

Update detailadvies Schelphoek

Aan : Yvo Provoost (Projectbureau Zeeweringen)
 Van : Erik Arnold (Royal Haskoning)
 Tweede lezer : Pol van de Rest (Svašek Hydraulics)
 Datum : 23 september 2011
 Betreft : 2011.07D Update detailadvies Schelphoek
 Status : Definitief
 Ref. Svašek : 1605/U10279/C/PvdR
 Ref. Royal Haskoning : 9V9006.A0/N0070/EARN/ILAN/Rott1

Let op: Dit detailadvies is een herziening van het oorspronkelijke detailadvies Schelphoek [ref 8] en is ten opzichte van update detailadvies Schelphoek [ref. 16] uitgebreid met dijkvak 171b.

In het kader van het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen zijn recentelijk nieuwe formules ontwikkeld voor het toetsen en ontwerpen van steenzettingen [ref 10]. Deze nieuwe ontwerpformules worden reeds gebruikt bij projectbureau Zeeweringen bij het ontwerp van dijkbekledingen. Met deze nieuwe ontwerpformules zijn nieuwe belastingfuncties bepaald [ref 13], waarmee in dit detailadvies de maatgevende golfcondities zijn bepaald. Deze nieuwe belastingfuncties zijn een verbetering van de drie klassieke belastingfuncties (Z1, Z2, Z3), zoals gebruikt in het voorgaande advies [ref 8]. Daarnaast zijn de maatgevende golfcondities in dit advies bepaald met aangescherpte correctiefactoren [ref 4]. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

In dit detailadvies zijn de golfcondities beschreven voor Schelphoek, Polder Schouwen, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 1.9 tot 12.0. Het ontwerptraject loopt van dijkkilometer 2.7 tot 5.4. Dijkkilometer 2.7 ligt in dijkvak 171b en dijkkilometer 5.4 ligt in dijkvak 171a.

Het detailadvies is opgebouwd uit twee delen: het samenvattende advies (ontwerpwaarden) en de bijlagen (aanpak en resultaten). Voor achtergrondinformatie bij het detailadvies wordt verwezen naar [ref. 5 en 6]. Bij het detailadvies hoort ook een excel-spreadsheet met randvoorwaarden, waarin de randvoorwaarden overeenkomstig dit advies zijn opgenomen [ref 7]. Tabel 1 geeft de dijkvaknummering, coördinaten en dijkkilometrering (zie ook [ref 12]).

Tabel 1: Beschouwde dijkvakken

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrering (km)		Poldernaam
	van x	y	tot x	y	van	tot	
171b	41387	410695	42354	411055	1.90	3.20	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
171a	42354	411055	44385	412218	3.20	5.55	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
170	44385	412218	45102	413212	5.55	7.00	(delingsdijk) Polder Schouwen
169b	45102	413212	46077	413348	7.00	8.00	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
169a	46077	413348	46895	411727	8.00	10.10	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
168	46895	411727	48280	411051	10.10	11.65	(Weeversinlaag) Polder Schouwen
167c	48280	411051	48474	411094	11.65	11.85	(Flaauwersinlaag) Polder Schouwen
167b	48474	411094	48605	411024	11.85	12.00	(Flaauwersinlaag) Polder Schouwen

Tabel 2: Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				T _{pm} [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.12	3.98	4.63	4.99	4.78	3.3	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.38	3.98	4.42	4.79	4.75	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.41	4.62	4.84	12.6	9.5	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.12	2.38	2.46	3.55	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	270	240	240

Aandachtspunten:

- **Geldigheid Tabel 2:** De in Tabel 2 opgenomen golfcondities zijn alleen geldig voor het ontwerp van **betonzuilen**. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van nieuwe belastingfuncties [ref 13]. De maatgevende golfcondities zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.
- Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden.
 - (gekantelde) Betonblokken en patroon geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.1
 - Betonzuilen: Tabel 2 of 5.2
 - Afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat geopeneteerde breuksteen: Tabel 5.3
 - Losse breuksteen van de kreukelberm: Tabel 5.4.
- De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Bij het beschouwde dijktraject is $\xi_{op} < 2$ en hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.
- Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt door de relatief grote invloed van de stroming op de golfcondities tot en met NAP +3 meter. Daarnaast neemt voor dijkvak 170 en 171b (Tabel 2, 5.1, 5.2 en 5.4) de golfperiode T_{pm} af bij een waterstand van NAP +2m i.v.m. NAP +0m. Dit wordt veroorzaakt door het maatgevend worden van een andere windrichting.
- Dit detailadvies is een herziening en uitbereiding van het oorspronkelijke detailadvies Schelphoek [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. Daarnaast is dit advies een uitbreiding van het advies [ref. 16], waarbij dijkvak 171b aan het advies is toegevoegd.
- In dit detailadvies worden alleen de randvoorwaarden beschouwd die gelden voor de buitenzijde van het inlaaggebied bij Schelphoek (zie figuur 1.4). Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254 die zijn afgegeven in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9]. Opgemerkt moet worden dat in het advies [ref 9] er vanuit is gegaan dat beide dammen onderdeel zijn van de primaire waterkering. Indien de dammen niet bestand worden gemaakt tegen de 1/4000 jaar situatie zullen opnieuw randvoorwaarden bepaald moeten worden dijk voor de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254. Daarnaast is in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9] geen gebruik gemaakt van nieuwe belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4]
- Dijkvak 169a betreft de buitenzijde van de oostelijke dam, dijkvak 170 de buitenzijde van de westelijke dam, en 169b het gedeelte daartussenin (zie figuur 1.4). De dijkvakken 167b t/m 168 liggen aan de oostzijde van het inlaaggebied (zie figuur 1.3) en dijkvak 171a / 171b aan de westzijde (zie figuur 1.1). Beschut achter de twee dammen ligt het inlaaggebied Schelphoek, met betrekkelijk ondiep water (uitgezonderd de noordrand).

- Ter plaatse van de dijkvakken 167b en 167c zijn twee dammen aanwezig. De reducerende werking van deze dammen is niet in de berekening van de randvoorwaarden van deze dijkvakken meegenomen, waardoor deze dammen in feite als 'verloren' zijn beschouwd.
- Bij dijkvak 171b bevindt zich de haven van Burghsluis. De aanwezige havendammen worden niet bestand gemaakt tegen 1/4000^{ste} stormcondities. De havendammen zijn daarom niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. Indien de havendammen toch versterkt worden tegen 1/4000^{ste} stormcondities kunnen de golfcondities uit het advies 'Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis' [ref 17] gebruikt worden bij het ontwerp van de achterliggende waterkering.

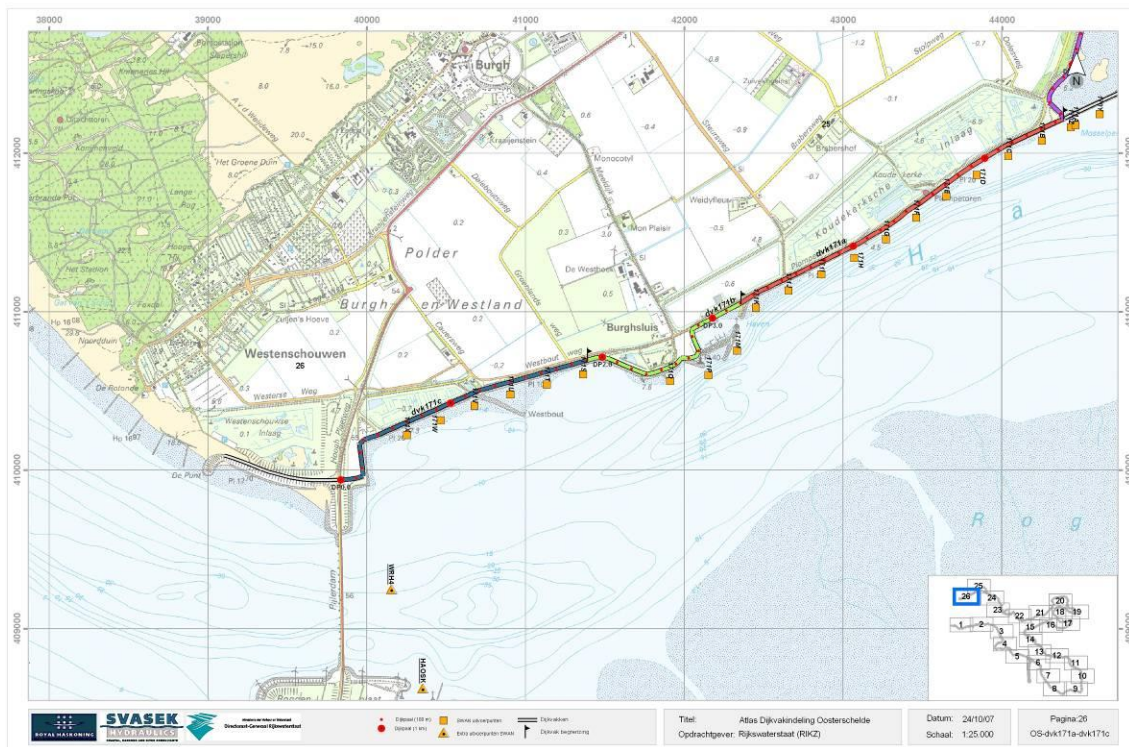
Tabel 3: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW [m] tov NAP	GLW [m] tov. NAP	Springtij		Doodtij	
				HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov. NAP
171b	3.5	1.35	-1.20	1.55	-1.25	1.10	-1.10
171a	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
170	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
169b	3.5	1.40	-1.25	1.55	-1.25	1.15	-1.15
169a	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
168	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167c	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167b	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15

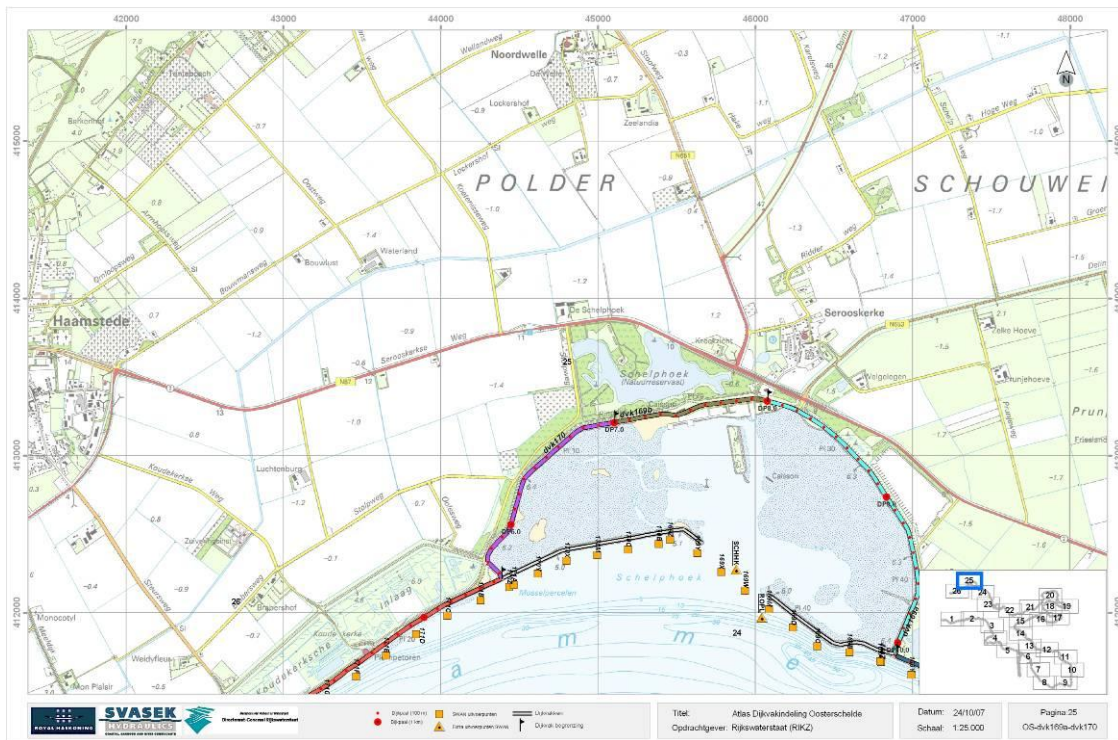
Tabel 4: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrering (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
171b	1.90	3.20	-11.89	-7.42	4.47
171a	3.20	5.55	-9.92	-5.93	3.99
170	5.55	7.00	-3.11	-2.95	0.16
169b	7.00	8.00	-5.46	-4.90	0.57
169a	8.00	10.10	-9.35	-6.31	3.05
168	10.10	11.65	-13.64	-10.05	3.59
167c	11.65	11.85	-12.35	-12.35	0.00
167b	11.85	12.00	-19.69	-19.69	0.00

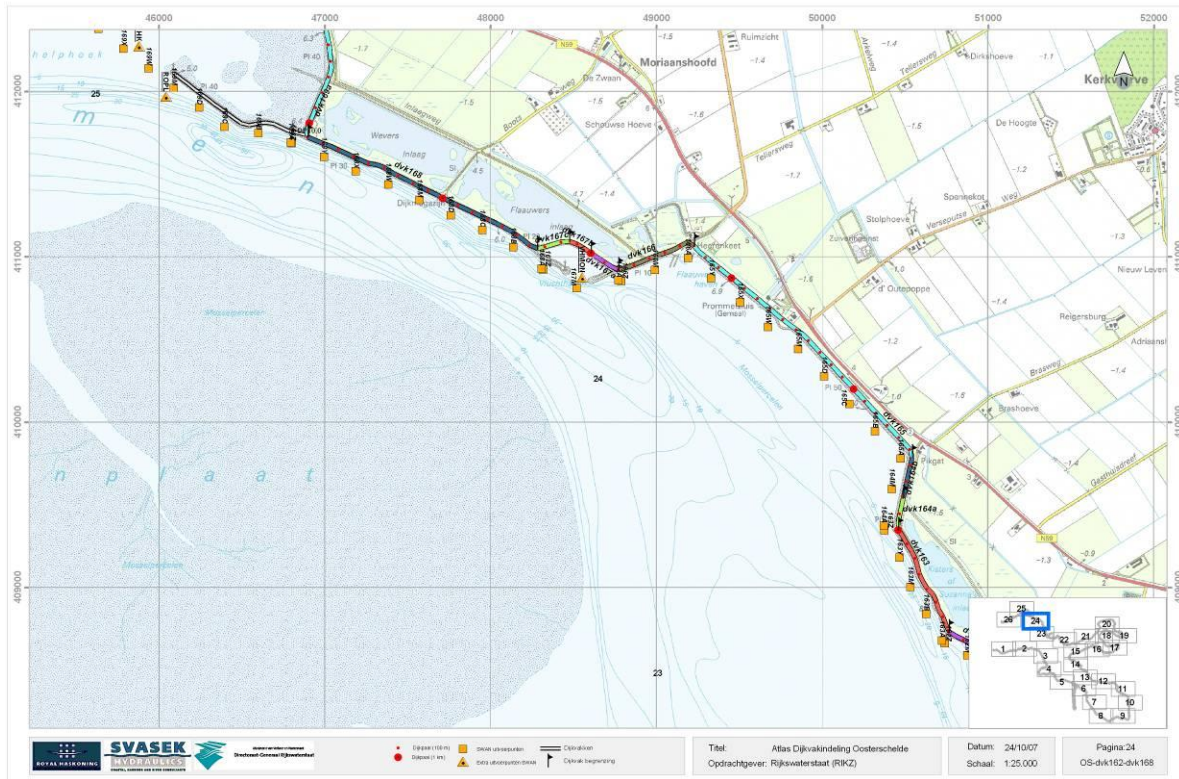
Figuur 1.1: Dijkvak 171a en 171b



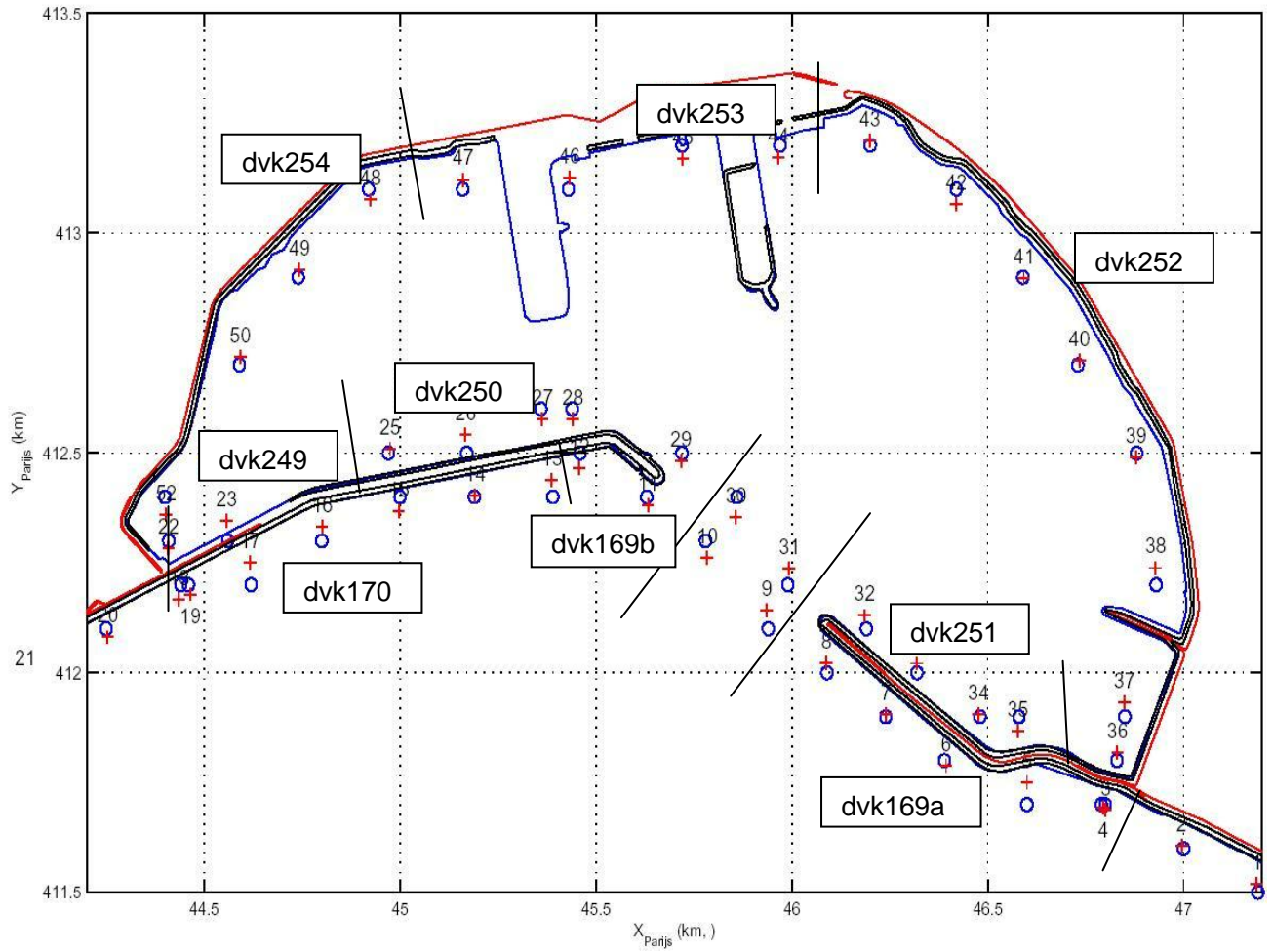
Figuur 1.2: Dijkvakken 169a t/m 171a



Figuur 1.3: Dijkvakken 167b t/m 169a



Figuur 1.4: Dijkvakindeling buitengebied en inlaaggebied Schelphoek en ligging SWAN-uitvoerpunten [ref 9]



Bijlagen 1: Aanpak en resultaten detailadvies

1 Ligging dijkvakken

Dit detailadvies gaat over de dijkvakken 167b t/m 171b (zie Figuur 1.1 t/m 1.4). Deze dijkvakken bevinden zich aan de noordoever van de Oosterschelde bij Schelphoek, Polder Schouwen, welke betrekking heeft op het traject van dijkkilometer 1.9 tot 12.0. Het ontwerptraacé loopt van dijkkilometer 2.7 tot 5.4. Dijkkilometer 2.7 ligt in dijkvak 171b en dijkkilometer 5.4 ligt in dijkvak 171a.

Dijkvak 169a betreft de buitenzijde van de oostelijke dam, dijkvak 170 de buitenzijde van de westelijke dam, en 169b het gedeelte daartussenin (zie figuur 1.4). De dijkvakken 167b t/m 168 liggen aan de oostzijde van het inlaaggebied (zie figuur 1.3) en dijkvak 171a / 171b aan de westzijde (zie figuur 1.1). Beschut achter de twee dammen ligt het inlaaggebied Schelphoek, met betrekkelijk ondiep water (uitgezonderd de noordrand).

Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254 die zijn afgegeven in het advies Ringdijk Schelphoek (zie figuur 1.4) [ref 9]. Opgemerkt moet worden dat in het advies [ref 9] er vanuit is gegaan dat beide dammen onderdeel zijn van de primaire waterkering. Indien de dammen niet bestand worden gemaakt tegen de 1/4000 jaar situatie zullen opnieuw randvoorwaarden bepaald moeten worden voor de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254. Daarnaast is in het advies Ringdijk Schelphoek [ref 9] geen gebruik gemaakt van nieuwe belastingfuncties [ref 13] en aangescherpte correcties [ref 4].

Dit detailadvies is een herziening en uitbreiding van het oorspronkelijke detailadvies Schelphoek [ref 8]. De randvoorwaarden in dit advies zijn niet gelijk aan het voorgaande advies, doordat deze met andere belastingfuncties [ref 13] en met aangescherpte correcties [ref 4] zijn bepaald. De waarden in dit detailadvies vervangen de vorige afgegeven waarden.

2 Situatiebeschrijving

Het gebied ligt op Schouwen (noordoever van de Oosterschelde) op circa 2 km - 7 km ten oosten van de Oosterscheldekering, nabij Schelphoek. De dijkvakken grenzen aan de Hammen, een diepe geul (orde 30-40 m) tussen de Roggenplaat en Schouwen.

Betreffende de directe omgeving van Schelphoek worden in dit detailadvies alleen de randvoorwaarden beschouwd die gelden voor de buitenzijde van het inlaaggebied bij Schelphoek (zie figuur 1.4). Voor het inlaaggebied kunnen de randvoorwaarden gebruikt worden van de randvoorwaardenvakken 249 t/m 254, zoals beschreven in [ref 9].

Ter plaatse van de dijkvakken 167b en 167c zijn twee dammen aanwezig. De reducerende werking van deze dammen is niet in de berekening van de randvoorwaarden van deze dijkvakken meegenomen, waardoor deze dammen in feite als 'verloren' zijn beschouwd.

Bij dijkvak 171b bevindt zich de haven van Burghsluis. De aanwezige havendammen worden niet bestand gemaakt tegen 1/4000ste stormcondities. De havendammen zijn daarom niet meegenomen bij het bepalen van de golfcondities voor de achterliggende waterkering. Indien de havendammen toch versterkt worden tegen 1/4000ste stormcondities kunnen de golfcondities uit het advies 'Golf randvoorwaarden haven Burghsluis' [ref 17] gebruikt worden bij het ontwerp van de achterliggende waterkering.

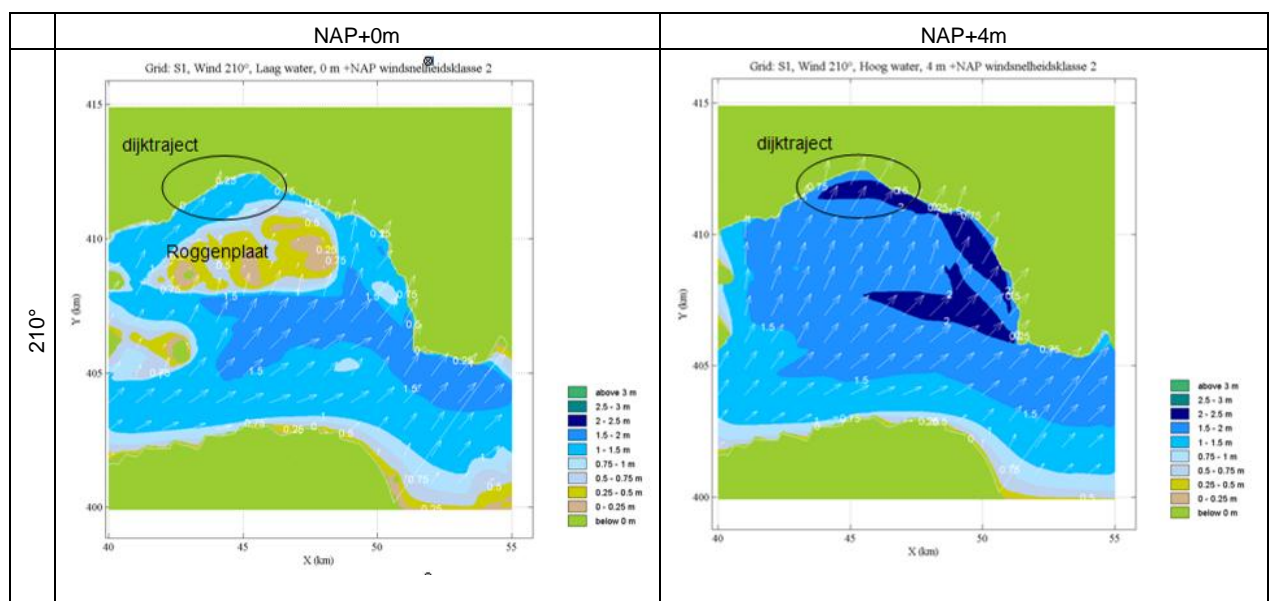
Er zijn geen grote variaties aanwezig voor wat betreft de geometrie en golfbelasting per dijkvak. Er is derhalve geen reden om de indeling in randvoorwaardenvakken aan te passen.

3 Golfcondities

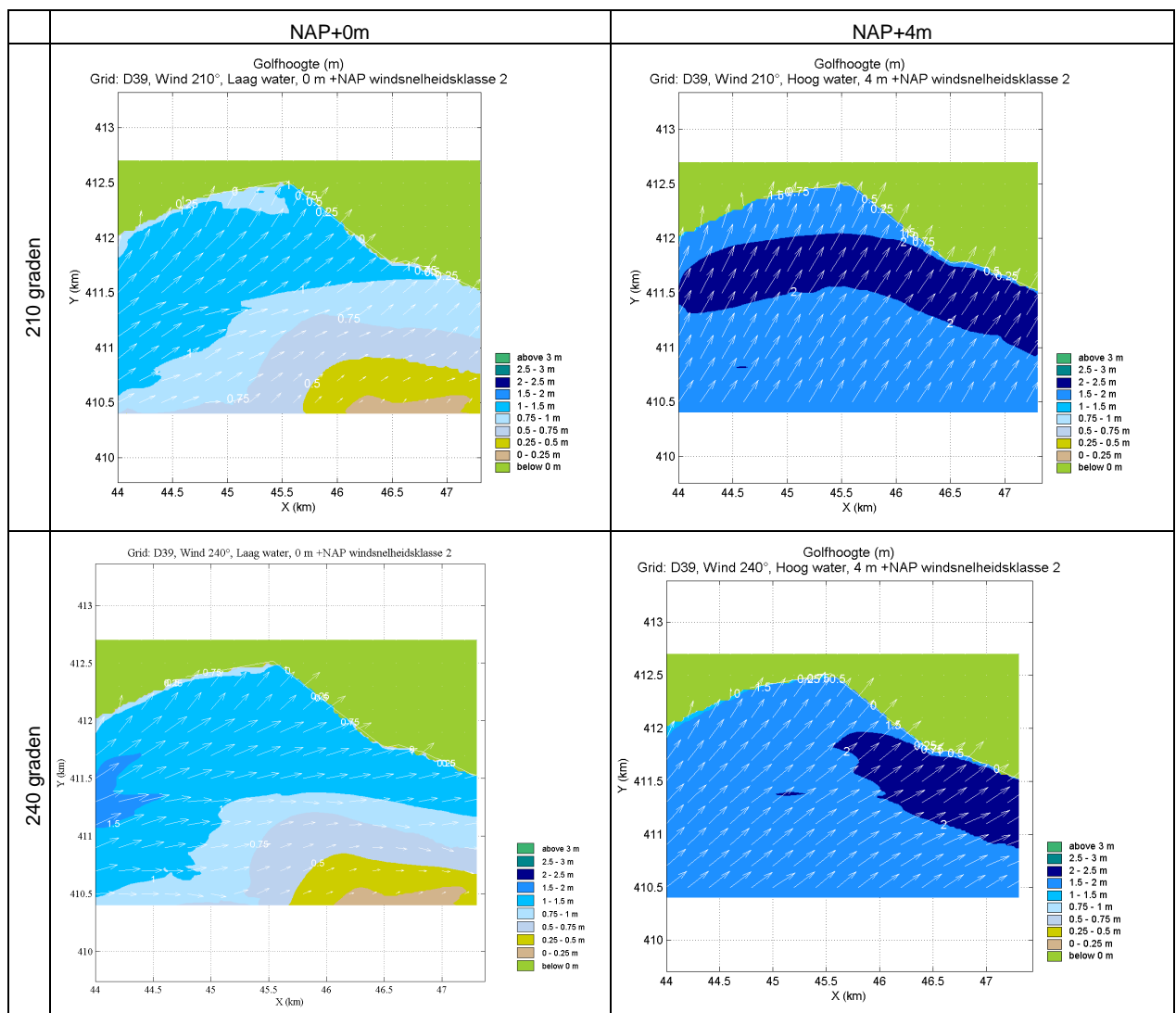
De dijkvakken in het beschouwde traject worden het zwaarst door golven belast bij storm vanuit het zuidwesten tot westen (210° tot 270°). Uitzondering hierop is dijkvak 167b bij een waterstand van NAP +0m (tabel 5.1 en 5.4), dijkvak 171a bij een waterstand van NAP +4m (tabel 2, 5.2 en 5.3) en dijkvak 171b bij een waterstand van NAP +4m (tabel 5.2 t/m 5.4), alwaar de windrichting uit het zuiden maatgevend is (150° of 180°). Bij hoge waterstanden zijn voor de oostelijk gelegen dijkvakken (167b t/m 168) de windrichting 240° en 270° meestal maatgevend en voor de westelijk gelegen dijkvakken (169b t/m 171a) de windrichting 210° (zie ook Figuur 3). Bij lage waterstanden is voor de oostelijke gelegen vakken de windrichting 270° meestal maatgevend en voor de westelijke vakken 210° of 240° . Bij lage waterstanden ondervinden golven veel hinder van de Roggenplaat, waardoor andere windrichtingen maatgevend worden (zie figuur 2).

Figuur 2 toont ter indicatie het golfveld volgens de SWAN berekeningen (zonder enige correcties) bij een waterstand van NAP +0m en NAP+4 m en zuidwesten wind (uit 210°). Duidelijk is te zien dat bij lage waterstanden (NAP +0m) de golven veel lager zijn dan bij hogere waterstanden, doordat golven breken op de Roggenplaat. Figuur 3 toont dezelfde golfcondities, maar dan voor een fijn rooster, ingezoomd op het dijktraject. Bij de westelijk gelegen dijkvakken zijn de golfcondities bij windrichting 210° vaak hoger dan bij windrichting 240° en 270° . Dit wordt veroorzaakt door de relatief lange strijklengte en de oriëntatie van de geul.

De resultaten van "Golfberekeningen Oosterschelde, Rapport RIKZ/2001.006" [ref 1], vormen de basis voor de golfbelastingen. Deze zijn naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering, herzien in 2005 [ref 2]. De op basis van het rapport "Update correctiewaarden Zeeland" [ref 4] aangescherpte correctiefactoren, welke dienen ter compensatie van de door SWAN gemaakte fout, zijn voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) toegepast bij de bepaling van de golfcondities. De tabellen 5.1 t/m 5.4 bevatten de waarden van de golfcondities na al deze correcties.



Figuur 2: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) voor de windrichting 210 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m (grof rooster)



Figuur 3: SWAN resultaten voor H_{m0} (m) voor de windrichtingen 210 en 240 graden bij de waterstanden van NAP+0m en NAP +4m

Voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen zijn vier verschillende belastingfuncties gebruikt om de maatgevende golfcondities te bepalen. Hierdoor dient voor het ontwerp per bekledingstypen en/of faalmechanisme een afzonderlijke tabel toegepast te worden. De tabellen 5.1 t/m 5.4 tonen de maatgevende golfcondities voor de verschillende bekledingstypen en faalmechanismen. Deze golfcondities zijn bepaald op basis van de belastingfuncties uit [ref 13].

De tabellen vertonen logische waarden: zowel de significante golfhoogte (H_s) als de golfperiode (T_{pm}) nemen toe bij een toenemende waterdiepte. Bij verschillende dijkvakken is de golfperiode en/of golfhoogte bij NAP +3m hoger dan bij NAP +4m (zie oranje arcering in de Tabellen 5.1 t/m 5.4 en Tabel 2). Dit komt door de relatief grote invloed van de stroming op de golfcondities tot en met NAP +3 meter. Daarnaast neemt voor dijkvak 170 en 171b (Tabel 2, 5.1, 5.2 en 5.4) de golfperiode T_{pm} af bij een waterstand van NAP +2m i.v.m. NAP +0m. Dit wordt veroorzaakt door het maatgevend worden van een andere windrichting.

Tabel 5.1 is maatgevend voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen, Tabel 5.2 voor betonzuilen, Tabel 5.3 voor het mechanisme afschuiving en de bekledingstypen WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen en Tabel 5.4 voor losse breuksteen van de kreukelberm.

De maatgevende golfcondities voor betonzuilen zijn afhankelijk van de taludhelling en de constructie afhankelijke constante (F). Bij bepaling van de maatgevende golfcondities in Tabel 5.2 is uitgegaan van een taludhelling van 1:3,5 en een F-waarde van 6. Indien de taludhelling in het ontwerp steiler is dan 1:3,0 of flauwer dan 1:4,5 of de F-waarde is niet gelijk aan 6 kunnen de maatgevende golfcondities afwijken. In dat geval dient contact te worden opgenomen met de adviesschrijver.

De stabiliteit van betonzuilen is het kleinst bij $\xi_{op} = 2$. Indien $\xi_{op} > 2$ en er een ondiep voorland voor de dijk aanwezig is, zijn de maatgevende golfcondities voor betonzuilen mogelijk niet de maatgevende golfcondities [ref 13]. Daarom moeten golfcondities waarvoor geldt $\xi_{op} > 2$ (bij de aanwezigheid van een hoog voorland) aangepast worden [ref 13], zodat geldt $\xi_{op} = 2$. Voor het beschouwde dijktraject geldt in alle gevallen dat $\xi_{op} < 2$ en daarom hoeven de golfcondities niet te worden bijgesteld.

Tabel 5.1 Maatgevende golfcondities voor (gekantelde) betonblokken en patroon gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerung (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
171b	1.90	3.20	1.18	1.80	1.99	1.94	5.51	5.09	5.23	4.87	2.4	4.4	5.4	6.4	270	240	240	150
171a	3.20	5.55	1.24	1.81	2.03	2.09	4.40	4.63	4.99	4.93	3.3	5.3	6.3	7.2	240	210	210	210
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.13	2.40	2.32	4.17	4.46	4.88	4.88	4.2	6.2	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.35	3.98	4.42	4.79	4.91	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	240
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.31	2.47	3.99	4.41	4.77	4.84	12.6	9.5	10.5	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.30	2.47	3.56	4.23	4.51	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	270	240
167b	11.85	12.00	1.46	2.12	2.38	2.46	4.01	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	180	270	240	240

Tabel 5.2 Maatgevende golfcondities voor betonzuilen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerung (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.12	3.98	4.63	4.99	4.78	3.3	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.38	3.98	4.42	4.79	4.75	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.41	4.62	4.84	12.6	9.5	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.12	2.38	2.46	3.55	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	270	240	240

Tabel 5.3 Maatgevende golfcondities voor afschuiving, WAB, OSA en vol en zat gepenetreerde breuksteen

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerung (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
171b	1.90	3.20	1.38	1.91	2.11	2.01	3.77	4.67	4.80	4.58	13.3	4.4	5.4	6.4	210	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.32	1.81	2.03	2.12	3.80	4.63	4.99	4.78	13.7	5.3	6.3	7.3	210	210	210	180
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.66	4.67	5.04	4.94	3.2	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.57	2.04	2.27	2.38	3.78	4.29	4.62	4.75	11.9	13.9	9.5	10.5	270	240	210	210
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.35	2.47	3.99	4.25	4.62	4.84	12.6	14.6	7.0	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.02	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	240	240	240
167b	11.85	12.00	1.53	2.13	2.38	2.46	3.55	4.06	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	270	240	240	240

Tabel 5.4 Maatgevende golfcondities voor losse breuksteen kreukelberm

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP				Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP				Waterdiepte (m) bij waterstand t.o.v. NAP				Windrichting (°) nautisch bij waterstand t.o.v. NAP			
	van	tot	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
171b	1.90	3.20	1.30	1.91	2.11	2.01	4.80	4.67	4.80	4.58	2.4	4.4	5.4	6.4	240	210	210	180
171a	3.20	5.55	1.31	1.81	2.03	2.09	3.98	4.63	4.99	4.93	3.3	5.3	6.3	7.2	210	210	210	210
170	5.55	7.00	1.26	1.91	2.12	2.25	4.74	4.67	5.04	4.94	2.7	5.0	6.0	7.0	240	210	210	210
169b	7.00	8.00	1.67	2.15	2.40	2.32	4.17	4.41	4.88	4.88	4.2	6.9	7.9	8.9	240	210	210	210
169a	8.00	10.10	1.56	2.03	2.24	2.35	3.98	4.42	4.79	4.91	5.9	8.5	9.5	10.5	270	240	240	240
168	10.10	11.65	1.60	2.10	2.34	2.47	3.99	4.41	4.65	4.84	12.6	9.5	7.4	8.0	270	240	240	240
167c	11.65	11.85	1.55	2.10	2.35	2.47	3.56	4.23	4.38	4.57	12.4	14.4	15.4	16.4	270	270	240	240
167b	11.85	12.00	1.46	2.12	2.38	2.46	4.01	4.22	4.43	4.60	19.7	21.7	22.7	23.7	180	270	240	240

4 Waterstanden

In Tabel 6 zijn de ontwerppeilen weergegeven die bij het ontwerp gebruikt dienen te worden. Vanwege het (nood)sluiten van de stormvloedkering bij een verwachte waterstand boven NAP+3 meter neemt men in de Oosterschelde geen zeespiegelrijzing en geen buistoten of seiches in beschouwing. Het ontwerppeil is daardoor gelijk aan het toetspeil 2006 dat ook in de tabel is opgenomen. Tabel 6 bevat ook de gemiddeld hoge en gemiddeld lage waterstand (GHW en GLW). Verder zijn de waterstanden van gemiddeld getij, springtij en doottij (uit [ref 3]) opgenomen.

Tabel 6: Waterstanden en ontwerppeilen

Dijk- vak no.	Ontwerppeil [m] tov NAP	GHW	GLW	Springtij		Doottij	
		[m] tov NAP	[m] tov NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP	HW [m] tov NAP	LW [m] tov NAP
171b	3.5	1.35	-1.20	1.55	-1.25	1.10	-1.10
171a	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
170	3.5	1.35	-1.25	1.55	-1.25	1.10	-1.10
169b	3.5	1.40	-1.25	1.55	-1.25	1.15	-1.15
169a	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
168	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167c	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15
167b	3.5	1.40	-1.25	1.60	-1.30	1.15	-1.15

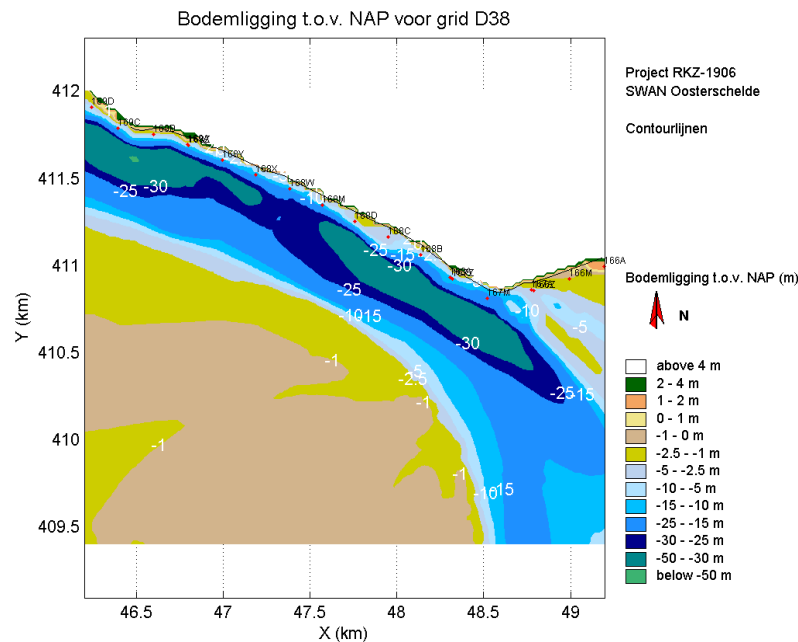
5 Bodemligging en golfcondities lagere waterstanden

De representatieve bodemligging [ref. 5 en 6] voor de dijkvakken is weergegeven in Tabel 7. De representatieve bodemligging varieert in de beschouwde dijkvakken van NAP -3,11 m tot NAP -19,69 m. Onderling varieert de bodemligging voor de verschillende dijkvakken sterk. Vrijwel alle dijkvakken, behalve dijkvak 170, liggen echter dieper dan NAP -5m. De bodemligging is in lijn met Figuur 4 en hoeft daarom niet te worden aangepast.

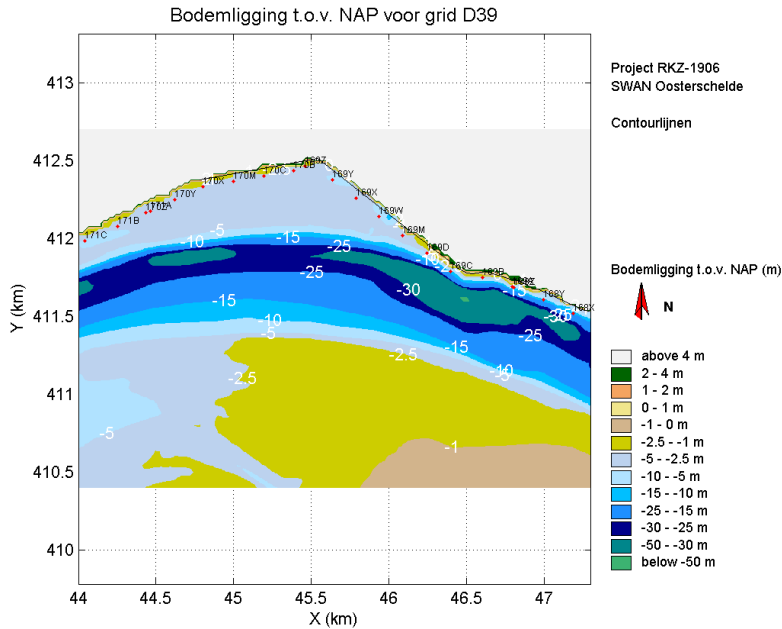
Tabel 7: Bodemligging

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerig (km)		Representatieve bodemligging [m] tov NAP	Gemiddelde bodemligging [m] tov NAP	Stand.dev. bodemligging [m] tov. NAP
	van	tot			
171b	1.90	3.20	-11.89	-7.42	4.47
171a	3.20	5.55	-9.92	-5.93	3.99
170	5.55	7.00	-3.11	-2.95	0.16
169b	7.00	8.00	-5.46	-4.90	0.57
169a	8.00	10.10	-9.35	-6.31	3.05
168	10.10	11.65	-13.64	-10.05	3.59
167c	11.65	11.85	-12.35	-12.35	0.00
167b	11.85	12.00	-19.69	-19.69	0.00

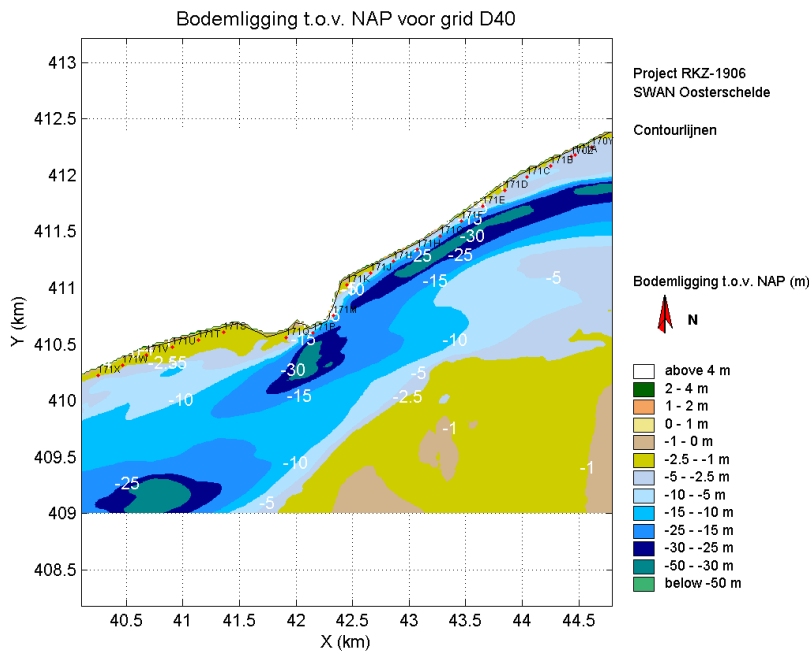
Figuur 4.1: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D38



Figuur 4.2: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D39



Figuur 4.3: Bodemligging rond dijktraject detailrooster D40



Bij de extrapolatie naar lagere waterstanden mogen de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_0=0.06$ (= golfsteilheid) niet worden overschreden. In Tabel 8 en 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen (Tabel 5.4) gecontroleerd of de waarden $H_s/D=0.7$ en $H_s/L_0=0.06$ worden overschreden. De golfcondities die weergegeven zijn bij een waterstand van NAP -1m en -2m zijn bepaald door de golfcondities die horen bij een waterstand van NAP +0m en NAP +2m lineair naar

beneden te extrapoleren.

Uit Tabel 8 blijkt dat de voorwaarden $H_s/D=0.7$ in geen enkel geval overschreden wordt. In Tabel 9 is voor de maatgevende golfcondities voor losse breuksteen gecontroleerd of de voorwaarde $H_s/L_0=0.06$ wordt overschreden bij de waterstanden NAP -1m en NAP -2m. Bij de dijkvakken 167c (bij de waterstanden van NAP -1m en NAP -2m), 168 en 169a (bij de waterstand NAP -1m) blijkt deze voorwaarde overschreden te worden en zijn de betreffende golfhoogte naar beneden bijgesteld (zie grijze arcering Tabel 9).

Tabel 8: Controle criterium $H_s/D \leq 0.7$

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		D (m) bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/D bij waterstand t.o.v. NAP		Hs en bijgestelde Hs bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
171b	1.90	3.20	0.69	1.00	9.89	10.89	0.07	0.09	0.69	1.00
171a	3.20	5.55	0.81	1.06	7.92	8.92	0.10	0.12	0.81	1.06
170	5.55	7.00	0.61	0.94	1.11	2.11	0.55	0.44	0.61	0.94
169b	7.00	8.00	1.19	1.43	3.46	4.46	0.34	0.32	1.19	1.43
169a	8.00	10.10	1.09	1.33	7.35	8.35	0.15	0.16	1.09	1.33
168	10.10	11.65	1.10	1.35	11.64	12.64	0.09	0.11	1.10	1.35
167c	11.65	11.85	1.00	1.28	10.35	11.35	0.10	0.11	1.00	1.28
167b	11.85	12.00	0.80	1.13	17.69	18.69	0.05	0.06	0.80	1.13

Tabel 9: Controle criterium $H_s/L_0 \leq 0.06$

Dijk- vak no.	Dijk kilometrerings (km)		Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Tpm [s] bij waterstand t.o.v. NAP		L0 [m] bij waterstand t.o.v. NAP		Hs/L0 [-] bij waterstand t.o.v. NAP		Aan te houden Hs [m] bij waterstand t.o.v. NAP	
	van	tot	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m	-2m	-1m
171b	1.90	3.20	0.69	1.00	4.93	4.87	37.9	36.9	0.018	0.027	0.69	1.00
171a	3.20	5.55	0.81	1.06	3.33	3.66	17.3	20.8	0.047	0.051	0.81	1.06
170	5.55	7.00	0.61	0.94	4.81	4.78	36.1	35.6	0.017	0.026	0.61	0.94
169b	7.00	8.00	1.19	1.43	3.93	4.05	24.1	25.6	0.049	0.056	1.19	1.43
169a	8.00	10.10	1.09	1.33	3.54	3.76	19.5	22.1	0.056	0.060	1.09	1.32
168	10.10	11.65	1.10	1.35	3.57	3.78	19.9	22.3	0.055	0.061	1.10	1.34
167c	11.65	11.85	1.00	1.28	2.89	3.23	13.0	16.2	0.077	0.079	0.79	0.97
167b	11.85	12.00	0.80	1.13	3.80	3.91	22.5	23.8	0.036	0.048	0.80	1.13

6 Bodemprognose

De golfbrandvoorwaarden in dit advies zijn gebaseerd op SWAN-berekeningen uit 1998 [ref 1], aangevuld met berekeningen uit 2005 [ref 2]. Bij berekening van de golfcondities is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar [ref 1]. De hieruit volgende bodemschematisatie wordt de "ontwerpbodem" genoemd.

Recent is er op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 een toekomstprognose gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 [ref 14]. De hieruit volgende bodemschematisatie voor het jaar 2062 wordt de "prognosebodem" genoemd. Uit deze toekomstprognose blijkt dat de ontwikkeling van de Oosterschelde op enkele locaties sneller gaat dan voorzien was in 1998.

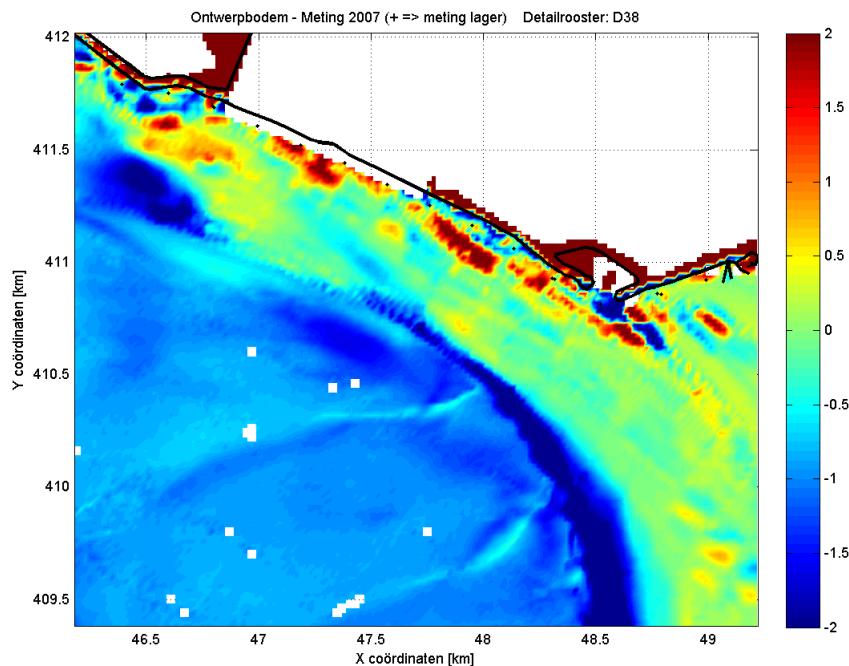
De impact op de golfbrandvoorwaarden door de het gebruik van deze prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem is bestudeerd in ref 14 en 15. Hieruit blijkt dat de golfbrandvoorwaarden op basis van prognosebodem op een aantal locaties hoger zijn dan bij de ontwerpbodem. In deze paragraaf wordt geadviseerd hoe in het ontwerp moet worden omgegaan met de uitkomsten van deze laatste studie [ref 15]. Opgemerkt moet worden dat de betrouwbaarheid van de prognosebodem niet veel groter is dan de ontwerpbodem, waardoor er opgepast moet worden om harde conclusies te trekken. Daarom

worden niet zonder meer de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem geadviseerd.

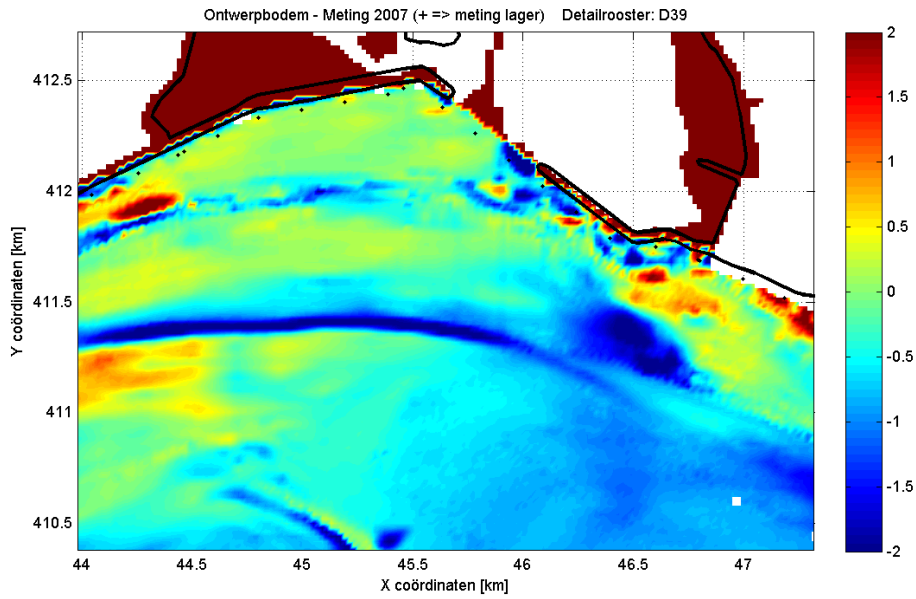
In de figuren 5.1 t/m 5.3 is het verschil weergegeven tussen de bodemligging uit de ontwerpbedem, waarop de randvoorwaarden in dit advies gebaseerd zijn, minus de bodemligging op basis van metingen uit 2007. Positieve waarden geven aan dat de huidige bodemligging (meting uit 2007) lager ligt dan de ontwerpbedem. Uit de figuren 5.1 t/m 5.3 blijkt dat plaatselijk op een aantal locaties, de bodem die volgt uit metingen van 2007 lager ligt dan de ontwerpbedem. De metingen van 2007 geven voor de Roggenplaat nog een aanzienlijk hogere ligging dan de bodem van de ontwerpbedem.

Uit berekeningen op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbedem blijkt dat de totale golfbelasting Z1 voor dijkvak 167b en 167c bij een waterstand van NAP +0m licht toeneemt [tabel 7.1 uit ref 15]. Aangeraden wordt om voor deze dijkvakken enige robuustheid in het ontwerp in te bouwen.

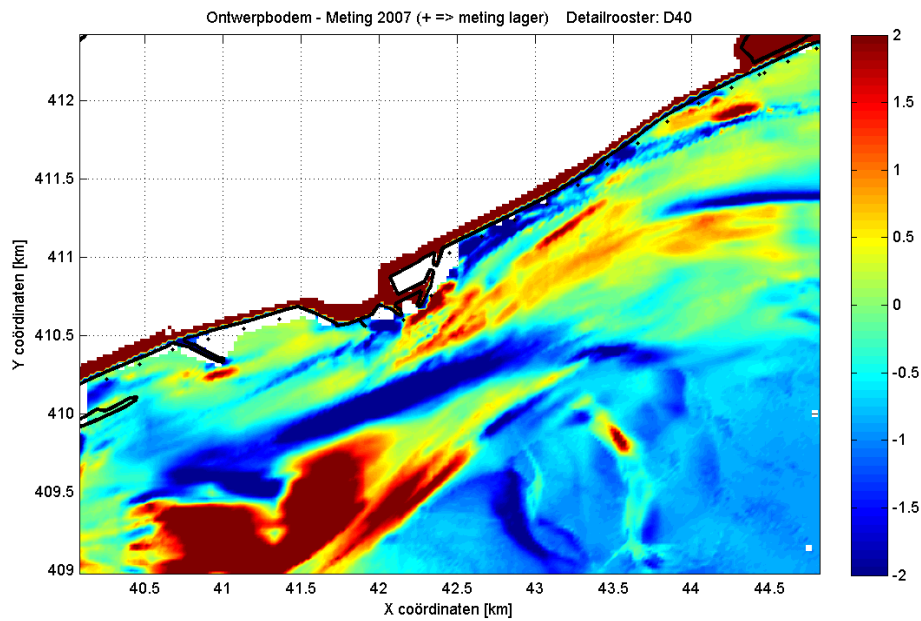
Figuur 5.1: Verschil in ligging ontwerpbedem minus bodem die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D38



Figuur 5.2: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D39



Figuur 5.3: Verschil in ligging ontwerpbodem minus bodem die volgt uit meting 2007 voor detailrooster D40



Referenties

- [1.] Kamsteeg, A.T. et al: '*Golfberekeningen Oosterschelde*', RIKZ/2001.006
- [2.] Alkyon: '*Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden*', d.d. augustus 2005, Alkyonrapport.
- [3.] Jansen, M: '*Hoog- en laagwaterstand en ontwerppeil per dijkvak Oosterschelde*', d.d. januari 2010, RKZ-1906.016 van mantelovereenkomst RKZ-1906.
- [4.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Update correctiewaarden Zeeland*', d.d 1 november 2010, kenmerk: 1585/U10250/D/PvdR.
- [5.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 2011 t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 1A van 3: Checklist detailadviezen vanaf april 2010*', d.d. 23 februari 2011.
- [6.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde 20aa t.b.v. projectbureau Zeeweringen; Deel 2 van 3: Achtergrond detailadviezen*', d.d. 23 februari 2011.
- [7.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2011.07D Factsheet Update detailadvies Schelphoek.xls*', d.d. 23 september 2011.
- [8.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Schelphoek (Opdracht 2006.05.36)*', d.d. 1 juni 2006.
- [9.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Detailadvies Ringdijk Schelphoek (Opdracht 2005.10.09)*', d.d. 19 oktober 2005
- [10.] Deltares, Klein Breteler, M.: '*Belastingfunctie voor keuze maatgevende golfcondities*', d.d. 21 oktober 2009.
- [11.] Groenendaal. E.: '*Toepassen minimale H_s en T_{pm} voor hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen*, Memo H5102/EG/01, 31 maart 2008.
- [12.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Overzichtskaart Oosterschelde en Westerschelde (RKZ1906.25)*', mei 2010.
- [13.] Svašek Hydraulics, van de Rest, P.: '*Memo Nieuwe belastingfuncties steenbekledingen*' d.d. 18 januari 2010, PvdR/09358/1573/D.
- [14.] Royal Haskoning: '*Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde*', kenmerk 9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott, d.d. 12 december 2008.
- [15.] Svašek Hydraulics, van den Boomgaard, M en van de Rest, P.: '*Impact bodemprognose op detailadviezen Oosterschelde*', MB/1565/09388/C, d.d 8 januari 2010.
- [16.] Royal Haskoning en Svašek Hydraulics: '*2010.07C Update detailadvies Schelphoek*', d.d. 1 november 2010.
- [17.] Svašek Hydraulics en Royal Haskoning: '*Mantel 2010.01B Golfrandvoorwaarden haven Burghsluis*', d.d. 9 februari 2011.