



Planuitwerking KRW

3^e tranche IJsselmeergebied

Deelrapport Definitief Ontwerp Eemmeer en Ketelmeer (VTW5)

Rijkswaterstaat

10 februari 2025

Project Planuitwerking KRW 3e tranche IJsselmeergebied
Opdrachtgever Rijkswaterstaat

Document Deelrapport Definitief Ontwerp Eemmeer en Ketelmeer (VTW5)
Status Definitief 02
Datum 10 februari 2025
Referentie 131294-VTW5/25-001.983

Projectcode 131294

Projectleider [REDACTED]

Projectdirecteur [REDACTED]

Auteur(s) [REDACTED]

Gecontroleerd door [REDACTED]

Goedgekeurd door [REDACTED]

Paraaf [REDACTED]

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Achtergrond van dit project	6
1.2	Doel van dit document	8
1.3	Samenhang met Systeemspecificatie, Monitorings-, beheer- en onderhoudsplan	8
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	10
3	MAATREGELEN EEMMEER	12
3.1	Ontwerp en KRW-areaal	12
3.1.1	Toelichting ontwerp	12
3.1.2	KRW-areaal	13
3.2	Richels (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	14
3.2.1	Zettingen	14
3.2.2	Monitoren zettingen	14
3.2.3	Squeezing	15
3.2.4	Opbouw richels	15
3.2.5	Taluds	15
3.2.6	Grondbalans richels	15
3.3	Riet/helofytenzone (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	15
3.3.1	Aanplant van riet	16
3.3.2	Vraatrasters en linten	17
3.3.3	Ontwerp en uitgangspunten rietzone	19
3.4	Ondiep water met waterplanten (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	19
3.5	Beschermen tegen erosie met een rijshoutdam	19
3.5.1	Ontwerp constructie	20
3.5.2	Specificaties houten palen	21
3.5.3	Dichtheid en materiaal rijshoutdam	21
3.6	Faciliteren van beheer en onderhoud	22
3.7	Uitvoeringsplan	22
3.7.1	Uitvoering	22
3.7.2	Planning	22
3.7.3	Eisen aan uitvoering	23
3.8	Ontwerpkeuzes en aandachtspunten	23
3.8.1	N2000, NNN en grondposities	23
3.8.2	Overige aspecten	24

3.8.3	Duurzaamheid	24
4	MAATREGELEN KETELMEER	25
4.1	Ontwerp en KRW-areaal	25
4.1.1	Toelichting ontwerp	25
4.1.2	KRW-areaal	26
4.2	Richels (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	27
4.2.1	Zettingen	27
4.2.2	Monitoren zettingen	28
4.2.3	Squeezing	28
4.2.4	Opbouw richels	28
4.2.5	Taluds	29
4.2.6	Grondbalans richels	29
4.3	Rietzone (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	29
4.3.1	Aanplant van riet	29
4.3.2	Vraastrasters en linten	31
4.3.3	Ontwerp en uitgangspunten	32
4.4	Dood hout (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	32
4.4.1	Ondiep water met waterplanten (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)	33
4.5	Beschermen tegen erosie met een rijshoutdam	33
4.5.1	Locatie rijshoutdam	33
4.5.2	Ontwerp constructie	34
4.5.3	Staalkwaliteit	34
4.5.4	Eisen buispalen	35
4.5.5	Dichtheid en materiaal rijshoutdam	35
4.5.6	Verwijderen buispalen	35
4.6	Mosselbank (mitigatie N2000)	35
4.7	Faciliteren van beheer en onderhoud	36
4.8	Uitvoeringsplan	36
4.8.1	Uitvoering	36
4.8.2	Planning	36
4.8.3	Eisen aan uitvoering	37
4.9	Ontwerpkeuzes en aandachtspunten	37
4.9.1	Duurzaamheid	38
5	REFERENTIES	39
	Laatste pagina	39

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Ontwerp Eemmeer	1
II	Ontwerp Ketelmeer	1
III	Grondbalans	4
IV	Uitvoeringsplan	9
V	Ontwerp rijshoutdam Eemmeer	15
VI	Ontwerp rijshoutdam Ketelmeer	33
VII	Uitwerking mitigatie kuifeend en tafeleend	2

INLEIDING

1.1 Achtergrond van dit project

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De algemene doelstelling van de KRW is om aquatische ecosystemen en terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van water, te beschermen tegen verdere achteruitgang en om deze ecosystemen in kwaliteit te verbeteren. Als onderdeel van de KRW zet Rijkswaterstaat zich in om de ecologie en waterkwaliteit in het IJsselmeergebied te verbeteren. De KRW is een belangrijke opgave om de waterkwaliteit op orde te krijgen en ecologische waarden te beschermen. Daarnaast heeft het IJsselmeergebied diverse functies onder andere voor drinkwatervoorziening, natuur, landbouw, beroepsvaart, visserij en recreatie. De KRW-maatregelen die Rijkswaterstaat neemt, worden in drie tranches uitgevoerd: de eerste tranche maatregelen is inmiddels afgerond (2010 - 2015), de tweede tranche maatregelen loopt van 2016 - 2021 (uitvoering voor 2027) en de derde tranche maatregelen wordt uitgevoerd in de periode 2022 - 2027. Voor KRW is van belang dat alle maatregelen van de KRW-opgave uiterlijk 2027 zijn gerealiseerd en opgeleverd.

Het doel van de KRW 3^e tranche voor RWS Midden Nederland (MN) is het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit in drie waterlichamen: Ketelmeer/IJsselmeer (O: Z0003 en A: Z0003_b/01, 30 ha/6 km), Zwarte Meer (Z0001, 65 ha/13 km), en Randmeren-Zuid (Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw, X2279-d, 42 ha/8,4 km). Het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit wordt beoogd middels het realiseren van KRW-inrichtingsmaatregelen horende bij type M14: 'Ondiepe (matig grote) gebufferde meren'.

In de voorgaande fasen van het project zijn geschikte locaties geïdentificeerd en vervolgens afgewogen. Dit heeft geresulteerd in het Voorkeursalternatief (VKA). Het VKA bestaat uit 3 deelgebieden: Eemmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer, zoals weergegeven op afbeelding 1.1. Dit document vormt de uitwerking van het VKA van het Eemmeer en Ketelmeer.

Afbeelding 1.1 Projectgebied met zoekgebieden KRW 3^e tranche MN



De waterlichamen voldoen niet aan de KRW-doelen voor de deelmaatlaten macrofauna, vis en 'overige waterflora' (dit laatste enkel in Randmeren-Zuid) voor 'M14 (Ondiepe (matig grote) gebufferde meren'. In de **Randmeren-Zuid** ligt de ecologische kwaliteitsratio (EKR)¹ het verst onder het Goed ecologisch potentieel (GEP)², de ecologische waterkwaliteit ligt hier het meest onder de kwaliteit die als doel gesteld is. De grootste opgave is 'macrofauna'. Net als bij de andere meren is het aandeel plantminnende vis en zuurstoftolerante vis zeer laag. De maatlat 'overige waterflora' voldoet als geheel niet. De deelmaatlat drijfbladvegetatie heeft een zeer lage score, deze vegetatie komt voornamelijk voor in wateren met minder doorzicht. De randmeren zijn dit niet, hierdoor zal drijfblad verdrongen worden door andere soorten. Ook de emerse vegetatie heeft een zeer lage score. De grootste opgave voor het **Ketelmeer** is 'macrofauna'. Bij vissen wordt het GEP net niet gehaald, ook hier is het aandeel plantminnende vis en zuurstoftolerante vis zeer laag. Hierbij wordt opgemerkt dat de EKR beoordeeld is voor het Vossemeer en Ketelmeer gezamenlijk. De EKR is voor het Ketelmeer mogelijk op bepaalde onderdelen lager. Bij het Ketelmeer wordt voor de maatlat 'overige waterflora' voldaan aan de KRW-doelstelling. Dit is hoofdzakelijk te danken aan de hoge score voor submerse vegetatie; de deelmaatlaten emerse, oever en drijfblad voldoen niet. De waterplantenbedekking is ruimtelijk erg variabel, in het oosten van het Ketelmeer is een veel hogere waterplantenbedekking dan in het westen. Dit heeft te maken met verschillen in diepte en dynamiek.

Samengevat zijn de doelsoorten voor dit project daarmee:

- vissen:
 - plantminnende vissen, zoals snoek, ruisvoorn, zeelt, kroeskarper, bittervoorn, gibel, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, tiendoornige stekelbaars en vetje;
 - zuurstoftolerante vissoorten, zoals grote modderkruiper, kroeskarper en zeelt;
- macrofauna: 'plantgebonden macrofauna', zoals de soortgroepen Acari (mijten), Trichoptera (kokerjuffers), Chironomidae (vedermuggen), Odonata (libellen), Ephemeroptera (eendagsvliegen) en Coleoptera (kevers);
- overige waterflora. Het vergroten van het areaal waterplanten voor alle waterlichamen is van belang voor het behalen van de doelstellingen voor de deelmaatlaten vis en macrofauna. Voorbeelden van soorten die belangrijk zijn betreffen riet en lisdodde (emerse en oevervegetatie), kranswieren en fonteinkruiden als stomp of puntig fonteinkruid (submerse vegetatie).

Natuurlijke land-water overgangen vormen een habitat voor plantminnende en zuurstoftolerante vissen en gevarieerde water- en oevervegetatie, die het substraat vormen voor plantgebonden macrofauna. Zowel vanuit de KRW-beoordeling als uit de systeemanalyse blijkt dat een gebrek aan zachte land-waterovergangen een knelpunt vormt voor het systeem functioneren en daarmee ook voor de doelsoorten. Door het realiseren van meer natuurlijke land-waterovergangen is er verbetering te verwachten op de maatlaten overige waterflora, macrofauna en vis. Voor de ontwikkeling van de zachte land-waterovergangen speelt waterriet een belangrijke rol. De ontwikkeling van rietkragen op voorheen onbegroeide oevers draagt bij aan verhoging van de ecologische toestand (EKR-score). Daarnaast zorgt waterriet voor een geschikte habitat voor de doelsoorten macrofauna- en vis. Het gewenste resultaat is natuurlijke land-water overgangen, verrijkt met dood hout t.b.v. de ontwikkeling van macrofauna in het algemeen.

Voor meer informatie over de achtergrond van de knelpunten wordt verwezen naar het Startdocument (WP4-Startdocument).

¹ EKR: de Ecologische KwaliteitsRatio. Met de EKR-score worden verschillende meetwaarden tot één getal gecombineerd en met een norm vergeleken. Zo wordt de ecologische kwaliteit van een waterlichaam uitgedrukt in de Ecologische KwaliteitsRatio.

² GEP: Goed Ecologisch Potentieel. Het GEP wordt afgeleid op basis van de milieukwaliteitseisen voor de goede ecologische toestand van het meest gelijkende natuurlijke watertype.

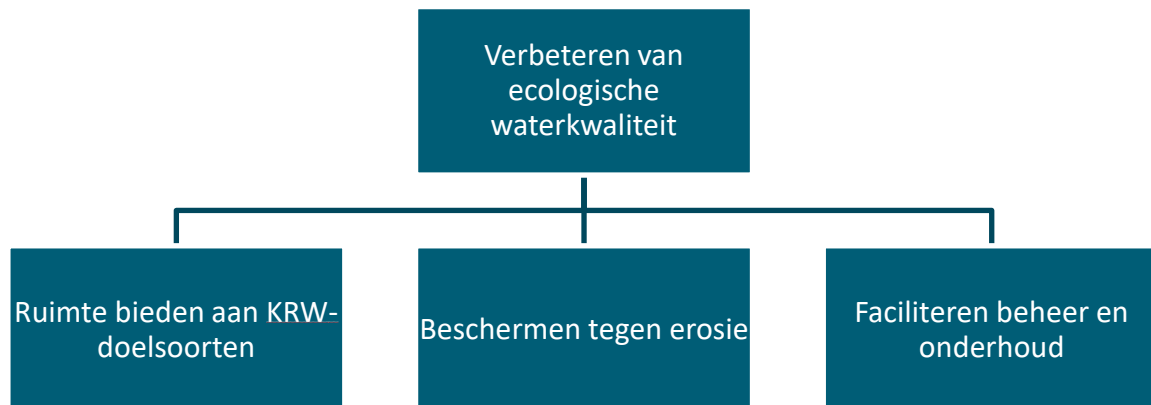
1.2 Doel van dit document

Dit document betreft het Definitief ontwerp. In dit rapport zijn op basis van de vergaarde kennis, inzichten en doelstellingen uit het Startdocument (WP4), de Variantennota (WP13) en Notitie Voorkeursvariant (WP31) de ontwerpen voor het Eemmeer en Ketelmeer uitgewerkt.

1.3 Samenhang met Systeemspecificatie, Monitorings-, beheer- en onderhoudsplan

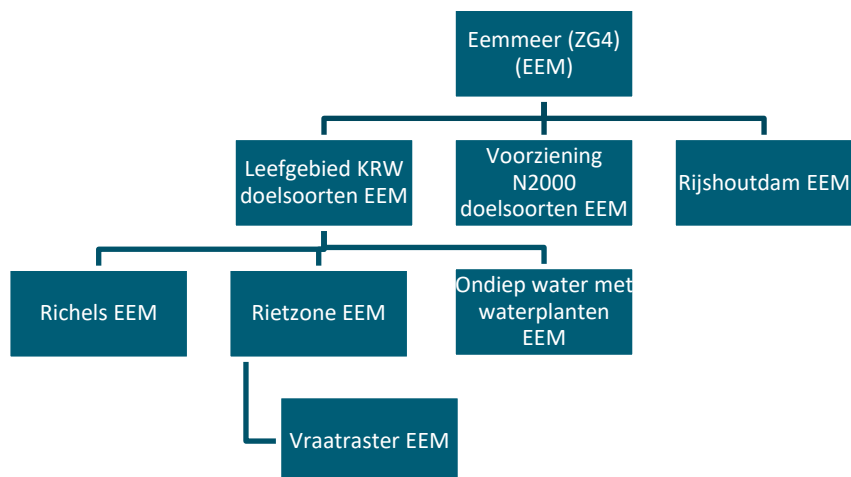
Dit Deelrapport Definitief Ontwerp hangt samen met de Systeemspecificatie en het Deelrapport Beheer-, Onderhouds- en Monitoringsplan (BOM-plan). Van de onderdelen die in dit rapport beschreven worden, worden in de SYS de technische eisen vastgesteld. Dit dient tegelijkertijd als verificatiemethode om na te gaan of het ontwerp invulling geeft aan alle technische eisen en de gehonoreerde klanteisen. Dit rapport is opgebouwd aan de hand van de functieboom en de objectenbomen die voor het project zijn opgesteld in de SYS. De functieboom is hieronder weergegeven en geeft een overzicht van de verschillende functies waar de maatregelen voor zijn opgesteld. De invulling hiervan komt ook terug in dit rapport.

Afbeelding 1.2 Functieboom

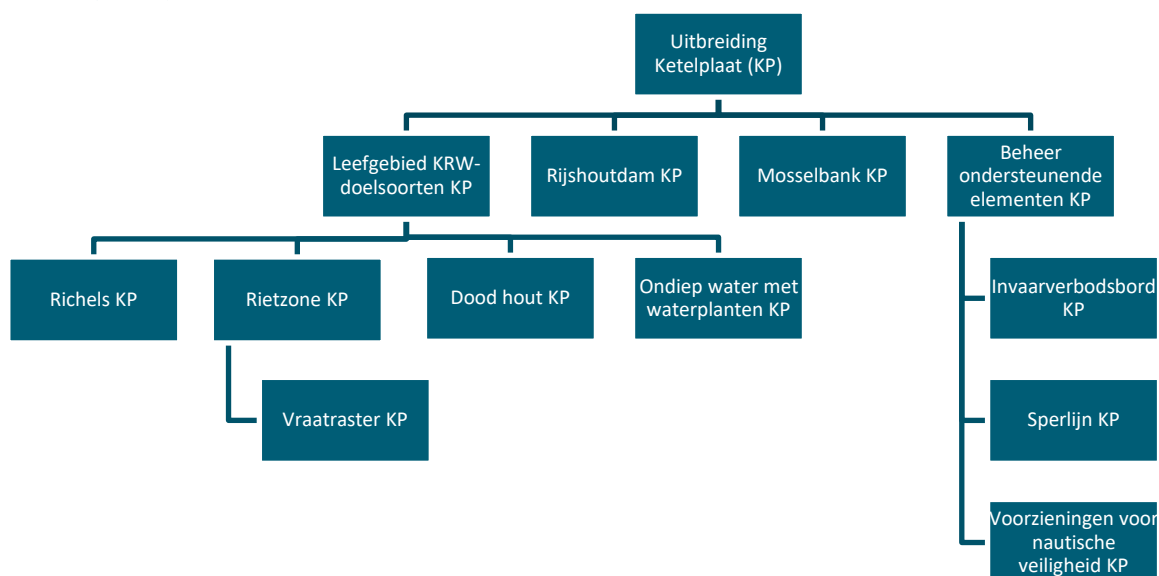


Het inrichten van deze functies wordt gedaan door de aanleg van verschillende objecten die aangelegd worden. Een overzicht hiervan is weergegeven in onderstaande objectenbomen. De objecten worden verder toegelicht in dit ontwerprapport.

Afbeelding 1.3 Objectenboom Eemmeer



Afbeelding 1.4 Objectenboom Ketelmeer



In het Deelrapport Beheer-, onderhouds- en monitoringsplan is van alle onderdelen beschreven hoe dit wordt onderhouden na realisatie. Onderhavig rapport beschrijft de onderdelen die moeten worden aangelegd om de gewenste habitats te realiseren. In veel gevallen zijn er echter nog wel specifieke werkzaamheden nodig om te komen tot het gewenste eindresultaat. Dit is het overgangsbeheer dat wordt uitgevoerd gedurende een periode van 5 tot 10 jaar na de realisatie. Dit is beschreven in het Deelrapport Beheer-, onderhouds- en monitoringsplan. In onderhavig rapport gaat het om de aanlegfase, oftewel hetgeen dat de aannemer moet realiseren.

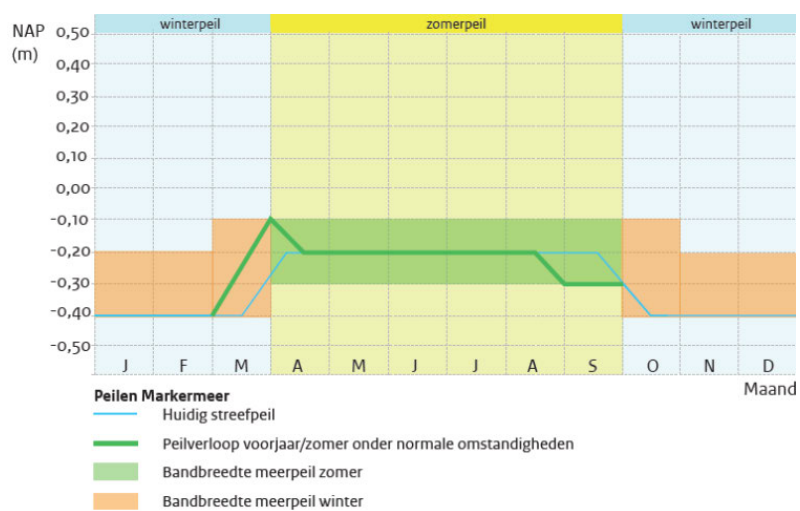
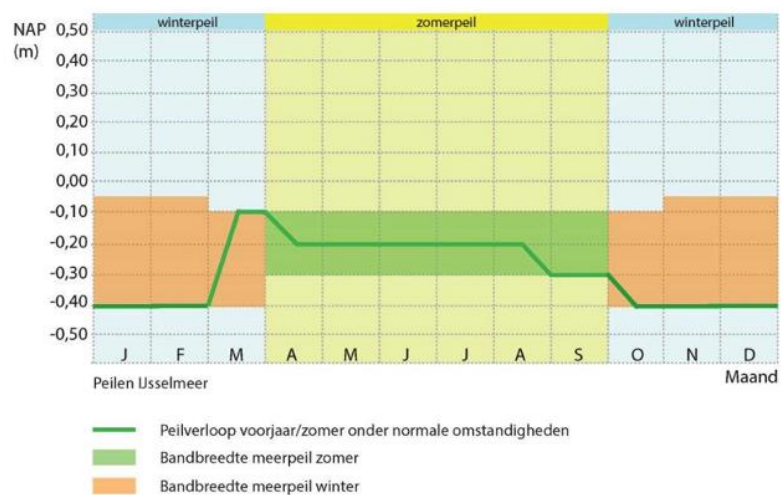
UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Aan het eind van fase 2 zijn er voor het VKA dat is vastgesteld ontwerpen gemaakt van de overgebleven deellocaties voor de KRW 3^e tranche Midden Nederland. Deze ontwerpen zijn zowel technisch inhoudelijk als door de omgeving getoetst en op een aantal punten gewijzigd. De belangrijkste uitgangspunten en randvoorwaarden zijn hieronder beschreven:

- de gebieden die worden ingericht voor de KRW bevinden zich in N2000-gebied. Om ervoor te zorgen dat als gevolg van de aanleg van de KRW-maatregelen er geen (significant) negatieve effecten zijn op de N2000-gebieden zijn de ontwerpen aangepast. Dit heeft met name invloed gehad op het ontwerp voor het Eemmeer. Dit is beschreven in Passende Beoordeling (WP49);
- ook vanuit de KRW mogen er geen negatieve effecten zijn op KRW-doelstellingen. Dit is een randvoorwaarde van het ontwerp en uitvoering. De effectbeoordeling is beschreven in de KRW-toets (WP56);
- een andere belangrijke factor voor de ontwerpen is het effect van de maatregel op de waterstand en afvoer van water. Dit wordt voor het Ketelmeer getoetst conform het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK). Hierin zijn strenge eisen opgenomen over het inperken van negatieve effecten op de waterstand in situaties met extreem weer en/of extreme waterafvoer. Dit heeft gezorgd voor aanpassingen aan het ontwerp. Ook is op deze manier berekend welke oeverbescherming nodig is om de in te richten gebieden te beschermen tegen erosie. Dit is beschreven in het Hydraulisch en morfologisch effectenonderzoek (WP32);
- uit de conditionerende onderzoeken zijn geen uitkomsten die invloed gehad hebben op het ontwerp. Vanuit een studie naar Onontpofte Oorlogsresten, Archeologie en cultuurhistorie en Kabels en Leidingen zijn geen bijzonderheden gekomen;
- een belangrijk aspect van het ontwerp is de ontwerphoogte van de maatregelen die genomen worden ten opzichte van de optredende waterstanden. In het IJsselmeergebied wordt er een tegennatuurlijk peil gehandhaafd. Dit betekent dat het water in de zomer hoger is dan in de winter. Om de gewenste ontwikkelingen te krijgen is het belangrijk dat de land-waterovergangen die aangelegd worden niet volledig droogvallen in de zomer. Daarbij is rekening gehouden met het zomerpeil van NAP -0,2 m dat in de zomer gehandhaafd wordt. Het peilverloop in het IJsselmeer en het Markermeer gedurende het jaar is weergegeven in afbeelding 2.1;
- vanuit Beheer en onderhoud zijn er geen specifieke randvoorwaarden opgegeven;
- op richels dient zich riet/helofyten te ontwikkelen, hiervoor gelden de volgende randvoorwaarden:
 - op de richel dient een dichte kern van waterriet en stromingsriet aanwezig te zijn. De breedte van deze kern is minimaal 10 m. De stengeldichtheid is groter dan 40/m² en de stengeldikte is groter dan 5 mm. De rietkern bevindt zich tussen zomerpeil en 0,5 m onder zomerpeil;
 - buiten deze dichte kern zijn helofyten aanwezig, waaronder kleine lisdodde, heen en mattenbies en de uitlopers van waterriet en stromingsriet. De helofyten hebben hier een lagere stengeldichtheid;
 - voor het aanbrengen van riet dienen plaggen toegepast te worden, afkomstig van locaties die in het groeiseizoen permanent onder water staan. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat er waterriet geplagd wordt. De stengeldichtheid is groter dan 40/m² en de stengeldikte is groter dan 5 mm. Er mogen geen wilgen aanwezig zijn in de plaggen.

In het Startdocument (WP4) zijn nog meer uitgangspunten en randvoorwaarden opgenomen.

Afbeelding 2.1 Waterstanden vanuit peilbesluit IJsselmeer (boven) en het Markermeer (onder)



3

MAATREGELEN EEMMEER

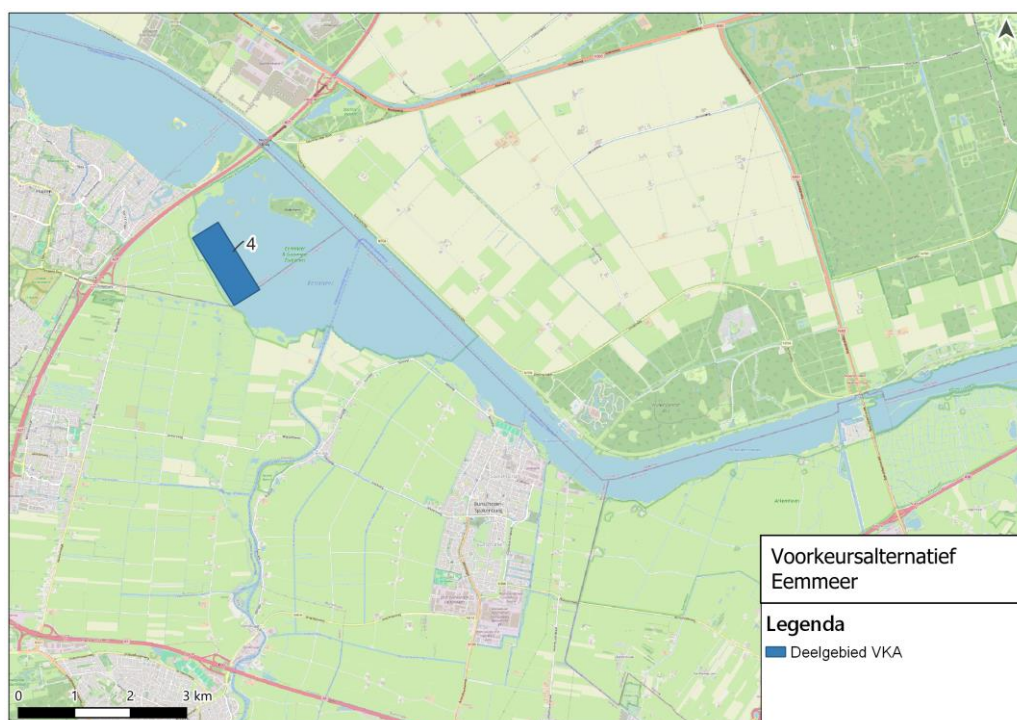
3.1 Ontwerp en KRW-areaal

3.1.1 Toelichting ontwerp

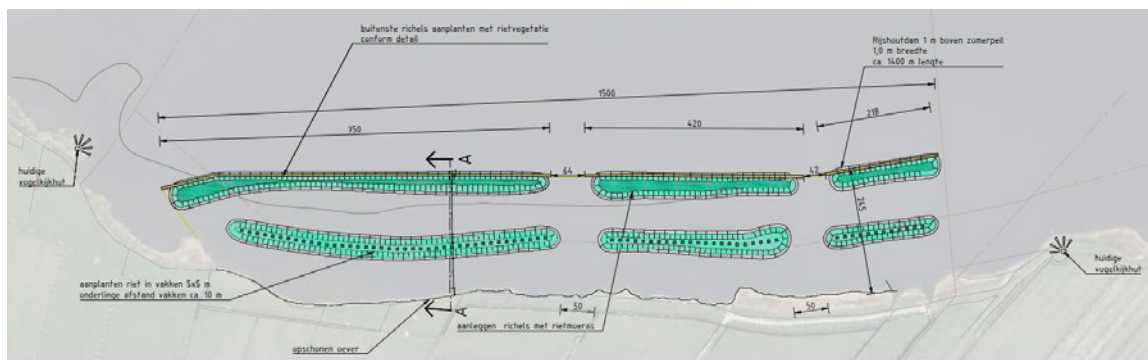
Langs de zuidelijke oever van het Eemmeer zal een waardevolle habitat voor de KRW-doelsoorten gecreëerd worden door de aanleg van 6 richels onder water. Hierop worden op delen riet geplaatst met vraatafrastering. Het riet zal zich verder natuurlijk ontwikkelen, waarbij ook andere helofytensoorten kunnen ontstaan buiten de kernzone van riet. In de ondieptes gelegen tussen de richels ontstaan submerse en drijvende vegetaties met habitats voor plantminnende en zuurstoftolerante vissoorten (waaronder zeelt, grote modderkruiper, snoek), amfibieën en plantgebonden macrofauna. De buitenste richel wordt tegen erosie beschermd middels een rijshoutdam en vormt bovendien een vissenbos en een habitat voor macrofauna. Na 5 à 10 jaar is het riet/helofyten voldoende ontwikkeld en is de erosiebescherming niet meer nodig. De helft van de rijshoutdam (alleen het gedeelte onder winterpeil) zal in stand gehouden worden ten behoeve van de vissen en macrofauna. Daarnaast zal de oever opgeschoond worden, zonder de bestaande rietgordel aan te tasten.

De locatie en het ontwerp zijn in de volgende afbeeldingen weergegeven. De ontwerptekeningen inclusief dwarsprofiel zijn opgenomen in bijlage I.

Afbeelding 3.1 Overzicht locatie maatregel 4 Eemmeer



Afbeelding 3.2 Definitief Ontwerp Eemmeer



3.1.2 KRW-areaal

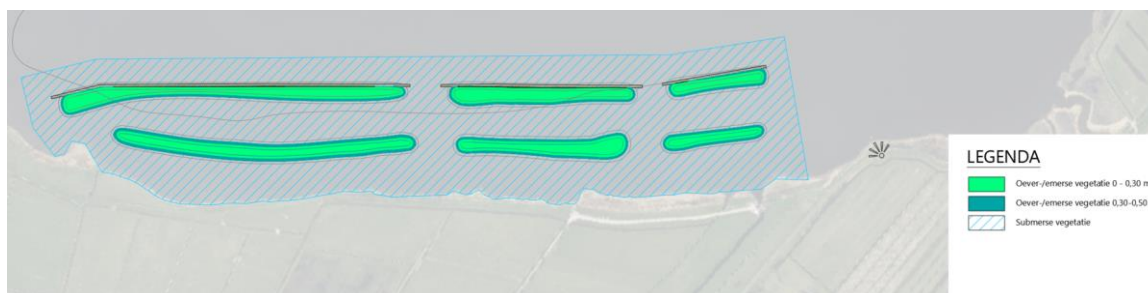
De maatregel in het Eemmeer draagt bij aan de verbetering van de ecologische waterkwaliteit doordat er verschillende vegetatiezones worden gecreëerd voor de verschillende doelsoorten die zijn geïdentificeerd. Het totale oppervlak waarin ecologische waterkwaliteitsverbetering optreedt van de maatregel is 52 ha, en is daarmee groter dan de opgave van 42 ha.

Door de richels wordt er een luwte gecreëerd waar een areaal van 41 ha van profiteert. In deze luwte gaat submerse en drijvende vegetatie zich ontwikkelen en vormt een habitat voor plantminnende en zuurstoftolerante vissen en macrofauna. Daarnaast is er een areaal van 3 ha submerse en drijvende vegetatie op de richels en 7 ha riet, die ook een habitat vormt voor macrofauna en gedeeltelijk (dieper dan 0,3 m) voor plantminnende en zuurstoftolerante vissen. In onderstaande tabel en afbeelding 3.3 zijn de verschillende oppervlakken gespecificeerd.

Tabel 3.1 Oppervlak van verschillende zones maatregel Eemmeer

Vegetatiezone	Onderdeel	Oppervlak (ha)	Doelsoorten
submerse en drijvende vegetatie	submerse en drijvende vegetatie (> 0,5 m diepte)	44 (41+3)	plantminnende en zuurstoftolerante vis plantgebonden macrofauna overige waterflora
emerse- en oevervegetatie	emerse- en oevervegetatie (0-0,3 m)	7	plantgebonden macrofauna
	emerse- en oevervegetatie dieper dan 0,3 m (0,3-0,5)	1	plantminnende en zuurstoftolerante vis plantgebonden macrofauna
totaal		52	

Afbeelding 3.3 Vegetatiezones Eemmeer



3.2 Richels (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Het grootste onderdeel uit het ontwerp om het gebied in te richten voor de KRW-doelsoorten is de aanleg van richels. In deze paragraaf wordt toegelicht wat er verwacht wordt op het gebied van zettingen en hoe hier in het ontwerp rekening mee kan worden gehouden. Daarnaast wordt ook ingegaan de opbouw en taluds van de richels.

3.2.1 Zettingen

In onderstaande tabel zijn de mogelijke scenario's van zettingen weergegeven [ref. 1]. Voor dit deelgebied wordt verwacht dat de zetting tussen de midden en hoge waarde zal zitten. Voorgesteld wordt om een aanleghoogte van NAP +0,40 m aan te houden. Door zettingen zullen de richels zakken tot onder zomerpeil (NAP -0,2 m). Indien de zetting meer is dan voorzien zullen de richels mogelijk zetten tot NAP -0,50 m (30 cm onder zomerpeil, 10 cm onder winterpeil). Hierbij blijft de richel ecologisch goed functioneren. Wel wordt verwacht dat door sedimentatie de richel minder zal zakken. Indien de zetting minder is dan verwacht blijft de richel onder zomerpeil (na 2 jaar) en zal er geen (of beperkt) houtopstanden optreden.

Een aanleghoogte van NAP +0,4 m betekent dat de richels 1 à 2 jaar boven zomerpeil zijn en meer onderhoud vergen om houtopstanden te verwijderen.

Tabel 3.2 Resultaten deelgebied Eemmeer [ref. 1]

Onderdeel	Eenheid	Grenswaarde		
		Ondergrens	Middengrens	Bovengrens
POP	kPa	15	10	5
netto ophoging	[m]	0,74	0,74	0,74
zettingcompensatie	[m]	0,20	0,30	0,55
niveau zettingscompensatie	[m NAP]	+0,00	+0,10	+0,35
bruto ophoging	[m]	0,94	1,04	1,29
zettingstijd (T)	[dagen]	50	200	600
zetting op T	[m]	0,20	0,30	0,55
totale zetting	[m]	0,34	0,49	0,75
klink (10 % bruto ophoging)	[m]	0,00	0,10	0,13
maaiveldzakking (zetting + klink)	[m]	0,42	0,59	0,88
aanleghoogte ¹	[m NAP]	+0,00	+0,20	+0,50
restzetting (ex. klink) (OK < 0,2 m)	[m]	0,14	0,20	0,19

¹ Getallen zijn afgerond op 1 decimaal.

3.2.2 Monitoren zettingen

Monitoring wordt aanbevolen om inzicht te krijgen in de zettingen en bij te kunnen sturen indien nodig. Gezien de korte uitvoeringsperiode kan er maar 10 weken gemonitord worden. De zettingen kunnen gemonitord worden met zakkakens.

In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakkakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te

volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

3.2.3 Squeezing

Naast de zettingen treedt er naar alle waarschijnlijkheid squeezing op (wegdrukken van de bestaande bodem bij het opbrengen van grond), dit is wel afhankelijk van de uitvoering van de werkzaamheden. Maximaal is hiervoor 1,0 m extra grond nodig, wat resulteert in een volume van ongeveer 100.000 m³.

3.2.4 Opbouw richels

De richels zijn grondlichamen die worden opgebouwd uit grond die vrijkomt bij werkzaamheden op andere locaties in de Zuidelijke Randmeren. Een mogelijkheid hiervoor is het uitbaggeren van de geul voor de haven van Huizen (Gooimeer), waar 400.000 tot 500.000 m³ grond vrijkomt. De kwaliteit van de grond uit de vaargeul Gooimeer is niet bekend. De grond die aangebracht wordt dient schoon te zijn. Daarnaast dient voor de lagergelegen delen van de richels grond toegepast te worden die bestaat uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %. Indien de grond uit de vaargeul hier niet aan voldoet dient voor de grond, of voor een gedeelte ervan, een andere bron gezocht te worden.

De bovenzijde van de richels dient voorzien te worden van een leeflaag van 0,50 m dik. Voor de leeflaag wordt slib uit het Eemmeer toegepast. Het nutriëntengehalte van de bodem van het Eemmeer is voldoende voor de ontwikkeling van riet/helofyten. Op de locaties waar de rietplaggen worden aangebracht hoeft geen leeflaag aangebracht te worden, de plaggen hebben voldoende dikte.

3.2.5 Taluds

De richels hebben een flauw talud dat afwisselend wordt aangelegd tussen de 1:10 en 1:20 waarop tot ongeveer 0,5 meter onder het zomerpeil een riet/helofytenzone kan ontstaan. Op de diepere delen kunnen zich (ondergedoken)waterplanten ontwikkelen. De bovenkant van de richels is 5 à 10 meter breed en vlak. Riet wordt aangeplant op de zone die na aanleg net onder water staat. Van daaruit kan het zich goed ontwikkelen.

3.2.6 Grondbalans richels

Voor de realisatie van de richels is een volume 100.000 m³ nodig, exclusief squeezing. Met squeezing is een volume van ongeveer 100.000 m³ nodig, resulterend in een totaal volume van 200.000 m³. In bijlage III is de grondbalans weergegeven.

3.3 Riet/helofytenzone (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Op de richels ontstaat een riet/helofytenzone. Deze zone bestaat uit een dichte kern van waterriet en stromingsriet. De breedte van deze kern is minimaal 10 m. Het riet heeft een hoge dichtheid (zie hoofdstuk 2 voor de randvoorwaarden). Deze dichte kern van riet is nodig voor een robuuste ontwikkeling en instandhouding van het riet en helofyten in de zone erbuiten. Buiten deze dichte kern zijn helofyten aanwezig, waaronder kleine lisdodde, heen en mattenbies en de uitlopers van waterriet en stromingsriet. De helofyten hebben hier een lagere stengeldichtheid. Het riet en helofyten geeft een belangrijke impuls aan de waterkwaliteit en biedt habitat voor macrofauna en paar- en schuilplaatsen voor vis. Het riet ontwikkelt zich in ondiep water tot ca. 0,5 meter diepte.

In principe worden er binnen het gebied omstandigheden gecreëerd waarbinnen een riet/helofytenzone kan ontstaan. De ervaring bij soortgelijke projecten is echter dat dit lang kan duren en dat de gebieden gevoelig zijn voor bijvoorbeeld erosie of overwoekering van wilgen. Om dit te voorkomen is ervoor gekozen om op een aantal kwetsbare locaties gebruik te maken van het plaatsen van rietplaggen.

3.3.1 Aanplant van riet

Op de kruin van de buitenste richels wordt riet aangeplant doormiddel van het plaatsen van rietplaggen van ongeveer 1x1 m volgens een dambordpatroon. De rietplaggen worden geplaatst op de buitenste richels, omdat deze het meeste onder invloed staan van wind(golven) vanaf het Eemmeer. Voor deze richels wordt een breedte van 5 m ingeplant met rietplaggen op de zone die na aanleg zich rond de NAP -0,20 m bevindt. De plaggen hebben een dikte van 0,5 tot 1,0 m. Hierna zal circa 30 - 40 % van de kruin bedekt zijn met rietplaggen. Dit zal verder uitgroeien op het talud van de richels tot een waterdiepte van 0,5 m onder zomerpeil. Op de andere richels worden clusters van rietplaggen aangeplant van waaruit het zich op natuurlijke wijze verder kan verspreiden. Deze clusters hebben een tussenruimte van ongeveer 10 meter. In totaal wordt een oppervlak van 7.100 m² aangeplant.

Afbeelding 3.4 geeft een beeld van een locatie met rietplaggen in aanleg. Dit is een tijdelijk afgedamde zijtak van de IJssel waar rietplaggen gewonnen worden en weer geplaatst worden. In afbeelding 3.5 is nog een beeldimpressie gegeven van het winnen, verplaatsen en herplaatsen van rietplaggen zoals dit eerder in het Ketelmeer en het Zwarte Meer gedaan is.

Afbeelding 3.4 Voorbeeld aanbrengen Rietplaggen in project RvR IJsseldelta (print screen uit film met dronebeelden)



Afbeelding 3.5 Beeldimpressie werkwijze afplaggen en plaatsen rietplaggen (Bron; Scirpus Ecologisch Advies; Evaluatierapport Wining en aanplant van rietplaggen in Ondiepe Zones Ketelmeer en Zwarte Meer)



3.3.2 Vraatrasters en linten

Het net aangeplante riet en ook de uitgroeizone dient beschermd te worden door vraatrasters. In deze paragraaf wordt toegelicht wat voor type vraatraster zal worden toegepast.

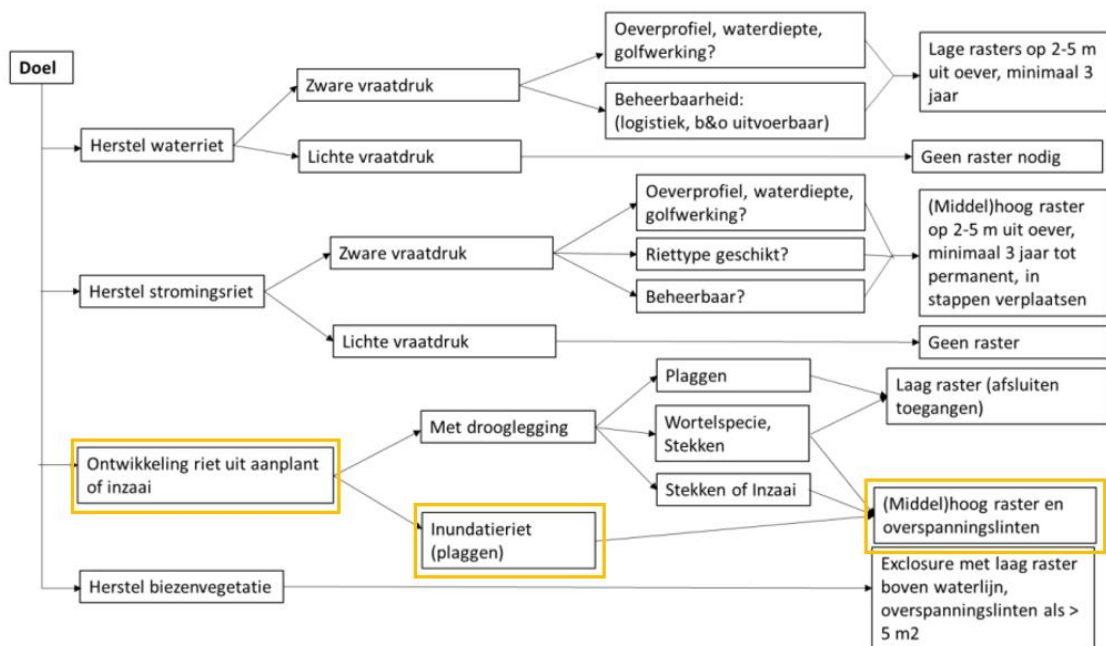
Type vraatbescherming

Een natuurlijk functionerende rietkraag bestaat uit een aantal zones, waarbij met name de overgang van riet naar open water ecologisch belangrijk is. Hier bevindt zich het hoogste, dikste riet en er moet een uitloopzone zijn in het open water waarin de dichtheid minder groot is. Vooral de uitloopzone staat onder sterke druk door begrazing door herbivore watervogels.

Het plaatsen van vraatrasters is een maatregel die kan worden toegepast om rietkragen tegen vraat te beschermen. Waar rasters zijn toegepast vóór bestaande rietkragen blijkt steeds dat riet zich snel naar het open water uitbreidt. Zo groeit waterriet weer terug naar de plaatsen waar het weggevreten was, en kan jong riet uitgroeien tot een dichte rietgordel. Het beperken van vraat wordt als basisvoorwaarde beschouwd om rietkragen te behouden en/of herstellen.

In onderstaande afbeelding is de beslisboom weergegeven voor de toe te passen vraatrasters. Hieruit volgt dat als type vraatbescherming voor alle locaties een (middel)hoog raster en overspanningslinten toegepast dient te worden. Voor alle deellocaties geldt dat het zwaar begraasde gebieden zijn of dat het risico hierop groot is en dus vraatbescherming nodig is.

Afbeelding 3.6 Beslisboom vraatbescherming [ref. 2]



Het vraatraster zal bestaan uit dik, grofmazig schapengaas (zie afbeelding 3.7) tegen zwanen en ganzen aan de buitenzijde rondom het rietgebied. Dit wordt vastgezet aan perkoenpalen van zo'n 2,5 m lengte. De hart op hart afstand van de palen is 2 m. Binnen het rietgebied worden ook perkoenpalen geplaatst, over deze palen worden kruislings linten gespannen om ganzen en zwanen af te doen schrikken. De linten dienen wit van kleur te zijn, zodat bewegingen ervan zichtbaar zijn, wat vogels afschrikt. Hiervoor worden momenteel kunststof linten toegepast (40 mm breed), verweven met RVS. Bij voorkeur wordt echter duurzaam materiaal gebruikt. De hoogte van de perkoenpalen met het schapengaas en de linten bedraagt circa 0,5 m boven zomerpeil, op NAP +0,30 m. Deze hoogte bevindt zich tussen de waterstand die eens per jaar (NAP +0,05 m) en eens per 10 jaar (NAP +0,72 m) voorkomt [ref. 3].

Afbeelding 3.7 Schapengaas met uitgroeizone van riet [ref. 2]



Op de kruin van de richels wordt riet aangeplant, de verwachting is dat het riet verder zal doorgroeien. Gemiddeld groeit riet met een meter per jaar tot een waterdiepte van max. 0,5 m. Voor het plaatsen van de rasters is rekening gehouden met deze doorontwikkeling van het riet, de rasters zullen daarom aangelegd

worden rondom de richels tot 0,5 m onder zomerpeil. Dit is op het talud van de richels op een hoogte van NAP -0,70 m. In de ontwerptekening in bijlage I is een principe bovenaanzicht opgenomen hiervan.

3.3.3 Ontwerp en uitgangspunten rietzone

- op de buitenste richels wordt riet aangeplant in een dambordpatroon op het gedeelte dat zich na aanleg net onder het waterpeil van NAP -0,20 m bevindt;
- op de andere richels (zie ontwerptekening in bijlage I) worden ook rietplaggen aangebracht;
- riet groeit tot 0,5 m onder zomerpeil (NAP -0,70 m), het vraatraster dient deze gehele zone te beschermen;
- het vraatraster bestaat uit perkoenpalen van 2,5 m lengte;
- aan de buitenzijde wordt een schapenraster toegepast tot een hoogte van 0,5 m boven zomerpeil;
- de perkoenpalen in het midden van het gebied worden met elkaar verbonden door witte linten van ongeveer 40 mm breed, bij voorkeur van duurzaam materiaal;
- de hart op hart afstand van de palen bedraagt 2 m;
- de rijshoutdam wordt benut als buitenste rand van het vraatraster.

3.4 Ondiep water met waterplanten (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Tussen de richels blijft ondiep water over waar submerse en drijvende waterplanten zich kunnen ontwikkelen. In deze zone vinden geen fysieke werkzaamheden plaats, maar door de luwte die ontstaat door de rijshoutdam en de richels worden de omstandigheden voor de submerse en drijvende waterplanten hier wel positief beïnvloed. Aanplant is niet effectief, waterplanten ontwikkelen zich vanzelf. Ook kan aanplant ongewenste overwoekering van ongewenste soorten niet tegengaan.

3.5 Beschermen tegen erosie met een rijshoutdam

Gedurende de ontwikkelingsfase van het gebied is het belangrijk dat de richels die worden aangelegd tijdelijk beschermd worden tegen erosie. Omdat deze bescherming niet meer nodig is nadat de rietzones zich op de richels hebben ontwikkeld is er gekozen voor een rijshoutdam. Deze dam wordt gevuld met hout, zoals wilgentenen die in de loop van de tijd (na ca. 10 jaar) vergaan. De helft van de dam (ongeveer 700 meter) zal echter wel behouden blijven, als vissenbos. Hiervoor hoeft alleen het gedeelte onder winterpeil in stand gehouden te worden.

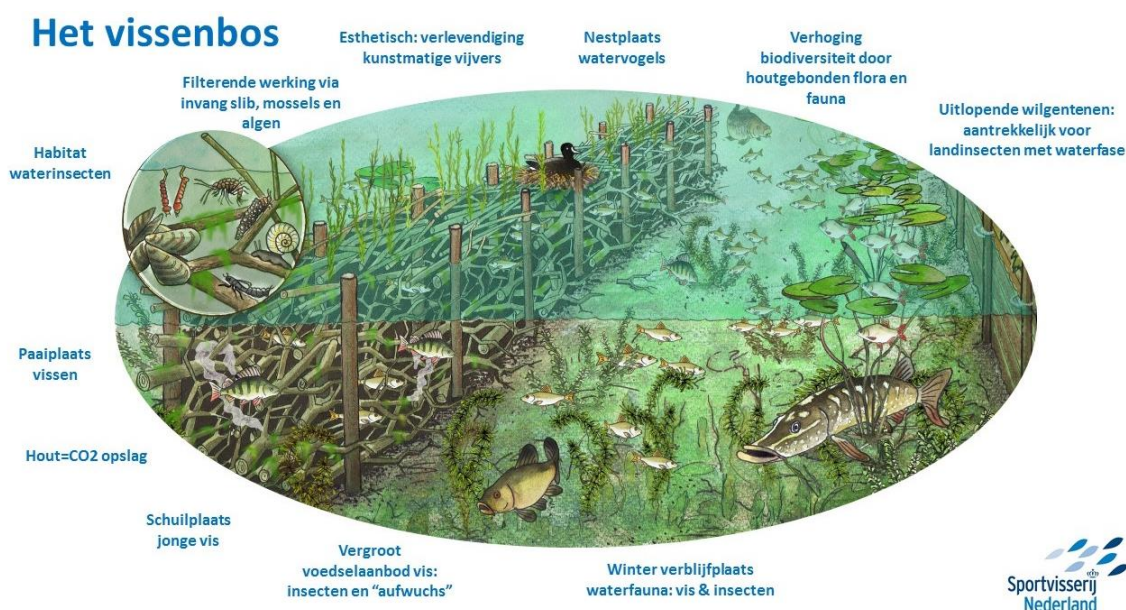
Afbeelding 3.8 Voorbeelden rijshoutdam



De rijshoutdam komt aan de buitenzijde van de maatregel, op de buitenste richel en heeft een lengte van ongeveer 1.400 meter in totaal. Tussen de richels is er wel een opening en wordt de dam niet doorgetrokken. Deze dam is 1 meter breed. De bovenkant van de dam komt 1,0 meter boven het zomerpeil, dus op NAP +0,8 m. De dam dempt de golven, waardoor de resterend golfenergie niet leidt tot erosie van het riet dat in ontwikkeling is. Ter plaatse van de rijshoutdammen is het water ongeveer 0,5 meter diep. De rijshoutdam komt op het talud van de richel te staan op een diepte tot waar het riet/helofyten zich kan ontwikkelen (tot 0,5 meter onder zomerpeil). Deze zone wordt daarmee afgeschermd in de periode dat het riet/helofyten zich ontwikkelt.

Een rijshoutdam heeft levert ook een bijdrage aan KRW en ecologische waterkwaliteit: het vormt een habitat voor vissen en macrofauna. Met name in de winter als er minder begroeiing is, heeft dit een belangrijke waarde. Daarnaast zorgt de dam voor organische materiaal, waarvan in de systeemanalyse is gebleken dat hier in het Eemmeer een gebrek aan is. Om deze reden zal ongeveer de helft van de dam behouden blijven in de functie van vissensbos, zoals hierboven beschreven.

Afbeelding 3.9 Het vissensbos, meerwaarde van rijshoutdam (Bron; Sportvisserij Nederland)

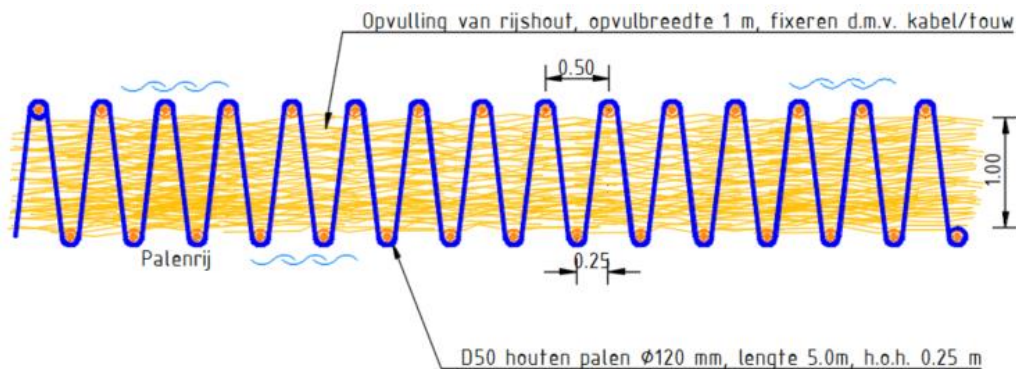


3.5.1 Ontwerp constructie

De rijshoutdam bestaat uit houten palen waartussen opgebonden rijshout aanwezig is. Houten palen met een diameter van 12 cm zullen worden gebruikt als skelet voor deze constructie. De hart op hart afstand van de palen is 50 cm in elke rij. De rijen 'verspringen, waardoor er elke 25 cm een paal aanwezig is. De breedte van de rijshoutdam is 1,0 m. Het ontwerp is weergegeven in afbeelding 3.10 en gespecificeerd in tabel 3.3.

Het ontwerp is getoetst, waarvoor geotechnische analyses zijn uitgevoerd en maatgevende golfbelasting is bepaald. Dit is weergegeven in bijlage V.

Afbeelding 3.10 Ontwerp rijshoutdam



Tabel 3.3 Ontwerp rijshoutdam Eemmeer

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
diameter palen	0,12	m
hart op hart afstand rijshoutdam ¹	0,25	m
bodemniveau	-0,70	m + NAP
bovenkant dam/paal	+0,80	m + NAP
uitkraging	1,5	m
lengte palen	5,0	m
paalpunt niveau	-4,2	m + NAP

¹ De hart op hartafstand is 0,50 m in de rij palen. Omdat de rijen verspringen is de h.o.h. van de rijshoutdam 0,25 m.

3.5.2 Specificaties houten palen

Alle palen binnen de oeverconstructie bestaan uit een houtsoort met sterkteklasse D50 en duurzaamheidsklassen DC 1 conform NEN-EN 338. Dit is een duurzame houtsoort met een levensduur van minimaal 25 jaar. Tabel 3.4 toont de materiaaleigenschappen van D50 hardhout.

Tabel 3.4 Eigenschappen D50 hardhout (NEN-EN 338)

Eigenschap	Symbool	Waarde	Eenheid
kenmerkende buigsterkte	$f_{m,k}$	50	MPa
gemiddelde elasticiteitsmodulus evenwijdig aan vezel	$E_{m,0,mean}$	14	kN/mm ²
kenmerkende droge dichtheid	ρ_k	620	kg/m ³
natte dichtheid	ρ_{nat}	900*	kg/m ³
kenmerkende afschuifcapaciteit	$f_{v,k}$	4,5	MPa

* Natte dichtheid gebaseerd op <https://www.houtinfo.nl/node/320>.

3.5.3 Dichtheid en materiaal rijshoutdam

De rijshoutdam heeft een breedte van 1,0 m. Deze wordt gevuld met rijshout en dient goed verdicht te worden, zodat de golven zo min mogelijk door de rijshoutdam doordringen.

3.6 Faciliteren van beheer en onderhoud

Naast de inrichtingsmaatregelen om de natuur te faciliteren is het ook van belang dat het gebied onderhouden kan worden. Daarvoor zijn gesprekken gevoerd met terreinbeheerders die ook in de meren op dit moment al veel beheer en onderhoud uitvoeren. Het is van belang dat de gebieden niet betreden worden door recreanten/onbevoegden. Aanlegsteigers en dergelijke zijn dan ook ongewenst. Vanwege de flauwe oevers van de richels en de ondiepte zijn aanmeerpalen niet nodig.

Het verwachte beheer en onderhoud is uitgebreid beschreven in het BOM-plan. Omdat de locatie van de maatregelen in het Eemmeer niet vrij toegankelijk is, zijn er geen sperlijnen en verbodsborden voorzien.

3.7 Uitvoeringsplan

Het uitvoeringsplan is in bijlage IV weergegeven. De wijze van uitvoering en planning zijn hieronder weergegeven.

3.7.1 Uitvoering

Bij het uitbaggeren van de geul voor de haven van Huizen (Gooimeer) komt tot 300.000 m³ grond vrij, wat dus ruim voldoende is voor de aanleg van de richels in het Eemmeer. Deze grond kan per schip getransporteerd worden via de vaargeul naar de Stichtse brug, aan de oostzijde van de brug. Met een bakkenzuiger wordt de grond hydraulisch getransporteerd naar de projectlocatie. Hiervoor is een persleiding nodig van circa 2,5 kilometer lengte. Op de projectlocatie dient in verband met de beperkte waterdiepte en de lage draagkracht van de bodem amfibisch materieel te worden ingezet om de richels in profiel te brengen. Dit materieel kan gelost worden bij de Eemmondig en daar vandaan op eigen kracht richting de projectlocatie varen.

Bij het aanbrengen van de richels dienen zakbakens aangebracht te worden om de zetting van de bodem tijdens en na de werkzaamheden te monitoren. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

3.7.2 Planning

Om squeezing zoveel mogelijk te voorkomen worden de richels laag voor laag aangebracht. Lagen worden alternerend op de richels aangebracht. Dit betekent ook dat de richels ongeveer gelijktijdig aangebracht zijn. Na afronding start de monitoring. Na de monitoring kan nog grond aangevuld of verwijderd worden en worden de richels afgewerkt en geprofileerd met amfibisch materieel. Daarna kan de rijshoutdam en rietplaggen aangebracht worden. Door de buitenste richels als eerste te realiseren is er iets meer tijd (één à twee weken) voor realisatie van de rijshoutdam.

Voor het transport en aanbrengen van de grond wordt uitgegaan van squeezing (worst-case), ondanks het laagsgewijs aanbrengen. Dit betekent dat 200.000 m³ getransporteerd en aangebracht dient te worden.

De hydraulische leiding heeft een capaciteit van ongeveer 500 m³/uur. Uitgaande van werkdagen van 8 uur zijn er 50 dagen nodig om de grond te transporteren. Dit betekent dat de grond in 2 maanden aangebracht kan worden. Na monitoring (10 weken) kunnen de richels in 4 weken afgewerkt en geprofileerd worden.

In afbeelding 3.11 is de planning weergegeven. Er resteert 3 weken buffer. Dit voor eventuele tegenvallers, zoals het voorkomen van stormen waardoor er tijdelijk niet gewerkt kan worden. In de planning wordt uitgegaan van start werkzaamheden in april. Er treden dan negatieve effecten op voor de slobeend, maar niet significant negatief. Dit dient bij start werkzaamheden in april onderbouwd te worden.

[illegible]

Eisen die gesteld worden aan de uitvoering vanuit N2000, NNN en flora en fauna betreffen (zie ook Quickscan Natuur (WP25), rapportage vervolgonderzoeken Eemmeer (WP47), Passende beoordeling en NNN-toets (WP49)):

- ### 3.8 Ontwerpkeuzes en aandachtspunten

3.8.1 N2000, NNN en grondposities

23 | 39 Witteveen+Bos | 131294-VTW5/25-001.983 | Definitief 02

de maatregel beperkt tot 200 meter uit de kant, waar oorspronkelijk een grotere breedte was aangehouden. Om voldoende areaal te verkrijgen is de maatregel 'verlengd' in zuidoostelijke richting. Hierbij is het gedeelte dat in eigendom is van Staatsbosbeheer ontzien, hierop worden geen werkzaamheden uitgevoerd.

Het riet op de oever wordt, behalve opschonen, niet verder ontwikkeld. De reden hiervoor is dat het riet ruimte biedt voor predatoren die een bedreiging vormen voor de (broed)vogels in de aanliggende weide. Verdere uitbreiding van het riet is daarom niet gewenst.

3.8.2 Overige aspecten

Dood hout

Dood hout wordt niet opgenomen in deze maatregel om de volgende redenen:

- kosten: dood hout leidt tot hogere kosten, met name door de verankering;
- dood hout ligt in de weg voor beheer, monitoring en onderhoud;
- het gebied is relatief ondiep en daardoor minder geschikt voor dood hout. Het is namelijk niet wenselijk dat het hout uitsteekt boven water. Dit trekt vogels aan. De uitwerpselen hiervan hebben een negatief effect op de waterkwaliteit;
- de rijshoutdam voorziet al in de functies van dood hout, voor de verrijking onderwater.

Toepassen slibscherm bij uitvoering

Uit de KRW-toetsing volgt dat het toepassen van slibschermen bij uitvoering noodzakelijk is.

3.8.3 Duurzaamheid

Voor duurzaamheid wordt verwezen naar het deelrapport Duurzaamheidsambitie (WP57).

4

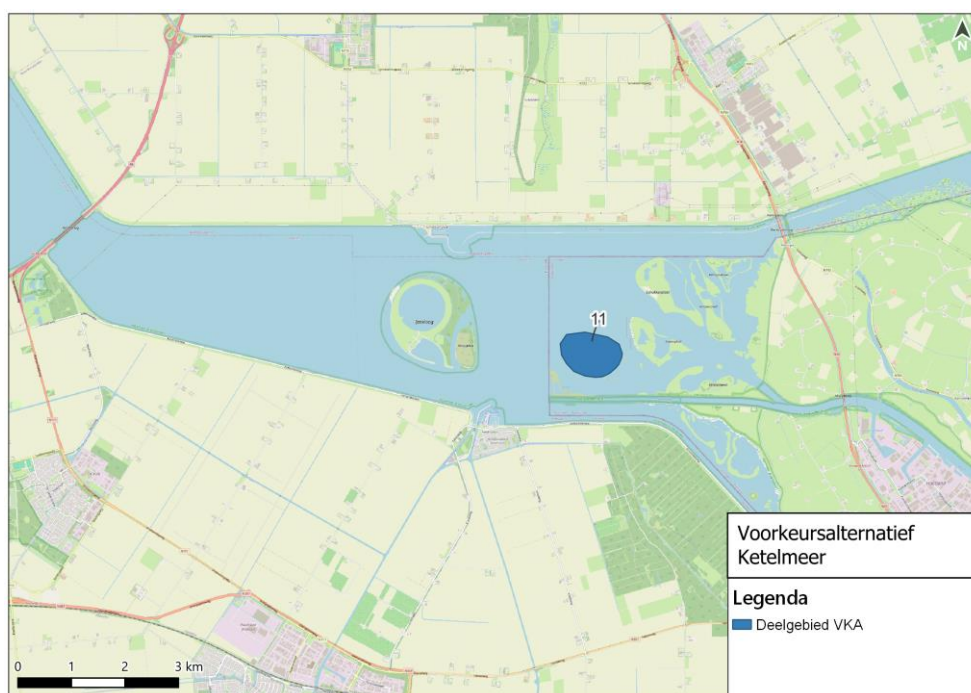
MAATREGELEN KETELMEER

4.1 Ontwerp en KRW-areaal

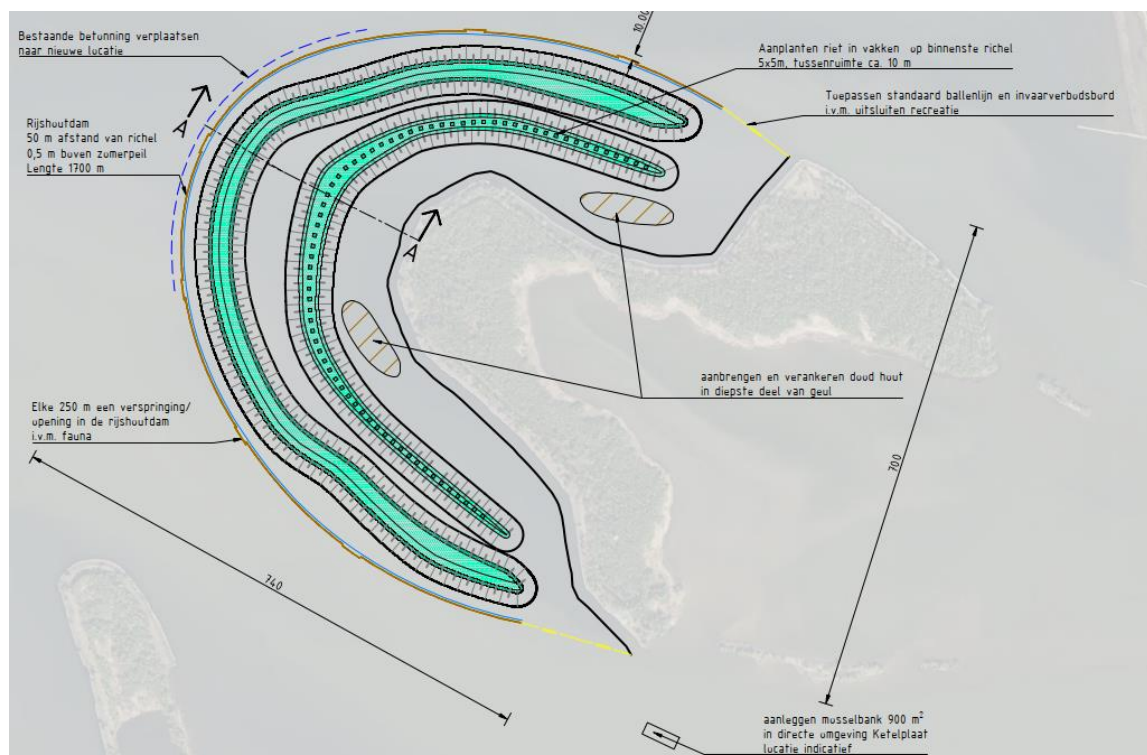
4.1.1 Toelichting ontwerp

Voor de Ketelplaat worden riet/helofytenzones met land-water overgangen met ondiepe zones gecreëerd. Voor de maatregel wordt een golfbreker in de vorm van een tijdelijke rijshoutdam aangebracht die ca. 0,5 meter boven het water uitkomt. Daarachter worden 2 richels aangelegd waarop aan de bovenkant op delen riet wordt aangebracht. Dit riet wordt met rasters beschermd tegen vraat en zal zich op natuurlijk wijze uitbreiden tot een riet/helofytenzone. De ondiepere zone en geulen zullen begroeid raken met waterplanten (o.a. rivierfonteinkruid, watergentiaan, kranswieren). Ook wordt in de geulen dood hout geplaatst. Op de richels en in de ondiepe zones en geulen ontstaan habitats voor plantgebonden macrofauna en plantminnende en zuurstoftolerante vissen en vissen die van en naar de IJssel migreren. De buitenste richel wordt tegen erosie beschermd middels een rijshoutdam. Na 5 à 10 jaar is het riet voldoende ontwikkeld en is de erosiebescherming niet meer nodig en kan de rijshoutdam komen te vervallen. Onderhoud is dan niet meer nodig, de dam zal dan vanzelf vergaan. Daarnaast wordt er een mosselbank elders in de directe omgeving aangebracht ter mitigatie voor het verlies aan functioneel leefgebied van de kuifeend en tafeleend (Natura-2000). Het ontwerp is in onderstaande afbeeldingen en bijlage II weergegeven.

Afbeelding 4.1 Overzicht locatie maatregel 11 Ketelmeer



Abbeelding 4.2 Definitief Ontwerp Ketelmeer



4.1.2 KRW-areaal

De maatregel in het Ketelmeer draagt bij aan de verbetering van de ecologische waterkwaliteit doordat er verschillende vegetatiezones worden gecreëerd voor de verschillende doelsoorten die zijn geïdentificeerd. Het totale oppervlak waarin ecologische waterkwaliteitsverbetering optreedt van de maatregel is 39 ha, en is daarmee groter dan de opgave van 30 ha.

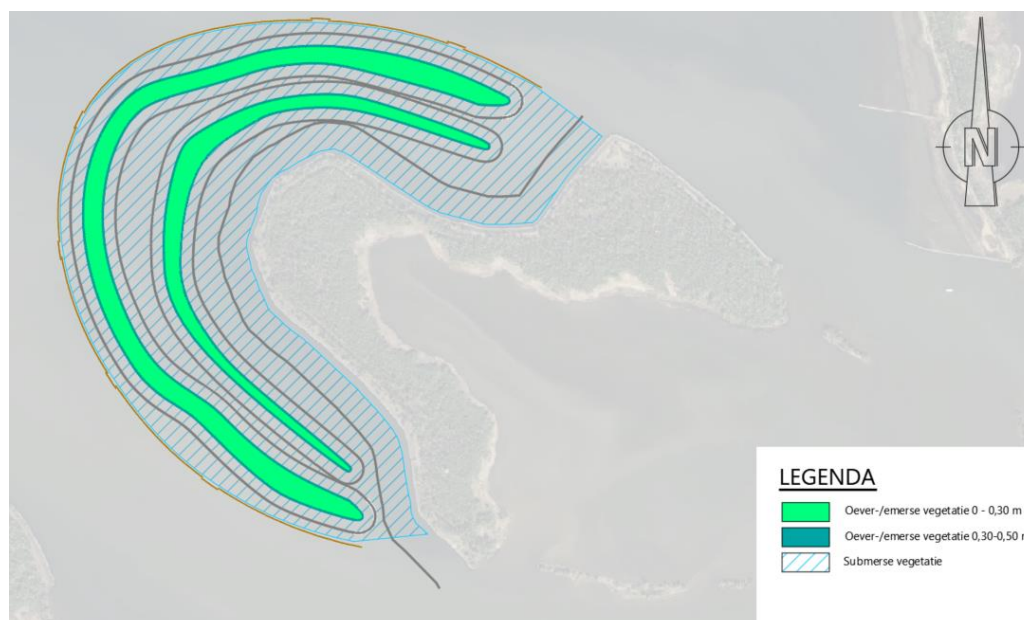
Door de richels wordt er een luwte tussen de richels gecreëerd waar een areaal van 13 ha van profiteert. In deze luwte gaat submerse en drijvende vegetatie zich ontwikkelen en vormt een habitat voor plantminnende en zuurstoftolerante vissen en macrofauna. Daarnaast is er een areaal van 16 ha submerse en drijvende vegetatie op de richels, 1 ha vissbos en 9 ha riet, die ook een habitat vormt voor macrofauna en gedeeltelijk (dieper dan 0,3 m) voor plantminnende en zuurstoftolerante vissen. Opgemerkt wordt dat ook na het verdwijnen van de rijshoutdam het areaal achter de dam als KRW-areaal kan worden aangemerkt. Waterplanten zullen dan dusdanig ontwikkeld zijn dat deze stand houden. In onderstaande tabel en afbeelding 4.2 zijn de verschillende oppervlakken gespecificeerd.

Tabel 4.1 Oppervlak van verschillende zones maatregel Ketelmeer

Vegetatiezone	onderdeel	Oppervlak (ha)	Doelsoorten
submerse en drijvende vegetatie	submerse en drijvende vegetatie (>0,5 m diepte)	29	plantminnende en zuurstoftolerante vis plantgebonden macrofauna Overige waterflora
emerse- en oevervegetatie	emerse- en oevervegetatie (0-0,3)	7	plantminnende en zuurstoftolerante vis plantgebonden macrofauna
	emerse- en oevervegetatie dieper dan 0,3 m (0,3-0,5)	2	plantminnende en zuurstoftolerante vis

Vegetatiezone	onderdeel	Oppervlak (ha)	Doelsoorten
vissbos		1	plantminnende en zuurstoftolerante vis macrofauna
totaal		39	

Afbeelding 4.3 Vegetatiezones Ketelmeer



4.2 Richels (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Het grootste onderdeel uit het ontwerp om het gebied in te richten voor de KRW-doelsoorten is de aanleg van richels. In deze paragraaf wordt toegelicht wat er verwacht wordt op het gebied van zettingen en hoe hier in het ontwerp rekening mee kan worden gehouden. Daarnaast wordt ook ingegaan de opbouw en taluds van de richels.

4.2.1 Zettingen

In onderstaande tabel zijn de mogelijke scenario's van zettingen weergegeven [ref. 1]. Voor dit deelgebied wordt verwacht dat de zetting tussen de midden en hoge waarde zal zitten. Voorgesteld wordt om een aanleghoogte van NAP +0,90 m aan te houden. Door zettingen zal de richel zakken tot onder zomerpeul (NAP -0,20 m). Indien de zetting meer is dan voorzien zullen de richels zetten tot NAP -0,50 m of lager (30 cm onder zomerpeil, 10 cm onder winterpeil). Hierbij blijft de richel ecologisch goed functioneren. Wel wordt verwacht dat door sedimentatie de richel minder zal zakken. Indien de zetting minder is dan verwacht blijft de richel onder zomerpeil (na 2 jaar) en zal er geen (of beperkt) houtopstanden optreden.

Een aanleghoogte van NAP +0,9 m betekent dat de richels 2 jaar boven zomerpeil zijn en meer onderhoud vergen om houtopstanden te verwijderen.

Tabel 4.2 Resultaten deelgebied Ketelmeer [ref. 1]

Onderdeel	Eenheid	Grenswaarde		
		Ondergrens	Middengrens	Bovengrens
POP	kPa	15	10	5
netto ophoging	[m]	2,39	2,39	2,39
zettingcompensatie	[m]	0,55	0,70	0,85
niveau zettingscompensatie	[m NAP]	+0,35	+0,50	+0,65
bruto ophoging	[m]	2,94	3,09	3,24
rustperiode (T)	[dagen]	400	600	700
zetting op T	[m]	0,55	0,70	0,85
klink (10 % bruto ophoging)	[m]	0,00	0,30	0,32
aanlegniveau	[m NAP]	+0,35	+0,80	+0,97
totale zetting	[m]	0,75	0,88	1,05
maaiveldzakking (zetting + klink)	[m]	0,75	1,18	1,37
restzetting (ex. klink) (OK < 0,2 m)	[m]	0,20	0,18	0,20

4.2.2 Monitoren zettingen

Monitoring wordt aanbevolen om inzicht te krijgen in de zettingen en bij te kunnen sturen indien nodig. Gezien de korte uitvoeringsperiode kan er maar 2 maanden gemonitord worden. De zettingen kunnen gemonitord worden met zakbakens.

In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerst periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

4.2.3 Squeezing

Naast de zettingen treedt er naar alle waarschijnlijkheid squeezing op (wegdrukken van de bestaande bodem bij het opbrengen van grond), dit is wel afhankelijk van de uitvoering van de werkzaamheden. Maximaal is hiervoor 1,5 m extra grond nodig, wat resulteert in een volume van ongeveer 400.000 m³.

4.2.4 Opbouw richels

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De kwaliteit van de grond uit de vaargeul Ramsdiep is niet bekend. De grond die aangebracht wordt dient schoon te zijn. Daarnaast dient voor de lageregelegen delen van de richels grond toegepast te worden die bestaat uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %. Indien de grond uit de vaargeul hier niet aan voldoet, dient voor de grond, of voor een gedeelte ervan, een andere bron gezocht te worden.

De bovenzijde van de richels dient voorzien te worden van een leeflaag van 0,50 m dik. Voor de leeflaag wordt slib uit het Ketelmeer toegepast. Het nutriëntengehalte van de bodem van het Ketelmeer is voldoende voor de ontwikkeling van riet/helofyten. Op de locaties waar de rietplaggen worden aangebracht hoeft geen leeflaag aangebracht te worden, de plaggen hebben voldoende dikte.

4.2.5 Taluds

De richels hebben een flauw talud dat afwisselend wordt aangelegd tussen de 1:10 en 1:20 waarop tot ongeveer 0,5 meter onder het zomerpeil een riet/helofytenzone kan ontstaan. Op de diepere delen kunnen zich (ondergedoken)waterplanten ontwikkelen. De bovenkant van de richels is 10 tot 20 meter breed en vlak. Riet wordt aangeplant op de zone die na aanleg net onder water staat. Hiervan uit kan het zich goed ontwikkelen.

4.2.6 Grondbalans richels

Voor de realisatie van de richels is een volume 400.000 m³ nodig, exclusief squeezing. Met squeezing is een volume van ongeveer 300.000 m³ nodig, resulterend in een totaal volume van 700.000 m³. In bijlage III is de grondbalans weergegeven.

4.3 Rietzone (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Op de richels ontstaat een riet/helofytenzone. Deze zone bestaat uit een dichte kern van waterriet en stromingsriet. De breedte van deze kern is minimaal 10 m. Het riet heeft een hoge dichtheid (zie hoofdstuk 2 voor de randvoorwaarden). Deze dichte kern van riet is nodig voor een robuuste ontwikkeling en instandhouding van het riet en helofyten in de zone erbuiten. Buiten deze dichte kern zijn helofyten aanwezig, waaronder kleine lisdodde, heen en mattenbies en de uitlopers van waterriet en stromingsriet. De helofyten hebben hier een lagere stengeldichtheid. Het riet en helofyten geeft een belangrijke impuls aan de waterkwaliteit en biedt habitat voor macrofauna en paar- en schuilplaatsen voor vis. Het riet ontwikkelt zich in ondiep water tot ca. 0,5 meter diepte.

In principe worden er binnen het gebied omstandigheden gecreëerd waarbinnen een riet/helofytenzone kan ontstaan. De ervaring bij soortgelijke projecten is echter dat dit lang kan duren en dat de gebieden gevoelig zijn voor bijvoorbeeld erosie of overwoekering van wilgen. Om dit te voorkomen is ervoor gekozen om op een aantal kwetsbare locaties gebruik te maken van het plaatsen van rietplaggen.

4.3.1 Aanplant van riet

Op de kruin van de buitenste richel wordt riet aangeplant doormiddel van het plaatsen van rietplaggen van ongeveer 1x1 m volgens een dambordpatroon. De rietplaggen worden geplaatst op de bovenkant van de buitenste richel, omdat deze het meeste onder invloed staan van wind(golven) vanaf het Ketelmeer. Voor deze richel worden rietplaggen ingeplant over een breedte van 5 m op de zone die bij aanleg rond de NAP -0,20 m is. De plaggen hebben een dikte van 0,5 tot 1,0 m. Hierna zal circa 30 - 40 % van de kruin bedekt zijn met rietplaggen. Dit zal verder uitgroeien op het talud van de richels tot een waterdiepte van 0,5 m onder zomerpeil. Op de andere richel worden clusters van rietplaggen aangeplant van waaruit het zich op natuurlijke wijze verder kan verspreiden. Deze clusters hebben een tussenruimte van ongeveer 10 meter. In totaal wordt een oppervlak van 6.600 m² aangeplant.

Afbeelding 4.4 geeft een beeld van een locatie met rietplaggen in aanleg. Dit is een tijdelijk afgedamde zijtak van de IJssel waar rietplaggen gewonnen worden en weer geplaatst worden. In afbeelding 4.5 is nog een beeldimpressie gegeven van het winnen, verplaatsen en herplaatsen van rietplaggen zoals dit eerder in het Ketelmeer en het Zwarte Meer gedaan is.

Afbeelding 4.4 Voorbeeld aanbrengen Rietplaggen in project RvR IJsseldelta (print screen uit film met dronebeelden)



Afbeelding 4.5 Beeldimpressie werkwijze afplaggen en plaatsen rietplaggen (Bron; Scirpus Ecologisch Advies; Evaluatierapport Winning en aanplant van rietplaggen in Ondiepe Zones Ketelmeer en Zwarte Meer)



4.3.2 Vraatrasters en linten

Het net aangeplante riet en ook de uitgroeizone dient beschermd te worden door vraatrasters. In deze paragraaf wordt toegelicht wat voor type vraatraster zal worden toegepast.

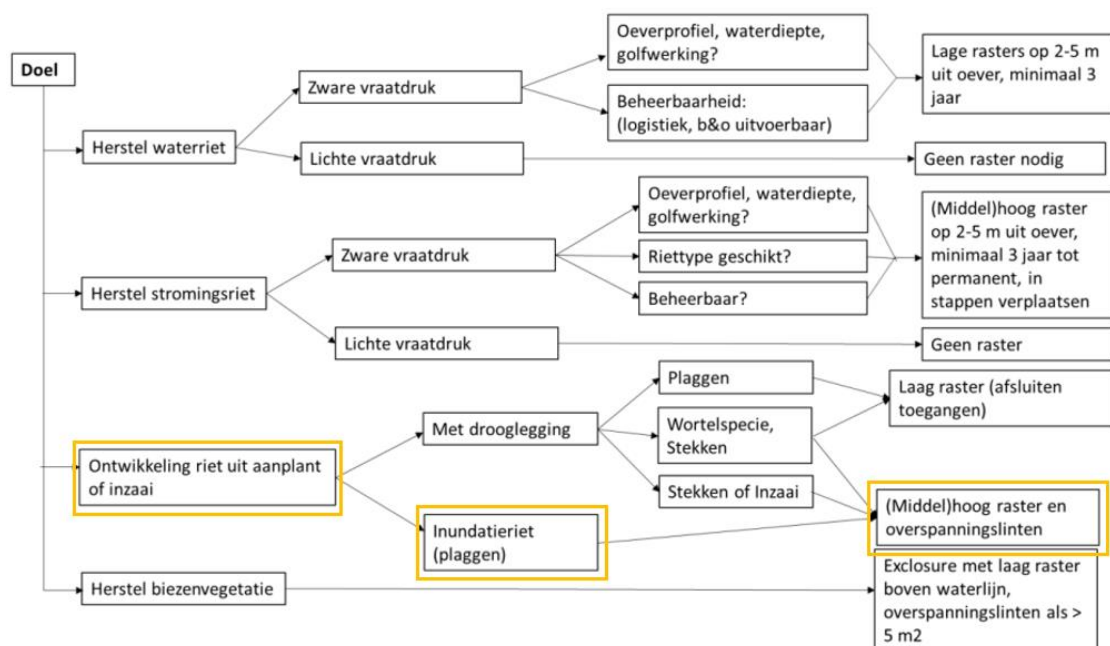
Type vraatbescherming

Een natuurlijk functionerende rietkraag bestaat uit een aantal zones, waarbij met name de overgang van riet naar open water ecologisch belangrijk is. Hier bevindt zich het hoogste, dikste riet en er moet een uitloopzone zijn in het open water waarin de dichtheid minder groot is. Vooral de uitloopzone staat onder sterke druk door begrazing door herbivore watervogels.

Het plaatsen van vraatrasters is een maatregel die kan worden toegepast om rietkragen tegen vraat te beschermen. Waar rasters zijn toegepast vóór bestaande rietkragen blijkt steeds dat riet zich snel naar het open water uitbreidt. Zo groeit waterriet weer terug naar de plaatsen waar het weggevreten was, en kan jong riet uitgroeien tot een dichte rietgordel. Het beperken van vraat wordt als basisvoorwaarde beschouwd om rietkragen te behouden en/of herstellen.

In onderstaande afbeelding is de beslisboom weergegeven voor de toe te passen vraatrasters. Hieruit volgt dat als type vraatbescherming voor alle locaties een (middel)hoog raster en overspanningslinten toegepast dient te worden. Voor alle deellocaties geldt dat het zwaar begraasde gebieden zijn of dat het risico hierop groot is en dus vraatbescherming nodig is.

Afbeelding 4.6 Beslisboom vraatbescherming [ref. 2]



Het vraatraster zal bestaan uit dik, grofmazig schapengaas (zie afbeelding 4.7) tegen zwanen en ganzen aan de buitenzijde rondom het rietgebied. Dit wordt vastgezet aan perkoenpalen van zo'n 3,0 m lengte. De hart op hart afstand van de palen is 2 m. Binnen het rietgebied worden ook perkoenpalen geplaatst, over deze palen worden kruislings linten gespannen om ganzen en zwanen af te doen schrikken. De linten dienen wit van kleur te zijn, zodat bewegingen ervan zichtbaar zijn, wat vogels afschrikt. Hiervoor worden momenteel kunststof linten toegepast (40 mm breed), verweven met RVS. Bij voorkeur wordt echter duurzaam materiaal gebruikt. De hoogte van de perkoenpalen met het schapengaas en de linten bedraagt circa 1,0 m boven zomerpeil, op NAP +0,80 m. Deze hoogte bevindt zich tussen de waterstand die eens per jaar (NAP +0,48 m) en eens per 10 jaar (NAP +0,97 m) voorkomt [ref. 3].

Afbeelding 4.7 Schapengaas met uitgroeizone van riet [ref. 2]



Op de kruin van de richels wordt riet aangeplant, de verwachting is dat het riet verder zal doorgroeien. Gemiddeld groeit riet met een meter per jaar tot een waterdiepte van max. 0,5 m. Voor het plaatsen van de rasters is rekening gehouden met deze doorontwikkeling van het riet, de rasters zullen daarom aangelegd worden rondom de richels tot 0,5 m onder zomerpeil. Dit is op het talud van de richels op een hoogte van NAP -0,70 m. In de ontwerptekening in bijlage II is een principe bovenaanzicht opgenomen hiervan.

4.3.3 Ontwerp en uitgangspunten

- op de buitenste richel wordt riet aangeplant in een dambordpatroon op het gedeelte dat zich na aanleg net onder het waterpeil van NAP -0,20 m bevindt;
- op de andere richel worden ook rietplaggen aangebracht;
- riet groeit tot 0,5 m onder zomerpeil (NAP -0,70 m), het vraatraster dient deze gehele zone te beschermen;
- het vraatraster bestaat uit perkoenpalen van 3,0 m lengte;
- langs de buitenste rand van het vraatraster wordt een schapenraster toegepast tot een hoogte van 1,0 m boven zomerpeil;
- de perkoenpalen in het midden van het gebied worden met elkaar verbonden door witte linten van ongeveer 40 mm breed, bij voorkeur van duurzaam materiaal;
- de hart op hart afstand van de palen bedraagt 2 m.

4.4 Dood hout (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Om de variatie van het habitat te vergroten is ervoor gekozen om dood hout onder water te plaatsen. Deze dienen niet boven winterpeil (NAP -0,40 m) uit te komen om te voorkomen dat er vogels op de takken gaan zitten en er veel vogelpoep ter plekke in het water komt. Het gaat om volledige bomen, inclusief kluit en top met zo veel mogelijk vertakkingen om een divers habitat te realiseren. Om ervoor te zorgen dat de bomen volledig onderwater geplaatst kunnen worden, worden ze op het diepste deel van het gebied geplaatst, tussen de Ketelplaat en de eerste richel. Er zijn twee locaties aangeduid in het ontwerp waar dode bomen geplaatst kunnen worden. Per locatie gaat het om ca. 25 bomen.

Een belangrijk aandachtspunt bij het toepassen van dood hout onder water is de verankering van de bomen. Er worden volledige bomen op de waterbodem geplaatst die niet mogen gaan drijven. Om dit te voorkomen worden ze verankerd aan de bodem door middel van ongeveer 3 perkoenpalen per boom. Deze perkoenpalen worden aan weerszijden van de stam en in de kruin van de boom geplaatst. Hierdoor wordt de boom op de locatie gefixeerd. Door de bovenkant van de perkoenpalen op zomerpeil te plaatsen kunnen de bomen vanaf de water losgemaakt en vervangen worden mocht dit nodig zijn. Hierdoor zijn er bij het onderhoud geen duikwerkzaamheden nodig.

4.4.1 Ondiep water met waterplanten (onderdeel leefgebied KRW-doelsoorten)

Tussen de richels blijft ondiep water over waar submerse en drijvende waterplanten zich kunnen ontwikkelen. In deze zone vinden geen fysieke werkzaamheden plaats, maar door de luwte die ontstaat door de rijshoutdam en de richels worden de omstandigheden voor de submerse en drijvende waterplanten hier wel positief beïnvloed. Aanplant is niet effectief, waterplanten ontwikkelen zich vanzelf.

4.5 Beschermen tegen erosie met een rijshoutdam

Gedurende de ontwikkelingsfase van het gebied is het belangrijk dat de richels die worden aangelegd tijdelijk beschermd worden tegen erosie. Omdat deze bescherming niet meer nodig is nadat de rietzones zich op de richels zich hebben ontwikkeld is er gekozen voor een rijshoutdam. Deze dam wordt gevuld met wiepen, die in de loop van de tijd (na ca. 10 jaar) vergaan. Door monitoring kan vastgesteld worden of de erosiebeschermende functie nog nodig is of kan komen te vervallen.

De rijshoutdam komt aan de buitenzijde van de maatregel, op enige afstand van de buitenste richel en heeft een lengte van ongeveer 1.700 meter. De rijshoutdam heeft ene hoogte van NAP +0,30 m. In de dam komen om de 250 meter openingen zodat bijvoorbeeld vissen hier wel tussendoor kunnen. Deze dam komt grotendeels onder water te liggen en is 1 meter breed.

Afbeelding 4.8 Voorbeelden rijshoutdam



4.5.1 Locatie rijshoutdam

Tussen de rijshouten dam en de oeverlijn van de buitensten richel is een afstand van 50 m aangehouden. Deze afstand is ingericht om te anticiperen op golven die breken over de rijshouten dam. De verwachting is dat de turbulentie die hiermee gemoeid gaat na 50 meter grotendeels is gedissipeerd. Bij vaak voorkomende omstandigheden (rond gemiddelde waterstand) breken de windgolven op de rijshouten dammen. Bij extreme omstandigheden is de waterstand (en waterdiepte) fors hoger en gaan de golven grotendeels over de rijshouten dammen en richels heen. Een afstand groter dan 50 m is voor erosiebescherming niet wenselijk.

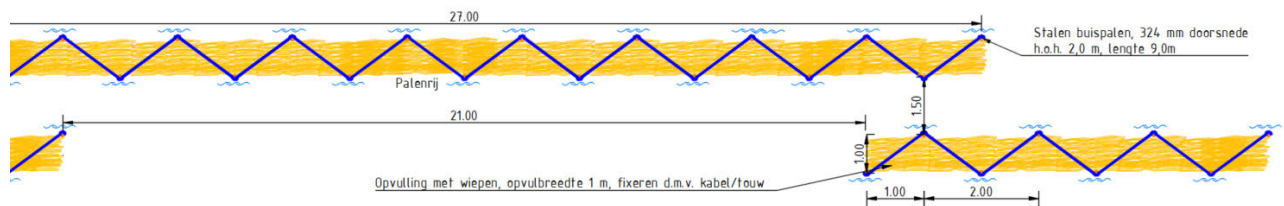
Daarnaast is vanuit ecologie een afstand van 50 m wenselijk, omdat hierdoor een groter gebied ontstaat waar luwte optreedt, waardoor waterplanten zich kunnen ontwikkelen en daardoor bijdragen aan de KRW.

4.5.2 Ontwerp constructie

De rijshoutdam bestaat uit stalen buispalen waartussen opgebonden rijshout (wiepen) aanwezig is. De stalen palen met een diameter van 32 cm zullen worden gebruikt als skelet voor deze constructie. De hart op hart afstand van de palen is 2,0 m in elke rij. De rijen 'verspringen', waardoor er elke 1,0 m een paal aanwezig is. De breedte van de rijshoutdam is 1,0 m. Het ontwerp is weergegeven in afbeelding 4.9 en gespecificeerd in tabel 4.3.

Het ontwerp is getoetst, waarvoor geotechnische analyses zijn uitgevoerd en maatgevende golfbelasting is bepaald. Dit is weergegeven in bijlage VI.

Afbeelding 4.9 Ontwerp rijshoutdam



Tabel 4.3 Uitgangspunten stalen palen rijshoutdam Ketelmeer

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
materiaal palen	staal	[-]
staalklasse	S235	[-]
corrosie	0,8	mm
diameter palen D_o	0,324	m
binnendiameter D_i	0,304	m
wanddikte t	10	mm
oppervlakte A	9.05^E+03	mm^2
paalpunt niveau	-8,7	m + NAP
paallengte	9,0	m
hart op hart afstand per rij	2,0	m
hart op hart afstand effectief	1,0	m
uitkraging	3,0	m

¹ De hart op hartafstand is 4,0 m in de rij palen. Omdat de rijen verspringen is de h.o.h. van de rijshoutdam 2,0 m.

4.5.3 Staalkwaliteit

Er is uitgegaan van een vloeigrens f_y van 235 N/mm² voor het staal. E-modulus van staal is aangenomen als 2,10E+08 kN/m². Het is mogelijk om staal van hogere kwaliteit te gebruiken.

4.5.4 Eisen buispalen

De buispalen dienen trillingsvrij aangebracht te worden in verband met eisen vanuit N2000. Dit is mogelijk door gebruik te maken van stalen buisschroefpalen. Dit zijn stalen buispalen voorzien van een schroefkop waarmee de palen trillingsvrij en geluidsarm in de bodem geschroefd worden.

4.5.5 Dichtheid en materiaal rijshoutdam

De rijshoutdam heeft een breedte van 1,0 m. Deze dienen te worden opgevuld met wiepen. Wiepen hebben een grotere lengte, wat nodig is vanwege de hart op hart afstand tussen de palen. De wiepen dienen aangedrukt te worden, zodat de golven daadwerkelijk breken op de rijshoutdam.

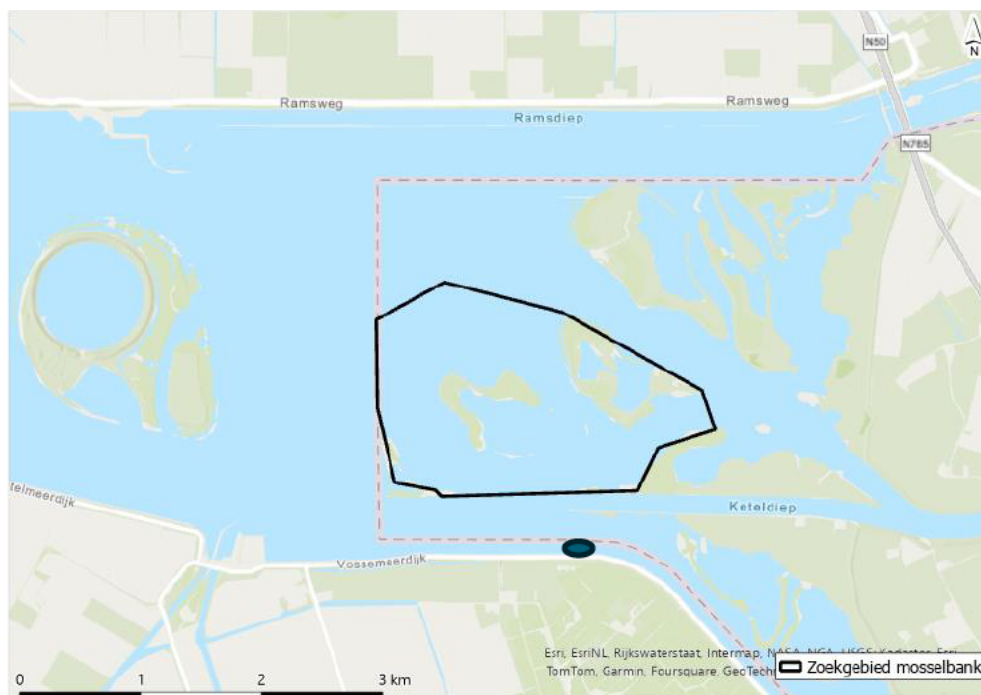
4.5.6 Verwijderen buispalen

De rijshoutdam is tijdelijk, ter bescherming van de buitenste richel in de ontwikkelfase. Na 5 à 10 jaar komt de erosiebeschermende functie te vervallen. De buispalen dienen dan verwijderd te worden. Het rijshout mag blijven liggen. Het amoveren van de buispalen is opgenomen in het Beheer-, Onderhouds- en Monitoringsplan.

4.6 Mosselbank (mitigatie N2000)

Op de oever van de Ketelplaat bevinden zich mosselen. Dit is functioneel leefgebied van de kuifeend en tafeleend (Natura-2000). Dit leefgebied gaat verloren voor deze soorten, omdat het geen open water meer betreft, door aanleg van de richels. Het functioneel leefgebied zal gemitigeerd worden door aanleg van een mosselbank in de directe omgeving, met een aanhectoppervlak van ongeveer 900 m². Het ontwerp hiervoor is opgenomen in bijlage VII, het zoekgebied voor de realisatie van de mosselbank is in afbeelding 4.10 weergegeven.

Afbeelding 4.10 Weergave zoekgebied mosselbank in het Ketelmeer



4.7 Faciliteren van beheer en onderhoud

Naast de inrichtingsmaatregelen om de natuur te faciliteren is het ook van belang dat het gebied onderhouden kan worden. Daarvoor zijn gesprekken gevoerd met terreinbeheerders die ook in de meren op dit moment al veel beheer en onderhoud uitvoeren. Het is van belang dat de gebieden niet betreden worden door recreanten/onbevoegden. Aanlegsteigers en dergelijke zijn dan ook ongewenst. Vanwege de flauwe oevers van de richels en de ondiepte zijn aanmeerpalen niet nodig.

Het verwachte beheer en onderhoud is uitgebreid beschreven in het BOM-plan. Om het gebied Ketelplaat af te schermen worden sperlijnen en borden toegepast.

Voor de huidige Ketelplaat ligt rood witte betonning om de diepte van 1,5 meter aan te geven. Omdat hier in de toekomstige situatie een nieuwe ondiepe zone ontstaat, moet deze worden verplaatst tot buiten de rijshoutdam die aan de buitenzijde van het gebied komt te staan. Voor het verplaatsen van de betonning dient de Vaarwegmarkeringsdienst ingeschakeld te worden.

4.8 Uitvoeringsplan

Het uitvoeringsplan is in bijlage IV weergegeven. De wijze van uitvoering en planning zijn hieronder weergegeven.

4.8.1 Uitvoering

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De grond kan voor het Ketelmeer per schip (onderlosser) getransporteerd worden naar de projectlocatie en daar gestort. Op de projectlocatie dient in verband met de lage draagkracht van de aan te brengen grond amfibisch materieel te worden ingezet om de richels in profiel te brengen.

Het plaatsen van de rijshoutdammen en het dode hout in de geul kan door middel van regulier materieel op pontons.

Bij het aanbrengen van de richels dienen zakbakens aangebracht te worden om de zetting van de bodem tijdens en na de werkzaamheden te monitoren. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

4.8.2 Planning

Om squeezing zoveel mogelijk te voorkomen worden de richels laag voor laag aangebracht. Lagen worden alternerend op de richels aangebracht. Dit betekent ook dat de richels ongeveer gelijktijdig aangebracht zijn. Na afronding start de monitoring. Na de monitoring kan nog grond aangevuld of verwijderd worden en worden de richels afgewerkt en geprofileerd met amfibisch materieel. Daarna kan de rijshoutdam en rietplaggen aangebracht worden.

Voor het transport en aanbrengen van de grond wordt uitgegaan van squeezing (worst-case), ondanks het laagsgewijs aanbrengen. Dit betekent dat 668.000 m³ getransporteerd en aangebracht dient te worden.

Er zijn 8 duwboden nodig om de grond in 2 maanden aan te kunnen brengen, of er is een zwaardere bakkenzuiger nodig. Er resteert dan 2 maanden om zettingen te monitoren en 1 maand voor

verwijderen/aanbrengen van grond, profilering en aanbrengen van rietplaggen en vraatrasters. In afbeelding 4.11 is de planning weergegeven.

De rijshoutdam is in drie maanden aan te brengen door inzet van 4 hydraulische graafmachines op ponton voor plaatsen van palen en vullen met rijshout. Dit kan parallel aan het aanbrengen van de richels. Na het aanleggen van de richels kan het dode hout in de geul worden aangebracht.

Voor de planning is ook de mogelijkheid overwogen om in 2 seizoenen uit te voeren, i.v.m. de hoeveelheid aan te brengen grond en naar verwachting relatief grote zettingen. Er is gekozen voor uitvoering in 1 seizoen omdat dit winst oplevert in verband met het vervallen van de aan- en afvoer van materieel tussen de seizoenen, en de kortere impact op de natuur. Ook brengt het uitvoeren in 2 seizoenen extra risico's op erosie met zich mee door de latere aanplant van riet op de richels.

Afbeelding 4.11 Planning Ketelmeer

		oktober				november				december					januari				februari			
	week	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8
1. voorbereiding																						
2. grond aanbrengen en afwerken																						
- richel 1																						
- richel 2																						
- monitoring richel 1																						
- monitoring richel 2																						
- afwerken richel 1																						
- afwerken richel 2																						
3. Rijshoutdam																						
4. Dood hout																						
5. Aanplanten riet																						
- richel 1																						
- richel 2																						
6. Plaatsen vraatbescherming																						
- richel 1																						
- richel 2																						

4.8.3 Eisen aan uitvoering

Eisen die gesteld worden aan de uitvoering vanuit N2000, NNN en flora en fauna betreffen (zie ook Quickscan Natuur (WP25), Passende beoordeling en NNN-toets (WP49)):

- uitvoering van de werkzaamheden vindt normaliter plaats in de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur;
- er wordt gewerkt met trillings- en geluidsarm materieel, rijshoutendammen worden middels duwen/drukken aangebracht;
- werkzaamheden dienen uitgevoerd te worden in de periode oktober tot en met februari, vanwege de N2000 (benthivore eendensoorten, vleermuizen) en NNN (broedvogels). Voor werkzaamheden in oktober geldt dat alleen tussen een uur na zonsopkomst tot een uur voor zonsondergang gewerkt kan worden in verband met de vleermuizen. Eventueel is ook uitvoering in maart mogelijk. Hiervoor is wel belangrijk om in de periode hiervoor aan een stuk door te werken zodat voorkomen wordt dat broedvogels zich vestigen. Bij uitvoering in maart is daarnaast ook van belang om de genoemde maatregelen m.b.t. vleermuizen in acht te nemen;
- de mosselbank dient gerealiseerd te zijn voorafgaand aan uitvoering van de werkzaamheden om te zorgen dat de voedselbeschikbaarheid voor de kuifeend en tafeleend op peil blijft;
- het materiaal voor de lageregelegen delen van de richels moet bestaan uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %.

4.9 Ontwerpkeuzes en aandachtspunten

Hieronder zijn de belangrijkste ontwerpkeuzes en aandachtspunten toegelicht.

Materiaalkeuze voor erosiebescherming

De grootste wijziging van het ontwerp van het Ketelmeer ten opzichte van het ontwerp dat is uitgewerkt bij het Voorkeursalternatief is dat er niet langer gebruik gemaakt wordt van een stortstenen dam, maar van een rijshoutdam. De levensduur van een rijshoutdam is veel korter dan een stortstenen dam, maar dat is naar verwachting geen probleem omdat de rietzones na een aantal jaren sterk genoeg zijn om de golven en stroming op te vangen. De rijshoutdammen hebben ecologisch wel voordelen ten opzichte van een stalen damwand of een stortstenen dam, zie ook afbeelding 3.9 in het vorige hoofdstuk met de ecologische waarden van een onderwaterbos.

N2000 Sternenbroedplaats

In het ontwerp is er nagedacht over de mogelijkheden om plek te maken voor een broedplaats voor kalegrondbroeders (zoals Sterne). Het was namelijk het idee om hiervoor op de Ketelplaat een inrichting te maken, maar dat heeft geen zin als er voor de Ketelplaat een riet/helofytenzone komt te liggen. Het is namelijk belangrijk voor de kalegrondbroeders om vrij zicht over het water te hebben.

De broedplaats is niet meegenomen in het ontwerp maar er is nog wel ruimte om in een later stadium een ponton toe te voegen. Vanwege de locatie is de veiligheid daarbij wel een aandachtspunt dat goed onderzocht moet worden.

N2000 Mosselen

Op de stortstenen die op de westoever van de Ketelplaat liggen zijn mosselen aanwezig (met name quaggamosselen, in mindere mate Corbicula en in nog mindere mate driehoeksmosselen) die een waterzuiverende functie hebben en dienen als voedsel voor vogels. Het aantasten van de waterzuiverende werking leidt tot tijdelijke achteruitgang van de KRW, wat niet is toegestaan. Ook betreft de oever fourageergebied van de kuifeend en tafeleend. In een eerder stadium van het ontwerp was opgenomen om ook op de oever riet aan te leggen. Het bleek echter niet mogelijk om de benodigde mitigatie te realiseren én aan te tonen dat deze voldoende functioneert, voorafgaand aan de werkzaamheden. Om deze reden wordt de oever niet heringericht.

Ondanks dat de oever dus niet heringericht wordt, treedt er verlies op van functioneel leefgebied van de kuifeend en tafeleend, dit wordt gemitigeerd middels een mosselbank (zie paragraaf 4.6). Dit dient wel aangelegd te worden voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden, maar hoeft nog niet aantoonbaar te functioneren.

4.9.1 Duurzaamheid

Voor duurzaamheid wordt verwezen naar het deelrapport Duurzaamheidsambitie (WP57).

5

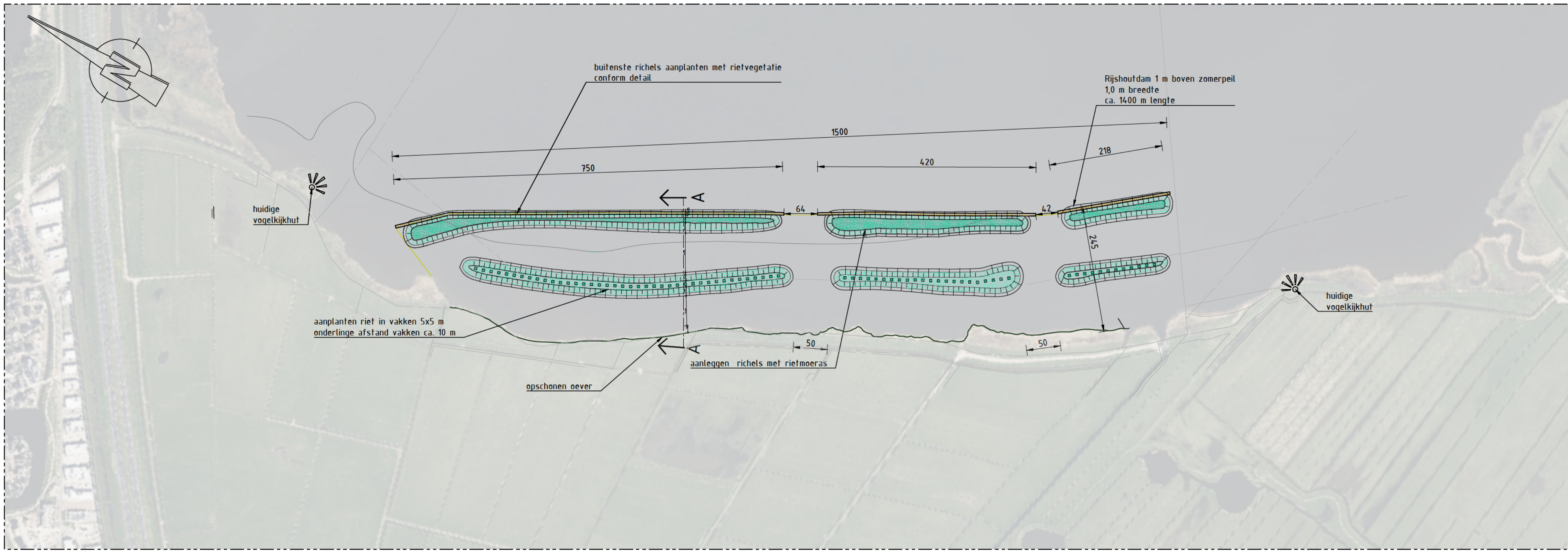
REFERENTIES

- 1 Witteveen+Bos, 131294-VTW6/24-014.918 Zettingsberekeningen - Definitief Ontwerp.
- 2 H. Coops, Scirpus Ecologisch Advies, Notitie vraastrasters 20240219 eindversie, 19 februari 2024.
- 3 Witteveen+Bos Deelrapport huidige situatie hydraulische en morfologische toestand en autonome ontwikkelingen (Fase 1, werkpakket 6 en 7), d.d. 22 februari 2023.

Bijlage(n)



BIJLAGE: ONTWERP EEMMEER



LEGENDA

Bovenaanzicht

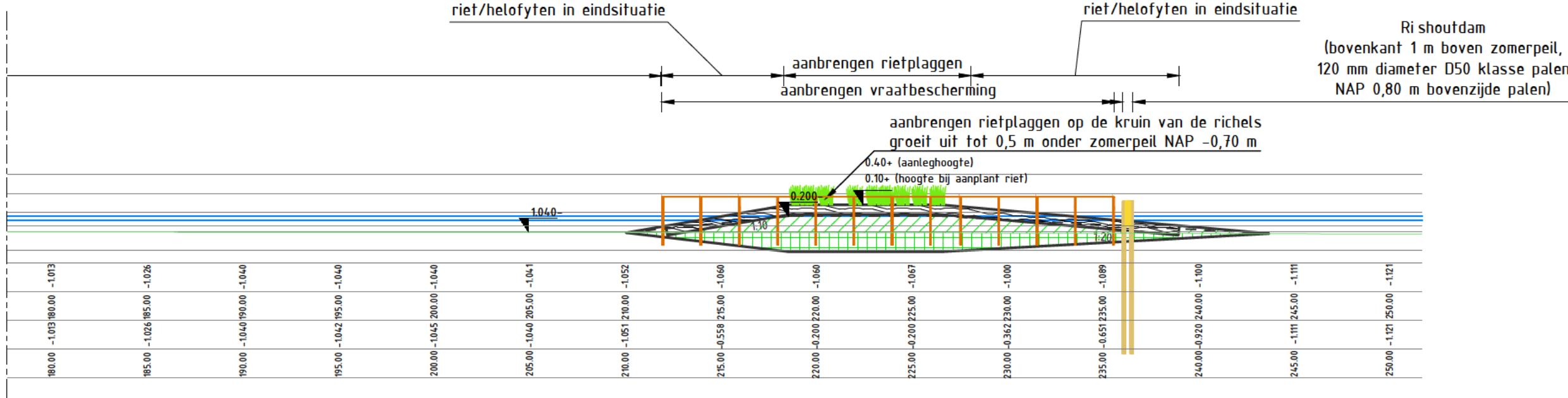
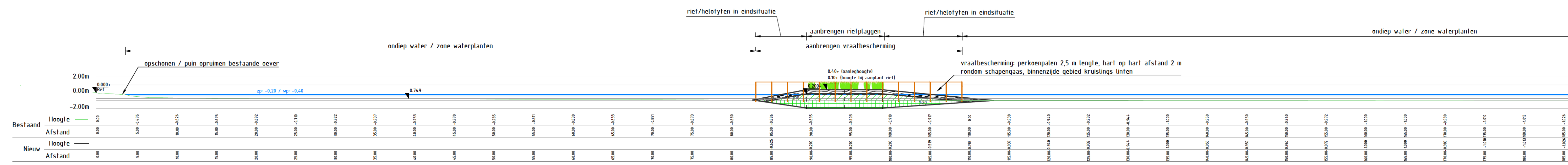
- Huidige vogelkijkhut
- Perceelsgrenzen
- Linten vraastraster
- Gaas vraastraster
- Rijshoutdam
- Aanbrengen rietplaggen bij aanleg
- Opschonen en rasters plaatsen t.b.v. rietontwikkeling
- Riet/helofytenzone in eindsituatie
- Talud
- Rijshout opvulling

Dwarsprofiel

- Bestaande bodem
- Aanleghoogte
- Vraastraster
- Waterlijn
- Aanbrengen grond t.b.v. richel
- Extra grond aanbrengen a.g.v. squeezing
- Aanbrengen 0,50 m slib t.b.v. leeflaag riet

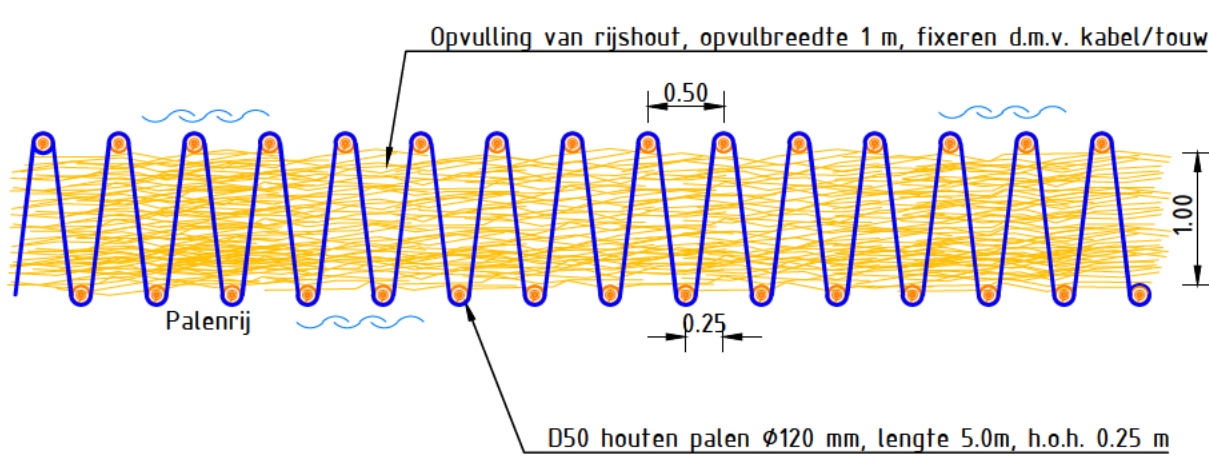
Bovenaanzicht

Schaal 1:5000

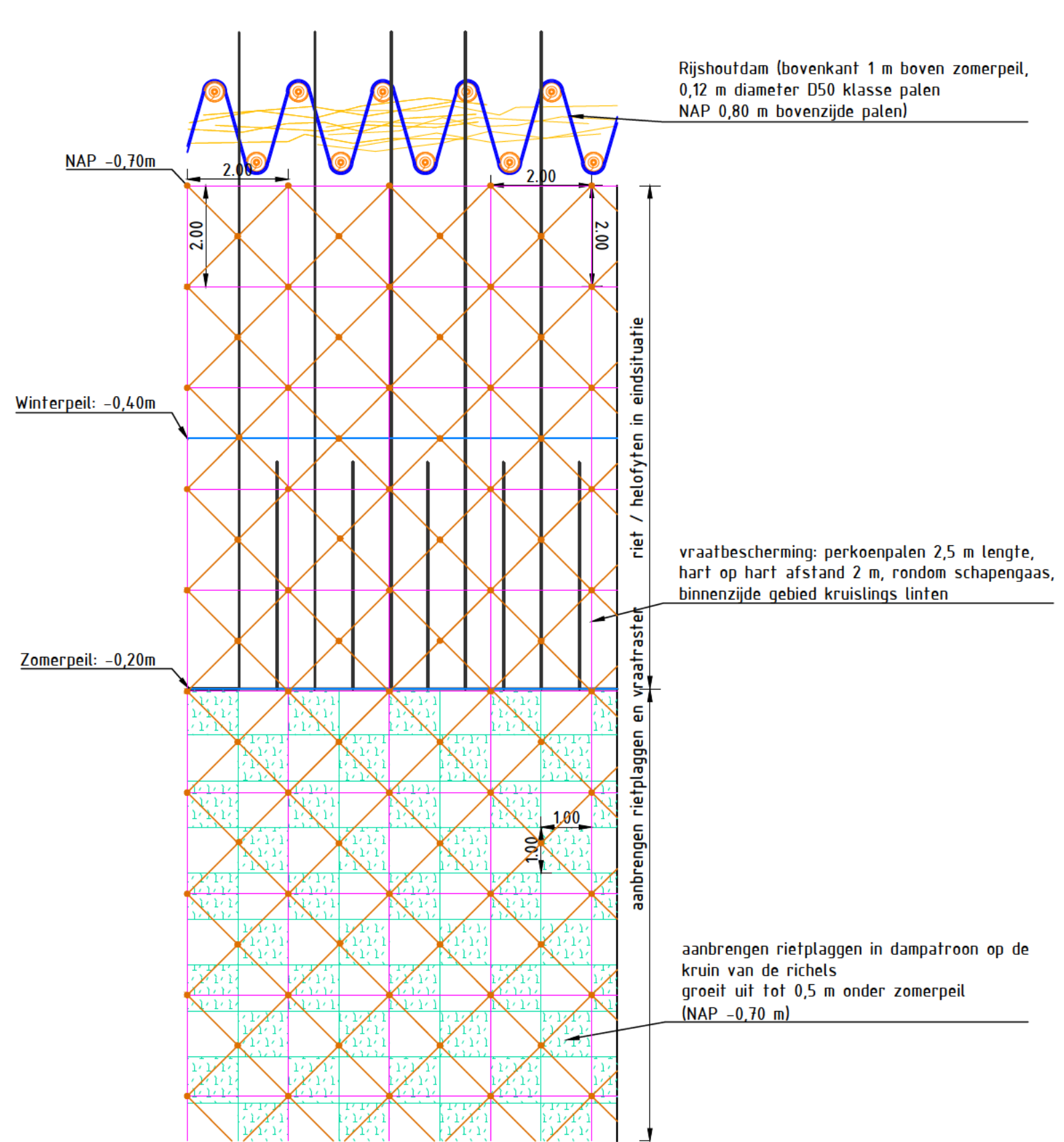
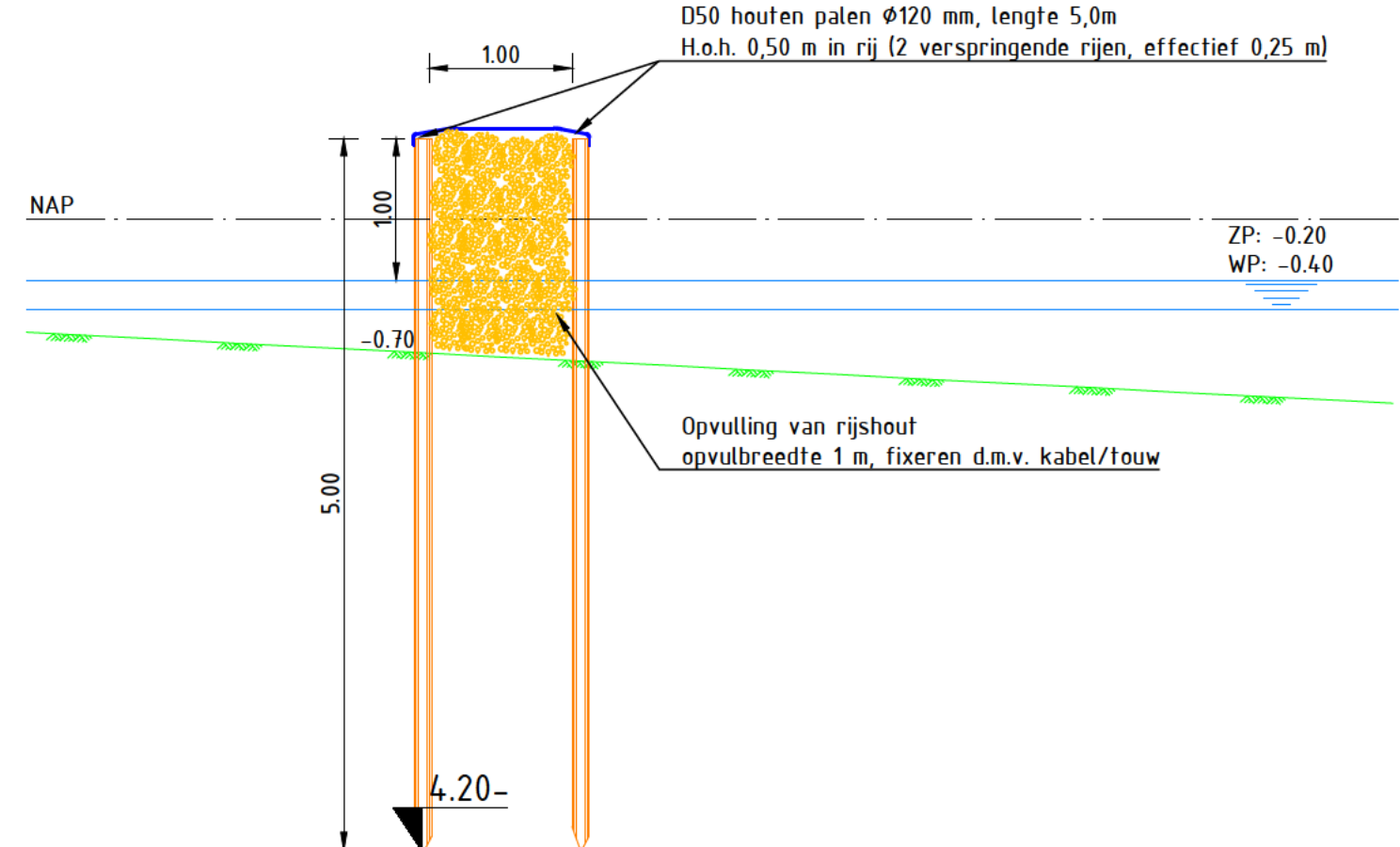


DOORSNEDE A-A

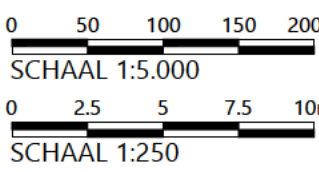
Schaal 1:250



PRINCIPE RIJSHOUTENDAM



PRINCIPE VRAATBESCHERMING EN RIETPLAGGEN



Witteveen+Bos

Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A		05-02-2025	Aanmeerpalen verwijderd
B			
C			

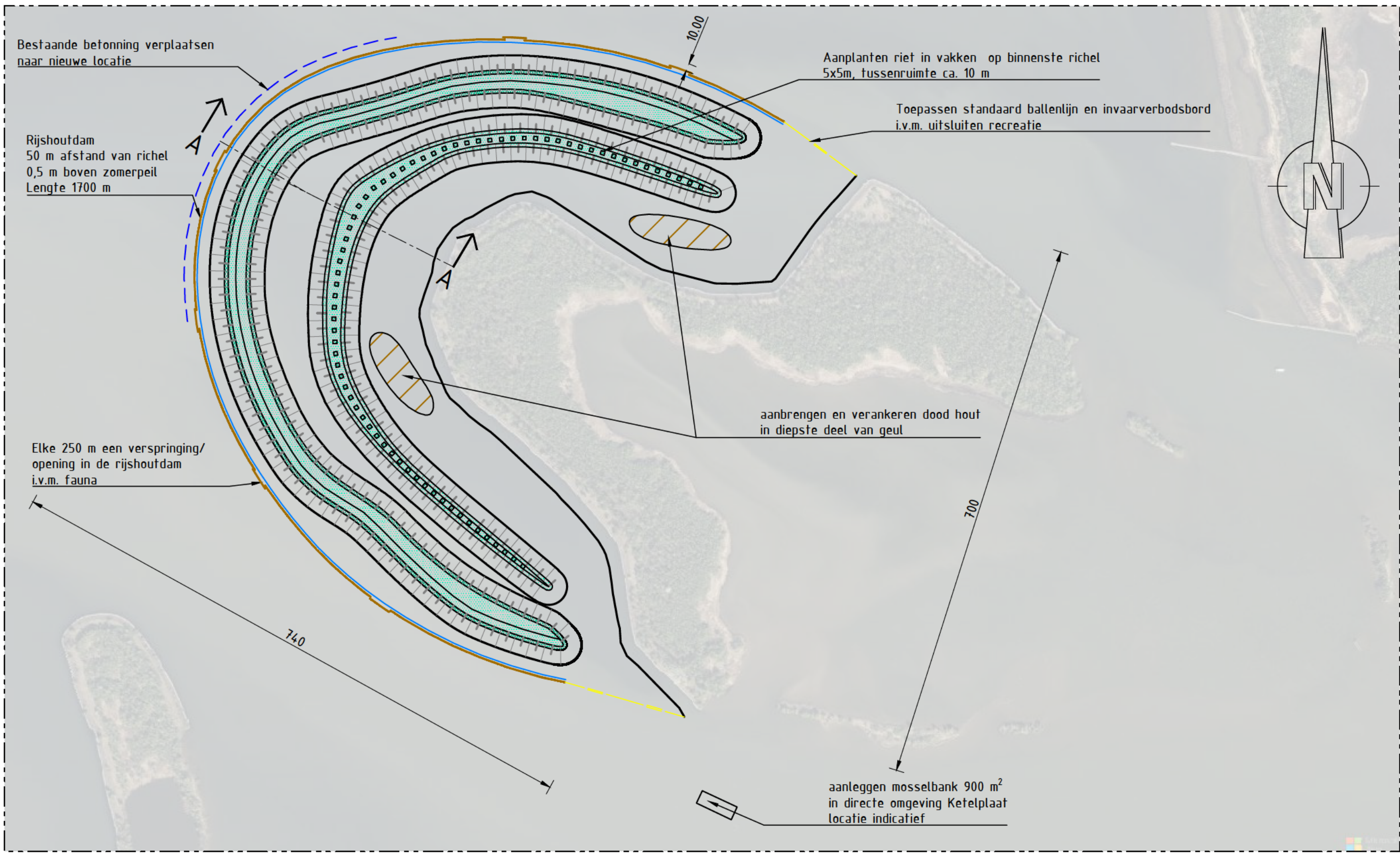
Opdrachtgever
Rijkswaterstaat
Project
Planuitwerking KRW 3e tranche IJsselmeergebied DO
Onderdeel
Emmeer
Overzicht, profiel en details

Status	Definitief	Getekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd
Datum	20-01-2025			
Formaat	Schaal	Projectcode	Tekeningnummer	Bladnummer
A1	1:5.000/1:250	131294	12.3001	1/1

Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs B.V. | Deventer
Leeuwenburg 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

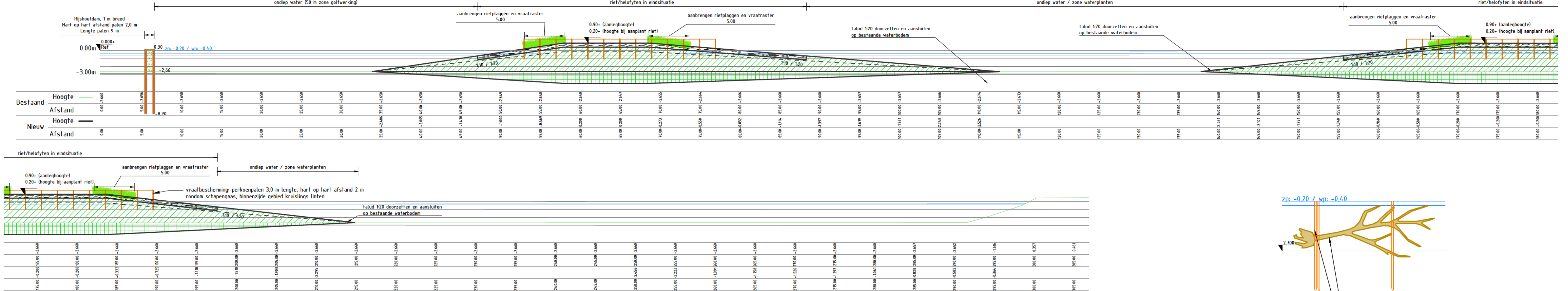


BIJLAGE: ONTWERP KETELMEER



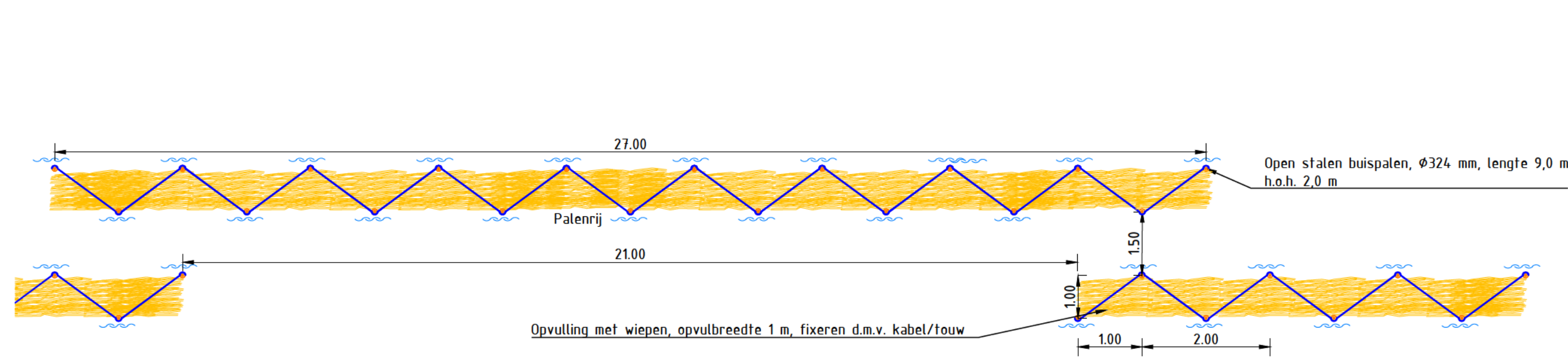
BOVENAANZICHT

Schaal 1:5000



DOORSNEDE A-A

Schaal 1:250



PRINCIPE RIJSHOUTENDAM

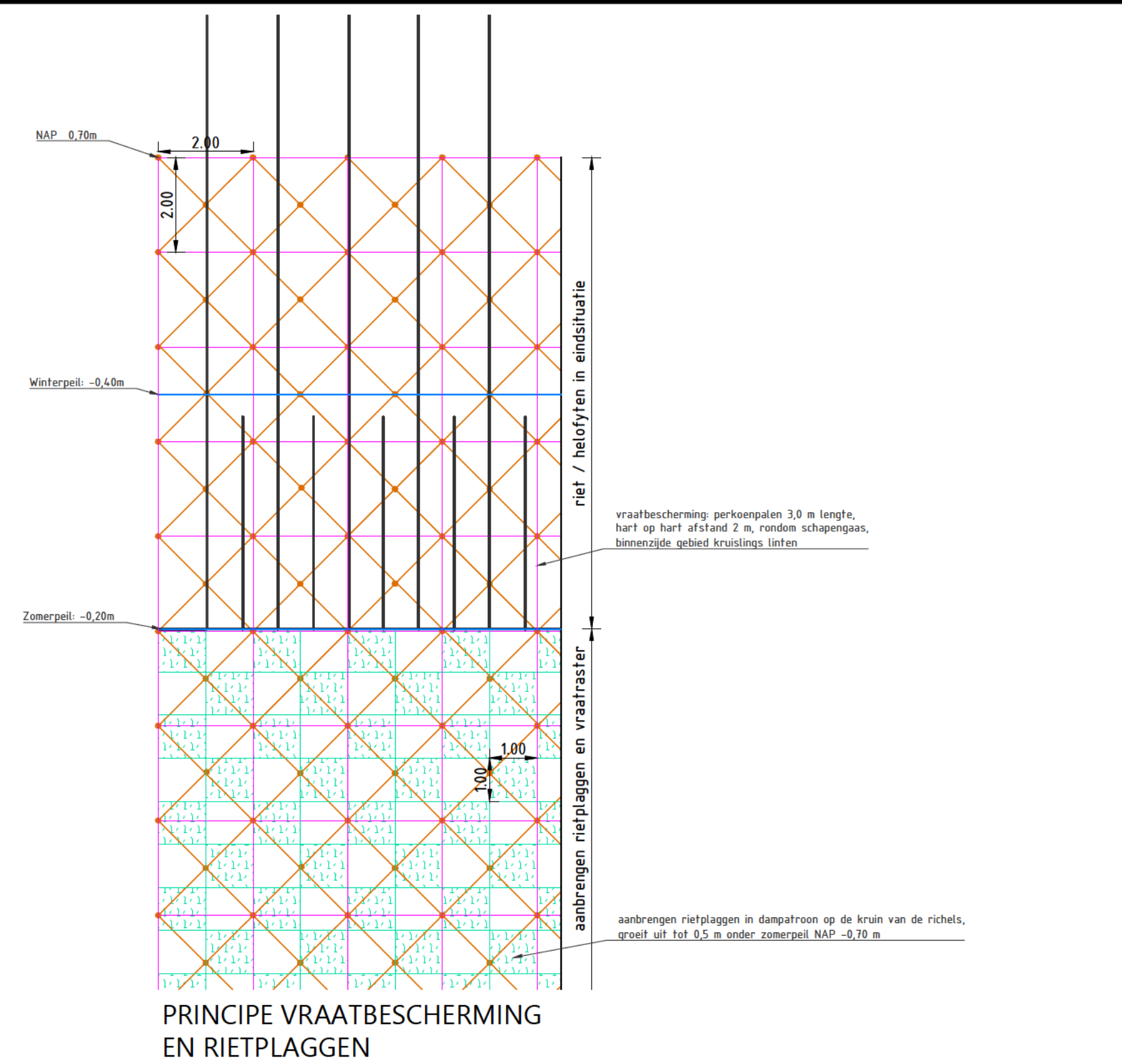
LEGENDA

Bovenaanzicht

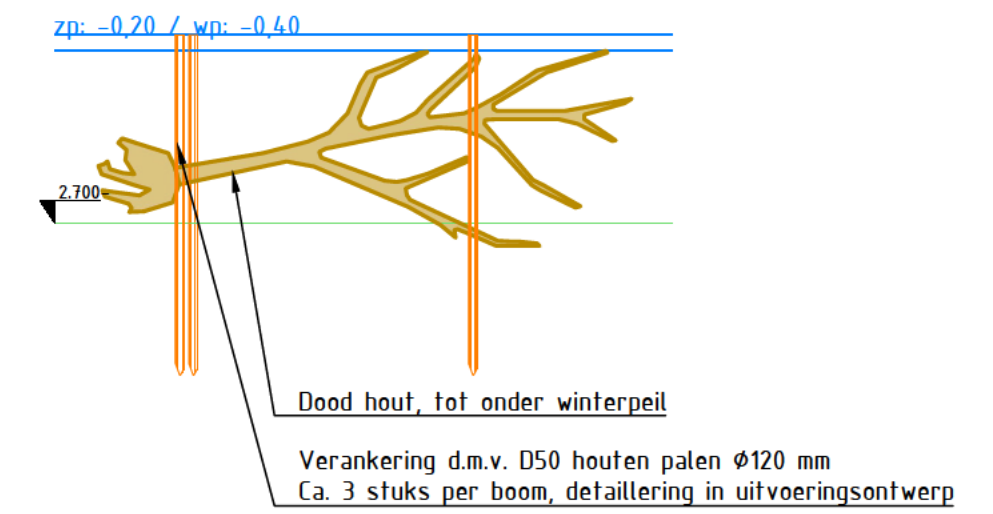
- Perceelsgrenzen
- Ballenlijen en invaarverbodsborden
- Linten vraastraster
- Gaas vraastraster
- Rijshoutdam
- Aanbrengen rietplaggen bij aanleg
- Opschonen en rasters plaatsen t.b.v. rietontwikkeling
- Riet/helofytenzone in eindsituatie
- Aanbrengen dood hout in geul
- Talud
- Rijshout opvulling

Dwarsprofiel

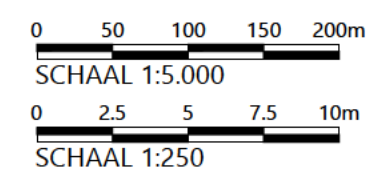
- Bestaande bodem
- Aanleghoogte
- Vraastraster
- Waterlijn
- Aanbrengen grond t.b.v. richel
- Extra grond aanbrengen a.g.v. squeezing
- Aanbrengen 0,50 m slib t.b.v. leeflaag riet



PRINCIPE VRAATBESCHERMING EN RIETPLAGGEN



PRINCIPE DOOD HOUT





BIJLAGE: GRONDBALANS

NOTITIE

Onderwerp	Grondbalans
Project	Planuitwerking KRW 3e tranche IJsselmeergebied
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Projectcode	131294
Status	Definitief 02
Datum	7 februari 2025
Referentie	131294-VTW8/25-001.886
Auteur(s)	Arie Benschop

Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	



Bijlage(n)	-
------------	---

Aan	Rijkswaterstaat
Kopie	

1 INLEIDING

Op basis van de zettingsberekeningen (131294-VTW6/24-018.395, d.d. 11 december 2024) en de hoeveelheden benodigde grond zoals bepaald in het uitvoeringsplan (131294-VTW8/24-018.296, d.d. 10 december 2024) is er per deelgebied een grondbalans opgesteld.

De grondbalans beschrijft de hoeveelheden benodigde en vrijkomende grond per deelgebied, en de benodigde transportbewegingen.

2 EEMMEER

2.1 Uitvoeringsmethode

Bij het uitbaggeren van de geul voor de haven van Huizen (Gooimeer) komt maximaal 300.000 m³ grond vrij, wat dus ruim voldoende is voor de aanleg van de richels in het Eemmeer. Deze grond kan per schip getransporteerd worden via de vaargeul naar de Stichtse brug, aan de oostzijde van de brug. Met een bakkenzuiger wordt de grond hydraulisch getransporteerd naar de projectlocatie.

De leeflaag bovenop de richels bestaat uit slib vanuit het Eemmeer zelf, waarbij het uitgangspunt is dat de grond uit de directe omgeving (het projectgebied) komt.

2.2 Eisen aan de grond

De kwaliteit van de grond uit de vaargeul Gooimeer is niet bekend. Deze dient te voldoen aan de milieutechnische eisen. Daarnaast dient voor de lagergelegen delen van de richels grond toegepast te worden die bestaat uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %. Indien de grond uit de vaargeul hier niet aan voldoet dient voor de grond, of voor een gedeelte ervan, een andere bron gezocht te worden.

Voor de leeflaag wordt slib uit het Eemmeer toegepast. Het nutriëntengehalte van de bodem van het Eemmeer is voldoende voor de ontwikkeling van riet.

2.3 Overzicht benodigde grond

In onderstaande tabel is de benodigde grond weergegeven. Hierbij wordt uitgegaan van squeezing, waarbij 1 m extra grond nodig is. Zonder squeezing is 100.000 m³ nodig. De onzekerheid in grondvolume is dus relatief groot.

Tabel 2.1 Overzicht hoeveelheden benodigde grond Eemmeer

Onderdeel	Oppervlakte (m ²)	Laagdikte (m)	Hoeveelheid (m ³) excl. squeezing	Hoeveelheid (m ³) incl. squeezing
aanbrengen leeflaag op richels	79.600	0,50	39.800	39.800
aanplanten rietplaggen	6.400	0,50	3.200	3.200
aanbrengen zand in richels			57.000	157.000
totaal benodigd			100.000	200.000

2.4 Grondbalans

Tabel 2.2 Grondbalans Eemmeer

Ontgraven	Hoeveelheid (m ³)
baggeren zand en laden in duwbak (Gooimeer)	157.000
baggeren slib (Eemmeer)	39.800
ontgraven rietplaggen (locatie n.t.b.)	3.200
totaal	200.000
Vervoeren	
vervoeren zand per schip (ca. 5 km)	157.000
lossen zand uit schip en hydraulisch vervoeren naar projectlocatie	157.000
vervoeren slib d.m.v. amfibische graafmachine v.v. baggerpomp	39.800
vervoeren rietplaggen	3.200
totaal	357.000

Ontgraven	Hoeveelheid (m ³)
Verwerken	
verwerken zand in richels	157.000
verwerken slib in richels	39.800
verwerken rietplaggen	3.200
totaal	200.000

3 KETELMEER

3.1 Uitvoeringsmethode

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De grond kan voor het Ketelmeer per schip (onderlosser) getransporteerd worden naar de projectlocatie en daar gestort.

De leeflaag bovenop de richels bestaat uit slib vanuit het Ketelmeer zelf, waarbij het uitgangspunt is dat de grond uit de directe omgeving (het projectgebied) komt.

3.2 Eisen aan de grond

De kwaliteit van de grond uit de vaargeul Ramsdiep is niet bekend. Deze dient te voldoen aan de milieutechnische eisen. Daarnaast dient voor de lageregelegen delen van de richels grond toegepast te worden die bestaat uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %. Indien de grond uit de vaargeul hier niet aan voldoet, dient voor de grond, of voor een gedeelte ervan, een andere bron gezocht te worden.

Voor de leeflaag wordt slib uit het Ketelmeer toegepast. Het nutriëntengehalte van de bodem van het Ketelmeer is voldoende voor de ontwikkeling van riet.

3.3 Overzicht benodigde grond

In onderstaande tabel is de benodigde grond weergegeven. Hierbij wordt uitgegaan van squeezing, waarbij 1,5 m extra grond nodig is. Zonder squeezing is 400.000 m³ nodig. De onzekerheid in grondvolume is dus relatief groot.

Tabel 3.1 Overzicht benodigde grond Ketelmeer

Onderdeel	Oppervlakte (m ²)	Laagdikte (m)	Hoeveelheid (m ³) excl. squeezing	Hoeveelheid (m ³) incl. squeezing
aanbrengen leeflaag op richels	77.000	0,50	38.500	38.500
aanplanten rietplaggen	6.600	0,50	3.300	3.300
aanbrengen zand in richels			358.200	658.200
totaal benodigd			400.000	700.000

3.4 Grondbalans

Tabel 3.2 Grondbalans Ketelmeer

Ontgraven	Hoeveelheid (m ³)
baggeren zand en laden in duwbak (Ketelmeer)	658.200
baggeren slib (Ketelmeer)	38.500
ontgraven rietplaggen (locatie n.t.b.)	3.300
totaal	700.000
Vervoeren	Hoeveelheid (m ³)
vervoeren zand per schip (ca. 18 km)	658.200
vervoeren slib d.m.v. amfibische graafmachine v.v. baggerpomp	38.500
vervoeren rietplaggen	3.300
totaal	700.000
Verwerken	Hoeveelheid (m ³)
verwerken zand in richels	658.000
verwerken slib in richels	38.500
verwerken rietplaggen	3.300
totaal	700.000

4 ZWARTE MEER

4.1 Uitvoeringsmethode

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De grond kan per schip getransporteerd worden naar een bakkenzuiger naast de vaargeul in het Zwarte Meer daarna en met de bakkenzuiger hydraulisch getransporteerd worden naar de projectlocatie.

De leeflaag bovenop de richels bestaat uit slib vanuit het Zwarte Meer zelf, waarbij het uitgangspunt is dat de grond uit de directe omgeving (het projectgebied) komt.

4.2 Eisen aan de grond

De kwaliteit van de grond uit de vaargeul Ramsdiep is niet bekend. Deze dient te voldoen aan de milieutechnische eisen. Daarnaast dient voor de lagergelegen delen van de richels grond toegepast te worden die bestaat uit zand, waarbij de fractie lutum niet groter mag zijn dan 10 %. Indien de grond uit de vaargeul hier niet aan voldoet, dient voor de grond, of voor een gedeelte ervan, een andere bron gezocht te worden.

Voor de leeflaag wordt slib uit het Zwarte Meer toegepast. Het nutriëntengehalte van de bodem van het Zwarte Meer is voldoende voor de ontwikkeling van riet en biezten.

Het winnen van het slib in het Zwarte Meer dient buiten de beschermingszone van de waterkering te gebeuren.

4.3 Overzicht benodigde grond

In onderstaande tabel is de benodigde grond weergegeven. Hierbij wordt uitgegaan van squeezing, waarbij 0,5 m extra grond nodig is. Zonder squeezing is 130.000 m³ nodig. De onzekerheid in grondvolume is dus relatief groot.

Tabel 4.1 Overzicht benodigde grond Ketelmeer

Onderdeel	Oppervlakte (m ²)	Laagdikte (m)	Hoeveelheid (m ³) excl. squeezing	Hoeveelheid (m ³) incl. squeezing
aanbrengen leeflaag op richels	69.000	0,50	34.500	34.500
aanplanten rietplaggen	5.000	0,50	2.500	2.500
aanbrengen zand in richels			93.000	193.000
totaal benodigd			130.000	230.000

4.4 Grondbalans

Tabel 4.2 Grondbalans Ketelmeer

Ontgraven	Hoeveelheid (m ³)
baggeren zand en laden in duwbak (Gooimeer)	193.000
baggeren slib (Eemmeer)	34.500
ontgraven rietplaggen (locatie n.t.b.)	2.500
totaal	230.000
Vervoeren	
vervoeren zand per schip (ca. 5 km)	193.000
lossen zand uit schip en hydraulisch vervoeren naar projectlocatie	193.000
vervoeren slib d.m.v. amfibische graafmachine v.v. baggerpomp	34.500
vervoeren rietplaggen	2.500
totaal	423.000
Verwerken	
verwerken zand in richels	193.000
verwerken slib in richels	34.500
verwerken rietplaggen	2.500
totaal	230.000

IV

BIJLAGE: UITVOERINGSPLAN

NOTITIE

Onderwerp	Uitvoering en uitvoeringsplanning
Project	Planuitwerking KRW 3 ^e tranche IJsselmeergebied
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Projectcode	131294
Status	Definitief
Datum	10 december 2024
Referentie	131294-VTW8/24-018.296
Auteur(s)	[REDACTED]
Gecontroleerd door	[REDACTED]
Goedgekeurd door	[REDACTED]
Paraaf	[REDACTED]
Bijlage(n)	-
Aan	Rijkswaterstaat
Kopie	

1 INLEIDING

Voor de uitvoering en uitvoeringsplanning zijn een aantal aspecten van belang. De optredende zettingen zijn hier een belangrijk onderdeel van. Deze notitie beschrijft de relevante aspecten en mogelijkheden voor uitvoering van de werkzaamheden.

2 EEMMEER

2.1 Uitvoeringsperiode

Het is noodzakelijk dat de werkzaamheden worden uitgevoerd in de periode mei tot en met oktober, vanwege de N2000, zie onderstaande afbeelding. Eventueel kunnen werkzaamheden ook in april uitgevoerd worden. Er treden dan negatieve effecten op voor de slobeend, maar niet significant negatief. Dit is te onderbouwen als dit nodig is. Dit betekent dat de uitvoeringsperiode 6 à 7 maanden is. Bij voorkeur worden de werkzaamheden in één seizoen uitgevoerd.

Afbeelding 2.1 Beperkingen uitvoeringsperiode. Groen: geen beperkingen, oranje: aandachtspunten, rood: geen uitvoering mogelijk

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
smient												
slobeend												
broedende vogels (NNN)												
KRW												
foeragegebied vleermuizen												

2.2 Zettingen

In onderstaande tabel zijn de mogelijke scenario's van zettingen weergegeven. Voor dit deelgebied wordt verwacht dat de zetting tussen de midden en hoge waarde zal zitten. Voorgesteld wordt om een aanleghoogte van NAP +0,40 m aan te houden. Indien de zetting meer is dan voorzien zullen de richels zetten tot NAP -0,50 m (30 cm onder zomerpeil, 10 cm onder winterpeil). Hierbij blijft de richel ecologisch goed functioneren. Wel wordt verwacht dat door sedimentatie de richel minder zal zakken. Indien de zetting minder is dan verwacht blijft de richel onder zomerpeil (na 2 jaar) en zal er geen (of beperkt) houtopstanden optreden.

Monitoring wordt aanbevolen om grip te hebben op de zetting en bij te kunnen sturen indien nodig. Gezien de korte uitvoeringsperiode kan er maar 10 weken gemonitord worden. Zettingen worden gemonitord met automatische zakbakens met een h.o.h. van 150 m, resulteren in ongeveer 16 zakbakens. Deze worden bij voorkeur ter plekke van de uitgevoerde sonderingen geplaatst, zodat de resultaten goed vergeleken kunnen worden met de grondopbouw. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerst periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

Een aanleghoogte van NAP +0,4 m betekent dat de richels 1 à 2 jaar boven zomerpeil zijn en meer onderhoud vergen om houtopstanden te verwijderen.

Netto is volgens het voorontwerp 64.000 m³ nodig. Met een aanleghoogte van NAP +0,40 m is 55 % extra grond nodig, resulterend in een volume van 100.000 m³. Er wordt daarnaast rekening gehouden met het optreden van squeezing (wegdrukken van de bestaande bodem bij het opbrengen van grond). Maximaal is hiervoor 1,0 m extra grond nodig, wat resulteert in een volume van ongeveer 100.000 m³. Het totale volume benodigde grond is dan 200.000 m³.

De slappe grond kan gebruikt worden als toplaag, om een geschikte leeflaag te bieden voor het aan te planten riet. Dit beperkt de zetting en grondverzet, zij het in geringe mate. Uit onderzoek (VTW1) blijkt dat de grond geschikt is voor riet door de aanwezigheid van een juiste hoeveelheid nutriënten.

Tabel 2.1 Resultaten deelgebied Eemmeer

Onderdeel	Eenheid	Grenswaarde		
		Ondergrens	Middengrens	Bovengrens
POP	kPa	15	10	5
netto ophoging	[m]	0,74	0,74	0,74
zettingcompensatie	[m]	0,20	0,30	0,55
niveau zettingscompensatie	[m NAP]	+0,00	+0,10	+0,35
bruto ophoging	[m]	0,94	1,04	1,29
zettingstijd (T)	[dagen]	50	200	600
zetting op T	[m]	0,20	0,30	0,55
totale zetting	[m]	0,34	0,49	0,75
klink (10 % bruto ophoging)	[m]	0,00	0,10	0,13
maaiveldzakking (zetting + klink)	[m]	0,42	0,59	0,88
aanleghoogte ¹	[m NAP]	+0,00	+0,20	+0,50
restzetting (ex. klink) (OK < 0,2 m)	[m]	0,14	0,20	0,19

¹ Getallen zijn afgerond op 1 decimaal.

2.3 Uitvoering

Bij het uitbaggeren van de geul voor de haven van Huizen (Gooimeer) komt 400.000 tot 500.000 m³ grond vrij, wat dus ruim voldoende is voor de aanleg van de richels in het Eemmeer. Deze grond kan per schip getransporteerd worden via de vaargeul naar de Stichtse brug, aan de oostzijde van de brug. Met een bakkenzuiger wordt de grond hydraulisch getransporteerd naar de projectlocatie. Hiervoor is een persleiding nodig van ca. 2,5 kilometer lengte. Op de projectlocatie dient in verband met de beperkte waterdiepte en de lage draagkracht van de bodem amfibisch materieel te worden ingezet om de richels in profiel te brengen. Dit materieel kan gelost worden bij de Eemmondig en daar vandaan op eigen kracht richting de projectlocatie varen.

2.4 Planning

Om squeezing zoveel mogelijk te voorkomen worden de richels laag voor laag aangebracht. Lagen worden alternerend op de richels aangebracht. Dit betekent ook dat de richels ongeveer gelijktijdig aangebracht zijn. Na het aanbrengen van de grond start de monitoring van zettingen. Dit duurt 10 weken. Na de monitoring kan nog grond aangevuld of verwijderd worden en worden de richels afgewerkt en geprofileerd met amfibisch materieel. Daarna kan de rijshoutdam en rietplaggen aangebracht worden. Door de buitenste richels als eerste te realiseren is er iets meer tijd (één à twee weken) voor realisatie van de rijshoutdam.

Voor het transport en aanbrengen van de grond wordt uitgegaan van squeezing (worst-case), ondanks het laagsgewijs aanbrengen. Dit betekent dat 200.000 m³ getransporteerd en aangebracht dient te worden.

De hydraulische leiding heeft een capaciteit van ongeveer 500 m³/uur. Uitgaande van werkdagen van 8 uur zijn er 50 dagen nodig om de grond te transporteren. Dit betekent dat de grond in 2 maanden aangebracht kan worden. Na monitoring (10 weken) kunnen de richels in 4 weken afgewerkt en geprofileerd worden.

De rijshoutdam is in één maand aan te brengen door inzet van 3 à 4 hydraulische graafmachines voor plaatsen van palen en één voor vullen met rijshout. Tegelijkertijd kunnen de rietplaggen aangebracht worden en de vraatrasters geplaatst.

In afbeelding 2.2 is de planning weergegeven. Er resteert 3 weken buffer.

Afbeelding 2.2 Planning Eemmeer

						maart								april							mei							juni							juli							augustus							september							oktober						
	week	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44																					
1. Voorkomen broedende vogels																																																														
2. voorbereiding																																																														
3. grond aanbrengen en afwerken																																																														
- richel 1-3																																																														
- richel 4-6																																																														
- monitoring richel 1-3																																																														
- monitoring richel 4-6																																																														
- afwerken richel 1-3																																																														
- afwerken richel 4-6																																																														
4. Rijshoutdam																																																														
5. Aanplanten riet																																																														
- richel 1-3																																																														
- richel 4-6																																																														
6. Plaatsen vraatbescherming																																																														
- richel 1-3																																																														

3 KETELMEER

3.1 Uitvoeringsperiode

Het is noodzakelijk dat de werkzaamheden worden uitgevoerd in de periode oktober tot en met februari, vanwege de N2000 en NNN, zie onderstaande afbeelding. Voor werkzaamheden in oktober geldt dat alleen tussen een uur na zonsopkomst tot een uur voor zonsondergang gewerkt kan worden in verband met de vleermuizen. Eventueel is ook uitvoering in maart mogelijk. Hiervoor is wel belangrijk om in de periode hiervoor aan een stuk door te werken zodat voorkomen wordt dat broedvogels zich vestigen. Bij uitvoering in maart is daarnaast ook van belang om de genoemde maatregelen m.b.t. vleermuizen in acht te nemen. Dit betekent dat de uitvoeringsperiode 5 à 6 maanden is.

Afbeelding 3.1 Beperkingen uitvoeringsperiode. Groen: geen beperkingen, oranje: aandachtspunten, rood: geen uitvoering mogelijk

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	juni	jul	aug	sep	okt	nov	dec
benthivore eendensoorten												
broedende vogels (NNN)												
KRW												
foerageergebied vleermuizen												

3.2 Zettingen

In onderstaande tabel zijn de mogelijke scenario's van zettingen weergegeven. Voor dit deelgebied wordt verwacht dat de zetting tussen de midden en hoge waarde zal zitten. Voorgesteld wordt om een aanleghoogte van NAP +0,90 m aan te houden. Indien de zetting meer is dan voorzien zullen de richels zetten tot NAP -0,50 m of lager (30 cm onder zomerpeil, 10 cm onder winterpeil). Hierbij blijft de richel ecologisch goed functioneren. Wel wordt verwacht dat door sedimentatie de richel minder zal zakken. Indien de zetting minder is dan verwacht blijft de richel onder zomerpeil (na 2 jaar) en zal er geen (of beperkt) houtopstanden optreden.

Monitoring wordt aanbevolen om grip te hebben op de zetting en bij te kunnen sturen indien nodig. Gezien de korte uitvoeringsperiode kan er maar 2 maanden gemonitord worden. Zettingen worden gemonitord met automatische zakbakens met een h.o.h. van 150 m, resulteren in ongeveer 18 zakbakens. Deze worden bij voorkeur ter plekke van de uitgevoerde sonderingen geplaatst, zodat de resultaten goed vergeleken kunnen

worden met de grondopbouw. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

Een aanleghoogte van NAP +0,9 m betekent dat de richels 2 jaar boven zomerpeil zijn en meer onderhoud vergen om houtopstanden te verwijderen.

Met een aanleghoogte van NAP +0,90 m is een volume van 400.000 m³ nodig. Er wordt daarnaast rekening gehouden met het optreden van squeezing (wegdrukken van de bestaande bodem bij het opbrengen van grond). Maximaal is hiervoor 1,5 m extra grond nodig, wat resulteert in een volume van ongeveer 300.000 m³. Het totale volume benodigde grond is dan 700.000 m³.

De slappe grond kan gebruikt worden als toplaag, om een geschikte leeflaag te bieden voor het aan te planten riet. Dit beperkt de zetting en grondverzet, zij het in geringe mate. Uit onderzoek (VTW1) blijkt dat de grond geschikt is voor riet door de aanwezigheid van een juiste hoeveelheid nutriënten.

Tabel 3.1 Resultaten deelgebied Ketelmeer

Onderdeel	Eenheid	Grenswaarde		
		Ondergrens	Middengrens	Bovengrens
POP	kPa	15	10	5
netto ophoging	[m]	2,39	2,39	2,39
zettingcompensatie	[m]	0,55	0,70	0,85
niveau zettingscompensatie	[m NAP]	+0,35	+0,50	+0,65
bruto ophoging	[m]	2,94	3,09	3,24
rustperiode (T)	[dagen]	400	600	700
zetting op T	[m]	0,55	0,70	0,85
klink (10 % bruto ophoging)	[m]	0,00	0,30	0,32
aanlegniveau	[m NAP]	+0,35	+0,80	+0,97
totale zetting	[m]	0,75	0,88	1,05
maaiveldzakking (zetting + klink)	[m]	0,75	1,18	1,37
restzetting (ex. klink) (OK < 0,2 m)	[m]	0,20	0,18	0,20

3.3 Uitvoering

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De grond zal voor het Ketelmeer per schip (onderlosser) getransporteerd worden naar de projectlocatie en daar gestort worden. Op de projectlocatie dient in verband met de lage draagkracht van de aan te brengen grond amfibisch materieel te worden ingezet om de richels in profiel te brengen. Dit materieel kan gelost worden naast de vaargeul nabij de Schokkerhaven en daar vandaan op eigen kracht richting de projectlocatie varen.

Het plaatsen van de wiependammen en het dode hout in de geul kan door middel van regulier materieel op pontons.

Bij het aanbrengen van de richels dienen zakbakens aangebracht te worden om de zetting van de bodem tijdens de uitvoeringsperiode te monitoren. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

3.4 Planning

Om squeezing zoveel mogelijk te voorkomen worden de richels bij voorkeur laag voor laag aangebracht. Lagen worden alternerend op de richels aangebracht. Dit betekent ook dat de richels ongeveer gelijktijdig aangebracht zijn. Na het aanbrengen van de grond start de monitoring van zettingen. Dit duurt 2 maanden. Na de monitoring kan nog grond aangevuld of verwijderd worden en worden de richels afgewerkt en geprofileerd met amfibisch materieel. Daarna kunnen de rietplaggen aangebracht worden.

Voor het transport en aanbrengen van de grond wordt uitgegaan van squeezing (worst-case), ondanks het laagsgewijs aanbrengen. Dit betekent dat 700.000 m³ getransporteerd en aangebracht dient te worden.

Er zijn 8 duwboden nodig om de grond in 2 maanden aan te kunnen brengen, of er is een zwaardere bakkenzuiger nodig. Er resteert dan 2 maanden om zettingen te monitoren en 1 maand voor verwijderen/aanbrengen van grond, profilering en aanbrengen van rietplaggen en vraatrasters.

De wiependam is in drie maanden aan te brengen door inzet van 4 hydraulische graafmachines op ponton voor plaatsen van palen en vullen met wiepen. Dit kan parallel aan het aanbrengen van de richels. Na het aanleggen van de richels kan het dode hout in de geul worden aangebracht.

De werkzaamheden kunnen in 5 maanden uitgevoerd worden. Een extra maand uitvoering is mogelijk. Dit kan nodig zijn als buffer in verband met het stormseizoen. In afbeelding 3.2 is de planning weergegeven.

Voor de planning is ook de mogelijkheid overwogen om in 2 seizoenen uit te voeren, i.v.m. de hoeveelheid aan te brengen grond en naar verwachting relatief grote zettingen. Er is gekozen voor uitvoering in 1 seizoen omdat dit winst oplevert in verband met het vervallen van de aan- en afvoer van materieel tussen de seizoenen, en de kortere impact op de natuur. Ook brengt het uitvoeren in 2 seizoenen extra risico's op erosie met zich mee door de latere aanplant van riet op de richels.

Afbeelding 3.2 Planning Ketelmeer

		oktober				november				december				januari				februari				
	week	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8
1. voorbereiding																						
2. grond aanbrengen en afwerken																						
- richel 1																						
- richel 2																						
- monitoring richel 1																						
- monitoring richel 2																						
- afwerken richel 1																						
- afwerken richel 2																						
3. Rijshoutdam																						
4. Dood hout																						
5. Aanplanten riet																						
- richel 1																						
- richel 2																						
6. Plaatsen vraatbescherming																						
- richel 1																						
- richel 2																						

4 ZWARTE MEER

4.1 Uitvoeringsperiode

Het is noodzakelijk dat de werkzaamheden worden uitgevoerd in de periode oktober tot en met februari, vanwege de N2000 en NNN, zie onderstaande afbeelding. Voor werkzaamheden in oktober geldt dat alleen tussen een uur na zonsopkomst tot een uur voor zonsondergang gewerkt kan worden in verband met de vleermuizen. Eventueel is ook uitvoering in maart mogelijk. Hiervoor is wel belangrijk om in de periode hiervoor aan een stuk door te werken zodat voorkomen wordt dat broedvogels zich vestigen. Bij uitvoering in maart is daarnaast ook van belang om de genoemde maatregelen m.b.t. vleermuizen in acht te nemen. Dit betekent dat de uitvoeringsperiode 5 à 6 maanden is.

Afbeelding 4.1 Beperkingen uitvoeringsperiode. Groen: geen beperkingen, oranje: aandachtspunten, rood: geen uitvoering mogelijk

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
grote karekiet												
rietzanger												
kranswieren (habitattype)												
broedende vogels (NNN)												
KRW												
foerageergebied vleermuizen												

4.2 Zettingen

In onderstaande tabel zijn de mogelijke scenario's van zettingen weergegeven. Voor dit deelgebied wordt verwacht dat de zetting tussen de lage en midden waarde zal zitten. Voorgesteld wordt om een aanleghoogte van NAP +0,15 m aan te houden. Indien de zetting meer is dan voorzien zullen de richels zetten tot NAP -0,50 m (30 cm onder zomerpeil, 10 cm onder winterpeil). Hierbij blijft de richel ecologisch goed functioneren. Wel wordt verwacht dat door sedimentatie de richel minder zal zakken. Indien de zetting minder is dan verwacht blijft de richel onder zomerpeil (na 2 jaar) en zal er geen (of beperkt) houtopstanden optreden.

Een aanleghoogte van NAP +0,15 m betekent dat de richels minder dan een jaar boven zomerpeil zijn. De extra onderhoudsinspanning is daarmee beperkt.

Monitoring wordt aanbevolen om grip te hebben op de zetting en bij te kunnen sturen indien nodig. Gezien de korte uitvoeringsperiode kan er maar 2 maanden gemonitord worden. Zettingen worden gemonitord met automatische zakbakens met een h.o.h. van 150 m, resulteren in ongeveer 24 zakbakens. Deze worden bij voorkeur ter plekke van de uitgevoerde sonderingen geplaatst, zodat de resultaten goed vergeleken kunnen worden met de grondopbouw. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerste periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

Netto is volgens het ontwerp 103.000 m³ nodig. Met een aanleghoogte van NAP +0,15 m is 25 % extra grond nodig, resulterend in een volume van 130.000 m³. Er wordt rekening gehouden met het optreden van squeezing (wegdrukken van de bestaande bodem bij het opbrengen van grond). Maximaal is hiervoor 0,5 m extra grond nodig, wat resulteert in een volume van ongeveer 100.000 m³. Het totale volume benodigde grond is dan 230.000 m³.

De slappe grond kan gebruikt worden als toplaag, om een geschikte leeflaag te bieden voor het aan te planten riet en om zaden en wortelmateriaal van de biezen op de richels aan te brengen.

Dit beperkt de zetting en grondverzet, zij het in geringe mate. Uit onderzoek (VTW1) blijkt dat de grond geschikt is voor riet/biezen door de aanwezigheid van een juiste hoeveelheid nutriënten.

Tabel 4.1 Resultaten deelgebied Zwarte Meer

Onderdeel	Eenheid	Grenswaarde		
		Ondergrens	Middengrens	Bovengrens
POP	kPa	15	10	5
netto ophoging	[m]	1,05	1,05	1,05
zettingcompensatie	[m]	0,20	0,30	0,40
niveau zettingscompensatie	[m NAP]	+0,00	+0,10	+0,20
bruto ophoging	[m]	1,25	1,35	1,45
rustperiode (T)	[dagen]	-	90	100
zetting op T	[m]	0,20	0,30	0,40
klink (10 % bruto ophoging)	[m]	0,00	0,14	0,15
aanlegniveau	[m NAP]	+0,00	+0,25	+0,35
totale zetting	[m]	0,36	0,46	0,60
maaiveldzakking (zetting + klink)	[m]	0,36	0,60	0,75
restzetting (ex. klink) (OK < 0,2 m)	[m]	0,20	0,16	0,16

4.3 Uitvoering

Er komt ongeveer 1 miljoen m³ grond vrij uit de vaargeul in het Ramsdiep, wat toegepast kan worden voor Ketelmeer en Zwarte Meer. De grond kan per schip getransporteerd worden naar een locatie nabij de Schokkerhaven en met een bakkenzuiger kan de grond hydraulisch getransporteerd worden naar de projectlocatie. Hiervoor is een persleiding nodig van ca. 2,5 kilometer lengte. Op de projectlocatie dient in verband met de beperkte waterdiepte en de lage draagkracht van de bodem amfibisch materieel te worden ingezet om de richels in profiel te brengen. Dit materieel kan gelost worden naast de vaargeul en daar vandaan op eigen kracht richting de projectlocatie varen.

Bij het aanbrengen van de richels dienen zakbakens aangebracht te worden om de zetting van de bodem tijdens de uitvoeringsperiode te monitoren. In verband met de slechte bereikbaarheid van de locatie worden automatische zakbakens toegepast. Het voordeel hiervan is ook dat er een continue meting plaatsvindt, waardoor de zettingen relatief nauwkeurig te volgen zijn. Dit is met name in de eerst periode na het aanbrengen van de grond relevant, om de zettingsberekeningen en de te verwachten eindhoogte en restzetting van de richels te kunnen verifiëren.

4.4 Planning

Om squeezing te voorkomen worden de richels laag voor laag aangebracht. Lagen worden alternerend op de richels aangebracht. Dit betekent ook dat de richels ongeveer gelijktijdig aangebracht zijn. Na het aanbrengen van de grond start de monitoring van zettingen. Dit duurt 2 maanden. Na de monitoring kan nog grond aangevuld of verwijderd worden en worden de richels afgewerkt en geprofileerd met amfibisch materieel.

Voor het transport en aanbrengen van de grond wordt uitgegaan van squeezing (worst-case), ondanks het laagsgewijs aanbrengen. Dit betekent dat 230.000 m³ getransporteerd en aangebracht dient te worden.

De hydraulische leiding heeft een capaciteit van ongeveer 500 m³/uur. Uitgaande van werkdagen van 16 uur kan de grond in één maand aangebracht worden. Na monitoring (2 maanden) kunnen de richels in 4 weken afgewerkt en geprofileerd gebracht worden en kunnen riet, biez en vraastrasters geplaatst worden. Er resteert dan een buffer van 3 weken.

De rijshoutdam kan in 4 maanden geplaatst worden, parallel aan de werkzaamheden aan de richels. Hiervoor is de inzet van 2 graafmachines nodig. De bovenkant van de rijshoutdam wordt opgevuld met stamhout.

In afbeelding 4.2 is de planning weergegeven. Er resteert 3 weken buffer.

Afbeelding 4.2 Planning Zwarte Meer

		oktober				november				december				januari				februari				
	week	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8
1. voorbereiding																						
2. grond aanbrengen en afwerken																						
- richel 1-5																						
- richel 6-11																						
- monitoring richel 1-5																						
- monitoring richel 6-11																						
- afwerken richel 1-5																						
- afwerken richel 6-11																						
4. Rijshoutdam																						
5. Aanplanten riet																						
- richel 1-5																						
- richel 6-11																						
6. Plaatsen vraatbescherming/veekering																						
- richel 1-5																						
- richel 6-11																						



BIJLAGE: ONTWERP RIJSHOUTDAM EEMMEER

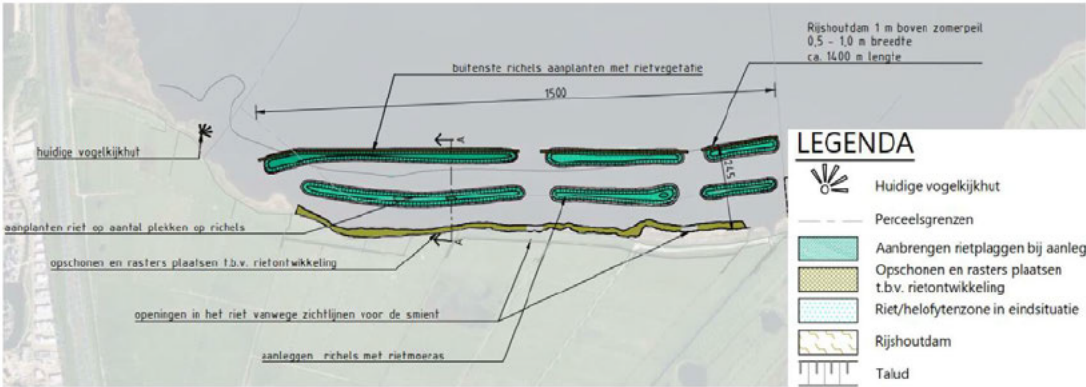
NOTITIE

Onderwerp	Definitief Ontwerp rijshoutdam Eemmeer
Project	Planuitwerking KRW 3e tranche MN (KRW IJsselmeergebied)
Opdrachtgever	RWS Midden-Nederland
Projectcode	131294
Status	Definitief
Datum	5 december 2024
Referentie	131294-VTW5/24-017.970
Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	
Bijlage(n)	I Berekening Rijshoutendam II Berekening golfimpact op rijshouten dammen
Aan	RWS Midden-Nederland
Kopie	-

1 INLEIDING

Voorliggende notitie beschouwt het definitieve funderingsontwerp van de rijshoutdam in het Eemmeer. In deze notitie is getoetst of de houten palen, zoals voorgesteld in het voorlopig ontwerp, de horizontale (golf)belasting constructief kunnen opvangen en voldoende inbedding hebben om deze te kunnen afdragen in de ondergrond. Een overzicht van de rijshoutdam in het Eemmeer, zoals voorzien in het VO, is weergegeven in afbeelding 1.1.

Afbeelding 1.1 Voorlopig ontwerp en overzicht rijshoutdam in het Eemmeer



2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Referenties

Tabel 2.1 Referenties

Ref.	Document
1	NEN9997-1:2016/C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels (d.d. 2017)
2	CUR 166 Damwandconstructies (d.d. 2014)
3	NEN-EN 1998-1-1+C1+A1:2011, Eurocode 5 - Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen
4	NEN-EN 338:2016: Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen

2.2 Rijshoutendam constructie

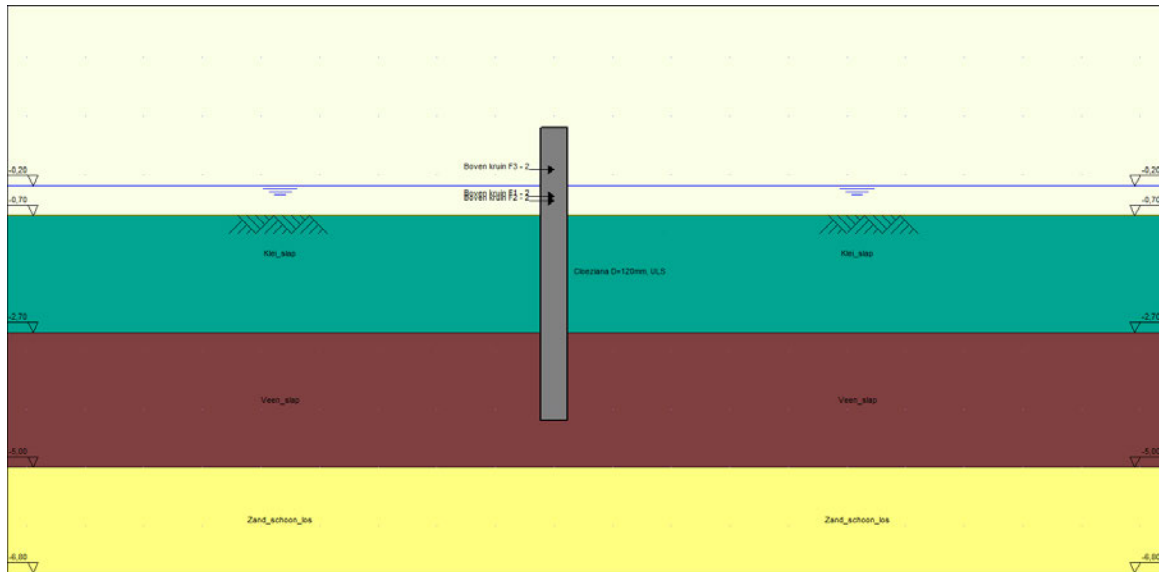
De rijshoutdam bestaat uit houten palen waartussen opgebonden rijshout aanwezig is. Houten palen met een diameter van 12 cm zullen worden gebruikt als skelet voor deze constructie. De hart-op-hart afstand van de palen is 50 cm in elke rij. De rijen 'verspringen', waardoor er elke 25 cm een paal aanwezig is. De breedte van de rijshoutdam is 1,0 m. De uitgangspunten zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Uitgangspunten rijshoutdam Eemmeer

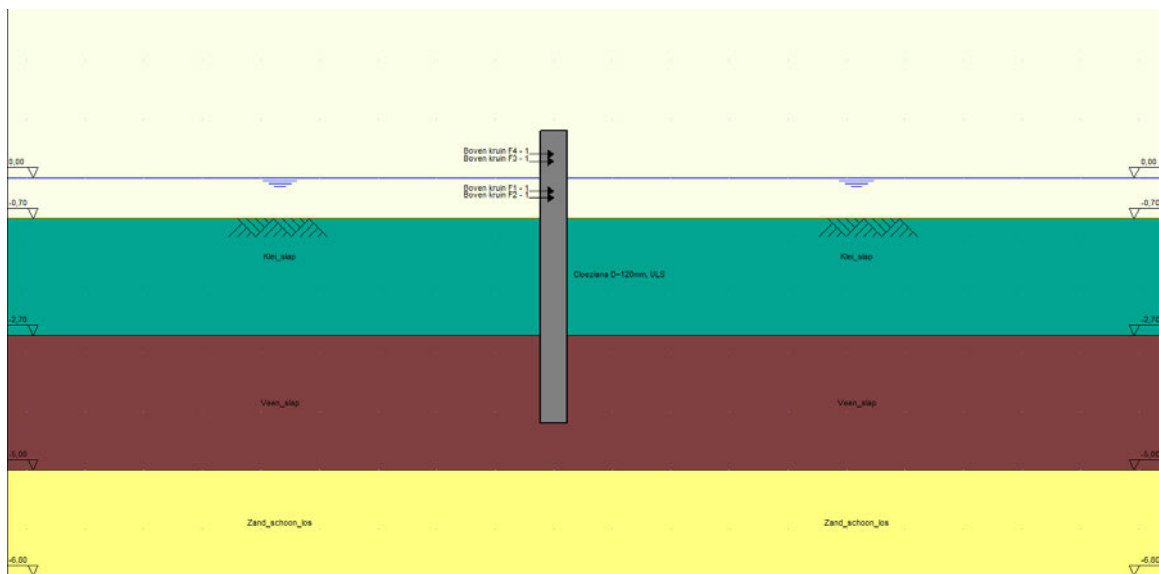
Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
diameter palen	0,12	m
hart op hart afstand ¹	0,25	m
bodemniveau	-0,70	m + NAP
bovenkant dam/ paal	+0,80	m + NAP
uitkraging	1,5	m
lengte palen	5,0	m
paalpunt niveau	-4,2	m + NAP

¹ De hart op hartafstand is 0,50 m in de rij palen. Omdat de rijen verspringen is de h.o.h. van de rijshoutdam 0,25 m.

Afbeelding 2.1 Dwarsprofiel Eemmeer (WL=-NAP 0,2 m)



Afbeelding 2.2 Dwarsprofiel Eemmeer (WL= NAP 0 m)



Hout

Alle palen binnen de oeverconstructie bestaan uit Cloeziana houtsoort (of gelijkwaardig) met sterkteklasse D50 en duurzaamheidsklassen DC 1 conform NEN-EN 338 [ref. 4]. Dit is een duurzame houtsoort met een levensduur van minimaal 25 jaar. Tabel 2.3 toont de materiaaleigenschappen van D50 hardhout.

Tabel 2.3: Eigenschappen D50 hardhout (NEN-EN 338 [ref. 4])

Eigenschap	Symbol	Waarde	Eenheid
karacteristiek buigsterkte	$f_{m,k}$	50	MPa
gemiddelde elasticiteitsmodulus evenwijdig aan vezel	$E_{m,0,mean}$	14	kN/mm ²
karacteristiek droge dichtheid	ρ_k	620	kg/m ³
natte dichtheid	ρ_{nat}	900 *	kg/m ³
karacteristiek afschuifcapaciteit	$f_{v,k}$	4,5	MPa

* Natte dichtheid gebaseerd op <https://www.houtinfo.nl/node/320>.

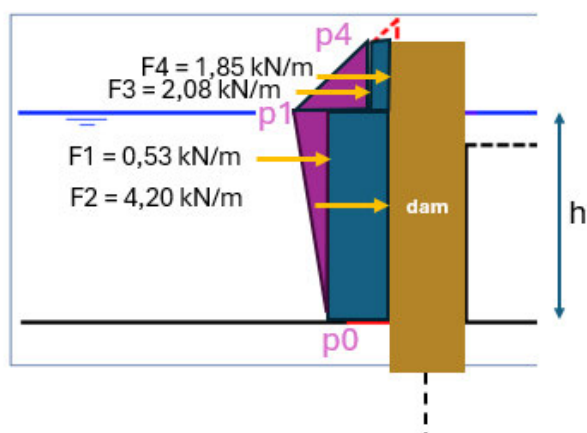
2.3 Golfbelastingen

Volgens de hydrologische condities op de locatie is de kruinhoogte altijd boven het water. Twee belastingssituaties zijn uitgewerkt; één situatie waarbij de waterlijn op NAP 0,0 m staat (afbeelding 2.3) en één situatie waarbij de waterlijn is op NAP -0,2 m. (afbeelding 2.4). De belastingen en de respectieve hoogtes staan in de tabel hieronder en in bijlage II.

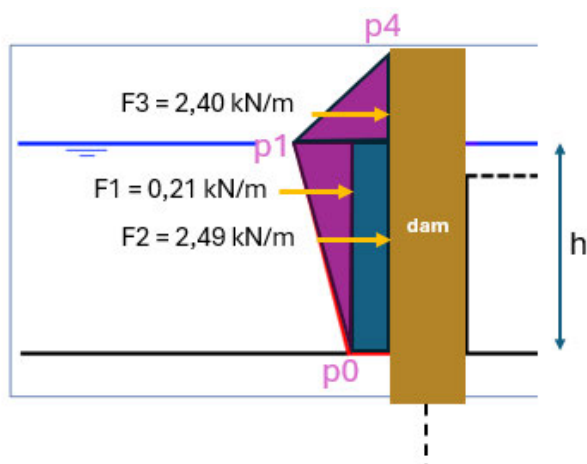
Tabel 2.4 Golfimpact belastingen

Belasting	Scenario / waterstand m tov NAP	Waarde belasting kN/m	kracht arm m tov bodemniveau	kracht arm m tov NAP
F1	+ 0	0,53	0,47	-0,23
F2	+ 0	4,20	0,35	-0,35
F3	+ 0	2,08	0,97	0,27
F4	+ 0	1,85	1,10	0,40
F1	- 0,2	0,21	0,33	-0,37
F2	- 0,2	2,49	0,25	-0,45
F3	- 0,2	2,40	0,78	0,08

Afbeelding 2.3 Belastingssituatie met waterlijn 80cm onder de dam



Afbeelding 2.4 Belastingsituatie met waterlijn 1 m onder de dam



2.4 Grondopbouw

In augustus 2024 is door BAM het geotechnisch grondonderzoek ten behoeve van KRW 3^e tranche Midden-Nederland aangeleverd [131294_VTW6_24-012.702 Geotechnisch onderzoek]. In Eemmeer geven sondering WS31 en boring WB31 de maatgevende situatie van de grondopbouw weer. De grondopbouw is afgeleid uit bovengenoemde sondering en boring en weergegeven in tabel 2.5. De grondopbouw is uniform in het projectgebied. De diepteligging van de eerste zandlaag is in het noorden op NAP -5,0 m en loopt langzaam op naar NAP -4,0 m in het zuiden.

Tabel 2.5 Grondopbouw Eemmeer o.b.v. WS31

Grondlaag	b.k. laag [m+ NAP]	o.k. laag [m+ NAP]
klei, schoon, slap	Maaiveld	-2,7
veen, niet voorbelast, slap	-2,7	-5,0
zand, schoon los gepakt	-5,0	-6,8
klei, zwak zandig, matig vastgepakt	-6,8	-7,2
zand, schoon, matig vastgepakt	-7,2	-9,0

Op basis van classificatie van de lagen zijn met tabel 2b uit NEN 9997-1 [ref. 1] sterkteparameters afgeleid voor de verschillende aanwezige grondlagen. De parameters voor de verschillende aanwezige grondlagen zijn gepresenteerd in tabel 2.6.

Tabel 2.6 Sterkteparameters geclassificeerde grondlagen o.b.v. tabel 2b NEN 9997-1 [ref. 1]

Classificatie	$\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	φ' / δ' [°]	Subgrade reaction (k1/k2/k3) [MN/m ³]
klei, schoon, slap	14/ 14	1	17,5/ 11,67	2 / 0,8/ 0,5
veen, niet voorbelast, slap	11/11	1	15/0	1 / 0,5/ 0,25
zand, schoon los gepakt	17/19	0	30/20	12 / 6/ 3

Classificatie	$\gamma_{\text{droog}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' / δ' [°]	Subgrade reaction (k1/k2/k3) [MN/m ³]
klei, zwak zandig, matig vastgepakt	18/18	5	22,5/15	4 / 2/ 0,8
zand, schoon, matig vastgepakt	18/20	0	32,5/ 21,67	20 / 10/ 5

2.5 Model-technische schematisering

De rijshoutdam is gemodelleerd in D-Sheet Piling als damwand. De onderlinge palen bevinden zich namelijk in elkaars invloedsgebied wanneer het de weerstand op horizontale belasting betreft. Om deze reden is het een overschatting van de horizontale weerstand om de palen als losse constructies te zien (elk met een eigen weerstand) en dit te extrapoleren naar de gehele rijshoutendam.

Om deze reden is de rijshoutendam gemodelleerd als continue damwand waarbij de dikte van deze wand is verdisconteerd naar rato van de dekking van de palen per strekkende meter. De dam wordt op de volgende manier vertaald naar de continue damwand:

- 1 de stijfheid van de enkele paal wordt berekend op basis van de houteigenschappen en de diameter van de paal;
- 2 bovenstaande stijfheid wordt gedeeld door de hart op hart afstand om de gemiddelde stijfheid per meter te krijgen;
- 3 de schelpfactor is in de berekeningen op 1 gesteld. Dit is een conservatieve benaderingswijze aangezien er nog ruimte tussen de palen aanwezig is.

Veiligheidsfilosofie

De risicoklasse van de constructie is RC0. Bij falen zijn er geen persoonlijke veiligheidsrisico's en de (economische) schade is zeer beperkt.

De partiële factoren zijn weergegeven in tabel 2.7.

Tabel 2.7 Partiële factoren berekening houten beschoeiing

Factor	Waarde	Eenheid
partiële factor op variabele belasting conform NEN 997-1 [ref. 1]	1,5	[-]
materiaal factor op cohesie	1,0	[-]
materiaal factor op $\tan \phi$	1,05	[-]
materiaal factor op mod. Of subg. reactions	1,3	[-]
materiaal factor op volumiek gewicht	1,0	[-]
toename kerende hoogte	0	[%]
variatie in waterstand passieve zijde	0	[cm]
variatie in waterstand actieve zijde	0	[cm]

3 KRACHTSWERKING EN TOETSING

De krachtswerking in de houten damwand is berekend met D-Sheet Piling. De berekening en toetsing is gedaan volgens [ref. 2], [ref. 3] en [ref. 4]. De resulterende krachtswerking in de houten damwand is weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Krachtswerking in houten damwand

Kracht	Waarde	Opmerking
buigend moment [kNm/m]	13,2	waterlijn op kruin niveau en CUR-stap 6.5 x factor maatgevend
dwarskracht [kN]	10,4	waterlijn op kruin niveau en CUR-stap 6.5 x factor maatgevend

De rekenwaarde van het moment is 13,2 kNm/m. De Unity Check op het optredende buigend moment is 0,56 [-] en daarmee voldoet de damwand. De volledige toetsing is bijgevoegd in bijlage I.

De vervorming van de constructie is lastig te voorspellen door deze te simplificeren als continue damwand met een dikte significant lager dan de paaldiameter. In BGT (zonder partiële- en belasting factoren) volgt een horizontale vervorming van 110 mm.

4 CONCLUSIE EN SAMENVATTING

De constructie zoals beschreven in hoofdstuk 2.2 voldoet aan de geotechnische beschouwing. Een samenvatting van de constructie is weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Samenvatting rijshoutdam Eemmeer

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
diameter palen	0,12	m
minimale sterkte klasse houten palen	D50	[-]
hart op hart afstand palen	0,25	m
hart op hart afstand palen per rij	0,50	m
bovenkant dam	0,80	m+ NAP
lengte palen	5,0	m
paalpunt niveau	-4,2	m + NAP



BIJLAGE: BEREKENING RIJSHOUTENDAM

Project **Planyutwerking KRW 3e tranche MN**
 Projectcode **131294**
 Subject **Geotechnisch ontwerp rijshoutendam Eemmeer**
 Consultant
 Date **14-11-2024**

TITLE

Calculation of wooden sheet piles in accordance with:
 - EN 1995-1-1+C1+A1:2011: Eurocode 5 - Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings.
 - EN 338:2016: Structural timber - Strength classes

STARTING POINTS

General

Language = **EN**

Material

Type of wood = **Cloeziana** [-]
 Density ρ = **900** [kg/m³]
 Durability class = **DC1** [-]
 Strength class = **D50** [-]
 Bending strength $f_{m,k}$ = **50.0** [N/mm²]
 Modulus of elasticity in bending E_{mean} = **14000** [N/mm²]

Geometry

Length **L** = **5000** [mm]
 Width **B** = **1000** [mm]
 Height **H** = **120** [mm]
 Height factor k_h = **1.00** [-]
 System strength factor k_{sys} = **1.00** [-]
 Hart-op-hart afstand = **0.25** [m]

CALCULATIONS

General properties

Area **A** = **4.52E+04** [mm²/m]
 Section modulus **W_{el}** = **6.79E+05** [mm³/m]
 Moment of inertia **I** = **4.07E+07** [mm⁴/m]

Modification factor for service class and load-duration class

Service class = **3** [-]
 Load-duration class = **Permanent** [-]
 Modification factor k_{mod} = **0.90** [-]

Servicability Limit State properties

Material factor $\gamma_{M,BGT}$ = **1.00** [-]
 Modulus of elasticity $E_{d,BGT}$ = **14000** [N/mm²]
 Bending stiffness EI_{BGT} = **570** [kNm²/m]
 Design bending strength $f_{m,d,BGT}$ = **45.0** [N/mm²]
 Max. bending moment $M_{Rd,BGT}$ = **30.5** [kNm/m]

Ultimate Limit State properties

Material factor $\gamma_{M,UGT}$ = **1.30** [-]
 Modulus of elasticity $E_{d,UGT}$ = **10769** [N/mm²]
 Elastic stiffness EI_{UGT} = **438** [kNm²/m]
 Design bending strength $f_{m,d,UGT}$ = **34.6** [N/mm²]
 Max. bending moment $M_{Rd,UGT}$ = **23.5** [kNm/m]

Check of calculated moment

Calculated moment M_{Ed} = **13.2** [kNm/m]
 Stress in outer fiber σ_{Ed} = **19.4** [N/mm²]

Unity check = **0.56** [-]

INPUT FOR D-SHEET PILING

Name	Material type	Section bottom level [m]*	Elastic stiffness EI [kNm ² /m]	Acting width [m]	$M_{r,char,el}$ [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Reduction factor maximum moment [-]	$M_{r,d,el}$ [kNm]	Reduction factor EI [-]	Note to reduction factor	Height [mm]	Coating area [m ² /m ² wall]	Section area [cm ² /m]	Elastic section modulus W _e [cm ³ /m]	Width of sheet piles [m]
Cloeziana D=120mm, S	Wood		5.700E+02	1.00	33.93	0.90	1.00	1.00	30.54	1.00	-	120	1.00	1200	679	1
Cloeziana D=120mm, U	Wood		4.385E+02	1.00	33.93	0.90	1.30	1.00	23.49	1.00	-	120	1.00	1200	679	1

* Enter in D-Sheet Piling



BIJLAGE: BEREKENING GOLFIMPACT OP RIJSHOUTEN DAMMEN

NOTITIE

Onderwerp	Berekening golfimpact op rijshouten dammen
Project	KRW IJsselmeergebied
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Projectcode	131294
Projectleider	[REDACTED]
Status	Concept 01
Datum	3 december 2024
Referentie	131294-VTW8/24-017.826

Auteur(s)	[REDACTED]
Gecontroleerd door	[REDACTED]
Goedgekeurd door	[REDACTED]
Paraaf	[REDACTED]

Bijlage(n)	-
------------	---

Aan	Rijkswaterstaat
Kopie	-

1 INLEIDING

De voorliggende memo beschrijft de rekenmethodiek en resultaten van de horizontale golfimpact belastingen die werken op de voorziene rijshouten damlocaties; het Eemmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer.

2 RANDVOORWAARDEN

Initieel zijn de hydraulische randvoorwaarden uit tabel 2.1 aangeleverd op basis van de hydrodynamische simulaties. De waarden in onderstaande tabel betreft de T100-situatie (overschrijdingskans 1/100 per jaar). Deze hoge waterstanden worden met name veroorzaakt door windopzet.

De golfhoogte betreft de golfhoogte (H_s) aan de buitenzijde van de rijshoutendammen.

Tabel 2.1 Hydraulische ontwerputgangspunten als input voor de berekening van golfimpact belasting (overschrijdingskans 1/100 per jaar)

Locatie	Significante golfhoogte (Hs)	Piek-periode (Tp)	Stroom snelheid	Waterstand	Kruin hoogte	Hoogte teen	Water diepte
Eemmeer	0,35 m	2,6 s	0,2 m/s	NAP +0,00 m	NAP +0,8 m	NAP -0,7 m	0,7 m
Ketelmeer	0,8 m	3,2 s	0,3 m/s	NAP +1,59 m	NAP +0,3 m	NAP -2,5 m	4,09 m
Zwarte Meer	0,8 m	3,7 s	0,4 m/s	NAP +1,18 m	NAP +0,3m	NAP -1,2m	2,38 m

Naast de twee bovenstaande scenario's, zijn ook de scenario's doorerekend met een (lagere) waterstand, waarbij de significante golfhoogte afhangt van de waterdiepte voor de rijshoutdam. Dit resulteert in de ontwerputgangspunten die zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hydraulische ontwerputgangspunten als input voor de berekening van golfimpact belasting (overschrijdingskans 1/100 per jaar, met een lagere waterstand aangenomen)

Locatie	Significante golfhoogte (Hs)	Piek-periode (Tp)	Stroom snelheid	Waterstand	Kruin hoogte	Hoogte teen	Water diepte
Eemmeer	0,25 m	2,6 s	0,2 m/s	NAP -0,2 m	NAP +0,8 m	NAP -0,7 m	0,5 m
Ketelmeer	0,8 m	3,2 s	0,3 m/s	NAP +0,3 m	NAP +0,3 m	NAP -2,5 m	2,8 m
Zwarte Meer	0,75 m	3,7 s	0,4 m/s	NAP +0,3 m	NAP +0,3 m	NAP -1,2 m	1,5 m

Of dezelfde golfhoogte optreedt bij een lagere waterdiepte (in het geval van het Ketelmeer en het Zwarte Meer) valt te heroverwegen, echter is dit fysisch goed mogelijk (golven met deze significante golfhoogte breken niet bij de aangenomen lagere waterdiepte). De windgolven ontwikkelen zich immers sneller dan de scheefstand van het IJsselmeer.

De uitgangspunten uit tabel 2.2 resulteren voor het Ketelmeer en het Zwarte Meer in hogere golfimpact belastingen en zijn om deze reden conservatiever voor die specifieke locatie. Voor locatie Eemmeer is het scenario met een waterdiepte van 0,7 m maatgevend (zie tabel 2.1).

Scheepsgolven

De damlocaties bevinden zich in (rand)meren. Gezien het deelsysteem is de relatieve mate van invloed van windgolven hoger dan scheepsgolven (Handreiking voor het bepalen van ontwerpwaterstanden en golfcondities, Deltares, 2015). Primaire en secundaire scheepsgolven hebben een golfhoogte die veelal niet hoger komt dan 0,5 m, alleen in zeer uitzonderlijke gevallen. Het is aanbevolen om windgolven als maatgevende golfbelastingen te beschouwen.

3 REKENMETHODIEK

Om de horizontale krachtwerking te bepalen op de rijshouten damconstructie is gebruikt gemaakt van de methode van Goda (TAW 2003, Leidraad Kunstwerken). De methode van Goda is niet strikt toepasbaar op een doorlatende rijshouten damconstructie, maar oorspronkelijk bedoeld voor massieve, verticale, kerende constructies. Echter geeft deze methodiek wel de beste benadering, hoewel het enigszins conservatief kan zijn.

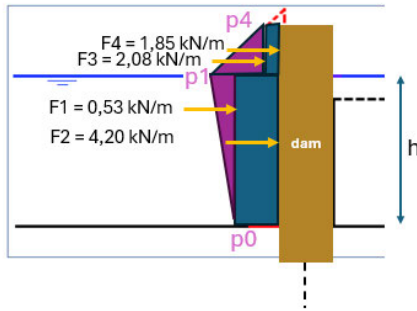
4 REKENRESULTATEN

De rekenresultaten van de golfimpact belastingen zijn weergegeven in tabel 4.1. Tevens is een visuele weergave gegeven van de krachtwerking op de rijshouten damconstructies. Uit de resultaten volgt dat de horizontale krachten hoger zijn naarmate de waterstand rond het kruinniveau ligt.

Tabel 4.1 Golfimpact belastingen voor twee locaties en twee waterstandscenario's

Locatie	Scenario/waterstand	Belastingen kN/m	Kracht arm (t.o.v. bodemniveau) in meter
Eemmeer	NAP +0 m	F ₁ : 0,53	0,47
		F ₂ : 4,2	0,35
		F ₃ : 2,08	0,97
		F ₄ : 1,85	1,1
		F _{netto} : 8,66	
	NAP -0,2 m	F ₁ : 0,21	0,33
		F ₂ : 2,49	0,25
		F ₃ : 2,40	0,78
		F _{netto} : 5,10	
Ketelmeer	NAP +1,59 m	F ₁ : 6,78	1,87
		F ₂ : 10,56	1,4
		F _{netto} : 17,33	
	NAP +0,3 m	F ₁ : 8,12	1,87
		F ₂ : 17,19	1,4
		F _{netto} : 25,31	
Zwarte Meer	NAP +1,18	F ₁ : 3,33	1
		F ₂ : 13,80	0,75
		F _{netto} : 17,13	
	NAP +0,3	F ₁ : 2,39	1
		F ₂ : 17,8	0,75
		F _{netto} : 20,19	

Afbeelding 4.1 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Eemmeer)



Waterlijn onder kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 0 m NAP, $H_s = 0,35$ m, $T_p = 2,6$ s, $h = 0,7$ m, transmissie coëfficiënt = 0,7-0,8

$p_1 = 7,51$ kN/m²

$p_0 = 6,0$ kN/m²

$p_4 = 0,36$ kN/m²

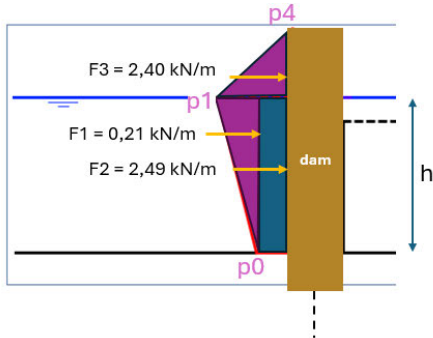
$F_1 = 0,53$ kN/m

$F_2 = 4,2$ kN/m

$F_3 = 2,08$ kN/m

$F_4 = 1,85$ kN/m

$F_{\text{netto_totaal}} = 8,66$ kN/m



Waterlijn onder kruinniveau

Ontwerpwaterstand = -0,2 m NAP, $H_s = 0,25$ m, $T_p = 2,6$ s, $h = 0,5$ m, transmissie coëfficiënt = 0,7-0,8

$p_1 = 5,82$ kN/m²

$p_0 = 4,98$ kN/m²

$p_4 = 0$ kN/m²

$F_1 = 0,21$ kN/m

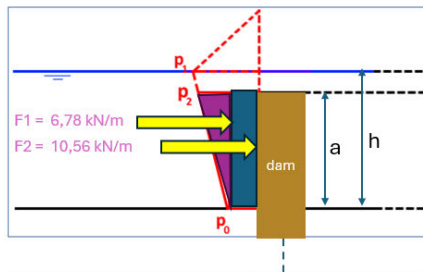
$F_2 = 2,49$ kN/m

$F_3 = 2,40$ kN/m

$F_{\text{netto_totaal}} = 5,10$ kN/m

**De methode van Goda is gebruikt (TAW 2003, leidraad kunstwerken)*

Afbeelding 4.2 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Ketelmeer)



Waterlijn boven kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 1,6 m NAP, $H_s = 0,8$ m, $T_p = 3,2$ s, $h = 4,1$ m, $a = 2,8$ m, transmissie coëfficiënt = 0.6

$p_1 = 10,85$ kN/m²

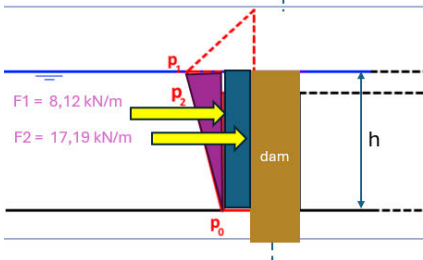
$p_0 = 3,77$ kN/m²

$p_2 = ((10,85 - 3,77) / 4,1) * 2,8 + 3,77 = 8.61$ kN/m²

$F_1 = 6,78$ kN/m

$F_2 = 10,56$ kN/m

$F_{\text{netto}} = 17,33$ kN/m



Waterlijn rond kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 0,3 m NAP, $H_s = 0,8$ m, $T_p = 3,2$ s, $h = 2,8$ m, transmissie coëfficiënt = 0.7-0.8

$p_1 = 11,94$ kN/m²

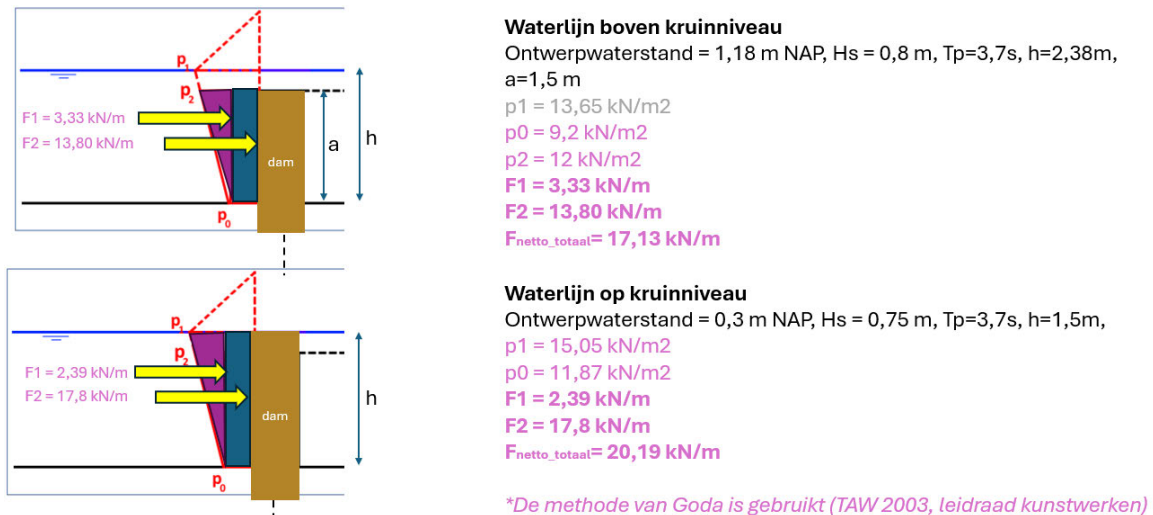
$p_0 = 6,14$ kN/m²

$F_1 = 8,12$ kN/m

$F_2 = 17,19$ kN/m

$F_{\text{netto}} = 25,31$ kN/m

Afbeelding 4.3 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Zwarte Meer)



5 AANBEVELING VOOR VEILIGHEIDSFACTOR

De belasting is relatief zwaar berekend. De volgende aspecten dragen bij aan de relatief zware belastingen die zijn berekend:

- het feit dat eenzelfde golfhoogte is aangenomen bij een lagere ontwerpwaterstand (rond het kruinniveau van de rijshoutdam), dit is in fysisch opzicht goed mogelijk, maar het is de vraag of dit daadwerkelijk optreedt;
- het feit dat de gehanteerde hydraulische condities (overschrijdingskans van 1/100 per jaar) redelijk streng zijn;
- de beschouwde constructie valt buiten het toepassingsgebied van Goda's methode voor het berekenen van golfimpact op verticale kerende constructies. De beschouwde constructie is namelijk niet massief maar semi-doorlatend;
- er is in zeer beperkte mate experimentele data beschikbaar over golftransmissie bij rijshoutdammen. Empirische resultaten laten zien dat golftransmissie varieert van circa 90 % tot 15 %. Gezien de onzekerheid hierin, is dit niet meegenomen in de analyse. Ook is de toepasbaarheid onzeker aangezien het experiment (Albers et. al, 2013) een soortgelijke constructie beschouwde en geen constructie die exact gelijk is aan de voorziene rijshoutdamconstructie.

Gezien de resultaten is het advies is **om geen of zeer milde** veiligheidsfactoren te hanteren bij de geotechnische berekeningen. Dit vanwege het feit dat berekende golfkrachten de conservatieve kant zitten. Dat in de huidige memo een ander type constructie is gebruikt dan eigenlijk geldig is in het toepassingsgebied van Goda's methode (semi-doorlatend i.p.v. massief), zou terug moeten komen in de geotechnische ontwerpfilosofie (zoals bijvoorbeeld een R0-constructie).

6 REFERENTIES

- [ref. 1] TAW Leidraad Kunstwerken, 2003.
 [ref. 2] Handreiking voor het ontwerp van ontwerpwaterstanden en golfcondities, Deltares, 2015.
 [ref. 3] Wave transmission coefficient of bamboo fences under various hydrological conditions, Albers et. al, 2013.

VI

BIJLAGE: ONTWERP RIJSHOUTDAM KETELMEER

NOTITIE

Onderwerp Haalbaarheidstudie Definitief Ontwerp rijshoutdam Ketelmeer
Project Planuitwerking KRW 3e tranche MN (KRW IJsselmeergebied)
Opdrachtgever RWS Midden-Nederland
Projectcode 131294
Status Definitief
Datum 5 december 2024
Referentie 131294-VTW5/24-017.972
Auteur(s)

Gecontroleerd door
Goedgekeurd door
Paraaf

Bijlage(n) I Berekening van horizontale bedding Em
 II Berekening golfimpact op rijshouten dammen
 III D-Sheetberekening

Aan RWS Midden-Nederland
Kopie -

1 INLEIDING

Voorliggende notitie beschouwt het funderingsontwerp van de rijshoutdam in het Ketelmeer. Deze notitie behandelt het funderingsontwerp van de rijshoutdam in het Ketelmeer.

2 REFERENTIES

Tabel 2.1 Referenties

Ref.	Document
1	NEN9997-1:2016/C2:2017 Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels (d.d. 2017)
2	NEN-EN 1993-5: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden
3	NEN 6766:2023 nl Corrosie van stalen elementen in de ondergrond - Eisen voor ontwerp en toepassing

Tabel 2.2 Software en andere rekenhulpmiddelen

Ref.	Document
4	D-Sheet Piling v20.0 (build 1.30962), Deltares
5	Horizontaal Belaste Palen spreadsheet versie 0.60, Witteveen+Bos

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Rijshoutendam constructie

De rijshoutdam bestaat uit palen waartussen opgebonden rijshout aanwezig is. Uit initiële berekeningen is gebleken dat de houten palen onvoldoende sterkte hebben, daarom is aan het ontwerp de toepassing van open stalen buispalen toegevoegd.

3.2 Veiligheidsfilosofie

De risicoklasse van de constructie is RC0. Bij falen zijn er geen persoonlijke veiligheidsrisico's en de (economische) schade is zeer beperkt.

De partiële factoren zijn weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Partiële factoren berekening houten beschoeiing

Factor	Waarde	Eenheid
partiële factor op variabele belasting conform NEN 997-1 [ref. 1]	1,5	[-]
materiaal factor op cohesie	1,0	[-]
materiaal factor op $\tan\phi$	1,05	[-]
materiaal factor op stijfheid	1,3	[-]
materiaal factor op volumiek gewicht	1,0	[-]
toename kerende hoogte	0	[%]
variatie in waterstand passieve zijde	0	[cm]
variatie in waterstand actieve zijde	0	[cm]

3.3 Berekeningsmethode

De grotere hart op hart afstand van de open stalen buispalen (>3 keer de diameter) zullen de palen elkaar minimaal beïnvloeden. Hierdoor is deze constructie met de Single Pile module in D-Sheet Piling berekend. Voor de berekening van de horizontale bedding is de methode Ménard gebruikt. Om het paalontwerp te verifiëren zijn de volgende verificaties uitgevoerd van de palen:

- horizontale stabiliteit;
- buigend moment;
- horizontale verplaatsing.

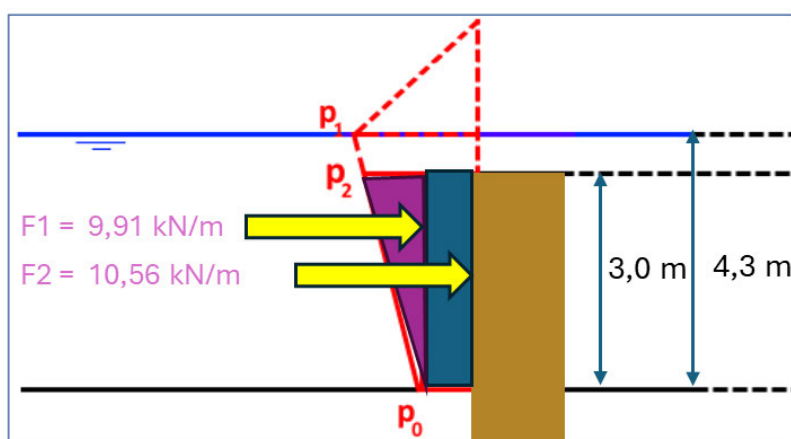
3.4 Levensduur en corrosie

Voor de stalen onderdelen van de constructie dient een afname van het staal door corrosie in rekening gebracht te worden. Corrosie van de stalen buispalen is toegepast volgens NEN 6766 [ref. 3] met een gebruiksperiode van 10 jaar. Volgens tabel 4 van NEN 6766 is de toegepaste corrosie 0,8 mm in 10 jaar.

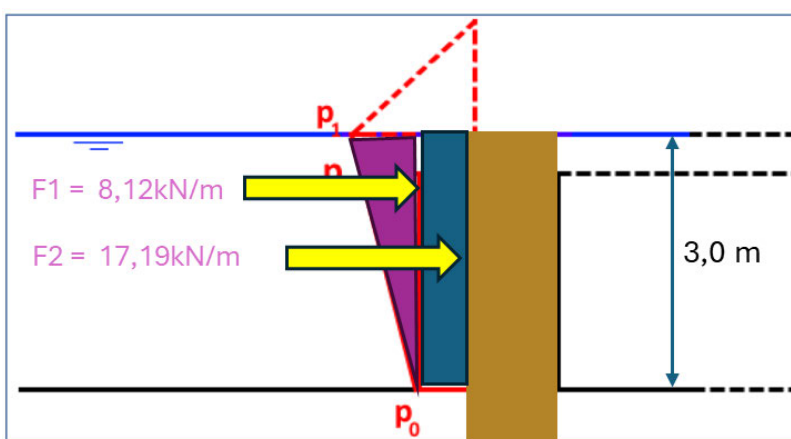
3.5 Golfbelastingen

De waarden van de golfbelasting is in onderstaande afbeeldingen en in bijlage II weergegeven. Twee belasting situaties zijn uitgewerkt; één situatie waarbij de waterlijn 1,3 m boven de damwand staat (afbeelding 3.1) en één situatie waarbij de waterlijn op gelijke hoogte is met de kruinhoogte (afbeelding 3.2). De belastingen in beide situaties grijpen aan op respectievelijk 1,5 m en 2,0 m boven bodemniveau. De genoemde onderstaande voorlopige belastingen zijn per strekkende meter. De maatgevende situatie is de situatie waarbij de waterlijn gelijk is aan de kruinhoogte van de dam.

Afbeelding 3.1 Belastingsituatie met waterlijn 60 cm boven de dam



Afbeelding 3.2 Belastingssituatie met waterlijn gelijk aan de damhoogte



3.6 Bodemopbouw en geotechnische parameters

In augustus 2024 is door BAM het geotechnisch grondonderzoek ten behoeve van KRW 3^e tranche Midden-Nederland aangeleverd [131294_VTW6_24-012.702 Geotechnisch onderzoek].

De gehanteerde bodemopbouw en geotechnische parameters zijn weergegeven in tabel 3.2. Op basis van classificatie van de lagen zijn met tabel 2b uit NEN 9997-1 [ref. 1] sterkteparameters afgeleid voor de verschillende aanwezige grondlagen. De horizontale bedding E_m is bepaald conform de methode Ménard. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in bijlage I. In de berekeningen is gebruik gemaakt van de laag-karakteristieke waarden.

Tabel 3.2 Grondprofiel en geotechnische parameters op basis van sondering WS05 [ref. 1]

B.k. laag [m t.o.v. NAP]	Grondsoort [-]	γ_{unsat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	E_m [kN/m ²]
-6,2	klei, schoon, slap	14	14	1	17,5	600
-6,6	veen, niet voorbelast, slap	11	11	1	15	1.500
-8,5	zand, schoon, matig 1	18,0	20,0	0	32,5	13.300
-13,5	zand, schoon, matig 2	18,0	20,0	0	32,5	19.600

3.7 Niveaus en waterstand

Onderstaande waterstand en niveaus zijn aangehouden in de berekening:

- bovenkant paal: NAP +0,3 m;
- waterbodempunt niveau: NAP -2,7 m;
- waterstand scenario 1 (waterlijn 60cm boven de dam): NAP +1,59 m;
- waterstand scenario 1 (waterlijn gelijk aan de damhoogte): NAP +0,3 m.

3.8 Ontwerp palen rijshoutdam

De rijshoutdam bestaat uit stalen buispalen. Eigenschappen van de palen zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Uitgangspunten stalen palen rijshoutdam Ketelmeer

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
materiaal palen	staal	[-]
staalklasse	S235	[-]
corrosie	0,8	mm
diameter palen D_o	0,324	m
binnendiameter D_i	0,304	m
wanddikte t	10	mm
oppervlakte A	9.05E+03	mm ²
paalpunt niveau	-8,7	m + NAP
paallengte	9,0	m
hart op hart afstand per rij	2,0	m
hart op hart afstand effectief	1,0	m
uitkraging	3,0	m

3.9 Staalkwaliteit

Er is uitgegaan van een vloeigrens f_y van 235 N/mm² voor het staal. E-modulus van staal is aangenomen als 2,10E+08 kN/m². Het is mogelijk om staal van hogere kwaliteit te gebruiken.

3.10 Constructieve eigenschappen

Onderstaande tabel 3.4 geeft de constructieve eigenschappen van de palen die in de berekeningen zijn gebruikt. Op basis van de afmetingen van de palen en eigenschappen van het gebruikt staal is de maximale momentcapaciteit M_{Rd} 162 kNm.

De buigstijfheid EI van de paal is berekend volgens de vergelijkingen:

$$I = \frac{\pi}{64} * (D^4 - (D - 2 * t)^4)$$

$$EI = E * I$$

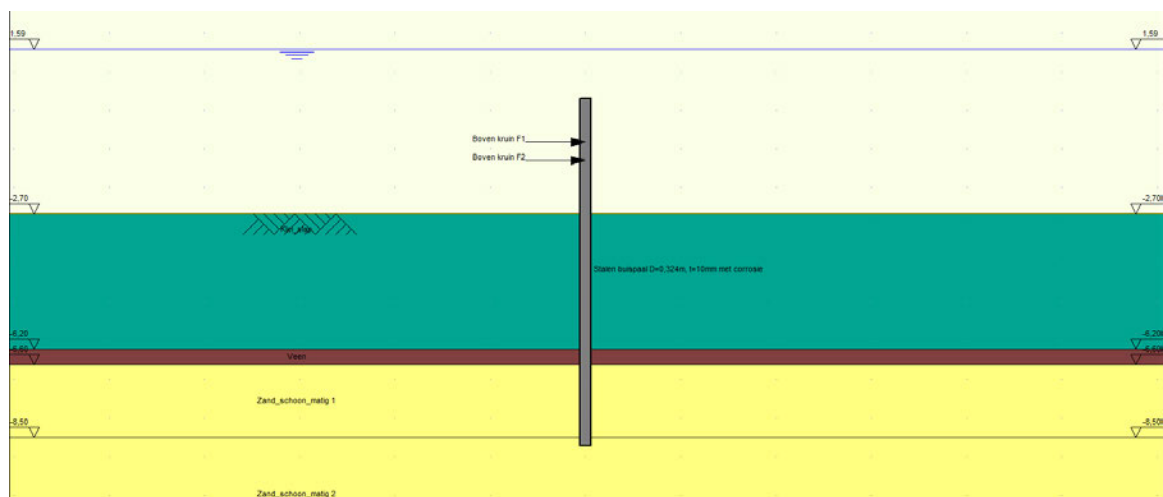
Tabel 3.4 Constructieve eigenschappen stalen buispaal

Vloeigrens f_y [N/mm ²]	W_{el} [mm ³]	I [mm ⁴]	Buigstijfheid EI [kNm ²]	Momentcapaciteit M_{Rd} [kNm]
235	6,89E+05	1,11E+08	23.330	162

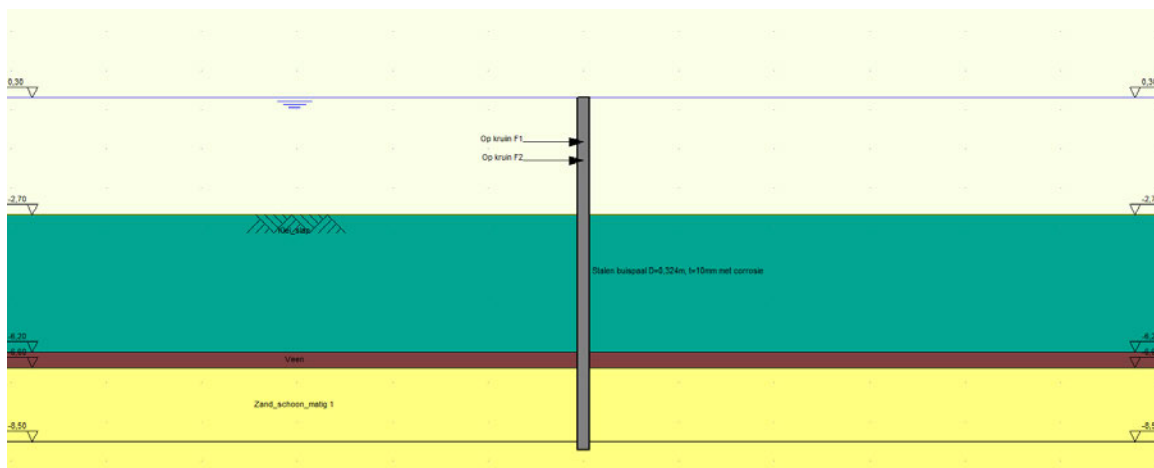
4 RESULTATEN

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de uitgevoerde berekeningen gepresenteerd. Op basis van de uitgangspunten uit hoofdstuk 3 zijn de stalen buispalen doorgerekend met behulp van D-Sheet Piling (module Single Pile) [ref. 4], zoals weergegeven in afbeelding 4.1 en afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.1 Scenario 1 - waterniveau NAP +1,59 m



Afbeelding 4.2 Scenario 2 - waterniveau NAP +0,3 m



Berekeningen zijn uitgevoerd in de bruikbaarheidsgrenstoetstand (BGT) voor toets op vervormingen en de uiterste grenstoestand (UGT) voor sterkte en stabiliteit / passieve weerstand. De berekeningsuitvoer is te vinden in bijlage III.

De resultaten van de BGT- en UGT-berekeningen zijn samengevat in tabel 4.1. De unity check is kleiner dan 1,0, de palen voldoet.

Tabel 4.1 Rekenresultaten berekeningen

Toets	Grenstoestand	Optredend	Toelaatbaar	UC [-]
scenario 1 - waterniveau NAP +1,59 m				
buigend moment [kNm]	UGT	80,9	162	0,50
passieve weerstand [%]	UGT	25,4	100	0,25
verplaatsing [mm]	BGT	56,6	*	*
scenario 2 - waterniveau NAP +0,3 m				
buigend moment [kNm]	UGT	134,0	162	0,83
passieve weerstand [%]	UGT	46,8	100	0,47
verplaatsing [mm]	BGT	88,9	*	*

* Er zijn geen concrete eisen gesteld aan de maximale verplaatsing. 89 mm wordt acceptabel geacht.

5 SAMENVATTING

Scenario 2 is duidelijk representatief voor het ontwerp van de rijshoutdam bij het Ketelmeer. Dit scenario wordt gekenmerkt door waterstand NAP +0,3m, dat wil zeggen op kruinhoogte, en de grootste krachten die op de dam werken. Het maximale buigend moment is berekend als 134 kNm, met een unity check van 0,83. In BGT (zonder partiële- en belasting factoren) volgt een horizontale vervorming van 89 mm.

De samenvatting van het ontwerp van de rijshoutdam met open stalen buispalen is weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Samenvatting ontwerp rijshoutdam met open stalen buispalen Ketelmeer.

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
materiaal palen	staal	[-]
staalklasse	S235	[-]
diameter palen D_o	0,324	m
wanddikte t	10	mm
paalpunt niveau	-8,7	m + NAP
paallengte	9,0	m
hart op hart afstand per rij	2,0	m
hart op hart afstand effectief	1,0	m



BIJLAGE: BEREKENING VAN HORIZONTALE BEDDING EM

Project **Planuitwerking KRW 3e tranche IJsselmeergebied**
 Projectcode **131294**
 Subject **Definitief Ontwerp rijshoutdam Ketelmeer**
 Consultant **[REDACTED]**
 Date **21-11-2024**

HORIZONTAL SPRING STIFFNESS MÉNARD

Calculation of horizontal spring stiffnesses in accordance with Ménard.

Méthode générale de calcul d'un rideau ou d'un pieu sollicité horizontalement en fonction des résultats pressiométriques.

L. Ménard, G. Bourdon, & M. Gambin (1968), Sols-soils VI, 22-23.

$$\frac{1}{k_h} = \begin{cases} \frac{1}{3E_m} \left[1.3R_0 \left(2.65 \frac{R}{R_0} \right)^\alpha + \alpha R \right] & R \geq R_0 \\ \frac{2R}{E_m} \cdot \frac{4(2.65)^\alpha + 3\alpha}{18} & R < R_0 \end{cases}$$

STARTING POINTS

general

language = **EN**
 reference level = **NAP**
 normative CPT = **WS05**

geometry

pile shape = **rond**
 diameter pile D = **0.500 m**
 radius pile R = **0.250 m**
 reference diameter R_0 = **0.300 m**

constants Ménard

soil type	α [-]			β	
	OC	NC	W	low	high
peat	-	1	-	3.0	4.0
clay	1	2/3	1/2	2.0	3.0
silt	2/3	1/2	1/2	1.0	2.0
sand	1/2	1/3	1/3	0.7	1.0
gravel	1/3	1/4	1/4	0.5	0.7

soil layering and -properties

layer [-]	top layer [m+NAP]	soil type [-]	consolidation [OC/NC/W]	q_c [MPa]
1	-2.70	klei	NC	0.3
2	-6.20	veen	NC	0.5
3	-6.60	zand	NC	19.0
4	-8.40	sand	NC	28.0
5				
6				
7				
8				
9				
10				

CALCULATIONS

horizontal spring stiffness per soil layer

layer [-]	top layer [m+NAP]	α [-]	β_{low} [-]	$\beta_{average}$ [-]	β_{high} [-]	$E_{m,low}$ [kN/m ²]	$E_{m,average}$ [kN/m ²]	$E_{m,high}$ [kN/m ²]	$k_{h,low}$ [MN/m ³]	$k_{h,average}$ [MN/m ³]	$k_{h,high}$ [MN/m ³]
1	-2.70	0.67	2.00	2.50	3.00	600	750	900	2.2	2.8	3.4
2	-6.20	1.00	3.00	3.50	4.00	1500	1750	2000	4.0	4.6	5.3
3	-6.60	0.33	0.70	0.85	1.00	13300	16150	19000	73.3	89.0	104.7
4	-8.40	0.33	0.70	0.85	1.00	19600	23800	28000	108.0	131.1	154.2
5											
6											
7											
8											
9											
10											

horizontal spring stiffness per soil layer x width pile

layer [-]	top layer [m+NAP]	$k_{h,pile,low} / \sqrt{2}$ [MN/m ²]	$k_{h,pile,low}$ [MN/m ²]	$k_{h,pile,average}$ [MN/m ²]	$k_{h,pile,high}$ [MN/m ²]	$k_{h,pile,high} * \sqrt{2}$ [MN/m ²]
1	-2.70	0.8	1.1	1.4	1.7	2.4
2	-6.20	1.4	2.0	2.3	2.6	3.7
3	-6.60	25.9	36.6	44.5	52.3	74.0
4	-8.40	38.2	54.0	65.6	77.1	109.1
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Project **Planuitwerking KRW 3e tranche IJsselmeergebied**
Projectcode **131294**
Subject **Definitief Ontwerp rijshoutdam Ketelmeer**
Consultant
Date **21-11-2024**

PILE GROUP EFFECT

Calculation of pile efficiency factors in accordance with Reese & Van Impe (2001)

Single Piles and Pile Groups Under Lateral Loading

L.C. Reese & W.F. Van Impe (2001), Rotterdam: A.A. Balkema

Side-by-side piles:
$$e_s = 0.64 \left(\frac{S}{D} \right)^{0.34} \leq 1.0$$

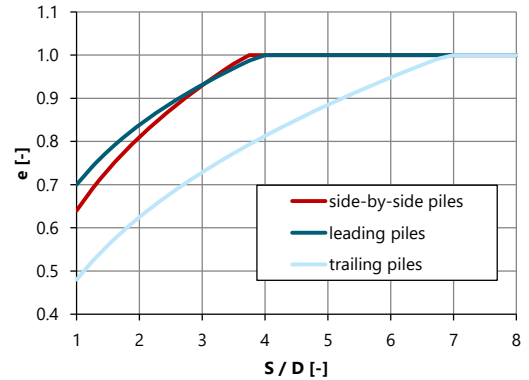
Leading piles:
$$e_{i,l} = 0.70 \left(\frac{S}{D} \right)^{0.26} \leq 1.0$$

Trailing piles:
$$e_{i,t} = 0.48 \left(\frac{S}{D} \right)^{0.38} \leq 1.0$$

Skewed at angle:
$$e = (e_i^2 \cos^2 \phi + e_s^2 \sin^2 \phi)^{0.5}$$

Total group effect of pile j
due to piles n = 1 to N:

$$e_j = \prod_{n=1}^N e_{n,j}$$



STARTING POINTS

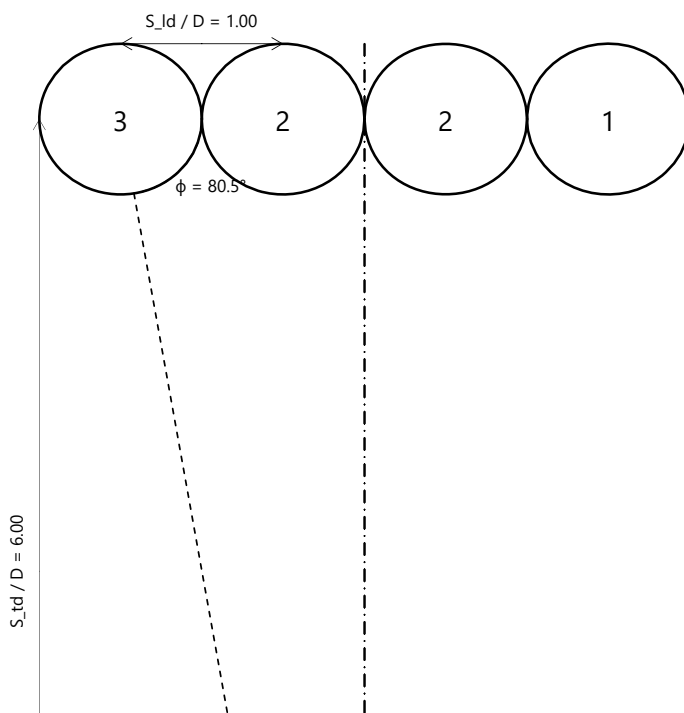
pile group type = **multiple pile rows**
-- =

spacing in loading direction S_{ld} = **0.50 m**
ratio spacing in loading direction S_{ld} / D = 1.00 -
spacing in transverse direction S_{td} = **3.00 m**
ratio spacing in transverse direction S_{td} / D = 6.00 -
angle between piles ϕ = 80.5 °

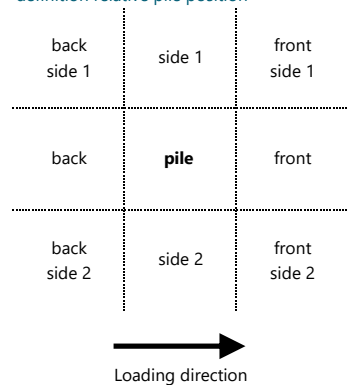
efficiency factor piles

relative pile position	pile 1	pile 2	pile 3	pile 4	pile 5	pile 6
front	-	0.48	0.48	-	0.48	0.48
back	0.70	0.70	-	0.70	0.70	-
side 1	-	-	-	1.00	1.00	1.00
side 2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
front side 1	-	-	-	-	0.99	0.99
front side 2	-	0.99	0.99	-	0.99	0.99
back side 1	-	-	-	0.99	0.99	-
back side 2	0.99	0.99	-	0.99	0.99	-
combined	0.70	0.33	0.47	0.69	0.32	0.47

sketch pile group geometry



definition relative pile position





BIJLAGE: BEREKENING GOLFIMPACT OP RIJSHOUTDAM

NOTITIE

Onderwerp	Berekening golfimpact op rijshouten dammen
Project	KRW IJsselmeergebied
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat
Projectcode	131294
Projectleider	
Status	Concept 01
Datum	3 december 2024
Referentie	131294-VTW8/24-017.826

Auteur(s)	
Gecontroleerd door	
Goedgekeurd door	
Paraaf	

Bijlage(n)	-
------------	---

Aan	Rijkswaterstaat
Kopie	-

1 INLEIDING

De voorliggende memo beschrijft de rekenmethodiek en resultaten van de horizontale golfimpact belastingen die werken op de voorziene rijshouten damlocaties; het Eemmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer.

2 RANDVOORWAARDEN

Initieel zijn de hydraulische randvoorwaarden uit tabel 2.1 aangeleverd op basis van de hydrodynamische simulaties. De waarden in onderstaande tabel betreft de T100-situatie (overschrijdingskans 1/100 per jaar). Deze hoge waterstanden worden met name veroorzaakt door windopzet.

De golfhoogte betreft de golfhoogte (H_s) aan de buitenzijde van de rijshoutendammen.

Tabel 2.1 Hydraulische ontwerputgangspunten als input voor de berekening van golfimpact belasting (overschrijdingskans 1/100 per jaar)

Locatie	Significante golfhoogte (Hs)	Piek-periode (Tp)	Stroom snelheid	Waterstand	Kruin hoogte	Hoogte teen	Water diepte
Eemmeer	0,35 m	2,6 s	0,2 m/s	NAP +0,00 m	NAP +0,8 m	NAP -0,7 m	0,7 m
Ketelmeer	0,8 m	3,2 s	0,3 m/s	NAP +1,59 m	NAP +0,3 m	NAP -2,5 m	4,09 m
Zwarte Meer	0,8 m	3,7 s	0,4 m/s	NAP +1,18 m	NAP +0,3m	NAP -1,2m	2,38 m

Naast de twee bovenstaande scenario's, zijn ook de scenario's doorerekend met een (lagere) waterstand, waarbij de significante golfhoogte afhangt van de waterdiepte voor de rijshoutdam. Dit resulteert in de ontwerputgangspunten die zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hydraulische ontwerputgangspunten als input voor de berekening van golfimpact belasting (overschrijdingskans 1/100 per jaar, met een lagere waterstand aangenomen)

Locatie	Significante golfhoogte (Hs)	Piek-periode (Tp)	Stroom snelheid	Waterstand	Kruin hoogte	Hoogte teen	Water diepte
Eemmeer	0,25 m	2,6 s	0,2 m/s	NAP -0,2 m	NAP +0,8 m	NAP -0,7 m	0,5 m
Ketelmeer	0,8 m	3,2 s	0,3 m/s	NAP +0,3 m	NAP +0,3 m	NAP -2,5 m	2,8 m
Zwarte Meer	0,75 m	3,7 s	0,4 m/s	NAP +0,3 m	NAP +0,3 m	NAP -1,2 m	1,5 m

Of dezelfde golfhoogte optreedt bij een lagere waterdiepte (in het geval van het Ketelmeer en het Zwarte Meer) valt te heroverwegen, echter is dit fysisch goed mogelijk (golven met deze significante golfhoogte breken niet bij de aangenomen lagere waterdiepte). De windgolven ontwikkelen zich immers sneller dan de scheefstand van het IJsselmeer.

De uitgangspunten uit tabel 2.2 resulteren voor het Ketelmeer en het Zwarte Meer in hogere golfimpact belastingen en zijn om deze reden conservatiever voor die specifieke locatie. Voor locatie Eemmeer is het scenario met een waterdiepte van 0,7 m maatgevend (zie tabel 2.1).

Scheepsgolven

De damlocaties bevinden zich in (rand)meren. Gezien het deelsysteem is de relatieve mate van invloed van windgolven hoger dan scheepsgolven (Handreiking voor het bepalen van ontwerpwaterstanden en golfcondities, Deltares, 2015). Primaire en secundaire scheepsgolven hebben een golfhoogte die veelal niet hoger komt dan 0,5 m, alleen in zeer uitzonderlijke gevallen. Het is aanbevolen om windgolven als maatgevende golfbelastingen te beschouwen.

3 REKENMETHODIEK

Om de horizontale krachtwerking te bepalen op de rijshouten damconstructie is gebruikt gemaakt van de methode van Goda (TAW 2003, Leidraad Kunstwerken). De methode van Goda is niet strikt toepasbaar op een doorlatende rijshouten damconstructie, maar oorspronkelijk bedoeld voor massieve, verticale, kerende constructies. Echter geeft deze methodiek wel de beste benadering, hoewel het enigszins conservatief kan zijn.

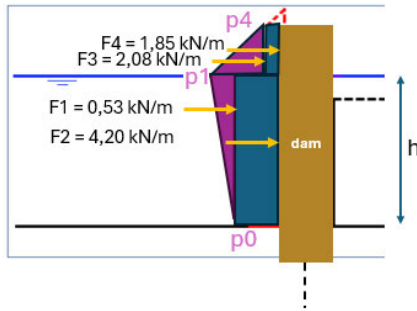
4 REKENRESULTATEN

De rekenresultaten van de golfimpact belastingen zijn weergegeven in tabel 4.1. Tevens is een visuele weergave gegeven van de krachtwerking op de rijshouten damconstructies. Uit de resultaten volgt dat de horizontale krachten hoger zijn naarmate de waterstand rond het kruinniveau ligt.

Tabel 4.1 Golfimpact belastingen voor twee locaties en twee waterstandscenario's

Locatie	Scenario/waterstand	Belastingen kN/m	Kracht arm (t.o.v. bodemniveau) in meter
Eemmeer	NAP +0 m	F ₁ : 0,53	0,47
		F ₂ : 4,2	0,35
		F ₃ : 2,08	0,97
		F ₄ : 1,85	1,1
		F _{netto} : 8,66	
	NAP -0,2 m	F ₁ : 0,21	0,33
		F ₂ : 2,49	0,25
		F ₃ : 2,40	0,78
		F _{netto} : 5,10	
Ketelmeer	NAP +1,59 m	F ₁ : 6,78	1,87
		F ₂ : 10,56	1,4
		F _{netto} : 17,33	
	NAP +0,3 m	F ₁ : 8,12	1,87
		F ₂ : 17,19	1,4
		F _{netto} : 25,31	
Zwarte Meer	NAP +1,18	F ₁ : 3,33	1
		F ₂ : 13,80	0,75
		F _{netto} : 17,13	
	NAP +0,3	F ₁ : 2,39	1
		F ₂ : 17,8	0,75
		F _{netto} : 20,19	

Afbeelding 4.1 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Eemmeer)

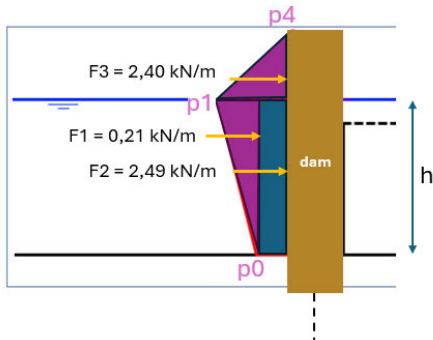


Waterlijn onder kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 0 m NAP, $H_s = 0,35$ m, $T_p = 2,6$ s, $h = 0,7$ m, transmissie coëfficiënt = 0,7-0,8

$p_1 = 7,51$ kN/m²
 $p_0 = 6,0$ kN/m²
 $p_4 = 0,36$ kN/m²

$F_1 = 0,53$ kN/m
 $F_2 = 4,2$ kN/m
 $F_3 = 2,08$ kN/m
 $F_4 = 1,85$ kN/m
 $F_{\text{netto_totaal}} = 8,66$ kN/m



Waterlijn onder kruinniveau

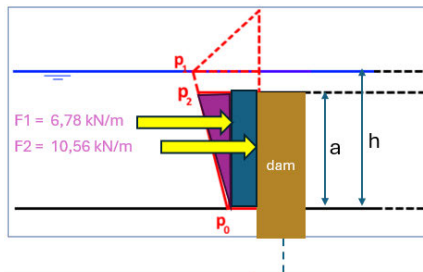
Ontwerpwaterstand = -0,2 m NAP, $H_s = 0,25$ m, $T_p = 2,6$ s, $h = 0,5$ m, transmissie coëfficiënt = 0,7-0,8

$p_1 = 5,82$ kN/m²
 $p_0 = 4,98$ kN/m²
 $p_4 = 0$ kN/m²

$F_1 = 0,21$ kN/m
 $F_2 = 2,49$ kN/m
 $F_3 = 2,40$ kN/m
 $F_{\text{netto_totaal}} = 5,10$ kN/m

**De methode van Goda is gebruikt (TAW 2003, leidraad kunstwerken)*

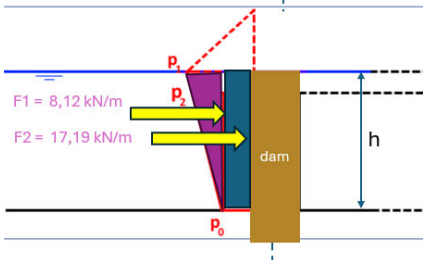
Afbeelding 4.2 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Ketelmeer)



Waterlijn boven kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 1,6 m NAP, $H_s = 0,8$ m, $T_p = 3,2$ s, $h = 4,1$ m, $a = 2,8$ m, transmissie coëfficiënt = 0.6

$p_1 = 10,85$ kN/m²
 $p_0 = 3,77$ kN/m²
 $p_2 = ((10,85 - 3,77) / 4,1) * 2,8 + 3,77 = 8.61$ kN/m²
 $F_1 = 6,78$ kN/m
 $F_2 = 10,56$ kN/m
 $F_{\text{netto}} = 17,33$ kN/m

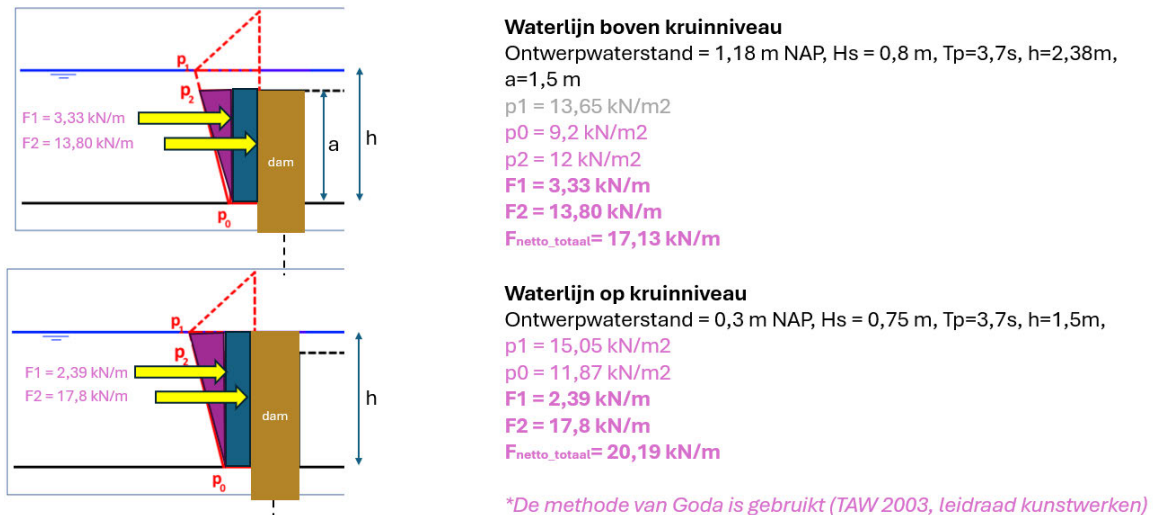


Waterlijn rond kruinniveau

Ontwerpwaterstand = 0,3 m NAP, $H_s = 0,8$ m, $T_p = 3,2$ s, $h = 2,8$ m, transmissie coëfficiënt = 0.7-0.8

$p_1 = 11,94$ kN/m²
 $p_0 = 6,14$ kN/m²
 $F_1 = 8,12$ kN/m
 $F_2 = 17,19$ kN/m
 $F_{\text{netto}} = 25,31$ kN/m

Afbeelding 4.3 Visuele weergave van golfimpact krachtwerking op de dam (Zwarte Meer)



5 AANBEVELING VOOR VEILIGHEIDSFACTOR

De belasting is relatief zwaar berekend. De volgende aspecten dragen bij aan de relatief zware belastingen die zijn berekend:

- het feit dat eenzelfde golfhoogte is aangenomen bij een lagere ontwerpwaterstand (rond het kruinniveau van de rijshoutdam), dit is in fysisch opzicht goed mogelijk, maar het is de vraag of dit daadwerkelijk optreedt;
- het feit dat de gehanteerde hydraulische condities (overschrijdingskans van 1/100 per jaar) redelijk streng zijn;
- de beschouwde constructie valt buiten het toepassingsgebied van Goda's methode voor het berekenen van golfimpact op verticale kerende constructies. De beschouwde constructie is namelijk niet massief maar semi-doorlatend;
- er is in zeer beperkte mate experimentele data beschikbaar over golftransmissie bij rijshoutdammen. Empirische resultaten laten zien dat golftransmissie varieert van circa 90 % tot 15 %. Gezien de onzekerheid hierin, is dit niet meegenomen in de analyse. Ook is de toepasbaarheid onzeker aangezien het experiment (Albers et. al, 2013) een soortgelijke constructie beschouwde en geen constructie die exact gelijk is aan de voorziene rijshoutdamconstructie.

Gezien de resultaten is het advies is **om geen of zeer milde** veiligheidsfactoren te hanteren bij de geotechnische berekeningen. Dit vanwege het feit dat berekende golfkrachten de conservatieve kant zitten. Dat in de huidige memo een ander type constructie is gebruikt dan eigenlijk geldig is in het toepassingsgebied van Goda's methode (semi-doorlatend i.p.v. massief), zou terug moeten komen in de geotechnische ontwerpfilosofie (zoals bijvoorbeeld een R0-constructie).

6 REFERENTIES

- [ref. 1] TAW Leidraad Kunstwerken, 2003.
 [ref. 2] Handreiking voor het ontwerp van ontwerpwaterstanden en golfcondities, Deltares, 2015.
 [ref. 3] Wave transmission coefficient of bamboo fences under various hydrological conditions, Albers et. al, 2013.



BIJLAGE: D-SHEETBEREKENING

Report for D-Sheet Piling 23.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 28-11-2024
Time of report: 16:11:00
Report with version: 23.1.1.40517

Date of calculation: 28-11-2024
Time of calculation: 13:24:18
Calculated with version: 23.1.1.40517

File name: Rijshout dam_Ketelmeer_324mm_10mm_met corrosie_WL=1.59_v2.1_ULS

Project identification: Houten Damwand Domeinweg

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview of Maxima	3
3 Input Data	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Pile Properties	4
3.2.1 General Properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum Allowable Moments	4
3.3 Outline	4
3.4 Horizontal Forces	5
3.5 Water Level	5
3.6 Surface	5
3.7 Soil Material Properties	5
3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen	5
3.9 Modulus of Subgrade Reaction	5
4 Calculation Results	6
4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	6
4.2 Moments, Forces and Displacements	6
4.3 Charts of Stresses	7
4.4 Stresses	7

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
103,4	-80,94	50,07	0,0	25,4

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces
 Unit weight of water 9,81 kN/m³
 Elastic calculation Yes

3.2 Pile Properties

Length 9,00 m
 Level top side 0,30 m
 Number of sections 1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
Stalen buispaal ...	-8,70	0,30	Steel	0,32

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

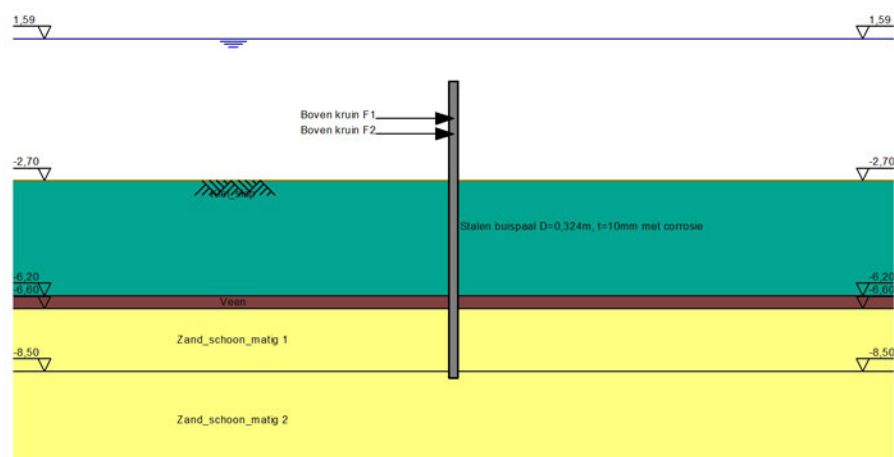
Section name	Elastic stiffness EI [kNm ²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
Stalen buispaal ...	2,3330E+04	1,00	2,3330E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Stalen buispaal ...	162,00	1,00	1,00	1,00	162,00

3.3 Outline

Outline



3.4 Horizontal Forces

Name	Level [m]	Load [kN]
Boven kruin F1	-0,83	10,17
Boven kruin F2	-1,30	15,84

3.5 Water Level

Water level: 1,59 [m]

3.6 Surface

Surface level: -2,70 [m]

3.7 Soil Material Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Brinch Hansen used
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei slap	0,00	14,00	14,00	1,00	16,70	Yes
Veen	-6,20	11,00	11,00	1,00	14,30	Yes
Zand_schoon_...	-6,60	18,00	20,00	0,00	31,20	Yes
Zand_schoon_...	-8,50	18,00	20,00	0,00	31,20	Yes

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei slap	0,00	0,00	0,00	2,98	0,00	0,00
Veen	-6,20	0,00	0,00	2,68	0,00	0,00
Zand_schoon_...	-6,60	0,00	0,00	14,38	0,00	0,00
Zand_schoon_...	-8,50	0,00	0,00	15,10	0,00	0,00

3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen

Layer name	Level [m]	Fictive cohesion [kN/m ²]
Klei slap	0,00	4,34
Veen	-6,20	4,53
Zand_schoon_...	-6,60	0,00
Zand_schoon_...	-8,50	0,00

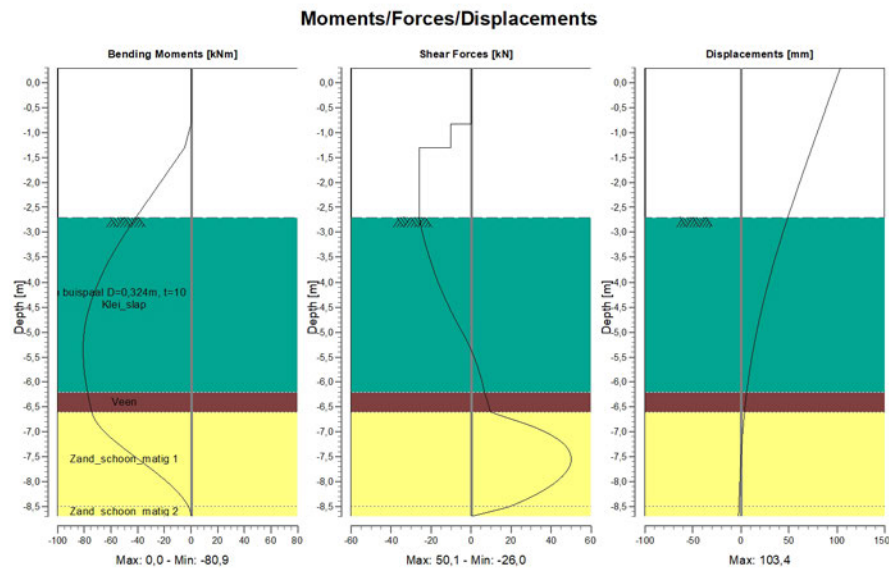
3.9 Modulus of Subgrade Reaction

Layer name	Level [m]	Ménard used	E-Mod Ménard [kN/m ²]	Soil type Ménard	Branch 1	
					Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei slap	0,00	Yes	462,00	Clay	2690,24	2690,24
Veen	-6,20	Yes	1154,00	Peat	4772,98	4772,98
Zand_schoon_...	-6,60	Yes	10231,00	Sand	88059,14	88059,14
Zand_schoon_...	-8,50	Yes	15077,00	Sand	129769,09	129769,09

4 Calculation Results

Number of iterations: 5

4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

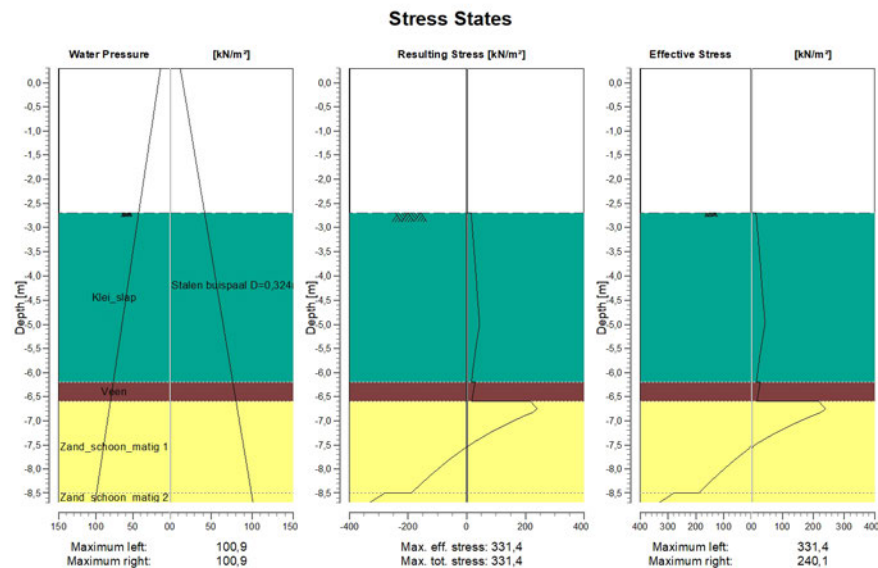


4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,30	0,00	0,00	103,4
1	0,00	0,00	0,00	97,9
2	0,00	0,00	0,00	97,9
2	-0,41	0,00	0,00	90,2
3	-0,41	0,00	0,00	90,2
3	-0,83	0,00	0,00	82,6
4	-0,83	0,00	-10,17	82,6
4	-1,06	-2,39	-10,17	78,2
5	-1,06	-2,39	-10,17	78,2
5	-1,30	-4,78	-10,17	73,9
6	-1,30	-4,78	-26,01	73,9
6	-1,65	-13,88	-26,01	67,5
7	-1,65	-13,88	-26,01	67,5
7	-2,00	-22,99	-26,01	61,1
8	-2,00	-22,99	-26,01	61,1
8	-2,35	-32,09	-26,01	54,9
9	-2,35	-32,09	-26,01	54,9
9	-2,70	-41,19	-26,01	48,8
10	-2,70	-41,19	-26,01	48,8
10	-3,14	-52,06	-23,53	41,6
11	-3,14	-52,06	-23,53	41,6
11	-3,58	-61,67	-20,28	34,7
12	-3,58	-61,67	-20,28	34,7
12	-4,01	-69,69	-16,26	28,4
13	-4,01	-69,69	-16,26	28,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
13	-4,45	-75,79	-11,48	22,6
14	-4,45	-75,79	-11,48	22,6
14	-4,89	-79,63	-5,94	17,5
15	-4,89	-79,63	-5,93	17,5
15	-5,33	-80,94	-0,30	13,0
16	-5,33	-80,94	-0,30	13,0
16	-5,76	-80,11	3,86	9,2
17	-5,76	-80,11	3,86	9,2
17	-6,20	-77,76	6,69	6,0
18	-6,20	-77,76	6,69	6,0
18	-6,60	-74,45	9,61	3,7
19	-6,60	-74,46	9,67	3,7
19	-6,98	-65,58	35,95	1,9
20	-6,98	-65,57	36,00	1,9
20	-7,36	-49,02	48,74	0,5
21	-7,36	-49,02	48,73	0,5
21	-7,74	-30,15	48,69	-0,5
22	-7,74	-30,15	48,68	-0,5
22	-8,12	-13,30	38,48	-1,4
23	-8,12	-13,30	38,47	-1,4
23	-8,50	-2,01	19,55	-2,2
24	-8,50	-2,01	19,55	-2,2
24	-8,70	0,00	0,00	-2,6
Max		-80,94	48,74	103,4
Max, minor nodes incl.		-80,94	50,07	103,4

4.3 Charts of Stresses



4.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,30	0,00	12,65	-		0,00	12,65	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,00	0,00	15,60	-		0,00	15,60	-	
2	0,00	0,00	15,60	-		0,00	15,60	-	
2	-0,41	0,00	19,67	-		0,00	19,67	-	
3	-0,41	0,00	19,67	-		0,00	19,67	-	
3	-0,83	0,00	23,74	-		0,00	23,74	-	
4	-0,83	0,00	23,74	-		0,00	23,74	-	
4	-1,06	0,00	26,05	-		0,00	26,05	-	
5	-1,06	0,00	26,05	-		0,00	26,05	-	
5	-1,30	0,00	28,35	-		0,00	28,35	-	
6	-1,30	0,00	28,35	-		0,00	28,35	-	
6	-1,65	0,00	31,78	-		0,00	31,78	-	
7	-1,65	0,00	31,78	-		0,00	31,78	-	
7	-2,00	0,00	35,22	-		0,00	35,22	-	
8	-2,00	0,00	35,22	-		0,00	35,22	-	
8	-2,35	0,00	38,65	-		0,00	38,65	-	
9	-2,35	0,00	38,65	-		0,00	38,65	-	
9	-2,70	0,00	42,08	-		0,00	42,08	-	
10	-2,70	0,00	42,08	A		15,00	42,08	P	
10	-3,14	0,00	46,38	A		20,47	46,38	P	
11	-3,14	0,00	46,38	A		20,47	46,38	P	
11	-3,58	0,00	50,67	A		25,94	50,67	P	
12	-3,58	0,00	50,67	A		25,94	50,67	P	
12	-4,01	0,00	54,96	A		31,41	54,96	P	
13	-4,01	0,00	54,96	A		31,41	54,96	P	
13	-4,45	0,00	59,25	A		36,89	59,25	P	
14	-4,45	0,00	59,25	A		36,89	59,25	P	
14	-4,89	0,00	63,54	A		42,36	63,54	P	
15	-4,89	0,00	63,54	A		42,36	63,54	P	
15	-5,33	0,00	67,84	A		34,97	67,84	-	73
16	-5,33	0,00	67,84	A		34,97	67,84	-	73
16	-5,76	0,00	72,13	A		24,67	72,13	-	46
17	-5,76	0,00	72,13	A		24,67	72,13	-	46
17	-6,20	0,00	76,42	A		16,13	76,42	-	27
18	-6,20	0,00	76,42	A		28,61	76,42	-	53
18	-6,60	0,00	80,34	A		17,43	80,34	-	32
19	-6,60	0,00	80,34	A		217,79	80,34	P	
19	-6,98	0,00	84,07	A		166,93	84,07	-	61
20	-6,98	0,00	84,07	A		166,93	84,07	-	61
20	-7,36	0,00	87,80	A		47,69	87,80	-	14
21	-7,36	0,00	87,80	A		47,69	87,80	-	14
21	-7,74	44,93	91,53	-	12	0,00	91,53	A	
22	-7,74	44,93	91,53	-	12	0,00	91,53	A	
22	-8,12	121,02	95,26	-	27	0,00	95,26	A	
23	-8,12	121,02	95,26	-	27	0,00	95,26	A	
23	-8,50	189,62	98,98	-	38	0,00	98,98	A	
24	-8,50	279,43	98,98	-	54	0,00	98,98	A	
24	-8,70	331,43	100,94	-	60	0,00	100,94	A	

Stat*
Mob**

Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Percentage passive mobilized

End of Report

Report for D-Sheet Piling 23.1

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Date of report: 28-11-2024
Time of report: 13:20:05
Report with version: 23.1.1.40517

Date of calculation: 28-11-2024
Time of calculation: 13:13:21
Calculated with version: 23.1.1.40517

File name: Rijshout dam_Ketelmeer_324mm_10mm_met corrosie_WL=0,3_v2.1_ULS

Project identification: Houten Damwand Domeinweg

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	3
2.1 Overview of Maxima	3
3 Input Data	4
3.1 General Input Data	4
3.2 Pile Properties	4
3.2.1 General Properties	4
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	4
3.2.3 Maximum Allowable Moments	4
3.3 Outline	4
3.4 Horizontal Forces	5
3.5 Water Level	5
3.6 Surface	5
3.7 Soil Material Properties	5
3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen	5
3.9 Modulus of Subgrade Reaction	5
4 Calculation Results	6
4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	6
4.2 Moments, Forces and Displacements	6
4.3 Charts of Stresses	7
4.4 Stresses	7

2 Summary

2.1 Overview of Maxima

Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]
222,2	-134,08	102,26	0,0	46,8

3 Input Data

3.1 General Input Data

Model Single pile; Pile loaded by forces
 Unit weight of water 9,81 kN/m³
 Elastic calculation Yes

3.2 Pile Properties

Length 9,00 m
 Level top side 0,30 m
 Number of sections 1

3.2.1 General Properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Diameter [m]
Stalen buispaal ...	-8,70	0,30	Steel	0,32

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

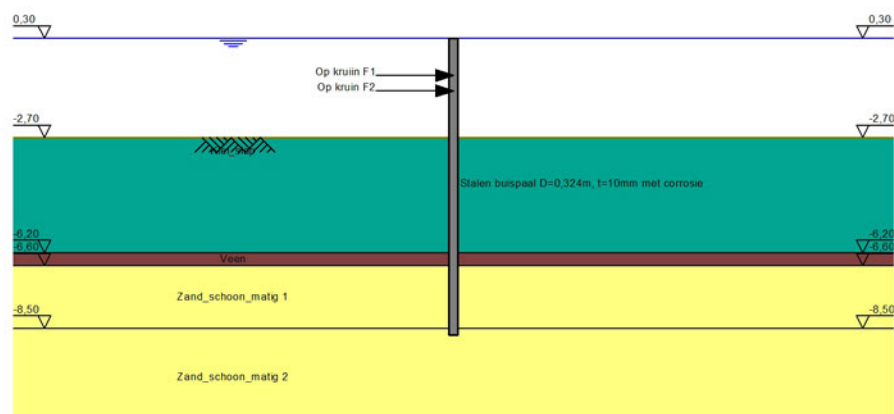
Section name	Elastic stiffness EI [kNm ²]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm ²]	Note to reduction factor
Stalen buispaal ...	2,3330E+04	1,00	2,3330E+04	

3.2.3 Maximum Allowable Moments

Section name	Mr;char;el [kNm]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
Stalen buispaal ...	162,00	1,00	1,00	1,00	162,00

3.3 Outline

Outline



3.4 Horizontal Forces

Name	Level [m]	Load [kN]
Op kruin F1	-0,83	12,18
Op kruin F2	-1,30	25,79

3.5 Water Level

Water level: 0,30 [m]

3.6 Surface

Surface level: -2,70 [m]

3.7 Soil Material Properties

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m ²]	Friction angle phi [°]	Brinch Hansen used
		Unsat [kN/m ³]	Sat. [kN/m ³]			
Klei slap	0,00	14,00	14,00	1,00	16,70	Yes
Veen	-6,20	11,00	11,00	1,00	14,30	Yes
Zand_schoon_...	-6,60	18,00	20,00	0,00	31,20	Yes
Zand_schoon_...	-8,50	18,00	20,00	0,00	31,20	Yes

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m ²]	Bottom [kN/m ²]
Klei slap	0,00	0,00	0,00	2,98	0,00	0,00
Veen	-6,20	0,00	0,00	2,68	0,00	0,00
Zand_schoon_...	-6,60	0,00	0,00	14,38	0,00	0,00
Zand_schoon_...	-8,50	0,00	0,00	15,10	0,00	0,00

3.8 Soil Material Properties Calculated Using Brinch Hansen

Layer name	Level [m]	Fictive cohesion [kN/m ²]
Klei slap	0,00	4,34
Veen	-6,20	4,53
Zand_schoon_...	-6,60	0,00
Zand_schoon_...	-8,50	0,00

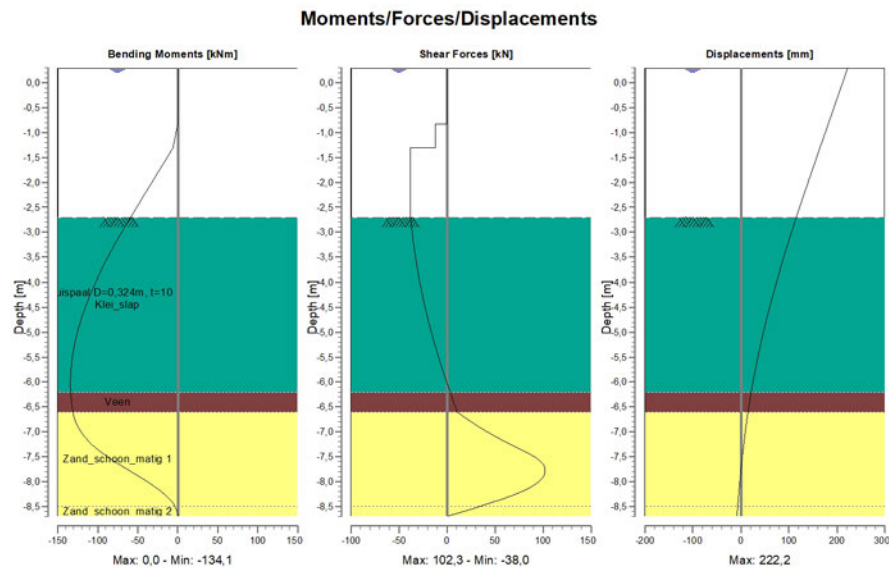
3.9 Modulus of Subgrade Reaction

Layer name	Level [m]	Ménard used	E-Mod Ménard [kN/m ²]	Soil type Ménard	Branch 1	
					Top [kN/m ³]	Bottom [kN/m ³]
Klei slap	0,00	Yes	462,00	Clay	2690,24	2690,24
Veen	-6,20	Yes	1154,00	Peat	4772,98	4772,98
Zand_schoon_...	-6,60	Yes	10231,00	Sand	88059,14	88059,14
Zand_schoon_...	-8,50	Yes	15077,00	Sand	129769,09	129769,09

4 Calculation Results

Number of iterations: 7

4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

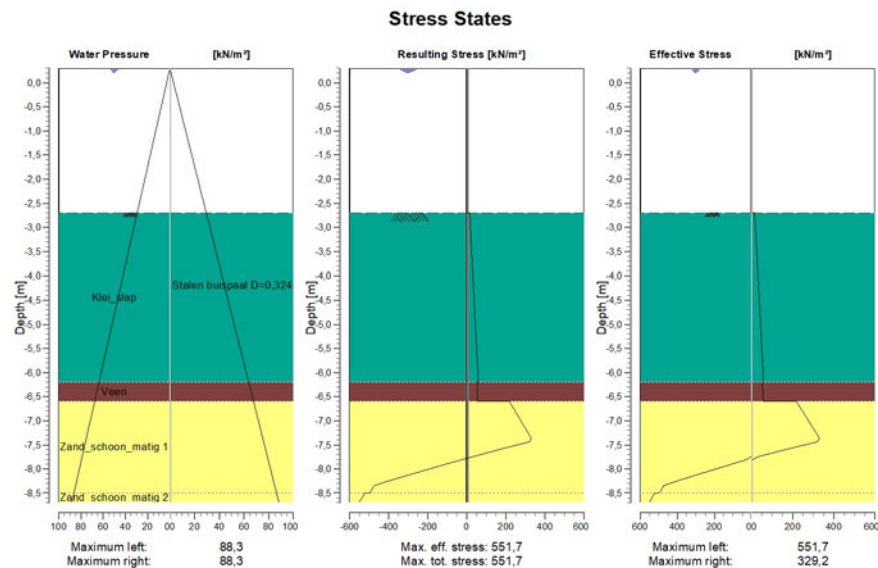


4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,30	0,00	0,00	222,2
1	0,00	0,00	0,00	211,4
2	0,00	0,00	0,00	211,4
2	-0,41	0,00	0,00	196,5
3	-0,41	0,00	0,00	196,5
3	-0,83	0,00	0,00	181,5
4	-0,83	0,00	-12,18	181,5
4	-1,06	-2,86	-12,18	173,1
5	-1,06	-2,86	-12,18	173,1
5	-1,30	-5,72	-12,18	164,6
6	-1,30	-5,72	-37,97	164,6
6	-1,65	-19,01	-37,97	152,1
7	-1,65	-19,01	-37,97	152,1
7	-2,00	-32,30	-37,97	139,6
8	-2,00	-32,30	-37,97	139,6
8	-2,35	-45,59	-37,97	127,4
9	-2,35	-45,59	-37,97	127,4
9	-2,70	-58,88	-37,97	115,3
10	-2,70	-58,88	-37,97	115,3
10	-3,14	-74,98	-35,49	100,7
11	-3,14	-74,98	-35,49	100,7
11	-3,58	-89,82	-32,24	86,7
12	-3,58	-89,82	-32,24	86,7
12	-4,01	-103,08	-28,22	73,4
13	-4,01	-103,08	-28,22	73,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
13	-4,45	-114,41	-23,44	61,0
14	-4,45	-114,41	-23,44	61,0
14	-4,89	-123,48	-17,90	49,6
15	-4,89	-123,48	-17,90	49,6
15	-5,33	-129,95	-11,58	39,1
16	-5,33	-129,95	-11,58	39,1
16	-5,76	-133,50	-4,50	29,7
17	-5,76	-133,50	-4,50	29,7
17	-6,20	-133,78	3,32	21,4
18	-6,20	-133,78	3,34	21,4
18	-6,60	-131,05	10,34	14,7
19	-6,60	-131,05	10,34	14,7
19	-6,98	-121,66	40,21	9,3
20	-6,98	-121,66	40,21	9,3
20	-7,36	-99,63	76,86	4,5
21	-7,36	-99,64	77,15	4,5
21	-7,74	-64,30	102,23	0,4
22	-7,74	-64,30	102,23	0,4
22	-8,12	-27,21	86,34	-3,3
23	-8,12	-27,19	86,21	-3,3
23	-8,50	-3,45	34,45	-6,9
24	-8,50	-3,47	34,32	-6,9
24	-8,70	0,00	0,00	-8,7
Max		-133,78	102,23	222,2
Max, minor nodes incl.		-134,08	102,26	222,2

4.3 Charts of Stresses



4.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,30	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]	Effective Stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob** [%]
1	0,00	0,00	2,94	-		0,00	2,94	-	
2	0,00	0,00	2,94	-		0,00	2,94	-	
2	-0,41	0,00	7,01	-		0,00	7,01	-	
3	-0,41	0,00	7,01	-		0,00	7,01	-	
3	-0,83	0,00	11,09	-		0,00	11,09	-	
4	-0,83	0,00	11,09	-		0,00	11,09	-	
4	-1,06	0,00	13,39	-		0,00	13,39	-	
5	-1,06	0,00	13,39	-		0,00	13,39	-	
5	-1,30	0,00	15,70	-		0,00	15,70	-	
6	-1,30	0,00	15,70	-		0,00	15,70	-	
6	-1,65	0,00	19,13	-		0,00	19,13	-	
7	-1,65	0,00	19,13	-		0,00	19,13	-	
7	-2,00	0,00	22,56	-		0,00	22,56	-	
8	-2,00	0,00	22,56	-		0,00	22,56	-	
8	-2,35	0,00	26,00	-		0,00	26,00	-	
9	-2,35	0,00	26,00	-		0,00	26,00	-	
9	-2,70	0,00	29,43	-		0,00	29,43	-	
10	-2,70	0,00	29,43	A		15,00	29,43	P	
10	-3,14	0,00	33,72	A		20,47	33,72	P	
11	-3,14	0,00	33,72	A		20,47	33,72	P	
11	-3,58	0,00	38,01	A		25,94	38,01	P	
12	-3,58	0,00	38,01	A		25,94	38,01	P	
12	-4,01	0,00	42,31	A		31,41	42,31	P	
13	-4,01	0,00	42,31	A		31,41	42,31	P	
13	-4,45	0,00	46,60	A		36,89	46,60	P	
14	-4,45	0,00	46,60	A		36,89	46,60	P	
14	-4,89	0,00	50,89	A		42,36	50,89	P	
15	-4,89	0,00	50,89	A		42,36	50,89	P	
15	-5,33	0,00	55,18	A		47,83	55,18	P	
16	-5,33	0,00	55,18	A		47,83	55,18	P	
16	-5,76	0,00	59,47	A		53,30	59,47	P	
17	-5,76	0,00	59,47	A		53,30	59,47	P	
17	-6,20	0,00	63,77	A		57,49	63,77	-	98
18	-6,20	0,00	63,77	A		54,06	63,77	P	
18	-6,60	0,00	67,69	A		55,33	67,69	P	
19	-6,60	0,00	67,69	A		217,79	67,69	P	
19	-6,98	0,00	71,42	A		273,48	71,42	P	
20	-6,98	0,00	71,42	A		273,48	71,42	P	
20	-7,36	0,00	75,14	A		329,18	75,14	P	
21	-7,36	0,00	75,14	A		329,18	75,14	P	
21	-7,74	0,00	78,87	A		35,32	78,87	-	9
22	-7,74	0,00	78,87	A		35,32	78,87	-	9
22	-8,12	292,69	82,60	-	66	0,00	82,60	A	
23	-8,12	292,69	82,60	-	66	0,00	82,60	A	
23	-8,50	496,27	86,33	P		0,00	86,33	A	
24	-8,50	520,91	86,33	P		0,00	86,33	A	
24	-8,70	551,68	88,29	P		0,00	88,29	A	

Stat*
Mob**

Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Percentage passive mobilized

End of Report

VII

BIJLAGE: UITWERKING MITIGATIE KUIFEEND EN TAFELEEND

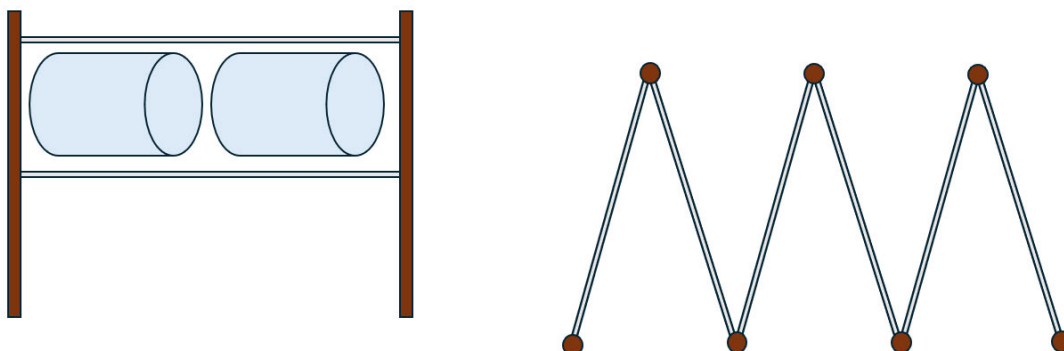
Uit de Passende beoordeling blijkt dat significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de benthivore eendensoorten kuifeend en tafeleend niet kunnen worden uitgesloten. Redenen hiervoor zijn zowel de tijdelijke verstoring en vertroebeling van mosselen op de stortstenenoever van de Ketelplaat gedurende de werkzaamheden, als de gewijzigde inrichting door aanleg van de onderwaterdijkjes, waarmee een permante afname van voedselbeschikbaarheid voor kuifeend en tafeleend optreedt.

Significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten wanneer voor aanvang van de werkzaamheden wordt voorzien in een nieuwe mosselbank. Het creëren van kunstmatige mosselbanken wordt vaker toegepast en kan zeer succesvol zijn (Bakker, Van der Jagt, en Kardinaal 2020).

Areaal en aanhechtingssubstraat

De mosselbank aan de Ketelplaat bevat circa 900 m² aan potentieel geschikt aanhechtingsareaal. Dit aanhechtingsareaal is niet volledig bedekt, maar is wel potentieel geschikt aanhechtingssubstraat voor mosselen. Dezelfde oppervlakte wordt als nieuw aanhechtingssubstraat beschikbaar gemaakt. Dit nieuwe aanhechtingssubstraat betreft lege mosselschelpen in een netconstructie bevestigd aan palen (afbeelding VII.1). Hierbij kan gedacht worden aan 545 cilindervormige zakken met een straal van 0,25 m en een lengte van 0,80 m met lege mosselschelpen die aan touwen tussen palen worden geplaatst. Deze constructie bevordert de stabiliteit van het aanhechtingssubstraat. Lege mosselschelpen zijn zeer geschikt als aanhechtingssubstraat voor *Dreissena* mosselen. Een andere optie is het plaatsen van kratten met daarin lege mosselschelpen op de bodem of het toepassen van BESE-elementen.

Afbeelding VII.1 Links de weergave van cilindervormige zakken gespannen tussen twee palen. Rechts een voorstel van de mogelijke plaatsing van de netten tussen palen. Hoofdzakelijke stroomrichting van het water is van onder naar boven/boven naar onder



Locatie

De nieuwe mosselbank dient geplaatst te worden op een locatie die aan de volgende eisen voldoet:

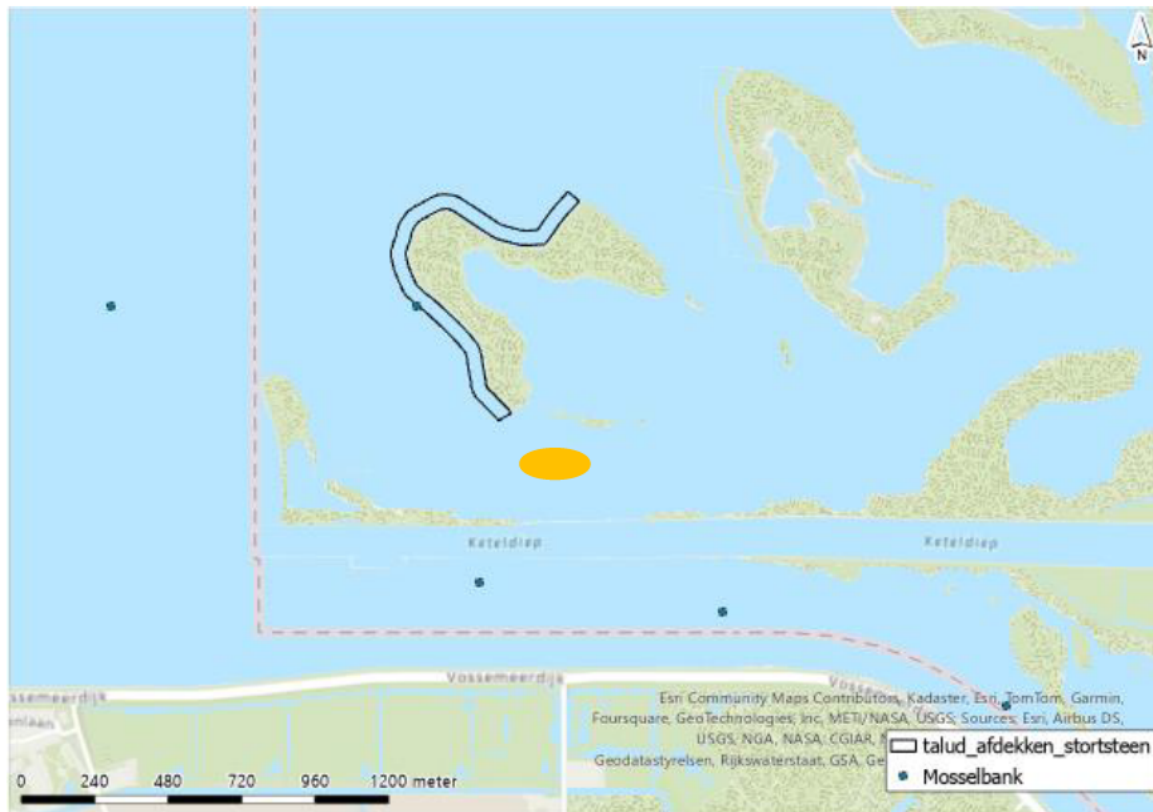
- vergelijkbare diepte in de waterkolom als in de huidige situatie;
- enige stroming aanwezig;
- in het Ketelmeer (en bij voorkeur dichtbij de maatregel);
- grenzend aan open water (of erin);
- bij voorkeur grenzend aan een bestaande mosselbank;
- met beperkte opwerveling van de bodem, zodat mosselen niet overspoeld of bedekt raken.

Op basis hiervan is gekozen voor plaatsing van de kunstmatige mosselbank ten zuidwesten van de bestaande mosselbank (afbeelding III.2). Deze locatie voldoet aan de volgende eisen:

- er is enige stroming aanwezig;
- geen zandwinput in directe nabijheid;
- de locatie is in het Ketelmeer op circa 750 meter vanaf de mosselbank aan de Ketelplaat;
- de locatie bevindt zich in het open water;
- de locatie grenst aan een bestaande mosselbank of wordt op natuurlijke wijze van mosselbroed voorzien;
- de opwerveling van de bodem is beperkt.

Wat betreft de waterdiepte dient rekening gehouden worden met de groeidiepte van mosselen.

Afbeelding VII.2 Weergave mosselmeetpunten in het Ketelmeer, met in oranje ten zuidoosten van de Ketelplaat de voorgestelde locatie voor de nieuwe mosselbank



Tijdspad

De nieuwe mosselbank dient voor aanvang van de werkzaamheden aangelegd te zijn. Bij de nieuwe mosselbank is na afloop van de werkzaamheden sprake van een toename van de voedselbeschikbaarheid. Monitoring houdt de groei van de mosselbank in de gaten.

Conclusie

De mitigatie bestaat uit het plaatsen van 900 m² van lege mosselschelpen in een kooi- of netconstructie in nabijheid van een bestaande mosselbank in het Natura 2000-gebied Ketelmeer & Vossemeer. Door aanwezigheid van mosselen in de omgeving kan mosselbroed zich makkelijk verspreiden en vestigen en kan er een nieuwe mosselbank ontstaan.

Als voor aanvang van de werkzaamheden een nieuwe mosselbank wordt aangelegd, kunnen significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van kuifeend en tafeleend worden uitgesloten.

Literatuur

- 1 Bakker, E.G.R., H.A. Van der Jagt, en W.E.A. Kardinaal. 2020. 'Dreissena mosselen op kunstmatige banken en referentiegebieden in IJburg. Monitoringsresultaten 2020.'

