

1500-75

Opdrachtgever:

Provincie Noord-Holland

## Integrale beoordeling zwakke schakels Noord-Holland,

Randvoorwaarden en  
uitgangspunten voor veiligheid  
morfologie



A1474

Juli 2005

P1500-75

Opdrachtgever **Provincie Noord-Holland**

Titel **Integrale beoordeling zwakke schakels Noord-Holland**  
**Randvoorwaarden en uitgangspunten voor veiligheid en morfologie**

Rev.	Auteur	Datum	Bijzonderh.	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
0	M. Onderwater	30-5-2005	Concept	H. Steetzel	R. Steijn
1	M. Onderwater	29-6-2005		H. Steetzel	R. Steijn
2	M. Onderwater	10-8-2005		H. Steetzel	R. Steijn

Document Specificaties	Inhoud	Status
Rapport nummer: A1474R1r2 Sleutelwoorden:	tekst pagina's : 27 tabellen : figuren : appendices : 2	<input type="checkbox"/> voorlopig <input type="checkbox"/> concept <input checked="" type="checkbox"/> eindrapport
Project nummer: A1474 Bestand: A1474R1r2		



## Inhoud

1	Inleiding.....	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Leeswijzer	1
2	Randvoorwaarden en uitgangspunten bij ontwerpcondities .....	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Randvoorwaarden en uitgangspunten	3
2.2.1	Hydraulische randvoorwaarden	3
2.2.2	Ontwerpstormduur	4
2.2.3	Dwarsprofielen	4
2.2.4	Klimaatveranderingen	5
2.2.5	Bodemdaling	6
2.2.6	Robuustheid	6
2.3	Modelapplicaties	7
2.3.1	Duinafslag	7
2.3.2	Golfoverslag	7
2.3.3	Ontgroning	8
2.4	Gevoeligheidsonderzoek	8
2.4.1	Stormduur	9
2.4.2	Rekentruc ter compensatie voor verzwaarde condities	9
3	Uitgangspunten bij jaargemiddelde condities .....	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Toepassing van de beschikbare gegevens	11
3.2.1	Bodemgegevens	11
3.2.2	Getijcondities	11
3.2.3	Golfcondities	12
3.2.4	Sedimentkarakteristieken	12
3.2.5	Klimaatveranderingen	12
3.2.6	Beleidsaspecten	12
4	Nulalternatief.....	15
4.1	Inleiding	15
4.2	Overwegingen met betrekking tot het nulalternatief	15
4.3	Voorstel met betrekking tot het te kiezen nulalternatief	18
5	Interpretatie van de gekozen oplossingsrichtingen.....	21
5.1	Inleiding	21
5.2	Gladde Kust	21
5.3	Duinzoom in de Lift	22
5.4	Harde Kust	22



<b>6</b>	<b>Overzicht van de uit te voeren simulaties.....</b>	<b>25</b>
6.1	Inleiding	25
6.2	Scenario's met betrekking tot klimaatveranderingen	25
6.3	Door te rekenen alternatieven	25
6.4	Uit te voeren simulaties	26
<b>7</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>27</b>
<b>Bijlagen:</b>		
1.	Toe te passen randvoorwaarden bij veiligheidsberekeningen	
2.	Ligging van de kust in de afgelopen 10 jaar	



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In de tweede fase van de planstudie zal een Integrale Beoordeling plaatsvinden van de meest kansrijke oplossingsalternatieven met betrekking tot het versterken van de Zwakke Schakels en de ruimtelijke ontwikkeling van de kustzone ten noorden van Camperduin. In de eerste fase van de planstudie is een groot scala aan mogelijke oplossingen beoordeeld op hun haalbaarheid. Hiervoor is een door het Rijk opgesteld rekenrecept toegepast. Met betrekking tot de extreme omstandigheden zal het rekenrecept voor deze fase in grote lijnen overeenkomen met het rekenrecept voor de eerste fase. Daarnaast dienen echter de randvoorwaarden met betrekking tot de "normale condities" te worden opgesteld. Deze randvoorwaarden zullen worden toegepast voor de morfologische berekeningen.

In dit document is een overzicht gegeven van de uitgangspunten en randvoorwaarden zoals deze door Alkyon in de tweede fase van de Integrale Beoordeling zullen worden toegepast.

## 1.2 Leeswijzer

Bij het opstellen van de randvoorwaarden en uitgangspunten is onderscheid gemaakt tussen:

- de extreme condities voor het bepalen van de benodigde versterking met betrekking tot de waarborging van de veiligheid (hoofdstuk 2);
- jaargemiddelde condities met betrekking tot aspecten zoals onderhoud en effecten op naastgelegen kustvakken (hoofdstuk 3).

De effecten van de gedefinieerde oplossingsalternatieven dienen afgezet te worden tegen een referentie alternatief, het zogenaamde nulalternatief, waarin de in het Startdocument voorgestelde maatregelen niet uitgevoerd worden. In hoofdstuk 4 is dit nulalternatief beschreven.

In hoofdstuk 5 is onze interpretatie gegeven van de in de Startnotitie geselecteerde oplossingsrichtingen. Deze interpretatie is gebaseerd op de Startnotitie en de achterliggende technische rapporten. Hierbij is tevens aangegeven of er nog onduidelijkheden zijn met betrekking tot de interpretatie.

Tenslotte is in hoofdstuk 6 een overzicht gegeven van de simulaties (met PONTOS) welke zijn voorzien in de Integrale Beoordeling.

## 2 Randvoorwaarden en uitgangspunten bij ontwerpcondities

### 2.1 Inleiding

In de eerste fase van de planstudie [Royal Haskoning/WL, 2004] zijn aan de hand van modelberekeningen de benodigde maatregelen uitgewerkt voor de waarborging van de veiligheid. De uitgevoerde berekeningen waren toereikend voor het kiezen van de meest haalbare oplossingsrichtingen, maar voor de verdere uitwerking en beoordeling van de geselecteerde oplossingsrichtingen zijn aanvullende veiligheidsberekeningen nodig. In dit hoofdstuk is een overzicht gegeven van de randvoorwaarden en uitgangspunten voor deze veiligheidsberekeningen. In grote lijnen komt dit overeen met het opgestelde rekenrecept voor de eerste fase van de planstudie.

In paragraaf 2.2 is een overzicht gegeven van de randvoorwaarden en uitgangspunten zoals deze zullen worden toegepast bij de analyse naar de veiligheid. In paragraaf 2.3 is een overzicht gegeven van de modelapplicaties die gebruikt zullen worden bij de analyse. Tenslotte is in paragraaf 2.4 een overzicht gegeven van de gevoeligheidsberekeningen die uitgevoerd zullen worden.

### 2.2 Randvoorwaarden en uitgangspunten

#### 2.2.1 Hydraulische randvoorwaarden

Elke 5 jaar worden de te hanteren extreme randvoorwaarden bepaald. Deze randvoorwaarden worden samengebracht in het Hydraulische Randvoorwaardenboek. De meest recente versie is van 2001 en momenteel is er een nieuwe versie in de maak. Het Hydraulische Randvoorwaardenboek 2001 zal als basis worden gebruikt.

De laatste jaren is er veel discussie omtrent de juistheid van de hydraulische randvoorwaarden. Vooral de te hanteren golfperiode is een punt van discussie. Op basis van metingen is geconcludeerd dat golfperioden wel eens veel langer kunnen zijn dan voorsnog gedacht. In DWW-2003-040 is een overzicht gegeven van de verzwaarde randvoorwaarden welke waarschijnlijk beter aansluiten bij de werkelijkheid. Verwacht wordt dat deze verzwaarde randvoorwaarden, al dan niet in een aangepaste vorm, terug zullen komen in Hydraulische Randvoorwaardenboek 2006. Deze verzwaarde randvoorwaarden zullen daarom ook in de Integrale Beoordeling voor Noord-Holland worden toegepast.

De randvoorwaarden welke voor de veiligheidsberekeningen zullen worden toegepast, zullen een combinatie zijn van het Hydraulische Randvoorwaardenboek 2001 en DWW-2003-040.

In bijlage 1 is een tabel bijgevoegd waarin de te gebruiken hydraulische randvoorwaarden zijn gegeven voor elk van de te gebruiken dwarsprofielen tussen Den Helder en de Pettemer Zeewering. Met betrekking tot de golfcondities is onderscheid gemaakt tussen de vigerende randvoorwaarden en de verzwaarde randvoorwaarden. Berekeningen zullen worden uitgevoerd met de verzwaarde golfrandvoorwaarden.

## 2.2.2 Ontwerpstormduur

Ontgroning bij harde constructies is een tijdsafhankelijk proces. Naarmate een storm langer aanhoudt, zal bij de teen van een constructie een grotere ontgrondingskuil optreden. De golfhoogte bij de teen van een zeedijk wordt dan groter, waardoor tevens de golfoverslag toeneemt. Bij een extreem lange stormduur zal de diepte van de ontgrondingskuil bepaald worden door de hydraulische randvoorwaarden (er ontstaat een evenwichtsdiepte).

In het Voorschrift Toetsen op Veiligheid [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004] is een ontwerpstormduur van 35 uur voorgesteld. Deze ontwerpstormduur is echter in eerste instantie toepasbaar bij het simuleren van een hoogwatergolf in rivieren. De van belang zijnde processen zijn echter bij rivieren niet hetzelfde als bij stormcondities langs de kust. Hoogwatergolven door een rivier worden voorafgegaan door hevige regenval stroomopwaarts van de beschouwde locatie. Een stormconditie langs de kust wordt echter bepaald door een grootschalige drukvelden. Een ontwerpstormduur van 35 uur is dan aan de lage kant.

Er is voor gekozen om in eerste instantie uit te gaan van een stormduur volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid (ofwel 35 uur). Teneinde de gevoeligheid van de ontwerpstormduur op de uiteindelijke conclusies van de Integrale Beoordeling te bepalen, zullen ook selectief berekeningen worden uitgevoerd met een langere stormduur.

Voor de ontwerpstormduur zal worden uitgegaan van de Leidraad Toetsen op Veiligheid:

*Ontwerpstormduur = 35 uur*

## 2.2.3 Dwarsprofielen

Jaarlijks worden op vaste locaties langs de Nederlandse kust het dwarsprofiel gemeten. Over het algemeen wordt vanaf het duin tot aan de NAP -8 m contour gemeten. Deze profielen worden de JARKUS-profielen genoemd. Met behulp van deze jaarlijkse metingen wordt onder andere getoetst of het dwarsprofiel nog voldoet aan de vastgestelde Basis KustLijn (BKL). Wanneer dit niet het geval is, worden suppleties uitgevoerd.

Bij het toetsen op veiligheid wordt aan de hand van de JARKUS-profielen de ligging van het afslagpunt bij 1/10.000 jaar stormcondities bepaald. De ligging van het afslagpunt hangt af van het gebruikte dwarsprofiel voor de berekeningen. Wanneer een mager profiel (een profiel dat net voldoet aan de eisen met betrekking tot de BKL) wordt toegepast, zal het afslagpunt waarschijnlijk verder landwaarts liggen dan in een geval waarbij een profiel met meer zand wordt toegepast (bijvoorbeeld een profiel wat gezien kan worden als een gemiddelde van de afgelopen 10 jaar). Voor de beheerdersoordelen is er voor gekozen om het profiel te gebruiken dat geldt als het gemiddelde van de afgelopen 10 jaar. In de Integrale Beoordeling wordt daar ook voor gekozen.

Voor de beoordeling van de veiligheid wordt gebruikt gemaakt van een JARKUS-profiel uit een representatief jaar dat, gezien de ligging van de Momentane KustLijn (MKL), gezien kan worden als een gemiddeld profiel over de afgelopen 10 jaar.

In bijlage 2 is een tabel gevoegd waarin de positie van Momentane KustLijn is gegeven voor alle raaien langs de Noord-Hollandse kust tot aan de Pettemer Zeewering. Dit is gedaan voor de jaren 1994 tot en met 2004. In de laatste kolom is de gemiddelde ligging van de MKL gegeven voor de beschouwde jaren.

In een tweede tabel in bijlage 2 is per jaar de afwijking van de gemiddelde ligging gegeven. In deze tabel zijn alle waardes gearceerd welke binnen een bereik van 10 meter van de gemiddelde MKL liggen. Dit zijn dus de profielen welke min of meer als een gemiddeld profiel beschouwd kunnen worden.

Op basis van de tabel is op te maken, dat de gemeten profielen uit het jaar 2002 het meest overeenkomen met de gemiddelde ligging van de kustlijn (90% van alle profielen uit dat jaar liggen binnen een bereik van 10 meter van het gemiddelde). Om deze reden worden de profielen uit 2002 toegepast bij de veiligheidsanalyse.

Bij uitzondering zal er voor de profielen tussen de raaien 18,80 en 20,23 (net ten noorden van de Pettemer Zeewering) gebruik worden gemaakt van de gemeten profielen uit 2004. Deze profielen zijn in landwaartse richting verlengd met hoogtegegevens van kaarmateriaal, zodat ook een meer landwaarts gelegen duinenrij in beschouwing genomen kan worden bij de veiligheidsberekeningen.

## 2.2.4 Klimaatveranderingen

Voor de lange termijn dienen klimaatveranderingen in beschouwing genomen te worden. Hiervoor zullen de klimaatscenario's zoals beschreven in de Leidraad Zandige Kust worden beschouwd. Een overzicht van de klimaatscenario's is in de onderstaande tabel gegeven.

	0	+50 jaar	+100 jaar	+150 jaar	+200 jaar
<b>Minimum scenario</b>					
Zeespiegel	+0.00	+0.10	+0.20	+0.30	+0.40
Extra stormopzet	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
Golfhoogte	0%	0%	0%	0%	0%
Golfperiode	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
Verhoging dwarsprofiel zeewaarts van de duinvoet	+0.00	+0.10	+0.20	+0.30	+0.40
<b>Middenscenario</b>					
Zeespiegel	+0.00	+0.30	+0.60	+0.90	+1.20
Extra stormopzet	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
Golfhoogte	0%	0%	0%	0%	0%
Golfperiode	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
Verhoging dwarsprofiel zeewaarts van de duinvoet	+0.00	+0.30	+0.60	+0.90	+1.20
<b>Maximum scenario</b>					
Zeespiegel	+0.00	+0.45	+0.85	+1.30	+1.70
Extra stormopzet	+0.00	+0.40	+0.40	+0.40	+0.40
Golfhoogte	0%	5%	5%	5%	5%
Golfperiode	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00	+0.00
Verhoging dwarsprofiel zeewaarts van de duinvoet	+0.00	+0.45	+0.85	+1.30	+1.70

In de klimaatscenario's zoals in de bovenstaande tabel is gegeven, wordt geen rekening gehouden met een verandering in de golfperiode. Toch zou men verwachten dat (in geval van het maximum scenario) bij een stijgende golfhoogte ook een langere golfperiode zal optreden. Wanneer bijvoorbeeld een constante golfsteilheid (verhouding tussen de golfhoogte en de golflengte) wordt verondersteld, zal de golfperiode met 2,47% toenemen bij een golfhoogte toename van 5%. Om verwarring te voorkomen (en om consistent te zijn met de Leidraad Zandige Kust) zal deze toename van de golfperiode echter niet in beschouwing genomen worden.

Het klimaatscenario voor zeespiegelstijging volgens de Leidraad Zandige Kust zal worden gehanteerd.

### 2.2.5 Bodemdaling

In de klimaatscenario's, zoals beschreven in de vorige paragraaf, is alleen de stijging van de gemiddelde zeespiegel in beschouwing genomen. De relatieve stijging van de zeespiegel als gevolg van bodemdaling is niet in beschouwing genomen. In de berekeningen voor de startnotitie is voor het bepalen van de benodigde verhoging van de Hondsbossche- en Pettemer Zeewering een bodemdaling van 20 cm/eeuw in beschouwing genomen. Recentelijk is in een stuk van Floris Schokking (GeoConsult) beschreven dat de bodemdaling wel eens veel groter kan zijn (orde van grootte 40 cm/eeuw). In de berekeningen voor de integrale beoordeling zal toch gerekend worden met een bodemdaling van 20 cm/eeuw, omdat op deze wijze wordt aangesloten bij de aannamen zoals gedaan in [WL. 2004]. Het effect van een nog grotere bodemdaling zal worden onderzocht aan de hand van een gevoeligheidsanalyse.

### 2.2.6 Robuustheid

Bij het ontwerp van de oplossingsalternatieven wordt uitgegaan van een periode van 50 jaar. Met andere woorden: Het ontwerp dat nu gemaakt wordt, dient de veiligheid op een termijn van 50 jaar te waarborgen. Voor het ontwerp wordt gerekend met het middenscenario.

Naast het ontwerp voor een periode van 50 jaar dient ook gekeken te worden naar in hoeverre het ontwerp na langere tijd nog voldoet en, als dit niet het geval is, welke middelen nodig zijn om dezelfde veiligheid na een periode groter dan 50 jaar te kunnen waarborgen. Dit is de zogenaamde robuustheidtoets.

Wat betreft de robuustheidtoets wordt aangesloten bij een voorstel dat is opgesteld door de Provincie Zuid-Holland:

- De robuustheid van het ontwerp wordt getoetst aan de hand van het maximum scenario na 50 jaar. Ofwel: Er wordt getest of het ontwerp ook uitvoerbaar is als de klimaatveranderingen extremer zijn dan waar in eerste instantie rekening mee gehouden is.
- Voor het toetsen van de uitbreidbaarheid wordt gekeken naar een periode van 100 jaar. Ook hierbij wordt gerekend met het maximum scenario.
- Met betrekking tot ruimtelijke reservering wordt gekeken naar de benodigde maatregelen na 200 jaar. Hiervoor wordt het maximum scenario na 200 jaar beschouwd. De resultaten uit deze analyse zullen inzicht geven over de vraag of

de gekozen oplossingsrichting ook na 200 jaar uitkomst biedt (of dat een andere weg bewandeld moet worden).

Met betrekking tot de robuustheid van de oplossingsrichtingen worden de benodigde extra maatregelen bepaald voor een periode van 50, 100 en 200 jaar, rekening houdend met het maximum scenario.

## 2.3 Modelapplicaties

### 2.3.1 Duinafslag

Voor de berekening van duinafslag bij een volledig zandig profiel zal de rekenmethodiek volgens [TAW, 1984] worden toegepast.

Deze methodiek is aan de hand van beschikbare meetgegevens ontwikkeld en is geldig voor ontwerpcondities met een golfpiekperiode van 12 seconden. De laatste tijd is duidelijk geworden, dat golfperioden tijdens ontwerpcondities mogelijk aanzienlijk langer dan 12 seconden kunnen zijn.

De rekenmethodiek volgens [TAW, 1984] is hierop aangepast middels een reKentruc. Aan de hand van beschikbare gegevens omtrent duinafslag bij stormcondities is een schatting gemaakt van de extra duinafslag (in procenten) die zal optreden als gevolg van de zwaardere golf randvoorwaarden. Dit percentage is niet constant langs de Nederlandse kust. Het te hanteren percentage is gegeven in [DWW, 2003]. De gegeven lijn kan beschreven worden door de volgende formule:

$$\text{Extra afslag (in \%)} = 10,6 \cdot (T_{p,\text{verzwaard}} - 12 \text{ s})^{0,65} + 20\%$$

Voor de kust van Noord-Holland, ten noorden van de Pettemer Zeewering, resulteert dit in een percentage van 44 tot 50%. In de rekenmethodiek volgens [TAW, 1984] wordt het extra percentage afslag in rekening gebracht door het verlagen van de rekenkorrelgrootte. Een verkleining van de rekenkorrelgrootte leidt tot een flauwer afslagprofiel en daardoor tot meer afslag.

Voor het berekenen van de afslag bij volledig zandige profielen wordt de rekenmethodiek volgens [TAW, 1984] toegepast. Het effect van langere golfpiekperioden wordt in rekening gebracht middels de in de beheerdersoordelen toegepaste "reKentruc".

### 2.3.2 Golfoverslag

Voor de Hondsbossche en Pettemer Zeewering zijn er verschillende mogelijke oplossingen met betrekking tot het beperken van de golfoverslag over de kruin. Ook is het mogelijk om de zeewering (en het achterland) beter overslagbestendig te maken. Voor het berekenen van het golfoverslagdebiet over de kruin van een dijklichaam zal gebruik worden gemaakt van het model PC-Overslag. Aan de hand van golfcondities bij de teen van de dijk (die worden bepaald met het DurosTA-model (zie paragraaf 2.3.3)) en een beschrijving van het dijktalud (afmetingen en bekleding) berekent dit model

onder andere de gemiddelde overslag. Bij het ontwerp van de benodigde kruinhoogte zal hierbij worden uitgegaan van de deterministische methode in PC-Overslag.

Voor de berekening van golfoverslag over een dijklichaam wordt het model PC-Overslag toegepast.

### 2.3.3 Ontgroning

Ontgroning bij de teen van een harde constructie is een tijdsafhankelijk proces. De diepte van de ontgrondingskuil zal geleidelijk groter worden en uiteindelijk zal er min of meer een evenwicht ontstaan.

Voor het simuleren van de ontwikkeling van een ontgrondingskuil zal het model

De tijdsafhankelijke ontwikkeling van een ontgrondingskuil bij een harde constructie zal worden gesimuleerd met het model DUROSTA.

DUROSTA worden toegepast. Dit model gaat uit van berekende sedimenttransporten tijdens een storm en de daaruit volgende profielaanpassingen.

## 2.4 Gevoeligheidsonderzoek

Er is momenteel veel discussie gaande omtrent de ontwerprandvoorwaarden die gehanteerd dienen te worden bij het uitwerken van vraagstukken over duinafslag:

- Voor het simuleren van bijvoorbeeld ontgroning bij harde constructies, wordt een tijdsafhankelijk model toegepast. In dit model wordt de gehele storm (en de effecten daarvan op afslag en ontgroning) in de tijd gesimuleerd. Volgens Voorschrift Toetsen op Veiligheid [Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004] dient hierbij een stormduur van 35 uur gebruikt te worden. Deze duur is echter toepasbaar voor hoogwatergolven in rivieren, maar ons inziens niet zozeer voor stormcondities langs de Nederlandse kust. Op basis van metingen en extrapolaties wordt een langere stormduur verwacht (zie paragraaf 2.2.2);
- Duinafslag bij een volledig zandig profiel wordt uitgerekend met behulp van een zeer schematische formulering uit 1984. Deze methode is ontwikkeld aan de hand van schaalproeven en metingen in de natuur. De methode is echter geijkt aan een ontwerp golfperiode van 12 seconden. Recent is duidelijk geworden dat de ontwerp golfperiode veel langer dan 12 seconden is. Momenteel is er onderzoek gaande om de effecten van de langere golfperiode in kaart te brengen (Sterkte en Belastingen Waterkeringen (SBW)). Zolang nog niet precies duidelijk is wat het effect is van de langere golfperiode op de mate van duinafslag, wordt een rekentruc toegepast om extra duinafslag (ten opzichte van de methode uit 1984) in rekening te brengen (zie paragraaf 2.3.1).

De bovenstaande vraagstukken zullen in de loop van deze planstudie nog niet beantwoord worden. Om toch een inschatting te maken van de relevantie van de oplossingen van deze vraagstukken, wordt in het kader van de Integrale Beoordeling een gevoeligheidsonderzoek uitgevoerd.



### 2.4.1 Stormduur

In paragraaf 2.2.2 is gekozen voor een ontwerpstormduur van 35 uur (conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid).

In voorgaande studies zijn veelal andere ontwerpstormduren toegepast. In een eerdere studie [Alkyon, 1999] is gezocht naar de samenhang tussen omgevingsparameters tijdens stormcondities. Hierbij is ondermeer gekeken naar de relatie tussen de stormopzet en de duur van de storm. Op grond van gemeten stormen is hieruit de volgende relatie gevonden:

$$\text{Stormduur (in uren)} = 40 \times \text{stormopzet (in meters)}$$

Wanneer deze relatie wordt toegepast voor de 1/10.000 jaar ontwerpstorm, volgt hieruit een ontwerpstormduur van 200 uur (ofwel meer dan 8 dagen). Dit is wat aan de lange kant. In werkelijkheid zal de stormduur ergens tussen 35 en 200 uur liggen.

Teneinde de gevoeligheid van de stormduur te bepalen, zullen een deel van de berekeningen worden uitgevoerd met een langere stormduur:

- 45 uur, zoals wordt gehanteerd door de Provincie Zuid-Holland;
- 85 uur, wat door Alkyon als een reële stormduur wordt gezien.

### 2.4.2 Rekentruc ter compensatie voor verzwaarde condities

Zoals reeds beschreven in paragraaf 2.3.1, dient voor de kust van Noord-Holland een extra afslag van 44 tot 50% in rekening gebracht te worden ter compensatie van de langere ontwerpstormperiode. Dit percentage is gebaseerd op de resultaten van een bureaustudie en is nog niet definitief onderbouwd met schaalproeven of theoretisch onderzoek.

Om het effect van het in rekening gebrachte percentage op de uiteindelijke resultaten van de planstudie te bepalen, zal een deel van de berekeningen ook worden uitgevoerd met een percentage dat respectievelijk 10% hoger en 10% lager is.

## 3 Uitgangspunten bij jaargemiddelde condities

### 3.1 Inleiding

Voor het bepalen het benodigde onderhoud en de effecten van de oplossingsrichtingen op naastgelegen kustvakken zijn niet de extreme, maar de jaargemiddelde omgevingscondities van belang. Hiervoor zijn in het rekenrecept voor de Startnotitie nog geen randvoorwaarden opgesteld. Het gaat hierbij om:

- golfcondities;
- getijcondities;
- sedimentkarakteristieken;
- beleidsaspecten voor bijvoorbeeld onderhoudssuppleties.

In dit hoofdstuk zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven die gehanteerd worden voor het bepalen van de effecten van de oplossingsalternatieven.

### 3.2 Toepassing van de beschikbare gegevens

Langs de Nederlandse kust zijn reeds veel gegevens beschikbaar met betrekking tot de omgevingscondities. In deze paragraaf is een korte toelichting gegeven van de bron van de toegepaste data.

#### 3.2.1 Bodemgegevens

Jaarlijks worden een groot aantal dwarsprofielen langs de Nederlandse kust gemeten. Normaal gesproken worden de JARKUS-profielen tot een diepte van ongeveer NAP -8 m gemeten. Af en toe wordt tot een afstand van 5.000 meter uit de kust gemeten (de zogenaamde doorlodingen) wat neerkomt op een diepte van ongeveer NAP -15 m. Voor het modelleren van de effecten van de oplossingsalternatieven (met PONTOS) is echter het profiel tot een diepte van NAP -20 m nodig. De bodemgegevens die niet uit de JARKUS-bestanden volgen, worden uit het grootschalige stromingsmodel voor de Nederlandse kust gehaald (het Kuststrookmodel).

#### 3.2.2 Getijcondities

Op een aantal locaties langs de Nederlandse kust is data met betrekking tot waterstanden beschikbaar. Gemeten stroomcondities zijn echter niet in voldoende mate beschikbaar. De getijcondities voor het PONTOS-model zijn berekend met behulp van het Kuststrookmodel. Op een groot aantal locaties langs de NAP -20 m diepte-contour zijn uitvoerlocaties gekozen en de getijcondities voor een gemiddeld getij zijn gesimuleerd. De resultaten uit het getijmodel zijn toegepast in het PONTOS-model [Alkyon/WL, 2004].

### 3.2.3 Golfcondities

Golfcondities worden op een aantal locaties langs de Nederlandse kust gemeten:

Code	Naam	Gebruikt in PONTOS
K13	K13a platform	ja
SON	Schiermonnikoog Noord	ja
ELD	Eierlandse Gat	ja
YM6	IJmuiden munitie stortplaats	ja
MPN	Noordwijk meetpost	nee
EUR	Euro platform	ja
LEG	Lichteiland Goeree	nee
SWB	Schouwenbank	nee
SCW	Scheur west	nee
WHB	Westhinderbank (België)	ja

Voor elk van de bovengenoemde meetlocaties is een jaargemiddeld golfklimaat beschikbaar. Een aantal van de gemeten golfklimaten zijn als randvoorwaarde opgelegd in het PONTOS-model. Op tussengelegen locaties wordt een golfklimaat verkregen door middel van lineaire interpolatie.

Bij de Kop van Noord-Holland heeft het zeegat tussen Den Helder en Texel (en de deltaformatie) een zekere invloed op de golfconditie bij de kust. Teneinde de kustmorfologische processen in de kustzone in voldoende detail te kunnen beschouwen, dient het golfklimaat in het Nieuwe Schulpengat (dus landwaarts van de buitendelta) bepaald te worden. Dit zal gedaan worden aan de hand van berekeningen met het SWAN-model. Hiertoe zal een reeds bestaand model van WL worden toegepast.

### 3.2.4 Sedimentkarakteristieken

Over de korrelgrootteverdeling van het sediment op de onderwaterprofiel langs de Nederlandse kust zijn momenteel niet voldoende gegevens beschikbaar. Voor de modellering in PONTOS is een constante mediane korrelgrootte van 250  $\mu\text{m}$  toegepast. Dit is in lijn met de beperkte gegevens die wel beschikbaar zijn.

### 3.2.5 Klimaatveranderingen

Met betrekking tot de effecten van de oplossingsalternatieven en het benodigde onderhoud zullen simulaties worden uitgevoerd voor een periode van 50 jaar. In de simulaties zal rekening worden gehouden met de klimaatveranderingen volgens het middenscenario (zie paragraaf 2.2.4). Voor het toetsen van de robuustheid van het alternatief zal de berekening gecontinueerd worden tot 100 jaar.

### 3.2.6 Beleidsaspecten

#### Handhaving/vaststelling van BKL

Er is momenteel een beleid met betrekking tot het onderhoud van de Nederlandse Kust. In 1990 is het beginsel voor de zogenaamde BasisKustLijn (BKL) voorgesteld. Dit is de positie van de kust welke ten allen tijde gehandhaafd dient te worden. Met andere woorden: Wanneer de Momentane KustLijn (MKL) landwaarts van de BKL ligt (of dreigt te komen), dient een onderhoudssuppletie te worden uitgevoerd.



In de Startnotitie zijn een aantal oplossingsalternatieven voorgesteld die een zeewaartse verschuiving van de kust tot gevolg hebben. Hierdoor ligt de kust dus (relatief ver) zeewaarts van de BKL en zou volgens het beleid voorlopig geen onderhoud nodig zijn.

Met betrekking tot het onderhoud van de kust wordt voorgesteld om voor de oplossingsalternatieven een nieuwe BasisKustLijn te definiëren. Daarbij gaan we uit van een zeewaartse verschuiving van de BKL ter grootte van de zeewaartse verschuiving van de waterlijn. Voor deze nieuwe BKL zal vervolgens het benodigde onderhoud worden geschat door middel van numerieke modellering.

## 4 Nulalternatief

### 4.1 Inleiding

In deze integrale beoordeling zal een effectenstudie worden uitgevoerd voor de meest haalbare oplossingsalternatieven (zoals beschreven in de Startnotitie). De effecten dienen getoetst/vergeleken te worden met een referentiaalternatief, ofwel het nulalternatief.

NB: Het nulalternatief zoals in dit hoofdstuk wordt geschetst dient niet te worden gezien als een alternatief dat een reële kans maakt om gekozen te worden. Het nulalternatief is slechts bedoeld als een beoordelingskader voor de drie, in de startnotitie, geselecteerde integrale oplossingsrichtingen. Het nulalternatief is slechts een pure (monofunctionele) veiligheidsoplossing, zonder veel consequenties met betrekking tot de ruimtelijke inpassing, maar ook zonder meerwaarden voor andere functies in het gebied.

Het nulalternatief dient te voldoen aan de gestelde eisen met betrekking tot veiligheid. Hierbij wordt uitgegaan van een periode van 50 jaar. De huidige situatie voldoet hier op een aantal locaties niet aan. Dit betekent, dat de huidige situatie niet als nulalternatief kan fungeren. Beperkte maatregelen zijn nodig. In het nu volgende zijn de voorgestelde (minimale) maatregelen voor het nulalternatief nader beschreven.

### 4.2 Overwegingen met betrekking tot het nulalternatief

In de Startnotitie is de kustlijn tussen Den Helder en Camperduin opgedeeld in vijf secties:

1. De Helderse Zeewering;
2. De zandige kust van Huisduinen naar Groote Keeten;
3. De zandige kust van Groote Keeten naar Callantsoog;
4. De zandige kust van Callantsoog naar Petten;
5. De Hondsbossche- en Pettemer Zeewering.

Op basis van de uitgevoerde veiligheidsstudie [WL, 2004] is gebleken dat twee van de vijf kustsecties gezien worden als zwakke schakels in de kustverdediging, namelijk de secties 3 en 5. In de Startnotitie (en de onderliggende technische rapporten) zijn reeds enkele maatregelen voor de versterking uitgewerkt. In deze paragraaf zijn enkele mogelijke veiligheidsmaatregelen nog eens kort beschouwd. Bij het uitwerken van de mogelijke veiligheidsmaatregelen worden alleen de onveilige kustsecties beschouwd. Met andere woorden: Voor de 3 (over het algemeen) veilige kustsecties wordt verondersteld, dat het bestaande beleid met betrekking tot het beheer van de kust wordt gehandhaafd.

#### **Sectie 3, De zandige kust van Groote Keeten naar Callantsoog**

Langs de kustlijn ten noorden van de Pettemer zeewering voldoet Callantsoog niet aan de gestelde eisen met betrekking tot veiligheid.

Op deze locatie zijn op korte termijn maatregelen nodig om de veiligheid van het achterland te waarborgen. In het kader van het nulalternatief dienen deze maatregelen

beperkt te zijn tot veiligheidswaarborging en dienen de maatregelen ten tweede goedkoop te zijn. Mogelijke maatregelen zijn:

1. Verhoging van het duin (met zand);
2. Versterking van het duin (met zand) aan de zeezijde;
3. Versterking van het duin (met zand) aan de landzijde;
4. Versterking middels harde constructies.

Ad 1.

Het duin bij Callantsoog is vrij hoog (orde NAP +20m) en smal (orde 80 m). In een dergelijke situatie is verhoging van het duin niet goed mogelijk vanwege de erg steile taluds die dan ontstaan. Deze mogelijkheid valt dus af.

Ad 2.

Door middel van een strandsuppletie of een duinsuppletie aan de zeezijde van het duin is het goed mogelijk om extra zand in de afslagzone aan te brengen. Hierdoor kan de veiligheid gewaarborgd worden. Echter, doordat er zand wordt aangebracht in de dynamische zone, wordt het kustmorfologische systeem beïnvloed. Het aangebrachte zand zal geleidelijk eroderen en zich herverdelen langs de kust. Er is dus regelmatig onderhoud nodig om het extra aangebrachte zand ook in de toekomst in stand te kunnen houden.

Ad 3.

Wanneer het bestaande duin aan landwaartse zijde wordt versterkt met zand, dan zullen er geen effecten optreden met betrekking tot de kustmorfologie. Met andere woorden: Wanneer het extra zandvolume eenmaal is aangelegd, zal het nagenoeg geen extra onderhoud vergen om de veiligheid in de toekomst te kunnen waarborgen. Een nadeel van de duinversterking aan landzijde is echter, dat de bebouwing en infrastructuur momenteel tot aan de teen van het duin reikt. Een deel van de bebouwing zal dus moeten wijken voor de duinversterking.

Ad 4.

Momenteel is het zandig duin bij Callantsoog niet voldoende sterk om tijdens ontwerpcondities de veiligheid te kunnen waarborgen. De veiligheid kan vergroot worden door het aanbrengen van een harde constructie in het duin. Dit kan aan de ene kant gedaan worden door het bestaande duinfront te bekleden. Anderzijds is het ook mogelijk om in het bestaande duinprofiel een harde constructie aan te brengen (een duinvoetverdediging). In beide gevallen gaat het om constructies van grote omvang, waardoor deze oplossing duur zal zijn.

### **Sectie 5, Hondsbossche- en Pettemer zeewering**

*Uit het beheerdersoordeel is geconcludeerd dat de Hondsbossche- en Pettemer zeewering niet hoog genoeg zijn in verband met de maximaal toelaatbare golfoverslag. Als noodmaatregel is reeds in de kruin van de Pettemer Zeewering tijdelijk een damwand geslagen om de kruinhoogte te verhogen. Het talud van de Hondsbossche Zeewering is verruwd door middel van basaltzuilen. Om op een termijn van 50 jaar de veiligheid te kunnen garanderen, zijn er verschillende maatregelen denkbaar:*

1. Verdere verhoging van de kruin door middel van een damwand;
2. Traditionele dijkverzwaring;
3. Zand aanbrengen aan landzijde van de zeewering om zo als het ware een slijtlaag aan te brengen. Hierdoor wordt bij hoge overslagdebieten niet het

binnentalud van de dijk aangetast, maar zal het zand geleidelijk eroderen (dit idee wordt thans door ons uitgewerkt in het kader van het Interreg IIIb programma "ComCoast").

4. Ruwe elementen aanbrengen langs het talud van de zeewering om zo golfoploop te reduceren;
5. Zand aanbrengen aan de zeezijde van de waterkering waardoor golfaanval op de dijk wordt gereduceerd. Dit zal uiteindelijk leiden tot een gereduceerd overslagdebiet.

Ad 1.

Op een termijn van 50 jaar zal een iets hogere damwand nodig zijn ter compensatie van de klimaatveranderingen. Dit zal hoogstwaarschijnlijk betekenen dat er een nieuwe (hogere) damwand geslagen dient te worden.

Ad 2,

Bij een traditionele dijkverzwaring zal dijkverhoging samengaan met een dijkverbreding. Een dergelijke dijkverzwaring kan aan zowel landwaartse als zeewaartse zijde worden uitgevoerd, maar er zijn goede argumenten om een landwaartse versterking te kiezen:

- Bij een zeewaartse verzwaring wordt het bolwerk (zoals de zeewering nu fungeert) alleen maar groter, waardoor nadelige effecten kunnen ontstaan op naastgelegen kustvakken;
- Bij een zeewaartse verzwaring dient de huidige bekleding van de dijk te worden verplaatst. Dit brengt hoge kosten met zich mee.
- Bij een zeewaartse verzwaring materiaal te worden toegevoegd tot een niveau beneden NAP. Bij een zeewaartse verzwaring is dus meer materiaal nodig dan bij een landwaartse verzwaring.

Ad 3.

Uit berekeningen volgt, dat er momenteel meer dan 1 l/m/s water over de kruin van de zeewering zal stromen tijdens de ontwerpcondities. Het binnentalud en het achterliggende land is hier niet op berekend en er kan dus schade optreden aan de landwaartse zijde van de zeewering. Dit kan vervolgens weer leiden tot bezwijken van de zeewering. Door het binnentalud van de zeewering te versterken kan wellicht een groter overslagdebiet worden toegestaan. Dit grotere overslagdebiet dient vervolgens ook afgevoerd te kunnen worden. Kortom: Er zijn over de hele lengte van de zeewering maatregelen nodig. Bij Petten is het toelaten van meer overslag niet mogelijk aangezien het dorp Petten direct achter de Pettemer Zeewering ligt.

Ad 4.

Het talud van de zeewering is momenteel dusdanig glad dat golven tot grote hoogte tegen de zeewering op zullen lopen. Dit leidt vervolgens tot te grote overslag. Door het talud van de zeewering ruwer te maken, zullen golven minder ver oplopen en zal er dus minder overslag optreden. Langs de Hondsbossche Zeewering worden momenteel reeds aangebracht, maar hiermee wordt overigens nog niet voldaan aan het veiligheids criterium na 50 jaar.. Het ruwer maken van het talud dient over de gehele lengte van de Hondsbossche- en de Pettemer zeewering plaats te vinden. Dit kan leiden tot hoge kosten.

Ad 5.

Door zand aan te brengen bij de teen van de zeewering, zal de golfaanval gedurende ontwerpcondities verminderen. Dit leidt vervolgens weer tot een verlaging van de

*golfoverslag. Wanneer aan de zeezijde van de zeewering zand wordt aangebracht, wordt het kustmorfologische systeem beïnvloed. Het aangebrachte zand zal geleidelijk eroderen en zich herverdelen langs de kust. Er is dus regelmatig onderhoud nodig om het extra aangebrachte zand ook in de toekomst in stand te kunnen houden.*

### 4.3 Voorstel met betrekking tot het te kiezen nulalternatief

In de voorgaande paragraaf zijn de mogelijke invullingen voor het nulalternatief nader beschreven. Hierbij zijn tevens in het kort de voor- en nadelen gegeven.

Naast de genoemde voor- en nadelen dient het nulalternatief goed te scoren bij aspecten als aanlegkosten, onderhoud en de gevolgen voor de aanwezige bebouwing en moet bij voorkeur geen verregaande gevolgen te hebben op het beheer van de kust.

In de onderstaande evaluatiematrices zijn de genoemde voor- en nadelen nog eens samengevat.

#### Sectie 3, De zandige kust van Groote Keeten naar Callantsoog

	Aanlegkosten	Onderhoud	Wijken bebouwing	No regret
Verhoging van het duin	Niet mogelijk vanwege steil duin			
Zand aan zeezijde	+	-	0	+
Zand aan landzijde	-	0	--	-
Duinvoetverdediging	--	0	0	-

#### Sectie 5, Hondsbossche- en Pettemer zeewering

	Aanlegkosten	Onderhoud	Wijken bebouwing	No regret
Verhoging kruin met een damwand	0	-	0	+
Traditionele dijkverzwaring	-	0	-	-
Toestaan hogere overslag	-	0	--	-
Verruwing talud zeezijde	-	0	0	-
Zand aan zeezijde	+	-	0	+

Meest positief scorende maatregel

Op basis van de voorgaande evaluatiematrices zijn de volgende maatregelen gedefinieerd met betrekking tot het nulalternatief:

- Sectie 3: Bij Callantsoog zal het aanwezige (smalle) duinmassief aan de zeezijde worden versterkt met zand: In [WL, 2004] is aan de hand van berekeningen volgens de voorgeschreven toetsingsmethode bepaald hoeveel zand langs de

kust bij Callantsoog nodig is voor het waarborgen van de veiligheid voor een periode van 50 jaar (volgens het middenscenario). Hieruit volgt een benodigd volume van 604 m<sup>3</sup>/m. Uit [WL, 2004] volgt, dat dit overeenkomt met een extra kruinverbreding van het bestaande duin van 55 meter. Over een kustvak van 3.000 meter (voor de raaien 11.23 tot en met 13.81 en bij raai 9.28) resulteert dit in een totaal volume van 1.812.000 m<sup>3</sup>. Het gegeven volume is exclusief het benodigde volume voor de profielverhoging (ter behoud van de kustlijn bij zeespiegelstijging). Het benodigde zandvolume is als een duinverbreding toegepast. Dit is de meest effectieve vorm van versterken aangezien het zandvolume op die manier volledig in de afslagzone wordt aangebracht. Het is echter wel de vraag of een dergelijk (relatief steil) dwarsprofiel in werkelijkheid zijn vorm zal behouden. Er wordt verwacht dat het profiel geleidelijk flauwer zal worden.

- Sectie 5: De Hondsbossche- en Pettemer Zeewering zullen worden verhoogd door middel van een (nog hogere) damwand: Met behulp van het model PC-Overslag is de benodigde verhoging van de beide zeeweringen bepaald. Hierbij is een overslagcriterium van 0.1 l/m/s gehanteerd en is de verhoging geschematiseerd als een continuering van het bestaande dijktaalud. Uit de berekeningen volgt voor een periode van 50 jaar een benodigde verhoging van 2,21 tot 3,28 meter voor de Hondsbossche Zeewering en 2,75 tot 6,62 meter voor de Pettemer Zeewering. Ten aanzien van het door WL gekozen criterium met betrekking tot het overslagdebiet zijn wij van mening, dat in een situatie zoals bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering ook volstaan kan worden met een overslagcriterium van 1 l/m/s. Wij stellen dus voor om berekeningen uit te voeren voor een overslagcriterium van 1 l/m/s.

In de overige 3 kustsecties, waar er geen problemen zijn met betrekking tot veiligheid, zal het bestaande beleid met betrekking tot onderhoud worden doorgezet ("business as usual").

Een uitdetaillering van het nulalternatief zal plaatsvinden aan de hand van modelberekeningen en een analyse van bestaande informatie (fase 1 van de planstudie zoals uitgevoerd door Haskoning/WL).

## 5 Interpretatie van de gekozen oplossingsrichtingen

### 5.1 Inleiding

In de Startnotitie "Zwakke Schakels Noord-Holland" zijn een drietal oplossingsrichtingen geselecteerd welke aansluiten bij de eisen met betrekking tot veiligheid en de wensen met betrekking tot de ruimtelijke ontwikkeling van Noord-Holland. De technische invulling (dimensies en benodigde zandvolumes) zijn gebaseerd op de studie zoals uitgevoerd door Royal Haskoning en WL.

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten met betrekking tot de technische uitwerking van de alternatieven opgesomd. Tevens is weergegeven waar er nog leemtes zijn in de uitwerking. Deze leemtes dienen middels een afstemming met de Provincie en additionele berekeningen nog te worden ingevuld.

Op basis van de uitgangspunten, zoals vermeld in dit hoofdstuk, zullen simulaties worden uitgevoerd voor het afschatten van de kustmorfologische effecten van de gedefinieerde oplossingsrichtingen. Op basis van de bevindingen zullen de oplossingsrichtingen vervolgens worden geoptimaliseerd.

### 5.2 Gladde Kust

Uit veiligheidsberekeningen volgt, dat het zandig profiel ter hoogte van Callantsoog over een lengte van ongeveer 3.000 meter niet voldoet aan de eisen met betrekking tot veiligheid. Uit de berekeningen volgt dat er  $604 \text{ m}^3/\text{m}$  zand toegevoegd dient te worden om de veiligheid te waarborgen. Dit komt neer op een totaal zandvolume van

$$3.000 * 604 = 1.812.000 \text{ m}^3/\text{m}$$

In de veiligheidsberekeningen is uitgegaan van een duinverbreding van 55 meter.

Uit het oogpunt van de ruimtelijke kwaliteit is in de oplossingsrichting "Gladde Kust" gekozen voor een verdergaande zeewaartse uitbreiding. In de Startnotitie wordt een zeewaartse verbreding van de kuststrook van 100 tot 200 meter bij Callantsoog voorgesteld. Richting het noorden neemt de breedte geleidelijk af tot nul bij Huisduinen. Richting het zuiden wordt de verbreding van de kuststrook van 100 tot 200 meter doorgezet tot aan de Pettemer Zeewering, waardoor de zeewering aan de Noordzijde niet langer als een bastion aanwezig zal zijn.

Met betrekking tot de interpretatie van de oplossingsrichting "Gladde Kust" zijn de volgende aannamen gedaan:

- Tussen Petten en Botgat (RSP 9.28) wordt in eerste instantie een verschuiving van de Momentane KustLijn (MKL) van 200 meter verondersteld. In deze strook van 200 meter breed zal ruimte zijn voor natuur en recreatie (wandergebied, jonge duinen, natte duinvalleien, etc.). Dit betekent, dat het aan te leggen profiel niet zozeer hoog zal zijn, maar vooral breed;

- Tot aan net ten zuiden van Huisduinen (RSP 4.09) neemt de verschuiving van de MKL lineair af tot nul.

NB: In het startdocument wordt opgemerkt, dat een gladde aansluiting aan de zuidzijde van de Hondsbossche Zeewering wellicht kan leiden tot een betere doorvoer van sediment langs de Zeewering. Dit kan mogelijk de onderhoudsbehoefte aan de noordzijde van de Pettemer Zeewering verlagen. Gezien de huidige onderhoudsbehoefte net ten zuiden van de Hondsbossche Zeewering (alleen enkele kilometers ten zuiden van de zeewering wordt momenteel gesuppleerd) en ligging van de kustlijn zijn wij van mening dat een gladde aansluiting aan de zuidzijde van de Hondsbossche Zeewering niet tot verbetering van de sedimentdoorvoer hoeft te leiden. In onze studie zullen we hier een kwalitatieve beschouwing over geven.

### 5.3 Duinzoom in de Lift

Bij de oplossingsrichting "Duinzoom in de lift" worden geen maatregelen genomen aan de zeezijde van het bestaande duinfront. Om deze reden worden er dus geen kustmorfologische effecten verwacht bij deze oplossingsrichting. Teneinde toch een vergelijking te kunnen maken tussen de effecten van de oplossingsrichting "Duinzoom in de Lift" en het nulalternatief (waar wellicht wel aanpassingen in het kustmorfologische systeem gedaan zullen worden), zullen toch simulaties worden uitgevoerd met het morfologische model PONTOS. Deze simulatie omvat het volgende:

- Een simulatie wordt uitgevoerd over een periode van 50 jaar voor het middenscenario;
- In de simulatie wordt er vanuit gegaan dat de huidige BasisKustLijn (BKL) gehandhaafd wordt. Dit zal resulteren in een extra suppleties ter compensatie van zeespiegelstijging.

Vooralsnog zijn er met betrekking tot de kustmorfologische aspecten geen onduidelijkheden over de oplossingsrichting "Duinzoom in de Lift".

### 5.4 Harde Kust

In de oplossingsrichting "Harde Kust" worden de twee zwakke schakels langs de Noord-Hollandse kust (De Hondsbossche- en Pettemer Zeewering en de kustsectie bij Callantsoog versterkt door middel van een combinatie van harde constructie met daar tussenin zand. In de Startnotitie worden korte pieren genoemd met een lengte van 200 tot 300 meter en een onderlinge afstand van 750 meter. Langs de Pettemer Zeewering zou eventueel één van de secties tussen de pieren ingericht kunnen worden als zeejachthaven.

Met betrekking tot de verdere uitwerking van deze oplossingsrichting zijn de volgende uitgangspunten gedefinieerd:

- In een eerste simulatie met het morfologische model Pontos wordt uitgegaan van een pierlengte van 300 meter. De onderlinge afstand tussen de pieren zal 750 meter zijn;
- Vooralsnog wordt in de simulaties nog geen rekening gehouden met een eventuele zeejachthaven.

Het volgende aspect is nog niet helder verwoord in de Startnotitie:



- In de Startnotitie wordt nadrukkelijk (en terecht) gesproken over pieren en geen strekdammen. Bij strekdammen wordt over het algemeen een relatief lage en korte dam verondersteld. Een dergelijke dam heeft een reductie van het langstransport tot gevolg en leidt niet zozeer tot een aangroei van de kust. Wanneer gesproken over een pier, dan wordt aan een grotere constructie gedacht (zowel in termen van lengte als hoogte) welke een zekere aangroei van de kust tot gevolg heeft. In de Startnotitie is de benodigde hoogte van de pier niet gegeven. Er wordt voorgesteld om een eerste inschatting van de benodigde hoogte te maken aan de hand van gemeten dwarsprofielen.

## 6 Overzicht van de uit te voeren simulaties

### 6.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken is een overzicht gegeven van de randvoorwaarden welke toegepast zullen worden en van de uit te werken oplossingsalternatieven. In dit hoofdstuk zijn de uit te voeren simulaties met het PONTOS-model nog eens in het kort weergegeven.

### 6.2 Scenario's met betrekking tot klimaatveranderingen

Voor het ontwerp van het de oplossingsrichtingen wordt 50 jaar in de toekomst gekeken. Hierbij wordt uitgegaan van de het middenscenario:

Scenario code	Doel van de simulatie	Zeespiegelstijging (m/eeuw)	Verhoogde golfcondities?	Duur van de simulatie
1	Ontwerp	0,60 (middenscenario)	nee	50 jaar

Op basis van de simulaties met PONTOS zal een indruk gegeven worden van de effecten van de maatregelen op naastgelegen kustsecties en ook zal op basis van de simulaties een schatting worden gedaan van het benodigde onderhoud van het kuststelsel.

Simulaties over een periode langer dan 50 jaar zijn niet voorzien. De resultaten uit de PONTOS-simulaties (onderhoudskosten) zullen worden gebruikt in de integrale beoordeling (middels bijvoorbeeld een MKBA). Aangezien deze MKBA wordt uitgevoerd voor een periode van 50 jaar, is een langere simulatie niet nodig.

### 6.3 Door te rekenen alternatieven

Voor het uitwerken van de verschillende oplossingsalternatieven zullen wij de volgende simulaties in beschouwing nemen:

Alternatief code	Naam alternatief	Opmerking
A	Nulalternatief	Minimale aanpassingen om veiligheid te garanderen
B	Gladde Kust	Zie uitwerking in paragraaf 5.2
C	Duinzoom in de Lift	Geen maatregelen in zee, dus (morfologisch gezien) een voortzetting van de huidige situatie
D	Harde Kust	Zie uitwerking in paragraaf 5.4

## 6.4 Uit te voeren simulaties

In de voorgaande twee paragrafen zijn de uit te werken klimaatscenario's en alternatieven gespecificeerd. Elke uit te voeren simulatie zal een combinatie zijn van een klimaatscenario en een alternatief. Dit resulteert in de volgende matrix van simulaties (wanneer wordt uitgegaan van de meest gangbare robuustheidstoets (volgens het rekenrecept uit de eerste fase van de planstudie):

Alternatieven	<i>0,60 m/eeuw, 50 jaar</i>
Nulalternatief	A1
Gladde Kust	B1
Duinzoom in de Lift	C1
Harde Kust	D1



## 7 Referenties

**Alkyon, 1999, Parameterinventarisatie en gevoeligheidsonderzoek DUROSTA-model.**  
*Aanzet tot een nieuwe leidraad voor de veiligheidsbeoordeling van de Nederlandse duinenkust, A116, November 1999*

**Alkyon/WL, 2004, A long-term morphological model for the whole Dutch Coast,**  
*A100/Z3334, November 2004*

**DWW, 2004, Consequenties nieuwe golfbelastingen voor de kust, Rapport DWW-2003-040,**  
*Maart 2003.*

**Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004, De Veiligheid van de Primaire Waterkeringen in Nederland, Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006,**  
*Januari 2004*

**Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2001, Hydraulische randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van Primaire Waterkeringen.**

**Royal Haskoning, 2004, Prioritaire Zwakke Schakels Noord-Holland, Globaal ontwerp, 27**  
*December 2004.*

**Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen / TAW, 1984, Leidraad voor de beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering.**

**WL, 2004, Planstudie Veiligheid, Fase 2, Planform designs zwakke schakels, Z3725.10,**  
*December 2004*

Toe te passen randvoorwaarden bij veiligheidsberekeningen

Rekenpeil [m+NAP]		Vigerende randvoorwaarden			Verzwaarde randvoorwaarden				
Raai		H <sub>hog</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	D <sub>100</sub> omm [mu]	H <sub>hog</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>hog</sub> verzwaard / verzwaard % extra [s] [s] [s]	T <sub>p</sub> [s]	% extra afslag
1.50	4.80	9.60	12.00	299	9.60	16.90	9.60	16.86	50%
1.70	4.80	9.60	12.00	299	9.60	16.90	9.60	16.85	50%
1.90	4.80	9.60	12.00	299	9.60	16.90	9.60	16.85	50%
2.10	4.80	9.60	12.00	299	9.60	16.90	9.60	16.85	50%
2.30	4.80	9.60	12.00	292	9.60	16.90	9.60	16.85	50%
2.49	4.80	9.60	12.00	285	9.60	16.90	9.60	16.84	50%
2.69	4.80	9.60	12.00	279	9.60	16.90	9.60	16.84	50%
2.89	4.80	9.60	12.00	272	9.60	16.90	9.60	16.83	50%
3.08	4.80	9.60	12.00	265	9.60	16.90	9.60	16.83	50%
3.28	4.80	9.60	12.00	258	9.60	16.90	9.60	16.83	50%
3.48	4.80	9.60	12.00	251	9.60	16.90	9.60	16.83	49%
3.69	4.80	9.60	12.00	244	9.60	16.90	9.60	16.83	49%
3.90	4.80	9.60	12.00	237	9.60	16.90	9.60	16.82	49%
4.09	4.80	9.60	12.00	230	9.60	16.90	9.60	16.82	49%
4.29	4.80	9.60	12.00	226	9.60	16.90	9.60	16.82	49%
4.49	4.80	9.60	12.00	224	9.60	16.90	9.60	16.81	49%
4.69	4.80	9.60	12.00	222	9.60	16.90	9.60	16.81	49%
4.89	4.80	9.60	12.00	220	9.60	16.90	9.60	16.80	49%
5.08	4.80	9.60	12.00	218	9.60	16.90	9.60	16.80	49%
5.28	4.80	9.60	12.00	216	9.60	16.90	9.60	16.79	49%
5.48	4.80	9.60	12.00	214	9.60	16.90	9.60	16.78	49%
5.68	4.80	9.60	12.00	212	9.60	16.90	9.60	16.78	49%
5.88	4.80	9.60	12.00	210	9.60	16.90	9.60	16.77	49%
6.08	4.80	9.60	12.00	214	9.60	16.90	9.60	16.76	49%
6.28	4.80	9.60	12.00	214	9.60	16.90	9.60	16.76	49%
6.48	4.80	9.60	12.00	217	9.60	16.90	9.60	16.76	49%
6.68	4.80	9.60	12.00	221	9.60	16.90	9.60	16.75	49%
6.89	4.80	9.60	12.00	225	9.60	16.90	9.60	16.75	49%
7.08	4.80	9.60	12.00	228	9.60	16.90	9.60	16.74	49%
7.28	4.80	9.60	12.00	232	9.60	16.90	9.60	16.73	49%
7.48	4.80	9.60	12.00	236	9.60	16.90	9.60	16.72	49%
7.68	4.80	9.60	12.00	239	9.60	16.90	9.60	16.72	49%
7.89	4.80	9.60	12.00	243	9.60	16.90	9.60	16.71	49%
8.08	4.80	9.60	12.00	245	9.60	16.90	9.60	16.70	49%
8.27	4.80	9.60	12.00	246	9.60	16.90	9.60	16.70	49%
8.48	4.80	9.60	12.00	248	9.60	16.90	9.60	16.69	49%
8.69	4.80	9.60	12.00	250	9.60	16.90	9.60	16.69	49%
8.89	4.80	9.60	12.00	251	9.60	16.90	9.60	16.69	49%
9.08	4.80	9.60	12.00	253	9.60	16.90	9.60	16.68	49%
9.28	4.80	9.60	12.00	254	9.60	16.90	9.60	16.67	49%
9.48	4.80	9.60	12.00	256	9.60	16.90	9.60	16.67	49%
9.68	4.80	9.60	12.00	253	9.60	16.89	9.60	16.66	49%
9.84	4.80	9.60	12.00	251	9.60	16.89	9.60	16.66	49%
10.00	4.80	9.60	12.00	249	9.60	16.88	9.60	16.66	49%
10.16	4.80	9.60	12.00	247	9.60	16.88	9.60	16.66	49%
10.31	4.80	9.60	12.00	244	9.60	16.88	9.60	16.65	49%
10.47	4.80	9.60	12.00	242	9.60	16.87	9.60	16.64	49%
10.62	4.80	9.60	12.00	240	9.60	16.87	9.60	16.64	49%
10.78	4.80	9.60	12.00	238	9.60	16.87	9.60	16.63	49%
10.93	4.80	9.60	12.00	236	9.60	16.86	9.60	16.63	49%
11.08	4.80	9.60	12.00	234	9.60	16.86	9.60	16.63	49%
11.23	4.80	9.60	12.00	232	9.60	16.86	9.60	16.62	49%

\*) Bron: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2001  
 \*\*) Bron: TAW, 1984  
 \*\*\*) Bron: DWV, 2003

Bijlage 2 Ligging van de kust in de afgelopen 10 jaar

Tabel: Positie van de Momentane KustLijn voor de laatste 10 jaar

Jarkus-raai	Momentane KustLijn (MKL) voor de afgelopen 10 jaar (in meters vanaf de RijksStrandPaal (RSP))										Gemiddeld
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
1.50	4	8	21	21	12	6	7	18	23	26	15
1.70	-19	-20	0	-10	-20	-24	-25	-15	1	22	-11
1.90	-47	-50	-31	-34	-47	-52	-51	-35	-25	-4	-38
2.10	-45	-51	-29	-30	-38	-51	-49	-37	-24	-2	-36
2.30	-29	-37	-15	-21	-32	-40	-39	-27	-12	9	-24
2.49	-28	-37	-15	-19	-27	-35	-35	-18	-6	17	-20
2.69	-22	-30	-15	-10	-20	-30	-27	-11	3	27	-14
2.89	-20	-29	-19	-17	-26	-34	-29	-13	-3	27	-16
3.08	-40	-44	-30	-26	-35	-35	-37	-23	-6	22	-25
3.28	-41	-51	-32	-30	-40	-48	-36	-26	-7	12	-30
3.48	0	-55	-37	-35	-45	-41	-49	-33	-20	1	-31
3.69	-46	-53	-34	-33	-46	-49	-49	-31	-20	0	-36
3.90	-44	-49	-27	-33	-46	-48	-50	-36	-20	-1	-36
4.09	-40	-45	-26	-34	-42	-43	-43	-27	-16	1	-32
4.29	-38	-43	-26	-24	-19	-32	-38	-25	-18	2	-26
4.49	-31	-38	-22	-23	-16	-35	-38	-23	-12	8	-23
4.69	-33	-39	-30	-26	-21	-39	-32	-21	-13	4	-25
4.89	-38	-44	-32	-28	-21	-34	-42	-28	-18	-4	-29
5.08	-50	-54	-42	-41	-34	-53	-51	-39	-29	-17	-41
5.28	-60	-63	-57	-57	-53	-64	-56	-49	-42	-34	-54
5.48	-69	-71	-65	-60	-59	-65	-63	-56	-48	-40	-59
5.68	-73	-72	-68	-61	-63	-75	-67	-61	-58	-44	-64
5.88	-74	-79	-70	-67	-58	-68	-65	-62	-73	-52	-67
6.08	-68	-73	-70	-61	-61	-72	-67	-63	-62	-51	-66
6.28	-78	-83	-73	-65	-62	-58	-67	-63	-65	-59	-67
6.48	-77	-80	-78	-72	-71	-76	-77	-78	-77	-62	-75
6.68	-91	-86	-83	-61	-80	-85	-87	-79	-74	-76	-80
6.89	-80	-77	-68	-71	-72	-76	-80	-75	-75	-69	-74
7.08	-81	0	-72	-64	-67	-76	-71	-73	-65	-59	-63
7.28	-95	-91	-81	-73	-66	-70	-69	-66	-59	-53	-72
7.48	-93	-92	-90	-79	-70	-67	-38	-50	-55	-56	-69
7.68	-94	-95	-83	-72	-73	-47	-32	-41	-54	-59	-65
7.89	-85	-90	-86	-60	-43	-27	-58	-69	-66	-70	-65
8.08	-77	-83	-75	-32	-35	-63	-81	-75	-57	-60	-64
8.27	-72	-67	-58	-40	-66	-67	-73	-73	-72	-65	-65
8.48	-66	-66	-78	-79	-65	-69	-73	-74	-86	-77	-73
8.69	-72	-77	-77	-85	-80	-93	-79	-69	-74	-67	-77
8.89	-79	-80	-88	-88	-91	-74	-71	-77	-64	-60	-77
9.08	-77	-80	-80	-76	-67	-67	-70	-59	-73	-63	-71
9.28	-75	-72	-64	-57	-61	-58	-63	-68	-64	-58	-64
9.48	-62	-60	-51	-43	-44	-50	-59	-60	-52	-45	-53
9.68	-53	-51	-33	-27	-24	-47	-52	-31	-38	-40	-40
9.84	-41	-36	-38	-34	-45	-61	-43	-44	-39	-47	-43
10.00	-27	-22	-27	-33	-29	-54	-27	-27	-31	-33	-31
10.16	-29	-29	58	-40	-35	-38	-23	-26	-30	-37	-23
10.31	-24	-23	-23	-32	-30	-33	-20	-18	-24	-11	-24
10.47	-19	-25	82	-22	-20	-22	-18	-30	-25	-6	-11
10.62	-16	-20	92	-20	-21	-10	-10	-14	-28	-12	-6
10.78	-21	-19	-7	-22	-19	-16	-14	-28	-34	1	-18
10.93	-22	-19	-2	-16	-16	-6	-8	-19	-6	3	-11
11.08	-22	-18	2	-10	-9	-10	-12	0	1	4	-7
11.23	-12	-11	6	-7	-3	-2	-13	-7	5	22	-2

Jarkus-raai	Momentane KustLijn (MKL) voor de afgelopen 10 jaar (in meters vanaf de RijksStrandPaal (RSP))										Gemiddeld
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
11.37	-5	-8	17	-1	-2	-6	-9	-1	8	31	2
11.52	13	8	24	5	12	2	3	4	20	43	13
11.67	7	6	29	10	13	1	10	25	23	48	17
11.82	12	16	34	-15	24	11	26	28	19	39	22
11.97	17	9	34	15	18	19	24	37	27	51	25
12.13	16	19	39	16	27	27	30	34	36	61	30
12.28	13	10	40	18	23	31	35	37	24	58	29
12.43	21	22	49	30	40	40	33	39	30	79	38
12.58	28	20	55	33	29	44	24	48	48	68	40
12.73	32	32	61	43	49	40	50	48	45	56	46
12.88	36	36	57	50	45	18	45	48	53	84	47
13.03	43	38	56	61	50	19	61	48	59	74	51
13.20	49	50	90	68	49	69	66	60	61	100	66
13.40	49	51	103	73	60	78	68	74	62	90	71
13.60	61	54	106	76	70	77	68	78	75	89	75
13.81	81	78	105	75	70	76	73	81	73	86	80
14.01	85	83	102	76	96	79	78	78	76	77	83
14.21	77	74	90	82	88	71	73	71	72	75	77
14.42	66	60	70	81	76	71	72	64	58	75	69
14.62	59	53	74	79	67	59	65	57	58	64	63
14.83	46	56	80	70	66	54	48	53	50	63	58
15.03	49	52	77	61	57	50	46	39	43	69	54
15.24	34	34	58	41	42	43	34	35	34	40	39
15.44	9	23	62	26	26	30	17	13	20	15	20
15.65	-21	-23	10	-6	-10	-10	-28	-16	-22	-18	-14
15.85	-36	-46	-17	-35	-35	-50	-58	-46	-43	-35	-40
16.06	-50	-50	-34	-58	-66	-59	-56	-64	-70	-63	-57
16.26	-62	-48	-45	-54	-65	-57	-58	-57	-61	-57	-56
16.47	-81	-52	-60	-60	-68	-54	-75	-82	-79	-76	-69
16.68	-75	-56	-54	-55	-71	-86	-84	-85	-89	-84	-74
16.88	-86	-55	-62	-79	-83	-90	-83	-86	-82	-81	-79
17.08	-98	-78	-74	-75	-84	-66	-62	-67	-59	-49	-71
17.29	-98	-69	-54	-57	-63	-52	-41	-46	-50	-47	-58
17.48	-91	-70	-45	-53	-51	-44	-44	-48	-50	-54	-55
17.63	-61	-46	-35	-37	-38	-48	-32	-42	-48	-48	-43
17.77	-62	-49	-14	-29	-24	-19	-30	-35	-34	-44	-34
17.91	-49	-44	-30	-20	-29	-32	-26	-35	-29	-31	-32
18.08	-26	-18	2	-4	-6	-17	-13	-23	-18	-16	-14
18.27	-32	-24	2	-4	-16	-26	-26	-27	-15	-21	-19
18.44	-39	-35	-11	-28	-26	-27	-30	-35	-20	-27	-28
18.62	-46	-41	-16	-33	-32	-38	-41	-38	-23	-27	-34
18.80	-41	-34	-21	-31	-34	-37	-41	-36	-28	-33	-34
18.96	-69	-38	-27	-39	-33	-40	-42	-48	-35	-31	-40
19.10	-57	-46	-38	-46	-39	-47	-49	-51	-35	-39	-45
19.25	-84	-58	-54	-68	-43	-57	-60	-66	-43	-42	-58
19.40	-72	-56	-57	-67	-48	-59	-68	-63	-46	-45	-58
19.55	-75	-48	-58	-74	-61	-66	-68	-63	-49	-48	-61
19.69	-77	-56	-52	-68	-59	-65	-62	-61	-49	-43	-59
19.83	-71	-44	-57	-70	-60	-59	-53	-55	-44	-42	-56
19.96	-67	-48	-59	-66	-54	-49	-53	-54	-40	-36	-53
20.09	-51	0	-59	-61	-42	-38	-47	-45	-36	-26	-40
20.23	-53	-37	-47	-54	-31	-26	-36	-41	-23	-16	-36

Bijlage 2 Ligging van de kust in de afgelopen 10 jaar

Tabel: Afwijking van de gemiddelde ligging van de Momentane KustLijn voor de laatste 10 jaar

Jarkus- raai	Momentane KustLijn (MKL) voor de afgelopen 10 jaar (in meters vanaf de RijksStrandPaal (RSP))									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1.50	-11	-6	7	7	-2	-8	-8	3	8	11
1.70	-8	-9	11	1	-9	-13	-14	-4	12	33
1.90	-10	-12	6	4	-10	-14	-14	3	12	34
2.10	-9	-16	6	6	-2	-16	-13	-1	11	34
2.30	-5	-12	10	3	-8	-16	-15	-3	12	34
2.49	-8	-16	5	1	-7	-15	-15	3	14	38
2.69	-9	-17	-1	4	-6	-16	-14	2	17	40
2.89	-4	-13	-3	0	-10	-18	-13	3	14	43
3.08	-15	-18	-5	0	-10	-10	-11	3	19	47
3.28	-11	-21	-2	0	-10	-18	-6	4	22	42
3.48	31	-23	-6	-4	-13	-10	-17	-2	11	33
3.69	-10	-17	2	3	-10	-13	-13	5	16	36
3.90	-8	-14	8	3	-11	-13	-14	-1	15	34
4.09	-9	-13	5	-2	-11	-12	-11	5	15	32
4.29	-12	-17	0	2	7	-6	-12	1	8	28
4.49	-8	-15	1	0	7	-12	-15	0	11	31
4.69	-8	-14	-5	-1	4	-14	-7	4	12	28
4.89	-9	-15	-3	1	8	-5	-14	1	11	25
5.08	-9	-13	-1	0	7	-12	-10	2	12	24
5.28	-7	-10	-3	-3	1	-10	-2	4	11	20
5.48	-10	-11	-6	0	1	-6	-3	4	12	20
5.68	-9	-8	-3	3	2	-11	-3	3	6	21
5.88	-7	-12	-3	-1	9	-1	2	5	-7	15
6.08	-2	-7	-4	5	5	-7	-12	3	4	15
6.28	-11	-16	-6	2	5	10	1	5	2	8
6.48	-2	-5	-3	3	4	-2	-3	-3	-3	13
6.68	-11	-6	-3	19	0	-5	-7	1	6	5
6.89	-6	-3	6	3	3	-1	-6	-1	0	6
7.08	-18	63	-10	-1	-4	-13	-9	-10	-2	3
7.28	-23	-19	-9	-1	6	2	4	7	13	19
7.48	-24	-23	-21	-9	-1	2	31	19	14	13
7.68	-29	-30	-18	-7	-8	18	33	24	11	6
7.89	-19	-25	-20	5	22	38	8	-4	-1	-5
8.08	-13	-19	-11	32	29	1	-17	-11	6	4
8.27	-7	-2	8	25	-1	-2	-7	-7	-7	0
8.48	7	7	-5	-6	8	4	1	0	-13	-3
8.69	6	1	0	-8	-3	-16	-2	8	3	10
8.89	-2	-3	-11	-11	-14	3	6	0	13	17
9.08	-6	-9	-9	-5	4	4	1	12	-2	8
9.28	-11	-8	0	7	3	6	1	-4	0	6
9.48	-9	-8	2	10	9	3	-6	-7	0	8
9.68	-14	-11	7	13	15	-7	-12	8	1	0
9.84	2	6	5	8	-2	-18	0	-1	4	-4
10.00	4	9	4	-3	2	-23	4	4	0	-2
10.16	-6	-6	81	-17	-12	-16	0	-3	-7	-14
10.31	0	1	1	-8	-6	-10	3	6	-1	13
10.47	-9	-14	92	-11	-10	-12	-7	-20	-14	5
10.62	-10	-15	97	-14	-15	-4	-4	-8	-22	-6
10.78	-4	-1	11	-4	-1	1	4	-10	-16	19
10.93	-11	-8	9	-4	-5	5	3	-8	5	14
11.08	-15	-10	9	-3	-2	-3	-5	7	9	12
11.23	-10	-8	8	-4	-1	0	-11	-5	7	24

Drempel:  10m

Jarkus- raai	Momentane KustLijn (MKL) voor de afgelopen 10 jaar (in meters vanaf de RijksStrandPaal (RSP))									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
11.37	-7	-11	15	-3	-5	-8	-11	-4	6	28
11.52	-1	-5	11	-8	-2	-11	-11	-9	6	30
11.67	-10	-11	12	-7	-4	-17	-7	8	6	31
11.82	-10	-6	11	-8	1	-11	4	6	-4	17
11.97	-8	-16	9	-10	-7	-6	-1	12	2	26
12.13	-15	-12	9	-14	-3	-3	0	3	5	30
12.28	-15	-19	11	-11	-6	2	6	8	-4	30
12.43	-18	-17	11	-8	2	2	-6	1	-8	41
12.58	-12	-20	16	-6	-10	4	-16	8	8	28
12.73	-14	-14	15	-3	4	-6	5	2	-1	11
12.88	-11	-11	9	3	-2	-29	-2	0	6	37
13.03	-8	-13	5	10	-1	-32	10	-3	8	24
13.20	-17	-16	24	2	-18	2	0	-6	-5	34
13.40	-22	-20	32	2	-11	7	-3	3	-9	19
13.60	-15	-22	30	0	-6	2	-7	3	0	13
13.81	1	-2	25	-5	-10	-4	-7	1	-7	6
14.01	2	0	19	-7	13	-4	-5	-5	-7	-6
14.21	0	-3	13	4	11	-6	-4	-6	-5	-2
14.42	-3	-9	1	12	7	2	3	-5	-12	6
14.62	-5	-10	11	15	4	-5	1	-6	-5	1
14.83	-13	-2	21	11	7	-5	-11	-5	-8	4
15.03	-5	-2	23	6	2	-5	-8	-16	-11	15
15.24	-5	-6	18	2	2	4	-5	-5	-6	0
15.44	-11	-7	4	7	7	10	-3	-4	-7	-4
15.65	-6	-9	25	8	4	4	-13	-1	-8	-3
15.85	5	-6	23	5	5	-10	-18	-6	-3	5
16.06	7	7	23	-1	-9	-2	1	-7	-13	-6
16.26	-5	9	12	3	-9	-1	-2	-1	-4	-1
16.47	-12	17	9	9	1	14	-7	-13	-10	-8
16.68	-1	18	20	19	3	-12	-10	-11	-15	-10
16.88	-7	24	17	-1	-4	-11	-4	-7	-3	-3
17.08	-27	-6	-3	-4	-13	5	9	4	12	22
17.29	-40	-11	4	1	-5	5	16	12	8	11
17.48	-36	-15	10	2	4	11	10	7	5	1
17.63	-18	-2	8	6	6	-5	12	2	-4	-4
17.77	-28	-15	20	5	10	15	4	-1	0	-10
17.91	-16	-12	3	12	3	1	7	-2	3	1
18.08	-12	-4	16	10	8	-3	1	-9	-4	-2
18.27	-13	-5	21	15	3	-7	-7	-8	4	-2
18.44	-12	-7	17	2	2	0	-3	-7	8	1
18.62	-12	-8	18	0	1	-5	-8	-4	10	7
18.80	-8	0	13	2	-1	-3	-7	-3	6	0
18.96	-29	2	13	1	7	0	-2	-7	6	9
19.10	-12	-1	7	-2	6	-2	-5	-6	9	6
19.25	-26	-1	3	-10	14	1	-3	-9	15	16
19.40	-14	2	1	-9	10	-1	-10	-5	13	13
19.55	-14	13	3	-13	1	-5	-7	-2	12	13
19.69	-18	3	7	-9	0	-6	-3	-2	10	16
19.83	-15	12	-2	-15	-4	-3	2	0	11	14
19.96	-15	5	-7	-14	-1	4	-1	-1	13	17
20.09	-10	40	-19	-20	-2	2	-7	-4	5	15
20.23	-17	-1	-10	-18	5	11	1	-5	14	20
Score	53%	48%	59%	77%	82%	66%	69%	90%	61%	40%