

## **Quick-scan eiland in zee**

IJmuiden Ver

Datum	16 oktober 2018
Status	definitief



## Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Datum	16 oktober 2018
Status	definitief
Versienummer	1.0



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Aanleiding</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Adviseurs en ontvangen stukken</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Ontwerp</b>	<b>9</b>
4.1	Lay-out Eiland	9
4.2	Veiligheidsnorm	10
4.3	Hoogte zeewering	12
4.4	Golfbreker	14
4.5	Karakteristieke doorsnedes	14
4.6	Bekleding	18
4.7	Planning	20
4.8	Aandachtspunten	21
<b>5</b>	<b>Kosten</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>24</b>
6.1	Is RWS het eens met de uitgangspunten?	24
6.2	Acht RWS de oplossing technisch haalbaar?	24
6.3	Zijn de kosten globaal terecht?	24
6.4	Ziet RWS nog overige aandachtspunten?	24
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>25</b>
	<b>Bijlage 1 Overschrijdingslijn Hm0 en Tm-1,0 voor K13 [1]</b>	<b>26</b>
	<b>Bijlage 2 Berekeningen kruinhoogte zeewering</b>	<b>27</b>
	<b>Bijlage 3 Berekeningen kruinhoogte golfbreker</b>	<b>29</b>

## 1 Aanleiding

TenneT heeft in 2017 een marktconsultatie gedaan voor een kunstmatig eiland in Zee "IJmuiden Ver". Vier partijen hebben deelgenomen aan deze marktconsultatie, en vanwege het bedrijfsvertrouwelijke karakter van (een deel van) de informatie heeft Royal Haskoning DHV een samenvattende rapportage van deze marktconsultatie gemaakt.

Aan Rijkswaterstaat is door EZK een waterbouwkundige Quick scan gevraagd op het samenvattende rapport van de marktconsultatie. Belangrijke vragen van EZK hierbij zijn:

- Is RWS het eens met de uitgangspunten?
- Acht RWS de oplossing technisch haalbaar
- Zijn de kosten globaal terecht?
- Ziet RWS nog overige aandachtspunten?

In deze rapportage zal RWS antwoord geven op deze vragen. Hiertoe zullen in Hoofdstuk 2 de deelnemende adviseurs en binnenkregen stukken vermeld worden. In Hoofdstuk 3 zullen de uitgangspunten vanuit de marktconsultatie en voor deze Quick scan weergegeven worden en een vergelijk worden gemaakt. In Hoofdstuk 4 wordt een ontwerp gepresenteerd welke toelichting geeft op de uitgangspunten, de technische haalbaarheid van de oplossing en eventuele technische aandachtspunten. In Hoofdstuk 5 wordt een globale inschatting gegeven van de kosten conform het ontwerp van RWS. In de conclusie in Hoofdstuk 6 worden de vragen van TenneT beantwoord.

### **Disclaimer**

Rijkswaterstaat/GPO heeft zich bij het maken van deze Quick scan enkel gericht op de technische, waterbouwkundige haalbaarheid van een eiland in zee en heeft op basis van deze inzichten een globale kostenindicatie opgesteld. De diepgang van de analyse is beperkt en vooral gebaseerd op reeds beschikbare kennis uit eerdere haalbaarheidsstudies voor een eiland in zee. De onderliggende informatie van de marktconsultatie, anders dan die vermeld werd in de samenvattende rapportage, is niet beschikbaar gesteld en daarin dus ook niet betrokken.

## 2 Adviseurs en ontvangen stukken

### **Adviseurs**

Hans Janssen – senior adviseur waterbouwkunde  
Stefan van den Berg - senior adviseur waterbouwkunde  
Manon Harmsen – adviseur waterbouwkunde  
Ad Stolk – senior adviseur waterbodem en baggerwerkzaamheden  
Wim van den Brink – senior adviseur kosten  
Matthijs de Leede – adviseur kosten

### **Ontvangen stukken**

Market Consultation Document\_final version-13-2-2017  
Annex 1\_Market consultation  
Annex 2\_13062016- TenneT pr  
Annex 3\_170111\_IJmuiden\_Ver  
Information Notice dd 01-03-2017  
Information Notice dd 15-03-2017  
ONL-TTB-04678-Feedback Island Consultation for Medium-term GCS  
WATBF2293R001D01\_Hub Island IJmuiden Ver\_2017May02-EZi-final\_for validation  
Continuation\_Market\_Consultation\_Island\_2018  
Tennet Confidentiality undertaking (2)  
Mail Tennet stekkeriland. 08-08-2018  
Mail RE: Validatie Civiel-technische vragen eiland door RWS. 06-09-2018

### 3 Uitgangspunten

In het document Market Consultation TenneT zijn een aantal "Starting Points" of uitgangspunten genoemd welke in deze quick scan (deels) overgenomen zijn. In onderstaande tabel 1 zijn die uitgangspunten vergeleken.

Tabel 1 Overzicht uitgangspunten marktconsultatie en quick scan

Uitgangspunt	Marktconsultatie	Quick scan	Onderbouwing quick scan
Locatie IJmuiden Ver	E = 3,533; N = 52,876	E = 3,533; N = 52,876	
Oppervlakte Eiland	265.000 m <sup>2</sup>	289.000 m <sup>2</sup>	§4.1
Veiligheidsnorm	Ca. 1/250 per jaar	1/10.000 per jaar en 1/250 per jaar	§4.2
Ontwerpwaterstand zonder zeespiegelstijging	+5,4m NAP <sup>1</sup>	+5,1m NAP 1/10.000 +3,9m NAP 1/250	§4.3
Zichtjaar voor zeespiegelstijging	2100	2130	§4.3
Zeespiegelstijging	0,8 m	1,1 m	§4.3
Golfhoogte (H <sub>m0</sub> ) <sup>2</sup>	-	Windrichting afhankelijk conform locatie platform K13	§4.3
Relatie NAP -MSL- LAT	nb	LAT = NAP+1m NAP = LAT-1m MSL = NAP	
Overslag	0,1 l/s/m	0,1 en 10 l/s/m	§4.3

De belangrijkste verschillen:

- Oppervlak eiland: het bleek niet mogelijk alle gewenste functies op een eiland van 265.000 m<sup>2</sup> te plaatsen. Dit is daarom groter geworden.
- Ontwerpwaterstand: hier is de waterstand behorende bij de ontwerprequentie gekozen
- Zichtjaar: bij een levensduur van 100 jaar vanaf 2030 is het zichtjaar voor zeespiegelstijging 2130
- Zeespiegelstijging: hier is uitgegaan van een schatting o.b.v. KNMI2014

<sup>1</sup> Is weergegeven als maximum hoog water

<sup>2</sup> Voor de Marktconsultatie betreft dit de golfhoogte (buiten de haven) gemeten tussen 1979 en 2016; dit betreft niet de extremen behorend bij de veiligheidsnorm waar o.a. in Tabel 3 rekening mee gehouden is.



## 4 Ontwerp

### 4.1 Lay-out Eiland

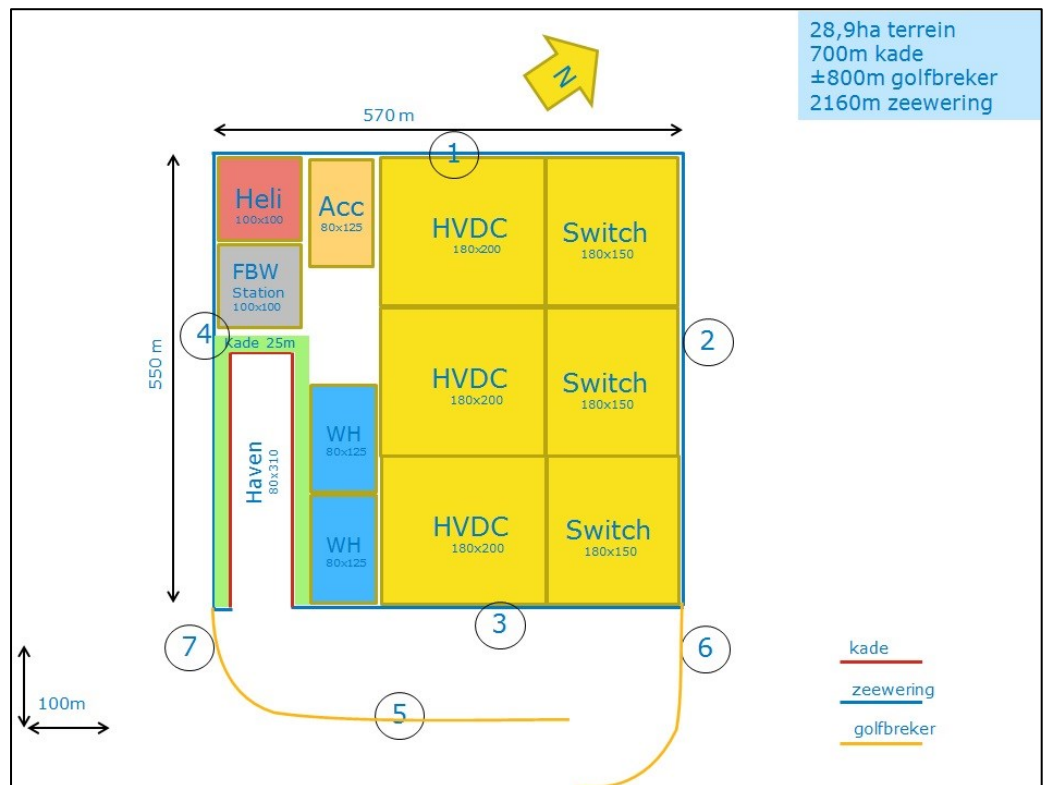
Op basis van de gevraagde functionele invulling is een ontwerp opgesteld de specificaties voor de functies zijn weergegeven in Tabel 2 (bron TenneT):

**Tabel 2 Functionele invulling Eiland**

Function	Size	Number	Total
HVDC Converter (2GW)	180 * 200 m = 36,000m <sup>2</sup>	3	108,000 m <sup>2</sup>
Switchyard per HVDC station	180 * 150 m = 27,000m <sup>2</sup>	3	81,000 m <sup>2</sup>
Harbour 4 SOV + 14 CTV	CTV = 25m x 10m SOV = 80m x 20m x 6m Quay side = 700m 20,000 m <sup>2</sup>	1	-
Accommodation for 350 persons	10,000 m <sup>2</sup>	1	10,000 m <sup>2</sup>
Heliport (2x helideck + hangar)	10,000 m <sup>2</sup>	1	10,000 m <sup>2</sup>
Refuelling- bunker- and waste deposit station	10,000 m <sup>2</sup>	1	10,000 m <sup>2</sup>
Warehouse	2* 100m*100m = 20,000m <sup>2</sup>	1	20,000 m <sup>2</sup>
Roads etc.		26,000 m <sup>2</sup>	
<b>Net surface requirement island</b>		<b>265,000 m<sup>2</sup></b>	

In Figuur 1 is het ontwerp weergegeven. Om alle functies kwijt te kunnen is nu meer dan 26,5 ha nodig. Wellicht dat dit nog verder te optimaliseren is. In totaal betreft het 28,9 ha terrein, 700 m kade, ±800 m golfbreker en 2160 m zeewering. Omdat de haven mogelijk gebruikt kan worden voor de afvoer van meer overslag zou in plaats van de 0,1 l/s/m eis (voor de variant bij norm 1/250 per jaar) wellicht een hogere overslag eis gesteld kunnen worden. Bijvoorbeeld 10 l/s/m. Daarmee kan een deel van de zeewering lager aangelegd worden. Datzelfde geldt ook voor de zeewering die achter de golfbreker is gelegen.

Met het oog op het golfklimaat is de ligging van de haven georiënteerd op het zuidoosten. Met de voorgestelde lay-out van de golfbreker kan de golfindringing in de haven ook bij ontwerpomstandigheden tot 1m beperkt worden. De lay-out van de golfbreker is mogelijk nog verder te optimaliseren.



Figuur 1 Lay-out Eiland

#### 4.2 Veiligheidsnorm

Voor het vaststellen van de normen voor de primaire waterkeringen in Nederland is er gekeken naar het LIR, de kans dat een willekeurig persoon overlijdt, de kans op grote groepen slachtoffers (groepsrisico) en naar een MKBA.

##### *Norm op basis van het Lokaal individueel risico (LIR)*

In Nederland hebben we een maximaal LIR van 1:100.000 per jaar, de kans op het te komen overlijden als gevolg van een overstroming mag achter de primaire waterkeringen niet groter zijn dan 1:100.000 per jaar. Het LIR hangt af van de overstromingskans (P), de kans op evacuatie (F) en de kans dat als je in het gebied bent je komt te overlijden, de mortaliteit (M). In een formule:

$$LIR = P \times M \times (1-F), \quad \text{met } F \text{ de evacuatiefractie.}$$

De mensen die op het eiland verblijven zullen regelmatig oefenen wat te doen bij calamiteiten en er is een goede voorziening op het eiland om te schuilen bij een extreme omstandigheid. Daarbij ontstaan er geen grote waterdieptes en is het een robuuste constructie die blijft staan, ook bij veel overslaand water.

Een typische waarde voor de mortaliteit is 1%. Gegeven bovenstaande is er geen reden om aan te nemen dat deze significant groter zal zijn. Alleen als de gehele constructie onder water komt is er mogelijk een serieus probleem. Die kans zal met de aanwezige haven klein zijn. Uitgaande van een LIR norm van 1:100.000 per jaar en geen evacuatie zou de overstromingskans van het eiland op basis van het LIR, 1:1000 per jaar mogen zijn. Als we wel rekening houden met evacuatie dan zal deze tenminste 66 % moeten zijn om de norm een klasse lager te krijgen, ofte wel 2/3

van de mensen moet dan voor de storm van het eiland naar veilig gebied zijn gebracht (dat betekent weg van de kust).

#### *Slachtoffers en de MKBA*

Bij het bepalen van de MKBA norm zijn de verwachte slachtoffers en getroffenen gemonetariseerd voor 6,7 miljoen Euro per slachtoffer en 12.000 per getroffene. Met 350 mensen op het eiland is het aantal te verwachten slachtoffers (1%) minder dan 5. Voor de MKBA (zie verderop) heeft dit geen invloed op de uitkomst.

#### *MKBA*

De MKBA-norm wordt bepaald door de verhouding van de kosten om de overstromingskans 10 keer kleiner te maken en de gevolgen (zie rapportages WV21). De waarde hangt ook af van de discontovoet. Uiteindelijk is een benadering gebruikt op basis van een fit door de uitkomsten. Die benadering luidt:

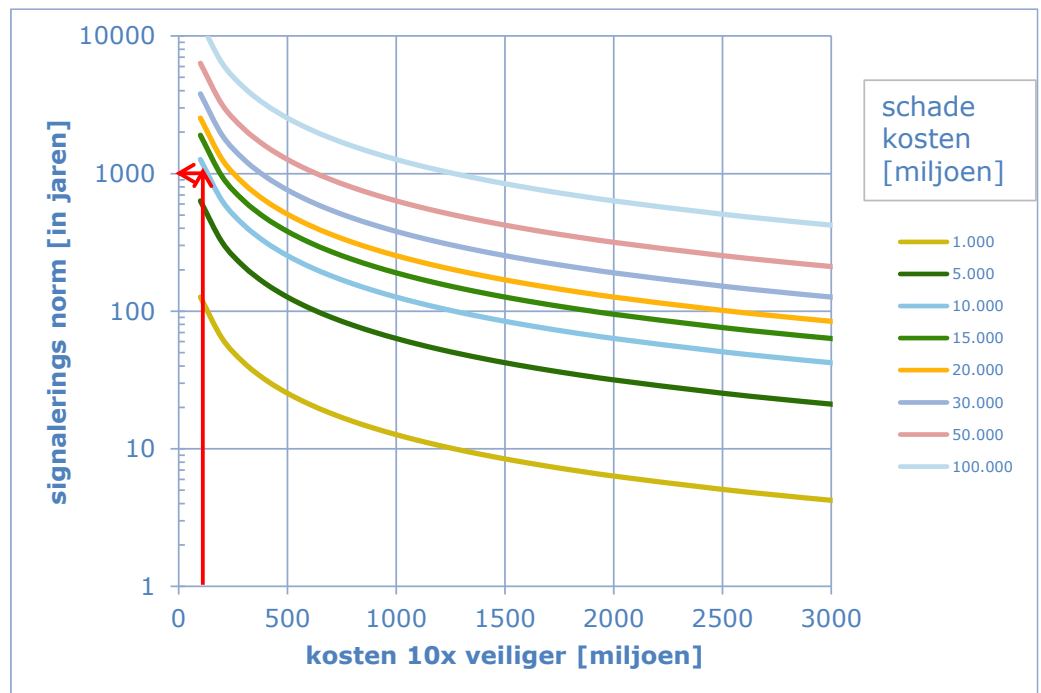
*terugkeertijd\_signaleringsnorm [in jaren] = 38 x (schade/kosten).*

De ondergrens-norm, waar het eigenlijk om gaat, is de signaleringsnorm gedeeld door 3 (of keer 3 als je in kansen denkt). Het resultaat wordt daarna ingedeeld in klassen 1:100, 300, 1000, etc.

De schatting van de omvang van de gevolgen kan op 2 manieren benaderd worden:

1. Als schade voor Tennet. Deze zal bestaan uit directe schade doordat het eiland weer opgebouwd moet worden met alle infrastructuur. En men zal aan leverafspraken moeten voldoen en daarvoor stroom ergens anders inkopen voor de duur van de wederopbouw, plus een eventuele boete of schadevergoeding. Om hiervan een beeld te krijgen wordt naar andere sectoren gekeken. Voor de schade door overstroming van de gasinfrastructuur in Groningen is een bedrag van 10-30 miljard aangenomen. Dit zijn de kosten van het 2 jaar lang elders inkopen van gas waarbij verder geen rekening wordt gehouden met keteneffecten. Omdat voor wind al rekening moet worden gehouden met windstille periodes waarin geen stroom wordt opgewekt is die vergelijking wellicht te pessimistisch. Naar verwachting heeft het wegvallen van elektriciteit wel grotere gevolgen, denk aan alle besturingssystemen en communicatie. Tegelijkertijd zie je ook dat stroom steeds meer lokaal opgewekt wordt waardoor de afhankelijkheid van leveranciers kleiner wordt. Interessant is dat de Gasunie 1/1000 per jaar een aanvaardbare overstromingskans vindt voor hun nog te bouwen stikstofinstallatie die een min of meer vergelijkbare impact heeft op de BV Nederland (geen gas van de Groningse kwaliteit beschikbaar).
2. Als het Rijk iets dergelijks zou aanleggen dan zou gekeken worden naar de schade voor de BV Nederland. Als dat het wegvallen van een substantieel deel van de stroomvoorziening van NL betekent heeft dat natuurlijk enorme directe en indirecte gevolgen doordat de economie voor een groot deel plat ligt. En dan is er nog de imagoschade. Het Rijk zou dit als een vitaal object beschouwen waar een strenge norm voor moet gelden.

In figuur 2 is de ondergrensnorm (in jaren) weergegeven voor een range aan kosten voor 10 x sterker en voor schades (in miljoenen). De kosten voor een factor 10 x veiliger zijn bij nieuwbouw beperkt. De kosten voor 10 x veiliger worden geraamd op ca. 100 miljoen. Uitgaande van maximaal 10 miljard schade volgt uit de grafiek een norm van ca 1:1000 jr. Dit zou een redelijke schatting kunnen zijn maar dat blijft onzeker. Echter, als BV NL zou het Rijk vanuit de vitale infra gedachte een orde strenger gaan zitten of te wel 1:10.000 per jaar.



Figuur 2 Norm op basis van schadekosten en kosten 10x veiliger

Samenvattend kan gesteld worden dat vanuit TenneT bezien 1:1000 per jaar zowel vanuit LIR als MKBA een redelijke norm lijkt. Vanuit het Rijk zou met het oog op de vitale infra gedachte een norm van 1:10.000 per jaar worden gehanteerd. Uit nadere informatie van TenneT tijdens een voortgangsgesprek op 26 september blijkt dat marktpartijen bij de marktconsultatie zijn uitgegaan van 1:250 per jaar ontwerpcondities. Daarom is afgesproken dat RWS in onderhavige quick scan ook uit zal gaan van deze 1:250 per jaar omstandigheden, maar dat daarnaast met het oog op de vitale infrastructuur ook een variant voor 1:10.000 per jaar wordt bekeken. Bij deze laatste wordt echter uitgegaan van een hogere overslagnorm (10 l/s/m) omdat die zonder veel schade door TenneT kan worden verwerkt.

#### 4.3 Hoogte zeekering

Rapport [1] geeft de meest actuele inzichten met betrekking tot belastingen op de Noordzee. In het rapport zijn voor verschillende meetstations op de Noordzee golfstatistieken gegeven bij 1/10.000 per jaar kans. Meetstation K13 komt redelijk overeen met de projectlocatie voor IJmuiden Ver. In het rapport zijn voor de verschillende oriëntaties golfhoogtes gegeven ( $H_{m0}$ ). In Figuur 3 is dit per richting grafisch weergegeven.

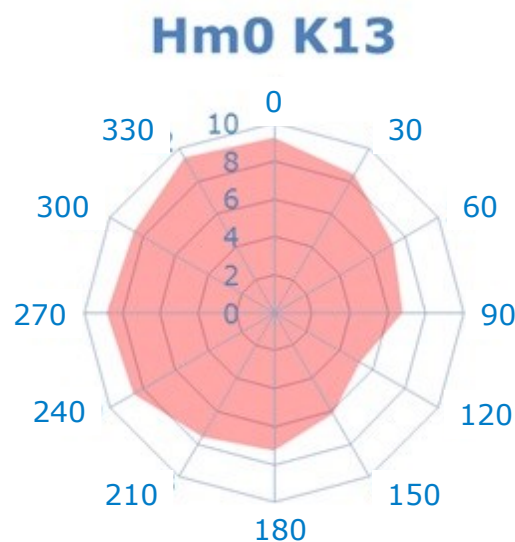
Met deze golfhoogte kan de hoogte van de constructie worden uitgerekend. Dit is voor twee varianten gedaan:

- Maximaal overslagdebiet 0,1 l/s/m in combinatie met norm 1/250 per jaar
- Maximaal overslagdebiet 10 l/s/m in combinatie met norm 1/10.000 per jaar

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- NAP komt ongeveer overeen met LAT+1m
- Overslagformule volgens Eurotop manual vergelijking 6.6 [2]
- Ruwheid van het talud voor betonelementen, dat betekent dat een  $\gamma_f$  van 0,4 tot 0,5 gehanteerd kan worden (zie figuur 6.2 van [2]), in eerste instantie wordt uitgegaan van 0,45

- Waterstand horend bij 2023 op basis van Hydra-NL (database Hollandse kust midden uitvoerlocatie HK\_3\_44-3\_hd02\_00005)
  - Voor 1/10.000 per jaar: NAP+5,1m  $\approx$  LAT+6,1m
  - Voor 1/250 per jaar: NAP+3,9m  $\approx$  LAT+4,9m
- Zeespiegelstijging tot 2130: 1,1 m
- Golfhoogte  $H_{m0}$ :
  - Voor 1/10.000 per jaar conform [1], zie figuur 3
  - Voor 1/250 per jaar conform [1] minus 1 meter [zie figuren bijlage 1]



Figuur 3 Hm0 per richting voor 1:10.000 jaar

Dit leidt tot het vrijboord en kruinhoogte afhankelijk van de windrichting zoals weergegeven in tabel 3.

**Tabel 3 Vrijboord ( $R_c$ ) en kruinhoogte tov MSL ( $H_{kruin}$ ) bij 10 l/s/m icm 1/10.000 en 0,1 l/s/m icm 1/250 per jaar, afhankelijk van windrichting**

wind-dir	$H_{m0}$		$\gamma_{\beta}$	$R_c$		$H_{kruin}$	
	1/10.000	1/250		1/10.000	1/250	10 l/s/m	0,1 l/s/m
0	9,24	8,24	1,00	13,5	17,7	19,7	22,7
30	8,43	7,43	1,00	12,1	15,8	18,3	20,8
60	7,25	6,25	1,00	10,1	13,0	16,3	18,0
90	6,77	5,77	1,00	9,4	11,9	15,6	16,9
120	5,23	4,23	1,00	6,9	8,4	13,1	13,4
150	6,16	5,16	1,00	8,4	10,5	14,6	15,5
180	7,28	6,28	1,00	10,2	13,1	16,4	18,1
210	7,56	6,56	1,00	10,7	13,7	16,9	18,7
240	8,56	7,56	1,00	12,3	16,1	18,5	21,1
270	8,83	7,83	1,00	12,8	16,7	19,0	21,7
300	8,54	7,54	1,00	12,3	16,0	18,5	21,0
330	9,45	8,45	1,00	13,8	18,2	20,0	23,2
MAX						20,0	23,2

Op basis van bovenstaande en de oriëntatie van het eiland zijn de kruinhoogtes af te leiden. In bijlage 2 zijn de bijbehorende berekeningen weergegeven. In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat.

**Tabel 3 Kruinhoogte zeewering**

Traject	Oriëntatie	Lengte [m]	1:10.000 jr 10 l/s/m	1:250 jr 0,1 l/s/m
			Kruinhoogte [m+LAT]	Kruinhoogte [m+LAT]
1	315°N	570	21	24
2	45°N	550	19	21
3	135°N	490	16 (zonder GB) 12 (met GB)	18 (zonder GB) 12 (met GB)
4	225°N	550	19	22

#### 4.4 Golfbreker

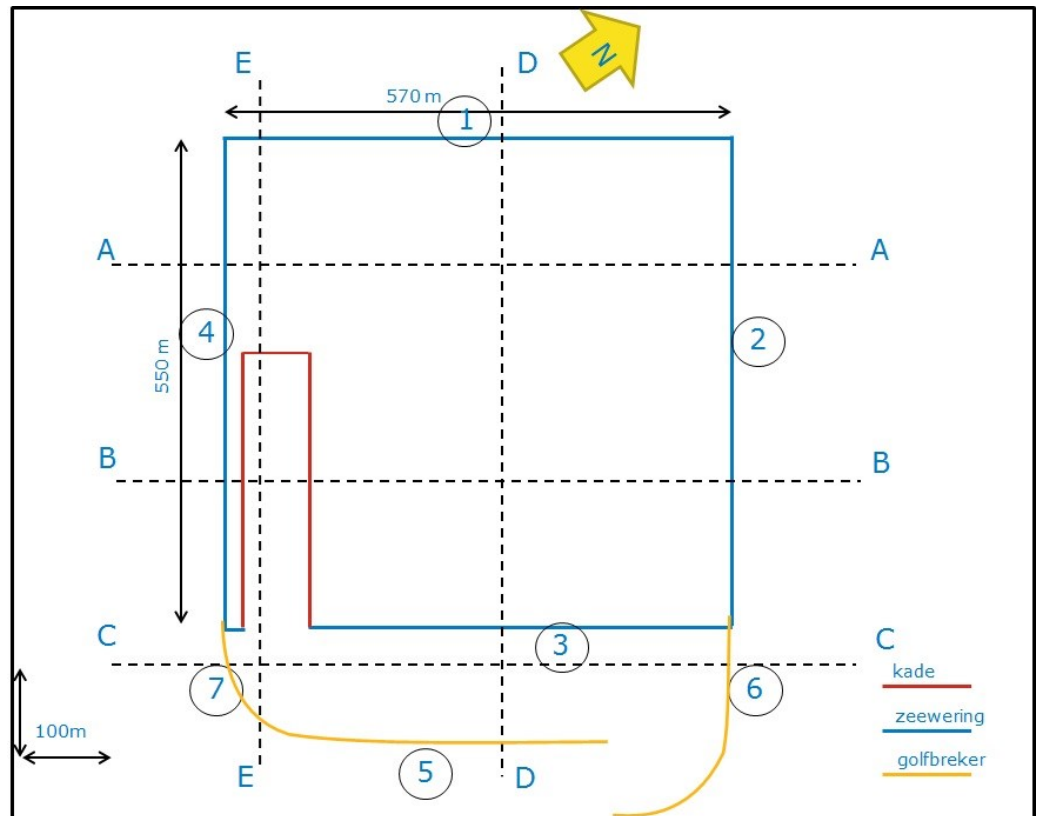
De kruinhoogte van de golfbreker wordt bepaald door de toelaatbare overslag. Onder ontwerpomstandigheden wordt uitgegaan van 100 l/s/m overslag. Voor dagelijkse omstandigheden moet de haveningang goed toegankelijk zijn. Uitgegaan wordt van een toelaatbare overslag van 10 l/s/m onder 1/10 jaar omstandigheden. De ontwerpomstandigheden blijken maatgevend te zijn. In Tabel 4 zijn de resultaten van de analyse samengevat. In bijlage 3 zijn de onderliggende berekeningen weergegeven.

**Tabel 4 Kruinhoogte Golfbreker**

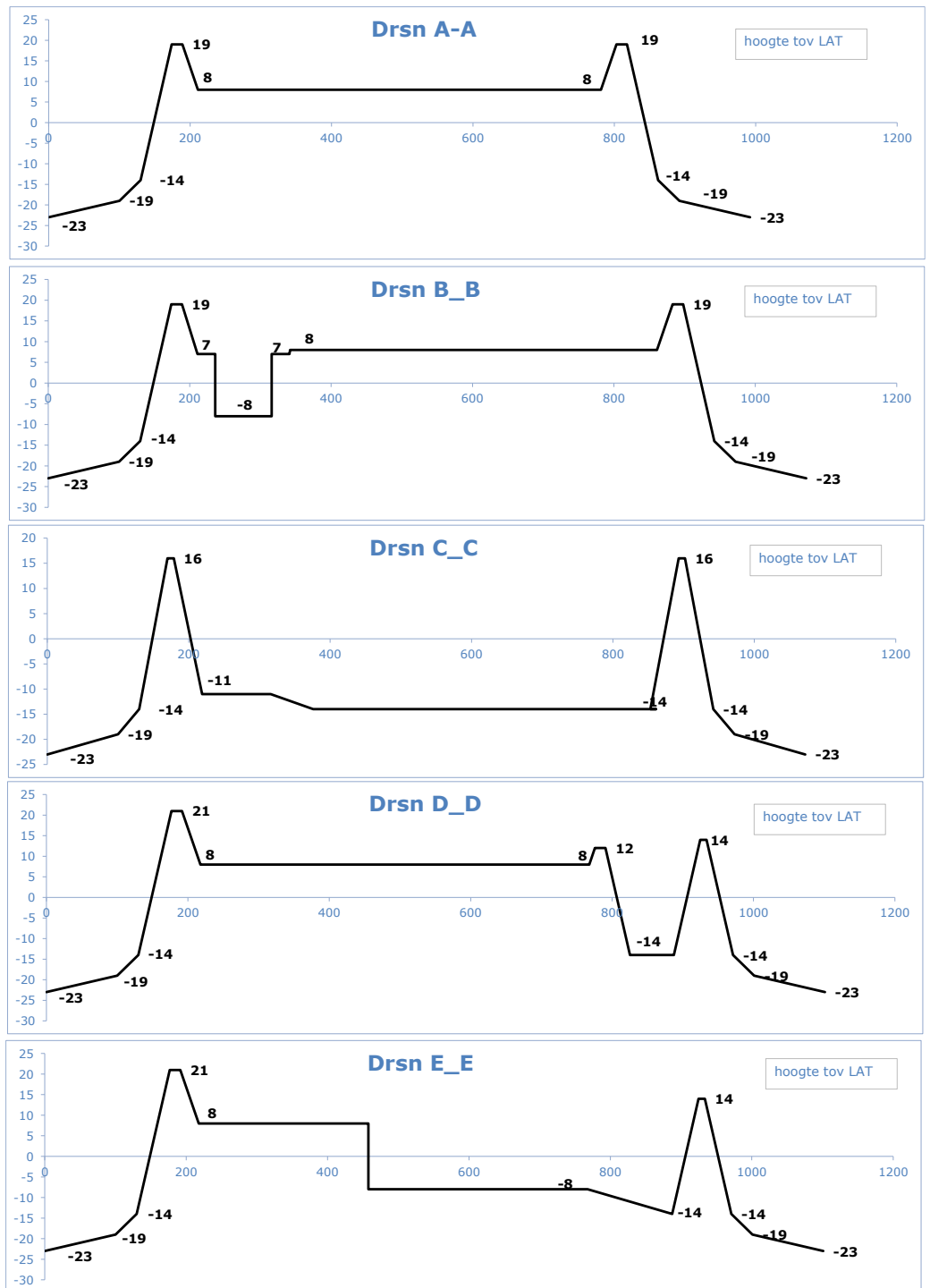
Traject	Oriëntatie	Lengte [m]	100 l/m/s, 1:10.000 jr	100 l/s/m, 1:250 jr	10 l/m/s, 1:10 jr
			Kruinhoogte [m+LAT]	Kruinhoogte [m+LAT]	Kruinhoogte [m+LAT]
5	135°N	400	14	12	11
6	45° tot 135°N	300	16	14	13
7	225°N	100	16	14	13

#### 4.5 Karakteristieke doorsnedes

Om een beeld te geven van de opbouw van het eiland zijn hieronder een aantal karakteristieke doorsnedes opgenomen. In figuur 4 is aangegeven waar die doorsnedes zitten en in figuur 5 staan de doorsnedes.

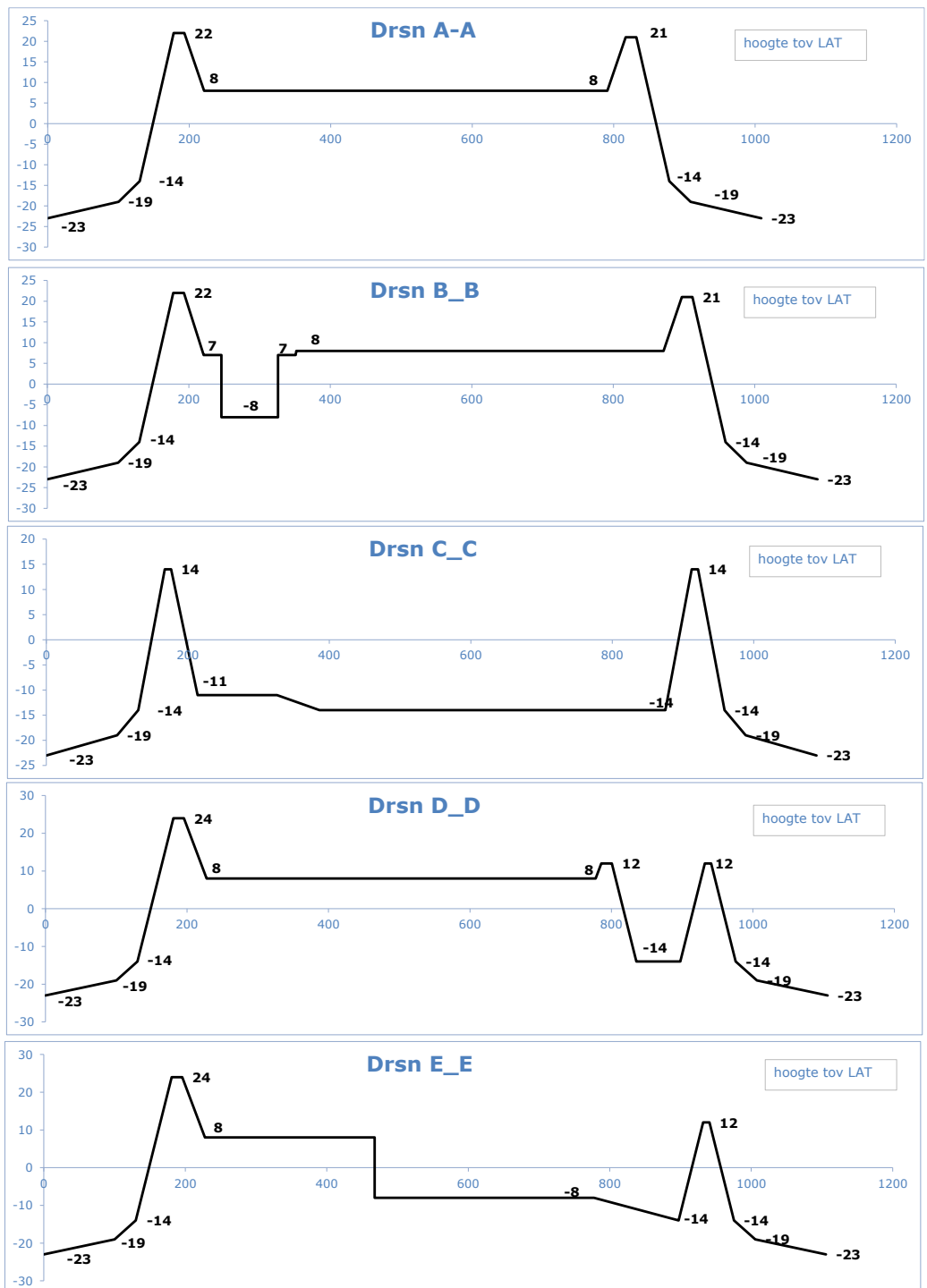


Figuur 4 Karakteristieke doorsnedes over het eiland



Figuur 5 karakteristieke doorsnedes voor 1:10.000 jr icm 10 l/s/m



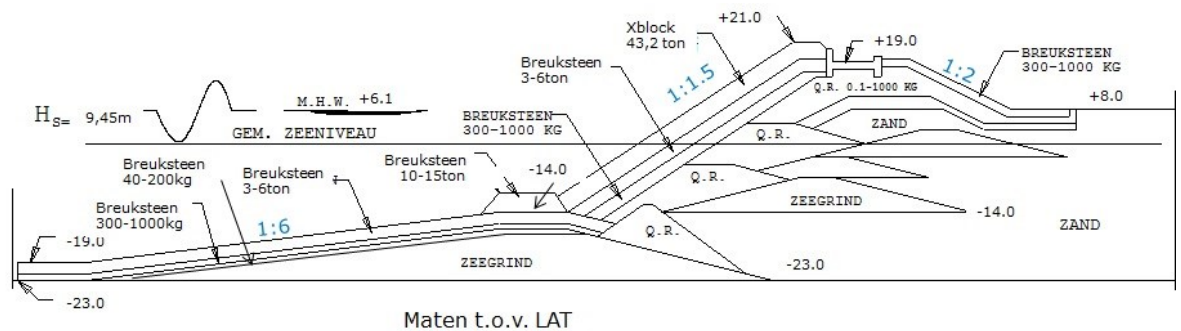


Figuur 6 Karakteristieke doorsnedes voor 1:250 jr icm 0,1 l/s/m

## 4.6 Bekleding

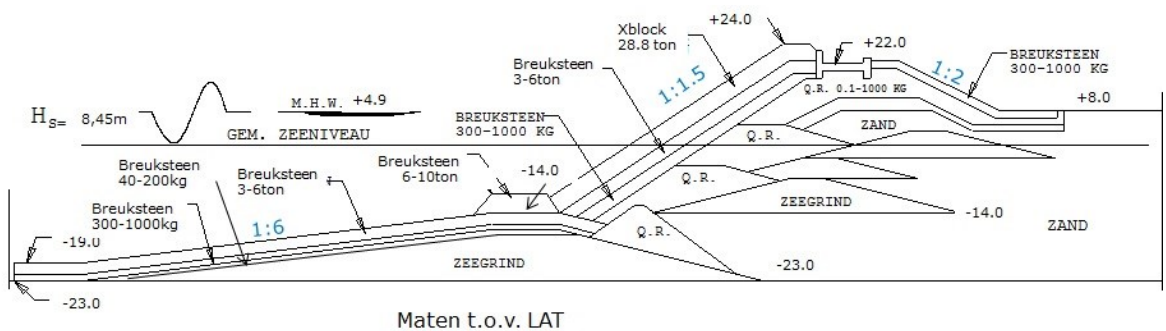
### Zeewering

Voor de zeewering wordt een ontwerp toegepast wat is afgeleid van eerder onderzoek naar een eiland in zee (TNLI rapport [3]). In figuur 6 is een doorsnede weergegeven van de zeewering voor de zwaarst belaste sectie 1 (1:10.000 jr variant).



Figuur 7 Doorsnede zeewering zwaarst belaste sectie 1 (1:10.000jr icm 10l/s/m)

In figuur 8 is de zwaarst belaste sectie 1 voor de 1:250 jr variant weergegeven.



Figuur 8 Doorsnede zeewering zwaarst belaste sectie 1 (1:250 jr icm 0,1l/s/m)

### Golfbreker

De zeezijde van de golfbreker heeft een zelfde opbouw als van de zeewering. De binnenzijde wijkt wel af. Deze is voor een deel zwaar uitgevoerd met betonnen elementen.

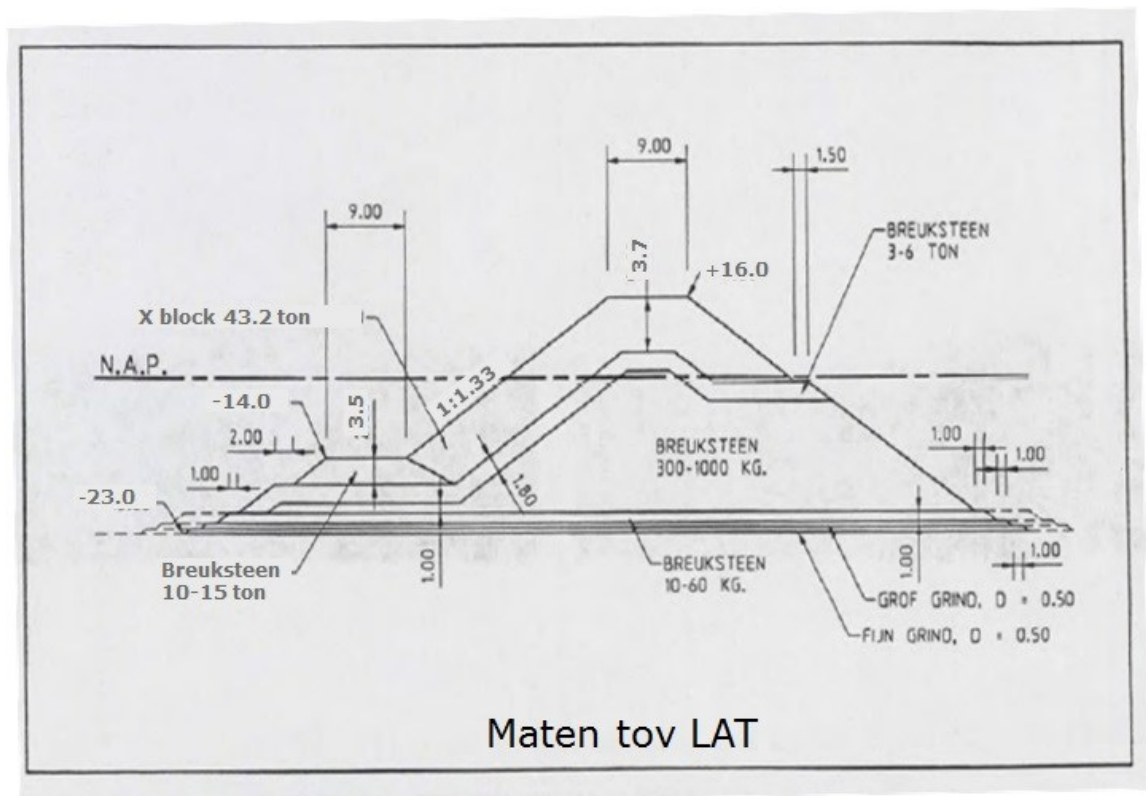
Op basis van de golfrandvoorwaarden is bepaald welke bekledingselementen nodig zijn per sectie. Dit is voor 1;10.000 jr weergegeven in tabel 5 en voor 1:250 jr in Tabel 6. Een globale schets van de opbouw voor sectie 6 is weergegeven in figuur 9 resp. 10.

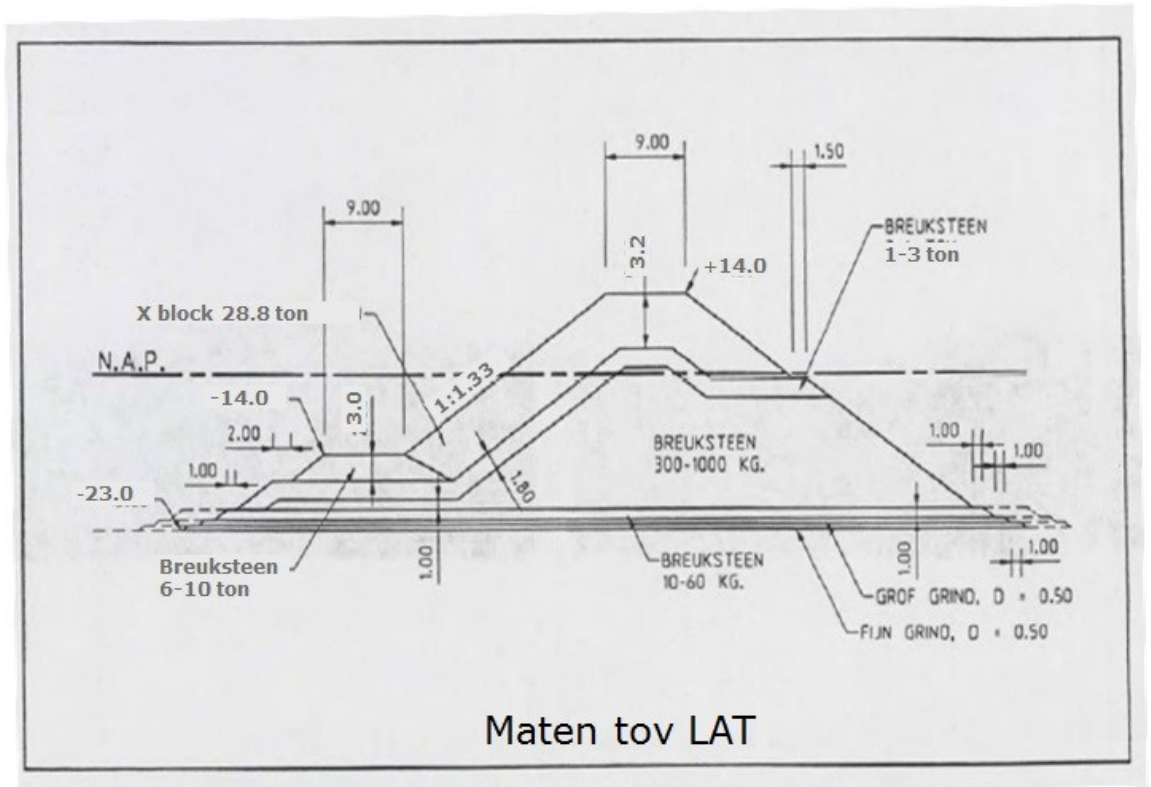
**Tabel 5 Dimensionering bekleding secties voor 1:10.000 jr**

Sectie	Hs [m]	X-block V_toplaag [m3]	LAT-14m Dn50_berm [m]	sortering	LAT-19m Dn50_teem [m]	sortering
ZW 1 en 2 en GB6	9,45	18	1,57	10-15 ton	1,08	3-6 ton
ZW4+ GB7	8,83	14	1,46	6-10 ton	1,01	3-6 ton
GB5	7,00	7	1,16	3-6 ton	0,81	1-3 ton
ZW3	5,60	4	0,92	1-3 ton	0,64	0,3-1 ton

**Tabel 6 Dimensionering bekleding secties voor 1:250 jr**

Sectie	Hs [m]	X-block V_toplaag [m3]	LAT-14m Dn50_berm [m]	sortering	LAT-19m Dn50_teem [m]	sortering
ZW 1 en 2+GB6	8,45	12	1,43	6-10 ton	0,98	3-6 ton
ZW4+ GB7	7,83	10	1,33	6-10 ton	0,91	1-3 ton
GB5	6,00	5	0,85	1-3 ton	0,58	0,3-1 ton
ZW3	4,60	2	0,78	1-3 ton	0,54	0,3-1 ton

**Figuur 9 Golfbreker sectie 6 (1:10.000 jr )**



Figuur 10 Golfbreker sectie 6 (1:10.000 jr)

#### 4.7 Planning

Een bouwtijd van 3 jaar wordt realistisch geacht. Eerdere onderzoeken naar een eiland in zee voor een vliegveld kwamen bij een veel grotere omvang tot 4 jaar bouwtijd hoewel onder iets lichtere omstandigheden (dichter bij de kust). Voorafgaand zullen nog wel een groot aantal onderzoeken moeten worden uitgevoerd en procedures doorlopen. In ieder geval is een MER noodzakelijk met de bijbehorende onderzoeken. Daarnaast de procedure vergunningsverlening en de inpassing in beleid (NWP). Een periode van 5 tot 6 jaar lijkt hiervoor realistisch en strookt met eerdere beschouwingen rond een eiland in zee. Door de beleidsbeslissing te baseren op een Referentieontwerp en de tender eerder te starten kan de vergunningprocedure door de opdrachtnemer worden gedaan en wordt tijd gewonnen. De in de rapportage genoemde 1,5 jaar tijdswinst lijkt wel optimistisch.

Aandachtspunt voor de bouwtijd is dat de bouwvolgorde zo wordt gekozen dat de werkbaarheid maximaal gegarandeerd is. Mogelijk dat daarvoor de oriëntatie van het eiland en met name de golfbreker nog te optimaliseren valt. De golfbreker is zelfstandig stabiel en kan prima dienen als bescherming waarachter het eiland opgebouwd kan worden. Dat zou pleiten voor een golfbreker aan de Noordwest kant van het eiland waarbij dan ook de haveningang aan die kant geplaatst zou kunnen worden. Dit is verder niet uitgewerkt.

## 4.8 Aandachtspunten

### *Adaptief ontwerp*

Gezien de ontwikkelingen rond klimaatverandering en zeespiegelrijzing is het verstandig daar bij het ontwerp van het eiland rekening mee te houden. Bij het huidige ontwerp zal een hogere waterstand leiden tot meer overslag. Het is aan te bevelen ruimte te reserveren voor voorzieningen om die extra overslag af te kunnen voeren.

### *Beschikbaarheid zand binnen straal 10km*

Op basis van beschikbare gegevens is globaal vastgesteld dat er binnen een straal van 10km waarschijnlijk voldoende zand van goede kwaliteit aanwezig is. Dit zal op basis van bodemonderzoek nader moeten worden vastgesteld.

### *Sloop*

Voor een LCC beschouwing moet de sloop aan het einde van de levensduur worden meegenomen. Met het slopen van een zwaar verdedigt eiland in zee is nog weinig ervaring. Een duurzame oplossing kan zijn om het eiland te ontdoen van de harde bekleding waardoor deze hergebruikt kan worden. Het zand dat dan achterblijft wordt door natuurlijke erosie langzaam teruggeven aan de zee. Het ontmantelen is een kostbare zaak vanwege de moeilijke werkomstandigheden en de complexiteit. De betonnen toplaagelementen moeten een voor een worden opgenomen en via schip worden afgevoerd. Zeker voor het deel dat onderwater is aangebracht is dat arbeidsintensief en risicovol. Dat geldt ook voor de zware breuksteen in de zeevering. Door de grotere diepte waarop deze is toegepast is dat ook zeer arbeidsintensief. Alleen de lichtere sorteringen (quarry run en zeegrond) kunnen in bulk worden opgepakt en afgevoerd.

### *Kabels en leidingen*

Voor kabels en leidingen is onvoldoende kennis aanwezig om daar een goede quick scan op te doen. Aangenomen dat de eerder door marktpartijen geraamde (gemiddelde) kosten van toepassing zijn. Deze kosten bedragen ca 45M€.

## 5 Kosten

Voor de twee varianten zijn globale kostenschattingen gemaakt. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is alleen rekening gehouden met de ruwbouw van het eiland. Zeedijken, golfbreker, haven en land maken.
- De bedragen zijn in € exclusief BTW op prijspeil 01-06-2018
- Voor de kabel aanlandingen is een door Tennet genoemd bedrag overgenomen.
- Er zijn geen schetsen van de dijken en golfbrekers op schaal, hierdoor is de berekening van de hoeveelheden redelijk grofstoffelijk.
- Voor de afwerkingen van het eiland is alleen verharding rondom de haven en een grindlaag van 10cm op die plaatsen waar iets moet komen.
- Zand komt van 10km, verlies 5%, overhoogte 0,5m.
- Domeinrechten volgens prijslijst dienst der domeinen 2018.
- Van de twee geschetste dijken zijn de hoeveelheden berekend. Andere dijkhoogtes zijn met correctiefactoren afgeleid.
- Hetzelfde geldt voor de golfbrekers.
- Alle oppervlakten en maten zijn consistent met de schetsen in deze rapportage.
- De haven ligt op -9m en de kade op +7m.
- De gepresenteerde getallen hebben een geschatte marge van +/- 35%
- De beheer en onderhoudskosten zijn grofstoffelijk bepaald door op onderdelen bekende percentages voor beheer en onderhoud mee te nemen.

De kostenraming is hieronder in tabel 7 en 8 opgenomen voor resp. de variant met 1:10.000 jaar in combinatie met 10 l/s/m en 1:250 jaar in combinatie met 0,1 l/s/m. De kosten zijn uitgesplitst naar de belangrijkste kostenposten.

De beheer en onderhoudskosten kunnen mogelijk omlaag omdat het eiland robuust is ontworpen en deze kosten vooral uit inspectie en monitoring zullen bestaan. Dat geldt zeker voor de variant 1:10.000 per jaar.

Tabel 7 Kosten eiland bij 1:10.000 jaar veiligheidsnorm icm 10 l/s/m overslag

Code	Omschrijving	Totaal excl. BTW
<b>1</b>	<b>Investeringskosten</b>	<b>707.848.093</b>
<b>11</b>	<b>Bouwkosten kaal eiland 26,5 Ha 1:10.000 met 10 li/s/m</b>	<b>701.845.792</b>
1101	Revetment (kustverdediging)	394.534.459
1102	Breakwater (golfbreker voor de haven)	178.302.975
1103	Sand/fill (aanleg eiland van zand)	37.607.392
1104	Cable landing facilities (bedrag Tennet)	45.000.000
1105	Harbour, quay walls (haven en kademuren)	27.392.636
1106	Dredging license and royalties (domeinrechten)	19.008.330
1107	Overigen	-
<b>51</b>	<b>Beheer en Onderhoud Eiland 26,5 Ha/jaar</b>	<b>6.002.301</b>

Tabel 8 Kosten eiland bij 1:250 jaar veiligheidsnorm icm 0,1 l/s/m overslag

Code	Omschrijving	Totaal excl. BTW
<b>1</b>	<b>Investeringskosten</b>	<b>725.619.224</b>
<b>11</b>	<b>Bouwkosten kaal eiland 26,5 Ha 1:250 met 0,1 li/s/m</b>	<b>719.461.602</b>
1101	<i>Revetment (kustverdediging)</i>	415.395.275
1102	<i>Breakwater (golfbreker voor de haven)</i>	172.974.301
1103	<i>Sand/fill (aanleg eiland van zand)</i>	37.607.392
1104	<i>Cable landing facilities (bedrag Tennet)</i>	45.000.000
1105	<i>Harbour, quay walls (haven en kademuren)</i>	27.392.636
1106	<i>Dredging license and royalties (domeinrechten)</i>	21.091.998
1107	<i>Overigen</i>	-
<b>51</b>	<b>Beheer en Onderhoud Eiland 26,5 Ha/jaar</b>	<b>6.157.622</b>

## 6 Conclusie

### 6.1 Is RWS het eens met de uitgangspunten?

Nee, RWS is het niet eens met alle uitgangspunten.

- Gezien het maatschappelijk belang van het eiland zou een zwaardere veiligheidsnorm (1/10.000jr in plaats van 1/250 jaar) moeten worden toegepast.
- Het zichtjaar voor 100 jaar levensduur is 2130 in plaats van 2100. De inzichten voor zeespiegelstijging zijn dan 1,1 m in plaats van 0,8m.
- De golfrandvoorwaarden (van DHI) zijn nauwkeuriger vast te stellen op basis van de recente extreme waarden statistiek voor het nabijgelegen station K13.

### 6.2 Acht RWS de oplossing technisch haalbaar?

Ja, oplossing is technisch haalbaar met bewezen technieken. Wel is de bouwtijd een uitdaging i.v.m. de werkbaarheid. Het is belangrijk veel aandacht aan dit aspect te besteden en het uitvoeringsontwerp zo in te richten dat de werkbaarheid maximaal gegarandeerd is.

### 6.3 Zijn de kosten globaal terecht?

In vergelijking met de gemiddelde bouwkosten zoals opgegeven in de samenvattende rapportage zijn geraamde de kosten voor de 1:250 jaar variant 20% hoger. De bouwkosten vallen met 720M€ wel binnen de bandbreedte van 500-750M€.

De 1:10.000 jaar variant valt met 702M€ iets goedkoper uit en wordt door RWS sterk aanbevolen met het oog op het risico van de vitale infrastructuur.

### 6.4 Ziet RWS nog overige aandachtspunten?

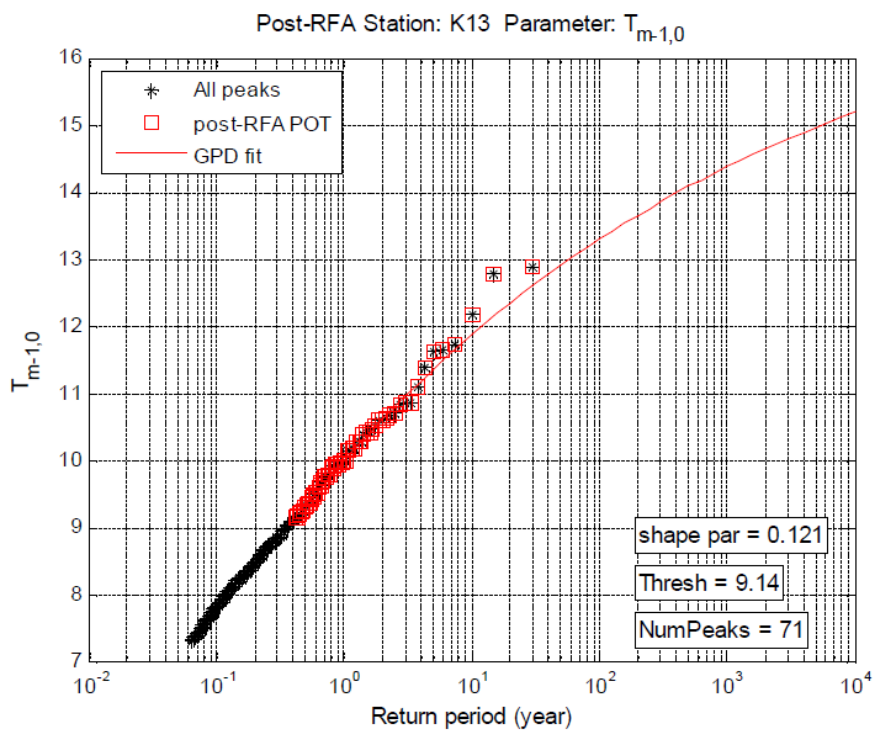
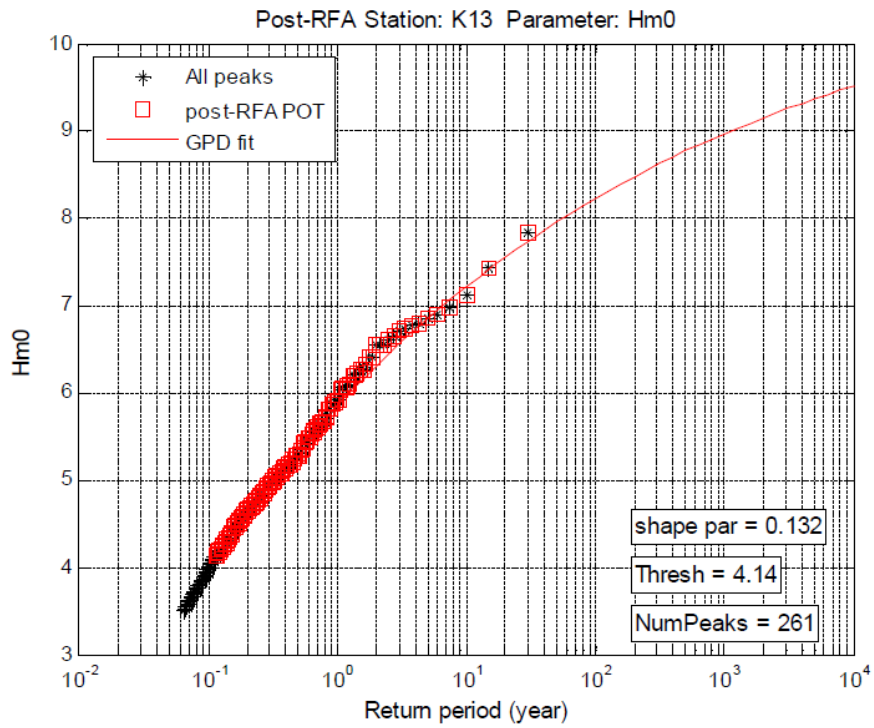
- Besteed aandacht aan het adaptief maken van het ontwerp met het oog op versnelde klimaatontwikkeling
- Inventariseer zand en grindvoorkomens rond eilandlocatie
- Doe onderzoek naar de morfologie rond het eiland



## 7 Literatuur

- [1] Extreme Offshore Wave Statistics in the North Sea, Extension of the measurement time series and comparison of methodologies, versie 2, Deltares, November 2009
- [2] EurOtop, Manual on wave overtopping of sea defenses and related structures, An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application, Second Edition, October 2016
- [3] TNL 2000

Bijlage 1 Overschrijdingslijn Hm0 en Tm-1,0 voor K13 [1]



## Bijlage 2 Berekeningen kruinhoogte zeewering

**NB H\_kruin in m MSL (LAT  $\approx$  MSL+1)****Tabel B2.1 Traject 1, oriëntatie 315 graden**

wind-dir	H_m0	H_m0	$\beta$	gamma $\beta$	Rc	H_kruin	Rc	H_kruin
	1/10.000	1/250			1/10.000 icm 10 l/s/m	1/250 icm 0,1 l/s/m		
0	9,24	8,24	45	0,85	11,5	17,7	15,0	20,0
30	8,43	7,43	75	0,75	9,1	15,3	11,9	16,9
60	7,25	6,25	105	nvt	-	-	-	-
90	6,77	5,77	135	nvt	-	-	-	-
120	5,23	4,23	165	nvt	-	-	-	-
150	6,16	5,16	165	nvt	-	-	-	-
180	7,28	6,28	135	nvt	-	-	-	-
210	7,56	6,56	105	nvt	-	-	-	-
240	8,56	7,56	75	0,75	9,3	15,5	12,1	17,1
270	8,83	7,83	45	0,85	10,9	17,1	14,2	19,2
300	8,54	7,54	15	0,95	11,7	17,9	15,2	20,2
330	9,45	8,45	15	0,95	13,2	19,4	17,3	22,3
MAX						19,4		22,3

**Tabel B2.2 Traject 2, oriëntatie 45 graden**

wind-dir	H_m0	H_m0	$\beta$	gamma $\beta$	Rc	H_kruin	Rc	H_kruin
	1/10.000	1/250			1/10.000 icm 10 l/s/m	1/250 icm 0,1 l/s/m		
0	9,24	8,24	45	0,85	11,5	17,7	15,0	20,0
30	8,43	7,43	15	0,95	11,5	17,7	15,0	20,0
60	7,25	6,25	15	0,95	9,6	15,8	12,4	17,4
90	6,77	5,77	45	0,85	8,0	14,2	10,2	15,2
120	5,23	4,23	75	0,75	5,2	11,4	6,4	11,4
150	6,16	5,16	105	nvt	-	-	-	-
180	7,28	6,28	135	nvt	-	-	-	-
210	7,56	6,56	165	nvt	-	-	-	-
240	8,56	7,56	165	nvt	-	-	-	-
270	8,83	7,83	135	nvt	-	-	-	-
300	8,54	7,54	105	nvt	-	-	-	-
330	9,45	8,45	75	0,75	10,4	16,6	13,7	18,7
MAX						17,7		20,0

**Tabel B2.3 Traject 3, netto lengte ca 450m, oriëntatie 135 graden**

wind-dir	H_m0	H_m0	$\beta$	gamma $\beta$	Rc	H_kruin	Rc	H_kruin
	1/10.000	1/250			1/10.000 icm 10 l/s/m	1/250 icm 0,1 l/s/m		
0	9,24	8,24	135	nvt	-	-	-	-
30	8,43	7,43	105	nvt	-	-	-	-
60	7,25	6,25	75	0,75	7,6	13,8	9,8	14,8
90	6,77	5,77	45	0,85	8,0	14,2	10,2	15,2
120	5,23	4,23	15	0,95	6,5	12,7	8,0	13,0
150	6,16	5,16	15	0,95	7,9	14,1	10,0	15,0
180	7,28	6,28	45	0,85	8,7	14,9	11,1	16,1
210	7,56	6,56	75	0,75	8,0	14,2	10,3	15,3
240	8,56	7,56	105	nvt	-	-	-	-
270	8,83	7,83	135	nvt	-	-	-	-
300	8,54	7,54	165	nvt	-	-	-	-
330	9,45	8,45	165	nvt	-	-	-	-
MAX						14,9		16,1

**Tabel B2.4 Traject 4, oriëntatie 225 graden**

<i>wind-dir</i>	<i>H<sub>m0</sub></i>	<i>H<sub>m0</sub></i>	$\beta$	<i>gamma<sub><math>\beta</math></sub></i>	<i>R<sub>c</sub></i>	<i>H kruin</i>	<i>R<sub>c</sub></i>	<i>H kruin</i>
	1/10.000	1/250			1/10.000 icm 10 l/s/m	1/250 icm 0,1 l/s/m		
0	9,24	8,24	135	nvt	-	-	-	-
30	8,43	7,43	165	nvt	-	-	-	-
60	7,25	6,25	165	nvt	-	-	-	-
90	6,77	5,77	135	nvt	-	-	-	-
120	5,23	4,23	105	nvt	-	-	-	-
150	6,16	5,16	75	0,75	6,3	12,5	7,9	12,9
180	7,28	6,28	45	0,85	8,7	14,9	11,1	16,1
210	7,56	6,56	15	0,95	10,1	16,3	13,1	18,1
240	8,56	7,56	15	0,95	11,7	17,9	15,3	20,3
270	8,83	7,83	45	0,85	10,9	17,1	14,2	19,2
300	8,54	7,54	75	0,75	9,2	15,4	12,1	17,1
330	9,45	8,45	105	nvt	-	-	-	-
MAX						17,9		20,3

De golfbreker voorkomt de directe golfaanval op de zeewering. Er is alleen sprake van diffractie. Dit leidt tot een maximale golfhoogte van 4m en 3.5m onder 45 graden op de zeewering voor resp. 1;10.000 jr en 1:250 jr. In beide gevallen geeft dit een kruinhoogte van 12m +LAT.

## Bijlage 3 Berekeningen kruinhoogte golfbreker

NB H\_kruin in m MSL (LAT  $\approx$  MSL+1)

Tabel B3.1 Traject 5, oriëntatie 135 graden

K13				100 l/s/m bij $10^{-4}$ /jr		10 l/s/m bij $10^{-1}$ /jr	
<i>wind-dir</i>	<i>H_m0</i>	$\beta$	<i>gamma</i> $\beta$	<i>Rc</i>	<i>H_kruin</i>	<i>Rc_golfbr</i>	<i>H_golfbr</i>
0	9,24	135	nvt	-	-	-	-
30	8,43	105	nvt	-	-	-	-
60	7,25	75	0,75	5,4	11,6	7,2	13,4
90	6,77	45	0,85	5,6	11,8	7,6	13,8
120	5,23	15	0,95	4,5	10,7	6,2	12,4
150	6,16	15	0,95	5,6	11,8	7,5	13,7
180	7,28	45	0,85	6,2	12,4	8,2	14,4
210	7,56	75	0,75	5,7	11,9	7,6	13,8
240	8,56	105	nvt	-	-	-	-
270	8,83	135	nvt	-	-	-	-
300	8,54	165	nvt	-	-	-	-
330	9,45	165	nvt	-	-	-	-

Tabel B3.2 Traject 6, oriëntatie 45 graden

K13				100 l/s/m bij $10^{-4}$ /jr		10 l/s/m bij $10^{-1}$ /jr	
<i>wind-dir</i>	<i>H_m0</i>	$\beta$	<i>gamma</i> $\beta$	<i>Rc</i>	<i>H_kruin</i>	<i>Rc_golfbr</i>	<i>H_golfbr</i>
0	9,24	45	0,85	8,4	14,6	10,9	17,1
30	8,43	15	0,95	8,3	14,5	10,9	17,1
60	7,25	15	0,95	6,9	13,1	9,2	15,4
90	6,77	45	0,85	5,6	11,8	7,6	13,8
120	5,23	75	0,75	3,6	9,8	4,9	11,1
150	6,16	105	nvt	-	-	-	-
180	7,28	135	nvt	-	-	-	-
210	7,56	165	nvt	-	-	-	-
240	8,56	165	nvt	-	-	-	-
270	8,83	135	nvt	-	-	-	-
300	8,54	105	nvt	-	-	-	-
330	9,45	75	0,75	7,6	13,8	9,9	16,1

Tabel B3.3 Traject 7, oriëntatie 225 graden

K13				100 l/s/m bij $10^{-4}$ /jr		10 l/s/m bij $10^{-1}$ /jr	
<i>wind-dir</i>	<i>H_m0</i>	$\beta$	<i>gamma</i> $\beta$	<i>Rc</i>	<i>H_kruin</i>	<i>Rc_golfbr</i>	<i>H_golfbr</i>
0	9,24	135	nvt	-	-	-	-
30	8,43	165	nvt	-	-	-	-
60	7,25	165	nvt	-	-	-	-
90	6,77	135	nvt	-	-	-	-
120	5,23	105	nvt	-	-	-	-
150	6,16	75	0,75	4,4	10,6	6,0	12,2
180	7,28	45	0,85	6,2	12,4	8,2	14,4
210	7,56	15	0,95	7,2	13,4	9,6	15,8
240	8,56	15	0,95	8,5	14,7	11,1	17,3
270	8,83	45	0,85	7,9	14,1	10,4	16,6
300	8,54	75	0,75	6,7	12,9	8,8	15,0
330	9,45	105	nvt	-	-	-	-