

# Memo

## Werkgroep Kennis

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Projectbureau Zeeweringen

05 AUG 2002

Betreft (actie en nr.)  
Aanvullende golfbelastingen deltadijk  
Voorland Nummer Een

PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN	ACTIF	INFO
PROJECTLEIDER		
SECRETARESSE		
PROJECTSECRETARIS		
MEDEWERKER FINANCIËN		
MEDEWERKER KWALITEIT wg Kennis		X
TEAMLEIDER ONTWERP		
HOOFD UITVOERING		
COÖRDINATOR / BESTEKSchRIJVER		
Piet		X
ARCHIEF PBZT-M-022 wg		X
CIRCULATIE MAP		

Vraagsteller

PBZ

Beantwoord door

Sjaak Jacobse

Doorkiesnummer

070-3114213

Status

concept

Datum

Mei 2002

Datum

8 augustus 2002

Bijlage(n)

-

Kenmerk

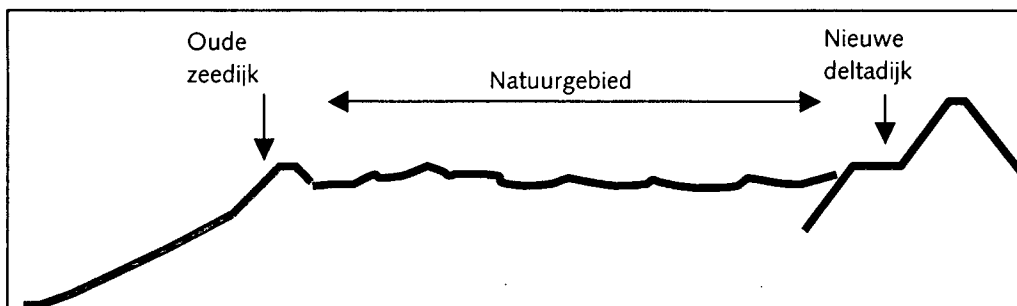
k-02-07-27

### 1. Inleiding

Voorland Nummer Een ligt ten oosten van Hoofdplaat. Het voorland van Voorland Nummer Een, is een buitendijks gebied, wat aan de zee kant van de Westerschelde begrensd wordt door een gedeelte van de oude dijk.

Historisch gezien is het voorland op de volgende wijze ontstaan. In de afgelopen 50 jaar zijn er diverse afschuivingen van de dijk taluds geweest in dit gebied. Vlak voor de dijk ligt een diep geul, zodat de dijk niet verder naar buiten toe uitgebouwd kan worden. Er is toen gekozen om 100 tot 200 meter landwaarts een nieuwe dijk aan te leggen die voldoet aan de deltanorm. Het ondertalud van de oude zeedijk is omgevormd naar een klein dijkje met een kruinhoogte van NAP +2,7 meter. Het gebied tussen de oude zeedijk en de deltadijk is inmiddels een waardevol natuurgebied geworden.

In 2002 is er voor gekozen om dit natuurgebied in stand te houden, door de oude zeedijk op een voldoende veiligheidsniveau te brengen. (Memo PBZT-M-02136). De oude zeedijk gaat hierbij als het ware functioneren als een soort ondertalud, het voorland als een lage berm, en de nieuwe deltadijk als een boventalud.



Projectbureau Zeeweringen  
Postadres p/a postbus 114, 4460 AC Goes  
Bezoekadres p/a waterschap Zeeuwse Eilanden,  
Piet-Heinstraat 77 Goes

Telefoon (0113) 24 13 70

Telefax (0113) 21 61 24

Het project Zeeweringen wordt uitgevoerd i.s.m. de Zeeuwse waterschappen en de provincie Zeeland.

Vanaf NS station richting centrum, na 150 m. rechts.

006842



006842 2002 PZDT-M-02249 ken

Aanvullende golfbelastingen deltadijk Voorland Nui

## 2. Vraagstelling

In 1998 heeft het RIKZ golfbelastingen afgegeven t.b.v. het ontwerpen van dijkbekledingen in de Westerschelde. Ook voor voorland Nummer Een, dijkvak 135 tot 137b zijn golfbelastingen berekend voor NAP +2, +4 en +6 meter. Deze golfbelastingen zijn berekend voor locaties die 50 meter uit de teen van de dijk liggen. Hierbij wordt als dijk de gehele primaire zeewering beschouwd. De golfbelastingen zijn dus gegeven op 50 meter uit de teen van de oude zeedijk. Deze randvoorwaarden zijn berekend in de eerste sessie van de golfberekeningen, en hebben dus als periodedefinitie een Tp. Het is echter niet nodig om met deze golfrandvoorwaarden ook de deltadijk te ontwerpen, omdat het voorland wat tussen de oude zeedijk en de nieuwe deltadijk ligt de golfhoogte zal reduceren.

- T.b.v. het ontwerpen van de dijkbekleding voor de deltadijk zijn aanvullende golfbelastingen nodig, die berekend zijn op het voorland, waarbij de oude zeedijk als golfbrekkende constructie meegenomen dient te worden.

## 3. Aanpak golfberekeningen

In juni is aan ALKYON Hydraulic Consultancy & Research gevraagd om aanvullende golfberekeningen te maken voor Voorland Nummer Een. De aanpak van deze berekeningen is in kort hieronder beschreven:

1. Modelleer de bodem van het voorland, en voeg deze samen met de bodem van de Westerschelde
2. Verlaag het voorland zodanig dat de waarden die hoger zijn dan NAP +2m, de waarde van NAP+2m krijgen. De gemiddelde hoogte van het voorland ligt nu tussen de NAP +2,7 en NAP +3 meter. Omdat de oude zeedijk een kruinhoogte van NAP +2,7 heeft is erosie van het voorland tijdens stormen met hoge waterstand te verwachten. RIKZ heeft samen met PBZ en WZV deze erosie ingeschat op maximaal 1 meter. (Ter vergelijking: de plaaterosie in de Westerschelde is gemiddeld 0,5 meter).
3. Breidt de roosterschematisatie van het golfmodel SWAN uit met dit voorland
4. Voer een aanvullende berekening uit voor de Noordzee en de Westerschelde voor een waterstand van NAP +3 meter. (Als extra waterstand is NAP +3 meter meegenomen, omdat bij een waterstand van NAP +2 meter het voorland droog blijft.
5. Voer de berekeningen uit voor het rooster van Voorland Nummer Een, voor 3 waterstanden, 14 windrichtingen, en 7 windsnelheidsklassen.

Deze berekeningen hebben geresulteerd in het rapport "**Golfrandvoorwaarden Voorland Nummer Een, rapport A980, juni 2002**"

## 4. Van golfberekeningen naar maatgevende golfbelastingen

Alkyon heeft het rapport en de bijbehorende tabellen met golfbelastingen opgeleverd aan RIKZ. RIKZ heeft op basis van deze tabellen de maatgevende golfbelastingen bepaald voor alle dijkvakken volgens de onderstaande methode:

- Bepaal voor elk uitvoerpunt (25 meter uit de teen van de Deltadijk) de maatgevende condities. De maatgevende situatie wordt hier gedefinieerd als de

windrichting per waterstand, waarbij de hoogste waarde van  $H_s \cdot T_{pm}$  voorkomt. Voor de 3 waterstanden wordt voor alle 14 windrichtingen het product berekend van  $H_s \cdot T_{pm}$ .

- Deel de uitvoerpunten in in randvoorwaardenvakken. Gebruik hierbij als basis de huidige indeling in dijkvakken (135,136, 137a en 137b). Bepaal het maatgevende uitvoerpunt per dijkvak. Als maatgevend voor het gehele dijkvak wordt het uitvoerpunt genomen met de hoogste waarde voor  $H_s \cdot T_{pm}$ .
- Bepaal voor alle uitvoerpunten binnen een dijkvak de absolute afwijking t.o.v. het maatgevende uitvoerpunt. Indien deze absolute afwijking bij meerdere uitvoerpunten groter is dan 0,4 cm golfhoogte, en/of 0,5 s. golfperiode, kan het dijkvak opgesplitst worden in meerdere randvoorwaardenvakken. Op deze wijze wordt de kans op overdimensionering verkleind
- Bepaal voor de gekozen randvoorwaardenvak-indeling de maatgevende golfbelastingen.

## 5. Golfbelasting voor de oude zeedijk

De golfbelastingen uit de huidige tabel met golfbelastingen (handleiding ontwerpen 2002) voor Voorland Nummer Een zijn weergegeven als  $H_s$  en  $T_p$ . Deze golfbelastingen zijn berekend tijdens de eerste sessie voor de Westerschelde. Omdat voor de deltadijk aanvullende golfbelastingen berekend dienen te worden op basis van  $H_s$  en  $T_{pm}$ , worden ook voor de oude zeedijk golfbelastingen afgegeven als  $H_s$  en  $T_{pm}$ . Deze golfbeastingen zijn berekend tijdens de tweede sessie voor de Westerschelde [Golfbelastingen voor de Westerschelde, gegeven een 1/4000 windsnelheid (deel 2), RIKZ-98.018].

Deze golfbelastingen zullen opgenomen worden in volgende tabel met golfbelastingen. (medio november 2002)

Tabel 1 Golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een

Dijkvak vak no.	Coördinaten [RD-stelsel in m.]				Kilometrering Waterschappen			Poldernaam
	van		tot		van	tot		
	x	y	x	y	ws.z			
137b	30492	378863	31536	378287	ws.z	62.68	63.87	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een
137a	31536	378287	32256	377951	ws.z	61.86	62.68	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een
136	32256	377951	32644	377859	ws.z	61.46	61.86	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een
135	32644	377859	33918	377612	ws.z	60.16	61.46	Hoofdplaatpolder

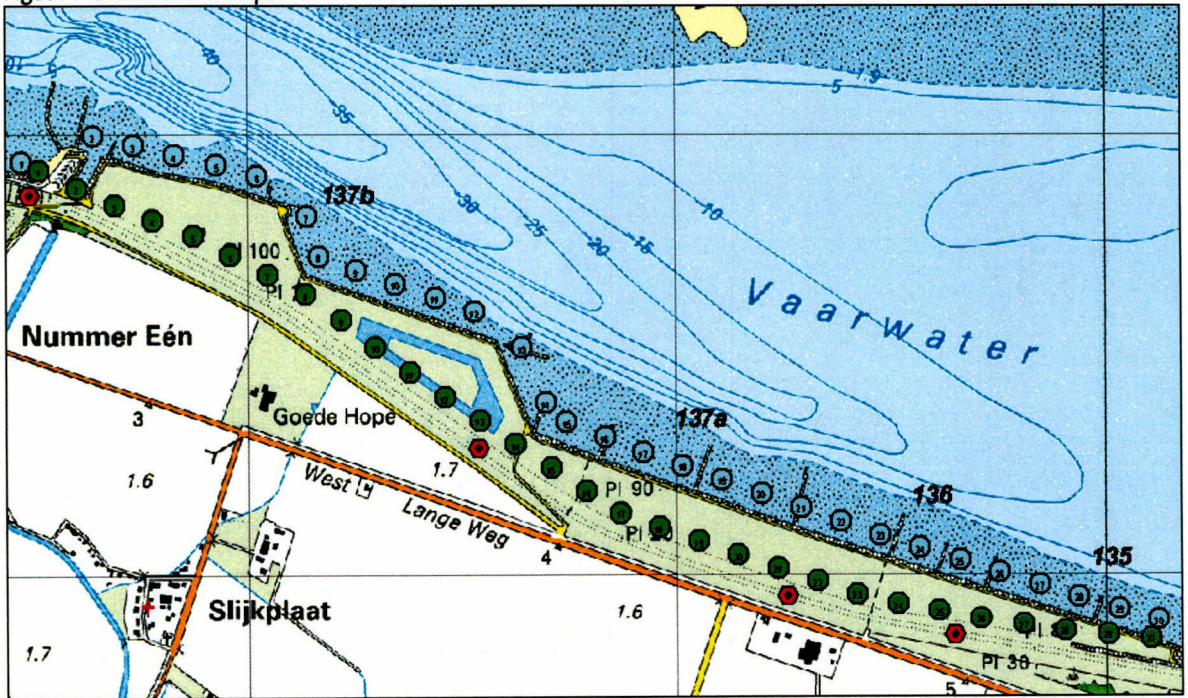
Dijkvak vak no.	$H_s$ [m]			$T_{pm}$ [s]			Wind-richting 6m+	Golfrichtingsband nautische graden		Waterdiepte (m) bij waterstanden			Spectrum-vorm		
	2m+	4m+	6m+	2m+	4m+	6m+		van	tot	2m+	4m+	6m+	2m+	4m+	6m+
137b	1.3	1.6	2.1	5.3	7.1	7.9	300	320	350	6.5	5.2	7.2	6	6	6
137a	0.9	1.3	1.5	4.7	4.9	5.6	360	348	18	4.8	7.0	9.0	6	6	6
136	0.9	1.3	1.6	4.6	4.9	5.6	360	347	17	5.1	7.5	9.5	6	6	6
135	1.0	1.5	1.9	4.5	5.3	5.7	300	312	342	5.4	7.4	9.4	6	6	6

## 6. Golfbelasting voor de nieuwe zeedijk.

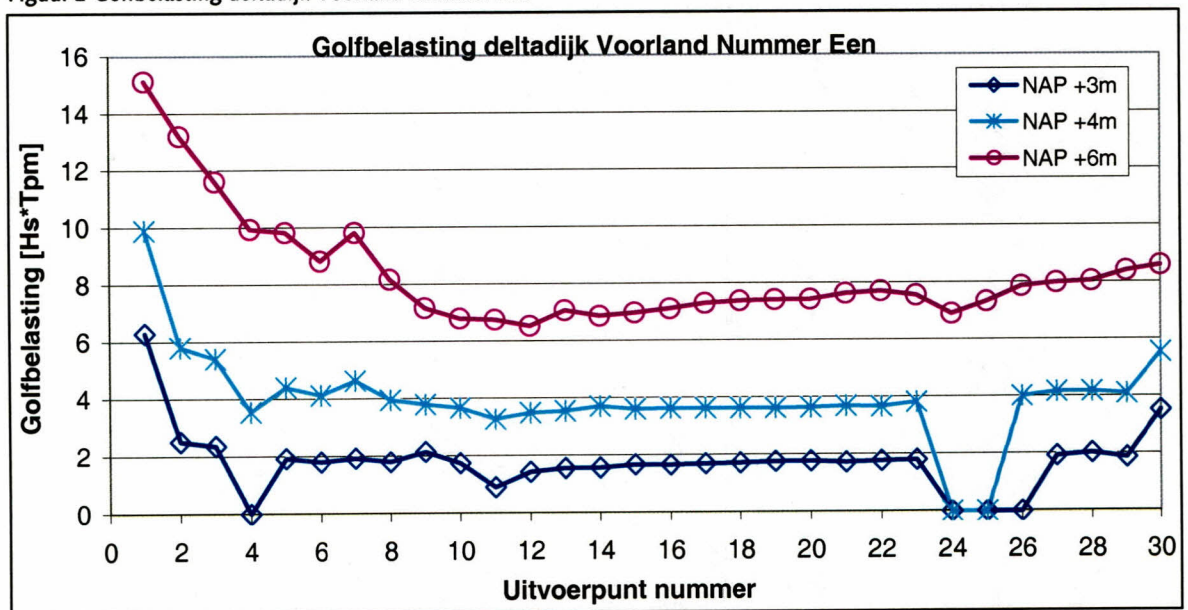
Als eerste stap voor het berekenen van maatgevende belastingen wordt de maatgevende belasting bepaald per uitvoerpunt. Op het kaartje van figuur 1 is de

topografische ligging van de uitvoerpunten en de huidige indeling in randvoorwaardenvakken aangegeven. In figuur 2 is de maatgevende golfbelasting per uitvoerpunt weergegeven voor alle uitvoerpunten ( $H_s \cdot T_{pm}$ ) bij 3 waterstanden. In bijlage 1.1 – 1.3 is de golfbelasting per uitvoerpunt ruimtelijk weergegeven.

Figuur 1 Overzicht uitvoerpunten



Figuur 2 Golfbelasting deltadijk Voorland Nummer Eén



In figuur 2 is te zien dat de golfbelasting op het voorland t.p.v. de deltadijk aanzienlijk minder is dan de golfbelastingen uit tabel 1. De reductie is vooral veel voor de waterstanden NAP +3 meter en NAP +4 meter. De golfbelasting op het voorland is vrij constant. Dit komt omdat de hoogte van het voorland constant gekozen is op NAP +2 meter. Hierdoor is de golfhoogte vrijwel overal dieptebeperkt. Opvallend is dat de golfbelasting bij uitvoerpunt 1 en 2 aanzienlijk hoger is dan bij de andere uitvoerpunten. De oorzaak van deze hoge golfbelastingen ligt in het feit dat het voorland geen effect heeft op deze uitvoerpunten, omdat de maatgevende belastingen voor deze uitvoerpunten uit westelijke richtingen komen. De afwijking van uitvoerpunt 1 en 2 t.o.v het gemiddelde is zo groot dat het zinvol is om randvoorwaardenvak 137b te splitsen in 137b en 137c, waarbij 137c een klein randvoorwaardenvak wordt t.p.v. de uitwateringssluis. Voor dit randvoorwaardenvak (137c) worden de getallen gehanteerd uit die tot nu toe voor geheel randvoorwaardenvak 137b golden.

Daarnaast is het verstandig om randvoorwaardenvak 135 op te splitsen in 135a 135a en 135b, waarbij voor randvoorwaardenvak 135 twee sets randvoorwaarden gegeven worden: voor de oude zeedijk, en voor de nieuwe zeedijk. De tabel met aanvullende golfbelastingen voor de deltadijk van Voorland Nummer Een wordt dan als volgt:

Tabel 2 Golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een

Dijkvak vak no.	Coördinaten [RD-stelsel in m.]				Kilometrering Waterschappen		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
137c	30492	378863	30630	378825	ws.z		Voorland Nummer Een, Spuisluis
137b	30630	378825	31536	378287	ws.z	62.68	63.87
137a	31536	378287	32256	377951	ws.z	61.86	62.68
136	32256	377951	32644	377859	ws.z	61.46	61.86
135b	32644	377859	33100	377800	ws.z	60.16	
135a	33100	377800	33918	377612	ws.z		61.46

Dijkvak vak no.	Hs [m]				Tpm [s]				Windrichting	Golfrichtingsband nautische graden		Waterdiepte (m) bij waterstanden				
	Wst t.o.v. NAP				Wst t.o.v. NAP					6m+	van	tot	2m+	3m+	4m+	6m+
	2m+	3m+	4m+	6m+	2m+	3m+	4m+	6m+	6m+							
137c	1.3	1.5	1.6	2.1	5.3	6.2	7.1	7.9	300	320	350	6.5	4.5	5.5	7.5	
137b	-	0.4	0.8	1.3	-	6.2	7.1	7.9	240	331	1	-	4.0	5.0	7.0	
137a	-	0.5	0.8	1.4	-	4.8	4.9	5.6	360	352	22	-	4.0	5.0	7.0	
136	-	0.4	0.8	1.4	-	4.8	4.9	5.6	360	352	22	-	4.0	5.0	7.0	
135b	-	0.8	1.1	1.5	-	4.9	5.3	5.7	360	350	20	-	4.2	5.2	7.2	
135a	1.0	1.3	1.5	1.9	4.5	4.9	5.3	5.7	300	312	342	5.4	6.4	7.4	9.4	

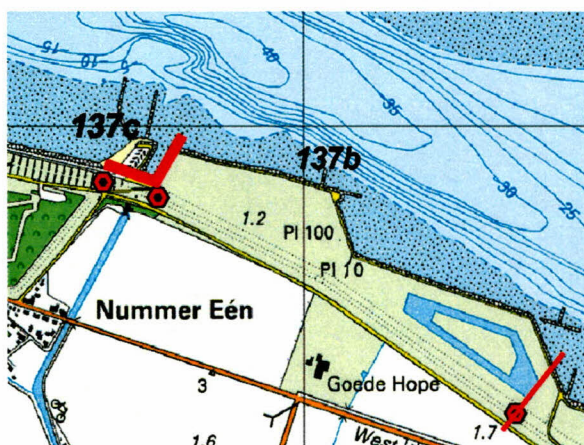
Dijkvak vak no.	Spectrum-vorm				Zie tabel 2	Laatste aanpassing		Waar-schuivingen Hs of Tp(m)	Bijzonderheden
	2m+	3m+	4m+	6m+		Kennismemc	datum		Overig
137c	6	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02		
137b	-	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02	alleen geldig voor de deltadijk; overige rvw -> tabel 1	
137a	-	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02	alleen geldig voor de deltadijk; overige rvw -> tabel 1	
136	-	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02	alleen geldig voor de deltadijk; overige rvw -> tabel 1	
135b	-	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02	alleen geldig voor de deltadijk; overige rvw -> tabel 1	
135a	6	6	6	6		K-02-07-27	08-08-02		

Let op: de golfbelastingen voor 137c is gelijk genomen aan die van 137b (tabel1), er wordt dus geen reducerende werking toegekend aan de spuisluis. Voor randvoorwaardenvak 135a (ten oosten van Voorland Nummer Een, gelden de randvoorwaarden van randvoorwaardenvak 135 (tabel 1).

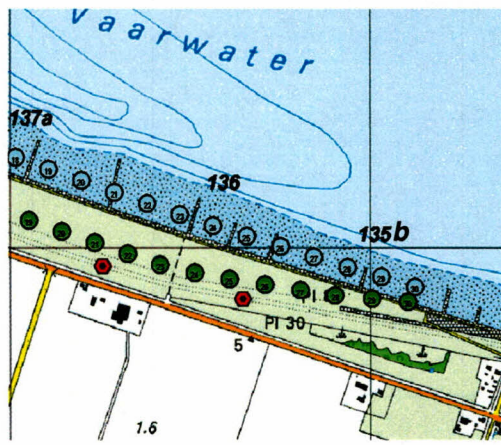
## 7. Begrenzings van het Voorland

De reducerende werking van de oude zeedijk op de deltadijk kan alleen worden meegenomen als het voorland breed genoeg, en realistisch gemodelleerd is. Aan de westkant wordt het voorland begrenst door de uitwateringssluis. Deze sluis is fysiek niet in de berekeningen meegenomen. T.p.v. deze spuisluis treedt de hoogste golfbelasting op. De dijkbekleding van deze spuisluis dient dus ontworpen te worden met de golfrandvoorwaarden van randvoorwaardenvak 137c. De maatgevende windrichting voor randvoorwaardenvak 137c is 300°. Dit betekent dat de oostelijke kant van de spuiarm van de spuisluis erosie van het voorland dient te voorkomen. Door ook de bekleding aan de oostelijke kant van de spuiomding te verzwaren wordt het voorland als het ware afgesloten, en kan voor het gebied ten oosten van de sluis gerekend worden met de golfbelastingen uit tabel 2.

Figuur 3: begrenzing randvoorwaardenvak 137c



Figuur 4: begrenzing randvoorwaardenvak 135b



De grens van randvoorwaardenvak 135b ligt t.p.v. uitvoerpunt 30. Na uitvoerpunt 30 gaat de oude zeedijk op in de deltadijk. De minimale breedte die als voorland nodig is om reducerend te kunnen werken is ca. 25 meter.

## 8. Aanbevelingen/beperkingen

- Ontwerp de oude zeedijk met de golfbelasting uit tabel 1. Hierbij dient ook de kruin van de dijk, en het binnentalud bekleed te worden.
- Ga na tot welke diepte de bekleding van de deltadijk en de oude zeedijk doorgetrokken dienen te worden onder het voorland. Reken hierbij ook met lokale erosiekuilen.
- Wellicht is het niet nodig om de oude zeedijk opnieuw te bekleden. In dit kader zal globaal nagegaan worden wat de kans op bezwijken is van de bekleding van de oude zeedijk. In memo K-02-07-28 worden voor de oude zeedijk indicatieve golfbelastingen gegeven bij andere overschrijdingsfrequenties.
- In deze memo is geen reductie toegekend voor de golfperiode. Het is ook niet te verwachten dat de golfperiode zal afnemen na transmissie.

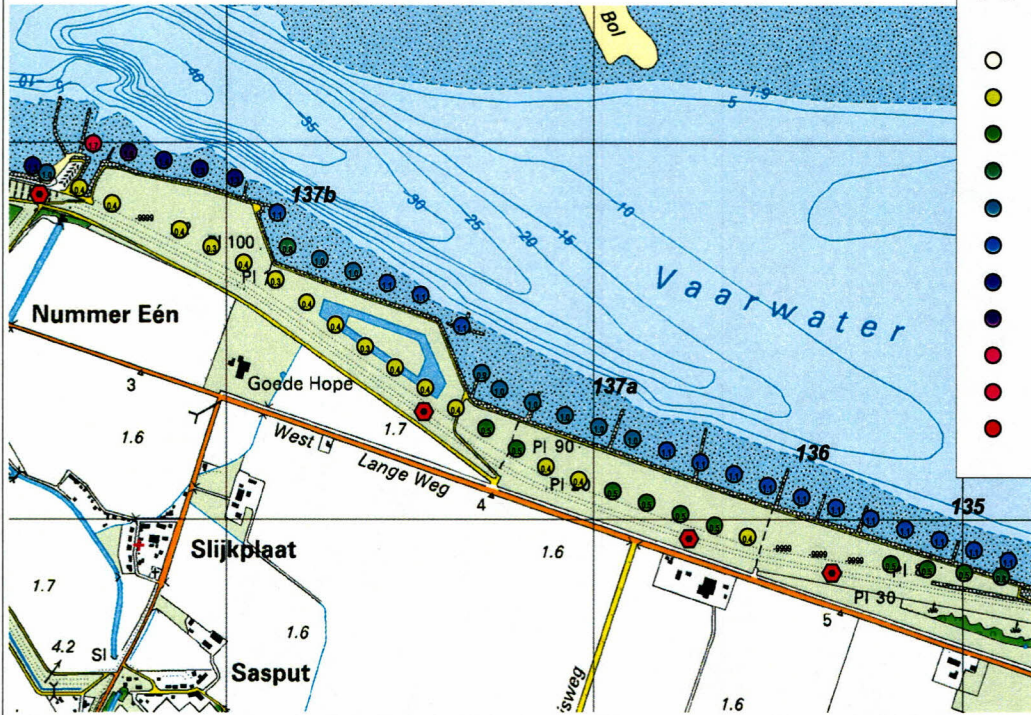
Bijlage 1.1

Golfbelasting Voorland Nummer Een ,  
Oude zeedijk en Deltadijk | Waterstand NAP +3 meter

project DUKBEK  
datum 19-07 2002

Golfbelastingen oude zeedijk en deltidijk bij wst = NAP +3m | Sign. golfhoogte Hs [m]

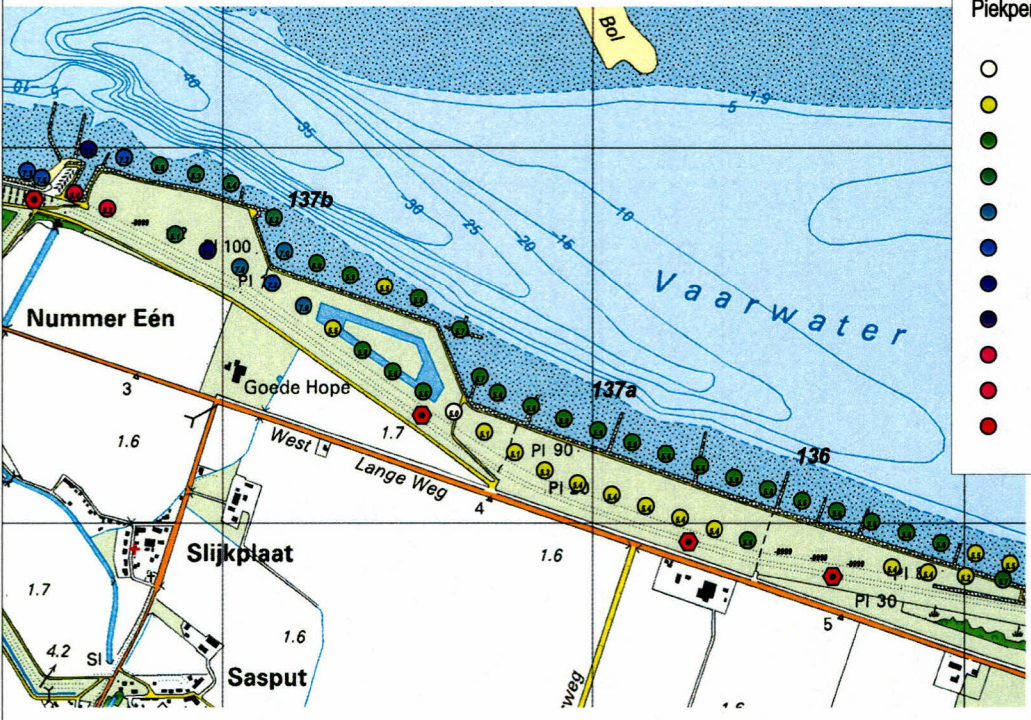
Sign golfhoogte Hs [m]



- 0.0 - 0.2 m.
- 0.2 - 0.4 m.
- 0.4 - 0.6 m.
- 0.6 - 0.8 m.
- 0.8 - 1.0 m.
- 1.0 - 1.2 m.
- 1.2 - 1.4 m.
- 1.4 - 1.6 m.
- 1.6 - 1.8 m.
- 1.8 - 2.0 m.
- hoger dan 2m.

Golfbelastingen oude zeedijk en deltidijk bij wst = NAP +3m | Piekperiode Tpm [s]

Piekperiode Tpm [s]



- lager dan 5 s.
- 5.0 - 5.5 s.
- 5.5 - 6.0 s.
- 6.0 - 6.5 s.
- 6.5 - 7.0 s.
- 7.0 - 7.5 s.
- 7.5 - 8.0 s.
- 8.0 - 8.5 s.
- 8.5 - 9.0 s.
- 9.0 - 10.0 s.
- hoger dan 10 s.



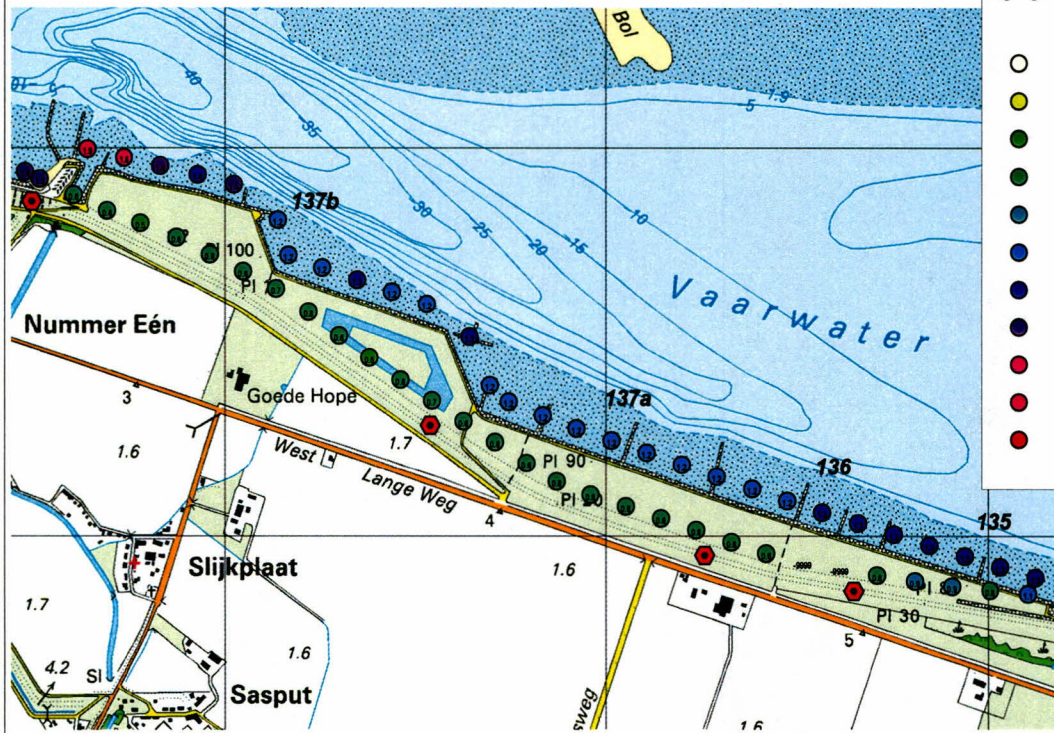
Bijlage 1.2

Golfbelasting Voorland Nummer Een ,  
Oude zeedijk en Deltadijk | Waterstand NAP +4 meter

project DUNDEK  
datum 19-07-2002

Golfbelastingen oude zeedijk en deltdijk bij wst = NAP +4m | Sign. golfhoogte Hs [m]

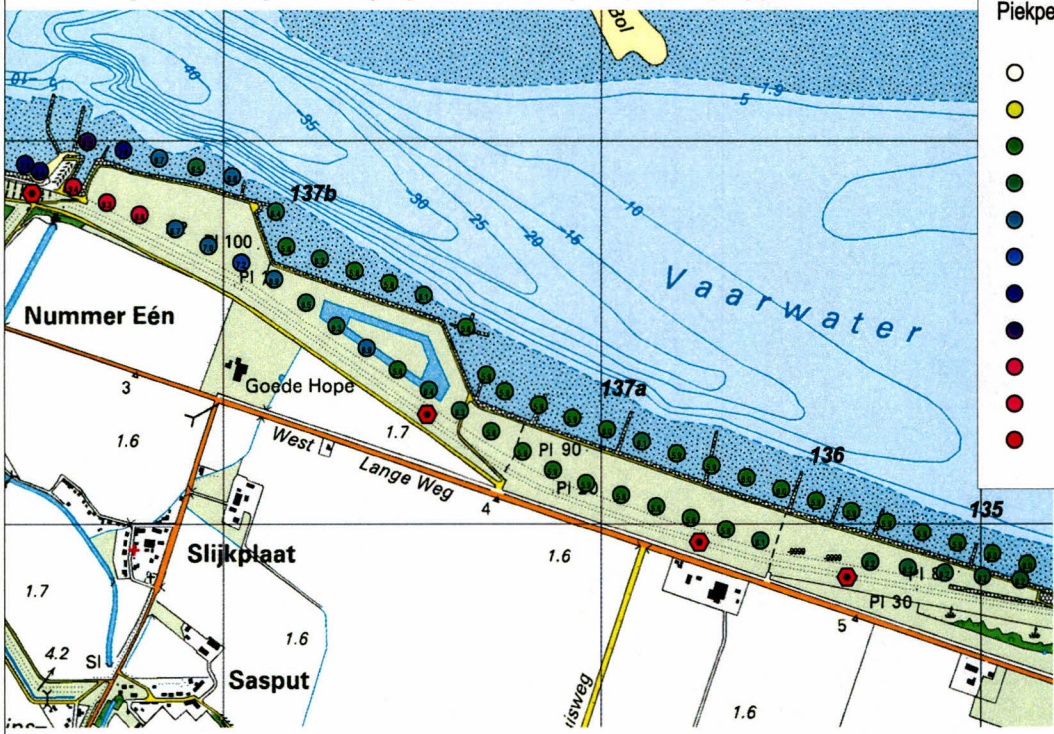
Sign golfhoogte Hs [m]



- 0.0 - 0.2 m.
- 0.2 - 0.4 m.
- 0.4 - 0.6 m.
- 0.6 - 0.8 m.
- 0.8 - 1.0 m.
- 1.0 - 1.2 m.
- 1.2 - 1.4 m.
- 1.4 - 1.6 m.
- 1.6 - 1.8 m.
- 1.8 - 2.0 m.
- hoger dan 2m.

Golfbelastingen oude zeedijk en deltdijk bij wst = NAP +4m | Piekperiode Tpm [s]

Piekperiode Tpm [s]



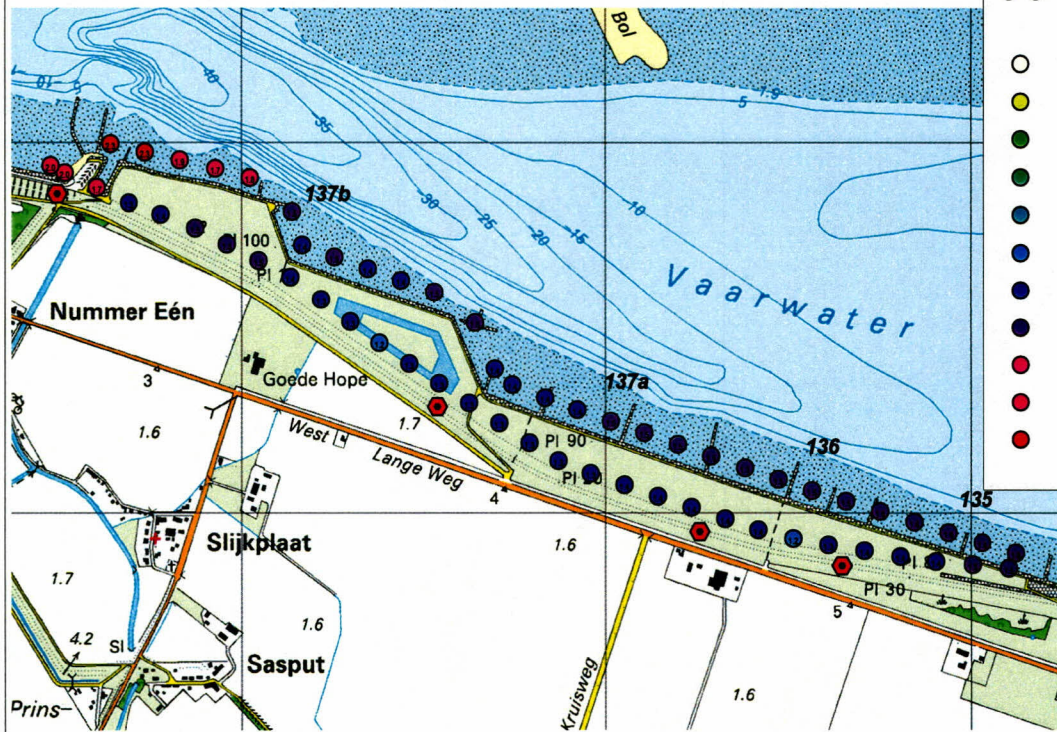
- lager dan 5 s.
- 5.0 - 5.5 s.
- 5.5 - 6.0 s.
- 6.0 - 6.5 s.
- 6.5 - 7.0 s.
- 7.0 - 7.5 s.
- 7.5 - 8.0 s.
- 8.0 - 8.5 s.
- 8.5 - 9.0 s.
- 9.0 - 10.0 s.
- hoger dan 10 s.

Bijlage 1.3

# Golfbelasting Voorland Nummer Een , Oude zeedijk en Deltadijk | Waterstand NAP +6 meter

project DUKBEK  
datum 19-07-2002

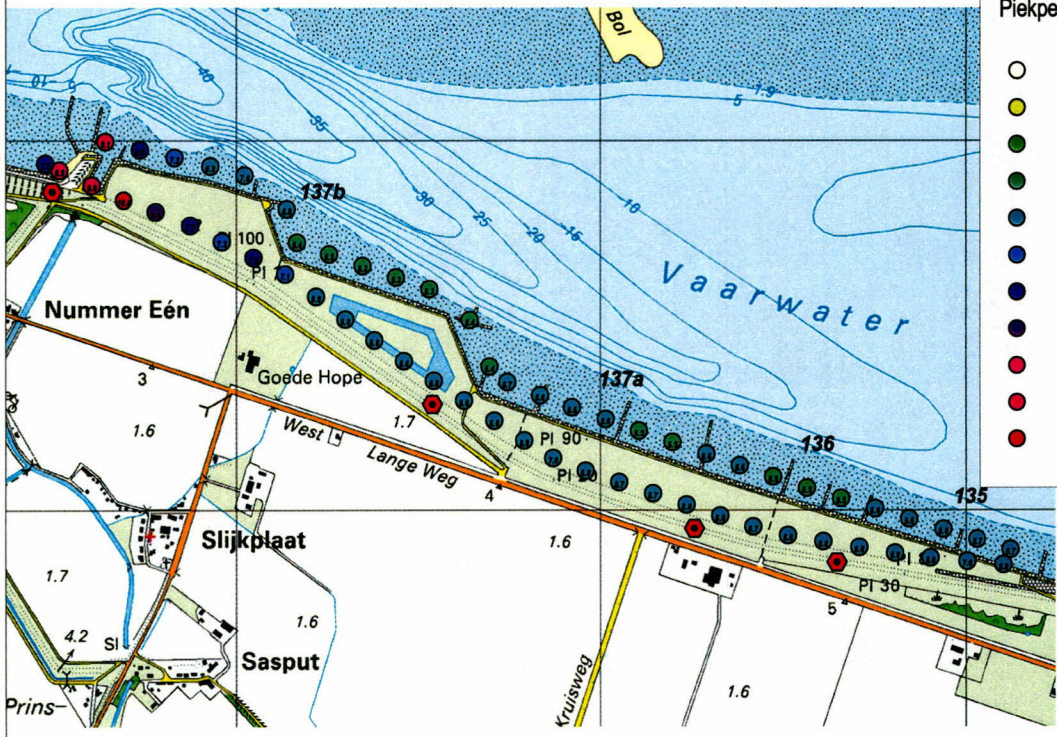
Golfbelastingen oude zeedijk en deltdijk bij wst = NAP +6m | Sign. golfhoogte Hs [m]



Sign golfhoogte Hs [m]

- 0.0 - 0.2 m.
- 0.2 - 0.4 m.
- 0.4 - 0.6 m.
- 0.6 - 0.8 m.
- 0.8 - 1.0 m.
- 1.0 - 1.2 m.
- 1.2 - 1.4 m.
- 1.4 - 1.6 m.
- 1.6 - 1.8 m.
- 1.8 - 2.0 m.
- hoger dan 2m.

Golfbelastingen oude zeedijk en deltdijk bij wst = NAP +6m | Piekperiode Tpm [s]



Piekperiode Tpm [s]

- lager dan 5 s.
- 5.0 - 5.5 s.
- 5.5 - 6.0 s.
- 6.0 - 6.5 s.
- 6.5 - 7.0 s.
- 7.0 - 7.5 s.
- 7.5 - 8.0 s.
- 8.0 - 8.5 s.
- 8.5 - 9.0 s.
- 9.0 - 10.0 s.
- hoger dan 10 s.