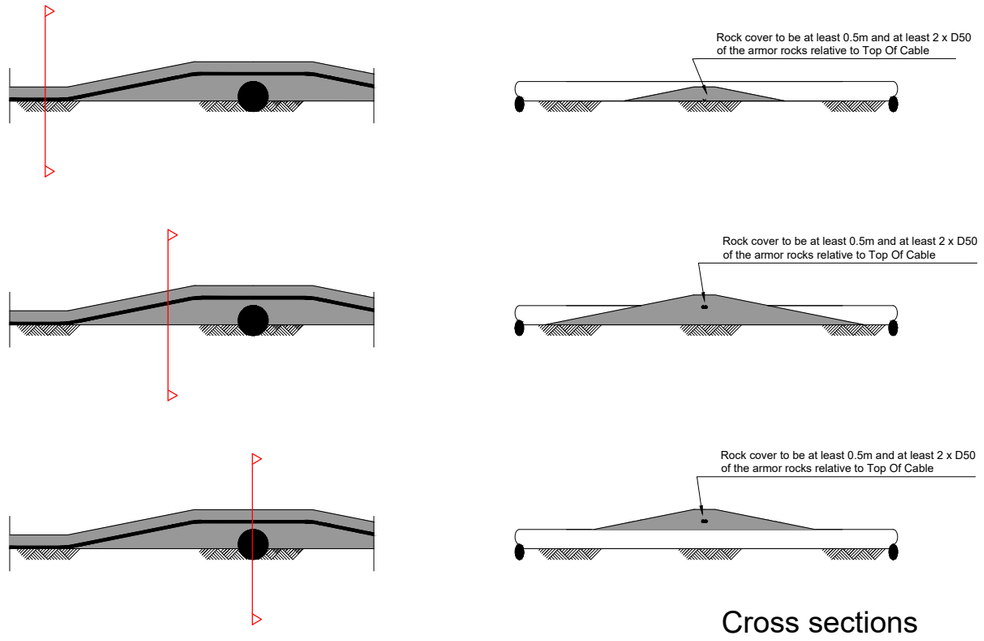
A third party independent verification of the navigation aid and aeronautical system shall be performed by a Certifying Agency appointed by Employer. The verification scheme will follow a separate certification contract.

The Contractor shall ensure that the required documentation is available for third party design & fabrication verification.

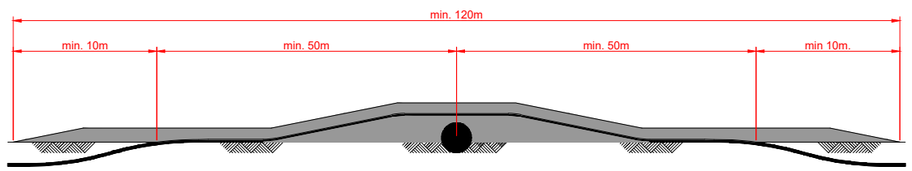


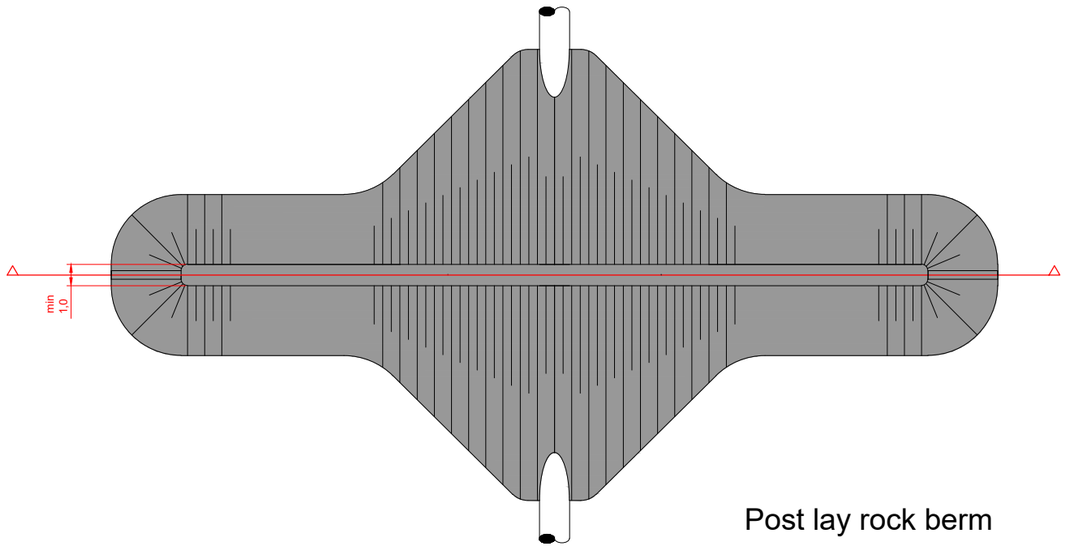


Pre lay rock berm



Cross sections





Post lay rock berm

Notes:

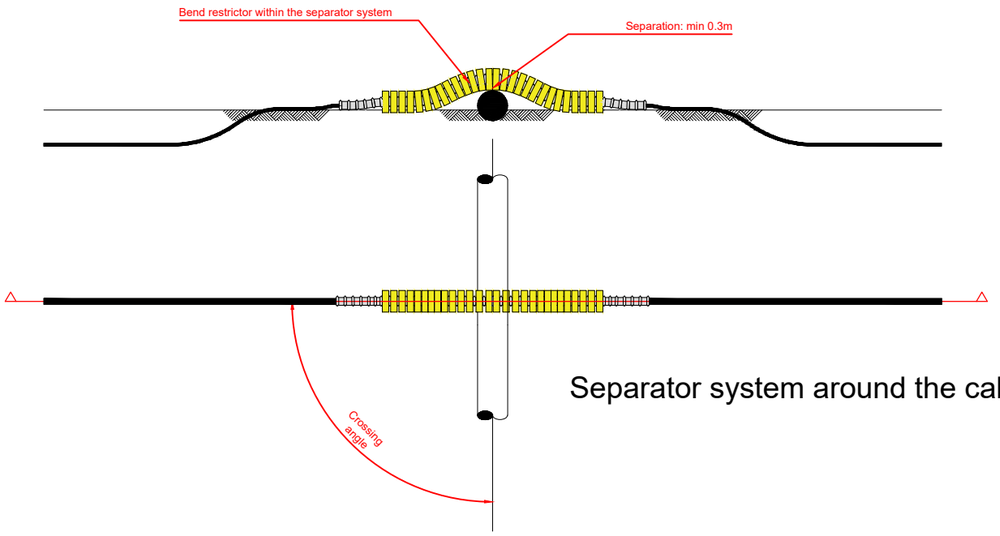
1. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
2. All distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset;
3. Minimum height of pre lay rock berm is 0.3m; in case the 3rd party subsea asset to be crossed is buried, the 0.3m height applies as minimum height above seabed;
4. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable;
5. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
6. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with D90 ≤ 80mm shall be used.
7. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
8. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
9. Dimensions are subject to change depending on what will be agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).

Crossing design A

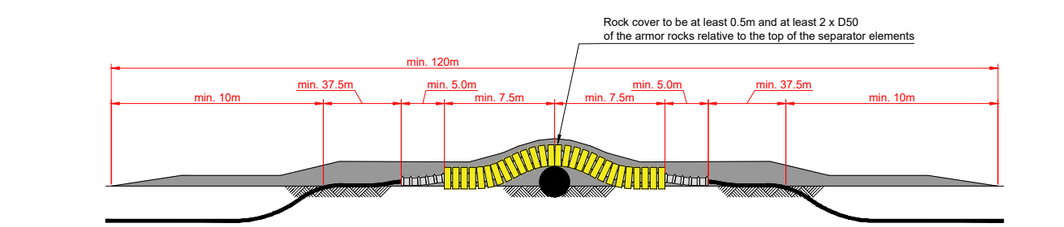
Pre lay rock placement
Post lay rock placement
NOT TO SCALE

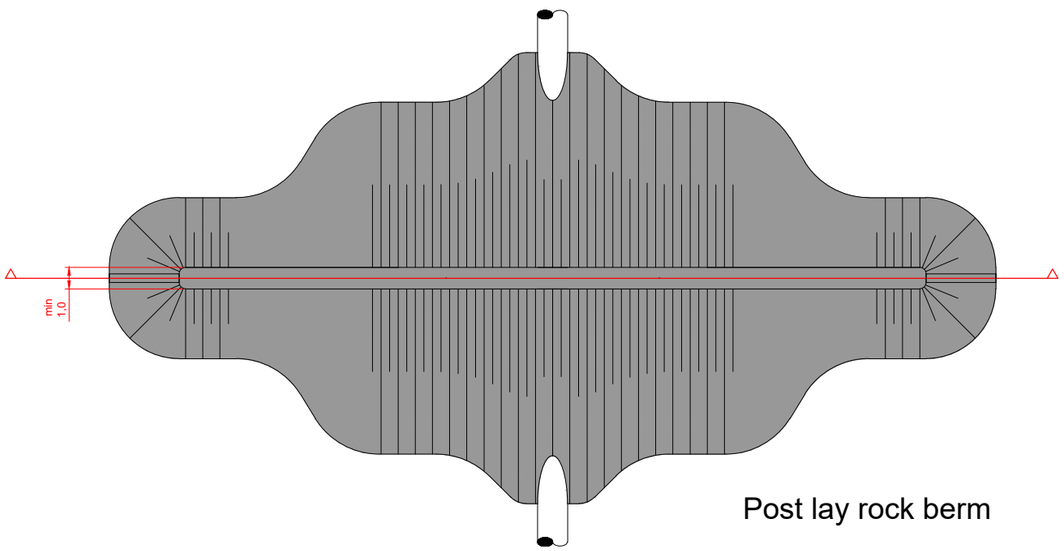
NOZ-HKWb

Rev 1.6
08-06-2019

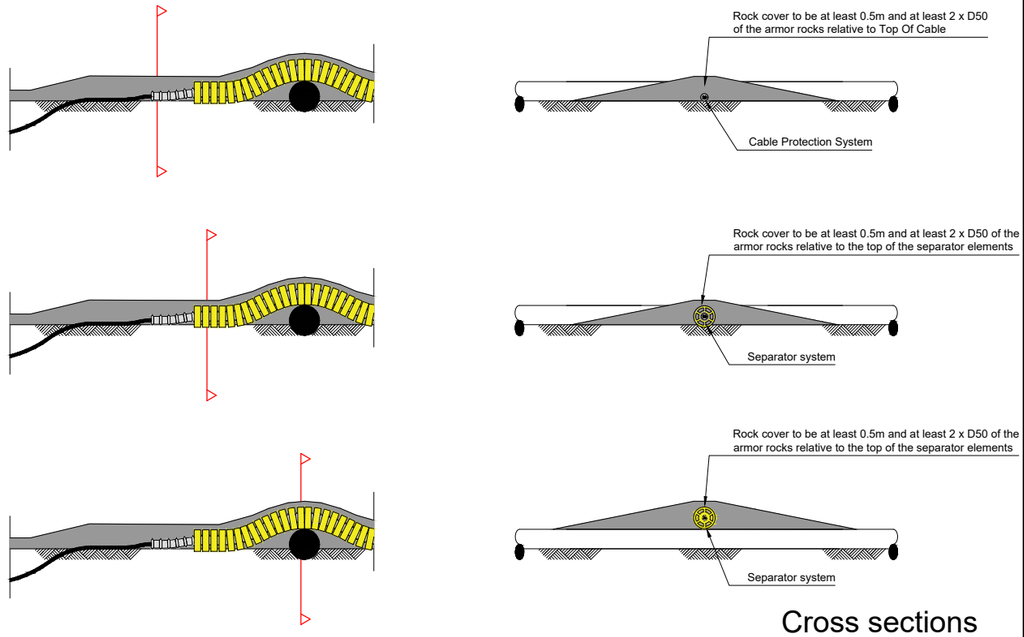


Separator system around the cable





Post lay rock berm



Cross sections

Notes:

1. The shape of the separator elements is indicative, other shapes as triangles and shapes which decrease the risk of hooking by fishing are allowed as well.
2. The cable is to be protected by a cable protection system where the burial into the seabed does not meet the burial requirements.
3. This design applies to both pipes and cables to be crossed, laying at the seabed or buried below the seabed;
4. All minimum distances relative to the 3rd party subsea asset to be crossed are measured perpendicular to that 3rd parties subsea asset
5. Minimum cover by the post lay rock berm is 0.5m and at least 2 x D50 of the armor rocks relative to Top Of Cable and relative to the top of the separator elements;
6. Rock sizes applied are to be stable under the design wave and current situation at the crossing location;
7. A sprinkler layer on rock placements is required by the Dutch authorities (SODM). The sprinkler layer is to be placed on top of all rock placements to mitigate the risk of hooking by fishing gear. The stability requirements with regards to design wave and and current do not apply to the sprinkler layer. The sprinkler layer shall have a minimum thickness after installation of 0.2m. For this sprinkler layer rock with D90 ≤ 80mm shall be used.
8. Steepness of the side slopes of the post lay rock berm, as well as the density of the rock, can be considered a parameter to increase stability of the post lay rock berm;
9. All dimensions are minimum requirements, tolerances on the rock placements are not allowed to be negative relative to these minimum requirements;
10. Dimensions are subject to change depending on what will be agreed with 3rd party subsea asset owner(s) in the applicable crossing agreement(s).

Crossing design B

Separator around the cable bundle

Post lay rock placement

NOT TO SCALE

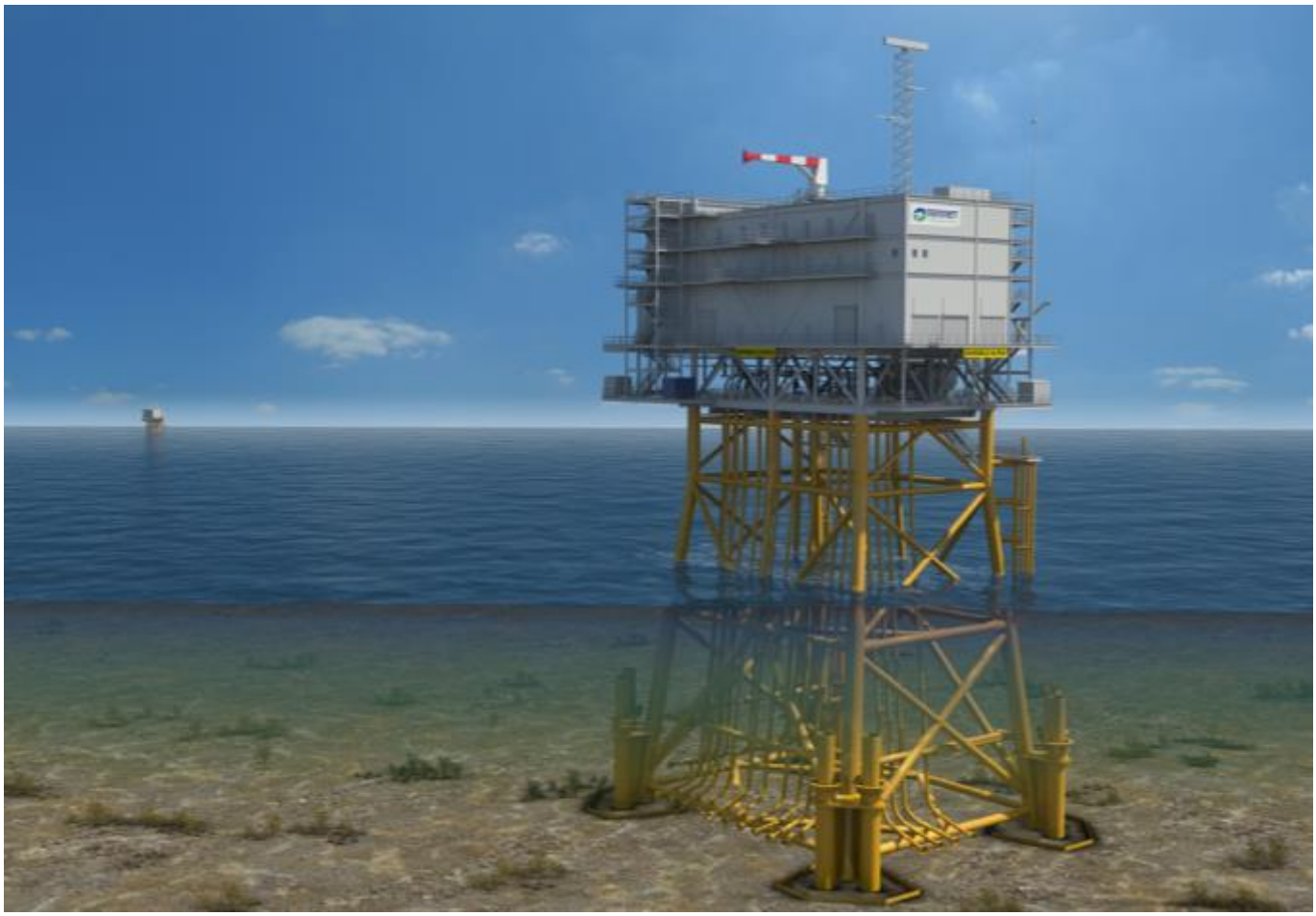
NOZ-HKWb

Rev 1.6
08-06-2019

Offshore Grid NL

Platforms

DNVGL Conformity Statement Basic Design (including open comments)



Change History

Rev	Date	Change history	Author
02	30-06-2017	For Tender	[redacted]

DNV·GL

CONFORMITY STATEMENT

Statement No.: 07843HHO

Issued: 2016-01-26

Issued for:

BASIC DESIGN
as part of the Invitation to Tender for the EPC-contracts of the Wind Op Zee Standard AC Transformer Platform

Comprising:

2 x 350 MVA Transformer Power Trains and Auxiliaries
Specified in Annex 1

Issued to:

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310
6812 AR Arnhem
The Netherlands

According to Service Specification:

DNVGL-SE-0073:2014-12
Project certification of wind farms according to IEC 61400-22

Based on:

Documentation listed in Annex 2, including open comments

Conclusion:

There remain no concerns that the current Basic Design can be developed into a Detailed Design which is compliant with our code DNV-OS-J201 – Offshore Substations for Wind Farms

Hamburg, 2016-01-26

[redacted]

Head of Department, Offshore Installations

Hamburg, 2016-01-26

[redacted]

Principal Consultant and Project Manager

Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Registered Office Hamburg No. HRB 86804, VAT Reg. No. DE 228 282 604
Managing Directors: Dr. Kim Mørk, Tobias Rosenbaum.
Place of performance and jurisdiction is Hamburg. The latest edition of the General Terms and Conditions of Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH is applicable. German law applies. www.dnvgl.com

CONFORMITY STATEMENT – ANNEX 1

07843HHO

Substation

▪ Type	Transformer Platform, Unmanned
▪ Designer	Ramboell Oil and Gas, Esbjerg, Denmark
▪ Rated voltage in/out	66/220 kV
▪ Rated capacity	2 x 350 MVA
▪ Main components	
- Main Transformers	Oil Filled
- Switchgear	Gas Insulated
- Utilities and Auxiliaries	
- Type of Substructure	Jacket
- Type of foundation	Piled Jacket
▪ Places of Design Review	Hamburg, Arnhem, Esbjerg
▪ Period of Design Review	2015-04-01 – 2016-01-26

CONFORMITY STATEMENT – ANNEX 2

07843HHO

List of Documents, Reviewed and Commented

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.00 General

Doc_No	Revision	Title	Status
GTR		GEOTECHNICAL REPORT: WIND FARM SITE I&II, BORSSELE WIND FARM ZONE	I
MDR		MASTER DOCUMENT LIST FOR CONCEPT & BASIC DESIGN PHASE	I
ONL-TTB-00003-MA-EN	00	3D MODEL	I
ONL-TTB-00044-MA-EN	01	BASIC DESIGN REPORT	A/C
ONL-TTB-00150-MA-EN	00	GEOTECHNICAL DESIGN REPORT	N
ONL-TTB-00166-MA-EN	00	LIST OF MECHANICAL PLOT PLANS	I
ONL-TTB-00173-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST	N
ONL-TTB-00174-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING NORTH	N
ONL-TTB-00175-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EASTPLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00176-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING NORTH (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00178-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING SOUTH	N
ONL-TTB-00179-MA-EN	00	PLOTPLAN ELEVATION, LOOKING EAST	N
ONL-TTB-00180-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH-EAST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00181-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-WEST (WITH JACKET)	N
ONL-TTB-00182-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH-WEST (BACKWARDS)	N
ONL-TTB-00183-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-WEST	N
ONL-TTB-00184-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH - WEST	N
ONL-TTB-00185-MA-EN	00	PLOTPLAN ISOMETRIC VIEW LOOKING SOUTH-EAST	N

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.01 Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
		BASIC DESIGN – JACKET ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS REPORT	N/C
ONL-TTB-00004-MA-EN	00	DESIGN BRIEF TOPSIDES	N/C
ONL-TTB-00005-MA-EN	00	DESIGN BRIEF INPLACE ANALYSIS	N/C
ONL-TTB-00006-MA-EN	00	DESIGN BRIEF – NATURAL FREQUENCY ANALYSIS	N
ONL-TTB-00007-MA-EN	00	DESIGN BRIEF - DETERMINISTIC FATIGUE ANALYSIS	N
ONL-TTB-00008-MA-EN	00	DESIGN BRIEF - INSTALLATION ANALYSIS	N
ONL-TTB-00053-MA-EN	00	LIST FOR TOPSIDE PRIMARY STEEL DRAWINGS	I
ONL-TTB-00054-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR LADDERS 1	A
ONL-TTB-00055-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR LADDERS 2	A
ONL-TTB-00056-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR STAIRS	A
ONL-TTB-00057-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR WALKWY GRATING AND STAIR TREADS	A
ONL-TTB-00058-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR REMOVABLE HANDRAILS	A
ONL-TTB-00059-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR FIXED HANDRAILS	A
ONL-TTB-00060-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR SELF CLOSING GATE	A
ONL-TTB-00061-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR REMOVABLE HEAVY DUTY HANDRAILS	A
ONL-TTB-00062-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TYPICAL DETAILS FOR FIXED HEAVY DUTY HANDRAILS	A
ONL-TTB-00063-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ISOMETRIC VIEW LOOKING NORTH WEST	A
ONL-TTB-00064-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CABLE DECK EL 20.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00065-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES MAIN DECK EL. 26.500 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00066-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UTILITY DECK EL 34.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00067-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CONTROL DECK EL 38.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.01 Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00068-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ROOF DECK EL 42.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00069-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UPPER ROOF DECK EL 44.000 T.O.S. FRAMING PLAN	A
ONL-TTB-00070-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 1 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00071-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 2 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00072-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 3 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00073-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW 4 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00074-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW A LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00075-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW B LOOKING WEST	A
ONL-TTB-00076-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES TRUSS ELEVATION COLUMN ROW C LOOKING WEST	A
ONL-TTB-00077-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ELEVATION AT 6000MM SOUTH OF GRIDLINE 1 LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00078-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ELEVATION 7000MM SOUTH AND NORTH OF GRIDLINE LOOKING NORTH	A
ONL-TTB-00082-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CABLE DECK EL 20.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00083-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES MAIN DECK EL 26.500 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00084-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES UTILITY DECK EL 34.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00085-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES CONTROL DECK EL 38.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00086-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES ROOF DECK EL 42.000 T.O.S. DECK TYPES	A
ONL-TTB-00109-MA-EN	01	DRAWING LIST FOR JACKET STRUCTURE	I
ONL-TTB-00110-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES I	A/C
ONL-TTB-00111-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES II	A
ONL-TTB-00112-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES III	A

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.01 Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00113-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL ARRANGEMENT ROW A	A
ONL-TTB-00114-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE ISOMETRIC VIEW	A
ONL-TTB-00115-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW A	A
ONL-TTB-00116-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW C	A
ONL-TTB-00117-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW 1	A
ONL-TTB-00118-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MAIN FRAME BRACING ROW 3	A
ONL-TTB-00119-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLANS ELEV. (+) 17.300 AND ELEV. (+) 10.200	A
ONL-TTB-00120-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLAN ELEV. (-)6.000	A
ONL-TTB-00121-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PLAN ELEV. (-)28.000	A
ONL-TTB-00122-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE LEG MAKE-UP	A
ONL-TTB-00123-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE SKIRT PILE SLEEVES	A
ONL-TTB-00124-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE MUDMATS	A
ONL-TTB-00125-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BOAT LANDING AND STAIRS PLAN AND ELEVATION	I
ONL-TTB-00126-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BOAT LANDING SECTIONS AND DETAILS	I
ONL-TTB-00127-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES PLANS AND NUMBERING	A
ONL-TTB-00128-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES TYPICAL MAKE-UP AND SECTIONS	A
ONL-TTB-00129-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE LIFTING ARRANGEMENT, LIFT POINTS	A
ONL-TTB-00130-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE BELLMOUTH FOR 66KW J-TUBE AND 220 KW J-TUBE	I
ONL-TTB-00131-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE CABLE DECK - PLAN AND SECTIONS	A
ONL-TTB-00132-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE PILE MAKE-UP	A
ONL-TTB-00133-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE ANODES	A
ONL-TTB-00148-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR JACKET AND PILES	A/C
ONL-TTB-00187-MA-EN	00	WEIGHT REPORT FOR TOPSIDES	N/C
ONL-TTB-00188-MA-EN	00	CABLE PULLING REPORT	I
ONL-TTB-00192-MA-EN	00	STRUCTURAL ANALYSES FOR TOPSIDES	N/C

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.01 Structure

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00193-MA-EN	00	BASIC DESIGN FOR JACKET NATURAL FREQUENCY ANALYSIS REPORT	N/C
ONL-TTB-00197-MA-EN	00	JACKET INPLACE ANALYSIS REPORT	A/C
ONL-TTB-00198-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE J-TUBES, HANG OFF SUPPORTS	I

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.02 Safety

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00021-MA-EN	01	HAZID REPORT - CHANGED LAYOUT	N
ONL-TTB-00022-MA-EN	00	UTILITY HAZOP REPORT	I
ONL-TTB-00023-MA-EN	00	ELECTRICAL HAZOP REPORT	I
ONL-TTB-00026-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT	A
ONL-TTB-00027-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION ESCAPE, EVACUATION AND RESCUE ANALYSIS (EERA)	A
ONL-TTB-00028-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR LIFE SAVING EQUIPMENT	A
ONL-TTB-00029-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR PIPING SYSTEM	A
ONL-TTB-00030-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION DRAWING LIST FOR FIRE AND SAFETY PLANS	I
ONL-TTB-00031-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CABLE DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00032-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL MAIN DECK FIRE AND SAFETY	A
ONL-TTB-00033-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL UTILITY DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00034-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CONTROL DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00035-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL ROOF DECK FIRE AND SAFETY	A/C
ONL-TTB-00189-MA-EN	00	SAFETY STRATEGY	N/C
ONL-TTB-00194-MA-EN	00	CAUSE AND EFFECT DIAGRAM FAS (01 TO 32)	N/C

IV.03 Fire Fighting

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00042-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIRE FIGHTING SYSTEMS	A
ONL-TTB-00108-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIRE ALARM SYSTEM	A
ONL-TTB-00190-MA-EN	00	RISK ASSESSMENT OF ACTIVE FIREFIGHTING EQUIPMENT	N

IV.04 Mechanical

Doc_No	Revision	Title	Status
HVA/C		HVA/C DESIGN BRIEF	N
ONL-TTB-00002-MA-EN	00	ROOM MATRIX, STANDARD OFFSHORE SUBSTATION	N
ONL-TTB-00009-MA-EN	01	DESIGN BRIEF FOR UTILITY SYSTEMS	N
ONL-TTB-00039-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CRANE	A
ONL-TTB-00040-MA-EN	00	HOISTS, LIFTING GEAR AND WINCH	A
ONL-TTB-00041-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR HVAC SYSTEM.	A
ONL-TTB-00142-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM DRAIN SYSTEM	A
ONL-TTB-00143-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM FRESH WATER SYSTEM	A
ONL-TTB-00144-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM AHU - HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00145-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM AHU - HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00146-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM DIESEL STORAGE SYSTEM	A
ONL-TTB-00147-MA-EN	00	UFD - UTILITY FLOW DIAGRAM SINGLE LINE HVAC SYSTEM	A
ONL-TTB-00151-MA-EN	00	LIST OF HVA/C SYSTEMS FUNCTIONAL P AND IDS	I
ONL-TTB-00152-MA-EN	00	LEGEND FUNCTIONAL PIDS	I
ONL-TTB-00153-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - AHU 1	A
ONL-TTB-00154-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - AHU 2	A
ONL-TTB-00155-MA-EN	00	HVAC SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - TYPICAL HOOK UP	A
ONL-TTB-00156-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - CONDENSATOR COOLING CIRCUIT	A
ONL-TTB-00157-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM P AND ID - EXPANSION VESSELS	A
ONL-TTB-00158-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM P AND ID - RFU UNITS (TYP)	A
ONL-TTB-00159-MA-EN	00	CLOSED COOLING SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID - BUFFER VESSEL AND CIRCULATION PUMPS	A
ONL-TTB-00161-MA-EN	00	LEGEND FUNCTIONAL P ANS IDS 2	I
ONL-TTB-00162-MA-EN	00	HAZARDOUS DRAIN SYSTEMS FUNCTIONAL P AND ID	A
ONL-TTB-00163-MA-EN	00	OIL SEPARATOR FUNCTIONAL P AND ID	A
ONL-TTB-00164-MA-EN	00	FRESH WATER SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID	A

IV.04 Mechanical

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00165-MA-EN	00	DIESEL FUEL STORAGE SYSTEM FUNCTIONAL P AND ID	A
UT		UTILITY FLOW DIAGRAMS	I

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.05 Piping

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00036-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FRESH WATER SYSTEM	A
ONL-TTB-00037-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR DRAIN SYSTEM	A

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.07 Electrical

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00038-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR DIESEL GENERATOR SYSTEM	A
ONL-TTB-00043-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR AUXILIARY SCADA SYSTEM	N
ONL-TTB-00045-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR IP SERVICES	I
ONL-TTB-00046-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR FIBRE OPTICAL NETWORK	I
ONL-TTB-00047-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CCTV SYSTEM	I
ONL-TTB-00048-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR PA/GA SYSTEM	A
ONL-TTB-00049-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR NAVIGATION AID	A
ONL-TTB-00096-MA-EN	00	NAVAID EQ LAYOUT CABLE DECK	N
ONL-TTB-00097-MA-EN	00	BLOCK SCHEMATIC IT SYSTEMS	I
ONL-TTB-00098-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM FIBRE OPTICAL	I
ONL-TTB-00099-MA-EN	00	BLOCK SCHEMATIC PA/GA SYSTEM	A
ONL-TTB-00100-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM CCTV SYSTEM	I
ONL-TTB-00101-MA-EN	00	BLOCK DIAGRAM NAVIGATION AID SYSTEM	N
ONL-TTB-00103-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR 110 VDC - 400-230 VAC UPS	A
ONL-TTB-00104-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION SPECIFICATION FOR LOW VOLTAGE EQUIPMENT	A
ONL-TTB-00107-MA-EN	00	AUXILIARY SCADA INTERFACE BLOCK DIAGRAM TAG NO. AAF20	N
ONL-TTB-00134-MA-EN	00	ELECTRICAL LOAD LIST	A
ONL-TTB-00135-MA-EN	00	OVERALL 220 66KV CABLEWAY LAYOUT CABLE DECK	N
ONL-TTB-00136-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION LOW VOLTAGE OVERALL SINGLE LINE DIAGRAM	A
ONL-TTB-00137-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION ELECTRICAL BLOCK DIAGRAM	N
ONL-TTB-00138-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION OVERALL EARTHING AND BONDING, PE	A
ONL-TTB-00139-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION TYPICAL BONDING CONNECTIONS	A
ONL-TTB-00140-MA-EN	00	STANDARD 700 MW HVAC OFFSHORE SUBSTATION TYPICAL EARTH BOSS AND GLAND CONNECTIONS	A
ONL-TTB-00160-MA-EN	00	LIST OF UTILITY SYSTEMS. FUNCTIONAL P AND IDS	I

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.07 Electrical

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00167-MA-EN	00	CABLE DECK EL.20.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00168-MA-EN	00	MAIN DECK EL.26.500 T.O.S.	N
ONL-TTB-00170-MA-EN	00	UTILITY DECK EL.34.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00171-MA-EN	00	CONTROL DECK EL.38.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00172-MA-EN	00	ROOF DECK EL.+42.000 - +44.000 T.O.S.	N
ONL-TTB-00191-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR EARTHING, BONDING AND CABLE WAYS	A

IV.08 Material

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00149-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CORROSION PROTECTION	H

Contents Database: TenneT_AC_OSS_Design Verification
DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

IV.09 Fabrication

Doc_No	Revision	Title	Status
ONL-TTB-00050-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	H
ONL-TTB-00051-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	A
ONL-TTB-00052-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION	A

DNV·GL

DNV·GL Project: 4762-15-12713-408

TenneT_AC_OSS_Design Verification

Consolidated Comment List

Opinion about Certification (open comments)

Document No.	Revision	Title
		BASIC DESIGN – JACKET ON-BOTTOM STABILITY ANALYSIS REPORT

Reference	DNV·GL-Comment
1 §1.1	The on-bottom stability has been shown for a jacket without any stabbed piles. As this is sufficient for the basic design in the detail design all installation stages shall be shown by the designer. (e.g. 1 pile stabbed to 4 piles stabbed).

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00004-MA-EN	**00**	**DESIGN BRIEF TOPSIDES**

Reference	DNV·GL-Comment
1 §3.3.2	Ice loads shall not be considered in the global Topsides design. If no ice loads shall be considered then a procedure about the removal of ice should be included or a meteological expertise report should be provided which states that never ice loads are expected on the locations.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00005-MA-EN	**00**	**DESIGN BRIEF INPLACE ANALYSIS**

Reference	DNV·GL-Comment
1 §4.9.3	Please add global allowable misalignments for the installed jacket.
2 §5.2.4	Please include that also for the 2nd global sway mode the DAF shall be calculated and that for each wave direction the DAF will be calculated with respect to the 1st and 2nd global sway mode.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00031-MA-EN	**00**	**STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CABLE DECK FIRE AND SAFETY**

Reference	DNV·GL-Comment
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00033-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL UTILITY DECK FIRE AND SAFETY

Reference	DNV·GL-Comment
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00034-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL CONTROL DECK FIRE AND SAFETY

Reference	DNV·GL-Comment
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00035-MA-EN	00	STANDARD OFFSHORE SUBSTATION OFFSHORE GRID NL ROOF DECK FIRE AND SAFETY

Reference	DNV·GL-Comment
1	This Plan shall be more in detail with all relevant informations during the detail design.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00044-MA-EN	01	BASIC DESIGN REPORT

Reference	DNV·GL-Comment
2	Page 21 ch. 7.2.9 penetrations in light fire panels shall have an approval by a notified body.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00050-MA-EN	00	TOPSIDES STRUCTURES GENERAL NOTES WELDING AND FABRICATION

Reference	DNV·GL-Comment
1	**§4.1 Materials:** In order to do a complete review of provided Table, please provide the minimum design temperature. In addition, selection of steel materials shall be based on DNV-OS-C101, rev.2014, Ch. 2, Sec.3, Table 3.5 and DNV-OS-B101, rev.2012, Ch.2, Sec. 1, therefore this Table needs to be updated accordingly. Please also specify for each steel material a specific DNV grade. **Addition, 25.01.2016** Comment is partly closed as comparison is given in DNV-OS-J101. But the minimum design temperature is not given as required. **Addition, 28.01.2016** Minimum design temperature has been now provided with but is not stated in the basic design documentation. The met-ocean report was not basis of review.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00110-MA-EN	00	JACKET STRUCTURE GENERAL NOTES I

Reference	DNV·GL-Comment
1	**§ 3. Materials:** **a) § 3.2:** By referring to DNV-OS-C101, rev.2014, Ch. 2, Sec.3, Table 3.5 and DNV-OS-B101, rev.2012, Ch.2, Sec. 1, please specify for each steel material thickness limit and a specific DNV grade. **b) § 3.3:** If all steel materials to be steel type 1 (ST1) why in **§ 3.2** other steel types are provided. Please amend in next revision. **c) § 3.5:** EN 20898-1 and EN 20898-2 are superseed by ISO 898-1 and ISO 898-2 accordingly. Please amend in next revision.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00148-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR JACKET AND PILES

Reference	DNV·GL-Comment
2	**§ 2.2 'Structural Steel':** a) By referring to doc no ROGE-N-GN-000112-01 'Jacket Structure General Notes I', steel grades of EN 10225 have been selected for Special and Primary members. Therefore, this note 'only EN 10025 materials are selected' should be added only for Secondary members. Please amend in next revision.
3	**§ 2.4 'Standard Sections':** Written sentence '…type S1 steel for secondary steel type.' is found to be not in line with part 3.2 of doc no ROGE-N-GN-000112-01 'Jacket Structure General Notes I'. Where, steel type ST1 is related to special members. Please amend in next revision.
4	**§ 4.4 'Fabrication assembly tolerances':** This section is found to be incomplete. Therefore, please in next revision make a reference to DNV-OS-C401 (2014), Ch.2, Sec.2.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00149-MA-EN	00	SPECIFICATION FOR CORROSION PROTECTION

Reference	DNV·GL-Comment
1 2.1	3. Para: Please remove Magnesium, because Magnesium anodes will lead to over-protection, i.e. polarisation more negativ than the acceptable value of -1,15 V (Magnesium anodes will lead to -1,6 V). See DNV-RP-B401 [13], Chapter 5.4.2 and 5.6.
2 2.1	4. Para/last Point: Please correct "Cathodic protection with aluminium-based anodes"
3 2.1	Table: Method duplex system Please correct the "Specification" according to EN ISO 12944-5, Table A.7 for corrosion category C5-M and high expected durability H (see System No. A7.13).
4 2.1	Table: Submerged zone Please correct nominal dry film thickness: min. 450 mm in case of System A6.07.
5 2.2	Please start this chapter with "surface preparation shall be in accordance to Norsok M-501 [12]". Please correct this reference in Chapter 1.4. "Rev.No.6" not Rev. No.5 (2004).

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00187-MA-EN	00	WEIGHT REPORT FOR TOPSIDES

Reference	DNV·GL-Comment
1	Figure 3-2 - Topside Views Please add all remaining views (looking North, South and East) in the weight report. Please add below the figures also for the view directions North&South and East&West the respective wind areas for the topsides. **Addition, 28.01.2016, MHIET** The remaining views together with respective wind areas shall be included in the respective design documentation. A load management strategy should be included in a report "Load management and weight report" but could be also included in other documents of the design documentation.
2	Load plans have been included in the weight report. But only for the laydown areas a specified load has been included in the load plan. Please add also for the remaining areas the local and global design loads as they are mentioned in the inplace report. This will help the owner to decide later which loads are possible on each area and to install a load management (e.g. important for treat ment of ice and snow loads as they are not considered currently). Please add for each room/area the respective size in [m²]. The room size together with local&global loads can be also added to the §5 "Section and Area Definition" of the weight report.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00189-MA-EN	00	SAFETY STRATEGY

Reference	DNV·GL-Comment
1	7.4.1 The paint or spray shall shall be in line with the FTP Code and have a type approval for such application
2	7.4.3 Outer weak walls shall not impaire escape routes

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00192-MA-EN	00	STRUCTURAL ANALYSES FOR TOPSIDES

Reference	DNV·GL-Comment
1	Treatment of Ice and Snow loads "Ice and snow loads are not considered in the present analysis." As requested by DNV GL ice and snow loads shall be considered for the design in any case. But the handling of ice and snow loads can be treated as stated hereafter: 1) If from a met-ocean assessor a statement shows, that no ice or snow loads can occurs, then no ice and snow loads can be considered. But until now we have no statement. 2) For the global load transfer to the jacket the ice and snow can be compared with the live loads and this shall be included in a load management strategy. This strategy should consider the live loads which are possible during maintenance and it should be decided, if they can occur during ice and snow loads. In any case it shall be assessed, that no overutilizations exist.
4	Color Coded 3D-Model Please add to Figure 5-1 the sections of the members to the different colores or add a separete 3D-model.
5	Information regarding the min/max ambient air temperature shall be included.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00193-MA-EN	00	BASIC DESIGN FOR JACKET NATURAL FREQUENCY ANALYSIS REPORT

Reference	DNV·GL-Comment
1	Topsides Weight Please include explicit the topsides weight in the report and not only a reference.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00194-MA-EN	00	CAUSE AND EFFECT DIAGRAM FAS (01 TO 32)

Reference	DNV·GL-Comment
2	Each room with inert gas release should have an additional alarm at each entrance to the room.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00196-MA-EN	00	SCOUR ASSESSMENT AROUND JACKET FOUNDATIONS

Reference	DNV·GL-Comment
1	Please remove red markers for track changes.

Document No.	Revision	Title
ONL-TTB-00197-MA-EN	00	JACKET INPLACE ANALYSIS REPORT

Reference	DNV·GL-Comment
1	Wind Loads Please include the wind loads from the topside explicit in the report.

Reference	DNV·GL-Comment
2	Design Temperature We are missing a defined ambient design temperature as required with the design basis. Please include this temperature.
3	Design Utilizations The design utilizations in figure 8-1 showing overutilizations with 6%. For the basic design stage a utilization of 80-90 % is good engineering praxis. The overutilization shall be in accordance with agreed codes and standards and shall not exceed 100% unless not otherwise noted.
3	Marine Growth The marine growth thickness ranges from 150mm (-1(?)m to -6m) to 50mm (-6m to -30m). Please check table 4-11 against the DNV-RP-C205 April 2014. The marine growth thickness ranges from 100mm (+2m to -40m) to 50mm (below -40m). Please be aware that these values are given for a location between 56 to 59 °N. this project is proposed to be installed at 51.5 °N. It is advisable to obtain site specific information. As no site specific value has been provided this should be confirmed during the detail design. Addition, 28.01.2016, MHIET As the met-ocean report was not available during the review of the design documentation the comment remain open and shall be followed up during the detail design phase.

Documents in this report: 32

KwB-Interlink-RPL

Initial

SUBMARINE CABLE ROUTE
ROUTE ENGINEERING DOCUMENT
ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS
DATE:	5-3-2021 16:20:00
BY:	101706



Geodetic Note: Coordinate System	
Projection:	ETRS_1989_UTM_Zone_31N
Central Meridian:	3° E
Lattitude of Origin:	0° N
False Easting:	500000 metres
False Northing:	0 metres
Central Scale Factor:	0,9996
Datum:	GRS_1980
Spheroid:	GRS_1980
Semi-major axis:	6378137
Inverse Flattening:	298,257222101

Lat/Lon Coordinates in the RPList are all WGS84 based

Geodetic Transformation: ETRS to ED50		
Source Datum:	ETRS1989	
Target Datum:	ED50	
Source projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Target projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Datum Transformation Parameters:		
Shift dX:	89,5m	
Shift dY:	93,8m	
Shift dZ:	123,1m	
Rotation rX:	0 arcsec	
Rotation rY:	0 arcsec	
Rotation rZ:	0,156 arcsec	

Scale Factor:	-1,2 ppm

L-AC

HKwB-Interlink-RPL-A02

Initial

Date	User	Comments
2-7-2020 9:07:00	101706	created new route DTS_HKwB-Interlink-RPL-A01
5-3-2021 16:20:00	101706	Route survey targ avoid,sandwaves reroutng and connection to land RPL

ROUTE POSITION LIST (RPL) ABBREVIATIONS	
RPL NAMING CONVENTION	**RPL Issue**
DESK TOP STUDY RPLs	DTS(1,2...)
SURVEY ROUTE RPLs - (Agreed survey route with subsequent changes, during survey ops)	SR(1,2...)
POST SURVEY ROUTE RPLs - (incl. Slack, PLUP/DN, Bus, transitions and Repeaters etc)	PSR(1,2...)
AS-BUILT RPL - (Manufactured lengths)	AB(1,2...)
POST-LOAD RPLs - (Loaded cable lengths)	PL(1,2...)
AS-LAID RPLs - (subsequent issue numbers reflect repairs/changes)	AL(1,2...)

Abbreviation Abkürzung	**Meaning**	**Erklärung**	**Typical Use**	**MakaiPlan Type**
AB-xxx	As-Built	Bestandslage		
AC	Alter Course	Kurswechsel		
AF	As Found (Cable) by MAG / SSS	Detektierte Kreuzung	CX NorNed AF MAG	Ref
AL-xxx	As-Laid			
BAS	Burial Assessment Survey	Untersuchung zur Kabelverlegbarkeit		
BJ	Beach Joint	Strand-Muffe		Body
BMH	Beach ManHole	Muffengrube	BMH Hilgenriedersiel	
CC	Cable Corridor	Kabelkorridor	Enter CC	Ref
CL	Centre Line	Zentrallinie		
CX	Cable Crossing	Kabelkreuzung	CX Old Cable OOS DB	Ref
DB	Database position of cable	Kabelkreuzung laut Datenbank	CX Old Cable OOS DB	
DE	Duct End	Rohrende	DE	Ref
DS	Duct Start	Rohranfang	DS	Ref
DTS	Desk Top Study	Studie zur Voruntersuchung		
EEZ	Exclusive Economic Zone	Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	EEZ Country MB	Ref
EOB	End of burial	Endpunkt der Kabeleinspülung	PLUP EOB	Ref
EP	End Pipe	Lehrrohrende		
FS	Final Splice	End-Muffe	FS Segment Name	Body
FSPL	Fibre Splice	Glasfaser-Muffe		Body
IS	In-Service	in Betrieb	IS Segment Name	Body
JB-xxx	Joint Box	Muffe	JB-001 Any other comment	Body
JT	J-Tube	Kabeleinzugsröhre		
KP	Kilometre Point	Stationierung		
LC	Land Cable (instead of Land)	Landkabel		Cable
LP	Landing Point	Anlandepunkt	LP Norderney North Beach	Ref
MAG	Magnetometer Identified Cable	Magnetometer-Fund (Kabelkreuzung)	CX Unidentified MAG	
MB	Maritime Boundary	Seegrenze	TW Country MB	Ref
OOS	Out of Service	außer Betrieb	CX Old Cable OOS DB	
OWF/OWP	Offshore Wind Farm / Park	Offshore Windfarm / -park		
PF	Platform (converter)	(Konverter-) Plattform	PF BorWin x	
PLB	Post Lay Burial	nachträgliches Einspülen	PLB Start	Ref
PLDN	Plough Down	Pflug/ Schwert runter	PLDN	Ref
PLGR	PreLay Grapnel Run	Räumungs-Fahrt vor dem Verlegen		
PLI	Post-Lay Inspection	Nachkontrolle (Verlegung)		
PLIB	Post Lay Inspection and Burial	Nachkontrolle und Einspülen		
PLUP	Plough Up	Pflug/ Schwert hoch	PLUP	Ref
PN	Planned cable	Kreuzung mit geplantem Kabel	CX Planned cable name PN	Ref
PSR-xxx	Post Survey Route	RPL nach Survey		
PX	Pipeline Crossing	Pipeline-Kreuzung	PX Pipeline name	Ref
RD	Rock Dump	Steinschüttung		Cable
RPL	Route Position List	Trassierungs-Liste		
RPTR-xxx	Repeater	Verstärker	RPTR-001	Body
SC	Slack Change	Veränderung des Durchhangs	SC 3%	Ref
SE	Shore End	Flachwasser-Ende		Ref
SLD	Straight Line Diagram	Liniendiagramm		
SOB	Start of burial	Einspülbeginn	PLDN SOB	Ref
SP	Start pipe	Lehrrohranfang	SP	Ref
SR-xxx	Survey Route	Vermessungs-Trasse		
SSS	Side Scan Sonar Identified Cable	Seitensichtsonar Kabelfund	CX Cable name AF SSS	Ref
TPA	Traffic Precautionary Area	Verkehrsvorrang-Gebiet	Enter TPA	
TR	Transition	Übergang (Einspülung)	TR LWP-40/LW--40	Body
TSS	Traffic Separation Scheme	Verkehrstrennungs-System	Enter TSS	
TSZ	Traffic Separation Zone	Verkehrstrennungsgebiet (VTG)	Enter TSZ	
WD	Water Depth	Wassertiefe	WD 20 m	Ref
WK	Wreck	Wrack	WK Wreck name	Ref

HKwB-Interlink-RPL-A02

Initial

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
1	52° 36,828' N	3° 44,229' E	549910,24	5829565,67			0,000			0,000		Estimated J-tube entry HKwB
					0,0	0,201		0	0,201			
2	52° 36,936' N	3° 44,229' E	549908,31	5829766,40			0,201			0,201		
					2,2	0,038		0	0,038			
3	52° 36,957' N	3° 44,23' E	549909,42	5829804,73			0,239			0,239		
					6,6	0,038		0	0,038			
4	52° 36,978' N	3° 44,234' E	549913,45	5829842,86			0,277			0,277		
					8,8	0,559		0	0,559			
5	52° 37,276' N	3° 44,31' E	549993,57	5830396,11			0,836			0,836		
					5,5	0,063		0	0,063			
6	52° 37,31' N	3° 44,316' E	549998,99	5830459,14			0,900			0,900		
					9,1	0,063		0	0,063			
7	52° 37,343' N	3° 44,325' E	550008,39	5830521,70			0,963			0,963		
					12,8	0,063		0	0,063			
8	52° 37,376' N	3° 44,337' E	550021,72	5830583,55			1,026			1,026		
					13,5	0,131		0	0,131			
9	52° 37,445' N	3° 44,364' E	550050,94	5830711,14			1,157			1,157		
					16,3	0,050		0	0,050			
10	52° 37,471' N	3° 44,376' E	550064,49	5830759,16			1,207			1,207		
					22,1	0,050		0	0,050			
11	52° 37,496' N	3° 44,393' E	550082,76	5830805,58			1,257			1,257		
					24,9	0,286		0	0,286			
12	52° 37,636' N	3° 44,5' E	550200,47	5831065,81			1,543			1,543		
					23,4	0,056		0	0,056			
13	52° 37,663' N	3° 44,52' E	550222,24	5831117,51			1,599			1,599		
					26,6	0,056		0	0,056			
14	52° 37,69' N	3° 44,542' E	550246,88	5831167,91			1,655			1,655		
					29,9	0,056		0	0,056			
15	52° 37,717' N	3° 44,567' E	550274,31	5831216,85			1,711			1,711		
					33,1	0,050		0	0,050			
16	52° 37,739' N	3° 44,591' E	550301,29	5831259,24			1,761			1,761		

					32,5	0,010		0	0,010			
17	52° 37,744' N	3° 44,596' E	550306,56	5831267,71			1,771			1,771		
					31,9	0,548		0	0,548			
18	52° 37,995' N	3° 44,852' E	550591,38	5831735,48			2,319			2,319		
					34,6	0,047		0	0,047			
19	52° 38,015' N	3° 44,876' E	550617,53	5831774,23			2,365			2,365		
					37,3	0,567		0	0,567			
20	52° 38,259' N	3° 45,18' E	550956,19	5832228,64			2,932			2,932		
					35,4	0,034		0	0,034			
21	52° 38,273' N	3° 45,198' E	550975,42	5832256,35			2,966			2,966		
					33,4	1,387		0	1,387			
22	52° 38,898' N	3° 45,875' E	551727,15	5833421,51			4,353			4,353		
					36,4	0,052		0	0,052			
23	52° 38,92' N	3° 45,902' E	551757,30	5833463,35			4,404			4,404		
					42,3	0,052		0	0,052			
24	52° 38,941' N	3° 45,933' E	551791,60	5833501,85			4,456			4,456		
					45,3	0,115		0	0,115			
25	52° 38,984' N	3° 46,005' E	551872,27	5833583,50			4,570			4,570		
					42,5	0,049		0	0,049			
26	52° 39,004' N	3° 46,035' E	551904,85	5833619,88			4,619			4,619		
					36,9	0,049		0	0,049			
27	52° 39,025' N	3° 46,061' E	551933,73	5833659,26			4,668			4,668		
					31,3	0,049		0	0,049			
28	52° 39,047' N	3° 46,083' E	551958,63	5833701,27			4,717			4,717		
					28,5	0,029		0	0,029			
29	52° 39,061' N	3° 46,095' E	551972,32	5833727,17			4,746			4,746		
					30,9	0,043		0	0,043			
30	52° 39,081' N	3° 46,115' E	551994,03	5833764,28			4,789			4,789		
					35,9	0,043		0	0,043			
31	52° 39,1' N	3° 46,137' E	552018,85	5833799,40			4,832			4,832		
					38,3	0,819		0	0,819			
32	52° 39,446' N	3° 46,588' E	552519,84	5834447,26			5,651			5,651		
					40,2	0,032		0	0,032			

33	52° 39,459' N	3° 46,606' E	552540,13	5834471,83			5,683			5,683		
					42,0	0,113		0	0,113			
34	52° 39,505' N	3° 46,673' E	552614,87	5834556,71			5,796			5,796		PL0207_PR+PL0207_UM - 8"+2" - Gas (IS)
					42,0	0,510		0	0,510			
35	52° 39,709' N	3° 46,976' E	552951,97	5834939,53			6,306			6,306		
					39,9	1,787		0	1,787			
36	52° 40,449' N	3° 47,993' E	554082,79	5836323,42			8,093			8,093		
					38,1	0,062		0	0,062			
37	52° 40,475' N	3° 48,027' E	554120,63	5836372,77			8,156			8,156		
					34,5	0,062		0	0,062			
38	52° 40,503' N	3° 48,058' E	554155,32	5836424,38			8,218			8,218		
					31,0	0,016		0	0,016			
39	52° 40,51' N	3° 48,065' E	554163,43	5836438,24			8,234			8,234		
					28,3	0,046		0	0,046			
40	52° 40,532' N	3° 48,085' E	554184,81	5836478,95			8,280			8,280		
					23,1	0,046		0	0,046			
41	52° 40,555' N	3° 48,101' E	554202,36	5836521,45			8,326			8,326		
					20,4	0,202		0	0,202			
42	52° 40,657' N	3° 48,163' E	554270,95	5836711,94			8,528			8,528		
					22,4	0,033		0	0,033			
43	52° 40,674' N	3° 48,175' E	554283,30	5836742,95			8,562			8,562		
					26,2	0,033		0	0,033			
44	52° 40,69' N	3° 48,188' E	554297,69	5836773,06			8,595			8,595		
					28,1	0,182		0	0,182			
45	52° 40,777' N	3° 48,264' E	554381,49	5836934,36			8,777			8,777		Estimated J-tube entry HKwA

HKwB-Interlink-RPL-A02

Initial

Latitude [DD]	Longitude [DD]
52,613802	3,737149
52,615606	3,737150
52,615951	3,737172
52,616293	3,737238
52,621259	3,738505
52,621825	3,738594
52,622387	3,738743
52,622941	3,738949
52,624086	3,739400
52,624516	3,739607
52,624932	3,739884
52,627260	3,741663
52,627723	3,741992
52,628174	3,742364
52,628611	3,742776
52,628990	3,743181

HKwB-Interlink-RPL-A02

Initial

52,629065	3,743261
52,633244	3,747540
52,633589	3,747932
52,637643	3,753006
52,637890	3,753294
52,648293	3,764585
52,648666	3,765037
52,649009	3,765550
52,649735	3,766755
52,650059	3,767242
52,650410	3,767675
52,650785	3,768050
52,651017	3,768256
52,651348	3,768583
52,651662	3,768956
52,657437	3,776464

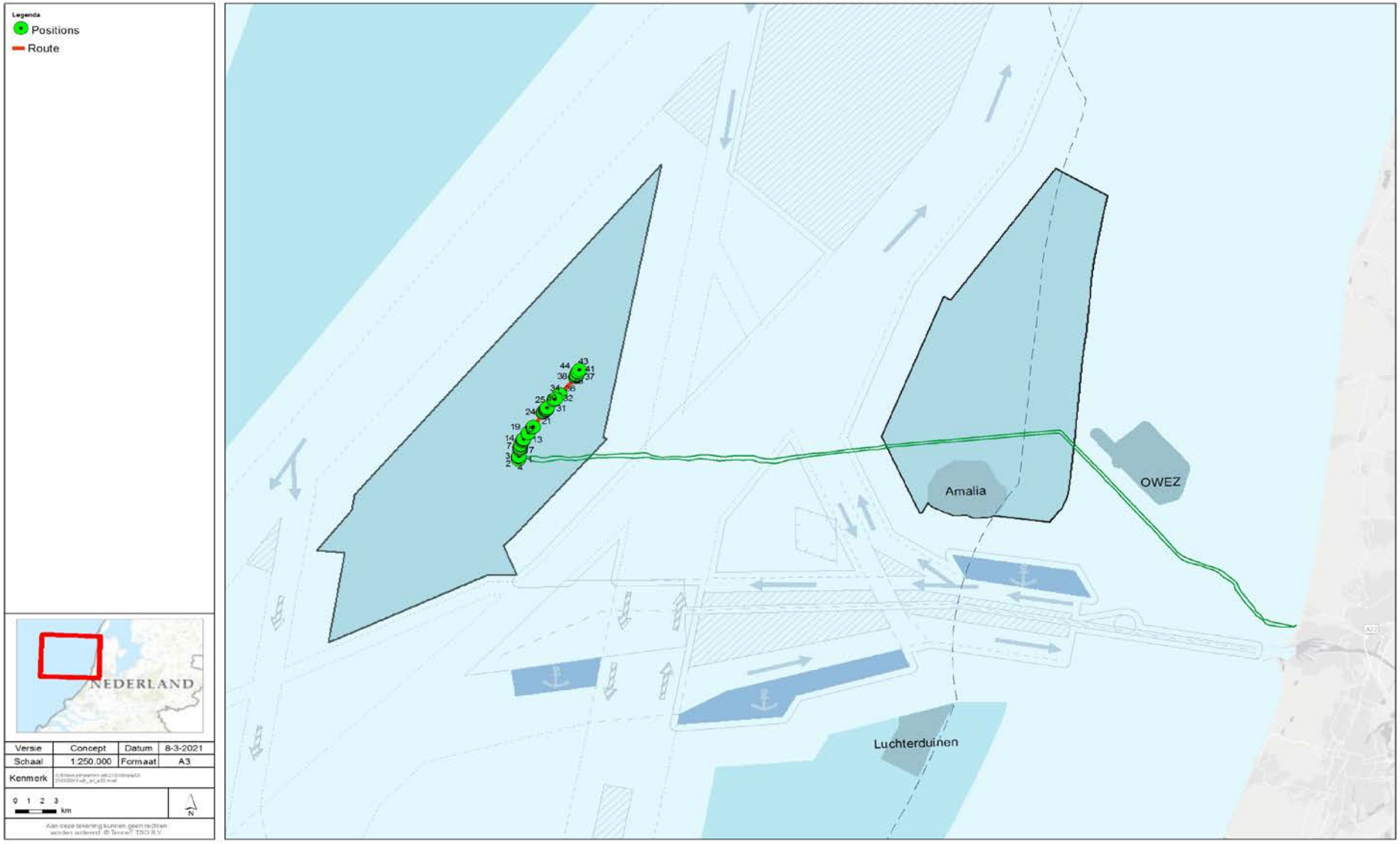
HKwB-Interlink-RPL-A02

Initial

52,657656	3,776768
52,658412	3,777886
52,661820	3,782931
52,674148	3,799876
52,674588	3,800444
52,675049	3,800965
52,675172	3,801088
52,675536	3,801410
52,675916	3,801677
52,677622	3,802723
52,677899	3,802911
52,678169	3,803128
52,679610	3,804394

HKwB

RPL A02 HKwB Interlink



HKwB1-RPL-A0

IInitial

SUBMARINE CABLE ROUTE
ROUTE ENGINEERING DOCUMENT
ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS
DATE:	5-3-2021 16:39:00
BY:	101706



Geodetic Note: Coordinate System	
Projection:	ETRS_1989_UTM_Zone_31N
Central Meridian:	3° E
Lattitude of Origin:	0° N
False Easting:	500000 metres
False Northing:	0 metres
Central Scale Factor:	0,9996
Datum:	GRS_1980
Spheroid:	GRS_1980
Semi-major axis:	6378137
Inverse Flattening:	298,257222101

Lat/Lon Coordinates in the RPList are all WGS84 based

Geodetic Transformation: ETRS to ED50		
Source Datum:	ETRS1989	
Target Datum:	ED50	
Source projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Target projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Datum Transformation Parameters:		
Shift dX:	89,5m	
Shift dY:	93,8m	
Shift dZ:	123,1m	
Rotation rX:	0 arcsec	
Rotation rY:	0 arcsec	
Rotation rZ:	0,156 arcsec	

Scale Factor:	-1,2 ppm

)2

HKwB1-RPL-A02

IInitial

Date	User	Comments
1-7-2020 16:05:00	101706	created new route DTS_HKwB1-RPL-A01
5-3-2021 16:39:00	101706	Route survey targ avoid,sandwaves reroutng and connection to land RPL

ROUTE POSITION LIST (RPL) ABBREVIATIONS	
RPL NAMING CONVENTION	**RPL Issue**
DESK TOP STUDY RPLs	DTS(1,2...)
SURVEY ROUTE RPLs - (Agreed survey route with subsequent changes, during survey ops)	SR(1,2...)
POST SURVEY ROUTE RPLs - (incl. Slack, PLUP/DN, Bus, transitions and Repeaters etc)	PSR(1,2...)
AS-BUILT RPL - (Manufactured lengths)	AB(1,2...)
POST-LOAD RPLs - (Loaded cable lengths)	PL(1,2...)
AS-LAID RPLs - (subsequent issue numbers reflect repairs/changes)	AL(1,2...)

Abbreviation Abkürzung	**Meaning**	**Erklärung**	**Typical Use**	**MakaiPlan Type**
AB-xxx	As-Built	Bestandslage		
AC	Alter Course	Kurswechsel		
AF	As Found (Cable) by MAG / SSS	Detektierte Kreuzung	CX NorNed AF MAG	Ref
AL-xxx	As-Laid			
BAS	Burial Assessment Survey	Untersuchung zur Kabelverlegbarkeit		
BJ	Beach Joint	Strand-Muffe		Body
BMH	Beach ManHole	Muffengrube	BMH Hilgenriedersiel	
CC	Cable Corridor	Kabelkorridor	Enter CC	Ref
CL	Centre Line	Zentrallinie		
CX	Cable Crossing	Kabelkreuzung	CX Old Cable OOS DB	Ref
DB	Database position of cable	Kabelkreuzung laut Datenbank	CX Old Cable OOS DB	
DE	Duct End	Rohrende	DE	Ref
DS	Duct Start	Rohranfang	DS	Ref
DTS	Desk Top Study	Studie zur Voruntersuchung		
EEZ	Exclusive Economic Zone	Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	EEZ Country MB	Ref
EOB	End of burial	Endpunkt der Kabeleinspülung	PLUP EOB	Ref
EP	End Pipe	Lehrrohrende		
FS	Final Splice	End-Muffe	FS Segment Name	Body
FSPL	Fibre Splice	Glasfaser-Muffe		Body
IS	In-Service	in Betrieb	IS Segment Name	Body
JB-xxx	Joint Box	Muffe	JB-001 Any other comment	Body
JT	J-Tube	Kabeleinzugsröhre		
KP	Kilometre Point	Stationierung		
LC	Land Cable (instead of Land)	Landkabel		Cable
LP	Landing Point	Anlandepunkt	LP Norderney North Beach	Ref
MAG	Magnetometer Identified Cable	Magnetometer-Fund (Kabelkreuzung)	CX Unidentified MAG	
MB	Maritime Boundary	Seegrenze	TW Country MB	Ref
OOS	Out of Service	außer Betrieb	CX Old Cable OOS DB	
OWF/OWP	Offshore Wind Farm / Park	Offshore Windfarm / -park		
PF	Platform (converter)	(Konverter-) Plattform	PF BorWin x	
PLB	Post Lay Burial	nachträgliches Einspülen	PLB Start	Ref
PLDN	Plough Down	Pflug/ Schwert runter	PLDN	Ref
PLGR	PreLay Grapnel Run	Räumungs-Fahrt vor dem Verlegen		
PLI	Post-Lay Inspection	Nachkontrolle (Verlegung)		
PLIB	Post Lay Inspection and Burial	Nachkontrolle und Einspülen		
PLUP	Plough Up	Pflug/ Schwert hoch	PLUP	Ref
PN	Planned cable	Kreuzung mit geplantem Kabel	CX Planned cable name PN	Ref
PSR-xxx	Post Survey Route	RPL nach Survey		
PX	Pipeline Crossing	Pipeline-Kreuzung	PX Pipeline name	Ref
RD	Rock Dump	Steinschüttung		Cable
RPL	Route Position List	Trassierungs-Liste		
RPTR-xxx	Repeater	Verstärker	RPTR-001	Body
SC	Slack Change	Veränderung des Durchhangs	SC 3%	Ref
SE	Shore End	Flachwasser-Ende		Ref
SLD	Straight Line Diagram	Liniendiagramm		
SOB	Start of burial	Einspülbeginn	PLDN SOB	Ref
SP	Start pipe	Lehrrohranfang	SP	Ref
SR-xxx	Survey Route	Vermessungs-Trasse		
SSS	Side Scan Sonar Identified Cable	Seitensichtsonar Kabelfund	CX Cable name AF SSS	Ref
TPA	Traffic Precautionary Area	Verkehrsvorrang-Gebiet	Enter TPA	
TR	Transition	Übergang (Einspülung)	TR LWP-40/LW--40	Body
TSS	Traffic Separation Scheme	Verkehrstrennungs-System	Enter TSS	
TSZ	Traffic Separation Zone	Verkehrstrennungsgebiet (VTG)	Enter TSZ	
WD	Water Depth	Wassertiefe	WD 20 m	Ref
WK	Wreck	Wrack	WK Wreck name	Ref

HKwB1-RPL-A02

IInitial

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
1	52° 29,027' N	4° 34,716' E	607195,73	5816020,53			0,000			0,000	0	
					239,2	0,123		0	0,123			
2	52° 28,994' N	4° 34,622' E	607091,64	5815955,35			0,123			0,123	0	
					241,4	0,045		0	0,045			
3	52° 28,982' N	4° 34,588' E	607052,73	5815933,03			0,168			0,168	0	
					245,6	0,015		0	0,015			
4	52° 28,979' N	4° 34,576' E	607039,59	5815926,71			0,182			0,182	0	
					253,9	0,015		0	0,015			
5	52° 28,977' N	4° 34,564' E	607025,67	5815922,38			0,197			0,197	0	
					262,3	0,015		0	0,015			
6	52° 28,976' N	4° 34,551' E	607011,27	5815920,11			0,211			0,211	0	
					270,7	0,015		0	0,015			
7	52° 28,976' N	4° 34,538' E	606996,70	5815919,96			0,226			0,226	0	
					279,0	0,015		0	0,015			
8	52° 28,977' N	4° 34,525' E	606982,25	5815921,94			0,241			0,241	0	
					283,2	0,070		0	0,070			
9	52° 28,985' N	4° 34,465' E	606913,72	5815936,45			0,311			0,311	0	Baseline 0m lat
					283,2	0,281		0	0,281			
10	52° 29,02' N	4° 34,223' E	606638,49	5815994,74			0,592			0,592	0	
					284,8	0,029		0	0,029			
11	52° 29,024' N	4° 34,198' E	606610,57	5816001,49			0,621			0,621	0	
					286,5	0,008		0	0,008			
12	52° 29,025' N	4° 34,191' E	606602,44	5816003,71			0,629			0,629	0	PL0233_UM - Umbilical (Planned)
					286,5	0,473		0	0,473			
13	52° 29,098' N	4° 33,791' E	606146,28	5816128,07			1,102			1,102	0	
					285,3	0,021		0	0,021			
14	52° 29,101' N	4° 33,773' E	606126,08	5816133,12			1,123			1,123	0	
					284,1	0,700		0	0,700			
15	52° 29,193' N	4° 33,173' E	605443,24	5816289,06			1,823			1,823	0	
					286,9	0,041		0	0,041			
16	52° 29,199' N	4° 33,139' E	605404,17	5816299,99			1,864			1,864	0	

HKwB1-RPL-A02

IInitial

					291,5	0,041		0	0,041			
17	52° 29,207' N	4° 33,105' E	605366,11	5816314,04			1,904			1,904	0	
					293,8	0,168		0	0,168			
18	52° 29,244' N	4° 32,97' E	605211,13	5816378,55			2,072			2,072	0	
					291,2	0,046		0	0,046			
19	52° 29,253' N	4° 32,931' E	605167,65	5816394,33			2,118			2,118	0	
					288,5	0,079		0	0,079			
20	52° 29,266' N	4° 32,865' E	605092,09	5816417,86			2,198			2,198	0	1 nm
					288,5	0,150		0	0,150			
21	52° 29,292' N	4° 32,739' E	604948,45	5816462,58			2,348			2,348	0	
					291,7	0,056		0	0,056			
22	52° 29,303' N	4° 32,693' E	604896,22	5816482,10			2,404			2,404	0	
					298,1	0,056		0	0,056			
23	52° 29,317' N	4° 32,65' E	604846,49	5816507,31			2,460			2,460	0	
					304,5	0,056		0	0,056			
24	52° 29,334' N	4° 32,609' E	604799,88	5816537,90			2,515			2,515	0	
					307,7	0,027		0	0,027			
25	52° 29,343' N	4° 32,59' E	604777,99	5816554,08			2,542			2,542	0	
					315,4	0,034		0	0,034			
26	52° 29,357' N	4° 32,569' E	604753,26	5816578,09			2,577			2,577	0	
					317,3	0,009		0	0,009			
27	52° 29,36' N	4° 32,564' E	604747,03	5816584,57			2,586			2,586	0	
					320,1	0,049		0	0,049			
28	52° 29,38' N	4° 32,536' E	604714,90	5816621,43			2,635			2,635	0	
					325,8	0,049		0	0,049			
29	52° 29,402' N	4° 32,512' E	604686,52	5816661,25			2,684			2,684	0	
					331,4	0,049		0	0,049			
30	52° 29,425' N	4° 32,491' E	604662,17	5816703,65			2,733			2,733	0	
					334,2	0,039		0	0,039			
31	52° 29,444' N	4° 32,476' E	604644,58	5816738,08			2,771			2,771	0	
					332,9	0,054		0	0,054			
32	52° 29,47' N	4° 32,454' E	604618,91	5816785,67			2,825			2,825	0	
					326,7	0,054		0	0,054			

33	52° 29,494' N	4° 32,428' E	604588,25	5816830,21			2,879			2,879	0	
					320,5	0,054		0	0,054			
34	52° 29,517' N	4° 32,398' E	604552,96	5816871,17			2,933			2,933	0	
					314,3	0,054		0	0,054			
35	52° 29,537' N	4° 32,363' E	604513,45	5816908,09			2,988			2,988	0	
					311,2	0,098		0	0,098			
36	52° 29,572' N	4° 32,298' E	604438,42	5816970,96			3,085			3,085	0	
					314,9	0,183		0	0,183			
37	52° 29,642' N	4° 32,184' E	604306,16	5817097,44			3,268			3,268	0	
					321,2	0,058		0	0,058			
38	52° 29,666' N	4° 32,152' E	604269,10	5817141,52			3,326			3,326	0	
					327,8	0,058		0	0,058			
39	52° 29,692' N	4° 32,125' E	604237,36	5817189,57			3,384			3,384	0	
					334,4	0,058		0	0,058			
40	52° 29,72' N	4° 32,103' E	604211,35	5817240,96			3,441			3,441	0	
					337,7	0,009		0	0,009			
41	52° 29,725' N	4° 32,1' E	604207,72	5817249,30			3,450			3,450	0	3 Km
					337,7	0,096		0	0,096			
42	52° 29,773' N	4° 32,067' E	604169,26	5817337,56			3,547			3,547	0	
					335,0	0,046		0	0,046			
43	52° 29,795' N	4° 32,05' E	604148,97	5817378,82			3,593			3,593	0	
					329,8	0,046		0	0,046			
44	52° 29,817' N	4° 32,03' E	604124,98	5817418,04			3,639			3,639	0	
					327,1	0,455		0	0,455			
45	52° 30,023' N	4° 31,811' E	603869,93	5817794,94			4,094			4,094	0	
					326,1	0,018		0	0,018			
46	52° 30,031' N	4° 31,802' E	603859,35	5817809,98			4,112			4,112	0	
					325,0	1,221		0	1,221			
47	52° 30,57' N	4° 31,184' E	603138,58	5818794,99			5,333			5,333	0	
					328,2	0,055		0	0,055			
48	52° 30,596' N	4° 31,158' E	603108,61	5818841,06			5,388			5,388	0	
					331,3	0,208		0	0,208			
49	52° 30,694' N	4° 31,07' E	603004,85	5819021,55			5,596			5,596	0	

					334,3	0,052		0	0,052			
50	52° 30,719' N	4° 31,05' E	602981,52	5819067,46			5,647			5,647	0	
					340,2	0,052		0	0,052			
51	52° 30,745' N	4° 31,035' E	602963,03	5819115,53			5,699			5,699	0	
					343,1	0,006		0	0,006			
52	52° 30,748' N	4° 31,033' E	602961,28	5819120,89			5,704			5,704	0	Prinses Amalia Windp (vh Q7-WP) - Power Cable (IS)
					343,1	0,183		0	0,183			
53	52° 30,843' N	4° 30,986' E	602904,55	5819294,62			5,887			5,887	0	
					341,1	0,035		0	0,035			
54	52° 30,861' N	4° 30,976' E	602892,38	5819327,85			5,923			5,923	0	
					337,0	0,035		0	0,035			
55	52° 30,878' N	4° 30,964' E	602877,89	5819360,13			5,958			5,958	0	
					335,0	0,157		0	0,157			
56	52° 30,955' N	4° 30,905' E	602808,50	5819501,19			6,115			6,115	0	
					332,0	0,052		0	0,052			
57	52° 30,98' N	4° 30,884' E	602783,29	5819546,37			6,167			6,167	0	
					326,1	0,052		0	0,052			
58	52° 31,003' N	4° 30,858' E	602753,54	5819588,70			6,219			6,219	0	
					320,2	0,052		0	0,052			
59	52° 31,024' N	4° 30,829' E	602719,58	5819627,73			6,270			6,270	0	
					314,2	0,052		0	0,052			
60	52° 31,044' N	4° 30,796' E	602681,77	5819663,05			6,322			6,322	0	
					311,3	0,178		0	0,178			
61	52° 31,107' N	4° 30,678' E	602545,35	5819777,83			6,500			6,500	0	HKWB Western border Coastal Traffic zone
					311,3	0,800		0	0,800			
62	52° 31,392' N	4° 30,146' E	601933,23	5820292,87			7,300			7,300	0	
					310,3	0,115		0	0,115			
63	52° 31,432' N	4° 30,069' E	601844,14	5820365,32			7,415			7,415	0	
					307,3	0,115		0	0,115			
64	52° 31,469' N	4° 29,988' E	601751,40	5820433,03			7,530			7,530	0	
					304,3	0,115		0	0,115			
65	52° 31,504' N	4° 29,904' E	601655,25	5820495,80			7,645			7,645	0	

					301,3	0,115		0	0,115			
66	52° 31,537' N	4° 29,817' E	601555,95	5820553,47			7,760			7,760	0	
					298,3	0,115		0	0,115			
67	52° 31,566' N	4° 29,728' E	601453,78	5820605,88			7,874			7,874	0	
					295,4	0,115		0	0,115			
68	52° 31,592' N	4° 29,636' E	601349,02	5820652,89			7,989			7,989	0	
					292,4	0,115		0	0,115			
69	52° 31,616' N	4° 29,542' E	601241,95	5820694,37			8,104			8,104	0	
					290,2	0,774		0	0,774			
70	52° 31,76' N	4° 28,9' E	600509,96	5820946,54			8,878			8,878	0	
					293,7	0,061		0	0,061			
71	52° 31,773' N	4° 28,85' E	600453,16	5820970,11			8,940			8,940	0	
					297,2	0,263		0	0,263			
72	52° 31,838' N	4° 28,643' E	600216,89	5821085,65			9,203			9,203	0	
					294,4	0,049		0	0,049			
73	52° 31,849' N	4° 28,603' E	600171,53	5821105,12			9,252			9,252	0	
					291,6	0,513		0	0,513			
74	52° 31,951' N	4° 28,182' E	599690,77	5821283,92			9,765			9,765	0	PL0025_PR - 20" - Oil (IS)
					291,6	0,392		0	0,392			
75	52° 32,029' N	4° 27,859' E	599323,71	5821420,43			10,157			10,157	0	
					293,8	0,040		0	0,040			
76	52° 32,037' N	4° 27,827' E	599287,23	5821435,66			10,196			10,196	0	
					298,4	0,040		0	0,040			
77	52° 32,047' N	4° 27,797' E	599252,06	5821453,73			10,236			10,236	0	
					300,6	0,377		0	0,377			
78	52° 32,151' N	4° 27,509' E	598923,53	5821639,32			10,613			10,613	0	
					304,0	0,058		0	0,058			
79	52° 32,169' N	4° 27,467' E	598874,55	5821670,90			10,671			10,671	0	
					307,3	0,475		0	0,475			
80	52° 32,324' N	4° 27,133' E	598490,98	5821951,06			11,146			11,146	0	
					310,0	0,047		0	0,047			
81	52° 32,34' N	4° 27,101' E	598454,40	5821980,51			11,193			11,193	0	
					315,4	0,047		0	0,047			

82	52° 32,358' N	4° 27,071' E	598420,74	5822013,27			11,240			11,240	0	
					320,8	0,047		0	0,047			
83	52° 32,378' N	4° 27,045' E	598390,30	5822049,04			11,287			11,287	0	
					323,4	0,646		0	0,646			
84	52° 32,658' N	4° 26,705' E	597995,40	5822559,92			11,933			11,933	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)
					323,4	0,781		0	0,781			
85	52° 32,996' N	4° 26,294' E	597517,83	5823177,75			12,714			12,714	0	
					322,3	0,020		0	0,020			
86	52° 33,004' N	4° 26,283' E	597505,48	5823193,10			12,734			12,734	0	
					321,2	0,344		0	0,344			
87	52° 33,149' N	4° 26,092' E	597284,47	5823456,85			13,078			13,078	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B1 - Fiber Optic (IS)
					321,2	0,436		0	0,436			
88	52° 33,332' N	4° 25,85' E	597004,52	5823790,94			13,514			13,514	0	
					320,4	1,194		0	1,194			
89	52° 33,828' N	4° 25,176' E	596224,46	5824695,44			14,708			14,708	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B2 - Fiber Optic (IS)
					320,3	2,733		0	2,733			
90	52° 34,963' N	4° 23,632' E	594439,78	5826764,82			17,441			17,441	0	
					320,4	0,001		0	0,001			
91	52° 34,963' N	4° 23,632' E	594439,29	5826765,39			17,441			17,441	0	
					320,4	1,525		0	1,525			
92	52° 35,597' N	4° 22,771' E	593444,91	5827921,86			18,967			18,967	0	
					321,6	0,021		0	0,021			
93	52° 35,606' N	4° 22,759' E	593431,65	5827937,94			18,987			18,987	0	
					322,8	0,191		0	0,191			
94	52° 35,688' N	4° 22,657' E	593313,41	5828087,65			19,178			19,178	0	
					319,7	0,054		0	0,054			
95	52° 35,71' N	4° 22,626' E	593277,62	5828128,24			19,232			19,232	0	
					316,6	0,170		0	0,170			
96	52° 35,777' N	4° 22,523' E	593158,35	5828249,59			19,402			19,402	0	
					318,3	0,029		0	0,029			
97	52° 35,789' N	4° 22,505' E	593138,34	5828271,18			19,432			19,432	0	
					320,0	1,527		0	1,527			

98	52° 36,419' N	4° 21,635' E	592133,77	5829421,39			20,959			20,959	0	
					319,4	0,009		0	0,009			
99	52° 36,423' N	4° 21,63' E	592127,63	5829428,29			20,968			20,968	0	
					318,9	1,949		0	1,949			
100	52° 37,215' N	4° 20,494' E	590818,41	5830872,60			22,918			22,918	0	Entrance designed wind energy area HKN
					318,9	0,386		0	0,386			
101	52° 37,372' N	4° 20,269' E	590559,07	5831158,70			23,304			23,304	0	
					320,7	0,028		0	0,028			
102	52° 37,383' N	4° 20,253' E	590541,04	5831179,95			23,332			23,332	0	
					322,3	0,812		0	0,812			
103	52° 37,73' N	4° 19,813' E	590033,18	5831813,44			24,144			24,144	0	
					318,8	0,062		0	0,062			
104	52° 37,755' N	4° 19,777' E	589991,82	5831858,98			24,205			24,205	0	
					311,8	0,062		0	0,062			
105	52° 37,777' N	4° 19,737' E	589945,18	5831899,10			24,267			24,267	0	
					304,7	0,025		0	0,025			
106	52° 37,785' N	4° 19,719' E	589924,77	5831912,68			24,291			24,291	0	Rioja 3 - Fiber Optic (OOS) Rijkswaterstaat Open Source data
					304,7	0,037		0	0,037			
107	52° 37,796' N	4° 19,692' E	589893,96	5831933,19			24,328			24,328	0	
					297,6	0,062		0	0,062			
108	52° 37,811' N	4° 19,644' E	589838,94	5831960,73			24,390			24,390	0	
					290,6	0,017		0	0,017			
109	52° 37,815' N	4° 19,629' E	589822,93	5831966,41			24,407			24,407	0	Border sandwave area
					290,6	0,045		0	0,045			
110	52° 37,823' N	4° 19,592' E	589780,96	5831981,30			24,451			24,451	0	
					283,5	0,062		0	0,062			
111	52° 37,831' N	4° 19,539' E	589720,89	5831994,60			24,513			24,513	0	
					276,5	0,062		0	0,062			
112	52° 37,835' N	4° 19,485' E	589659,64	5832000,42			24,574			24,574	0	
					269,4	0,062		0	0,062			
113	52° 37,834' N	4° 19,431' E	589598,14	5831998,67			24,636			24,636	0	
					265,9	0,970		0	0,970			

HKwB1-RPL-A02

IInitial

114	52° 37,797' N	4° 18,573' E	588632,25	5831911,53			25,606			25,606	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B2 - Fiber Optic (IS)
					265,9	1,313		0	1,313			
115	52° 37,746' N	4° 17,412' E	587324,36	5831793,52			26,919			26,919	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)
					265,9	0,142		0	0,142			
116	52° 37,74' N	4° 17,287' E	587183,32	5831780,80			27,060			27,060	0	12 nM
					265,9	0,571		0	0,571			
117	52° 37,718' N	4° 16,783' E	586614,94	5831729,52			27,631			27,631	0	
					265,4	0,007		0	0,007			
118	52° 37,718' N	4° 16,776' E	586607,71	5831728,82			27,638			27,638	0	
					265,0	0,903		0	0,903			
119	52° 37,676' N	4° 15,979' E	585709,56	5831634,61			28,541			28,541	0	
					265,0	0,001		0	0,001			
120	52° 37,676' N	4° 15,978' E	585708,40	5831634,49			28,543			28,543	0	
					264,9	3,931		0	3,931			
121	52° 37,486' N	4° 12,508' E	581800,06	5831215,33			32,473			32,473	0	
					266,1	0,022		0	0,022			
122	52° 37,485' N	4° 12,488' E	581777,78	5831213,44			32,496			32,496	0	
					267,4	0,770		0	0,770			
123	52° 37,466' N	4° 11,806' E	581009,21	5831165,65			33,266			33,266	0	
					266,5	0,015		0	0,015			
124	52° 37,466' N	4° 11,793' E	580994,42	5831164,51			33,281			33,281	0	
					265,7	0,442		0	0,442			
125	52° 37,448' N	4° 11,403' E	580554,63	5831124,04			33,722			33,722	0	
					265,7	0,000		0	0,000			
126	52° 37,448' N	4° 11,403' E	580554,50	5831124,03			33,722			33,722	0	
					265,7	0,434		0	0,434			
127	52° 37,43' N	4° 11,019' E	580122,61	5831084,17			34,156			34,156	0	TAT14 Seg. J - Fiber Optic (IS)
					265,7	1,562		0	1,562			
128	52° 37,366' N	4° 9,639' E	578567,60	5830940,66			35,718			35,718	0	
					264,3	0,024		0	0,024			
129	52° 37,365' N	4° 9,618' E	578543,40	5830937,83			35,742			35,742	0	
					262,9	0,747		0	0,747			
130	52° 37,315' N	4° 8,96' E	577803,43	5830832,97			36,489			36,489	0	

					265,5	0,046		0	0,046			
131	52° 37,313' N	4° 8,92' E	577758,05	5830828,63			36,535			36,535	0	
					268,1	0,686		0	0,686			
132	52° 37,3' N	4° 8,313' E	577073,06	5830794,65			37,221			37,221	0	
					267,0	0,018		0	0,018			
133	52° 37,3' N	4° 8,297' E	577055,10	5830793,44			37,239			37,239	0	
					266,0	0,092		0	0,092			
134	52° 37,296' N	4° 8,216' E	576963,69	5830785,60			37,331			37,331	0	Exit designed wind energy area HKN
					266,0	0,109		0	0,109			
135	52° 37,292' N	4° 8,119' E	576854,89	5830776,26			37,440			37,440	0	
					263,6	0,085		0	0,085			
136	52° 37,287' N	4° 8,044' E	576770,53	5830765,39			37,525			37,525	0	
					258,7	0,085		0	0,085			
137	52° 37,278' N	4° 7,97' E	576687,39	5830747,39			37,610			37,610	0	
					256,2	0,381		0	0,381			
138	52° 37,229' N	4° 7,643' E	576319,05	5830651,08			37,991			37,991	0	
					258,1	0,064		0	0,064			
139	52° 37,222' N	4° 7,587' E	576256,97	5830636,94			38,054			38,054	0	
					261,7	0,064		0	0,064			
140	52° 37,217' N	4° 7,531' E	576194,12	5830626,78			38,118			38,118	0	
					263,5	0,220		0	0,220			
141	52° 37,204' N	4° 7,338' E	575976,38	5830598,67			38,338			38,338	0	
					265,0	1,446		0	1,446			
142	52° 37,136' N	4° 6,061' E	574537,88	5830450,00			39,784			39,784	0	500m East of Entrance Free Maritime Zone near Ijmuiden
					265,0	0,032		0	0,032			
143	52° 37,134' N	4° 6,033' E	574506,18	5830446,73			39,816			39,816	0	Rioja 3 - Fiber Optic (OOS) Rijkswaterstaat Open Source data
					265,0	0,548		0	0,548			
144	52° 37,108' N	4° 5,549' E	573960,79	5830390,36			40,364			40,364	0	
					263,4	0,055		0	0,055			
145	52° 37,105' N	4° 5,501' E	573905,91	5830383,15			40,419			40,419	0	
					261,8	1,116		0	1,116			
146	52° 37,019' N	4° 4,522' E	572803,99	5830207,20			41,535			41,535	0	

					261,6	0,002		0	0,002			
147	52° 37,019' N	4° 4,52' E	572801,66	5830206,82			41,538			41,538	0	
					261,5	0,347		0	0,347			
148	52° 36,991' N	4° 4,216' E	572459,58	5830150,55			41,884			41,884	0	
					264,0	0,086		0	0,086			
149	52° 36,986' N	4° 4,14' E	572374,48	5830140,27			41,970			41,970	0	
					266,4	1,074		0	1,074			
150	52° 36,95' N	4° 3,191' E	571303,79	5830057,34			43,044			43,044	0	
					263,5	0,050		0	0,050			
151	52° 36,947' N	4° 3,146' E	571254,05	5830050,96			43,094			43,094	0	
					260,7	0,390		0	0,390			
152	52° 36,913' N	4° 2,805' E	570869,81	5829981,98			43,484			43,484	0	
					262,3	0,043		0	0,043			
153	52° 36,91' N	4° 2,767' E	570827,38	5829975,58			43,527			43,527	0	
					264,7	0,403		0	0,403			
154	52° 36,89' N	4° 2,412' E	570426,34	5829932,67			43,931			43,931	0	500m West of Exit Free Maritime Zone near Ijmuiden
					264,7	0,028		0	0,028			
155	52° 36,888' N	4° 2,387' E	570398,13	5829929,65			43,959			43,959	0	
					263,1	0,029		0	0,029			
156	52° 36,886' N	4° 2,361' E	570369,53	5829925,76			43,988			43,988	0	
					261,4	0,548		0	0,548			
157	52° 36,842' N	4° 1,881' E	569828,76	5829836,08			44,536			44,536	0	
					261,4	0,000		0	0,000			
158	52° 36,842' N	4° 1,881' E	569828,39	5829836,02			44,536			44,536	0	
					261,4	0,822		0	0,822			
159	52° 36,776' N	4° 1,16' E	569017,43	5829702,17			45,358			45,358	0	
					261,7	0,004		0	0,004			
160	52° 36,776' N	4° 1,157' E	569013,71	5829701,57			45,362			45,362	0	
					261,9	0,233		0	0,233			
161	52° 36,758' N	4° 0,953' E	568783,60	5829665,37			45,595			45,595	0	500m East of Entrance Free shipping zone Texel to Ijmuiden
					261,9	0,090		0	0,090			
162	52° 36,751' N	4° 0,874' E	568695,09	5829651,44			45,685			45,685	0	

					264,9	0,053		0	0,053			
163	52° 36,749' N	4° 0,827' E	568642,57	5829646,00			45,737			45,737	0	
					267,9	0,325		0	0,325			
164	52° 36,742' N	4° 0,539' E	568317,68	5829629,62			46,063			46,063	0	
					271,2	0,057		0	0,057			
165	52° 36,743' N	4° 0,489' E	568260,34	5829630,02			46,120			46,120	0	
					277,8	0,057		0	0,057			
166	52° 36,747' N	4° 0,438' E	568203,42	5829636,98			46,177			46,177	0	
					281,1	0,392		0	0,392			
167	52° 36,788' N	4° 0,098' E	567817,95	5829706,77			46,569			46,569	0	
					283,1	0,036		0	0,036			
168	52° 36,792' N	4° 0,067' E	567782,77	5829714,45			46,605			46,605	0	
					287,2	0,036		0	0,036			
169	52° 36,798' N	4° 0,036' E	567748,23	5829724,65			46,641			46,641	0	
					289,3	0,160		0	0,160			
170	52° 36,826' N	3° 59,902' E	567596,59	5829775,44			46,801			46,801	0	Rioja 3 - Fiber Optic (OOS) Rijkswaterstaat Open Source data
					289,3	0,348		0	0,348			
171	52° 36,888' N	3° 59,612' E	567267,02	5829885,82			47,149			47,149	0	
					286,4	0,050		0	0,050			
172	52° 36,896' N	3° 59,569' E	567218,49	5829899,40			47,199			47,199	0	
					280,6	0,050		0	0,050			
173	52° 36,901' N	3° 59,525' E	567168,83	5829908,02			47,249			47,249	0	
					274,9	0,050		0	0,050			
174	52° 36,903' N	3° 59,48' E	567118,57	5829911,60			47,300			47,300	0	
					272,0	0,299		0	0,299			
175	52° 36,909' N	3° 59,215' E	566819,20	5829917,79			47,599			47,599	0	
					270,4	0,028		0	0,028			
176	52° 36,909' N	3° 59,191' E	566791,26	5829917,59			47,627			47,627	0	
					268,8	0,385		0	0,385			
177	52° 36,905' N	3° 58,849' E	566406,53	5829904,05			48,012			48,012	0	
					269,1	0,296		0	0,296			
178	52° 36,902' N	3° 58,587' E	566110,91	5829895,62			48,308			48,308	0	
					272,4	0,217		0	0,217			

179	52° 36,907' N	3° 58,396' E	565894,47	5829901,86			48,524			48,524	0	
					269,0	0,060		0	0,060			
180	52° 36,907' N	3° 58,342' E	565834,11	5829899,95			48,585			48,585	0	
					265,5	0,306		0	0,306			
181	52° 36,894' N	3° 58,072' E	565529,27	5829871,81			48,891			48,891	0	
					263,6	0,033		0	0,033			
182	52° 36,892' N	3° 58,043' E	565496,78	5829867,74			48,924			48,924	0	
					261,7	0,034		0	0,034			
183	52° 36,889' N	3° 58,014' E	565463,66	5829862,48			48,957			48,957	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)
					261,7	0,237		0	0,237			
184	52° 36,871' N	3° 57,806' E	565229,93	5829825,35			49,194			49,194	0	
					264,3	0,045		0	0,045			
185	52° 36,868' N	3° 57,766' E	565184,95	5829820,28			49,239			49,239	0	
					269,5	0,045		0	0,045			
186	52° 36,868' N	3° 57,726' E	565139,70	5829819,29			49,284			49,284	0	
					274,7	0,045		0	0,045			
187	52° 36,87' N	3° 57,686' E	565094,55	5829822,41			49,330			49,330	0	
					277,3	0,834		0	0,834			
188	52° 36,927' N	3° 56,953' E	564265,92	5829917,37			50,164			50,164	0	PANGEA Seg. 2 - Fiber Optic (IS) Rijkswaterstaat Open Source data
					277,3	0,408		0	0,408			
189	52° 36,955' N	3° 56,594' E	563860,68	5829963,82			50,572			50,572	0	
					274,7	0,045		0	0,045			
190	52° 36,957' N	3° 56,554' E	563815,61	5829966,93			50,617			50,617	0	
					272,1	0,290		0	0,290			
191	52° 36,963' N	3° 56,298' E	563525,91	5829973,80			50,907			50,907	0	
					270,8	0,047		0	0,047			
192	52° 36,963' N	3° 56,257' E	563479,27	5829973,82			50,953			50,953	0	
					268,1	0,047		0	0,047			
193	52° 36,962' N	3° 56,215' E	563432,69	5829971,66			51,000			51,000	0	
					264,8	0,405		0	0,405			
194	52° 36,943' N	3° 55,857' E	563029,48	5829929,99			51,405			51,405	0	
					261,9	0,052		0	0,052			
195	52° 36,939' N	3° 55,812' E	562978,31	5829922,00			51,457			51,457	0	

					258,9	0,204		0	0,204			
196	52° 36,918' N	3° 55,635' E	562779,13	5829880,26			51,660			51,660	0	
					261,4	0,044		0	0,044			
197	52° 36,914' N	3° 55,597' E	562736,06	5829873,18			51,704			51,704	0	
					263,9	0,240		0	0,240			
198	52° 36,9' N	3° 55,385' E	562497,64	5829844,60			51,944			51,944	0	
					263,0	0,016		0	0,016			
199	52° 36,899' N	3° 55,371' E	562481,91	5829842,46			51,960			51,960	0	
					262,1	0,086		0	0,086			
200	52° 36,893' N	3° 55,296' E	562397,12	5829829,56			52,046			52,046	0	
					263,8	0,031		0	0,031			
201	52° 36,891' N	3° 55,269' E	562366,75	5829825,89			52,076			52,076	0	
					265,6	0,066		0	0,066			
202	52° 36,888' N	3° 55,211' E	562301,23	5829819,98			52,142			52,142	0	HKWB Eastern border mixed N and S bound traffic
					265,6	0,069		0	0,069			
203	52° 36,886' N	3° 55,15' E	562232,17	5829813,76			52,212			52,212	0	
					265,1	0,009		0	0,009			
204	52° 36,885' N	3° 55,142' E	562223,30	5829812,88			52,221			52,221	0	
					266,8	0,038		0	0,038			
205	52° 36,884' N	3° 55,108' E	562185,00	5829810,23			52,259			52,259	0	
					271,2	0,038		0	0,038			
206	52° 36,884' N	3° 55,074' E	562146,61	5829810,52			52,297			52,297	0	
					273,4	0,782		0	0,782			
207	52° 36,909' N	3° 54,382' E	561365,01	5829846,46			53,080			53,080	0	
					270,5	0,050		0	0,050			
208	52° 36,909' N	3° 54,337' E	561314,60	5829846,24			53,130			53,130	0	
					267,6	0,138		0	0,138			
209	52° 36,906' N	3° 54,215' E	561176,81	5829838,66			53,268			53,268	0	
					266,5	0,018		0	0,018			
210	52° 36,906' N	3° 54,199' E	561158,73	5829837,34			53,286			53,286	0	
					265,5	0,173		0	0,173			
211	52° 36,898' N	3° 54,046' E	560986,38	5829821,58			53,459			53,459	0	
					266,3	0,014		0	0,014			

212	52° 36,898' N	3° 54,034' E	560972,87	5829820,53			53,473			53,473	0	
					267,0	0,538		0	0,538			
213	52° 36,883' N	3° 53,557' E	560435,54	5829786,06			54,011			54,011	0	
					268,9	0,032		0	0,032			
214	52° 36,882' N	3° 53,529' E	560403,37	5829785,03			54,044			54,044	0	
					272,6	0,032		0	0,032			
215	52° 36,883' N	3° 53,5' E	560371,19	5829786,08			54,076			54,076	0	
					276,3	0,032		0	0,032			
216	52° 36,885' N	3° 53,472' E	560339,15	5829789,19			54,108			54,108	0	
					280,0	0,032		0	0,032			
217	52° 36,888' N	3° 53,444' E	560307,38	5829794,37			54,140			54,140	0	
					281,8	0,529		0	0,529			
218	52° 36,946' N	3° 52,985' E	559788,02	5829896,14			54,669			54,669	0	
					283,9	0,038		0	0,038			
219	52° 36,951' N	3° 52,952' E	559751,37	5829904,77			54,707			54,707	0	
					288,3	0,038		0	0,038			
220	52° 36,958' N	3° 52,921' E	559715,48	5829916,12			54,745			54,745	0	
					292,6	0,038		0	0,038			
221	52° 36,966' N	3° 52,89' E	559680,54	5829930,15			54,782			54,782	0	
					296,9	0,038		0	0,038			
222	52° 36,975' N	3° 52,86' E	559646,76	5829946,77			54,820			54,820	0	
					299,0	0,308		0	0,308			
223	52° 37,055' N	3° 52,622' E	559375,85	5830092,93			55,128			55,128	0	
					295,5	0,061		0	0,061			
224	52° 37,07' N	3° 52,573' E	559320,34	5830118,63			55,189			55,189	0	
					288,5	0,061		0	0,061			
225	52° 37,08' N	3° 52,521' E	559262,10	5830137,36			55,250			55,250	0	
					281,5	0,061		0	0,061			
226	52° 37,087' N	3° 52,468' E	559202,02	5830148,83			55,311			55,311	0	
					274,5	0,061		0	0,061			
227	52° 37,089' N	3° 52,414' E	559140,98	5830152,89			55,372			55,372	0	
					267,5	0,061		0	0,061			
228	52° 37,088' N	3° 52,36' E	559079,90	5830149,45			55,434			55,434	0	

					264,0	0,432		0	0,432			
229	52° 37,063' N	3° 51,979' E	558650,56	5830098,85			55,866			55,866	0	
					266,0	0,035		0	0,035			
230	52° 37,062' N	3° 51,948' E	558615,46	5830095,96			55,901			55,901	0	
					268,0	0,128		0	0,128			
231	52° 37,06' N	3° 51,835' E	558487,80	5830089,97			56,029			56,029	0	500m West of 'Exit Free shipping zone Texel to Ijmuiden
					268,0	0,173		0	0,173			
232	52° 37,056' N	3° 51,682' E	558315,00	5830081,86			56,202			56,202	0	
					269,6	0,029		0	0,029			
233	52° 37,056' N	3° 51,656' E	558286,31	5830081,34			56,231			56,231	0	
					271,3	0,290		0	0,290			
234	52° 37,06' N	3° 51,4' E	557996,72	5830084,38			56,520			56,520	0	
					268,8	0,043		0	0,043			
235	52° 37,059' N	3° 51,361' E	557953,33	5830082,96			56,564			56,564	0	
					266,3	0,139		0	0,139			
236	52° 37,054' N	3° 51,238' E	557814,82	5830072,36			56,703			56,703	0	
					268,2	0,033		0	0,033			
237	52° 37,054' N	3° 51,209' E	557781,53	5830070,93			56,736			56,736	0	
					270,1	0,220		0	0,220			
238	52° 37,054' N	3° 51,014' E	557561,91	5830068,80			56,956			56,956	0	
					268,1	0,035		0	0,035			
239	52° 37,053' N	3° 50,983' E	557526,92	5830067,24			56,991			56,991	0	
					266,1	0,820		0	0,820			
240	52° 37,023' N	3° 50,258' E	556709,47	5830001,92			57,811			57,811	0	PL0207_PR+PL0207_UM - 8"+2" - Gas (IS)
					266,1	0,484		0	0,484			
241	52° 37,006' N	3° 49,83' E	556227,31	5829963,40			58,294			58,294	0	
					268,1	0,035		0	0,035			
242	52° 37,005' N	3° 49,8' E	556192,77	5829961,84			58,329			58,329	0	
					272,0	0,035		0	0,035			
243	52° 37,006' N	3° 49,769' E	556158,20	5829962,67			58,363			58,363	0	
					274,0	0,278		0	0,278			
244	52° 37,016' N	3° 49,523' E	555880,35	5829978,96			58,642			58,642	0	500m East of 'Entrance wind energy area - HKW

					274,0	0,183		0	0,183			
245	52° 37,023' N	3° 49,361' E	555697,51	5829989,69			58,825			58,825	0	
					274,8	0,013		0	0,013			
246	52° 37,024' N	3° 49,349' E	555684,28	5829990,64			58,838			58,838	0	
					275,5	0,221		0	0,221			
247	52° 37,035' N	3° 49,154' E	555463,74	5830009,46			59,060			59,060	0	
					272,0	0,061		0	0,061			
248	52° 37,036' N	3° 49,1' E	555402,59	5830010,92			59,121			59,121	0	
					265,0	0,061		0	0,061			
249	52° 37,033' N	3° 49,046' E	555341,71	5830004,90			59,182			59,182	0	
					261,5	0,115		0	0,115			
250	52° 37,024' N	3° 48,946' E	555228,58	5829986,68			59,296			59,296	0	Entrance designed wind energy area HKW
					261,5	0,368		0	0,368			
251	52° 36,995' N	3° 48,623' E	554865,32	5829928,16			59,664			59,664	0	
					258,7	0,048		0	0,048			
252	52° 36,99' N	3° 48,581' E	554818,23	5829918,22			59,713			59,713	0	
					256,0	0,179		0	0,179			
253	52° 36,966' N	3° 48,428' E	554645,37	5829872,97			59,891			59,891	0	PL0109_PR - 10" - Oil (IS)
					256,0	0,035		0	0,035			
254	52° 36,962' N	3° 48,397' E	554611,04	5829863,98			59,927			59,927	0	
					259,1	0,055		0	0,055			
255	52° 36,956' N	3° 48,349' E	554557,37	5829853,04			59,981			59,981	0	
					262,2	0,303		0	0,303			
256	52° 36,934' N	3° 48,084' E	554257,70	5829808,84			60,284			60,284	0	
					265,9	0,063		0	0,063			
257	52° 36,932' N	3° 48,028' E	554195,06	5829803,60			60,347			60,347	0	
					269,5	0,224		0	0,224			
258	52° 36,931' N	3° 47,83' E	553971,44	5829798,99			60,571			60,571	0	
					268,1	0,023		0	0,023			
259	52° 36,93' N	3° 47,81' E	553948,61	5829797,99			60,594			60,594	0	
					266,8	0,291		0	0,291			
260	52° 36,922' N	3° 47,552' E	553657,97	5829778,69			60,885			60,885	0	
					271,5	0,147		0	0,147			

261	52° 36,924' N	3° 47,422' E	553511,12	5829780,94			61,032			61,032	0	
					273,7	0,038		0	0,038			
262	52° 36,925' N	3° 47,388' E	553473,23	5829782,96			61,070			61,070	0	
					278,0	0,038		0	0,038			
263	52° 36,928' N	3° 47,355' E	553435,59	5829787,85			61,108			61,108	0	
					280,2	0,443		0	0,443			
264	52° 36,97' N	3° 46,968' E	552998,28	5829861,64			61,551			61,551	0	
					277,9	0,040		0	0,040			
265	52° 36,973' N	3° 46,932' E	552958,14	5829866,75			61,592			61,592	0	
					273,2	0,040		0	0,040			
266	52° 36,974' N	3° 46,897' E	552917,72	5829868,60			61,632			61,632	0	
					270,9	0,502		0	0,502			
267	52° 36,979' N	3° 46,452' E	552416,13	5829871,25			62,134			62,134	0	
					267,9	0,052		0	0,052			
268	52° 36,978' N	3° 46,406' E	552363,75	5829868,77			62,186			62,186	0	
					261,9	0,052		0	0,052			
269	52° 36,974' N	3° 46,36' E	552311,91	5829860,83			62,239			62,239	0	
					255,9	0,052		0	0,052			
270	52° 36,967' N	3° 46,315' E	552261,20	5829847,49			62,291			62,291	0	
					252,9	0,217		0	0,217			
271	52° 36,932' N	3° 46,131' E	552054,97	5829781,54			62,508			62,508	0	
					255,4	0,044		0	0,044			
272	52° 36,927' N	3° 46,094' E	552012,85	5829770,07			62,551			62,551	0	
					260,4	0,044		0	0,044			
273	52° 36,923' N	3° 46,056' E	551969,88	5829762,32			62,595			62,595	0	
					265,4	0,044		0	0,044			
274	52° 36,921' N	3° 46,017' E	551926,40	5829758,35			62,639			62,639	0	
					267,9	0,298		0	0,298			
275	52° 36,915' N	3° 45,753' E	551628,34	5829744,18			62,937			62,937	0	
					270,9	0,052		0	0,052			
276	52° 36,915' N	3° 45,706' E	551575,88	5829744,44			62,990			62,990	0	
					276,9	0,052		0	0,052			
277	52° 36,919' N	3° 45,66' E	551523,75	5829750,20			63,042			63,042	0	

HKwB1-RPL-A02

IInitial

					282,9	0,052		0	0,052			
278	52° 36,925' N	3° 45,615' E	551472,50	5829761,39			63,094			63,094	0	
					288,9	0,052		0	0,052			
279	52° 36,934' N	3° 45,571' E	551422,70	5829777,88			63,147			63,147	0	
					294,9	0,052		0	0,052			
280	52° 36,946' N	3° 45,529' E	551374,91	5829799,50			63,199			63,199	0	
					297,9	0,023		0	0,023			
281	52° 36,952' N	3° 45,511' E	551354,29	5829810,16			63,223			63,223	0	
					294,6	0,059		0	0,059			
282	52° 36,965' N	3° 45,464' E	551300,74	5829833,99			63,281			63,281	0	
					287,9	0,059		0	0,059			
283	52° 36,975' N	3° 45,414' E	551244,78	5829851,39			63,340			63,340	0	
					281,1	0,059		0	0,059			
284	52° 36,981' N	3° 45,363' E	551187,16	5829862,12			63,398			63,398	0	
					277,8	0,026		0	0,026			
285	52° 36,983' N	3° 45,34' E	551161,49	5829865,35			63,424			63,424	0	
					275,7	0,074		0	0,074			
286	52° 36,987' N	3° 45,276' E	551088,23	5829871,87			63,498			63,498	0	
					271,5	0,074		0	0,074			
287	52° 36,988' N	3° 45,21' E	551014,68	5829872,98			63,571			63,571	0	
					267,2	0,074		0	0,074			
288	52° 36,986' N	3° 45,145' E	550941,25	5829868,68			63,645			63,645	0	
					265,1	0,330		0	0,330			
289	52° 36,971' N	3° 44,854' E	550612,64	5829837,28			63,975			63,975	0	
					268,3	0,033		0	0,033			
290	52° 36,97' N	3° 44,825' E	550579,64	5829835,95			64,008			64,008	0	
					274,6	0,033		0	0,033			
291	52° 36,972' N	3° 44,795' E	550546,69	5829838,26			64,041			64,041	0	
					280,9	0,033		0	0,033			
292	52° 36,975' N	3° 44,767' E	550514,20	5829844,18			64,074			64,074	0	
					287,2	0,033		0	0,033			
293	52° 36,98' N	3° 44,739' E	550482,55	5829853,63			64,107			64,107	0	
					290,4	0,025		0	0,025			

HKwB1-RPL-A02

IInitial

294	52° 36,985' N	3° 44,718' E	550458,99	5829862,11			64,132			64,132	0	
					287,1	0,034		0	0,034			
295	52° 36,99' N	3° 44,689' E	550425,93	5829871,89			64,167			64,167	0	
					280,5	0,034		0	0,034			
296	52° 36,994' N	3° 44,659' E	550391,97	5829877,82			64,201			64,201	0	
					273,9	0,034		0	0,034			
297	52° 36,995' N	3° 44,628' E	550357,55	5829879,82			64,236			64,236	0	
					267,3	0,034		0	0,034			
298	52° 36,994' N	3° 44,598' E	550323,13	5829877,85			64,270			64,270	0	
					264,0	0,179		0	0,179			
299	52° 36,984' N	3° 44,44' E	550145,37	5829857,39			64,449			64,449	0	
					259,5	0,032		0	0,032			
300	52° 36,981' N	3° 44,412' E	550114,37	5829851,31			64,481			64,481	0	
					250,4	0,032		0	0,032			
301	52° 36,975' N	3° 44,386' E	550084,72	5829840,43			64,512			64,512	0	
					241,4	0,032		0	0,032			
302	52° 36,967' N	3° 44,361' E	550057,16	5829825,02			64,544			64,544	0	
					232,3	0,032		0	0,032			
303	52° 36,957' N	3° 44,339' E	550032,36	5829805,46			64,575			64,575	0	
					223,3	0,032		0	0,032			
304	52° 36,944' N	3° 44,32' E	550010,95	5829782,24			64,607			64,607	0	
					214,2	0,032		0	0,032			
305	52° 36,93' N	3° 44,304' E	549993,46	5829755,93			64,638			64,638	0	
					205,1	0,032		0	0,032			
306	52° 36,915' N	3° 44,292' E	549980,33	5829727,21			64,670			64,670	0	
					200,6	0,176		0	0,176			
307	52° 36,826' N	3° 44,237' E	549919,89	5829561,43			64,847			64,847	0	Estimated J-tube entry HKwB

HKwB1-RPL-A02

IInitial

Latitude [DD]	Longitude [DD]
52,483791	4,578594
52,483226	4,577041
52,483033	4,576461
52,482979	4,576266
52,482943	4,576059
52,482925	4,575847
52,482927	4,575632
52,482947	4,575420
52,483091	4,574416
52,483669	4,570383
52,483735	4,569974
52,483757	4,569855
52,484963	4,563180
52,485012	4,562885
52,486546	4,552882
52,486652	4,552310

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,486786	4,551754
52,487395	4,549493
52,487545	4,548858
52,487771	4,547753
52,488201	4,545653
52,488387	4,544890
52,488623	4,544166
52,488907	4,543489
52,489056	4,543172
52,489277	4,542815
52,489336	4,542726
52,489673	4,542264
52,490037	4,541859
52,490423	4,541514
52,490735	4,541266
52,491168	4,540903

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,491574	4,540465
52,491949	4,539959
52,492288	4,539388
52,492868	4,538303
52,494030	4,536396
52,494433	4,535864
52,494871	4,535412
52,495338	4,535045
52,495413	4,534994
52,496214	4,534455
52,496588	4,534169
52,496946	4,533828
52,500381	4,530190
52,500518	4,530039
52,509508	4,519730
52,509927	4,519303
52,511569	4,517831

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,511986	4,517501
52,512422	4,517244
52,512470	4,517220
52,514042	4,516438
52,514343	4,516269
52,514636	4,516065
52,515917	4,515087
52,516327	4,514729
52,516713	4,514304
52,517071	4,513816
52,517395	4,513270
52,518452	4,511296
52,523196	4,502436
52,523864	4,501145
52,524489	4,499799
52,525072	4,498402

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,525608	4,496956
52,526098	4,495467
52,526540	4,493938
52,526933	4,492373
52,529335	4,481663
52,529557	4,480833
52,530639	4,477386
52,530822	4,476723
52,532517	4,469692
52,533811	4,464324
52,533955	4,463791
52,534124	4,463278
52,535851	4,458491
52,536144	4,457779
52,538732	4,452208
52,539003	4,451678

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,539303	4,451192
52,539630	4,450754
52,544293	4,445084
52,549931	4,438225
52,550071	4,438047
52,552481	4,434866
52,555534	4,430836
52,563801	4,419597
52,582713	4,393866
52,582718	4,393859
52,593283	4,379513
52,593430	4,379322
52,594796	4,377619
52,595167	4,377103
52,596278	4,375376
52,596475	4,375087

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,606984	4,360581
52,607047	4,360492
52,620248	4,341561
52,622863	4,337809
52,623057	4,337549
52,628835	4,330221
52,629251	4,329623
52,629620	4,328945
52,629745	4,328647
52,629934	4,328197
52,630191	4,327392
52,630245	4,327157
52,630385	4,326541
52,630515	4,325658
52,630577	4,324754
52,630572	4,323846

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,629947	4,309555
52,629099	4,290205
52,629007	4,288118
52,628637	4,279709
52,628632	4,279602
52,627928	4,266311
52,627927	4,266294
52,624762	4,208461
52,624749	4,208132
52,624434	4,196768
52,624426	4,196550
52,624128	4,190044
52,624128	4,190042
52,623834	4,183654
52,622771	4,160653
52,622749	4,160294
52,621913	4,149341

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,621881	4,148670
52,621673	4,138545
52,621664	4,138279
52,621607	4,136928
52,621538	4,135319
52,621453	4,134070
52,621303	4,132838
52,620489	4,127376
52,620371	4,126456
52,620288	4,125525
52,620066	4,122303
52,618929	4,101024
52,618904	4,100556
52,618472	4,092488
52,618414	4,091676
52,616982	4,075364

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,616979	4,075330
52,616519	4,070266
52,616438	4,069007
52,615834	4,053177
52,615783	4,052441
52,615213	4,046752
52,615161	4,046124
52,614828	4,040193
52,614804	4,039775
52,614773	4,039352
52,614037	4,031347
52,614036	4,031342
52,612937	4,019339
52,612932	4,019283
52,612636	4,015878
52,612522	4,014568

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,612479	4,013791
52,612373	4,008990
52,612384	4,008144
52,612454	4,007305
52,613129	4,001627
52,613203	4,001109
52,613299	4,000601
52,613774	3,998372
52,614807	3,993528
52,614935	3,992814
52,615019	3,992082
52,615057	3,991341
52,615150	3,986921
52,615151	3,986509
52,615077	3,980824
52,615037	3,976457

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,615120	3,973262
52,615110	3,972370
52,614894	3,967863
52,614861	3,967382
52,614818	3,966892
52,614512	3,963433
52,614472	3,962768
52,614468	3,962099
52,614502	3,961433
52,615454	3,949215
52,615919	3,943239
52,615953	3,942574
52,616048	3,938297
52,616054	3,937608
52,616040	3,936920
52,615712	3,930957
52,615647	3,930200

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,615294	3,927251
52,615236	3,926613
52,615006	3,923087
52,614989	3,922854
52,614883	3,921600
52,614853	3,921151
52,614808	3,920182
52,614760	3,919161
52,614753	3,919030
52,614733	3,918464
52,614740	3,917897
52,615152	3,906361
52,615156	3,905616
52,615103	3,903580
52,615094	3,903313
52,614971	3,900765

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,614963	3,900565
52,614714	3,892623
52,614708	3,892148
52,614721	3,891673
52,614752	3,891200
52,614802	3,890732
52,615775	3,883081
52,615856	3,882541
52,615962	3,882013
52,616092	3,881500
52,616245	3,881004
52,617589	3,877029
52,617826	3,876214
52,618001	3,875357
52,618110	3,874472
52,618153	3,873571
52,618129	3,872668

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,617721	3,866318
52,617699	3,865799
52,617659	3,863913
52,617604	3,861359
52,617603	3,860936
52,617661	3,856659
52,617653	3,856018
52,617572	3,853971
52,617563	3,853479
52,617567	3,850235
52,617557	3,849718
52,617056	3,837634
52,616760	3,830506
52,616749	3,829996
52,616760	3,829485
52,616935	3,825384

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,617051	3,822686
52,617061	3,822491
52,617252	3,819237
52,617272	3,818334
52,617224	3,817434
52,617071	3,815760
52,616582	3,810385
52,616498	3,809688
52,616108	3,807127
52,616031	3,806619
52,615938	3,805825
52,615571	3,801392
52,615530	3,800466
52,615511	3,797162
52,615504	3,796825
52,615359	3,792530

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,615394	3,790361
52,615416	3,789802
52,615464	3,789247
52,616170	3,782800
52,616220	3,782208
52,616240	3,781612
52,616313	3,774204
52,616295	3,773430
52,616229	3,772663
52,616114	3,771912
52,615541	3,768856
52,615442	3,768232
52,615376	3,767596
52,615345	3,766954
52,615246	3,762549
52,615253	3,761775
52,615310	3,761006

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,615415	3,760251
52,615568	3,759518
52,615767	3,758815
52,615865	3,758512
52,616084	3,757725
52,616246	3,756901
52,616348	3,756052
52,616379	3,755674
52,616445	3,754592
52,616462	3,753506
52,616430	3,752421
52,616178	3,747563
52,616169	3,747076
52,616193	3,746589
52,616249	3,746110
52,616337	3,745644

HKwB1-RPL-A02

IInitial

52,616416	3,745298
52,616507	3,744811
52,616563	3,744310
52,616584	3,743802
52,616570	3,743294
52,616402	3,740665
52,616351	3,740207
52,616256	3,739767
52,616120	3,739357
52,615946	3,738988
52,615739	3,738669
52,615504	3,738406
52,615247	3,738208
52,613763	3,737290

HKwB

RPL A02 HKwB 1



HKwB2-RPL-A0

Initial

SUBMARINE CABLE ROUTE
ROUTE ENGINEERING DOCUMENT
ROUTE POSITION LIST

ISSUE:	DTS
DATE:	5-3-2021 16:54:00
BY:	101706



Geodetic Note: Coordinate System	
Projection:	ETRS_1989_UTM_Zone_31N
Central Meridian:	3° E
Lattitude of Origin:	0° N
False Easting:	500000 metres
False Northing:	0 metres
Central Scale Factor:	0,9996
Datum:	GRS_1980
Spheroid:	GRS_1980
Semi-major axis:	6378137
Inverse Flattening:	298,257222101

Lat/Lon Coordinates in the RPList are all WGS84 based

Geodetic Transformation: ETRS to ED50		
Source Datum:	ETRS1989	
Target Datum:	ED50	
Source projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Target projection:	UTM Zone 31 North (Central meridian 3° East)	
Datum Transformation Parameters:		
Shift dX:	89,5m	
Shift dY:	93,8m	
Shift dZ:	123,1m	
Rotation rX:	0 arcsec	
Rotation rY:	0 arcsec	
Rotation rZ:	0,156 arcsec	

Scale Factor:	-1,2 ppm

)2

HKwB2-RPL-A02

Initial

Date	User	Comments
1-7-2020 17:30:00	101706	created new route DTS_HKwB2-RPL-A01
5-3-2021 16:54:00	101706	Route survey targ avoid,sandwaves reroutng and connection to land RPL

ROUTE POSITION LIST (RPL) ABBREVIATIONS	
RPL NAMING CONVENTION	**RPL Issue**
DESK TOP STUDY RPLs	DTS(1,2...)
SURVEY ROUTE RPLs - (Agreed survey route with subsequent changes, during survey ops)	SR(1,2...)
POST SURVEY ROUTE RPLs - (incl. Slack, PLUP/DN, Bus, transitions and Repeaters etc)	PSR(1,2...)
AS-BUILT RPL - (Manufactured lengths)	AB(1,2...)
POST-LOAD RPLs - (Loaded cable lengths)	PL(1,2...)
AS-LAID RPLs - (subsequent issue numbers reflect repairs/changes)	AL(1,2...)

Abbreviation Abkürzung	**Meaning**	**Erklärung**	**Typical Use**	**MakaiPlan Type**
AB-xxx	As-Built	Bestandslage		
AC	Alter Course	Kurswechsel		
AF	As Found (Cable) by MAG / SSS	Detektierte Kreuzung	CX NorNed AF MAG	Ref
AL-xxx	As-Laid			
BAS	Burial Assessment Survey	Untersuchung zur Kabelverlegbarkeit		
BJ	Beach Joint	Strand-Muffe		Body
BMH	Beach ManHole	Muffengrube	BMH Hilgenriedersiel	
CC	Cable Corridor	Kabelkorridor	Enter CC	Ref
CL	Centre Line	Zentrallinie		
CX	Cable Crossing	Kabelkreuzung	CX Old Cable OOS DB	Ref
DB	Database position of cable	Kabelkreuzung laut Datenbank	CX Old Cable OOS DB	
DE	Duct End	Rohrende	DE	Ref
DS	Duct Start	Rohranfang	DS	Ref
DTS	Desk Top Study	Studie zur Voruntersuchung		
EEZ	Exclusive Economic Zone	Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	EEZ Country MB	Ref
EOB	End of burial	Endpunkt der Kabeleinspülung	PLUP EOB	Ref
EP	End Pipe	Lehrrohrende		
FS	Final Splice	End-Muffe	FS Segment Name	Body
FSPL	Fibre Splice	Glasfaser-Muffe		Body
IS	In-Service	in Betrieb	IS Segment Name	Body
JB-xxx	Joint Box	Muffe	JB-001 Any other comment	Body
JT	J-Tube	Kabeleinzugsröhre		
KP	Kilometre Point	Stationierung		
LC	Land Cable (instead of Land)	Landkabel		Cable
LP	Landing Point	Anlandepunkt	LP Norderney North Beach	Ref
MAG	Magnetometer Identified Cable	Magnetometer-Fund (Kabelkreuzung)	CX Unidentified MAG	
MB	Maritime Boundary	Seegrenze	TW Country MB	Ref
OOS	Out of Service	außer Betrieb	CX Old Cable OOS DB	
OWF/OWP	Offshore Wind Farm / Park	Offshore Windfarm / -park		
PF	Platform (converter)	(Konverter-) Plattform	PF BorWin x	
PLB	Post Lay Burial	nachträgliches Einspülen	PLB Start	Ref
PLDN	Plough Down	Pflug/ Schwert runter	PLDN	Ref
PLGR	PreLay Grapnel Run	Räumungs-Fahrt vor dem Verlegen		
PLI	Post-Lay Inspection	Nachkontrolle (Verlegung)		
PLIB	Post Lay Inspection and Burial	Nachkontrolle und Einspülen		
PLUP	Plough Up	Pflug/ Schwert hoch	PLUP	Ref
PN	Planned cable	Kreuzung mit geplantem Kabel	CX Planned cable name PN	Ref
PSR-xxx	Post Survey Route	RPL nach Survey		
PX	Pipeline Crossing	Pipeline-Kreuzung	PX Pipeline name	Ref
RD	Rock Dump	Steinschüttung		Cable
RPL	Route Position List	Trassierungs-Liste		
RPTR-xxx	Repeater	Verstärker	RPTR-001	Body
SC	Slack Change	Veränderung des Durchhangs	SC 3%	Ref
SE	Shore End	Flachwasser-Ende		Ref
SLD	Straight Line Diagram	Liniendiagramm		
SOB	Start of burial	Einspülbeginn	PLDN SOB	Ref
SP	Start pipe	Lehrrohranfang	SP	Ref
SR-xxx	Survey Route	Vermessungs-Trasse		
SSS	Side Scan Sonar Identified Cable	Seitensichtsonar Kabelfund	CX Cable name AF SSS	Ref
TPA	Traffic Precautionary Area	Verkehrsvorrang-Gebiet	Enter TPA	
TR	Transition	Übergang (Einspülung)	TR LWP-40/LW--40	Body
TSS	Traffic Separation Scheme	Verkehrstrennungs-System	Enter TSS	
TSZ	Traffic Separation Zone	Verkehrstrennungsgebiet (VTG)	Enter TSZ	
WD	Water Depth	Wassertiefe	WD 20 m	Ref
WK	Wreck	Wrack	WK Wreck name	Ref

HKwB2-RPL-A02

Initial

Position Number	Latitude [DM]	Longitude [DM]	Easting	Northing	Heading	Distance [km]		Slack [%]	Cable Distance [km]		Approx Depth [m]	Comments
						Between Positions	Cumulative Total		Between Positions	Cumulative Total		
1	52° 29,013' N	4° 34,705' E	607184,38	5815992,76			0,000			0,000	0	
					238,6	0,185		0	0,185			
2	52° 28,961' N	4° 34,566' E	607028,83	5815893,23			0,185			0,185	0	
					243,2	0,016		0	0,016			
3	52° 28,957' N	4° 34,553' E	607014,87	5815885,78			0,200			0,200	0	
					252,2	0,016		0	0,016			
4	52° 28,954' N	4° 34,54' E	606999,91	5815880,63			0,216			0,216	0	
					261,3	0,016		0	0,016			
5	52° 28,953' N	4° 34,526' E	606984,32	5815877,90			0,232			0,232	0	
					270,4	0,016		0	0,016			
6	52° 28,953' N	4° 34,512' E	606968,50	5815877,67			0,248			0,248	0	
					274,9	0,078		0	0,078			
7	52° 28,957' N	4° 34,443' E	606890,25	5815882,71			0,326			0,326	0	Baseline 0m lat
					274,9	0,101		0	0,101			
8	52° 28,961' N	4° 34,355' E	606789,84	5815889,18			0,427			0,427	0	
					276,1	0,021		0	0,021			
9	52° 28,963' N	4° 34,336' E	606769,24	5815890,93			0,448			0,448	0	
					268,7	0,471		0	0,471			
10	52° 28,957' N	4° 33,921' E	606299,00	5815870,28			0,918			0,918	0	
					267,2	0,027		0	0,027			
11	52° 28,956' N	4° 33,897' E	606272,21	5815868,38			0,945			0,945	0	
					265,6	0,015		0	0,015			
12	52° 28,956' N	4° 33,884' E	606257,32	5815866,93			0,960			0,960	0	
					268,9	0,058		0	0,058			
13	52° 28,955' N	4° 33,833' E	606199,82	5815864,62			1,018			1,018	0	
					275,5	0,058		0	0,058			
14	52° 28,958' N	4° 33,782' E	606142,44	5815868,94			1,075			1,075	0	
					278,8	0,132		0	0,132			
15	52° 28,969' N	4° 33,667' E	606011,75	5815886,38			1,207			1,207	0	
					281,0	0,038		0	0,038			
16	52° 28,973' N	4° 33,635' E	605974,74	5815892,75			1,245			1,245	0	

					283,1	0,187		0	0,187			
17	52° 28,996' N	4° 33,474' E	605791,90	5815931,30			1,432			1,432	0	PL0233_UM - Umbilical (Planned)
					283,1	0,040		0	0,040			
18	52° 29,001' N	4° 33,44' E	605753,16	5815939,47			1,471			1,471	0	
					281,3	0,032		0	0,032			
19	52° 29,004' N	4° 33,413' E	605722,09	5815945,00			1,503			1,503	0	
					279,5	0,426		0	0,426			
20	52° 29,042' N	4° 33,041' E	605300,49	5816006,43			1,929			1,929	0	
					282,1	0,045		0	0,045			
21	52° 29,047' N	4° 33,003' E	605256,48	5816014,87			1,974			1,974	0	
					287,2	0,045		0	0,045			
22	52° 29,054' N	4° 32,965' E	605213,41	5816027,22			2,018			2,018	0	
					292,4	0,045		0	0,045			
23	52° 29,063' N	4° 32,928' E	605171,61	5816043,37			2,063			2,063	0	
					294,9	0,104		0	0,104			
24	52° 29,087' N	4° 32,845' E	605076,78	5816085,00			2,167			2,167	0	
					298,5	0,063		0	0,063			
25	52° 29,103' N	4° 32,796' E	605020,70	5816113,97			2,230			2,230	0	
					305,8	0,063		0	0,063			
26	52° 29,123' N	4° 32,751' E	604968,71	5816149,78			2,293			2,293	0	
					313,0	0,063		0	0,063			
27	52° 29,146' N	4° 32,71' E	604921,64	5816191,86			2,356			2,356	0	
					320,3	0,023		0	0,023			
28	52° 29,156' N	4° 32,698' E	604906,88	5816208,86			2,379			2,379	0	1 nm
					320,3	0,041		0	0,041			
29	52° 29,173' N	4° 32,675' E	604880,26	5816239,53			2,419			2,419	0	
					322,7	0,042		0	0,042			
30	52° 29,191' N	4° 32,652' E	604854,25	5816272,23			2,461			2,461	0	
					324,5	0,051		0	0,051			
31	52° 29,213' N	4° 32,626' E	604823,60	5816313,33			2,512			2,512	0	
					327,5	0,066		0	0,066			
32	52° 29,243' N	4° 32,595' E	604787,04	5816367,99			2,578			2,578	0	
					324,7	0,048		0	0,048			

33	52° 29,264' N	4° 32,571' E	604758,77	5816406,19			2,626			2,626	0	
					319,3	0,048		0	0,048			
34	52° 29,283' N	4° 32,543' E	604727,01	5816441,54			2,673			2,673	0	
					313,8	0,048		0	0,048			
35	52° 29,301' N	4° 32,513' E	604692,03	5816473,71			2,721			2,721	0	
					311,1	0,087		0	0,087			
36	52° 29,332' N	4° 32,455' E	604625,20	5816529,55			2,808			2,808	0	
					309,4	0,030		0	0,030			
37	52° 29,342' N	4° 32,435' E	604601,86	5816547,91			2,837			2,837	0	
					307,7	0,111		0	0,111			
38	52° 29,379' N	4° 32,357' E	604512,82	5816613,74			2,948			2,948	0	
					310,4	0,048		0	0,048			
39	52° 29,395' N	4° 32,325' E	604475,91	5816643,86			2,996			2,996	0	
					313,2	0,043		0	0,043			
40	52° 29,411' N	4° 32,297' E	604443,95	5816672,57			3,039			3,039	0	
					310,7	0,042		0	0,042			
41	52° 29,426' N	4° 32,269' E	604411,29	5816699,50			3,081			3,081	0	
					308,3	0,143		0	0,143			
42	52° 29,474' N	4° 32,17' E	604297,15	5816785,78			3,224			3,224	0	
					311,0	0,048		0	0,048			
43	52° 29,491' N	4° 32,138' E	604260,47	5816816,37			3,272			3,272	0	
					316,5	0,048		0	0,048			
44	52° 29,509' N	4° 32,109' E	604226,87	5816850,32			3,320			3,320	0	
					322,0	0,048		0	0,048			
45	52° 29,53' N	4° 32,083' E	604196,67	5816887,32			3,367			3,367	0	
					324,7	0,292		0	0,292			
46	52° 29,658' N	4° 31,934' E	604022,83	5817122,36			3,660			3,660	0	
					325,4	0,012		0	0,012			
47	52° 29,664' N	4° 31,928' E	604016,08	5817131,70			3,671			3,671	0	
					326,0	0,024		0	0,024			
48	52° 29,674' N	4° 31,916' E	604002,06	5817151,61			3,696			3,696	0	3 Km
					326,0	0,363		0	0,363			
49	52° 29,837' N	4° 31,737' E	603793,27	5817447,96			4,058			4,058	0	

					324,0	0,037		0	0,037			
50	52° 29,853' N	4° 31,718' E	603771,15	5817477,04			4,095			4,095	0	
					319,8	0,037		0	0,037			
51	52° 29,868' N	4° 31,697' E	603746,97	5817504,42			4,131			4,131	0	
					317,7	0,211		0	0,211			
52	52° 29,952' N	4° 31,572' E	603601,30	5817657,71			4,343			4,343	0	
					320,0	0,041		0	0,041			
53	52° 29,969' N	4° 31,548' E	603574,21	5817688,67			4,384			4,384	0	
					324,7	0,041		0	0,041			
54	52° 29,987' N	4° 31,527' E	603549,76	5817721,75			4,425			4,425	0	
					327,1	0,666		0	0,666			
55	52° 30,289' N	4° 31,207' E	603176,09	5818273,46			5,091			5,091	0	
					326,3	0,014		0	0,014			
56	52° 30,295' N	4° 31,2' E	603167,87	5818285,22			5,106			5,106	0	
					325,5	0,530		0	0,530			
57	52° 30,531' N	4° 30,935' E	602858,28	5818715,20			5,636			5,636	0	
					331,7	0,193		0	0,193			
58	52° 30,622' N	4° 30,854' E	602763,37	5818883,13			5,828			5,828	0	
					332,8	0,019		0	0,019			
59	52° 30,631' N	4° 30,846' E	602754,43	5818899,65			5,847			5,847	0	
					333,9	0,014		0	0,014			
60	52° 30,638' N	4° 30,841' E	602747,87	5818912,35			5,861			5,861	0	
					338,4	0,024		0	0,024			
61	52° 30,65' N	4° 30,833' E	602738,70	5818934,18			5,885			5,885	0	
					342,9	0,024		0	0,024			
62	52° 30,662' N	4° 30,827' E	602731,27	5818956,67			5,909			5,909	0	
					345,2	0,252		0	0,252			
63	52° 30,794' N	4° 30,77' E	602661,69	5819199,11			6,161			6,161	0	Prinses Amalia (vh Q7-WP) - Power Cable (IS)
					345,2	0,061		0	0,061			
64	52° 30,825' N	4° 30,756' E	602644,94	5819257,50			6,222			6,222	0	
					341,9	0,058		0	0,058			
65	52° 30,855' N	4° 30,74' E	602625,90	5819311,81			6,279			6,279	0	
					335,3	0,058		0	0,058			

66	52° 30,883' N	4° 30,719' E	602600,76	5819363,58			6,337			6,337	0	
					328,7	0,058		0	0,058			
67	52° 30,91' N	4° 30,693' E	602569,83	5819412,11			6,394			6,394	0	
					322,1	0,058		0	0,058			
68	52° 30,934' N	4° 30,661' E	602533,53	5819456,77			6,452			6,452	0	
					315,5	0,058		0	0,058			
69	52° 30,956' N	4° 30,626' E	602492,34	5819496,95			6,510			6,510	0	
					312,2	0,032		0	0,032			
70	52° 30,968' N	4° 30,605' E	602468,02	5819518,09			6,542			6,542	0	HKWB Western border Coastal Traffic zone
					312,2	0,196		0	0,196			
71	52° 31,039' N	4° 30,476' E	602320,16	5819646,60			6,738			6,738	0	
					310,0	0,038		0	0,038			
72	52° 31,052' N	4° 30,45' E	602290,34	5819670,58			6,776			6,776	0	
					305,6	0,038		0	0,038			
73	52° 31,064' N	4° 30,423' E	602258,78	5819692,20			6,814			6,814	0	
					303,4	0,260		0	0,260			
74	52° 31,141' N	4° 30,231' E	602038,80	5819830,86			7,074			7,074	0	
					305,0	0,027		0	0,027			
75	52° 31,15' N	4° 30,212' E	602016,54	5819845,74			7,101			7,101	0	
					306,5	0,145		0	0,145			
76	52° 31,196' N	4° 30,109' E	601898,34	5819929,42			7,246			7,246	0	
					309,1	0,046		0	0,046			
77	52° 31,212' N	4° 30,077' E	601862,18	5819957,59			7,292			7,292	0	
					314,4	0,046		0	0,046			
78	52° 31,229' N	4° 30,048' E	601828,75	5819988,95			7,338			7,338	0	
					317,0	0,380		0	0,380			
79	52° 31,379' N	4° 29,819' E	601563,99	5820261,23			7,717			7,717	0	
					314,4	0,045		0	0,045			
80	52° 31,396' N	4° 29,791' E	601531,25	5820292,00			7,762			7,762	0	
					309,3	0,045		0	0,045			
81	52° 31,411' N	4° 29,76' E	601495,88	5820319,71			7,807			7,807	0	
					304,1	0,045		0	0,045			
82	52° 31,425' N	4° 29,727' E	601458,17	5820344,14			7,852			7,852	0	

					301,5	0,292		0	0,292			
83	52° 31,507' N	4° 29,507' E	601206,15	5820491,70			8,144			8,144	0	
					298,4	0,054		0	0,054			
84	52° 31,521' N	4° 29,465' E	601157,77	5820516,60			8,199			8,199	0	
					292,2	0,054		0	0,054			
85	52° 31,532' N	4° 29,42' E	601106,97	5820536,09			8,253			8,253	0	
					289,1	0,175		0	0,175			
86	52° 31,563' N	4° 29,274' E	600940,52	5820589,78			8,428			8,428	0	
					290,9	0,249		0	0,249			
87	52° 31,611' N	4° 29,069' E	600706,44	5820673,50			8,676			8,676	0	
					292,3	0,025		0	0,025			
88	52° 31,616' N	4° 29,048' E	600682,66	5820682,69			8,702			8,702	0	
					293,8	0,414		0	0,414			
89	52° 31,706' N	4° 28,713' E	600300,40	5820841,83			9,116			9,116	0	
					290,6	0,055		0	0,055			
90	52° 31,716' N	4° 28,667' E	600248,06	5820860,28			9,171			9,171	0	
					287,4	0,526		0	0,526			
91	52° 31,801' N	4° 28,223' E	599742,79	5821007,46			9,698			9,698	0	PL0025_PR - 20" - Oil (IS)
					287,4	0,458		0	0,458			
92	52° 31,875' N	4° 27,836' E	599302,72	5821135,64			10,156			10,156	0	
					289,4	0,035		0	0,035			
93	52° 31,882' N	4° 27,806' E	599269,14	5821146,72			10,191			10,191	0	
					293,5	0,035		0	0,035			
94	52° 31,889' N	4° 27,778' E	599236,43	5821160,15			10,227			10,227	0	
					295,5	0,344		0	0,344			
95	52° 31,969' N	4° 27,503' E	598922,67	5821302,11			10,571			10,571	0	
					298,8	0,058		0	0,058			
96	52° 31,984' N	4° 27,458' E	598871,30	5821329,04			10,629			10,629	0	
					305,5	0,058		0	0,058			
97	52° 32,002' N	4° 27,416' E	598823,40	5821361,75			10,687			10,687	0	
					312,1	0,058		0	0,058			
98	52° 32,023' N	4° 27,378' E	598779,60	5821399,78			10,745			10,745	0	
					315,5	0,407		0	0,407			

99	52° 32,18' N	4° 27,125' E	598488,12	5821684,18			11,152			11,152	0	
					318,0	0,045		0	0,045			
100	52° 32,198' N	4° 27,099' E	598457,62	5821716,72			11,197			11,197	0	
					320,6	1,114		0	1,114			
101	52° 32,662' N	4° 26,473' E	597733,06	5822562,34			12,311			12,311	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)
					320,5	0,891		0	0,891			
102	52° 33,033' N	4° 25,972' E	597153,34	5823238,91			13,202			13,202	0	
					321,5	0,016		0	0,016			
103	52° 33,04' N	4° 25,963' E	597143,07	5823251,30			13,218			13,218	0	
					322,4	0,231		0	0,231			
104	52° 33,138' N	4° 25,838' E	596998,41	5823431,57			13,449			13,449	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B1 - Fiber Optic (IS)
					322,4	0,677		0	0,677			
105	52° 33,427' N	4° 25,473' E	596574,88	5823959,34			14,126			14,126	0	
					320,4	0,035		0	0,035			
106	52° 33,442' N	4° 25,453' E	596552,05	5823985,83			14,161			14,161	0	
					318,4	0,582		0	0,582			
107	52° 33,677' N	4° 25,111' E	596157,01	5824413,12			14,742			14,742	0	
					319,4	0,019		0	0,019			
108	52° 33,684' N	4° 25,1' E	596144,61	5824427,05			14,761			14,761	0	
					320,5	0,342		0	0,342			
109	52° 33,826' N	4° 24,908' E	595922,07	5824686,53			15,103			15,103	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B2 - Fiber Optic (IS)
					320,5	2,569		0	2,569			
110	52° 34,895' N	4° 23,462' E	594249,81	5826636,43			17,672			17,672	0	
					321,8	0,023		0	0,023			
111	52° 34,905' N	4° 23,449' E	594235,46	5826653,95			17,694			17,694	0	
					323,1	0,440		0	0,440			
112	52° 35,095' N	4° 23,215' E	593964,29	5827000,76			18,135			18,135	0	
					321,4	0,030		0	0,030			
113	52° 35,107' N	4° 23,199' E	593945,26	5827023,65			18,164			18,164	0	
					319,7	0,474		0	0,474			
114	52° 35,302' N	4° 22,927' E	593631,90	5827378,67			18,638			18,638	0	
					317,8	0,033		0	0,033			

115	52° 35,315' N	4° 22,907' E	593609,11	5827402,83			18,671			18,671	0	
					315,9	0,439		0	0,439			
116	52° 35,485' N	4° 22,637' E	593297,52	5827711,83			19,110			19,110	0	
					319,2	0,059		0	0,059			
117	52° 35,509' N	4° 22,603' E	593258,09	5827755,85			19,169			19,169	0	
					322,6	0,888		0	0,888			
118	52° 35,89' N	4° 22,125' E	592705,73	5828451,17			20,057			20,057	0	
					319,7	0,052		0	0,052			
119	52° 35,911' N	4° 22,096' E	592671,65	5828489,81			20,109			20,109	0	
					316,7	0,287		0	0,287			
120	52° 36,024' N	4° 21,921' E	592470,96	5828694,96			20,396			20,396	0	
					318,2	0,026		0	0,026			
121	52° 36,034' N	4° 21,906' E	592453,52	5828713,73			20,421			20,421	0	
					319,7	0,331		0	0,331			
122	52° 36,17' N	4° 21,716' E	592234,31	5828962,08			20,752			20,752	0	
					320,0	0,007		0	0,007			
123	52° 36,173' N	4° 21,712' E	592229,76	5828967,31			20,759			20,759	0	
					320,4	0,540		0	0,540			
124	52° 36,398' N	4° 21,408' E	591878,21	5829376,91			21,299			21,299	0	
					319,6	0,014		0	0,014			
125	52° 36,403' N	4° 21,4' E	591869,01	5829387,33			21,313			21,313	0	
					318,8	0,531		0	0,531			
126	52° 36,619' N	4° 21,09' E	591512,06	5829780,58			21,844			21,844	0	
					319,6	0,014		0	0,014			
127	52° 36,625' N	4° 21,082' E	591503,05	5829790,77			21,858			21,858	0	
					320,4	0,602		0	0,602			
128	52° 36,875' N	4° 20,743' E	591111,00	5830247,01			22,459			22,459	0	
					319,6	0,014		0	0,014			
129	52° 36,88' N	4° 20,735' E	591101,93	5830257,28			22,473			22,473	0	
					318,8	0,460		0	0,460			
130	52° 37,067' N	4° 20,466' E	590792,72	5830597,80			22,933			22,933	0	Entrance designed wind energy area - HKN
					318,8	0,111		0	0,111			
131	52° 37,112' N	4° 20,401' E	590717,93	5830680,15			23,044			23,044	0	

					319,2	0,007		0	0,007			
132	52° 37,115' N	4° 20,397' E	590713,22	5830685,41			23,051			23,051	0	
					319,6	1,199		0	1,199			
133	52° 37,608' N	4° 19,709' E	589919,74	5831584,39			24,250			24,250	0	
					319,7	0,001		0	0,001			
134	52° 37,608' N	4° 19,708' E	589918,75	5831585,51			24,252			24,252	0	
					319,9	0,001		0	0,001			
135	52° 37,609' N	4° 19,707' E	589917,76	5831586,64			24,253			24,253	0	
					320,1	0,001		0	0,001			
136	52° 37,61' N	4° 19,706' E	589916,78	5831587,77			24,255			24,255	0	
					320,1	0,017		0	0,017			
137	52° 37,617' N	4° 19,697' E	589905,55	5831600,73			24,272			24,272	0	
					317,9	0,019		0	0,019			
138	52° 37,624' N	4° 19,685' E	589892,28	5831614,89			24,291			24,291	0	
					315,7	0,019		0	0,019			
139	52° 37,632' N	4° 19,673' E	589878,48	5831628,52			24,311			24,311	0	
					313,5	0,019		0	0,019			
140	52° 37,639' N	4° 19,661' E	589864,16	5831641,60			24,330			24,330	0	
					311,2	0,019		0	0,019			
141	52° 37,646' N	4° 19,648' E	589849,34	5831654,12			24,350			24,350	0	
					309,0	0,019		0	0,019			
142	52° 37,653' N	4° 19,634' E	589834,05	5831666,05			24,369			24,369	0	
					306,8	0,019		0	0,019			
143	52° 37,659' N	4° 19,621' E	589818,30	5831677,38			24,388			24,388	0	
					304,6	0,019		0	0,019			
144	52° 37,665' N	4° 19,606' E	589802,13	5831688,10			24,408			24,408	0	
					302,4	0,019		0	0,019			
145	52° 37,67' N	4° 19,592' E	589785,55	5831698,17			24,427			24,427	0	
					300,1	0,019		0	0,019			
146	52° 37,676' N	4° 19,577' E	589768,60	5831707,60			24,447			24,447	0	
					297,9	0,019		0	0,019			
147	52° 37,681' N	4° 19,562' E	589751,29	5831716,36			24,466			24,466	0	
					295,7	0,019		0	0,019			

148	52° 37,685' N	4° 19,546' E	589733,66	5831724,45			24,485			24,485	0	
					293,5	0,010		0	0,010			
149	52° 37,687' N	4° 19,538' E	589724,69	5831728,14			24,495			24,495	0	Border sandwave area
					293,5	0,010		0	0,010			
150	52° 37,689' N	4° 19,531' E	589715,72	5831731,84			24,505			24,505	0	
					291,2	0,019		0	0,019			
151	52° 37,693' N	4° 19,515' E	589697,52	5831738,53			24,524			24,524	0	
					289,0	0,019		0	0,019			
152	52° 37,696' N	4° 19,498' E	589679,06	5831744,51			24,544			24,544	0	
					286,8	0,019		0	0,019			
153	52° 37,699' N	4° 19,482' E	589660,39	5831749,78			24,563			24,563	0	
					284,6	0,019		0	0,019			
154	52° 37,702' N	4° 19,465' E	589641,53	5831754,31			24,582			24,582	0	
					282,3	0,019		0	0,019			
155	52° 37,704' N	4° 19,448' E	589622,51	5831758,11			24,602			24,602	0	
					280,1	0,019		0	0,019			
156	52° 37,706' N	4° 19,431' E	589603,35	5831761,16			24,621			24,621	0	
					277,9	0,019		0	0,019			
157	52° 37,708' N	4° 19,414' E	589584,09	5831763,48			24,641			24,641	0	
					275,7	0,019		0	0,019			
158	52° 37,709' N	4° 19,397' E	589564,76	5831765,04			24,660			24,660	0	
					273,5	0,019		0	0,019			
159	52° 37,709' N	4° 19,38' E	589545,37	5831765,85			24,679			24,679	0	
					271,2	0,019		0	0,019			
160	52° 37,71' N	4° 19,363' E	589525,98	5831765,91			24,699			24,699	0	
					269,0	0,019		0	0,019			
161	52° 37,709' N	4° 19,346' E	589506,59	5831765,22			24,718			24,718	0	
					266,8	0,019		0	0,019			
162	52° 37,709' N	4° 19,329' E	589487,25	5831763,77			24,738			24,738	0	
					265,7	0,634		0	0,634			
163	52° 37,683' N	4° 18,768' E	588856,27	5831704,32			25,371			25,371	0	Atlantic Crossing 1 Seg. B2 - Fiber Optic (IS)
					265,7	1,438		0	1,438			
164	52° 37,624' N	4° 17,498' E	587424,64	5831569,44			26,809			26,809	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)

					265,6	0,265		0	0,265			
165	52° 37,613' N	4° 17,264' E	587160,93	5831544,59			27,074			27,074	0	12nM
					265,6	5,646		0	5,646			
166	52° 37,38' N	4° 12,274' E	581539,71	5831014,98			32,720			32,720	0	
					266,9	0,023		0	0,023			
167	52° 37,379' N	4° 12,254' E	581517,00	5831013,36			32,743			32,743	0	
					268,2	0,393		0	0,393			
168	52° 37,373' N	4° 11,906' E	581124,41	5830994,34			33,136			33,136	0	
					264,9	0,057		0	0,057			
169	52° 37,37' N	4° 11,855' E	581067,73	5830988,34			33,193			33,193	0	
					261,6	0,384		0	0,384			
170	52° 37,34' N	4° 11,519' E	580689,24	5830926,30			33,577			33,577	0	
					263,8	0,038		0	0,038			
171	52° 37,338' N	4° 11,485' E	580651,32	5830921,57			33,615			33,615	0	
					266,0	0,578		0	0,578			
172	52° 37,316' N	4° 10,974' E	580075,52	5830871,92			34,193			34,193	0	TAT14 Seg. J - Fiber Optic (IS)
					266,0	1,188		0	1,188			
173	52° 37,271' N	4° 9,924' E	578891,82	5830769,87			35,381			35,381	0	
					264,4	0,028		0	0,028			
174	52° 37,27' N	4° 9,899' E	578863,91	5830766,67			35,409			35,409	0	
					262,8	0,246		0	0,246			
175	52° 37,253' N	4° 9,683' E	578620,31	5830731,80			35,655			35,655	0	
					264,5	0,029		0	0,029			
176	52° 37,252' N	4° 9,657' E	578591,03	5830728,48			35,684			35,684	0	
					266,1	0,819		0	0,819			
177	52° 37,222' N	4° 8,933' E	577774,92	5830660,38			36,503			36,503	0	
					263,8	0,041		0	0,041			
178	52° 37,22' N	4° 8,896' E	577733,84	5830655,23			36,545			36,545	0	
					261,4	0,670		0	0,670			
179	52° 37,165' N	4° 8,309' E	577073,27	5830544,50			37,215			37,215	0	Exit designed wind energy area - HKN
					261,4	0,267		0	0,267			
180	52° 37,144' N	4° 8,075' E	576809,50	5830500,28			37,482			37,482	0	
					259,4	0,034		0	0,034			

181	52° 37,14' N	4° 8,045' E	576776,08	5830493,50			37,516			37,516	0	
					257,5	0,393		0	0,393			
182	52° 37,094' N	4° 7,705' E	576393,53	5830402,19			37,909			37,909	0	
					260,9	0,060		0	0,060			
183	52° 37,089' N	4° 7,653' E	576334,65	5830391,81			37,969			37,969	0	
					267,8	0,060		0	0,060			
184	52° 37,088' N	4° 7,6' E	576274,95	5830388,53			38,029			38,029	0	
					271,2	0,519		0	0,519			
185	52° 37,094' N	4° 7,14' E	575755,50	5830391,12			38,549			38,549	0	
					269,2	0,034		0	0,034			
186	52° 37,094' N	4° 7,11' E	575721,60	5830390,14			38,582			38,582	0	
					265,3	0,034		0	0,034			
187	52° 37,092' N	4° 7,08' E	575687,84	5830386,86			38,616			38,616	0	
					263,4	0,443		0	0,443			
188	52° 37,065' N	4° 6,69' E	575249,05	5830329,17			39,059			39,059	0	
					262,5	0,016		0	0,016			
189	52° 37,064' N	4° 6,676' E	575233,08	5830326,81			39,075			39,075	0	
					261,5	0,531		0	0,531			
190	52° 37,021' N	4° 6,21' E	574709,11	5830240,62			39,606			39,606	0	
					263,6	0,036		0	0,036			
191	52° 37,019' N	4° 6,179' E	574673,45	5830236,07			39,642			39,642	0	
					265,7	0,038		0	0,038			
192	52° 37,018' N	4° 6,145' E	574635,39	5830232,59			39,680			39,680	0	500m East of Entrance Free Maritime Zone near Ijmuiden
					265,7	0,519		0	0,519			
193	52° 36,996' N	4° 5,687' E	574118,75	5830185,39			40,199			40,199	0	
					268,1	0,042		0	0,042			
194	52° 36,996' N	4° 5,649' E	574076,70	5830183,33			40,241			40,241	0	
					270,5	0,141		0	0,141			
195	52° 36,996' N	4° 5,524' E	573935,78	5830182,36			40,382			40,382	0	
					268,6	0,033		0	0,033			
196	52° 36,996' N	4° 5,495' E	573902,32	5830181,00			40,416			40,416	0	
					264,7	0,033		0	0,033			
197	52° 36,994' N	4° 5,465' E	573869,02	5830177,41			40,449			40,449	0	

					262,8	0,557		0	0,557			
198	52° 36,957' N	4° 4,975' E	573317,47	5830099,20			41,006			41,006	0	
					263,4	0,010		0	0,010			
199	52° 36,956' N	4° 4,967' E	573307,49	5830097,88			41,016			41,016	0	
					263,9	0,451		0	0,451			
200	52° 36,93' N	4° 4,569' E	572859,33	5830043,51			41,468			41,468	0	
					263,1	0,014		0	0,014			
201	52° 36,929' N	4° 4,557' E	572845,70	5830041,66			41,481			41,481	0	
					262,4	0,717		0	0,717			
202	52° 36,878' N	4° 3,927' E	572136,38	5829935,73			42,199			42,199	0	
					263,3	0,017		0	0,017			
203	52° 36,877' N	4° 3,912' E	572119,94	5829933,55			42,215			42,215	0	
					264,2	0,602		0	0,602			
204	52° 36,844' N	4° 3,381' E	571521,57	5829864,38			42,817			42,817	0	
					262,7	0,027		0	0,027			
205	52° 36,842' N	4° 3,357' E	571494,58	5829860,51			42,845			42,845	0	
					261,1	0,976		0	0,976			
206	52° 36,761' N	4° 2,503' E	570532,60	5829695,75			43,821			43,821	0	500m West of Exit Free Maritime Zone near Ijmuiden
					261,1	0,629		0	0,629			
207	52° 36,709' N	4° 1,952' E	569912,16	5829589,49			44,450			44,450	0	
					258,9	0,039		0	0,039			
208	52° 36,705' N	4° 1,918' E	569874,03	5829581,42			44,489			44,489	0	
					254,4	0,039		0	0,039			
209	52° 36,699' N	4° 1,884' E	569836,65	5829570,40			44,528			44,528	0	
					252,2	0,740		0	0,740			
210	52° 36,577' N	4° 1,26' E	569135,53	5829333,73			45,268			45,268	0	
					254,6	0,043		0	0,043			
211	52° 36,57' N	4° 1,224' E	569094,59	5829321,83			45,311			45,311	0	
					259,5	0,043		0	0,043			
212	52° 36,566' N	4° 1,187' E	569052,78	5829313,45			45,353			45,353	0	
					264,4	0,043		0	0,043			
213	52° 36,564' N	4° 1,149' E	569010,41	5829308,68			45,396			45,396	0	
					266,8	0,246		0	0,246			

214	52° 36,557' N	4° 0,931' E	568764,55	5829291,52			45,643			45,643	0	
					269,6	0,048		0	0,048			
215	52° 36,556' N	4° 0,888' E	568716,39	5829290,49			45,691			45,691	0	
					275,1	0,048		0	0,048			
216	52° 36,559' N	4° 0,846' E	568668,34	5829294,10			45,739			45,739	0	
					277,9	0,138		0	0,138			
217	52° 36,569' N	4° 0,724' E	568530,97	5829311,10			45,877			45,877	0	500m East of Entrance Free shipping zone Texel to Ijmuiden
					277,9	0,362		0	0,362			
218	52° 36,596' N	4° 0,407' E	568172,08	5829355,51			46,239			46,239	0	
					274,3	0,061		0	0,061			
219	52° 36,598' N	4° 0,353' E	568110,79	5829359,30			46,300			46,300	0	
					267,3	0,061		0	0,061			
220	52° 36,597' N	4° 0,298' E	568049,51	5829355,55			46,362			46,362	0	
					263,8	0,182		0	0,182			
221	52° 36,586' N	4° 0,138' E	567869,27	5829333,33			46,543			46,543	0	
					267,5	0,055		0	0,055			
222	52° 36,585' N	4° 0,09' E	567814,12	5829330,14			46,599			46,599	0	
					273,8	0,055		0	0,055			
223	52° 36,587' N	4° 0,041' E	567758,95	5829333,05			46,654			46,654	0	
					280,1	0,055		0	0,055			
224	52° 36,592' N	3° 59,993' E	567704,44	5829342,03			46,709			46,709	0	
					286,5	0,055		0	0,055			
225	52° 36,6' N	3° 59,946' E	567651,26	5829356,96			46,764			46,764	0	
					289,6	0,559		0	0,559			
226	52° 36,702' N	3° 59,479' E	567122,13	5829537,64			47,323			47,323	0	
					287,4	0,022		0	0,022			
227	52° 36,705' N	3° 59,46' E	567100,95	5829543,95			47,346			47,346	0	Rioja 3 - Fiber Optic (OOS) Rijkswaterstaat Open Source data
					287,4	0,027		0	0,027			
228	52° 36,71' N	3° 59,437' E	567074,99	5829551,68			47,373			47,373	0	
					281,7	0,049		0	0,049			
229	52° 36,715' N	3° 59,395' E	567026,70	5829561,03			47,422			47,422	0	
					276,1	0,049		0	0,049			

230	52° 36,718' N	3° 59,351' E	566977,72	5829565,59			47,471			47,471	0	
					270,5	0,049		0	0,049			
231	52° 36,718' N	3° 59,308' E	566928,53	5829565,32			47,520			47,520	0	
					267,6	0,512		0	0,512			
232	52° 36,707' N	3° 58,854' E	566416,86	5829537,23			48,033			48,033	0	
					269,8	0,037		0	0,037			
233	52° 36,707' N	3° 58,821' E	566379,70	5829536,58			48,070			48,070	0	
					274,0	0,037		0	0,037			
234	52° 36,708' N	3° 58,788' E	566342,60	5829538,68			48,107			48,107	0	
					276,2	0,328		0	0,328			
235	52° 36,727' N	3° 58,499' E	566015,67	5829569,45			48,435			48,435	0	
					273,9	0,039		0	0,039			
236	52° 36,728' N	3° 58,465' E	565976,78	5829571,59			48,474			48,474	0	
					269,5	0,039		0	0,039			
237	52° 36,728' N	3° 58,43' E	565937,83	5829570,69			48,513			48,513	0	
					267,2	0,652		0	0,652			
238	52° 36,711' N	3° 57,853' E	565286,96	5829530,29			49,165			49,165	0	
					267,3	0,479		0	0,479			
239	52° 36,699' N	3° 57,429' E	564808,67	5829501,51			49,645			49,645	0	Rembrandt 1 - Fiber Optic (OOS)
					267,3	0,143		0	0,143			
240	52° 36,695' N	3° 57,302' E	564665,73	5829492,91			49,788			49,788	0	
					270,0	0,047		0	0,047			
241	52° 36,695' N	3° 57,261' E	564618,72	5829492,29			49,835			49,835	0	
					275,4	0,047		0	0,047			
242	52° 36,698' N	3° 57,219' E	564571,85	5829496,10			49,882			49,882	0	
					278,1	0,856		0	0,856			
243	52° 36,763' N	3° 56,468' E	563722,79	5829605,42			50,738			50,738	0	PANGEA Seg. 2 - Fiber Optic (IS) Rijkswaterstaat Open Source data
					278,1	0,429		0	0,429			
244	52° 36,795' N	3° 56,092' E	563297,30	5829660,20			51,167			51,167	0	
					275,4	0,047		0	0,047			
245	52° 36,798' N	3° 56,05' E	563249,96	5829664,02			51,214			51,214	0	
					269,9	0,047		0	0,047			
246	52° 36,798' N	3° 56,008' E	563202,48	5829663,33			51,262			51,262	0	

					267,2	0,096		0	0,096			
247	52° 36,795' N	3° 55,922' E	563106,18	5829657,36			51,358			51,358	0	
					264,3	0,051		0	0,051			
248	52° 36,792' N	3° 55,878' E	563055,91	5829651,67			51,409			51,409	0	
					258,5	0,051		0	0,051			
249	52° 36,787' N	3° 55,834' E	563006,47	5829640,94			51,459			51,459	0	
					255,6	0,320		0	0,320			
250	52° 36,744' N	3° 55,559' E	562697,85	5829557,37			51,779			51,779	0	
					258,0	0,084		0	0,084			
251	52° 36,735' N	3° 55,487' E	562616,39	5829538,93			51,863			51,863	0	
					262,8	0,084		0	0,084			
252	52° 36,729' N	3° 55,414' E	562533,68	5829527,35			51,946			51,946	0	
					267,5	0,084		0	0,084			
253	52° 36,727' N	3° 55,34' E	562450,28	5829522,71			52,030			52,030	0	
					272,3	0,084		0	0,084			
254	52° 36,729' N	3° 55,266' E	562366,79	5829525,05			52,113			52,113	0	
					277,1	0,084		0	0,084			
255	52° 36,735' N	3° 55,192' E	562283,79	5829534,34			52,197			52,197	0	
					279,5	0,203		0	0,203			
256	52° 36,753' N	3° 55,015' E	562083,10	5829565,35			52,400			52,400	0	HKWB Eastern border mixed N and S bound traffic
					279,5	0,389		0	0,389			
257	52° 36,787' N	3° 54,675' E	561698,62	5829624,76			52,789			52,789	0	
					277,8	0,061		0	0,061			
258	52° 36,792' N	3° 54,621' E	561637,90	5829632,25			52,850			52,850	0	
					274,2	0,061		0	0,061			
259	52° 36,794' N	3° 54,567' E	561576,84	5829636,01			52,911			52,911	0	
					272,5	0,130		0	0,130			
260	52° 36,797' N	3° 54,452' E	561446,82	5829640,03			53,041			53,041	0	
					271,1	0,047		0	0,047			
261	52° 36,798' N	3° 54,41' E	561399,95	5829640,38			53,088			53,088	0	
					268,5	0,047		0	0,047			
262	52° 36,797' N	3° 54,369' E	561353,12	5829638,53			53,135			53,135	0	
					267,1	0,523		0	0,523			

263	52° 36,783' N	3° 53,906' E	560831,62	5829605,73			53,658			53,658	0	
					268,3	0,040		0	0,040			
264	52° 36,782' N	3° 53,871' E	560791,77	5829604,02			53,698			53,698	0	
					269,4	0,395		0	0,395			
265	52° 36,78' N	3° 53,521' E	560396,68	5829594,95			54,093			54,093	0	
					270,6	0,022		0	0,022			
266	52° 36,78' N	3° 53,502' E	560375,14	5829594,92			54,114			54,114	0	
					273,1	0,022		0	0,022			
267	52° 36,781' N	3° 53,483' E	560353,62	5829595,82			54,136			54,136	0	
					275,6	0,022		0	0,022			
268	52° 36,782' N	3° 53,464' E	560332,15	5829597,65			54,157			54,157	0	
					278,0	0,022		0	0,022			
269	52° 36,784' N	3° 53,445' E	560310,78	5829600,39			54,179			54,179	0	
					279,3	0,283		0	0,283			
270	52° 36,808' N	3° 53,197' E	560031,09	5829642,50			54,462			54,462	0	
					281,4	0,037		0	0,037			
271	52° 36,812' N	3° 53,165' E	559994,69	5829649,36			54,499			54,499	0	
					283,5	0,471		0	0,471			
272	52° 36,871' N	3° 52,76' E	559535,59	5829753,72			54,970			54,970	0	
					280,8	0,047		0	0,047			
273	52° 36,876' N	3° 52,719' E	559489,11	5829762,00			55,017			55,017	0	
					275,4	0,047		0	0,047			
274	52° 36,878' N	3° 52,677' E	559442,06	5829765,86			55,064			55,064	0	
					270,0	0,047		0	0,047			
275	52° 36,878' N	3° 52,635' E	559394,85	5829765,26			55,111			55,111	0	
					267,3	0,945		0	0,945			
276	52° 36,854' N	3° 51,798' E	558451,34	5829708,73			56,056			56,056	0	
					269,3	0,036		0	0,036			
277	52° 36,854' N	3° 51,767' E	558415,50	5829707,87			56,092			56,092	0	
					273,4	0,036		0	0,036			
278	52° 36,855' N	3° 51,735' E	558379,70	5829709,58			56,128			56,128	0	
					275,5	0,204		0	0,204			
279	52° 36,866' N	3° 51,555' E	558176,52	5829726,60			56,332			56,332	0	500m West of 'Exit Free shipping zone Texel to Ijmuiden

					275,5	0,350		0	0,350			
280	52° 36,884' N	3° 51,246' E	557827,56	5829755,82			56,682			56,682	0	
					275,2	0,271		0	0,271			
281	52° 36,897' N	3° 51,007' E	557556,95	5829777,25			56,954			56,954	0	
					272,5	0,047		0	0,047			
282	52° 36,898' N	3° 50,965' E	557510,13	5829778,75			57,000			57,000	0	
					269,8	0,758		0	0,758			
283	52° 36,897' N	3° 50,293' E	556752,00	5829767,59			57,759			57,759	0	PL0207_PR+PL0207_UM - 8"+2" - Gas (IS)
					269,8	0,990		0	0,990			
284	52° 36,895' N	3° 49,416' E	555761,80	5829753,02			58,749			58,749	0	
					267,2	0,045		0	0,045			
285	52° 36,894' N	3° 49,376' E	555717,07	5829750,36			58,794			58,794	0	
					264,7	0,036		0	0,036			
286	52° 36,892' N	3° 49,344' E	555681,30	5829746,61			58,830			58,830	0	500m East of Entrance wind energy area HKwB
					264,7	0,587		0	0,587			
287	52° 36,863' N	3° 48,826' E	555097,08	5829685,42			59,417			59,417	0	
					266,4	0,031		0	0,031			
288	52° 36,862' N	3° 48,799' E	555066,30	5829683,15			59,448			59,448	0	
					268,2	0,041		0	0,041			
289	52° 36,861' N	3° 48,762' E	555024,91	5829681,39			59,489			59,489	0	
					266,0	0,038		0	0,038			
290	52° 36,859' N	3° 48,728' E	554986,90	5829678,31			59,528			59,528	0	
					261,6	0,026		0	0,026			
291	52° 36,857' N	3° 48,705' E	554960,89	5829674,19			59,554			59,554	0	Entrance designed wind energy area - HKW
					261,6	0,012		0	0,012			
292	52° 36,856' N	3° 48,695' E	554949,23	5829672,35			59,566			59,566	0	
					259,5	0,479		0	0,479			
293	52° 36,809' N	3° 48,277' E	554478,99	5829579,38			60,045			60,045	0	PL0109_PR - 10" - Oil (IS)
					259,5	0,026		0	0,026			
294	52° 36,807' N	3° 48,255' E	554453,30	5829574,30			60,071			60,071	0	
					260,8	0,023		0	0,023			
295	52° 36,805' N	3° 48,234' E	554430,42	5829570,33			60,095			60,095	0	

					262,1	0,263		0	0,263			
296	52° 36,785' N	3° 48,003' E	554170,16	5829531,33			60,358			60,358	0	
					264,6	0,043		0	0,043			
297	52° 36,783' N	3° 47,965' E	554127,58	5829526,80			60,400			60,400	0	
					269,5	0,043		0	0,043			
298	52° 36,783' N	3° 47,927' E	554084,76	5829525,94			60,443			60,443	0	
					271,9	0,292		0	0,292			
299	52° 36,788' N	3° 47,669' E	553793,00	5829532,54			60,735			60,735	0	
					272,7	0,013		0	0,013			
300	52° 36,788' N	3° 47,657' E	553779,73	5829533,01			60,748			60,748	0	
					273,4	0,008		0	0,008			
301	52° 36,789' N	3° 47,65' E	553772,04	5829533,39			60,756			60,756	0	
					274,3	0,395		0	0,395			
302	52° 36,804' N	3° 47,301' E	553377,75	5829558,47			61,151			61,151	0	
					278,0	0,304		0	0,304			
303	52° 36,827' N	3° 47,034' E	553075,78	5829597,55			61,456			61,456	0	
					275,9	0,037		0	0,037			
304	52° 36,829' N	3° 47,002' E	553038,92	5829600,94			61,493			61,493	0	
					271,6	0,037		0	0,037			
305	52° 36,83' N	3° 46,969' E	553001,91	5829601,59			61,530			61,530	0	
					267,4	0,037		0	0,037			
306	52° 36,829' N	3° 46,936' E	552964,95	5829599,50			61,567			61,567	0	
					263,1	0,037		0	0,037			
307	52° 36,827' N	3° 46,903' E	552928,25	5829594,68			61,604			61,604	0	
					261,0	1,264		0	1,264			
308	52° 36,72' N	3° 45,797' E	551681,74	5829383,91			62,868			62,868	0	
					262,9	0,033		0	0,033			
309	52° 36,718' N	3° 45,768' E	551648,79	5829379,45			62,901			62,901	0	
					266,7	0,033		0	0,033			
310	52° 36,717' N	3° 45,738' E	551615,62	5829377,20			62,934			62,934	0	
					270,5	0,033		0	0,033			
311	52° 36,717' N	3° 45,709' E	551582,37	5829377,16			62,968			62,968	0	
					274,3	0,033		0	0,033			

312	52° 36,718' N	3° 45,679' E	551549,19	5829379,33			63,001			63,001	0	
					276,2	0,275		0	0,275			
313	52° 36,735' N	3° 45,437' E	551275,59	5829406,38			63,276			63,276	0	
					278,6	0,041		0	0,041			
314	52° 36,738' N	3° 45,401' E	551235,12	5829412,05			63,317			63,317	0	
					283,3	0,041		0	0,041			
315	52° 36,743' N	3° 45,366' E	551195,26	5829421,02			63,358			63,358	0	
					285,6	0,059		0	0,059			
316	52° 36,751' N	3° 45,316' E	551138,53	5829436,23			63,416			63,416	0	
					283,2	0,042		0	0,042			
317	52° 36,757' N	3° 45,28' E	551097,55	5829445,39			63,458			63,458	0	
					280,8	0,147		0	0,147			
318	52° 36,771' N	3° 45,152' E	550952,73	5829471,45			63,605			63,605	0	
					284,4	0,062		0	0,062			
319	52° 36,78' N	3° 45,098' E	550892,26	5829486,27			63,668			63,668	0	
					291,5	0,062		0	0,062			
320	52° 36,792' N	3° 45,047' E	550834,09	5829508,49			63,730			63,730	0	
					295,1	0,353		0	0,353			
321	52° 36,873' N	3° 44,764' E	550512,66	5829654,83			64,083			64,083	0	
					293,6	0,026		0	0,026			
322	52° 36,878' N	3° 44,743' E	550488,98	5829664,89			64,109			64,109	0	
					290,6	0,026		0	0,026			
323	52° 36,883' N	3° 44,721' E	550464,81	5829673,71			64,135			64,135	0	
					287,7	0,026		0	0,026			
324	52° 36,888' N	3° 44,7' E	550440,22	5829681,28			64,160			64,160	0	
					284,8	0,026		0	0,026			
325	52° 36,891' N	3° 44,678' E	550415,28	5829687,57			64,186			64,186	0	
					283,3	0,169		0	0,169			
326	52° 36,912' N	3° 44,532' E	550250,82	5829724,59			64,355			64,355	0	
					278,2	0,035		0	0,035			
327	52° 36,915' N	3° 44,501' E	550215,72	5829729,28			64,390			64,390	0	
					268,0	0,035		0	0,035			
328	52° 36,914' N	3° 44,47' E	550180,34	5829727,70			64,426			64,426	0	

					257,9	0,035		0	0,035			
329	52° 36,91' N	3° 44,439' E	550145,80	5829719,91			64,461			64,461	0	
					247,7	0,035		0	0,035			
330	52° 36,903' N	3° 44,41' E	550113,17	5829706,15			64,496			64,496	0	
					237,6	0,035		0	0,035			
331	52° 36,893' N	3° 44,384' E	550083,48	5829686,85			64,532			64,532	0	
					232,5	0,205		0	0,205			
332	52° 36,825' N	3° 44,239' E	549922,12	5829560,31			64,737			64,737	0	Estimated J-tube entry HKwB

HKwB2-RPL-A02

Initial

Latitude [DD]	Longitude [DD]
52,483544	4,578418
52,482680	4,576096
52,482616	4,575889
52,482573	4,575667
52,482551	4,575436
52,482552	4,575203
52,482613	4,574053
52,482691	4,572577
52,482710	4,572275
52,482617	4,565346
52,482605	4,564951
52,482595	4,564732
52,482585	4,563884
52,482635	4,563041
52,482817	4,561123
52,482882	4,560580

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,483264	4,557901
52,483345	4,557333
52,483400	4,556878
52,484034	4,550691
52,484118	4,550046
52,484237	4,549416
52,484391	4,548806
52,484783	4,547423
52,485054	4,546606
52,485386	4,545852
52,485773	4,545173
52,485929	4,544961
52,486210	4,544578
52,486508	4,544206
52,486884	4,543768
52,487382	4,543247

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,487731	4,542842
52,488054	4,542386
52,488350	4,541881
52,488865	4,540915
52,489034	4,540577
52,489643	4,539287
52,489921	4,538753
52,490185	4,538291
52,490433	4,537819
52,491231	4,536165
52,491512	4,535635
52,491824	4,535151
52,492162	4,534718
52,494308	4,532232
52,494393	4,532135
52,494575	4,531935
52,497278	4,528953

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,497543	4,528637
52,497794	4,528289
52,499199	4,526192
52,499483	4,525802
52,499784	4,525453
52,504813	4,520121
52,504921	4,520004
52,508844	4,515577
52,510371	4,514231
52,510521	4,514104
52,510636	4,514012
52,510834	4,513883
52,511038	4,513781
52,513229	4,512831
52,513757	4,512602
52,514249	4,512338

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,514719	4,511984
52,515161	4,511543
52,515569	4,511022
52,515938	4,510428
52,516133	4,510076
52,517315	4,507938
52,517536	4,507506
52,517737	4,507047
52,519024	4,503849
52,519162	4,503526
52,519936	4,501810
52,520196	4,501286
52,520484	4,500803
52,522980	4,496986
52,523263	4,496513
52,523519	4,496000
52,523745	4,495452

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,525118	4,491783
52,525351	4,491078
52,525536	4,490336
52,526049	4,487899
52,526845	4,484475
52,526932	4,484128
52,528432	4,478543
52,528608	4,477777
52,530023	4,470376
52,531256	4,463929
52,531361	4,463438
52,531488	4,462960
52,532821	4,458378
52,533072	4,457629
52,533375	4,456933
52,533725	4,456299

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,536334	4,452087
52,536631	4,451647
52,544362	4,441217
52,550546	4,432869
52,550659	4,432721
52,552305	4,430641
52,557124	4,424550
52,557366	4,424221
52,561276	4,418520
52,561403	4,418341
52,563775	4,415134
52,581592	4,391026
52,581751	4,390819
52,584915	4,386917
52,585124	4,386643
52,588369	4,382119

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,588590	4,381790
52,591421	4,377279
52,591823	4,376709
52,598167	4,368752
52,598520	4,368260
52,600398	4,365355
52,600570	4,365103
52,602839	4,361937
52,602887	4,361871
52,606628	4,356795
52,606723	4,356663
52,610317	4,351502
52,610410	4,351372
52,614577	4,345709
52,614671	4,345578
52,617783	4,341106
52,618536	4,340024

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,618584	4,339956
52,626795	4,328483
52,626805	4,328469
52,626816	4,328455
52,626826	4,328440
52,626944	4,328278
52,627074	4,328086
52,627199	4,327886
52,627319	4,327678
52,627434	4,327462
52,627543	4,327240
52,627648	4,327010
52,627747	4,326774
52,627840	4,326532
52,627928	4,326284
52,628009	4,326031

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,628085	4,325773
52,628119	4,325641
52,628154	4,325510
52,628217	4,325243
52,628274	4,324972
52,628325	4,324698
52,628368	4,324420
52,628406	4,324140
52,628436	4,323858
52,628460	4,323574
52,628478	4,323289
52,628488	4,323003
52,628492	4,322717
52,628489	4,322430
52,628479	4,322144
52,628048	4,312808
52,627068	4,291627

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,626887	4,287725
52,623001	4,204566
52,622990	4,204231
52,622877	4,198428
52,622832	4,197589
52,622331	4,191984
52,622294	4,191423
52,621933	4,182907
52,621189	4,165400
52,621164	4,164987
52,620886	4,161381
52,620861	4,160948
52,620366	4,148879
52,620326	4,148271
52,619424	4,138490
52,619064	4,134584

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,619008	4,134089
52,618241	4,128418
52,618156	4,127546
52,618135	4,126664
52,618231	4,118993
52,618227	4,118492
52,618202	4,117993
52,617745	4,111500
52,617726	4,111263
52,617023	4,103506
52,616987	4,102978
52,616961	4,102415
52,616608	4,094775
52,616595	4,094154
52,616606	4,092073
52,616598	4,091578
52,616570	4,091086

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,615942	4,082923
52,615931	4,082775
52,615503	4,076145
52,615488	4,075944
52,614631	4,065446
52,614613	4,065202
52,614071	4,056351
52,614040	4,055952
52,612684	4,041711
52,611809	4,032527
52,611742	4,031962
52,611648	4,031408
52,609610	4,021005
52,609508	4,020398
52,609438	4,019779
52,609401	4,019153

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,609278	4,015519
52,609274	4,014808
52,609313	4,014099
52,609483	4,012074
52,609928	4,006784
52,609969	4,005880
52,609943	4,004974
52,609766	4,002308
52,609744	4,001493
52,609777	4,000679
52,609865	3,999876
52,610006	3,999094
52,611695	3,991318
52,611755	3,991006
52,611827	3,990624
52,611917	3,989913

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,611964	3,989191
52,611968	3,988464
52,611778	3,980903
52,611777	3,980354
52,611801	3,979807
52,612117	3,974985
52,612141	3,974411
52,612138	3,973836
52,611853	3,964217
52,611652	3,957149
52,611591	3,955036
52,611591	3,954342
52,611631	3,953650
52,612714	3,941134
52,613256	3,934861
52,613296	3,934163
52,613295	3,933461

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,613253	3,932038
52,613208	3,931295
52,613117	3,930563
52,612401	3,925989
52,612245	3,924783
52,612151	3,923559
52,612118	3,922327
52,612149	3,921094
52,612242	3,919870
52,612544	3,916913
52,613122	3,911246
52,613196	3,910351
52,613237	3,909450
52,613287	3,907531
52,613296	3,906839
52,613285	3,906147

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,613048	3,898439
52,613037	3,897851
52,613000	3,892015
52,613002	3,891696
52,613013	3,891379
52,613031	3,891062
52,613058	3,890747
52,613468	3,886624
52,613534	3,886088
52,614522	3,879327
52,614602	3,878642
52,614642	3,877948
52,614641	3,877251
52,614236	3,863307
52,614232	3,862778
52,614251	3,862249
52,614426	3,859252

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,614726	3,854103
52,614947	3,850111
52,614966	3,849419
52,614945	3,838221
52,614917	3,823595
52,614897	3,822934
52,614867	3,822406
52,614377	3,813767
52,614359	3,813312
52,614348	3,812701
52,614324	3,812139
52,614290	3,811754
52,614274	3,811582
52,613486	3,804622
52,613443	3,804242
52,613409	3,803903

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,613085	3,800053
52,613048	3,799424
52,613045	3,798791
52,613133	3,794484
52,613139	3,794288
52,613143	3,794174
52,613407	3,788356
52,613788	3,783902
52,613822	3,783359
52,613832	3,782812
52,613817	3,782266
52,613777	3,781723
52,612002	3,763282
52,611965	3,762794
52,611948	3,762304
52,611951	3,761813

HKwB2-RPL-A02

Initial

52,611974	3,761324
52,612243	3,757287
52,612297	3,756691
52,612382	3,756103
52,612524	3,755268
52,612610	3,754664
52,612858	3,752530
52,612997	3,751639
52,613202	3,750783
52,614548	3,746059
52,614640	3,745711
52,614722	3,745355
52,614792	3,744993
52,614851	3,744626
52,615199	3,742202
52,615244	3,741685
52,615233	3,741162

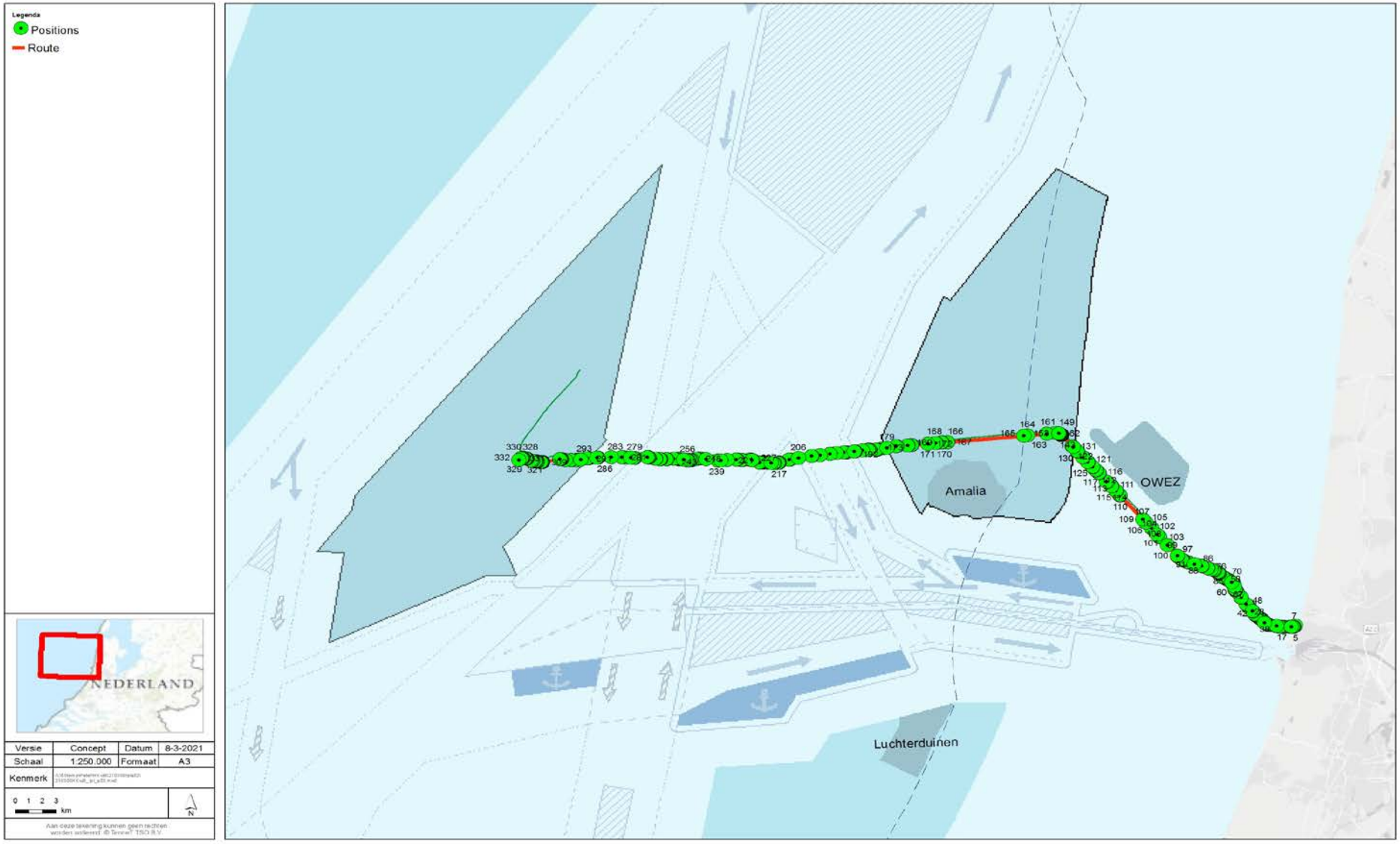
HKwB2-RPL-A02

Initial

52,615167	3,740651
52,615046	3,740167
52,614875	3,739725
52,613752	3,737323

HKwB

RPL A02 HKwB 2



OFFSHORE GRID NL

E3.3.5

Document Title:

Standard Offshore Substation
Fire and Safety Plans
(1 list & 5 drawings)

02	05-09-2016	Issued for ITT, Information Notice 9	TenneT	TenneT	TenneT
01	15-01-2016	Issued for ITT	[redacted]		
Rev.	Revision date (DD-MM-YYYY)	Reason for issue	Prepared by	Verified by	MVJ by

Project no.: 1100015665

Site code:

TenneT Document No.:

ONL-TTB-00212

RAMBØLL

Job no. 1100015665

PROJECT

TENNET

DRAWING LIST

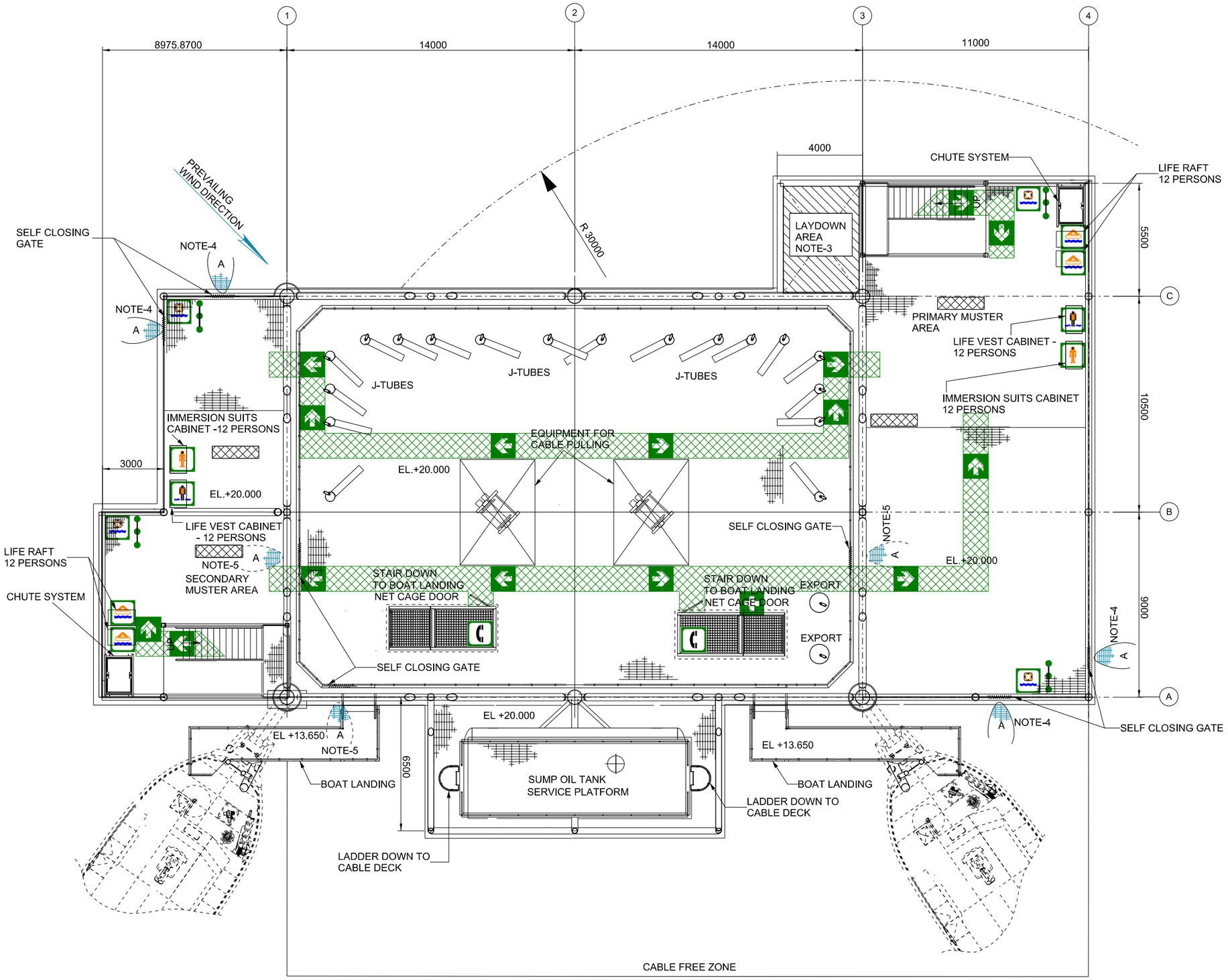
Standard AC Platform - TENNET_STD700MW

REV.	DATE	MADE BY	CHECKED	APPROVED
1	31-AUG-2016	[redacted]		
0	22-JAN-2016			
B	27-NOV-2015			
A	30-JUN-2015			

PLATFORM **TENNET_STD700MW**

DISCIPLINE 09 - FIRE AND SAFETY PLANS

DENOMINATOR	PLATFORM		MODULE	DISCI-PLINE	SEQ. NO	SHEET NO	DRAWING TITLE:	DRAW. SIZE	DRAWN BY	CAD	MAINT. SYSTEM	REVI-SION	REVISION DATE	REMARKS:
	T	T	B	09	001	01	CABLE DECK	A1	100970	I	-	1	31-aug-2016	
	T	T	C	09	001	01	MAIN DECK	A1	100970	I	-	1	31-aug-2016	
	T	T	D	09	001	01	UTILITY DECK	A1	100970	I	-	1	31-aug-2016	
	T	T	E	09	001	01	CONTROL DECK	A1	100970	I	-	1	31-aug-2016	
	T	T	G	09	001	01	ROOF DECK: EL	A1	100970	I	-	1	31-aug-2016	



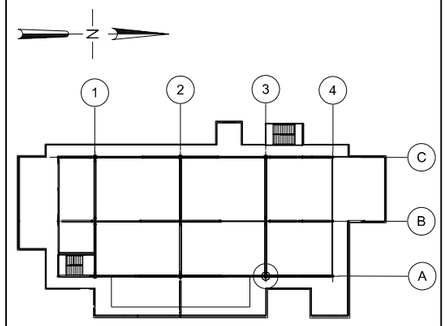
CABLE DECK - EL.+20.000 T.O.S

SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FB — FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO_2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- TELEPHONE
- KNOTTED ROBE
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



KEY PLAN

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrpt1on
1	31-AUG-2016				REISSUED FOR ITT
0	22-JAN-2016				ISSUED FOR ITC
A	27-NOV-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Drawing no. | Reference dwgs.

RAMBOLL

Job no. 1100015665

TenneT — Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

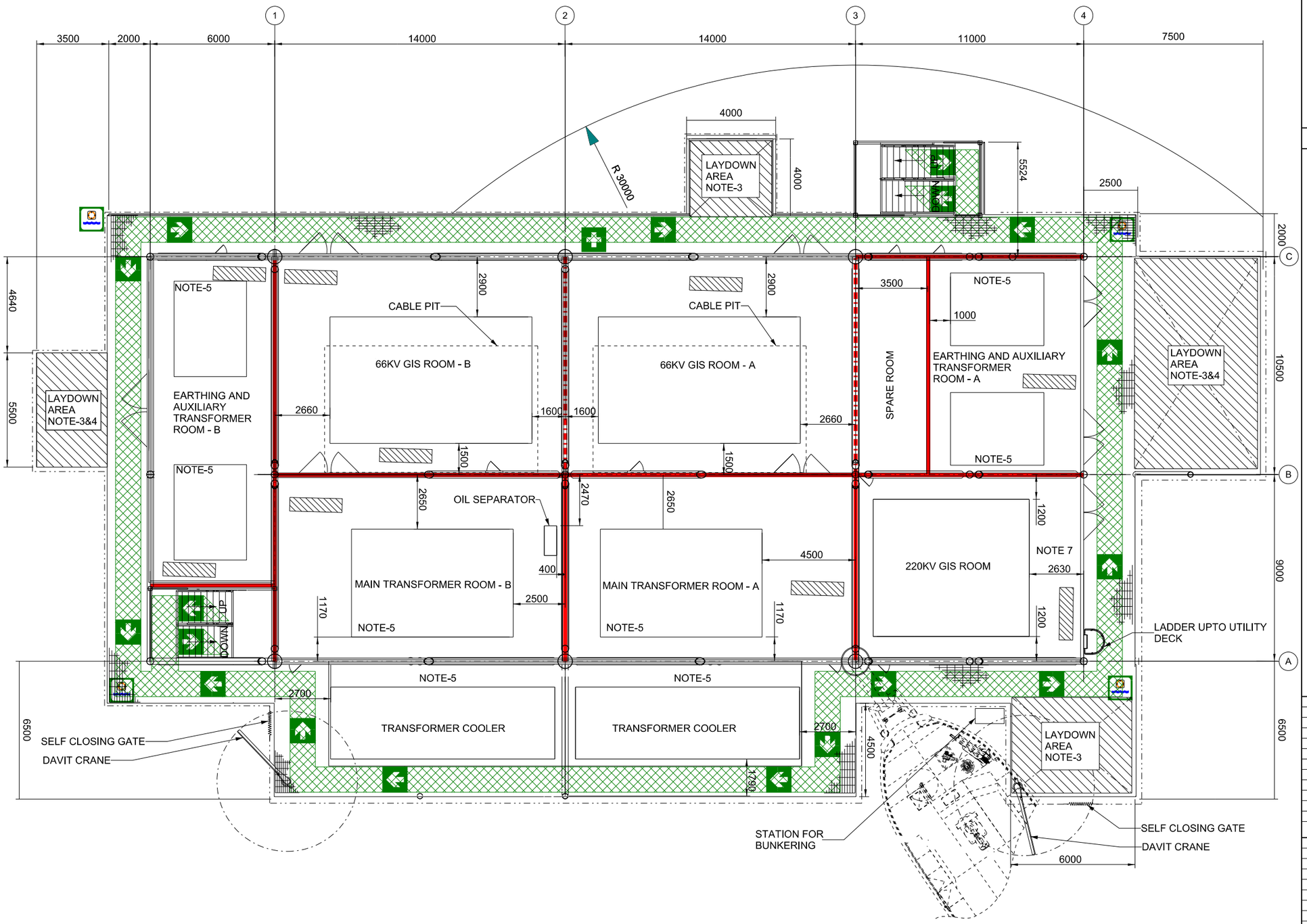
Title

CABLE DECK

FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-B-09-001-01	1

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\IS-Health_Safety_Environment_HSE_Drawings\TT-B-09-001-01.dgn 9/5/2016 9:15:48 AM



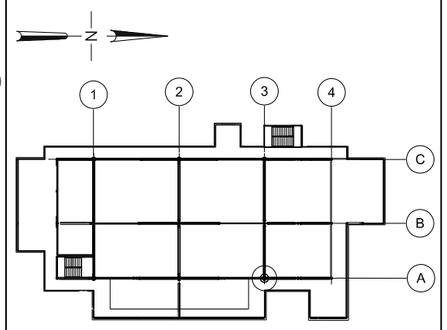
MAIN DECK - EL.+26.500 T.O.S (NOTE-6)

SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FB — FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO_2 — CO2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



KEY PLAN

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrption
1	31-AUG-2016	[redacted]			REISSUED FOR ITT
0	22-JAN-2016				ISSUED FOR ITC
A	27-NOV-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Drawing no. | Reference dwgs.

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title

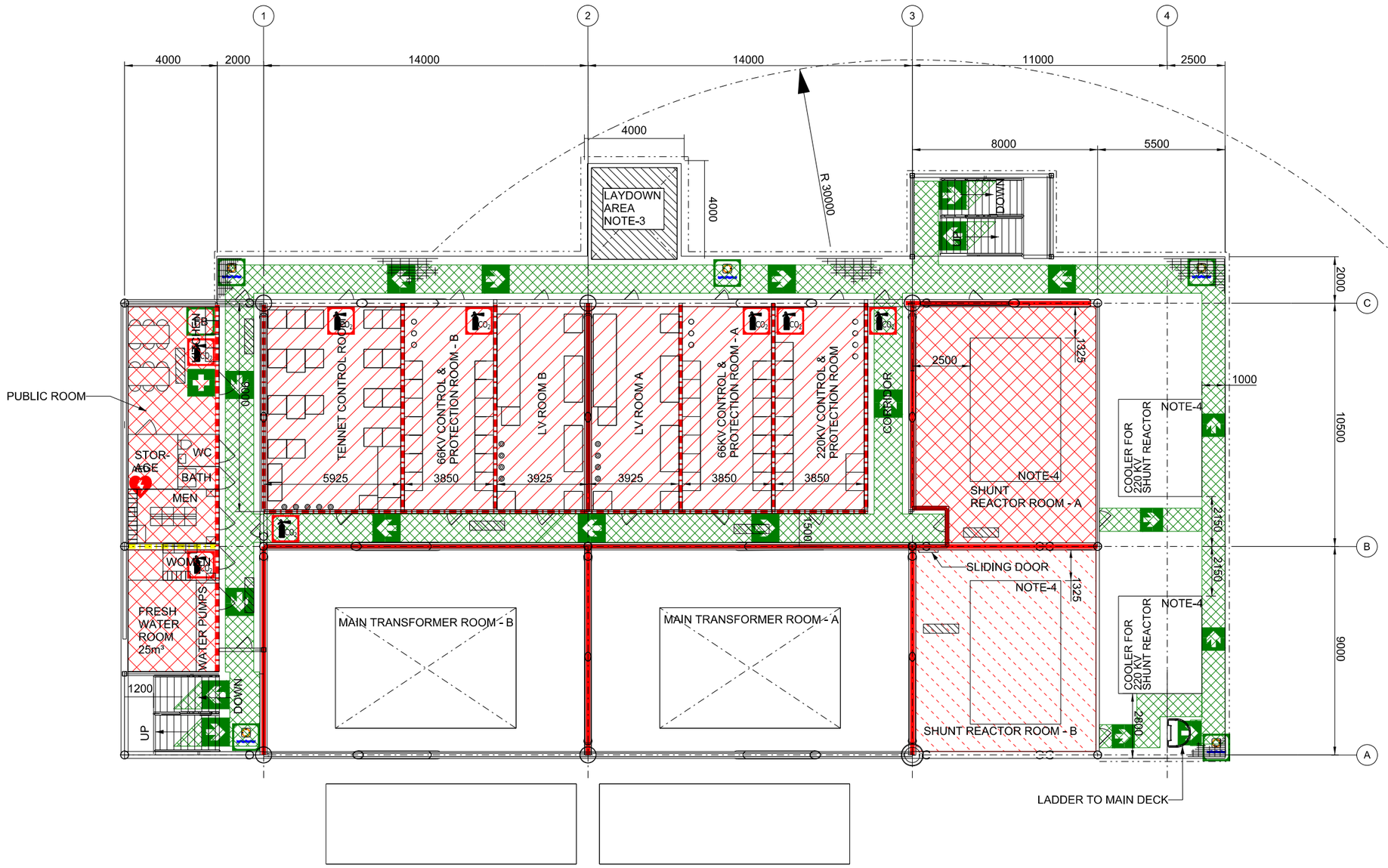
MAIN DECK

FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-C-09-001-01	1

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\S-Health_Safety_Environment_HSE_Drawings\TT-C-09-001-01.dgn 9/5/2016 9:16:33 AM

INIT: ELO TIME:05/SEP/2016 09:16 FILENAME: X:\GLOBALPROJECTS\2015\1100015665\S-HEALTH_SAFETY_ENVIRONMENT_HSE_DRAWINGS\TT-C-09-001-01.DGN



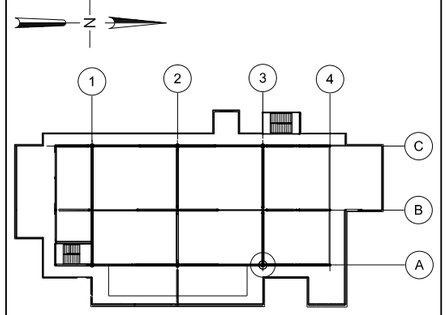
UTILITY DECK - EL. +34.000 T.O.S. (NOTE-5)

SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FB — FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO_2 — CO2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- AED — DEFIBRILLATOR
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Description
1	31-AUG-2016	[redacted]			REISSUED FOR ITT
0	22-JAN-2016				ISSUED FOR ITC
A	27-NOV-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

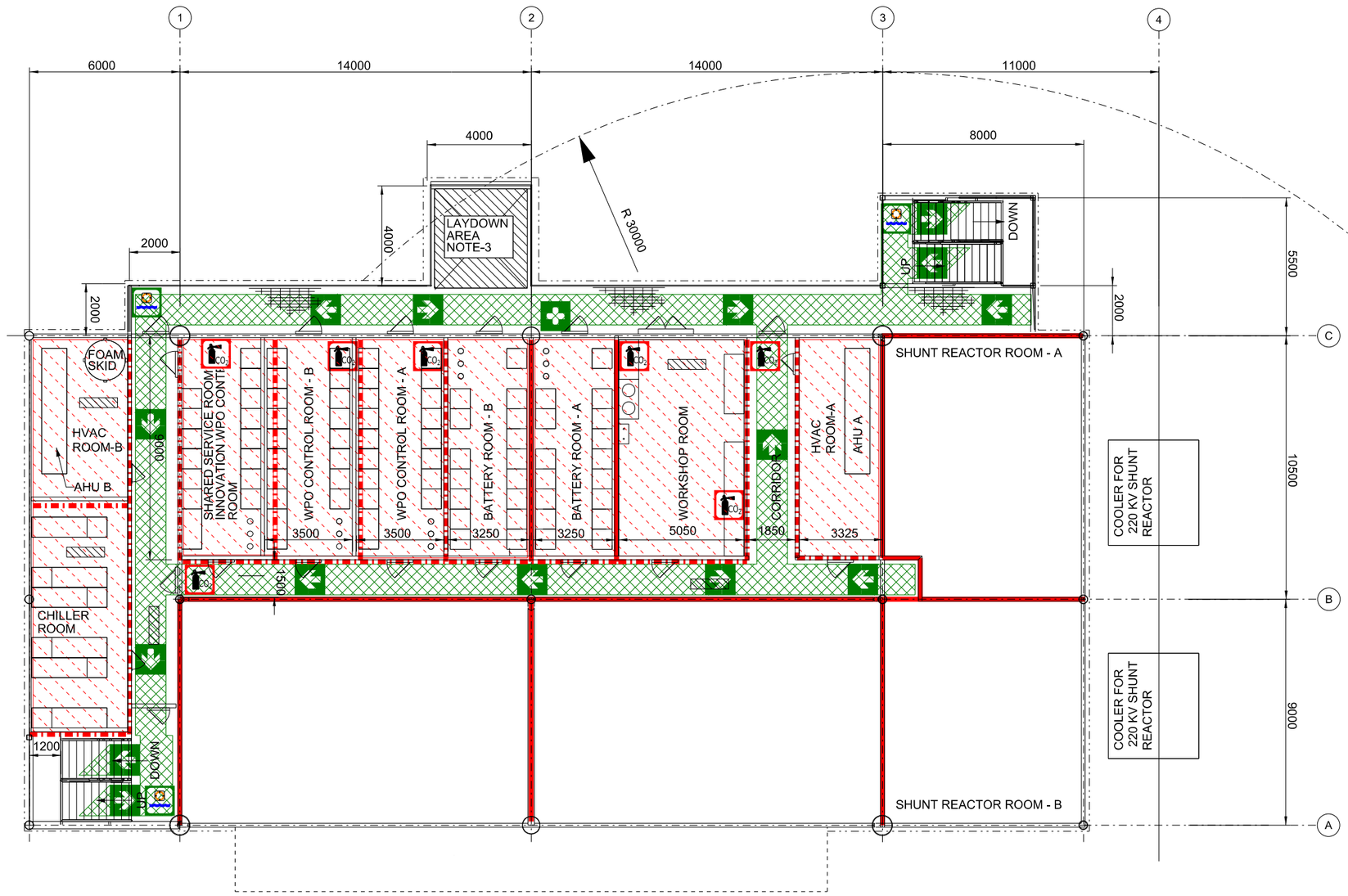
Title

UTILITY DECK

FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-D-09-001-01	1

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\IS-Health_Safety_Environment_HSE_Drawings\TT-D-09-001-01.dgn 9/5/2016 9:16:53 AM



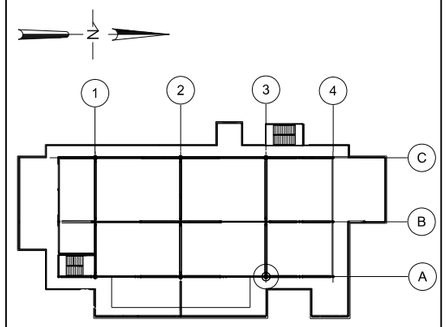
CONTROL DECK - EL. +38.000 T.O.S (NOTE - 4)

SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FB — FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO_2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



KEY PLAN

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrfptlon
1	31-AUG-2016				REISSUED FOR ITT
0	22-JAN-2016				ISSUED FOR ITC
A	27-NOV-2015				ISSUED FOR COMMENTS

Drawing no. | Reference dwgs.

RAMBOLL

Job no. 1100015665

TenneT Taking power further

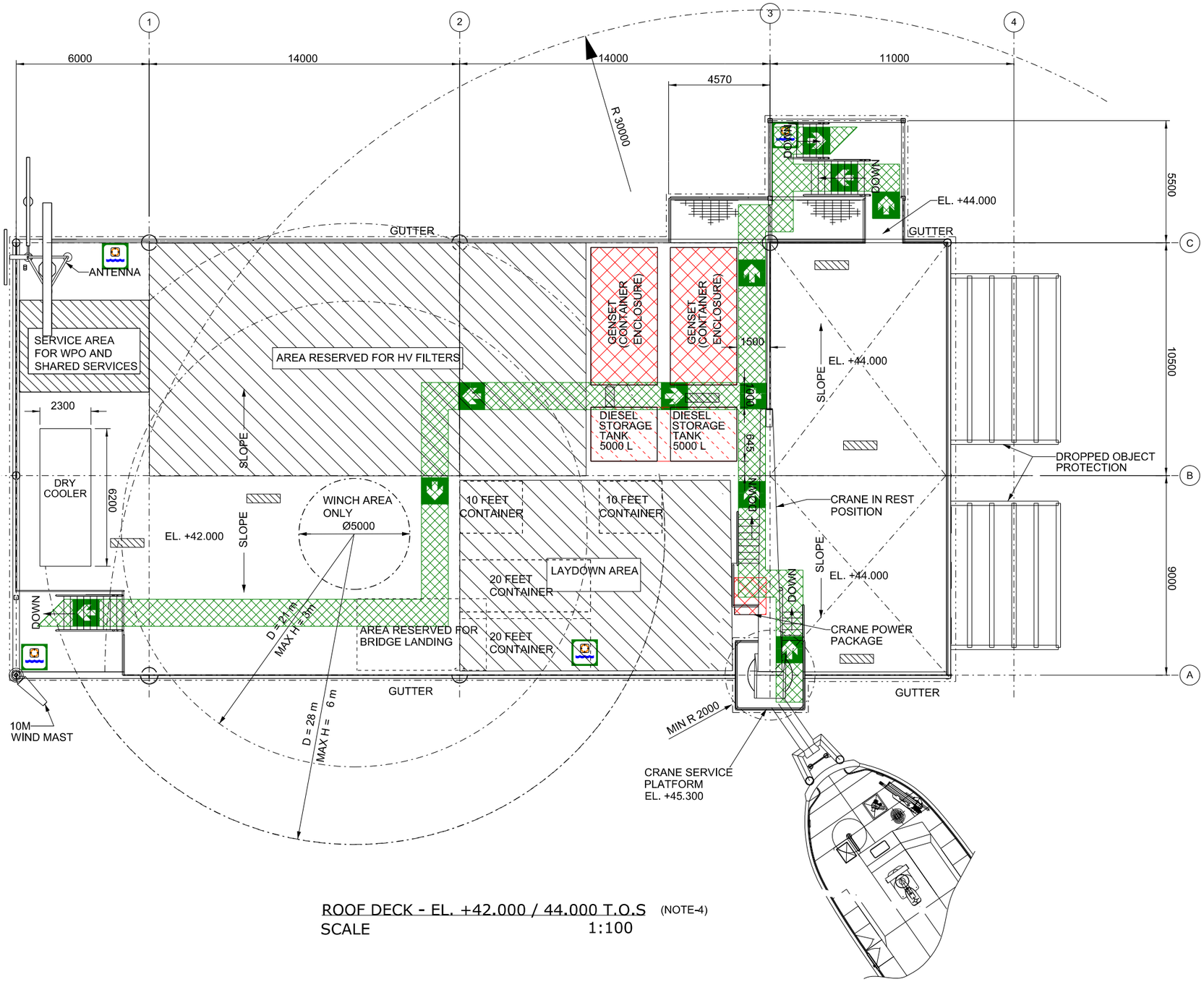
STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title

CONTROL DECK
FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-E-09-001-01	1

FILENAME: X:\Global\Projects\2015\1100015665\S-Health_Safety_Environment_HSE_Drawings\TT-E-09-001-01.dgn 8/31/2016 12:21:10 PM

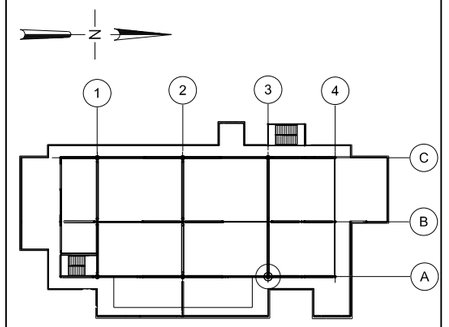


ROOF DECK - EL. +42.000 / 44.000 T.O.S (NOTE-4)
SCALE 1:100

NOTES

LEGENDS

- ESCAPE ROUTE
- LIFE RAFT
- SURVIVAL SUIT
- SURVIVAL JACKET
- LIFE BOUY
- FB — FIRE BLANKET
- FIRST AID STATION
- CO2 EXTINGUISHER (IS NOT PERMANENT)
- A-0 DECK FIRE RATING
- A-15 DECK FIRE RATING
- A-60 DECK FIRE RATING
- A-0 WALL
- A-60 WALL
- B-0 WALL
- C WALL



KEY PLAN

Drawing no.	Reference dwgs.

Rev	Date	Drawn	Chkd	Appr	Descrptn
1	31-AUG-2016				REISSUED FOR ITT
0	22-JAN-2016				ISSUED FOR ITC
A	27-NOV-2015				ISSUED FOR COMMENTS

RAMBOLL

Job no. 1100015665

TenneT — Taking power further

STANDARD 700MW AC OFFSHORE SUBSTATION

Title

ROOF DECK
FIRE & SAFETY

Scale	Size	Drawing no.	Rev.
1:100	A1	TT-G-09-001-01	1

FILENAME: X:\GlobalProjects\2015\1100015665\S-Health_Safety_Environment_HSE_Outputs\TT-G-09-001-01.dgn 8/31/2016 9:18:39 AM

Deltares

Globaal ontwerp horizontaal gestuurde boring HKwB

Aanlanding en kruising primaire waterkering



Globaal ontwerp horizontaal gestuurde boring HKwB
Aanlanding en kruising primaire waterkering

Globaal ontwerp horizontaal gestuurde boring HKwB
Aanlanding en kruising primaire waterkering

Opdrachtgever	Tennet TSO B.V.
Contactpersoon	[redacted]
Referenties	T332631
Trefwoorden	Hollandse Kust West (HKwB), PE100 SDR11 leiding, terp, werkplateau, HDD kruising primaire waterkering

Documentgegevens	
Versie	1.1
Datum	19-03-2021
Projectnummer	11206407-002
Document ID	11206407-002-GEO-0001
Pagina's	45
Classificatie	-
Status	definitief

Auteur(s)

Doc. Versie	**Auteur**	**Controle**	**Akkoord**	**Publicatie**
1.0	[redacted]			
1.1				

Samenvatting

Voor de aanlanding van zeekabels naar Wijk aan Zee (HKwB) heeft TenneT een aanlandingstracé met een tweetal parallelle horizontaal gestuurde boringen (HDD) in voorbereiding. De kabels zullen in mantelbuizen worden geïnstalleerd. De HDD's zullen een primaire waterkering kruisen. Het intredepunt bevindt zich in het achterland van de primaire waterkering en het uittredepunt bevindt zich op het strand Bij de HDD's wordt een 800 mm PE100 SDR11 leiding aangelegd om als mantelbuis te fungeren waar de kabel wordt ingetrokken. De lengte van de aan te leggen leidingen is ca. 800 m.

Dit rapport beschrijft het globaal ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen. Ten aanzien van het globaal ontwerp dat in dit rapport is beschreven kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De geplande horizontaal gestuurde boringen (HDD) kunnen worden uitgevoerd met een verhoogd uittredepunt. De vloerpijp dient dieper te worden gelegd onder de Holocene lagen om uitvoeringsrisico's te reduceren. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-31 m te leggen en in en uittrede hoeken van 16° te hanteren
- Bij het uittredepunt dient een 4 m hoge terp tot NAP+6,5 m te worden geconstrueerd ten behoeve van boorgatstabiliteit. Deze terphoogte is afgeleid voor de ligging van het intredepunt op NAP+8,3 m en een grondwaterstand van NAP +5,7 m. De breedte van de terp is 60 m en ten opzichte van het intredepunt verdeeld in 25 m in de richting van de zee en 35 m in de richting van de primaire waterkering.
- Bij het definitief ontwerp kan de terphoogte worden geoptimaliseerd. Ontgraving ter plaatse van het intrede punt heeft geen significante invloed bij het optimaliseren van de terphoogte.
- Bij het uitwerken van het definitief ontwerp voor de terp dient aandacht te worden besteed aan de stabiliteit van het te realiseren boorgat in het ophoog materiaal van de terp.
- De aan te leggen leiding (800 mm PE100 SDR11) dient tijdens het intrekken volledig te worden gevuld met water (in het boorgat) of met boorvloeistof om te zorgen dat de spanningen toelaatbaar blijven. Met betrekking tot implosie dient de leiding op lange termijn gevuld te blijven met water, daar waar de mantelbuis zich onder het grondwaterniveau bevindt.
- Tijdens de HDD uitvoering zal de plastische zone rondom de boorlijn de stabiliteit van de primaire waterkering niet bedreigen. De stabiliteitsfactor tijdens de HDD uitvoering ligt ruim boven de vereiste stabiliteitsfactor
- Op lange termijn is maximaal een paar centimeter maaiveldzakking ter plaatse van de primaire waterkering door volume afname van de boorvloeistof mogelijk. Deze nazakking is gering zijn en leidt niet tot een afname van het waterkerend vermogen
- Het talud van de terp op het strand kan worden vervangen door een damwand die als een grond kerende constructie functioneert. Zowel bij toepassing van een talud als een damwand dient er rekening te worden gehouden met een golfaanval tijdens de uitvoeringsperiode. Ontgronding en golfbelasting moeten in het definitief ontwerp worden beschouwd.

Inhoud

	Samenvatting	**4**
1	**Inleiding**	**8**
2	**Projectinformatie**	**9**
2.1	Beschikbare informatie	9
2.2	De HDD	9
2.3	Boring configuratie	9
2.4	Terp configuratie	10
2.5	Mantelbuis	10
2.6	Beschikbaar grondonderzoek	10
2.7	Te kruisen objecten	11
3	**Geologie en geohydrologie**	**12**
3.1	Algemeen	12
3.2	Geologie	12
3.3	Geohydrologie	13
3.3.1	Freatische waterstand	13
3.3.1.1	Freatische waterstand bij het strand	13
3.3.1.2	Freatische grondwaterstand op 275 m afstand van het intredepunt	14
3.3.1.3	Gemeten freatische grondwaterstand in de boringen	14
3.3.1.4	Freatische grondwaterstand in de buurt van het intredepunt.	14
3.3.1.5	Samenvatting	15
3.3.2	Stijghoogte in de 1^{e} watervoerende laag	16
3.3.2.1	Globale stijghoogte Hollandse Kust West en Noord	16
3.3.2.2	Stijghoogtemeting in grondwaterput B19C0621	16
3.3.2.3	Gemeten stijghoogte van de 1^{e} watervoerende laag in de boringen	16
3.3.2.4	Samenvatting	17
3.3.3	Chloridegehalte in grondwater	17
4	**Uitgangspunten**	**18**
4.1	Algemeen	18
4.2	Ligging vloerpijp	18
4.3	Doorsnede en grondparameters	18
4.4	Boorfasen	19
4.5	Boorvloeistof	20
4.6	Leidingparameters	20
4.7	Freatische grondwaterstand en stijghoogte	20
4.8	Verkeerbelasting	21
4.9	Temperatuurverschil in de product pijp	21

4.10 Partiele factor voor trekkracht 21
4.11 Afmetingen terp 21

5 Berekening en analyse 22

5.1 Aanpassing boorlijn en terp 22
5.2 Minimale en maximale boorvloeistofdrukken 22
5.2.1 Controle aanvulling bij de calamiteitenstrook 23
5.3 Overdruk in boorgang tijdens stilstaan 23
5.3.1 Overdruk met terphoogte lager dan 4 m 24
5.3.2 Stroming boorvloeistof 25
5.4 Trekkracht 26
5.4.1 100% gevulde leiding (met water) 27
5.4.2 Niet-gevulde leiding 27
5.5 Leidingsterkte 27
5.5.1 Spanningen 28
5.5.1.1 100% gevulde leiding (met water) 28
5.5.1.2 Niet-gevulde leiding 28
5.5.2 Deflectie 29
5.5.3 Implosie 29
5.5.3.1 100% gevulde leiding (met water) 29
5.5.3.2 Niet-gevulde leiding 29
5.6 Verstoringszone 29
5.6.1 Terpbreedte in de richting primaire waterkering (controle ophoging voor calamiteit strook) 30
5.6.2 Minimale tussenafstand HDD's 31
5.6.3 Terpbreedte in de richting zee 31
5.7 Technische aspecten terp 31
5.7.1 Minimale afmeting terp 31
5.7.2 Tijdelijke grond kerende constructie ter vervanging van conventioneel talud 32
5.7.3 Erosiegevoeligheid strandprofiel 32

6 Stabiliteit primaire waterkering tijdens HDD uitvoering 34

6.1 Relevant dijk faalmechanisme 34
6.1.1 Norm voor analyse 34
6.1.2 Glijvlakmodel 34
6.1.3 Partiele factoren 35
6.1.3.1 Materiaalfactor (γ_c) 35
6.1.3.2 Modelfactor (γ_d) 35
6.1.3.3 Schematiseringsfactor (γ_b) 35
6.1.4 Vereiste schadefactor (γ_n) 35
6.1.5 Minimale veiligheidsfactor 35
6.1.6 Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU 35
6.1.7 Software 35
6.2 Berekende veiligheidsfactor en maatgevend glijvlak 36
6.2.1.1 Initiële situatie (met terp voor HDD uitvoering) 36
6.2.1.2 Tijdens HDD uitvoering (met terp en plastische zone) 36
6.3 Maaiveldzakking waterkering 38

7 Uitvoeringsaspecten 39
7.1.1 Fijn zand en schelpen 39
7.1.2 Grof zand en grind 40
7.1.3 Overgang Formatie van Kreftenheye en de Eem Formatie 40
7.1.4 Vulling van de leiding bij intrekken 41
7.1.5 Overdruk in de boorgang 41
7.1.6 Zout grondwater 41

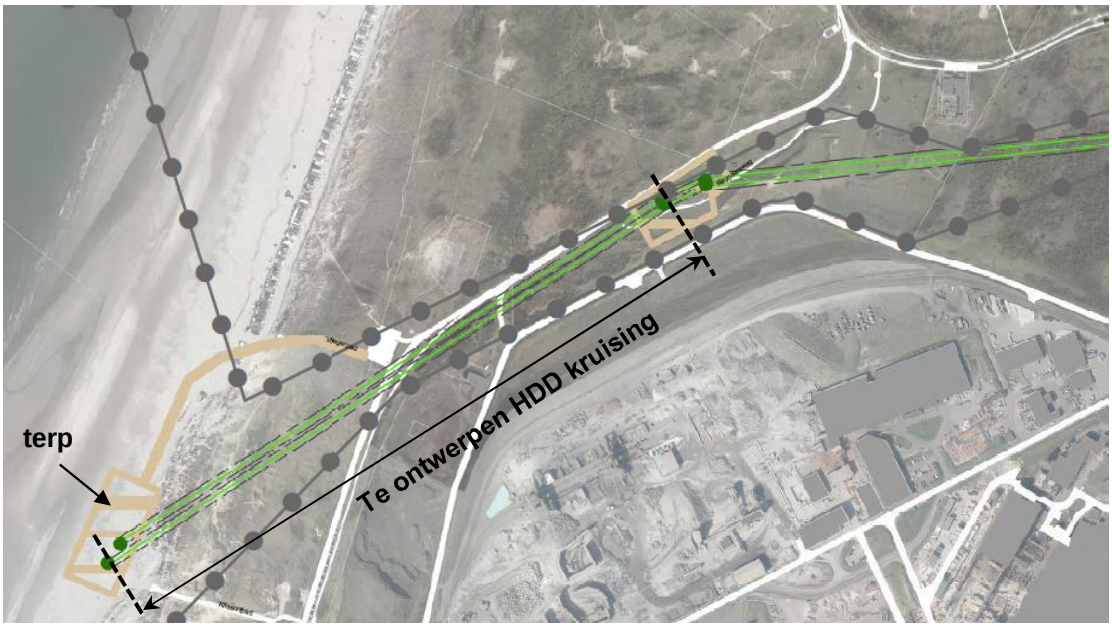
8 Conclusie 42

9 Referenties 43

A D-Geo Pipeline berekeningsrapport 44

1 Inleiding

Voor de aanlanding van zeekabels naar Wijk aan Zee heeft TenneT een aanlandingstracé met een horizontaal gestuurde boring (HDD) in voorbereiding. De route voor de aanlanding met de naam Hollandse Kust West Beta (HKwB) is in Figuur 1.1 weergegeven.



Figuur 1.1 Bovenaanzicht aanlanding zeekabels Hollandse Kust West Beta (HKwB) [16].

Voor de aanlanding van de zeekabels zijn 2 parallelle horizontaal gestuurde boringen gepland (zie Figuur 1.1). Deze HDD's hebben een lengte van ca. 800 m en kruisen de primaire waterkering, traject 13-1.

TenneT heeft Deltares gevraagd om een globaal ontwerp te maken voor de geplande HDD. In dit rapport is het globale ontwerp voor de uitvoering van de geplande HDD's beschreven. Naast het globale ontwerp is de veiligheid van de primaire waterkering beschouwd.

2 Projectinformatie

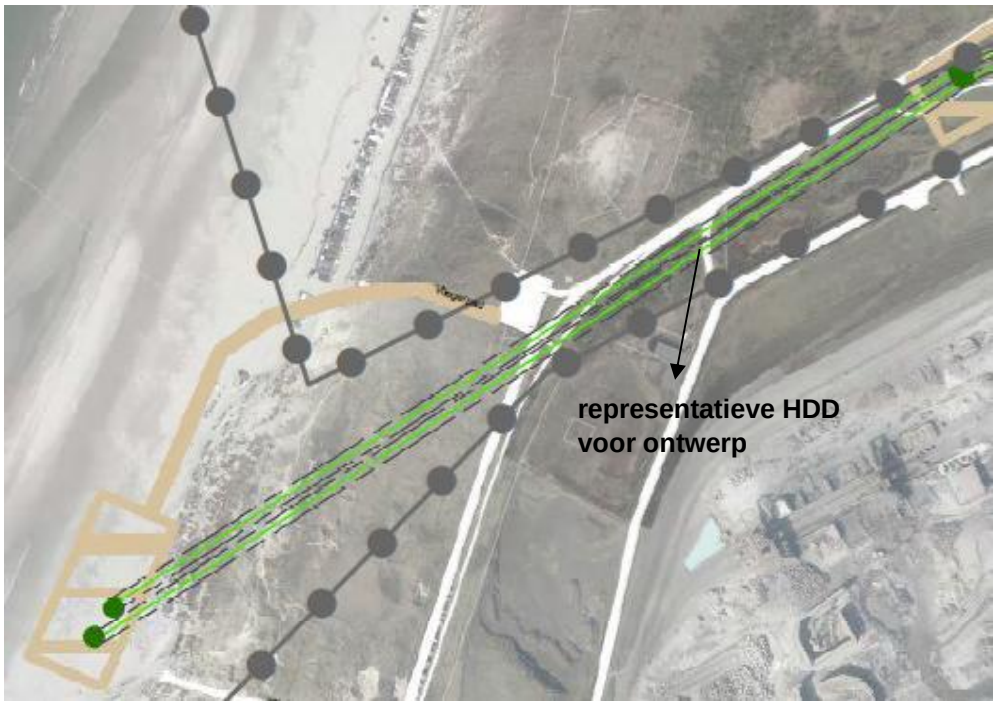
2.1 Beschikbare informatie

De volgende informatie heeft TenneT beschikbaar gesteld:

- Bovenaanzicht aanlanding HKwB inclusief de geplande horizontaal gestuurde boring (HDD): **200903HKwB_vka2_0_onshore_A0l.pdf**
- Langsdoorsnede geplande HDD: **2280-0320-01-HDD1A versie0.pdf**
- Voorstel doorsnede hulpconstructie van het geplande werkplateau: **2200611032NDT_E-A1-WKT1_HULPCONSTRUCTIE_STRAND.pdf**.

2.2 De HDD

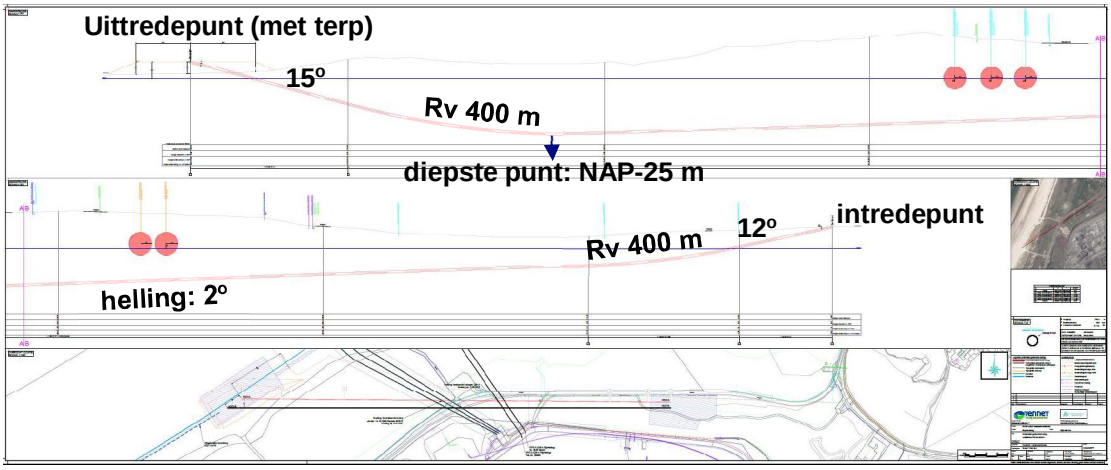
Voor de aanlanding van de zeekabels worden 2 parallelle HDD's uitgevoerd met een geplande tussen afstand van ongeveer 10 m. De locaties van de geplande boorlijnen van de HDD's zijn in Figuur 2.1 weergegeven. In dit rapport wordt een van de twee HDD's uitgewerkt. Deze representatieve HDD voor het globale ontwerp is aangegeven met de zwarte pijl (HDD1B).



Figuur 2.1 Representatieve HDD boorlijn voor het globale ontwerp (bron: [16]).

2.3 Boring configuratie

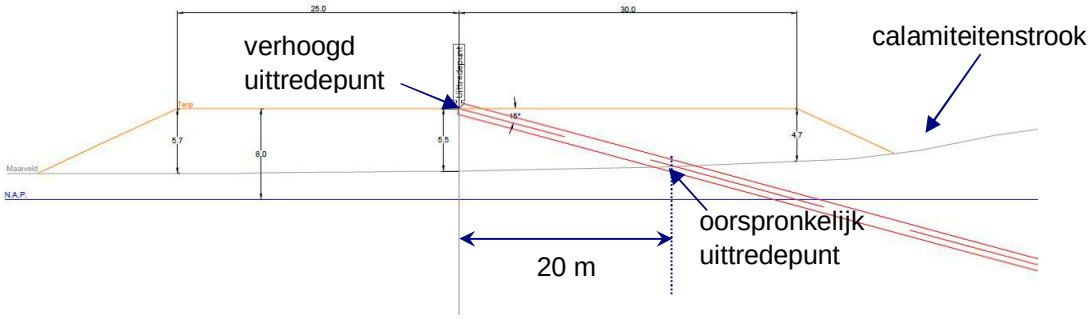
De voorgestelde langsdoorsnede van de HDD boorlijn is in Figuur 2.2 weergegeven. Het intredepunt bevindt zich in het achterland van de primaire waterkering. Het geplande uittredepunt van de boring bevindt zich in het voorland van de primaire waterkering op het strand. De verticale bochtstraal (Rv) bedraagt 400 m. De in- en uittredehoek bedragen respectievelijk 12° en 15°. De vloerpijp heeft een helling van 2° (aflopend in de richting van de zee) en het diepste punt van de vloerpijp bevindt zich op NAP-25 m.



Figuur 2.2 Voorgestelde langsdoorsnede geplande HDD [1]

2.4 Terp configuratie

Boven het oorspronkelijke uittredepunt is in het voorgestelde ontwerp een 5,5 m hoge terp gepland. De voorgestelde doorsnede van de terp c.q. werkplateau is in Figuur 2.3 weergegeven. De voorgestelde terp is 55 m breed (25 m in de richting van de zee en 30 m in de richting van de primaire waterkering vanaf het verhoogde uittredepunt op de terp). Naast het rechtertalud is er ruimte gepland voor een calamiteitenstrook. Het verschil in horizontale afstand tussen het verhoogde uittredepunt (op de terp) en het oorspronkelijke uittredepunt met de voorgestelde configuratie is ca. 20 m voor een uittredehoek van 15°.



Figuur 2.3 voorgestelde doorsnede terp [1].

2.5 Mantelbuis

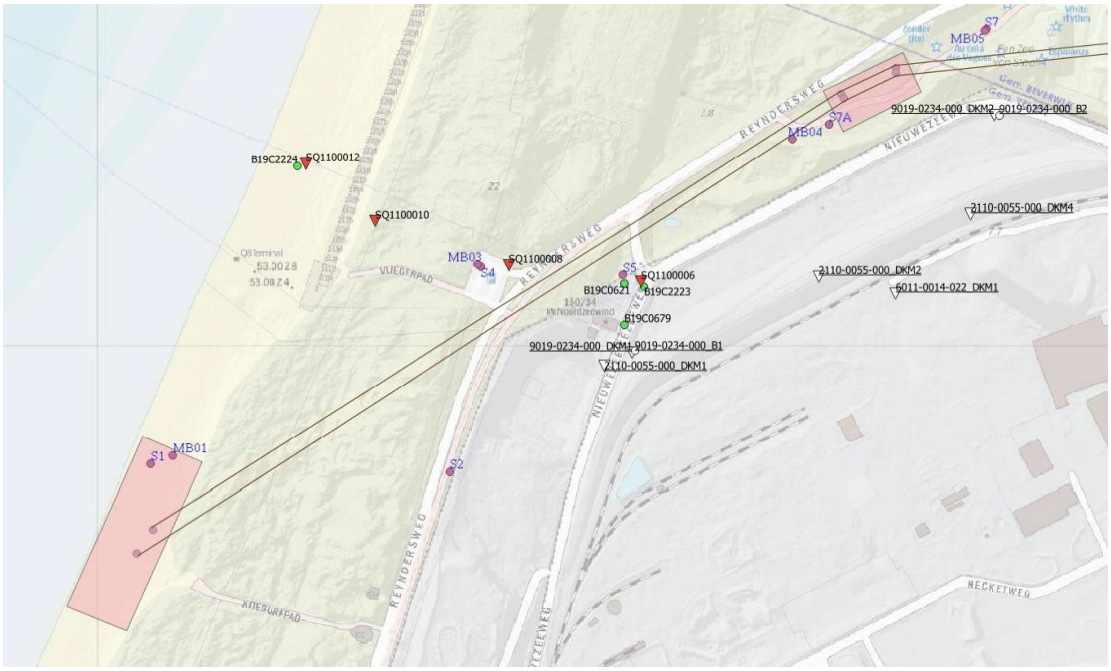
De te installeren mantelbuis per HDD boring is een 800 mm PE100 SDR 11 leiding.

2.6 Beschikbaar grondonderzoek

Het beschikbare grondonderzoek langs de representatieve HDD is in Figuur 2.4 weergegeven. Het beschikbare grondonderzoek bestaat uit:

- Sondering (rode en witte driehoek): SQ1100012, SQ1100010, SQ1100008, 2110-0055-000_DKM1, 9019-0234-000_DKM1, 2110-0055-000_DKM2, 6011-0014-022_DKM1 en 9019-0234-000_DKM2
- Boring (groene en witte rechthoek): B19C2224, 9019-0234-000_B1, B19C0679, B19C0621, B19C2223 en 9019-0234-000_DKM2
- Grondwaterput (paarse pijl): B19C062.

De gedetailleerde informatie over het beschikbare grondonderzoek is in [2] te vinden.



Figuur 2.4 Locatie van het beschikbare grondonderzoek langs de representatieve HDD (bron: [1] en[17])

2.7 Te kruisen objecten

De te kruisen objecten van geplande HDD zijn de primaire waterkering traject 13-1 en een lokale weg (Reyndersweg).

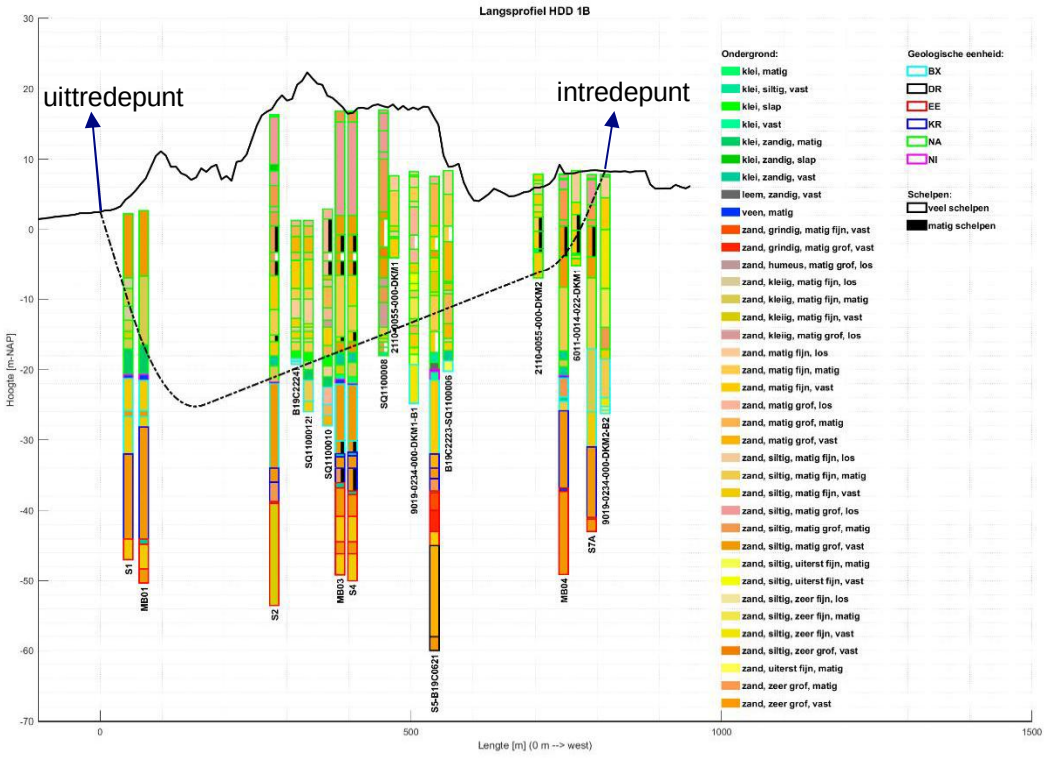
3 Geologie en geohydrologie

3.1 Algemeen

Een gedetailleerde beschrijving over de geologie en geohydrologie rondom het geplande kabeltracé is in [2] te vinden. De relevante informatie is hieronder samengevat.

3.2 Geologie

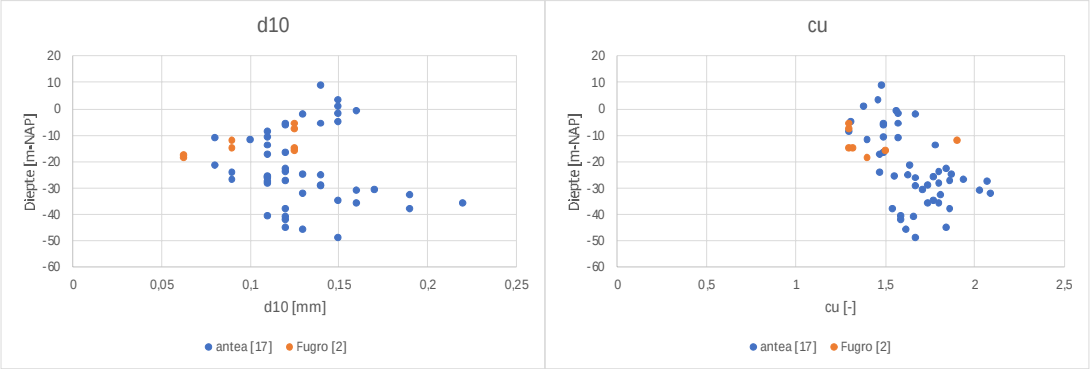
Het geologische lengteprofiel met de grondlagen en de geologische eenheden langs de voorgestelde boorlijn is in Figuur 3.1 weergegeven. De vloerpijp van de voorgestelde boorlijn bevindt zich grotendeels in de Holocene lagen (Formatie van Naaldwijk, NA). Het diepste punt van de voorgestelde boorlijn ligt in een los tot matig vast gepakt zandpakket van de Formatie van Boxtel (BX).



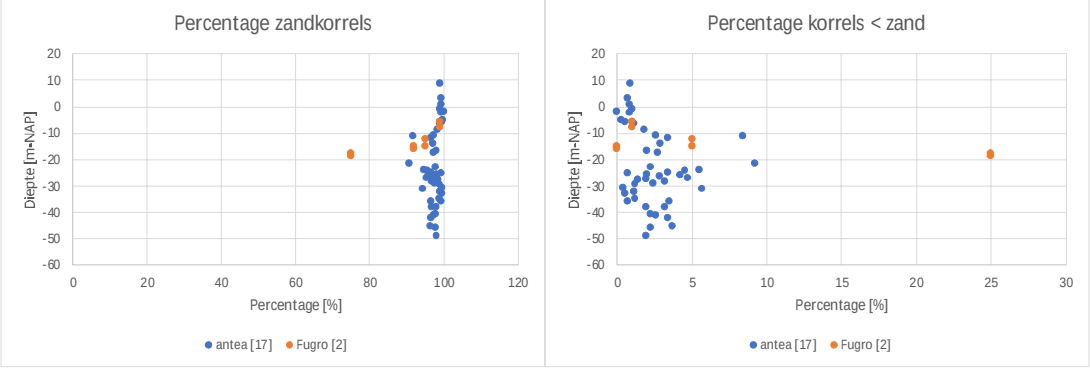
Figuur 3.1 Geologisch lengteprofiel langs de voorgestelde boorlijn.

Langs de geplande boorlijn zijn er ondergrondse lagen met significante hoeveelheid schelpen te vinden. De ondergrondse lagen met een matige en grote hoeveelheid schelpen zijn aangegeven in Figuur 3.1. In de formatie van Naaldwijk bevinden deze lagen zich tussen L 250 m en L 850 m op diepte tussen NAP+0 m en NAP-7 m. Deze lagen zijn ook te vinden aan de onderkant van de formatie van Naaldwijk op ca. NAP-17,5 m tussen L 250 m en L 400 m. Bij de overgang tussen de Formatie van Boxtel en de Formatie van Kreftenheye zijn enkele schelpen gevonden in boring MB03. Gezien de ontstaanswijze van de afzettingen is het waarschijnlijk dat er op deze diepte geen schelpen aanwezig zijn maar dat er sprake is geweest van ‘ingevallen schelpen’ uit hoger gelegen grond lagen.

De samenvatting van de belangrijkste gegevens van de beschikbare korrelgrootteverdelingen is in Figuur 3.2 (d10 en cu) en 3.3 (percentage korrels ondergrond) weergegeven. In Figuur 3.3 zijn de percentage van zandkorrels en korrels kleiner dan de zandfractie weergegeven. Het percentage van grindkorrels bij de geplande HDD boring is nihil [2 en 17].



Figuur 3.2 d10 en cu uit korrelgrootteverdelingen.



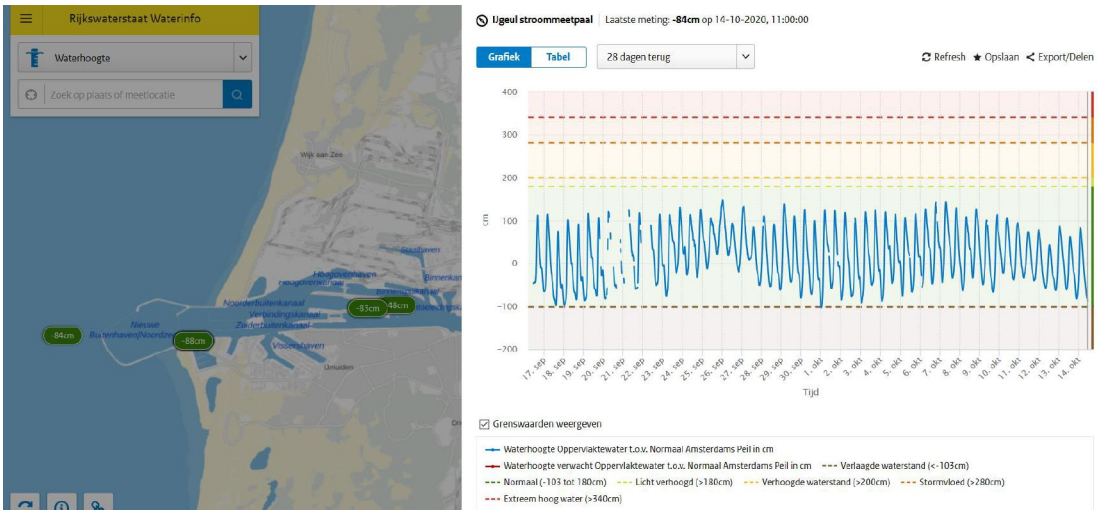
Figuur 3.3 Percentage korrels ondergrond uit de korrelgrootteverdelingen.

3.3 Geohydrologie

3.3.1 Freatische waterstand

3.3.1.1 Freatische waterstand bij het strand

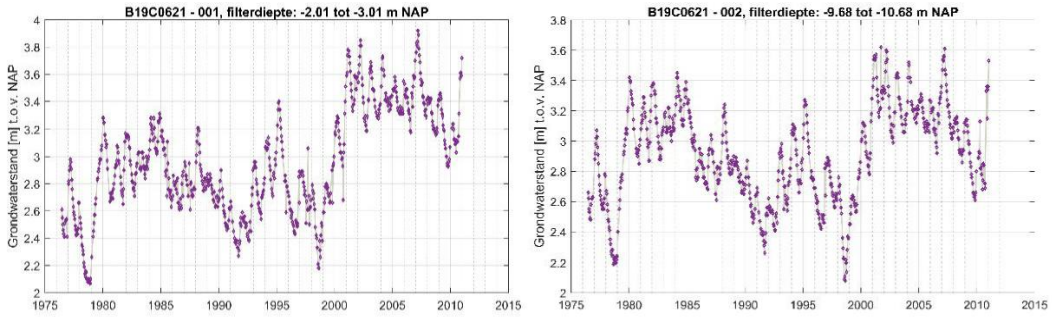
De gemeten dagelijkse buitenwatertand van de primaire kering 13-1 in de buurt de aanlandingspunt is niet beschikbaar [3]. Voor inzicht in de waterstand ter plaatse van het strand wordt naar de waterstandmetingen bij de IJgeul stroommeetpaal verwezen. De gemeten waterstand van 28 dagen vanaf 14 september 2020 zijn in Figuur 3.4 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.4 dat de hoogste en laagste gemiddelde waterstand respectievelijk NAP+1,75 m en NAP-1,1 m bedragen. Tijdens (zware) stormen is de verwachting dat een stormopzet de waterstand verder omhoog zal stuwen. Dit zal resulteren in een significante golfaanval op de aanlandingslocatie. De mogelijke golfaanval en het effect hiervan worden in dit rapport globaal beschreven.



Figuur 3.4 Gemeten waterstanden bij IJgeul stroommeetpaal (bron: waterinfor.rws.nl)

3.3.1.2 Freatische grondwaterstand op 275 m afstand van het intredepunt

In het achterland van de primaire waterkering is de freatische grondwaterstand in grondwaterput B19C0621 op twee diepten (NAP-2,01 m en NAP-9,68 m) gemeten. De grondwaterstandmetingen zijn in Figuur 3.5 weergegeven. Grondwaterput B19C0621 bevindt zich op ca. 278 m van het geplande intredepunt. Het volgt uit Figuur 3.5 dat de freatische waterstand in grondwaterput B19C0621 tot NAP+4 m kan stijgen.



Figuur 3.5 Gemeten freatische waterstand in grondwaterput B19C0621.

3.3.1.3 Gemeten freatische grondwaterstand in de boringen

In boring MB01, MB03, MB04 en MB05 is de freatische grondwaterstand gemeten. De metingen zijn in Tabel 3.1 opgenomen. Het betreft een moment opname medio februari 2021.

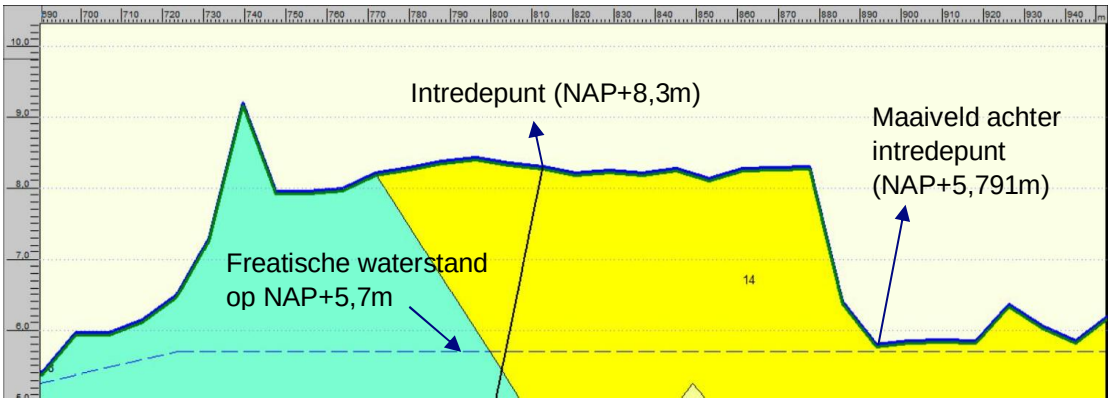
Tabel 3.1 Gemeten freatische waterstand in boringen [17]

Boring	Filter diepte [m-NAP]	Gemeten freatische waterstand [m-NAP]
MB01	-1,32 en -2,32	1,98
MB03	-3,16 en -4,16	3,44
MB04	0,39 en -1,61	4,32
MB05	2,32 en 1,32	4,64

3.3.1.4 Freatische grondwaterstand in de buurt van het intredepunt.

In de buurt van het geplande intredepunt is er een meting beschikbaar uit MB04 en MB05 van medio februari 2021 (zie Tabel 3.1). Uit een studie gedaan voor het aanlandingstracé Hollandse Kust Noord (HKN) bij HDD kruising 1 (ca. 1000 m lang) volgt een conservatieve freatische waterstand bij het intredepunt tot vlak onder het maaiveld [4].

Op basis van de bevindingen die bij HKN zijn opgedaan is de freatische grondwaterstand bij het intredepunt van de HDD op NAP+5,7 m vastgesteld. Deze freatische waterstand is eveneens vlak onder het maaiveld gelegen (zie Figuur 3.6).



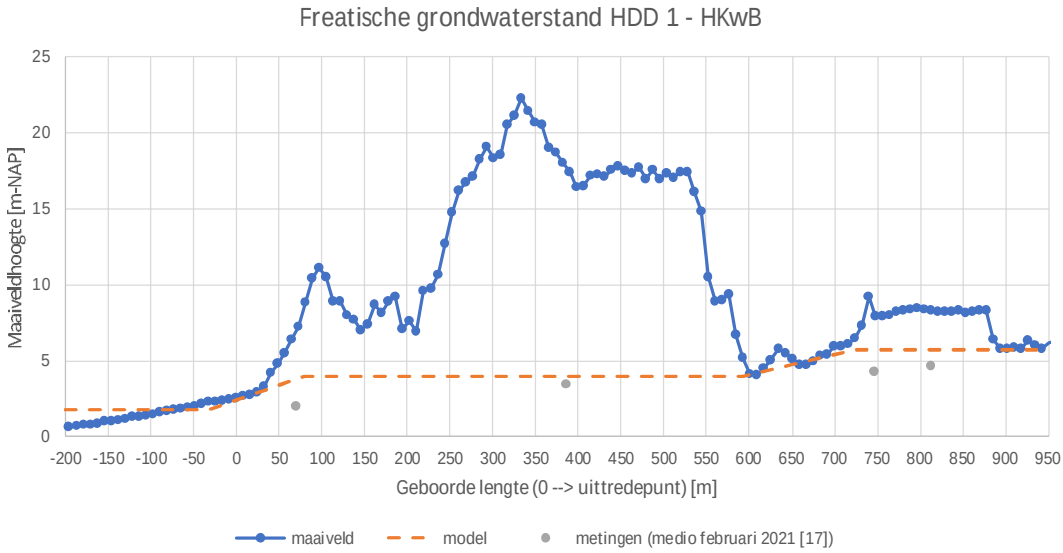
Figuur 3.6 De freatische waterstand bij het intredepunt.

3.3.1.5 Samenvatting

De gemodelleerde freatische waterstanden op verschillende locaties zijn:

- NAP+1,75 m en NAP-1,1 m op het strand (gemiddeld hoog en gemiddeld laag [4]).
- NAP+4 m op 275 m afstand van het intredepunt.
- NAP+5,7 m bij het intredepunt.

De vergelijking tussen de eenmalige gemeten freatische grondwaterstand en de gemodelleerde freatische grondwaterstand is in Figuur 3.7 opgenomen.



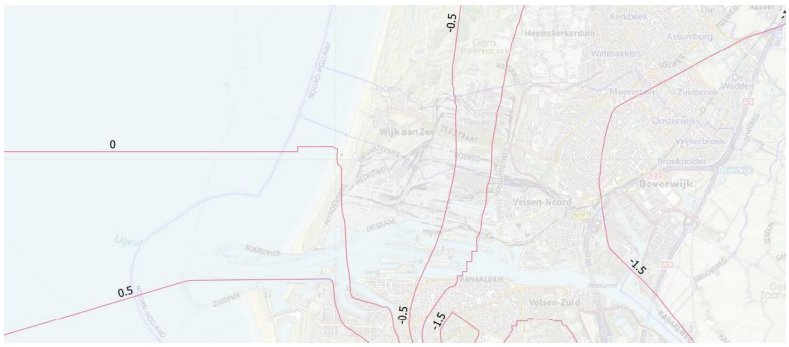
Figuur 3.7 Vergelijking tussen de gemeten freatische waterstand en de gemodelleerde freatische waterstand

Voor het definitieve ontwerp dient de freatische grondwaterstand bij het intredepunt te worden geverifieerd door freatische grondwaterstandmetingen in de tijd.

3.3.2 Stijghoogte in de 1e watervoerende laag

3.3.2.1 Globale stijghoogte Hollandse Kust West en Noord

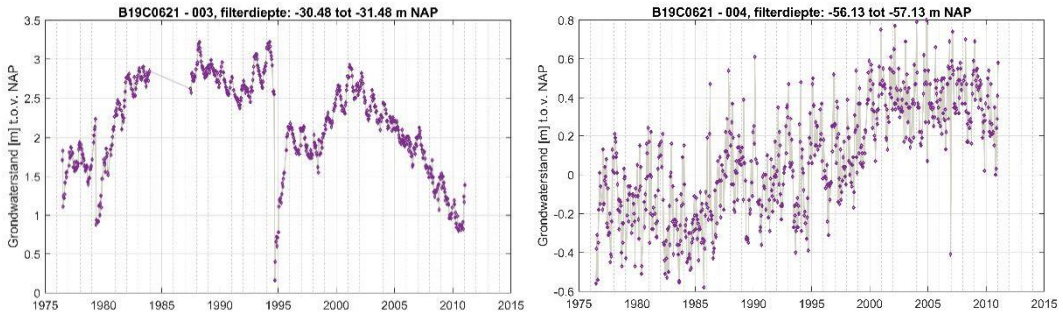
De globale stijghoogte in het 1e watervoerende pakket t.o.v. NAP is in Figuur 3.8 weergegeven. Het volgt uit Figuur 3.8 dat de stijghoogte op de locatie van de geplande HDD tussen NAP+0 m en NAP-0,5 m bedraagt.



Figuur 3.8 Stijghoogte in de 1e watervoerende laag Hollandse Kust West en Noord (bron: TNO d.d. 28 april 1995)

3.3.2.2 Stijghoogtemeting in grondwaterput B19C0621

In grondwaterput B19C0621 is de stijghoogte van het 1e watervoerende pakket op twee diepten gemeten (NAP-30,48 m en NAP-56,13 m). De stijghoogtemetingen zijn in Figuur 3.9 weergegeven.



Figuur 3.9 Gemeten stijghoogte in 1e watervoerende laag in grondwaterput B19C0621.

De stijghoogte gemeten op NAP-30,48 m ligt veel hoger dan de stijghoogte gemeten NAP-56,13 m. De stijghoogte gemeten op NAP-30,48 m is bijna even hoog als de freatische grondwaterstand (zie Figuur 3.5). Er zijn op dit moment geen andere stijghoogte metingen om dit verschil in stijghoogte te verifiëren.

3.3.2.3 Gemeten stijghoogte van de 1e watervoerende laag in de boringen

In boring MB01, MB03, MB04 en MB05 is de stijghoogte van de 1e watervoerende laag gemeten. De metingen zijn in Tabel 3.2 opgenomen. Het betreft een moment opname medio februari 2021.

Tabel 3.2 Gemeten stijghoogte van de 1e watervoerende laag in boringen [17]

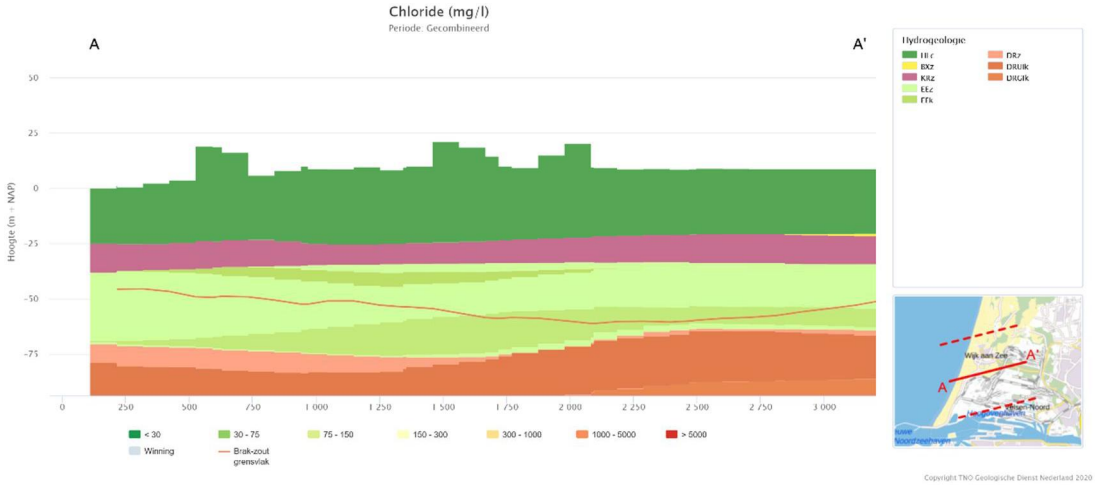
Boring	Filter diepte [m-NAP]	Gemeten stijghoogte van de 1e watervoerende laag [m-NAP]
MB01	-29,32 en -30,32	0,38
MB03	-28,16 en -29,16	0,87
MB04	-31,11 en -32,11	0,91
MB05	-26,18 en -27,18	0,68

3.3.2.4 Samenvatting

Er is een maximale waarde van de stijghoogte van ongeveer NAP+1 m gemeten. Deze stijghoogte voor het definitief ontwerp dient te worden geverifieerd door lokale stijghoogte metingen in de tijd.

3.3.3 Chloridegehalte in grondwater

Er is geen grondwaterkwaliteitsanalyse beschikbaar bij de geplande HDD kruising. De grens tussen brak- en zoutwater bij de geplande HDD kruising ligt naar verwachting tussen NAP-45m en NAP-50 m (zie Figuur 3.10). Het kan worden geconcludeerd dat het grondwater in de door te boren grondlagen tot NAP-31 m zoet tot brak is. Het chloridegehalte op verschillende dieptes in de Formatie van Kreftenheye (KR) dient nader te worden onderzocht voor het definitieve ontwerp.



Figuur 3.10 Geohydrologisch profiel met de grens tussen brak- en zoutwater (bron: grondwatertools.nl)

4 Uitgangspunten

4.1 Algemeen

De belangrijkste uitgangpunten van de ontwerpberekeningen voor het globaal ontwerp zijn in dit hoofdstuk beschreven.

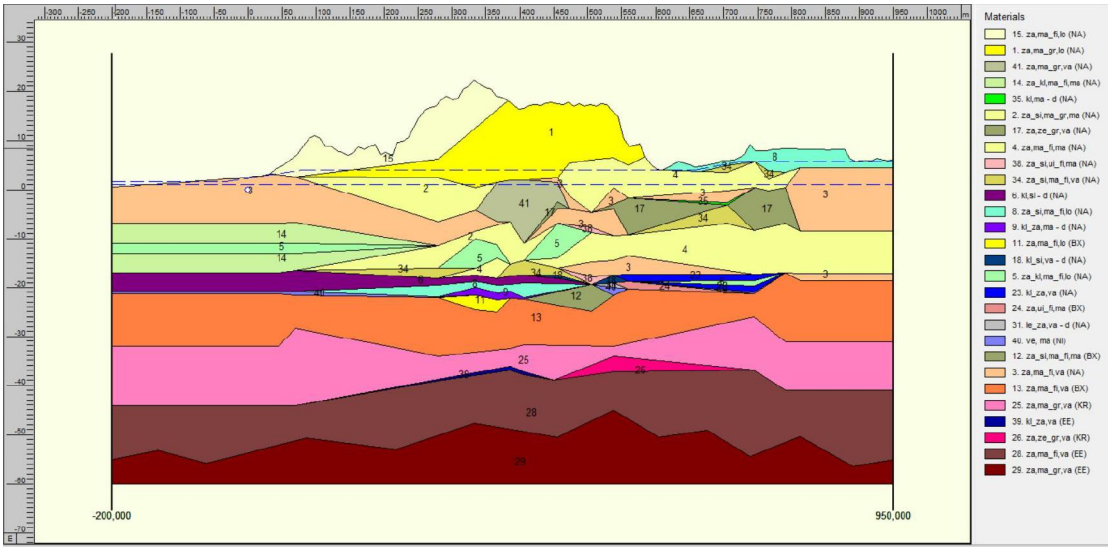
4.2 Ligging vloerpijp

De voorgestelde ligging van de vloerpijp ligt grotendeels in de Formatie van Naaldwijk (Holocene laag) en deels in de Formatie Boxtel (zie Figuur 3.1). De vloerpijp zal dan worden geboord in een pakket met overwegend matig fijne zandlagen die lokaal los gepakt zijn. Ook kunnen zich hier concentraties met schelpen bevinden. Dit levert een verhoogd uitvoeringsrisico op aanzanding, boorgatinstabiliteit en verlies van boorvloeistof. Het is aan te raden om de vloerpijp zo veel mogelijk aan te leggen in de dieper gelegen Pleistocene afzettingen in de Formatie van Kreftenheye. Dit leidt tot een boorlijn met minder uitvoeringsrisico's. Het is niet aan te raden om de vloerpijp in de grondlagen boven de top van de Eem Formatie van Eem aan te leggen, omdat hier grind en erosie resten kunnen worden aangetroffen.

In de ontwerpberekening is de vloerpijp met het diepste niveau op NAP-31 m met een helling van 1° (aflopend in de richting zee) meegenomen. De vloerpijphelling van 1° zorgt voor de verplaatsing van eventuele lucht- of gasbellen in de mantelbuis.

4.3 Doorsnede en grondparameters

De geschematiseerde ondergrond op basis van de beschikbare gegevens is met behulp van D-Geo Pipeline (versie 19.3) gemaakt en is in Figuur 4.1 gepresenteerd. De verticale as geeft de diepte t.o.v. NAP aan en de horizontale de lengte (L). De zaagtanden in de schematisering geven aan dat er op grote diepte onzekerheid is over het verloop van de grondlagen. (op ca. NAP-50 m).



Figuur 4.1 Langsdoorsnede horizontaal gestuurde boring laanlanding HKwB

De grondparameters voor de grondlagen zijn met behulp van tabel 2b NEN 9997-1:2016 [5] bepaald en zijn in Tabel 4.1 gegeven. De toelichting voor de gebruikte grondparametersymbolen is onder Tabel 4.1 te vinden.

Tabel 4.1 Grondparameters per grondlagen

Laagnaam	$\gamma/\gamma_{verz.}$ [kN/m^3]	c' [kPa]	φ' [°]	E_{100} [kPa]
Zand, matig grof, los (NA) Zand, matig_fijn, los (NA) Zand, matig fijn, los (BX)	17/19	0	30	15000
Zand, matig fijn, matig (NA) Zand, uiterst fijn, matig (BX)	18/20	0	32,5	45000
Zand, matig grof, vast (NA) Zand siltig, matig fijn, vast (NA) Zand, zeer grof, vast (NA) Zand, matig grof, vast (KR) Zand, zeer grof, vast (KR) Zand, matig fijn, vast (EE) Zand, matig grof, vast (EE)	19/21	0	35	75000
Klei, matig (NA)	17/17	5	17,5	2000
Zand kleiig, matig fijn, matig (NA) Zand siltig, matig grof, matig (NA) Zand siltig, uiterst fijn, matig (NA) Zand siltig, matig fijn, matig (BX)	18/20	0	27	35000
Zand kleiig, matig fijn, los (NA) Zand siltig, matig fijn, los (NA)	18/20	0	25	15000
Klei, slap (NA)	14/14	0	17,5	1000
Klei zandig, matig (NA)	18/18	5	22,5	3000
Klei, zandig, vast (NA) Klei, zandig, vast (EE)	20/20	13	22,5	5000
Klei siltig, vast (NA)	19/19	13	17,5	4000
Leem zandig, vast (NA)	19/19	0	27,5	3000
Veen, matig (NI)	12/12	2,5	15	500

Toelichting:

γ = volumegewicht boven water.

$\gamma_{verz.}$ = volumegewicht onder water (verzadigd).

c' = gedraineerde cohesie.

φ' = gedraineerde inwendige wrijvingshoek.

E_{100} = elasticiteitsmodulus onder 100 kPa effectieve verticale spanning.

4.4 Boorfasen

De volgende uitgangspunten per boorfase zijn in de ontwerpberekeningen toegepast.

- Pilot:
  - Boorgatdiameter: 305 mm (12")
  - Uitstroomdebiet: 1000 liter/min
  - Circulatieverlies: 30%.
- Ruimen (normale ruimfase):
  - Boorgatdiameter: 1040 mm [1]
  - Uitstroomdebiet: 2000 liter/min
  - Circulatieverlies: 20%.
- Intrekken:
  - Boorgatdiameter: 1040 mm [1]

- Uitstroomdebiet: 1500 liter/min
- Circulatieverlies: 20%.

De diameter van de boorpijp voor alle boven genoemde fasen is 168 mm ($6^5/_8$”).

4.5 Boorvloeistof

De volgende eigenschappen van boorvloeistof zijn in de berekening toegepast:

- Volumegewicht met losgeboorde grond: 11,1 kN/m^3
- Volumegewicht schoon: 10,5 kN/m^3
- Zwichtspanning: 14 Pa
- Plastische viscositeit: 0,04 Pa.s.

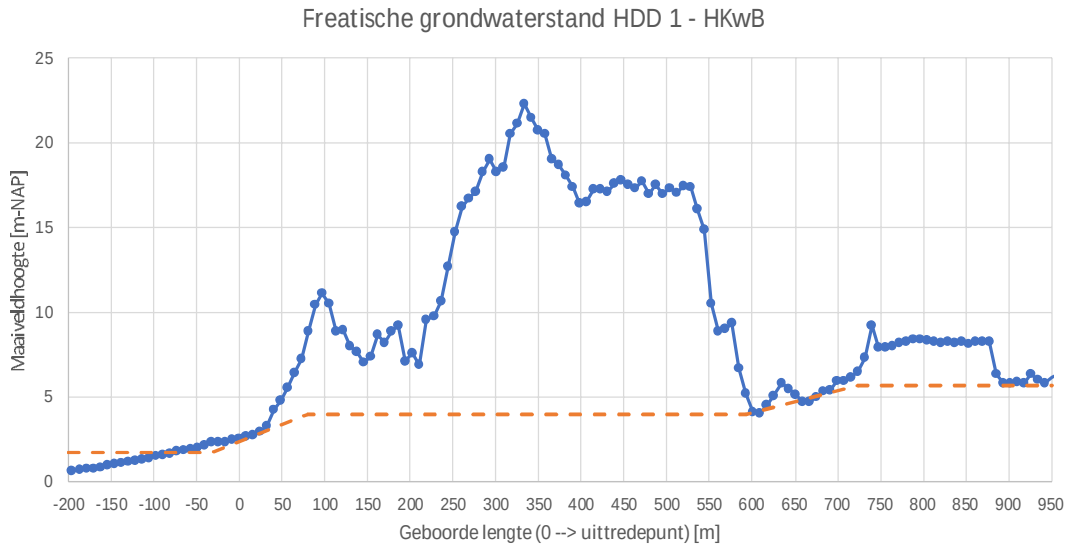
4.6 Leidingparameters

De aan te legen mantelbuis 800 mm PE100 SDR 11 heeft de volgende eigenschappen:

- Uitwendige diameter: 800 mm
- Wanddikte: 72,7 mm
- Volumegewicht: 9,54 kN/m^3
- Elasticiteitsmodulus: 975 MPa (korte termijn) en 350 MPa (lange termijn)
- Toelaatbase spanning: 10 MPa (korte termijn) en 8 MPa (lange termijn)
- Importantie factor (S): 1,0
- Tensile factor: 0,65
- Ondersteunings- en belastinghoek: 180° en 120° respectievelijk.

4.7 Freatische grondwaterstand en stijghoogte

De geplande HDD kruising bevindt zich in een infiltratie gebied waar de freatische waterstand hoger ligt dan de stijghoogte in de diepere zandlaag. Op basis van de informatie beschreven in hoofdstuk 3.3 is de freatische grondwaterstand geschematiseerd (zie Figuur 4.2). In de schematisering is de hoge gemiddelde waterstand bij het strand (NAP+1,75 m) aangegeven. De stijghoogte in de 1^e watervoerende laag bedraagt NAP+1 m (zie 3.3.2.4). De stijghoogte is in Figuur 4.2 niet getekend.



Figuur 4.2 Schematisering freatische grondwaterstand in de langsdoorsnede

Voor het definitief ontwerp dienen de gemodelleerde freatische grondwaterstand en stijghoogte te worden geverifieerd met de metingen zoals in [8] zijn voorgesteld.

4.8 Verkeerbelasting

Een (conservatieve) verkeerbelasting volgens grafiek I: NEN-EN 1991-2:2011 van NEN3650-1:2012 [5] is toegepast op Reyndersweg.

4.9 Temperatuurverschil in de product pijp

Er is rekening gehouden met een piekbelasting en een bijhorend temperatuurverschil van 50°C in de mantelbuis [7].

4.10 Partiele factor voor trekkracht

Een partiele trekkracht factor van 2 is in de leidingsterkte berekening meegenomen. Deze factor is conform NEN3650-1:2020 voor de aanleg van een leiding met kans op grind in de ondergrond.

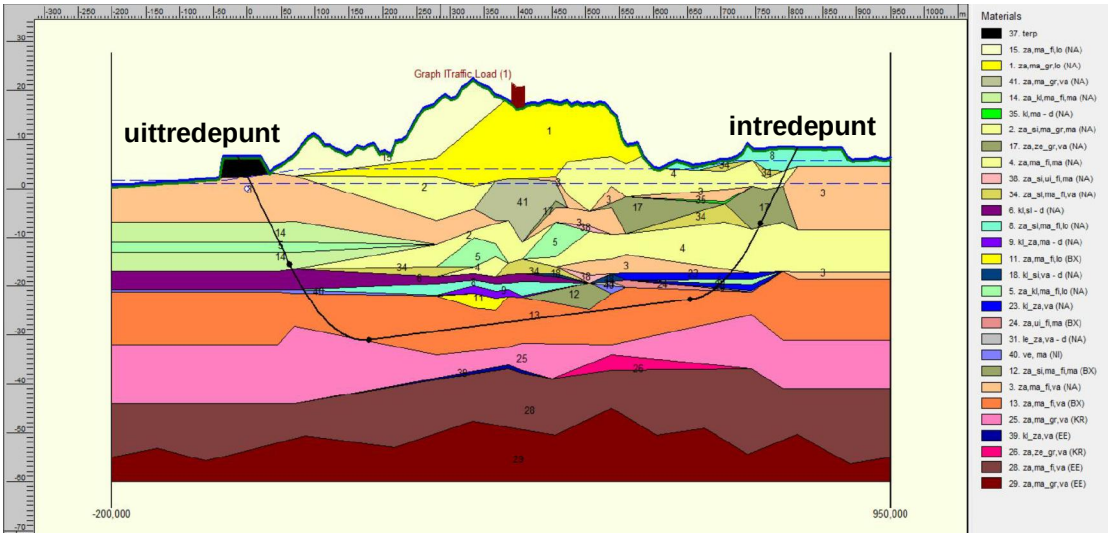
4.11 Afmetingen terp

De afmetingen in dit globale ontwerp zijn aangepast ten opzichte van de tekening. Uit berekeningen in hoofdstuk 5 volgt dat de terp een hoogte van 4 m boven het te verwachten maaiveldniveau moet hebben op een niveau van NAP+6,5 m. De afstand van het uittredepunt op de terp tot de rand van de terp aan de kant van de primaire waterkering is dan 35 m.

5 Berekening en analyse

5.1 Aanpassing boorlijn en terp

Voor het ontwerpberekening is de voorgestelde boorlijn (hoofdstuk 2.3) aangepast in verband met uitvoeringsrisico's van het boren van de vloerpijp in los gepakt fijn zand en zandlagen met schelpenresten in de Formatie van Naaldwijk (NA). Bij de aangepaste boorlijn heeft de vloerpijp een diepste punt op NAP-31 m en een helling van 1° (aflopend in de richting van de zee). De in- en uittredehoeken bedragen 16°. De aangepaste boorlijn is in Figuur 5.1 weergegeven.

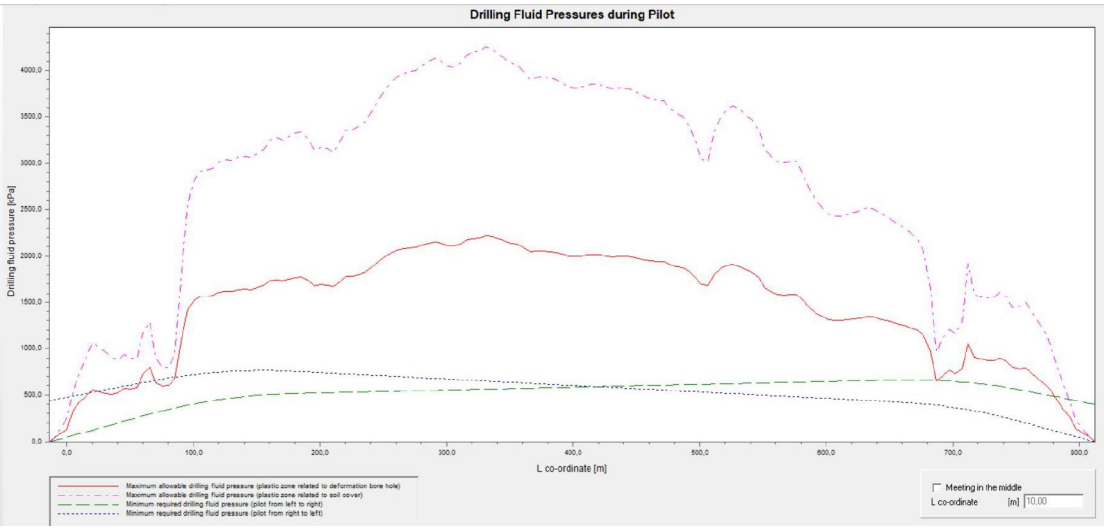


Figuur 5.1 Langsdoorsnede met de aangepaste boorlijn

Ter plaatse van het uittredepunt dient een terp tot NAP+6,5 m worden geconstrueerd om te zorgen dat er voldoende overdruk in de boorgang tijdens de uitvoering aanwezig is (zie hoofdstuk 5.3). De taluds van de terp kunnen worden vervangen door een tijdelijke damwand constructie (zie hoofdstuk 5.9.2 en 5.9.3).

5.2 Minimale en maximale boorvloeistofdrukken

De grootste minimale benodigde boorvloeistofdruk treedt tijdens de pilotfase op. De minimale benodigde en maximale toelaatbare boorvloeistofdrukken tijdens pilotfase voor de situatie met een terp tot NAP+6,5 m bij het uittredepunt zijn in Figuur 5.2 weergegeven. De minimale benodigde boorvloeistofdruk is met een gestippelde blauwe lijn aangegeven. De maximale toelaatbare boorvloeistofdruk tot de grens van de hydraulische scheurvorming is met een rode lijn aangegeven. De maximale toelaatbare boorvloeistofdruk voor een blow-out is met een gestippelde roze lijn aangegeven.



Figuur 5.2 Minimale benodigde en maximale boorvloeistofdrukken tijdens pillootfase

De minimale benodigde boorvloeistofdruk vanaf het oorspronkelijke uittredepunt (L = 0 m) tot L = 10 m is hoger dan de maximale toelaatbare boorvloeistofdruk. Deze laatste 25 m (10 m+ 15 m) tot aan het uittredepunt op de terp dient in verband met het risico op blow-out te worden geboord met een lagere druk en debiet zonder een volledige retourstroming. Vanzelfsprekend wordt aangeraden een veiligheid van een boorpijplengte te hanteren (ca. 35 m).

5.2.1 Controle aanvulling bij de calamiteitenstrook

De calamiteitenstrook volgens Figuur 5.2 bevindt zich tussen L 20 en 50 m. Tussen deze afstanden is de minimale benodigde boorvloeistofdruk lager dan de maximale boorvloeistofdruk voor blow-out. De calamiteitenstrook hoeft bij een gecontroleerde uitvoering niet te worden aangevuld tot aan de terp.

5.3 Overdruk in boorgang tijdens stilstaan

Het intredepunt (NAP+8,3 m) ligt ca. 6 hoger dan het oorspronkelijke uittredepunt (NAP+2,5 m). De grondwaterstand ter plaatse van het intrede punt is vastgesteld op NAP +5,7 m (dit is een conservatieve waarde die voorafgaand aan de uitvoering nog dient te worden geverifieerd).

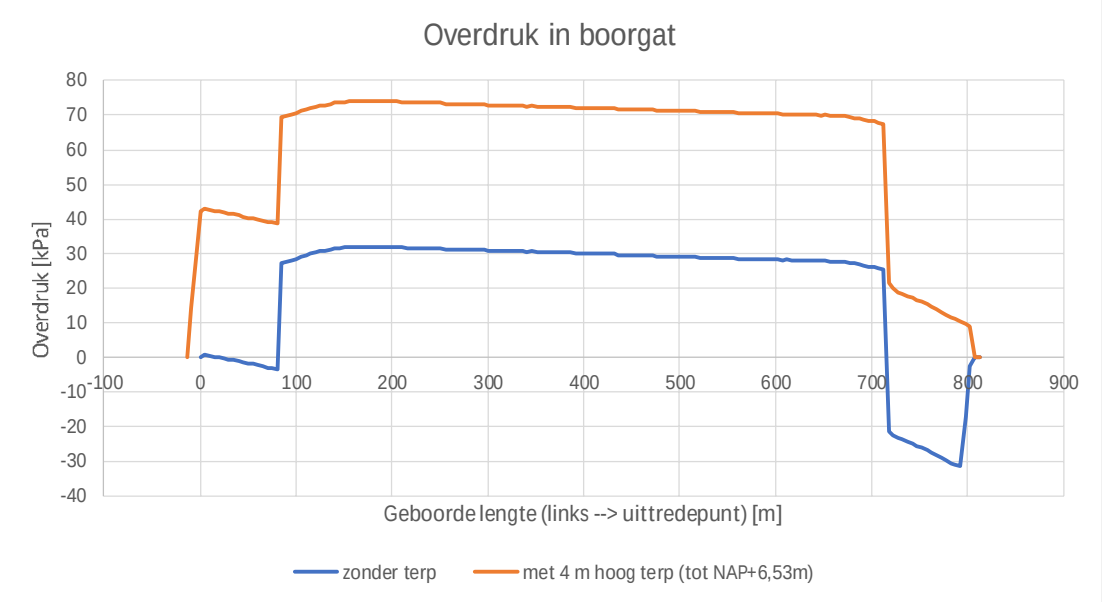
Er is een risico op instorten van de boorgang door onvoldoende overdruk in de boorgang over een bepaalde lengte vanaf het intredepunt door wegstromen van de boorvloeistof naar het uittrede punt. Door een 4 m hoge terp te construeren bij het uittredepunt tot NAP+6,5 m kan het wegstromen van boorvloeistof worden tegengegaan en tegelijkertijd een voldoende overdruk worden gegenereerd in de hele boorgang. Om een boorgang met voldoende stabiliteit te creëren dient de overdruk in de boorgang minimaal 10 kPa te bedragen. De overdruk in de boorgang dient in ieder geval hoger dan 0 kPa te zijn, anders treedt er zeker instorten van de boorgang op.

De overdruk in de boorgang in een situatie zonder terp en een situatie met een 4 m hoge terp (tot NAP+6,5 m) is in Figuur 5.3 weergegeven. In deze overdrukberekening is een boorvloeistof met een laag volumegewicht van 10,5 kN/m^3 meegenomen.

Indien een hoger volumegewicht van 11,1 kN/m^3 tijdens stilstaan wordt gebruikt in de berekening kan voldoende overdruk in de hele boorgang worden verkregen met een lagere terphoogte (tot NAP+6,3 m i.p.v. NAP+6,5 m).

De voorgestelde terphoogte van 5,5 m boven het maaiveld op de aangeleverde tekening (hoofdstuk 2.4) is derhalve meer dan voldoende.

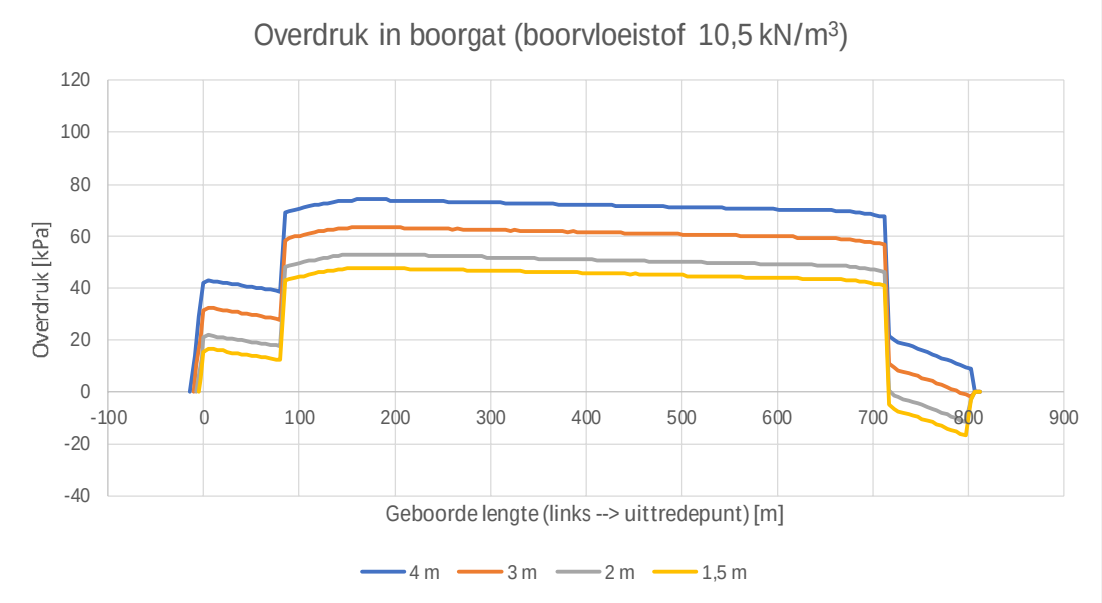
Het dient te worden opgemerkt dat de nodige aandacht moet worden besteed aan de aanvulling van de terp. In verband met reductie van erosie door boorvloeistof en boorgat stabiliteit (microstabiliteit) bij het uittredepunt is een goede verdichting van zand met een vlakke korrelgrootte verdeling of toepassing van cohesieve grond benodigd. Ook kan toepassing van een casing worden overwogen.



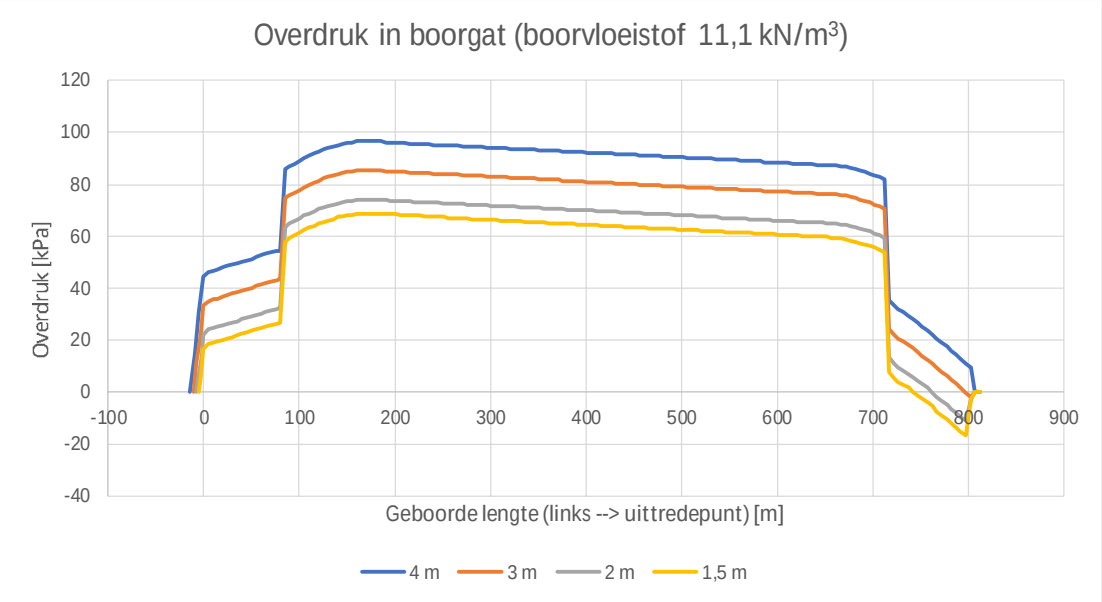
Figuur 5.3 Overdruk in de boorgang zonder en met een 4 m hoge terp bij een boorvloeistof met een volumegewicht van 10,5 kN/m³.

5.3.1 Overdruk met terphoogte lager dan 4 m

Bij het definitief ontwerp kan de terp hoogte eventueel worden geoptimaliseerd (rekening houdend met de aanwezige grondwaterdruk). De overdruk van de eerste 100 m van het intredepunt (L = 813 m) is bepalend. In deze paragraaf is de overdruk berekend voor verschillende terphoogten (1,5 m, 2 m, 3 m en 4 m) en boorvloeistof volumegewicht. De berekende overdruk is in Figuur 5.4 (10,5 kN/m^3 boorvloeistof) en 5.5 (11,1 kN/m^3 boorvloeistof) weergegeven.



Figuur 5.4 Overdruk in de boorgang voor verschillende terphoogte lager dan 4 m (boorvloeistof volumegewicht 10,5 kN/m³)



Figuur 5.5 Overdruk in de boorgang voor verschillende terphoogte lager dan 4 m (boorvloeistof volumegewicht 11,1 kN/m³).

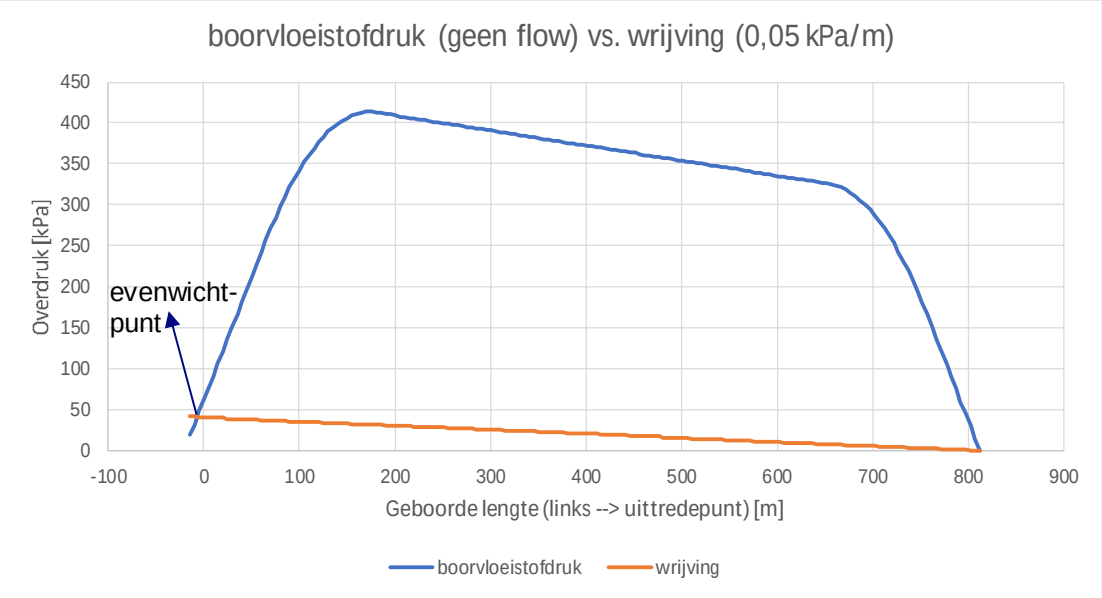
In verband met het evenwicht dat ontstaat in de boorvloeistof niveaus aan de intrede zijde en de uittrede zijde is ontgraving ter plaatse van het intrede punt niet van significante invloed.

5.3.2 Stroming boorvloeistof

Bij de druk beschouwing in de voorgaande paragraaf is de zwichtspanning van de boorvloeistof niet meegenomen (vanwege de onzekerheid over de rol van de zwichtspanning bij overdruk). Bij het stromen van de boorvloeistof aan de uittrede zijde kan de zwichtspanning wel in de beschouwing worden meegenomen.

Het stromen van de boorvloeistof stopt bij een boorvloeistofdrukverhang. Dit evenwicht is in Figuur 5.6 geïllustreerd voor een schone boorvloeistof met een volume gewicht van 10,5 kN/m^3. Bij een boorvloeistofdrukverhang met een volume gewicht van 10,5 kN/m^3 en een

volume gewicht van 11,1 kN/m^3 stopt de stroming bij respectievelijk 4,0 m en 3,8 m (inclusief veiligheid factor). Zoals eerder beschreven is bij dit verhang nog geen sprake van de vereiste overdruk in de boorgang.



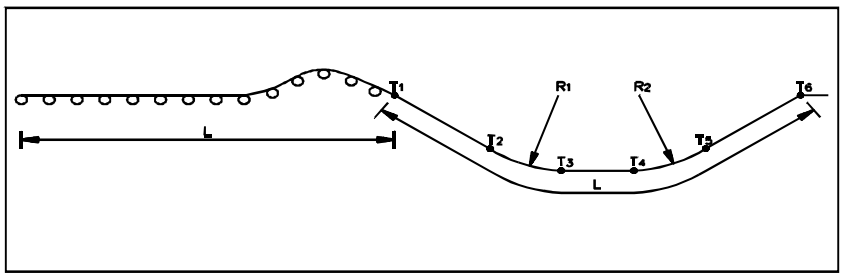
Figuur 5.6 Verloop van boorvloeistof (geen flow) en wrijving langs de boorgang met de geboorde lengte

5.4 Trekkracht

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de leiding een wrijving die (conform NEN 3650-1:2020 [6]) is opgebouwd uit:

- Wrijving tussen leiding en zeebodem en/of equipment (f1)
- Wrijving tussen leiding en boorvloeistof (f2)
- Wrijving tussen leiding en grond (f3)

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ontstaat een trekkracht in de leiding. Op geselecteerde punten in het boortracé volgens Figuur 5.7 zijn de trekkrachten berekend.



Figuur 5.7 Schema trekkrachtberekening [6]

Het resultaat van de trekkracht berekeningen is hieronder samengevat. De trekkracht berekening is voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. Meer gedetailleerde informatie over de trekkrachtberekeningen is in Bijlage A van dit rapport beschikbaar. Alleen de berekeningen met 100% gevulde leidingen zijn in die bijlage beschikbaar.

Het kan worden overwogen de leiding in te trekken met een open trekkop. Er is dan boorvloeistof tijdens het intrekken in de buis aanwezig (deze trekkracht is lager dan bij 100% vulling met water).

5.4.1 100% gevulde leiding (met water)

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2020 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.1 gegeven voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water). De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 413 kN. Met de veiligheidsfactor van 2 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.10) bedraagt de maximale trekkracht 826 kN.

Tabel 5.1 Overzicht trekkrachtberekeningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	413
T2	80	394
T3	199	404
T4	670	288
T5	775	293
T6	832	280

5.4.2 Niet-gevulde leiding

De maximale trekkracht zonder de volgens NEN 3650-1:2012 vereiste veiligheidsfactor is in Tabel 5.2 gegeven voor het geval met een niet-gevulde leiding. De maximale trekkracht zonder veiligheidsfactor bedraagt 864 kN. Met de veiligheidsfactor van 2 (zie het uitgangspunt in hoofdstuk 4.10) bedraagt de maximale trekkracht 1728 kN.

Tabel 5.2 Overzicht trekkrachtberekeningsresultaten (exclusief veiligheidsfactor) voor een geval met een niet-gevulde leiding

Punt	Lengte leiding [m]	Trekkracht [kN]
T1	0	132
T2	80	194
T3	199	319
T4	674	682
T5	778	821
T6	835	864

5.5 Leidingsterkte

Om te kunnen beoordelen of de optredende spanningen in de leiding tijdens de aanleg en in de gebruiksfase toelaatbaar zijn, is een sterkte berekening voor de leiding met het programma D-Geo Pipeline volgens NEN 3650-1:2012 [6] gemaakt. Volgens NEN 3650-1:2020 dient de spanning in de leiding te worden gecontroleerd voor 5 belastingcombinaties:

- Combinatie 1A: begin van intrekfase
- Combinatie 1B: einde van intrekfase
- Combinatie 2: inwendige druktest
- Combinatie 3: gebruiksfase zonder inwendige belasting
- Combinatie 4: gebruiksfase met inwendige belasting.

Belasting combinatie 2 is niet relevant, omdat de leidingen drukloze leidingen zijn (mantelbuizen voor elektriciteitskabels). In belastingcombinatie 4 is tevens de bijdrage aan de spanning door temperatuurbelasting beschouwd. Door een hoge temperatuur van 60° C (zie de uitgangspunten in hoofdstuk 4.9) worden de spanningen (axiaal en tangentieel) in belastingcombinatie 4 getoetst aan een lagere MRS waarde. Deze MRS waarde bedraagt 6,5 MPa [9]. Hieruit volgt de toelaatbare spanning op lange termijn. Deze bedraagt 5,2 MPa (γ_m = 1,25 [10]).

De sterkteberekening van een PE-leiding bestaat uit een spannings-, deflectie- en een implosieberekening. De samenvatting van de sterkteberekeningen is hieronder beschreven. De leidingsterkte berekeningen zijn voor een geval van een 100% gevulde leiding (met water) en een geval van een niet-gevulde leiding uitgevoerd. Een gedetailleerde sterkteberekening met een gevulde leiding is in Bijlage A van dit rapport terug te vinden.

5.5.1 Spanningen

5.5.1.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water) is in Tabel 5.3 gegeven.

Tabel 5.3 Sterkteberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	5,86	4,25	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,32	3,40
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,90	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	4,61	4,61

*toetstwaarde voor belastingcombinatie 3 **toetstwaarde voor belastingcombinatie 4

Uit Tabel 5.3 volgt dat de spanningen in de leiding voor alle spanningssituaties (belasting combinatie 1A tot en met 4) voor het geval met een 100% gevulde leiding toelaatbaar zijn.

5.5.1.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de leidingsterkte berekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.4 gegeven.

Tabel 5.4 Sterkteberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding

	Toelaatbare spanning [MPa]	1A [MPa]	1B [MPa]	2 [MPa]	3 [MPa]	4 [MPa]
Sigma_ptest	10 (kort)	-	-	-	-	-
Sigma_py	8 (lang)	-	-	-	-	-
Sigma_axiaal	10 (kort)	2,48	11,29	-	-	-
Sigma_axiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	0,32	3,40
Sigma_tangentiaal	10 (kort)	-	0,90	-	-	-
Sigma_tangentiaal	8* en 5,2** (lang)	-	-	-	4,61	4,61

*toetstwaarde voor belastingcombinatie 3 **toetstwaarde voor belastingcombinatie 4

Uit Tabel 5.4 volgt dat de spanning in de leiding bij het einde van intrekfase (belastingcombinatie 1B) voor het geval met een niet-gevulde leiding niet toelaatbaar is.

5.5.2 Deflectie

De berekende deflectie van de PE leiding is in Tabel 5.5 gegeven. Het volgt uit Tabel 5.5 dat de optredende deflectie toelaatbaar is.

Tabel 5.5 Deflectie leiding

Berekende deflectie [mm]	Maximale deflectie [mm]	Maximale deflectie voor piggability [mm]
16,8 (2,1% van D_o*)	64	40

*uitwendige diameter van leiding

5.5.3 Implosie

De implosie voor de PE leiding is berekend voor de situatie tijdens intrekken en de situatie tijdens de gebruiksfase. Een gevulde leiding en een niet gevulde leiding zijn beschouwd.

5.5.3.1 100% gevulde leiding (met water)

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een 100% gevulde leiding is in Tabel 5.6 gegeven.

Tabel 5.6 Analyse aan implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding (met water)

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	446	1922
Tijdens gebruiksfase	321	653

Het volgt uit Tabel 5.6 dat implosie voor het geval met een 100% gevulde leiding niet zal optreden.

5.5.3.2 Niet-gevulde leiding

Het resultaat van de implosieberekening voor het geval met een niet-gevulde leiding is in Tabel 5.7 gegeven.

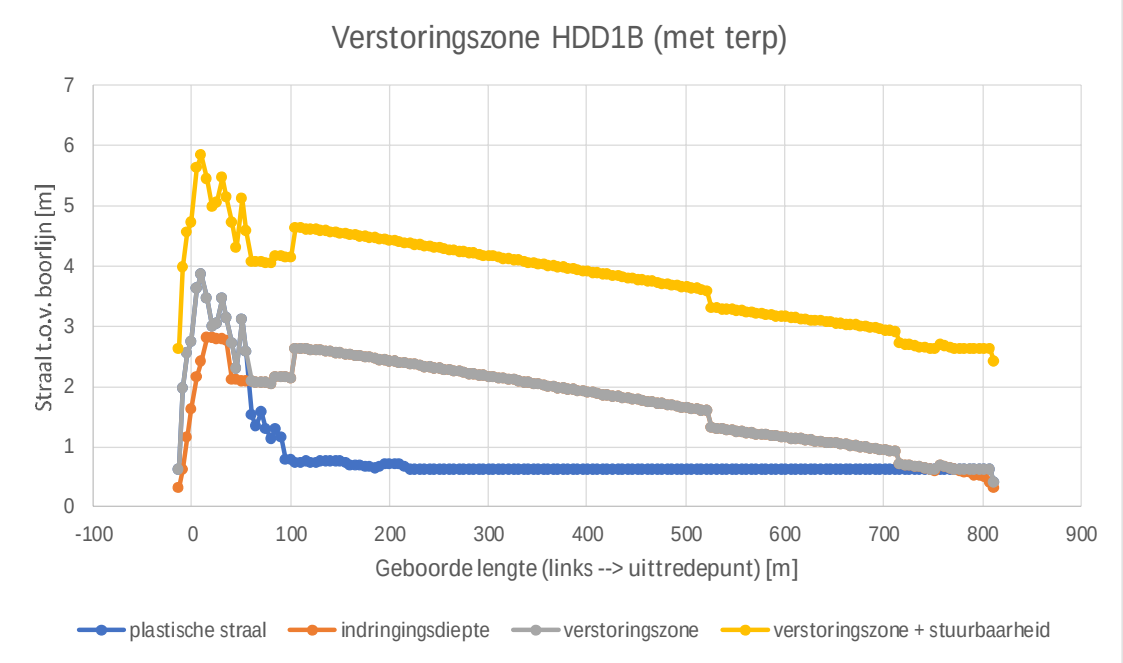
Tabel 5.7 Analyse aan implosie voor het geval met een niet-gevulde leiding

Geval	Druk op leiding [kPa]	Toelaatbare spanning [kPa]
Tijdens intrekken	446	1546
Tijdens gebruiksfase	321	277

Het volgt uit Tabel 5.7 dat implosie voor het geval met een niet-gevulde leiding tijdens de gebruiksfase kan optreden. De leiding dient dus na de installatie gevuld te blijven met water .

5.6 Verstoringszone

De berekende straal van de verstoringszone langs de geplande boorlijn voor de situatie met terp (tot NAP+6,5m) is in Figuur 5.8 weergegeven. Een sturingsnauwkeurigheid van 2 m is in de berekening meegenomen. In de berekening is de minimale benodigde boorvloeistofdruk van de laatste 35 m voor het uittredepunt gelijk aan de maximale toelaatbare boorvloeistofdruk gezet in verband met de te verwachten blow-out (zie de opmerking in hoofdstuk 5.2).



Figuur 5.8 Straal van verstoringszone langs de boorlijn van geplande HDD kruising

5.6.1 Terpbreedte in de richting primaire waterkering (controle ophoging voor calamiteit strook)

De verhouding tussen het maximale bereik van de plastische zone en de maaiveldhoogte op verschillende afstanden van het oorspronkelijke uittredepunt op L= 0 m is in Tabel 5.8 gegeven.

Tabel 5.8 Controle bereik verstoringszone op verschillende afstand van het oorspronkelijke uittredepunt

Horizontale afstand* [m]	Niveau boorlijn [m-NAP]	Maximale plastische zone** [m]	Maximaal bereik plastische zone (PZ) [m-NAP]	Maaiveld-hoogte (MV) [m-NAP]	Controle
0	+2,52	2,73	+5,25	+2,52	MV < PZ: terp is noodzakelijk
5	+1,08	3,63	+4,71	+2,64	MV < PZ: terp is noodzakelijk
10	-0,36	3,85	+3,49	+2,72	MV < PZ: terp is noodzakelijk
15	-1,79	3,45	+1,66	+2,72	MV > PZ: terp is niet noodzakelijk
20	-3,23	2,99	-0,24	+2,82	MV > PZ: terp is niet noodzakelijk

*Horizontale afstand voor het oorspronkelijke uittredepunt

**maximale plastische zone zonder stuurcorrectie conform Figuur 5.5.

De voorgestelde breedte van de terp in de richting primaire waterkering vanaf het verhoogde uittredepunt (op de terp) is 35 m (zie hoofdstuk 4.11). Met een uittredehoek van 16° betekent dit 20 m vanaf het oorspronkelijke uittredepunt. Deze afstand is voldoende, omdat de terp vanaf 15 m afstand van het oorspronkelijke uittredepunt niet meer noodzakelijk is (zie Tabel 5.8). In verband met de stuurcorrectie van 2 m is het aan te raden om de bovenkant terp tot 20 m van het oorspronkelijke uittredepunt te construeren.

De calamiteitenstrook bevindt zich op meer dan 20 m afstand van het oorspronkelijke uittredepunt en hoeft niet te worden aangevuld bij een uitvoering conform de uitgangspunten in dit rapport.

5.6.2 Minimale tussenafstand HDD's

Er worden 2 parallelle HDD's uitgevoerd. De minimale afstand tussen twee HDD's dient groter te zijn dan de straal van de verstoringszone (maximale waarde van de plastische straal of indringingsdiepte van boorvloeistof) vermeerderd met de sturingsnauwkeurigheid (in dit geval 2 m) van de twee HDD's.

De minimale tussenafstand tussen de boorlijnen voor de verschillende locaties is hieronder beschreven.

- Rondom het intredepunt :
  De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is ca. 2,4 m (zie Figuur 5.8). Voor een boorgat van 1,04 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (2,4 m verstoringszone + 0,52 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,52 m boorgatstraal) 5,44 m

- Rondom het uittredepunt op de terp:
  De maximale verstoringszone inclusief stuurcorrectie is 5,85 m (zie Figuur 5.8). Voor een boorgat van 1,04 m bedraagt de minimale afstand tussen het ene boorgat (5,85 m verstoringszone + 0,52 m boorgatstraal) en het andere boorgat (2 m stuurcorrectie + 0,52 m boorgatstraal) 8,89 m.

De maximale minimale tussenafstand bedraagt 8,89 m. De voorgestelde afstand van 10 m tussen de boorlijnen is derhalve voldoende.

5.6.3 Terpbreedte in de richting zee

De minimale terpbreedte in de richting zee vanaf het verhoogde uittredepunt (op de terp) dient groter te zijn dan de maximale verstoringzone rondom het uittredepunt. De maximale verstoringszone rondom het uittredepunt is ca. 10 m (zie Figuur 5.8). De minimale terpbreedte in de richting zee is 10 m vermeerderd met de benodigde ruimte voor equipment. De voorgestelde terpbreedte in de richting zee vanaf het uittredepunt is 25 m (hoofdstuk 2.4), dat is voldoende.

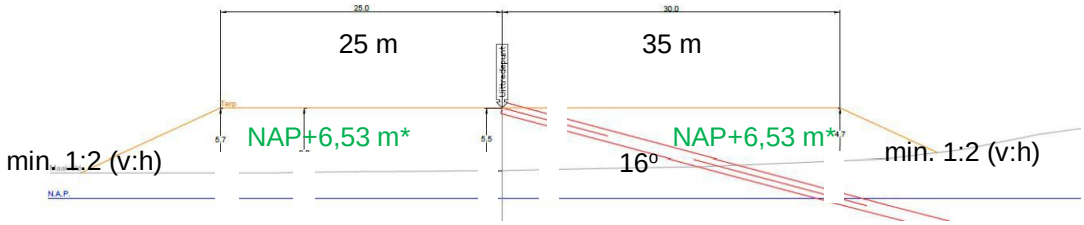
5.7 Technische aspecten terp

5.7.1 Minimale afmeting terp

Aan de hand van de uitgevoerde analyse in de voorgaande paragrafen dient de terp c.q. het werkplateau de volgende afmetingen te hebben (zie Figuur 5.9):

- De hoogte van het werkplateau is 4 m boven het te verwachten maaiveld op een niveau van NAP+6,5m. Deze hoogte geldt voor de grondwaterstand bij het intredepuntniveau van NAP+5,7 m.
- De voorgestelde terpbreedte in de richting primaire waterkering is 35 m van het verhoogde uittredepunt (op de terp). Er wordt een talud helling van 1:2 aangehouden Het is niet nodig om de calamiteitenstrook aan te vullen met ophoogmateriaal.
- De voorgestelde terpbreedte in de richting van de zee vanaf het uittredepunt van 25 m is voldoende. Hier dient rekening te worden gehouden met de benodigde werkruimte
- Een taludhelling van 1:2 (v:h) is voorgesteld voor alle taluds.
- Er is geen aanvulmateriaal voorgesteld in de tekening, maar ter plaatse van de boorgaten dient rekening te worden gehouden met erosie door boorvloeistof en micro

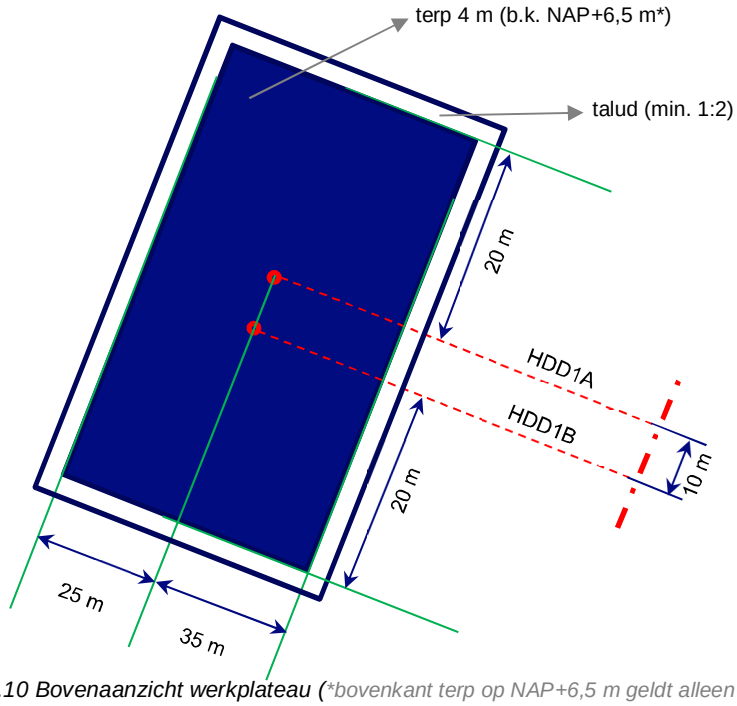
boorgatinstabiliteit bij aanvulling met schoon zand met een uniforme korrelgrootte verdeling.



Figuur 5.9 Doorsnede werkplateau (bron: [1])

*bovenkant werkplateau in dit gebied op NAP+6,5 m bij het intredepunt op NAP+8,3 m.

Een schets van het bovenaanzicht van het werkplateau (met de afmetingen) is in Figuur 5.10 weergegeven. Boorlijn HDD1A en HDD1B liggen op 10 m tussenafstand en staan loodrecht op het werkplateau (terp).



*Figuur 5.10 Bovenaanzicht werkplateau (*bovenkant terp op NAP+6,5 m geldt alleen voor het intredepunt op NAP+8,3 m)*.

5.7.2 Tijdelijke grond kerende constructie ter vervanging van conventioneel talud

Het talud aan weerszijden van het werkplateau kan worden vervangen door een tijdelijke grond kerende constructie in de vorm van een damwand. Bij de bepaling van het ontwerp van de grond kerende constructie dient er rekening te worden gehouden met mogelijke ontgrondingsdiepten en golfbelastingen.

5.7.3 Erosiegevoeligheid strandprofiel

De overgang van het werkplateau naar het strandprofiel kan op verschillende manieren worden ontworpen, hierbij valt te denken aan een conventioneel talud of een damwandconstructie. In beide gevallen dient het ontwerp van het werkplateau erosiebestendig te worden uitgevoerd. Dat wil zeggen dat ofwel erosie moet worden voorkomen door een tijdelijke bodembescherming ofwel dat de verwachte erosie wordt meegenomen in het ontwerp. Het valt buiten de scope van de huidige studie om de verwachte erosie te kwantificeren. Wel worden hieronder handvatten en aandachtspunten gepresenteerd voor de bepaling van de erosie.

Betreffende erosie dient allereerst rekening gehouden te worden met grootschalige morfologische veranderingen. Ondanks dat het een tijdelijke constructie betreft die mogelijk enkel in de zomermaanden aanwezig zal zijn, zal rekening moeten worden gehouden met mogelijke veranderingen van het strandprofiel. Namelijk ook in een zomerstorm kan het strandprofiel significante erosie ondergaan. Uitgaande van een zomerstorm met een bepaalde kans van voorkomen (te bepalen in overleg met TenneT), zal een (numerieke) studie moeten worden uitgevoerd om de morfologische veranderingen ter hoogte van de constructie te bepalen. Een dergelijke studie kan gelijktijdig gebruikt worden voor het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden voor de bepaling van de lokale ontgronding (hieronder verder beschreven).

In afwezigheid van een bescherming, zal ook het conventionele talud van profiel veranderen in dergelijke storm condities, maar mogelijk al in mildere (getij) condities. Dit laatste is afhankelijk van de positie van het werkplateau en de optredende waterstand. De veranderingen van het conventionele talud moeten ofwel mee worden genomen in het ontwerp van het werkplateau, of moeten worden voorkomen door een taludbekleding. Deze taludbekleding zal een nader te bepalen zomerstorm moeten kunnen weerstaan. Ook moet rekening worden gehouden met lokale ontgronding rondom het talud, bijvoorbeeld door middel van een falling apron. Hierbij valt te denken aan los breuksteen (alhoewel dit lastig te verwijderen is), een zanddicht blokkenmatras of mogelijk zelfs een verzwaard geotextiel.

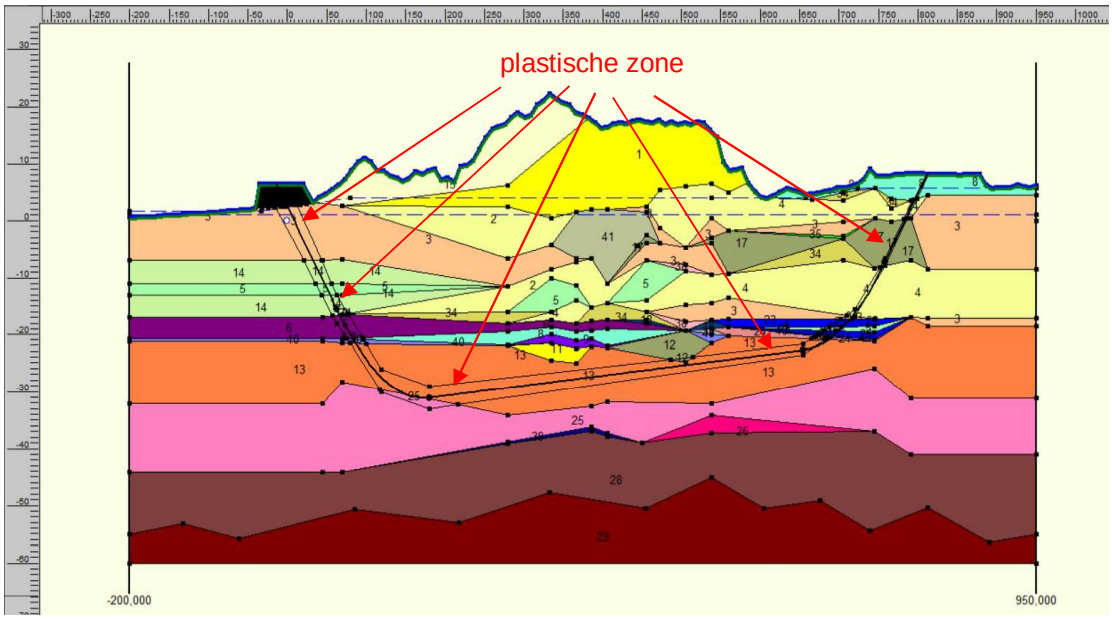
Ook wanneer een damwandconstructie wordt overwogen zal er rekening moeten worden gehouden met lokale ontgronding. Afhankelijk van de positie van de damwand in het strandprofiel kan ontgronding optreden al optreden in normale (getij-) condities of enkel in stormcondities. Beide situaties moeten worden beschouwd. Empirische formuleringen voor ontgronding bij verticale kademuren, caissons of andere vergelijkbare situaties kunnen als leidraad worden gebruikt om een inschatting te verkrijgen van de lokale ontgronding. Ook zal in het ontwerp van de damwand rekening gehouden moeten worden met golfbelasting.

Een mogelijke mitigerende maatregel voor de ontgronding is het aanbrengen van een bodembescherming. Geadviseerd wordt om een type bodembescherming te overwegen die ook weer gemakkelijk verwijderd kan worden, bijvoorbeeld geotubes. Bij een bepaalde hoogte en lengte van de bodembescherming kan deze ook de golfbelasting op de damwand reduceren. Rondom een bodembescherming zal ook ontgronding optreden. De bescherming moet daarom flexibel genoeg zijn om hiermee om te gaan (e.g. een geotube moet niet in zijn geheel richting de ontgrondingskuil bewegen). Ook hier biedt een falling apron uitkomst.

6 Stabiliteit primaire waterkering tijdens HDD uitvoering

6.1 Relevant dijk faalmechanisme

Tijdens het pilotboren van de HDD ontstaat een plastische zone langs de boorlijn door de boorvloeistofdruk. In deze zone heeft de ondergrond tijdelijk nagenoeg geen schuifsterkte. Door de straal (omvang) van de plastische zone, kan de stabiliteitsfactor van de primaire waterkering lager worden. De berekende plastische zone als een functie van de geboorde lengte is Figuur 5.9 weergegeven. De berekende plastische zone rondom de boorlijn in de langsdoorsnede is in Figuur 6.1 weergegeven.



Figuur 6.1 Plastische zone langs de geplande boorlijn in de langsdoorsnede.

Het bereik van de plastische zone ligt in de nabijheid van een potentieel buitentaludsstabiliteit glijvlak dat wordt beschouwd bij de beoordeling van het dijk faalmechanisme stabiliteit buitentalud (STBU). De overige dijk faalmechanismen worden niet beïnvloed door de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring.

Voor de volledigheid wordt hier nog de impact van het te realiseren boorgat op de hoogte van de waterkering beschouwd.

6.1.1 Norm voor analyse

Aangezien de ondergrond rondom de primaire kering uit zand bestaat dient een stabiliteitsanalyse te worden uitgevoerd met Mohr-Coulomb (MC) parameters (c' en φ'). De analyse met MC parameters sluit aan het ontwerpinstrumentarium (OI) 2014 [12].

6.1.2 Glijvlakmodel

Het Bishop glijvlakmodel is in de STBU analyse toegepast.

6.1.3 Partiele factoren

6.1.3.1 Materiaalfactor (γ_c)

Voor de berekening met Mohr-Coulomb sterkteparameters (c' en φ') gelden de volgende materiaalfactoren (zie Tabel 6.1). Voor een ondergrond die uit zand en klei bestaat en met c' hoger dan 0 kPa, zijn de materiaalfactoren voor klei toegepast.

Tabel 6.1 Materiaalfactor voor c' en φ' [11]

Grondsoort	Volumegewicht	c'	tan φ'
Zand	1	1	1,2
Klei	1	1,25	1,2

6.1.3.2 Modelfactor (γ_d)

Voor de analyse met een glijvlakmodel van Bishop met c'-φ' parameters geldt een modelfactor van 1 en voor een glijvlak volgens Uplift Van 0,95 [12].

6.1.3.3 Schematiseringsfactor (γ_b)

De schematiseringsfactor dient tussen 1,0 en 1,3 te bedragen [12]. Een conservatieve schematiseringsfactor van 1,3 is gekozen.

6.1.4 Vereiste schadefactor (γ_n)

Voor de bepaling van de vereiste schadefactor voor de analyse van STBU van de primaire waterkering zijn de volgende gegevens bekend:

- Dijktraject: 13-1 [13]
- Overstromingskans (signaalwaarde) van het dijktraject: 1:3000 [13]
- Trajectlengte: 31,5 km [13]
- Kans voor falen gegeven instabiliteit in relatie met stabiliteit buitentalud (STBU): 0,1 [12].

Conform OI2014 [12] bedraagt de vereiste schadefactor (γ_n) voor het faalmechanisme STBU 1,05.

6.1.5 Minimale veiligheidsfactor

De minimale veiligheidsfactor (γ_n x γ_d x γ_b) voor glijvlakmodel Bishop en Uplift-Van is 1,37 (1,05 x 1 x 1,3) en 1,30 (1,05 x 0,95 x 1,3) respectievelijk.

6.1.6 Schematisering freatische waterstand voor faalmechanisme STBU

In de STBU analyse is de situatie met de lage waterstand aan de buitenkant van de waterkering en hevige neerslag op het dijklichaam maatgevend. De invloed van hevige neerslag is verschillend per type waterkering. De toename van de freatische waterstand in het dijklichaam tijdens hevige neerslag ten opzichte van de freatische waterstand onder een normale omstandigheid is tussen 0,3 m en 1,0 m [14]. Voor de SBTU stabiliteit analyse is in dit geval uitgegaan van een minimale stijging van 1 m voor de freatische grondwaterstand in de waterkering (conservatief).

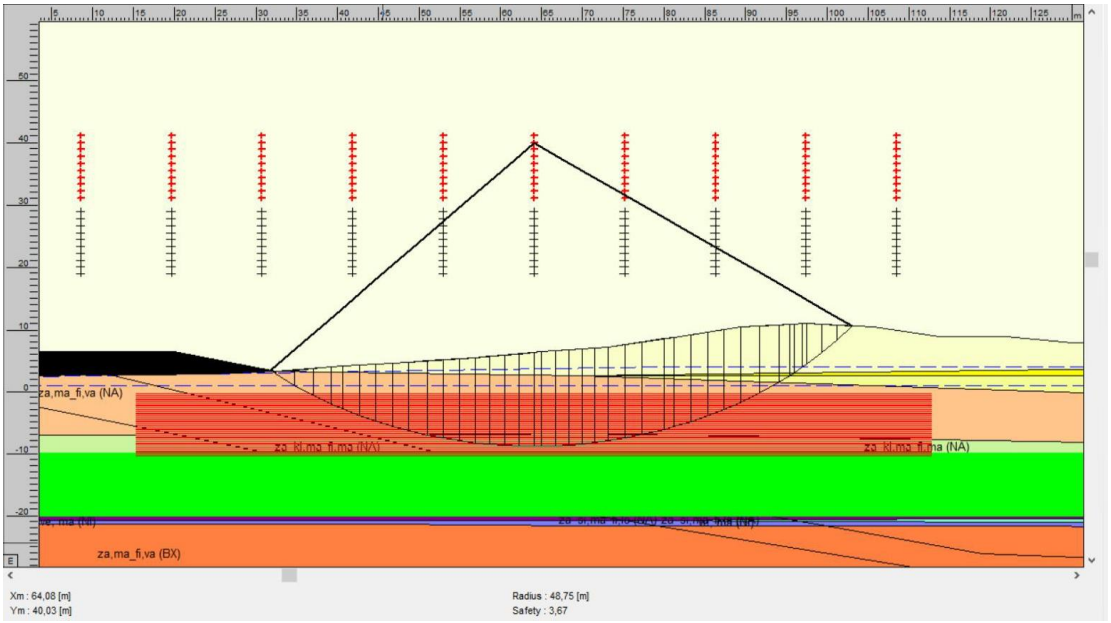
6.1.7 Software

De stabiliteitsberekening is uitgevoerd met behulp van D-Geo Stability programma v.18.1.

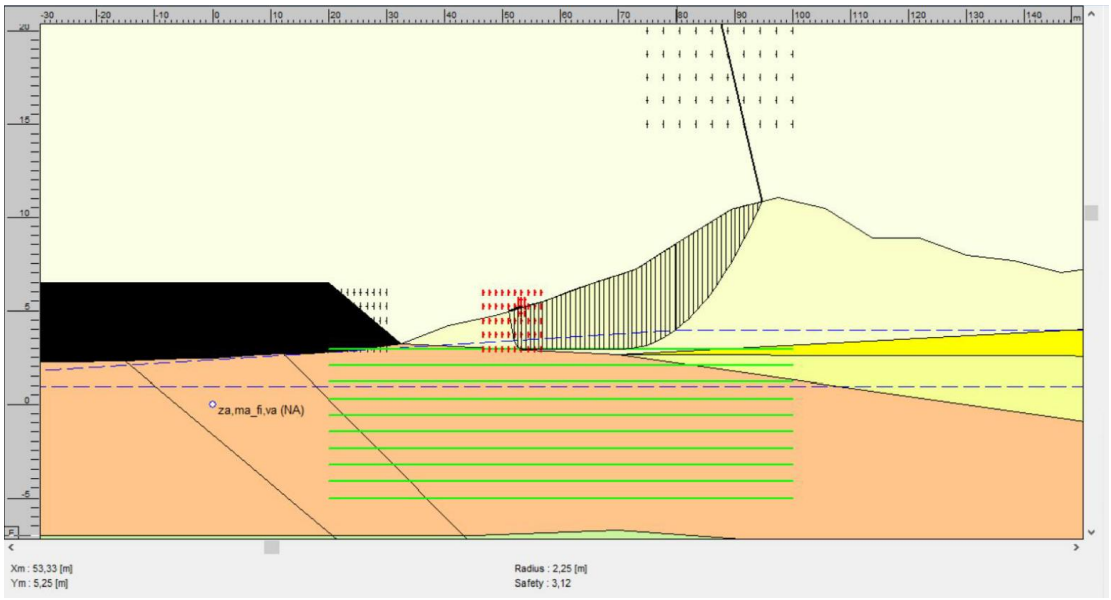
6.2 Berekende veiligheidsfactor en maatgevend glijvlak

6.2.1.1 Initiële situatie (met terp voor HDD uitvoering)

Het maatgevende glijvlak bij de initiële situatie met terp is in Figuur 6.2 (Bishop glijvlak) en 6.3 (Uplift-Van glijvlak) weergegeven. De berekende veiligheidsfactor bedraagt 3,67 voor Bishop glijvlak en 3,12 voor Uplift-Van glijvlak. De initiële veiligheidsfactor voor elk glijvlak is hoger dan de minimale veiligheidsfactor (1,37 voor Bishop glijvlak en 1,30 voor Uplift-Van glijvlak).



Figuur 6.2 Bishop glijvlak bij de initiële situatie (berekende veiligheidsfactor is 3,67).

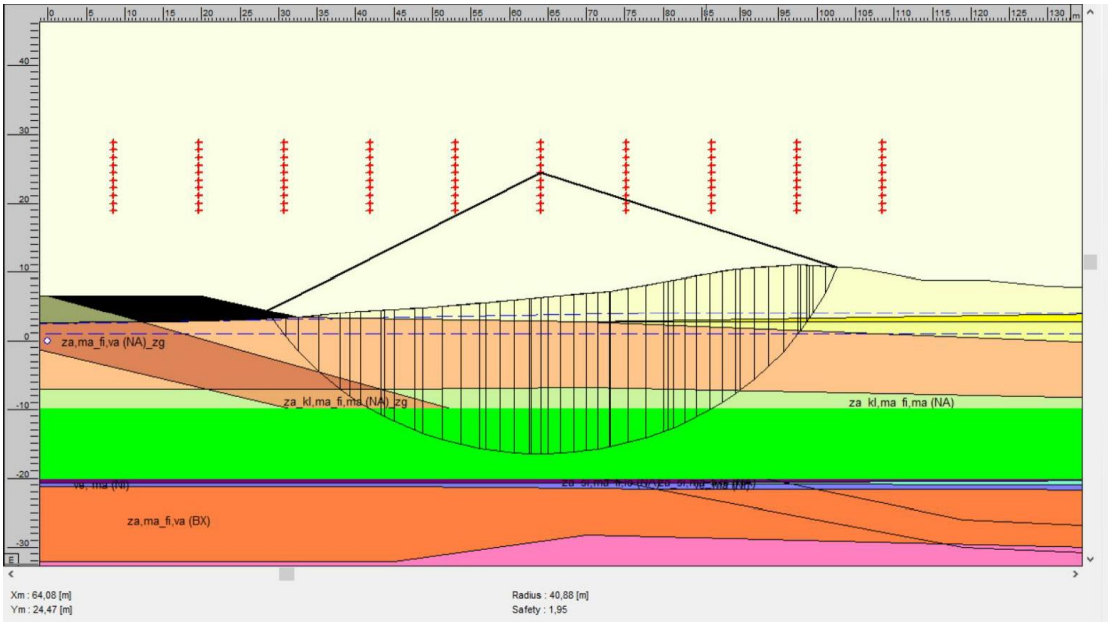


Figuur 6.3 Uplift-Van glijvlak bij de initiële situatie (berekende veiligheidsfactor is 3,12)

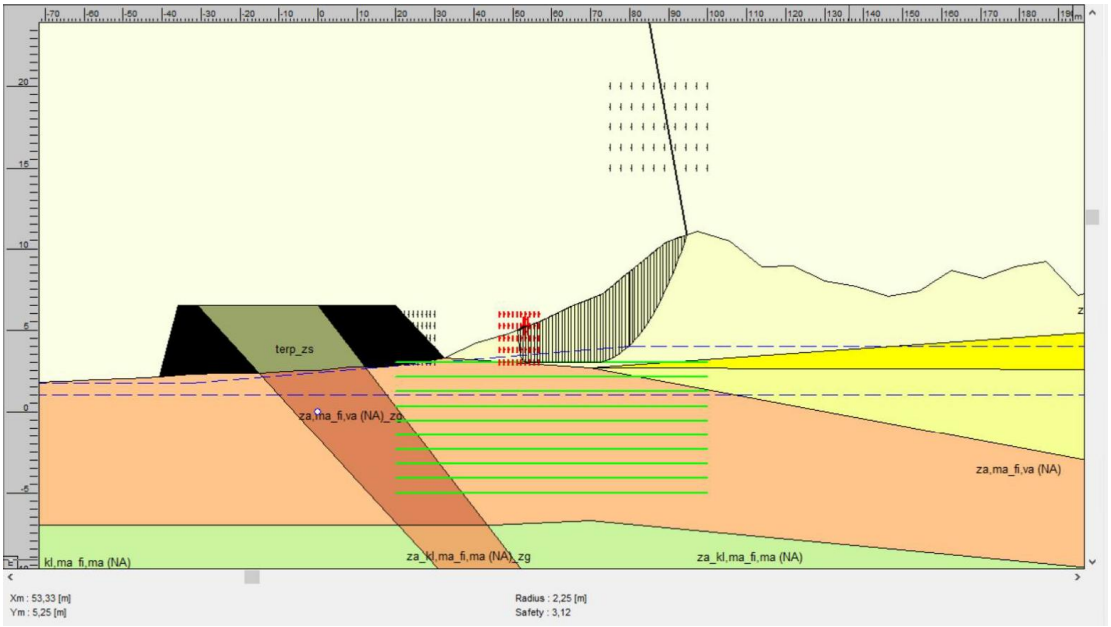
6.2.1.2 Tijdens HDD uitvoering (met terp en plastische zone)

Het maatgevende glijvlak bij de situatie met plastische zone is in Figuur 6.4 (Bishop glijvlak) en 6.5 (Uplift-Van glijvlak) weergegeven. De berekende veiligheidsfactor bedraagt 1,95 voor Bishop glijvlak en 3,12 voor Uplift-Van glijvlak. De veiligheidsfactor bij de situatie met plastische

zone voor elk glijvlak is nog veel hoger dan de minimale veiligheidsfactor (1,37 voor Bishop glijvlak en 1,30 voor Uplift-Van glijvlak).



Figuur 6.4 Bishop glijvlak bij de situatie met plastische zone (berekende veiligheidsfactor is 1,95).



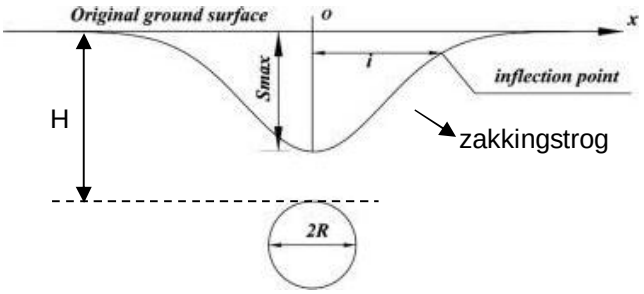
Figuur 6.5 Uplift-Van glijvlak bij de situatie met plastische zone (berekende veiligheidsfactor is 3,12).

De stabiliteit van de waterkering is bij de uitvoering van de horizontaal gestuurde boring ruim voldoende. Na de uitvoering van de pilot fase (grootste plastische zone) zal de sterkte van de grond weer toenemen.

6.3 Maaiveldzakking waterkering

Door het boren van een boorgat dat gevuld is met boorvloeistof zal op termijn een verticale vervorming kunnen optreden, doordat de boorvloeistof in de loop van de tijd consolideert en in geval van zout water flocculeert.

De verdeling van de hierdoor ontstane zakkingstrog door een volumeverlies in een boorgat wordt berekend met het model van Peck (1969). De zakkingstrog is schematisch in Figuur 6.6 weergegeven. In Figuur 6.6 heeft het boorgat een diameter van 2R (R = straal van boorgat) en een gronddekking H. S_{max} in Figuur 6.6 laat de maximale zakking zien. De breedte van de zakkingstrog kan worden bepaald door eerst het inflectiepunt (i, zie Figuur 6.6) te bepalen. Het inflectiepunt is een punt waar de kromming van de zakkingstrog van richting verandert.



Figuur 6.6 Schematische zakkingstrog volgens Peck (1967).

Het volumeverlies in het boorgat per meter is gelijk aan het volume van de zakkingstrog (conservatief). In de te doorboren grondlagen is zoet tot brak grondwater te verwachten (zie hoofdstuk 3.3.3). Hieruit volgt dat het volumeverlies van de boorvloeistof tot 50% van de annulaire ruimte kan bedragen. De waarde van 50% is in de berekening meegenomen.

De zakkingen van de verschillende locaties langs de te kruisen primaire waterkering zijn berekend en in Tabel 6.2 samengevat. In de zakkingberekeningen zijn de zakkingen van de naastgelegen HDD meegenomen. De voorgestelde tussenafstand HDD van 10 m (zie hoofdstuk 5.6) is derhalve in de zakkingberekening meegenomen.

Tabel 6.2 Maximale zakking en breedte van zakkingstrog van verschillende locaties langs de te kruisen primaire waterkering

Locatie langs de primaire waterkering	Maximale zakking [mm]	Breedte zakkingstrog [m]
Buitenteen	23,1*	16
Tussen buitenteen en kruin	14,1**	30
Kruin	11,7***	50

*23 mm + 0,1 mm op 10 m afstand.

**11,1 mm + 3 mm op 10 m afstand.

***7,5 mm + 4,2 mm op 10 m afstand.

7 Uitvoeringsaspecten

De boring zal voornamelijk worden uitgevoerd in de zandlagen van de Formatie van Boxtel en de Formatie van Kreftenheye (vloerpijp op NAP-31 m).

Het diepste punt van de vloerpijp van de boorlijn op NAP-31 m bevindt zich in de overwegend vast gepakte zandlagen van de Formatie van Kreftenheye. Volgens de beschikbare informatie ([2]) is er enig grind aanwezig in de ondergrond. In de formatie van Kreftenheye die vooral uit grof zand bestaat kan op meerdere locaties grind voorkomen. De grind percentages zullen over het algemeen gering zijn evenals de diameters van de grind korrels. In zandlagen direct boven de top van de Eem Formatie nabij de overgang met de bovenliggende formatie van Kreftenheye is er mogelijk meer grind aanwezig. Ter plaatse van de overgang kan zich lokaal een sterke concentratie van grind bevinden. Ook kunnen hier verspoelde klei brokken en hout voorkomen.

Bij het doorboren van de Holocene formaties is er op twee niveaus een kans op het voorkomen van een grote hoeveelheid schelpen. Het eerste niveau bevindt zich onder NAP, terwijl het tweede niveau zich aan de onderzijde van de formatie van Naaldwijk bevindt boven de onderste cohesieve sedimenten. Op andere diepten kunnen schelpen niet worden uitgesloten.

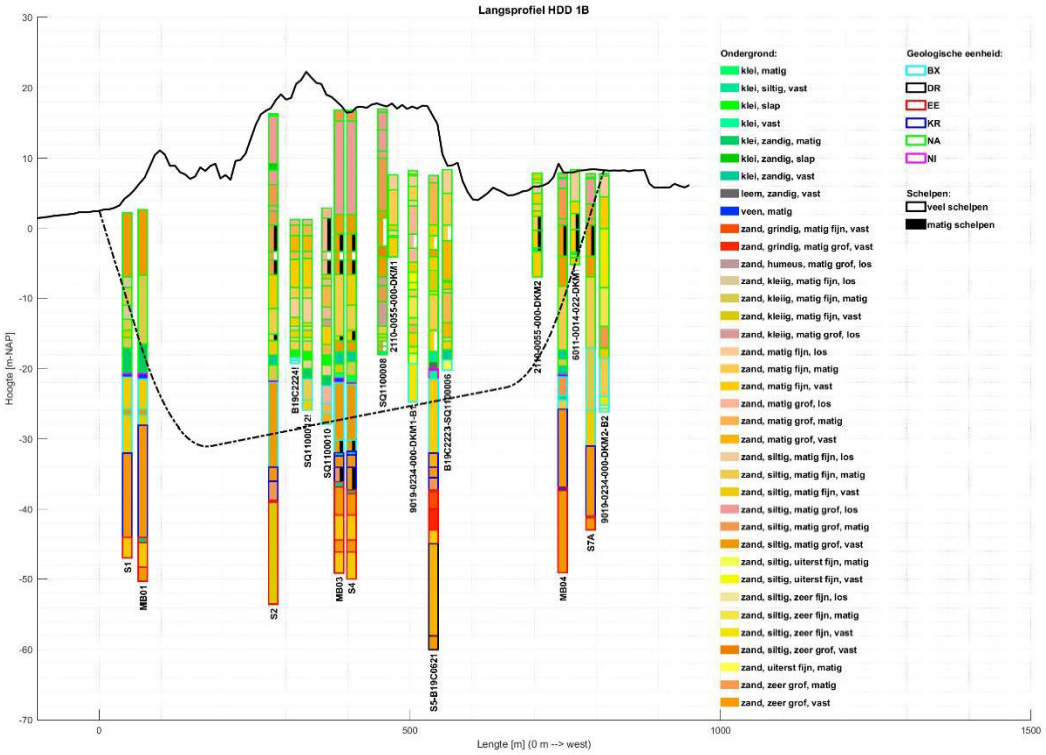
7.1.1 Fijn zand en schelpen

Fijn zand in de bovenste grondlagen is gevoelig voor erosie door stromende boorvloeistof (door een geringe filtercake). Bij te snel boren of ruimen, in verhouding tot het afvoeren van losgeboorde en door erosie losgemaakte zanddeeltjes (hoe sneller de return flow hoe meer zand er wordt geërodeerd), zal de boorvloeistof opladen (toename van het zandgehalte). Met toename van het zandgehalte in de boorvloeistof veranderen de stromingseigenschappen van de boorvloeistof en het draagvermogen van de boorvloeistof.

Bij een te hoog zandgehalte neemt de boorvloeistofdruk toe en zal tevens niet al het materiaal uit het boorgat kunnen worden verwijderd, door een te gering draagvermogen. Er is dan een risico aanwezig op achterblijvend zand in de boorgang. Er zal dus extra aandacht moeten worden besteed aan de snelheid van het boorproces (in relatie tot het boorvloeistofdebiet) en de eigenschappen van de boorvloeistof. Een algemene maximale waarde van het zandgehalte van ca. 10 % kan worden aangehouden.

De risico's die uit boren door een fijne zand laag voortkomen zijn:
- Vastlopen leiding of boorstreng door verzanden of instorten van de boorgang
- Toename van de dichtheid van de boorvloeistof en afname van de stromingseigenschappen van de boorvloeistof.

In de zandlagen die in het Holoceen zijn afgezet kunnen schelpenresten of schelpfragmenten aanwezig zijn. Het beschikbare grondonderzoek geeft aan dat er ter plaatse van de boorlijn concentraties van schelpenresten aanwezig kunnen zijn die hun oorsprong vinden in de kust nabije afzettingen tussen de verschillende banken. Bij een hoge concentratie kan de boorvloeistof door de hoge doorlatendheid het boorgat verlaten en over grote afstand in de schelpenlaag dringen. Dit leidt tot verlies van retourstroming en/of boorvloeistofdruk waardoor instorten van het boorgat mogelijk is. De lagen met een significante hoeveelheid schelpen bevinden zich op twee niveaus (zie Figuur 7.1).



Figuur 7.1 Locatie zandlagen met significant hoeveelheid schelpen rondom de voorgestelde boorlijn.

De risico's die uit boren door een schelpenlaag voortkomen zijn:

- Vastlopen leiding of boorstreng door instorten van de boorgang
- Verlies van de return flow van de boorvloeistof waardoor verder boren niet mogelijk is.

7.1.2 Grof zand en grind

Grof zand is matig tot niet gevoelig voor de erosie door stromende boorvloeistof, maar kan door de hoge doorlatendheid een verlies van boorvloeistof veroorzaken. Bij boren in grof zand en grindlagen wordt de filtercake onvoldoende gebouwd rondom het boorgat en daardoor zal de boorvloeistof in het grof zand en grind stromen.

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 komt in de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye grind voor. De aangetroffen hoeveelheid grind is geen belemmering voor het uitvoeren van de boring. Het dient te worden opgemerkt dat niet kan worden uitgesloten dat er lokaal meer grind voorkomt.

7.1.3 Overgang Formatie van Kreftenheye en de Eem Formatie

De afzettingen van de Eem Formatie hebben een erosieve bovengrens ter plaatse van de project locatie. In zulke omstandigheden komen vaak op en rond de grens van beide Formaties belangrijke veranderingen van geotechnische eigenschappen voor. Zulke veranderingen betreffen onder andere voorkomen van grind.

De overgang tussen beide formaties kenmerkt zich in de sonderingen door een duidelijke verandering van de conusweerstand, zodat mag worden verwacht dat er tijdens het boren een duidelijk verschil in weerstand is te verwachten.

De diepteligging van de grens tussen de Eem Formatie en de Formatie van Kreftenheye is variabel. Variaties in hoogteligging van meer dan 5 meter worden op de locatie verwacht.

De risico's die uit boren langs deze overgang voortkomen zijn:

- Vastlopen leiding door een onregelmatige boorgang
- Toename van de spanningen in de leiding door bochten (tijdens intrekken en tijdens operationele fase).

De combinatie van een onregelmatige overgang en het voorkomen van grind en klei brokken en hout aan de basis van de Formatie van Kreftenheye leidt tot risico's voor het uitvoeren van een horizontaal gestuurde boring op het niveau van de overgang tussen beide Formaties en vlak boven de overgang.

7.1.4 Vulling van de leiding bij intrekken

Voor het intrekken is het noodzakelijk dat de leiding 100% gevuld is (met water) om te zorgen dat de trekspanning in de leiding minimaal is en er geen implosie optreedt.

7.1.5 Overdruk in de boorgang

Door een groot hoogteverschil tussen het in- en uittredepunt (ca. 6m) zal de boorvloeistof van het intredepunt naar het uittredepunt stromen. Het boorvloeistofniveau bij het intredepunt zal daardoor zakken totdat een evenwicht is bereikt. De overdruk in het boorgat is daardoor onvoldoende en het boorgat kan instabiel worden.

Het boorvloeistofniveau bij het intredepunt dient op peil te worden gehouden, zodat er voldoende overdruk aanwezig is in de boorgang. Dit kan door een terp bij het uittredepunt te construeren met een hoogte van ca 4 meter tot NAP+6,5 m. Dit geldt voor het intredepunt op NAP+8,3 m.

7.1.6 Zout grondwater

Op basis van de informatie van grondwatertools.nl is brak grondwater in de te doorboren grondlagen te verwachten. De grens tussen brak en zout grondwater ligt op tussen NAP-45 m en NAP-50 m. Het zoete tot brakke grondwater zal de boorvloeistof waarschijnlijk niet significant aantasten.

Het is echter mogelijk dat er toch zout water in de boorboren grondlagen van de Formatie van Boxtel en Kreftenheye kan voorkomen. Met het voorkomen van zout grondwater in de, te doorboren, grondlagen zal rekening moeten worden gehouden met samenstelling van de boorvloeistof. Zoutwater kan de boorvloeistof aantasten, met name bij perioden van stilstand tijdens het boorproces.

Aanvullend grondonderzoek kan uitsluitsel geven over de samenstelling van het grondwater.

8 Conclusie

Voor de aanlanding van zeekabels naar Wijk aan Zee (HKwB) heeft TenneT een aanlandingstracé met een tweetal parallelle horizontaal gestuurde boringen (HDD) in voorbereiding. De kabels zullen in mantelbuizen worden geïnstalleerd. De HDD's zullen een primaire waterkering kruisen. Het intredepunt bevindt zich in het achterland van de primaire waterkering en het uittredepunt bevindt zich op het strand Bij de HDD's wordt een 800 mm PE100 SDR11 leiding aangelegd om als mantelbuis te fungeren waar de kabel wordt ingetrokken. De lengte van de aan te leggen leidingen is ca. 800 m.

Dit rapport beschrijft het globaal ontwerp van de horizontaal gestuurde boringen. Ten aanzien van het globaal ontwerp dat in dit rapport is beschreven kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De geplande horizontaal gestuurde boringen (HDD) kunnen worden uitgevoerd met een verhoogd uittredepunt. De vloerpijp dient dieper te worden gelegd onder de Holocene lagen om uitvoeringsrisico's te reduceren. In dit rapport is op basis van beschikbare informatie gekozen om het diepste punt van de vloerpijp op NAP-31 m te leggen en in en uittrede hoeken van 16° te hanteren
- Bij het uittredepunt dient een 4 m hoge terp tot NAP+6,5 m te worden geconstrueerd ten behoeve van boorgatstabiliteit. Deze terphoogte is afgeleid voor de ligging van het intredepunt op NAP+8,3 m en een grondwaterstand van NAP +5,7 m. De breedte van de terp is 60 m en ten opzichte van het intredepunt verdeeld in 25 m in de richting van de zee en 35 m in de richting van de primaire waterkering.
- Bij het definitief ontwerp kan de terphoogte worden geoptimaliseerd. Ontgraving ter plaatse van het intrede punt heeft geen significante invloed bij het optimaliseren van de terphoogte.
- Bij het uitwerken van het definitief ontwerp voor de terp dient aandacht te worden besteed aan de stabiliteit van het te realiseren boorgat in het ophoog materiaal van de terp.
- De aan te leggen leiding (800 mm PE100 SDR11) dient tijdens het intrekken volledig te worden gevuld met water (in het boorgat) of met boorvloeistof om te zorgen dat de spanningen toelaatbaar blijven. Met betrekking tot implosie dient de leiding op lange termijn gevuld te blijven met water, daar waar de mantelbuis zich onder het grondwaterniveau bevindt.
- Tijdens de HDD uitvoering zal de plastische zone rondom de boorlijn de stabiliteit van de primaire waterkering niet bedreigen. De stabiliteitsfactor tijdens de HDD uitvoering ligt ruim boven de vereiste stabiliteitsfactor
- Op lange termijn is maximaal een paar centimeter maaiveldzakking ter plaatse van de primaire waterkering door volume afname van de boorvloeistof mogelijk. Deze nazakking is gering zijn en leidt niet tot een afname van het waterkerend vermogen
- Het talud van de terp op het strand kan worden vervangen door een damwand die als een grond kerende constructie functioneert. Zowel bij toepassing van een talud als een damwand dient er rekening te worden gehouden met een golfaanval tijdens de uitvoeringsperiode. Ontgronding en golfbelasting moeten in het definitief ontwerp worden beschouwd.

9 Referenties

[1] Email d.d. 5 oktober 2020 opgesteld door dhr. Branco Verbeek (Atron Engineering) met de informatie over langsdoorsnede en uitgangspunten van de geplande HDD boring.
[2] Deltares (2020). Alternatieve aanlandingsroute Hollandse Kust West – inventarisatie beschikbaar grond en laboratorium onderzoek –. Rapportnummer: 11205622-002-GEO-0001.
[3] Email d.d. 21 augustus 2019 opgesteld door dhr. dhr. Andre Pietjouw (TenneT) met informatie over de grondwaterstandpeilen en omliggende constructies van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
[4] Deltares (2020). Aanpassing ontwerp leidingaanleg door horizontaal gestuurde boring onder een primaire kering te Wijk aan Zee. Rapportnummer: 11204245-002-GEO-0017.
[5] NEN 9997-1. Geotechnisch ontwerp van constructies – deel 1: algemene regels.
[6] NEN 3650-1:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 1: algemene eisen.
[7] Email d.d. 15 april 2020 opgesteld door dhr. Andre Pietjouw (TenneT) met opmerking voor het conceptrapport Deltares 11204245-002-GEO-0014.
[8] Deltares(2020). Aanlandingsroutes Hollandse Kust West – uit te voeren grondonderzoek – . Rapportnummer: 11205622-002-GEO-0002.
[9] PipeLife (2011). PE drukleidingen – verwerkingsrichtlijn en productinformatie. Uitgave april 2011.
[10] NEN 3650-1:2020. Eisen voor buisleidingsystemen – deel 3: aanvullende eisen voor leidingen van kunststof.
[11] TRWG (2007). Addendum bij het technisch rapport waterkerende grondconstructie.
[12] Rijkswaterstaat (2014). Achtergrond ontwerpinstrumentarium 2014 – behorende bij handreiking ontwerpen met overstromingskansen (OI2014v4).
[13] Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Factsheets normering primaire waterkeringen.
[14] TRWG (2004). Technisch rapport waterspanningen bij dijken.
[15] Deltares (2020). Ontwerprapport horizontaal gestuurde boring (HDD) kruising 101-A en 101-B – Hollandse Kust Noord aanlanding Net op Zee. Rapportnummer 11204245-002-GEO-0018.
[16] Email d.d. 28 oktober 2020 opgesteld door dhr. Bram van Boxmeer (TenneT) met de definitieve informatie de situatietekening van de geplande HDD boring.
[17 Antea (2021). Grondonderzoek (boringen, sonderingen en laboratoriumproeven).

A D-Geo Pipeline berekeningsrapport

Report for D-Geo Pipeline 19.3

Model : Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares

Company:	Stichting Deltares
Date of report:	16-3-2021
Time of report:	22:01:24
Report with version:	19.3.1.27177
Calculated with version:	19.3.1.27177
File name:	Bijlage A - HKwB - HDD1B_d_NAP-31m_ok

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 Model Used 3
2.2 Layer Boundaries 3
2.3 Pl-lines 13
2.4 Phreatic Line 13
2.5 Soil Profiles 13
2.6 Selected Boundaries 14
2.7 Soil Material Data 14
2.8 Geometry 17
2.8.1 Geometry Section, Detailed 17
2.8.2 Geometry Top View 17
2.9 Calculation Verticals 18
2.10 Configuration of the Pipeline 20
2.11 Product Pipe Material Data 21
2.12 Pipe Engineering Data 21
2.13 Drilling Fluid Data 21
2.14 Factors 21
2.15 Calculation Options 22
3 Drilling Fluid Pressures 23
3.1 Drilling Fluid Data 23
3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure 31
3.3 Drilling Fluid Pressure Plots 34
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot 34
3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming 34
3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation 35
4 Soil Mechanical Data 36
4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: 800 mm PE100 SDR11) 36
4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical 41
5 Data for Stress Analysis 82
5.1 General data 82
5.2 Buoyancy Control 82
5.3 Calculation Pulling Force 82
6 Stress Analysis of Pipe: 800 mm PE100 SDR11 83
6.1 Material Data of Pipe: 800 mm PE100 SDR11 83
6.2 Results Stress Analysis of Pipe: 800 mm PE100 SDR11 83
6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation 83
6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation 84
6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure 84
6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure) 84
6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure) 84
6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: 800 mm PE100 SDR11 85
6.3.1 Check for Implosion of Pipe: 800 mm PE100 SDR11 85

2 Input Data

2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
55 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
55 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
55 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
55 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
55 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
55 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
55 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
55 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
55 - X -	-40,628	-36,000	0,000	20,000	32,502
55 - Y -	2,126	6,525	6,525	6,525	3,297
55 - X -	40,628	48,753	56,879	65,004	73,130
55 - Y -	4,232	4,789	5,528	6,442	7,242
55 - X -	81,256	89,381	97,507	105,632	113,758
55 - Y -	8,853	10,438	11,103	10,489	8,892
55 - X -	121,884	130,009	138,135	146,260	154,386
55 - Y -	8,923	7,997	7,693	7,053	7,403
55 - X -	162,511	170,637	178,763	186,888	195,014
55 - Y -	8,692	8,179	8,884	9,200	7,116
55 - X -	203,139	211,265	219,390	227,516	235,641
55 - Y -	7,609	6,923	9,594	9,768	10,673
55 - X -	243,767	251,893	260,018	268,144	276,269
55 - Y -	12,717	14,738	16,210	16,728	17,097
55 - X -	284,395	292,520	300,646	308,771	316,897
55 - Y -	18,260	19,063	18,307	18,549	20,546
55 - X -	325,023	333,148	341,274	349,399	357,525
55 - Y -	21,127	22,308	21,488	20,721	20,542
55 - X -	365,651	373,776	381,902	390,027	398,153
55 - Y -	18,996	18,697	18,051	17,389	16,442
55 - X -	406,278	414,404	422,530	430,655	438,781
55 - Y -	16,543	17,232	17,278	17,145	17,607
55 - X -	446,906	455,032	463,157	471,283	479,408
55 - Y -	17,775	17,512	17,334	17,767	17,001
55 - X -	487,534	495,660	503,785	511,911	520,036
55 - Y -	17,554	16,986	17,318	17,039	17,439
55 - X -	528,162	536,287	544,413	552,539	560,664
55 - Y -	17,394	16,103	14,863	10,524	8,893
55 - X -	568,790	576,915	585,041	593,166	601,292
55 - Y -	8,996	9,337	6,730	5,181	4,134
55 - X -	609,418	617,543	625,669	633,794	641,920
55 - Y -	4,039	4,529	5,053	5,803	5,486
55 - X -	650,045	658,171	666,297	674,422	682,548
55 - Y -	5,143	4,712	4,749	4,991	5,314
55 - X -	690,673	698,799	706,924	715,050	723,175
55 - Y -	5,401	5,955	5,961	6,138	6,483
55 - X -	731,301	739,427	747,552	755,678	763,803
55 - Y -	7,298	9,194	7,950	7,956	7,994
55 - X -	771,929	780,054	788,180	796,306	804,431
55 - Y -	8,215	8,282	8,375	8,432	8,348
55 - X -	812,557	820,682	828,808	836,933	845,059
55 - Y -	8,295	8,208	8,249	8,215	8,272
55 - X -	853,185	861,310	869,436	877,561	885,687
55 - Y -	8,129	8,269	8,284	8,299	6,397
55 - X -	893,812	901,938	910,064	918,189	926,315
55 - Y -	5,791	5,840	5,856	5,839	6,356

Boundary number	Co-ordinates [m]				
55 - X -	934,440	942,566	950,000		
55 - Y -	6,048	5,839	6,179		
54 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
54 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
54 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
54 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
54 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
54 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
54 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
54 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
54 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
54 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
54 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
54 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
54 - X -	32,502	40,628	48,753	56,879	65,004
54 - Y -	3,297	4,232	4,789	5,528	6,442
54 - X -	73,130	81,256	89,381	97,507	105,632
54 - Y -	7,242	8,853	10,438	11,103	10,489
54 - X -	113,758	121,884	130,009	138,135	146,260
54 - Y -	8,892	8,923	7,997	7,693	7,053
54 - X -	154,386	162,511	170,637	178,763	186,888
54 - Y -	7,403	8,692	8,179	8,884	9,200
54 - X -	195,014	203,139	211,265	219,390	227,516
54 - Y -	7,116	7,609	6,923	9,594	9,768
54 - X -	235,641	243,767	251,893	260,018	268,144
54 - Y -	10,673	12,717	14,738	16,210	16,728
54 - X -	276,269	284,395	292,520	300,646	308,771
54 - Y -	17,097	18,260	19,063	18,307	18,549
54 - X -	316,897	325,023	333,148	341,274	349,399
54 - Y -	20,546	21,127	22,308	21,488	20,721
54 - X -	357,525	365,651	373,776	381,902	390,027
54 - Y -	20,542	18,996	18,697	18,051	17,389
54 - X -	398,153	406,278	414,404	422,530	430,655
54 - Y -	16,442	16,543	17,232	17,278	17,145
54 - X -	438,781	446,906	455,032	463,157	471,283
54 - Y -	17,607	17,775	17,512	17,334	17,767
54 - X -	479,408	487,534	495,660	503,785	511,911
54 - Y -	17,001	17,554	16,986	17,318	17,039
54 - X -	520,036	528,162	536,287	544,413	552,539
54 - Y -	17,439	17,394	16,103	14,863	10,524
54 - X -	560,664	568,790	576,915	585,041	593,166
54 - Y -	8,893	8,996	9,337	6,730	5,181
54 - X -	601,292	609,418	617,543	625,669	633,794
54 - Y -	4,134	4,039	4,529	5,053	5,803
54 - X -	641,920	650,045	658,171	666,297	674,422
54 - Y -	5,486	5,143	4,712	4,749	4,991
54 - X -	682,548	690,673	698,799	706,924	715,050
54 - Y -	5,314	5,401	5,955	5,961	6,138
54 - X -	723,175	731,301	739,427	747,552	755,678
54 - Y -	6,483	7,298	9,194	7,950	7,956
54 - X -	763,803	771,929	780,054	788,180	796,306
54 - Y -	7,994	8,215	8,282	8,375	8,432
54 - X -	804,431	812,557	820,682	828,808	836,933
54 - Y -	8,348	8,295	8,208	8,249	8,215
54 - X -	845,059	853,185	861,310	869,436	877,561
54 - Y -	8,272	8,129	8,269	8,284	8,299
54 - X -	885,687	893,812	901,938	910,064	918,189
54 - Y -	6,397	5,791	5,840	5,856	5,839
54 - X -	926,315	934,440	942,566	950,000	
54 - Y -	6,356	6,048	5,839	6,179	
53 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
53 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
53 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
53 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
53 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381

Boundary number	Co-ordinates [m]				
53 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
53 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
53 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
53 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
53 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
53 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
53 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
53 - X -	32,502	70,000	280,000	381,902	390,027
53 - Y -	3,297	2,686	6,250	18,051	17,389
53 - X -	398,153	406,278	414,404	422,530	430,655
53 - Y -	16,442	16,543	17,232	17,278	17,145
53 - X -	438,781	446,906	455,032	463,157	471,283
53 - Y -	17,607	17,775	17,512	17,334	17,767
53 - X -	479,408	487,534	495,660	503,785	511,911
53 - Y -	17,001	17,554	16,986	17,318	17,039
53 - X -	520,036	528,162	536,287	544,413	552,539
53 - Y -	17,439	17,394	16,103	14,863	10,524
53 - X -	560,664	568,790	576,915	585,041	593,166
53 - Y -	8,893	8,996	9,337	6,730	5,181
53 - X -	601,292	609,418	617,543	625,669	633,794
53 - Y -	4,134	4,039	4,529	5,053	5,803
53 - X -	641,920	650,045	658,171	666,297	674,422
53 - Y -	5,486	5,143	4,712	4,749	4,991
53 - X -	682,548	690,673	698,799	706,924	715,050
53 - Y -	5,314	5,401	5,955	5,961	6,138
53 - X -	723,175	731,301	739,427	747,552	755,678
53 - Y -	6,483	7,298	9,194	7,950	7,956
53 - X -	763,803	771,929	780,054	788,180	796,306
53 - Y -	7,994	8,215	8,282	8,375	8,432
53 - X -	804,431	812,557	820,682	828,808	836,933
53 - Y -	8,348	8,295	8,208	8,249	8,215
53 - X -	845,059	853,185	861,310	869,436	877,561
53 - Y -	8,272	8,129	8,269	8,284	8,299
53 - X -	885,687	893,812	901,938	910,064	918,189
53 - Y -	6,397	5,791	5,840	5,856	5,839
53 - X -	926,315	934,440	942,566	950,000	
53 - Y -	6,356	6,048	5,839	6,179	
52 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
52 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
52 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
52 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
52 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
52 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
52 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
52 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
52 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
52 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
52 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
52 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
52 - X -	32,502	70,000	280,000	335,000	366,000
52 - Y -	3,297	2,686	2,500	0,500	1,500
52 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
52 - Y -	2,000	2,000	2,500	5,500	6,000
52 - X -	538,000	560,000	585,041	593,166	601,292
52 - Y -	6,500	5,000	6,730	5,181	4,134
52 - X -	609,418	617,543	625,669	633,794	641,920
52 - Y -	4,039	4,529	5,053	5,803	5,486
52 - X -	650,045	658,171	666,297	674,422	682,548
52 - Y -	5,143	4,712	4,749	4,991	5,314
52 - X -	690,673	698,799	706,924	715,050	723,175
52 - Y -	5,401	5,955	5,961	6,138	6,483
52 - X -	731,301	739,427	747,552	755,678	763,803
52 - Y -	7,298	9,194	7,950	7,956	7,994
52 - X -	771,929	780,054	788,180	796,306	804,431
52 - Y -	8,215	8,282	8,375	8,432	8,348

Boundary number	Co-ordinates [m]				
52 - X -	812,557	820,682	828,808	836,933	845,059
52 - Y -	8,295	8,208	8,249	8,215	8,272
52 - X -	853,185	861,310	869,436	877,561	885,687
52 - Y -	8,129	8,269	8,284	8,299	6,397
52 - X -	893,812	901,938	910,064	918,189	926,315
52 - Y -	5,791	5,840	5,856	5,839	6,356
52 - X -	934,440	942,566	950,000		
52 - Y -	6,048	5,839	6,179		
51 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
51 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
51 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
51 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
51 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
51 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
51 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
51 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
51 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
51 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
51 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
51 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
51 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
51 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
51 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
51 - Y -	2,000	2,000	2,500	5,500	6,000
51 - X -	538,000	560,000	585,041	593,166	601,292
51 - Y -	6,500	5,000	6,730	5,181	4,134
51 - X -	609,418	617,543	625,669	633,794	641,920
51 - Y -	4,039	4,529	5,053	5,803	5,486
51 - X -	650,045	658,171	666,297	674,422	682,548
51 - Y -	5,143	4,712	4,749	4,991	5,314
51 - X -	690,673	698,799	706,924	715,050	723,175
51 - Y -	5,401	5,955	5,961	6,138	6,483
51 - X -	731,301	739,427	747,552	755,678	763,803
51 - Y -	7,298	9,194	7,950	7,956	7,994
51 - X -	771,929	780,054	788,180	796,306	804,431
51 - Y -	8,215	8,282	8,375	8,432	8,348
51 - X -	812,557	820,682	828,808	836,933	845,059
51 - Y -	8,295	8,208	8,249	8,215	8,272
51 - X -	853,185	861,310	869,436	877,561	885,687
51 - Y -	8,129	8,269	8,284	8,299	6,397
51 - X -	893,812	901,938	910,064	918,189	926,315
51 - Y -	5,791	5,840	5,856	5,839	6,356
51 - X -	934,440	942,566	950,000		
51 - Y -	6,048	5,839	6,179		
50 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
50 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
50 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
50 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
50 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
50 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
50 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
50 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
50 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
50 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
50 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
50 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
50 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
50 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
50 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
50 - Y -	2,000	2,000	2,500	5,500	6,000
50 - X -	538,000	560,000	585,041	593,166	601,292
50 - Y -	6,500	5,000	6,730	5,181	4,134
50 - X -	609,418	666,095	705,000	746,000	766,000
50 - Y -	4,039	3,719	5,000	5,690	3,874
50 - X -	791,000	813,000	950,000		

Boundary number	Co-ordinates [m]				
50 - Y -	3,500	4,500	4,500		
49 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
49 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
49 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
49 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
49 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
49 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
49 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
49 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
49 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
49 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
49 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
49 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
49 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
49 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
49 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
49 - Y -	2,000	2,000	2,500	5,500	6,000
49 - X -	538,000	560,000	585,041	593,166	601,292
49 - Y -	6,500	5,000	6,730	5,181	4,134
49 - X -	609,418	666,095	705,000	746,000	766,000
49 - Y -	4,039	3,719	3,500	5,690	3,874
49 - X -	791,000	813,000	950,000		
49 - Y -	3,500	4,500	4,500		
48 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
48 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
48 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
48 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
48 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
48 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
48 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
48 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
48 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
48 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
48 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
48 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
48 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
48 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
48 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
48 - Y -	2,000	2,000	2,500	5,500	6,000
48 - X -	538,000	560,000	585,041	593,166	601,292
48 - Y -	6,500	5,000	6,730	5,181	4,134
48 - X -	609,418	666,095	705,000	746,000	766,000
48 - Y -	4,039	3,719	3,500	5,690	2,124
48 - X -	791,000	813,000	950,000		
48 - Y -	3,500	4,500	4,500		
47 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
47 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
47 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
47 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
47 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
47 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
47 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
47 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
47 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
47 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
47 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
47 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
47 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
47 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
47 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
47 - Y -	2,000	2,000	2,500	-1,250	-4,790
47 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
47 - Y -	0,500	-1,740	-0,250	0,490	-0,126
47 - X -	791,000	813,000	950,000		
47 - Y -	0,490	4,500	4,500		

Boundary number	Co-ordinates [m]				
46 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
46 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
46 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
46 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
46 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
46 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
46 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
46 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
46 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
46 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
46 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
46 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
46 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
46 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	1,500
46 - X -	386,000	406,000	456,000	473,000	505,000
46 - Y -	2,000	2,000	1,500	-4,000	-4,790
46 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
46 - Y -	0,500	-1,740	-0,250	0,490	-0,126
46 - X -	791,000	813,000	950,000		
46 - Y -	0,490	4,500	4,500		
45 - X -	-200,000	-195,014	-186,888	-178,762	-170,637
45 - Y -	0,653	0,654	0,711	0,754	0,798
45 - X -	-162,511	-154,386	-146,260	-138,135	-130,009
45 - Y -	0,878	0,983	1,052	1,105	1,199
45 - X -	-121,884	-113,758	-105,632	-97,507	-89,381
45 - Y -	1,287	1,356	1,429	1,499	1,589
45 - X -	-81,256	-73,130	-65,005	-56,879	-48,753
45 - Y -	1,675	1,804	1,872	1,945	2,025
45 - X -	-40,628	-32,502	-24,377	-16,251	-8,126
45 - Y -	2,126	2,315	2,317	2,354	2,455
45 - X -	-4,199	0,000	8,126	16,251	24,377
45 - Y -	2,487	2,521	2,713	2,740	2,948
45 - X -	32,502	70,000	280,000	334,450	366,000
45 - Y -	3,297	2,686	-6,680	-4,250	-6,660
45 - X -	386,000	406,000	444,636	456,000	473,000
45 - Y -	-6,660	-11,000	-4,432	-2,500	-4,000
45 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
45 - Y -	-4,790	0,500	-1,740	-0,250	0,490
45 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
45 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
44 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
44 - Y -	-7,000	-7,000	-6,720	-11,500	-8,500
44 - X -	366,000	386,000	406,000	444,636	456,000
44 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,432	-2,500
44 - X -	473,000	505,000	538,000	560,000	705,000
44 - Y -	-4,000	-4,790	0,500	-1,740	-0,250
44 - X -	746,000	766,000	791,000	813,000	950,000
44 - Y -	0,490	-0,126	0,490	4,500	4,500
43 - X -	-200,000	70,000	280,000	335,000	366,000
43 - Y -	-11,000	-11,000	-11,500	-8,500	-7,250
43 - X -	386,000	406,000	444,636	456,000	473,000
43 - Y -	-6,660	-11,000	-4,432	-2,500	-4,000
43 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
43 - Y -	-4,790	0,500	-1,740	-0,250	0,490
43 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
43 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
42 - X -	-200,000	70,000	280,000	335,000	366,000
42 - Y -	-13,000	-13,000	-11,500	-8,500	-7,250
42 - X -	386,000	406,000	444,636	456,000	473,000
42 - Y -	-6,660	-11,000	-4,432	-2,500	-4,000
42 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
42 - Y -	-4,790	0,500	-1,740	-0,250	0,490
42 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
42 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
41 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
41 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
41 - X -	366,000	386,000	406,000	444,636	456,000
41 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,432	-2,500
41 - X -	473,000	505,000	538,000	560,000	705,000
41 - Y -	-4,000	-4,790	0,500	-1,740	-0,250
41 - X -	746,000	766,000	791,000	813,000	950,000
41 - Y -	0,490	-0,126	0,490	4,500	4,500
40 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
40 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
40 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	473,000
40 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,000	-4,000
40 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
40 - Y -	-4,790	0,500	-1,740	-0,250	0,490
40 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
40 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
39 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
39 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
39 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	473,000
39 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,000	-4,000
39 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
39 - Y -	-4,790	-3,000	-1,740	-0,250	0,490
39 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
39 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
38 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
38 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
38 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	473,000
38 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,000	-4,000
38 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
38 - Y -	-4,790	-3,000	-1,740	-2,750	0,490
38 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
38 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
37 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
37 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
37 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	473,000
37 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,000	-4,000
37 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
37 - Y -	-4,790	-3,000	-1,740	-3,250	0,490
37 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
37 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
36 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
36 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
36 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	473,000
36 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-4,000	-4,000
36 - X -	505,000	538,000	560,000	705,000	746,000
36 - Y -	-4,790	-4,000	-9,250	-3,250	0,490
36 - X -	766,000	791,000	813,000	950,000	
36 - Y -	-0,126	0,490	4,500	4,500	
35 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
35 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-11,500	-8,500
35 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
35 - Y -	-7,250	-6,660	-11,000	-7,000	-7,790
35 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
35 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
35 - X -	791,000	813,000	950,000		
35 - Y -	0,490	4,500	4,500		
34 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
34 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-15,960	-10,000
34 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
34 - Y -	-11,250	-15,260	-14,500	-7,000	-7,790
34 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
34 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
34 - X -	791,000	813,000	950,000		
34 - Y -	0,490	4,500	4,500		
33 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
33 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-15,960	-16,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
33 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
33 - Y -	-14,000	-15,260	-14,500	-7,000	-7,790
33 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
33 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
33 - X -	791,000	813,000	950,000		
33 - Y -	0,490	4,500	4,500		
32 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
32 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-16,000
32 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
32 - Y -	-14,000	-15,260	-14,500	-7,000	-7,790
32 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
32 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
32 - X -	791,000	813,000	950,000		
32 - Y -	0,490	4,500	4,500		
31 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
31 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
31 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
31 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-7,000	-7,790
31 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
31 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
31 - X -	791,000	813,000	950,000		
31 - Y -	0,490	4,500	4,500		
30 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
30 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
30 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
30 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-7,000	-8,790
30 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
30 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
30 - X -	791,000	813,000	950,000		
30 - Y -	0,490	4,500	4,500		
29 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
29 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
29 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
29 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-14,000	-8,790
29 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
29 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
29 - X -	791,000	813,000	950,000		
29 - Y -	0,490	4,500	4,500		
28 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
28 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
28 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
28 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-14,000	-8,790
28 - X -	538,000	560,000	705,000	746,000	766,000
28 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	0,490	-0,126
28 - X -	791,000	813,000	950,000		
28 - Y -	0,490	-8,500	-8,500		
27 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
27 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
27 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
27 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-14,000	-8,790
27 - X -	538,000	560,000	705,000	745,016	791,000
27 - Y -	-9,500	-9,250	-3,250	-8,310	-7,000
27 - X -	813,000	950,000			
27 - Y -	-8,500	-8,500			
26 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
26 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
26 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
26 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-14,000	-8,790
26 - X -	538,000	560,000	705,000	745,016	791,000
26 - Y -	-9,500	-9,250	-7,000	-8,310	-7,000
26 - X -	813,000	950,000			
26 - Y -	-8,500	-8,500			
25 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
25 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
25 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
25 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-16,000	-14,790
25 - X -	538,000	560,000	745,000	791,518	812,296
25 - Y -	-14,500	-13,500	-17,310	-17,000	-17,050
25 - X -	950,000				
25 - Y -	-17,050				
24 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
24 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
24 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
24 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-16,000	-17,790
24 - X -	538,000	560,000	745,000	791,518	812,296
24 - Y -	-17,500	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050
24 - X -	950,000				
24 - Y -	-17,050				
23 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
23 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
23 - X -	366,000	386,000	406,000	456,000	505,000
23 - Y -	-18,000	-15,260	-14,500	-16,000	-19,290
23 - X -	538,000	560,000	745,000	791,518	812,296
23 - Y -	-17,500	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050
23 - X -	950,000				
23 - Y -	-17,050				
22 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
22 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
22 - X -	366,000	386,202	406,000	456,000	505,000
22 - Y -	-18,000	-17,560	-17,500	-17,500	-19,290
22 - X -	538,000	560,000	745,000	791,518	812,296
22 - Y -	-17,500	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050
22 - X -	950,000				
22 - Y -	-17,050				
21 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
21 - Y -	-17,000	-17,000	-16,420	-18,000	-17,500
21 - X -	366,000	386,202	406,000	456,000	505,000
21 - Y -	-18,000	-17,560	-17,500	-18,000	-19,290
21 - X -	538,000	560,000	745,000	791,518	812,296
21 - Y -	-17,500	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050
21 - X -	950,000				
21 - Y -	-17,050				
20 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
20 - Y -	-20,750	-20,750	-20,720	-19,500	-18,750
20 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
20 - Y -	-19,500	-19,360	-19,000	-19,290	-17,500
20 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
20 - Y -	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050	-17,050
19 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
19 - Y -	-20,750	-20,750	-20,720	-21,750	-20,000
19 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
19 - Y -	-21,000	-20,660	-22,000	-19,290	-17,500
19 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
19 - Y -	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050	-17,050
18 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
18 - Y -	-20,750	-20,750	-20,720	-21,750	-21,500
18 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
18 - Y -	-22,500	-22,060	-22,250	-19,290	-17,500
18 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
18 - Y -	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050	-17,050
17 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
17 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-21,500
17 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
17 - Y -	-22,500	-22,060	-22,250	-19,290	-17,500
17 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
17 - Y -	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050	-17,050
16 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
16 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
16 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
16 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-17,500

Boundary number	Co-ordinates [m]				
16 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
16 - Y -	-17,250	-17,310	-17,000	-17,050	-17,050
15 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
15 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
15 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
15 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-17,500
15 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
15 - Y -	-18,750	-18,610	-17,000	-17,050	-17,050
14 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
14 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
14 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
14 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-19,000
14 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
14 - Y -	-18,750	-18,610	-17,000	-17,050	-17,050
13 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
13 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
13 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
13 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-19,000
13 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
13 - Y -	-18,750	-19,610	-17,000	-17,050	-17,050
12 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
12 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
12 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
12 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-19,000
12 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
12 - Y -	-18,750	-20,860	-17,000	-17,050	-17,050
11 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
11 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
11 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
11 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-19,000
11 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
11 - Y -	-18,750	-21,210	-17,000	-17,050	-17,050
10 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
10 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
10 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
10 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-19,000
10 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
10 - Y -	-20,250	-21,210	-17,000	-17,050	-17,050
9 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
9 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
9 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
9 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-20,000
9 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
9 - Y -	-20,250	-21,210	-17,000	-17,050	-17,050
8 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
8 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
8 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
8 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-19,290	-21,500
8 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
8 - Y -	-20,250	-21,210	-17,000	-17,050	-17,050
7 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
7 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
7 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
7 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-24,790	-21,500
7 - X -	560,000	745,000	791,518	812,296	950,000
7 - Y -	-20,250	-21,210	-17,000	-17,050	-17,050
6 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	335,000
6 - Y -	-21,250	-21,250	-21,520	-22,000	-24,500
6 - X -	366,000	386,000	406,000	505,000	538,000
6 - Y -	-25,000	-22,060	-22,250	-24,790	-21,500
6 - X -	560,000	745,000	791,518	813,000	950,000
6 - Y -	-20,250	-21,210	-17,000	-18,500	-18,500
5 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	386,000
5 - Y -	-32,000	-32,000	-28,170	-34,000	-32,410
5 - X -	406,000	538,000	745,000	791,000	950,000

Boundary number	Co-ordinates [m]				
5 - Y -	-31,750	-32,000	-25,860	-31,000	-31,000
4 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	386,000
4 - Y -	-44,070	-44,070	-44,070	-38,750	-36,060
4 - X -	406,000	450,000	538,000	745,000	791,000
4 - Y -	-37,250	-38,855	-34,000	-36,810	-41,000
4 - X -	950,000				
4 - Y -	-41,000				
3 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	386,000
3 - Y -	-44,070	-44,070	-44,070	-39,000	-36,810
3 - X -	406,000	450,000	538,000	745,000	791,000
3 - Y -	-37,750	-38,855	-34,000	-36,810	-41,000
3 - X -	950,000				
3 - Y -	-41,000				
2 - X -	-200,000	45,000	70,000	280,000	386,000
2 - Y -	-44,070	-44,070	-44,070	-39,000	-36,810
2 - X -	406,000	450,000	538,000	745,000	791,000
2 - Y -	-37,750	-38,855	-37,250	-36,810	-41,000
2 - X -	950,000				
2 - Y -	-41,000				
1 - X -	-200,000	-132,996	-61,986	84,885	217,133
1 - Y -	-55,000	-53,224	-55,889	-50,592	-53,052
1 - X -	332,213	454,629	538,000	604,958	676,185
1 - Y -	-47,687	-50,416	-45,000	-50,415	-49,025
1 - X -	739,261	812,529	890,090	950,000	
1 - Y -	-54,460	-50,276	-56,372	-55,000	
0 - X -	-200,000	950,000			
0 - Y -	-60,000	-60,000			

2.3 Pl-lines

Pl-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-200,000	-32,767	80,000	538,000	657,877
1 - Y -	1,750	1,750	4,000	4,000	4,000
1 - X -	723,796	950,000			
1 - Y -	5,700	5,700			
2 - X -	-200,000	950,000			
2 - Y -	1,000	1,000			

2.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
55	terp	1	1
54	za,ma_fi,lo (NA)	1	1
53	za,ma_gr,lo (NA)	1	1
52	za_si,ma_gr,ma (NA)	1	1
51	za_si,ma_fi,lo (NA)	1	1
50	za_si,ma_fi,va (NA)	1	1
49	za_si,ma_fi,va (NA)	1	1
48	za,ma_fi,ma (NA)	1	1
47	za,ma_fi,va (NA)	1	1
46	za,ma_gr,va (NA)	1	1
45	za,ma_fi,va (NA)	1	1
44	za_kl,ma_fi,ma (NA)	1	1
43	za_kl,ma_fi,lo (NA)	1	1
42	za_kl,ma_fi,ma (NA)	1	1
41	za,ze_gr,va (NA)	1	1
40	za,ma_fi,va (NA)	1	1
39	za,ma_fi,va (NA)	1	1
38	kl,ma - d (NA)	1	1
37	za,ze_gr,va (NA)	1	1

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
36	za,ma_fi,va (NA)	1	1
35	za_si,ma_gr,ma (NA)	1	1
34	za_kl,ma_fi,lo (NA)	1	1
33	za_si,ma_fi,va (NA)	1	1
32	za,ma_fi,ma (NA)	1	1
31	za_si,ui_fi,ma (NA)	1	1
30	za_kl,ma_fi,lo (NA)	1	1
29	za,ma_fi,va (NA)	1	1
28	za,ze_gr,va (NA)	1	1
27	za_si,ma_fi,va (NA)	1	1
26	za,ma_fi,ma (NA)	1	1
25	za,ma_fi,va (NA)	1	1
24	za_si,ui_fi,ma (NA)	1	1
23	za_si,ma_fi,va (NA)	1	1
22	kl_si,va - d (NA)	1	1
21	kl,sl - d (NA)	1	1
20	za_si,ma_fi,lo (NA)	1	1
19	kl_za,ma - d (NA)	99	99
18	ve, ma (NI)	99	2
17	za,ma_fi,lo (BX)	2	2
16	kl_za,va (NA)	1	99
15	kl_si,va - d (NA)	1	99
14	za_kl,ma_fi,lo (NA)	1	99
13	kl_za,va (NA)	99	99
12	ve, ma (NI)	99	2
11	za,ui_fi,ma (BX)	2	2
10	le_za,va - d (NA)	2	2
9	ve, ma (NI)	2	2
8	za_si,ma_fi,ma (BX)	2	2
7	za,ma_fi,va (NA)	1	2
6	za,ma_fi,va (BX)	2	2
5	za,ma_gr,va (KR)	2	2
4	kl_za,va (EE)	2	2
3	za,ze_gr,va (KR)	2	2
2	za,ma_fi,va (EE)	2	2
1	za,ma_gr,va (EE)	2	2

2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlaying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 55: terp
The boundary between compressible top layers and underlaying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 55: terp

2.7 Soil Material Data

Name	Gamma unsat [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Phi [deg]	Su top [kN/m²]	Su bottom [kN/m²]
za,ma_gr,lo (NA)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za_si,ma_gr,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za,ma_fi,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma_fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za_kl,ma_fi,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl,sl - d (NA)	14,00	14,00	0,00	17,50	25,00	25,00
kl,sl - und (NA)	14,00	14,00	25,00	0,10	25,00	25,00
za_si,ma_fi,lo (NA)	18,00	20,00	0,00	25,00	0,00	0,00
kl_za,ma - d (NA)	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00
kl_za,ma - und (NA)	18,00	18,00	80,00	0,10	80,00	80,00
za,ma_fi,lo (BX)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za_si,ma_fi,ma (BX)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za,ma_fi,va (BX)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za_kl,ma_fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za,ma_fi,lo (NA)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00

Name	Gamma unsat [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Phi [deg]	Su top [kN/m²]	Su bottom [kN/m²]
schelpen (NA)	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za,ze_gr,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
kl_si,va - d (NA)	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00
kl_si,va - und (NA)	19,00	19,00	100,00	0,10	100,00	100,00
za_si,ze_fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za_si,ze_fi,va (BX)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za_si,ze_fi,ma (BX)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
kl_za,va (NA)	18,00	18,00	0,00	27,50	0,00	0,00
za,ui_fi,ma (BX)	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
za,ma_gr,va (KR)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ze_gr,va (KR)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za_gr,ma_gr,va (KR/EE)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma_fi,va (EE)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ma_gr,va (EE)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
za,ze_gr,va (EE)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
le_za,va - d (NA)	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00
le_za,va - und (NA)	19,00	19,00	50,00	0,10	50,00	50,00
za_si,ma_fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
za_si,ma_fi,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00
kl,ma - d (NA)	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00
kl,ma - und (NA)	17,00	17,00	50,00	0,10	50,00	50,00
terp	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00
za_si,ui_fi,ma (NA)	18,00	20,00	0,00	27,00	0,00	0,00
kl_za,va (EE)	18,00	18,00	0,00	27,50	0,00	0,00
ve, ma (NI)	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00
za,ma_gr,va (NA)	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

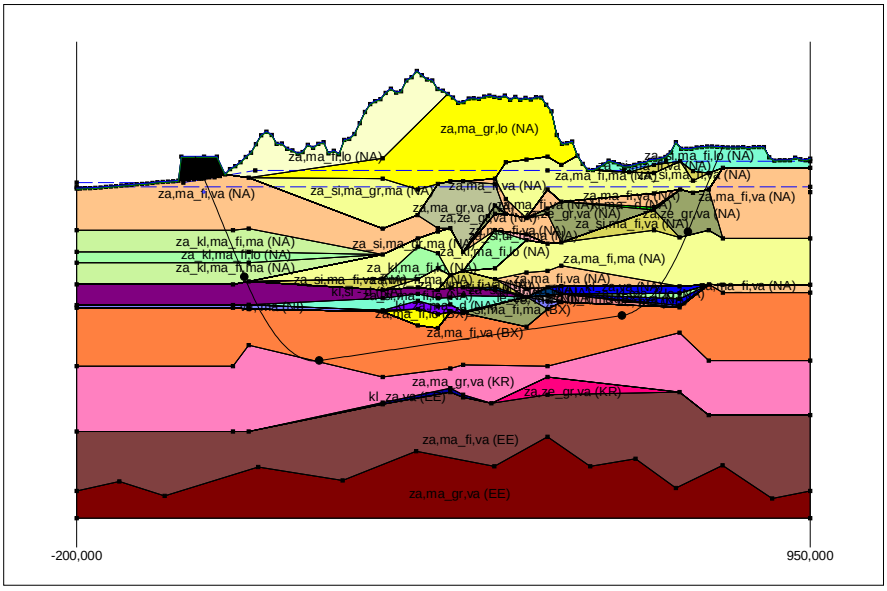
Name	Soil type	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod bottom [kN/m²]
za,ma_gr,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
za_si,ma_gr,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za,ma_fi,va (NA)	Sand	75000,00	-	-
za,ma_fi,ma (NA)	Sand	45000,00	-	-
za_kl,ma_fi,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl,sl - d (NA)	Clay	1000,00	-	-
kl,sl - und (NA)	Clay	1000,00	-	-
za_si,ma_fi,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
kl_za,ma - d (NA)	Clay	3000,00	-	-
kl_za,ma - und (NA)	Clay	3000,00	-	-
za,ma_fi,lo (BX)	Sand	15000,00	-	-
za_si,ma_fi,ma (BX)	Sand	35000,00	-	-
za,ma_fi,va (BX)	Sand	75000,00	-	-
za_kl,ma_fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za,ma_fi,lo (NA)	Sand	15000,00	-	-
schelpen (NA)	Sand	15000,00	-	-
za,ze_gr,va (NA)	Sand	75000,00	-	-
kl_si,va - d (NA)	Clay	4000,00	-	-
kl_si,va - und (NA)	Clay	4000,00	-	-
za_si,ze_fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
za_si,ze_fi,va (BX)	Sand	75000,00	-	-
za_si,ze_fi,ma (BX)	Sand	35000,00	-	-
kl_za,va (NA)	Clay	2000,00	-	-
za,ui_fi,ma (BX)	Sand	45000,00	-	-
za,ma_gr,va (KR)	Sand	75000,00	-	-
za,ze_gr,va (KR)	Sand	75000,00	-	-
za_gr,ma_gr,va (KR/EE)	Sand	75000,00	-	-
za,ma_fi,va (EE)	Sand	75000,00	-	-
za,ma_gr,va (EE)	Sand	75000,00	-	-
za,ze_gr,va (EE)	Sand	75000,00	-	-
le_za,va - d (NA)	Loam	3000,00	-	-
le_za,va - und (NA)	Loam	3000,00	-	-
za_si,ma_fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod bottom [kN/m²]
za_si,ma_fi,va (NA)	Sand	75000,00	-	-
kl,ma - d (NA)	Clay	2000,00	-	-
kl,ma - und (NA)	Clay	2000,00	-	-
terp	Sand	15000,00	-	-
za_si,ui_fi,ma (NA)	Sand	35000,00	-	-
kl_za,va (EE)	Clay	2000,00	-	-
ve, ma (NI)	Peat	500,00	-	-
za,ma_gr,va (NA)	Sand	75000,00	-	-

Name	Adhesion A [kN/m²]	Delta D [deg]	Nu [-]
za,ma_gr,lo (NA)	-	-	0,33
za_si,ma_gr,ma (NA)	-	-	0,33
za,ma_fi,va (NA)	-	-	0,33
za,ma_fi,ma (NA)	-	-	0,33
za_kl,ma_fi,lo (NA)	-	-	0,33
kl,sl - d (NA)	-	-	0,33
kl,sl - und (NA)	-	-	0,45
za_si,ma_fi,lo (NA)	-	-	0,33
kl_za,ma - d (NA)	-	-	0,33
kl_za,ma - und (NA)	-	-	0,45
za,ma_fi,lo (BX)	-	-	0,30
za_si,ma_fi,ma (BX)	-	-	0,33
za,ma_fi,va (BX)	-	-	0,33
za_kl,ma_fi,ma (NA)	-	-	0,33
za,ma_fi,lo (NA)	-	-	0,33
schelpen (NA)	-	-	0,33
za,ze_gr,va (NA)	-	-	0,33
kl_si,va - d (NA)	-	-	0,33
kl_si,va - und (NA)	-	-	0,45
za_si,ze_fi,ma (NA)	-	-	0,33
za_si,ze_fi,va (BX)	-	-	0,33
za_si,ze_fi,ma (BX)	-	-	0,33
kl_za,va (NA)	-	-	0,33
za,ui_fi,ma (BX)	-	-	0,33
za,ma_gr,va (KR)	-	-	0,33
za,ze_gr,va (KR)	-	-	0,33
za_gr,ma_gr,va (KR/EE)	-	-	0,33
za,ma_fi,va (EE)	-	-	0,33
za,ma_gr,va (EE)	-	-	0,33
za,ze_gr,va (EE)	-	-	0,33
le_za,va - d (NA)	-	-	0,33
le_za,va - und (NA)	-	-	0,45
za_si,ma_fi,ma (NA)	-	-	0,33
za_si,ma_fi,va (NA)	-	-	0,33
kl,ma - d (NA)	-	-	0,33
kl,ma - und (NA)	-	-	0,45
terp	-	-	0,33
za_si,ui_fi,ma (NA)	-	-	0,33
kl_za,va (EE)	-	-	0,33
ve, ma (NI)	-	-	0,33
za,ma_gr,va (NA)	-	-	0,33

2.8 Geometry

2.8.1 Geometry Section, Detailed



2.8.2 Geometry Top View

2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	-13,964	6,525
2	-9,294	5,186
3	-4,264	3,744
4	0,000	2,521
5	5,016	1,083
6	10,032	-0,356
7	15,048	-1,794
8	20,064	-3,232
9	25,080	-4,671
10	30,096	-6,109
11	35,112	-7,547
12	40,128	-8,986
13	45,144	-10,424
14	50,160	-11,862
15	55,176	-13,301
16	60,192	-14,739
17	65,208	-16,171
18	70,224	-17,544
19	75,240	-18,847
20	80,256	-20,082
21	85,272	-21,248
22	90,288	-22,346
23	95,304	-23,377
24	100,320	-24,341
25	105,336	-25,240
26	110,352	-26,072
27	115,368	-26,839
28	120,384	-27,541
29	125,400	-28,179
30	130,416	-28,752
31	135,432	-29,262
32	140,448	-29,707
33	145,464	-30,089
34	150,480	-30,408
35	155,496	-30,663
36	160,512	-30,855
37	165,528	-30,985
38	170,544	-31,051
39	175,560	-31,055
40	180,576	-30,995
41	185,592	-30,908
42	190,608	-30,820
43	195,624	-30,733
44	200,640	-30,645
45	205,656	-30,558
46	210,672	-30,470
47	215,688	-30,382
48	220,704	-30,295
49	225,720	-30,207
50	230,736	-30,120
51	235,752	-30,032
52	240,768	-29,945
53	245,784	-29,857
54	250,800	-29,770
55	255,816	-29,682
56	260,832	-29,595
57	265,848	-29,507
58	270,864	-29,419
59	275,880	-29,332
60	280,896	-29,244
61	285,912	-29,157

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
62	290,928	-29,069
63	295,944	-28,982
64	300,960	-28,894
65	305,976	-28,807
66	310,992	-28,719
67	316,008	-28,631
68	321,024	-28,544
69	326,040	-28,456
70	331,056	-28,369
71	336,072	-28,281
72	341,088	-28,194
73	346,104	-28,106
74	351,120	-28,019
75	356,136	-27,931
76	361,152	-27,843
77	366,168	-27,756
78	371,184	-27,668
79	376,200	-27,581
80	381,216	-27,493
81	386,232	-27,406
82	391,248	-27,318
83	396,264	-27,231
84	401,280	-27,143
85	406,296	-27,055
86	411,312	-26,968
87	416,328	-26,880
88	421,344	-26,793
89	426,360	-26,705
90	431,376	-26,618
91	436,392	-26,530
92	441,408	-26,443
93	446,424	-26,355
94	451,440	-26,267
95	456,456	-26,180
96	461,472	-26,092
97	466,488	-26,005
98	471,504	-25,917
99	476,520	-25,830
100	481,536	-25,742
101	486,552	-25,655
102	491,568	-25,567
103	496,584	-25,479
104	501,600	-25,392
105	506,616	-25,304
106	511,632	-25,217
107	516,648	-25,129
108	521,664	-25,042
109	526,680	-24,954
110	531,696	-24,867
111	536,712	-24,779
112	541,728	-24,691
113	546,744	-24,604
114	551,760	-24,516
115	556,776	-24,429
116	561,792	-24,341
117	566,808	-24,254
118	571,824	-24,166
119	576,840	-24,079
120	581,856	-23,991
121	586,872	-23,903
122	591,888	-23,816
123	596,904	-23,728
124	601,920	-23,641
125	606,936	-23,553

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
126	611,952	-23,466
127	616,968	-23,378
128	621,984	-23,291
129	627,000	-23,203
130	632,016	-23,115
131	637,032	-23,028
132	642,048	-22,940
133	647,064	-22,853
134	652,080	-22,765
135	657,096	-22,672
136	662,112	-22,526
137	667,128	-22,317
138	672,144	-22,046
139	677,160	-21,710
140	682,176	-21,312
141	687,192	-20,850
142	692,208	-20,324
143	697,224	-19,734
144	702,240	-19,079
145	707,256	-18,360
146	712,272	-17,576
147	717,288	-16,726
148	722,304	-15,811
149	727,320	-14,829
150	732,336	-13,781
151	737,352	-12,665
152	742,368	-11,481
153	747,384	-10,229
154	752,400	-8,907
155	757,416	-7,515
156	762,432	-6,078
157	767,448	-4,640
158	772,464	-3,201
159	777,480	-1,763
160	782,496	-0,325
161	787,512	1,113
162	792,528	2,552
163	797,544	3,990
164	802,560	5,428
165	807,576	6,867
166	812,557	8,295

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

2.10 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	-13,964	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	6,525	[m]
X co-ordinate right point	812,557	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	8,295	[m]
Angle left	16,0000	[deg]
Angle right	16,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	400,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	400,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	400,000	[m]
Lowest level of pipe (centre bore hole)	-31,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	1,0000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

The pulling direction of the product pipe is from left to right.

2.11 Product Pipe Material Data

Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	800,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	72,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	50,00	[deg C]

2.12 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	Yes	
Part of cross section filled with fluid	100	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m³]
Bedding angle	120	[deg]
Load angle	180	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]
Special Stress Analysis	not used	
Special Stress Data	not used	

2.13 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,305	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,168	[m]
Outer diameter preream hole	0,710	[m]
Outer diameter drillpipe	0,168	[m]
Outer diameter bore hole	1,200	[m]
Outer diameter product pipe	0,800	[m]
Pump flow rate pilot	1000,0	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	2000,0	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1500,0	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (gamma)	11,1	[kN/m³]
Yieldpoint drilling fluid (Tau)	0,014	[kN/m²]
Plastic viscosity drilling fluid (Mu)	0,000040	[kN.s/m²]

2.14 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength Su	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]

Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,00	[kN/m³]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]

2.15 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

3 Drilling Fluid Pressures

3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	436
2	52	56	17	449
3	96	159	36	462
4	131	246	52	473
5	346	553	70	487
6	427	743	89	500
7	493	911	107	514
8	554	1063	126	527
9	537	1021	145	540
10	510	962	163	554
11	508	914	182	567
12	522	872	200	580
13	568	935	219	594
14	563	894	237	607
15	576	896	256	620
16	727	1177	275	634
17	795	1291	293	647
18	631	893	311	660
19	592	798	328	672
20	599	795	344	683
21	679	941	360	693
22	1112	1824	374	703
23	1414	2562	388	712
24	1515	2805	402	720
25	1562	2914	414	727
26	1567	2929	426	734
27	1577	2947	437	740
28	1611	3016	447	745
29	1622	3036	457	750
30	1623	3035	466	754
31	1637	3060	474	757
32	1643	3070	481	759
33	1642	3064	488	761
34	1661	3102	494	762
35	1688	3155	500	762
36	1734	3248	504	762
37	1746	3272	508	761
38	1735	3250	511	759
39	1756	3293	514	757
40	1771	3325	516	753
41	1778	3340	517	750
42	1735	3251	519	746
43	1682	3143	520	743
44	1694	3169	522	740
45	1689	3159	524	736
46	1667	3115	525	733
47	1730	3245	527	729
48	1785	3359	528	726
49	1787	3365	530	722
50	1803	3399	531	719
51	1827	3449	533	715
52	1881	3562	534	712
53	1935	3674	536	708
54	1988	3784	537	705
55	2029	3870	539	701
56	2062	3940	540	698
57	2074	3965	542	694

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
58	2083	3985	543	691
59	2091	4002	545	687
60	2117	4057	546	684
61	2139	4100	548	680
62	2153	4130	550	677
63	2139	4100	551	673
64	2113	4046	553	670
65	2111	4043	554	667
66	2130	4081	556	663
67	2174	4171	557	660
68	2187	4196	559	656
69	2195	4213	560	653
70	2216	4253	562	649
71	2206	4233	563	646
72	2181	4179	565	642
73	2156	4127	566	639
74	2136	4085	568	635
75	2125	4061	569	632
76	2088	3984	571	628
77	2046	3895	573	625
78	2057	3926	574	621
79	2057	3933	576	618
80	2049	3920	577	614
81	2037	3900	579	611
82	2020	3866	580	607
83	1998	3821	582	604
84	1993	3811	583	600
85	1998	3823	585	597
86	2010	3847	586	594
87	2015	3856	588	590
88	2009	3844	589	587
89	2000	3822	591	583
90	1991	3803	592	580
91	1995	3810	594	576
92	1995	3806	596	573
93	1990	3794	597	569
94	1975	3759	599	566
95	1958	3721	600	562
96	1946	3693	602	559
97	1943	3682	603	555
98	1942	3674	605	552
99	1908	3597	606	548
100	1884	3538	608	545
101	1873	3501	609	541
102	1830	3395	611	538
103	1769	3244	612	534
104	1695	3049	614	531
105	1685	3027	615	527
106	1804	3343	617	524
107	1864	3501	618	521
108	1895	3585	620	517
109	1905	3618	622	514
110	1885	3582	623	510
111	1849	3510	625	507
112	1825	3469	626	503
113	1766	3360	628	500
114	1659	3151	629	496
115	1614	3067	631	493
116	1585	3013	632	489
117	1583	3011	634	486
118	1586	3016	635	482
119	1591	3027	637	479
120	1513	2866	638	475

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
121	1443	2720	640	472
122	1389	2610	641	468
123	1347	2522	643	465
124	1312	2449	645	461
125	1302	2430	646	458
126	1302	2430	648	454
127	1311	2448	649	451
128	1320	2467	651	448
129	1331	2489	652	444
130	1347	2520	654	441
131	1341	2507	655	437
132	1323	2469	657	434
133	1304	2429	658	430
134	1284	2385	660	427
135	1261	2336	661	423
136	1244	2300	662	419
137	1224	2253	662	414
138	1195	2185	662	409
139	1138	2048	661	402
140	967	1653	659	396
141	653	962	656	388
142	697	1107	653	380
143	765	1210	649	370
144	725	1158	644	361
145	785	1288	639	350
146	1050	1911	632	339
147	904	1590	626	327
148	886	1560	618	314
149	876	1552	610	301
150	874	1558	601	287
151	894	1610	591	272
152	863	1562	580	256
153	797	1444	569	239
154	785	1448	557	222
155	792	1502	544	204
156	735	1399	531	186
157	680	1299	517	167
158	622	1191	504	148
159	552	1035	490	130
160	442	802	477	111
161	346	608	464	93
162	266	440	450	74
163	135	223	437	56
164	97	149	424	37
165	53	58	410	18
166	0	0	397	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	34	34	15	17
3	96	107	32	36
4	131	184	46	52
5	346	356	63	70
6	427	504	79	89
7	493	654	96	107
8	554	805	112	126
9	537	785	129	145
10	510	758	145	163
11	508	782	162	182
12	522	811	178	200
13	568	906	195	219

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
14	563	894	211	237
15	576	896	228	256
16	727	1177	244	275
17	795	1291	261	293
18	631	893	277	311
19	592	798	292	328
20	599	795	306	344
21	679	941	319	360
22	1112	1824	332	374
23	1414	2562	344	388
24	1515	2805	356	402
25	1562	2914	366	414
26	1567	2929	376	426
27	1577	2947	385	437
28	1611	3016	393	447
29	1622	3036	401	457
30	1623	3035	408	466
31	1637	3060	414	474
32	1643	3070	419	481
33	1642	3064	424	488
34	1661	3102	428	494
35	1688	3155	432	500
36	1734	3248	434	504
37	1746	3272	436	507
38	1735	3250	438	507
39	1756	3293	438	507
40	1771	3325	438	505
41	1778	3340	438	504
42	1735	3251	437	502
43	1682	3143	437	501
44	1694	3169	436	499
45	1689	3159	436	498
46	1667	3115	436	496
47	1730	3245	435	495
48	1785	3359	435	493
49	1787	3365	434	492
50	1803	3399	434	490
51	1827	3449	433	489
52	1881	3562	433	487
53	1935	3674	433	486
54	1988	3784	432	484
55	2029	3870	432	483
56	2062	3940	431	481
57	2074	3965	431	480
58	2083	3985	430	478
59	2091	4002	430	476
60	2117	4057	430	475
61	2139	4100	429	473
62	2153	4130	429	472
63	2139	4100	428	470
64	2113	4046	428	469
65	2111	4043	428	467
66	2130	4081	427	466
67	2174	4171	427	464
68	2187	4196	426	463
69	2195	4213	426	461
70	2216	4253	425	460
71	2206	4233	425	458
72	2181	4179	425	457
73	2156	4127	424	455
74	2136	4085	424	454
75	2125	4061	423	452
76	2088	3984	423	451

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
77	2046	3895	422	449
78	2057	3926	422	448
79	2057	3933	422	446
80	2049	3920	421	445
81	2037	3900	421	443
82	2020	3866	420	442
83	1998	3821	420	440
84	1993	3811	419	439
85	1998	3823	419	437
86	2010	3847	419	436
87	2015	3856	418	434
88	2009	3844	418	432
89	2000	3822	417	431
90	1991	3803	417	429
91	1995	3810	416	428
92	1995	3806	416	426
93	1990	3794	416	425
94	1975	3759	415	423
95	1958	3721	415	422
96	1946	3693	414	420
97	1943	3682	414	419
98	1942	3674	413	417
99	1908	3597	413	416
100	1884	3538	413	414
101	1873	3501	412	413
102	1830	3395	412	411
103	1769	3244	411	410
104	1695	3049	411	408
105	1685	3027	410	407
106	1804	3343	410	405
107	1864	3501	410	404
108	1895	3585	409	402
109	1905	3618	409	401
110	1885	3582	408	399
111	1849	3510	408	398
112	1825	3469	408	396
113	1766	3360	407	395
114	1659	3151	407	393
115	1614	3067	406	391
116	1585	3013	406	390
117	1583	3011	405	388
118	1586	3016	405	387
119	1591	3027	405	385
120	1513	2866	404	384
121	1443	2720	404	382
122	1389	2610	403	381
123	1347	2522	403	379
124	1312	2449	402	378
125	1302	2430	402	376
126	1302	2430	402	375
127	1311	2448	401	373
128	1320	2467	401	372
129	1331	2489	400	370
130	1347	2520	400	369
131	1341	2507	399	367
132	1323	2469	399	366
133	1304	2429	399	364
134	1284	2385	398	363
135	1261	2336	398	361
136	1244	2300	397	359
137	1224	2253	395	356
138	1195	2185	392	352
139	1138	2048	389	348

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
140	967	1653	385	343
141	653	962	381	338
142	697	1107	375	331
143	765	1210	369	324
144	725	1158	361	316
145	785	1288	350	308
146	1050	1911	339	298
147	904	1590	327	288
148	886	1560	314	278
149	876	1552	301	266
150	874	1558	287	254
151	894	1610	272	241
152	863	1562	256	227
153	797	1427	239	213
154	785	1387	222	198
155	792	1367	204	182
156	735	1225	186	165
157	680	1087	167	149
158	622	945	148	132
159	552	787	130	116
160	442	603	111	99
161	346	451	93	83
162	266	318	74	66
163	135	177	56	49
164	97	106	37	33
165	37	37	18	16
166	0	0	0	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	24	24	16	15
3	79	79	32	32
4	131	141	47	46
5	258	258	63	63
6	371	371	80	79
7	491	491	97	96
8	554	617	113	112
9	537	608	130	129
10	510	597	147	145
11	508	637	164	162
12	522	692	180	178
13	568	792	197	195
14	563	832	214	211
15	576	881	231	228
16	727	1120	247	244
17	795	1253	264	261
18	631	893	280	277
19	592	798	295	292
20	599	795	310	306
21	679	941	323	319
22	1112	1824	336	332
23	1414	2562	348	344
24	1515	2805	360	356
25	1562	2914	371	366
26	1567	2929	381	376
27	1577	2947	390	385
28	1611	3016	398	393
29	1622	3036	406	401
30	1623	3035	413	408
31	1637	3060	420	414
32	1643	3070	425	419

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
33	1642	3064	430	424
34	1661	3102	435	428
35	1688	3155	438	432
36	1734	3248	441	434
37	1746	3272	443	436
38	1735	3250	445	438
39	1756	3293	445	438
40	1771	3325	446	438
41	1778	3340	445	438
42	1735	3251	445	437
43	1682	3143	445	437
44	1694	3169	445	436
45	1689	3159	444	436
46	1667	3115	444	436
47	1730	3245	444	435
48	1785	3359	444	435
49	1787	3365	443	434
50	1803	3399	443	434
51	1827	3449	443	433
52	1881	3562	443	433
53	1935	3674	442	433
54	1988	3784	442	432
55	2029	3870	442	432
56	2062	3940	442	431
57	2074	3965	442	431
58	2083	3985	441	430
59	2091	4002	441	430
60	2117	4057	441	430
61	2139	4100	441	429
62	2153	4130	440	429
63	2139	4100	440	428
64	2113	4046	440	428
65	2111	4043	440	428
66	2130	4081	439	427
67	2174	4171	439	427
68	2187	4196	439	426
69	2195	4213	439	426
70	2216	4253	438	425
71	2206	4233	438	425
72	2181	4179	438	425
73	2156	4127	438	424
74	2136	4085	437	424
75	2125	4061	437	423
76	2088	3984	437	423
77	2046	3895	437	422
78	2057	3926	436	422
79	2057	3933	436	422
80	2049	3920	436	421
81	2037	3900	436	421
82	2020	3866	436	420
83	1998	3821	435	420
84	1993	3811	435	419
85	1998	3823	435	419
86	2010	3847	435	419
87	2015	3856	434	418
88	2009	3844	432	418
89	2000	3822	431	417
90	1991	3803	429	417
91	1995	3810	428	416
92	1995	3806	426	416
93	1990	3794	425	416
94	1975	3759	423	415
95	1958	3721	422	415

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
96	1946	3693	420	414
97	1943	3682	419	414
98	1942	3674	417	413
99	1908	3597	416	413
100	1884	3538	414	413
101	1873	3501	413	412
102	1830	3395	411	412
103	1769	3244	410	411
104	1695	3049	408	411
105	1685	3027	407	410
106	1804	3343	405	410
107	1864	3501	404	410
108	1895	3585	402	409
109	1905	3618	401	409
110	1885	3582	399	408
111	1849	3510	398	408
112	1825	3469	396	406
113	1766	3360	395	405
114	1659	3151	393	403
115	1614	3067	391	401
116	1585	3001	390	399
117	1583	2998	388	398
118	1586	3005	387	396
119	1591	3019	385	394
120	1513	2824	384	393
121	1443	2650	382	391
122	1389	2518	381	389
123	1347	2414	379	388
124	1312	2328	378	386
125	1302	2307	376	384
126	1302	2309	375	382
127	1311	2332	373	381
128	1320	2357	372	379
129	1331	2386	370	377
130	1347	2426	369	376
131	1341	2414	367	374
132	1323	2372	366	372
133	1304	2328	364	370
134	1284	2281	363	369
135	1261	2227	361	367
136	1244	2192	359	365
137	1224	2150	356	362
138	1195	2095	352	358
139	1138	1985	348	353
140	967	1653	343	348
141	653	962	338	342
142	697	1107	331	336
143	765	1210	324	328
144	725	1158	316	320
145	785	1288	308	312
146	1050	1750	298	302
147	904	1515	288	292
148	886	1472	278	281
149	876	1452	266	270
150	874	1447	254	257
151	894	1494	241	244
152	863	1418	227	230
153	797	1252	213	216
154	785	1188	198	200
155	792	1131	182	184
156	735	994	165	167
157	680	867	149	150
158	622	741	132	134

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
159	552	607	116	117
160	442	466	99	100
161	346	348	83	84
162	245	245	66	67
163	135	143	49	50
164	81	81	33	33
165	28	28	16	17
166	0	0	0	0

3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m²]	Water [kN/m²]	Safety [-]	Result
1	0	0	-	sufficient
2	15	0	-	sufficient
3	31	0	-	sufficient
4	44	0	-	sufficient
5	60	14	4,25	sufficient
6	76	30	2,58	sufficient
7	92	45	2,05	sufficient
8	108	60	1,79	sufficient
9	124	76	1,64	sufficient
10	140	91	1,54	sufficient
11	156	107	1,47	sufficient
12	172	122	1,41	sufficient
13	188	137	1,37	sufficient
14	204	153	1,34	sufficient
15	220	168	1,31	sufficient
16	236	183	1,29	sufficient
17	252	199	1,27	sufficient
18	267	213	1,25	sufficient
19	282	228	1,24	sufficient
20	296	241	1,23	sufficient
21	309	235	1,32	sufficient
22	321	233	1,38	sufficient
23	333	244	1,37	sufficient
24	344	253	1,36	sufficient
25	354	262	1,35	sufficient
26	363	271	1,34	sufficient
27	372	278	1,34	sufficient
28	380	285	1,33	sufficient
29	387	292	1,33	sufficient
30	393	298	1,32	sufficient
31	399	303	1,32	sufficient
32	404	307	1,32	sufficient
33	409	311	1,31	sufficient
34	412	314	1,31	sufficient
35	415	317	1,31	sufficient
36	418	319	1,31	sufficient
37	419	320	1,31	sufficient
38	420	321	1,31	sufficient
39	420	321	1,31	sufficient
40	420	320	1,31	sufficient
41	419	319	1,31	sufficient
42	418	318	1,31	sufficient
43	417	317	1,32	sufficient
44	416	316	1,32	sufficient
45	416	316	1,32	sufficient
46	415	315	1,32	sufficient
47	414	314	1,32	sufficient
48	413	313	1,32	sufficient
49	412	312	1,32	sufficient

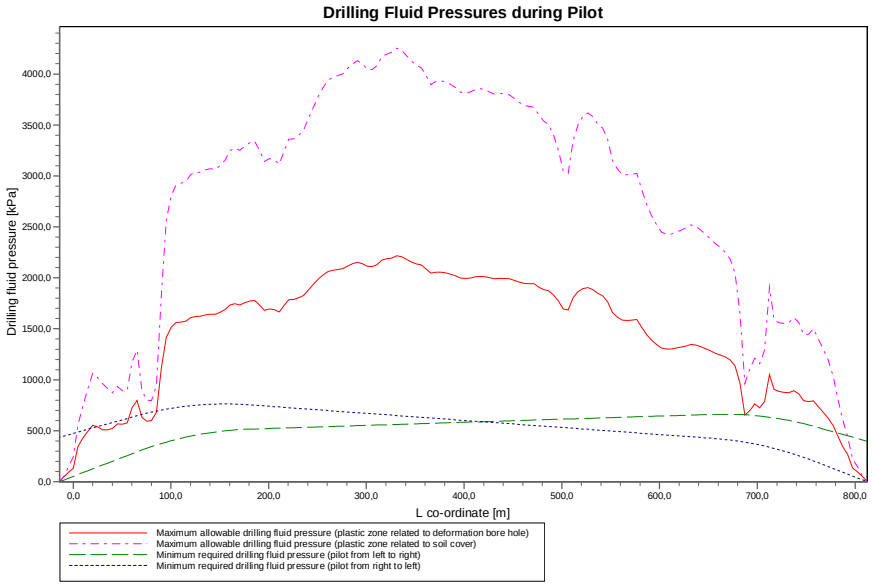
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m²]	Water [kN/m²]	Safety [-]	Result
50	411	311	1,32	sufficient
51	411	310	1,32	sufficient
52	410	309	1,32	sufficient
53	409	309	1,33	sufficient
54	408	308	1,33	sufficient
55	407	307	1,33	sufficient
56	407	306	1,33	sufficient
57	406	305	1,33	sufficient
58	405	304	1,33	sufficient
59	404	303	1,33	sufficient
60	403	302	1,33	sufficient
61	402	302	1,33	sufficient
62	402	301	1,34	sufficient
63	401	300	1,34	sufficient
64	400	299	1,34	sufficient
65	399	298	1,34	sufficient
66	398	297	1,34	sufficient
67	397	296	1,34	sufficient
68	397	295	1,34	sufficient
69	396	295	1,34	sufficient
70	395	294	1,34	sufficient
71	394	293	1,35	sufficient
72	393	292	1,35	sufficient
73	392	291	1,35	sufficient
74	392	290	1,35	sufficient
75	391	289	1,35	sufficient
76	390	288	1,35	sufficient
77	389	288	1,35	sufficient
78	388	287	1,35	sufficient
79	387	286	1,36	sufficient
80	387	285	1,36	sufficient
81	386	284	1,36	sufficient
82	385	283	1,36	sufficient
83	384	282	1,36	sufficient
84	383	281	1,36	sufficient
85	382	281	1,36	sufficient
86	382	280	1,36	sufficient
87	381	279	1,37	sufficient
88	380	278	1,37	sufficient
89	379	277	1,37	sufficient
90	378	276	1,37	sufficient
91	377	275	1,37	sufficient
92	377	274	1,37	sufficient
93	376	274	1,37	sufficient
94	375	273	1,38	sufficient
95	374	272	1,38	sufficient
96	373	271	1,38	sufficient
97	372	270	1,38	sufficient
98	372	269	1,38	sufficient
99	371	268	1,38	sufficient
100	370	267	1,38	sufficient
101	369	267	1,38	sufficient
102	368	266	1,39	sufficient
103	368	265	1,39	sufficient
104	367	264	1,39	sufficient
105	366	263	1,39	sufficient
106	365	262	1,39	sufficient
107	364	261	1,39	sufficient
108	363	260	1,40	sufficient
109	363	260	1,40	sufficient
110	362	259	1,40	sufficient
111	361	258	1,40	sufficient
112	360	257	1,40	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m²]	Water [kN/m²]	Safety [-]	Result
113	359	256	1,40	sufficient
114	358	255	1,40	sufficient
115	358	254	1,41	sufficient
116	357	253	1,41	sufficient
117	356	253	1,41	sufficient
118	355	252	1,41	sufficient
119	354	251	1,41	sufficient
120	353	250	1,41	sufficient
121	353	249	1,42	sufficient
122	352	248	1,42	sufficient
123	351	247	1,42	sufficient
124	350	246	1,42	sufficient
125	349	246	1,42	sufficient
126	348	245	1,42	sufficient
127	348	244	1,43	sufficient
128	347	243	1,43	sufficient
129	346	242	1,43	sufficient
130	345	241	1,43	sufficient
131	344	240	1,43	sufficient
132	343	239	1,43	sufficient
133	343	239	1,44	sufficient
134	342	238	1,44	sufficient
135	341	237	1,44	sufficient
136	339	235	1,44	sufficient
137	337	233	1,45	sufficient
138	334	230	1,45	sufficient
139	331	227	1,46	sufficient
140	326	223	1,46	sufficient
141	321	218	1,47	sufficient
142	316	217	1,45	sufficient
143	309	225	1,38	sufficient
144	302	233	1,30	sufficient
145	294	236	1,25	sufficient
146	286	230	1,24	sufficient
147	277	223	1,24	sufficient
148	267	215	1,24	sufficient
149	256	205	1,25	sufficient
150	244	195	1,25	sufficient
151	232	184	1,26	sufficient
152	219	172	1,28	sufficient
153	205	159	1,29	sufficient
154	191	146	1,31	sufficient
155	175	132	1,33	sufficient
156	160	118	1,35	sufficient
157	144	103	1,39	sufficient
158	128	89	1,43	sufficient
159	112	75	1,50	sufficient
160	96	60	1,59	sufficient
161	80	46	1,74	sufficient
162	64	31	2,02	sufficient
163	48	17	2,79	sufficient
164	32	3	11,72	sufficient
165	16	0	-	sufficient
166	0	0	-	sufficient

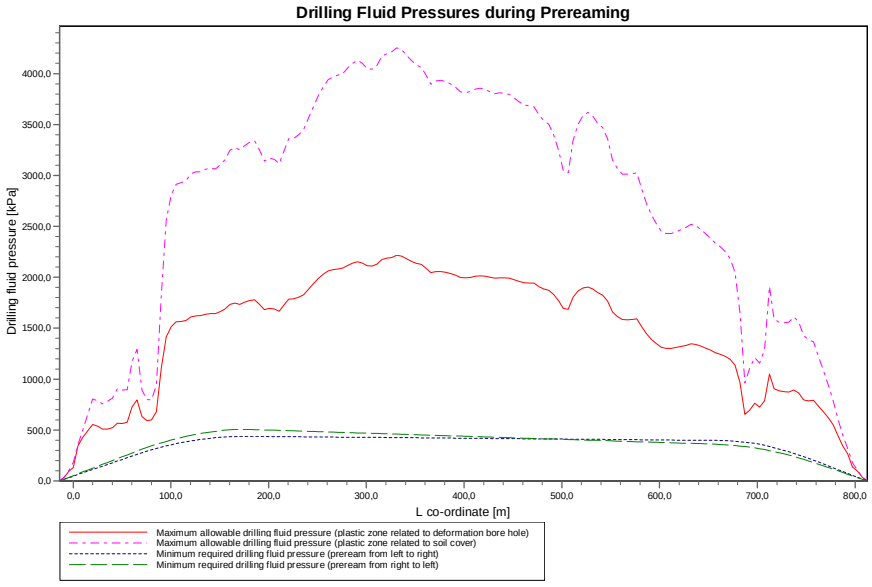
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safey factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

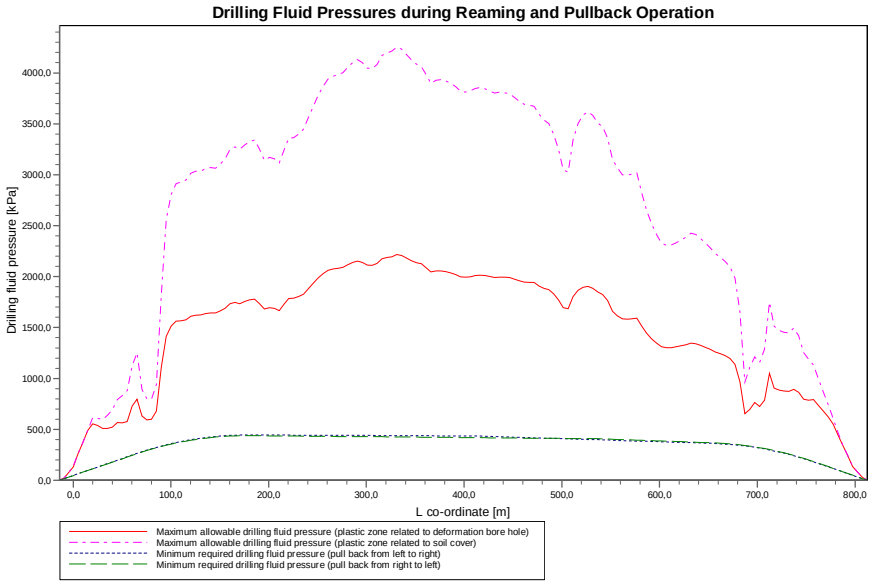
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming



3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



4 Soil Mechanical Data

4.1 Soil Mechanical Parameters (Pipe: 800 mm PE100 SDR11)

The list with data and issues is shown hereafter:
Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]	q_h;e [kN/m²]
1	0	0	0	0	93	0
2	23	17	13	17	503	153
3	79	42	31	42	1521	390
4	147	63	46	63	2958	629
5	233	81	60	81	3813	1220
6	328	96	71	96	4530	780
7	440	111	26	36	5239	974
8	566	126	26	35	5941	1161
9	542	119	24	33	5632	1112
10	518	113	23	31	2841	1064
11	613	122	24	33	2362	773
12	839	145	25	33	2812	924
13	1046	165	25	34	2657	1046
14	864	185	26	35	3197	864
15	1287	206	25	34	3984	1287
16	1412	228	25	34	4416	1412
17	1537	251	26	35	1815	1537
18	528	267	28	37	1934	528
19	559	284	27	37	2055	559
20	598	305	27	37	2017	598
21	561	333	26	35	15632	561
22	3574	379	23	31	17808	3574
23	3724	398	23	31	18686	3724
24	3807	408	23	31	19178	3807
25	3839	412	23	31	19359	3839
26	3788	406	22	30	19053	3788
27	3770	403	22	30	18942	3770
28	3837	412	22	30	19339	3837
29	3843	412	22	30	19374	3843
30	3825	410	22	30	19260	3825
31	3847	413	22	30	19393	3847
32	3852	413	22	29	19417	3852
33	3836	411	22	29	19320	3836
34	3882	417	22	29	19599	3882
35	3953	426	22	30	20025	3953
36	4077	442	22	30	20777	4077
37	4108	446	22	30	20964	4108
38	4075	442	22	30	20766	4075
39	4134	450	22	30	21123	4134
40	4177	456	23	30	21390	4177
41	4198	458	23	30	21520	4198
42	4077	442	22	30	20776	4077
43	3929	423	22	30	19882	3929

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]	q_h;e [kN/m²]
44	3965	428	22	30	20099	3965
45	3953	426	22	30	20026	3953
46	3892	419	22	30	19664	3892
47	4073	442	22	30	20755	4073
48	4230	463	23	31	21720	4230
49	4240	464	23	31	21780	4240
50	4287	470	23	31	22071	4287
51	4357	479	23	31	22503	4357
52	4514	500	24	32	23481	4514
53	4670	521	24	32	24454	4670
54	4823	542	24	33	25421	4823
55	4941	558	25	33	26178	4941
56	5039	571	25	34	26800	5039
57	5074	576	25	34	27029	5074
58	5104	580	25	34	27218	5104
59	5128	584	25	34	27374	5128
60	5206	594	25	34	27879	5206
61	5273	604	25	34	28311	5273
62	5321	610	26	34	28619	5321
63	5288	606	26	34	28405	5288
64	5222	596	25	34	27979	5222
65	5227	597	25	34	28012	5227
66	5291	606	26	34	28426	5291
67	5429	625	26	35	29321	5429
68	5478	632	26	35	29643	5478
69	5518	638	26	35	29902	5518
70	5593	648	26	35	30396	5593
71	5584	647	26	35	30336	5584
72	5520	638	26	35	29918	5520
73	5460	630	26	35	29525	5460
74	5415	623	26	35	29231	5415
75	5399	621	26	35	29128	5399
76	5308	608	26	35	28539	5308
77	5198	593	25	34	27829	5198
78	5180	591	25	34	27714	5180
79	5149	587	25	34	27517	5149
80	5105	581	25	34	27232	5105
81	5059	574	25	34	26939	5059
82	5012	568	25	34	26640	5012
83	4948	559	25	34	26235	4948
84	4935	557	25	34	26150	4935
85	4951	560	25	34	26253	4951
86	4994	566	25	34	26528	4994
87	5018	569	26	34	26682	5018
88	5011	568	26	34	26641	5011
89	4995	566	26	34	26533	4995
90	4981	564	26	34	26446	4981
91	5007	567	26	35	26609	5007
92	5020	569	26	35	26697	5020
93	5023	570	26	35	26716	5023
94	4996	566	26	35	26544	4996
95	4969	562	26	35	26368	4969
96	4953	560	26	35	26266	4953
97	4968	562	26	35	26364	4968
98	4995	566	26	35	26537	4995
99	4932	557	26	35	26138	4932
100	4912	554	26	35	26011	4912
101	4950	560	26	35	26256	4950
102	4919	556	26	35	26059	4919
103	4884	551	26	35	25836	4884
104	4906	554	26	35	25973	4906
105	4898	553	26	35	25926	4898
106	4865	548	26	35	25717	4865
107	4882	550	26	35	25824	4882

Vertical no.	q_v;p [kN/m²]	q_v;n [kN/m²]	q_h;n [kN/m²]	q_v;r;n [kN/m²]	q_v;e [kN/m²]	q_h;e [kN/m²]
108	4891	552	26	35	25878	4891
109	4876	550	26	34	25784	4876
110	4793	538	25	34	25260	4793
111	4681	523	25	34	24557	4681
112	4588	511	25	34	23971	4588
113	4385	484	25	33	22712	4385
114	4045	440	24	32	20638	4045
115	3887	419	24	32	19687	3887
116	3788	407	23	32	19097	3788
117	3788	407	23	32	19102	3788
118	3801	408	23	32	19178	3801
119	3821	411	24	32	19300	3821
120	3601	383	23	31	17996	3601
121	3402	358	22	30	16839	3402
122	3252	340	22	30	15973	3252
123	3134	326	21	29	15301	3134
124	3038	314	21	29	14757	3038
125	3019	312	21	28	14646	3019
126	3026	312	21	29	14689	3026
127	3060	317	21	29	14882	3060
128	3097	321	21	29	15090	3097
129	3139	326	22	29	15332	3139
130	3197	333	22	30	15659	3197
131	3192	333	22	30	15630	3192
132	3152	328	22	29	15403	3152
133	3109	323	22	29	15163	3109
134	3064	317	21	29	14905	3064
135	3012	311	21	29	14616	3012
136	2992	308	21	29	14502	2992
137	2978	307	21	28	14428	2978
138	2976	307	21	28	14418	2976
139	2971	306	21	28	14399	2971
140	2965	306	21	29	14365	2965
141	2307	302	22	30	14203	2307
142	491	292	23	31	13275	491
143	795	280	23	32	7825	795
144	1192	261	24	32	3717	1192
145	705	251	23	32	4525	705
146	691	246	23	31	4361	691
147	1889	239	22	30	5341	1889
148	1847	233	22	30	7416	1847
149	1833	231	23	31	8157	1833
150	1840	233	23	31	8203	1840
151	1907	243	24	33	8560	1907
152	1829	232	25	33	8176	1829
153	1579	206	24	33	7257	1642
154	1379	192	24	33	6783	1540
155	1183	178	24	32	6319	1778
156	996	163	24	33	7253	1617
157	838	149	25	33	7037	1464
158	694	135	25	33	6391	1306
159	552	120	25	34	5673	1125
160	428	105	25	34	4962	941
161	324	91	67	91	4103	661
162	234	77	57	77	2718	750
163	157	63	47	63	2214	411
164	92	47	35	47	875	283
165	28	20	15	20	323	123
166	0	0	0	0	44	0

Vertical no.	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
1	0	0	0	0,05	7,5
2	10588	70	7412	0,05	7,5

Vertical no.	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
3	54249	872	37975	0,05	7,5
4	134531	2704	94172	0,05	7,5
5	187088	11950	130962	0,05	7,5
6	79435	43119	55605	0,05	7,5
7	84641	64908	59249	0,05	7,5
8	80786	70959	56550	0,05	7,5
9	60196	68296	42137	0,05	7,5
10	41838	65605	29287	0,05	7,5
11	31833	67901	22283	0,05	7,5
12	27978	59707	19585	0,05	7,5
13	30214	47841	21150	0,05	7,5
14	40681	36656	28477	0,05	7,5
15	36010	29605	25207	0,05	7,5
16	18078	31327	12654	0,05	7,5
17	1479	39001	1035	0,05	7,5
18	12707	40476	8895	0,05	7,5
19	55025	26171	38517	0,05	7,5
20	102233	12573	71563	0,05	7,5
21	147589	2464	103312	0,05	7,5
22	153398	13982	107379	0,05	7,5
23	157275	49835	110093	0,05	7,5
24	159411	86513	111588	0,05	7,5
25	160204	119437	112143	0,05	7,5
26	158887	147834	111221	0,05	7,5
27	158402	147315	110882	0,05	7,5
28	160120	149135	112084	0,05	7,5
29	160263	149291	112184	0,05	7,5
30	159761	148766	111833	0,05	7,5
31	160327	149374	112229	0,05	7,5
32	160423	149483	112296	0,05	7,5
33	160002	149038	112001	0,05	7,5
34	161202	150307	112841	0,05	7,5
35	163019	152228	114113	0,05	7,5
36	166193	155576	116335	0,05	7,5
37	166976	156401	116883	0,05	7,5
38	166150	155531	116305	0,05	7,5
39	167640	157100	117348	0,05	7,5
40	168747	158265	118123	0,05	7,5
41	169286	158831	118501	0,05	7,5
42	166200	155575	116340	0,05	7,5
43	162425	151587	113698	0,05	7,5
44	163353	152563	114347	0,05	7,5
45	163045	152234	114132	0,05	7,5
46	161504	150603	113053	0,05	7,5
47	166130	155485	116291	0,05	7,5
48	170136	159702	119095	0,05	7,5
49	170385	159964	119270	0,05	7,5
50	171576	161216	120103	0,05	7,5
51	173331	163060	121332	0,05	7,5
52	177258	167180	124081	0,05	7,5
53	181099	171202	126769	0,05	7,5
54	184850	175123	129395	0,05	7,5
55	187742	178142	131419	0,05	7,5
56	190091	180594	133064	0,05	7,5
57	190950	181491	133665	0,05	7,5
58	191657	182231	134160	0,05	7,5
59	192240	182839	134568	0,05	7,5
60	194117	184791	135882	0,05	7,5
61	195710	186447	136997	0,05	7,5
62	196841	187623	137789	0,05	7,5
63	196056	186806	137239	0,05	7,5
64	194484	185173	136139	0,05	7,5
65	194605	185299	136224	0,05	7,5
66	196132	186886	137293	0,05	7,5

Vertical no.	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
67	199396	190275	139577	0,05	7,5
68	200562	191485	140394	0,05	7,5
69	201495	190877	141047	0,05	7,5
70	203265	178983	142286	0,05	7,5
71	203050	166552	142135	0,05	7,5
72	201552	158084	141086	0,05	7,5
73	200135	149838	140094	0,05	7,5
74	199073	142012	139351	0,05	7,5
75	198697	134807	139088	0,05	7,5
76	196548	126444	137584	0,05	7,5
77	193931	119057	135752	0,05	7,5
78	193506	144618	135454	0,05	7,5
79	192774	170289	134942	0,05	7,5
80	191710	182287	134197	0,05	7,5
81	190616	181149	133432	0,05	7,5
82	189490	179976	132643	0,05	7,5
83	187956	178377	131569	0,05	7,5
84	187636	178044	131345	0,05	7,5
85	188028	178453	131620	0,05	7,5
86	189070	179538	132349	0,05	7,5
87	189651	179236	132755	0,05	7,5
88	189496	173425	132648	0,05	7,5
89	189089	167387	132362	0,05	7,5
90	188761	161459	132132	0,05	7,5
91	189379	156415	132565	0,05	7,5
92	189710	151089	132797	0,05	7,5
93	189782	145536	132847	0,05	7,5
94	189132	139410	132392	0,05	7,5
95	188465	133325	131925	0,05	7,5
96	188080	127505	131656	0,05	7,5
97	188452	122255	131916	0,05	7,5
98	189106	117187	132374	0,05	7,5
99	187594	110706	131316	0,05	7,5
100	187110	104962	130977	0,05	7,5
101	188044	100088	131631	0,05	7,5
102	187295	94254	131107	0,05	7,5
103	186443	88434	130510	0,05	7,5
104	186966	83358	130876	0,05	7,5
105	186788	82934	130751	0,05	7,5
106	185991	92708	130193	0,05	7,5
107	186398	103190	130478	0,05	7,5
108	186604	113654	130623	0,05	7,5
109	186247	119823	130373	0,05	7,5
110	184231	119784	128962	0,05	7,5
111	181501	119129	127050	0,05	7,5
112	179203	124320	125442	0,05	7,5
113	174178	129035	121925	0,05	7,5
114	165643	130187	115950	0,05	7,5
115	161611	135573	113128	0,05	7,5
116	159071	142976	111350	0,05	7,5
117	159093	141184	111365	0,05	7,5
118	159421	139695	111595	0,05	7,5
119	159948	138392	111964	0,05	7,5
120	154237	131042	107966	0,05	7,5
121	149020	124298	104314	0,05	7,5
122	145016	118827	101512	0,05	7,5
123	141850	114236	99295	0,05	7,5
124	139246	108925	97472	0,05	7,5
125	138709	103976	97097	0,05	7,5
126	138915	99706	97241	0,05	7,5
127	139845	96199	97892	0,05	7,5
128	140845	93075	98591	0,05	7,5
129	141997	89998	99398	0,05	7,5
130	143548	87129	100484	0,05	7,5

Vertical no.	k_v;bot [kN/m³]	k_v;top [kN/m³]	k_h [kN/m³]	t_max [kN/m²]	d_max [mm]
131	143407	82703	100385	0,05	7,5
132	142336	77611	99635	0,05	7,5
133	141195	72570	98836	0,05	7,5
134	139957	67570	97970	0,05	7,5
135	138566	62415	96996	0,05	7,5
136	138011	56141	96608	0,05	7,5
137	137655	48109	96358	0,05	7,5
138	137608	38409	96326	0,05	7,5
139	137515	27028	96260	0,05	7,5
140	137355	23829	96149	0,05	7,5
141	136480	26400	95536	0,05	7,5
142	132669	37145	92868	0,05	7,5
143	114407	45512	80085	0,05	7,5
144	89233	51440	62463	0,05	7,5
145	65929	61252	46150	0,05	7,5
146	39060	68894	27342	0,05	7,5
147	16159	61390	11311	0,05	7,5
148	27826	60440	19478	0,05	7,5
149	41290	60177	28903	0,05	7,5
150	55207	60394	38645	0,05	7,5
151	69108	61995	48376	0,05	7,5
152	67544	72664	47281	0,05	7,5
153	63674	80724	44572	0,05	7,5
154	61603	89573	43122	0,05	7,5
155	59888	89341	41922	0,05	7,5
156	70937	84357	49656	0,05	7,5
157	81674	79587	57172	0,05	7,5
158	91767	65870	64237	0,05	7,5
159	87661	51248	61363	0,05	7,5
160	82574	38588	57802	0,05	7,5
161	74908	23385	52436	0,05	7,5
162	113492	9742	79445	0,05	7,5
163	80810	3365	56567	0,05	7,5
164	24083	1115	16858	0,05	7,5
165	5927	104	4149	0,05	7,5
166	0	0	0	0,05	7,5

Maximum soil stress : q_v;n;max = 648 kN/m²
Maximum reduced soil stress : q_v;r;n;max = 96 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 203265 kN/m³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)
only for verticals in deep situation : k_v;max = 406530 kN/m³

4.2 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
55	terp	Calculated with E100
54	za,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
53	za,ma_gr,lo (NA)	Calculated with E100
52	za_si,ma_gr,ma (NA)	Calculated with E100
51	za_si,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
50	za_si,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
49	za_si,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
48	za,ma_fi,ma (NA)	Calculated with E100
47	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
46	za,ma_gr,va (NA)	Calculated with E100
45	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
44	za_kl,ma_fi,ma (NA)	Calculated with E100
43	za_kl,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
42	za_kl,ma_fi,ma (NA)	Calculated with E100
41	za,ze_gr,va (NA)	Calculated with E100

Layer number	Material name	Type of determination
40	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
39	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
38	kl,ma - d (NA)	Calculated with E100
37	za,ze_gr,va (NA)	Calculated with E100
36	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
35	za_si,ma_gr,ma (NA)	Calculated with E100
34	za_kl,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
33	za_si,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
32	za,ma_fi,ma (NA)	Calculated with E100
31	za_si,ui_fi,ma (NA)	Calculated with E100
30	za_kl,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
29	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
28	za,ze_gr,va (NA)	Calculated with E100
27	za_si,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
26	za,ma_fi,ma (NA)	Calculated with E100
25	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
24	za_si,ui_fi,ma (NA)	Calculated with E100
23	za_si,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
22	kl_si,va - d (NA)	Calculated with E100
21	kl,sl - d (NA)	Calculated with E100
20	za_si,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
19	kl_za,ma - d (NA)	Calculated with E100
18	ve, ma (NI)	Calculated with E100
17	za,ma_fi,lo (BX)	Calculated with E100
16	kl_za,va (NA)	Calculated with E100
15	kl_si,va - d (NA)	Calculated with E100
14	za_kl,ma_fi,lo (NA)	Calculated with E100
13	kl_za,va (NA)	Calculated with E100
12	ve, ma (NI)	Calculated with E100
11	za,ui_fi,ma (BX)	Calculated with E100
10	le_za,va - d (NA)	Calculated with E100
9	ve, ma (NI)	Calculated with E100
8	za_si,ma_fi,ma (BX)	Calculated with E100
7	za,ma_fi,va (NA)	Calculated with E100
6	za,ma_fi,va (BX)	Calculated with E100
5	za,ma_gr,va (KR)	Calculated with E100
4	kl_za,va (EE)	Calculated with E100
3	za,ze_gr,va (KR)	Calculated with E100
2	za,ma_fi,va (EE)	Calculated with E100
1	za,ma_gr,va (EE)	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (X=-13,964 m)		Vertical 2 (X=-9,294 m)		Vertical 3 (X=-4,264 m)		Vertical 4 (X=0 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	0,000	12,588	0,000	12,499	0,000	12,429	0,000	12,376
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	62,939	99,411	62,497	99,232	62,144	99,031	61,878	98,857
44	46,392	51,402	46,308	51,327	46,214	51,242	46,133	51,169
43	22,030	23,028	21,997	22,997	21,961	22,963	21,930	22,933
42	53,733	58,114	53,661	58,047	53,580	57,972	53,510	57,907
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 1 (X=-13,964 m)		Vertical 2 (X=-9,294 m)		Vertical 3 (X=-4,264 m)		Vertical 4 (X=0 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,251	2,348	2,247	2,344	2,242	2,340	2,238	2,336
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,174	1,214	1,172	1,215	1,170	1,215	1,168	1,216
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	130,539	153,922	130,604	153,977	130,667	154,031	130,718	154,074
5	153,922	176,523	153,977	176,571	154,031	176,617	154,074	176,656
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	176,523	193,395	176,571	193,169	176,617	192,921	176,656	192,709
1	193,395	202,526	193,169	202,568	192,921	202,609	192,709	202,642

Layer number	Vertical 5 (X=5,016 m)		Vertical 6 (X=10,032 m)		Vertical 7 (X=15,048 m)		Vertical 8 (X=20,064 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	0,000	12,191	0,000	12,065	0,000	12,039	0,000	11,850
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	60,955	98,696	60,326	98,514	60,193	98,294	59,248	98,043
44	46,058	51,102	45,973	51,025	45,871	50,932	45,753	50,827
43	21,901	22,905	21,868	22,874	21,828	22,836	21,783	22,792
42	53,445	57,848	53,372	57,780	53,283	57,699	53,182	57,605
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 5 (X=5,016 m)		Vertical 6 (X=10,032 m)		Vertical 7 (X=15,048 m)		Vertical 8 (X=20,064 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,234	2,332	2,230	2,328	2,225	2,323	2,219	2,317
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,166	1,218	1,164	1,219	1,161	1,220	1,159	1,220
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	130,813	154,154	130,890	154,220	130,940	154,262	130,966	154,285
5	154,154	176,725	154,220	176,782	154,262	176,820	154,285	176,839
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	176,725	192,483	176,782	192,244	176,820	191,987	176,839	191,713
1	192,483	202,703	192,244	202,753	191,987	202,785	191,713	202,802

Layer number	Vertical 9 (X=25,08 m)		Vertical 10 (X=30,096 m)		Vertical 11 (X=35,112 m)		Vertical 12 (X=40,128 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	0,000	9,246	0,000	5,264	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,000	3,621	0,000	6,144
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	46,232	91,349	26,322	84,175	18,106	82,100	30,719	85,077
44	42,630	48,034	39,282	45,089	38,313	44,248	39,702	45,456
43	20,586	21,651	19,324	20,455	18,963	20,115	19,481	20,604
42	50,520	55,157	47,729	52,612	46,935	51,893	48,076	52,927
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 9 (X=25,08 m)		Vertical 10 (X=30,096 m)		Vertical 11 (X=35,112 m)		Vertical 12 (X=40,128 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,070	2,170	1,920	2,021	1,878	1,980	1,938	2,039
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,085	1,150	1,010	1,080	0,990	1,064	1,020	1,096
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	126,257	150,308	121,399	146,251	120,204	145,261	122,487	147,155
5	150,308	173,380	146,251	169,876	145,261	169,023	147,155	170,654
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	173,380	188,231	169,876	184,705	169,023	183,617	170,654	184,817
1	188,231	199,793	184,705	196,760	183,617	196,025	184,817	197,432

Layer number	Vertical 13 (X=45,144 m)		Vertical 14 (X=50,16 m)		Vertical 15 (X=55,176 m)		Vertical 16 (X=60,192 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	7,186	0,000	8,115	0,000	9,119	0,000	10,158
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	35,931	86,798	40,575	88,339	45,595	90,283	50,791	92,555
44	40,506	46,162	41,225	46,868	42,132	47,740	43,193	48,749
43	19,784	20,890	20,086	21,177	20,460	21,531	20,892	21,943
42	48,743	53,530	49,412	54,008	50,240	54,637	51,200	55,392
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 13 (X=45,144 m)		Vertical 14 (X=50,16 m)		Vertical 15 (X=55,176 m)		Vertical 16 (X=60,192 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	1,974	2,074	2,002	2,105	2,039	2,145	2,085	2,193
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,037	1,117	1,053	1,135	1,072	1,159	1,096	1,186
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	123,916	148,297	125,216	147,672	126,808	147,307	128,646	147,173
5	148,297	171,680	147,672	172,524	147,307	173,586	147,173	174,838
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	171,680	185,462	172,524	185,943	173,586	186,630	174,838	187,496
1	185,462	198,320	185,943	199,051	186,630	199,972	187,496	201,059

Layer number	Vertical 17 (X=65,208 m)		Vertical 18 (X=70,224 m)		Vertical 19 (X=75,24 m)		Vertical 20 (X=80,256 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	11,159	0,000	11,963	0,000	12,904	0,000	14,182
53	n.a.	n.a.	11,963	11,966	12,904	12,978	14,182	14,312
52	n.a.	n.a.	27,921	27,942	30,281	30,741	33,395	34,207
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	55,793	94,944	59,876	96,965	65,874	100,441	73,301	105,140
44	44,307	49,808	45,250	50,708	46,873	52,041	49,065	53,908
43	21,346	22,376	21,732	22,743	22,303	23,266	23,104	24,012
42	52,210	56,200	53,066	56,873	54,288	57,928	56,028	59,478
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	56,873	56,878	57,928	58,045	59,478	59,702
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	121,882	121,888	124,383	124,510	127,933	128,173
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,133	2,244	2,175	2,287	2,250	2,360	2,357	2,464
20	n.a.	n.a.	25,158	25,159	25,655	25,680	26,355	26,402

Layer number	Vertical 17 (X=65,208 m)		Vertical 18 (X=70,224 m)		Vertical 19 (X=75,24 m)		Vertical 20 (X=80,256 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,122	1,214	1,144	1,239	1,182	1,280	1,236	1,335
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	130,582	147,149	132,259	147,006	134,939	149,686	138,569	153,225
5	147,149	176,172	147,006	177,317	149,686	179,086	153,225	181,601
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,051	8,051	8,232	8,233
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	176,172	188,444	177,318	189,229	179,094	190,797	181,616	193,071
1	188,444	202,221	189,229	203,228	190,797	204,962	193,071	207,351

Layer number	Vertical 21 (X=85,272 m)		Vertical 22 (X=90,288 m)		Vertical 23 (X=95,304 m)		Vertical 24 (X=100,32 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	15,393	0,000	16,393	0,000	16,814	0,000	16,726
53	15,393	15,572	16,393	16,615	16,814	17,084	16,726	17,050
52	36,334	37,442	38,769	40,146	39,862	41,527	39,784	41,775
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	80,234	109,777	86,026	113,782	88,987	115,744	89,517	115,860
44	51,229	55,773	53,098	57,385	54,014	58,126	54,068	58,069
43	23,903	24,760	24,594	25,407	24,911	25,693	24,887	25,648
42	57,774	61,043	59,282	62,393	59,951	62,949	59,846	62,770
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	61,043	61,368	62,393	62,814	62,949	63,470	62,770	63,395
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	131,503	131,851	134,602	135,055	136,006	136,564	135,847	136,516
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,466	2,570	2,563	2,664	2,609	2,708	2,607	2,705
20	27,060	27,128	27,674	27,762	27,958	28,067	27,938	28,068
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,290	1,389	1,339	1,437	1,363	1,460	1,363	1,460
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 21 (X=85,272 m)		Vertical 22 (X=90,288 m)		Vertical 23 (X=95,304 m)		Vertical 24 (X=100,32 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	142,026	156,611	145,052	159,608	146,506	161,176	146,507	161,422
5	156,611	184,020	159,608	186,135	161,176	187,041	161,422	186,813
4	8,408	8,410	8,564	8,566	8,630	8,633	8,614	8,617
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	184,042	195,293	186,164	197,631	187,077	198,825	186,856	198,951
1	195,293	209,658	197,631	211,700	198,825	212,680	198,951	212,661

Layer number	Vertical 25 (X=105,336 m)		Vertical 26 (X=110,352 m)		Vertical 27 (X=115,368 m)		Vertical 28 (X=120,384 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	16,233	0,000	15,015	0,000	14,084	0,000	14,049
53	16,233	16,622	15,015	15,494	14,084	14,655	14,049	14,683
52	38,785	41,153	36,152	39,026	34,196	37,580	34,261	37,995
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	88,184	114,538	83,628	110,762	80,529	108,129	81,418	108,480
44	53,451	57,385	51,689	55,636	50,460	54,381	50,624	54,418
43	24,594	25,343	23,844	24,594	23,306	24,051	23,322	24,044
42	59,134	62,011	57,387	60,264	56,119	58,973	56,103	58,873
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	62,011	62,748	60,264	61,128	58,973	59,965	58,873	59,975
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	134,459	135,246	130,989	131,912	128,497	129,553	128,519	129,692
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,569	2,665	2,468	2,564	2,398	2,492	2,402	2,495
20	27,679	27,832	27,016	27,196	26,545	26,750	26,560	26,788
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,344	1,442	1,295	1,394	1,262	1,360	1,265	1,363
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 25 (X=105,336 m)		Vertical 26 (X=110,352 m)		Vertical 27 (X=115,368 m)		Vertical 28 (X=120,384 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	145,372	160,639	142,324	158,135	140,189	156,470	140,366	156,881
5	160,639	185,694	158,135	183,083	156,470	181,192	156,881	181,092
4	8,531	8,535	8,340	8,344	8,203	8,208	8,195	8,201
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	185,745	198,242	183,142	196,143	181,259	194,728	181,167	194,982
1	198,242	211,862	196,143	209,763	194,728	208,301	194,982	208,400

Layer number	Vertical 29 (X=125,4 m)		Vertical 30 (X=130,416 m)		Vertical 31 (X=135,432 m)		Vertical 32 (X=140,448 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	13,437	0,000	12,576	0,000	12,217	0,000	11,691
53	13,437	14,163	12,576	13,416	12,217	13,149	11,691	12,734
52	33,046	37,265	31,305	36,104	30,682	35,941	29,713	35,498
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	79,854	106,996	77,366	104,829	77,017	104,247	76,068	103,220
44	49,931	53,658	48,920	52,599	48,649	52,227	48,169	51,659
43	22,996	23,705	22,542	23,242	22,383	23,064	22,140	22,805
42	55,313	58,034	54,232	56,917	53,817	56,433	53,212	55,767
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	58,034	59,263	56,917	58,282	56,433	57,922	55,767	57,386
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	126,991	128,296	124,889	126,335	124,118	125,692	122,971	124,681
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,361	2,452	2,303	2,394	2,285	2,373	2,255	2,343
20	26,276	26,529	25,882	26,162	25,745	26,049	25,535	25,866
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,245	1,344	1,218	1,317	1,209	1,308	1,196	1,295
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 29 (X=125,4 m)		Vertical 30 (X=130,416 m)		Vertical 31 (X=135,432 m)		Vertical 32 (X=140,448 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	139,126	156,026	137,370	154,718	136,830	154,494	135,951	153,974
5	156,026	179,895	154,718	178,300	154,494	177,643	153,974	176,725
4	8,109	8,115	7,994	8,001	7,947	7,954	7,881	7,889
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	179,977	194,220	178,391	193,094	177,741	192,839	176,831	192,345
1	194,220	207,548	193,094	206,355	192,839	205,976	192,345	205,374

Layer number	Vertical 33 (X=145,464 m)		Vertical 34 (X=150,48 m)		Vertical 35 (X=155,496 m)		Vertical 36 (X=160,512 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	10,948	0,000	11,034	0,000	11,474	0,000	12,603
53	10,948	12,130	11,034	12,320	11,474	12,847	12,603	13,985
52	28,303	34,716	28,747	35,459	29,976	36,829	32,631	39,363
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	74,391	101,658	75,983	102,499	78,920	104,370	84,350	108,221
44	47,440	50,857	47,833	51,101	48,706	51,799	50,503	53,375
43	21,796	22,448	21,901	22,525	22,199	22,792	22,875	23,428
42	52,378	54,880	52,559	54,962	53,182	55,468	54,665	56,804
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	54,880	56,641	54,962	56,835	55,468	57,439	56,804	58,840
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	121,373	123,227	121,789	123,759	123,083	125,153	126,086	128,225
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,213	2,299	2,229	2,313	2,269	2,351	2,359	2,438
20	25,240	25,598	25,332	25,712	25,592	25,992	26,182	26,596
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,176	1,276	1,184	1,284	1,205	1,304	1,250	1,348
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	134,670	153,103	135,208	153,833	136,535	155,255	139,406	158,036
5	153,103	175,497	153,833	175,667	155,255	176,447	158,036	178,438
4	7,794	7,802	7,806	7,815	7,862	7,871	8,004	8,014

Layer number	Vertical 33 (X=145,464 m)		Vertical 34 (X=150,48 m)		Vertical 35 (X=155,496 m)		Vertical 36 (X=160,512 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	175,613	191,572	175,789	192,080	176,577	193,144	178,574	195,311
1	191,572	204,509	192,080	204,843	193,144	205,702	195,311	207,599

Layer number	Vertical 37 (X=165,528 m)		Vertical 38 (X=170,544 m)		Vertical 39 (X=175,56 m)		Vertical 40 (X=180,576 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	12,666	0,000	12,044	0,000	12,567	0,000	12,961
53	12,666	14,160	12,044	13,729	12,567	14,307	12,961	14,768
52	33,040	40,040	32,034	39,555	33,383	40,984	34,459	42,185
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	85,800	109,045	84,761	107,916	87,822	110,029	90,397	111,792
44	50,888	53,622	50,361	53,004	51,347	53,826	52,169	54,497
43	22,981	23,509	22,716	23,227	23,068	23,548	23,356	23,807
42	54,853	56,897	54,196	56,174	54,946	56,811	55,551	57,308
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	56,897	59,041	56,174	58,456	56,811	59,178	57,308	59,765
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	126,516	128,765	125,263	127,652	126,811	129,289	128,069	130,638
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,375	2,452	2,342	2,418	2,390	2,464	2,430	2,502
20	26,276	26,711	26,047	26,508	26,356	26,835	26,610	27,106
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,259	1,357	1,243	1,341	1,268	1,366	1,289	1,386
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	139,951	158,767	138,978	158,160	140,531	159,774	141,822	161,155
5	158,767	178,624	158,160	177,622	159,774	178,600	161,155	179,378
4	8,017	8,028	7,946	7,956	8,016	8,027	8,072	8,084
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	178,768	195,828	177,773	195,260	178,758	196,495	179,543	197,546
1	195,828	207,946	195,260	207,273	196,495	208,298	197,546	209,151

Layer number	Vertical 41 (X=185,592 m)		Vertical 42 (X=190,608 m)		Vertical 43 (X=195,624 m)		Vertical 44 (X=200,64 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	13,122	0,000	11,592	0,000	9,451	0,000	9,884
53	13,122	15,022	11,592	13,827	9,451	12,226	9,884	12,696
52	35,051	42,983	32,262	41,070	28,526	38,555	29,625	39,714
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	92,107	112,879	88,007	109,249	82,617	104,633	85,101	106,287
44	52,677	54,869	50,983	53,127	48,829	50,940	49,601	51,559
43	23,515	23,941	22,769	23,185	21,832	22,242	22,097	22,478
42	55,863	57,524	54,099	55,723	51,898	53,495	52,449	53,938
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	57,524	60,081	55,723	58,471	53,495	56,467	53,938	57,001
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	128,746	131,417	125,295	128,155	121,001	124,082	122,146	125,319
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,453	2,524	2,357	2,426	2,238	2,306	2,274	2,340
20	26,751	27,267	26,099	26,651	25,288	25,880	25,519	26,129
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,301	1,398	1,254	1,352	1,197	1,295	1,215	1,313
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	142,587	162,074	139,636	159,732	135,958	156,778	137,138	158,053
5	162,074	179,746	159,732	177,172	156,778	174,041	158,053	174,720
4	8,098	8,111	7,913	7,926	7,691	7,705	7,739	7,753
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	179,918	198,222	177,355	196,236	174,235	193,764	174,920	194,721
1	198,222	209,652	196,236	207,637	193,764	205,161	194,721	205,925

Layer number	Vertical 45 (X=205,656 m)		Vertical 46 (X=210,672 m)		Vertical 47 (X=215,688 m)		Vertical 48 (X=220,704 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	9,598	0,000	8,524	0,000	11,095	0,000	12,941
53	9,598	12,608	8,524	11,952	11,095	14,023	12,941	15,632

Layer number	Vertical 45 (X=205,656 m)		Vertical 46 (X=210,672 m)		Vertical 47 (X=215,688 m)		Vertical 48 (X=220,704 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
52	29,418	39,898	27,888	39,129	32,720	43,021	36,475	46,232
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	85,496	106,285	83,847	104,640	92,187	111,130	99,069	116,612
44	49,600	51,437	48,832	50,573	51,860	53,386	54,419	55,762
43	22,044	22,403	21,674	22,014	22,880	23,179	23,898	24,163
42	52,273	53,673	51,367	52,696	54,084	55,258	56,379	57,419
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	53,673	56,866	52,696	56,061	55,258	58,587	57,419	60,737
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	121,856	125,157	120,130	123,599	125,544	128,984	130,151	133,586
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,269	2,334	2,224	2,287	2,381	2,442	2,518	2,576
20	25,475	26,109	25,157	25,823	26,205	26,867	27,100	27,762
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,214	1,312	1,192	1,291	1,270	1,367	1,339	1,434
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	137,039	158,218	135,669	157,284	140,641	161,837	144,920	165,808
5	158,218	174,397	157,284	173,075	161,837	176,757	165,808	179,942
4	7,716	7,731	7,623	7,638	7,884	7,900	8,112	8,129
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	174,605	194,779	173,293	193,946	176,978	197,581	180,167	200,414
1	194,779	205,840	193,946	204,911	197,581	208,217	200,414	211,111

Layer number	Vertical 49 (X=225,72 m)		Vertical 50 (X=230,736 m)		Vertical 51 (X=235,752 m)		Vertical 52 (X=240,768 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	12,974	0,000	13,426	0,000	14,106	0,000	15,620
53	12,974	15,766	13,426	16,243	14,106	16,908	15,620	18,282
52	36,787	46,767	37,900	47,929	39,453	49,438	42,659	52,290
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 49 (X=225,72 m)		Vertical 50 (X=230,736 m)		Vertical 51 (X=235,752 m)		Vertical 52 (X=240,768 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	100,215	117,298	102,705	119,148	105,939	121,669	112,050	126,758
44	54,739	55,963	55,603	56,698	56,779	57,743	59,154	59,976
43	23,984	24,225	24,299	24,515	24,747	24,938	25,704	25,867
42	56,526	57,476	57,202	58,055	58,189	58,942	60,356	61,001
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	57,476	60,898	58,055	61,551	58,942	62,493	61,001	64,540
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	130,497	134,035	131,896	135,509	133,914	137,584	138,300	141,963
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,532	2,588	2,577	2,631	2,640	2,692	2,776	2,826
20	27,178	27,860	27,458	28,154	27,857	28,565	28,711	29,420
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,346	1,442	1,369	1,464	1,401	1,496	1,469	1,562
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	145,382	166,449	146,788	167,914	148,752	169,867	152,856	173,700
5	166,449	180,076	167,914	180,977	169,867	182,339	173,700	185,471
4	8,122	8,139	8,187	8,204	8,286	8,304	8,515	8,533
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	180,308	200,367	181,215	201,011	182,582	202,071	185,718	204,738
1	200,367	211,409	201,011	212,360	202,071	213,703	204,738	216,561

Layer number	Vertical 53 (X=245,784 m)		Vertical 54 (X=250,8 m)		Vertical 55 (X=255,816 m)		Vertical 56 (X=260,832 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	16,993	0,000	18,254	0,000	19,172	0,000	19,885
53	16,993	19,554	18,254	20,741	19,172	21,630	19,885	22,339
52	45,627	54,983	48,395	57,535	50,470	59,517	52,125	61,147
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	117,821	131,630	123,289	136,298	127,536	139,909	131,029	142,864

Layer number	Vertical 53 (X=245,784 m)		Vertical 54 (X=250,8 m)		Vertical 55 (X=255,816 m)		Vertical 56 (X=260,832 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
44	61,427	62,119	63,606	64,176	65,291	65,752	66,670	67,028
43	26,622	26,760	27,504	27,618	28,179	28,271	28,726	28,798
42	62,439	62,984	64,441	64,892	65,966	66,331	67,194	67,478
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	62,984	66,515	64,892	68,420	66,331	69,880	67,478	71,062
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	142,532	146,192	146,615	150,275	149,742	153,427	152,275	155,996
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	2,909	2,957	3,040	3,086	3,143	3,187	3,228	3,269
20	29,538	30,247	30,337	31,047	30,951	31,667	31,451	32,174
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	1,536	1,628	1,601	1,692	1,653	1,743	1,695	1,785
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	156,835	177,434	160,691	181,070	163,684	183,946	166,136	186,344
5	177,434	188,537	181,070	191,532	183,946	193,829	186,344	195,686
4	8,741	8,760	8,964	8,983	9,137	9,156	9,277	9,297
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	188,786	207,358	191,785	209,926	194,086	211,865	195,947	213,408
1	207,358	219,369	209,926	222,124	211,865	224,280	213,408	226,059

Layer number	Vertical 57 (X=265,848 m)		Vertical 58 (X=270,864 m)		Vertical 59 (X=275,88 m)		Vertical 60 (X=280,896 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	20,109	0,000	20,284	0,000	20,418	0,000	20,887
53	20,109	22,613	20,284	22,843	20,418	23,034	20,887	23,608
52	52,765	61,910	53,299	62,581	53,747	63,176	55,085	64,420
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	132,665	144,130	134,103	145,222	135,378	146,168	138,044	148,435
44	67,261	67,523	67,770	67,938	68,212	68,287	n.a.	n.a.
43	28,938	28,991	29,116	29,150	29,266	29,281	n.a.	n.a.
42	67,645	67,854	68,017	68,151	68,322	68,382	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 57 (X=265,848 m)		Vertical 58 (X=270,864 m)		Vertical 59 (X=275,88 m)		Vertical 60 (X=280,896 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	67,854	71,510	68,151	71,883	68,382	72,193	69,270	73,067
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	31,314	31,349
33	153,235	157,029	154,034	157,904	154,699	158,648	156,747	160,659
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	96,395	96,421
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,262	3,302	3,291	3,330	3,316	3,353	3,385	3,420
20	31,647	32,384	31,811	32,563	31,949	32,717	32,349	33,117
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10,653	10,703
18	1,713	1,802	1,728	1,817	1,741	1,830	1,784	1,864
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	34,143	34,158
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	167,147	187,457	168,011	188,437	168,750	189,306	170,789	191,208
5	187,457	196,327	188,437	196,845	189,306	197,259	191,208	198,730
4	9,326	9,346	9,365	9,386	9,397	9,418	9,509	9,531
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	196,594	213,839	197,118	214,158	197,538	214,383	199,018	215,580
1	213,839	226,785	214,158	227,404	214,383	227,933	215,580	229,376

Layer number	Vertical 61 (X=285,912 m)		Vertical 62 (X=290,928 m)		Vertical 63 (X=295,944 m)		Vertical 64 (X=300,96 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	20,951	0,000	20,873	0,000	20,181	0,000	19,201
53	20,951	24,206	20,873	24,669	20,181	24,619	19,201	24,360
52	56,480	65,237	57,561	65,798	57,444	65,316	56,840	64,400
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	139,793	149,961	140,996	150,981	139,963	149,914	138,000	147,979
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 61 (X=285,912 m)		Vertical 62 (X=290,928 m)		Vertical 63 (X=295,944 m)		Vertical 64 (X=300,96 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	69,982	73,517	70,458	73,747	69,960	73,045	69,057	71,952
34	31,507	31,737	31,606	32,027	31,305	31,924	30,836	31,660
33	158,684	162,195	160,137	163,264	159,620	162,404	158,298	160,747
32	97,317	97,485	97,959	98,266	97,442	97,893	96,448	97,046
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,445	3,479	3,489	3,523	3,468	3,501	3,420	3,453
20	32,698	33,427	32,954	33,647	32,827	33,492	32,544	33,183
19	10,813	11,054	10,927	11,278	10,846	11,276	10,687	11,176
18	1,842	1,894	1,880	1,915	1,879	1,905	1,863	1,882
17	34,479	34,573	34,726	34,899	34,610	34,864	34,346	34,681
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	172,867	192,580	174,496	193,559	174,318	192,913	173,405	191,599
5	192,580	199,970	193,559	200,834	192,913	200,130	191,599	198,783
4	9,605	9,629	9,671	9,697	9,617	9,645	9,513	9,544
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	200,282	216,563	201,171	217,199	200,495	216,387	199,178	214,980
1	216,563	230,613	217,199	231,524	216,387	231,076	214,980	230,073

Layer number	Vertical 65 (X=305,976 m)		Vertical 66 (X=310,992 m)		Vertical 67 (X=316,008 m)		Vertical 68 (X=321,024 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	18,767	0,000	18,816	0,000	19,467	0,000	19,401
53	18,767	24,552	18,816	25,111	19,467	26,104	19,401	26,547
52	57,289	64,411	58,593	65,193	60,909	66,912	61,944	67,487
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	138,025	147,898	139,700	149,360	143,383	152,709	144,616	153,767
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	69,019	71,685	69,701	72,113	71,264	73,400	71,758	73,655
34	30,722	31,743	30,906	32,113	31,457	32,832	31,567	33,123
33	158,714	160,799	160,564	162,270	164,160	165,482	165,616	166,581

Layer number	Vertical 65 (X=305,976 m)		Vertical 66 (X=310,992 m)		Vertical 67 (X=316,008 m)		Vertical 68 (X=321,024 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
32	96,479	97,220	97,362	98,237	99,289	100,286	99,949	101,076
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,430	3,462	3,487	3,519	3,604	3,635	3,650	3,680
20	32,598	33,206	32,932	33,503	33,608	34,138	33,867	34,363
19	10,698	11,236	10,852	11,428	11,183	11,791	11,301	11,940
18	1,873	1,887	1,905	1,915	1,965	1,973	1,990	1,995
17	34,402	34,816	34,723	35,212	35,369	35,927	35,619	36,250
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	174,081	191,722	176,061	193,037	179,633	195,822	181,249	196,829
5	191,722	198,821	193,037	200,008	195,822	202,618	196,829	203,512
4	9,516	9,549	9,607	9,642	9,809	9,845	9,878	9,916
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	199,242	214,852	200,453	215,789	203,084	218,050	204,002	218,722
1	214,852	230,267	215,789	231,455	218,050	233,874	218,722	234,808

Layer number	Vertical 69 (X=326,04 m)		Vertical 70 (X=331,056 m)		Vertical 71 (X=336,072 m)		Vertical 72 (X=341,088 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	19,255	0,000	19,402	0,000	18,830	0,000	17,691
53	19,255	26,927	19,402	27,507	18,830	27,553	17,691	27,139
52	62,829	67,935	64,182	68,829	64,290	68,434	63,325	66,841
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	146,643	147,526	143,231	146,893
45	145,576	154,571	147,490	156,276	147,526	155,853	146,893	154,083
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	72,133	73,797	72,929	74,353	72,731	74,055	71,905	73,582
34	31,627	33,366	31,866	33,775	31,738	33,761	31,535	33,393
33	166,830	167,445	168,874	169,142	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	100,467	101,725	101,485	102,865	101,282	102,855	100,179	102,172
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 69 (X=326,04 m)		Vertical 70 (X=331,056 m)		Vertical 71 (X=336,072 m)		Vertical 72 (X=341,088 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,688	3,717	3,754	3,783	3,753	3,782	3,714	3,743
20	34,079	34,542	34,454	34,883	34,450	34,858	34,228	34,653
19	11,396	12,063	11,576	12,269	11,563	12,277	11,454	12,170
18	2,011	2,013	2,045	2,046	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	35,825	36,528	36,187	36,958	36,189	37,014	35,990	36,798
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	182,641	197,638	184,789	199,154	185,069	198,991	183,989	197,743
5	197,638	204,216	199,154	205,605	198,991	205,369	197,743	204,081
4	9,933	9,973	10,041	10,083	10,023	10,067	9,922	9,969
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	204,730	219,217	206,141	220,353	205,932	220,348	204,674	219,476
1	219,217	235,577	220,353	236,940	220,348	236,893	219,476	235,936

Layer number	Vertical 73 (X=346,104 m)		Vertical 74 (X=351,12 m)		Vertical 75 (X=356,136 m)		Vertical 76 (X=361,152 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	16,511	0,000	15,396	0,000	14,512	0,000	12,681
53	16,511	26,741	15,396	26,429	14,512	26,286	12,681	25,693
52	62,396	65,260	61,667	63,845	61,335	62,795	59,950	60,689
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	139,843	146,359	136,811	146,236	134,560	146,891	130,047	145,552
45	146,359	152,391	146,236	151,078	146,891	150,514	145,552	147,988
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	71,116	73,150	70,503	72,895	70,240	72,981	69,061	72,191
34	31,350	33,040	31,241	32,756	31,277	32,610	30,939	32,102
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	99,119	101,537	98,268	101,112	97,830	101,092	96,306	100,028
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 73 (X=346,104 m)		Vertical 74 (X=351,12 m)		Vertical 75 (X=356,136 m)		Vertical 76 (X=361,152 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,677	3,708	3,652	3,684	3,651	3,684	3,590	3,624
20	34,023	34,463	33,888	34,343	33,887	34,355	33,539	34,026
19	11,354	12,071	11,290	12,009	11,297	12,015	11,124	11,845
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	35,808	36,597	35,692	36,461	35,704	36,450	35,387	36,117
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	182,985	196,564	182,306	195,685	182,250	195,386	180,587	193,586
5	196,564	202,859	195,685	201,928	195,386	201,559	193,586	199,734
4	9,828	9,876	9,755	9,806	9,727	9,779	9,586	9,641
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	203,481	218,670	202,579	218,136	202,238	218,125	200,445	216,772
1	218,670	235,039	218,136	234,396	218,125	234,237	216,772	232,829

Layer number	Vertical 77 (X=366,168 m)		Vertical 78 (X=371,184 m)		Vertical 79 (X=376,2 m)		Vertical 80 (X=381,216 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	0,000	10,253	0,000	8,708	0,000	6,527	0,000	2,264
53	10,253	24,968	8,708	24,775	6,527	24,500	2,264	24,134
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	124,841	143,655	123,876	143,089	122,500	142,173	120,671	140,875
45	143,655	144,910	143,089	144,031	142,173	142,800	140,875	141,185
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	67,625	71,189	67,214	71,790	66,640	72,238	65,886	72,524
34	30,509	31,499	30,767	31,503	30,959	31,445	31,082	31,319
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	94,497	98,655	94,510	97,633	94,335	96,415	93,957	94,982
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	164,425	164,461	162,721	163,853	160,692	162,939	158,303	161,693
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,512	3,547	3,492	3,529	3,461	3,499	3,418	3,459

Layer number	Vertical 77 (X=366,168 m)		Vertical 78 (X=371,184 m)		Vertical 79 (X=376,2 m)		Vertical 80 (X=381,216 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
20	33,097	33,603	32,986	33,477	32,815	33,291	32,578	33,040
19	10,904	11,628	10,838	11,560	10,742	11,462	10,613	11,331
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	34,980	35,691	34,853	35,387	34,668	35,024	34,420	34,596
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	178,453	191,389	176,934	191,049	175,119	190,448	172,980	189,566
5	191,389	197,524	191,049	197,112	190,448	196,448	189,566	195,511
4	9,417	9,474	9,386	9,445	9,335	9,397	9,264	9,328
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	198,270	215,072	197,887	215,029	197,252	214,756	196,346	214,235
1	215,072	231,098	215,029	230,908	214,756	230,504	214,235	229,868

Layer number	Vertical 81 (X=386,232 m)		Vertical 82 (X=391,248 m)		Vertical 83 (X=396,264 m)		Vertical 84 (X=401,28 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	23,758	0,000	23,392	0,000	22,909	0,000	22,757
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	118,791	139,646	116,960	140,509	114,546	140,916	113,786	142,679
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	65,168	72,754	65,571	72,035	65,761	71,115	66,584	70,778
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	155,901	160,417	154,361	159,262	152,389	157,696	151,668	157,344
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	3,375	3,418	3,336	3,377	3,284	3,323	3,272	3,310
20	32,334	32,790	32,095	32,701	31,773	32,533	31,693	32,602
19	10,485	11,200	10,439	11,115	10,354	10,991	10,389	10,986
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 81 (X=386,232 m)		Vertical 82 (X=391,248 m)		Vertical 83 (X=396,264 m)		Vertical 84 (X=401,28 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	170,855	188,652	170,046	187,568	168,856	186,135	168,803	185,733
5	188,652	194,580	187,568	194,269	186,135	193,629	185,733	193,984
4	9,194	9,259	9,170	9,230	9,122	9,176	9,149	9,198
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	195,442	213,696	195,060	213,167	194,350	212,337	194,631	212,414
1	213,696	229,215	213,167	228,571	212,337	227,645	212,414	227,565

Layer number	Vertical 85 (X=406,296 m)		Vertical 86 (X=411,312 m)		Vertical 87 (X=416,328 m)		Vertical 88 (X=421,344 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	22,809	0,000	23,141	0,000	23,344	0,000	23,346
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	114,047	114,063	115,707	115,990	116,721	117,267	116,728	117,539
46	114,063	144,987	115,990	144,589	117,267	143,684	117,539	141,951
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	144,987	145,006	144,589	144,929	143,684	144,349	141,951	142,951
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	145,006	145,044	144,929	145,608	144,349	145,671	142,951	144,930
35	67,687	70,765	67,950	70,714	67,980	70,438	67,634	69,796
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	30,328	30,343	30,306	30,581	30,188	30,722	29,913	30,710
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	91,030	91,043	91,742	91,977	92,165	92,618	92,130	92,802
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	151,739	157,720	153,294	158,924	154,363	159,664	154,670	159,669
22	13,139	13,140	13,300	13,312	13,400	13,422	13,400	13,433
21	3,285	3,321	3,328	3,363	3,355	3,389	3,358	3,391
20	31,758	32,800	32,008	32,991	32,166	33,092	32,178	33,052
19	10,490	11,048	10,588	11,143	10,640	11,192	10,619	11,170
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 85 (X=406,296 m)		Vertical 86 (X=411,312 m)		Vertical 87 (X=416,328 m)		Vertical 88 (X=421,344 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	79,053	79,066	79,475	79,703	79,697	80,137	79,599	80,252
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	169,427	185,955	170,791	187,002	171,722	187,655	171,968	187,685
5	185,955	194,907	187,002	196,180	187,655	197,075	187,685	197,375
4	9,218	9,262	9,315	9,353	9,383	9,416	9,406	9,434
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	195,479	213,021	196,683	214,106	197,512	214,847	197,746	215,042
1	213,021	227,980	214,106	228,843	214,847	229,385	215,042	229,417

Layer number	Vertical 89 (X=426,36 m)		Vertical 90 (X=431,376 m)		Vertical 91 (X=436,392 m)		Vertical 92 (X=441,408 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	23,278	0,000	23,232	0,000	23,444	0,000	23,577
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
47	116,390	117,467	116,160	117,504	117,220	118,813	117,885	119,729
46	117,467	139,910	117,504	137,930	118,813	137,024	119,729	135,777
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	139,910	141,254	137,930	139,627	137,024	139,067	135,777	138,176
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	141,254	143,904	139,627	142,961	139,067	143,066	138,176	142,853
35	67,155	69,022	66,715	68,279	66,764	68,012	66,665	67,597
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	29,581	30,646	29,263	30,598	29,148	30,746	28,970	30,835
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	91,937	92,830	91,794	92,906	92,239	93,564	92,505	94,042
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	154,716	159,422	154,844	159,254	155,939	160,029	156,737	160,517
22	13,367	13,410	13,345	13,399	13,449	13,513	13,514	13,589
21	3,353	3,385	3,350	3,381	3,378	3,409	3,397	3,427
20	32,139	32,963	32,117	32,889	32,281	32,998	32,389	33,051
19	10,573	11,123	10,536	11,084	10,591	11,137	10,619	11,163
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 89 (X=426,36 m)		Vertical 90 (X=431,376 m)		Vertical 91 (X=436,392 m)		Vertical 92 (X=441,408 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
8	79,389	80,257	79,215	80,297	79,453	80,744	79,566	81,066
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	171,980	187,499	172,066	187,381	173,023	188,064	173,713	188,504
5	187,499	197,471	187,381	197,630	188,064	198,549	188,504	199,235
4	9,413	9,437	9,425	9,444	9,496	9,509	9,548	9,557
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	197,776	215,050	197,871	215,116	198,724	215,881	199,345	216,433
1	215,050	229,273	215,116	229,185	215,881	229,752	216,433	230,121

Layer number	Vertical 93 (X=446,424 m)		Vertical 94 (X=451,44 m)		Vertical 95 (X=456,456 m)		Vertical 96 (X=461,472 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	23,640	0,000	23,507	0,000	23,332	0,000	22,853
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	69,996	70,258	68,559	71,696
47	118,198	120,295	117,535	119,903	117,096	119,830	119,493	123,474
46	120,295	134,211	119,903	131,756	119,830	129,491	123,474	130,093
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	134,211	136,977	131,756	134,919	129,491	132,933	130,093	132,490
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	136,977	142,350	134,919	141,032	132,933	139,757	132,490	139,515
35	66,430	67,045	65,815	66,111	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	65,220	65,229	65,107	65,212
30	28,734	30,870	28,333	30,756	27,955	30,619	27,948	30,348
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	92,610	94,361	92,268	94,241	91,857	94,076	91,044	93,726
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	156,793	156,848	156,209	156,871
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	73,196	73,207	73,207	73,347
23	157,269	160,746	157,068	160,260	156,873	159,777	157,171	159,773
22	13,545	13,631	13,480	13,576	13,415	13,520	13,414	13,509
21	3,408	3,436	3,394	3,422	3,380	3,407	3,377	3,401
20	32,445	33,055	32,360	32,919	32,271	32,779	32,237	32,695
19	10,621	11,163	10,551	11,092	10,479	11,020	10,436	10,975
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	79,566	81,276	79,251	81,178	78,927	81,074	78,727	81,090
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	174,164	188,724	173,953	188,334	173,729	187,931	173,763	187,766
5	188,724	199,712	188,334	199,408	187,931	198,582	187,766	197,979

Layer number	Vertical 93 (X=446,424 m)		Vertical 94 (X=451,44 m)		Vertical 95 (X=456,456 m)		Vertical 96 (X=461,472 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	9,585	9,588	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	199,408	199,491	198,582	198,953	197,979	198,640
2	199,758	216,792	199,491	216,615	198,953	216,183	198,640	215,559
1	216,792	230,309	216,615	229,992	216,183	229,649	215,559	229,501

Layer number	Vertical 97 (X=466,488 m)		Vertical 98 (X=471,504 m)		Vertical 99 (X=476,52 m)		Vertical 100 (X=481,536 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	22,436	0,000	21,875	0,000	21,171	0,000	20,985
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	67,309	73,693	65,625	75,851	63,514	75,781	62,954	76,242
47	122,822	127,953	126,419	132,620	126,302	132,161	127,070	131,888
46	127,953	131,606	132,620	133,439	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	131,606	132,950	133,439	133,744	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	132,950	140,130	133,744	141,062	132,161	139,548	131,888	139,195
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	65,394	65,594	65,829	66,123	65,123	65,515	64,957	65,447
30	28,112	30,233	28,338	30,178	28,078	29,663	28,049	29,362
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	90,700	93,835	90,535	94,116	88,990	93,078	88,087	92,663
25	156,391	157,656	156,860	158,721	155,129	157,615	154,439	157,540
24	73,573	73,840	74,070	74,461	73,554	74,075	73,518	74,167
23	158,228	160,517	159,560	161,536	158,732	160,422	158,929	160,321
22	13,514	13,598	13,652	13,724	13,502	13,563	13,488	13,539
21	3,399	3,421	3,431	3,449	3,391	3,407	3,385	3,398
20	32,353	32,756	32,523	32,872	32,269	32,569	32,217	32,464
19	10,467	11,004	10,527	11,061	10,372	10,907	10,318	10,852
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	78,858	81,427	79,113	81,882	78,419	81,422	78,174	81,396
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	174,486	188,239	175,461	188,949	174,475	187,837	174,420	187,589
5	188,239	197,981	188,949	198,210	187,837	196,700	187,589	196,012
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	197,981	198,930	198,210	199,445	196,700	198,235	196,012	197,842
2	198,930	215,490	199,445	215,630	198,235	214,172	197,842	213,470
1	215,490	229,876	215,630	230,444	214,172	229,521	213,470	229,305

Layer number	Vertical 101 (X=486,552 m)		Vertical 102 (X=491,568 m)		Vertical 103 (X=496,584 m)		Vertical 104 (X=501,6 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	21,223	0,000	20,957	0,000	20,656	0,000	20,773
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	63,669	77,745	62,870	78,001	61,969	78,184	62,320	79,355
47	129,576	133,307	130,002	132,721	130,306	132,012	132,258	132,940
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	133,307	140,445	132,721	139,794	132,012	139,026	132,940	139,812
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	65,541	66,121	65,237	65,915	64,879	65,656	65,246	66,113
30	28,338	29,365	28,249	29,003	28,138	28,615	28,334	28,526
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	88,096	93,118	87,010	92,540	85,845	91,898	85,579	92,101
25	155,196	158,881	154,234	158,542	153,163	158,102	153,502	159,029
24	74,145	74,913	73,986	74,882	73,781	74,805	74,214	75,357
23	160,528	161,613	160,462	161,253	160,297	160,793	161,479	161,679
22	13,662	13,702	13,614	13,643	13,552	13,570	13,671	13,679
21	3,426	3,436	3,411	3,418	3,392	3,397	3,420	3,422
20	32,441	32,635	32,337	32,479	32,213	32,302	32,358	32,393
19	10,405	10,936	10,326	10,856	10,236	10,766	10,283	10,810
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	78,553	81,968	78,192	81,831	77,785	81,651	77,983	82,049
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	175,645	188,534	175,352	188,065	174,967	187,509	175,819	188,108
5	188,534	196,467	188,065	195,564	187,509	194,576	188,108	194,698
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	196,467	198,581	195,564	197,978	194,576	197,292	194,698	197,703
2	198,581	213,816	197,978	212,915	197,292	211,936	197,703	211,977
1	213,816	230,066	212,915	229,669	211,936	229,202	211,977	229,679

Layer number	Vertical 105 (X=506,616 m)		Vertical 106 (X=511,632 m)		Vertical 107 (X=516,648 m)		Vertical 108 (X=521,664 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	20,694	0,000	20,464	0,000	20,601	0,000	20,677

Layer number	Vertical 105 (X=506,616 m)		Vertical 106 (X=511,632 m)		Vertical 107 (X=516,648 m)		Vertical 108 (X=521,664 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	62,083	79,497	61,391	78,097	61,804	77,556	62,031	76,863
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	132,495	132,895	130,162	131,824	129,260	132,183	128,105	132,304
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	132,895	133,009	131,824	132,294	132,183	133,007	132,304	133,480
36	133,009	140,083	132,294	140,246	133,007	141,750	133,480	143,019
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	65,372	66,257	65,448	66,192	66,150	66,746	66,742	67,195
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	85,188	91,989	85,104	91,744	85,817	92,239	86,393	92,610
25	153,316	159,254	152,906	158,860	153,732	159,655	154,349	160,250
24	74,319	75,485	74,135	75,118	74,506	75,299	74,783	75,389
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	13,681	14,398	13,575	14,341	13,628	14,440	13,653	14,514
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	6,680	6,683	6,663	6,676	6,692	6,714	6,713	6,744
9	1,801	1,801	1,798	1,800	1,814	1,817	1,827	1,832
8	77,980	81,985	77,930	81,311	78,408	81,140	78,795	80,884
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	175,683	188,118	174,237	187,611	173,871	188,111	173,323	188,444
5	188,118	194,253	187,611	193,304	188,111	193,332	188,444	193,197
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	194,253	197,555	193,304	196,913	193,332	197,232	193,197	197,390
2	197,555	211,496	196,913	210,553	197,232	210,506	197,390	210,310
1	211,496	229,674	210,553	229,246	210,506	229,643	210,310	229,902

Layer number	Vertical 109 (X=526,68 m)		Vertical 110 (X=531,696 m)		Vertical 111 (X=536,712 m)		Vertical 112 (X=541,728 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	20,581	0,000	19,972	0,000	19,120	0,000	18,582
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 109 (X=526,68 m)		Vertical 110 (X=531,696 m)		Vertical 111 (X=536,712 m)		Vertical 112 (X=541,728 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
48	61,742	75,743	59,915	73,346	57,360	70,320	55,745	68,642
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	126,239	131,754	122,244	129,211	117,200	125,766	114,403	122,011
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	131,754	133,288	129,211	131,133	125,766	128,108	122,011	127,232
36	133,288	143,660	131,133	142,491	128,108	140,550	127,232	137,893
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	67,041	67,354	66,496	66,671	65,590	65,627	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	86,598	92,634	85,720	91,647	84,377	90,221	82,736	88,499
25	154,391	160,290	152,745	158,705	150,369	156,419	147,498	153,917
24	74,802	75,222	74,062	74,299	72,996	73,045	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	6,318	6,343
15	13,605	14,514	13,339	14,300	12,981	13,995	12,685	13,664
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	96,976	97,241
10	6,713	6,753	6,651	6,700	6,563	6,622	6,483	6,534
9	1,831	1,837	1,809	1,816	1,775	1,783	1,737	1,745
8	78,937	80,388	78,362	79,178	77,480	77,650	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	172,259	188,304	169,668	186,783	166,393	184,669	163,788	182,719
5	188,304	192,603	186,783	190,651	184,669	188,110	182,719	186,342
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	192,603	197,099	190,651	195,486	188,110	193,305	186,342	191,567
2	197,099	209,692	195,486	207,828	193,305	205,425	191,567	204,169
1	209,692	229,776	207,828	228,518	205,425	226,780	204,169	225,343

Layer number	Vertical 113 (X=546,744 m)		Vertical 114 (X=551,76 m)		Vertical 115 (X=556,776 m)		Vertical 116 (X=561,792 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	17,178	0,000	14,343	0,000	13,052	0,000	12,030
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	51,534	65,105	43,028	58,422	39,156	55,441	36,090	53,579
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 113 (X=546,744 m)		Vertical 114 (X=551,76 m)		Vertical 115 (X=556,776 m)		Vertical 116 (X=561,792 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	108,509	114,364	97,370	101,450	92,401	94,103	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	89,298	89,405
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,649	2,650
37	114,364	123,688	101,450	115,889	94,103	113,630	89,419	112,184
36	123,688	131,717	115,889	121,264	113,630	115,804	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	112,184	112,311
26	79,030	84,840	72,758	78,812	69,482	75,569	67,387	73,585
25	141,401	148,441	131,353	139,284	125,948	134,593	122,641	131,676
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	5,962	6,020	5,385	5,478	5,098	5,227	4,922	5,075
15	12,041	12,959	10,957	11,820	10,454	11,251	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	26,842	27,326
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,222	5,404
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,351	1,363
11	93,815	94,457	88,577	89,643	85,886	87,383	84,239	86,006
10	6,297	6,336	5,976	6,002	5,826	5,836	n.a.	n.a.
9	1,654	1,659	1,516	1,520	1,450	1,451	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	158,714	178,421	150,249	171,180	145,977	167,695	143,343	165,454
5	178,421	182,498	171,180	175,808	167,695	172,804	165,454	171,024
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	182,498	187,700	175,808	181,068	172,804	178,017	171,024	176,150
2	187,700	201,186	181,068	195,672	178,017	193,519	176,150	192,473
1	201,186	222,080	195,672	216,519	193,519	213,989	192,473	212,454

Layer number	Vertical 117 (X=566,808 m)		Vertical 118 (X=571,824 m)		Vertical 119 (X=576,84 m)		Vertical 120 (X=581,856 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	0,000	11,571	0,000	11,246	0,000	11,012	0,000	6,892
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	34,714	53,751	33,738	54,206	33,037	54,839	20,676	49,591
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 117 (X=566,808 m)		Vertical 118 (X=571,824 m)		Vertical 119 (X=576,84 m)		Vertical 120 (X=581,856 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	89,585	89,990	90,343	91,038	91,398	92,376	82,652	84,050
38	2,677	2,679	2,727	2,731	2,791	2,797	2,400	2,408
37	90,041	111,964	91,126	112,124	92,499	112,531	84,227	105,074
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	111,964	112,450	112,124	112,965	112,531	113,722	105,074	106,725
26	67,470	73,909	67,779	74,438	68,233	75,097	64,035	71,561
25	123,182	131,942	124,064	132,529	125,162	133,321	119,268	127,558
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,938	5,090	4,973	5,124	5,021	5,171	4,678	4,830
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	26,893	27,386	27,006	27,509	27,160	27,671	26,027	26,571
13	5,240	5,425	5,278	5,466	5,327	5,519	4,993	5,190
12	1,356	1,369	1,366	1,379	1,380	1,392	1,298	1,311
11	84,451	86,165	84,842	86,502	85,350	86,952	82,181	83,795
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	143,609	165,358	144,170	165,519	144,920	165,847	139,659	160,934
5	165,358	171,323	165,519	171,869	165,847	172,574	160,934	168,257
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	171,323	176,302	171,869	176,695	172,574	177,244	168,257	172,903
2	176,302	193,280	176,695	194,303	177,244	195,462	172,903	192,205
1	193,280	212,596	194,303	212,937	195,462	213,408	192,205	209,832

Layer number	Vertical 121 (X=586,872 m)		Vertical 122 (X=591,888 m)		Vertical 123 (X=596,904 m)		Vertical 124 (X=601,92 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	0,000	44,433	0,000	40,191	0,000	36,613	0,000	33,486
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	74,055	75,966	66,984	69,477	61,021	64,166	55,809	59,682
38	2,041	2,052	1,770	1,782	1,558	1,573	1,388	1,405
37	76,205	97,943	69,788	92,170	64,555	87,359	60,157	83,200

Layer number	Vertical 121 (X=586,872 m)		Vertical 122 (X=591,888 m)		Vertical 123 (X=596,904 m)		Vertical 124 (X=601,92 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	97,943	100,115	92,170	94,898	87,359	90,676	83,200	87,138
26	60,069	68,304	56,939	65,847	54,405	63,956	52,283	62,455
25	113,839	122,240	109,745	118,171	106,594	114,977	104,092	112,382
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,370	4,524	4,139	4,295	3,962	4,119	3,820	3,977
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	24,984	25,562	24,186	24,795	23,560	24,198	23,052	23,716
13	4,693	4,897	4,470	4,680	4,299	4,514	4,162	4,383
12	1,224	1,237	1,170	1,183	1,129	1,142	1,096	1,110
11	79,285	80,905	77,099	78,713	75,411	77,006	74,060	75,629
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	134,842	156,427	131,188	152,935	128,343	150,142	126,048	147,820
5	156,427	164,361	152,935	161,457	150,142	159,236	147,820	157,475
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	164,361	168,969	161,457	165,999	159,236	163,691	157,475	161,828
2	168,969	189,356	165,999	187,399	163,691	186,051	161,828	185,111
1	189,356	206,619	187,399	204,214	186,051	202,358	185,111	200,870

Layer number	Vertical 125 (X=606,936 m)		Vertical 126 (X=611,952 m)		Vertical 127 (X=616,968 m)		Vertical 128 (X=621,984 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	n.a.	n.a.	0,000	2,602	0,000	4,483	0,000	5,809
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	0,000	33,007	7,805	33,529	13,450	34,986	17,426	36,477
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	55,012	59,389	55,881	60,637	58,309	63,306	60,795	66,010
38	1,377	1,397	1,423	1,445	1,525	1,548	1,630	1,656
37	59,923	82,057	61,216	82,033	63,914	83,104	66,644	84,273
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 125 (X=606,936 m)		Vertical 126 (X=611,952 m)		Vertical 127 (X=616,968 m)		Vertical 128 (X=621,984 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	82,057	86,513	82,033	86,952	83,104	88,418	84,273	89,965
26	51,908	62,436	52,171	62,947	53,051	63,966	53,979	65,020
25	104,060	112,072	104,912	112,585	106,610	113,892	108,367	115,266
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	3,803	3,960	3,831	3,987	3,902	4,057	3,978	4,132
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	22,989	23,668	23,087	23,776	23,340	24,034	23,606	24,305
13	4,149	4,374	4,179	4,407	4,252	4,483	4,329	4,562
12	1,093	1,107	1,102	1,116	1,121	1,135	1,141	1,154
11	73,961	75,478	74,312	75,767	75,095	76,482	75,916	77,234
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	125,797	147,239	126,279	147,284	127,470	147,942	128,724	148,660
5	147,239	157,356	147,284	157,824	147,942	158,861	148,660	159,950
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	157,356	161,562	157,824	161,867	158,861	162,729	159,950	163,643
2	161,562	185,243	161,867	185,364	162,729	185,971	163,643	186,628
1	185,243	200,673	185,364	200,935	185,971	201,646	186,628	202,401

Layer number	Vertical 129 (X=627 m)		Vertical 130 (X=632,016 m)		Vertical 131 (X=637,032 m)		Vertical 132 (X=642,048 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	6,998	0,000	8,268	0,000	8,399	0,000	7,952
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	20,995	38,099	24,805	40,123	25,196	40,165	23,856	39,132
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	63,498	68,897	66,872	72,389	66,941	72,821	65,220	71,616
38	1,746	1,773	1,890	1,918	1,908	1,938	1,858	1,890
37	69,554	85,659	73,061	87,617	73,536	87,096	72,390	85,192
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 129 (X=627 m)		Vertical 130 (X=632,016 m)		Vertical 131 (X=637,032 m)		Vertical 132 (X=642,048 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	85,659	91,704	87,617	93,964	87,096	93,906	85,192	92,578
26	55,022	66,167	56,378	67,571	56,344	67,813	55,547	67,424
25	110,278	116,795	112,618	118,743	113,021	118,861	112,374	117,980
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,063	4,215	4,172	4,322	4,178	4,328	4,129	4,279
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	23,903	24,606	24,281	24,986	24,303	25,019	24,128	24,862
13	4,415	4,650	4,525	4,762	4,534	4,775	4,489	4,734
12	1,163	1,177	1,191	1,204	1,194	1,208	1,183	1,197
11	76,821	78,071	77,955	79,136	78,087	79,214	77,672	78,753
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	130,119	149,508	131,893	150,696	132,023	150,451	131,254	149,415
5	149,508	161,156	150,696	162,672	150,451	162,857	149,415	162,315
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	161,156	164,674	162,672	166,011	162,857	166,046	162,315	165,367
2	164,674	187,388	166,011	188,421	166,046	188,309	165,367	187,566
1	187,388	203,251	188,421	204,352	188,309	204,397	187,566	203,862

Layer number	Vertical 133 (X=647,064 m)		Vertical 134 (X=652,08 m)		Vertical 135 (X=657,096 m)		Vertical 136 (X=662,112 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	7,436	0,000	6,816	0,000	6,027	0,000	5,780
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	22,308	37,996	20,449	36,715	18,081	35,222	17,341	34,616
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	63,326	70,278	61,192	68,752	58,704	66,948	57,693	66,466
38	1,802	1,837	1,740	1,777	1,668	1,707	1,649	1,690
37	71,114	83,150	69,655	80,918	67,925	78,415	67,501	77,012
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	83,150	91,143	80,918	89,561	78,415	87,765	77,012	86,976
26	54,686	66,991	53,737	66,495	52,659	65,906	52,186	65,808
25	111,652	117,024	110,826	115,964	109,844	114,753	109,680	114,321

Layer number	Vertical 133 (X=647,064 m)		Vertical 134 (X=652,08 m)		Vertical 135 (X=657,096 m)		Vertical 136 (X=662,112 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,075	4,225	4,017	4,166	3,950	4,100	3,926	4,075
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	23,939	24,691	23,730	24,501	23,491	24,282	23,405	24,230
13	4,440	4,689	4,385	4,638	4,322	4,580	4,308	4,576
12	1,172	1,186	1,160	1,174	1,145	1,159	1,144	1,159
11	77,218	78,252	76,708	77,697	76,119	77,061	76,099	76,988
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	130,420	148,319	129,494	147,138	128,435	145,836	128,313	145,358
5	148,319	161,721	147,138	161,056	145,836	160,287	145,358	160,271
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	161,721	164,636	161,056	163,835	160,287	162,929	160,271	162,763
2	164,636	186,778	163,835	185,927	162,929	184,983	162,763	184,691
1	186,778	203,286	185,927	202,653	184,983	201,938	184,691	201,821

Layer number	Vertical 137 (X=667,128 m)		Vertical 138 (X=672,144 m)		Vertical 139 (X=677,16 m)		Vertical 140 (X=682,176 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	5,710	0,000	5,710	0,000	5,807	0,000	5,979
50	28,548	28,976	28,551	30,975	29,033	33,270	29,895	35,740
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	17,386	34,404	18,585	34,794	19,962	35,320	21,444	35,954
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	57,340	66,563	57,989	67,521	58,867	68,667	59,924	69,959
38	1,652	1,696	1,691	1,736	1,737	1,783	1,789	1,838
37	67,647	76,091	68,640	75,923	69,816	75,937	71,135	76,103
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	76,091	86,626	75,923	86,942	75,937	87,414	76,103	88,015
26	51,976	65,920	52,165	66,347	52,449	66,845	52,809	67,401
25	109,867	114,226	110,578	114,635	111,408	115,164	112,335	115,789
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 137 (X=667,128 m)		Vertical 138 (X=672,144 m)		Vertical 139 (X=677,16 m)		Vertical 140 (X=682,176 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	3,921	4,070	3,943	4,091	3,972	4,120	4,007	4,153
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	23,384	24,246	23,462	24,357	23,563	24,490	23,683	24,640
13	4,312	4,592	4,344	4,635	4,382	4,684	4,425	4,738
12	1,148	1,163	1,159	1,175	1,171	1,188	1,184	1,202
11	76,288	77,122	76,748	77,524	77,270	77,988	77,842	78,502
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	128,536	145,182	129,206	145,405	129,980	145,722	130,836	146,116
5	145,182	160,530	145,405	161,148	145,722	161,849	146,116	162,618
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	160,530	162,869	161,148	163,329	161,849	163,873	162,618	164,484
2	162,869	184,639	163,329	184,899	163,873	185,405	164,484	186,681
1	184,639	201,923	184,899	202,310	185,405	202,765	186,681	203,276

Layer number	Vertical 141 (X=687,192 m)		Vertical 142 (X=692,208 m)		Vertical 143 (X=697,224 m)		Vertical 144 (X=702,24 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	5,685	0,000	5,659	0,000	6,311	0,000	6,183
50	28,423	36,210	28,293	37,728	31,553	41,692	30,916	42,639
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	21,726	35,899	22,637	36,235	25,015	37,552	25,583	37,720
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	59,832	70,262	60,392	71,117	62,587	73,356	62,866	73,957
38	1,802	1,852	1,837	1,889	1,930	1,984	1,956	2,011
37	71,481	75,367	72,368	75,147	74,615	76,267	75,251	75,836
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
27	75,367	87,838	75,147	88,106	76,267	89,512	75,836	89,595
26	52,703	67,589	52,864	67,985	53,707	68,910	53,757	69,214
25	112,649	115,822	113,309	116,194	114,850	117,430	115,357	117,659
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 141 (X=687,192 m)		Vertical 142 (X=692,208 m)		Vertical 143 (X=697,224 m)		Vertical 144 (X=702,24 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
16	4,009	4,155	4,029	4,174	4,098	4,242	4,111	4,254
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	23,688	24,680	23,759	24,782	23,998	25,047	24,041	25,122
13	4,436	4,760	4,466	4,801	4,542	4,888	4,564	4,920
12	1,190	1,208	1,200	1,219	1,222	1,241	1,230	1,250
11	78,095	78,700	78,527	79,077	79,418	79,910	79,770	80,209
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	131,167	146,043	131,796	146,238	133,184	147,123	133,681	147,207
5	146,043	162,965	146,238	163,550	147,123	164,750	147,207	165,231
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	162,965	164,679	163,550	165,111	164,750	166,152	165,231	166,483
2	164,679	187,584	165,111	188,691	166,152	190,325	166,483	191,331
1	187,584	203,450	188,691	203,816	190,325	204,677	191,331	204,962

Layer number	Vertical 145 (X=707,256 m)		Vertical 146 (X=712,272 m)		Vertical 147 (X=717,288 m)		Vertical 148 (X=722,304 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	5,782	0,000	5,800	0,000	5,975	0,000	6,333
50	28,912	41,388	28,998	40,055	29,877	39,276	31,664	39,230
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	24,833	37,312	24,033	37,270	23,566	37,453	23,538	37,912
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	62,187	73,000	62,116	71,630	62,421	70,567	63,187	69,904
38	1,915	1,969	1,858	1,905	1,814	1,854	1,787	1,820
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	74,263	76,282	72,752	79,198	71,537	82,295	70,714	85,621
27	76,282	89,490	79,198	90,393	82,295	91,544	85,621	92,994
26	53,694	69,271	54,236	69,603	54,927	70,055	55,797	70,652
25	115,451	117,483	116,005	117,761	116,758	118,237	117,753	118,955
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,101	4,244	4,117	4,259	4,143	4,285	4,184	4,324
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	24,005	25,122	24,057	25,206	24,148	25,328	24,287	25,494
13	4,564	4,932	4,589	4,967	4,624	5,013	4,673	5,072

Layer number	Vertical 145 (X=707,256 m)		Vertical 146 (X=712,272 m)		Vertical 147 (X=717,288 m)		Vertical 148 (X=722,304 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
12	1,233	1,253	1,242	1,262	1,253	1,275	1,268	1,290
11	79,907	80,294	80,283	80,617	80,761	81,043	81,366	81,595
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	133,823	146,968	134,361	147,091	135,071	147,373	135,991	147,852
5	146,968	165,424	147,091	165,938	147,373	166,592	147,852	167,417
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	165,424	166,529	165,938	166,894	166,592	167,398	167,417	168,074
2	166,529	192,085	166,894	193,113	167,398	194,255	168,074	195,540
1	192,085	205,015	193,113	205,327	194,255	205,753	195,540	206,320

Layer number	Vertical 149 (X=727,32 m)		Vertical 150 (X=732,336 m)		Vertical 151 (X=737,352 m)		Vertical 152 (X=742,368 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	7,473	0,000	8,939	0,000	11,198	0,000	11,175
50	37,365	42,650	44,693	48,029	55,991	57,712	55,873	56,604
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	25,590	39,675	28,817	42,256	34,627	46,799	33,962	46,695
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	66,124	71,254	70,427	73,996	77,998	80,062	77,825	78,700
38	1,843	1,869	1,957	1,976	2,220	2,232	2,160	2,165
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	71,881	90,405	74,438	96,035	80,321	103,965	78,811	106,038
27	90,405	95,912	96,035	99,790	103,965	106,081	106,038	106,759
26	57,547	71,957	59,874	73,747	63,649	76,763	64,056	77,021
25	119,928	120,849	122,912	123,556	127,938	128,313	128,368	128,496
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,291	4,430	4,445	4,583	4,722	4,857	4,733	4,867
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	24,656	25,864	25,185	26,380	26,117	27,283	26,152	27,327
13	4,782	5,185	4,936	5,339	5,208	5,610	5,222	5,627
12	1,296	1,318	1,335	1,357	1,402	1,424	1,407	1,428
11	82,475	82,651	83,969	84,093	86,560	86,632	86,719	86,743
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 149 (X=727,32 m)		Vertical 150 (X=732,336 m)		Vertical 151 (X=737,352 m)		Vertical 152 (X=742,368 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	137,752	149,110	140,155	150,976	144,387	154,563	144,572	154,386
5	149,110	168,927	150,976	170,969	154,563	174,529	154,386	174,757
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	168,927	169,434	170,969	171,328	174,529	174,742	174,757	174,830
2	169,434	197,406	171,328	199,721	174,742	203,332	174,830	203,404
1	197,406	207,445	199,721	209,011	203,332	211,834	203,404	211,922

Layer number	Vertical 153 (X=747,384 m)		Vertical 154 (X=752,4 m)		Vertical 155 (X=757,416 m)		Vertical 156 (X=762,432 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	9,758	0,000	10,226	0,000	10,735	0,000	11,245
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	48,790	49,552	51,130	54,413	53,676	59,154	56,223	63,645
48	29,731	43,539	32,648	43,906	35,492	44,404	38,187	44,949
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	72,564	103,162	73,176	102,702	74,007	102,401	74,916	102,163
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	61,897	75,261	61,621	75,181	61,440	75,181	61,298	75,212
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,554	4,682	4,546	4,660	4,546	4,645	4,549	4,634
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	25,526	26,713	25,450	26,595	25,400	26,502	25,361	26,418
13	5,035	5,439	5,000	5,391	4,972	5,350	4,947	5,312
12	1,360	1,381	1,348	1,369	1,337	1,359	1,328	1,349
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	141,554	152,358	140,768	153,684	140,096	155,105	139,467	156,555
5	152,358	173,083	153,684	174,068	155,105	175,141	156,555	176,245

Layer number	Vertical 153 (X=747,384 m)		Vertical 154 (X=752,4 m)		Vertical 155 (X=757,416 m)		Vertical 156 (X=762,432 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	173,083	201,140	174,068	200,846	175,141	200,634	176,245	200,454
1	201,140	210,172	200,846	210,312	200,634	210,531	200,454	210,781

Layer number	Vertical 157 (X=767,448 m)		Vertical 158 (X=772,464 m)		Vertical 159 (X=777,48 m)		Vertical 160 (X=782,496 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	11,768	0,000	12,054	0,000	12,193	0,000	12,343
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	58,842	66,951	60,270	66,598	60,963	65,590	61,713	64,628
48	40,171	45,588	39,959	45,740	39,354	45,553	38,777	45,396
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
28	75,979	102,291	76,233	102,421	75,921	102,131	75,661	101,879
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	61,374	75,422	61,452	75,632	61,278	75,637	61,127	75,661
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,570	4,640	4,590	4,645	4,591	4,631	4,593	4,619
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	25,380	26,391	25,400	26,364	25,352	26,271	25,310	26,185
13	4,939	5,290	4,931	5,269	4,903	5,228	4,877	5,189
12	1,323	1,343	1,317	1,338	1,307	1,327	1,297	1,318
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	139,105	158,229	138,743	159,886	138,070	161,260	137,422	162,647
5	158,229	177,552	159,886	178,852	161,260	179,903	162,647	180,970
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	177,552	200,461	178,852	200,469	179,903	200,263	180,970	200,076
1	200,461	211,207	200,469	211,634	200,263	211,857	200,076	212,099

Layer number	Vertical 161 (X=787,512 m)		Vertical 162 (X=792,528 m)		Vertical 163 (X=797,544 m)		Vertical 164 (X=802,56 m	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	12,504	0,000	12,550	0,000	12,367	0,000	12,071
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	62,521	63,717	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	38,230	45,273	37,651	44,551	37,100	42,481	36,212	40,007
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	n.a.	n.a.	74,251	77,923	70,802	86,055	66,679	93,127
28	75,455	101,667	77,923	101,904	86,055	103,254	93,127	104,269
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	61,000	75,705	61,143	75,781	61,953	75,998	62,561	76,057
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	4,597	4,609	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	25,275	26,104	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	4,853	5,152	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	1,288	1,308	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	n.a.	n.a.	126,302	136,522	126,663	137,618	126,762	138,466
6	136,802	164,048	136,522	165,097	137,618	165,351	138,466	165,404
5	164,048	182,054	165,097	182,878	165,351	183,108	165,404	183,155
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	182,054	199,910	182,878	199,727	183,108	199,493	183,155	199,092
1	199,910	212,360	199,727	212,605	199,493	212,802	199,092	212,843

Layer number	Vertical 165 (X=807,576 m)		Vertical 166 (X=812,557 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
55	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
54	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
53	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Layer number	Vertical 165 (X=807,576 m)		Vertical 166 (X=812,557 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
52	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
51	0,000	11,788	0,000	11,513
50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
49	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
48	35,364	37,429	34,539	34,716
47	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
46	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
45	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
44	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
38	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
36	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
34	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
33	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
32	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
31	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
29	62,381	99,760	57,861	105,970
28	99,760	105,331	105,970	106,409
27	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
26	63,199	76,145	63,846	76,248
25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
24	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
23	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
21	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
19	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
18	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
13	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7	126,908	139,353	127,080	140,254
6	139,353	165,493	140,254	165,604
5	165,493	183,236	165,604	183,336
4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	183,236	198,721	183,336	198,376
1	198,721	212,913	198,376	212,999

5 Data for Stress Analysis

5.1 General data

Pipeline diameter	:	Do = 800,00 mm
Wall thickness	:	t = 72,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Combined bending radius	:	Rmin = 400,000 m
Bending radius on rollers	:	Rrol = 400,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 203265 kN/m³

5.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 100%

Uplift forces	:	558	[kg/m]	
Weight of pipeline (including filling)	:	495	[kg/m]	

Result	:	63	[kg/m]	(Pipeline moves upwards)

5.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10)
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20)

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.
The pulling direction of the product pipe is from left to right.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	413
T2	80	394
T3	199	404
T4	674	288
T5	778	293
T6	835	280

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2012 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty (f) of at least 1.4 for the stress analysis. In the subsequent pipe stress analysis, a factor of 2,00 is used and a load factor of 1,00.

The maximum representative pulling force is 1514 kN, calculation factor excluded. At this pulling force level the stresses in the pipeline are equal to the maximum allowable stress.

6 Stress Analysis of Pipe: 800 mm PE100 SDR11

6.1 Material Data of Pipe: 800 mm PE100 SDR11

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 800,00 mm
Wall thickness	:	t = 72,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 50,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 835 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Bedding angle	:	beta = 120 degrees
Load angle	:	alpha = 180 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,061
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,083
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,131
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,138
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,048
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,089
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 96 kN/m²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 203265 kN/m³
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 2,00
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Results Stress Analysis of Pipe: 800 mm PE100 SDR11

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 72,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

Sigma_b = Mb/Wb = f_k E·Ib /(Rrol·Wb)	=	1,37	N/mm²
Sigma_t = f * f_install * T1/A = f * f_install (Lrol * Q * f1)/A	=	4,98	N/mm²
Maximum axial stress Sigma_a,max	=	5,86	N/mm²

In this load combination the tangential stress is negligible.

6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

Sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib /(Rmin·Wb)	=	1,37	N/mm²
Sigma_t = f * f_install * Tmax/A	=	3,37	N/mm²
Maximum axial stress Sigma_a,max	=	4,25	N/mm²

Tangential stress:

Load qr on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

qr = kv *·y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(Do.R/f_R)

Lambda = (f_kv kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	1,7E-3	1/mm
qr	=	0,0328	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,90	N/mm²
Maximum tangential stress Sigma_t,max	=	0,90	N/mm²

6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

Sigma_py = f_pd . pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,00	N/mm²
Sigma_ptest = f_pt . pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

Sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib /(Rmin·Wb)	=	0,49	N/mm²
Maximum axial stress Sigma_a,max	=	0,32	N/mm²

Tangential stress:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,54	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	6,55	N/mm²
Maximum tangential stress Sigma_t,max	=	4,61	N/mm²

6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

Sigma_b = Mb/Wb = f_k·E·Ib /(Rmin·Wb)	=	0,49	N/mm²

Due to internal pressure :

Sigma_py = f_pd . pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,00	N/mm²
Sigma_ptest = f_pt . pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,00	N/mm²
Sigma_Temp = dt * gamma_t * alpha_g * E	=	3,08	N/mm²
Maximum axial stress Sigma_a,max	=	3,40	N/mm²

Tangential stress:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,54	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	6,55	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·. Sigma_qr) + (Frr·. Sigma_qn))

Maximum tangential stress Sigma_t,max	=	4,61	N/mm²

6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe: 800 mm PE100 SDR11

Load combination 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Load combination 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Load combination 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Load combination 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_ptest	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_py	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_axial	10,00 (short)	5,86	4,25	-	-	-
Sigma_axial	8,00 (long)	-	-	-	0,32	3,40
Sigma_tan...	10,00 (short)	-	0,90	-	-	-
Sigma_tan...	8,00 (long)	-	-	-	4,61	4,61

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 16,8 mm (2,10% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 64,0 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.
For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 40,0 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

6.3.4 Check for Implosion of Pipe: 800 mm PE100 SDR11

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 446 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1546 kN/m².

As the pipe is completely filled during the pullback operation the external pressure is decreased with the internal pressure of 376 kN/m². The maximum allowable pressure becomes 1922 kN/m².

In operation the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 321 kN/m², this is more than the maximum allowable external pressure of 277 kN/m².

If the pipe stays completely filled during operation, the fluid gives an internal pressure of 376 kN/m². This taken in account the total allowable pressure becomes 653 kN/m². This is more than the maximum external pressure.

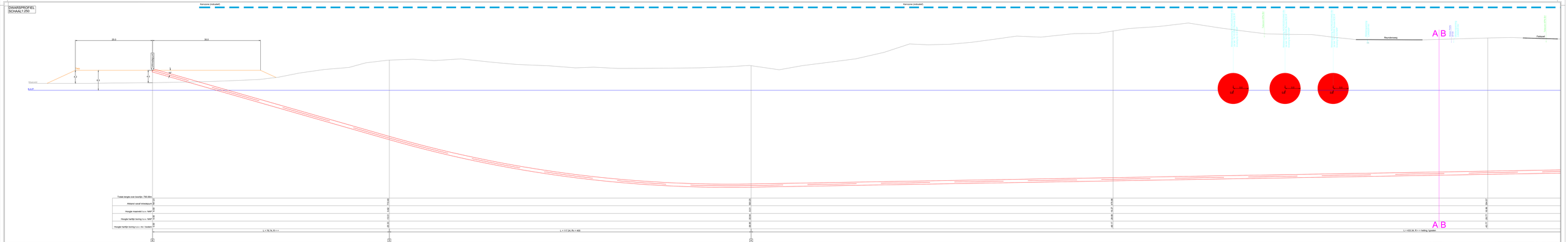
End of Report

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

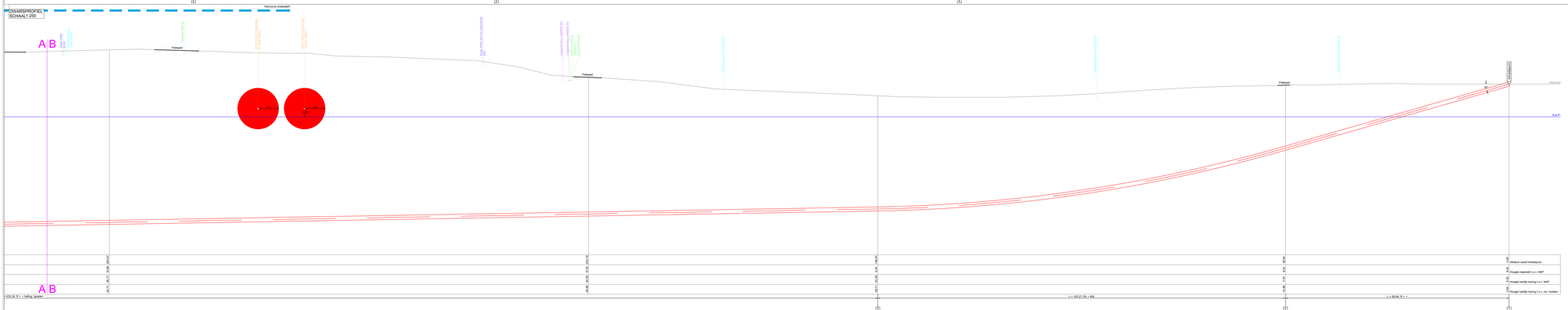
Deltares

www.deltares.nl

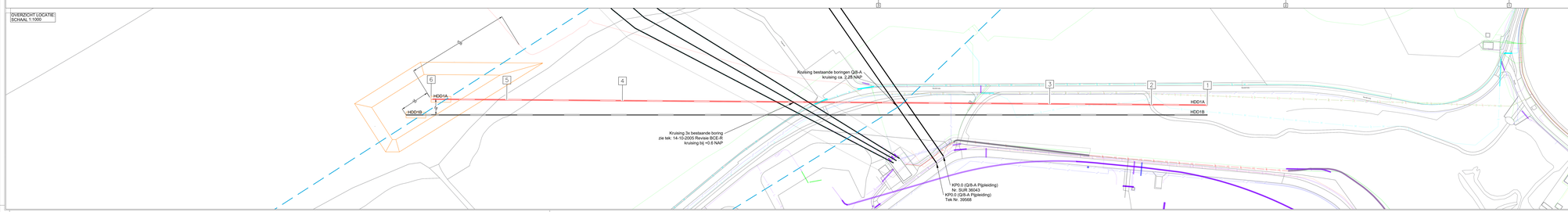
DWARSPROFIEL
SCHAAL 1:250



DWARSPROFIEL
SCHAAL 1:250



OVERZICHT LOCATIE
SCHAAL 1:1000



OVERZICHT LOCATIE
SCHAAL 1:5000



	X	Y	ZNAP
1	Intrede	100718.01	500245.39	8.30
2	Begin Verticale Boch	100670.14	500215.11	-7.67
3	Einde Verticale Boch	100565.87	500159.89	-23.38
4	Begin Verticale Boch	100218.68	499928.20	-30.99
5	Einde Verticale Boch	100117.81	499885.11	-15.57
6	Uittrede	100050.76	499824.48	6.50

DOORSNEDE
SCHAAL 1:40

TE BOREN BUIS
1x280/mm PE100 SDR11
Ruimgat Ø1040

- Lengte(n): 795.56 m
- Buisdiameter(s): 800 mm
- Verwachte trekkracht: N.T.B. kN

KLIC NUMMER: 2000034622
OKTV/KNVST DATUM: 08-04-2020

DE HOOGTEMATEN ZIJN VERKREGEN UIT AHN, DEZE ZIJN NEDCATSET

JUISTE LIGGING VAN KABELS EN LEIDINGEN DIENT TIJDENS DE UITVOERING BEPAALD TE WORDEN DOOR MIDDEL VAN PROEFSLEUVEN

Legenda horizontaal gestuurde boring:
- Horizontaal gestuurde boring
- Horizontaal gestuurde boring / boogdraad / mantelbuis (bestaand)
- Topografie (bestaand)
- Topografie (nieuw)
- Kadaster
- Kerkzone

Legenda KLIC:
- Laagspanningskabel(s)
- Middenspanningskabel(s)
- Hoogspanningskabel(s)
- Gasleiding(en) lage druk
- Gasleiding(en) hoge druk
- Oliekanaal
- Waterleiding(en)
- Vrij vervoer riolering
- Perslool
- Warmte transport
- Gevaarlijke buisleidingen

4	Wijziging tekenlik
3	Wijziging opmerkingen verwerkt
2	Wijziging Legenda en Doorsnede Gekleurd
1	Toevoeging boring hoofdlijn

Wijz.	Omschrijving	Getekend	Gecontroleerd	Akkoord	Datum

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem
Postbus 718, 6800 AS Arnhem

ATKINS Engineering Services & GIS bv
Archimedesweg 30, 2333 CM Leiden, Nederland
Postbus 2855, 2301 CW Leiden, www.atkinsrealis.com

Project:	HKWS kabel haalbaarheidsstudie
Locatie:	Reynderseweg Plaats: Wijk aan Zee
Titel:	Referentietekening: Horizontaal gestuurde boring
Lay Setting Code:	1x280/mm PE100 SDR11
Projectnummer:	
Onderdeel:	Overzicht + dwarsdoorsnede
Opdrachtgever:	TenneT TSO B.V.

Status:	CONCEPT
Tekeningnummer:	2280-0335-01-HDD1A
Datum uitgifte:	22-10-2020
Revisienummer:	1
Tekening:	2280-0335-01

Fase	Soort	Schaal	Formaat
1	Diverse	A0+	

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.

Bureauonderzoek

Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

Offshore export kabeltracé

Periplus Archeomare rapport 19A004-02

Auteurs:
[redacted]

In opdracht van:

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Document Controle	
Revisie	2.0 (concept)
Datum	30-09-2019
Periplus Archeomare referentie	19A004-02
Klant (project) referentie	Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 19A004-02

Bureauonderzoek
Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)
Offshore export kabeltracés

Auteurs: [redacted]

In opdracht van: Arcadis Nederland
B.V. Contactpersoon: [redacted]

© Periplus Archeomare – september 2019
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
2.0	Opmerkingen OG verwerkt	[redacted]			30-09-2019
1.0	Concept				12-07-2019

[redacted]

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **3**

1. Inleiding **5**

1.1. Algemeen 5

1.2. Aanleiding 5

1.3. Doelstelling 6

1.4. Onderzoeksvragen 7

2. Resultaten **8**

2.1. Algemeen 8

2.2. Bronnen 8

2.3. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb) 9

2.4. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb) 11

2.5. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb) 16

2.6. Geologische gegevens (LS04wb) 22

2.7. Archeologische waarden (LS04wb) 31

2.8. Gespecificeerde verwachting (LS05wb) 44

3. Beantwoording onderzoeksvragen **48**

4. Conclusies en advies **50**

Lijst met tabellen **53**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **54**

Referenties **56**

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal **59**

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **60**

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincie:	N.v.t.	
Gemeente:	N.v.t.	
Plaats:	Noordzee	
Toponiem:	Net op zee Hollandse Kust (west Beta)	
Kadastrale gegevens:	N.v.t.	
Kaartblad:	Hydrografie 1801-1	
Route versie	190621	
Coördinaten (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 555530 N 5824397
	West	E 548239 N 5829909
	Oost	E 608282 N 5818329
Route definitie	Onderzoeksgebied	190621Onderzoeksgebied_offshore.shp
	Tracés	T190617offshore_traces_dubbel.shp
Oppervlakte onderzoeksgebied	Onderzoeksgebied offshore: 392.2 km^2 Bureauonderzoek (offshore + 200m): 453.4 km^2	
Huidig watergebruik	Open vaarwater	
Waterstaatkundige gegevens	Open zee, zout water, getijdenstroming	
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	[redacted]	
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	
Deskundige namens de bevoegd gezag:	[redacted]	
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	4716244100	
Periplus-projectcode:	19A004-02	
Periode van uitvoering:	Juni - juli 2019	
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam	

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied voor verschillende tracéalternatieven voor het *offshore* deel van de exportkabels naar de kust.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen alle tracéalternatieven scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 39 scheepswrakken bekend. Het merendeel is nog niet geidentificeerd, dus de archeologische waarde is nog niet vastgesteld. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.[1] Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 3. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.[2]

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer

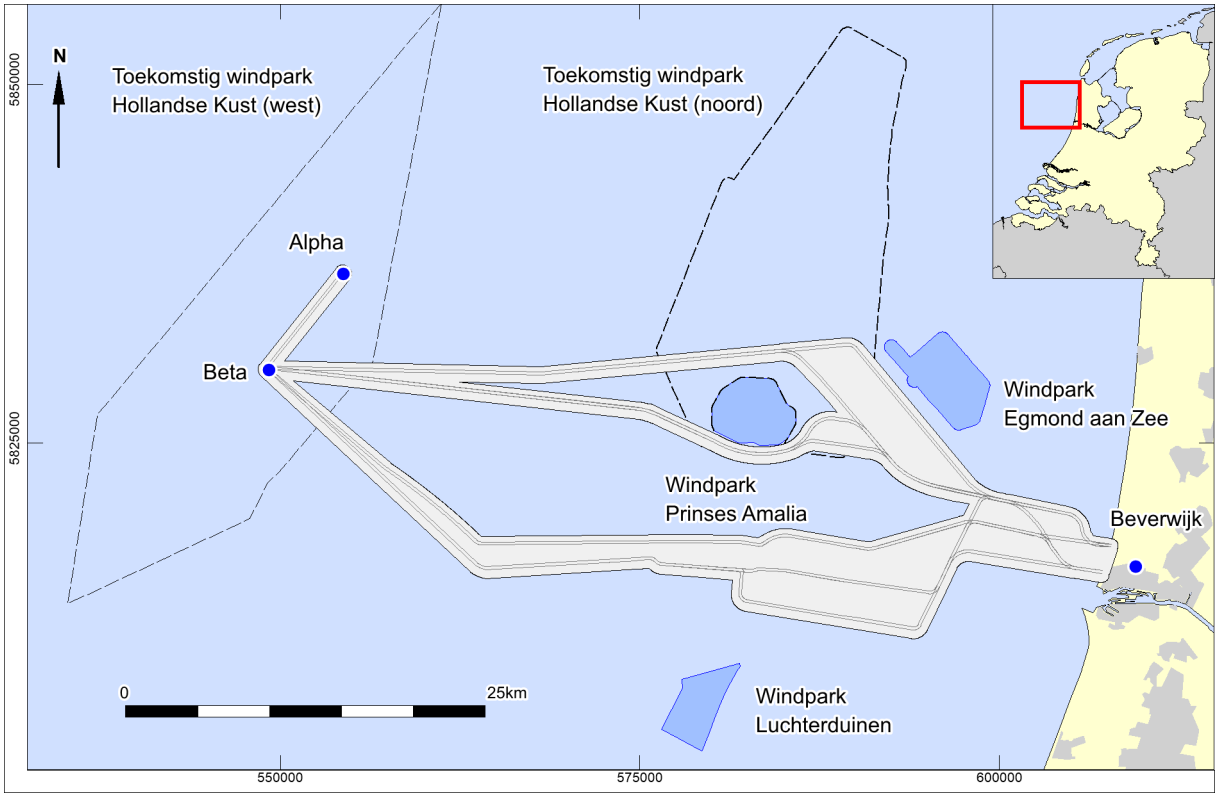
[1] conform KNA waterbodems protocol 4103.
[2] conform KNA waterbodems protocol 4001.

geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht.

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied voor verschillende tracéalternatieven voor het *offshore* deel van de exportkabels naar de kust.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.

1.2. Aanleiding

TenneT is voornemens een extra ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren voor een nieuw windpark op de Noordzee naar een uit te breiden transformatorstation aan de Zeestraat in Beverwijk. De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 700 MW aan windenergie en bestaat uit:

- een platform op zee in het windenergiegebied Hollandse Kust (west Beta);
- de aanleg van een 66 kV kabel tussen platform Alpha en platform Beta (verbinding tussen de windenergiegebieden Hollandse Kust (west Alpha en Beta);
- elektriciteitskabels vanaf het platform door de zeebodem en ondergronds naar een nieuw te bouwen transformatorstation op land;
- uitbreiding van het transformatorstation (dat gebouwd wordt voor het net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)), nabij het bestaande hoogspanningsstation te Beverwijk.

Vanaf het platform Beta worden twee kabels gelegd naar de kust. Deze zeekabels transporteren wisselstroom met een spanningsniveau van 220 kV. Iedere zeekabel bevat drie fasen per kabel, een zogenaamde 3-fasenkabel.[3]

De benodigde breedte voor het tracé van de 220 kV-kabels is opgebouwd uit:

- Een corridorbreedte van 200 meter;
- Een onderlinge afstand tussen de twee kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

Hiermee wordt het plangebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1200 meter (corridor 200 meter plus onderhoudszone aan weerszijden van 500 meter). Voor het onderhavig bureauonderzoek is nog 200 meter extra aan weerszijden toegevoegd waarmee het onderzoeksgebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1600 meter.

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.3. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

[3] Informatie / technisch uitgangspunt aangeleverd door TenneT

1.4. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*

- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*

- *Vormt de aanleg van exportkabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door [redacted] (beiden Senior Prospector Specialisme Waterbodems).

2. Resultaten

2.1. Algemeen

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (*KNA* waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen een onderzoekscorridor van 1600 meter;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 4.

2.2. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- Deltares model geologie Noordzee
- GeoTOP model geologie land
- Rijkswaterstaat Noordzee
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 56.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 54.

2.3. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

TenneT heeft een aantal tracéalternatieven bepaald om te onderzoeken wat de beste manier is om het platform op zee van Hollandse Kust (west Beta) aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Hiervoor is een *offshore* en *nearshore* tracé opgesteld. In het tracé zullen twee kabels gelegd worden met een onderlinge afstand van 200 meter. De totale strookbreedte wordt dan maximaal 1 x 200 + 2 x 500m onderhoudszone = 1200 meter.

Daarnaast komt er een 66 kV-interlink aansluiting met toekomstig platform Hollandse kust (west) Apha. Zowel de 66 kV-interlink kabels als de 220 kV kabels zullen op een variërende diepte onder de zeebodem worden gelegd. De benodigde diepte is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven.[4]

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren "*pre sweeping*" genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van "*simultaneous lay and burial*". Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt "*post lay burial*" genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.
Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee

[4] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van drie meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van één meter onder het zeebed.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs de tracéalternatieven voor de kabels worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolgen van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

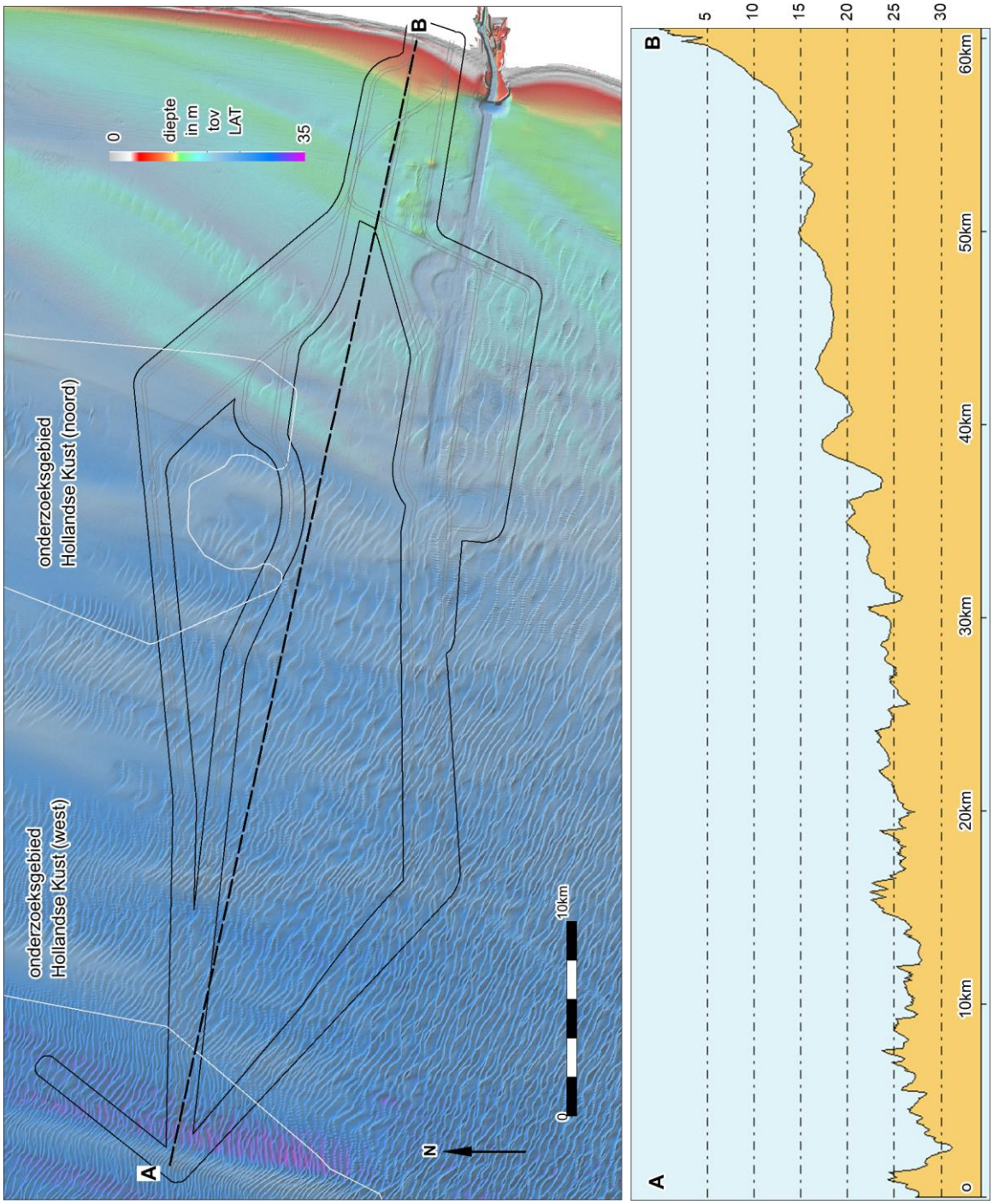
Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van de kabelroute.

Op de aanlanding van de Hollandse Kust (west Alpha en Beta) kabels op het strand en in de zone voor het strand kan de begraafdiepte bij installatie naar verwachting tot 8 meter onder het bodemniveau zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar zal de begraafdiepte minimaal één meter onder een niet mobiel referentievlak onder de zandgolven zijn. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht.

2.4. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

De onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevulde met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Hollandse Kust (noord) van Fugro (2017) en Hollandse Kust (west) van Fugro (2019). De diepte langs de verschillende tracéalternatieven varieert van 0 tot 33 meter ten opzichte van LAT. De gemiddeld diepte bedraagt 21.1 meter.



Afbeelding 2. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.

De tracéalternatieven worden gekruist door verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd.
Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.[5] Deze kabels worden tijdens de route survey met een of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

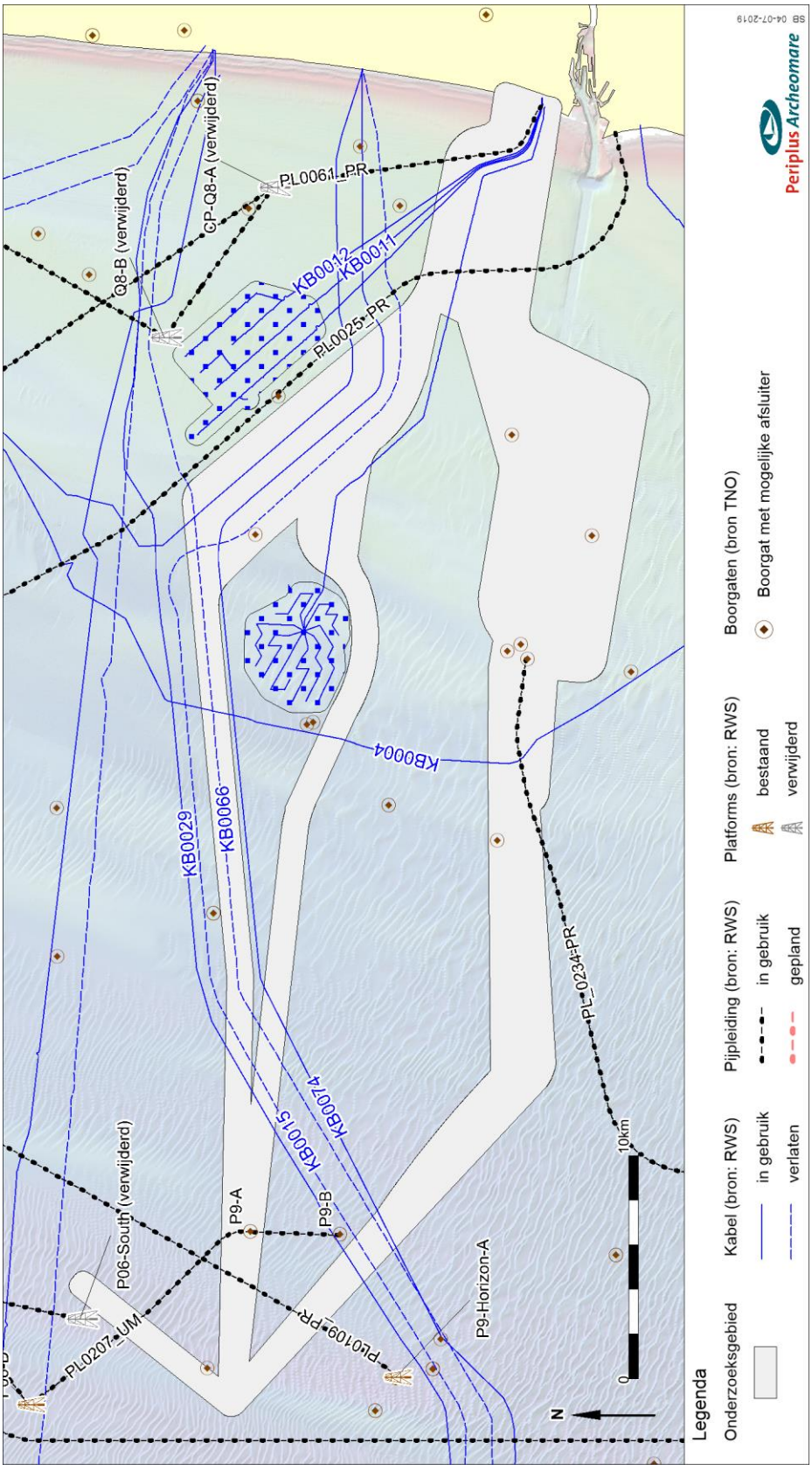
Nr	Naam	Type	Methode	van	naar	Status
KB0029	PANGEA Segment 2	Glasvezel	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0013	OWEZ trace A (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé A	In gebruik
KB0011	OWEZ trace B (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé B	In gebruik
KB0012	OWEZ trace C (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé C	In gebruik
KB0004	TAT14 Segment J	Glasvezel	Geploegd	Katwijk (NL)	Norden (D)	In gebruik
KB0015	Rembrandt 1	Glasvezel	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Glasvezel	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0026	Atlantic Crossing 1 Segment B2	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Sylt (DK)	In gebruik
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0068	Prinses Amalia Windparken (vh Q7-WP)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	Q7-WP_Zuid	In gebruik

Tabel 4. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0061_PR	Wintershall Noordzee B.V.	Gas	10.7-inch	Q8-A	Wijk aan Zee	Actief
PL0109_PR	Petrogas E&P LLC	Olie	10-inch	P9-Horizon-A	Q1-Helder-AW	Actief
PL0025_PR	Petrogas E&P LLC	Olie	20-inch	Q1-Helm-AP	IJmuiden	Actief
PL0207_UM	Wintershall Noordzee B.V.	Gas	2/8-inch	P9-B	P6-D	Actief
PL0234_PR	Tulip Oil	Gas	12.75 inch	Q10-FA	P15_A_DP	Actief

Tabel 5. Overzicht van kruisende pijpleidingen

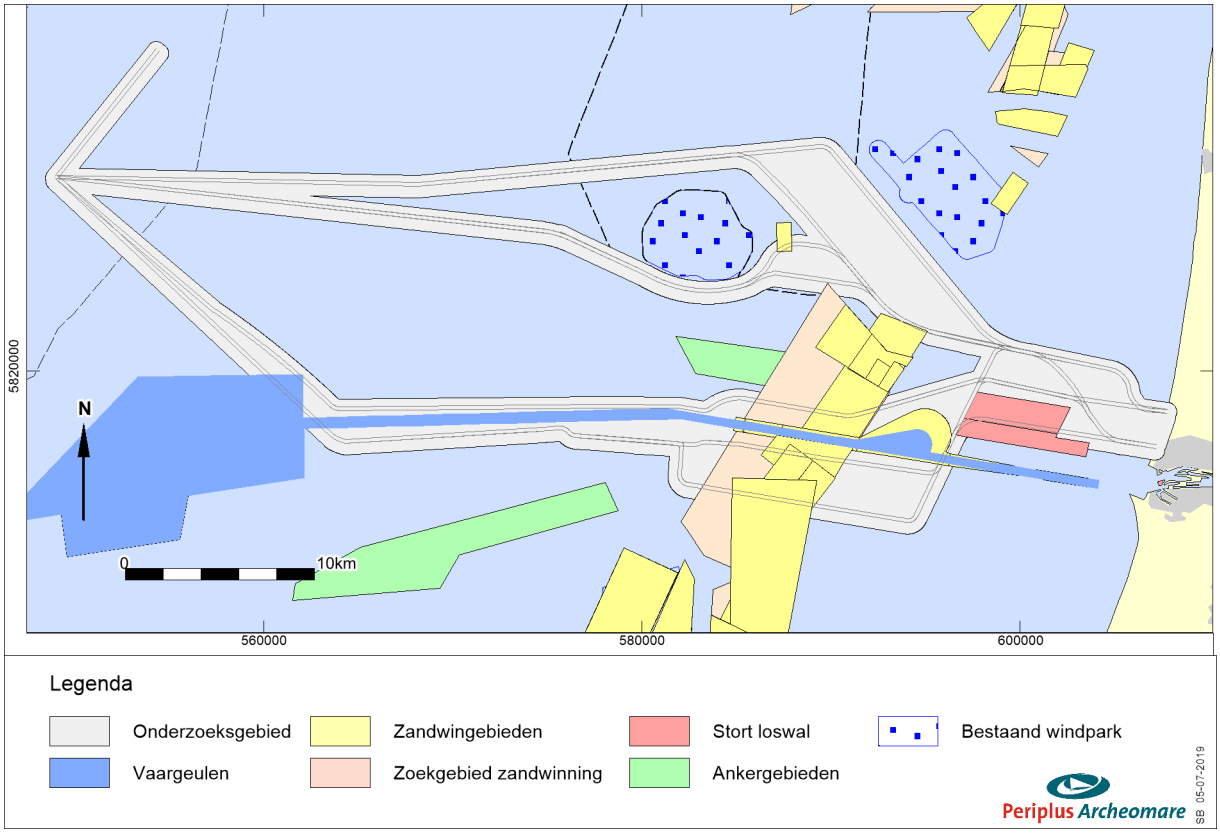
[5] Bron: TenneT.



Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen.

Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Een overzicht is weergegeven in onderstaande afbeelding.

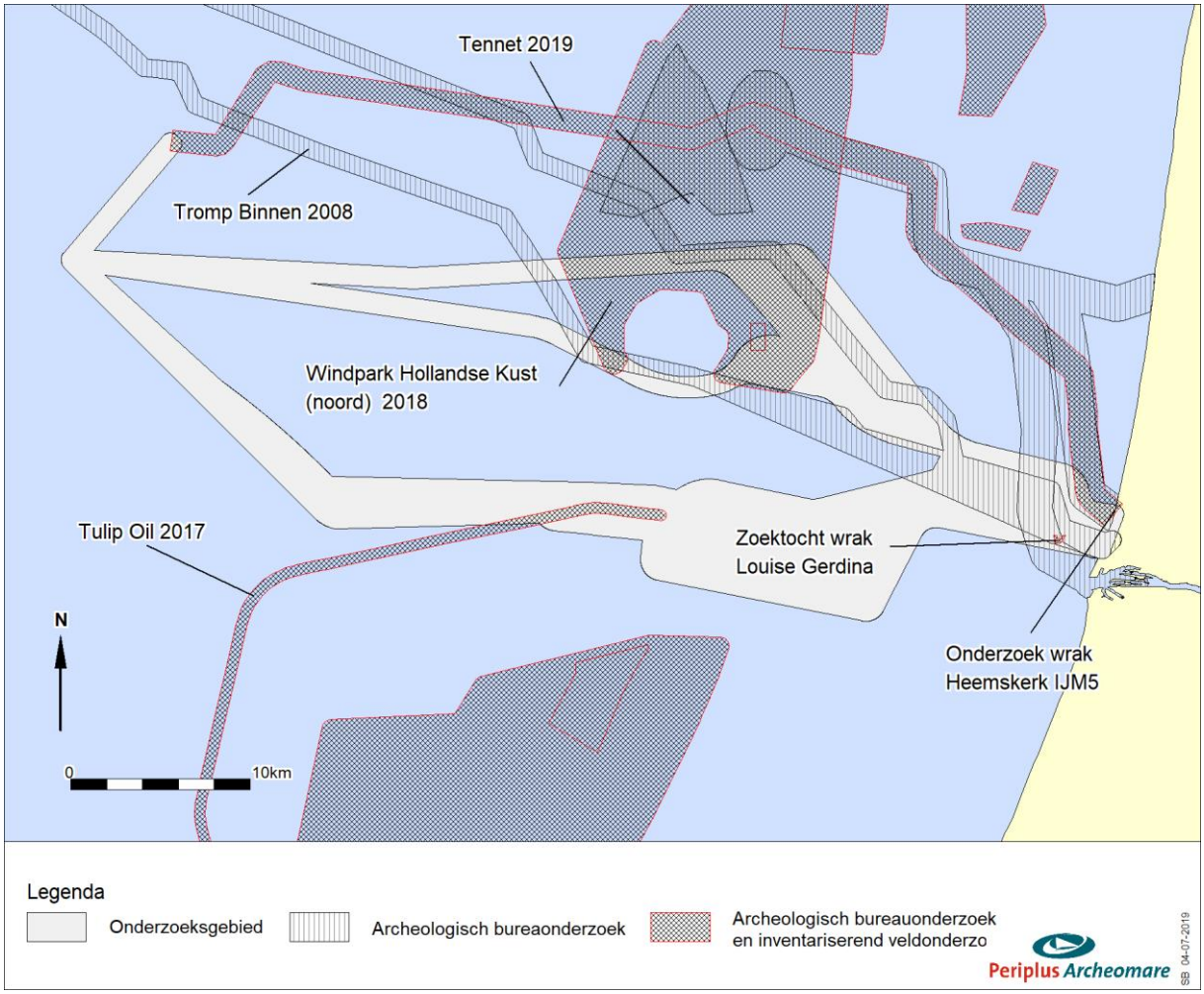


Afbeelding 4. Overige infrastructuur rondom het onderzoeksgebied.

Het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied overlapt met de IJgeul naar IJmuiden en enkele zandwingebieden. In het zuidoosten ligt het baggerstortgebied (stort loswal) IJmuiden.

Eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde (archeologische) onderzoeken in het gebied is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied.

Gebied	Type onderzoek	Jaar	Rapport
Windpark Hollandse Kust (noord)	BO / IVO	2018	PPA 17A007-02
Windturbinepark Q4	Bureauonderzoek	2014	PPA 14A021-01
Windturbinepark Tromp-Binnen	Bureauonderzoek	2008	PPA 08A014
Exportkabels Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)	BO / IVO	2019	ADC Report 4797 (concept)
Tulip Q10A to platform P15-D	BO / IVO	2017	PPA 17A035-02
Zoektocht wrak Louise Gerdina	IVO	2012	PPA 12A001
Wraklocatie Heemskerk	Begeleiding	2019	PPA 19A013-02

Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

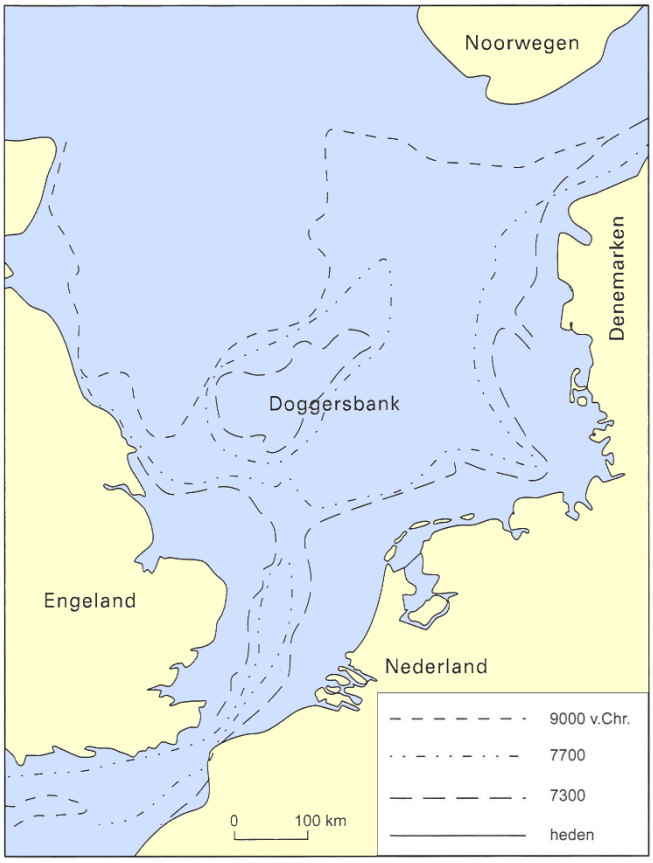
De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.5. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 56.

2.5. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.[6]

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist. Echter ook dichter bij het Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zijn artefacten van been en gewei opgevist.[7] In het gebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

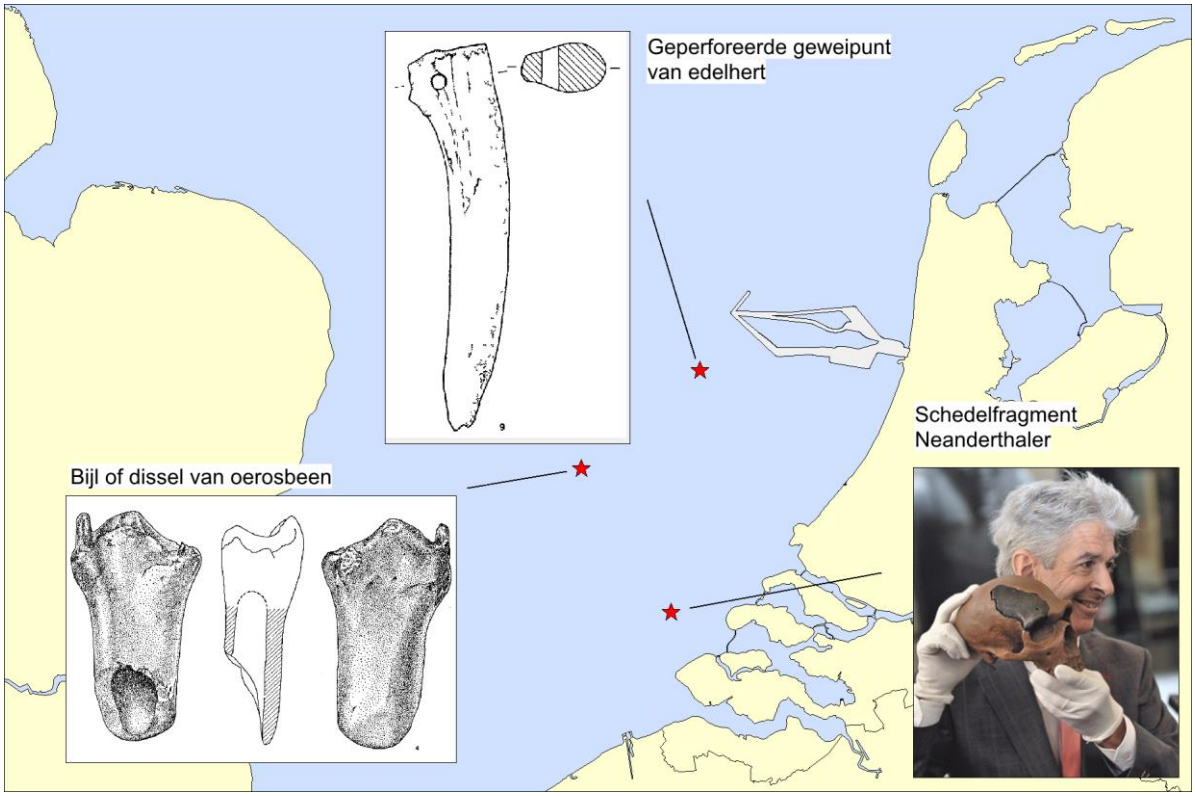


Afbeelding 6. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.

De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recentelijk is bijvoorbeeld

[6] Gaffney e.a. 2005.
[7] Louwe Kooijmans 1970.

op basis van seismische gegevens uit de olie industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust.[8]



Afbeelding 7. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970).

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum en Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters.[9]

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.[10] Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.[11] Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.[12] Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden echter nog niet gelokaliseerd. Het

[8] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[9] Verhart 2005 159.
[10] Hessing 1995, 98.
[11] Dijkstra en Ketelaar 1965.
[12] Waasdorp 1999.

is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone.

Het Romeinse fort en haven Velsen I is het noordelijkste Romeinse fort op het Europese vasteland en lag aan het Oer-IJ.[13] De Archeologische Werkgroep Haarlem meldt hiervoor het volgende: *'De versterking is bijzonder omdat zij zo ver van het Romeinse centrum lag, en omdat het fort een unieke asymmetrische vorm had. Bovendien is de haven met steigers en boothuizen aangelegd naar mediterraan voorbeeld. Het geheel is in de jaren '70 opgegraven en al meermaals het onderwerp geweest van artikelen en proefschriften, maar nog lang niet alle gegevens waren in beeld gebracht.'*



Afbeelding 8. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen).

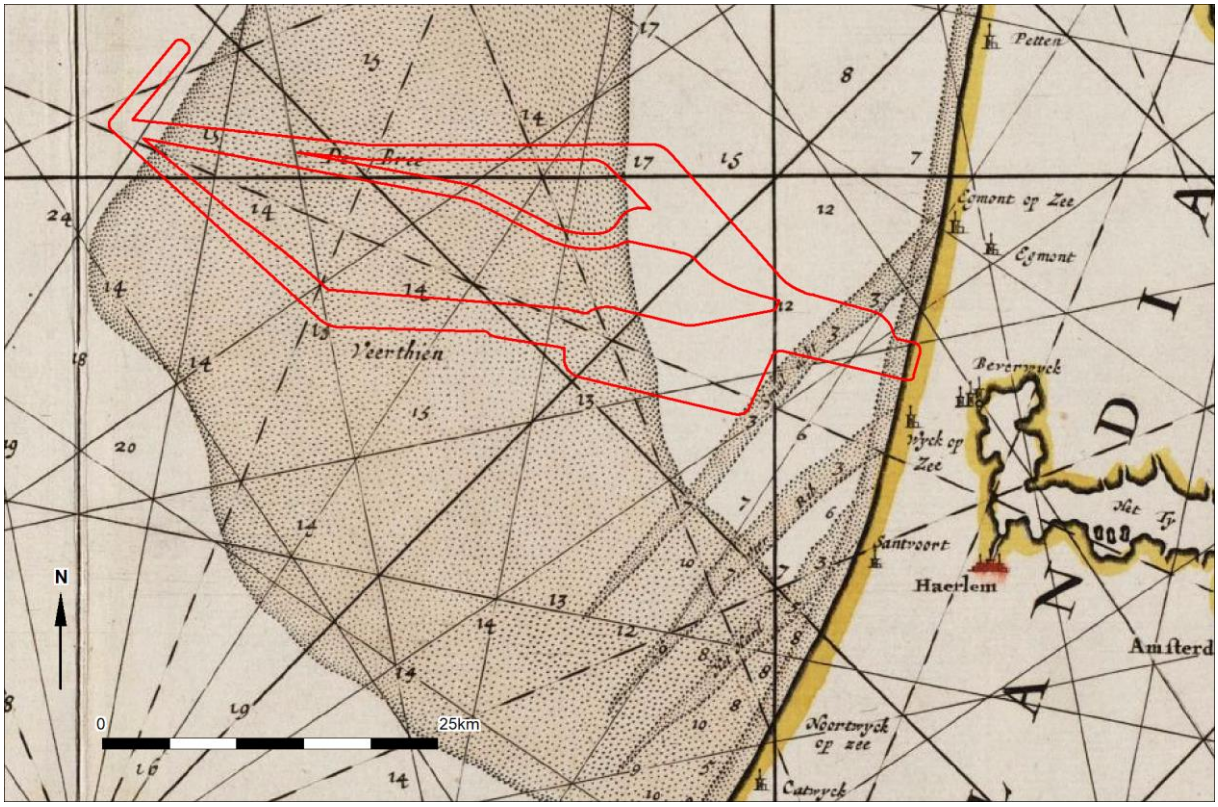
Jasper de Bruin, archeoloog verbonden aan de Universiteit van Amsterdam, refereert in een interview met het NRC aan de Romeinse geschiedschrijver Tacitus.[14] 'Volgens Tacticus was in het Romeinse fort Velsen een ruiterij van de Cananefaten gelegerd, als hulptroepen van het Romeinse leger. Bij een opstand van de Friezen in 28 zou die Cananefaatse ruiterij zware verliezen hebben geleden.'

Scheepvaart

De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.[15] Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden. Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl gesteld worden dat ze Brits zijn en per schip overgebracht naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra

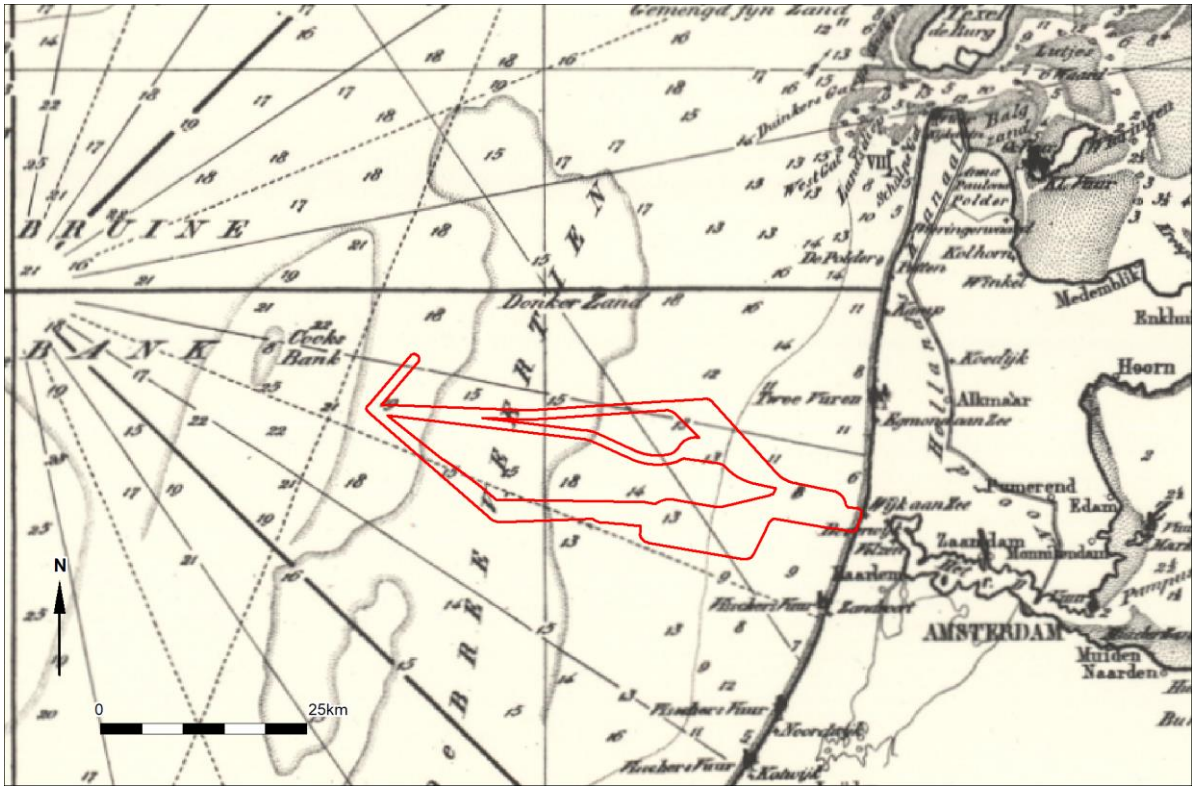
[13] Bron: Archeologische Werkgroep Haarlem (https://archeologischewerkgroephaarlem.nl).
[14] NRC, Theo Toebosch, 15-01-2018: *De Cananefaten stammen uit Velsen*.
[15] Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.

langs de kust van de Noordzee.[16] Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.



Afbeelding 9. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit.

[16] Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.



Afbeelding 10. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart).

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[17] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.[18]

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

Bekende verstoringen in het plangebied

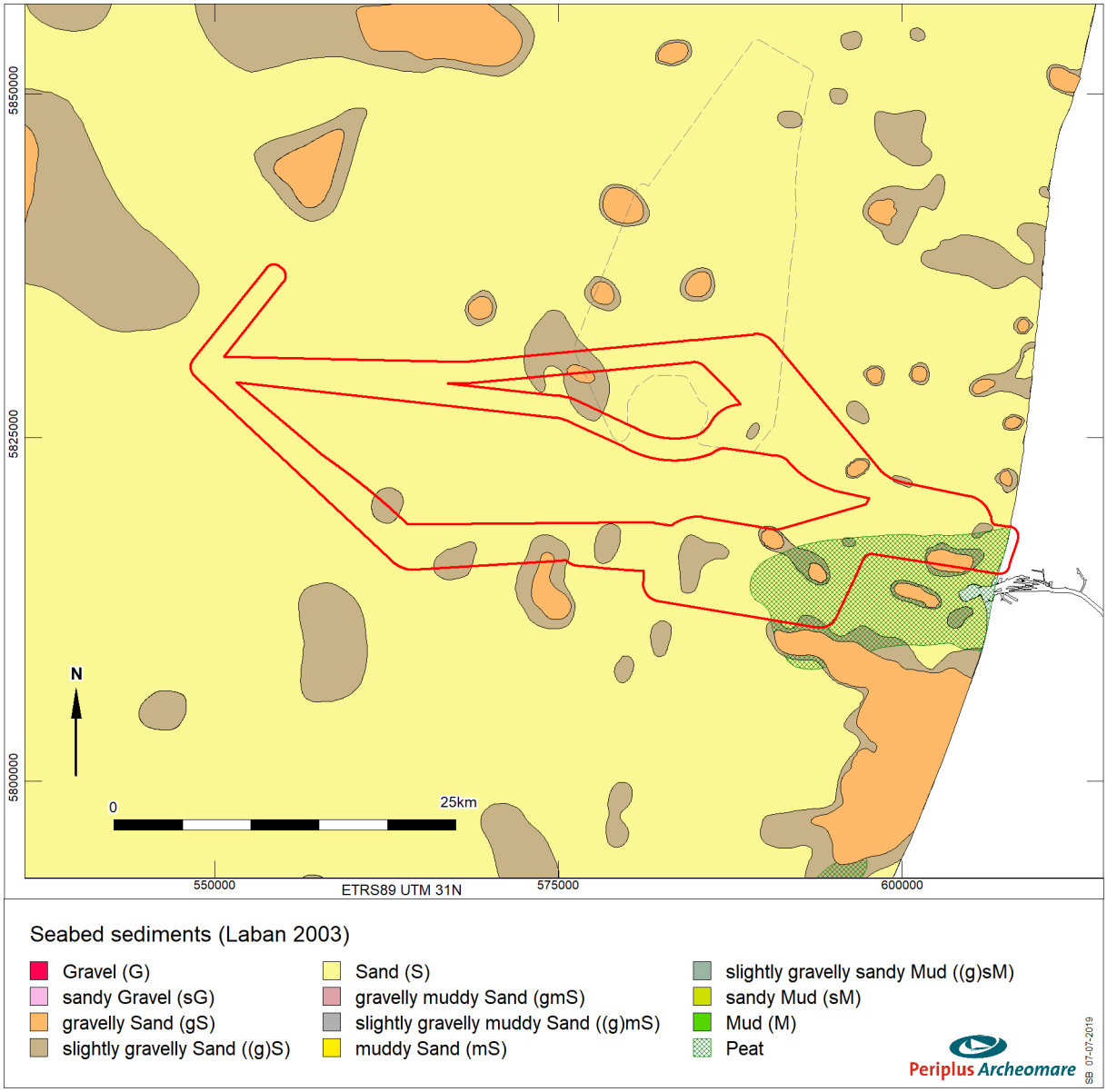
Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

[17] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[18] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

2.6. Geologische gegevens (LS04wb)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicatie voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het plangebied te beantwoorden.

De zeebodem binnen de tracéalternatieven bestaat uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie onderstaande afbeelding). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd.



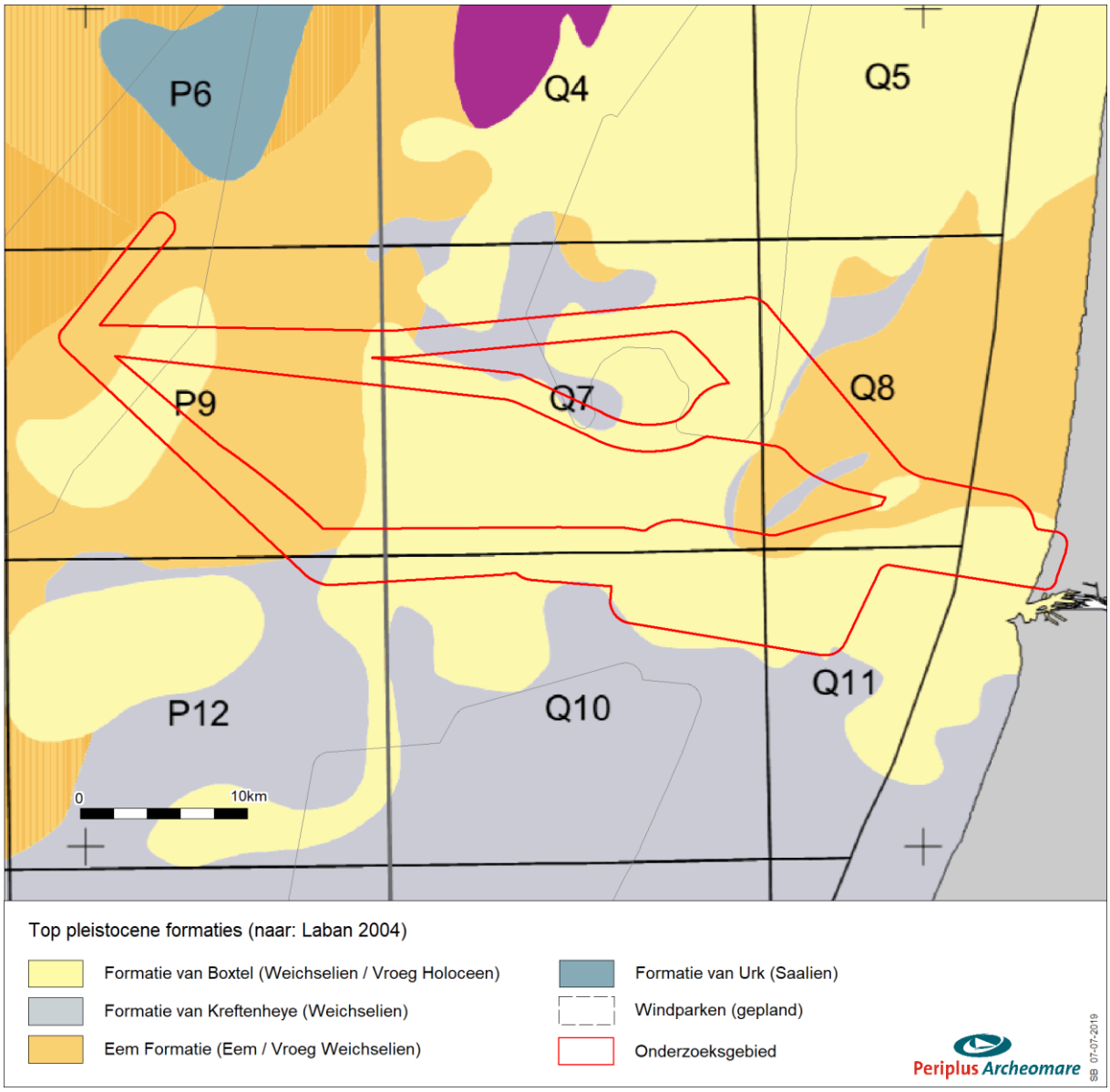
Afbeelding 11. Oppervlakte sedimenten.

De dikte van de Holocene afzettingen bestaande uit het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* varieert langs de route van 0 tot 26 meter. Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* over in strandafzettingen van het *Zandvoort Laagpakket*.

Hollandse kust (west Beta)	**diepte in m onder zeebodem**		
	minimum	**maximum**	**gemiddeld**
Bligh Bank Laagpakket	0.1	14.5	4.3
Basis Holoceen	0.1	26.0	6.2

Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte Bligh Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk)

Op basis van de dikte van het *Bligh Bank Laagpakket* en de *trench*-diepte van de kabels (naar verwachting maximaal 5 meter) nabij het aanlandingspunt is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder het *Bligh Bank Laagpakket* bevinden. In onderstaande afbeelding zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van holocene afzettingen voorkomen.



Afbeelding 12. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004).

TNO heeft grids (MSL) beschikbaar gesteld aan Periplus Archeomare van a) de gemodelleerde diepteligging van de bases van formaties in het Noordzeegebied en b) de diktes van deze eenheden.[19] De grids omvatten de *pleistocene Eem Formatie*, de *Formatie van Kreftenheye* en de *Formatie van Boxtel* en de holocene *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket*. Periplus beschikt niet over grids van de *Drente Formatie* en de *Drachten Formatie*. De TNO grids zijn gebruikt om een geologische profiel langs de kabelroutes te genereren (zie afbeelding 14).

Volgens geologische kaarten van de Flemish Bight, die in 1984 door de British Geological Survey en de Rijks Geologische Dienst zijn gepubliceerd komt in het westelijke deel van de kabelroute de 'Elbow Formatie' voor.[20] De Elbow Formatie bestaat uit veen dat volgens de huidige naamgeving tot de Basisveen Laag wordt gerekend en 'fijn tot zeer fijn, blauwgrijs, slibhoudend zand' dat nu tot het Laagpakket van de Wormer binnen de Formatie van Naaldwijk wordt gerekend. De Formatie van Naaldwijk komt volgens de Deltares grid-modellen niet in dit deel van de kabelroute voor. De dikte van deze afzettingen bedraagt volgens de Flemish Bight kaarten in het onderzoeksgebied circa 5 meter.

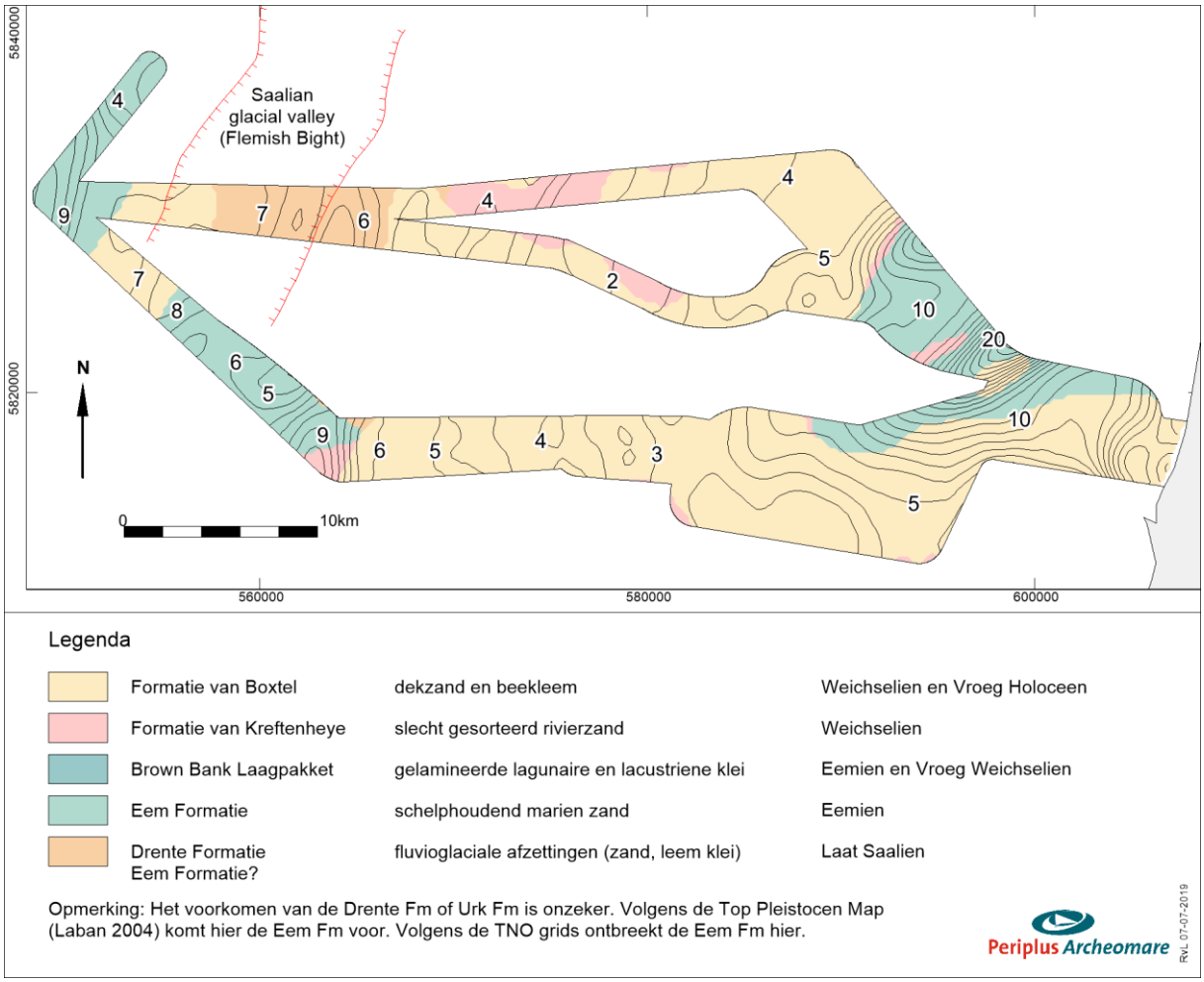
Uit de subcropkaart van de top van het pleistoceen (afbeelding 13) en het profiel (afbeelding 14) blijkt dat de sedimenten die onder het *Bligh Bank Laagpakket* schuil gaan in het westen van de route bestaan uit *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*. Het *Brown Bank Laagpakket* komt net ten westen van het onderzoeksgebied voor. De *Eem Formatie* komt volgens de Top Pleistocene Map in het oostelijke en westelijke deel van de kabelroute voor.[21] De Eem Formatie bestaat uit marien zand met schelpen en plaatselijke kleilagen, dat tijdens het Eemien interglaciaal, in de Eem zee is afgezet. De diepteligging van de top van de Eem Formatie varieert van minder dan 2m in het oostelijke deel tot meer dan 20m in het westelijke deel van de tracéalternatieven.

De *Kreftenheye Formatie* is opgebouwd uit slecht gesorteerd rivierzand. Het zand is in de laatste ijstijd, het Weichselien, tijdens zomerse piekafvoeren van smeltwater in het Noordzeegebied afgezet. De Kreftenheye Formatie is op veel plaatsen (niet overal) afgedekt door de *Formatie van Boxtel*.

Opvallend is dat de *Eem Formatie* in het noordwestelijke deel van het onderzoeksgebied ontbreekt in de grid data. De oorzaak van de discrepantie tussen de Top Pleistocene Map en de TNO grids is niet bekend. Wij gaan er echter van uit dat hier eenheden voorkomen waarvan geen grids beschikbaar zijn. Vermoedelijk betreft het de opvulling van een glaciaal dal met gelaagde smeltwaterafzettingen (zand, silt, klei) van de formatie van Drente. Dit glaciale dal is gekarteerd op de 1:250.000 Flemish Bight Geologie van het Kwartair kaart.[22] Dit glaciale dal is ook te zien op paleogeografische kaarten die inzicht geven in de landschappelijke ontwikkeling van de Noordzee (zie afbeelding 16).

In een groot deel van het onderzoeksgebied wordt de top van de *pleistocene* afzettingen gevormd door de *Formatie van Boxtel*. De *Formatie van Boxtel* is hier waarschijnlijk opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het *Laagpakket van Wierden* en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het *Laagpakket van Singraven*. De top van de *Formatie van Boxtel* ligt op de meeste plaatsen op 2 tot 7 meter onder de waterbodem. Van west naar oost (richting het strand) neemt de waterdiepte af van meer dan 20 meter naar 0. Vanzelfsprekend ligt de top van de *Formatie van Boxtel* hier navenant dieper.

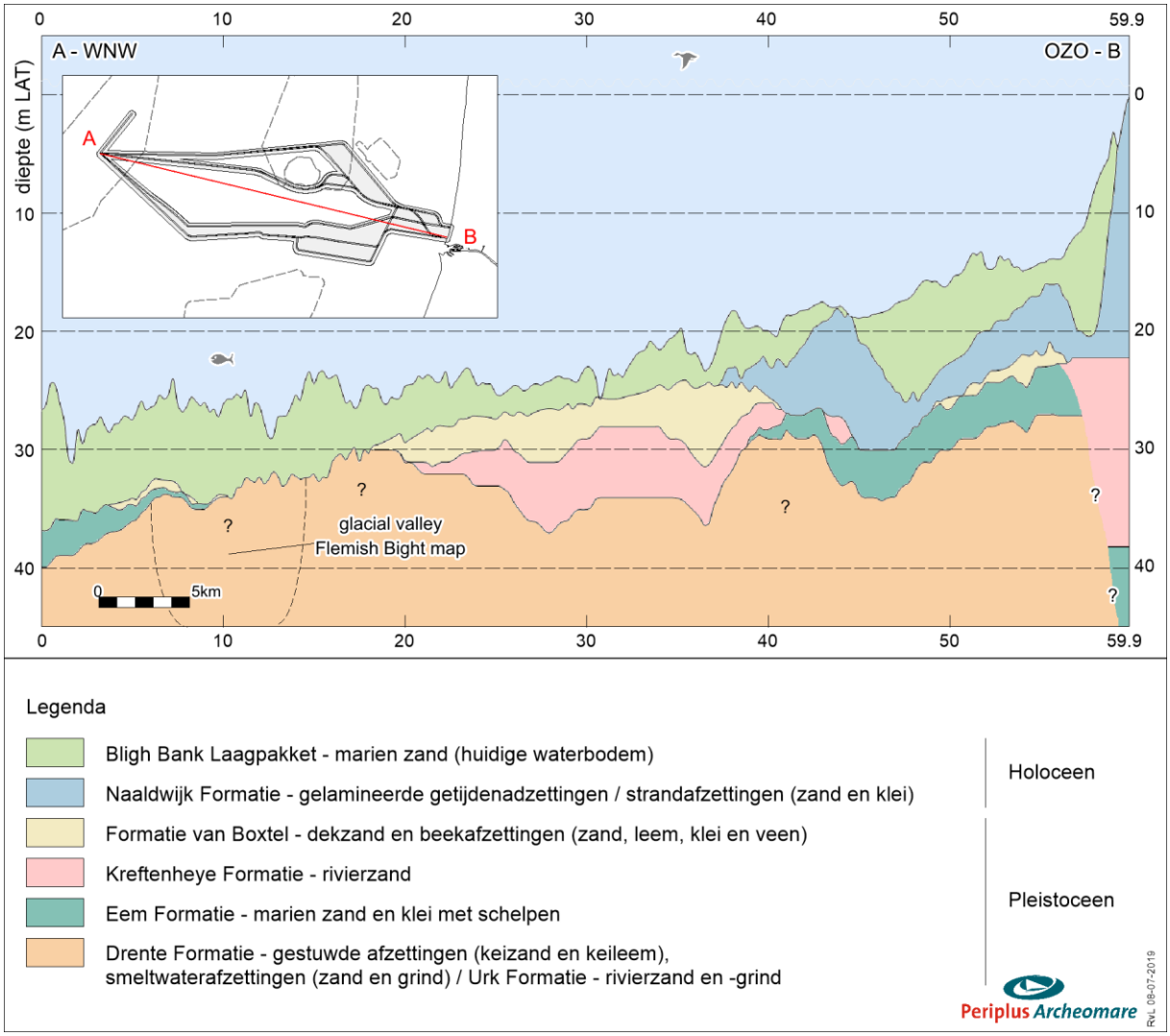
[19] Van Heteren (TNO) 2019.
[20] Brown en Hageman 1984.
[21] Laban 2004.
[22] Cameron, Laban en Schüttenhelm 1984.



Afbeelding 13. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van TNO grids aangevuld met data Laban 2004).

In het profiel is te zien dat de *pleistocene* eenheden in het oostelijke deel van het onderzoeksgebied zijn afgedekt door de *Formatie van Naaldwijk*. De vroeg-holocene klastische getijdenafzettingen van de *Formatie van Naaldwijk* bestaan uit (zeer) fijn marien zand en gelamineerde klei van het *Laagpakket van Wormer*. De basis wordt plaatselijk gevormd door humeuze brak- en zoetwaterklei van het *Laagpakket van Velsen*. Volgens de beschikbare modellen is dit relatief dik. Vooral op plaatsen waar grote getijdengeulen tot ontwikkeling zijn gekomen kan de dikte van het *Laagpakket van Wormer* in het onderzoeksgebied oplopen tot 22m.

De vraagtekens in het profiel betekenen dat de afzettingen die op betreffende niveaus voorkomen onzeker zijn. Zoals in de legenda is aangegeven komen onder het holocene dek en onder de jongere *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*, de *Kreftenheye Formatie* en de *Formatie van Boxtel* rivierzanden en -grinden van de *Formatie van Urk* en gestuwde afzettingen (keizand en keileem) en fluvioglaciale afzettingen (zand, grind en mogelijk leem en klei) van de *Formatie van Drente* voor. Op basis van paleogeografische kaarten van het *Laat Saalien* is het zeer aannemelijk dat het glaciale dal in het centrale deel van de route is opgevuld met een afwisseling van zandige en kleiige smeltwaterafzettingen van het *Laagpakket van Uitdam*. Het voorkomen en de diepteligging van deze eenheid is niet bekend.



Afbeelding 14. Geologisch profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids).

Uit het profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust blijkt dat de sedimenten die onder het *Bligh Bank Laagpakket* schuil gaan bestaan uit *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*, de *Kreftenheye Formatie* en de *Formatie van Boxtel*. De *Eem Formatie* bestaat uit marien zand met schelpen en plaatselijke kleilagen, dat tijdens het Eemien interglaciaal, in de Eem zee is afgezet. De *Kreftenheye Formatie* is opgebouwd uit slecht gesorteerd rivierzand. Het zand is in de laatste ijstijd, het *Weichselien*, tijdens zomerse piekafvoeren van smeltwater in het Noordzeegebied afgezet.

In het westelijke deel van de tracéalternatieven komen onder het *Bligh Bank Laagpakket* vroeg-holocene gelamineerde getijdenafzettingen en recentere kustafzettingen van de *Formatie van Naaldwijk* voor. De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het *Laagpakket van Wierden* en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het *Laagpakket van Singraven*.

In het profiel zijn naast TNO's geologische modellen van het Noordzeegebied de grids van het GeoTOP model gebruikt. Het GeoTOP is model samengesteld op basis van boringen op land. De boordichtheid op land is veel hoger dan op de Noordzee. De kwaliteit van dit model is goed en betrouwbaar. Volgens het GeoTOP model komen langs kust ter hoogte van Wijk aan Zee rivierafzettingen van de *Formatie van*

Kreftenheye voor. De formatie bevindt zich bij Wijk aan Zee op een diepte van 23 tot 33 mLAT (dikte = 10m).
Volgens de TNO grids komen deze rivierafzettingen in het *nearshore* deel van het onderzoeksgebied niet voor. De top van de *Eem Formatie* ligt volgens het GeoTOP model op -33 *mLAT*; volgens de TNO grids komt de top van *Eem Formatie* in de nabijheid van de kust voor rond -23 *mNAP*. De verschillen kunnen wij vooralsnog niet goed verklaren.

Het *Laagpakket van Wierden* is langs de kust afgedekt de Basisveen Laag en door humeuze klei van de Laag van Velsen.

Drente Formation

De Formatie van Drente bestaat uit glaciale afzettingen uit het Saalien.[23] Binnen de Formatie van Drente het *Laagpakket van Gieten*, het *Laagpakket van Schaarsbergen* en het *Laagpakket van Uitdam* onderscheiden.

Het *Laagpakket van Gieten* bestaat uit grondmorene in de vorm van sterk zandige tot uiterst siltige grindhoudende, grijsblauwe tot bruingrijze klei en leem ('keileem') met stenen, keien en blokken. Binnen het *Laagpakket van Gieten* wordt de *Laag van Gasselte* ('keizand') onderscheiden. Deze laag bestaat uit grof zand met een overeenkomstige grofklastische bijmenging als keileem, die is gevormd door uitspoeling van de fijne fractie.

Het *Laagpakket van Schaarsbergen* bestaat uit glaciofluviale afzettingen die voor en naast het ijs zijn afgezet in de vorm van sandrs en kameterrassen en deels ook onder en in het ijs in de vorm van kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen. De afzettingen bestaan uit grof, grindhoudend kalkloos tot kalkhoudend zand met een kenmerkende horizontale gelaagdheid. Bovenin komen soms ondiepe geulinsnijdingen voor.

Het *Laagpakket van Uitdam* omvat lacustroglaciale bekken-opvullingen in de vorm van uiterst fijn tot uiterst grof, soms grindhoudend, grijs tot bruin zand en zwak tot matig siltige, kalkrijke, (donker)grijze tot (donker)bruine, vrij stevige, veelal sterk gelaagde klei (cm-mm), soms met kalkrijke zandlaagjes en lokaal glauconiet en schelpresten. De *Laag van Oosterdok* is een warvenafzetting van klei waarin lokaal 'dropstones' voor kunnen komen. De afzettingen van deze drie laagpakketten komen naast en boven elkaar voor.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit schelpenhoudende mariene zanden die tijdens het Eemien interglaciaal zijn afgezet.[24] Op de overgang van het Eemien naar het Weichselien zijn brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achterbleven in de glaciale bekkens tijdens de regressie van de Eem zee. Deze meer- en lagunaire afzettingen zijn apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

[23] Saalian: glacial period which ended 130.000 years ago.
[24] Eemien: interglacial period between 130.000 and 115.000 years ago.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit fluviatiele afzettingen van de Rijn uit het Weichselien.[25] In de zomerperioden traden pieken op in de afvoer van smeltwater. Grote hoeveelheden zand en grind werden in deze perioden naar het Noordzeegebied gevoerd. De Rijn had een vlechtend karakter en de afzettingen waren slecht gesorteerd. De rivier stroomde door een droog periglaciaal landschap.

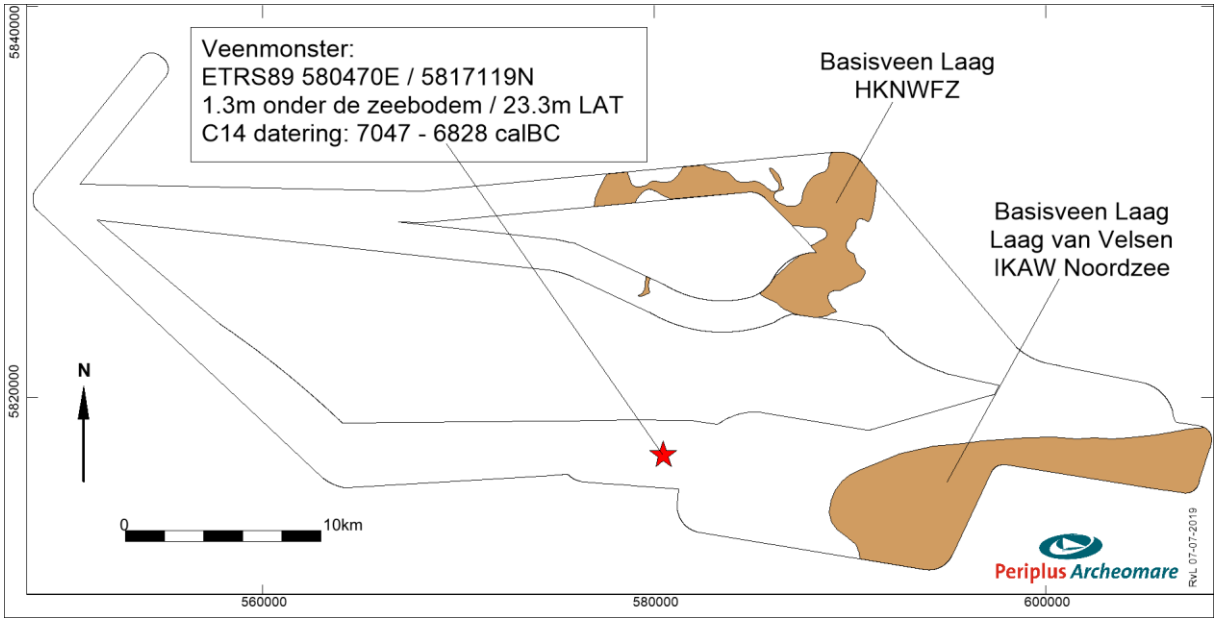
De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de Eem Formatie voorkomen.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is vermoedelijk opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen in de vorm van klei, leem en fijn zand van het *Laagpakket van Singraven*. De afzettingen dateren uit het Weichselien (115.000 tot 12.000 jaar geleden) en het Vroeg Holoceen (12.000 tot heden). De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-holocene klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

Nieuwkoop Formatie

De *Basisveen Laag* komt in grote delen van het onderzoeksgebied voor. In de onderstaande afbeelding zijn de bekende veenvoorkomens weergegeven. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* voorkomen. Een monster van een veenvoorkomen binnen het onderzoeksgebied is gedateerd op 7047 – 6828 *calBC* (gekalibreerde jaren voor Christus, 95,4% waarschijnlijkheid).[26]



Afbeelding 15. Bekende veenvoorkomens in het onderzoeksgebied.

[25] Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.
[26] Van Lil 2017.

Naaldwijk Formation

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door holocene getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*). De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerder genoemde *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden Hydrobia schelpen. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de Laag van Velsen goed bewaard zijn gebleven. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort* (*Formatie van Naaldwijk*, *Laagpakket van Walcheren*). Het *Laagpakket van Zandvoort* wigt naar het westen uit en gaat, zo wordt verondersteld, over in het *Bligh Bank Laagpakket.*

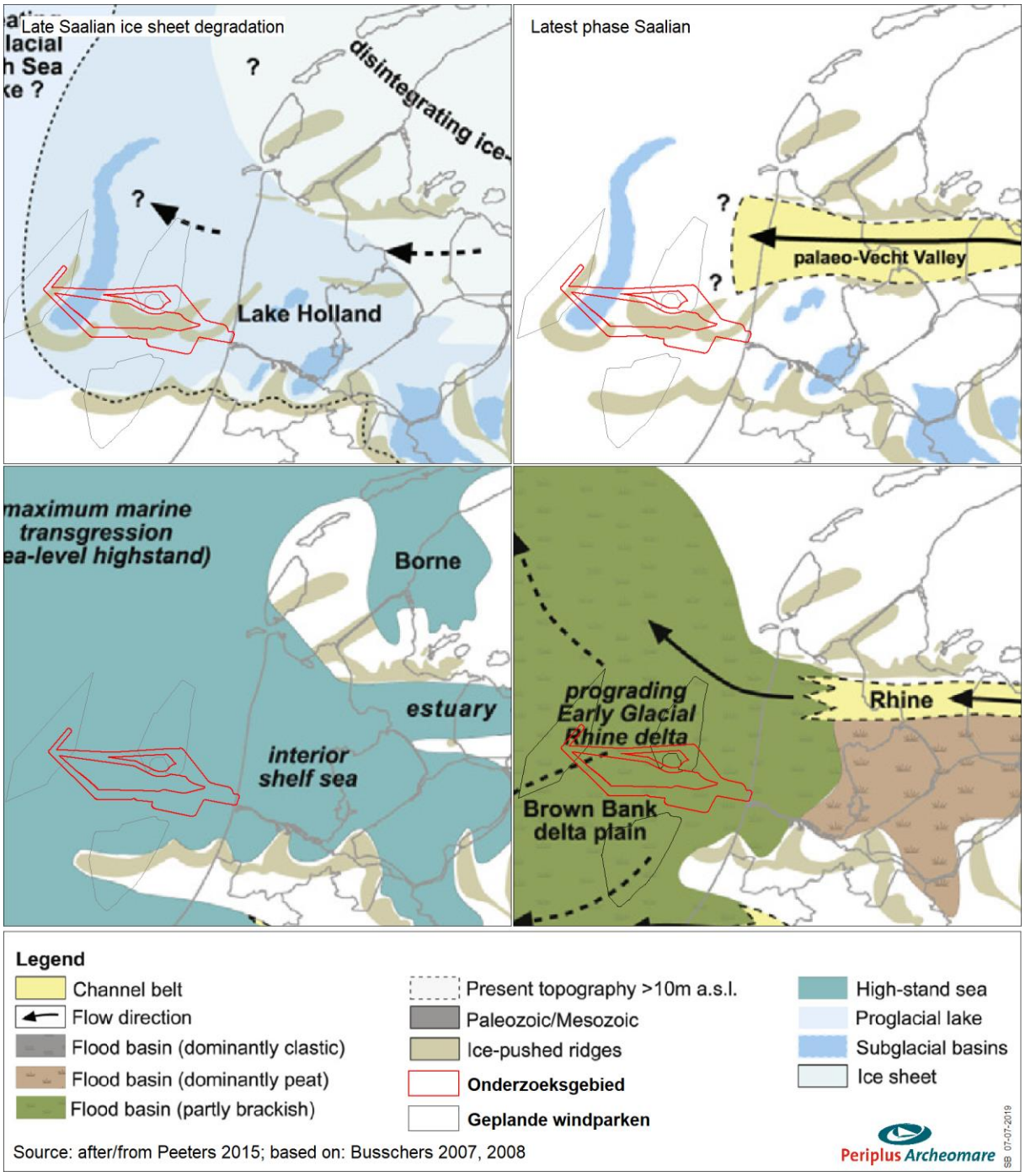
Bligh Bank Laagpakket

Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die in de ondergrond van de tracéalternatieven voorkomen.

Formatie	**Laagpakket Laag**	**Lithologie**	**Ouderdom**	**Genese**	**Opmerking**
Southern Bight	Bligh bank	Zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	Holoceen	marien	strand
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	IJgeulgebied
Nieuwkoop	Basisveen	Veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	-	zand en klei	Eem tot Vroeg Weichselien	marien	schelpenhoudend
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	glaciolacustrien	gelamineerde afzettingen, soms warvengelaagdheid
	Schaarsbergen	zand		fluvioglaciaal	sandrs, kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		Glaciaal	keileem en keizand

Tabel 8. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied

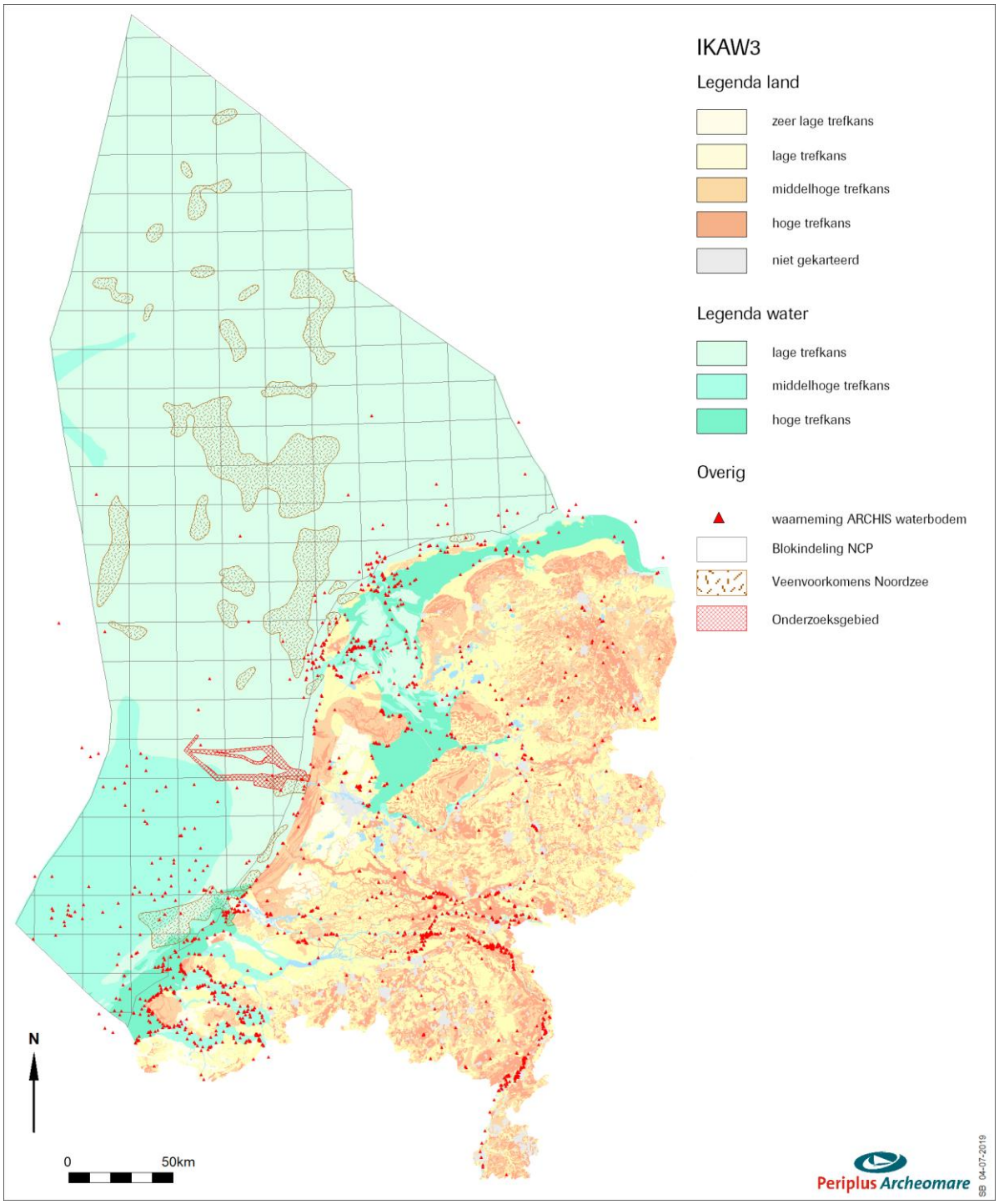


Afbeelding 16. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien.

2.7. Archeologische waarden (LS04wb)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en *TNO-NITG* op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 17).[27]



Afbeelding 17. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.

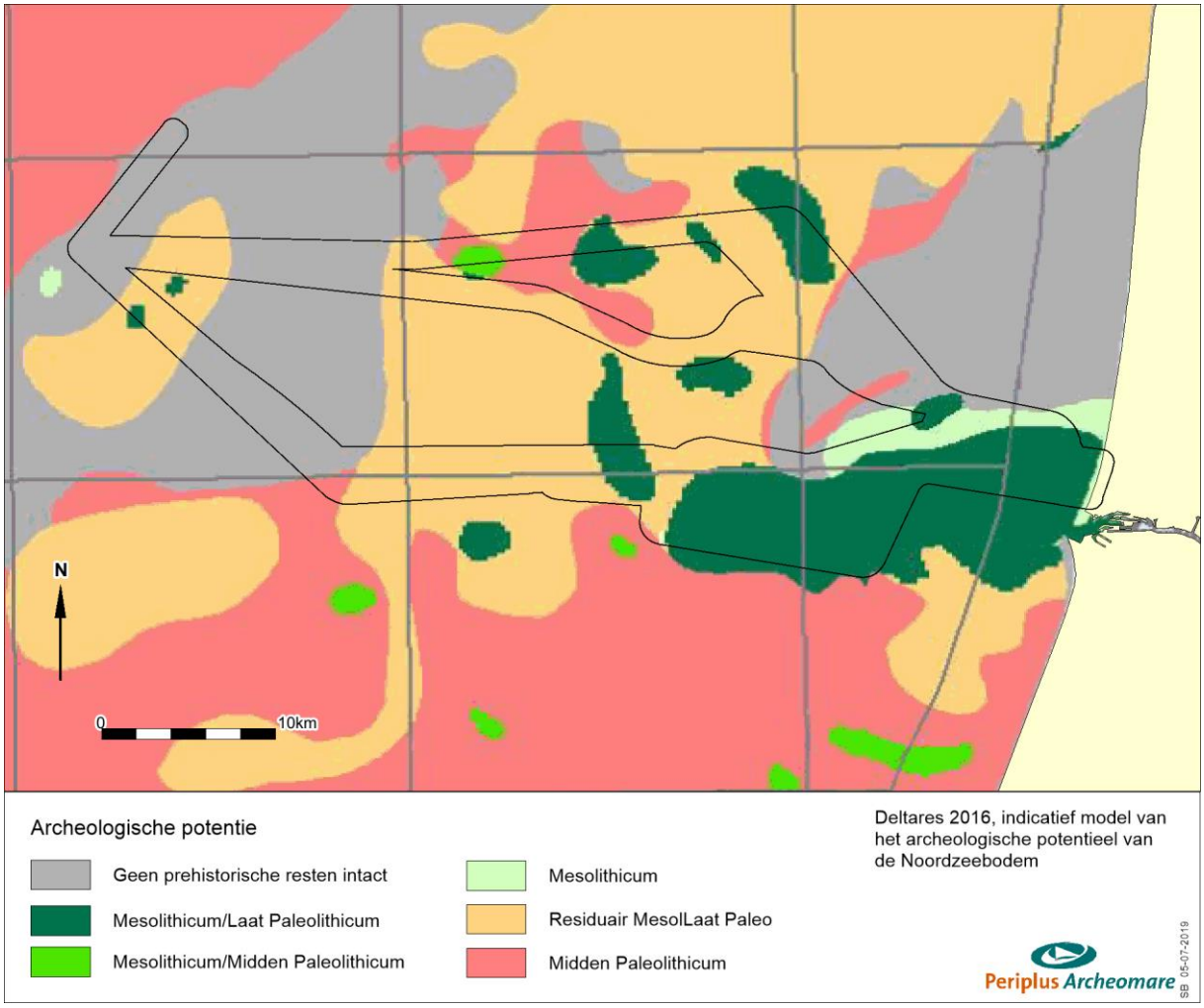
[27] IKAW 3e generatie, RCE 2008.

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast hangt de mate van conservering sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.[28] De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste verwachtingskaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee[29].

[28] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters e.a. 2009).
[29] Vonhögen et al. 2016



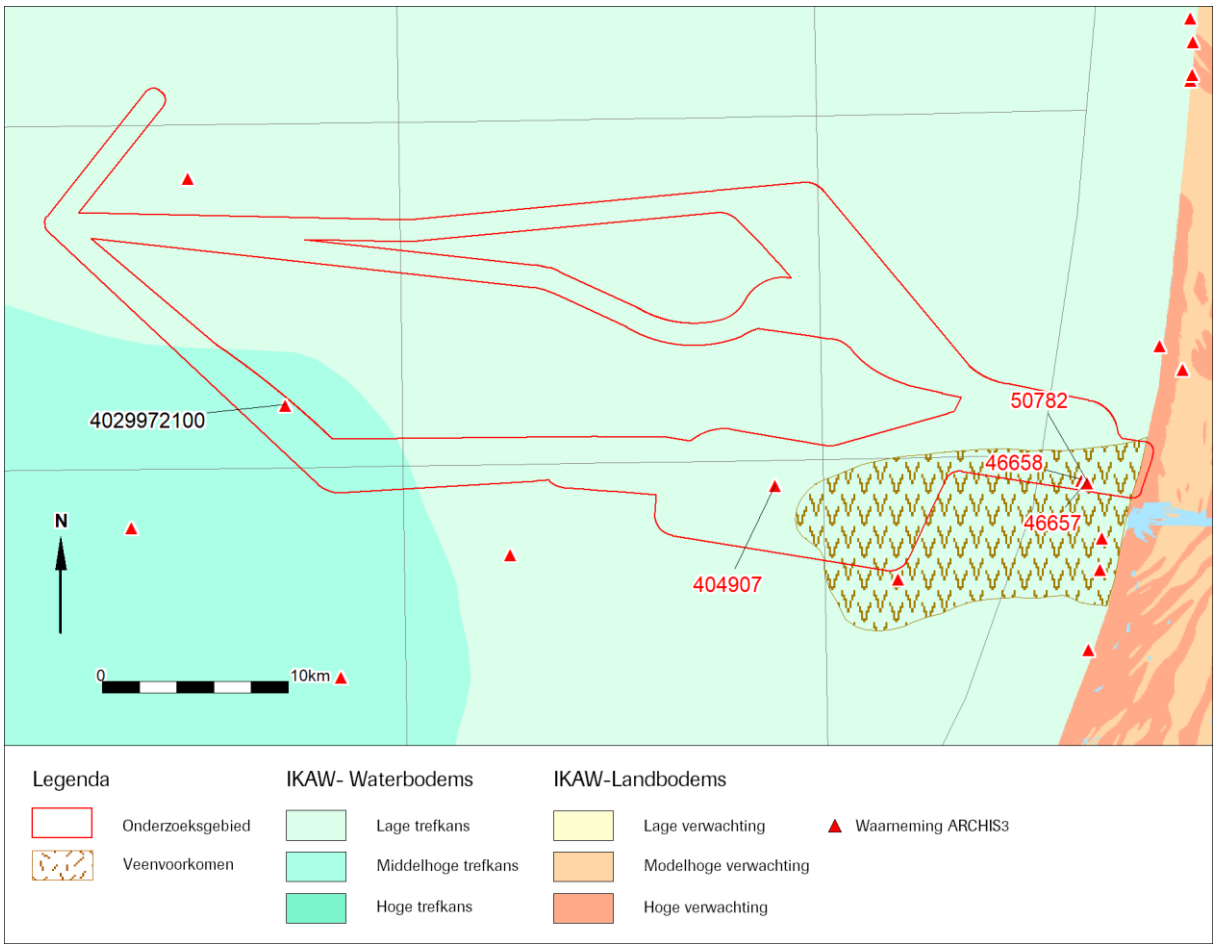
Afbeelding 18. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten.

Volgens dit model zijn in het centrale westelijke deel en noordoostelijk deel van het onderzoeksgebied (grijs in bovenstaande afbeelding) geen prehistorische resten meer intact te verwachten.

Omgeving plangebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Afbeelding 19 geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 19. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied.

Binnen het onderzoeksgebied zijn vijf archeologische waarnemingen bekend:

NCN	ARCHIS	ETRS89 UTM31N		Beschrijving
		Easting	Northing	
2028	4029972100	561468	5820378	Wrak Countess of Durham (Sunbird), vergaan in 1881
270	46657	604654	5816167	Noordzee Ncp Blok Q11 1. Wrak van de Louise Gerdina, vergaan of gemeld in 1879. Destijds stak de mast boven water uit.
269	46658	604424	5816318	Wrak van de Baloeran, vergaan in 1942
9359	50782	604480	5816380	Bijl, opgebaggerd ongeveer 3 km ten NW van de pier van IJmuiden, ter hoogte van de Baloeran boei begin jaren '90 door baggerschip "Zaandam"
518	404907			historisch wrak. Losse houten scheepsfragmenten, mogelijk van het dek waaronder een knie, dekbalken en dekplanken (zware eikenhouten delen).

Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

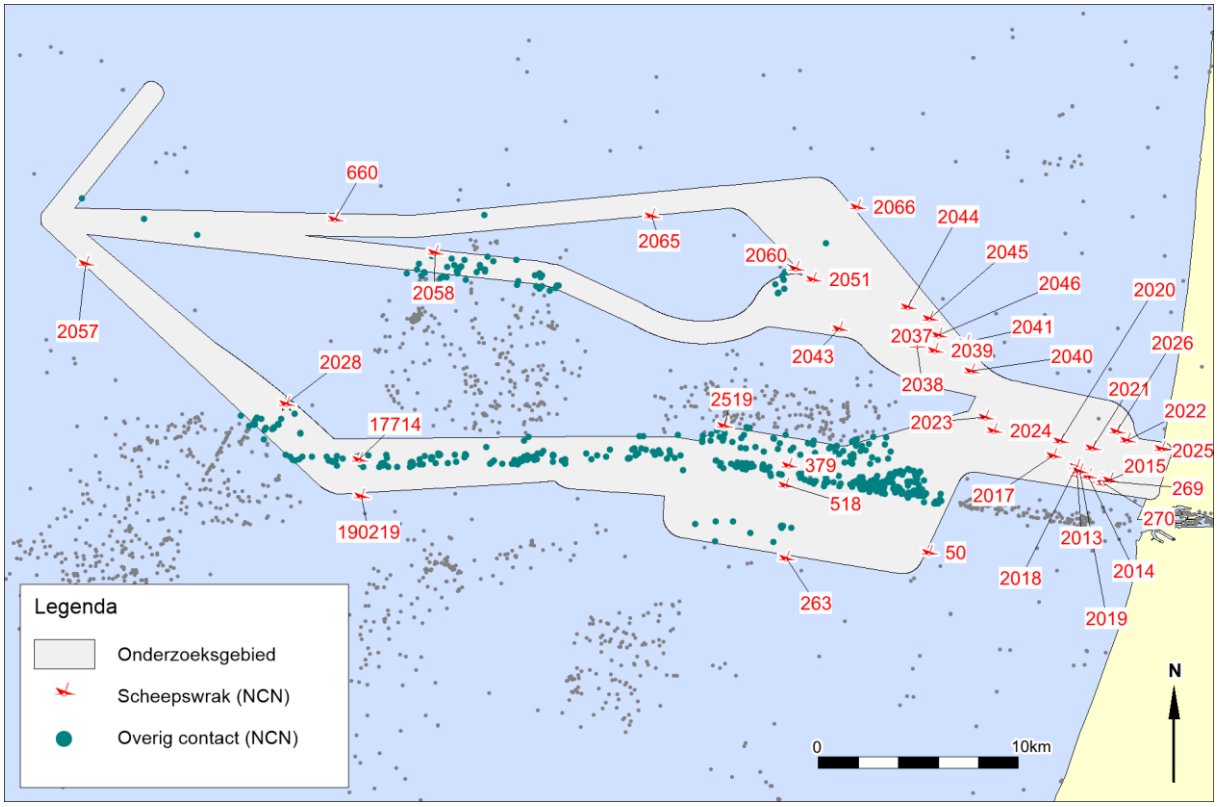
De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta[30].

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

In totaal zijn 39 wrakken en 501 andere bekende waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de onderstaande afbeelding en tabel op de volgende bladzijde.



Afbeelding 20. Bekende wrakken en andere waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied.

[30] P. de Boer, gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail

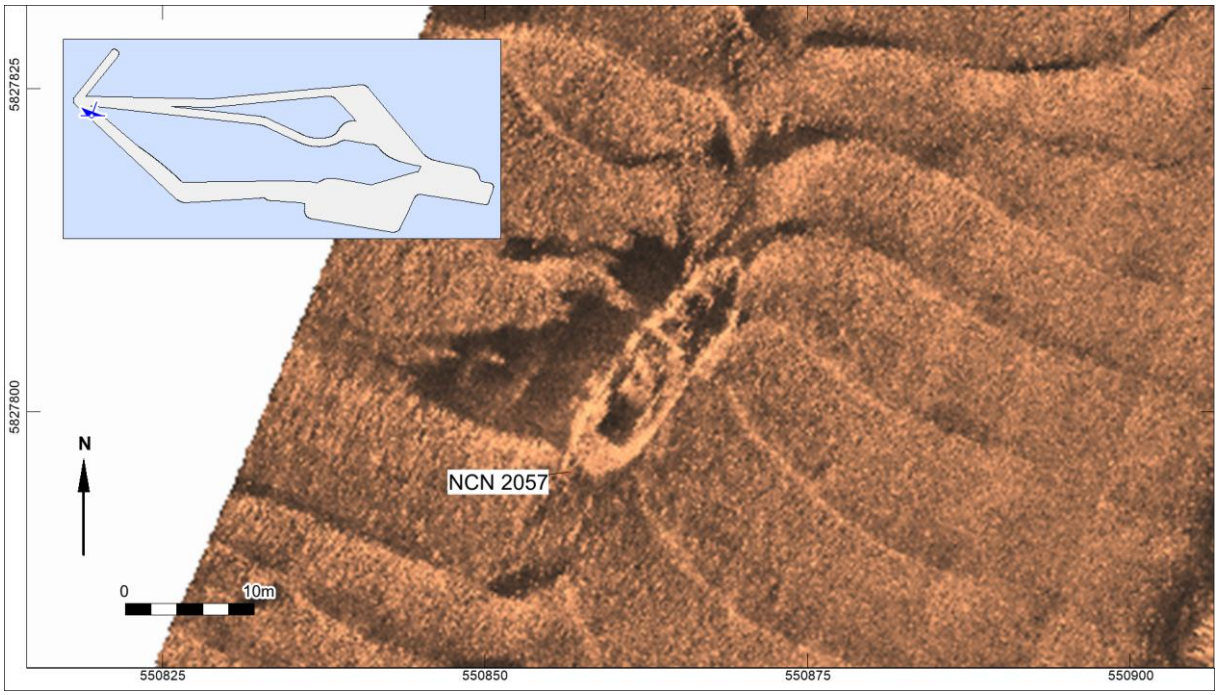
Het aantal bekende scheepwrakken in het onderzoeksgebied bedraagt 39. Een lijst met beschrijvingen is opgenomen in de volgende tabel.

	ETRS89 UTM31N				
NCN	**E**	**N**	**R95**	**Diepte**	**Omschrijving**
50	595446	5812514	5	-17.5	Wrak van de Cycloop, sleepboot vergaan in WO2
263	504548	5760216	5	-16.8	Wrak van de Hondsbosch, vergaan 13-11-1973
269	604420	5816317	1	-12.0	Wrak van de Baloeran, wrakresten liggen over een groot gebied verspreid. Op 31 augustus 1943 op een mijn gelopen.
270	604650	5816167	1	-11.0	Wrak Louise Gerdina, vergaan 12-04-1879. Niet teruggevonden op de locatie
379	588029	5817119	0	-21.0	Onbekend wrak HY3125
518	587866	5816055	2	-20.6	Historisch wrak .Losse houten scheepsfragmenten, mogelijk van het dek waaronder een knie, dekbalken en planken (zware eikenhouten delen).
660	564044	5830147	1	-22.5	Onbekend wrak DHY 206
2013	603282	5816661	1	-12.5	Onbekend wrak DHY 2192
2014	603855	5816525	1	-12.1	Onbekend wrak HY2193
2015	605005	5816329	1	-9.1	Wrak van de Herta M., gezonken 16-09-1970
2017	602015	5817626	1	-14.8	Wrak gemeld in 1912
2018	603254	5817034	1	-13.9	Wrak gemeld in 1893
2019	603409	5816821	1	-14.2	Onbekend wrak DHY 2201
2020	602376	5818407	1	-14.5	Onbekend wrak DHY 2202
2021	604100	5818041	1	-13.0	Onbekend wrak DHY 2203
2022	605902	5818451	1000	-9.0	Onbekend wrak DHY 2204
2023	598431	5819662	5	-13.5	Onbekend wrak DHY 2206
2024	598876	5818953	5	-16.1	Onbekend wrak HY12322
2025	607745	5818010	1	-12.6	Wrak van de Heemskerk, gestrand 07-11-1923
2026	605364	5818934	1000	-11.2	Onbekend wrak DHY 2209
2028	561468	5820379	5	-23.4	Wrak stoomschip Countess of Durham, vergaan 15-10-1881
2037	594635	5823642	5	-16.9	Onbekend wrak DHY 2223, bijna vergaan. grootste deel onder het zand.
2038	594806	5823450	5	-19.1	Onbekend wrak DHY 2224
2039	595758	5823197	20	-17.5	Wrak Skoghaug, vergaan 24-12-1947, niet teruggevonden
2040	597665	5822087	20	-14.8	Onbekend wrak DHY 2226
2041	597418	5823616	20	-14.6	Onbekend wrak DHY 2227
2043	590712	5824349	5	-18.8	Onbekend wrak DHY 2230 grotendeels verdwenen onder het zand. kleine slijpgeul.
2044	594318	5825508	5	-16.0	Wrak van de Hellas, niet teruggevonden
2045	595480	5824870	5	-18.3	Klein wrak DHY 2232. intact. kleine slijpgeul visueel. Steekt ongeveer 2mtr boven de bodem uit.
2046	595968	5824005	5	-18.3	Wrak DHY 2233, is bijna niet visueel. nagenoeg verdwenen onder het zand.
2051	589301	5826959	20	-17.3	Wrak van de Eton, gezonken 1912, niet teruggevonden
2057	550864	5827791	1	-25.8	Nederlands visserschip Stellendam 4, vergaan 1969
2058	569328	5828365	5	-23.9	Onbekend wrak DHY 2249
2060	588397	5827512	5	-18.5	Onbekend wrak DHY 2251, gebroken. deels onder het zand.
2065	580767	5830306	20	-22.7	Wrak van de TX 24 (Nellie), gezonken 29-05-1957
2066	591639	5830773	20	-16.6	Onbekend wrak DHY 2258
2519	584604	5819212	5	-20.2	Onbekend wrak DHY 2942
17714	565309	5817420	8	-25.4	Contact/mogelijk wrakresten
190219	565418	5815487	0	0.0	Onbekend wrak DHY 4166, heeft nog geen formeel NCN

Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.

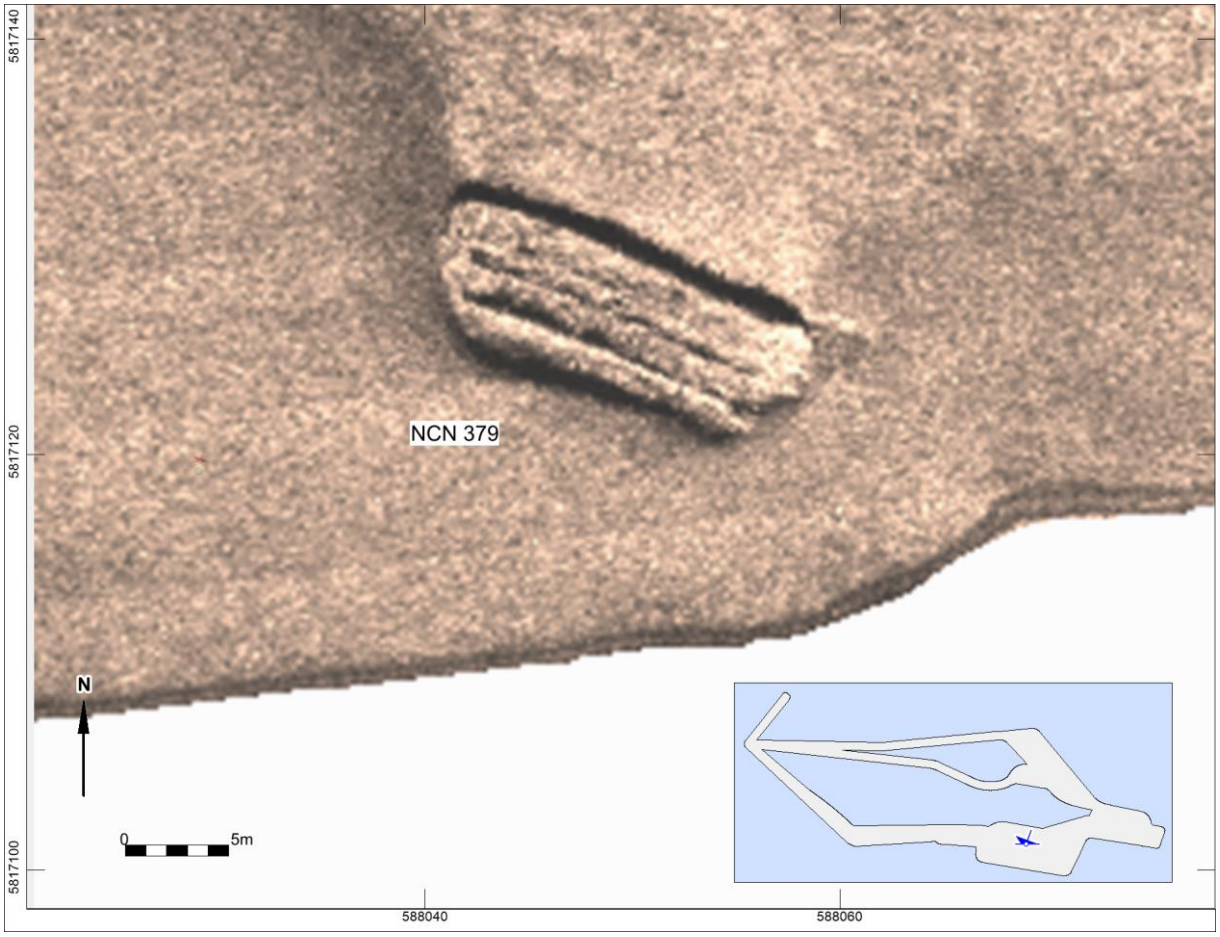
In het westen van het onderzoeksgebied ligt het wrak van het Nederlandse visserschip Stellendam 4, vergaan in 1969.



Afbeelding 21. Sonarbeeld van NCN 2057 (Bron: Dienst der Hydrografie).

Het wrak heeft geen archeologische waarde, maar kan wel een obstakel vormen.

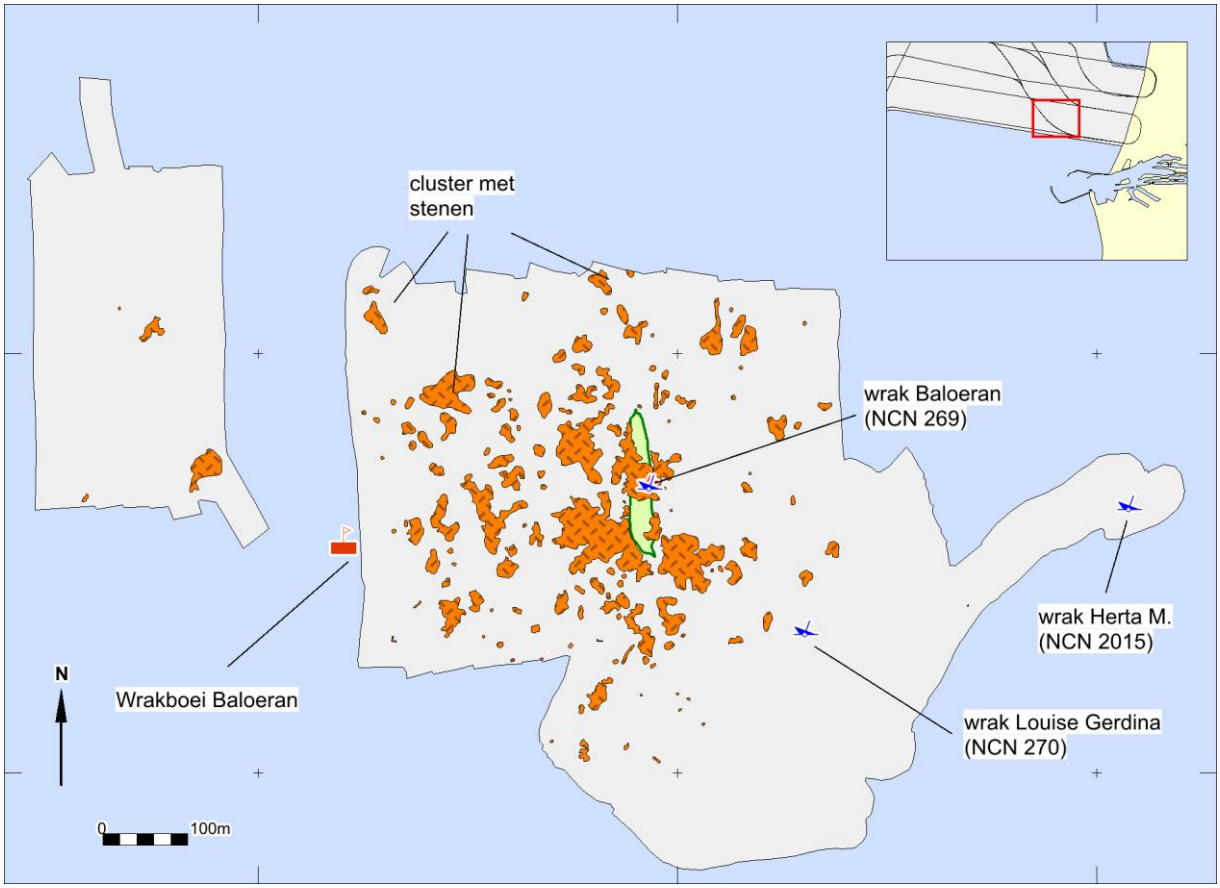
In het zuiden van het onderzoeksgebied ligt een nog niet geidentificeerd wrak (NCN 379). Het zichtbare wrakdeel heeft een lengte van 20 meter en een breedte van 7 meter.



Afbeelding 22. Sonarbeeld van NCN 379 (Bron: Dienst der Hydrografie).

Dit wrak is in 2005 door de Dienst der Hydrografie gevonden. Het wrak is nog niet geidentificeerd, de archeologische waarde is dus nog niet vastgesteld.

Vlak voor de kust van IJmuiden, in de zuidelijke tracéalternatieven liggen drie scheepswrakken: De *Louise Gerdina*, de *Herta M.* en de *Baloeran.*



Afbeelding 23. De omgeving van het wrak de Baloeran.

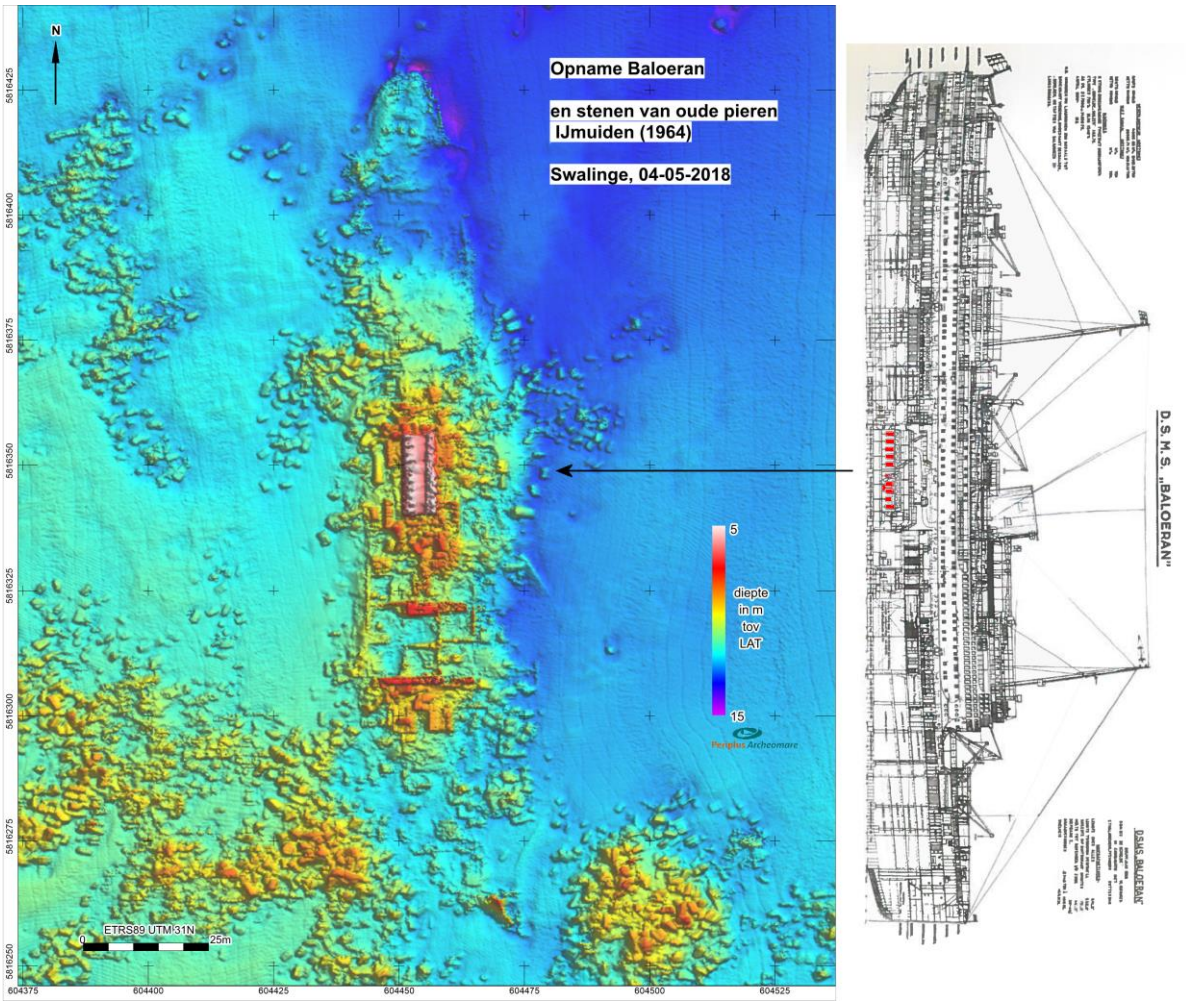
Tijdens eerder onderzoek op de locatie in 2018[31] is het gebied rondom het wrak van de *Baloeran* geïnventariseerd. Hierbij zijn zowel het wrak van de *Baloeran* als de *Herta M.* nauwkeurig gekarteerd. Het wrak van de *Louise Gerdina* is niet gevonden. Rondom de *Baloeran* liggen verschillende clusters met rechthoekige stenen blokken tot 3 x 2 x 1 meter.

[31] Van den Brenk, 2018

Een zoektocht naar de herkomst van deze stenen leverde het volgende op. In de periode 1960-1965 zijn de havenpieren van IJmuiden vervangen. De heer B. Stuut, voormalig hoofdopzichter van Rijkswaterstaat bij de bouw van de pieren meldt hierover het volgende:

'*Tijdens de bouw van de tuimelkade is gebruik gemaakt van blokken uit het oude gesloopte pierlichaam en afgedekt met steenasfalt. De resterende blokken uit de oude pier zijn door een Franse firma met een onderlosser bij de Baloeran gestort. (buitengaatse visplek voor o.a. gul en zeebaars op circa een halve mijl vanaf de Noordpier gerekend, WNW van IJmuiden).*'

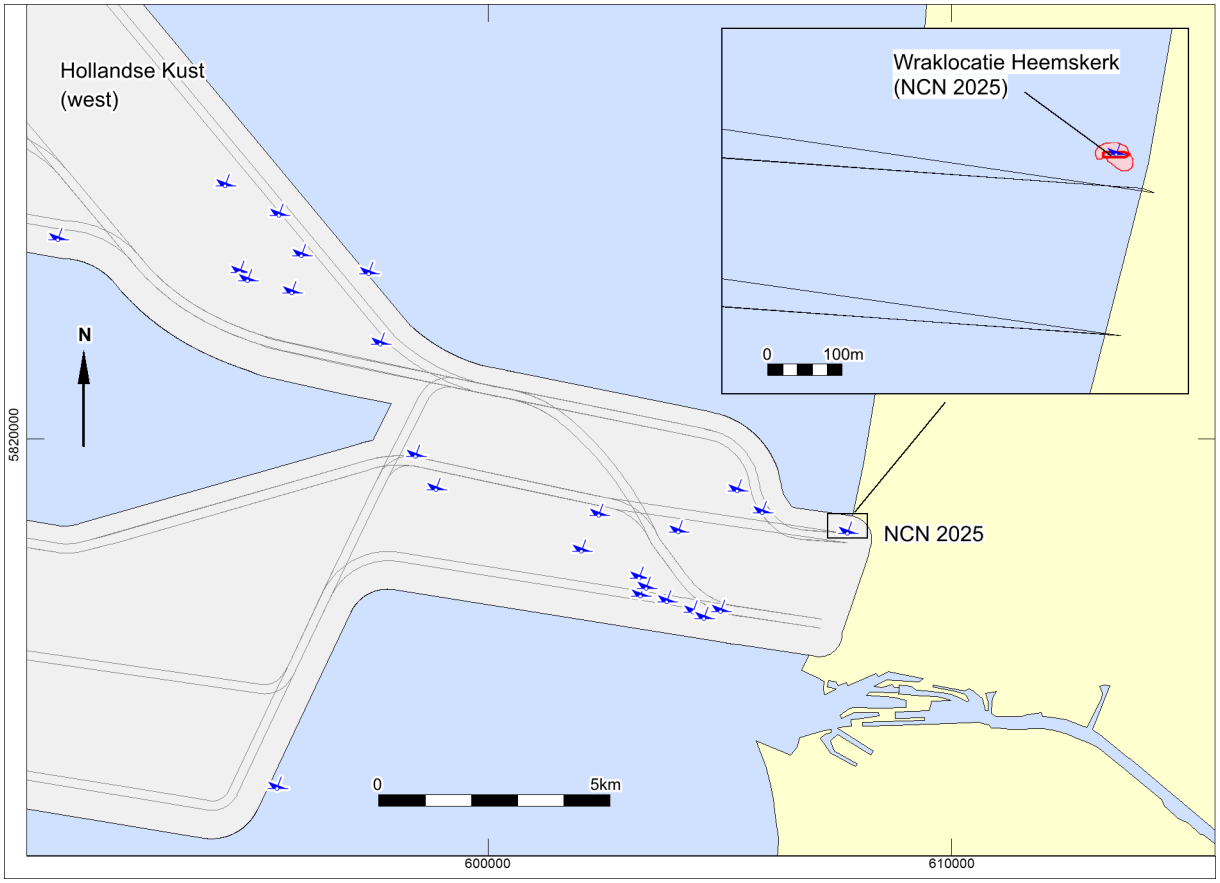
Onderstaande afbeelding toont de *multibeam*opname van de *Baloeran* met een aantal stenen rondom.



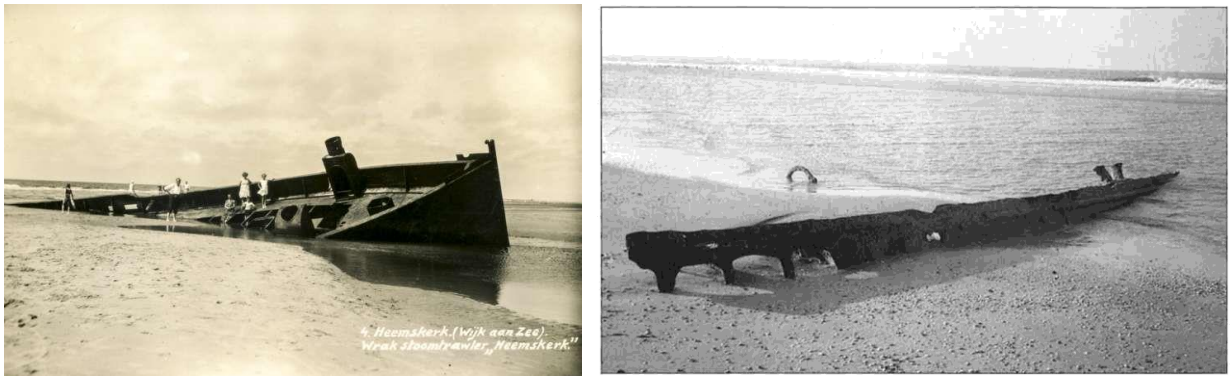
Afbeelding 24. Hoge resolutie multibeamopname van het wrak van de Baloeran.

NCN 2025 – wrak van de Heemskerk

Dicht bij de locatie waar de kabels aan land komen ligt het wrak van de *Heemskerk (NCN 2025)*.



Afbeelding 25. Locatie van wrak NCN 2025, de Heemskerk.



Afbeelding 26 Foto van het wrak in 1923 (links) en 1988 (rechts.

In september 2019 is door TenneT een nader onderzoek uitgevoerd op de locatie waarbij is vastgesteld dat het inderdaad om het wrak van de Heemskerk gaat en wat de exacte ligging van het wrak is.[32]

[32] Van den Brenk en van Lil, in voorbereiding. Onderzoek wrak Heemskerk

Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat nog 501 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een samenvatting wordt gegeven in onderstaande tabel.

Type	Aantal
Anker	11
Bodemverstoring	46
Container	1
Kabel / ketting	66
Man made object	16
Onbekend	356
Schelpen	2
Stenen	2
Veen	1
Totaal	**501**

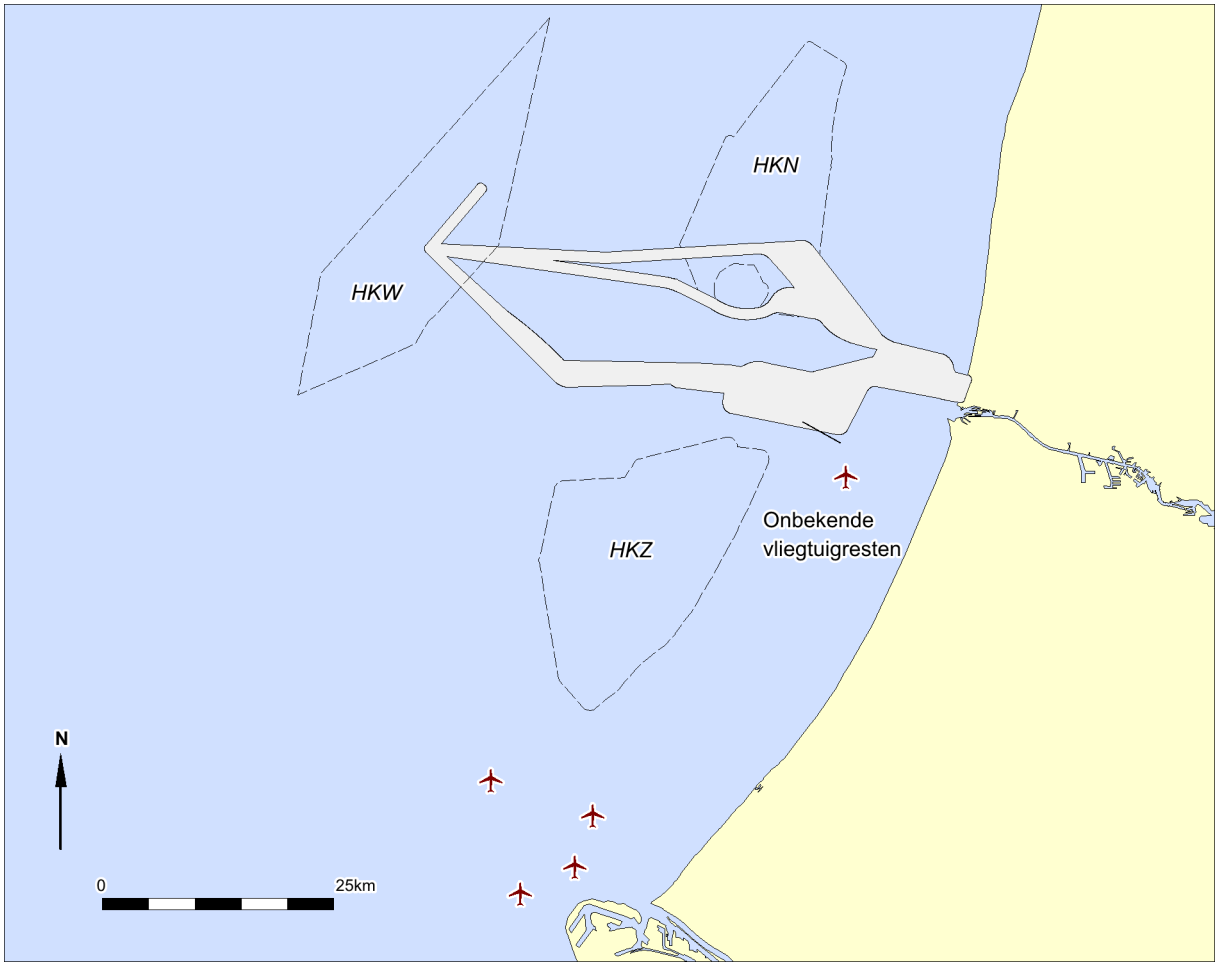
Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied

Tien van de gekarteerde contacten betreffen afsluiters (*wellheads*) van boorgaten uit de olie en gasindustrie. Hierbij zijn de boorgaten afgesloten met cement. Dit kunnen obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[33] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.[34]

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet[35]. Onderstaande afbeelding toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit diverse bronnen.



Afbeelding 27. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving.

Ten zuidwesten van IJmuiden ligt een locatie met (mogelijke) vliegtuigresten (NCN 9520, aangetroffen door Rijkswaterstaat in 2013). Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving. In de buitenhaven van IJmuiden zouden zich ook nog resten van een vliegtuigwrak bevinden.[36]

[33] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[34] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.
[35] Persoonlijk commentaar Majoor A. Kappert, voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht
[36] http://haagsebunkerploeg.com/Forteneiland_IJmuiden/Wrakopruiming

2.8. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

Vroege prehistorie

In de ondergrond van de tracéalternatieven kunnen bewoningsresten uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum* voorkomen. De top van de *pleistocene* afzettingen vormt het archeologische niveau voor laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen en begravingsresten. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de holocene afzettingen voorkomen. Op een dieper niveau kunnen in de top van de Formatie van Drente kampplaatsen van Neanderthalers voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	**Laagpakket Laag**	**Lithologie**	**Ouderdom**	**Archeologische Verwachting***	**Periode**
Southern Bight	Bligh bank	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	I	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I	ME – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II	VMESO
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II	VMESO
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eem tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eem	IV	MPALEO
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	II en III	MPALEO
	Schaarsbergen	zand		II	MPALEO
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		III	MPALEO

Tabel 12. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
III	Kampplaatsen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 12 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen de tracéalternatieven voorkomen is niet bekend.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de holocene opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen. Het voorkomen van de Laag van Velsen en de Basisveen Laag is goed bekend binnen de begrenzing van het plangebied Hollandse Kust (noord) en (west Alpha). De voorkomens zijn hier op basis van een subbottom profiler survey gekarteerd. Echter ook het voorkomen van veen en klei in het gebied rond de IJgeul is bekend. Veen en klei zijn hier vaak ontsloten aan de waterbodem. Deze ontsluitingen zijn waargenomen op sidescan sonar beelden.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van de tracéalternatieven door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-mesolithische vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs de tracéalternatieven zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-holocene bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.*[37]

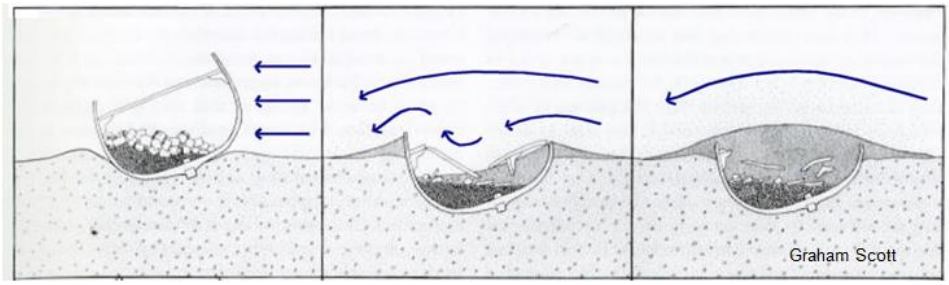
Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 39 scheepswrakken bekend. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Ze kunnen dus een

[37] Nationale onderzoeksagende 2006, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

archeologische waarde hebben. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.
Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



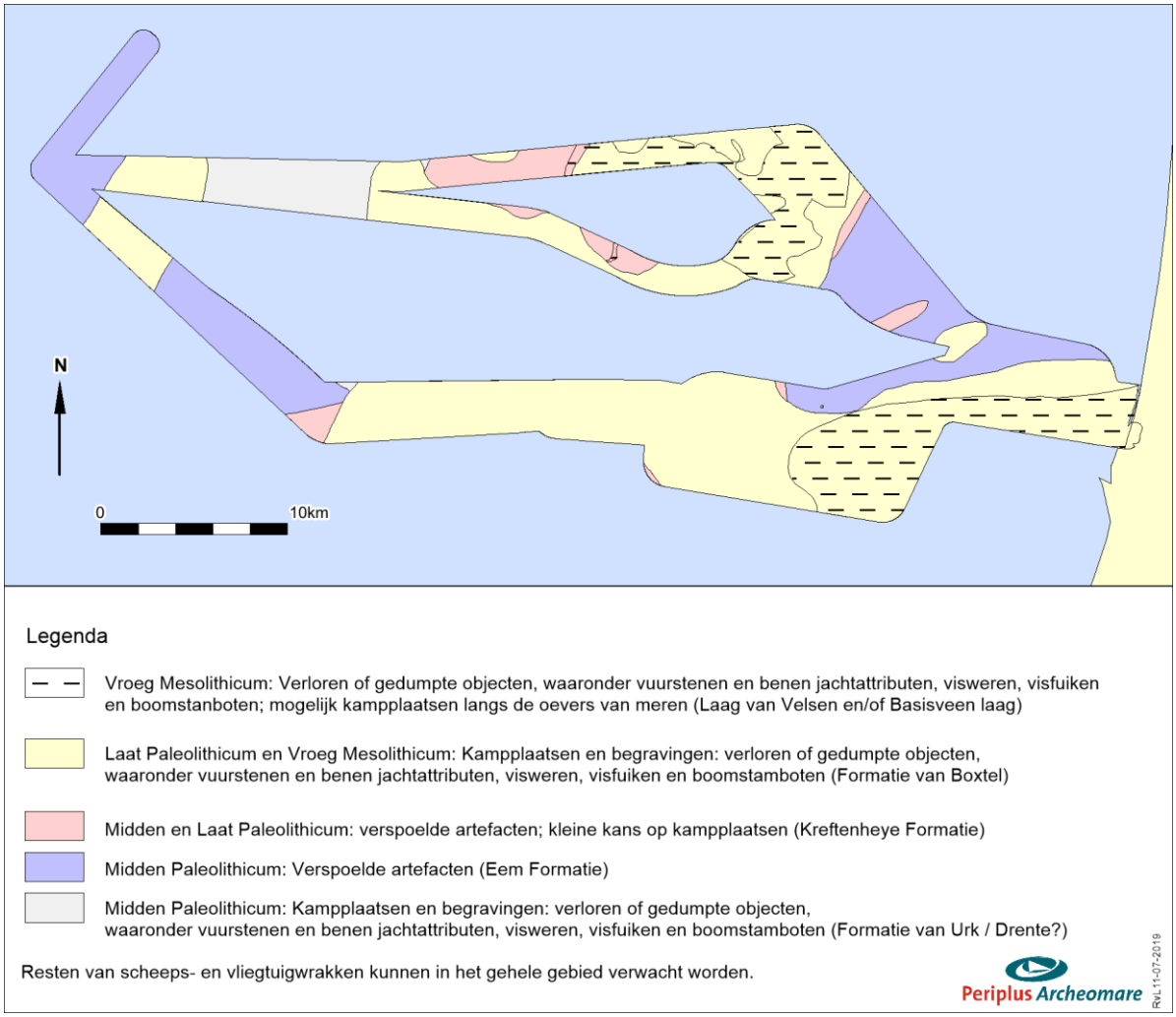
Afbeelding 28.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken
In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.[38] Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied is één melding van een vliegtuigwrak bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

De gecombineerde archeologische verwachting wordt samengevat in de afbeelding op de volgende bladzijde.

[38] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.



Afbeelding 29. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting.

De modellen waarop deze afbeelding is gebaseerd zijn onzeker en moeten getoetst worden.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
Binnen het plangebied plus 200 meter rondom zijn vijf archeologische waarnemingen bekend binnen ARCHIS. Dit betreffen vier (resten van) historische scheepswrakken en één vondst van een Laat middeleeuwse ijzeren bijl.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?
In het onderzoeksgebied kunnen onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden. Binnen het gebied zijn 39 scheepswrakken bekend waarvan het merendeel nog niet is onderzocht of geidentificeerd, en waarvan de archeologische waarde dus nog niet is bepaald.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken
De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het Bligh Bank Laagpakket verwacht. De dikte van deze laag varieert langs de tracéalternatieven van 0 tot 10 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

b) prehistorische nederzettingen
De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden Paleolithicum, het Laat Paleolithicum en het Vroeg Mesolithicum. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 mLAT. Langs de Hollandse kust kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen. Vooral offshore vormt de *Formatie van Drente* de context voor kampplaatsen van Neanderthalers. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit en grote informatiewaarde verwacht.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-holocene afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de

Formatie van Naaldwijk en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten. Deze verwachting geldt ook voor de *Formatie van Kreftenheye*.

Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
De aanleg van kabelsleuven kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar, magnetometer en subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan uitsluitsel geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de ploegdiepte en de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:
Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?
Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd. Met behulp van deze technieken kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het plangebied. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kan de route van de kabels worden aangepast binnen de grenzen van de vergunde corridor. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van de kabelroutes, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen alle tracéalternatieven scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 39 scheepswrakken bekend. Het merendeel is nog niet geidentificeerd, dus de archeologische waarde is nog niet vastgesteld. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.[39] Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 13. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.[40]

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet meer geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) door een door een

[39] conform KNA waterbodems protocol 4103.
[40] conform KNA waterbodems protocol 4001.

gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems worden onderzocht.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied. 5
Afbeelding 2. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT. 11
Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen. 13
Afbeelding 4. Overige infrastructuur rondom het onderzoeksgebied. 14
Afbeelding 5. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied. 15
Afbeelding 6. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken. 16
Afbeelding 7. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970). 17
Afbeelding 8. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen). 18
Afbeelding 9. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit. 19
Afbeelding 10. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart). 20
Afbeelding 11. Oppervlakte sedimenten. 22
Afbeelding 12. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004). 23
Afbeelding 13. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van TNO grids aangevuld met data Laban 2004). 25
Afbeelding 14. Geologisch profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids). 26
Afbeelding 15. Bekende veenvoorkomens in het onderzoeksgebied. 28
Afbeelding 16. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien. 30
Afbeelding 17. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat. 31
Afbeelding 18. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten. 33
Afbeelding 19. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied. 34
Afbeelding 20. Bekende wrakken en andere waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied. 35
Afbeelding 21. Sonarbeeld van NCN 2057 (Bron: Dienst der Hydrografie). 37
Afbeelding 22. Sonarbeeld van NCN 379 (Bron: Dienst der Hydrografie). 38
Afbeelding 23. De omgeving van het wrak de Baloeran. 39
Afbeelding 24. Hoge resolutie multibeamopname van het wrak van de Baloeran. 40
Afbeelding 25. Locatie van wrak NCN 2025, de Heemskerk. 41
Afbeelding 26 Foto van het wrak in 1923 (links) en 1988 (rechts. 41
Afbeelding 27. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving. 43
Afbeelding 28.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 46
Afbeelding 29. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting. 47

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 2
Tabel 3. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 3
Tabel 4. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels 12
Tabel 5. Overzicht van kruisende pijpleidingen 12
Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied 15
Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte Bligh Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk) 23
Tabel 8. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied 29
Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied 34
Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied 36
Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied 42
Tabel 12. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 44
Tabel 13. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 50

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
Antropogeen	Door menselijk handelen
Allerød interstadiaal	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
Crevasse afzetting	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Geogenese	Ontstaansgeschiedenis
Geofysisch onderzoek	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
Geotechnisch onderzoek	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
In situ	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Klastische *rivierafzettingen*	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
LAT	Lowest Astronomical Tide
Lithostratigrafie	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
Magnetometer	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
Mesolithicum	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
Multibeam echosounder	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
Nearshore	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
Offshore	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het *nearshore* gedeelte
Paleolithicum	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het *Holoceen, ca 11700 jaar geleden*

Term	**Omschrijving**
Seismiek	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stratigrafie	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Survey	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
Vicus	Nederzetting in de Romeinse tijd bij een Romeins *castellum* (legerplaats)

Referenties

Literatuur

- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. Geological map Flemish Bight.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Dijkstra, H. en Ketelaar, F.C.J., 1965. Brittenburg: raadsels rond een verdronken ruine.
- Forzoni, A., T. Vermaas, C. Mesdag, M. Hijma, G. de Lange en M. de Kleine, 2017. Geological study Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone. Deltares project 11200513-002 reference 11200513-002-BGS-0001.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- Muis, L.A. en S. van den Brenk, 2013. Historische scheepswrakken – systematische opnamen en monitoring. Periplus Archeomare briefrapport 12A001
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2019. Programma van Eisen archeologische begeleiding berging scheepswrak 'Heemskerk' IJM 5.
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024

- Van den Brenk. S., 2019. Beschrijving mogelijke wraklocatie 'Heemskerk IJmuiden 5', Noord-Holland. Periplus Archeomare rapport 19A013-01 en 02
- Van Lil, R. en L.A. Muis, 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Noordzee – Zandwingebied Bergen – Egmond A. Periplus Archeomare rapport 14A014-02
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R., 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Zandwingebied Q8J. Periplus Archeomare rapport 14A040-02
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Velthuis I.M.J. and J.P.F. Verweij. Offshore Route Survey, Hollandse Kust (noord), North Sea. Geophysical field survey using side scan sonar and magnetometer. ADC rapport 4797 (Draft)
- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (www.nfla.nl)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)
- Wrakopruiming in de havenmond van IJmuiden, (http://haagsebunkerploeg.com)

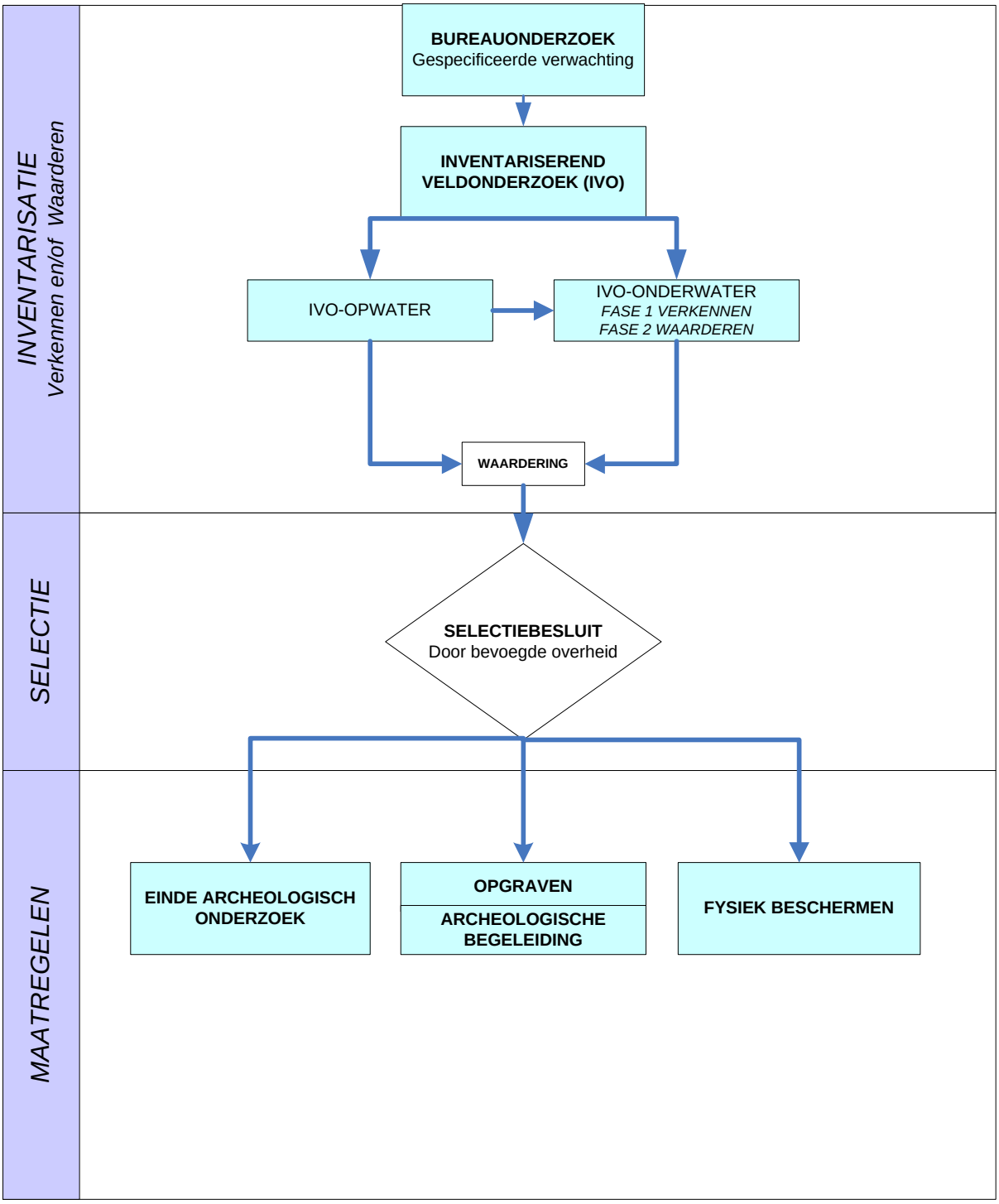
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

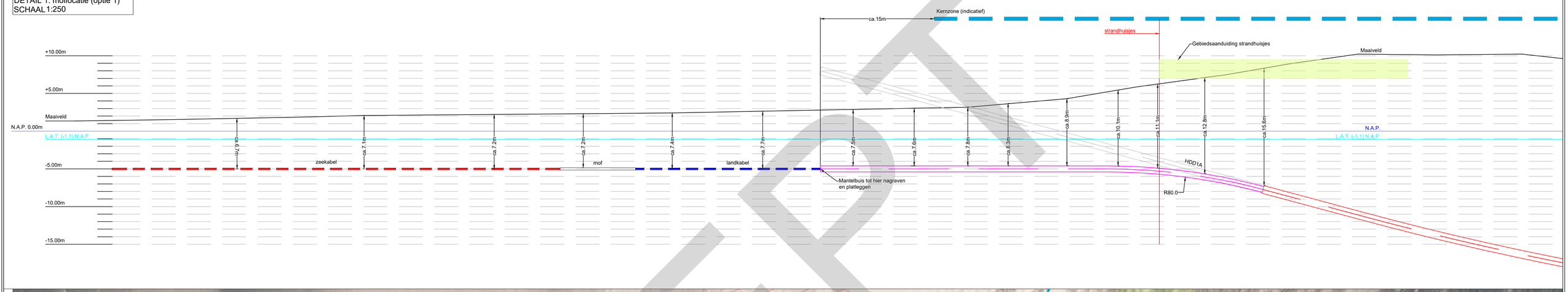
Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

CHRONOSTRATIGRAFIE				ARCHEOLOGISCHE PERIODE				
SERIE	ETAGE - CHRONOZONE		TIJD	TIJDPERK				DATERING
Holoceen	**Laat Subatlanticum**		**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd			C	1850
							B	1650
							A	1500
				Middeleeuwen		Laat	B	1250
							A	1050
						Vroeg	D	900
							C	725
							B	525
							A	450
	Vroeg Subatlanticum		0	Romeinse tijd			Laat	270
							Midden	70 n. Chr.
							Vroeg	15 v. Chr.
			450 v. Chr	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
							Midden	500
							Vroeg	800
	Subboreaal		3700			Bronstijd	Laat	1100
							Midden	1800
							Vroeg	2000
	Atlanticum		7300		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
							Midden	4200
							Vroeg	4900/5300
	Boreaal		8700			Mesolithicum	Laat	6450
							Midden	8640
	Preboreaal		9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas			Paleolithicum	Laat	B 12.500
			11.000					
			Allerød					
			12.000					
			Oude Dryas					
			12.100					
			Bølling					
			13.000					
		Pleniglaciaal L					Jong	16.000
			17.000					
			Late Glacial Max					
			20.000					
			31.500					A 35.000
			Denekamp					
			34.000					
		Pleniglaciaal M					Midden	250.000
			40.000					
			Hengelo					
			41.500					
			45.000					
		Pleniglaciaal V	Moershoofd					
			50.000					
			71.000					
		Vroeg Glaciaal	Odderade				Oud	
			74.000					
			Brørup					
			Amersfoort					
			114.000					
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000					
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems

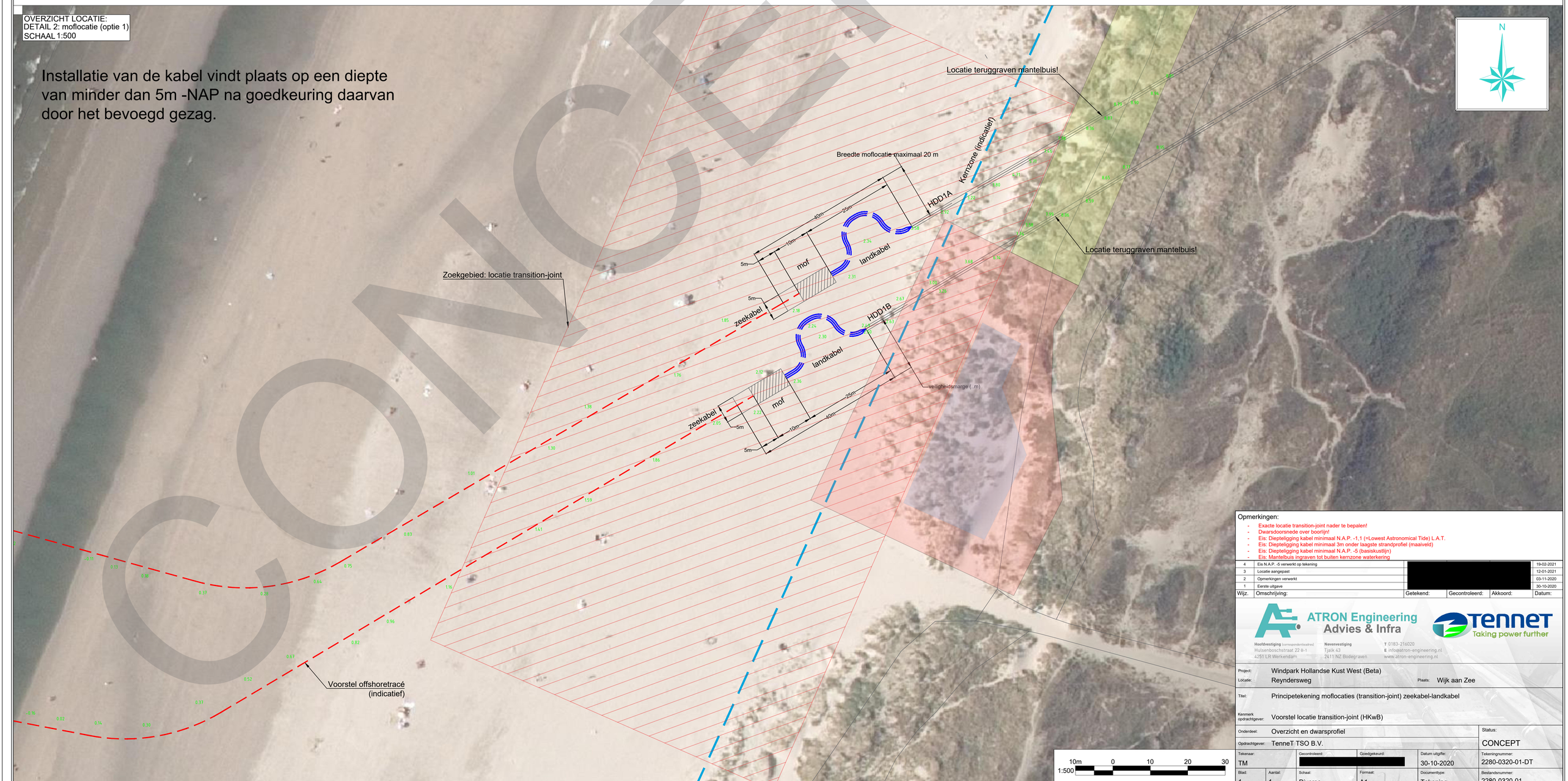


DWARSPROFIEL: (over boorlijn)
DETAIL 1: moflocatie (optie 1)
SCHAAL 1:250



OVERZICHT LOCATIE:
DETAIL 2: moflocatie (optie 1)
SCHAAL 1:500

Installatie van de kabel vindt plaats op een diepte van minder dan 5m -NAP na goedkeuring daarvan door het bevoegd gezag.



Opmerkingen:
- Exacte locatie transition-joint nader te bepalen!
- Dwarsdoorsnede over boorlijn!
- Eis: Diepteligging kabel minimaal N.A.P. -1,1 (=Lowest Astronomical Tide) L.A.T.
- Eis: Diepteligging kabel minimaal 3m onder laagste strandprofiel (maaiveld)
- Eis: Diepteligging kabel minimaal N.A.P. -5 (basiskustlijn)
- Eis: Mantelbuis ingraven tot buiten kernzone waterkering

Wijz.	Omschrijving:	Getekend:	Gecontroleerd:	Akkoord:	Datum:
4	Eis N.A.P. -5 verwerkt op tekening	[redacted]			19-02-2021
3	Locatie aangepast				12-01-2021
2	Opmerkingen verwerkt				03-11-2020
1	Eerste uitgave				30-10-2020

ATRON Engineering Advies & Infra
Hoofdvestiging (correspondentieadres): Hulsenboschstraat 22 B-1, 4251 LR Werkendam
Nevenvestiging: Tjalk 43, 2411 NZ Bodegraven
T 0183-216020
E info@atron-engineering.nl
www.atron-engineering.nl

TenneT Taking power further

Project:	Windpark Hollandse Kust West (Beta)
Locatie:	Reyndersweg
Plaats:	Wijk aan Zee
Titel:	Principetekening moflocaties (transition-joint) zeekabel-landkabel
Kenmerk opdrachtgever:	Voorstel locatie transition-joint (HKwB)
Onderdeel:	Overzicht en dwarsprofiel
Status:	CONCEPT
Opdrachtgever:	TenneT TSO B.V.

Tekenaar:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:	Datum uitgifte:	Tekeningnummer:
TM	[redacted]		30-10-2020	2280-0320-01-DT

Blad:	Aantal:	Schaal:	Formaat:	Documenttype:	Bestandsnummer:
1	1	Diverse	A1	Tekening	2280-0320-01

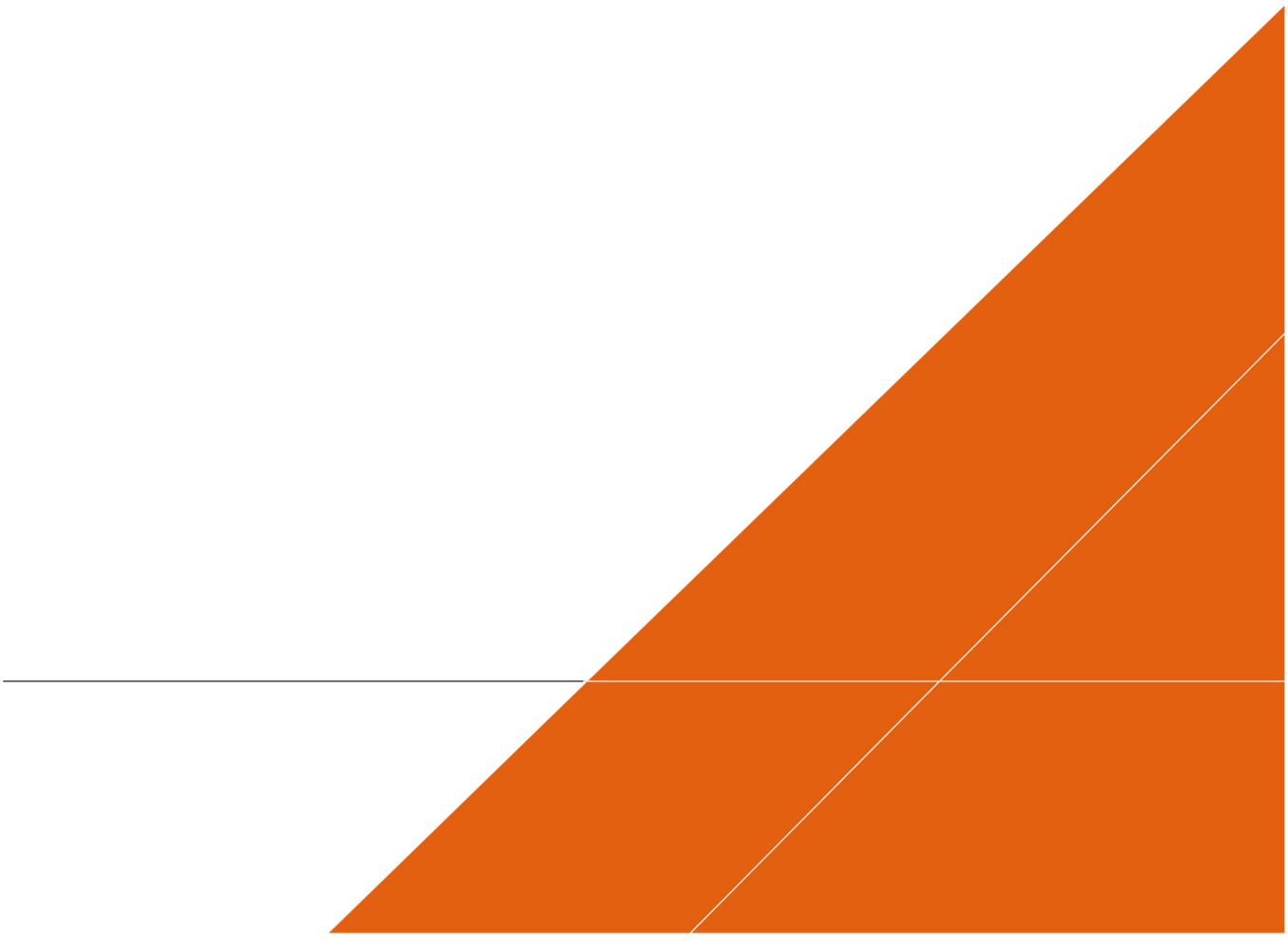
Indien werkzaamheden door derden worden uitgevoerd, kunnen aan deze tekening geen rechten worden ontleend.

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

WATERTOETSEN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

TenneT

24 MAART 2021



Contactpersoon

[redacted]

[redacted]

Marien ecoloog

T [redacted]
M
E

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 7

1.1 Aanleiding 7

1.2 Duurzame energie 7

1.2.1 Redenen 7

1.2.2 Routekaart 2023 7

1.2.3 Routekaart 2030 7

1.3 Net op zee Hollandse Kust (west Beta) 8

2 VOORGENOMEN ACTIVITEIT 10

2.1 Overzicht 10

2.2 Platform 11

2.2.1 Ontwerp 11

2.2.2 Voorbereiding 13

2.2.3 Aanleg 13

2.2.4 Gebruik en onderhoud 14

2.2.5 Verlichtingsplan 14

2.2.6 Veiligheidsplan 14

2.3 Kabels op zee 15

2.3.1 Route kabels 15

2.3.2 Aanleg kabels 16

2.3.2.1 Kabelroute en diepgang 16

2.3.2.2 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen 16

2.3.2.3 Route survey 17

2.3.2.4 Voorbereidingen kabelaanleg 17

2.3.2.5 Installatie van de kabels 18

2.3.3 Post-installatie 19

2.3.4 Gebruik 19

2.4 Planning 20

3 AFBAKENING 21

3.1 Inleiding 21

3.2 Vertroebeling 21

3.3 Sedimentatie 22
3.4 Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater 23
3.5 Verstoring als gevolg van impulsgeluid onderwater 24
3.6 Boven water verstoring 25
3.6.1 Door geluid en visuele verstoring 25
3.6.2 Verstoring door licht 27
3.7 Habitataantasting 27
3.8 Elektromagnetische velden 27
3.9 Samenvatting reikwijdte activiteiten 28

4 KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE 31

4.1 Kaderrichtlijn mariene strategie 31
4.1.1 Inleiding 31
4.1.2 Biologische diversiteit 31
4.1.3 Niet-inheemse soorten (exoten) 32
4.1.4 Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 33
4.1.5 Voedselwebben 33
4.1.6 Eutrofiëring 33
4.1.7 Integriteit van de zeebodem 34
4.1.8 Hydrografische eigenschappen 35
4.1.9 Vervuilende stoffen 35
4.1.10 Vervuilende stoffen in visproducten 35
4.1.11 Zwerfvuil 36
4.1.12 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid 36
4.2 Effectbeschrijving 37
4.2.1 Vertroebeling 37
4.2.1.1 Modelstudie 37
4.2.1.2 Vertroebeling in de ruimte in het bovenste deel van de waterkolom 38
4.2.1.3 Vertroebeling in de tijd in het bovenste deel van de waterkolom 40
4.2.1.4 Achtergrondconcentraties 40
4.2.1.5 Effecten vertroebeling op primaire productie 41
4.2.1.6 Effecten vertroebeling op trekvissen 42
4.2.1.7 Effecten van vertroebeling op stressrespons vissen 43
4.2.1.8 Effecten vertroebeling op filterfeeders 44
4.2.2 Sedimentatie 45
4.2.3 Verontreiniging 45
4.2.4 Continu onderwatergeluid 46
4.2.5 Impuls onderwatergeluid 46
4.2.5.1 Modelstudie en drempelwaarden 46

4.2.5.2 Verstoringsafstand 47
4.2.5.3 Geluidsnorm 47
4.2.5.4 Effecten van impulsgeluid op zeehonden 48
4.2.5.5 Effecten van impulsgeluid op bruinvissen 48
4.2.5.6 Effecten impulsgeluid op trekvissen 50
4.2.6 Habitataantasting en verandering 50
4.2.7 Verzuring en vermesting 50
4.2.8 Elektromagnetische velden 51
4.2.8.1 Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren 51
4.2.8.2 Effecten elektromagnetische velden op trekvissen 51
4.3 Toetsing 52
4.3.1 Biologische diversiteit 52
4.3.2 Exoten 53
4.3.3 Populaties commerciële vis 53
4.3.4 Voedselketens 53
4.3.5 Eutrofiering 54
4.3.6 Integriteit van de zeebodem 54
4.3.7 Hydrografische eigenschappen 54
4.3.8 Vervuilende stoffen 54
4.3.9 Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie 54
4.3.10 Zwerfvuil 54
4.3.11 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid 54
4.4 Conclusie 55

5 KADERRICHTLIJN WATER 56

5.1 Kaderrichtlijn water 56
5.1.1 Chemische kwaliteit 57
5.1.2 Ecologische kwaliteit 57
5.1.2.1 Biologie 57
5.1.2.2 Fysisch-chemisch 58
5.1.2.3 Overige relevante chemische stoffen 58
5.1.2.4 Hydromorfologie 59
5.2 Activiteiten en KRW 59
5.2.1 KRW- gebieden 59
5.2.2 KRW- doelstellingen 60
5.2.2.1 Hollandse kust 60
5.2.2.2 Waddenkust (kustwater) 61
5.2.2.3 Waddenzee 62
5.2.2.4 Waddenzee (vastelandskust) 63
5.3 Effectbeschrijving 64

5.3.1 Relevante effecten 64
5.3.2 Vertroebeling 64
5.3.2.1 Effecten vertroebeling op primaire productie 65
5.3.2.2 Effecten vertroebeling op filterfeeders 65
5.3.3 Sedimentatie 66
5.3.4 Habitataantasting 67
5.4 Toetsing 67
5.4.1.1 Hollandse kust (NL95_3A) 70
5.4.1.2 Waddenkust (kustwater) 70
5.4.1.3 Waddenzee 71
5.4.1.4 Waddenzee vastelandskust 72
5.5 Conclusie 73

6 BEHEER EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN 74
6.1 Beheerplan Rijkswateren 74
6.2 Effectbeschrijving 74
6.2.1 Verdroging 74
6.3 Toetsing 75
6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste 75
6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen 75
6.4 Conclusie 75

7 REFERENTIES 76

BIJLAGEN

BIJLAGE A TECHNICAL INSTALLATION METHOD 81

BIJLAGE B VERTROEBELINGSSTUDIE 82

BIJLAGE C GELUIDSSTUDIE 83

BIJLAGE D STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD 84

COLOFON 85

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Er moet een netaansluiting worden gerealiseerd die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) met het landelijke hoogspanningsnet. Dit is het project Net op zee Hollandse Kust (west Beta). De aanleg van deze stroomaansluiting wordt in dit document passend beoordeeld in het kader van de Wet natuurbescherming.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019, september 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO_2-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202), de daaropvolgende Energiedialoog (Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016) en de Energieagenda (Energieagenda “Naar een CO_2-arme energievoorziening”, 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord hierop voort.

1.2.2 Routekaart 2023

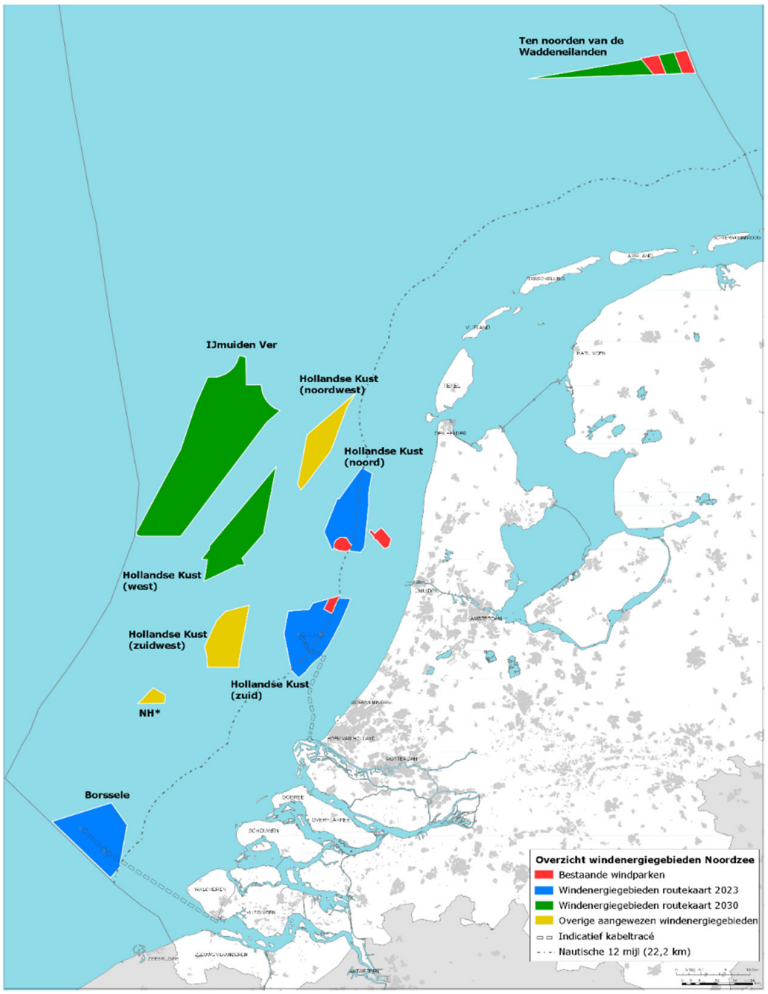
In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 geeft aan dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd, in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I en II. Het Net op Zee naar windpark Borssele is inmiddels aangelegd en is Net op Zee Hollandse Kust (zuid) in uitvoering. Op 13 mei 2020 heeft de Raad van Staten aangegeven dat de platforms op zee, de ondergrondse kabelsystemen en het transformatorstation voor windpark Hollandse Kust (noord) gerealiseerd mogen worden en is gestart met de eerste uitvoerende werkzaamheden.

1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe routekaart windenergie op zee (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO_2-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030.

Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel);
**NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Ministerie EZK)*

1.3 Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het project Net op zee Hollandse Kust (west Beta) maakt hier deel van uit. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om een netaansluiting te realiseren die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Dit project heet Net op Zee Hollandse Kust (west Beta). De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 700 MW windenergie en bestaat uit het aanleggen van de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines.
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha).
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV).
4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels.
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation).
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd.

Een overzicht van het projectgebied is weergegeven Figuur 2.



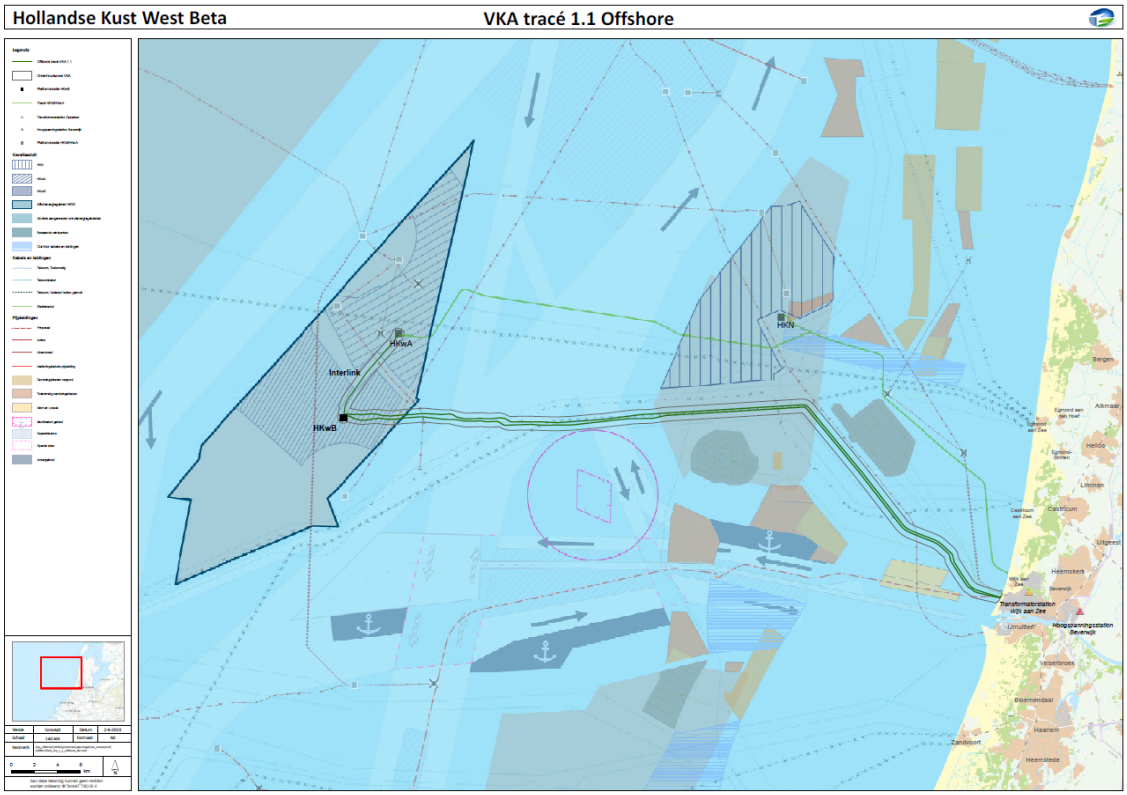
Figuur 2 Overzichtskaart kabeltracé Net op zee Hollandse Kust (west Beta) inclusief locatie van het platform en interlink kabel naar het platform Hollandse Kust (west Alpha)

2 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de verschillende (deel)activiteiten kunnen nog aan veranderingen onderhevig zijn, er is in deze activiteitenbeschrijving daarom uitgegaan van een worst-case scenario. Een uitgebreide omschrijving van de technieken die gebruikt kunnen worden bij aanleg van de alle betrokken onderdelen wordt beschreven in de 'Typical Installation Method Hollandse Kust (west Beta)', in Bijlage A.

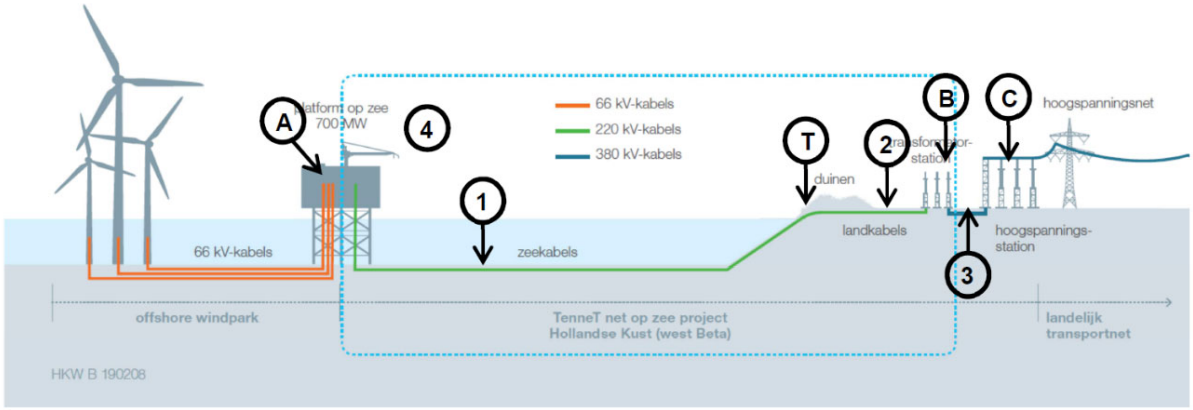
Windpark Hollandse Kust (west Beta) ligt ongeveer 60 kilometer ten westen van IJmuiden, en ten zuiden van het geplande windmolenpark Hollandse Kust (west Alpha). Het windmolenpark zal bij het bestaande hoogspanningsstation Beverwijk op het landnetwerk worden aangesloten. De kabelroute naar het hoogspanningsnetwerk op land en de ligging van Hollandse Kust (west Beta) t.o.v. de platformen Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) zijn te zien in Figuur 3.



Figuur 3 Overzichtskaart kabeltracé Net op zee Hollandse Kust (west Beta) inclusief platform Hollandse Kust (west Beta) en de 66 kV-interlink kabel naar platform Hollandse Kust (west Alpha)

Net op zee Hollandse Kust (west Beta) bestaat uit de volgende zes onderdelen (zie Figuur 4):

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines (A).
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha) (4).
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV) (1).
4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels (T).
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation) (2).
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd (B).



Figuur 4 Overzicht van Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

Wanneer in deze watertoetsen gesproken wordt over de voorgenomen activiteit van Net op zee Hollandse Kust (west Beta), dan omvat dit de eerste drie van de bovenstaande zes onderdelen.

2.2 Platform

Er wordt een platform geplaatst, te weten platform Hollandse Kust (west Beta). Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform wordt de, door het windpark gegenereerde, 66kV voltage omgezet naar 220 kV om te transporteren naar land.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden aangesloten op platforms van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het transmissiesysteem van TenneT en daarmee ook niet van deze toetsen.

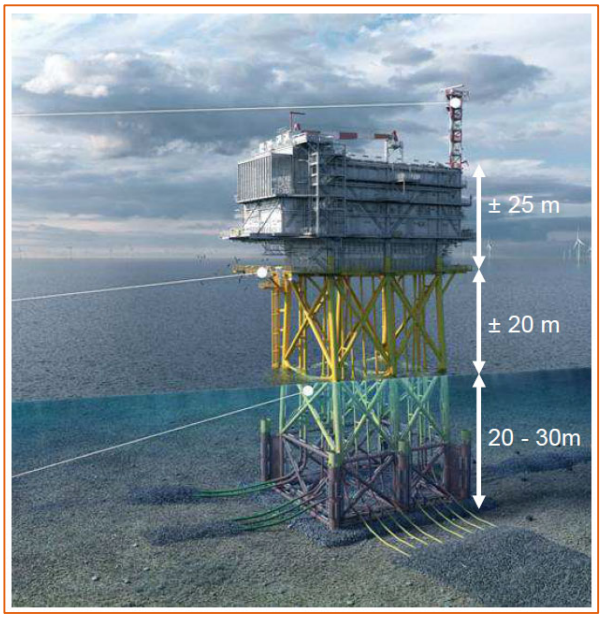
2.2.1 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De stalen draagconstructie, ofwel het jacket.
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond het jacket.

In Figuur 5 is het generieke design van het platform te zien. Dit design is ook toegepast voor de projecten Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Hoewel het design gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp, met name op het jacket (draagconstructie), zoals:

- Waterdiepte bij Hollandse Kust (west Beta) zal bepalend zijn voor de afmetingen van het jacket.
- Bodemcondities zullen bepalend zijn voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan licht afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal funderingspalen, dit kunnen er acht zijn in plaats van zes.



Figuur 5 Algemeen platform ontwerp

De geschatte specificatie van de maten en het gewicht van de offshore platform componenten is weergegeven in Tabel 1

Tabel 1 Geschatte specificatie platform

	Jacket	Topside	Funderingspalen
Lengte (m)	28	58	60
Breedte (m)	20	20	2,2
Hoogte (m)	50	28	n.a.
Gewicht (ton)	2.900	3.350	180 per funderingspaal

In de topside wordt het merendeel van de installatie geplaatst, in de topside bevinden zich vier dekken inclusief het dakdek waar de platform kraan op staat. Alle ruimtes zijn van buitenaf toegankelijk. Het jacket is de ondersteunende structuur voor de bovenbouw. Hier bevinden zich het kabeldek en de zogenaamde J-tubes, waardoor de kabels van de zeebodem naar het kabeldek worden geleid.

Om te voorkomen dat de jacket en het platform instabiel worden door erosie en om te voorkomen dat de kabels naar het platform door erosie worden bedreigd, wordt de zeebodem rondom de basis van het jacket beschermd door middel van een steenbestorting (scour protection). Deze steenbestorting zal zich uitstrekken onder het jacket, onder de J-tubes en tot circa 15 - 20 meter rondom het platform.

Het platform heeft twee aanmeerplekken voor schepen. Voor het lossen van goederen is een kraan aanwezig. Het platform heeft geen helideck, maar in geval van noodgevallen is “heli hosting” mogelijk. Het platform is onbemand en permanente accommodatie is niet aanwezig op de platforms. Alle systemen worden bediend vanaf land. Monitoring en controle op afstand zal mogelijk zijn vanuit het controlecentrum aan land. Lokale monitoring en controle is mogelijk tijdens bemande onderhoudscampagnes.

Op de platforms wordt het spanningsniveau van de parkbekabeling door middel van twee 400 MVA 220/66/66 kV transformatoren omgezet naar het spanningsniveau van de transportkabels. De parkbekabeling heeft een spanningsniveau van 66 kV. De transportkabels vanaf het platform naar land hebben een spanningsniveau van 220 kV. Het betreft hier wisselstroom kabels (AC).

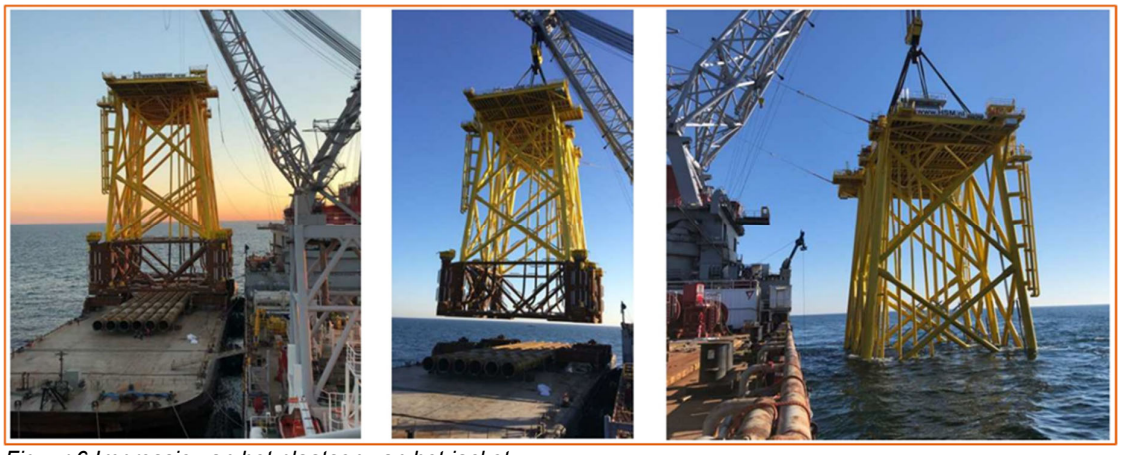
2.2.2 Voorbereiding

Voorafgaande aan de installatie zullen verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd worden, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering ("*cone penetration test*") per pilaar van het platform.

2.2.3 Aanleg

Voorafgaande aan de installatie van het jacket (zie Figuur 6) wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger ("*dredging plough*" or "*suction hopper dredger*"). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond het jacket moet voorkomen.
De constructie van het jacket vindt plaats op land. Het jacket wordt vervolgens op een transportbak ("*barge*") naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de jacket sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer tot een dag per paal. De palen worden daarna met grout vastgemaakt aan de jacket sleeves, waardoor het jacket aan de zeebodem is verankerd. De installatie van het jacket duurt tot ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.



Figuur 6 Impressie van het plaatsen van het jacket

Als volgende stap in de aanleg van de platforms wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van de platforms vindt plaats op land. De topsides worden door middel van een transportbak (barge) naar hun uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op het jacket plaatsen, zie Figuur 7. Vervolgens zal de topside aan het jacket worden vastgelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer tot een week, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform ("*jack-up barge*") naast het platform worden geplaatst voor ongeveer drie maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. Indien nodig kan gedurende deze fase extra steen worden gestort tegen erosie.



Figuur 7 Impressie van het plaatsen van de topside

2.2.4 Gebruik en onderhoud

Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt van de status van het platform en de aanwezige systemen af. De systemen worden vanaf het land gemonitord. Er zullen jaarlijks ongeveer drie inspecties ter plaatse plaatsvinden waarvan er één gecombineerd wordt met het jaarlijkse onderhoudsbezoek. Iedere drie en zes jaar is er een meer uitgebreide onderhoudscampagne.

Gedurende de levensduur zal de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig worden geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

2.2.5 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Daarom zal een verlichtingsplan worden opgesteld, dit plan wordt ter goedkeuring aan het Bevoegd Gezag voorgelegd.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaarverkeer zichtbaar zijn.

2.2.6 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden.

Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.

In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren UPS-systemen (Uninterruptible Power Supply) met accu het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd, zodat dit niet kan leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

Daarnaast kunnen tijdelijke diesel generatoren op het platform geplaatst worden voor het opstarten van de installaties en in het geval dat de netaansluiting verloren is. De dieselgenerator en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. De opvangbak wordt ontworpen met een capaciteit overeenkomende met de vloeistofcapaciteit van een transformator plus extra capaciteit voor het mogelijk aanwezige regenwater. Het afvoersysteem wordt zo ontworpen dat de inhoud van een hoofdtransformator kan worden verzameld en afgevoerd.

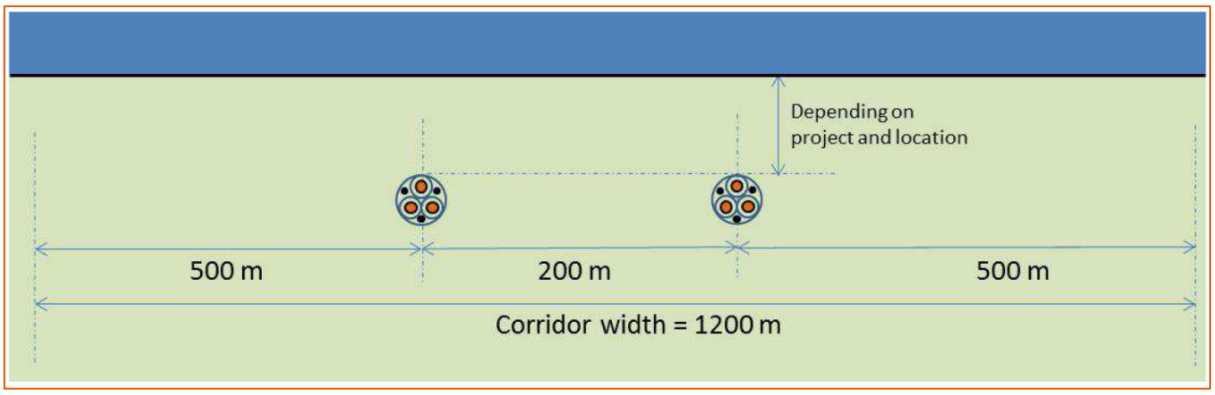
Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformatorkamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Voor de twee 220 kV-exportkabels geldt dat er op zee 200 meter afstand tussen de kabelroutes aangehouden wordt en een post-constructie exclusie zone (“*post construction exclusion zone*”) buiten de kabels van 500 meter voor onderhoud en reparaties aan de kabels. De totale corridor breedte is dus 1200 meter, zie Figuur 8. Op het strand aangekomen zal de afstand tussen de kabels worden verkleind tot 30 meter bij de aanlanding van de kabels, met een post-constructie exclusie zone aan de buitenzijde van de kabels van 50 meters, wat resulteert in een totale corridor breedte van 130 meter.

Tussen de platformen van Hollandse Kust (west Beta) en Hollandse Kust (west Alpha) wordt een 66-kV interlink kabel gelegd. De totale corridor breedte van de interlink kabel is 1000 meter. Voor het aanleggen van de interlink kabel wordt dezelfde procedure en methoden gevolgd als voor het aanleggen van de 220kV-exportkabels. Deze procedure en methoden worden in de onderstaande paragrafen behandeld.



Figuur 8 Corridorbreedte 220kV-zeekabels

2.3.2 Aanleg kabels

2.3.2.1 Kabelroute en diepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Bij het onderzoek over hoe de route van de kabel gaat lopen zijn minimaal de volgende punten meegenomen in de overweging voor een voorkeursalternatief (VKA).

a. Wettelijke vereisten.
b. Commerciële werkzaamheden, verboden gebieden, obstructies, andere kabels en pijpleidingen.
c. Geologie, samenstelling van zeebodem.
d. Meteorologische en mariene omstandigheden.
e. De natuurlijke omgeving.
f. Bathymetrie en zeebodembewegingen.
g. Kans op niet ontplofte munitie.
h. Eventuele historische geschiedkundige vondsten.
i. Aanwezigheid van vervuiling in de zeebodem.

Hoe diep de kabels van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) begraven worden is afhankelijk van:

- Voorschriften vanuit vergunning.
- Te verwachten lokale zeebodem verschuivingen tijdens de levensduur van de kabels.
- Te verwachten penetratiediepgang van de zeebodem door invloeden van buitenaf (scheepsankers etc.).

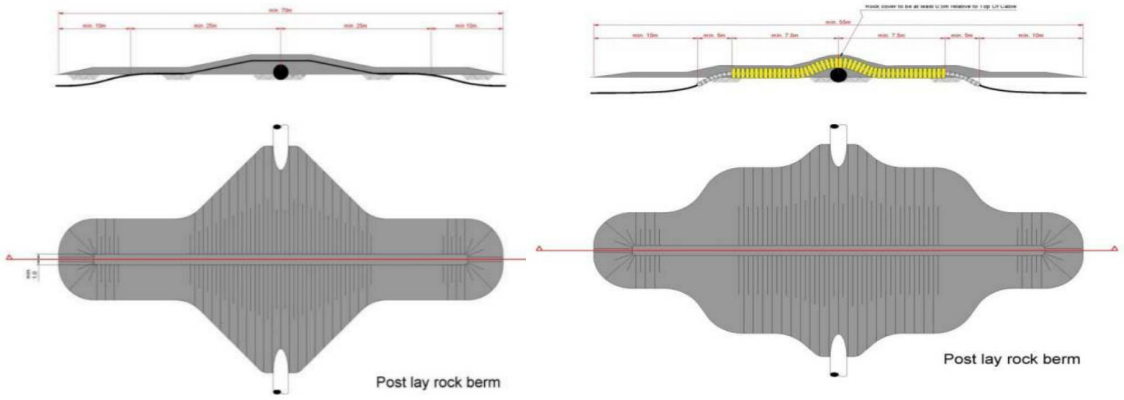
De Nederlandse wet en/of vergunningen schrijven voor dat er tot 3 kilometer uit de kust een minimale gronddekking van 3 meter is. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter voorgeschreven. Om die minimale gronddekkingen over de levensduur van de kabel te kunnen behouden zullen de kabels bij de aanleg dieper worden geïnstalleerd daar waar verlaging van de zeebodem wordt verwacht. Daarmee wordt ook onderhoud op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur tot een praktisch minimum beperkt en wordt het risico op schade aan de kabels door externe bedreigingen over langere duur beperkt. De maximale gronddekking is afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment.

2.3.2.2 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Er wordt speciale aandacht besteedt bij het kruisen van andere activa zoals kabels en leidingen. Het dieper graven van deze activa voordat de TenneT kabels worden geïnstalleerd kan niet worden uitgevoerd zonder een serieus risico op beschadiging. Het maken van een boorkanaal onder de kabels/leidingen is ook geen optie vanwege verzwakking van de TenneT kabel en buitensporige kosten. Daarom zullen in deze gevallen de TenneT kabels over de bestaande kabels en leidingen worden gelegd aan de hand van een kruisingsstructuur. Hierbij is de minimale verticale scheiding tussen de TenneT kabels en de bestaande kabels/leidingen 0,3 – 1 meter afhankelijk van hoe de kabels elkaar kunnen beïnvloeden.
Er zijn twee soorten structuren die geschikt zijn voor dit soort kruisingen waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar (zie ook Figuur 9):

- Scheiding door het plaatsen van stenen, buitenste beschermlaag is steen.
- Scheiding door een scheidingssysteem, buitenste beschermlaag is steen. Het meest gebruikelijke scheidingssysteem is een betonnen mat.

Welk structuur gebruikt wordt is afhankelijk van de kruisingsovereenkomsten tussen de betrokken partijen. Verlaten telecomkabels worden na overeenstemming met de eigenaar geknipt en verwijderd.



Figuur 9 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts)

2.3.2.3 Route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats langs de kabelroute. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, scannen op mogelijke obstakels en om vast te stellen welke installatie methoden gebruikt kunnen worden langs de route. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Hierbij wordt rekening gehouden met meerdere factoren, waaronder het tot een (praktisch) minimum beperken van het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels, om de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, om de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een praktisch minimum te beperken en om obstakels (niet gesprongen explosieven, wrakken, debris etc.) te vermijden.

2.3.2.4 Voorbereidingen kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek kunnen de volgende stappen plaats vinden:

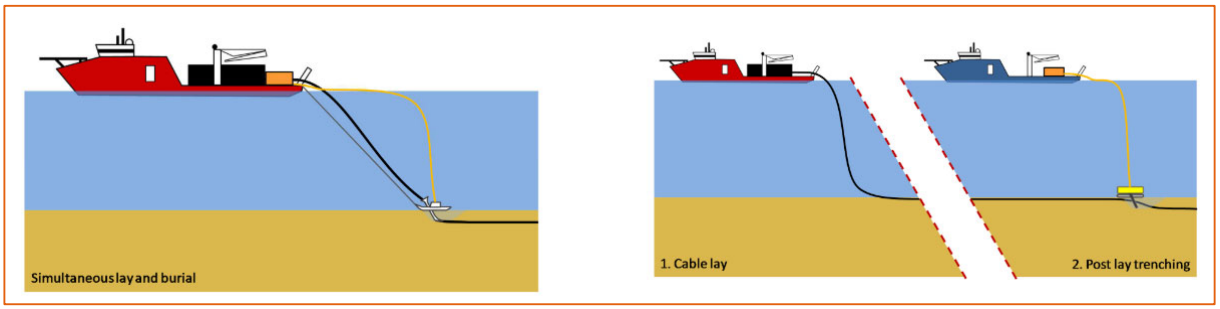
- Klaring van de route: een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecom kabels: De kabels zullen naar dek worden getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor kabels voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecom kabels zullen terug op de bodem geplaatst worden, met gewicht aan de uiteindes bevestigd.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, zullen, waar nodig, deze secties gebaggerd worden, met gebruik van een sleepkop hopperzuiger (hopper). De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. Voor de taluds aan weerszijden wordt uitgegaan van een verhouding 1:4. De breedte boven in de sleuven hangt zodoende van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af. Er is een sedimentatiestudie uitgevoerd om de verspreiding van het bodemmateriaal na baggeren te onderzoeken.
- Pre-trenching run: als er, gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie, een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, zal een pre-trenching run overwogen worden. Dezelfde graafinstallaties zullen gebruikt worden, zonder kabel, op de benodigde secties van de routes. Als de pre-trenching run niet succesvol lijkt, kan voor-baggeren of voorsnijden overwogen worden, afhankelijk van de lokale eisen met betrekking tot graafdiepte en vergunningen.

2.3.2.5 Installatie van de kabels

Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 10).

'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)
In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

'Post Lay Burial' (PLB)
In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel.
Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 10 Simultaneous Lay and Burial' (links) en Post Lay Burial (rechts)

Bij de kust waar de waterdiepte te gering is, gebeurt het baggeren tijdens hoog water met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang. Deze gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water.

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. Om geen voorkeur vast te leggen voor een bepaalde fabrikant, wordt een vergunning aangevraagd voor alle reëel denkbare aanlegmethoden, zoals opgenomen in Tabel 2. In een werkplan wordt later gespecificeerd welke methode en techniek waar wordt toegepast per tracédeel.

Tabel 2 De meest voorkomende ingraaftechnieken

Kabel begraven op zee	
Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of door een 'stinger' naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
ROV jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreesd is of de gleuf loopt vanzelf dicht. De breedte van de kabelsleuf bij frezen is maximaal 70 cm en heeft een ingraafdiepte van tussen de 1 en 8 m. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)
Ploegen (cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. Met een kabelploeg kan een kabel tot 3 meter begraven worden (SLB-methode). *Let op*: er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
mass flow excavation	Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass Flow Excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodem materiaal als zand.

2.3.3 Post-installatie

Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, zullen de kabels na het leggen beschermd worden door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

2.3.4 Gebruik

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Bij schade wordt de kabel gerepareerd en herbegraven. Wanneer dat nodig blijkt in verband met veranderingen van de ligging van de zeebodem, worden de kabels in de zeebodem herbegraven. De steenstortingen op de kabelroute worden wanneer dat nodig blijkt met steen aangevuld, bijvoorbeeld in geval van schade na een hevige storm of na schade ontstaan door gesleepte visnetten.

2.4 Planning

De verwachting is dat de werkzaamheden tussen 2022 en 2024 worden uitgevoerd.

- Platform: Aanleg jackets en fundering voorjaar/zomer 2024. Topside (grootste deel platform) wordt geplaatst in zomer/najaar 2024. Het platform Hollandse Kust (west Beta) is operationeel uiterlijk eerste kwartaal 2026.
- Kabels op zee & Interlink kabel: De aanleg vindt plaats rond de zomer en het najaar 2024 voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) gecombineerd. Voor de vergunningaanvragen en daadwerkelijke aanleg start vinden diverse onderzoeken (surveys) plaats.

3 AFBAKENING

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg van het Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) plaats. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk geven een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrenched materiaal wat in de waterkolom terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchde materiaal.
- Verstoring onderwater:
  - Ten gevolge van continu geluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord.
  - Ten gevolge van impulsgeluid door het heien voor de aanleg van de platforms.
- Verstoring bovenwater als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting.
- Elektromagnetische velden.

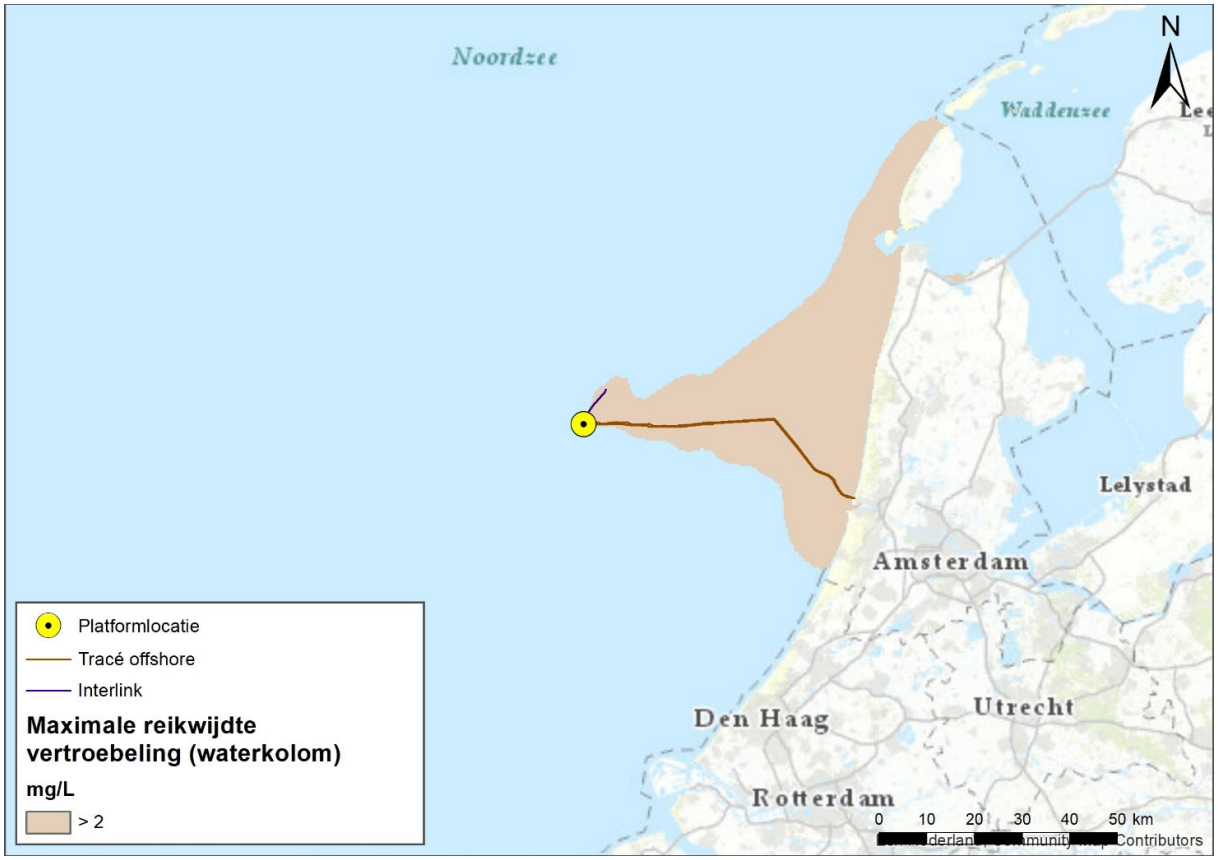
De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt per gevolg tot een reikwijdte van het gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de zeekabels en het platform wordt gebaggerd en getrenched waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Afhankelijk van de sediment samenstelling (met name het slibgehalte) kan dit vertroebeling opleveren.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht in de waterkolom waardoor potentieel:
- Primaire productie (als basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Filterfeeders in hun voedselopname kunnen worden geremd.
- Trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang richting zoet water belemmert.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage B is deze vertroebelingstudie opgenomen. Figuur 11 laat zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de slibconcentratie die te onderscheiden is van achtergrondconcentraties (> 2 mg/l) wordt voorspeld. De slibwolk reikt in westelijke richting niet veel verder dan het tracé zelf. Dit komt onder andere doordat er langs de Noordzeekust doorgaans stroming van zuid naar noord is. De slibwolk reikt daarom het verst in noordelijke richting, tot aan Texel en in de Waddenzee.



Figuur 11 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de zeekabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor op droogvallende platen foeragerende vogels en voor vissen. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al. 1998). Baan et al. (1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht. Al in 1988 is door Bijkerk de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya, Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*).

De maximale slibdikte door sedimentatie is modelmatig berekend. Figuur 12 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding van het Noordzeekanaal.



Figuur 12 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm per dag uitkomt

3.4 Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwater geluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit onderwater geluid is continu, en tijdelijk van aard.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de ‘Ronde 2’ Passende Beoordelingen voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen komt hij uit op maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen. Onderwater geluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 13 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.

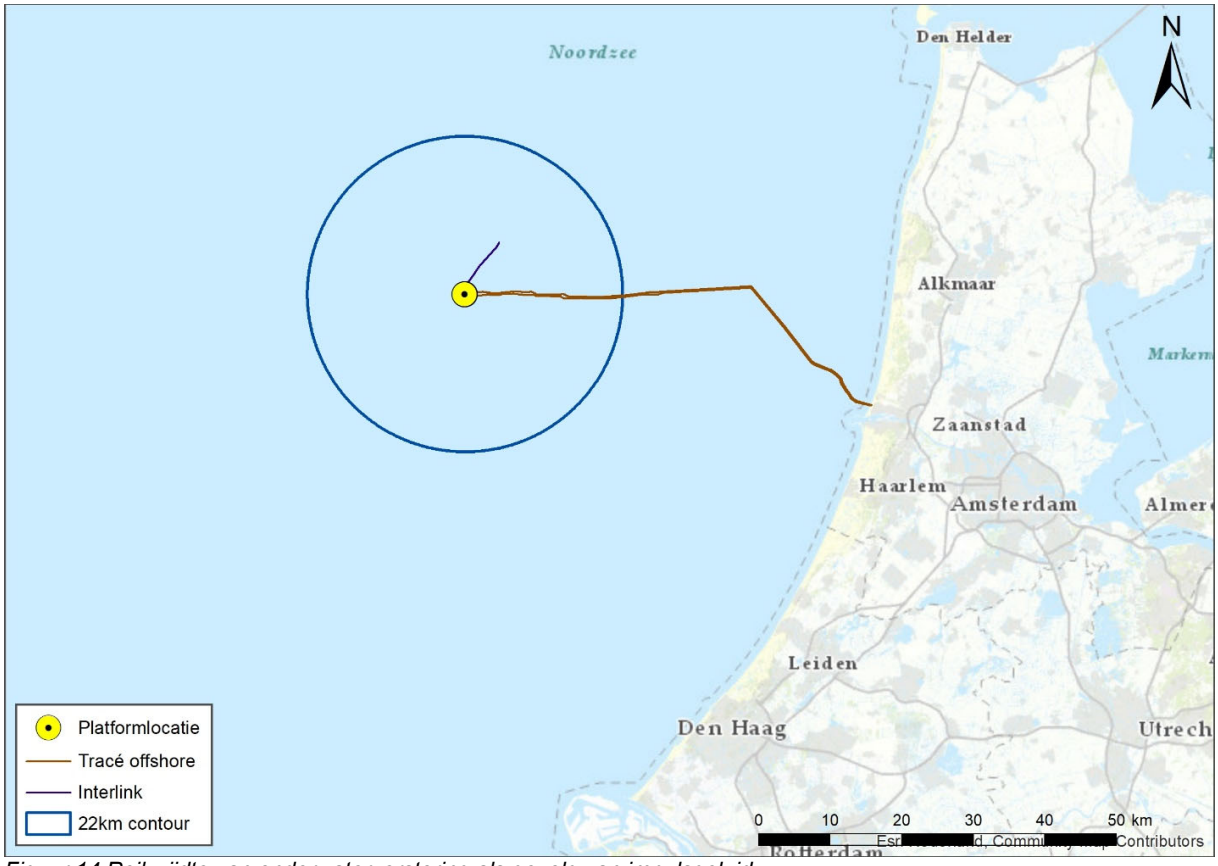


Figuur 13 Onderwaterverstoring ten opzichte van plangebied

3.5 Verstoring als gevolg van impulsgeluid onderwater

Naast continu onderwater geluid treedt er ook impulsgeluid op bij de aanleg van de platforms. Onderwater geluid in de vorm van impulsgeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en in het water zwemmende zeezoogdieren. Impulsgeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress en/of vluchtgedrag en tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. Met name vissen en zeezoogdieren zijn gevoelig voor een toename van onderwater geluid. De verstoring is van tijdelijke aard.

Uit onderzoek van TNO blijkt dat de maximale vermijdingsafstand van bruinvissen van dit impulsgeluid 22 kilometer voor is. Dit onderzoek is opgenomen in Bijlage C. **Error! Reference source not found.** geeft de reikwijdte van deze verstoring weer.



Figuur 14 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impulsgeluid

3.6 Boven water verstoring

3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwater geluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu geluid boven water, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

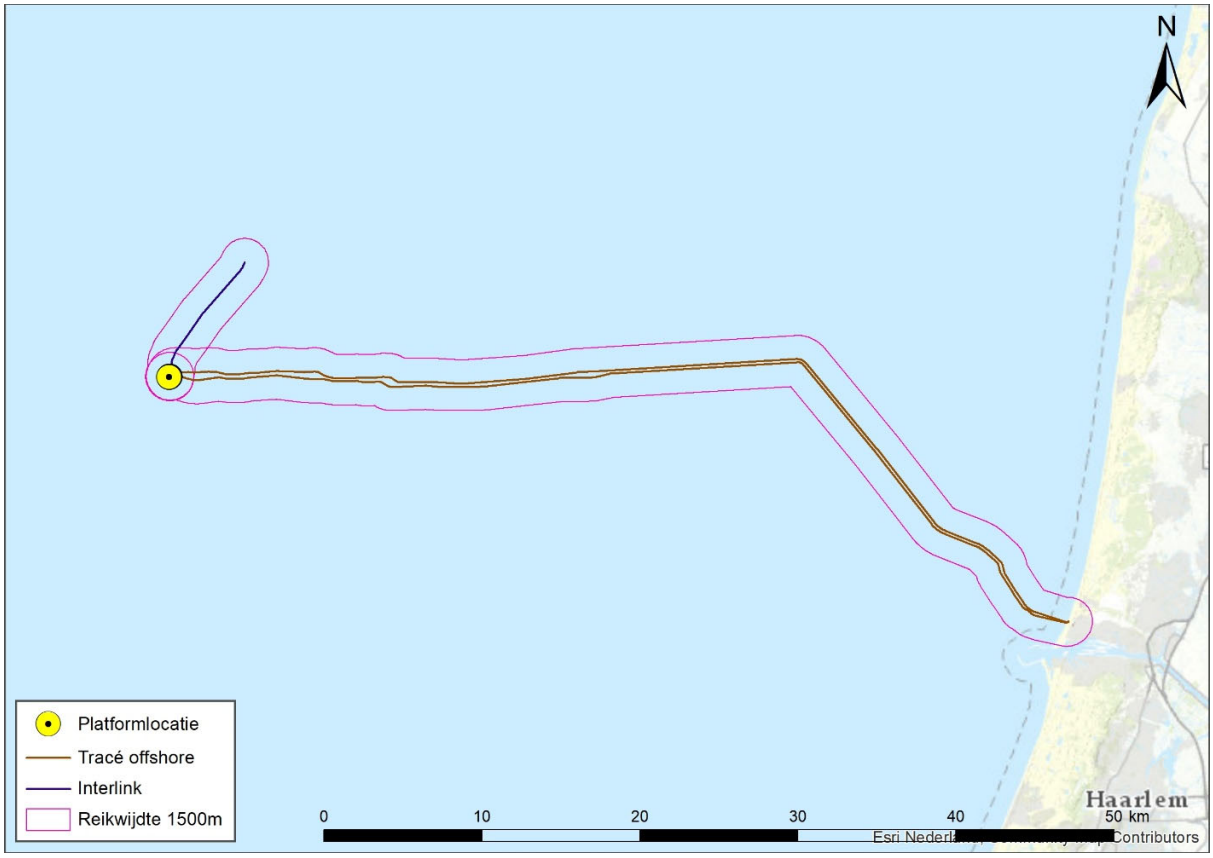
Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende en ruiende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. De veroorzaakte verstoring is dan ook vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soort specifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Duikende (roodkeelduikers, parelduiker, zwarte zee-eenden, brilduiker) en ruiende (eidereenden en bergeenden) vogels zijn echter verstoringsgevoeliger. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Het effect van verlichting op (vogel)soorten hangt af van het gedrag, de locatie en het tijdstip van passeren van de soort. Onder andere het dag- en nachtritme, de rustplaatsen, vliegroutes en broedgedrag bepalen of en wanneer een vogel in de buurt van een verlichtingsbron komt. Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). De mogelijke tijdelijke extra effecten van navigatieverlichting van de baggerschepen zijn meegenomen in de verstoringscontouren van de baggerschepen en worden meegenomen in de toetsing.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die uit de literatuur bekend is, betreft 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994), hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag en voorspelbaar verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter en speelt hierbij bovendien gewenning aan een verstoringsbron een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring (1500 meter) is weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het plangebied

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van de platforms en scheepvaart. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert-judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1500 meter) vallen en daarmee minder relevant is als autonome verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden tijdens werkzaamheden vaak alle drie gelijktijdig op).

In de gebruiksfase zal licht mogelijk wel een op zichzelf staande bron van vervuiling zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. Platforms worden alleen bemand, en dus verlicht bij werkzaamheden. De verlichting van de platforms kan ’s nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren.

Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform ‘in aanraking’ komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

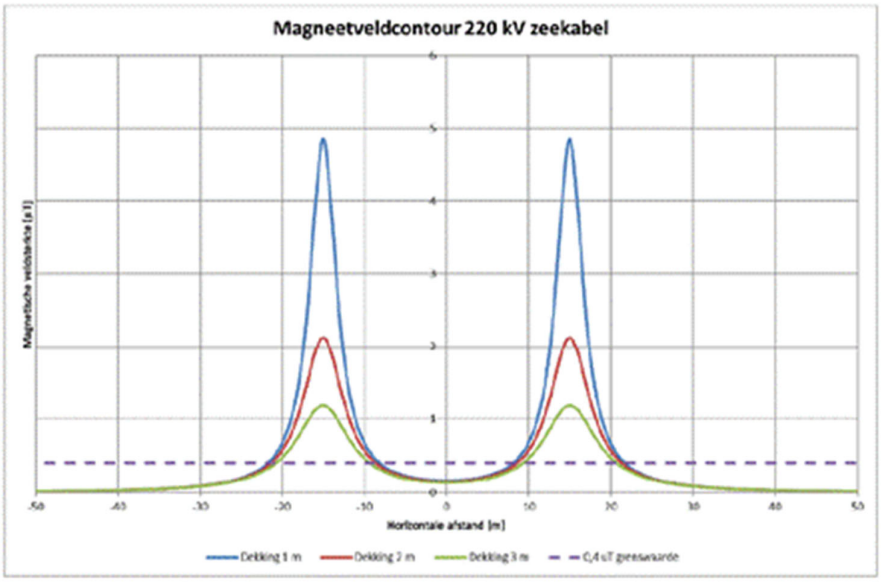
3.7 Habitataantasting

Bij de aanleg van de zeekabels wordt de zeebodem ter plaatse gebaggerd en getrenched. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden. Bij zowel de interlink kabel als de export kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden, in een corridor van 1000 meter onderhoudszone. De onderhoudszones zijn veiligheidsmarges, op het merendeel van de tracés zal aantasting alleen ter plaatse van de kabels zelfs optreden.
Habitataantasting voor het platform treedt op ter plaatse van de poten. Het gaat hierbij om enkele tientallen vierkante meters.

3.8 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Door de mantel om de kabel heen zal dit veld buiten de kabel niet waarneembaar zijn en geen effect hebben op organismen. Door het stromen van de elektrische lading ontstaat ook een magnetisch veld. Dit veld is wel buiten de kabel waarneembaar. Op zee induceert het langsstromende water een geïnduceerd elektrisch veld (iEF). Een dergelijk iEF treedt ook op wanneer er een organisme langs de kabel zwemt. De sterkte van het geïnduceerde elektrische veld hangt af van de stroomsterkte, in de kabel is de ontwerpstroomsterke 1010 Ampère, de rekenstroom per circuit is 606 Ampère. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald.

De reikwijdte van het magnetisch veld in de waterkolom is afhankelijk van de diepte waarop de kabel is ingegraven en het spanningsniveau. Het magnetische veld reikt tot een afstand van maximaal 50 meter rondom de kabel (Figuur 16). Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is.



Figuur 16: Magneetveldzone 220kV zeekabel

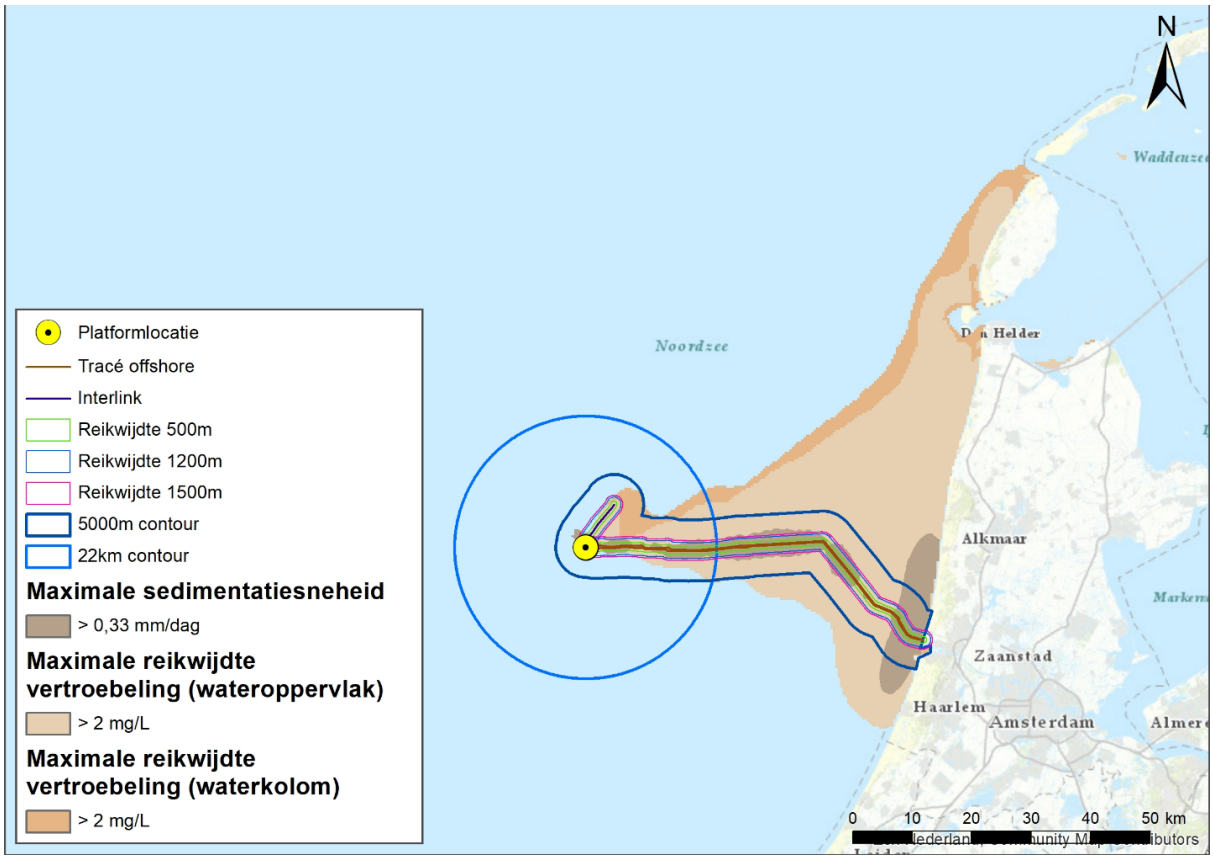
Olsson et al. (2010) lieten zien dat een kabel in zee met een spanning van 145 kV en een stroomsterkte van 500A vlak boven de kabel een elektrisch veld induceert met een spanning van 3.9 mV/m. Dit is bij een stroomsnelheid van 2,57 m/s. Normandeau, et al. (2011) lieten zien dat dit veld snel afneemt, en op een afstand van 10 meter van de kabel al met een factor 10 is verminderd. Het werkelijke geïnduceerde veld is sterk afhankelijk van de spanning en stroomsterkte op de kabel, de (variërende) stroomsnelheden van het water en langs zwemmende organismen. Het bepalen van de veldsterkte is moeilijk en er is weinig bekend over de exacte effecten van deze velden op organismen (Snoek, et al., 2016). Omdat iEF afhankelijk zijn van het magnetische veld wordt aangenomen dat wanneer het magnetisch veld geen effect heeft, het iEF dat ook niet heeft.

3.9 Samenvatting reikwijdte activiteiten

In Tabel 3 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 17 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 3 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Op zee / op land	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	• Slibwolk reikt vanaf de kust tot het meest westelijke uiteinde van het tracé, en van ongeveer 20 kilometer ten zuiden van de werkzaamheden tot het noorden van Texel
Sedimentatie		Zee	• Sedimentatie treedt op rondom het tracé en de monding van het Noordzeekanaal
Verstoring onderwater	Continu geluid	Zee	• Rondom kabels en platform • Zeezoogdieren en trekvissen: 5.000 meter
	Impulsgeluid	Zee	• Rondom platform • Zeezoogdieren en trekvissen: 22 kilometer
Verstoring bovenwater	Geluid en visueel	Zee	• 500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen • 1200 meter voor zeehonden • 1500 meter voor gevoelige vogels
	Licht	Zee	• 150 meter voor de schepen van de kabelaanleg • Bij de platforms
Habitataantasting		Zee	• 1200 meter corridors voor de kabeltracés • Ter plaatse van de platformpoten
Elektromagnetische velden		Zee	• 50 meter rondom de kabel



Figuur 17 Samenvatting reikwijdte gevolgen werkzaamheden op zee

4 KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE

4.1 Kaderrichtlijn mariene strategie

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet.

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptoren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018) beschreven. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

4.1.2 Biologische diversiteit

Descriptor
De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand
Soorten, vogels
De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren
De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap
De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats
- Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats
- Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthossoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Soorten, vogels
- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2).
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren
- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap
- Commerciële vispopulaties: zie D3C1en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvissen moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvissen in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats
- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats
- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 4.1.7).

4.1.3 Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor
Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand
Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

4.1.4 Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor
Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand
Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
- Voor ieder commercieel bevist visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY): F≤Fmsy (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel beviste vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadviezen; CFP) (D3C2).

4.1.5 Voedselwebben

Descriptor
Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand
Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

4.1.6 Eutrofiëring

Descriptor
Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand
- De concentraties van winter DIN en DIP liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiering in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Concentraties winter DIN en DIP
- Kustwateren: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Offshore wateren: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de kustwateren is niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de offshore wateren voldoen aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek
- Kustwateren: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Offshore wateren: in de offshore wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/l zuurstof gevonden (D5C5).

4.1.7 Integriteit van de zeebodem

Descriptor
Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand
Fysieke verstoring
- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies
- Fysiek verlies en van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Fysieke verstoring
- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies
- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).

- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

4.1.8 Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand
Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.9 Vervuilende stoffen

Descriptor
Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand
- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Concentraties vervuilende stoffen
- Kustwateren: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritaire stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Offshore wateren: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten
- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

4.1.10 Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor
Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand
De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

4.1.11 Zwerfvuil

Descriptor
De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand
- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Zwerfvuil op zee
- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee
- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline.

Hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval
- Zie onder D10C1.

4.1.12 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor
De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand
- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Impulsgeluid
- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringsdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid
Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

4.2 Effectbeschrijving

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 4. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRM in hoofdstuk 4.3.

Tabel 4 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrière werking voor trekvissen	• Primaire productie • Trekvissen • Filterfeeders
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Bodemdieren
Verontreiniging	Herintroductie verontreinigde stoffen	• Zeezoogdieren • Vissen
Verstoring door continu geluid onderwater	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	• Zeezoogdieren • Vissen
Verstoring door impuls geluid onderwater	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	• Zeezoogdieren • Trekvissen
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Habitattypen • Bodemdieren
Verzuring en vermesting	Verrijking	• Stikstofgevoelige habitattypen
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	• Zeezoogdieren • Trekvissen

4.2.1 Vertroebeling

4.2.1.1 Modelstudie

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden gesimuleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bijlage B beschrijft deze studie.

Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij het berekenen van de vertroebeling en sedimentatie is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Voor vertroebeling is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij sedimentatie is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie.

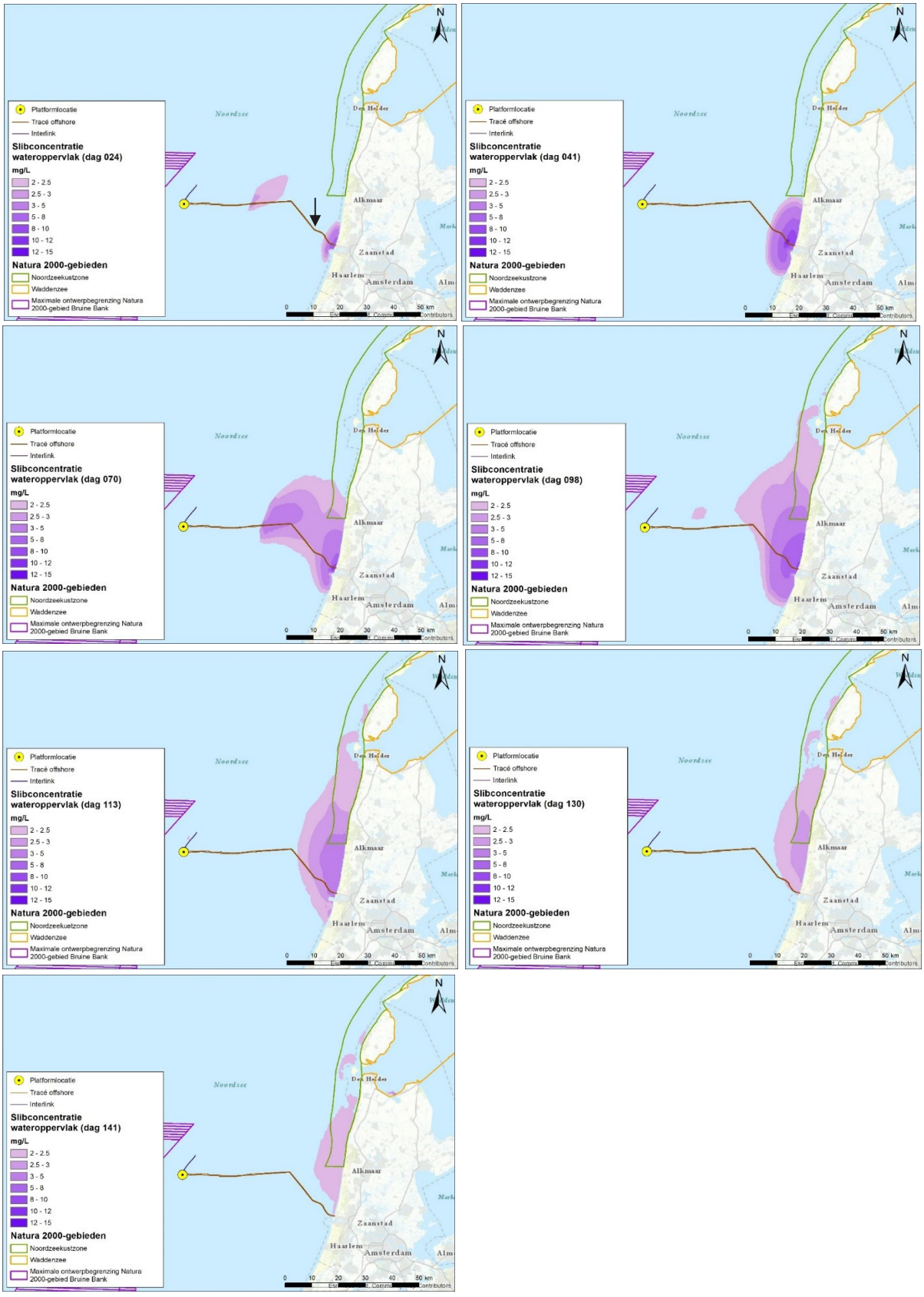
Er is een ondergrens van 2 mg/l gehanteerd, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie en de ondergrens van een meetbaar verschil. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is. Er is gekeken naar de dieptegemiddelde vertroebeling in de waterkolom en de vertroebeling aan het wateroppervlak, de bovenste 1 à 2 meter van de waterkolom.

Als simulatieperiode is de periode van 1 november tot 1 maart gebruikt, deze gebruikte periode is niet relevant voor de effectbeschrijving.

4.2.1.2 Vertroebeling in de ruimte in het bovenste deel van de waterkolom

In Figuur 18 is het verloop van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom in de tijd weergegeven. In deze figuur is ook met een zwarte pijl de ligging van punt 2 aangegeven, welke van belang is voor de volgende paragraaf. Uit deze figuren valt een aantal samengevatte observaties te doen.

- De grootste slibpluim wordt veroorzaakt door werkzaamheden ter plaatse van het stuk ter hoogte van de kust (de aanlanding).
- Dit zijn de plekken langs het tracé waar baggerwerkzaamheden plaatsvinden. Het trenchen op andere tracé delen veroorzaakt nauwelijks een slibpluim.
- Ook halverwege de kust en het platform ontstaat een wat grotere pluim.
- De vertroebeling heeft de hoogste concentraties dicht bij het tracé en dunt daarna uit.
- De vertroebeling beslaat het meeste oppervlak in één dag op dag 98.

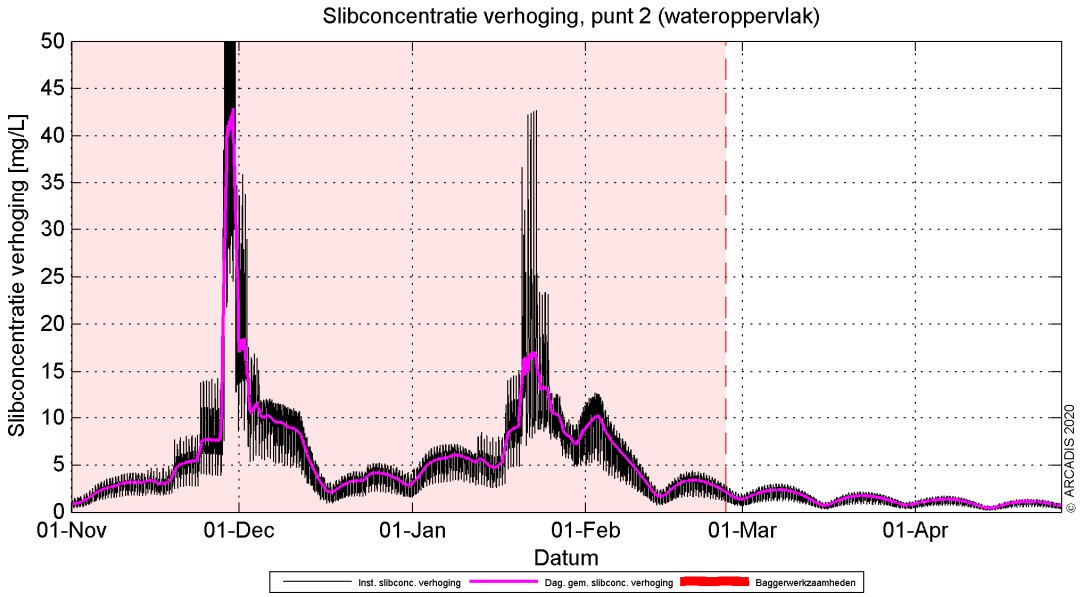


Figuur 18 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 24, 41, 70, 98, 113, 130 en 141. De zwarte pijl geeft de locatie van punt 2 aan

4.2.1.3 Vertroebeling in de tijd in het bovenste deel van de waterkolom

In Figuur 19 is de slibconcentratie aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op punt 2 (locatie in Figuur 18 op de vorige pagina). Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) opgenomen, de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het roodroze gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt meteen rode stippellijn aangegeven.

De grootste toename in concentratie valt uiteen in twee pieken. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dicht bij dit observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de 2 mg/l gezakt.



Figuur 19 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 2

4.2.1.4 Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007)

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
jaarlijks gemiddeld	20-30
winter gemiddeld	30-100
zomer gemiddeld	10-20
gedurende kalm weer	5-10
na stormperiode	30-100

De achtergrondconcentraties (in mg/l aan het oppervlak, maandgemiddeld) in de westelijke Waddenzee zijn fors lager dan de oostelijke delen van de Waddenzee, maar nog altijd hoger dan in de kustzone Noord-Holland (Deltares, 2015). In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

4.2.1.5 Effecten vertroebeling op primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. De primaire productie in de Noordzee is in de afgelopen 25 jaar afgenomen, waarschijnlijk doordat de input van nutriënten vanuit de rivieren is gereduceerd en door opwarming van het zeewater (Capuzzo et al., 2018).

De primaire productie hangt af van de beschikbaarheid van nutriënten (de belangrijkste zijn N, P en Si) en zonlicht. Als de gehaltes aan opgeloste nutriënten (zeer) laag zijn, dan is er waarschijnlijk sprake van een nutriënten limitatie. Lichtlimitatie treedt op als de hoeveelheid energie die beschikbaar is voor groei (primaire productie) juist genoeg is om de verliestermen (respiratie, sterfte, sedimentatie) te compenseren. Anders dan voor nutriënten geldt voor licht dat de beschikbaarheid sterk varieert over de diepte (de lichtsterkte dooft exponentieel uit) en in de tijd (dag - nacht cyclus). De waarde van de lichtuitdovingscoëfficiënt wordt bepaald door de eigenschappen van het water zelf en de daarin opgeloste stoffen met name anorganisch zwevend stof, levend en dood fytoplankton (organische stof) en humuszuren. In de Noordzee bestaan er duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. In de Noordzeekustzone treedt regelmatig nutriëntlimitatie op. Op dat moment heeft een toevoeging van slib aan de waterkolom geen effect op de primaire productie. Op basis van het achtergrondrapport bij de MER zandwinning (Harezlak et al., 2012) kan worden gesteld dat in sommige gebieden gedurende een groot deel van het voorjaar de productie nutriënt-gelimiteerd is. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat 50% van de tijd de productie licht-gelimiteerd zal zijn, en dus dat slibtoevoeging een effect zal hebben.

Voor een schatting van het effect op de primaire productie wordt de methode ontwikkeld door Consulmij (Consulmij, 2007) gebruikt. Hierin wordt het effect van vertroebeling op de primaire productie berekend op basis van de aanname dat er ‘een directe lineaire relatie is tussen de relatieve toename van de concentratie en de afname van de primaire productie (uitgedrukt in %) in de betreffende oppervlakte’.

De afname in primaire productie wordt dus bepaald door de toename in slibconcentratie ten opzichte van de achtergrondwaarde (Tabel 6 geeft de gehanteerde achtergrondwaarde). Deze afname wordt gecorrigeerd voor het deel van het te beschouwen gebied waarin de slibwolk zich bevindt en voor het deel van de tijd dat de slibwolk tijdens de primaire productieperiode aanwezig is.

Tabel 6 Achtergrondwaardes slibconcentratie in de diverse seizoenen in de Noordzee en Waddenzee

Gebied	Lente/zomer	Herfst/winter
Noordzee	15 mg/l	60 mg/l
Waddenzee	15 mg/l	60 mg/l

Voor de Noordzee wordt gekeken tot 10 kilometer uit de kust, aangezien de primaire productie verder op de Noordzee nutriënt gelimiteerd is. Om een schatting te geven van de afname van de primaire productie is dus gekeken naar het totale areaal van de slibwolk in dit deel van het Noordzeegebied en het deel wat de slibwolk uitmaakt van dit gebied (op basis van de worst-case situatie, dus die dag dat de slibwolk het grootste is).

Op basis van deze informatie kan worden uitgerekend wat de totale productie in het primaire productieseizoen is voor dit deel van de Noordzee. Vervolgens wordt gekeken welk deel van het seizoen en welk oppervlakte wordt geremd, en welke niet, en een schatting van de gereduceerde productie gemaakt. Het procentuele verschil hiertussen is de afname in productie. Uitgegaan is van een primair productieseizoen van zes maanden. In dit seizoen wordt de productie constant gehouden.

Verondersteld wordt dat drie van deze zes maanden de productie nutriënt gelimiteerd is. In de winterperiode wordt uitgegaan van 100% lichtlimitatie.

Het effect op primaire productie is voor het scenario met een lage slibvalsnelheid (zie Bijlage B) bepaald. Zoals te zien in Tabel 7 is de procentuele afname van de primaire productie in de Noordzee, tot 10 kilometer uit de kustlijn, in de zomermaanden maximaal 2,9%. In de wintermaanden ligt dit percentage lager.

Tabel 7 Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzee tot 10 kilometer uit de kust.

Lente/zomer	Herfst/winter
2,9%	0,7%

De remming van primaire productie is klein en zal niet doorwerken in het ecosysteem. Daarmee komt de huidige milieutoestand niet in gevaar.

4.2.1.6 Effecten vertroebeling op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière-effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn, zijn allen anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval het Noorzeekanaal en via het Marsdiep en de Waddenzee het noordelijk binnenland) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen.

Houting en steur
De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden (demersale) soort steur is verwaarloosbaar klein. Deze benthische soort is al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen.

Uit vismonitoring van Wageningen Marine Research (Bos, et al., 2018) blijkt dat houting slechts zeer sporadisch in het studiegebied voorkomt. Houting lijkt voornamelijk voor te komen in het Marsdiep wat door de soort gebruikt wordt als toegang naar het IJsselmeer. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is zeer marginaal, rond de 2 mg/l verhoging van de slibconcentratie, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. De soort is dus reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling.

Barrière werking door vertroebeling op houting en steur als gevolg van vertroebeling is daarom niet aan de orde en significante effecten worden uitgesloten.

Zeeprik, rivierprik en fint
De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na ongeveer vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

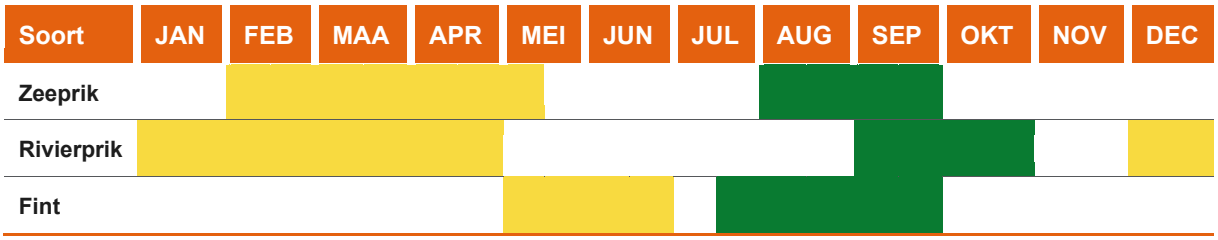
De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleegd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001).

Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003).

De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Joachim Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003).

Tabel 8 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperioden is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie en dus gevoelige periode van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 8 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen.



4.2.1.7 Effecten van vertroebeling op stressrespons vissen

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al. beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (A. transmontanus) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (Wilber & Clarke, 2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l gebruiken met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissen hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik is verwaarloosbaar klein. Deze benthische soorten zijn al hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Joachim Maes & Ollevier, 2005). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (Joachim Maes & Ollevier, 2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde maar een verwaarloosbaar klein effect kan hebben op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal het effect op deze soort ook vergelijkbaar klein zijn.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Echter, alle soorten trekvissen die door het Noordzeekanaal of via Marsdiep en de Waddenzee trekken zijn vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking komen met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer, et al. 2013).

Uit alle bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is voor migratie, hierom heeft vertroebeling een verwaarloosbaar effect op migratie van trekvissen.

4.2.1.8 Effecten vertroebeling op filterfeeders

Filterfeeders voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. De fysiologische en morfologische adaptaties maken het mogelijk om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opname snelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloed. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993).

Een recent overzicht van oorzaken van massa mortaliteit onder kokkels wijst niet een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak aan (Burdon et al., 2014). De conclusie is wel dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkel populatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Significante effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

4.2.2 Sedimentatie

Zoals toegelicht in paragraaf 3.3 is de maximale slibdikte door sedimentatie modelmatig berekend (Bijlage B). Figuur 12 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand optreedt na de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding van het Noordzeekanaal. Het totale oppervlak waar mogelijk verstikking door sediment optreedt, is verwaarloosbaar ten aanzien van het oppervlak van het NCP.

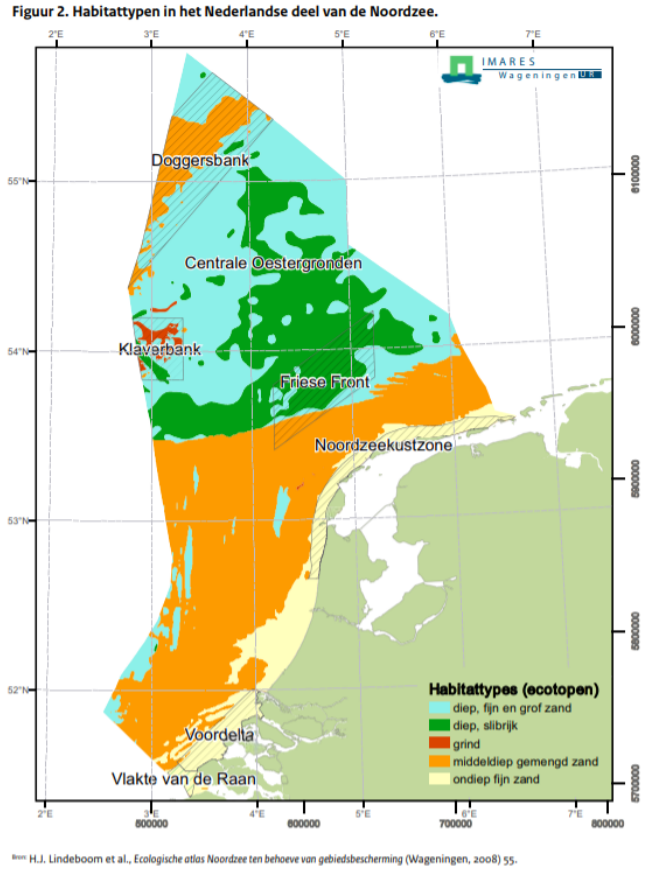
4.2.3 Verontreiniging

Door het baggeren en trenchen in het plangebied zouden met het opwervelend slib en zand ook verontreinigende stoffen kunnen worden geherintroduceerd in het mariene milieu. Bij de kust bestaat de bodem van het plangebied uit ondiep, fijn zand en verderop uit middeldiep gemengd zand (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012), zie Figuur 20. Dit is van nature een zeer dynamisch gebied. Dit betekent dat de bovenste zandlagen met regelmaat verschuiven.

Uit de factsheets rondom de concentraties vervuilende stoffen in het sediment van de Noordzee (Rijksoverheid, 2018) blijkt dat de concentraties zware metalen in het doelgebied afnemen, maar nog hoger zijn dan de normale achtergrondconcentraties. Zware metalen worden vooral opgeslagen in diepere sedimentlagen. Ook de concentraties organotin dalen, deze zijn op sommige plekken al niet nauwkeurig meer meetbaar. De concentratie PAK's zijn in de zuidelijke Noordzee onder een schadelijk niveau en de laatste jaren onveranderd gebleven. Voor PBDE's geld ook dat deze onder een schadelijk niveau zitten en zelfs zo weinig voorkomen dat er geen nauwkeurige meetwaarden te verkrijgen zijn. De concentratie PCB's in het sediment van de Nederlandse Noordzee daalt ook, en voor zes van de zeven gemeten stoffen ligt de concentratie momenteel onder het EAC (Environmental Assessment Criteria).

Van de hierboven genoemde stoffen zijn alleen zware metalen op dit moment in een te hoge concentratie aanwezig in het sediment van de Nederlandse Noordzee. Deze worden vooral opgeslagen in diepere sedimentlagen, hier wordt niet in gebaggerd of getrenched met de voorgenomen activiteiten.

PCB's komen nog wel in aanzienlijke concentraties voor, hoewel de concentraties hiervan al onder het Environmental Assessment Criteria liggen. PCB's binden aan organische koolstof (Werner et al., 2010), dat meer aanwezig is in slib dan in zand. In een groot deel van het voorgenomen tracé is de slibconcentratie relatief laag, in de diepere delen kan dit op sommige plekken iets hoger zijn maar ook deze bodem wordt niet als slibrijk beschouwd. In deze dieper delen wordt slechts in de bovenste meter van het sediment gewerkt. In dit van nature dynamische milieu is dit een laag die ook door natuurlijke omstandigheden zoals golfslag en stormen wordt omgewoeld. Vrijkomende PCB's zullen door hun hydrofobe karakter waarschijnlijk aan het slib gebonden blijven en als sediment weer neerslaan waardoor deze niet in het watermilieu terechtkomen. Hierdoor wordt er ook wat PCB's betreft geen effect op de huidige milieutoestand en de dalende trend van PCB-concentraties verwacht.



Figuur 20 Habbitattypen in het Nederlandse deel van de Noordzee. Bron: H.J. Lindeboom et al., via Kaderrichtlijn Mariene Strategie deel 1

4.2.4 Continu onderwatergeluid

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 3.4. Figuur 13 toont de reikwijdte van het effect van continu onderwatergeluid als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen.

4.2.5 Impuls onderwatergeluid

De reikwijdte van impuls onderwatergeluid is 22 kilometer voor zeezoogdieren en trekvissen, zoals toegelicht in paragraaf 3.5. **Error! Reference source not found.** toont de reikwijdte van de tijdelijke onderwater verstoring als gevolg van impulsgeluid.

4.2.5.1 Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls is door TNO een berekening met AQUARIUS 4.0 gemaakt (Bijlage C).

De centrale locatie van het platform is als bronlocatie genomen. Voor de berekening is verder uitgegaan van een maximale hei-energie van 2000 kJ. Voor jacket-palen is de maximale hei-energie meestal lager dan deze waarde (± 900 kJ), waardoor de gehanteerde hei-energie als “worst-case” kan worden beschouwd. Verder wordt uitgegaan van 8 jacketpalen, met een paaldiameter van 3 meter.

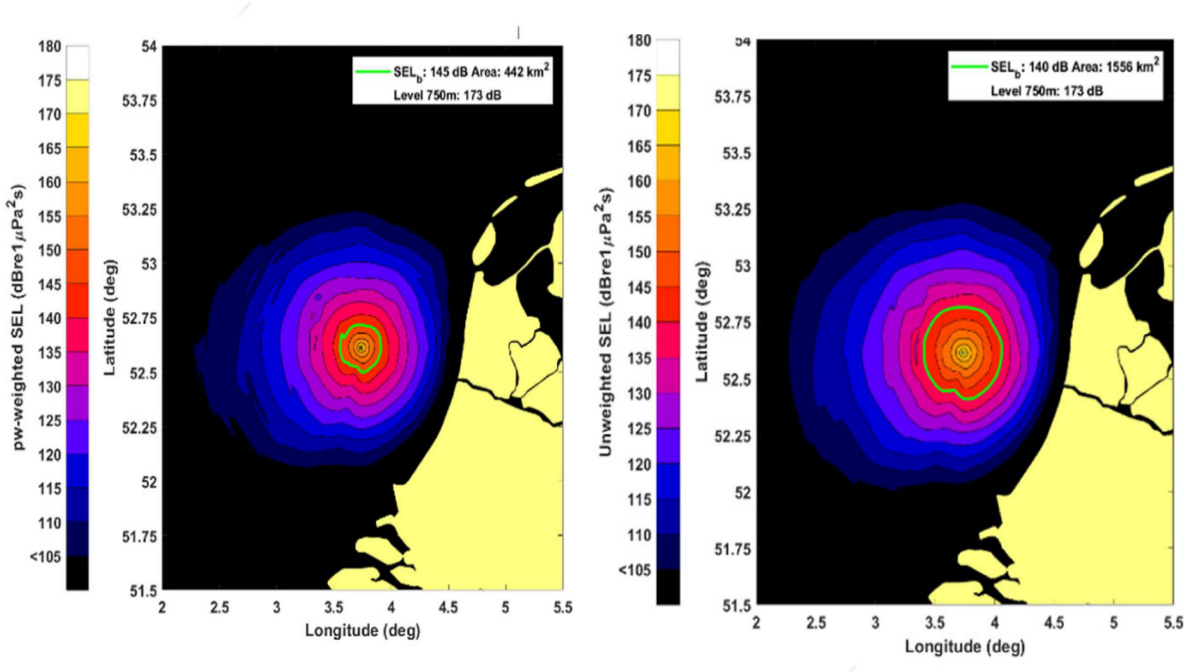
Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosd, en is zodoende worst-case scenario.

4.2.5.2 Verstoringsafstand

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s.
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 µPa2s.

Uit de modelberekeningen is het totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 422 km^2 en voor bruinvissen 1556 km^2 (zie Figuur 21). Op basis van dit oppervlak van 1556 km^2 is ook de reikwijdte in hoofdstuk 4 bepaald. De radius van deze verstoringscontour is namelijk 22 km.



Figuur 21 Berekende geluidskaarten (SELss) en verstoringscontouren voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts) voor het heien van de fundering van het platform Hollandse Kust (west Beta)

4.2.5.3 Geluidsnorm

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Hollandse Kust (west Beta) is de uniforme geluidnorm van SELss = 168 dB re 1 µPa2s (750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is maximaal de waarden van ongewogen breedband SELss van 173 dB re 1 µPa^{2}s, bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen 5 dB hoger is dan de gestelde geluidsnorm.

Deze overschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie TNO rapport in Bijlage C). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm ‘slechts’ 5 decibel is kan al wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

4.2.5.4 Effecten van impulsgeluid op zeehonden

Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (De Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de hei-werkzaamheden is een areaal van 422 km^2 tijdelijk niet beschikbaar als leef en foerageergebied. Het platform bestaat volgens het standaard design uit 6 tot 8 palen. Uit voorzorg is uitgegaan van 8 palen (ook in de geluidsberekeningen van TNO). Het heien van één paal duurt ongeveer een dag. Het gebied is daarom 6 tot 8 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de zoute Delta. De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord-naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Met toepassing van alle mitigerende maatregelen kunnen effecten van impulsgeluid op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van significante effecten op populatieniveau.

4.2.5.5 Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

Bij het heien dienen een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (De Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de heilocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en bovendien zwemmen de dieren langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van permanente gehoorbeschadiging en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. Als er binnen dit aantal dagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie.

Tabel 9 ID 49 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Bruinvis verstoringsdagen
49	HKW Beta Platform	2024	-	6	168	4451

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend.

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 1556 km^2. Volgens het meest recente KEC (Kader Ecologie en Cumulatie), is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het plangebied maximaal 0,721/km^2 in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km^2 in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km^2 in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal acht palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal acht heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringsdagen daarmee respectievelijk op:

- 8975 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (8 * 1556 * 0,721).
- 8689 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (8 * 1556 * 0,698).
- 5527 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (8 * 1556 * 0,444).

Dit is een overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringsdagen.

Tabel 10 Nr's 104 en 107 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Aantal dagen	Bruinvisverstoringsdagen
104	GS kabeltracé HKW beta	9	243
107	GS kabeltracé HKW beta	9	243

Om te bepalen of het uitvoeren van de surveys van het kabeltracé binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend. Voor het uitvoeren van geofysische surveys voor het kabeltracé wordt uitgegaan van een globale survey, later gevolgd door een gedetailleerde survey (Heinis et al., 2019). Om te bepalen of deze activiteit binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringsdagen uitgerekend per survey voor het kabeltracé.

De lengte van het tracé is (inclusief interlink) 73,2 km, met een corridorbreedte van 1,2 km. Dit is een oppervlak van circa 88 (87,84) km^2. Er wordt aangenomen dat per dag 10 km^2 zeebodem wordt gesurveyd en dat dit resulteert in een verstoringsoppervlak van 36 km^2 per etmaal (Heinis et al., 2019).

- 229 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (88 / 10 * 36 * 0,721).
- 222 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt (88 / 10 * 36 * 0,698).
- 141 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (88 / 10 * 36 * 0,444).

De geofysische surveys vallen binnen het toegestane aantal bruinvisverstoringsdagen.

Op basis van de huidige berekeningen van TNO wordt én de geluidsnorm (zie paragraaf 4.2.5.3) én het toegestane aantal bruinvisverstoringsdagen voor plaatsing van het platform overschreden. Deze overschrijding van de geluidsnorm is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie van het TNO rapport in Bijlage C). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en daarmee het aantal bruinvisverstoringsdagen minder. Als er bovendien maar 4 palen geheid worden in de zomer of het najaar valt het aantal bruinvisverstoringsdagen ook met het huidige verstoorde areaal binnen het gestelde aantal dagen.

- 4488 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (4 * 1556 * 0,721).
- 4345 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (4 * 1556 * 0,698).
- 2764 bruinvisverstoringsdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (4 * 1556 * 0,444).

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen en het uitwerken en narekenen hiervan voor aanvang van de heiwerkzaamheden kunnen onacceptabele effecten op de bruinvispopulatie worden uitgesloten.

4.2.5.6 Effecten impulsgeluid op trekvissen

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform ten opzichte van de kust zal impuls geluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). De kans dat eventueel aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau is daarmee verwaarloosbaar klein.

4.2.6 Habitataantasting en verandering

De reikwijdte van habitataantasting is, zoals toegelicht in paragraaf 3.7, over het traject van zowel de interlink kabel als de export kabel naar land over de gehele lengte, in een corridor van 1200 meter en ter plaatse van het platform. Deze corridor bestaat uit een onderhoudszone (500 meter), de afstand tussen de kabels (200 meter), en weer een onderhoudszone. De onderhoudszones zijn veiligheidsmarges, op het merendeel van de tracés zal aantasting alleen ter plaatse van de kabels zelf optreden.

Door het graven van de sleuven en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting en ook komt er door het uitgraven van de zeebodem zand en slib vrij in de waterkolom. Dit zal echter weer bezinken en de sleuf zal (deels) weer dichtraken. Hierdoor zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; Van der Stap, et al., 2016).

4.2.7 Verzuring en vermesting

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd zullen deze geen nutriënten toevoegen aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Wel is het zo dat tijdens de installatie een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie veroorzaakt. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

4.2.8 Elektromagnetische velden

De reikwijdte van elektromagnetische velden is maximaal 50 meter rondom de kabel.

4.2.8.1 Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren

Tot nu toe is er nog geen informatie beschikbaar over de effecten van elektromagnetische velden op de gewone en grijze zeehond (Tricas, 2012; Bray et al., 2016). Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden magnetische velden waarnemen (Normandeau et al., 2011). Walvissen en dolfijnen, waar de bruinvissen toe behoren, kunnen magnetische velden waarnemen omdat ze dit mogelijk gebruiken als oriëntatie- of navigatiemiddel. Voor alle soorten walvissen en dolfijnen wordt verondersteld dat zij veranderingen in het magnetische veld vanaf 0.05 µT gemeten op 350-400 meter boven het wateroppervlak waarnemen (Kirschvink, 1990). Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord wordt (Normandeau et al., 2011).

Een mogelijk probleem bij de velden is dat zeezoogdieren die erover heen willen zwemmen een barrière ondervinden (wanneer het waarneembare deel van het veld tot aan het wateroppervlak reikt) of gedesoriënteerd raken. Uitgaande van een gemiddelde stroombelasting van 500 Ampère op de kabel ligt de grens van 0.05 µT op een afstand van 14,1 meter (ingraafdiepte 6 meter) tot 15,3 meter (ingraafdiepte 1 meter) waarnemen (DNV GL, 2015). Dit is ruim onder bovenstaande 350 tot 400 meter boven het wateroppervlak.

Bruinvissen kunnen mogelijk, net als dolfijnen, magneetvelden met een lage sterkte waarnemen. Wat het gevolg is van het waarnemen van het veld is niet bekend. Een overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson 2015) geeft ook duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Met de berekeningen kan vastgesteld worden dat in de diepere delen van het kabel tracé er boven magnetisch veld in ieder geval tijdens gemiddelde belasting een kolom water is waar bruinvissen doorheen kunnen zwemmen zonder het magnetische veld waar te nemen. In de ondiepere delen zal het veld wel worden waargenomen, het is echter onduidelijk waar de overgang tussen waarnemen en een echt effect ligt. Dit betekent dat het veld wellicht af en toe een bruinvis naar het bovenste deel van de waterkolom zal brengen, maar dat er verondersteld kan worden dat er geen echte barrièrewerking optreedt. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en dus ook kabels liggen. Al betekent dit niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis.

Hoewel individuele zeezoogdieren gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

4.2.8.2 Effecten elektromagnetische velden op trekvissen

Het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is slecht tot niet bekend. Een hypothese is dat sommige vissen hun magnetische velden gebruiken voor oriëntatie en dat hun zwemrichting en zwemsnelheid veranderen kan door het magnetische veld van een kabel. Onduidelijk is of dit dan juist de lokale oriëntatie of de grootschalige oriëntatie verstoort. Er zijn weinig tot geen bruikbare grenzen voor het bepalen van effecten.

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de Atlantische steur en de houting. Over de houting is op het moment niets bekend qua gevoeligheid voor elektromagnetische velden. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Verdere informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur zijn tot op heden nog niet gevonden.

Roggen en haaien hebben beide ampullen van Lorenzini. Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde ‘frequency range’ hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en longen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01µV/cm (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd.

Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektromagnetische velden op deze soorten. Het is mogelijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektromagnetische velden, al is er te weinig onderzoek gedaan om dit te onderbouwen.

Uit voorzorg wordt er dan ook vanuit gegaan dat de effecten op vissen vergelijkbaar zijn met die van de gevoelige bruinvis. Hoewel individuele trekvissen gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

4.3 Toetsing

4.3.1 Biologische diversiteit

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In hoofdstuk 4.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 11. De categorieën zijn als volgt: groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

*Tabel 11 Effecten op de biologische diversiteit. *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	De remming van primaire productie is klein en zal niet doorwerken in het ecosysteem.	
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren	Geen significante effecten	
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, trekvissen	Na mitigerende maatregelen bestaat er nog een verwaarloosbaar kleine kans dat zeezoogdieren of trekvissen schade oplopen. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben.	
Elektromagnetische velden	Zeezoogdieren, trekvissen	Zeezoogdieren ondervinden zeer lokaal barrières door elektromagnetische velden, dit heeft geen invloed op de populatie of de noord-zuid migratie. Over de effecten van elektromagnetische velden op trekvissen is weinig bekend maar hier worden geen negatieve effecten verwacht.	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
Habitatverandering	Bodemdieren, vissen	Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	

Uit Tabel 11 blijkt dat er één positief effect optreedt, een paar effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. De hoogte van sedimentatie bereikt geen waardes waarbij grote mortaliteit van macrobenthos optreedt. Bodemdieren zullen zeer lokaal met habitatverlies te maken krijgen. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook zullen er extra kansen worden gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichtte van het gehele Noordzeegebied.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

4.3.2 Exoten

Aanlegfase
Tijdens de aanlegfase zullen geen exoten worden geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg zullen schepen met anti-exootsystemen gebruikt worden die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten
De geplande activiteiten zullen een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem veroorzaken. Hierdoor ontstaan er kansen voor leven om zich te vestigen, maar ook kansen voor exoten. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste soorten aangetroffen (Coolen et al., 2015; Van der Stap et al., 2016). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

4.3.3 Populaties commerciële vis

De geplande activiteiten zullen geen impact hebben op visserijactiviteiten in het gebied en geen directe invloed hebben op vispopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen zullen de vissen in het gebied ook geen hinder ondervinden van geluid door hei-werkzaamheden. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

4.3.4 Voedselketens

De remming in primaire productie die wordt veroorzaakt door de geplande activiteiten valt binnen de natuurlijke variatie in het gebied en zal geen effect hebben op de voedselketens. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

4.3.5 Eutrofiering

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd zullen deze geen nutriënten toevoegen aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

4.3.6 Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn zullen de activiteiten het bentische ecosysteem niet onevenredig aantasten. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers benthisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

4.3.7 Hydrografische eigenschappen

Doordat de gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanenten wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (41.500 vierkante kilometer). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

4.3.8 Vervuilende stoffen

Als alle veiligheidsmaatregelen bij de aanleg van de platforms en voor het functioneren van de platforms worden nageleefd, worden er geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij het baggeren en trenchen zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden. Door de locatie van de werkzaamheden, de geringe diepte en vanwege een lage aanwezigheid van vervuilende stoffen in dit sediment ontstaat er hierdoor geen negatieve impact op de huidige milieutoestand.

Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

4.3.9 Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie

Zoals hierboven vermeld, geld ook voor deze descriptor dat er bij de werkzaamheden geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

4.3.10 Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

4.3.11 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Deze zullen mogelijk een barrière voor zeezoogdieren veroorzaken naast de kust, deze is echter niet groot genoeg om tot verstoring van migratiepatronen of tot populatie vermindering te leiden. Over de effecten van elektrische velden op vissen is weinig bekend, mogelijk voelen zij de velden. Indien ze deze voelen zouden ze hier zowel door afgestoten als tot aangetrokken kunnen worden.

Aangezien de elektromagnetische velden een klein areaal van de Noordzee beslaan zal het effect hiervan verwaarloosbaar zijn. Hierdoor kan effect op de goede milieutoestand worden uitgesloten.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders zullen gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen zullen worden genomen, zie paragraaf 4.2.5, zal ook het impuls geluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

4.4 Conclusie

In Tabel 12 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 12 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
Exoten	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
Populaties commerciële vis	Geen
Voedselketens	Geen
Eutrofiëring	Geen
Integriteit van de zeebodem	Geen
Hydrografische eigenschappen	Geen
Vervuilende stoffen	Geen
Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie.	Geen
Zwerfvuil	Geen
Toevoer van energie	Geen

Uit Tabel 12 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen en mogelijk zeer lokaal zelfs een positief effect zullen hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

5 KADERRICHTLIJN WATER

5.1 Kaderrichtlijn water

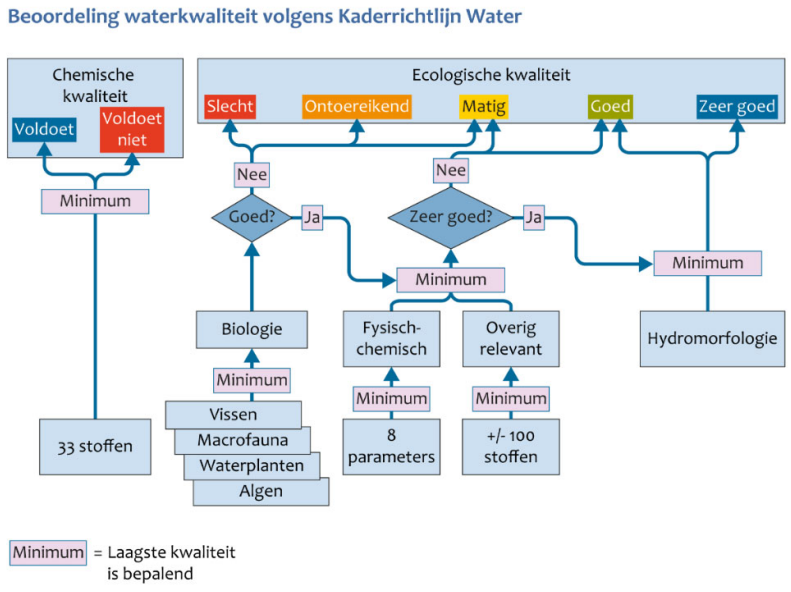
De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van chemische stoffen, en een ecologische kwaliteit. Deze ecologische kwaliteit bestaat uit fysisch-chemische parameters en het voorkomen van soorten van vier biologische groepen, geloosde verontreinigde stoffen en hydromorfologie (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Dit is gevisualiseerd in Figuur 22.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: als één stof of één biologische maatlat niet voldoet, dan is het oordeel voor de gehele maatlat onvoldoende. Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse kwaliteit.

Doelen voor de kwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. Voor natuurlijke wateren is dit een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie. Deze komen in Nederland nauwelijks voor, naast een klein aantal binnenwateren valt vooral de kustlijn hieronder (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl uit de kust voor de chemische doelen. (RWS, 2016).

Voor sterk veranderende wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie, als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel vastgesteld. Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klasse: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op 'de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.



Figuur 22 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water

5.1.1 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire stoffen. Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017):

- Emissies van Prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

5.1.2 Ecologische kwaliteit

De 'Ecologische Toestand' is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en 'Hydromorfologie'. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

5.1.2.1 Biologie

De biologische kwaliteit van water wordt bepaald door het meten van vier maatlatten: vis, waterplanten, macrofauna en fytoplankton.

Fytoplankton
De maatlat fytoplankton (algen) wordt alleen beschreven voor meren, overgangs- en kustwateren. Hier wordt een combinatie gebruikt van abundantie en soortsamenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soortsamenstelling is een referentielijst, vooral gebaseerd op de bloei van ongewenste soorten. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

Waterflora
De maatlat overige waterflora bestaat in meren en rivieren uit abundantie, soortsamenstelling en fytobenthos. De relatie tussen waterkwaliteit en waterplanten is afhankelijk van de groeivorm van planten. Daarom is het voorkomen van verschillende groeivormen gebruikt als maat voor abundantie en is uitgedrukt in bedekkingspercentage van het begroeibare areaal. Dit ligt bij submerse groeivormen op 3 meter diepte en voor drijfblad begroeien op de 1 meter dieptegrens. Als dieptebereik niet kan worden vastgesteld, geldt er 10 meter uit de oever. Daarnaast geldt voor kroos, draadwieren en flab de aanvullende bepaling dat afwezigheid beide kan leiden tot een goede ecologische toestand, of een zodanig slechte toestand dat er niks meer groeit. De deelmaatlatten worden gewogen gemiddeld. Soortsamenstelling wordt gebruikt voor planten. En bestaat uit een lijst referentiesoorten per watertype die in de klasse schaars, frequent of dominant kunnen voorkomen. De deelmaatlat fytobenthos wordt gebruikt als indicator van de trofische toestand en verzuringstoestand. Indicatoren hebben afhankelijk van de score klasse waardes. Het gemiddelde van de drie wordt berekend om een waarde te krijgen die bijdraagt aan de maatlat biologie.

In overgangs- en kustwateren (en brakke meren) bestaan de deelmaatlatten uit abundantie en soortsamenstelling van schorren/kwelders en zeegras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat van kwaliteit. Voor zeegras geldt dat de abundantie wordt gemeten door het percentage begroeibaar areaal waar zeegras te vinden is. Een zeegrasveld is pas een zeegrasvels als minimaal 5% van een gebied bedekt is.

Macrofauna
Ook voor macrofauna geldt een andere beoordeling van meren en rivieren ten opzichte van overgangs- en kustwateren. De ecologische toestand wordt beschreven door middel van indicatorsoorten die staan voor positief of negatief in een watersysteem. Ook hierbij geldt dat naar soortsamenstelling en abundantie wordt gekeken.

In zoete kustwateren bleek bovenstaande methode niet onderscheidend genoeg was. De maatlat gebruikt geen soorten maar genera als diversiteitsmaatlat, waarop ook exoten meetellen. Daarnaast worden niet alle monsters samengenomen, maar wordt er onderscheid gemaakt tussen hoofdstroom, zijstromen, oppervlakte en diepe monsters. Potentieel moet een zoet en zout deel worden gecombineerd voor deze wateren.

In overgangs- en kustwater is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. Het is noemenswaardig dat er voor het meten van deze maatlatten grote verschillen zijn tussen alle Europese lidstaten en dat de methode nog wel eens aangepast wil worden. Momenteel wordt er binnen de geschikte Habitats gekeken naar soortenrijkdom, Shannon-index en AMBI-index.

Vis
De maatlat voor vis maakt gebruik van referentiesoorten die de visstand kunnen beoordelen en gekoppeld zijn aan monsteringsmethodes. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap en niet op individuele (zeldzame) soorten. Ook hier speelt dus de soortsamenstelling en de abundantie van soorten in deze samenstelling een grote rol, maar ook de leeftijdsopbouw van vissen in een populatie is van belang voor de deelmaatlatscore.

5.1.2.2 Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor alle klasse uitgewerkt in de maatlatten. Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. De metingen hebben pas impact bij een klasse matig of hoger. In het kader van achteruitgang voorkomen staan echter toch alle parameters beschreven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Kwaliteitselement	Indicatoren	Eenheid	Meetperiode
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°Celsius	21 juni tot en met 20 september
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	1 april tot en met 30 september
Zoutgehalte*	chloriniteit	g Cl/l	1 april tot en met 30 september
Verzuringsgraad*	pH	-	1 april tot en met 30 september
Nutriënten	totaal-P	mg P/l	1 april tot en met 30 september***
	totaal-N	mg N/l	1 april tot en met 30 september***
	DIN	µmol N/l	1 december tot en met 28 februari****
Doorzicht**	SD (Secchi schijf)	m	1 april tot en met 30 september

* niet voor overgangs- en kustwateren
** niet voor rivieren
*** meren en rivieren zonder M32
**** overgangs- en kustwateren en M32 (voor deze zoute wateren is alleen een norm voor stikstof (DIN) afgeleid omdat geen ecologische relatie voor fosfor (DIP) is gevonden).

Figuur 23 Verplichte algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen uit de KRW-bijlage v.1.1 en daarbij gekozen indicatoren en eenheden (naar Heins et al., 2004)

5.1.2.3 Overige relevante chemische stoffen

Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze behoren ondanks hun fysisch-chemische natuur thuis in de maatlat ecologische kwaliteit.

5.1.2.4 Hydromorfologie

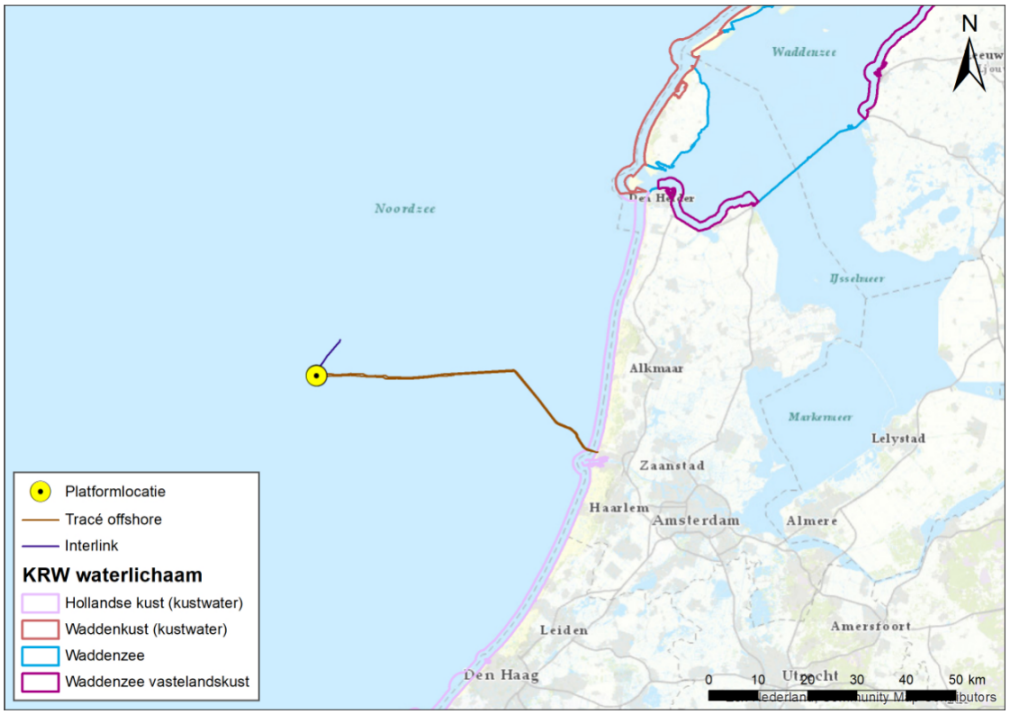
Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. Hij wordt daarom ook alleen beschreven voor de hogere klasse. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand zelfs geen invloed op de uitkomst van de maatlat omdat de hoogst mogelijke score GEP of hoger is (STOWA, 2012).

5.2 Activiteiten en KRW

5.2.1 KRW- gebieden

Figuur 24 toont de locatie van de te realiseren werkzaamheden ten opzichte van KRW-waterlichamen. De werkzaamheden lopen op 1 locatie door een KRW-waterlichaam. Dit waterlichaam is de Hollandse kust (NL95_3A Hollandse kust). De chemische KRW-doelen gelden tot 12 mijl uit de kust en de ecologische KRW-doelen gelden tot 1 mijl uit de kust.

In het noorden kunnen gevolgen van de werkzaamheden raken aan KRW-waterlichamen Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.



Figuur 24 KRW-waterlichamen in de buurt van het kabeltracé

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 13). Het KRW-gebied waar het kabeltracé mee in aanraking komt, heeft een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 14.

Tabel 13 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden die in aanraking komen met het kabeltracé

KRW-gebied	Beschermde gebieden
Hollandse kust (NL95_3A)	• Habitatrichtlijn • Noordzeekustzone (NL_HAB_7); Waddenzee (NL_HAB_1). • Vogelrichtlijn (Noordzeekustzone NL_HAB_7); Waddenzee (NL_HAB_1). • Zwemwater

Tabel 14 Het type en de status van KRW-waterlichamen op het kabeltracé

KRW-gebied	Water type	Status
Hollandse kust (NL95_3A)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk

5.2.2 KRW- doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd op de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. Ook is de huidige chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en de prognose voor 2021 en 2027 beschikbaar (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).

Niet alle parameters zijn toepasbaar op alle waterlichamen. Parameters met " NVT " (niet van toepassing) geven aan welke parameters niet toepasbaar zijn voor dat watertype. Deze informatie is afkomstig uit factsheets, beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat.

5.2.2.1 Hollandse kust

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Hollandse kust zijn weergegeven in Tabel 15 en Tabel 16. Dit betekent dat voor KRW-waterlichaam Hollandse kust alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlatten fytoplankton en macrofauna van toepassing.

Tabel 15 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters Hollandse kust (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

	Toestand Hollandse kust		
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 16 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlatten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Hollandse kust			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Overige waterflora	NVT	NVT	NVT
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed

5.2.2.2 Waddenkust (kustwater)

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenkust (kustwater) zijn weergegeven in Tabel 17 en Tabel 18. Dit betekent dat voor dit KRW alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlatten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 17 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenkust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Goed	Goed	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 18 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlatten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenkust (kustwater)			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	NVT	NVT	NVT
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Matig	Goed

5.2.2.3 Waddenzee

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenzee zijn weergegeven in Tabel 19 en Tabel 20. Dit betekent dat voor dit KRW-waterlichaam alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlatten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 19 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 20 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlatten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Ontoereikend	Ontoereikend	Goed
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed

5.2.2.4 Waddenzee (vastelandskust)

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenzee (vastelandskust) zijn weergegeven in Tabel 21 en

Tabel *22* en in Figuur 13 en **Error! Reference source not found.**. Dit betekent dat voor dit KRW-waterlichaam alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlatten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 21 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee (vastelandskust)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) 25(zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 22 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlatten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee (vastelandskust)			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Matig	Matig	Goed
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed

5.3 Effectbeschrijving

5.3.1 Relevante effecten

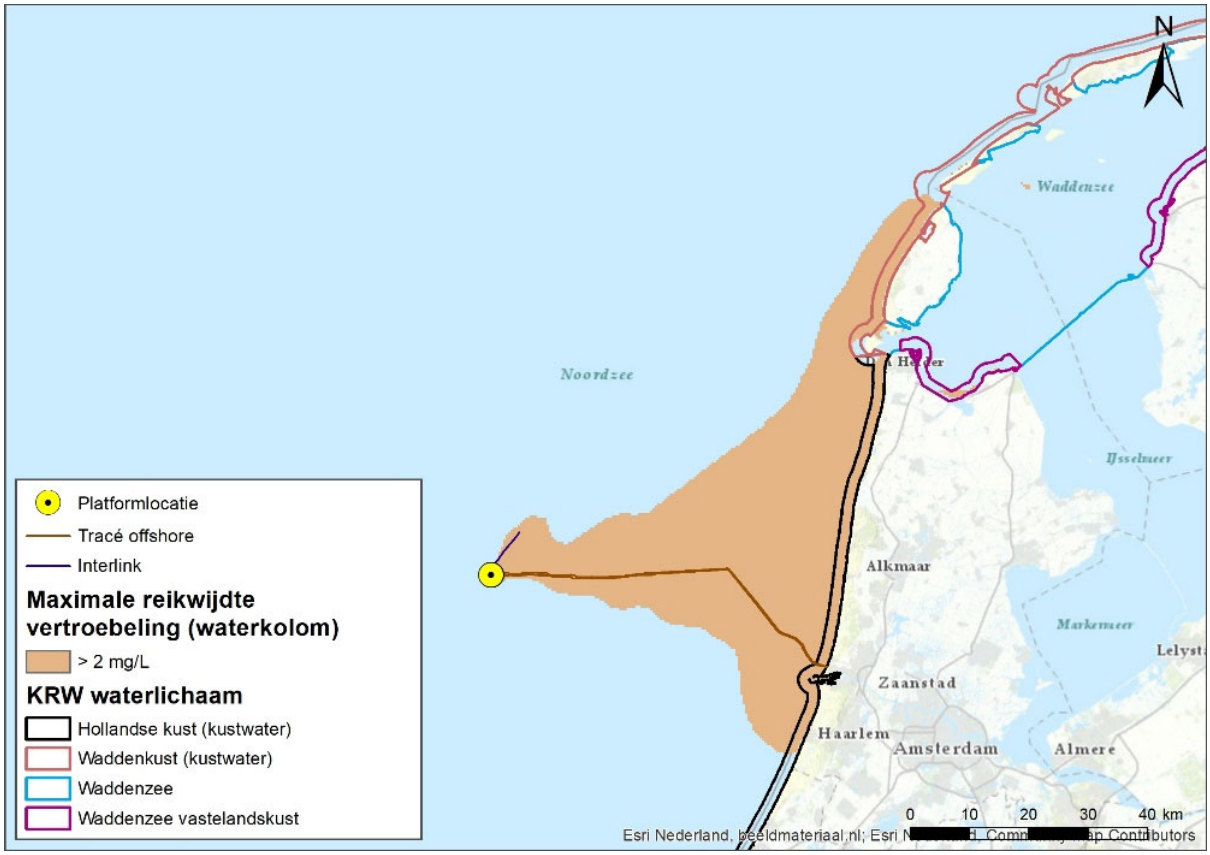
In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRW is toegelicht in 5.1 en 5.2. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRW nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 23. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in hoofdstuk 5.4.

Tabel 23 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor de KRW

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	• Primaire productie • Filterfeeders
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Macrofauna
Habitataantasting	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Macrofauna

5.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling is toegelicht in paragraaf 3.2 en de studie die hiernaar gedaan is en de resultaten zijn toegelicht in paragraaf 4.2.1.1, 4.2.1.2 en 4.2.1.3. Figuur 29 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichaam Hollandse kust en in het noorden KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.



Figuur 25 Maximale reikwijdte vertroebeling in de waterkolom t.o.v. KRW-waterlichamen

5.3.2.1 Effecten vertroebeling op primaire productie

De effecten van vertroebeling op primaire productie zijn toegelicht in paragraaf 4.2.1.3. In deze paragraaf is ook de methode toegelicht waarmee een schatting van het effect van vertroebeling op de primaire productie gemaakt kan worden. Deze zelfde methode is toegepast om een schatting te geven van het effect van vertroebeling op de primaire productie in de KRW-waterlichamen. De resultaten staan in Tabel 24.

Per gebied wordt de hoogste berekende afname in een locatie in het gebied van de slibwolk door vertaald naar het hele oppervlak van de slibwolk in dit gebied. In de directe omgeving van het kabeltracé treedt de hoogste mate van vertroebeling op en met afstand van het tracé neemt ook de mate van vertroebeling af (zie Figuur 18). Het tracé loopt door KRW-waterlichaam Hollandse kust, waar deze hoogste waarde van vertroebeling door vertaald is naar het gehele oppervlak dat bedekt wordt met de slibwolk. De genoemde procentuele afnames in primaire productie zijn zodoende worst-case percentages.

Tabel 24 Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzeekustzone en Waddenzee

KRW-waterlichaam	Lente/zomer	herfst/winter
Hollandse kust (kustwater)	6.5%	1.6%
Waddenkust (kustwater)	1.3%	0.33%
Waddenzee	<0.1%	<0.1%
Waddenzee vastelandskust	0.36%	<0.1%

5.3.2.2 Effecten vertroebeling op filterfeeders

Het effect van vertroebeling op filterfeeders is beschreven in paragraaf 4.2.1.8.

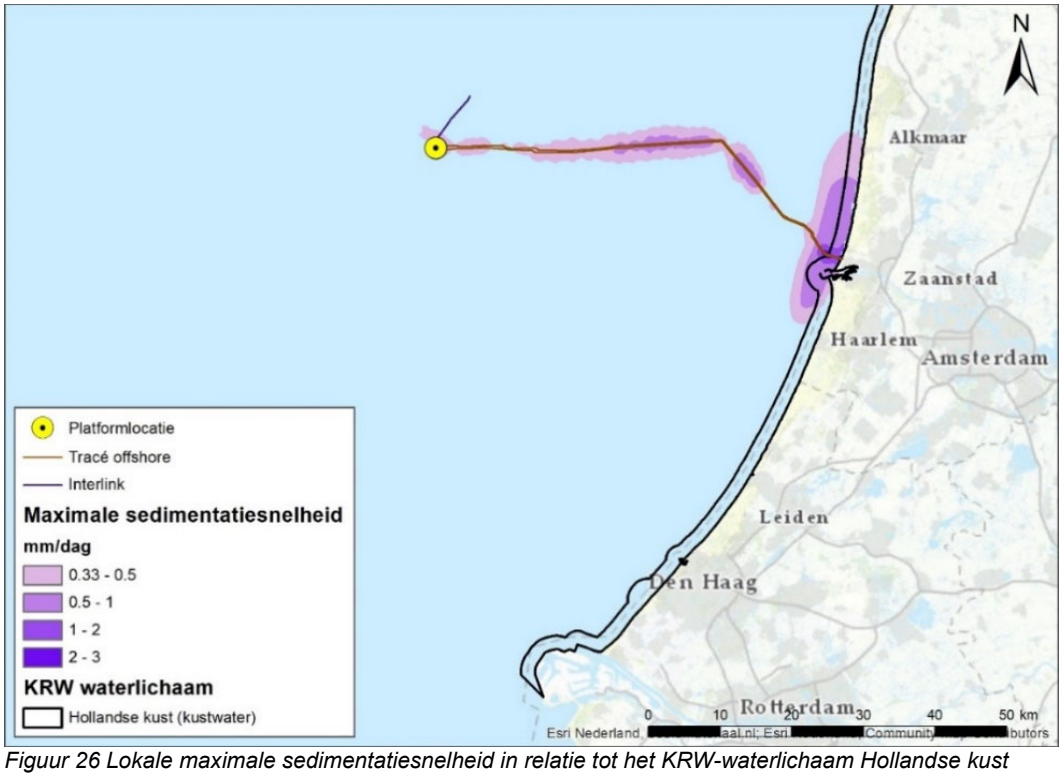
Concluderend is de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Significante effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

5.3.3 Sedimentatie

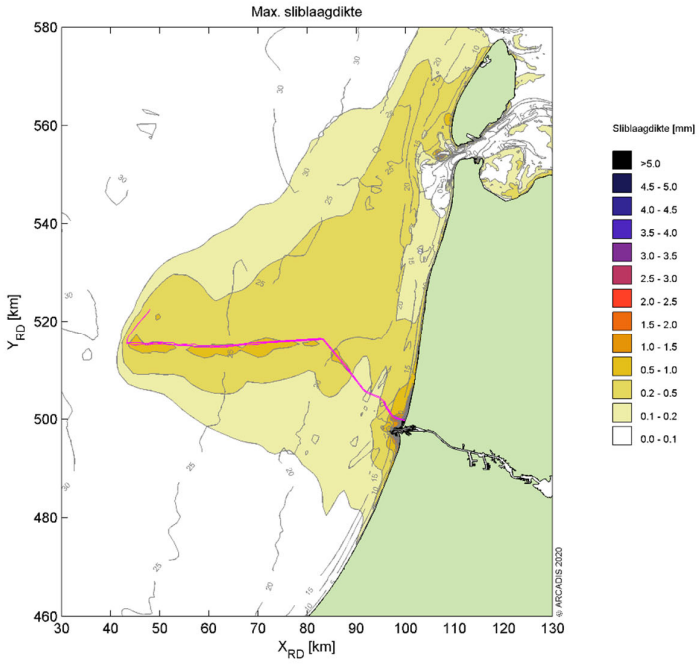
Zoals toegelicht in paragraaf 3.3 is de maximale sedimentatiesnelheid per dag modelmatig berekend (de volledige studie is te vinden in Bijlage B). Figuur 26 geeft het gebied weer waar een sedimentatiesnelheid van meer dan 0,33 mm per dag optreedt als gevolg van de werkzaamheden, in relatie tot KRW-waterlichaam Hollandse kust. Deze sedimentatiesnelheid wordt binnen KRW-lichaam Hollandse kust bereikt bij de monding van het Noordzeekanaal en tot ongeveer 10 kilometer ten zuiden en ongeveer 20 kilometer ten noorden daarvan. In paragraaf 3.3 is toegelicht waarom deze sedimentatiesnelheid werd gekozen, aangezien dit in de buurt zit van de maximale snelheid die de gevoeligste soort (strandgaper, *Mya arenaria)* van onderzochte macrobenthos nog tolereert op de langere termijn (Bijkerk, 1988). Deze gevoeligste soort heeft 50% mortaliteit bij een bedekking van slib op een diepte 3 cm. Deze gevoeligheid is echter sterk afhankelijk van het type sediment. Met depositie van fijn of grof zand heeft de strandgaper 50% mortaliteit op respectievelijk 6 cm en ruim 24 cm diepte (Turk & Risk, 1981).

De periode van sedimentatie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden zal van relatief korte duur zijn. De totale sedimentatielaag als gevolg van de werkzaamheden is vrijwel overal minder dan 1 mm, behalve lokaal bij de monding van het Noordzeekanaal waar het tussen de 1 en 1.5 mm zal zijn, zie Figuur 27. Dit gebied is relatief klein en bevindt zich direct op of nabij het tracé. Benthos zal hier meer effect ondervinden van habitataantasting dan van sedimentatie. In het merendeel van het gebied waar sedimentatie plaatsvindt zal minder dan 0.5 mm sediment neerslaan. Zoals hiervoor toegelicht vindt sterfte bij de gevoeligste soort macrobenthos plaats bij hogere sedimentatiewaardes van enkele centimeters.

Significante effecten als gevolg van sedimentatie op het macrobenthos zijn dan ook uit te sluiten.



Figuur 26 Lokale maximale sedimentatiesnelheid in relatie tot het KRW-waterlichaam Hollandse kust



Figuur 27 Maximale totale sedimentatie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden

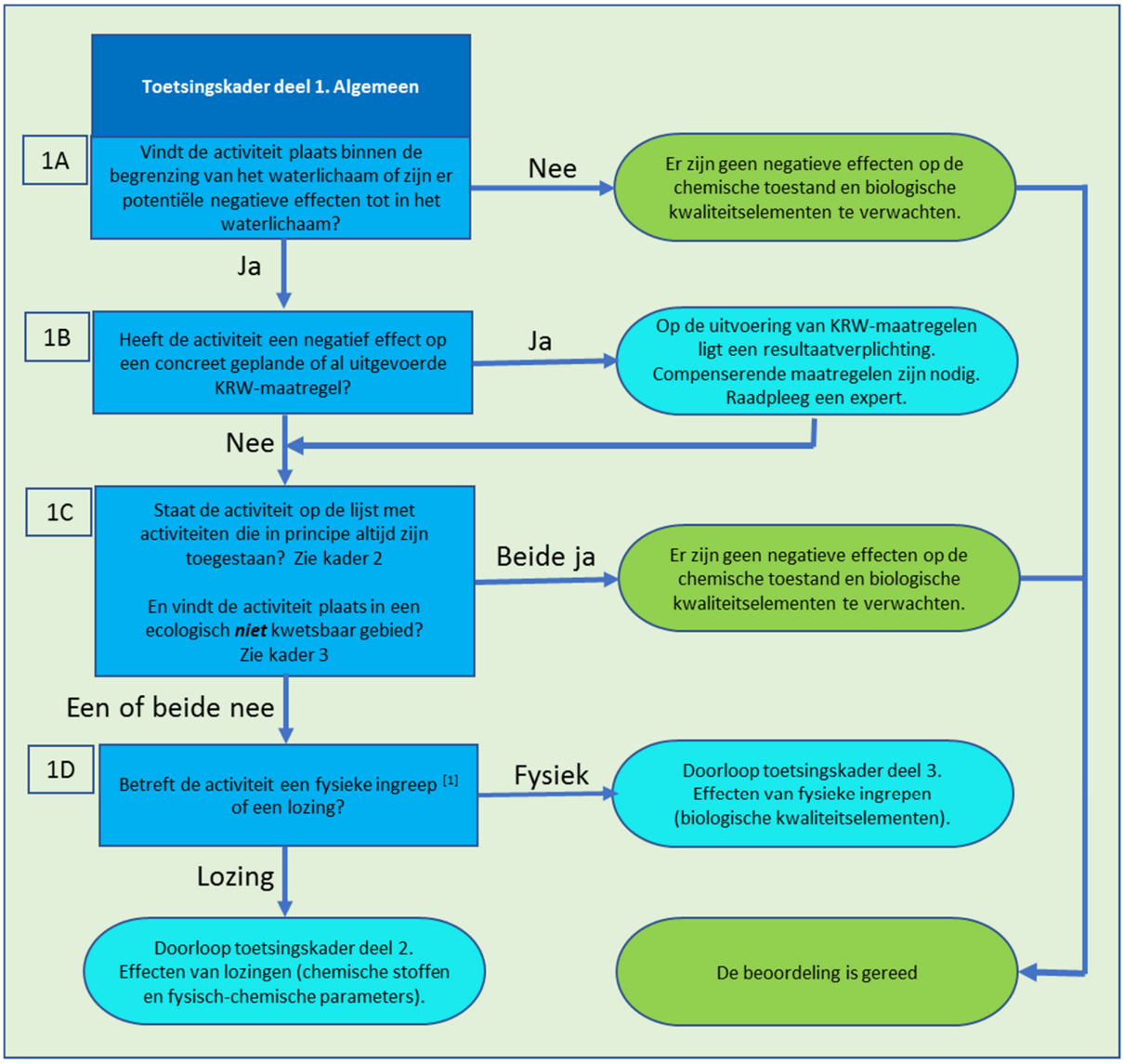
5.3.4 Habitataantasting

De reikwijdte van habitataantasting is, zoals toegelicht in paragraaf 3.7, over het traject van de export kabel naar land over de gehele lengte in een corridor van 1200 meter en zal op het merendeel van de tracés alleen ter plaatse van de kabels zelf optreden.

De effecten van habitataantasting zijn beschreven in paragraaf 4.2.6. Door het graven van de sleuven en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed in KRW-waterlichaam Hollandse kust. Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting en ook komt er door het uitgraven van de zeebodem zand en slib vrij in de waterkolom. Dit zal echter weer bezinken en de sleuf zal (deels) weer dichtraken. Hierdoor zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna.

5.4 Toetsing

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het ‘Toetsingskader waterkwaliteit’ een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 28.



Figuur 28 "Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 28) wordt doorlopen voor Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) blijkt:

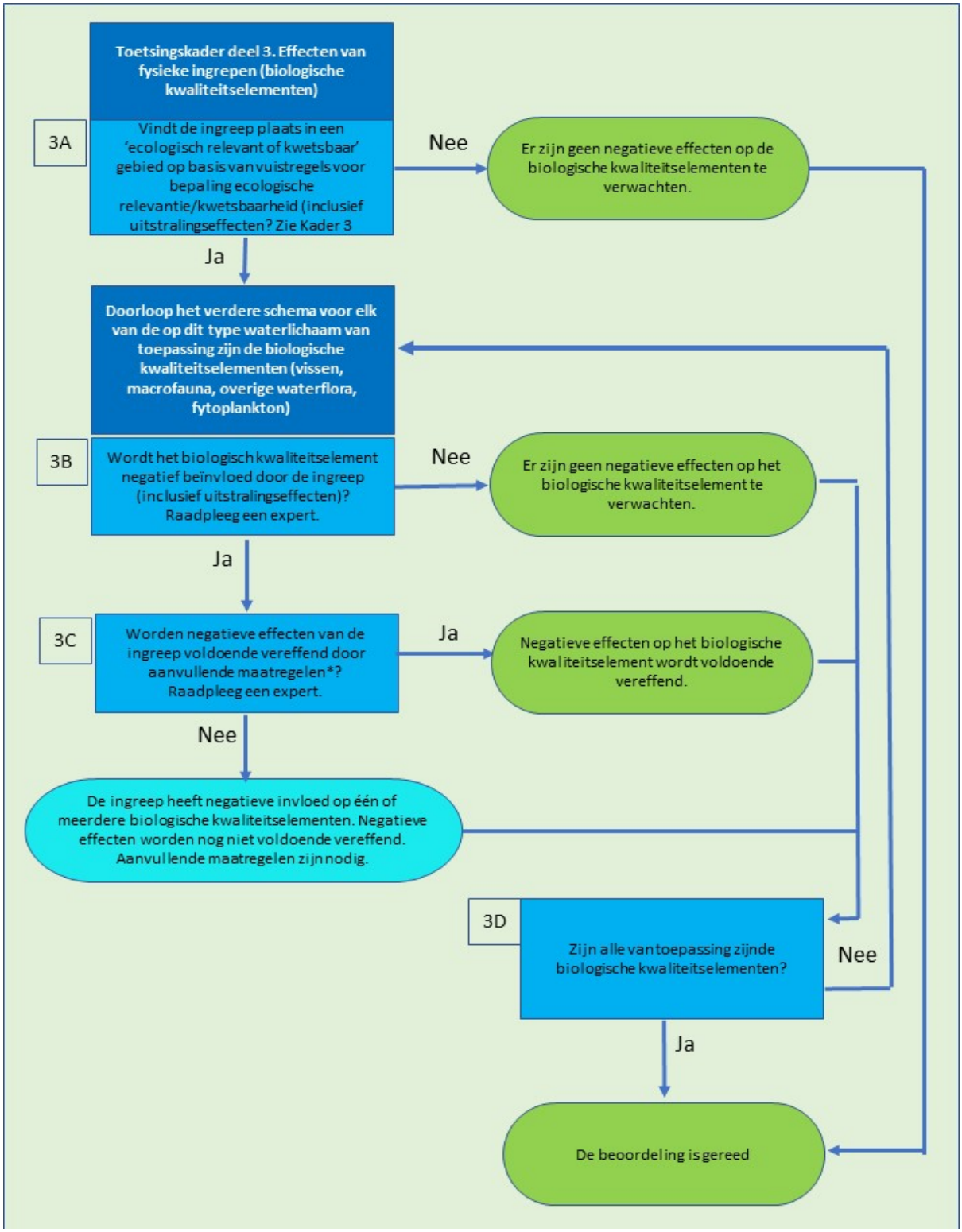
1A. De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ligging van het tracé ten opzichte van KRW-waterlichamen is te zien in Figuur 24. Er vinden ingrepen plaats binnen de begrenzing van het KRW-waterlichaam Hollandse kust. Ook zijn er potentiële uitstralingseffecten tot in KRW-waterlichamen Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.

1B De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.

1C Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst. De geplande werkzaamheden vallen in een ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen.

1D De activiteit betreft een fysieke ingreep.

Uit bovenstaande blijkt dat als vervolgstap "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" doorlopen moet worden.



Figuur 29 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

Het als vervolgstap te doorlopen stroomschema, "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 29.

3A. De ingreep vindt plaats in een kustwater, KRW-waterlichaam de Hollandse kust, en heeft invloed op het gebied buiten de vaargeulen, aangezien de kabels daar aangelegd worden. De ingreep vindt zodoende plaats in een ecologisch relevant of kwetsbaar gebied.

Ook zijn er, vanwege het gevolg vertroebeling van de werkzaamheden, uitstralingseffecten naar de KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de waterlichamen, en wordt voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

5.4.1.1 Hollandse kust (NL95_3A)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

Fytoplankton

*Tabel 25 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

*Tabel 26 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	
Habitataantasting	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	

Bodemdieren zullen zeer lokaal met habitatverlies of verstikking door sedimentatie te maken krijgen. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. De gevolgen van vertroebeling zijn lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Omdat er geen permanente schade optreedt aan habitat en er dus geen verlies van habitat is voor macrofauna t.o.v. de huidige situatie hebben de voorgenomen werkzaamheden in de Hollandse kust (NL95-3A) geen effect top de KRW-deelmaatlat macrofauna.

5.4.1.2 Waddenkust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralingseffect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

Fytoplankton

*Tabel 27 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenkust (kustwater) *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

Macrofauna

*Tabel 28 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenkust (kustwater) *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee is dan ook uit te sluiten.

5.4.1.3 Waddenzee

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralingseffect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en overige waterflora van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

Fytoplankton

Tabel 29 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

De primaire productie van fytoplankton zal niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee.

Macrofauna

*Tabel 30 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenzee *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee is dan ook uit te sluiten.

Overige waterflora

De vertroebeling zal de locatie van toegewezen overige waterflora in KRW-waterlichaam Waddenzee (intergetijde en bovenwater vegetatie) nauwelijks bereiken. Hiervoor zou een combinatie moeten optreden van hoog tij en een piek in de vertroebeling. De gevolgen van vertroebeling op overige waterflora in dit waterlichaam als gevolg van de geplande werkzaamheden zijn dusdanig verwaarloosbaar dat de ingreep geen negatieve invloed op dit biologische kwaliteitselement in de Waddenzee vastelandskust heeft.

5.4.1.4 Waddenzee vastelandskust

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralingseffect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en overige waterflora van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

Fytoplankton

*Tabel 31 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

De primaire productie van fytoplankton zal niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust.

Macrofauna

*Tabel 32 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust *groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering*

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee vastelandskust is dan ook uit te sluiten.

Overige waterflora

De vertroebeling zal de locatie van toegewezen overige waterflora in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust (intergetijde en bovenwater vegetatie) nauwelijks bereiken. Hiervoor zou een combinatie moeten optreden van hoog tij en een piek in de vertroebeling. De gevolgen van vertroebeling op overige waterflora in dit waterlichaam als gevolg van de geplande werkzaamheden zijn dusdanig verwaarloosbaar dat de ingreep geen negatieve invloed op dit biologische kwaliteitselement in de Waddenzee vastelandskust heeft.

5.5 Conclusie

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Hollandse kust (NL95_3A) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit kan er beperkte invloed zijn op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Met betrekking tot fytoplankton en macrofauna zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Effecten die potentieel optreden zijn van tijdelijke aard en zullen ook om die reden geen nadelig effect hebben op de hoeveelheid potentieel areaal voor fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de ecologische KRW-maatlat van het waterlichaam.

Voor de KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van deze KRW-waterlichamen. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt alleen vertroebeling tot deze gebieden, wat met betrekking tot de ecologische kwaliteit beperkte invloed zou kunnen hebben op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Met betrekking tot fytoplankton en macrofauna zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Effecten die potentieel optreden zijn van tijdelijke aard en zullen ook om die reden geen nadelig effect hebben op de hoeveelheid potentieel areaal voor fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de ecologische KRW-maatlat van deze waterlichamen.

6 BEHEER EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN

6.1 Beheerplan Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21 in samenhang met 2.1 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.

In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functievervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

6.2 Effectbeschrijving

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW. De aanleg van kabels zal met name effect hebben op de primaire productie en op trekvissen. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door geluid en verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken. Het effect op primaire productie wordt behandeld in paragraaf 4.2.1.5. Het effect van vertroebeling op trekvissen en de hinder van geluid zijn besproken in de toetsing KRM, in paragrafen 4.2.1.6 en 4.2.5.6.

6.2.1 Verdroging

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen bronbemaling toegepast wordt. Daarnaast kan de aanwezigheid van objecten onder de grond van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een toename van invloed van leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Verdroging treedt alleen op in de aanlegfase wanneer bij boorlocaties en aansluitpunten bronbemaling noodzakelijk is. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Vanwege de lage grondwaterstanden langs het tracé (ten opzichte van het maaiveld) is enkel bemaling nodig bij de in- en uittredepunten op het strand.

Uit het indicatief bemalingsadvies blijkt dat nergens bemaling noodzakelijk is, die leidt tot een grondwaterstanddaling in het gebied. In de duinen bevindt het grondwater (de GHG of Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) zich dieper onder het maaiveld dan de benodigde drooglegging. Bemaling is mogelijk alleen noodzakelijk bij het aansluitpunt op het strand. Omdat de mofput hier onder de vloedlijn ligt, heeft de zee een zeer grote invloed. Bij vloed staat de mofput onder water (en is bemaling niet mogelijk). Alleen bij eb kan bemalen worden. De mofput kan tijdelijk drooggelegd worden, maar door de grote invloed van de zee is geen sprake van een significante grondwaterstanddaling in de omgeving.

6.3 Toetsing

6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het voornemen is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken.

In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot verdroging leidt.

6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Het Nationaal Waterplan kent verschillende gebruiksfuncties aan de Rijkswateren toe die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW).

Voor de Noordzee gelden de volgende functies:

- Natuur.
- Olie en gaswinning.
- Windenergie.
- Winning bouwgrondstoffen.
- Visserij.
- Recreatie (duikers, sportvissers en andere watersporten).
- Militair oefengebied.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

6.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

7 REFERENTIES

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise.

Arcadis. (2018). Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4.

Arends, E., Groen, R., Jager, T., & Boon, A. (2009). Passende beoordeling Wind op Zee.

Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns Sterna sandvicensis varies non-linearly with water transparency. Ibis, 152(4), 815–825.

Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). Sterna hirundo Common Tern. BWP Update, 6, 91–137.

Bijkerk, R. (1988). Ontsnappen of begraven blijven.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (Petromyzon marinus) function as a migratory pheromone. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 57(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Bos, O. G., Griffioen, A. B., van Keeken, O. A., Winter, H. V, & Gerla, D. J. (2018). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016. Wageningen Marine Research.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. Journal of Marine Science and Engineering, 4(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014.

Brenninkmeijer, A., Doeglas, G., & de Fouw, J. (2002). Foerageergedrag van sterns in de westelijke Waddenzee in 2002.

Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). RIN-rapport 92/17.

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren.

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 150(PB), 271–280.

Capuzzo, E., Lynam, C. P., Barry, J., Stephens, D., Forster, R. M., Greenwood, N., McQuatters-Gollop, A., Silva, T., Leeuwen, S. M., & Engelhard, G. H. (2018). A decline in primary production in the North Sea over 25 years, associated with reductions in zooplankton abundance and fish stock recruitment. Global Change Biology, 24(1).

Cattrijsse, A. (1997). Vissen in troebel water.

Compendium voor de Leefomgeving. (2014). Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de

Leefomgeving.

Consulmij. (2007). Ecologische effectenstudie. Deelrapport 2. Ten behoeve van de MER's en de PB's voor de verdieping en uitbreiding van de Eemshaven en de verruiming van de vaarweg Eemshaven - Noordzee.

Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of Caryophyllia smithii in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. Marine Biodiversity Records, 8, e140. https://doi.org/DOI: 10.1017/S1755267215001165

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. Ocean Management, 5(3), 211–232.

De Jong, C., & Binnerts, B. (2018). Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115).

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks. Lynx Edicions.

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.

Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters Melanitta nigra.

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 31(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561.

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels.

Essink, K. (1993). Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad*3.

Fijn, R.C., F.A. Arts, B.W.R. Engels, J.W. de Jong, M.P. Collier, A. Gyimesi, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, P. A. W. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199.

Fisher, C., & Slater, M. (2010). Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Neal, K. J., & Kimber, J. A. (2005). COWRIE 1.5 The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review.

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In Commissioned by COWRIE Ltd (Issue 68).

Glutz von Blotzheim, U. N., & Bauer, K. M. (1982). Handbuch der Vogel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriifores III.

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2012). Modelberekeningen slib en primaire productie. Achtergrondrapport MER winning suppletiezand Noordzee 2013 t/m 2017.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 25, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. Acoustics Today.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. ICES Journal of Marine Science, 74(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.

International Maritime Organisation. (2018). Anti-fouling systems.

Jak, R., & Tamis, J. (2011). Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming.

Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). Acta Zoologica, 61, 87–92.

Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, Lampetra fluviatilis (L.), Lampetra planeri (Bloch) and Petromyzon marinus (L.): a context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 165–185.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. Marine Biology and Ecology, 61, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensititivy in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), Senory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. Journal of Experimental Biology, 120, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. Environment Systems and Decisions, 35(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 75(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 47(2), 143–151.

Maes, Joachim, & Ollevier, F. P. (2005). Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik.

Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. Hydrobiologia, 602(1), 129–143.

Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(11), 1944–1952.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. Rivers, Ecology Series, 3.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1.

Molenaar, J. G. (2003). Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.

Olsson, T., Bergsten, P., Nissen, J., & Larsson, A. (2010). Impact of electric and magnetic fields from sub-sea cables on marine organisms. Vattenfall Power Consultant Report.

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. North American Journal of Fisheries Management, 31(1), 1–11.

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. Journal of Fish Biology, 75(3).

Rijksoverheid. (2018). Actualisatie Mariene Strategie deel 1.

RIVM. (2017). Risico's van stoffen| KRW.

RWS. (2016). Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021.

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. Oceanological and Hydrobiological Studies, 41(3), 24–32.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference. 95.

Stienen, E. W. M., & Brenninkmeijer, A. (1992). Ecologisch profiel van de visdief (Sterna hirundo).

STOWA. (2012). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. Review Literature And Arts Of The Americas, February.

Tricas, T. (2012). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranch and other marine species.

van der Baan, Jos; van Til, S. (2018). Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)|Slibmodelleerstudie.

Van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. PLoS ONE, 11(1).

Werner, D., Hale, S. E., Ghosh, U., & Luthy, R. G. (2010). Polychlorinated Biphenyl Sorption and Availability in Field-Contaminated Sediments. Environmental Science and Technology, 44, 2809–2815.

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. North American Journal of Fisheries Management, 21(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

BIJLAGE A TECHNICAL INSTALLATION METHOD

PROJECT LEADER	[redacted]	**DATE**	Februari 25 , 2021
CLIENT	Licensing team HKwB	**VERSION**	4.0
AUTHOR	[redacted]	**VERSION DATE**	Februari 25 , 2021
DEPARTMENT	NLO - Offshore	**STATUS**	Final
		PAGE	1 of 52

Typical Installation Method
Hollandse Kust west Bèta

Overview of the possible installation methods of the HKwB offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
1.0	12-06-2019	Definitieve versie	[redacted]	
1.01	15-08-2019	Review TNW verwerkt		
1.02	16-04-2020	Update tav HDD onder duinen		[redacted]
2.0	03-06-2020	Update gereed voor MER		
3.0	02-11-2020	Aanpassing tbv vergunningen aanvraag		
4.0	25-02-2021	Corridor Interlink aangepast		

1. Introduction **4**

2. Overview offshore grid connection **5**

3. Offshore platform **7**
3.1 Design 7
3.1.1 Design philosophy *7*
3.1.2 Electrical installation *8*
3.1.3 Safety and environment *8*
3.1.4 Access *8*
3.1.5 Approximate dimensions and weight *9*
3.1.6 Scour protection *9*
3.2 Installation of the offshore platform 9
3.2.1 Preparations before installation *9*
3.2.2 Jacket installation and piling *10*
3.2.3 Topside installation *12*
3.2.4 Interlink cable *12*
3.3 Operational phase of the offshore platform 12
3.4 Decommissioning of the offshore platform 13

4. HVAC sea cables **14**
4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable 14
4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable 15
4.3 Cable route design sea cable 15
4.3.1 Design philosophy *15*
4.3.2 Crossing third party assets *17*
4.3.3 Route survey and basic design *19*
4.4 Installation preparations 19
4.4.1 UXO and archaeological survey *19*
4.4.2 Route survey *20*
4.4.3 Detailed route engineering *20*
4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run *21*
4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01 *21*
4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed *22*
4.4.7 Pre-trenching run *23*
4.5 Installation of the export cables 24
4.5.1 Deep water *24*
4.5.2 Near shore *25*
4.5.3 Landfall *26*
4.5.4 Trenching tools *27*
4.6 Post installation activities offshore cables 34

4.7 As built survey 34
4.8 Operational phase offshore cables 36
4.9 Decommissioning offshore cables 36
4.9.1 Cables 36
4.9.2 Crossing structures 36

5. HVAC land cables 37
5.1 Cable design 37
5.2 Cable route design 38
5.2.1 Sea to land cable transition joint 38
5.2.2 Cross bonding Land Cable sections 39
5.3 Cable installation 40
5.3.1 Horizontal directional drilling 41
5.3.2 HDD installation tools 47
5.4 Post installation activities on shore cables 49
5.5 As built survey 49
5.6 Operational phase offshore cables 49
5.7 Decommissioning offshore cables 49

6. Transformer station 50
6.1 Design 50
6.1.1 Lay-out 50
6.1.2 Electrical Installation 50
6.1.3 Safety and environment 50
6.1.4 Access 51
6.1.5 Buildings 51
6.2 Construction phase 51
6.3 Operational phase 52
6.4 Decommissioning 52

1. Introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. To increase offshore wind energy capacity, the government has initiated Routekaart 2030, which designates three zones in the North Sea for the development of new wind farms.

The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate.

One of the wind farm zones lies about 60 km West of Ijmuiden, south of the planned Windfarm Hollandse Kust west Alpha, and is referred to as "Hollandse Kust west Bèta" Wind Farm Site (from here on denoted as HKwB). The wind farm site will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.

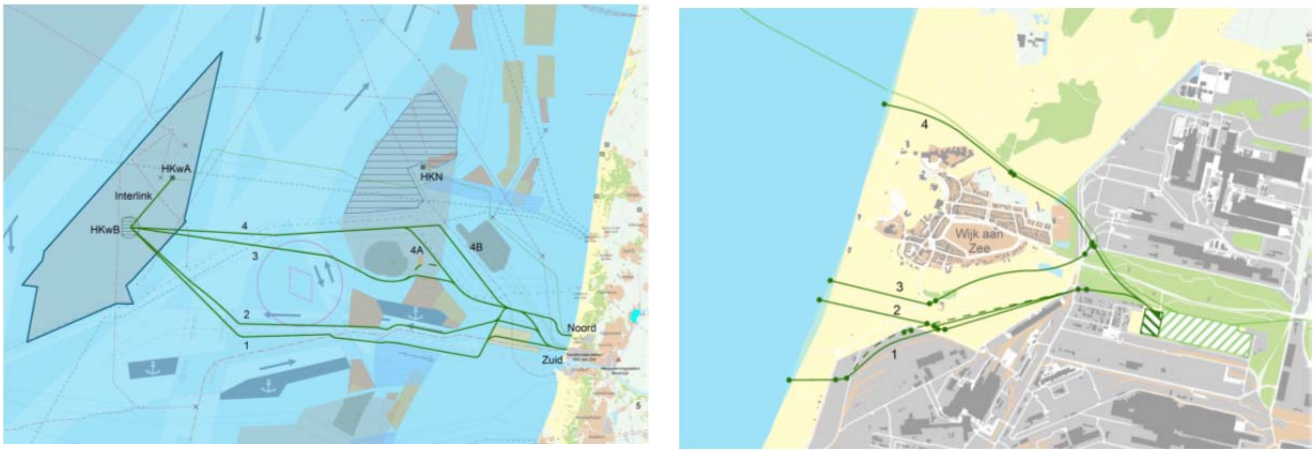


Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKwB windfarm to the onshore grid.

This Typical Installation Method (TIM) describes the design philosophy of the different components of the offshore grid connection and outlines the corresponding possible installation methods, focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment and permit applications.

2. Overview offshore grid connection

The HKwB offshore grid connection consists of six main parts as shown in Figure 2. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the transformer station and the existing onshore substation.

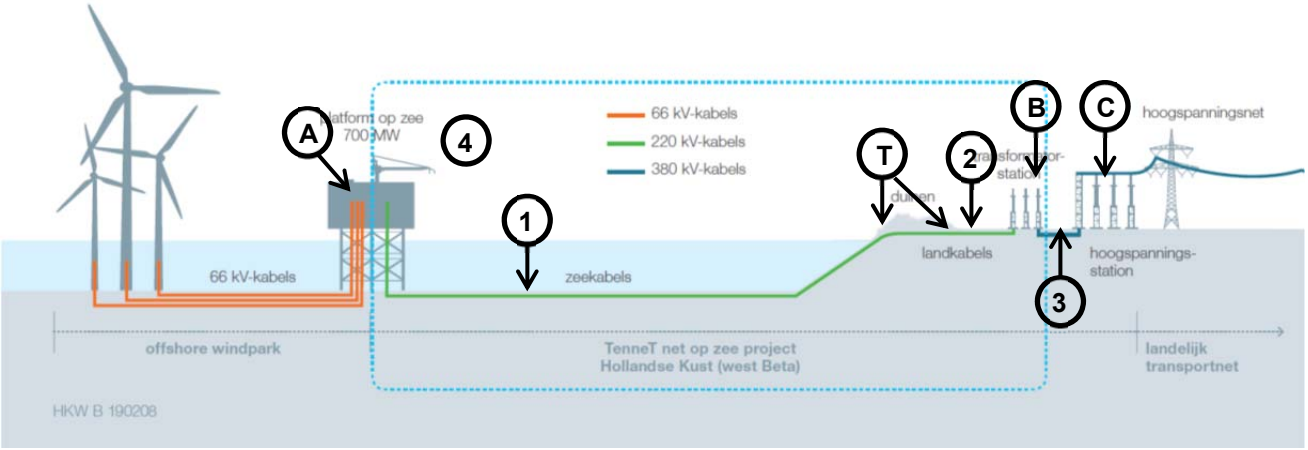


Figure 2 Offshore grid Hollandse kust West beta

Connection points

A. Offshore platform
T. Transition joint
B. Transformer station
C. Existing substation

Cables

1. HVAC 220 kV sea export cables
2. HVAC 220 kV land export cables
3. HVAC 380 kV land cable
4. HVAC 66kV interlink cable

Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV sea export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV sea export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV sea export cable to three single core HVAC 220 KV land export cables is made. The transition joint will be located either on the beach or behind the dunes.

Transformer station (B)

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

Existing Onshore substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid. HKwB will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. This connection will be realized in the project Hollandse Kust Noord.

HVAC 220 kV land and sea export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKwB platform to the transformer station and can be divided in two main sections, where the first section is the land section and the second the sea section.

1. Land section: HVAC 220 kV land cables from the HKwB transformer station up to the transition joint.
2. Sea section: HVAC 220 kV sea cables from the transition joint to the HKwB platform.

The connection from the transformer station to the beach will be mainly covered with HDD drillings,). Two options are evaluated to determine the optimal location for the transition joints between the land and sea cables.

HVAC 380 kV land cable (3)

For the HKwB project the excisting connection of two 380kV circuits realized by the project Hollandse kust Noord will be used.

HVAC 66 kV Interlink Sea cable (4)

Between the HKwB and HKwA platform a 66 kV interlink sea cable will be realized as a redundant power supply both ways for the platforms.

3. Offshore platform

The offshore platform consists out of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. It contains four decks, including the roof where the platform crane is situated. All rooms are accessible via outside gangways.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the skirt piles secure the jacket structure to the seabed.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

3.1 Design

3.1.1 Design philosophy

TenneT has made a basic design for the offshore platform (see Figure 3). This basic design is already applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust noord and west Alpha projects and will also be used for the HKwB offshore platform. Key elements of this basic design are:

1. The offshore platform contains all necessary systems, (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport the required 700 MW
2. It contains systems to ensure the safety on- and of the platform.
3. the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies)
4. the platform auxiliary systems shall be fully automated.
5. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns
6. No helideck, all logistics will be done with a boat.
7. A rock placement around the base of the jacket to avoid erosion around the legs and to safeguard the cables against longer free spans and as such against the impact of vortex induced vibrations.

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at HKwB will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out.
- The extents of the erosion protection by rock placement depends on the local water depths and on the local current and wave conditions
- Number of legs (e.g. six instead of four)

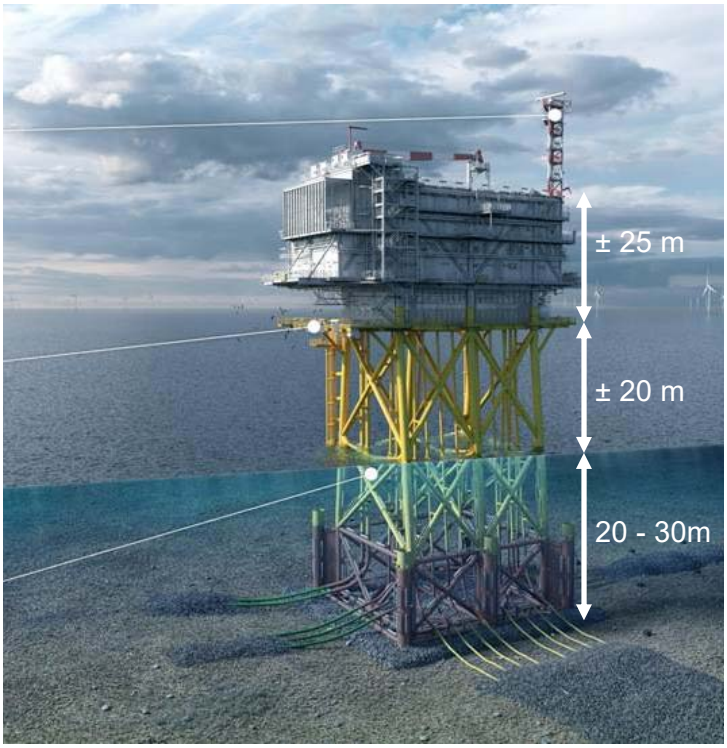


Figure 3 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)

3.1.2 Electrical installation

The Offshore Wind Farm is connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that entre the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 kV by the two 400 MVA 220/66/66 kV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables.

3.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are controlled from onshore. By reducing the amount of systems (LEAN design), the required maintenance campaigns are limited. In case of a fire, inert gas is used as extinguishing agent. This gas removes the oxygen from the air and is not harmful to the environment. In the transformer rooms foam is used as extinguishing agent since the transformers are filled with oil. Any leaking oil from the transformers is collected in a tank.

3.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

3.1.5 Approximate dimensions and weight

	Jacket	Topside	Foundation piles
Height	50 metres	28 metres	n.a.
Length	28 metres	58 metres	60 metres
Width	20 metres	20 metres	2,2 metres
Weight	2.900 metric tons	3.350 metric tons	180 metric ton per pile

Table 1. Approximate dimensions and weight for offshore platform components.

3.1.6 Scour protection

The scour protection around the jacked will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform does not increase in length. That way the vortex included vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection.

3.2 Installation of the offshore platform

3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the foundation (dimensions and penetration depth) a geotechnical survey is executed that includes at least one drill to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform.

A scour assessment will be performed in order to determine the extent of the scour holes which are to be anticipated as a result of the waves and currents around the jacket.. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms as well as based on the common practice in the North Sea and the German Bight, it is expected that a scour protection around the HKwB platform will be required. This scour protection will extend under the jacket, under the J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough of suction hopper dredger. After level, the scour protection can be installed. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 4. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)

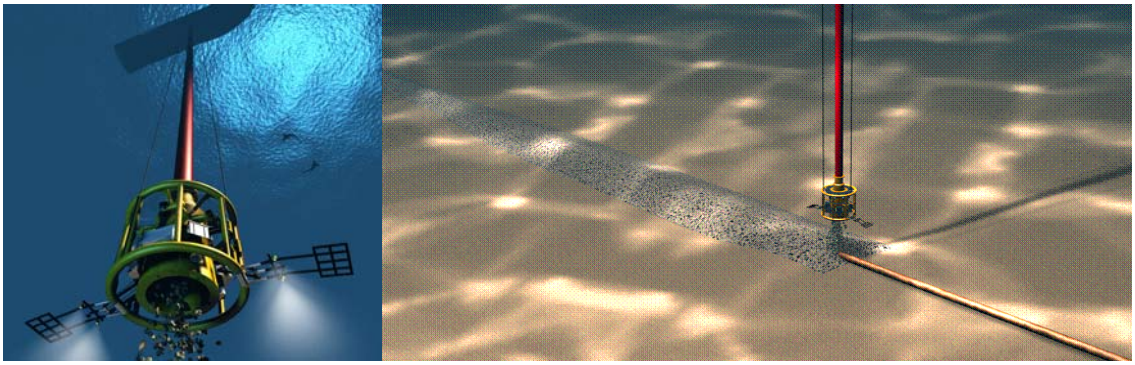


Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

After the placement of the jacket, additional rock can be placed to protect specific parts of the jacket, using a specific type of Fall Pipe Vessel, which places rock via an inclined pipe, see Figure 5



Figure 5 Rock installation vessel with inclined fallpipe

3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a yard and after completion be loaded onto a barge which will be tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning[1] or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location.

[1] Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters

The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection. The “mud mats”, which are plates at the base of the legs of the jacket provide stability to the jacket during this temporary installation phase.

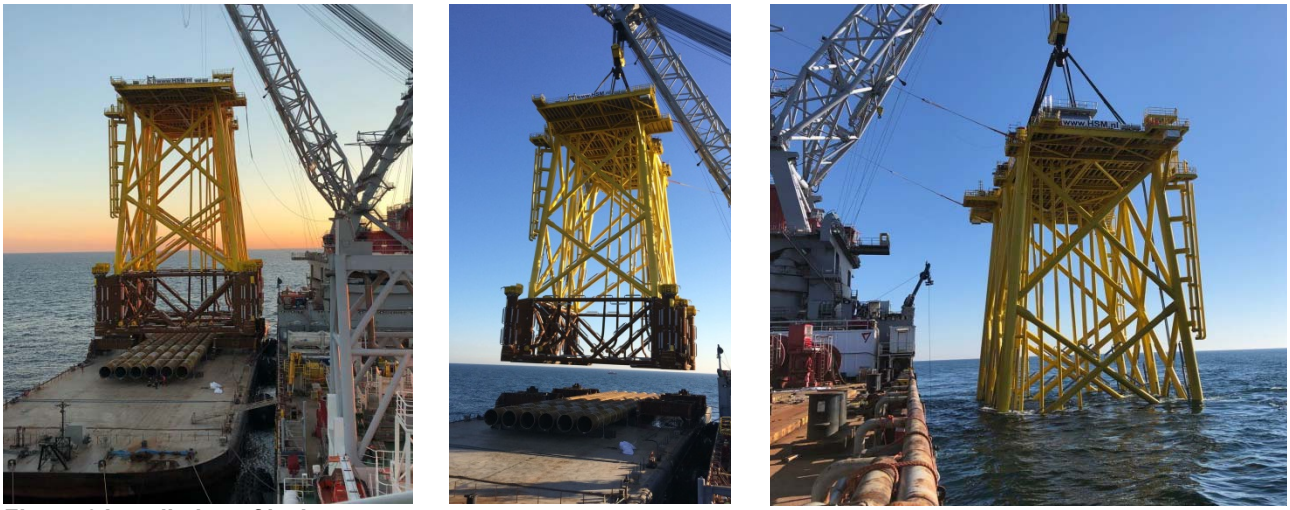


Figure 6 Installation of jacket

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile, see Figure 7. Driving of a pile into the seabed to the required depth can take about a day per pile. After the piles are driven into the soil to their required depth, the connection between the pile and the pile sleeve is grouted to ensure a solid connection between the piles and the jacket. From that moment the piles can support the jacket and the mud mats lose their function. As soon as the jacket is supported by the piles instead of by the mud mats, the jacket is well protected against the influence of storms and high currents. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



Figure 7 Piling of jacket

3.2.3 Topside installation

The top side is realised at a yard as well. After its completion the topside will be loaded onto a barge which is towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and place it onto the jacket, see Figure 8 .



Figure 8 Installation of topside

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded. Installation of the topside takes approximately one week, this is excluding the time for welding as mentioned above and possible waiting on weather.

During the post installation works after the jacket and topside are installed, a jack-up barge will be positioned beside the platform to facilitate all required works for the commissioning of the platform and grid connection for an estimated time of three months. If required, additional rock placement can take place at this stage as well, to ensure stability of the pipes of the jacket.

3.2.4 Interlink cable

The HKwB platform will have a 66kV connection with the HKwA platform. The goal of this 66kV interlink connection is to create a redundancy in the power supply of both platforms. The route of this interlink cable will be determined based on the results of the route surveys. Further on in this document the specifications are given.

3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially depended on the condition of the platform and it's systems. Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

4. HVAC sea cables

In this chapter information is provided on the design and installation of High Voltage AC (HVAC) 220 kV sea export cables, which connect the HKwB offshore platform and the transition joint.

4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable

The HVAC 220 kV sea export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKwB sea cable system consists of two 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

	220 kV (export) cable
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	250 – 300 mm
Conductor cross section	800 – 1800 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 2: Key elements of the sea export cable.

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 9.

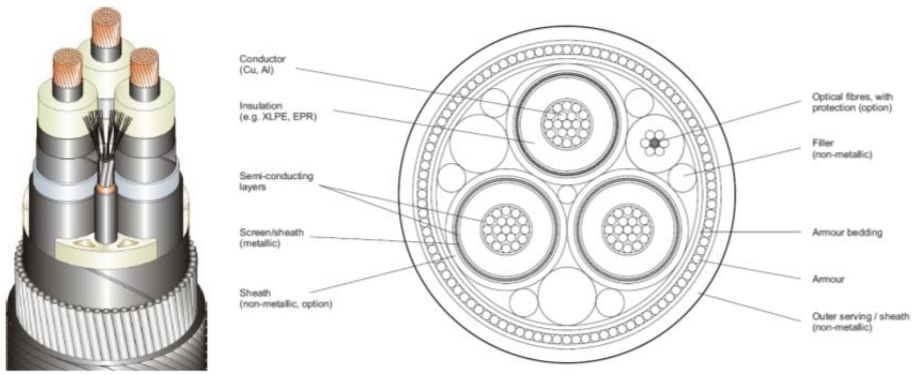


Figure 9 Typical 3-core HVAC 220 kV sea export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 220kV Sea export cable.

Exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable

The HVAC 66 kV sea cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKwB sea cable interlink system consists of one 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

	66 kV (export) cable
Nominal voltage	66 kV
Outer diameter	150 – 250 mm
Conductor cross section	500 - 800 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE or EPR
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 3: Key elements of the 66 kV interlink cable.

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 910.

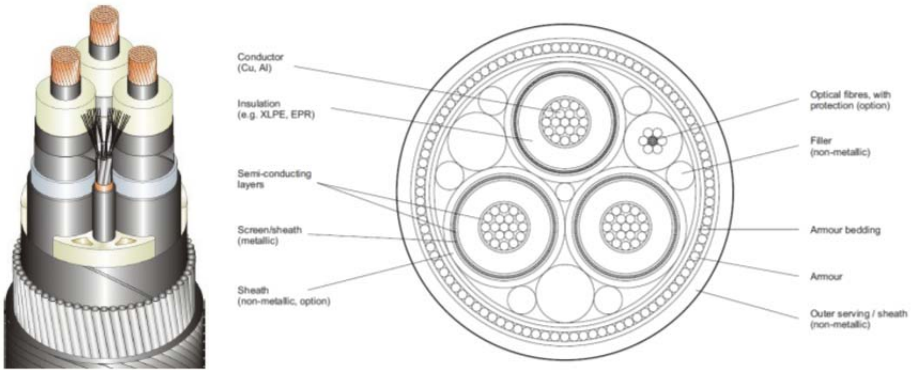


Figure 10 Typical 3-core HVAC 66 kV sea cable cross section

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 66kV Sea export cable.
The exact dimensions of the cable will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

For the interlink the total corridor is 200 meters.

4.3 Cable route design sea cable

4.3.1 Design philosophy

In the Offshore section the HVAC 220 kV sea export cables have a distance of 200 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 meters. For a two-cable system the

total corridor width is thus 1200 meters. See also Figure 10 below.

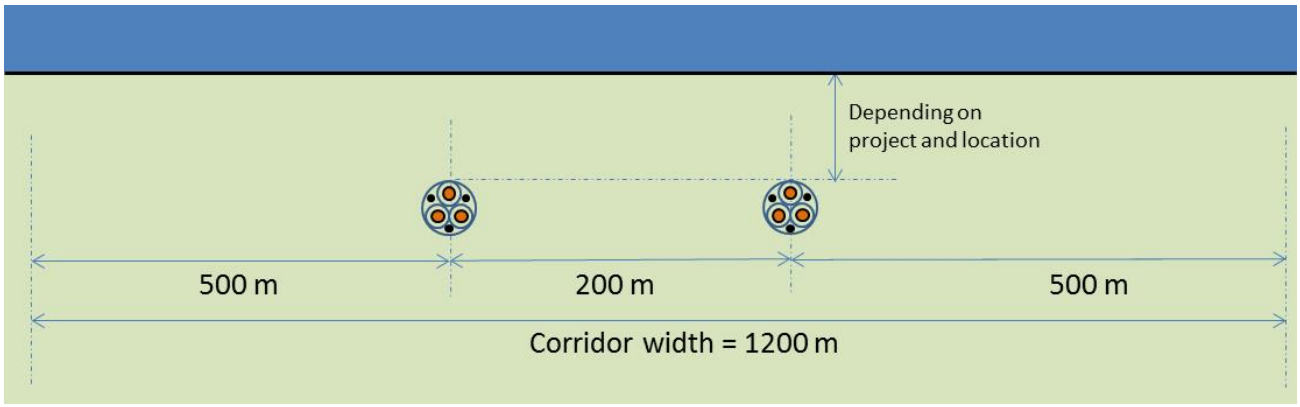


Figure 10 Cable corridor offshore section – 2 cable systems

On the beach the distance between the two cables will be reduced to 30 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 50 meters, resulting in a total corridor width of 130 metres for a two-cable system.

The export cables will be buried to protect the cables against external threats - in particular dragged fishing gear and dragged anchors. The cables are buried as well to protect other users of the seabed against hooking behind the cable and as well to reduce the impact on the environment where needed.

When investigating the cable route, at least the items below should be taken into account.

- Regulatory requirements;
- Commercial operations, restricted areas, obstructions, other cable and pipelines;
- Geology, composition of the seabed;
- Meteorological and marine conditions;
- Natural environment;
- Bathymetry and seabed mobility;
- Likelihood of encountering unexploded ordnance;
- Presence of pollution in the seabed.

The Depth of Burial (DoB) for the HKwB sea export cables will be based on (1) the permit requirements, (2) an assessment of seabed mobility over the lifetime of the cables and (3) an assessment of the penetration into the seabed of external threats (risk Based Burial Depth) For the various sections of the route, the (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types are determined. This probabilistic approach of the Risk Based Burial Depths for offshore power cables is in line with the probabilistic approach of the NEN 3656, which applies to offshore pipelines.

As a minimum value the requirements from Dutch law and/or licenses, three metres below seabed up to three km from the low water line and one metre below seabed beyond that line, are taken into account.

Furthermore the following aspects are taken into account:

1. An economical optimal DoB is derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance. This approach can result in a “bury and would like to forget” approach with regards to the burial depths. It is a “would like to forget” as the models predicting seabed mobility are by no means accurate to the decimetre over the lifetime of a cable. Lessons learnt from preceding projects indicate that a larger initial burial depth, which would avoid maintenance on the burial depth of the cables over their lifetime, is quite likely to result in lower life cycle costs and in a lower impact on the environment over the lifetime compared to initially shallower buried cables.
2. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils. It is to be noted however, that an increase in the depth of burial by accretion, for instance in the Waddensea, cannot be mitigated. Therefore, the maximum accretion on the cable route will be taken into account for the design of the cables.
3. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable. At this moment in time there are no such requirements in place in The Netherlands.
4. The DoB will be defined relative to a reference level at or below the seabed. This reference level will either be a threat level determined by assessment of *slow seabed mobility* (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the *fast moving seabed* features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level). Future plans with regard to deepening of navigational channels is taken into account as well for this reference level.

4.3.2 Crossing third party assets

Special attention should be paid at the locations where the export cables cross other assets (cables, pipes) which are in service. Deeper burial into the seabed of the 3rd party asset, prior to the installation of the TenneT cables, is not possible without posing a serious risk to the asset to be crossed. Drilling ducts underneath the 3rd party asset to be crossed and installing the cables through those ducts, results in a joint in the export cables and in excessive costs. Therefore, the TenneT cables will have to cross over the 3rd party asset. At these locations a minimum vertical separation of typically 0.3 to 1.0 meter, depending on the mutual influence of the export cable and the asset crossed is required (over the whole lifetime of the export cables).

Two types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more a means of protecting the cable where it is laid over the 3rd party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations.

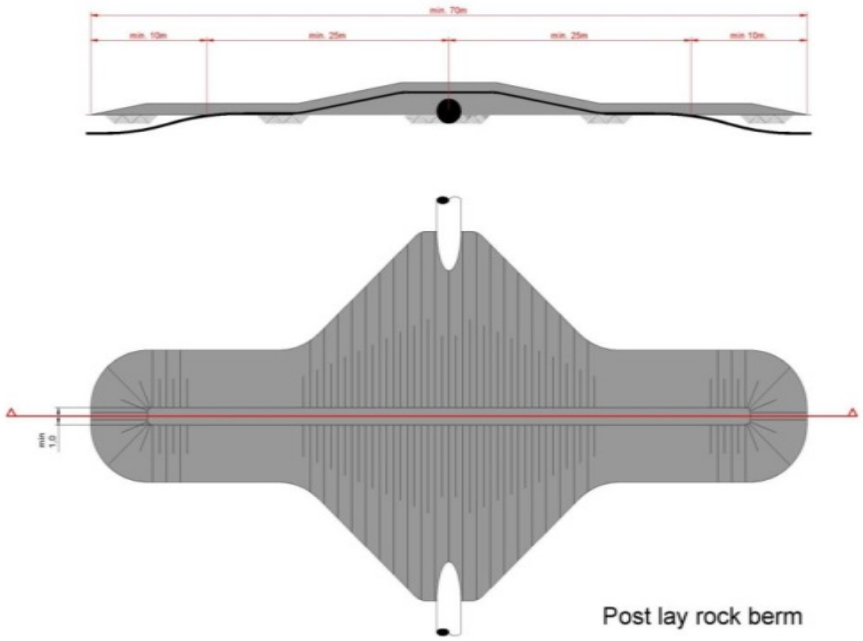


Figure 11 Typical rock - rock crossing structure

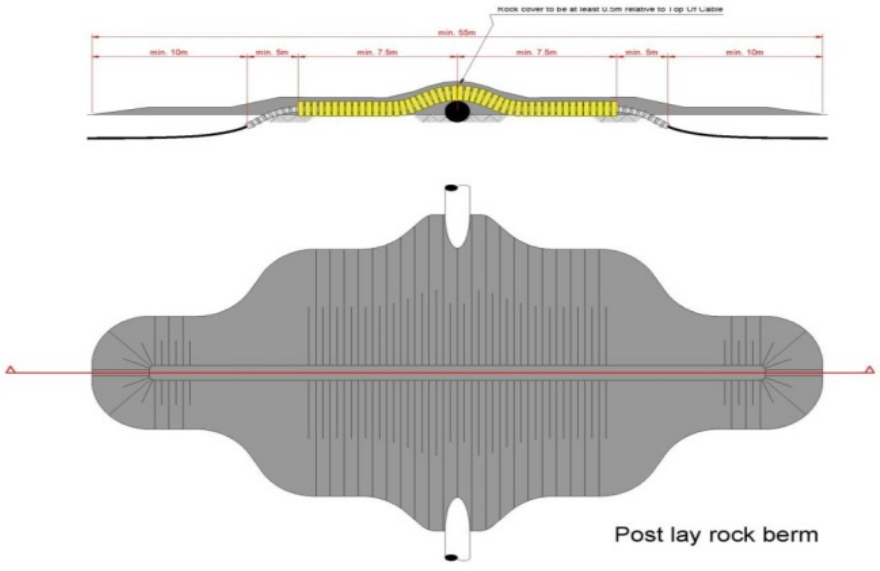


Figure 12 Typical separator - ROCK crossing structure

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm

and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats. The movement of the rock under storm conditions results in less steep side slopes of the rock berm, which stabilises the rock berm. Therefore some displacement of rock increases the stability of the rock berm. Depending on the location and the design storm conditions a stable rock grading is selected. In some cases this might result in berms that consist of multiple layers. This to ensure the large armour rock is supported by a rock bed of smaller rocks to ensure a filter effect that prevents sand from being washed out below. This is necessary to prevent that the armour rock sinks into the seabed over the lifespan of the berm.

On top of the outer rock layer a 0.2m thick sprinkle layer of gravel with a D90 of 80mm or less will have to be placed to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen). The rocks of this layer are, due to their small size, not stable under the design storm current and wave conditions. They are primarily intended to fill in the voids of the armour layer underneath.

4.3.3 Route survey and basic design

Several route options for the export cables for the HKwB connection are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected, a survey of this route will take place. The bathymetry along the cable route will be measured in detail, seabed mobility will be analysed for the lifetime of the cables, external threats to the cables will be assessed in detail and geotechnical and geophysical investigations will be performed to map the seabed in the light of cable engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and the presence of charted and uncharted out-of-service subsea assets. In case unknown wrecks (not present on current sea-charts or in available wreck data bases) are discovered during the survey or other objects with possible archaeological value, notice will be made and reported to the authorities. Where required and possible, these objects will be avoided by rerouting of the cable route(s) around the object.

Based on the geophysical and geotechnical survey results a basic design for as well the cable as the cable routing is made.

4.4 Installation preparations

4.4.1 UXO and archaeological survey

Following the Dutch working conditions act (Arbeidsomstandighedenbesluit) both Client (TenneT) and employer (contractor in this case) are responsible to ensure safe working conditions for their employees.
For detection of potentially present unexploded ordnance along the routes of the offshore cables, the requirements of the WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see http://www.explosievenopsporing.nl/dossiers/wscs-oce/
Prior to the route preparation and cable installation operations a magnetometer survey will be mostly executed, following the recommendations made in the previously executed UXO desk top study. Where UXO's with a low

ferrous content cannot be excluded, for instance the German LMB mines, additional survey techniques will be used to search for that specific type of UXO if required. The results of the offshore UXO survey will be interpreted by an UXO expert to advise on potential UXO's and or other objects/obstructions. Where possible the cables will be rerouted around these potential UXO's and/or objects encountered during this magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an UXO. Standoff distances depend, amongst others, on the types of UXO expected and for instance on the installation / burial equipment that will be used. These standoff distances are prescribed in the UXO desk top study.

Potential UXO's which cannot be avoided by rerouting will be investigated by either an ROV (remotely operated vehicle) or by a diver. In case the object is identified as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

After the UXO survey and after clearance of potential UXO's which could not be avoided, an ALARP (As Low As Reasonably Practicable) will be provided by the UXO responsible manager for each cable route. For a risk to be ALARP it must be possible to demonstrate that the costs involved in reducing the risk further would be grossly disproportionate to the benefit gained. The ALARP principle arises from the fact that infinite time, effort and money could be spent on the attempt of reducing a risk to zero.

4.4.2 Route survey

Before installation activities commence, a route survey will be conducted by the contractor. The goal of this pre installation survey is to update the bathymetry, to scan the cable route for obstacles and to update the understanding of the particulars of the cable route in relation to the selected installation methods. A particular focus will be on the mobile seabed's (mega ripples, sand waves, mobile banks), on the shallow grounds, on soil types adverse to the selected trenching method(s) (for instance clay, peat, glacial till in case of jet trenching) and on any debris on the seabed.

4.4.3 Detailed route engineering

As soon as the bathymetry of the sea has been surveyed and the mobility of the seabed has been assessed, the routing of the cables will be optimised within the available corridor. The objective of this optimisation is to minimise pre installation seabed intervention by dredging, to optimise the locations for the crossings with other subsea assets and to minimise the maintenance requirement for the burial depth over the lifetime of the cables. Such crossings are preferably made in the troughs between sand waves and not at or near their crests. This optimised route will be investigated for potential UXO's, debris, wrecks and other obstacles. Crossing angles with in-service subsea assets to cross, for instance telecom cables and pipelines, will be optimised for installation purposes as well as brought in line with the particulars of the crossing agreements for each crossing.

The knowledge of the cable routes and possible obstacles along those various alternative cable routes, gathered during the surveys, will be used for detailed route engineering (or "micro rerouting"). Objective for the

micro-route engineering is to reduce the installation risks by avoiding obstacles as for instance potential UXO's and wrecks.

As part of the detailed route engineering the installation Depth of Burial (DoB) of the offshore cables will be set for all route sections. The installation DoB will be determined by the largest required installation depth as following from the DoB criteria as described earlier.

The maximum installation depth will be limited by:

1. Permitted maximum dredging volumes;
2. Technical possibilities available on the market with regards to cable burial depths;
3. Limitations with regards to cable installation techniques following from the permits and from the requirements from stakeholders such as Port Authorities;
4. Local soil conditions (achievable burial depths into hard seabed is limited by available techniques).

4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run

After the pre installation route survey, the route will be cleared of out-of-service cables and any significant debris encountered.

Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a thread for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train of grapnels will be dragged over the full length of the centre line of the intended cable routes, with the exception of crossing locations within service 3rd party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01

For the crossings with Out-Of-Service subsea telecom cables, the ICPC recommendation 01 "Management of Redundant and Out-Of-Service Cables" will be followed. The OOS cable will be dragged from the seabed to deck. A section will be cut out of the OOS cable long enough to clear the route for the HKN & HKW Alpha cables. The ends of the cut OOS cable will be placed back on the seabed attached to a clump weight to secure the end of the OOS cable to the seabed. Reference is made to Figure 13.

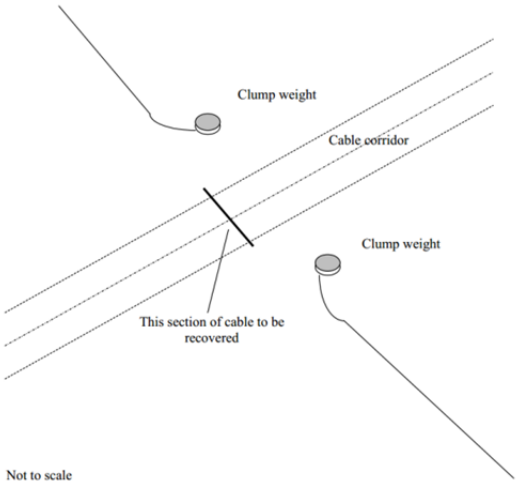


Figure 13 Partial removal of OOS cables cf ICPC recommendation 01

4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed

As part of the detailed route engineering (see 4.4.3) the routes for the export cables will be assessed regarding seabed mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, crests of sand waves and sand banks will be avoided where possible, by rerouting though the troughs between the sand waves and sand banks. This has multiple advantages:

- It reduces the impact on the environment
- It can reduce dredging volumes
- It reduces the maintenance regarding the DoB of the export cables

Where mobile sand waves are to be crossed, pre sweep (dredging) profiles can be designed through the individual sand waves on a “trough to trough” basis. A corridor wide enough for a cable burial tool to pass through (typically width at the bottom in the order of 14 metres) will have to be dredged. The side slopes of the pre swept profiles are to be stable in the period between dredging and cable installation (typically in the order of 1:4 V:H). Therefore, the dredging operations will be scheduled as closely preceding the cable lay and trenching operations as practically possible. A Trailing Suction Hopper Dredger will be used to pre sweep the mobile seabed. Only sand will be dredged as any encountered clays or other cohesive material is considered non mobile over the lifetime of the cable. If any cohesive material is encountered during dredging (which has not been detected during the route survey), the dredging in that section will be stopped at that level.

The dredged seabed material will be disposed of besides of the cable route in order to keep the dredged material in the local mobile seabed system. Typically, a distance of 200m will be kept to the outer most cable route on the downstream side.

The cables will be trenched in the bottom of the pre swept profiles and therefore the cables will be protected in the pre swept profiles immediately after their installation. The pre swept profiles will be backfilled by nature over

time. The time required for sand waves to recover depends on the local tidal currents. It typically varies from weeks close to the coastline, to years at deeper water in the vicinity of amphidromical points, where tidal currents are less.

The dredging is typically executed by Trailing Suction Hopper Dredgers, or "hopper" in short. Hopper dredgers are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents in the nearshore section.



Figure 14 Trailing Suction Hopper Dredger

4.4.7 Pre-trenching run

In case the burial assessment study, based on the soil information available from the initial cable route survey, indicates a relevant risk on not achieving the required DoB due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-trenching run the same burial tool, but without cable, will be pulled or manoeuvred along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constrains during the pre-trenching run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial run appears not successful, pre-dredging, pre-cutting or a soil strength related reduction in the burial depth can be considered, depending on the local DoB requirements in relation to the permits and the risk based burial depths.

Occasionally pre-cutting of the soil along the route can be applied, where soils, adverse to trenching, such as peat, clay or glacial till pockets, are being reckoned with. It is an operation comparable to trenching, which reduces failure to achieve the required burial depth in identified pockets of adverse soils. For pre-cutting either a cable plough or a chain cutter trencher can be used.

In some occasions soil improvement will be executed along dedicated sections of the route. Soil improvement can be required where the cables will have to be installed in soils with a high thermal resistivity, such as for instance thick layers of peat or some types of clay. Such locations would impose a hot spot to the cable, which can have a negative influence on the transport capacity of the cable. Where soil improvement is applied, the local soil with a high thermal resistivity is dredged away by for instance a TSHD or by another suitable dredging tool, followed by backfilling of the dredged profile by sand, dredged from the immediate vicinity. The cable will be trenched into the backfilled sand. This results both in a well-protected cable as well as in a maintained transport capacity.

4.5 Installation of the export cables

The installation sequence of the export cables for the offshore route will be either of the following options:

1. First end pull-in at the offshore substation and working towards location of the transition joint
2. Starting at the location of the transition joint and working towards the offshore substation where a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

There are several different installation methods and trenching tools available on the market to install the offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods in the different parts of the offshore route.

4.5.1 Deep water

In general, there a two Installation methods for deep water areas:

- Simultaneous Lay and Burial (SLB) is a method in which the cable is laid and buried in one operation. This is done using one vessel and a trenching tool mobilised on the same vessel.
- Post Lay Burial (PLB) starts by laying the cable on the seabed with one vessel. Afterwards a second vessel will bury the cable with a burial tool attached to this second vessel.

Cable lay operations are executed at an approximate pace of up to 500 m/h, while burying the cable, which depends on the soil type and burial depth, can be executed at an approximate pace between 50-200 m/h. SLB requires one single passage of an installation spread over the route and allows for active control of the tension in the cable where it enters the trenching tool. That can be required where larger trenching depths are foreseen. The advantage of PLB is that the laying of the cable will proceed at least twice as fast compared to SLB (up to 500 m/h versus 50-200 m/h). This significantly reduces the risk on cable damage during the lay operations as the probability on adverse weather would be reduced. If necessary, the burial operation can be postponed during bad weather, therefore the risk for the cable as a result of bad weather can be significantly reduces by applying PLB.

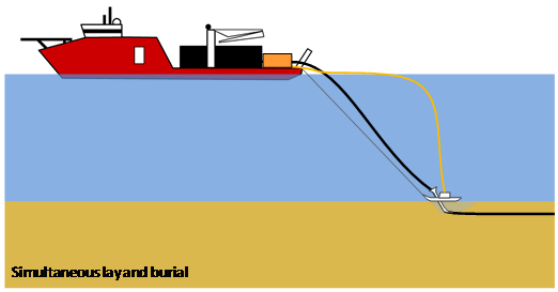


Figure 15 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

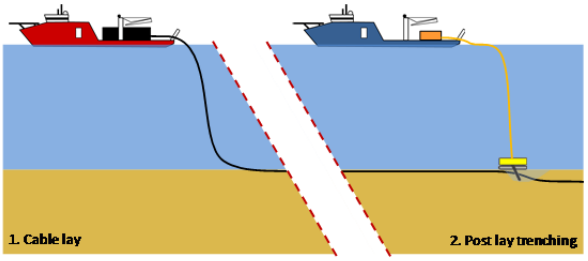


Figure 16 Post Lay Burial (PLB)

Any installation vessel for the offshore section of the sea cable will be a vessel with considerable draft to cope with high seas and maximise the carrying capacity. The latter is needed to minimize the number of offshore cable joints. These vessels have a draft typically between five and ten meters.



Figure 17 Typical deep water cable installation vessels

4.5.2 Near shore

In nearshore sections the deep water vessels are not suitable. These sections require a barge which can be used as cable storage and main operation platform





Figure 18 Typical nearshore cable lay barges

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 19 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less then all five anchors can be used.

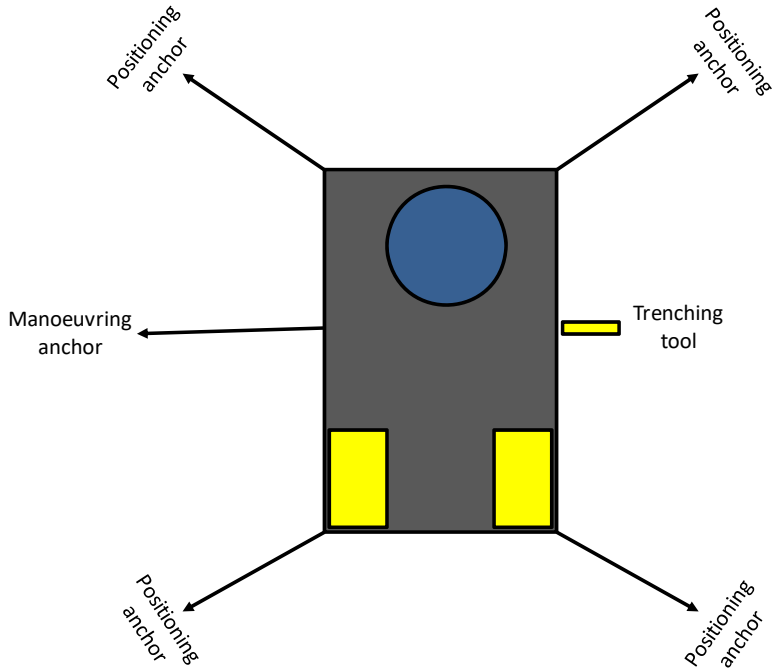


Figure 19 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge

Note: from each corner of a barge one or two anchors can be deployed. The amount of anchors can as such be up to 9 in total.

4.5.3 Landfall

The transition between sea and land is called the landfall. This section is often challenging due to the surroundings, hydrodynamic conditions and the water depth restrictions. Multiple engineering solutions can be applied. The most favourable solution strongly depends on the local situation and the results from (amongst

others) the soil and site investigation. A number of common solutions/ operations can be identified and are shown below. This list is not a limited list as several variations and combinations are used in the industry.

- A cable pull-in on rollers from a nearshore positioned barge. In some occasions the barge has to be beached at low tide to allow it to come close enough for the pull-in.
- A HDD drilling from the beach to deeper water from where the cable is pulled in through the HDD. A drilling rig will need to be situated on the beach in this case.
- Dredging of a trench to allow a shallow drafted lay-barge to reach the beach.
- Installation of winches and ground anchors in order to apply pulling force to the cable.
- Use of a cofferdam to cross the surf or intertidal zone.
- Digging of a trench with excavators or other ground moving equipment.
- Floating pull-in from a barge or vessel. After the pull-in the cable will need to be buried with a riding or sliding trencher that starts from the beach.
- Pull-in over pre-installed rollers and/ or tensioners positioned on the beach or in the intertidal zone.

The picture below as example shows the cable pull in of the project Borssele. In this case rollers and tensioners a used in combination with a pre-cut trench and post-lay burial at the intertidal zone. In the background the lay-barge is seen. In order to position this barge significant dredge works can be required.



Figure 20 Cable pull in for project Borssele

4.5.4 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the cable into the seabed. Each burial tool has its own (dis)advantages. Some tools are more suited to specific sea or soil conditions than others. Jet trenchers for example operate well in non-cohesive sandy and soft clayey seabed, where chain cutter trenchers and (jet assisted) cable ploughs are better fitted for tougher soil conditions like peat or stiffer clays. Various cable manufacturers operate different types of laying spreads and burial tools, each with their own specific track

record relating to the specific cable types. At tendering stage the contractors will prepare a burial assessment study, based on the provided soil information of the HKwB cable route and on the specifics of the burial tool, which they could offer. In this Burial Assessment Study the specific capabilities of the presented trencher(s) of the contractor are assessed against the installation challenges of the route, the specific soil types and water depths encountered.

The following customary burial tools are available for the offshore and nearshore sections. It should be noted though that this is not a limitative list. Over the recent year significant lengths of power cable have been installed at sea, which did result as well in interesting further development of existing trenchers. By combining and improving cable burial techniques better preforming trenchers have emerged with increased capabilities and a lower risk profile to the cable. These developments are ongoing and therefore changed and improved trencher types are to be anticipated in the future. At this moment the following main trencher types can be identified on the market:

1. Vertical Injectors
2. Jet sledge trenchers
3. ROV jet trenchers
4. Chain or wheel cutter trenchers
5. Cable ploughs
6. Mass flow excavation

Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher which is hanging in a crane, i.e. not supported by the seabed. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through a vertical cable duct. It is deployed from a barge; its top end stays above the water line and is kept to the side of the barge or vessel. Vertical Injectors did prove themselves to be reliable cable trenching tools for XLPE cables in non cohesive soils (sand) and soft to medium clays. A Vertical Injector is a simple and robust and specially designed for nearshore operation. Burial depths up to 10 meter have been achieved. Vertical Injectors are typically deployed from a barge on anchors, but it can be deployed as well from a vessel on DP using just a pulling anchor.

Vertical Injector like trenchers have been used in the Zeeland in the Westerschelde to bury power cables.
Without heave compensation Vertical Injectors are not suitable in less sheltered areas.



Figure 21 Vertical Injector

Jet sledge trenchers

The least complicated cable burial tools available on the market are the jet sledges. They are pulled by a barge or vessel for forward motion. The seabed is penetrated by water jets attached to the jet sledge and the cable is guided to the required depth through a cable duct.

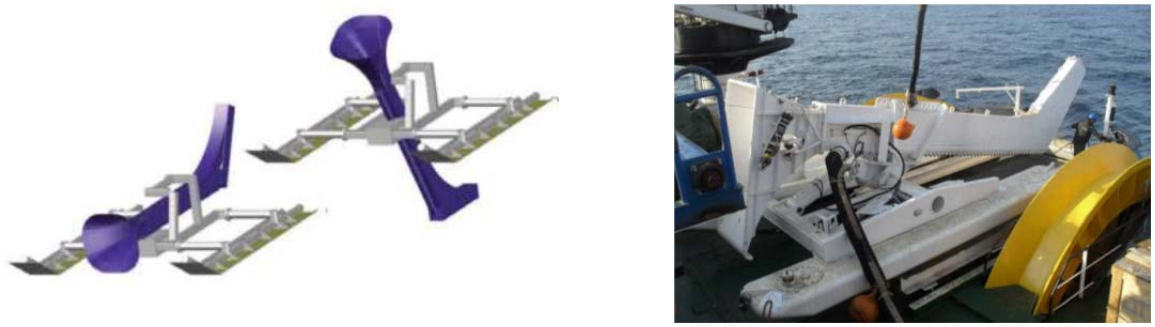


Figure 22 Typical Jet sledge

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 22) up to 8m with the BSS2 (see Figure 23). These trenchers are very suitable for non-cohesive soils and for soft clays. In stiffer cohesive soils as clay and peat however, these trenchers struggle to penetrate the ground.



Figure 23 BSS2 jet sledge

By adding a chain cutter in front of the cable stinger, jet sledge trenchers can be made suitable for harder and more cohesive soils as well. The BSS3 trencher is an example of a jet sledge trencher with a chain cutter mounted.

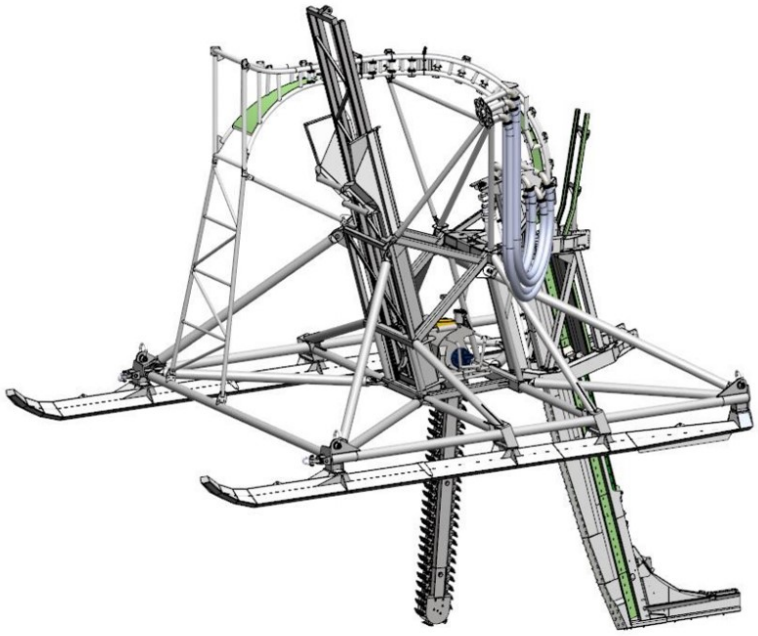


Figure 24 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger

Larger jetting sledges as the BSS2 and BSS3 are in the essence Vertical Injectors on a sledge, which makes this type op trencher more suitable in areas with swell.

ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel.

While moving over the before laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own weight once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling, fills the trench with suspended soils. Jet trenchers can be self-propelled (tracks/skids and/or thrusters), or dragged.



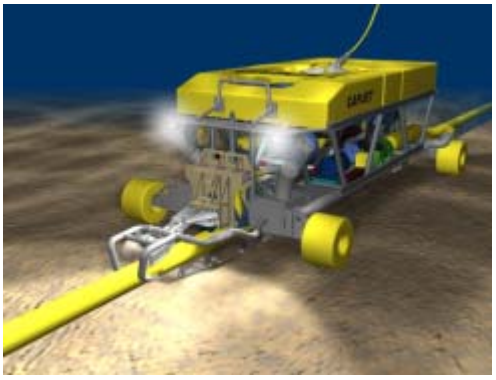


Figure 25 Typical ROV Jet trencher

A ROV jet trencher can be fitted as well with a depressor, which presses the cable down to the required installation depth.

Chain or wheel cutter trenchers

To cut open cohesive and harder soil layers like clay, peat, glacial till or softer rock as chalk, chain cutters use a driven belt with hard metal cutting teeth or plates (chisels). The cut soil is being transported upwards and out of the trench by the cutter belt or it is placed back in the trench behind the trencher or cased away to the side of the trench. The cable is guided downwards into the cut trench through a blade or stinger, it is depressed by a depressor to the required depth or it is allowed to lower itself by its own weight, depending on the type of cutter trencher.



Figure 26 Typical Chain cutter

For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 27. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch

coast. As harder soil types however do provide a very decent protection to cables, wheel cutter trenchers are very capable in providing protection to cables in harder soil types.



Figure 27 TM04 Wheel cutter cable trencher

Vibration plough

Vibration has the capability of fluidising non cohesive soils like sand and of breaking open cohesive soils like clay or peat. A vibration plough fluidises or opens up soil by means of a vibro sword. The cable is guided to the required depth through a duct in the sword.



Figure 28 Vibration plough deployed from a barge

In Figure 28 a vibro unit is mounted onto a Vertical Injector, which turns a Vertical Injector into a vibro sword.



Figure 29 Vibration plough on tracks

The advantage of a vibration plough is that it requires less jetting water thus causing less turbidity and that less pulling force is required to pass through the soil. The downside however is the noise and the disturbance caused by the vibrations, as well as the susceptibility to damage to the trencher by the shear force of the vibrations.

Cable plough

The difference between a jet sledge and a cable plough lies in the fact that a cable plough can be pulled through cohesive soils by force, where as a jet sledge only progresses through loosened sediments. Penetration in the seabed is achieved by a plough blade which digs itself into the soil. The cable is guided through the plough blade to the required burial depth, guided downwards by a cable guide. Optional jets on the plough blade facilitate soil penetration and reduction of pull forces, especially when ploughing in medium to dense sand.



Figure 30 Sea Stallion cable plough

Mass Flow Excavation

A Mass Flow Excavation (MFE) tool creates a large, low pressure flow of water which is aimed at the seabed around the cable. This fluidises soil around the cable which allows the cable to sink into the seabed. In medium to coarse sand, as present in front of the Dutch coast, the majority of the fluidised sand stays around the cable and re-sediments back into the trench after the MFE tool has passed over. In finer sand however, as present further offshore in the German Bight, MFE results in a more or less open trench with the cable at the bottom. The tide current and wave action can backfill the trench with surrounding soil material, that might however take some time, depending on the local conditions. This trenching tool has been used successfully for cable (re)burial on several high voltage power cable projects over the last years, amongst others BritNed and NorNed. Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 31, as used on BritNed. Mass Flow Excavation is addressed as well as Controlled Flow Excavation.



Figure 31 Mass flow excavation

4.6 Post installation activities offshore cables

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles where encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as good as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

4.7 As built survey

During the installation of the cables the penetration depth of the burial tool can be used as the as-buried survey, provided the cable depth is physically determined by the applied burial tool. This however does not provide information on the cover by soil on top of the cable and if the trencher did not fully follow the seabed,

burial depths derived from the setting of swords or stinger can deviate from the actual burial depth of the cable. After the completion of the installation operations therefore, a dedicated as built survey will be conducted to measure the actual burial depth along the full cable routes.

The dedicated as built survey will establish the bathymetry along the cable route after installation as well as the depth of burial of the cables in terms of cover by soil on top of the cable. There are several methods to establish the depth of burial of subsea power cables[2]:

1. Passive electromagnetic methods which transmit a changing electromagnetic signal into the seabed and measure the response of the cable to this changing field. These methods have a limited penetration depth and are therefore only suitable for shallowly buried cables. Example: TSS440.
2. Active electromagnetic methods which use an electromagnetic tone put on the cable to measure the burial depth of the cable. A tone can typically only be put on a cable when it is not in use, therefore a subsea power cable has to be taken out of operation for such a survey. This survey method however is suitable to measure larger depth of burial of cables compared to the passive method. Example: TSS350, DoBStar and Orion.
3. Electromagnetic methods which use a signal transmitted by a power cable system when it is in use to measure its depth of burial. This method can for instance make use of higher harmonic ripples on direct current interconnectors. Example: DoBStar and Orion and the most recent version of TSS350.
4. Acoustic methods which use the reflections of acoustic signal on the cable to measure its depth of burial. This method however requires relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. On the other hand, this technique is capable of detecting cables are larger burial depths compared to the electromagnetic methods. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables is to be established periodically over the lifetime of the cables, typically once a year over the first three years of its operational lifetime. If the cables have proven to be well buried and the changes in burial depth as a result from seabed mobility have proven not to compromise the minimum burial depths, then the permit allows for a relaxation in the interval of these surveys.

The depth of burial of a cable can change over its lifetime as a result of changes in the seabed. Seabed mobility changes the depth of burial of a cable over time. A subsea power cable does not move within in the seabed. If the changes of the seabed over time are accurately measured, the changes in the depth of burial of the cables can be established based on a comparison between the most recent survey and the as built survey, provided the as built survey has been a continuous and reliable survey. Bathymetrical surveys over a cable route can be performed at significantly lower costs than surveys measuring the depth of burial of the cable in the seabed. From a cost efficiency perspective therefore a continuous and dedicated as built survey of the installed cables will be performed such that the consecutive route surveys to check the burial depths of the cables can be performed by just bathymetrical surveys.

[2] A method based on magnetisation of the cable and a measurement of the changing magnetic field when moving over the cable. This system however has shown to be highly dependent on skilled operators and without those present this system has resulted in variations in measured burial depths depending on the direction of sailing. This method has shown to be less reliable and is therefore not used any more on TenneT ONL cables. Example: Innovatum.

4.8 Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable two main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. As a result of fishing activities and of severe storms, rocks might be displaced on the crossings. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock dumping might be applied.

A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired.

4.9 Decommissioning offshore cables

4.9.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

4.9.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3rd party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the HKwB cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.

5. HVAC land cables

This chapter information is provided on the design and installation of the HVAC 220 kV land export cables, which connect the transformer station with the transition joint

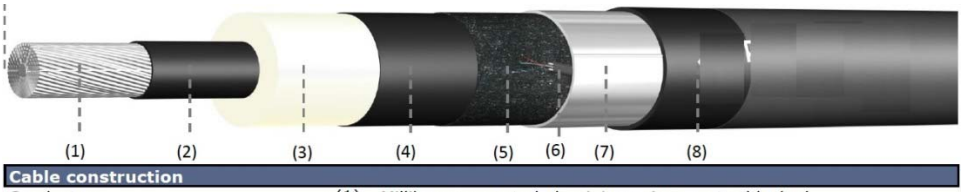
5.1 Cable design

The HVAC cables will have specific design that will take into account the cable length and the local soil conditions. The dimensions in the table below are common:

	220 kV (export) cable
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	100 – 150 mm
Conductor cross section	1000 – 1600 mm^2
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Extruded HDPE incl. extruded semi conductive PE layer

Table 3. Typical dimensions of HVAC land cables

A typical cross section of a HVAC 220 kV land export cable is shown in respectively Figure 32.



Cable construction		
Conductor	: (1)	Milliken compacted aluminium wires, water blocked
Conductorscreen	: (2)	semi-conducting tape, semi-conducting compound
Insulation	: (3)	XLPE
Insulationscreen	: (4)	semi-conducting compound
Bedding	: (5)	semi-conducting swellable tape
	(6)	Two optical elements (OE) with integrated optical fibers (2xSM 2xMM) semi-conducting swellable tape
Metallic sheath	: (7)	Welded Aluminium Sheath
Outer sheath	: (8)	black polyethylene jacket + extruded semi-conductive coating

Figure 32 Typical HVAC 220 / 380 kV land export cable

For the purpose of cable temperature monitoring, two or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one cable of the cable system.

5.2 Cable route design

For HKwB the HVAC 220 kV land export cables consist of two circuits with three single-core high voltage cables and two or three fibre optic cable PE tubes per circuit, resulting in a total of six high voltage cables and four or six fibre optic cable PE tubes

The fibre optic cable is used for the protection and control systems of the platform and wind turbines. These fibres are installed in the PE tubes. The optical fibres used for cable temperature monitoring are integrated under the metallic sheath of the High Voltage cables.

In general the cables will be installed in a flat formation and buried to a depth of 1,2 meter in urban areas or 1,8 meter in agriculture areas. The distances between the cables of one circuit will be 0,75 metres. Distance between two circuits will be three metres. Furthermore a distance of three metres on both sides of cable system has to be taken into account to assure accessibility in case of repairs. Any soil works within this distance is not allowed without approval by TenneT. See also the figure below.

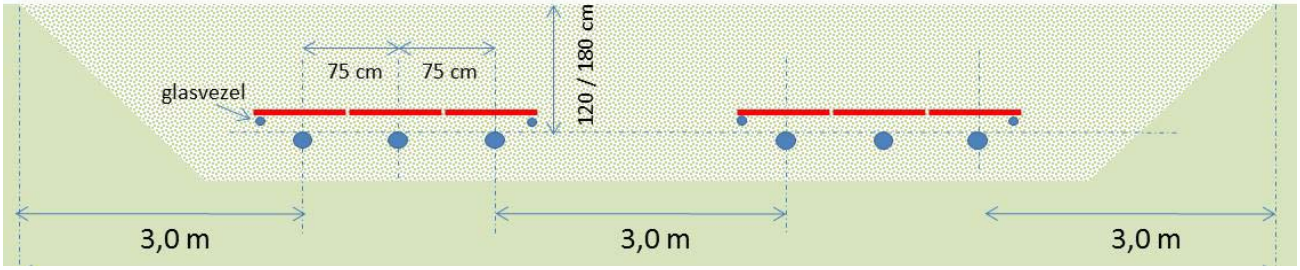


Figure 33 Preferred trench configuration

In case of insufficient space, trefoil formation (resulting in a corridor width of 6 meter) is allowed if the ampacity requirements can still be met and if trefoil leads to a lower TOTEX. See Figure 34 below.

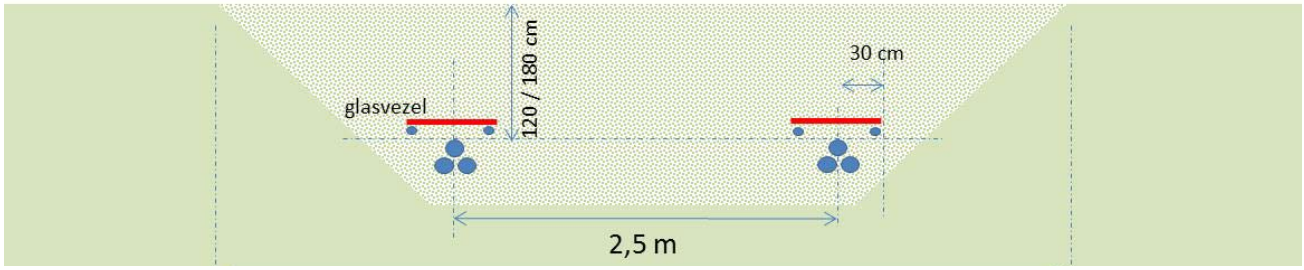


Figure 34 Trench configuration in case of limited space (trefoil formation).

5.2.1 Sea to land cable transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have one transition joint, so in total two transition joints for the HKwB 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 12 x 4,5 metres per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the excepted seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be

greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

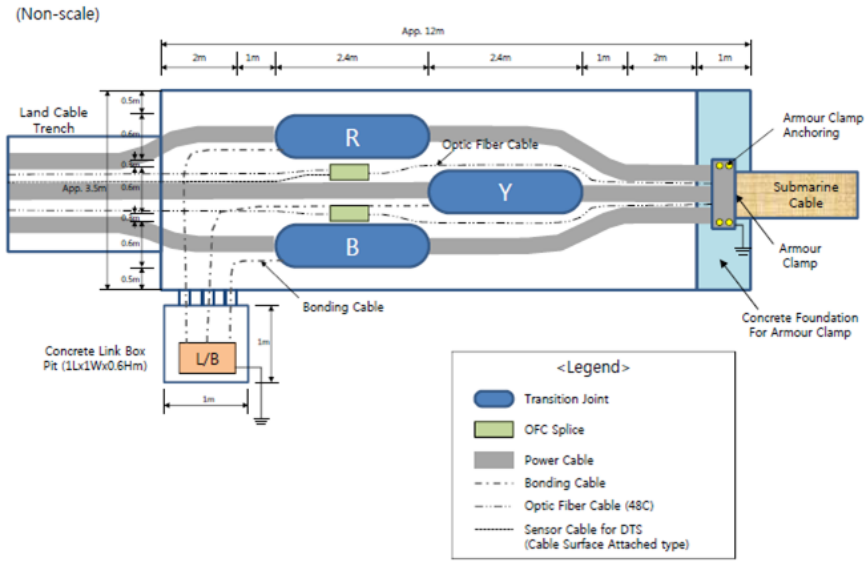


Figure 35 Typical transition joint bay lay-out

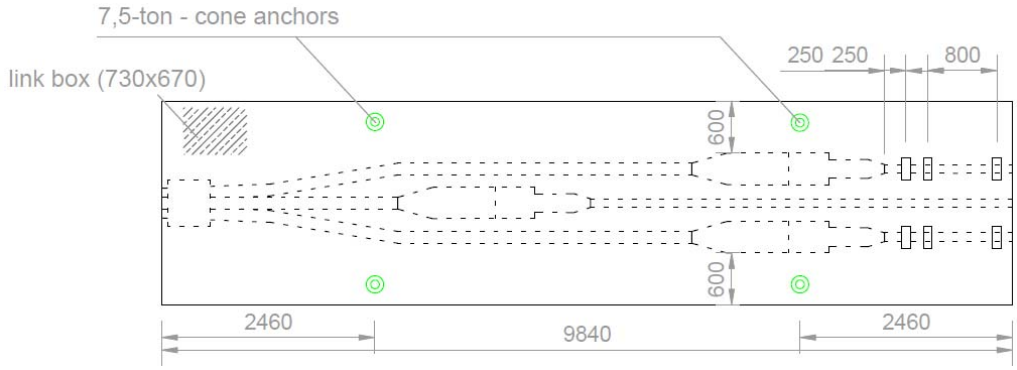


Figure 36 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

5.2.2 Cross bonding Land Cable sections

It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum, the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bonding system to function properly (limitation of sheath voltages), a maximum section length of 2,500 m (defined as two cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthing-sheaths of the three single core cables are connected in an underground cross bonding box or an 'above ground' earthing box (see the figures below). The underground cross bonding box(covered by a manhole cover) can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable sections, thus only two underground cross bonding boxes. The same also applies to the total number of major sections within the cable system.

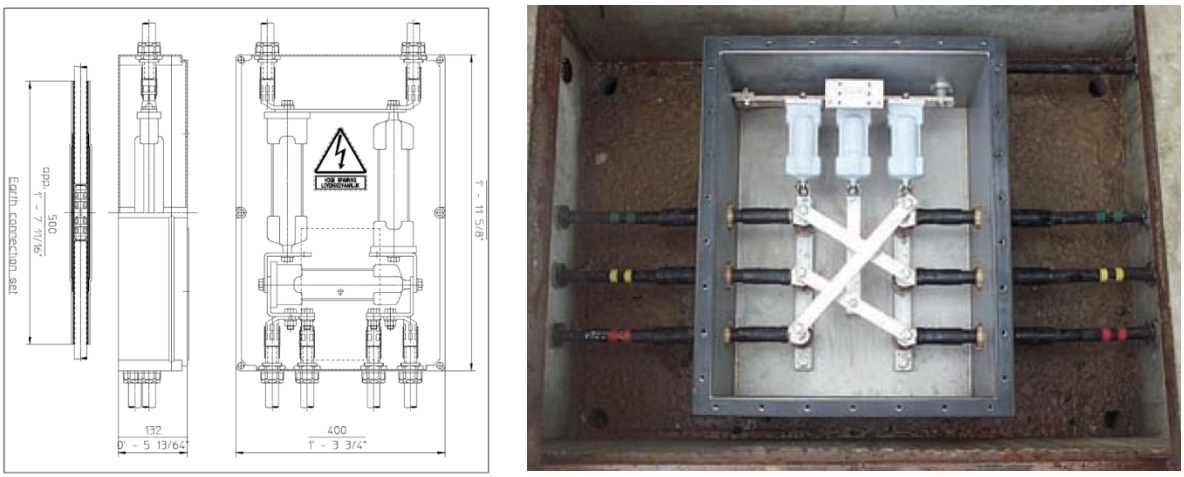


Figure 37 Typical cross bonding box (underground)

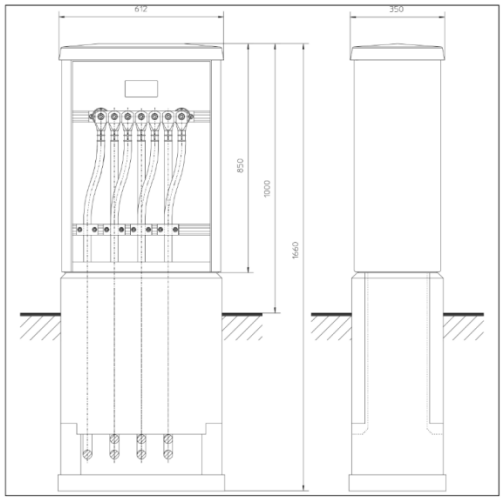


Figure 38 Typical Earthing box

5.3 Cable installation

The routeing itself can be executed using three installation methods:

1. by digging an open trench and laying the cable systems in the trench
2. by ploughing

3. by horizontal directional drilling (HDD).

Open trench is the preferred execution method. However, the local circumstances make that HDD is the installation method for HKwB. The length of individual cables onshore will be 1200 metres, connected using joints.

5.3.1 Horizontal directional drilling

This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.

In order to prevent a cable to become too hot the cable ducts will be filled with water. Therefore it is important that the ground levels at the entrance and exit location have delta in height as low as possible. This is an important aspect in selecting optimal locations. This is especially applicable for the outfall drilling from shore to the beach (figure xx).

Pipe string assembly
At first, after the construction sites are prepared, the full pipe string length will be assembled in the area close to the point from which the duct will be pushed into the borehole. The assembly consists of welding pieces of approximately 20m HDPE pipe together.



Figure 39 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.

A HDD generally consists of three installation stages:

1. First, a drill bit is pushed through the ground on a designed alignment from an entry point close to the drill rig to an exit point on the other side of the obstacle to be crossed. This is called the pilot drilling. Established surveying and steering techniques are used and proven drill tools are available for a wide range of soil and rock conditions.
The borehole will be filled with drill mud during all stages. This is a mix of water and special clay (Bentonite).

The mud particles prevent the drill mud to infiltrate into the bottom, secondly the drill mud has a larger specific weight than water. These two aspects make that the mud pressure in the borehole is (almost) always higher than the surrounding pressure created by the ground water level. The mud pressure therefore creates extra pressure on the wall from the borehole and keeps it stable and open.

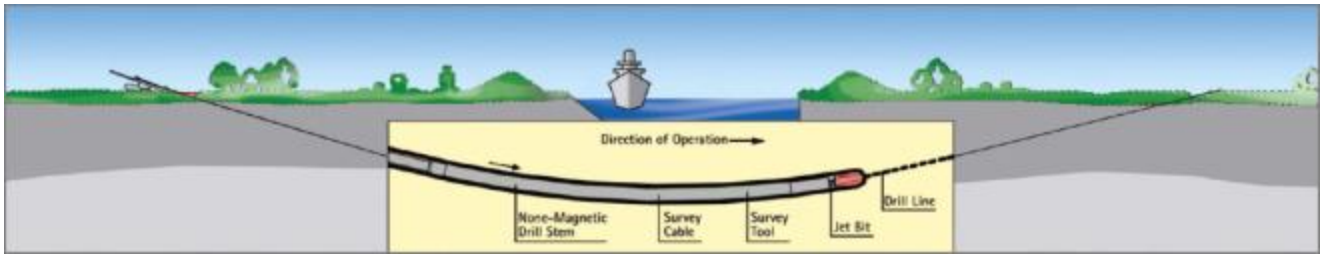


Figure 40 First stage of a HDD - pilot drill

2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter. For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is an entire drill string from the entry to the exit point at all times. Depending on the soil conditions, a mixture of water and bentonite or other additives can be used for hydraulic excavation. This both supports the bore hole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.

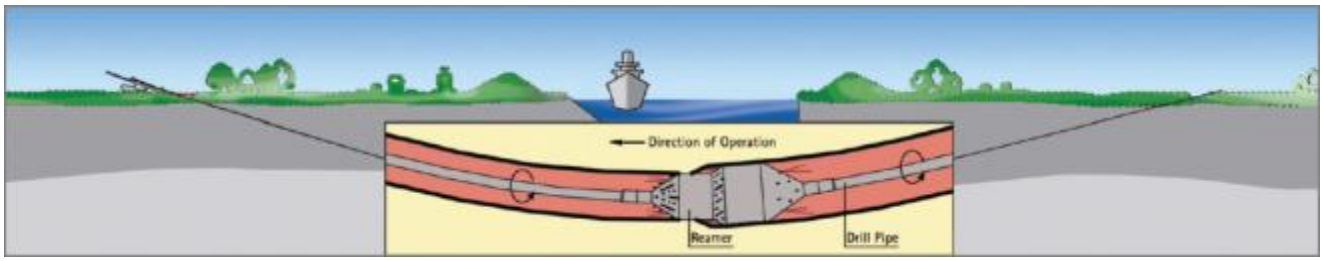


Figure 41 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill

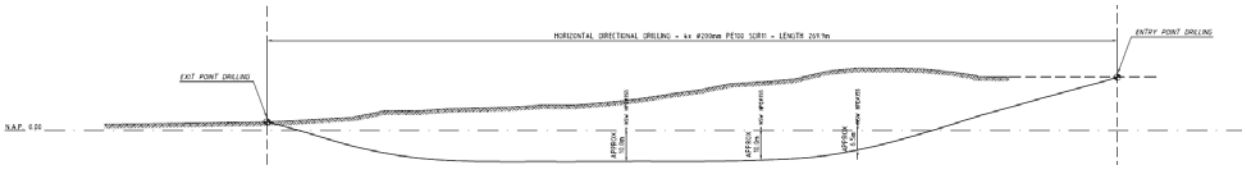


Figure 42 longitudinal profile of a typical outfall drilling.

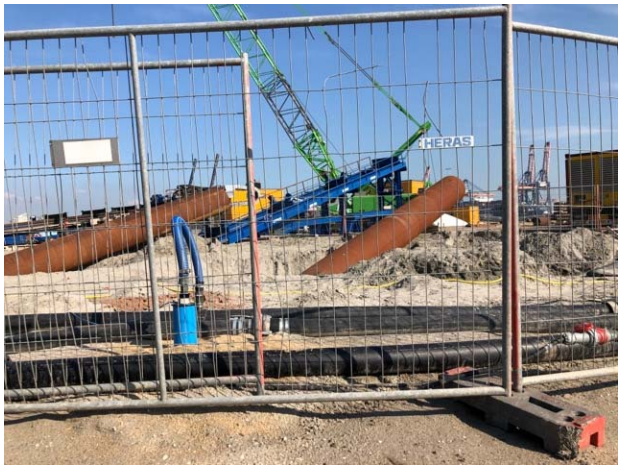
In cases where there is a significant delta between the entrance and exit height it is impossible to maintain a with mud filled borehole. Gravitational forces will make the mud level drop until the lowest open point and flow out until it reaches the lowest exit location (beach location in this case).

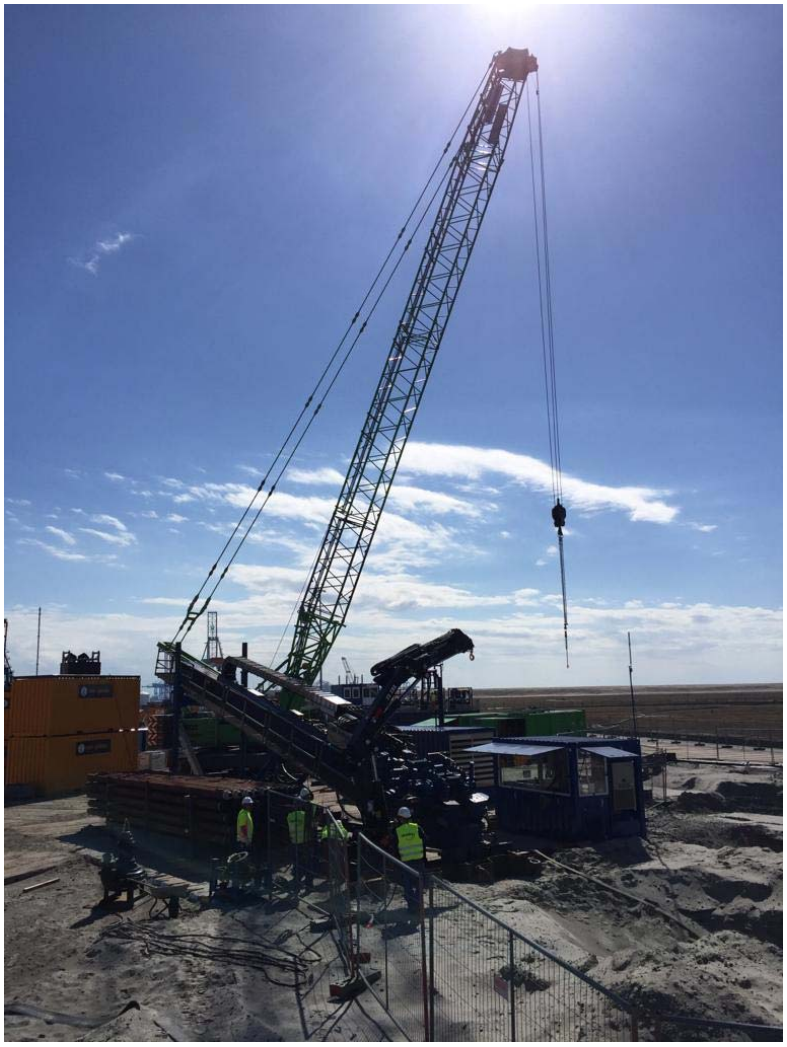
Two problems occur:

1. The first section of the tunnel (+/-20m length) is no longer filled with mud and loses inner pressure with a larger risk of collapsing in this area.
2. The total pressure over the total length of the drilling will drop causing a risk of groundwater entering the borehole over a large section causing the walls to collapse.

Both stability problems can result in a HDPE pipe being impossible to pull through the bore hole failing to be installed over the desired trace.

Most obvious prevention measure would be to temporary increase the beach level until it equalizes the entrance location on land (e.g. by creating a mound (terp), possibly reinforced i.e. with sheetpiles and or geo bags). Hence the present ground water level is of influence determining the exact needed height. Ground water research therefore is needed. In advance it is advisable to take a local table mountain between 7 and 9 m into account (NAP +9,50m).







3. In the final step of the operation the liner pipe is pulled into the reamed borehole starting at the exit point on the other side of the obstacle. The drill string in the borehole is connected to the pipe by a special pull head with a swivel. As soon as the drill rig has pulled the whole liner into the ground and the pull head arrives at the

entry point, the liner has reached its final and safe position deep in the ground. A second technique is to push the liner through the reamed borehole.

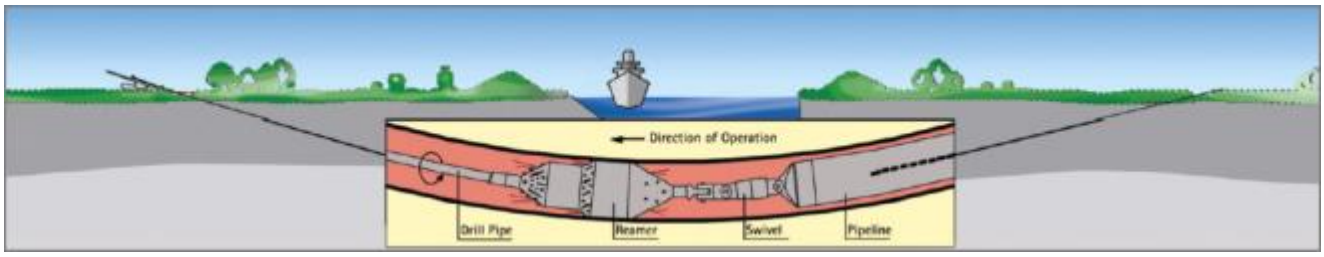


Figure 42 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline



Figure 43 Pipe string supply into pipe pusher

After the HDD itself is finalized the conduit of the HDD will first be cleaned of any debris or sediments by blowing a special pig though the HDD. A pull in wire will be blown through the HDD after which the pulling of the cables can commence. For this the cable is connected to the pull-in wire and then pulled through the HDD using a winch. The execution time of one HDD will be approximately 2 weeks. Maximum length is set on 1200 m due to restrictions of cable transport. Transport of longer cable lengths is possible, as seen on Gemini, however not preferred.



Figure 44 Example of HDD entry and exit point



Figure 45 Welding of HDPE ducts

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 46

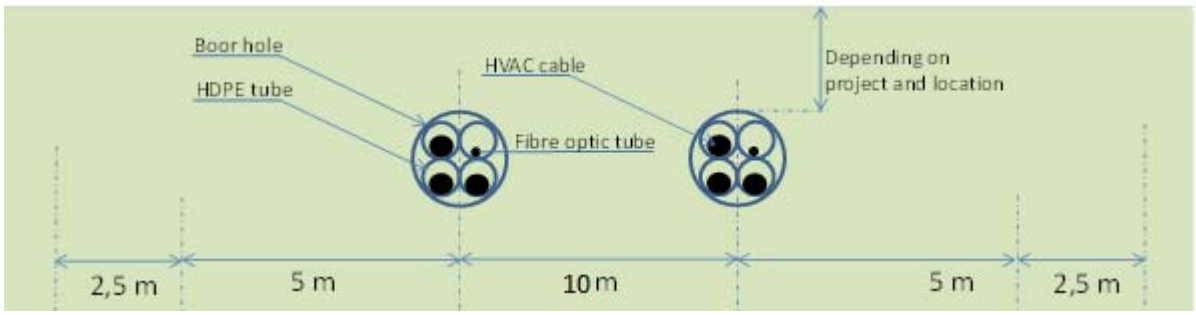


Figure 46 Standard HDD configuration

5.3.2 HDD installation tools

For the installation of a HDD various tools are required. Excavation machinery is required to dig the entry and exit pit from where the drilling starts and ends. The main tool is the drilling rig which drills and reams the drilling hole. Depended on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 47. A midi rig will generally be used for drill lengths from 200 to 400 metres and pipe diameters of typically 300 mm. Maxi rigs will typically be used for drill lengths from 400 meter up to 1200 meters.



Figure 47 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. Temporary area working for both entry and exit point for HDD equipment and conduit pull in arrangements depends on the length and type of drilling equipment. Some typical dimensions are stated below.

HDD length	Area for HDD equipment	Equipment
>1000 m	50 x 50 m = 2500 m2	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m2	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m2	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m2 is needed. Also space for cranes and rollers to be taken into account.

An important part of the ancillary equipment is the mud (drill fluid) installation which consists of the mud tank, recycling unit (separation of cutting from the mud) and the mud pump. The drill fluid is essential for the HDD installation since it fulfils multiple functions such as hydraulic cutting fluid (in case of soft soils), transportation of the drilling cuttings, stabilisation of the bore hole and more. Filtering of the drilling cuttings takes place in the recycling unit. An example of the rig site (entry point) is shown in Figure 48, the exit point in Figure 49.

The pull-in of the HVAC cable in the HDPE duct is done using a guide wire that's installed in the HDPE duct. After connecting the cable to the guide wire, a winch is used to pull the cable through the HDPE duct. Guide rollers and tensioners are used during the pull-in to guide the cable.

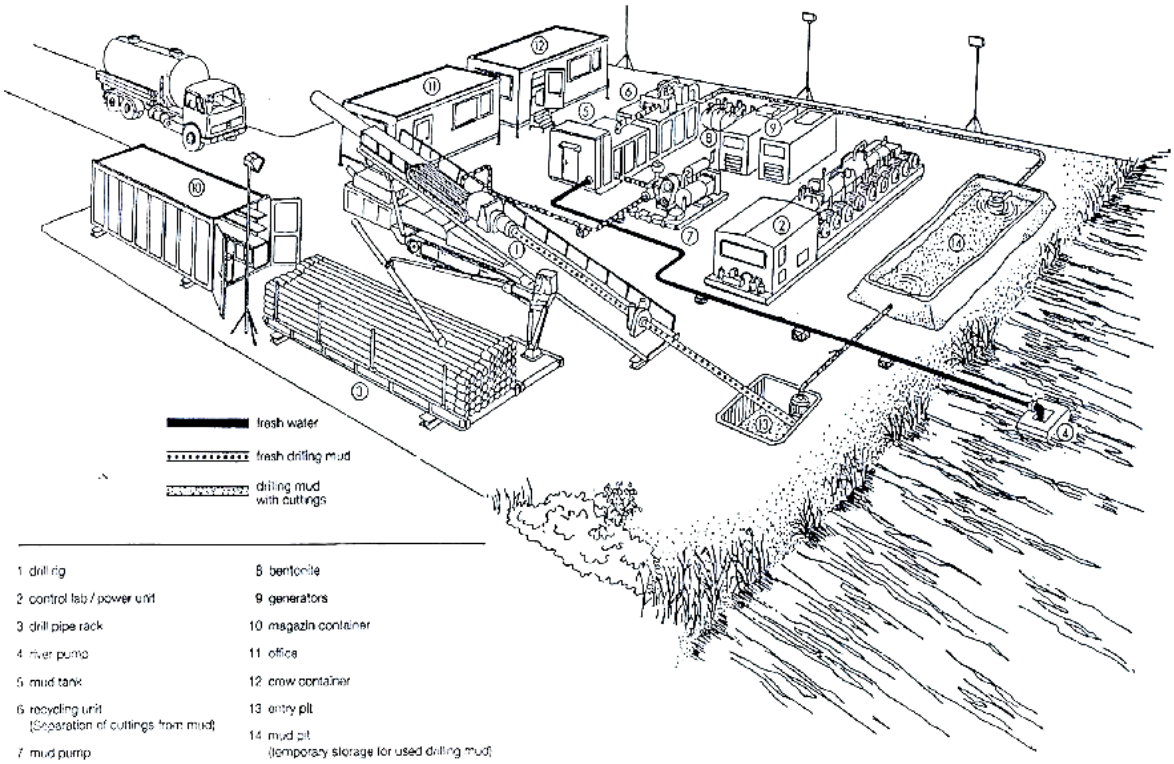


Figure 48 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

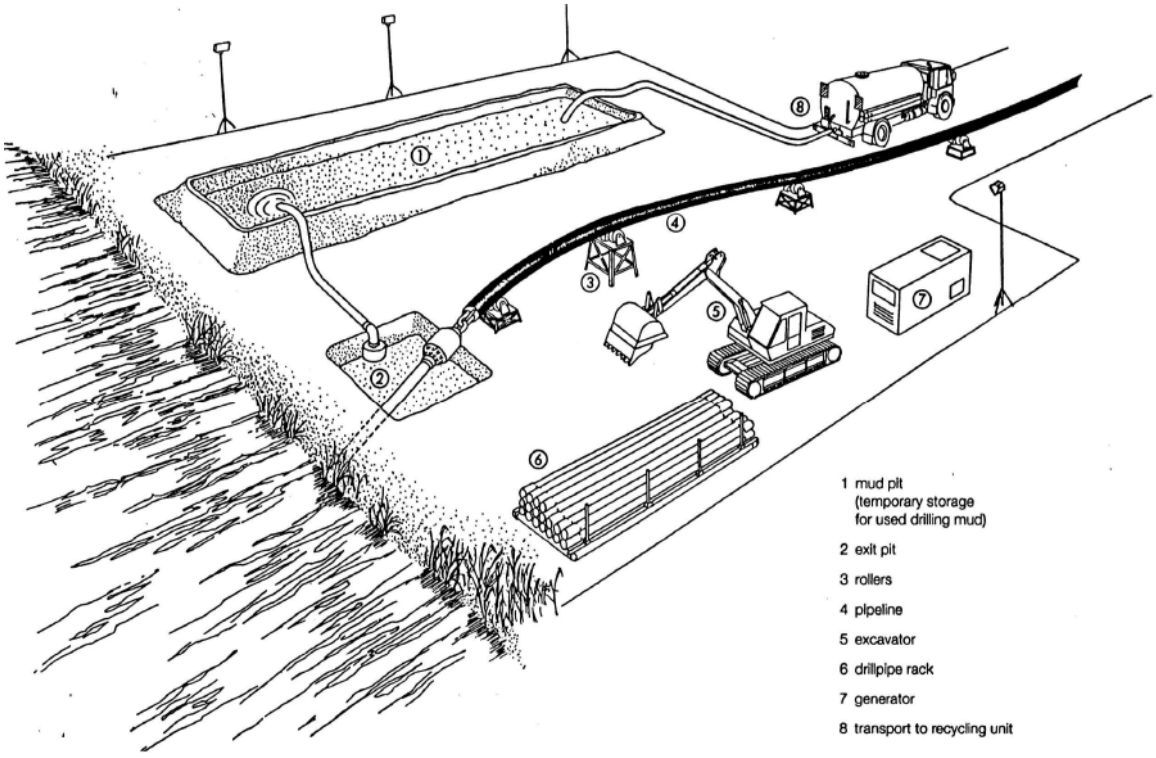


Figure 49 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

5.4 Post installation activities on shore cables

After installation several measurements will take place before switching on in order to make sure the cable is in good condition.

5.5 As built survey

Directly after installation the position of the cable will be measured and documented in the as built documents.

5.6 Operational phase offshore cables

In order to make sure the outer shield of the cables are not damaged every six years a test is performed. Furthermore all joints will be visually inspected every three years and the cable route will be inspected every year.

5.7 Decommissioning offshore cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

6. Transformer station

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

6.1 Design

The design of the transformer station will be based on the design of the Borssele transformer station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements.

6.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment
- Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
- Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
- Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
- Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

6.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the transformer station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and / or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

6.1.3 Safety and environment

The transformer station will be unmanned.
The transformers will be fully enclosed (four walls and a roof) with special acoustic material, to maximize the noise reduction. Fluids as oil and rainwater are collected at the bottom of these buildings and drained through an oil/water separator to open water or infiltration system to prevent oil spillage in the environment.

Since several sound sources are installed at the transformer station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele transformer station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

6.1.4 Access

The transformer station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one or two access roads are foreseen (depending on the spatial situation of the transformer station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP operators) will have access to a specific part of the Central Service Building. For this an additional entrance gate and additional entrance of Central Service Building will be foreseen, to prevent access of third parties to the rest of the transformer station.

6.1.5 Buildings

At the transformer station area various buildings will be constructed. The following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

6.2 Construction phase

The transformer station construction consists out of two main parts:

1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. The construction of all building is also executed in the civil part.
   Ground level works and the central service building will be realized by the project HKN.

2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems.



Figure 50 Transformer station Borssele during realisation

6.3 Operational phase

During the operational phase of the transformer station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of at least four visual inspections per year of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

6.4 Decommissioning

After the life span of 30-50 years of the transformer station the transformer station will be demolished if it's not being used for any other function.

BIJLAGE B VERTROEBELINGSSTUDIE

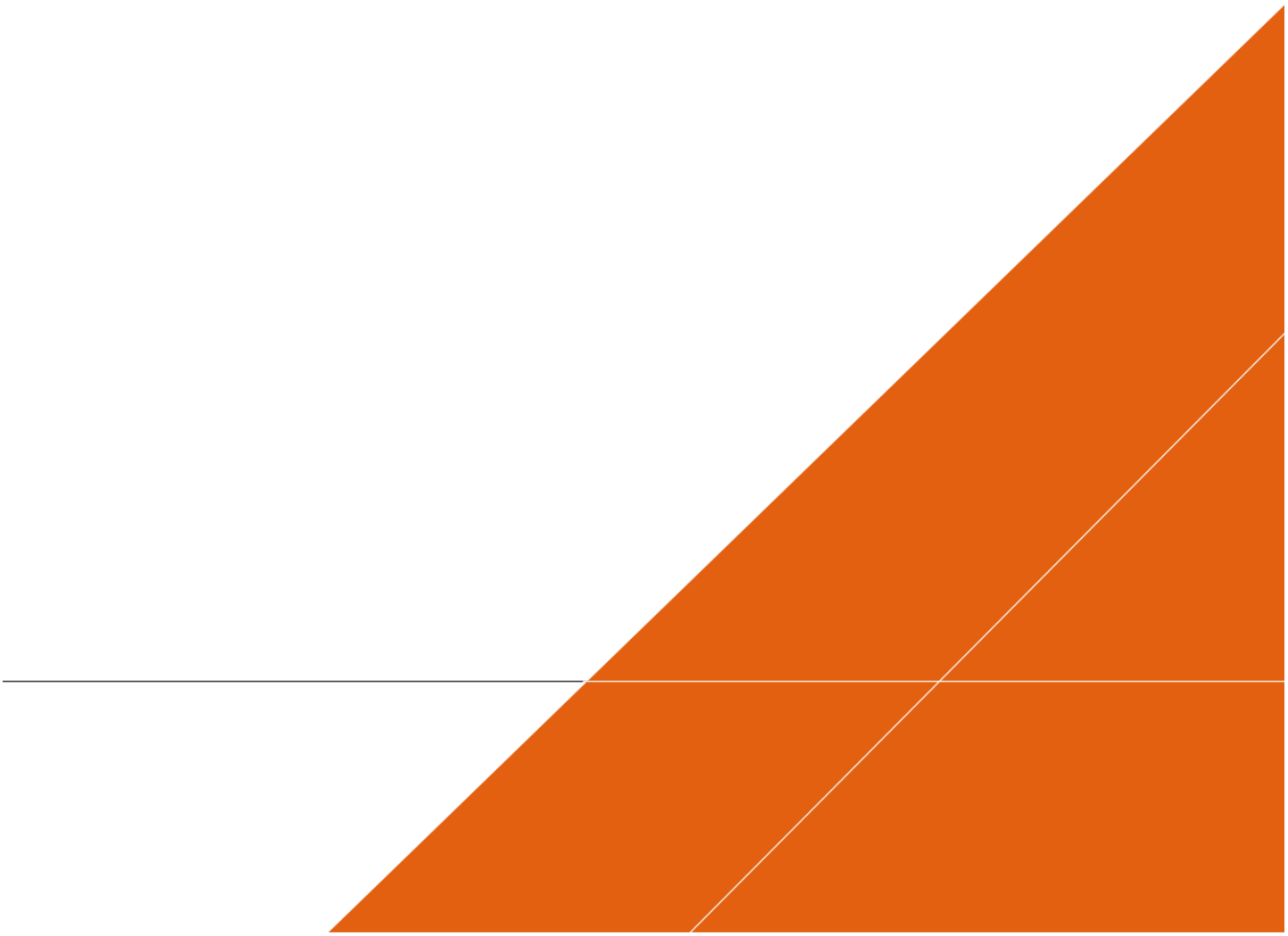
ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

slibmodelleerstudie

Tennet TSO B.V.

3 JULI 2020



Contactpersonen

[redacted]
Adviseur Rivier en Kust Morfodynamiek

T [redacted]
M
E

Arcadis Nederland B.V.
P.O. Box 220
3800 AE Amersfoort
The Netherlands

[redacted]
Projectmedewerker

M [redacted]
E

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

1.1 Doelstelling 4

1.2 Locatiebeschrijving 4

1.3 Aanpak 6

1.4 Leeswijzer 7

2 REALISATIE KABELTRACÉ 8

2.1 Aanlegmethodiek 8

2.1.1 Algemene methodiek 8

2.1.2 Ingezet materieel 11

2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden 11

2.2 Baggervolumes 11

3 DELFT3D MODEL OPZET 15

3.1 Randvoorwaarden 15

3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie 16

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden 18

3.4 Sedimenteigenschappen in het model 18

4 MODELRESULTATEN 20

4.1 Vertroebeling 20

4.1.1 Achtergrondconcentratie 20

4.1.2 Baggerpluim 20

4.1.3 Tijdseries 22

4.2 Sedimentatie 25

4.2.1 Sedimentatiesnelheid 25

4.2.2 Sedimentatie laagdikte 25

5 CONCLUSIES 27

6 BIBLIOGRAFIE 28

1 INLEIDING

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de Passende Beoordeling welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken Hollandse Kust (west Beta) (HKW Beta). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van de kabeltracés op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

1.1 Doelstelling

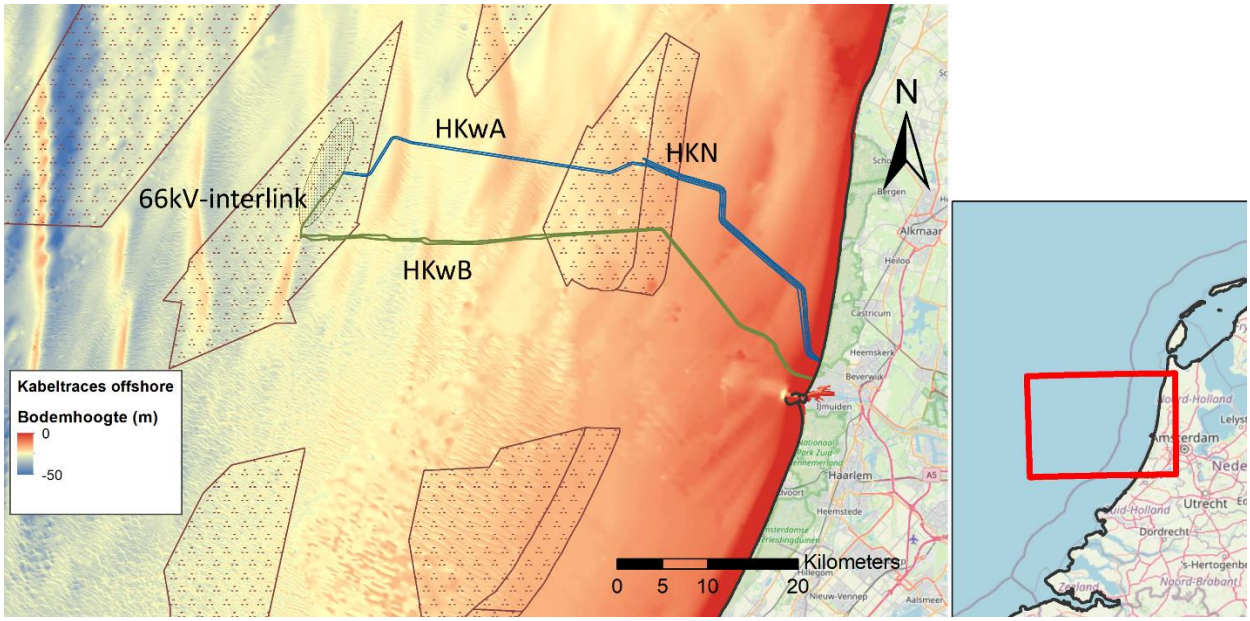
Ten behoeve van de Passende Beoordeling inzake de aanleg van de kabelsystemen naar HKW Beta is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in de Passende Beoordeling gepresenteerd.

1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Hollandse Kust Noord (HKN) en ten zuiden van HKW Alpha. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen aan ten noorden van IJmuiden zoals te zien is in Figuur 1. Vanuit IJmuiden gezien lopen er 2 kabels door de kustzone naar HKW Beta, via windpark HKN. In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het kabeltracé (4A) zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

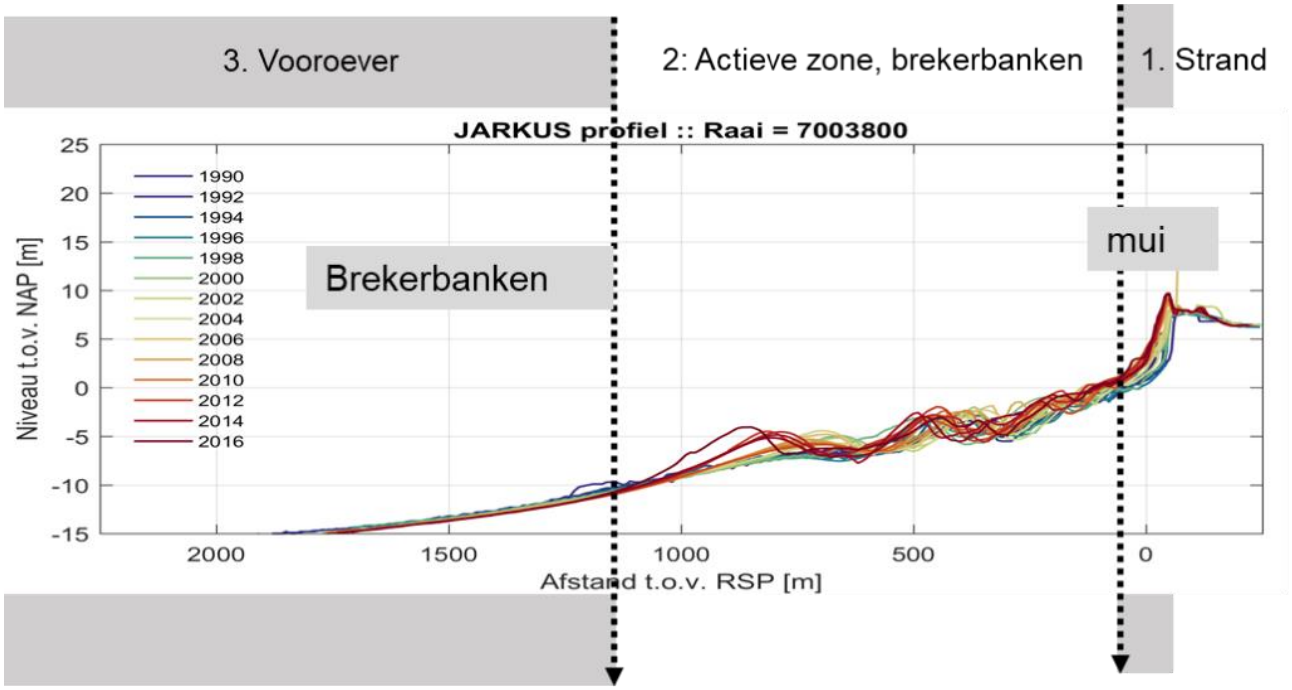
1. Kust: Strand
2. Kust: Actieve zone; brekerbanken
3. Kust: Vooroever
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Zonder zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 4 en 5.



Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief HKwB en de 66kV-interlink.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Ter illustratie zijn de kustprofielen van het relevante kustdwarsprofiel van de afgelopen 26 jaar weergegeven in Figuur 2.

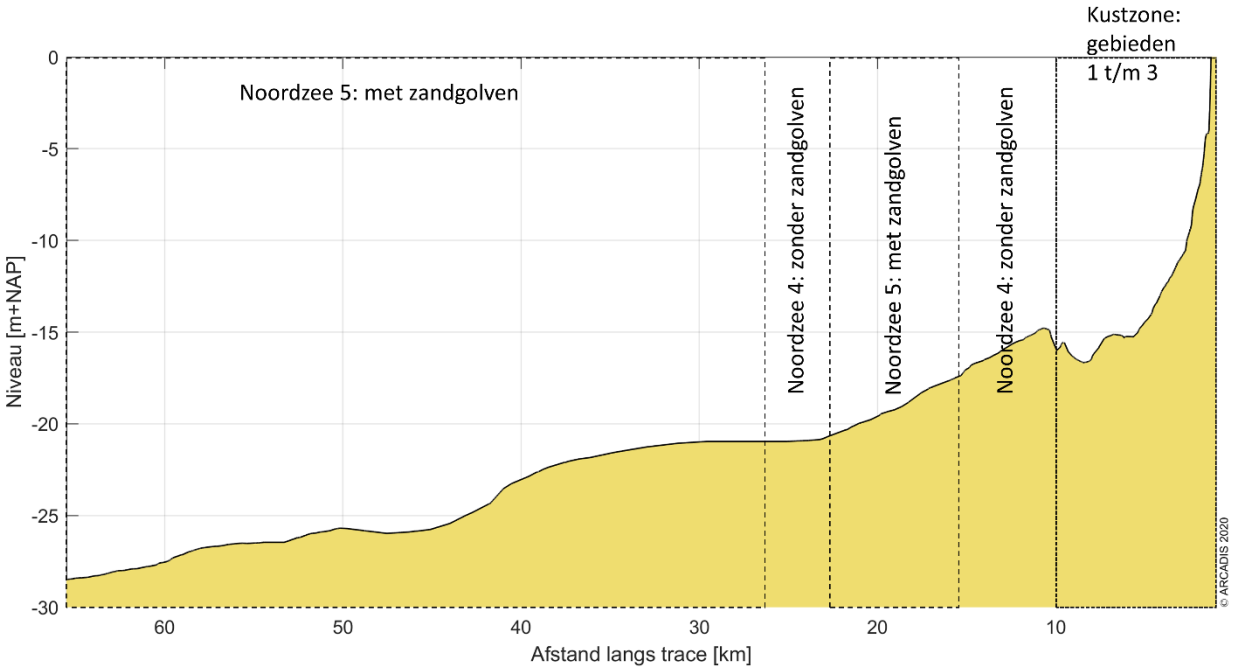


Figuur 2 De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertroebeling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 3. In de offshore gebieden 4 en 5 worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen op KP 16.0-22.0 en van KP 25.5 tot en met KP 64.5 (platform). Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de

zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 3 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met en zonder zandgolven.

1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (MER Deel A) is het af te graven kabeltracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van het ingraven van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's', hiervoor is 1 scenario doorgerekend en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in verder toegelicht in hoofdstuk 2 en 3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het kabeltracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van het effectscenario die gebruikt is in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 3, waar tevens de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden is beschreven. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 5.

2 REALISATIE KABELTRACÉ

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast.

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per (kust)zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere (kust)zones wordt geïntroduceerd.

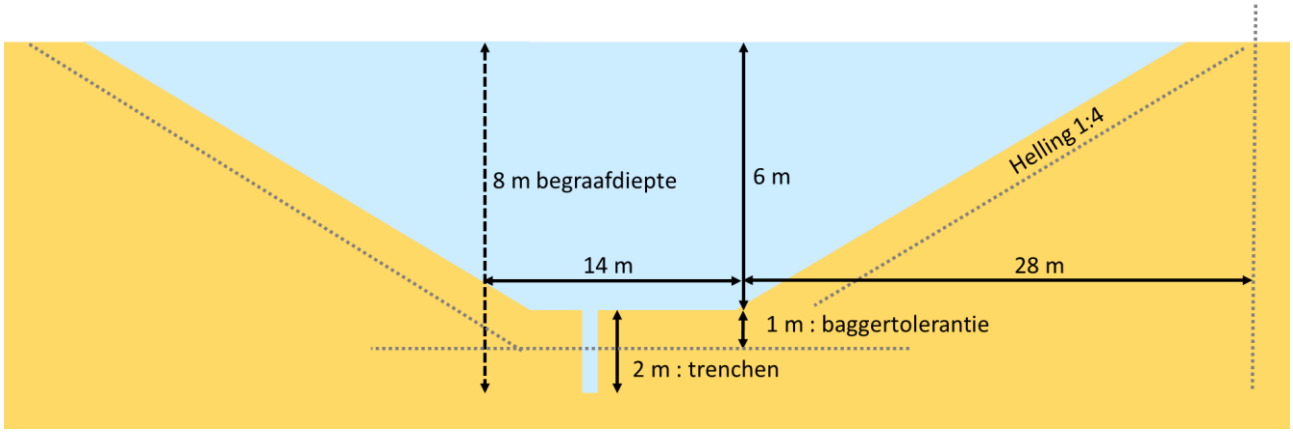
2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-ploughing (voor-ploegen, 'pre-sweepen'), waarna baggeren en trenchen uitgevoerd wordt. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

Pre-ploughing
Pre-ploughing is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Het egaliseren van het traject wordt noodzakelijk geacht waar oneffenheden (met name zandgolven) op de bodem zijn ontstaan door stroming. Dit kan uitgevoerd worden met een stalen raam of kistvormige constructie die over de bodem wordt voortgetrokken. De egalisatielengte wordt uitgedrukt in een percentage van de totale lengte van het traject. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 45 km van het tracé egalisatie nodig is (KP 16-22 en KP 25.5-64.5). De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

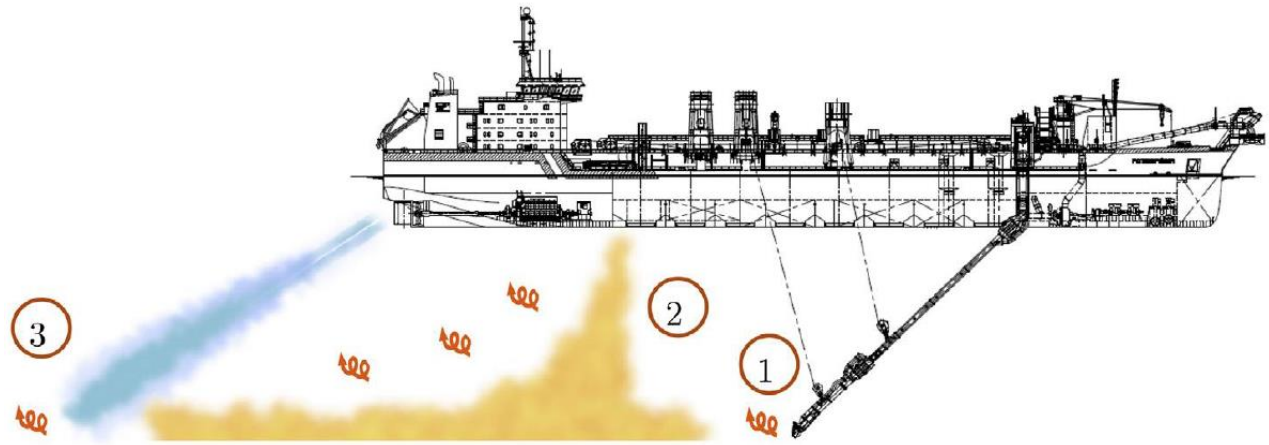
Baggeren
Het op diepte brengen van de kabelgeul zal uitgevoerd worden met sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD). Deze sleephopperzuigers verdiepen afhankelijk van de locatie in het tracé de bodem met maximaal 6 m. De gebaggerde geul heeft een breedte van 14 meter, een wandhelling van 1:4 en een langshelling van 1:10. Deze langshelling wordt toegepast om het verschil in aanlegdiepte van de kabelgeul te overbruggen. Er wordt rekening gehouden met een baggertolerantie van 1 m wat resulteert in een overdiepte en een overbreedte van 2*1 m. Deze afmetingen zijn schematisch weergegeven in Figuur 4 voor gebied 2. Aan de hand van deze afmetingen is het totaal te baggeren volume berekend. Dit volume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.



Figuur 4 Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen gecreëerd is (gebied 2).

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 5 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 5 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggeraars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terechtkomen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dichter bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een “green-valve” wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloei-installatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door scheepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij een smalle, diepe sleuf gebaggerd wordt op de zeebodem. Dit gebeurt door middel van zwaarden en/of jets die de bodem loswoelen en zo een relatief smalle sleuf creëren. Na afgraving tot de gewenste diepte wordt de kabel in de sleuf ingebracht. Na verloop van tijd slaat het opgewoelde sediment weer neer en wordt de kabel deels bedekt. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

2.1.2 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één of meerdere sleephopperzuigers en een pre-plough installatie.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee kleinere sleephopperzuigers met een productie van 50.000 m3 per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat twee grotere sleephopperzuigers met een productiviteit van 150.000 m3 per week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-ploughing).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen in aan de andere kant tijd kan zo het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door de productiviteit relatief hoog in te schatten. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone (nearshore) en offshore. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 4 à 5 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologische gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer.

2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuren Figuur 1 Figuur 3 voor de ruimtelijke weergave).

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muien)	Brekerbanken: actieve zone kustprofiel	Zeewaarts van brekerbanken tot 3 km uit de kust	Vanaf 3 km uit de kust zonder zandgolven	Vanaf 3 km uit de kust met zandgolven
Begraafdiepte	Verplicht: 3 m Actieve zone 5 m: Uitvoering	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering:	Verplicht: 3 m Target: 4 m	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
	8 m diep	8 m diep	Uitvoering: 5 m diep		
Techniek(en)	Damwand 1200 m lang, 15 m breed, 8 m diep	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Baggeren 3 m + trenchen 2,5 m: totaal 5 m	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Volume per strekkende meter	120 m3/ m +3,5 m3/m trenchen (aanname)	294 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	120 m^3/m + trenchen 2 m^3/m (aanname)	Trenchen 2 m^3/m (aanname)	50 m^3 /m + trenchen 2 m^3/m (aanname)
Afgerond	0 m^3/m	296 m^3/m	122 m^3/m	2 m^3/m	52 m^3/m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 3. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 4 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Voor windmolenpark HKwB worden twee kabeltracés gerealiseerd, aangegeven met HKwB1 en HKwB2 in Tabel 4. Tussen windmolenpark HKwA en HKwB wordt nog een enkele 66kV-interlink kabel aangelegd.

Pre-ploughing wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving is deze lengte gedefinieerd als gebied 5 in de Noordzee zone. Het deel zonder zandgolven is gedefinieerd als gebied 4. Voor tracés HKwB1 en HKwB2 worden zandgolven over een lengte van 45.000 m afgevlakt, tussen KP 16-22 km en KP 25.5-64.5 km. De 66kV-interlink kabel ligt in zijn geheel in een gebied met zandgolven en over de hele lengte (8,7 km) worden zandgolven afgevlakt.

Het totale baggervolume voor HKwB1, HKwB2 en 66kV-interlink bedraagt 7.014.000 m^3.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Lengte in de 3 km kustzone [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Lengte Noordzee [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
HKwB1	64.261	3.500	400	1.400	1.700	60.761	18.000	42.261
HKwB2	64.607	3.500	400	1.400	1.700	60.607	18.000	42.107
66kV-interlink	8.774	0	0	0	0	8.774	0	8.774

Tabel 4 Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m^3.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
HKwB1 [m3]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
HKwB2 [m3]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
66kV-interlink [m3]	0	0	0	0	450.000	450.000
Totaal [m3]		800.000	1.200.000	64.000	4.950.000	7.014.000

Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 10% is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN en HKWA is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, 2018). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk of dit een gewichtspercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtspercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 10 % sluit aan bij de recente slibverspreidingsstudies en is enigszins hoger dan gebruikt bij het MER Zeezandwinning omdat het hier niet uitsluitend zandrijke gebieden betreft. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 5 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 701.400 m^3.

Tabel 5 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m^3.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	10%	10%	10%	10%	
HKwB1 [m^3]	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
HKwB2 [m3]	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
66kV-interlink [m3]	0	0	0	0	45.000	45.000
Totaal [m3]		80.000	120.000	6.400	495.000	701.400

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 4 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 2 van HKwB1 met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 4 weken nodig zijn (200.000 m^3 met een snelheid van 50.000 m^3/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 2 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 6. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-ploughen en trenchen. Echter is gebied 4 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. De doorlooptijd voor het scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 3.

Tabel 6 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	Kleine sleephopperzuiger	Grote sleephopperzuiger	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m^3/week]	n.v.t.	50.000	150.000	n.v.t.	150.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	2	n.v.t.	2	
HKwB1 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5
HKwB2 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5

66kV-interlink [weken]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	1.5	1.5

3 DELFT3D MODEL OPZET

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark HKW Alpha op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 25 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

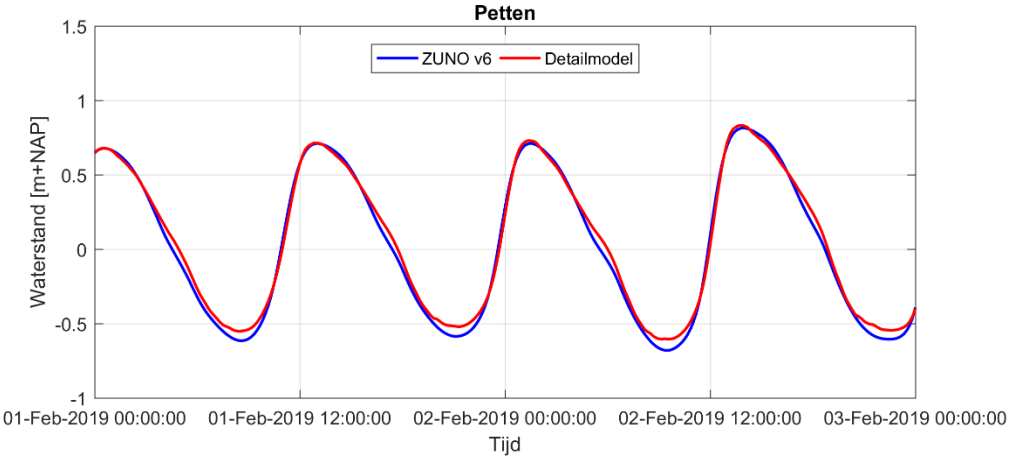
3.1 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden, zuiden en parallel aan de kust, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

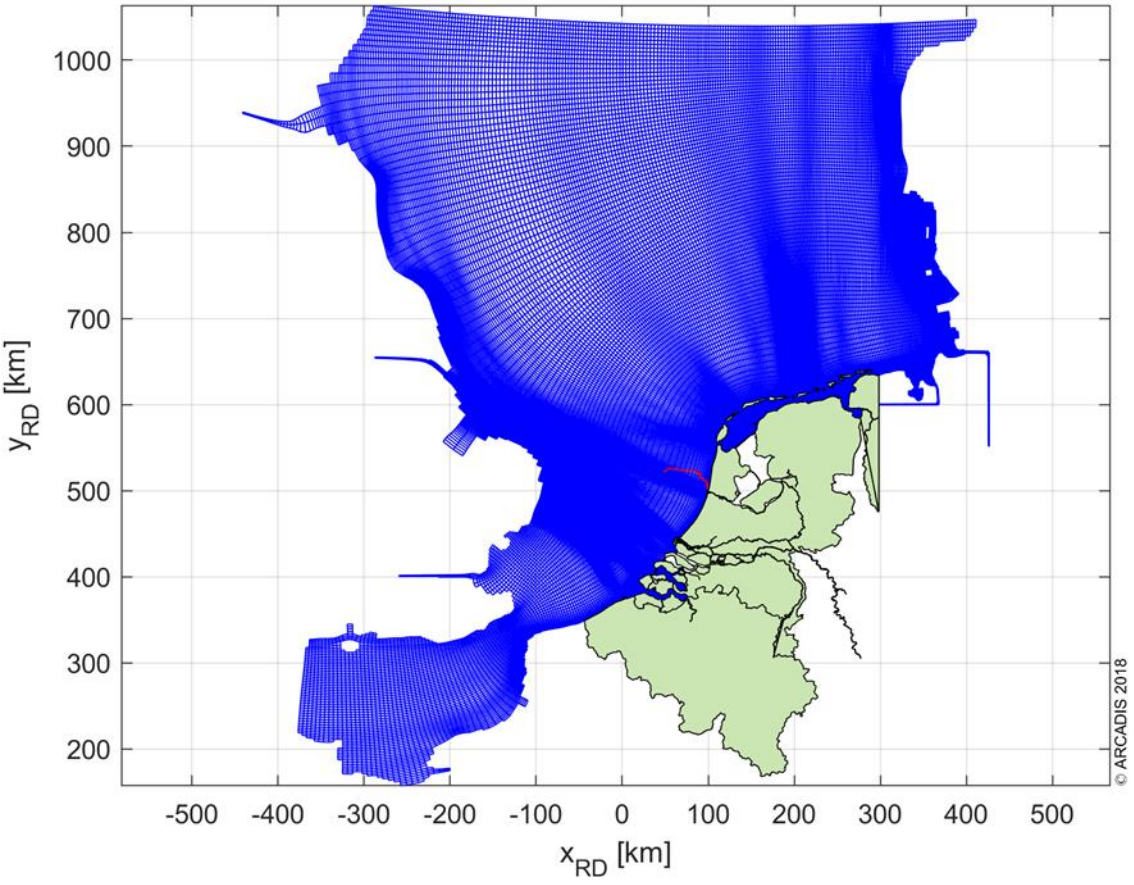
In Figuur 6**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is het waterstandssignaal getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en net ten noorden van het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De ebwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat de het meetpunt in het Detailmodel wat ondieper ligt door de hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 6 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.

3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 7.



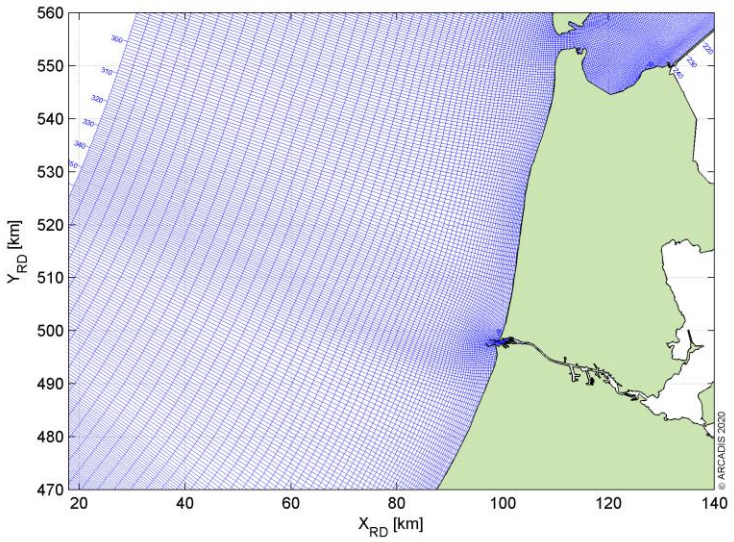
Figuur 7 Het rekenrooster van het ZUNO model.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 500 x 406 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600

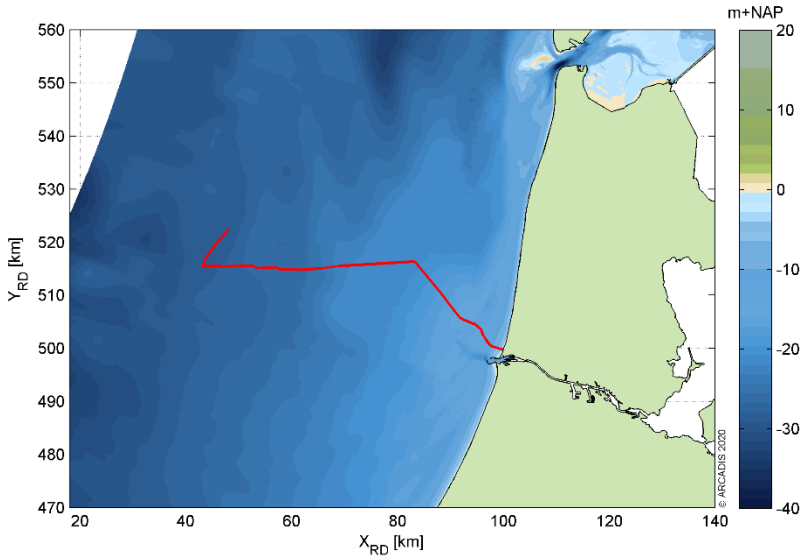
m richting offshore. De laagdiktes inde verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreidde materiaal.

Figuur 8 en Figuur 9 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



Figuur 8 Het rekenrooster van het Detailmodel, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.



Figuur 9 Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood is het kabeltracé weergegeven.

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-ploughed dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt tegelijk in de actieve kustzone (tot 3 km van de kustlijn) als het offshore deel (vanaf 3 km van de kustlijn). Hierbij wordt voor beide delen van de kust (oost) naar offshore (west) gebaggerd. Na het baggeren van de geul voor de 1e kabel voor HKwB, zal de geul voor de 2e kabel worden gebaggerd met daaropvolgend de geul voor de 66kV-interlink (tussen HKwB en HKwA). Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 63 µm. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 µm. Bij het scenario die gebruikt wordt voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m2 is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m3). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$Droge\ dichtheid = 350 + 1250 * (zandfractie)^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m3. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m3 aangehouden.

Tabel 7 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m^3]
Droge dichtheid	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m^2]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m^2]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m^2/s]

* Er zijn twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 2 scenario's doorgerekend, bestaande uit een A-variant voor de beschouwing van de vertroebeling en een B-variant voor de beschouwing van de sedimentatie.

4 MODELRESULTATEN

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario B.

4.1 Vertroebeling

4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

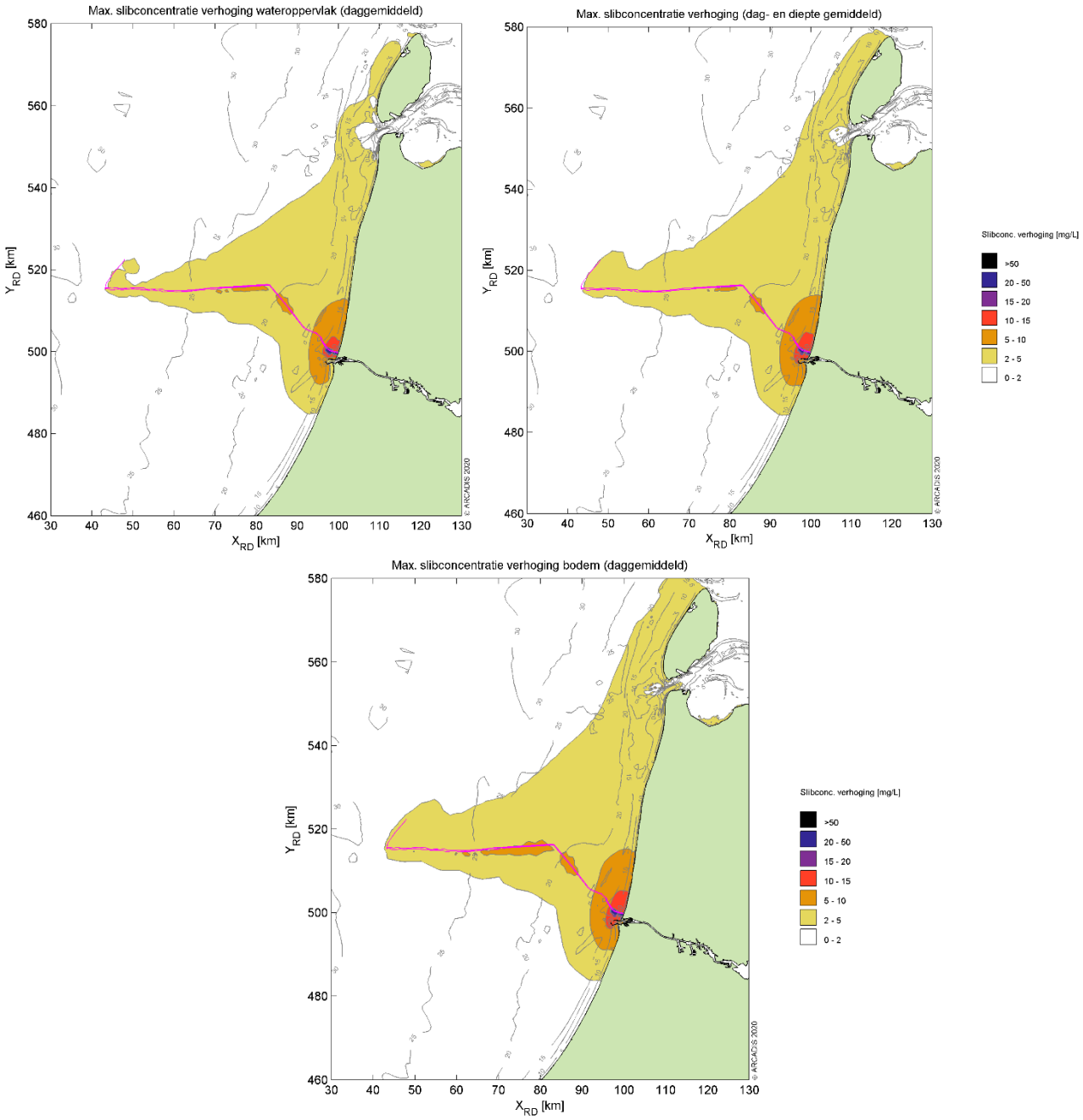
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

4.1.2 Baggerpluim

Figuur 10 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario A. Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het tracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het tracé, en met name ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat over een groot gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting wordt overschreden. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan de 66kV-interlink kabel tussen windparken HKwA en HKwB. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van zo'n 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting.

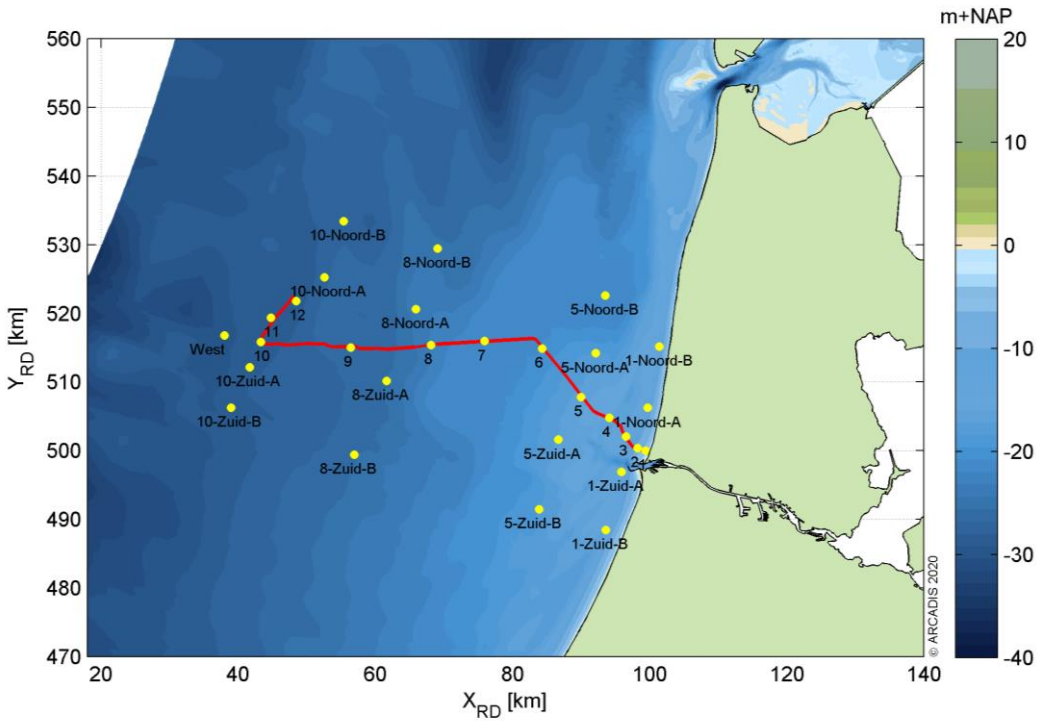


Figuur 10 Maximale omvang baggerpluim voor scenario A.

4.1.3 Tijdseries

Langs het tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 11). Observatiepunten 1 tot en met 12 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het tracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten noorden en ten zuiden toegevoegd om de kustlangse ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van observatiepunten 1, 5, 8 en 10. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

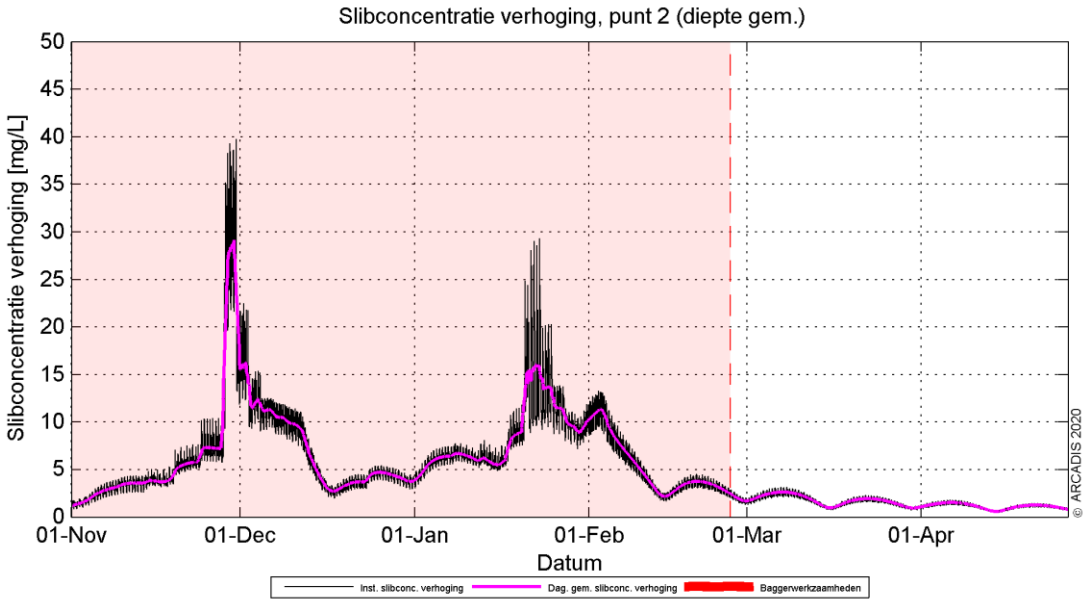
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 11. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie.

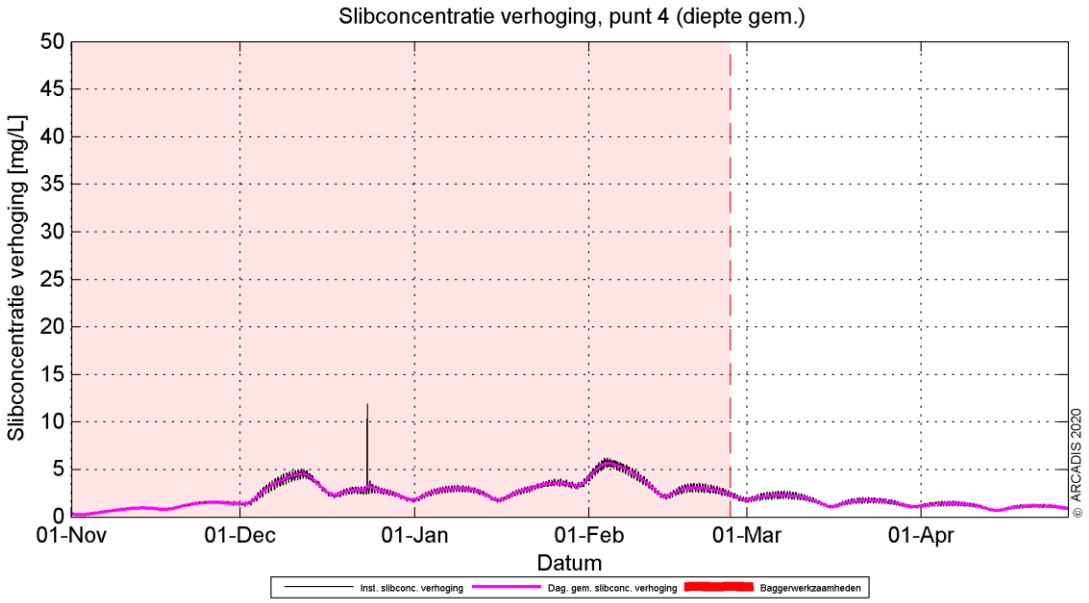
Omdat buiten het tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het tracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Scenario A is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het tracé genereert (door de lagere valsnelheid van het sediment).

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 2 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 12. Hierin is de zwarte grafiek de instantané concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode hoger dan de gestelde ondergrens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt in de maand december en eind januari. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dichtbij het observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de grens van 2 mg/l gezakt.



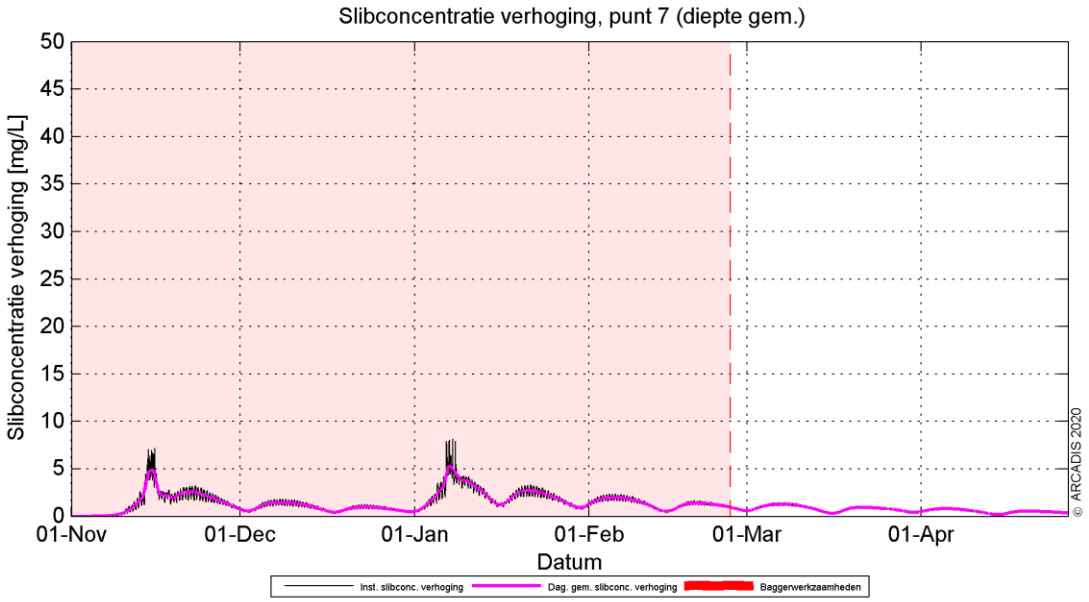
Figuur 12 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario A.

Rond observatiepunt 4 ligt de toename van de concentratie aanzienlijk lager. Er wordt ter hoogte van deze locatie minder gebaggerd als in de kustzone. Trenchen volstaat hier ook tot aan 16.0 km KP (kustprofiel). Dit proces genereert een verwaarloosbare vertroebeling. De concentratieverhoging op deze locatie is voornamelijk toe te schrijven aan de dispersiewolk ten gevolge van de baggerwerkzaamheden in de nabijgelegen kustzone. Dit is deels zichtbaar door de (lagere) pieken die samenvallen met baggerwerkzaamheden bij andere locaties, terwijl hier op deze locatie maar 2 keer getrencht wordt. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 13 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties meerdere keren boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Dit is met name het geval een maand na de eerste baggerwerkzaamheden in het gebied en pas na een halve maand bij het eindigen van de baggerwerkzaamheden neemt deze concentratie af onder de grens van 2 mg/l.

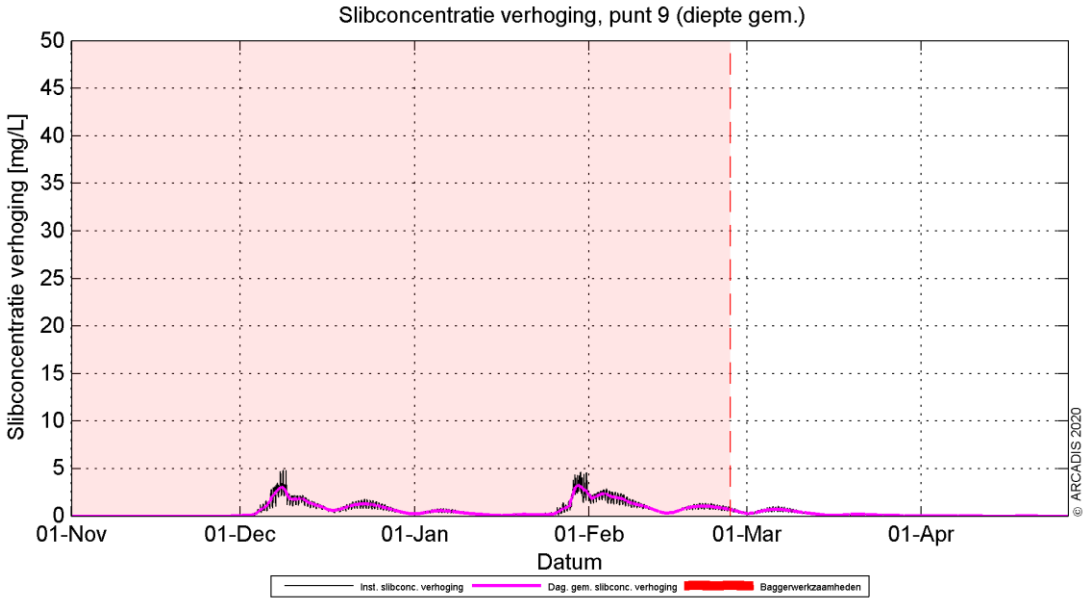


Figuur 13 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 4, Scenario A.

Observatiepunt 7 bevindt zich ter hoogte van het andere windpark HKN en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 14. De werkzaamheden in de kustzone en langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd voor het gladstrijken van de zandgolven. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l en wanneer de baggerwerkzaamheden meer westelijk plaatsvinden zijn meerdere pieken te vinden, waarschijnlijk als gevolg van variatie in de kustdwarse stroming. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie Figuur 15). Vervolgens binnen enkele weken ligt de concentratie alweer onder de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is.



Figuur 14 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 7, Scenario A



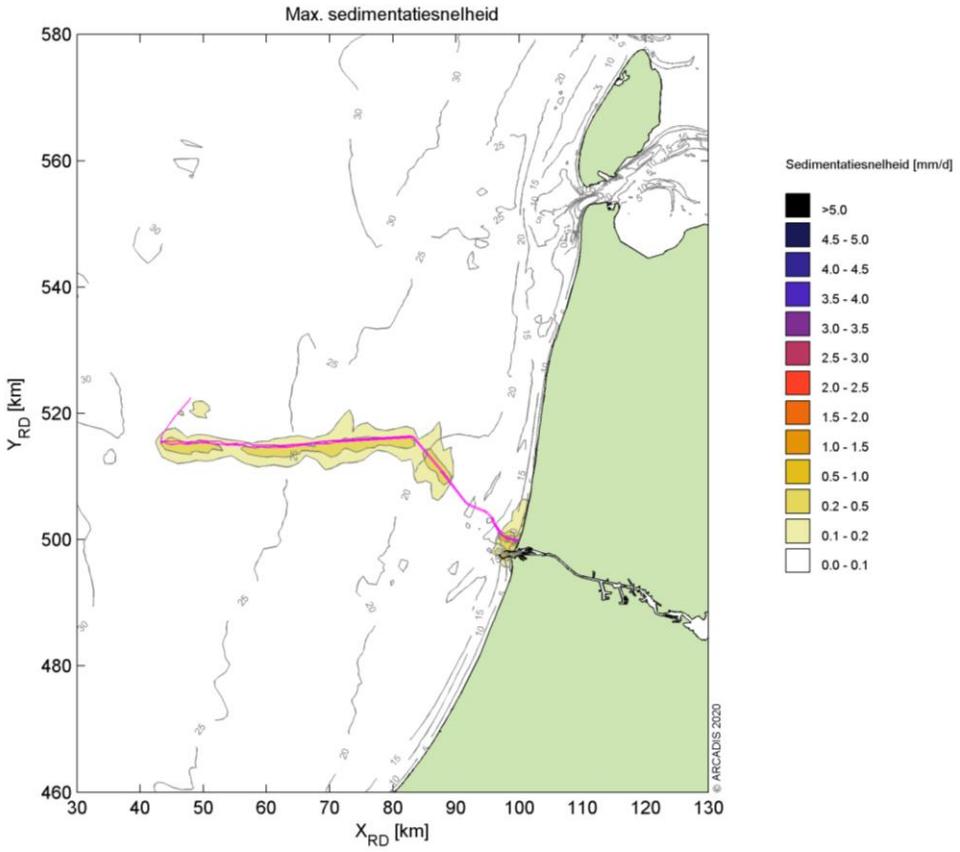
Figuur 15 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 9, Scenario A

De dieptegemiddelde concentratieverhoging in observatiepunten nemen af van de kust af. Een oorzaak is dat de verhoging ten gevolge van de baggerwerkzaamheden verder naar het westen op deze observatiepunten al flink afgenomen is door de verspreiding en verdeeld wordt over een grotere diepte (diepte gemiddeld), dit was ook al zichtbaar bij observatiepunt 4. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties (observatiepunten 6 tot en met 10) overschreden rond de baggerwerkzaamheden, waarbij zandgolven worden gladgestreken. Voor observatiepunten 4 en 5 is er maar een lichte stijging te zien door het trenchen van de kabel op deze locaties, terwijl verspreiding van concentraties uit de omgeving hier eenzelfde effect hebben en de waardes over een langere periode boven de grens van 2 mg/l blijven. Het proces van trenchen genereert geen significante verhoging van de concentratie.

4.2 Sedimentatie

4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 16 is de maximale sedimentatiesnelheid van scenario B getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats in de kustzone, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid op zo'n 0.5-1 mm/dag. Langs het tracé ligt de sedimentatiesnelheid op max 0.5 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is (gebied 2), in mindere mate in gebied 3 en langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5). Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1 mm/d.



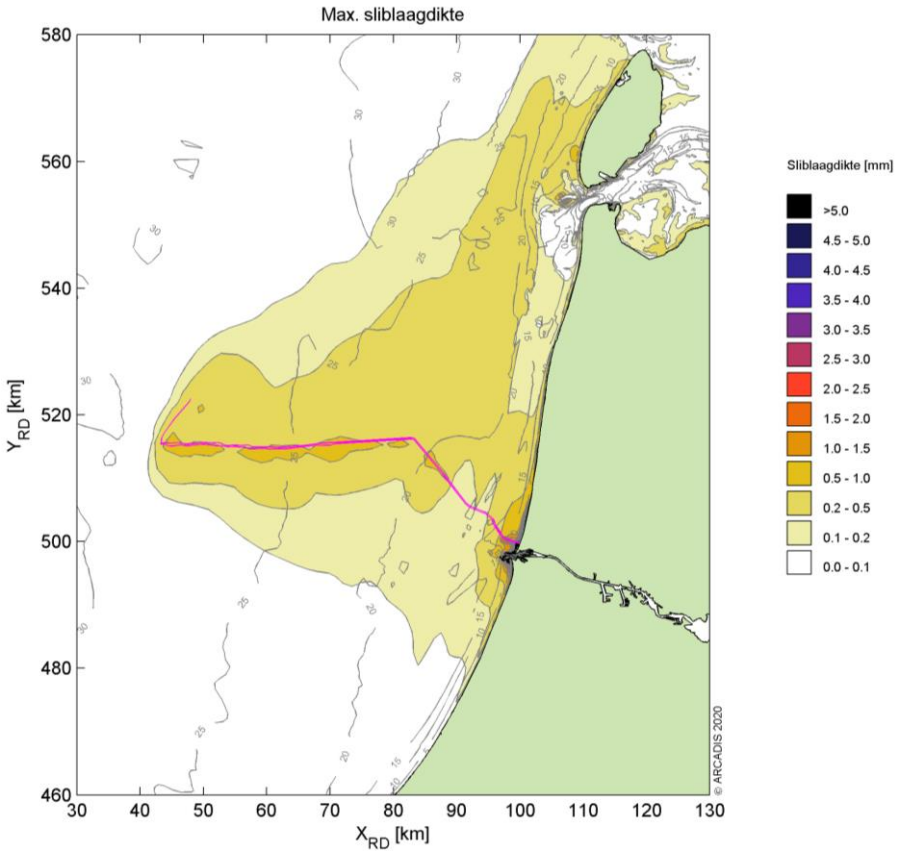
Figuur 16 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario B.

4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 17 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene

locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte voor het voorgestelde scenario is langs het gehele tracé tot aan HKwB groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen in de kust langsrichting zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het tracé neerslaan. Hierdoor wordt de grenswaarde van 0,1 mm van de laagdikte overschreden voor het gebied 10 km ten zuiden van IJmuiden tot voorbij Texel. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 17 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario B.

5 CONCLUSIES

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van twee kabels voor HKwB gesimuleerd. Twee effect scenario's zijn er beschouwd, scenario A voor de slibverspreiding en scenario B voor sedimentatiesnelheid. Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario A is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario B is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling
De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden de hoogste piekconcentraties waargenomen in de kustzone en langs het tracé. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l. De hogere pieken komen voornamelijk voor in de kustzone, doordat hier meer sediment wordt gebaggerd over een kort stuk tracé.

De afmeting van het 2 mg/l areaal is een stuk uitgebreider en strekt zich uit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichitng. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan het platform, 65 km uit de kust. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting en op sommige delen langs het tracé zelf.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

Sedimentatie
De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 4 km van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is, en ook de vertroebeling het hoogst. Verder in mindere mate langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5) is de sedimentatiesnelheid meer dan 0,1 mm/d. Echter is de additionele sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat de kuststrook van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot iets noordelijker dan Texel. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De laagdikte langs het tracé blijft beperkt tot 3,0 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De laagdikte in de buitenhaven van IJmuiden kan zeer lokaal oplopen tot enkele centimeters. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier namelijk relatief beperkt.

6 BIBLIOGRAFIE

Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX.* Beijing, China.

Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele.* Arcadis.

Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments.* Delft: Deltares.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria.* Haskoning.

Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydaulics Division, ASCE 91*, 105-139.

Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027.* Rijkswaterstaat.

Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.

van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports.* Delft: Deltares.

Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentationand Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas.* Utrecht: Universiteit Utrecht.

Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord.* Witteveen en Bos.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

COLOPHON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)
SLIBMODELLEERSTUDIE

CLIENT
Tennet TSO B.V.

AUTHOR
[redacted]

PROJECT NUMBER
C005057.000220.0820

OUR REFERENCE

DATE
8 June 2020

GECONTROLEERD DOOR
[redacted]

Arcadis Nederland B.V.

P.O. Box 220
3800 AE Amersfoort
The Netherlands
+31 (0)88 4261261

www.arcadis.com

BIJLAGE C GELUIDSSTUDIE

Notitie TNO 2020 M11115

Defence, Safety & Security
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Aan
Arcadis Nederland B.V.
T.a.v. [redacted]

Van
[redacted]

Onderwerp
Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West

Datum
13 juli 2020

Onze referentie
DHW-AS-2020-100333429

Projecnummer
060.35787/01.07

Contactpersoon
[redacted]

E-mail
[redacted]

Doorkiesnummer
+31888668034

1 Inleiding

Arcadis Nederland BV heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West. Dit betreft berekening van de te verwachten geluidniveaus op 750 m van de heilocatie en van geluidcontouren waarbinnen bruinvissen en zeehonden kunnen worden verstoord door het heigeluid, conform de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019).

2 Aanpak

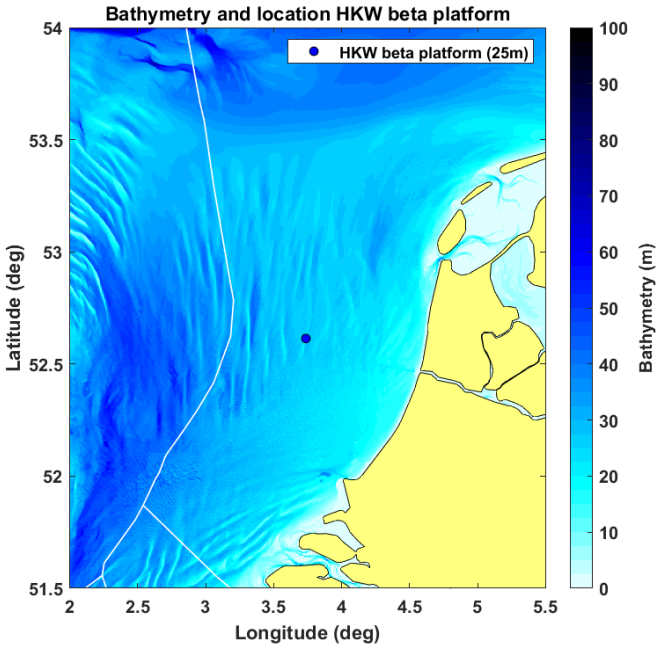
In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELss) is op 750 m van de heilocatie, en binnen welk oppervlak rond de heilocatie bruinvissen en zeehonden verstoord worden.

3 Heilocatie

De locatie is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de afstand tussen de palen verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de referentieafstand (750 m) en de berekende verstoringsafstanden is alleen de centrale locatie van het platform als bronlocatie genomen.

Tabel 1: ETRS89 UTM 31N coördinaten van de platformlocatie. Bij de heigeluid-berekeningen is uitgegaan van het 'platform centre', omgerekend naar WGS84 EPSG 4326: longitude: 3.7371 graden en latitude 52.6136 graden

FID	Shape *	F1	X	Y
0	Point	Platform centre	549905.6	5829544
1	Point	NW corner	549898.8	5829567.1
2	Point	NE corner	549927.8	5829553.5
3	Point	SE corner	549912.5	5829520.9
4	Point	SW corner	549883.5	5829534.4



Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en platformlocatie.

4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.

	Platformpalen
Aantal palen	8
Paaldiameter	3 m
Wanddikte[1]	36,4 mm
Hei-energie	2000 kJ
Massa ram[2]	100 ton
Massa aambeeld	100 ton
Contactstijfheid	20 GPa

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

[1] Wanddikte t, in mm, geschat op basis van de API (2014) formule voor de minimale wanddikte: $t = 0.01D + 6.35$ mm, met D de paaldiameter in mm.
[2] Bij gebrek aan verdere informatie zijn de massa's van hamer en aambeeld geschat als: aambeeldmassa = hamermassa = hamerenergie×(1 ton/20 kJ).

5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit (Ainslie, 2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekenings-resultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore wind park (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, http://www.emodnet-bathymetry.eu/), zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$)
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m^3
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250\ \text{Hz}}\right)^{1.8} \times$ 0,88 dB/golflengte voor $f <$ 250 Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

6 Drempelwaarden

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden overschrijdt:

Bruinvis: ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1 μPa^{2}s

Zeehond: Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 μPa^{2}s

Hierbij verwijst de term ‘Mpw-gewogen’ naar het toepassen van een frequentieweging volgens het door Southall et al (2017) gedefinieerde filter voor ‘pinnipeds in water’. Deze weging houdt rekening met een bandbreedte van het gehoor van zeehonden onderwater, tussen 75 Hz en 75 kHz.

7 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie een maximum waarde van de ongewogen breedband SELss van 173 dB re 1 µPa^{2}s, bij heien zonder mitigatiemaatregelen.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 5 dB hoger is dan de verwachte geluidsnorm (168 dB re 1 µPa^{2}s, zie Heinis et al, 2019). Daarbij dient opgemerkt te worden dat deze berekening gebaseerd is op realistische ‘worst-case’ aannamen, zie ook sectie 9 van deze notitie. De berekende overschrijding van de norm kan met behulp van in de markt beschikbare maatregelen gemitigeerd worden, zie bijvoorbeeld het overzicht in Tabel 4. De speciaal voor windturbinefundaties ontwikkelde maatregelen in deze tabel (NMS en HSD) zijn niet direct toepasbaar voor platformpalen.

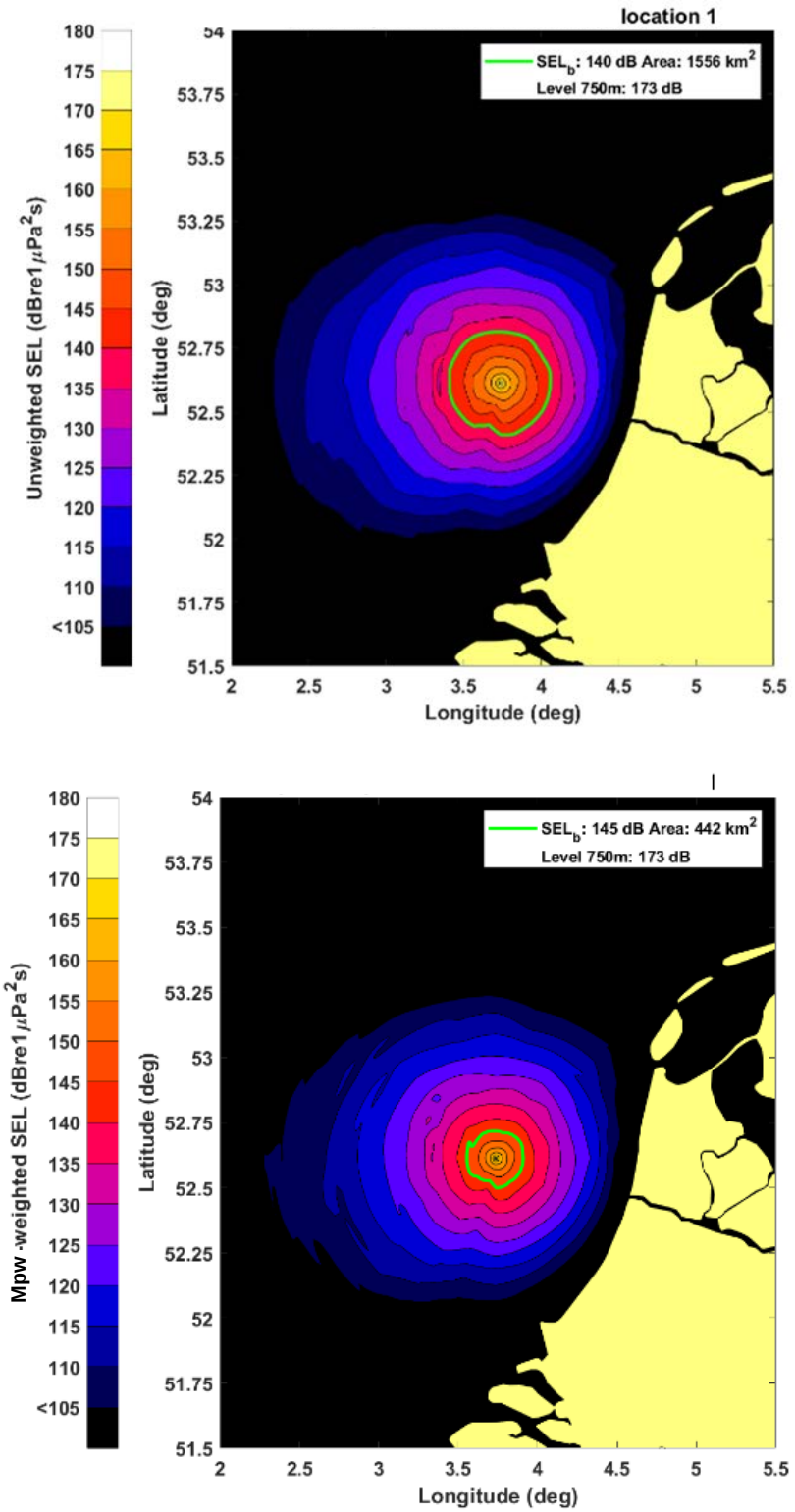
Tabel 4: overzicht van de bandbreedte aan geluidreducties die eerder zijn behaald met diverse maatregelen (NAS = underwater noise abatement systems; BBC = big bubble curtain; DBBC = double big bubble curtain; NMS = (IHC) noise mitigation system; HSD = hydro sound damper), uit (Verfuss et al, 2019)

NAS	Water depth	Noise reduction Δ SEL_{ss} (dB)
$BBC_{(>0.3m^3/(min*m)}$	~ 40 m	7 - 11
$DBBC_{(>0.3m^3/(min*m)}$	~ 40 m	8 - 13
$DBBC_{(>0.4m^3/(min*m)}$	~ 40 m	12 - 18
$DBBC_{(>0.5m^3/(min*m)}$	> 40 m	~ 15-16 (based on 1 pile)
NMS	Up to 40 m	13 - 16
HSD	Up to 40 m	10 - 12
NMS + optimised $BBC_{(>0.4m^3/(min*m)}$	~ 40 m	17-18
NMS + optimised $BBC_{(>0.5m^3/(min*m)}$	~ 40 m	18-20
HSD + optimised $BBC_{(>0.4m^3/(min*m)}$	~ 30 m	15-20
HSD + optimised $DBBC_{(0.48m^3/(min*m)}$	20-40 m	15-28
HSD + optimised $DBBC_{(> 0.5m^3/(min*m)}$	< 45 m	18-19

8 Verstoringsoppervlak

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, bij ongemitigeerd heien, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de (“SELb”) verstoringscontour rond de bron waarbinnen het geluid de drempelwaarde voor verstoring van bruinvissen of zeehonden overschrijdt. Het maximale oppervlak binnen de berekende verstoringscontouren is:

- Verstoringsoppervlak bruinvissen: 1556 km^2
- Verstoringsoppervlak zeehonden: 442 km^2



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) en verstoringscontouren voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder) voor het heien van de fundering voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West.

9 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELss uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB hoger te zijn dan de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van verstoringsdrempels is in deze studie uitgegaan van de normen zoals in het KEC-2018 gehanteerd. Recente metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze norm mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen op basis van de berekende verstoringscontouren (Binnerts et al. 2016) ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Een mogelijke verklaring kan zijn dat bruinvissen vooral door de hogere frequenties in het heigeluid verstoord worden, terwijl voornamelijk laagfrequent heigeluid overblijft na propagatie over grotere afstanden. Dat effect zou wellicht in rekening kunnen worden gebracht door middel van een frequentiegewogen geluidniveau, maar die hypothese behoeft nader onderzoek (Tougaard et al. 2015).

10 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Beta-platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 173 dB re 1 μPa^2s. De berekende overschrijding van de norm met 5 dB is naar verwachting eenvoudig te mitigeren met een enkelvoudige maatregel zoals een bellenscherm.

11 Referenties

Ainslie, 2010: “Principles of Sonar Performance Modeling”, Springer-Praxis

API, 2014: “API Recommended Practice 2A-WSD Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design”, American Petroleum Institute, www.api.org

Binnerts et al, 2016: “Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound”, report TNO 2016 R11338.

Deeks & Randolph, 1993: “Analtical modelling of hammer impact for pile driving”, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302

de Jong et al, 2018: “Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions”, report TNO 2018 R11671. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predeictions_tno_2019.pdf)

Geelhoed et al, 2018: “Gemini T-c: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015”, Wageningen Marine Research report C020/17

Harwood et al, 2014: “A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations”, Report SMRUL-TCE-2013-014.

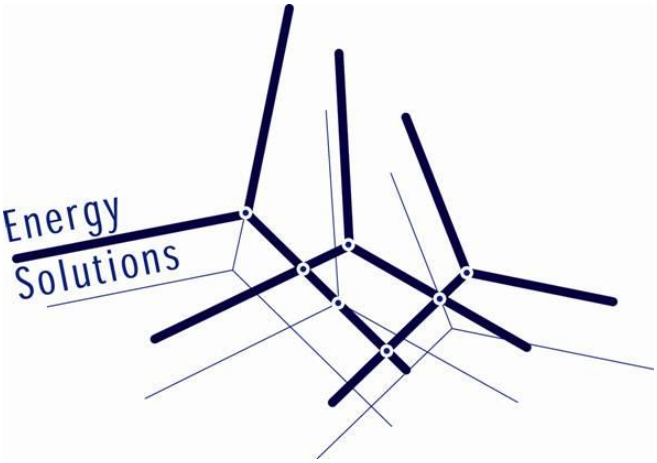
Heinis et al, 2019: “Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen”. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf)

Southall et al, 2017: “Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations”, Aquatic Mammals 33(4): 411-521

Tougaard et al, 2015: “Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises”, Marine Pollution Bulletin 90, 196–208

Verfuss et al, 2019: “A review of noise abatement systems for offshore wind farm construction noise, and the potential for their application in Scottish waters”, Scottish Natural Heritage Research Report No. 1070

BIJLAGE D STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD



TenneT

Berekening specifieke magneetveldzone

Hollandse Kust West Beta

Revisietabel

Revisie	Datum	Auteur	Opmerkingen
1.2	28-01-2021	[redacted]	Bijlage toegevoegd, update tekst
1.1	13-10-2020		Update na review
1	29-09-2020		

Documentnummer: ENSOL-RPT-2020.113
Auteur: [redacted]
Revisie: 1.2
Datum: 28 januari 2021
Gecontroleerd: [redacted]

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 2

1.1 PROJECT BESCHRIJVING 2

2 ACHTERGROND EN UITGANGSPUNTEN 3

2.1 MAGNEETVELDEN EN GEZONDHEID 3
2.2 BELEIDSADVIES MET BETREKKING TOT HOOGSPANNINGSLIJNEN 3
2.3 ZONEBEREKENING 3
2.4 DISCLAIMER 4

3 UITGANGSPUNTEN BIJ DE BEREKENING 5

3.1 UITGANGSPUNTEN 5
3.2 INVOER GEGEVENS EN BEREKENDE SITUATIES 6
3.2.1 220 kV Zeekabel 6
3.2.2 220 kV Land tracé 7

4 RESULTATEN BEREKENINGEN 8

4.1 RESULTATEN 8
4.1.1 220 kV zeekabel ligging zee 8
4.1.2 220kV zeekabel ligging op het strand 10
4.1.3 220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel) 11
4.1.4 220 kV landkabel ligging in platvlak 12
4.1.5 220 kV Zeekabel HDD 13
4.1.6 220 kV Landkabel HDD Duinboring 15
4.1.7 220 kV Landkabel HDD 16

5 CONCLUSIE 17

6 BIJLAGEN 18

1 Inleiding

1.1 Project beschrijving

Voor het project Hollandse Kust West Beta (HKWb) heeft Energy Solutions van TenneT opdracht gekregen om de magneetveldcontour te berekenen van het 220 kV kabeltracé. Het onshore tracé start bij het 220/380 kV station in IJmuiden en eindigt op het strand waar de offshore verbinding naar het platform van HKWb gaat. Het tracé bestaat uit 2 kabelcircuits. In deze rapportage zijn de resultaten van de magneetveldberekeningen voor deze verbinding samengevat.

Het project HKWb is één van de offshore wind projecten die aangesloten zal worden op het nieuw te bouwen 220/380 kV transformatorstation in IJmuiden. In 2018 zijn er magneetveldberekeningen uitgevoerd voor de tracés van de andere verbindingen van Hollandse Kust West Alpha (HKWa) en Hollandse Kust Noord (HKN) welke op hetzelfde hoogspanningsstation worden aangesloten. Het tracé van HKWb heeft geen invloed op de magneetveldcontour van deze verbindingen. De kabels voor HKWb worden aangesloten op hetzelfde hoogspanningsstation als de verbindingen van HKWa en HKN. Hiervoor is een aparte rapportage opgesteld waarbij de magneetveldcontour van het complete transformatorstation is berekend.

2 Achtergrond en uitgangspunten

2.1 Magneetvelden en gezondheid

Magneetvelden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte kunnen acute effecten optreden, zoals het 'zien' van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om in de tijd wisselende velden met een frequentie van 50 hertz (Hz). Voor de sterkte van het magneetveld heeft de Europese Unie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla (μT) aanbevolen*. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen acute effecten.

Het is minder duidelijk wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere sterkte van het magneetveld zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst er op dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magneetveld sterker is dan verder verwijderd van de hoogspanningslijn, mogelijk extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magneetvelden sterker dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla (μT).

2.2 Beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het toenmalige ministerie van VROM in 2005 een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla (μT) (de magneetveldzone). Het beleidsadvies is in 2008 verduidelijkt en is in 2018 geëvalueerd. Deze evaluatie heeft op het moment nog niet geleid tot een verandering in het voorzorgsbeleid.

2.3 Zoneberekening

De manier waarop deze magneetveldzone kan worden berekend, is vastgelegd in de Handreiking van het RIVM.

Om een berekeningsmethode voor de in het beleidsadvies aangegeven magneetveldzone op te kunnen stellen, zijn enkele vereenvoudigingen van het hoogspanningsnet aangenomen. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een eerste vereenvoudiging is dat er voor elk circuit met één stroom wordt gerekend. Deze rekenstroom is een schatting voor de maximale, jaargemiddelde stroom die nu of in de toekomst kan optreden. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemdraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningsverbinding zoals buisleidingen, vangrails en silo's) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de specifieke magneetveldzone, waar mogelijk, wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningsverbinding. Een gevolg van deze aannames is dat een berekening volgens deze Handreiking niet de werkelijke sterkte van het magneetveld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip (zoals die met een momentane meting bepaald zou kunnen worden) weergeeft. Een berekening volgens de Handreiking legt een toekomstgerichte specifieke magneetveldzone vast die past binnen het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen.

* AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz (1999/519/EG)

2.4 Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen.

In deze rapportage zijn ook de magneetveldcontouren (in dit rapport: 0,4 μT zones) berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is de notitie “Afspraken over de berekening van de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding” als leidraad gebruikt.

Het feit dat in deze rapportage 0,4 μT zones en –contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 μT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

3 Uitgangspunten bij de berekening

3.1 Uitgangspunten

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- "*Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen*", G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015;
- het document "Afspraken over de rekenmethodiek voor de "*magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*", 3 november 2011.

Daarnaast worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De magneetveldcontour is berekend op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld of zeebodem en weergegeven ten opzichte van de hartlijn van de hoogspanningskabels.
- Bij de berekening wordt uitgegaan van symmetrische fasestromen.
- Voor het berekenen van de magneetveldcontour van de zeekabels wordt geen rekening gehouden met de samengeslagen constructie en eventuele magnetische afscherming van staaldraadarmering. Indien hier wel rekening mee gehouden wordt, zal de berekende waarde aanzienlijk lager zijn. De in dit rapport berekende magneetveldcontour voor de zeekabels kunnen daarom als conservatief beschouwd worden.
- Bij de ligging in open ontgraving ter hoogte van moflocaties wordt geen rekening gehouden met eventuele verbrede ligging en/of overlengte van de kabels.

3.2 Invoer gegevens en berekende situaties

Voor de berekeningen is als uitgangspunt gebruik gemaakt van de configuratie zoals die is verstrekt door TenneT. De gehanteerde uitgangspunten voor de berekeningen zijn in onderstaande tabellen weergegeven.

3.2.1 220 kV Zeekabel

Tabel 1: Gegevens 220 kV verbinding HKWb zeekabel

Algemeen	
Naam totaal verbinding	220 kV Zeekabel HKWb
Onderzochte locaties	Open ontgraving
Kabeltype	1x3x1600mm² Cu
Aantal circuits	2
Aantal kabels per fase	1
Benaming circuits	A, B
Spanning	220 kV
Ontwerpstroom	1010 A
Langdurig gemiddelde belasting	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
Rekenstroom per circuit	606 A
Configuratie	**Ligging op de zeebodem**
Klokgetal	S R T
Afstand tussen de geleiders	106 mm
Liggingsdiepte (zeebodem)	1 – 3 m
Configuratie	**Ligging strand**
Liggingsdiepte	5 – 8 m
Afstand tussen de kabels	30 m
Configuratie	**Ligging boring zeekabel**
Type mantelbuis boring	HDPE 710 SDR 9
Aantal circuits per boring	1 circuit per boring
Intrede/uittredehoek boring	16 ° / 16 °
Afstand tussen de boringen	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)

3.2.2 220 kV Land tracé

Tabel 2: Gegevens 220 kV verbinding HKWb landkabel

Algemeen	
Naam totaal verbinding	220 kV Land tracé HKWb
Onderzochte locaties	Open ontgraving, HDD A, B
Kabeltype	3x1x2500mm² Cu
Aantal circuits	2
Aantal kabels per fase	1
Benaming circuits	A, B
Spanning	220 kV
Ontwerpstroom	1010 A
Langdurig gemiddelde belasting	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
Rekenstroom per circuit	606 A
Configuratie	**Open ontgraving**
Klokgetal	R-S-T T-S-R
Liggingsdiepte (maaiveld)	1,2 m & 5 m
Hartafstand tussen de kabels	0,75 m
Hartafstand tussen de circuits	10 m (land) 30 m (strand)
Configuratie	**Boring**
Type mantelbuis boring	2 x HDPE 250 SDR9
Aantal circuits per boring	1 circuit per boring
Intrede/uittredehoek boring	16 ° / 16 °
Klokgetal	R T S T S R
Afstand tussen boringen	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)

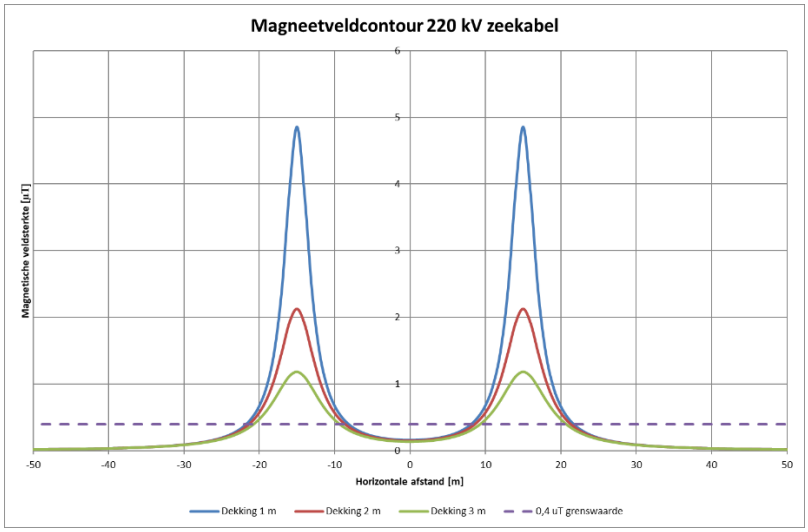
4 Resultaten berekeningen

4.1 Resultaten

De magneetveldcontour† is berekend op 1 meter boven het maaiveld, conform de gegeven uitgangspunten in hoofdstuk 3. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. Conform de richtlijnen van het RIVM zijn deze waarden voor de zones afgerond op 5 meter. In bijlage 2 is de berekende magneetveldcontour ter hoogte van de in- en uittredepunten van de boringen weergegeven. Voor het uittredepunt aan de zijde van het transformatorstation is de magneetveldcontour van het uittredepunt berekend zonder het effect van het transformatorstation. De magneetveldberekeningen voor het transformatorstation zijn samengevat in een separate rapportage waarbij het effect van de boring is meegenomen.

4.1.1 220 kV zeekabel ligging zee

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel weergegeven, In de figuur zijn de berekeningsresultaten bij een dekking van 1, 2 en 3 m. zichtbaar. De hartafstand tussen de circuits 30 m (nabij de kust). Verder op zee zullen de circuits uitwaaien naar een maximale onderlinge afstand van 200 m. De berekening is bij 30 m onderlinge circuit afstand uitgevoerd.



Figuur 1: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel in de zee

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

Tabel 3: Magneetveldzone 220 kV zeekabel per kabel

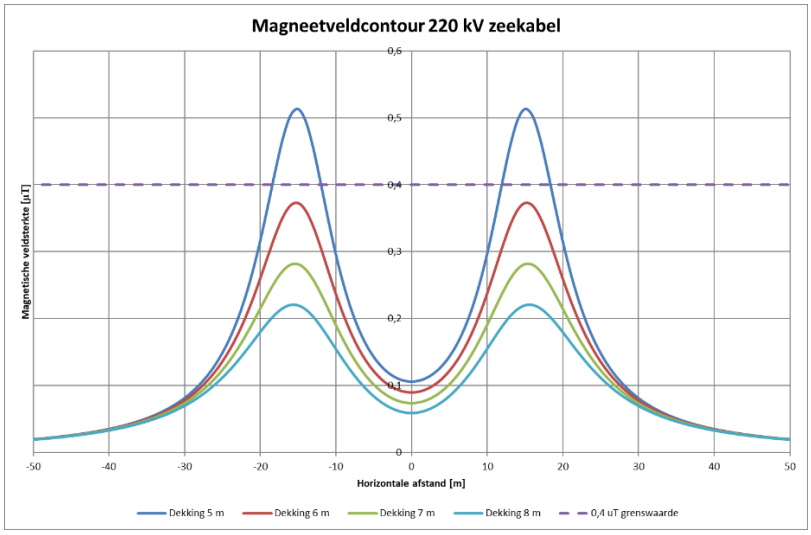
Liggingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
1 m	606	5 m	5 m
2 m	606	5 m	5 m
3 m	606	5 m	5 m

† De magneetveldcontour is de afstand vanaf het hart van de verbinding(en) waar binnen de magnetische veldsterkte groter of gelijk is aan 0,4 µT.

In de praktijk zal de samengeslagen constructie van de zeekabel zorgen voor een aanzienlijk lagere waarde van de magnetische veldsterkte waardoor er mogelijk geen magneetveldcontour voor de zeekabel aanwezig is.

4.1.2 220kV zeekabel ligging op het strand

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel op het strand weergegeven. De kabel zal op het strand met een grotere dekking geïnstalleerd worden. In de figuur zijn de berekeningsresultaten zichtbaar bij een ligging met een dekking van 5, 6, 7 en 8 m. Op het strand zal de hartafstand tussen de circuits 30 m bedragen.



Figuur 2: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel ligging strand

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

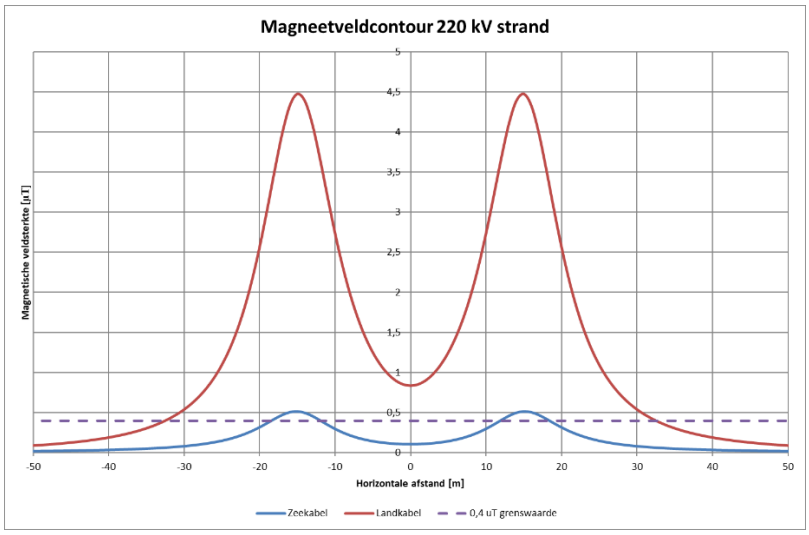
Tabel 4: Magneetveldcontour 220 kV per zeekabel op het strand

Liggingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
5m	606	5 m	5 m
6m	606	0 m	0 m
7m	606	0 m	0 m
8m	606	0 m	0 m

Bij een liggingsdiepte van 6 m is de maximale waarde van de magnetische veldsterkte lager dan 0,4 µT, waardoor er geen magneetveldcontour meer aanwezig is.

4.1.3 220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel)

Ter hoogte van de moflocatie van de overgangsmof tussen zee- en landkabels geldt de berekende situatie zoals aangegeven bij de uitgangspunten met een liggingsdiepte van 5 m. Voor de landkabel is de situatie berekend en weergegeven in onderstaande grafiek.



Figuur 3: Magneetveldcontour 220 kV zee- en landkabel bij de overgangsmof

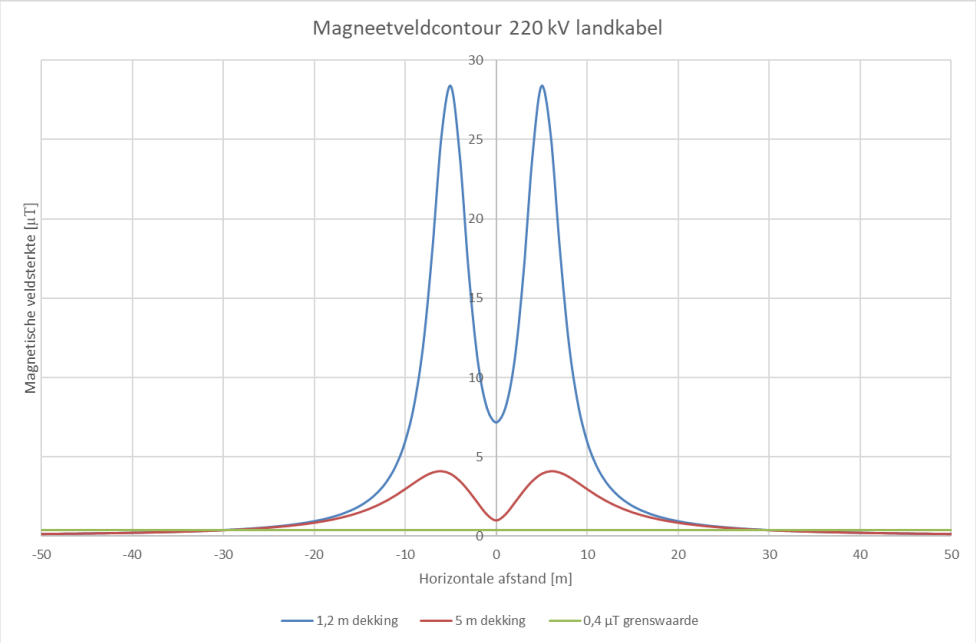
De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven. De breedte van de contour wordt bepaald door de landkabelzijde.

Tabel 5: Magneetveldcontour 220 kV landkabel op het strand bij overgangsmof

Liggingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
5m (zeekabel)	606	5 m (per kabel)	5 m (per kabel)
5m (landkabel)	606	35 m	35 m

4.1.4 220 kV landkabel ligging in platvlak

Op het strand zal er een overgangsmof tussen zee- en landkabel gemaakt worden. Vanaf deze mof zullen de 220 kV verbindingen bestaan uit landkabel. Voor deze situatie is de magneetveldcontour berekend bij een dekking van 5 m (strand) en 1,2 m (overige locaties in het tracé). De configuratie van de kabel is ligging in plat vlak met een hartafstand tussen de circuits van 10 m .



Figuur 4: Magneetveldcontour 220 kV landkabel in plat vlak

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

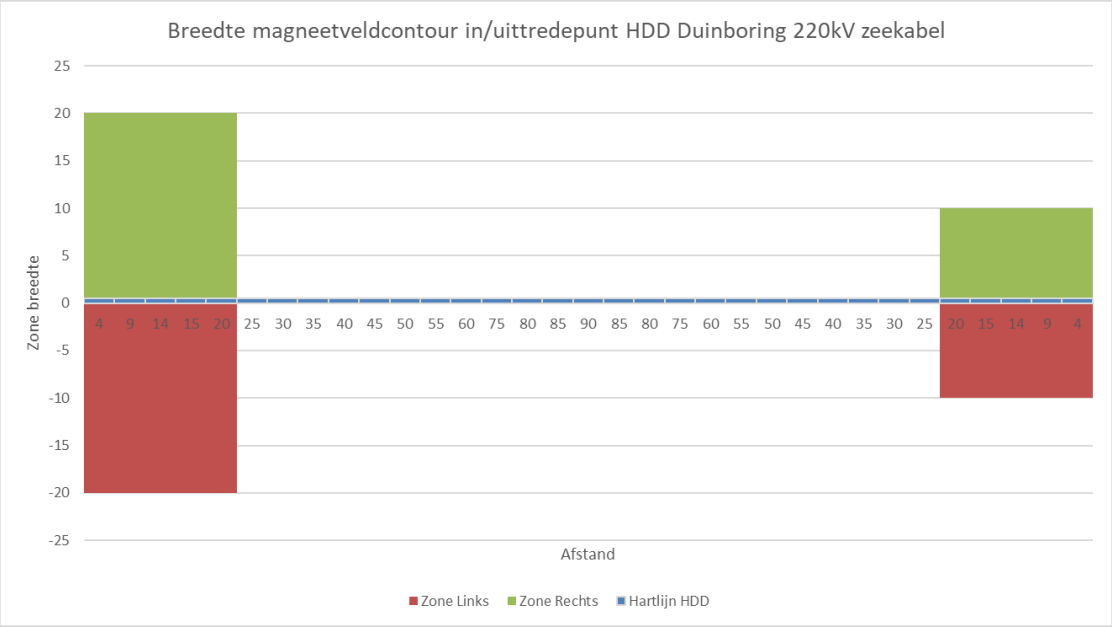
Tabel 6: Magneetveldcontour 220kV landkabel in platvlak

Liggingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
1,2m	606	30 m	30 m
5m	606	30 m	30 m

4.1.5 220 kV Zeekabel HDD

Voor het realiseren van de duinkruising wordt een horizontaal gestuurde boring (HDD) gemaakt. Eén van de opties hiervoor is het installeren van de zeekabel in deze boringen en de moflocatie voor de aansluiting op de landkabel aan de oostzijde van de duin te maken. Aan de strandzijde zijn de boringen 30 m uit elkaar geplaatst en aan de landzijde 10 m.

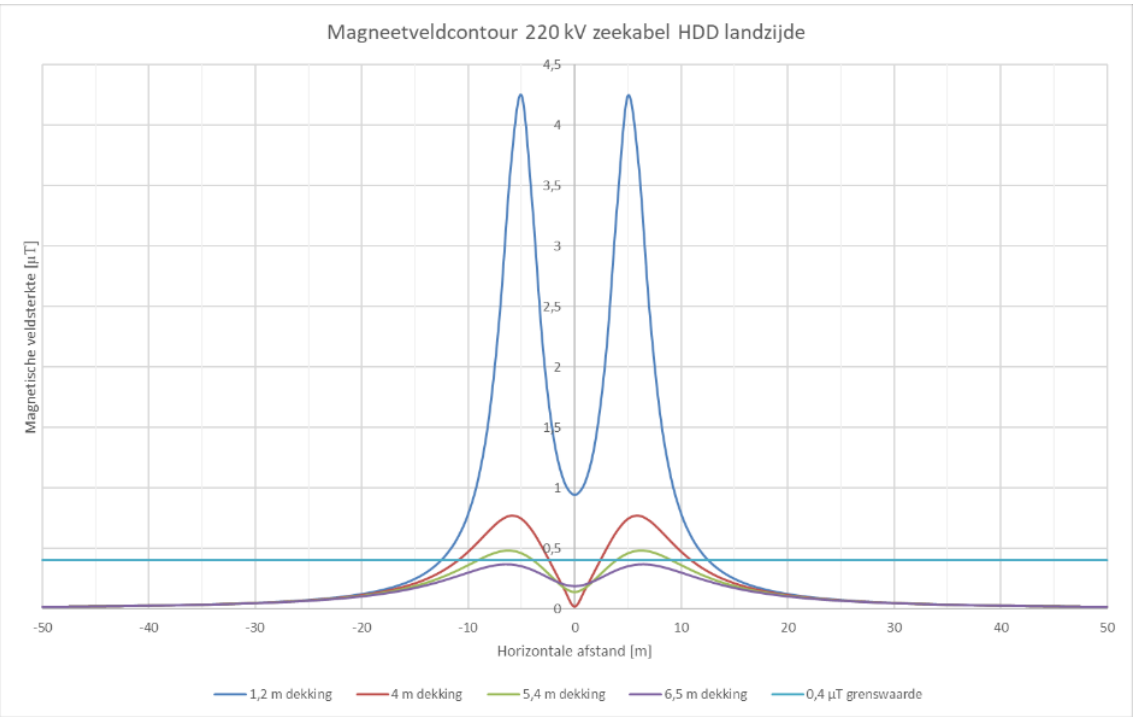
Een eigenschap van een HDD is dat het magneetveld lager wordt naarmate de dekking van de kabels toeneemt. Dit houdt in dat er alleen een magneetveld boven de 0,4 μT aanwezig is bij de in- en uittredepunten van de boringen. Dit gebied is in de onderstaande grafiek weergegeven als functie van de lengte over het maaiveld. Voor de overige lengte van de boring is er geen magneetcontour boven de 0,4 μT aanwezig en daarom niet ingetekend.



Figuur 5: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV zeekabel

De breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 20 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte 10 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.

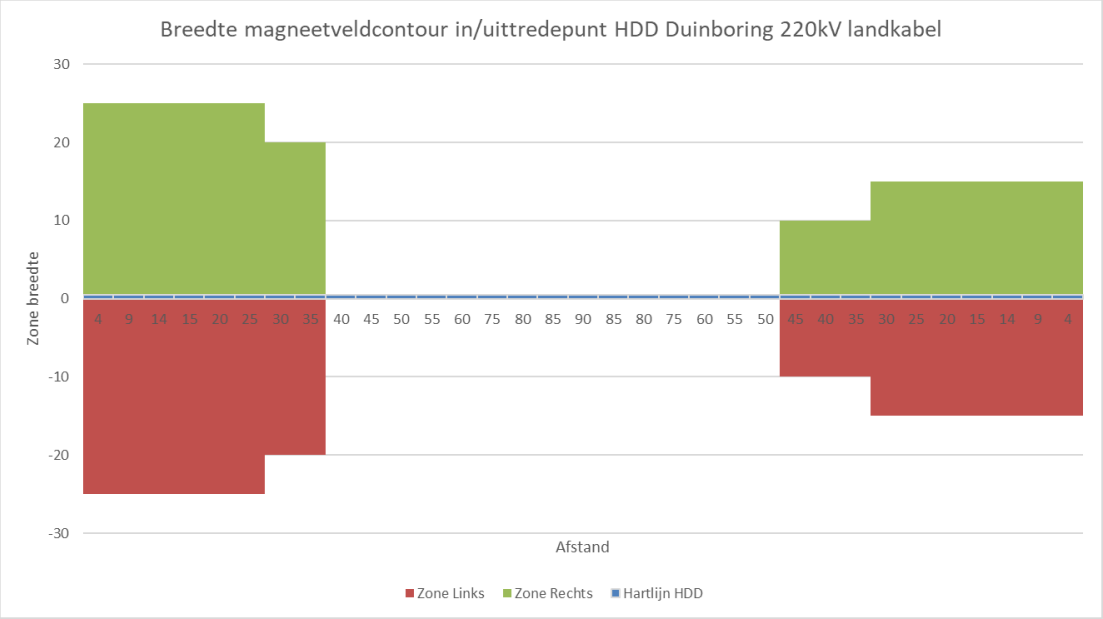
Om het effect van de snelle uitdemping te laten zien is in onderstaande figuur de magneetveldcontour voor verschillende diepten te zien.



Figuur 6: Magneetveldcontour bij verschillende diepten HDD landzijde

4.1.6 220 kV Landkabel HDD Duinboring

De tweede optie voor het kruisen van de duinen is het maken van de moflocatie op het strand en het plaatsen van landkabel in de boring onder de duinen. In onderstaande afbeelding is de breedte van de magneetveldcontour weergegeven.

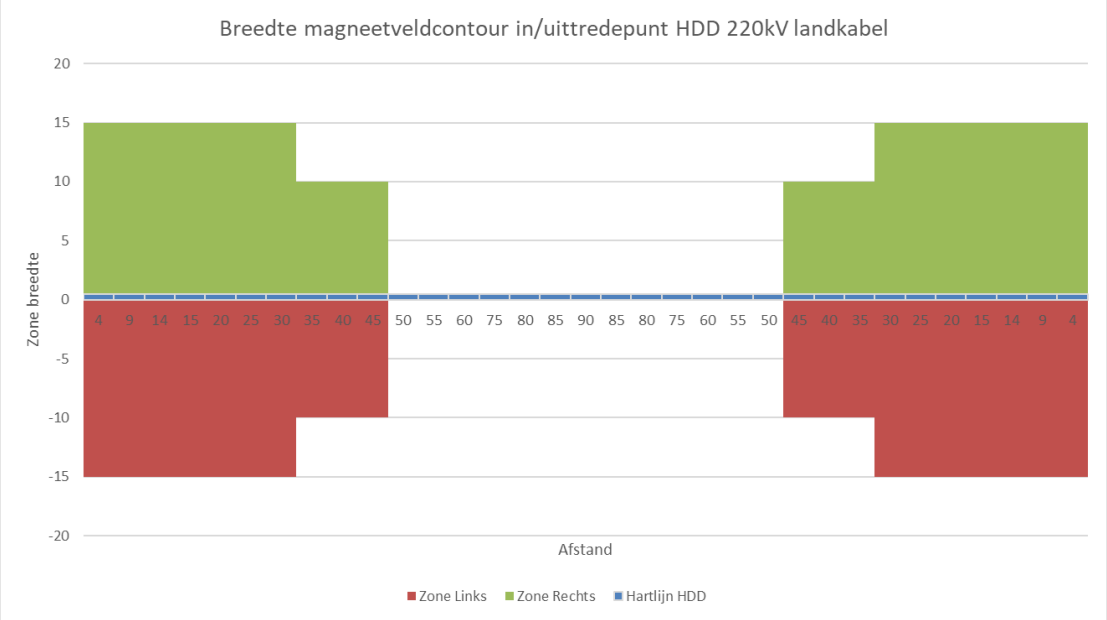


Figuur 7: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV

De maximale breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 25 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte maximale breedte 15 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.

4.1.7 220 kV Landkabel HDD

De boring naar het landstation wordt uitgevoerd met landkabel. In onderstaande figuur is de breedte van de magneetveldcontour voor de in- en uittredepunten van deze boringen weergegeven.



Figuur 8: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 7: Magneetveldcontour 220 kV landkabel HDD

Liggingsdiepte bovenste HDD	Afstand vanaf in/uittredepunt	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
1,2m	0	606	15 m	15 m
4,0m	14	606	15 m	15 m
5,4m	15	606	15 m	15 m
6,5m	20	606	15 m	15 m
7,4m	25	606	15 m	15 m
8,4m	30	606	10 m	10 m
9,2m	40	606	10 m	10 m
9,9m	45	606	10 m	10 m
11,1m	50	606	0 m	0 m
11,4m	55	606	0 m	0 m
12,0m	60	606	0 m	0 m

Uit de tabel blijkt dat wanneer de boring op een diepte van 11,1 m -mv bevindt er geen magneetveldcontour aanwezig is.

5 Conclusie

Omdat het grootste deel van het tracé door middel van horizontaal gestuurde boringen wordt gerealiseerd, is er maar op een beperkt aantal plaatsen een 0,4 μT magneetveldcontour aanwezig. Deze bevindt zich op de plaatsen waar de kabel in open ontgraving is geïnstalleerd en bij de in- en uittredepunten van de boringen. Op hogere diepten verdwijnt de magneetveldcontour volledig. Binnen de aanwezige magneetveldcontouren zijn geen gevoelige bestemmingen aanwezig.

6 Bijlagen

Bijlage 1: Gegevens

Bijlage 2: Kaart met magneetveldcontour in-uittredepunten boringen

Bijlage 3: Overzichtskaart tracé en transformatorstation

Bijlage 1

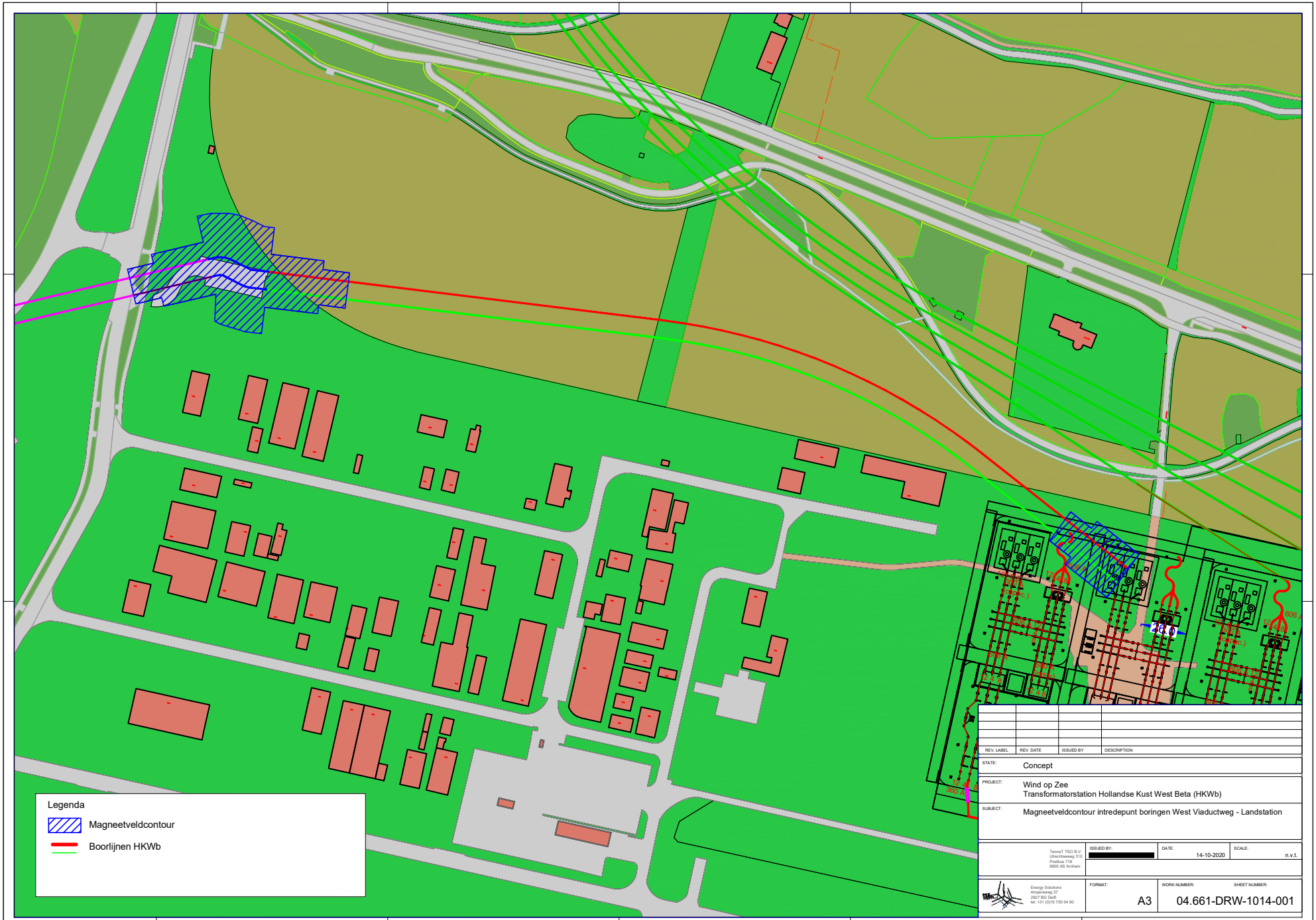
Gegevens hoogspanningsverbinding

Ontvangen gegevens van TenneT:

- Phase to phase voltage U_{nom} : 220 kV
- Nominal frequency : 50 Hz
- Total installed power (MW) : 700 MW
- Power with overplanting : 760 MW
- Overplanting : 8 %
- Design power : Normal condition: 350 MW for each cable circuit
  Overplanting condition: 380 MW per cable circuit
- Design current : 1.000 A for each cable circuit
- Long term average current (load factor) : 600 A (60 % of design current)
- Maximum current at worst case conditions : 1.100A for each cable circuit
- Number of circuits : 2
- 3-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms
- 1-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms

Bijlage 2

Kaart met magneetveldcontour
In-uittredepunten boringen



REV. LABEL	REV. DATE	ISSUED BY	DESCRIPTION

STATE: Concept

PROJECT: Wind op Zee
Transformatorstation Hollandse Kust West Beta (HKWb)

SUBJECT: Magneetveldcontour intredepunt boringen West Viaductweg - Landstation

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310
Postbus 718
6800 AS Arnhem

ISSUED BY: [redacted]

DATE: 14-10-2020

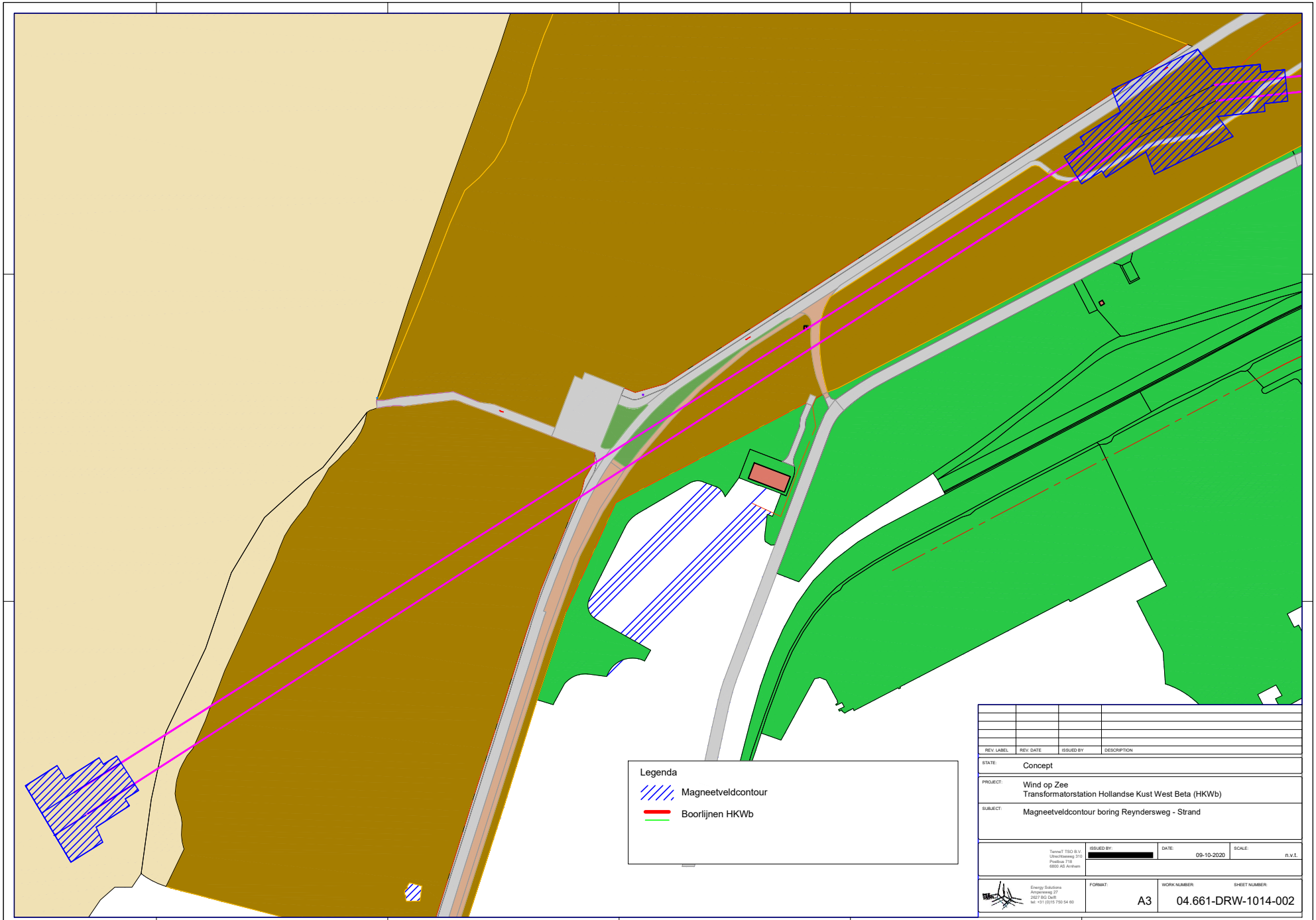
SCALE: n.v.t.

Energy Solutions
Ampereweg 27
2627 BG Delft
tel: +31 (0)15 750 54 60

FORMAT: A3

WORK NUMBER: 04.661-DRW-1014-001

SHEET NUMBER:



REV. LABEL	REV. DATE	ISSUED BY	DESCRIPTION

STATE: Concept

PROJECT: Wind op Zee
Transformatorstation Hollandse Kust West Beta (HKWb)

SUBJECT: Magneetveldcontour boring Reyndersweg - Strand

TenneT TSO B.V.
Utrechtseweg 310
Postbus 718
6800 AS Arnhem

ISSUED BY: [redacted]

DATE: 09-10-2020

SCALE: n.v.t.

Energy Solutions
Ampereweg 27
2627 BG Delft
tel: +31 (0)15 750 54 60

FORMAT: A3

WORK NUMBER: 04.661-DRW-1014-002

SHEET NUMBER:

Bijlage 3

Overzichtskaart tracé en transformatorstation

Hollandse Kust West Beta

VKA tracé 3.0 Onshore

Legenda

- Tracé VKA 3.0
- In- of uittredepunt boring
- Zakelijk rechtstrook VKA 3.0
- Grens inpassingsplan
- Tracé HKN/HKwA
- Locatie transformatorstation HKwB
- Transformatorstation HKN/HKwA
- Werkterrein

Versie	VKA 3.0	Datum	5-1-2021
Schaal	1:4.000	Formaat	A0
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\planologie\vka_traces\mxd\210105HKwB_vka3_0_onshore_A0l.mxd		

0 100 200 300 m.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



COLOFON

WATERTOETSEN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

KLANT
TenneT

AUTEUR
[redacted]

PROJECTNUMMER
C05057.000220

ONZE REFERENTIE
D10027755:34

DATUM
24 maart 2021

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR	VRIJGEGEVEN DOOR
[redacted]	[redacted]
Marien Ecoloog	Marien Ecoloog

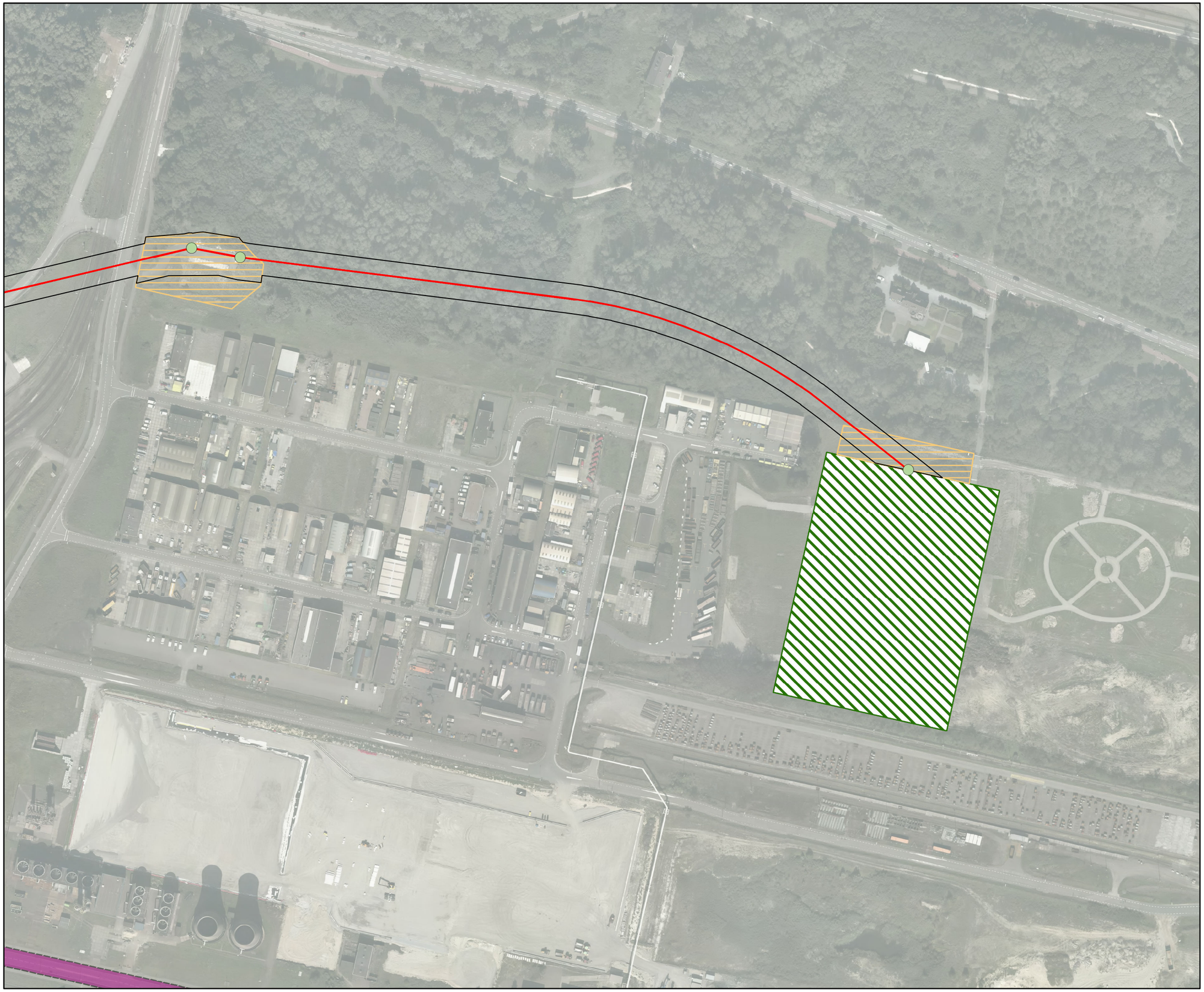
Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Hollandse Kust west Beta

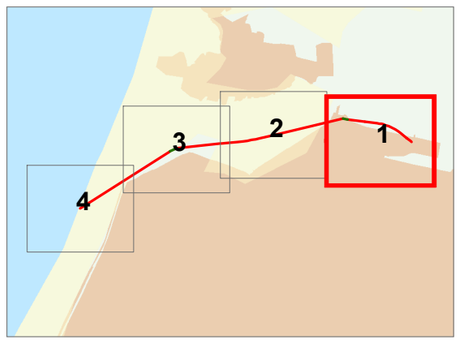
Tracé Onshore



Voorkeurstracé

- Hartlijn vergunningszone
- Offshoretracé
- vergunningszone
- In en uittredepunt HDD
- Werkterrein
- Werkterrein/ Zoekgebied MOFlocatie
- Locatie transformatorstation HKwB
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Kaartblad 1



Versie	Concept	Datum	3-3-2021
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\ 210303hkn_trace land.mxd		

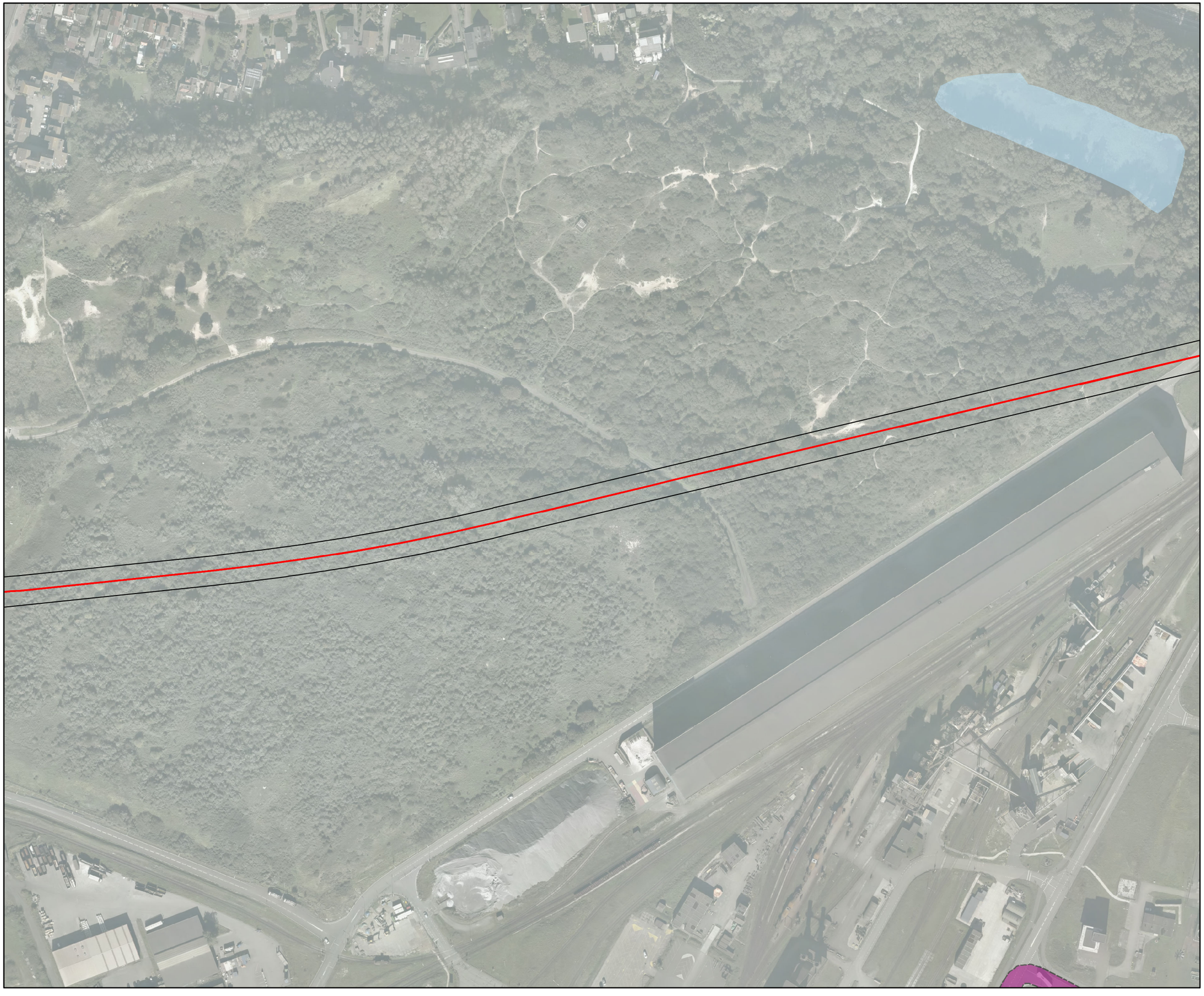
0 25 50 75 100 125 m.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

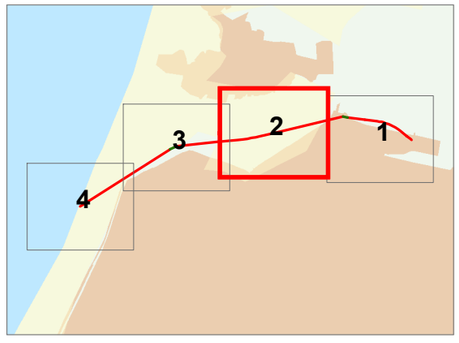
Tracé Onshore



Voorkeurstracé

- Hartlijn vergunningszone
- Offshoretracé
- vergunningszone
- In en uittredepunt HDD
- Werkterrein
- Werkterrein/ Zoekgebied MOFlocatie
- Locatie transformatorstation HKwB
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Kaartblad 2



Versie	Concept	Datum	3-3-2021
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\210303hkn_trace land.mxd		

0 25 50 75 100 125 m.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

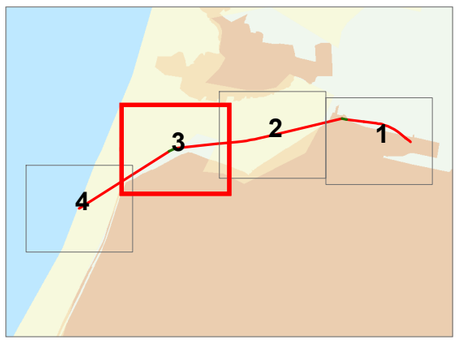
Tracé Onshore



Voorkeurstracé

- Hartlijn vergunningszone
- Offshoretracé
- vergunningszone
- In en uittredepunt HDD
- Werkterrein
- Werkterrein/ Zoekgebied MOFlocatie
- Locatie transformatorstation HKwB
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Kaartblad 3



Versie	Concept	Datum	3-3-2021
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\210303hkn_trace land.mxd		

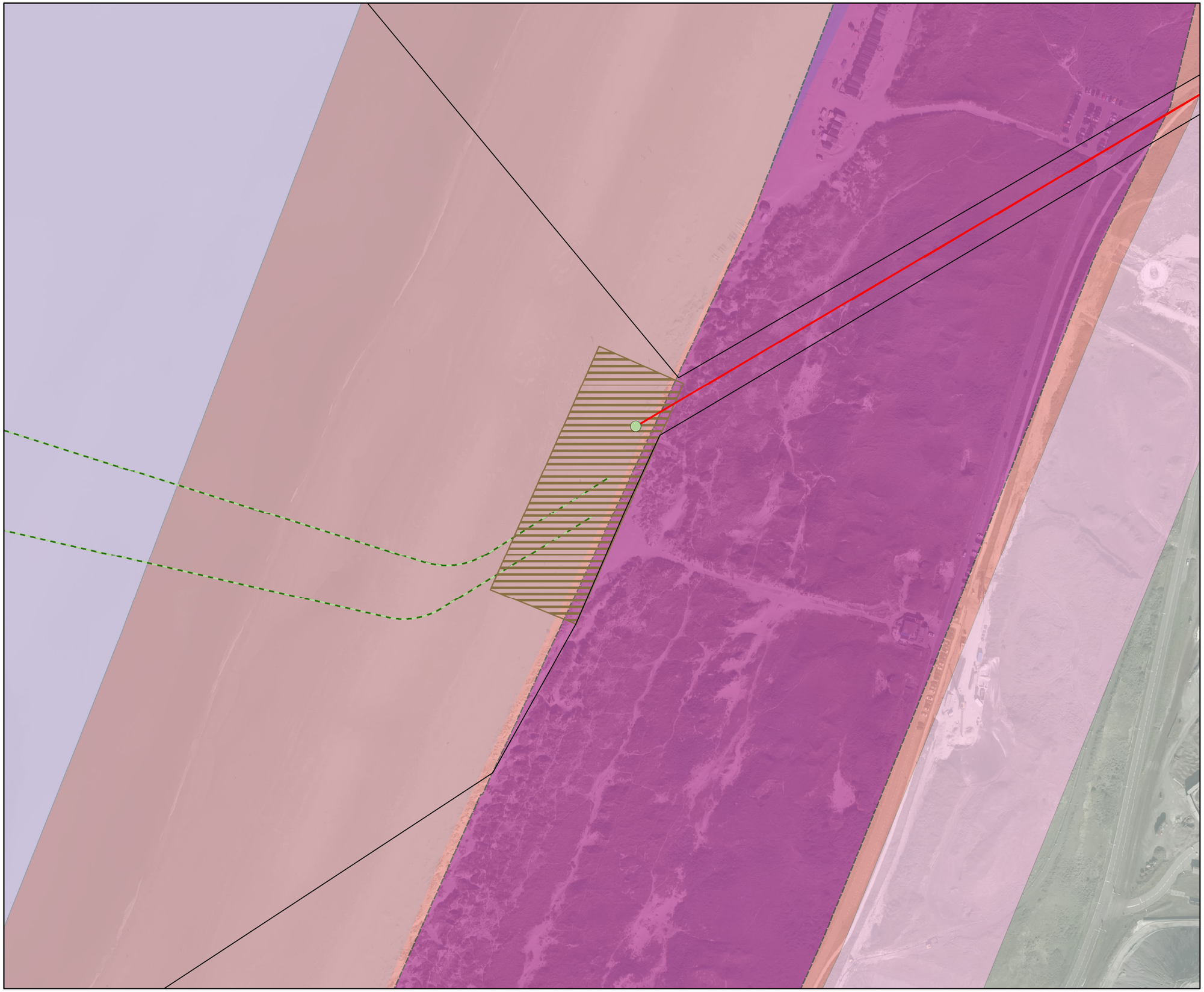
0 25 50 75 100 125 m.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Hollandse Kust west Beta

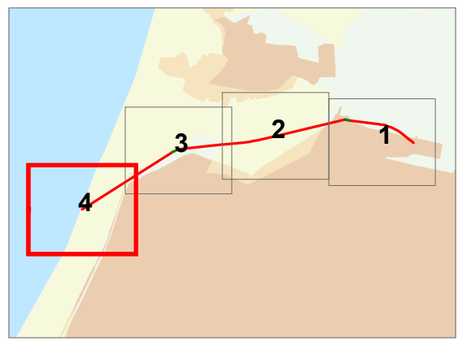
Tracé Onshore



Voorkeurstracé

- Hartlijn vergunningszone
- Offshoretracé
- vergunningszone
- In en uittredepunt HDD
- Werkterrein
- Werkterrein/ Zoekgebied MOFlocatie
- Locatie transformatorstation HKwB
- Waterstaatswerk (waterkering/duinen)
- Beschermingszone A
- Beschermingszone B

Kaartblad 4



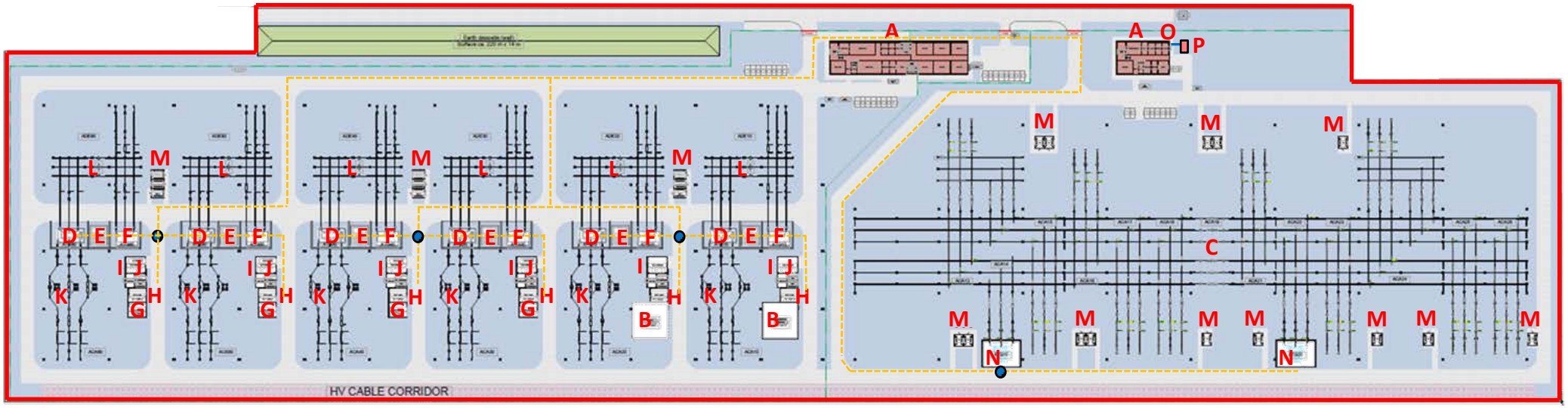
Versie	Concept	Datum	3-3-2021
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	A:\p_offshore\HKWb\producten\vergunning\mxd\ 210303hkn_trace land.mxd		

0 25 50 75 100 125 m.

N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Bijlage Inrichtingstekening transformatorstation net op zee HKN, HKW Alpha en HKW Beta



A = Centraal dienstengebouw
B = 33 kV Filterbank
C = 380 kV AIS met dubbel railsysteem
D = 380/220/33 kV Vermogenstransformator
E = Transformatorkoeler
F = 220 kV Spoel
G = 33 kV Condensatorbank
H = 33 kV Spoel
I = 33 kV Aardingstransformator
J = 33 kV Schakelinstallatie
K = 380 kV AIS Schakelinstallatie
L = 220 kV AIS Schakelinstallatie
M = Veldhuisje
N = 380 kV Spoel
O = Noodstroomaggregaat
P = Dieseltank

= Olie- waterscheider
= Afvoerleiding
= Brandstofleiding
= Inrichtingsgrens