

Impact bodemprognose op detailadviezen Oosterschelde

Definitief rapport

MB/1565/09388/C

8 januari 2010

Document titel Impact bodemprognose op detailadviezen
Oosterschelde
Verkorte Titel Impact bodemprognose op detailadviezen OS
Status Definitief rapport
Datum 8 januari 2010

Project nummer 1565
Opdrachtgever Deltares
Referentie MB/1565/09388/C

Auteur Marloes van den Boomgaard, Pol van de Rest

Gecontroleerd door Bram Blik en Maarten Jansen

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Aanleiding	1
1.3	Doelstelling	2
1.4	Leeswijzer	2
2	METHODIEK	3
2.1	Definiëring ontwerpbodem en prognosebodem.....	3
2.2	Aanpak	3
2.3	Gebiedsbeschrijving.....	3
3	HERKOMST HUIDIGE HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN	5
3.1	Inleiding.....	5
3.2	Berekening golfbelastingen en correctiefactoren	5
3.3	Bepaling maatgevende belastingen steenbekledingen	6
4	BATHYMETRIE	7
4.1	Inleiding.....	7
4.2	Herkomst ontwerpbodem.....	7
4.3	Herkomst prognosebodem.....	8
4.4	Prognosebodem voor de in deze studie uitgevoerde simulaties	10
4.5	Verskil tussen ontwerpbodem en prognosebodem	10
5	SWAN BEREKENINGEN MET DE PROGNOSEBODEM	12
5.1	Inleiding.....	12
5.2	Rekenroosters.....	12
5.3	SWAN versies	13
5.4	Instellingen	13
5.5	Golfrandvoorwaarden	13
5.6	Windsnelheden en windrichtingen	15
5.7	Transmissie door de kering.....	15
5.8	Controle berekeningen.....	16
5.9	Uitgevoerde SWAN simulaties.....	17
5.10	Controles uitgevoerde simulaties.....	18
5.11	SWAN output en naamgeving outputbestanden	18
5.11.1	SWAN output	18
5.11.2	Naamgeving	19
6	MAATGEVENDE GOLFRANDVOORWAARDEN PER DIJKVAK	20
6.1	Inleiding.....	20
6.2	Num-tabellen met randvoorwaarden per uitvoerpunt	20
6.3	Parametercorrectie	21
6.4	Verwerking in WindWater	21
6.5	Controle resultaten.....	21
7	IMPACT BODEMPROGNOSE	22
7.1	Inleiding.....	22

7.2	Impact bodemprognose ten opzichte van ontwerpbodem.....	22
7.3	Analyse grote verschillen.....	24
8	ADVIES TOEPASSING BODEMSCHEMATISATIE MBT DETAILADVIEZEN	
	OOSTERSCHELDE.....	28
8.1	Inleiding.....	28
8.2	Advies toe te passen bodemschematisatie	28
8.3	Advies verwerking in de bestaande adviezen.....	28
8.4	Advies verwerking in de nog op te leveren adviezen	32
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	33
9.1	Conclusies	33
9.2	Aanbevelingen	34
	LITERATUUR	37

BIJLAGEN

Bijlage A1	Handleiding SWAN berekeningen
Bijlage B1	Uitgevoerde SWAN berekeningen en bijhorende SWAN versie voor N en L
Bijlage B2	Uitgevoerde SWAN berekeningen en bijhorende SWAN versie voor K en M
Bijlage C1	Berekening spectrale parameters

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 4.1	Numerieke kenmerken bodemroosters	40
Tabel 5.1	Numerieke kenmerken rekenroosters	41
Tabel 5.2a	Golfrandvoorwaarden bij Europlatform als functie van de windsnelheid	42
Tabel 5.2b	Windrichtingen en bijhorende windsnelheden voor windklasse 2	42
Tabel 6.1	Coördinaten en kilometerring dijkvakgrenzen	43
Tabel 6.2	Maatgevende golfcondities per dijkvak met prognosebodem	47
Tabel 7.1	Vershil maatgevende golfcondities per dijkvak o.b.v. golfcondities bodemprognose – ontwerpbodem	51
Tabel 7.2a	Aantal keer dat verschil in H_s bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt	55
Tabel 7.2b	Percentage van totaal (inclusief NaN) dat verschil in H_s in bepaalde gradatie valt	55
Tabel 7.3a	Aantal keer dat verschil in T_{pm} bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt	55
Tabel 7.3b	Percentage van totaal (inclusief NaN) dat verschil in T_{pm} in bepaalde gradatie valt	55
Tabel 7.4a	Aantal keer dat verschil in Z1-waarde bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt	55
Tabel 7.4b	Percentage van totaal (inclusief NaN) dat verschil in Z1-waarde in bepaalde gradatie valt	56
Tabel 8.1	Vershil in indicatieve steendiktes per dijkvak o.b.v. golfcondities bodemprognose – ontwerpbodem	57

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 2.1a	Definiëring dijkvakken langs de Oosterscheldekering	62
Figuur 2.1b	Definiëring uitvoerpunten langs de Oosterscheldekering	63
Figuur 4.1	Toegepaste bodemverlaging uit Alkyon 1998	64
Figuur 4.2	Ontwerpbodem	65
Figuur 4.3	Prognosebodem	66
Figuur 4.4a	Verschil tussen ontwerpbodem en prognosebodem, grove roosters	67
Figuur 4.4b	Verschil tussen ontwerpbodem en prognosebodem, detailroosters	68
Figuur 5.1a	Grove rekenroosters	69
Figuur 5.1b	Detail rekenroosters	70
Figuur 7.1	Verschil gecorrigeerde Hs (prognosebodem - ontwerpbodem)	71
Figuur 7.2	Verschil gecorrigeerde Tpm (prognosebodem - ontwerpbodem)	72
Figuur 7.3	Verschil gecorrigeerde Z1 (prognosebodem - ontwerpbodem)	73
Figuur 7.4a	Bodemligging SWAN detailgrid D01	74
Figuur 7.4b	Bodemligging SWAN detailgrid D01, aangepaste kleurenschaal	75
Figuur 7.5	Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D01	76
Figuur 7.6	Bodemligging SWAN detailgrid D06	77
Figuur 7.7	Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D06	78
Figuur 7.8	Bodemligging SWAN detailgrid D19	79
Figuur 7.9	Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D19	80
Figuur 7.10	Bodemligging SWAN detailgrid D36	81
Figuur 7.11	Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D36	82
Figuur 7.12	Bodemligging SWAN detailgrid D10	83
Figuur 7.13	Gecorrigeerde golfcondities o.b.v ontwerpbodem en prognosebodem voor alle beschouwde windrichtingen bij waterstand NAP +2m	84

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Dit rapport beschrijft de impact van de bodemprognose (zie paragraaf 2.1) op de detailadviezen in de Oosterschelde. De opdracht is uitgevoerd door Svašek Hydraulics op verzoek van Deltares (brief met kenmerk 1200596-010-HYE-0001 d.d. 3 september 2009). De betrokkenen bij Deltares zijn Caroline Gautier en Annette Kieftenburg. Deze studie is uitgevoerd door Marloes van den Boomgaard en Pol van de Rest.

1.2 Aanleiding

Het Project Bureau Zeeweringen (PBZ) coördineert de uitvoering van de dijkversterkingen in Zeeland. Hierbij wordt onder andere onderzoek verricht naar de veiligheid van de bekledingen van alle dijkvakken langs de Oosterschelde. Hiervoor zijn golfbrandvoorwaarden nodig, die met het golfmodel SWAN zijn berekend. De resultaten uit SWAN worden gebruikt om de maatgevende golfbrandvoorwaarden bij de teen van de dijk te bepalen. Vervolgens wordt voor elk dijktraject waar een bekledingsontwerp voor gemaakt wordt, een “detailadvies” opgeleverd.

Op dit moment baseert het Projectbureau Zeeweringen het ontwerp van de steenbekleding van de Oosterschelde op golfbrandvoorwaarden die afkomstig zijn van SWAN berekeningen uit 1998 (Alkyon 1998a), aangevuld met berekeningen uit 2005 (Alkyon 2005a). In Alkyon 2005a is de golftransmissie door de kering beter gemodelleerd. In beide studies is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar (zie Alkyon 1998a). In de huidige studie wordt deze bodemschematisatie de “ontwerpbodem” genoemd.

In Royal Haskoning 2008a is 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. Uit deze toekomstprognose bleek de ontwikkeling van de Oosterschelde sneller te gaan dan voorzien was in 1998. De hieruit volgende bodemschematisatie van 2062 wordt in de huidige studie “prognosebodem” genoemd. Met de prognosebodem zijn in Royal Haskoning 2008a de golfbrandvoorwaarden langs de Oosterschelde opnieuw berekend.

De berekeningen uit Royal Haskoning 2008a zijn, naast met een andere bodem, uitgevoerd met een andere SWAN versie (40.51AB), andere rekenroosters en overige instellingen dan gebruikt in Alkyon 1998a (30.62). Hierdoor is het moeilijk te beoordelen waar de verschillen in golfbrandvoorwaarden door veroorzaakt worden.

Om toch goed te kunnen vaststellen of het gebruik van alleen een andere bodem (de prognosebodem) in de SWAN berekeningen andere golfbrandvoorwaarden oplevert in de Oosterschelde en daarmee invloed heeft op de detailadviezen, zijn in de huidige studie de golfberekeningen opnieuw uitgevoerd en is de invloed geanalyseerd.

Bij het bekledingsontwerp door het project Zeeweringen wordt als golfparameter H_s gehanteerd. Uit de SWAN berekeningen volgt echter de golfparameter H_{m0} in plaats van

H_s . In deze studie wordt aangenomen dat H_s gelijkgesteld kan worden aan H_{m0} , en daarom wordt in deze studie alleen H_s genoemd.

In deze studie is alleen de belastingfunctie $Z1$ ($H_s * T_{pm}$) beschouwd, omdat deze meestal maatgevend is bij het ontwerp van de dijkbekleding (Svašek 2007).

1.3 Doelstelling

Het doel van deze studie is de invloed van de prognosebodem voor het jaar 2062 op de golfhoogte (H_s), golfperiode (T_{pm}) en golfbelasting ($Z1$) uit de bestaande detailadviezen van de Oosterschelde vast te stellen.

Daarnaast is in deze studie een advies gegeven of en hoe men ook voor dijkvakken waar nog geen detailadvies is afgegeven de invloed van de bodemprognose voor het jaar 2062 kan meenemen.

1.4 Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt. Na deze inleiding van hoofdstuk 1 wordt in hoofdstuk 2 de methodiek besproken, zoals deze in de huidige studie is toegepast. Daarnaast wordt een korte gebiedsbeschrijving gegeven. Hoofdstuk 3 geeft een korte samenvatting van de herkomst van de huidige golfrandvoorwaarden die worden toegepast in de huidige detailadviezen (op basis van de ontwerpbodem). In hoofdstuk 4 wordt naast de herkomst van de ontwerpbodem en prognosebodem de interpolatie van de prognosebodem naar de rekenroosters voor de in deze studie uitgevoerde simulaties besproken. Ook worden in dit hoofdstuk de verschillen tussen de ontwerpbodem en prognosebodem kort geanalyseerd. De beschrijving van de in deze studie uitgevoerde SWAN berekeningen is te vinden in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 beschrijft de bepaling van de maatgevende golfrandvoorwaarden per dijkvak en de daarbij toegepaste correcties op de SWAN resultaten. De impact van de bodemprognose staat beschreven in hoofdstuk 7. Hoofdstuk 8 geeft een advies over de toepassing van bodemschematisatie met betrekking tot de detailadviezen voor de Oosterschelde. Daarnaast wordt ook een advies gegeven over hoe de herziene golfrandvoorwaarden het beste kunnen worden verwerkt in de bestaande en de nog op te leveren detailadviezen. Tenslotte zijn de conclusies en aanbevelingen te vinden in hoofdstuk 9.

Achter het tekstgedeelte van dit rapport zijn alle tabellen en figuren opgenomen. In de nummering van de tabellen en figuren verwijst het getal voor de punt naar het hoofdstuk waarbij het hoort.

2 METHODIEK

2.1 Definiëring ontwerpbodem en prognosebodem

Ontwerpbodem:

Op dit moment baseert PBZ het ontwerp van de steenbekleding van de kering langs de Oosterschelde op golfrandvoorwaarden die afkomstig zijn van SWAN berekeningen uit 1998 (Alkyon 1998a), aangevuld met berekeningen uit 2005 (Alkyon 2005a). In de studie uit 2005 is de golftransmissie door de kering beter weergegeven. In beide studies is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar (zie Alkyon 1998a). In het vervolg wordt deze bodemschematisatie de “ontwerpbodem” genoemd.

Prognosebodem:

Royal Haskoning heeft in Royal Haskoning 2008a op basis van de gemeten bodemligging van 1990, 2001 en 2007 toekomstprognoses gemaakt voor de ontwikkeling van de bodemligging van de Oosterschelde tot het jaar 2112 (RH 2008a). Uit deze toekomstprognose bleek dat de bodemontwikkeling van de Oosterschelde sneller lijkt te gaan dan voorzien was in 1998. De hieruit volgende bodemschematisatie van 2062 wordt in het vervolg de “prognosebodem” genoemd.

2.2 Aanpak

Voor de bepaling van de impact van de prognosebodem op de detailadviezen Oosterschelde zijn de golfrandvoorwaarden langs de Oosterschelde opnieuw bepaald met de prognosebodem. Om tot de nieuwe golfrandvoorwaarden te komen zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Aanmaken bodem voor de nieuwe SWAN berekeningen (hoofdstuk 4).
2. Uitvoeren controle berekeningen (hoofdstuk 5)
3. Uitvoeren van de nieuwe SWAN berekeningen met prognosebodem (hoofdstuk 5)
4. Toepassen van de benodigde correcties volgens de manier van PBZ (hoofdstuk 6)
5. Vaststellen van de golfbelasting Z1 en de maatgevende golfrandvoorwaarden per dijkvak (hoofdstuk 7).

Om een zo eerlijk mogelijke vergelijking te kunnen maken zijn de in deze studie uitgevoerde berekeningen zoveel mogelijk conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a uitgevoerd. Aan de hand van de resultaten uit de voorgaande stappen is de impact van de prognosebodem op de golfrandvoorwaarden bepaald (hoofdstuk 7). Dit is omgezet in een onderbouwd advies over de best toepasbare bodemschematisatie: de prognosebodem of de ontwerpbodem. Daarnaast is een praktisch advies gegeven over hoe dit verwerkt zou kunnen worden in de bestaande en nog op te leveren detailadviezen. Tevens is voor de bestaande adviezen gekeken of de detailadviezen aangepast moeten worden door heldere criteria toe te passen (hoofdstuk 8).

2.3 Gebiedsbeschrijving

De Oosterschelde maakt onderdeel uit van een verzameling watersystemen, die gezamenlijk de Nederlandse delta vormen. De Oosterschelde bestaat uit geulen,

afgewisseld met platen en slikken. Aan de randen zijn plaatselijk begroeide schorren aanwezig. In 1986 is de Oosterschelde van de zee afgesloten door een stormvloedkering, die de getijdenwerking nog in enige mate toelaat, echter het getijvolume van het in- en uitstromend water in de Oosterschelde is wel afgenomen. In de monding van de Oosterschelde bevinden zich de diepste stroomgeulen die plaatselijk een diepte bereiken van 45 meter. Als gevolg van de getijdenstromen vinden erosie- en sedimentatieprocessen plaats die resulteren in een wisselend patroon van schorren, slikken en droogvallende platen (het intergetijdengebied), ondiep water en diepe getijdengeulen. Echter ten gevolge van het afgenomen getijvolume ontstaat er de zogenaamde zandhonger: de geulen zijn te diep voor de hoeveelheid water die er door stroomt. Zonder ingrepen in de natuur verdwijnen hierdoor geleidelijk platen, slikken en schorren, terwijl de geulen minder diep worden.

De Oosterscheldekering is een sluitbare kering, welke pas wordt gesloten bij een verwachte waterstand hoger dan NAP+3,0 m. Sinds de ingebruikname zijn de schuiven gemiddeld ongeveer 1 keer per jaar gesloten geweest.

De Oosterschelde is opgedeeld in 245 dijkvakken, genaamd 1 t/m 171C. Voor elk dijkvak is een aantal uitvoerpunten gedefinieerd met een onderlinge afstand van maximaal 250 m en op een afstand van ongeveer 50 m uit de teenlijn van de dijk. De ligging van de verschillende dijkvakken en uitvoerpunten is weergegeven in Figuur 2.1a en 2.1b. Voor de exacte begin- en eindcoördinaten van de dijkvakken wordt verwezen naar Tabel 2.1 in Alkyon 1998a.

3 HERKOMST HUIDIGE HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

3.1 Inleiding

Het Projectbureau Zeeweringen (PBZ) coördineert de uitvoering van de dijkversterkingen in Zeeland. Voor ieder stuk dijk waar een bekledingsontwerp voor gemaakt wordt, wordt eerst een zogenaamd “detailadvies” opgeleverd. Het detailadvies beschrijft o.a. de maatgevende waarden voor golfhoogte H_s en golfperiode T_{pm} bij vier verschillende waterstanden (NAP +0 m, +2 m, +3 m, +4 m).

3.2 Berekening golfbelastingen en correctiefactoren

De basis van de golfbelastingen is gelegd in de SWAN berekeningen uit 1998 (Alkyon 1998), welke ook zijn gerapporteerd in 2001 (RIKZ 2001). In het SWAN model zijn de golfcondities berekend op vooraf vastgestelde uitvoerpunten, welke om de 250 meter langs de dijk zijn gelegd op ca. 50 meter uit teen van de dijk. Op de uitvoerpunten zijn de golfcondities berekend voor 4 verschillende waterstanden en 14 verschillende windrichtingen. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van een bodemschematisatie die destijds representatief werd geacht voor een planperiode van 50 jaar, de ontwerpbodem (zie paragraaf 4.2).

Deze resultaten uit de studies (Alkyon 1998a, RIKZ 2001) zijn herzien in 2005 naar aanleiding van nieuwe inzichten op het gebied van transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering (Alkyon 2005a). In Alkyon 2005a is vastgesteld dat de golfcondities alleen in een beperkt gedeelte van de Oosterschelde beïnvloed wordt door de transmissie door de Oosterscheldekering. Het invloedsgebied betreft de detailroosters D01 t/m D07 en D34 t/m D40 (zie Figuur 5.1b). Om deze reden zijn de SWAN berekeningen in Alkyon 2005a alleen uitgevoerd voor de roosters binnen het invloedsgebied. Hieronder is kort weergegeven welke SWAN berekeningen in de twee Alkyon studies zijn uitgevoerd:

	<u>Alkyon 1998a</u>	<u>Alkyon 2005a</u>
Waterstanden [NAP +m]	0, 2, 4 (3 is verkregen door lineaire interpolatie)	0, 2, 3 (bij 4 is de kering gesloten)
Windrichtingen [°N]	30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 240, 270, 285, 300, 315, 330, 360	210, 240, 270, 285, 300, 315, 330
Windklasse	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6
Bodem	Ontwerpbodem	Ontwerpbodem
Grove rekenroosters	N1, B1, K1, K2, K3, S1, S2, S3, S4	N2, B2, K4, S1, S4
Detailroosters	gehele gebied D01 t/m D40	invloedsgebied D01 t/m D07 en D34 t/m D40
SWAN versie	30.62	30.75

Sinds november 1997 is in opdracht van het PBZ een aantal meetlocaties in de Westerschelde ingericht om op den duur de kwaliteit van SWAN voor de Zeeuwse estuaria en daarmee de betrouwbaarheid van de met dit model berekende ontwerpwaarden inzichtelijk te kunnen maken. Naar aanleiding van uitgevoerde metingen worden de golfcondities op zowel de Oosterschelde als de Westerschelde vanaf 2006 gecorrigeerd, met zogenaamde correctiefactoren (WL|Delft Hydraulics

2005). Deze correctiefactoren worden voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) toegepast bij de bepaling van de golfcondities.

3.3 Bepaling maatgevende belastingen steenbekledingen

Voor het ontwerp van een dijkbekleding wil de ontwerper weten welke windrichting de hoogste belasting veroorzaakt op de constructie. De belasting is de combinatie van golfhoogte en golfperiode. De mate waarin de golfhoogte en golfperiode bijdragen aan de belasting is afhankelijk van het type bekleding. Aangezien van te voren niet bekend is welke bekleding gebruikt zal worden in het ontwerp, is gekozen om drie tabellen met golfcondities te bepalen die de range aan belastingsfuncties voor steenzettingen voldoende afdekken. Deze drie tabellen worden bepaald op basis van de onderstaande drie belastingfuncties:

Tabel 1: $Z1 (= H_s * T_{pm})$

Tabel 2: $Z2 (= H_s * T_{pm}^2)$

Tabel 3: $Z3 (= H_s^2 * T_{pm})$

De periodemaat T_{pm} is geen standaard SWAN uitvoer, maar wordt berekend uit de door SWAN berekende spectra (zie paragraaf 6.2). Bij het samenstellen van de tabellen met golfcondities worden de volgende stappen doorlopen:

1. toepassen van de correcties voor stroming en modelafwijking (correctiefactoren).
2. bepalen van de maatgevende golfbelasting per uitvoerpunt.
3. bepalen van het maatgevende uitvoerpunt per dijkvak(segment).
4. naar boven afronden van waarden voor golfparameters.

ad 1) Correcties voor stroming en modelafwijking

In Alkyon 1998a is het effect van stromingen op de golfcondities onderzocht. Het meenemen van stroom in de SWAN golfberekeningen heeft aangetoond dat dit effect niet mag worden verwaarloosd. De golfcondities (golfhoogte en golfperiode) worden hiervoor dan ook gecorrigeerd op basis van een doorgerekende referentiestorm. In april 2006 heeft RIKZ (op basis van WL|Delft Hydraulics 2005) per uitvoerpunt per conditie een modelcorrectie bepaald (correctiefactoren). Hiermee zijn de originele randvoorwaardentabellen gecorrigeerd zodat een externe correctie overbodig geworden is.

ad 2) Maatgevende golfbelasting per uitvoerpunt

De golftrandvoorwaarden op de uitvoerpunten worden bepaald voor een drietal belastingfuncties. Hierbij wordt per uitvoerpunt en per waterstand bepaald welke windrichting leidt tot de hoogste waarde voor de betreffende belastingsfunctie.

ad 3) Bepalen van het maatgevende uitvoerpunt per dijkvak

Bij het vaststellen van de golfcondities per dijkvak wordt gebruik gemaakt van de maatgevende waarden in de SWAN uitvoerpunten. Het uitvoerpunt dat de hoogste waarde heeft voor de belastingsfunctie is representatief gesteld voor het gehele dijkvak.

ad 4) Afronden van waarden voor golfparameters

De bepaalde ontwerpwaarden voor de golfcondities worden naar boven afgerond op 1 decimaal nauwkeurig, waarbij een minimale waarde van $H_s = 0,3$ m en $T_p = 2,5$ s wordt aangehouden [Deltares 2008].

4 BATHYMETRIE

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de herkomst van de ontwerpbodem (paragraaf 4.2) en de prognosebodem (paragraaf 4.3). Vervolgens is in paragraaf 4.4 beschreven hoe de prognosebodem is omgezet naar de verschillende bodemroosters die in de huidige studie worden gebruikt. Dit hoofdstuk sluit af met een korte analyse over de verschillen tussen de ontwerpbodem en de prognosebodem.

In dit hoofdstuk wordt verwezen naar verschillende rekenroosters, deze zijn weergegeven in Figuur 5.1a en 5.1b en in het volgende hoofdstuk wordt hier nader op ingegaan (paragraaf 5.2).

4.2 Herkomst ontwerpbodem

De ontwerpbodem is afkomstig van Alkyon 1998a en deze is ook toegepast in Alkyon 2005a. Hieronder is een korte samenvatting gegeven van hoe deze ontwerpbodem is opgebouwd, voor meer detail wordt verwezen naar Alkyon 1998a.

Het basisbestand voor de ontwerpbodem is gebaseerd op drie datafiles. De eerste datafile is afkomstig van RIKZ (naam en datum van deze file is onbekend) en betreft de bathymetrie van de Oosterschelde en een deel van het aansluitende zeegebied (resolutie = 20 m x 20 m). Deze datafile is vervolgens aangevuld met de toen (1998) recentelijk aangepaste bathymetrie van het Kuststrookmodel (Alkyon 1998b). Tenslotte is deze aangevuld met een derde datafile afkomstig van het Waterloopkundig Laboratorium Delft (H2180.BOD), bestaande uit de bathymetrie van de buitendelta van de Zeeuwse delta.

De hierboven beschreven basis datafile voor de ontwerpbodem is vervolgens aangepast zodanig dat er rekening gehouden wordt met mogelijke bodemdalingen in de vanaf toen komende 50 jaar. De Werkgroep Golfrandvoorwaarden Zeeland heeft de daarvoor toe te passen bodemdalingen voorgesteld. Hierbij is onderscheid gemaakt in verlaging van de platen, verlaging van de slikken en erosie van de schorranden. Voor de precieze verlagingen wordt verwezen naar Alkyon 1998a. Uiteindelijk zijn de volgende bodemaanpassingen doorgevoerd:

- Platen: Alle platen zijn 1,0 m verlaagd.
- Schorren en slikken: De verlaging is gespecificeerd voor 9 gebieden.
- Erosie schorranden: Achteruitgang is gespecificeerd voor 3 gebieden.
- Voorlanden: Alle voorlanden zijn 0,25 m extra verlaagd.

Voor een betere visualisatie van de verlagingen is in Figuur 4.1 grof aangegeven welke gebieden verlaagd zijn. Opgemerkt dient te worden dat bij het toepassen van de verlagingen rekening is gehouden met het midden van scherpe overgangen.

De uiteindelijk verkregen bathymetrie is de in dit rapport genoemde ontwerpbodem. Deze is weergegeven in Figuur 4.2.

4.3 Herkomst prognosebodem

De prognosebodem is afkomstig van Royal Haskoning 2008a. Hieronder is een samenvatting gegeven van hoe deze prognosebodem tot stand is gekomen, voor meer detail wordt verwezen naar Royal Haskoning 2008a.

In Royal Haskoning 2008a is de te verwachten ontwikkeling van de intergetijdengebieden in de Oosterschelde voor onder andere 2062 bepaald aan de hand van de opgetreden ontwikkelingen in de Oosterschelde over de periode van ongeveer 1989 tot 2007 (bestaande uit drie verschillende opnamecycli, zie Haskoning 2008a).

Hierbij zijn allereerst de beschikbare metingen gecontroleerd en geanalyseerd op betrouwbaarheid en consistentie. Vervolgens zijn analyses gemaakt van de karakteristieken van de overlappende gedeelten. Nadat inzichtelijk gemaakt is hoe betrouwbaar de diverse bronnen zijn en welke overlap en keuzevrijheid er is, zijn met behulp van de ArcGis-applicatie gebiedsdekkende bodems samengesteld voor de jaren 1990, 2001 en 2007.

Vervolgens zijn met behulp van de verkregen samengestelde bodems voor 1990, 2001 en 2007 de opgetreden ontwikkelingen in de Oosterschelde geanalyseerd. Tevens is een zandbalans per deelgebied samengesteld om inzicht te krijgen in de omvang van de transportstromen en de morfodynamiek van bepaalde delen van de Oosterschelde. Hierbij is gebruik gemaakt van 36 morfologische eenheden (deelgebieden), zie appendix 2 uit Royal Haskoning 2008a. Deze zandbalans diende onder andere als basis voor het bepalen van de prognosebodem.

Door een expert review team (Royal Haskoning 2006) is geadviseerd om voor de Oosterschelde geen gebruik te maken van morfologische modellen voor lange termijn prognoses. Het argument hiervoor was dat er te weinig bekend was over de interactie van geulen met platen om op dat moment een betrouwbare voorspelling te kunnen maken. Daarom is een prognosemodel ontwikkeld dat de geconstateerde bodemontwikkeling "intelligent extrapoleert" naar de toekomst. Bij deze methode is aangenomen dat de snelheidsontwikkeling niet alleen locatieafhankelijk is, maar ook afhankelijk is van de hoogteligging van dit punt.

Voor een gebied als de Oosterschelde mag verondersteld worden dat de ontwikkelingssnelheid per hoogteligging niet bij elk datapunt anders is, maar dat er een hoge mate van correlatie zal zijn met omliggende punten. Daarom is in Royal Haskoning 2008a voorgesteld om voor de prognosemethode uit te gaan van een indeling in morfologische eenheden (deelgebieden) waarbinnen een vergelijkbaar gedrag verondersteld mag worden.

De inhoud van de prognosemethode is als volgt:

1. Per punt is de afname of toename van de bodem tussen de beschikbare jaren voor de twee perioden (1990-2001 en 2001-2007) bepaald.
2. De waarde uit stap 1 is gedeeld door het aantal verstreken jaren tussen de beschikbare opnamen, gebruik makend van de metadata per punt waarin het bronjaar opgeslagen is.
3. De waarden zijn geclassificeerd per morfologische eenheid per hoogteklasse.
4. De waarden uit stap 2 zijn gemiddeld via een gewogen gemiddelde.

5. De prognose van 2012 ten opzichte van 2007 is bepaald door de waarden uit stap 5 te vermenigvuldigen met 5 jaar. Op basis van de contouren van 2007 wordt per hoogteklaas een nieuwe bodemligging berekend.
6. Per cyclus van vijf jaar per contourlijn van het uitgangsjaar is een diepteafhankelijke diepteverandering berekend. Deze vormt de basis voor de nieuwe prognose.

De belangrijkste stappen zijn geprogrammeerd in het programma ArcGis. Met behulp van de ArcGis-applicatie zijn, op basis van de bodem van 2007 én het gedefinieerde gedrag per morfologische eenheid, bodemprognoses berekend van 2012 tot 2112 met intervallen van 5 jaar. De hoogteafname van de bodems van 2012 tot 2112 is begrensd tot op de bovenkant van de aanwezige erosiebestendige laag (Royal Haskoning 2006).

De prognosebodems zijn in Royal Haskoning 2008a voor drie verschillende ontwikkelingsscenario's berekend, te weten gunstig, ongunstig en een gemiddeld scenario. Het gemiddelde scenario staat in de bovenstaande stappen beschreven. Om tot de andere twee scenario's te komen zijn stap 5 en 6 ook doorlopen, alleen is bij de waarden volgend uit stap 4 de standaardafwijking opgeteld (gunstig) of afgetrokken (ongunstig). In overleg met de opdrachtgever is gekozen om voor deze studie de prognosebodem berekend met het gemiddeld ontwikkelingsscenario's te gebruiken.

Op basis van de resultaten die zijn verkregen met het gemiddeld ontwikkelingsscenario kan het volgende geconcludeerd worden:

- Tot 2062 laten de slikken een gemiddelde afname zien van meer dan 50 centimeter.
- De erosie op de platen lijkt zich vooral te concentreren op de plaatdelen die het meest aan golfwerking blootstaan. Door de kunstmatige indeling van de Roggenplaat en de Galgeplaat in twee morfologische eenheden ontstaat een iets vertekend beeld. De aangevallen delen nemen relatief te snel af, terwijl de afgeschermdede delen te stabiel blijven. In werkelijkheid zal er een geleidelijke overgang zijn van de zwaar aangevallen erosieve delen naar de meer afgeschermdede plaatdelen.
- Het vrijkomende sediment lijkt zich vooral af te zetten in de diepere delen van de Oosterschelde. Rond de NAP -8 m is er sprake van sedimentatie.
- De Oosterschelde zal in een rap tempo vervlakken van een zeearm met veel karakteristieke platen, schikken en schorren, doorsneden door diepe geulen, tot een minder gevarieerde zeearm.
- Voor een groot deel van de Oosterschelde geldt dat de gemeten bodem van 2007 de ontwerp bodem al dicht benadert. Dus de in 1998 beoogde veiligheidsmarge ten gevolge van de bodemverlaging lijkt in 2007 al goeddeels opgesoupeerd te zijn.

De in deze studie genoemde prognosebodem is de uit Royal Haskoning 2008a volgende prognosebodem voor het jaar 2062 berekend met het gemiddeld ontwikkelingsscenario. Deze prognosebodem is in Figuur 4.3 weergegeven.

4.4 Prognosebodem voor de in deze studie uitgevoerde simulaties

Op de cd horend bij Royal Haskoning 2008a, zijn verschillende prognosebodems van het jaar 2062 te vinden. De verschillende codes van de bodembestanden en de bijbehorende scenario's zijn voor de duidelijkheid hieronder weergegeven:

2062vw.asc	= prognosebodem 2062 verkregen met gemiddeld ontwikkelingsscenario (vw = verwachtingswaarden)
2062ps.asc	= prognosebodem 2062 verkregen met gunstig ontwikkelingsscenario (ps = plus standaardafwijking)
2062ms.asc	= prognosebodem 2062 verkregen met ongunstig ontwikkelingsscenario (ms = min standaardafwijking)

Zoals in de vorige paragraaf al is aangegeven, is in overleg met de opdrachtgever gekozen voor de prognosebodem (2062) volgend uit het gemiddeld ontwikkelingsscenario. In deze studie is dus gebruik gemaakt van het bodembestand 2062vw.asc.

Het bodembestand is ingelezen en vervolgens geïnterpoleerd naar de bestaande SWAN bodemroosters uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. Hierbij wordt gebruik gemaakt van lineaire interpolatie. Opgemerkt dient te worden dat de bodemroosters niet exact overeenkomen met de rekenroosters van de SWAN berekeningen. Gekozen is om de ligging van de oorspronkelijke bodemroosters te gebruiken om zo veel mogelijk consistentie met de voorgaande berekeningen te houden. De numerieke gegevens van de bodemroosters zijn te vinden in Tabel 4.1.

Aangezien in de aangeleverde prognosebodem ook de dijken aanwezig zijn, zijn in eerste instantie deze dijken ook meegenomen in de bodem. In de oorspronkelijke bodem waren deze dijken niet aanwezig. Gekozen is om deze dijken ook uit de nieuwe geïnterpoleerde bodem te halen, vanwege de consistentie. De locaties waar bodemwaarden en waar dummywaarden aanwezig zijn komen nu exact overeen met de oude bodem.

Enkele bodemwaarden kunnen niet door interpolatie berekend worden. Deze waarden zijn aangevuld met oude bodemwaarden. Een controle van deze punten leert dat grote sprongen in het rooster niet of nauwelijks aanwezig zijn.

De naamgeving van de bodembestanden bestaat uit dezelfde codering als de rekenroosters, zie paragraaf 5.3. De extensie van de bodemfiles is .BOT.

4.5 Verschil tussen ontwerpbodem en prognosebodem

De bodemverschillen tussen de ontwerpbodem en prognosebodem zijn aangegeven in de Figuren 4.4a en 4.4b. Figuur 4.4a toont de verschillen voor de SWAN modellen S1 t/m S4. Figuur 4.4b toont de verschillen voor de detailmodellen D01 t/m D40.

Het algemene beeld is dat de prognosebodem lager (blauw) ligt dan de ontwerpbodem. Het zuidoostelijk intergetijdengebied is volgens de prognosebodem lager dan de ontwerpbodem. Opvallend is dat de westelijke platen bij de stormvloedkering minder

laag zijn dan in de ontwerpbodem. De prognosebodem geeft hier een mindere afname dan de ontwerpbodem.

Zowel in de ontwerpbodem als in de prognosebodem is geen sluitende zandbalans toegepast. Het verschil in zandvolumes tussen de beide bodems is per model:

S1: -37,8 Mm³

S2: +53,6 Mm³

S3: -36,2 Mm³

S4: -41,4 Mm³

Het netto zandverschil is -61,9 Mm³ is. De prognosebodem heeft dus ruim 60 miljoen m³ minder zand. In Royal Haskoning 2008a is geconstateerd dat de zandbalans niet sluitend is en dat hiermee verder gewerkt wordt.

Voor elk SWAN rooster is de ontwerpbodem, de nieuwe prognosebodem en het verschil tussen de bodems geplot in een figuur. Deze figuren zijn te vinden op de bij dit document horende CD.

5 SWAN BEREKENINGEN MET DE PROGNOSEBODEM

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van de SWAN berekeningen met de prognosebodem om de impact van de prognosebodem op de maatgevende golfbelastingen langs de Oosterschelde te bepalen. De SWAN berekeningen zijn een combinatie van de SWAN berekeningen uit Alkyon 1998a en 2005a met het enige verschil dat in de huidige studie gebruik is gemaakt van andere bodembestanden (prognosebodem, zie paragraaf 4.4). De verschillende rekenroosters, instellingen, naamgeving, etc. zijn identiek zijn aan Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. Voor de volledigheid zijn deze in dit hoofdstuk beschreven.

Paragraaf 5.2 beschrijft de verschillende rekenroosters. De gebruikte instellingen zijn te vinden in paragraaf 5.3. In paragraaf 5.4 zijn de gebruikte SWAN versies weergegeven. De golftrandvoorwaarden en de toegepaste windsnelheden en richtingen zijn te vinden in respectievelijk paragraaf 5.5 en 5.6. Paragraaf 5.7 laat zien hoe in de SWAN berekeningen de transmissie door de Oosterschelde kering is meegenomen. Om te zien of de resultaten uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a volledig reproduceerbaar zijn, zijn controle berekeningen uitgevoerd, deze staan beschreven in paragraaf 5.8. De uitgevoerde SWAN berekeningen en de bijbehorende output en naamgeving zijn te vinden in respectievelijk paragraaf 5.9 en 5.10.

Gedurende deze studie zijn enkele onvolkomenheden uit Alkyon 2005a naar boven gekomen, waardoor de uiteindelijke SWAN berekeningen moeilijk te reproduceren zijn (zie paragraaf 5.8). Om dit te vergemakkelijken is een korte handleiding geschreven om de in deze studie uitgevoerde SWAN berekeningen te reproduceren. Deze is te vinden in Bijlage A.

5.2 Rekenroosters

Om de simulaties met voldoende hoge resolutie uit te voeren en toch de toenmalige beschikbare computer capaciteit niet te overschrijden is gebruik gemaakt van geneste rekenroosters die hun randvoorwaarden van voorgaande SWAN berekeningen krijgen. De rekenroosters uit Alkyon 1998 en 2005a zijn hierbij aangehouden. Deze zijn opgedeeld in vier gebieden, te weten:

Buitengebied:	N1 (120 m x 120 m), B1 (100 m x 100 m), B2 (100 m x 100 m)
Kering (100 m x 100 m):	K1, K2, K3, K4
Oosterschelde (100 m x 100 m):	S1, S2, S3, S4
Detailgebieden (20 m x 20 m):	D01, D02,..... D39, D40

De Figuren 5.1a en 5.1b geven een overzicht van de verschillende rekenroosters. De numerieke kenmerken van de rekenroosters zijn te vinden in Tabel 5.1, waarbij:

x_0, y_0	=	De oorsprong van de rekenroosters
hoek	=	Draaiing van de grids (tegen de klok in t.o.v. het oosten)
L_x, L_y	=	Lengte van de grids in x- en y-richting
N_x, N_y	=	Aantal gridcellen in de x- en y-richting

Aangezien de bodemveranderingen ten westen van de Oosterschelde kering buiten beschouwing worden gelaten, is het in deze studie niet nodig de SWAN berekeningen met de rekenroosters N1, B1 en B2 opnieuw uit te voeren. Daarnaast zijn rekenroosters K1 en K2 in deze studie niet gebruikt, aangezien de transmissie over de Oosterschelde kering volgens Alkyon 2005a is toegepast. Hierbij wordt in plaats van de rekenroosters K1 en K2 gebruik gemaakt van de in Alkyon 2005a nieuw gedefinieerde rekenrooster K4.

5.3 SWAN versies

In Alkyon 1998a zijn de berekeningen uitgevoerd met de versie 30.62. Daarentegen zijn de SWAN berekeningen in Alkyon 2005a uitgevoerd met de SWAN versie 30.75, aangezien hier de transmissie beter meegenomen kan worden. Uit de controle berekeningen bleek dat in de huidige studie beide versies weer toegepast moeten worden om de resultaten nauwkeurig te kunnen reproduceren (zie paragraaf 5.8). Voor welke simulatie welke versie gebruikt dient te worden staat beschreven in Bijlage A en in paragraaf 5.9.

5.4 Instellingen

De volgende fysische en numerieke instellingen zijn gehanteerd, conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a:

GEN3 KOMEN
BREAK 1. 0.73
FRIC JONSWAP
TRIAD
NUM ACCUR 0.03 0.03 0.3 97. 15

Dit betekent dat de fysica voor golfopwekking en dissipatie door whitecapping worden geactiveerd op basis van de derde generatie instellingen volgens Komen. Diepte-geïnduceerd breken wordt gemodelleerd volgens Battjes en Janssen. Bodemwrijving wordt gemodelleerd volgens JONSWAP parameterisatie met een wrijvingscoëfficiënt van 0.067. Daarnaast zijn de Lumped Triad instellingen van Beji toegepast voor de berekeningen van drie-golf interacties. De numerieke instellingen geven aan dat het 3% nauwkeurigheidscriterium in 97% van de actieve gridpunten bereikt moet zijn. Het maximaal aantal iteraties is gezet op 15. Voor meer detail van de instellingen wordt verwezen naar TU Delft 1997.

5.5 Golfrandvoorwaarden

In deze studie is voor de westenwinden (210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 30N, 315°N, 330°N) gebruik gemaakt van de randvoorwaarden bestanden voor de rekenroosters S1 en K4 die verkregen zijn in Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. Dit omdat de SWAN berekeningen ten westen van de Oosterschelde kering niet opnieuw uitgevoerd hoeven te worden aangezien de bodem daar onveranderd blijft. Opgemerkt dient te worden dat de berekeningen voor westenwinden buiten het invloedsgebied van de

Oosterscheldekering uitgevoerd zijn met de randvoorwaarden bestanden voor het rekenrooster S1 verkregen in Alkyon 2005a. Dit is niet geheel correct aangezien deze met de randvoorwaarden bestanden van S1 uit Alkyon 1998a hadden moeten worden uitgevoerd, maar deze randvoorwaarden bestanden waren niet meer beschikbaar.

In Alkyon 1998a en 2005a zijn de golfrandvoorwaarden voor de westenwinden (210°N – 330°N) op het buitenste rekenrooster N1 afgeleid van de gemeten golfcondities bij Europlatform (gelegen op de noordwest rand van het N1 rekenrooster). Deze zijn gegeven in de vorm van een significante golfhoogte H_{m0} en een piekperiode T_p . Deze golfrandvoorwaarden zijn afhankelijk van de windsnelheid, maar niet van de windrichting. Een overzicht van deze golfrandvoorwaarden is gegeven in Tabel 5.2a. Langs de gehele noordwestzijde van N1 zijn de golfrandvoorwaarden van Europlatform opgelegd. Langs de noordoostzijde en zuidwestzijde van het N1 rekenrooster is een ruimtelijke variatie van de golfcondities toegepast. Hierin nemen de golfhoogte en piekperiode eerst langzaam af, gevolgd door een snelle afname nabij de kust. Deze afname is volgens een tanh-functie:

$$H_s(s) = H_s \tanh\left(\frac{1.05s_{\max} - s}{s_{\max}} \pi\right)$$

Hierin is s de coördinaat langs de modelrand en s_{\max} de lengte van de modelrand. In Alkyon 1998a en 2005a is de golfrandvoorwaarden langs deze randen om de 5 km gespecificeerd.

De golfrandvoorwaarden voor de geneste rekenroosters zijn verkregen uit de SWAN berekeningen met het bovenliggende rekenrooster, die zogenoemde nestbestanden gegenereerd. De nestbestanden bevatten 2D-spectra langs de randen van de geneste rekenroosters.

Afhankelijk van de windrichting zijn sommige geneste rekenroosters echter genest in twee andere rekenroosters. Zo is het rekenrooster S4 voor oosten- en noordenwind genest in twee rekenroosters. Bij oostenwind maken zowel S2 en S3 een nestbestand voor S4. De beide nestbestanden worden vervolgens samengevoegd tot één nieuw nestbestand voor het rekenrooster S4. Deze bewerking wordt aangestuurd met het matlab script `mkmerge.m`, welke gebaseerd is op het batch-script `MKMERGE.BAT` uit Alkyon 1998a. Bij noordenwind gaat dit op gelijke wijze en worden de nestbestanden van S1 en S2 samengevoegd tot één nestbestand voor S4. Het is dus van belang de SWAN berekeningen in een bepaalde volgorde uit te voeren, te weten:

<u>Windrichting [°N]</u>	<u>Volgorde berekeningen</u>
30, 60, 90, 120, 150	S2, S3, M*(S4 S2, S3), S4, S1, K3
180	S3, S4, S2, S1, K3
210, 240, 270, 285, 300, 315, 330	N2, B2, K4, S2, S4, S2, S3
360	S1, K3, S2, M*(S4 S1, S2), S4, S3

M*=combineren van twee nestbestanden m.b.v. MKMERGE.BAT

De ruimtelijke resolutie van de nestbestanden moet gelijk zijn aan de resolutie van de geneste roosters. Vanwege de destijds beperkte opslagcapaciteit zijn in eerste instantie de nestbestanden van de detailroosters weggeschreven met een resolutie van 100 m. Zodra een detailberekening moest worden opgestart, is het nestbestand verdicht naar

een ruimtelijke resolutie van 20 m. De verdichting vond plaats door middel van een lineaire interpolatie van de spectrale componenten (frequentie en richting). Deze bewerking is uitgevoerd door de programma's MKNEST3.exe en MODRVW2.exe. Om zo veel mogelijk consistentie met de voorgaande berekeningen te houden is gekozen deze bewerking in de huidige studie ook toe te passen (ondanks de grotere opslagcapaciteit van tegenwoordig).

Helaas kwam uit de controle berekeningen, waarbij de randvoorwaarden uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a moesten worden gereproduceerd, een onvolkomenheid met betrekking tot deze bewerking naar voren. Deze onvolkomenheid staat beschreven in paragraaf 5.9. Dit resulteerde in 2 versies van het programma MODRVW2.exe. De berekeningen die uitgevoerd zijn in Alkyon 2005a dienen het programma MODRVW2_1998 te gebruiken en de berekeningen van Alkyon 1998a het programma MODRVW2_2009.exe.

5.6 Windsnelheden en windrichtingen

In de huidige studie is alleen gekeken naar windklasse 2. Daarnaast is gebruik gemaakt van richtingsafhankelijke uniforme windsnelheid, conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. De waarden corresponderen met het basisgeval, dat gebaseerd is op Rijkooft en Wieringa 1983 en een kans van voorkomen heeft van eens in de 4000 jaar. De SWAN berekeningen zijn uitgevoerd voor 14 windrichtingen. De 14 windrichtingen en bijhorende windsnelheden zijn te vinden in Tabel 5.2b. In deze tabel wordt onderscheid gemaakt tussen een binnen en buitengebied. De grens van deze twee gebieden ligt op een lijn ter plaatse van de Oosterscheldekering.

5.7 Transmissie door de kering

Transmissie door de Oosterscheldekering zal alleen maar plaatsvinden bij de westelijke windrichtingen en bij de waterstanden NAP +0m, NAP +2m, NAP +3m. Bij de waterstand van NAP +4m is de Oosterschelde kering gesloten dus speelt transmissie geen rol.

Voor de transmissie door de kering is de aanpak uit Alkyon 2005a aangehouden. Hierin zijn frequentie- en waterstandafhankelijke transmissiecoëfficiënten (K_T) toegepast, welke volgden uit Alkyon 2005c. De waarde van de coëfficiënt K_T voor een waterstand van NAP +3m is daarin gesteld op 0,1.

De transmissiecoëfficiënt wordt toegepast tussen de frequenties 0,2 Hz en 0,3 Hz. Voor frequenties lager dan 0,2 Hz is de transmissiecoëfficiënt 1. Tussen de frequenties 0,2 Hz en 0,3 Hz verloopt de transmissiecoëfficiënt lineair naar de waterstandafhankelijke waarden 0,3, 0,2 en 0,1 voor respectievelijk de waterstanden NAP +0m, NAP +2m en NAP +3m. Boven de 0,3 Hz is de transmissiecoëfficiënt gelijk aan de waterstandafhankelijke waarden.

In Alkyon 2005a is de hierboven beschreven manier van meenemen van transmissie hard geprogrammeerd in de SWAN code. Voor deze berekeningen dient de SWAN executable swan3075t.exe te worden gebruikt. Deze is te vinden op de

bijgeleverde cd. Opgemerkt dient te worden dat de transmissiecoëfficiënt van 0,6 in de SWAN invoerfiles een dummy waarden is en hard overschreven wordt door de executable.

5.8 Controle berekeningen

Om te zien of de verschillen tussen de golfrandvoorwaarden berekend met de ontwerpbodem (Alkyon 1998a en Alkyon 2005a) en berekend met de prognosebodem (huidige studie) volledig toe te schrijven zijn aan de prognosebodem moeten de golfberekeningen met dezelfde SWAN versie, instellingen, etc. als in Alkyon 1998a en 2005a opnieuw uitgevoerd worden. Hiervoor zijn enkele controle berekeningen uitgevoerd met de oorspronkelijke ontwerpbodem. De resultaten zijn vergeleken met de resultaten uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a om te zien of deze goed reproduceerbaar zijn. Dus door hierna alleen de bodem te veranderen zijn de eventuele verschillen in golfrandvoorwaarden geheel toe te schrijven aan de bodemverandering.

Gekozen is om de volgende controle berekeningen uit te voeren:

Windrichting	rekenroosters
90	S2, S3, D28, D32
180	S3, D11, D20
300	S1, D02, D03

Allereerst zijn de controle berekeningen met de SWAN versie 30.75 uitgevoerd. Vervolgens zijn figuren aangemaakt met daarin de ruimtelijke weergave van het verschil in golfhoogte tussen de berekeningen in Alkyon 1998a en Alkyon 2005a en de in deze studie uitgevoerde controle berekeningen. Op basis van deze resultaten is het volgende geconcludeerd:

- Het gebruik van de verschillende SWAN versies leidt toch tot kleine verschillen (orde millimeters) als gevolg van numerieke verschillen.
- De resultaten van de detailrekenroosters laten bij westenwind binnen het invloedsgebied een onacceptabel randverschil zien (orde centimeters).

Na verder testen is naar voren gekomen dat in Alkyon 2005a een andere versie van het programma MODRVW2.exe is gebruikt. Helaas genereerde deze nieuwe versie niet alle spectra op de randen, maar miste enkele spectra op de randen. Controle berekeningen met de in 2005 gebruikte versie van MODRVW2.exe lieten zien dat de onacceptabele randverschillen verdwenen waren.

Om goed vast te kunnen stellen of het gebruik van alleen een andere bodem in de SWAN berekeningen andere golfrandvoorwaarden oplevert in de Oosterschelde, is in samenspraak met Deltares besloten de berekeningen geheel conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a uit te voeren. Dit betekent dat bij de in deze studie uitgevoerde berekeningen 2 versies van MODRVW2.exe en 2 SWAN versies gebruikt zijn:

- SWAN versie 30.75/30.75t & MODRVW2_1998.exe
Voor de berekeningen conform Alkyon 2005a (mist enkele spectra op de randen)
- SWAN versie 30.62 & MODRVW2_2009.exe

Voor de berekeningen conform Alkyon 1998a

De verschillende versies zorgen ervoor dat de uiteindelijke SWAN berekeningen moeilijk te reproduceren zijn. Om de reproductie goed vast te leggen is een korte handleiding geschreven welke te vinden is in Bijlage A.

5.9 Uitgevoerde SWAN simulaties

De SWAN berekeningen met de prognosebodem zijn voor 3 waterstanden (NAP +0m, +2m, +4m) en 14 windrichtingen (zie Tabel 5.2b) doorgerekend voor alleen windklasse 2. Daarnaast zijn voor de gebieden binnen het beïnvloedingsgebied (D01 t/m D07 en D34 t/m D40) SWAN berekeningen met de prognosebodem uitgevoerd, voor 7 windrichtingen bij een waterstand van NAP + 3m (zie Tabel 5.2b). De rekenresultaten voor deze waterstand in de overige gebieden en voor de overige 7 windrichtingen zijn verkregen door lineaire interpolatie tussen de rekenresultaten van waterstand NAP +2m en NAP +4m. In totaal zijn 1995 SWAN berekeningen uitgevoerd.

Aangezien uit de controle berekeningen vastgesteld is dat de SWAN resultaten alleen exact overeenkomen indien de twee verschillende SWAN versies gebruikt worden en twee verschillende executables om de randvoorwaarden voor de geneste grids te genereren zijn de nieuwe berekeningen ook zo uitgevoerd. Om de reproduceerbaarheid van de in deze studie uitgevoerde berekeningen te vergemakkelijken is in Bijlage A een handleiding geschreven voor het uitvoeren van deze nieuwe SWAN berekeningen. Hierbij worden voor de verschillende simulaties de gebruikte executables, SWAN versie etc. eenduidig beschreven.

Over het algemeen zijn de versies van SWAN en modrvw als volgt toegepast:

Waterstand	Westelijke windrichtingen (210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N)	Overige windrichtingen
NAP +0m	Versie 30.75 + modrvw_1998	Versie 30.62+ modrvw_2009
NAP +2m	Versie 30.75 + modrvw_1998	Versie 30.62+ modrvw_2009
NAP +3m (gebieden binnen het invloedsgebied van de kering, D01 t/m D07 en D34 t/m D40)	Versie 30.75 + modrvw_1998 Versie 30.75t + modrvw_1998 (alleen voor K4)	Lineaire interpolatie
NAP +3m (gebieden buiten het invloedsgebied van de kering, D08 t/m D33)	Lineaire interpolatie	Lineaire interpolatie
NAP +4m	Versie 30.62+ modrvw_2009	Versie 30.62+ modrvw_2009

In Bijlage B zijn alle uitgevoerde SWAN berekeningen en bijhorende versie weergegeven. De geel gemarkeerde gedeelten zijn uitgevoerd met versie 30.62 (incl. MODRVW2_2009), de blauw gemarkeerde gedeelten zijn uitgevoerd met versie 30.75 (incl. MODRVW2_1998) en het paars gemarkeerde gedeelte geeft aan dat de simulaties uitgevoerd zijn met de SWAN code waarbij de transmissie hard in de code staat, versie 30.75t (incl. MODRVW2_2009).

Opgemerkt dient te worden dat de inputbestanden niet zijn aangepast met betrekking tot de datum en projectnaam, conform Alkyon 2005a.

5.10 Controles uitgevoerde simulaties

Om te zien of elke berekening convergeert, zijn bij de uitvoering van de SWAN berekeningen ASCII bestanden aangemaakt die bijhouden wat de uiteindelijke convergentie is van elke berekening. Uiteindelijk zijn deze ASCII bestanden ingelezen en in het Excel bestand Simulaties.xls geplaatst. In dit Excel bestand kan in één oog opslag gezien worden of de berekeningen geconvergeerd zijn. Alle berekeningen die in de huidige studie zijn uitgevoerd zijn geconvergeerd (>97%).

Daarnaast is in verschillende ASCII bestanden aangegeven met welke versie elke berekening is uitgevoerd. Het matlabscript rd_ascfiles.m leest de ASCII bestanden in en schrijft het versienummer achter de bijhorende berekening in het bestand Simulaties.xls. Hiermee is een overzicht verkregen van welke berekening met welke versie is uitgevoerd (zie Bijlage B).

5.11 SWAN output en naamgeving outputbestanden

5.11.1 SWAN output

Het resultaat van één SWAN berekening resulteert in 3 soorten uitvoer, te weten:

- **Blokbestanden (*.BLOK)**
Bevat voor elk rekenpunt een integrale golfparameter. Deze zijn aangemaakt voor de volgende parameters:
Xp = X- coördinaat
Yp = Y- coördinaat
DE = rekendiepte (bodempligging+waterstand)
HS = significante golfhoogte H_{m0}
RTP = golfpiekperiode T_p
TM01 = gemiddelde golfperiode $T_{m-2,-1}$ (doordat het commando POWER op -1 is gezet geeft de uitvoer TM01 de $T_{m-2,-1}$)
TM02 = gemiddelde golfperiode T_{m02}
DIR = gemiddelde golfrichting θ

De definities van de parameters zijn te vinden in Bijlage C

- **Tabellen (*.TAB)**
De tabellen worden aangemaakt voor een selectie van uitvoerpunten zoals gespecificeerd in de PNT bestanden (zie bijgevoegde CD). In de tabellen zijn voor de gespecificeerde uitvoerpunten naast de parameters beschreven bij de blokbestanden ook de richtingsverspreiding van de golven, de genormaliseerde breedte van het frequentie spectrum en de windsnelheid gegeven.
- **Spectra (*.SP1 en *.SP2)**
De 1D en 2D-spectra worden aangemaakt voor een selectie van uitvoerpunten zoals gespecificeerd in de PNT bestanden.

Alle uitvoerbestanden hebben de naamgeving zoals aangegeven in subparagraaf 5.11.2 alleen met de extensie als aangegeven tussen haakjes.

NB. T_{pm} is geen SWAN uitvoer, maar is wel benodigd voor het ontwerp van de dijkbekleding. De T_{pm} wordt buiten SWAN om berekend uit het door SWAN berekende 1D-spectrum. Deze berekening is uitgevoerd met het door Alkyon ontwikkelde matlabscript `cmp_spectral_parameters.m`, zie Bijlage C .

5.11.2 Naamgeving

Voor de naamgeving van de SWAN berekeningen is voor elke simulatie een unieke code gegeven. De codering is identiek aan de gehanteerde codering in Alkyon 1998 en Alkyon 2005a.

De codering van een SWAN berekening bestaat uit 6 of 7 karakters. De eerste 2 of 3 karakters bestaan uit de code voor het rekengebied. Daarna volgt één karakter voor de waterstand gevolgd door één karakter voor de windklasse en de laatste twee karakters staan voor de windrichting

De volgende coderingen zijn gebruikt:

Rekengebieden:	K3, K4, S1, S2, S3, S4, D01 t/m D40
Waterstand:	N, L, K, M (resp. NAP + 0m, NAP + 2m, NAP + 3m, NAP + 4m)
Windklasse:	2
Windrichting:	03, 06, 09, 12, 15, 18, 24, 27, 28, 30, 31, 33, 36 (resp 30°N, 60°N, 90°N, 120°N, 150°N, 180°N, 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N, 360°N)

Zo staat het bestand S1L228.SWN voor de berekening met het rekenrooster S1 (=S1) met een waterstand NAP +2m (=L), voor windklasse 2 (=2) en een windrichting 285°N (=28).

Voor de volledigheid volgt hier de codering van de buitenste rekenroosters en overige windklassen die wel zijn gebruikt voor de bepaling van de huidige hydraulische randvoorwaarden, maar die niet nodig waren voor de huidige studie:

Rekengebieden:	N1, B1, K1, K2
Windklasse:	1, 3, 4, 5, 6

6 MAATGEVENDE GOLFRANDVOORWAARDEN PER DIJKVAK

6.1 Inleiding

Om de maatgevende golfrandvoorwaarden per dijkvak te bepalen zijn de volgende handelingen verricht:

- Aanmaken van zogenaamde num-tabellen met randvoorwaarden per uitvoerpunt. Deze num-tabellen hebben een standaard acii-format, waarin verschillende golfparameters staan, welke rechtstreeks in WindWater kan worden ingelezen
- De correcties uit WL|Delft Hydraulics 2005 zijn vervolgens verwerkt in deze num-tabellen
- Met Windwater 2004 zijn stromingcorrecties verwerkt in de randvoorwaarden
- De maatgevende golfrandvoorwaarden per dijkvak zijn met Windwater 2004 bepaald.
- Met behulp van steekproeven is met WindWater 2004 bepaald of de nieuwe randvoorwaarden realistisch zijn.

De verschillende handelingen worden in dit hoofdstuk besproken.

Voor meer achtergrond bij de bepaling van de maatgevende golfcondities per dijkvak en de verwerking van correcties op de berekende waarden wordt verwezen naar hoofdstuk 3 en (Svašek Hydraulics/Royal Haskoning 2007).

6.2 Num-tabellen met randvoorwaarden per uitvoerpunt

Er is een tweetal num-tabellen gegeneerd, welke de (ongecorrigeerde) golfcondities op basis van de bodemprognose weergegeven en waarin de gegevens van alle uitvoerpunten staan, te weten:

- OS_Prognosebodem_wst023.num
- OS_Prognosebodem_wst234.num

De eerste num-tabel heeft betrekking op de waterstanden NAP +0m, NAP +2m en NAP +3m en de tweede tabel op de waterstanden NAP +2m, NAP +3m en NAP +4m. Er is gekozen voor de opdeling in een tweetal tabellen, omdat het programma WindWater 2004 maximaal drie waterstanden tegelijk kan presenteren. De tabellen bestaan uit 31 parameters (nummer uitvoerpunt, windklasse, waterstand, windrichting, x- en y-coördinaat, waterdiepte, H_{m0} , T_{m-10} , T_{m02} , T_{peak} , golfrichting, richtingsspread, κ , F_{spr} , T_{pb} , T_{peq} , T_{pbeq} , F_{split} , T_{p1} , T_{p2} , T_{pb1} , T_{pb2} , E_{tot1} , E_{tot2} , F_{mean} , F_{spread} , F_{skew} , F_{kurt} , NP, T_{pm}). Niet alle benodigde golfparameters zijn standaard SWAN uitvoer, maar zijn buiten SWAN om berekend, uit de door SWAN berekende spectra, conform Alkyon 1998 en Alkyon 2005. Hierbij is gebruik gemaakt van het door Alkyon gegeneerde matlab script 'cmp_spectral_parameters.mat', zie de memo in Bijlage C1.

6.3 Parametercorrectie

Naar aanleiding van uitgevoerde metingen worden de berekende golfcondities op de Oosterschelde vanaf 2006 gecorrigeerd, met correctiefactoren uit WL|Delft Hydraulics 2005. Deze correctiefactoren worden voor alle waterstanden (zowel bij open als gesloten kering) toegepast bij de bepaling van de golfcondities. De golfcondities uit de num-tabellen, welke in vorige paragraaf zijn beschreven zijn gecorrigeerd met deze correctiefactoren, waaruit een tweetal nieuwe num-tabellen volgt:

- OS_Prognosebodem_wst023_par.num
- OS_Prognosebodem_wst234_par.num

Deze tabellen geven de golfcondities weer van alle uitvoerpunten voor alle windrichtingen, waarbij de golfcondities zijn gecorrigeerd met de correctiefactoren. Deze tabellen zijn direct bruikbaar voor de nabewerking met WindWater 2004.

6.4 Verwerking in WindWater

In het programma WindWater 2004 (Xi-advies BV, 2005) kunnen de gegeneerde num-tabellen, zoals genoemd in paragraaf 6.3, worden ingelezen en gevisualiseerd. Daarnaast kunnen de golfcondities in WindWater worden gecorrigeerd voor het effect van stromingen (stromingscorrectie).

Nadat de golfcondities voor alle uitvoerpunten zijn gecorrigeerd voor stromingen, zijn met behulp van WindWater de maatgevende golfcondities per dijkvak bepaald op basis van de belastingfunctie $Z1 (H_s * T_{pm})$. Dit is gebeurd op gelijke wijze als de bepaling van de golfcondities, welke zijn beschreven in detailadviezen (Svašek Hydraulics/Royal Haskoning 2007). De maatgevende golfcondities voor alle dijkvakken op basis van de prognosebodem zijn weergegeven in tabel 6.2, waarbij de golfcondities dus zijn gecorrigeerd met de correctiefactoren (WL|Delft Hydraulics 2005) en voor het effect van stromingen. Daarnaast zijn de maatgevende golfcondities per dijkvak verwerkt in de Excel-sheet:

“Randvoorwaarden_os_bodemprognose2009_171209.xls”.

De maatgevende golfcondities met betrekking tot de prognosebodem zijn naar boven afgerond op 1 decimaal nauwkeurig, conform de maatgevende golfcondities die momenteel gebruikt worden bij projectbureau Zeeweringen (o.b.v. de ontwerpbodem). De beschouwde dijkvakken zijn weergegeven in figuur 2.1a en in tabel 6.1.

6.5 Controle resultaten

Voor de analyse van de resultaten is de gecorrigeerde SWAN uitvoer van golfhoogte en golfperiode in Windwater 2004 gevisualiseerd en bekeken, om te controleren of het golfverloop er realistisch uitziet. De ruimtelijke verdeling van de verschillende golfparameters is realistisch. Daarnaast is het met SWAN berekende golfveld (zonder correcties) geplot. Hieruit volgde ook een fysisch realistisch beeld.

7 IMPACT BODEMPROGNOSE

7.1 Inleiding

Om de impact van de prognosebodem te bekijken wordt in dit hoofdstuk het verschil bekeken tussen de maatgevende golfcondities op basis van de prognosebodem en de maatgevende golfcondities op basis van de ontwerpbodem. Omdat de maatgevende golfcondities in de detailadviezen worden beschreven op dijkvakniveau worden de golfcondities ook vergeleken op dijkvakniveau en niet op uitvoerpuntniveau. Daarbij zijn de berekende golfcondities gecorrigeerd met de correctiefactoren (WL|Delft Hydraulics 2005) en voor het effect van stroming (zie hoofdstuk 6). De golfcondities zijn naar boven afgerond op 1 decimaal nauwkeurig, conform de golfcondities in de detailadviezen, welke gebaseerd zijn op de ontwerpbodem. De maatgevende randvoorwaarden per dijkvak zijn weergegeven in tabel 6.2. De beschouwde dijkvakken zijn weergegeven in figuur 2.1a en in tabel 6.1.

De maatgevende golfcondities van zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem zijn weergegeven in de Excel-sheet:

“Randvoorwaarden_os_bodemprognose2009_171209.xls”.

Daarbij zijn de golfcondities van de ontwerpbodem bepaald met behulp van WindWater 2004 (Xi-advies BV, 2005) op basis van de volgende num-tabellen:

- OS-PBZ_060523_wst023.num
- OS-PBZ_060523_wst234.num

Dit is gebeurd op vrijwel gelijke wijze als de bepaling van de golfcondities van de prognosebodem en bepaling van de maatgevende uit de detailadviezen, waarvan de aanpak is beschreven in het zogenaamde Kookboek en (Svašek Hydraulics/Royal Haskoning 2007) hoofdstuk 3. In de detailadviezen wordt echter alle berekende golfcondities nader beschouwd in samenhang met de plaatselijke omstandigheden. Daarbij worden soms dijkvakken opgeknipt, dijkvakgrenzen verschoven of windrichtingen uitgesloten. Deze nadere beschouwing is niet uitgevoerd in deze studie, waardoor de golfcondities op basis van de ontwerpbodem niet overal geheel overeenkomt met die uit de detailadviezen. Aangeraden wordt daarom om de maatgevende golfcondities op basis van zowel de ontwerpbodem als de prognosebodem niet direct te gebruiken voor het ontwerp van steenbekledingen.

7.2 Impact bodemprognose ten opzichte van ontwerpbodem

In figuur 7.1 t/m 7.3 zijn de verschillen in maatgevende waarden van H_s , T_{pm} en $Z1$ -waarde ($=H_s \cdot T_{pm}$) weergegeven, op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem. Hierbij zijn de weergegeven waarden de golfcondities bepaald met de prognosebodem minus de golfcondities bepaald met de ontwerpbodem. Een positief verschil betekent dat de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem hoger zijn dan de randvoorwaarden op basis van de ontwerpbodem. Met kleuren zijn verschillende gradaties in de verschillen tussen de golfcondities onderscheiden. Op een aantal locaties is geen kleuraanduiding aangeven. In die gevallen geeft SWAN geen uitvoer, omdat het voorland droog valt bij betreffende waterstand.

In tabel 7.1 zijn eveneens de verschillen in maatgevende golfcondities op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem weergegeven. Ook in deze

figuren betekent een positief verschil dat de randvoorwaarden op basis van de prognosebodem hoger zijn dan de randvoorwaarden op basis van de ontwerpbodem. Met kleuren zijn verschillende gradaties in de verschillen tussen de golfcondities onderscheiden, waarbij de gradaties overeenkomen met die uit de figuren 7.1 t/m 7.3.

In tabel 7.1 is daarnaast het verschil in waterdiepte, windrichting en Z1-waarde ($H_s \cdot T_{pm}$) weergegeven. Opvallend is dat het verschil in waterdiepte niet altijd gelijk is. De betreffende waterdiepte is gerelateerd aan het maatgevende uitvoerpunt binnen het bijbehorende dijkvak. In het geval dat een andere uitvoerpunt binnen het dijkvak maatgevend wordt, verandert ook de bijbehorende bodemligging, waardoor het verschil in waterdiepte niet constant is.

Het verschil in Z1-waarde is weergegeven in tabel 7.1, omdat dit een indruk geeft of de totale golfbelasting (combinatie van golfhoogte en golfperiode) bij de maatgevende situatie toe of afneemt. In enkele gevallen neemt namelijk de golfhoogte toe, terwijl op dezelfde locatie de golfperiode (T_{pm}) juist afneemt bij de maatgevende richting. Dit valt vaak samen met het maatgevend worden van een andere windrichting of uitvoerpunt.

In de tabellen 7.2a t/m 7.4a zijn de verschillen in H_s , T_{pm} en Z1-waarde ($H_s \cdot T_{pm}$) gekwantificeerd, waarbij dezelfde gradaties zijn aangehouden als in figuren 7.1 t/m 7.3 en tabel 7.1. Daarnaast is in de tabellen 7.2b t/m 7.4b de procentuele verdeling weergegeven, waarbij het totaal aantal waarden ook de droogvallende uitvoerpunten (NaN) bevat.

Uit figuur 7.1 en de tabellen 7.1 en 7.2a/b kan worden geconcludeerd voor H_s dat het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem resulteert in:

- In 68% van alle gevallen (voor alle waterstanden) verandert de H_s , waarbij het in 31% van de gevallen een verhoging betreft en in 37% van de gevallen een verlaging betreft (tabel 7.2b). In 25% van de gevallen blijft H_s onveranderd en in 7% van de gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer (tabel 7.2b).
- In 81 % van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 0,2 m en in 12% is het verschil groter dan 0,2 m. In de overige gevallen (7%) valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer.
- De grootste verschillen voor H_s betreffen een toename van 0,6 m (dijkvak 30a, NAP +0m) en een afname van 1,2 m (dijkvak 86b, NAP +2m) (zie tabel 7.1)

Uit figuur 7.2 en de tabellen 7.1 en 7.3a/b kan worden geconcludeerd voor T_{pm} dat het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem resulteert in:

- In 72% van alle gevallen (voor alle waterstanden) verandert de T_{pm} , waarbij het in 45% van de gevallen een verhoging betreft en in 27% van de gevallen een verlaging betreft (tabel 7.3b). In 21% van de gevallen blijft T_{pm} onveranderd en in 7% van de gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer (tabel 7.3b).
- In 85 % van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 0,6 s en in 8% is het verschil groter dan 0,6 s (tabel 7.3b), in de overige gevallen (7%) valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer.
- De grootste verschillen voor T_{pm} betreffen een toename van 3,5 s (dijkvak 26, NAP +0m) en een afname van 4,9 s (dijkvak 155a, NAP +2m) (zie tabel 7.1)

Uit figuur 7.3 en de tabellen 7.1 en 7.4a/b kan worden geconcludeerd voor de Z1-waarden ($H_s \cdot T_{pm}$) dat het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerp-bodem resulteert in:

- In 73 % van alle gevallen (voor alle waterstanden) is de verandering groter dan 0,2 ms in de Z1-waarde, waarbij het in 36% een verhoging betreft en in 38% een verlaging betreft (tabel 4.3b). In 19% van de gevallen blijft de verandering van de Z1-waarde kleiner dan 0,2 ms (tabel 7.4b).
- In 65 % van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 1 ms en in 27% is het verschil groter dan 1,0 ms (tabel 7.4b), in de overige gevallen (7%) valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer.
- De grootste verschillen voor de Z1-waarde betreffen een toename van 3,5 ms (dijkvak 26, NAP +0m) en een afname van 6,7 ms (dijkvak 1, NAP +3m) (zie tabel 7.1)

Als de figuren 4.4a/b en figuur 7.1 naast elkaar worden gelegd, is duidelijk waarneembaar dat grote veranderingen in de golfcondities grotendeels samen vallen met veranderingen in de bodemligging ter plaatse van de directe omgeving van de dijkvakken. Daarbij neemt over het algemeen de golfparameter H_s toe bij een verdieping van de bodem en af bij een verondieping. Een verdieping in de directe omgeving van het dijkvak resulteert echter niet altijd in verhoging van de golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten. Dit komt omdat een verandering van de bodem verder van de kust ook van invloed kan zijn (zie paragraaf 7.3). Hierdoor is niet altijd direct uit het verschil in bodemligging in het uitvoerpunt af te leiden of de golfcondities omhoog of omlaag gaan door gebruik van de prognosebodem.

Als figuur 7.1 (H_s) en figuur 7.3 (Z1-waarde) naast elkaar worden gelegd is zichtbaar dat deze figuren voor de verschillende waterstanden grote overeenkomsten in patroonvorm vertonen. Daarbij is zichtbaar dat over het algemeen een verhoging van de golfhoogte H_s op een bepaalde locatie (bij dezelfde waterstand) ook in een verhoging van de Z1-waarde resulteert en een verlaging van de golfhoogte H_s in een verlaging van de Z1-waarde. Dit patroon is niet duidelijk zichtbaar tussen de golfperiode T_{pm} (figuur 7.2) en de Z1-waarde (figuur 7.3).

7.3 Analyse grote verschillen

In deze paragraaf zal een aantal van de grote verschillen in golfparameters nader bekeken en verklaard worden. Hieronder wordt een vijftal situaties beschreven, welke zijn geselecteerd, indien de verschillen relatief groot zijn of indien deze illustratief zijn voor het verklaren van verschillen op andere locaties. Er wordt vanuit gegaan dat de overige verschillen in golfparameters op gelijke wijze verklaard kunnen worden. Voor de ligging van de dijkvakken wordt verwezen naar figuur 2.1a en tabel 6.1.

Dijkvak 1 (rooster D01), waterstand NAP +3 m

Dijkvak 1 is gelegen aan de zuidoever van de Oosterschelde direct ten oosten van de Oosterscheldedekering. Dijkvak 1 bestaat uit slechts één uitvoerpunt, namelijk uitvoerpunt 3, welke ligt in de Jacobahaven (zie groene cirkel in figuur 7.4a). Door het gebruik van de prognosebodem in plaats van de ontwerp-bodem zijn bij een waterstand van NAP +3 m de verschillen in golfparameters: H_s : -0,7 m; T_{pm} : -0,8 s en Z1-waarde: -6,7 ms (zie

tabel 7.1). De maatgevende windrichting is voor dit dijkvak bij zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem 300 graden.

De bodemligging van de ontwerpbodem, van de prognosebodem en de verschilbodem (prognosebodem – ontwerpbodem) in de omgeving van dijkvak 1 is weergegeven in figuur 7.4a. In figuur 7.4a is te zien dat de bodemligging ter plaatse van uitvoerpunt 3 gelijk is voor beide situaties (zie ook tabel 7.1). De bodemligging zeewaarts van uitvoerpunt 3 is echter wel verschillend. Bij de prognosebodem is er namelijk een ondiepte aanwezig, welke 1,5 tot 3,0 m hoger ligt dan bij de ontwerpbodem. Uit figuur 7.5 blijkt dat de golven op deze ondiepte breken en dat de golfhoogte H_s ter plaatse van uitvoerpunt 3 hierdoor bij de prognosebodem aanzienlijk lager is dan bij de ontwerpbodem. Uit de afname van de golfperiode T_{pm} van 7,1 s naar 6,6 s (zie tabel 7.1) blijkt dat de golfperiode ook hinder ondervindt van de voorliggende ondiepte, echter duidelijk in minder mate dan de H_s .

NB: Deze ondiepte kan zijn ontstaan doordat mogelijk de havendam van de Jacobahaven in de bodemschematisatie van de prognosebodem is meegenomen. Om dit nader te bekijken is de kleurenschaal van figuur 7.4a aangepast, zie figuur 7.4b. In figuur 4.5b is te zien dat een ondiepte aanwezig is in de prognosebodem. Echter dit betreft niet de havendam zelf, aangezien deze ondiepte op NAP -0.5m ligt en de dam aanzienlijk hoger ligt (ca. NAP+2m).

Dijkvak 26 (rooster D06), waterstand NAP+2m

Dijkvak 26 ligt aan de zuidoever van de Oosterschelde, ten zuidoosten van de Zeelandbrug, aanliggend aan de Slikken van Kats. Dijkvak 26 bestaat uit de uitvoerpunten 104 t/m 108 (zie groene ovaal in figuur 7.6). Door het gebruik van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem zijn bij een waterstand van NAP +2 m de verschillen in golfparameters: H_s : +0,5 m; T_{pm} : -0,2 s en Z1-waarde: +3,1 ms (zie tabel 7.1). De maatgevende windrichting is voor dit dijkvak bij zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem 300 graden.

De bodemligging van de ontwerpbodem, van de prognosebodem en de verschilbodem (prognosebodem – ontwerpbodem) in de omgeving van dijkvak 26 is weergegeven in figuur 7.6. In figuur 7.6 is te zien dat de bodemligging bij de prognosebodem ter plaatse van de uitvoerpunten 104 t/m 108 en zeewaarts daarvan, lager is dan bij de ontwerpbodem. Ter plaatse van het maatgevende uitvoerpunt blijkt het verschil 1,8 m te zijn (zie tabel 7.1). Dit verschil wordt overigens geheel veroorzaakt door het verschil in bodemligging en niet omdat het een ander maatgevend uitvoerpunt betreft. In figuur 7.7 is duidelijk te zien dat door het diepere voorland bij de prognosebodem, de golfhoogte richting de dijk langzamer afneemt dan bij de ontwerpbodem. Hierdoor is de maatgevende golfhoogte H_s bij de prognosebodem aanzienlijk hoger ter plaatse van dit dijkvak dan bij gebruik van de ontwerpbodem. De golfperiode T_{pm} blijkt wel af te nemen, echter met slechts 0,2 s.

Dijkvak 86b (rooster D19), waterstand NAP +2 m

Dijkvak 86b ligt in het oosten van de Oosterschelde, bij de Oesterdam, ter plaatse van de dam van de Bergsche Diepsluis. Dijkvak 86b bestaat uit de uitvoerpunten 416 en 417, waarbij uitvoerpunt 416 aan de zuidzijde van de dam ligt en uitvoerpunt 417 aan de noordzijde van de dam (zie groene cirkels in figuur 7.8). Door het gebruik van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem zijn bij een waterstand van NAP +2 m de verschillen in golfparameters: H_s : -1,2 m; T_{pm} : +0,1 s en Z1-waarde: -5,8 ms (zie

tabel 7.1). De maatgevende windrichting is voor dit dijkvak bij zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem 270 graden, en uitvoerpunt 417 is in alle gevallen maatgevend.

De bodemligging van de ontwerpbodem, van de prognosebodem en de verschilbodem (prognosebodem – ontwerpbodem) in de omgeving van dijkvak 86b is weergegeven in figuur 7.8. Uit figuur 7.8 blijkt dat in de prognosebodem de dam bij de Bergsche Diepsluis deel is van de bodem. Hierdoor ligt de bodem lokaal meer dan 4,5 m hoger dan bij de ontwerpbodem, waardoor het golfreducerende effect van deze dam wordt meegenomen in de golfberekeningen. In figuur 7.9 is het golfreducerende effect van deze dam bij een windrichting van 270 graden duidelijk zichtbaar bij de prognosebodem in tegenstelling tot de ontwerpbodem. Indien deze dam niet bestand is gemaakt tegen 1/4000^{ste} stormcondities is het reducerende effect van deze dam bij de prognosebodem ten onrechte meegenomen. De golfcondities ter plaatse van de uitvoerpunten 417 t/m 428 worden daardoor bij gebruik van de prognosebodem mogelijk onderschat.

Dijkvak 159a t/m 160 (rooster D36), waterstand NAP +2 m

De dijkvakken 159a t/m 160 liggen aan de noordzijde van de Oosterschelde, bij Borrendamme, met voor de kust de zandplaat genaamd het 'Nunnenplaatje' (voor ligging zie figuur 7.10). Deze dijkvakken bestaan uit de uitvoerpunten 879 t/m 886 (zie groene ovalen in figuur 7.10). Door het gebruik van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem zijn bij een waterstand van NAP +2 m de verschillen in golfparameters: H_s : +0,2 m tot +0,3 m; T_{pm} : +0,4 s tot +0,6 s en Z1-waarde: +1,9 ms tot +2,4 ms (zie tabel 7.1). De maatgevende windrichting is voor deze dijkvakken 240 tot 270 graden.

De bodemligging van de ontwerpbodem, van de prognosebodem en de verschilbodem (prognosebodem – ontwerpbodem) in de omgeving van de dijkvakken 159a t/m 160 is weergegeven in figuur 7.10. Uit figuur 7.10 blijkt dat de geul tussen het Nunnenplaatje en de kust in de prognosebodem zo'n 1 - 3 m minder diep ligt dan in de ontwerpbodem. Het aanwezige 'Nunnenplaatje' ligt echter bij de ontwerpbodem tussen de 0,5 m en 1,5 lager dan bij de prognosebodem. Voor de dijkvakken 159a t/m 160 blijkt dat ondanks de ondiepere geul vlak voor de kust, de golfcondities bij de prognosebodem hoger te zijn dan bij de ontwerpbodem. Dit is ook duidelijk zichtbaar in figuur 7.11. Hieruit blijkt dat niet alleen de bodemligging in de directe omgeving van belang is, maar dat een verandering van de bodem verder van de kust ook van grote invloed kan zijn.

Dijkvak 56c (rooster D10), waterstand NAP +2 m

Dijkvak 56c ligt aan de zuidoever van de Oosterschelde, direct ten zuidoosten van het Kanaal door Zuid-Beveland. Dijkvak 56c bestaat uit de uitvoerpunten 238 en 239 (zie groene cirkels in figuur 7.12). Door het gebruik van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem zijn bij een waterstand van NAP +2 m de verschillen in golfparameters: H_s : +0,3 m; T_{pm} : -1,2 s en Z1-waarde: +0,2 ms (zie tabel 7.1). Het maatgevende uitvoerpunt blijkt in alle gevallen bij zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem uitvoerpunt 238 te zijn. Bij de berekeningen met de prognosebodem is de maatgevende windrichting 90 graden en bij de ontwerpbodem 300 graden.

De bodemligging van de ontwerpbodem, van de prognosebodem en de verschilbodem (prognosebodem – ontwerpbodem) in de omgeving van dijkvak 56c is weergegeven in figuur 7.12. Uit figuur 7.12 blijkt dat het voorland bij de prognosebodem iets lager ligt dan bij de ontwerpbodem (in de orde van 0,5 m tot 1,5 m), de bodem ter plaatse van de uitvoerpunten 238 en 239 ligt echter vrijwel op gelijk niveau (zie tabel 7.1). Het is

daardoor niet verrassend dat de maatgevende golfhoogte H_s bij de prognosebodem hoger is dan bij de ontwerpbodem. De golfperiode T_{pm} is bij de prognosebodem 1,2 s lager dan bij de ontwerpbodem, wat niet direct door het verschil in bodemligging verklaard kan worden.

In figuur 7.13 zijn voor dijkvak 56c de gecorrigeerde golfcondities op basis van zowel de ontwerpbodem als de prognosebodem weergegeven voor alle beschouwde windrichtingen bij waterstand NAP +2m (rood is maatgevende windrichting). Hieruit blijkt dat het verschil in T_{pm} wordt veroorzaakt doordat bij de prognosebodem een andere windrichting maatgevend wordt, namelijk 90 graden, terwijl bij de ontwerpbodem 300 graden maatgevend is. Het verschil in T_{pm} tussen deze windrichtingen blijkt vrij groot te zijn, terwijl de golfperiode T_{pm} bij windrichting 300 graden voor zowel de prognosebodem als de ontwerpbodem gelijk aan 5,4 s is (zie figuur 7.13). In eerste instantie wordt door het grote verschil in T_{pm} bij de maatgevende windrichting een groot verschil in totale golfbelasting op de dijk verwacht. Omdat de grote afname van T_{pm} echter samenvalt met een toename van H_s blijft de totale golfbelasting volgens de belastingfunctie $Z1 (=H_s * T_{pm})$ vrijwel gelijk (zie tabel 7.1). Het relatief grote verschil in T_{pm} heeft hierdoor waarschijnlijk weinig effect op de benodigde steendikte bij het ontwerp van de dijkbekleding (zie ook tabel 8.1).

8 ADVIES TOEPASSING BODEMSCHEMATISATIE MBT DETAILADVIEZEN OOSTERSCHELDE

8.1 Inleiding

In deze studie zijn de maatgevende golfcondities langs de Oosterschelde bepaald op basis van de zogenaamde prognosebodem. Tot op heden worden bij projectbureau Zeeweringen golfcondities gebruikt op basis van de zogenaamde ontwerpbodem. In dit hoofdstuk wordt onderbouwd, wat de best toepasbare bodemschematisatie is voor bepaling van de maatgevende golfcondities: de prognosebodem of de ontwerpbodem. Daarnaast wordt geadviseerd of de golfcondities bepaald met behulp van de bodemprognose mee moeten worden genomen in bestaande en nog op te leveren detailadviezen.

8.2 Advies toe te passen bodemschematisatie

Bij de schematisatie van de ontwerpbodem is gebruik gemaakt van de bathymetrie uit 1998, waarbij deze relatief grof is aangepast, zodanig dat er rekening gehouden wordt met mogelijke bodemdalingen in de (vanaf toen) komende 50 jaar (zie paragraaf 4.2 en figuur 4.1). Bij de schematisatie van de prognosebodem is gebruik gemaakt van de bodemligging uit 2007, die veel recenter is. De prognosebodem is aangepast voor de mogelijke bodemveranderingen tot 2062. Deze aanpassing is gebaseerd op een analyse van de opgetreden bodemontwikkeling tussen 1990, 2001 en 2007 en de bijhorende zandbalansen per deelgebied (zie paragraaf 4.3).

Er wordt vanuit gegaan dat de prognosebodem de beste inschatting geeft van de bodemligging voor de komende 50 jaar. De redenen hiervoor zijn dat de prognosebodem is gebaseerd op een recentere bathymetrie en verwacht wordt dat de meegenomen metingen een betere voorspelling geven van de toekomstige morfologische veranderingen.

Opgemerkt moet worden dat in Royal Haskoning 2008a, waarop de prognosebodem is gebaseerd, duidelijk wordt aangegeven dat de betrouwbaarheid van deze bodem niet bijzonder groot is. De belangrijkste reden hiervoor is dat de beschikbare bodemmetingen van de Oosterschelde te weinig in aantal zijn, onvoldoende frequent beschikbaar zijn én van onvoldoende kwaliteit zijn om kwantitatief de ontwikkelingen in de Oosterschelde te kunnen analyseren en betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Aanbevolen is daarom in Royal Haskoning 2008a om ten minste eens per drie jaar de gehele Oosterschelde in te meten en vooral de betrouwbaarheid van de meettechnieken in het intergetijden-gebied grondig te valideren en zo mogelijk te verbeteren. Daarnaast bestaan er twijfels over de betrouwbaarheid van de bodem van 1990. Ook is geen rekening gehouden met de effecten door stijging van de zeespiegel.

8.3 Advies verwerking in de bestaande adviezen

In de voorgaande paragraaf is geconcludeerd dat de bodemligging uit de prognosebodem de best toepasbare bodemschematisatie is, waarmee de maatgevende golfcondities voor het ontwerp van steenbekledingen langs de Oosterscheldedijken bepaald kunnen worden. Voor de bestaande detailadviezen wordt in deze paragraaf een

advies gegeven of deze al dan niet moeten worden aangepast naar aanleiding van het toepassen van de prognosebodem. Daarbij wordt rekening gehouden met de volgende criteria:

- Aantal detailadviezen die in aanmerking komen om aangepast te worden
- Robuustheid
- Kosten
- Consistentie

Aantal detailadviezen die in aanmerking komen om aangepast te worden: Er wordt vanuit gegaan dat het mogelijk is de bestaande detailadviezen aan te passen, indien de uitvoering van de betreffende dijktrajecten in of na 2012 staat gepland. Voor de dijkvakken die eerder staan gepland is het ontwerp of aanbesteding in principe al te ver gevorderd om wijzigingen nog door te voeren. In de periode van 2012 t/m 2015 staan er nog 22 dijktrajecten langs de Oosterschelde gepland, overeenkomende met een gelijk aantal detailadviezen (bron: G.J. Wijkhuizen, projectbureau Zeeweringen). Deze 22 dijktrajecten zijn vrijwel gelijkwaardig verdeeld over de jaren 2012 t/m 2015, waarbij er jaarlijks vijf tot zes dijktrajecten op de planning staan.

Robuustheid: In tabel 8.1 is het verschil in indicatieve steendiktes per dijkvak weergegeven tussen de steendiktes bepaald op basis van de golfcondities uit de bodemprognose en de steendiktes bepaald op basis van de golfcondities uit de ontwerpbodem. Deze steendiktes zijn bepaald met behulp van WindWater 2004 (Xi-advies BV, 2005). Opgemerkt moet worden dat deze waarden indicatieve steendiktes betreffen en dat de benodigde steendiktes aanzienlijk groter zullen zijn, indien deze bepaald worden met de methodiek zoals bij projectbureau Zeeweringen gevolgd wordt.

Robuust ontwerpen, wat projectbureau Zeeweringen doet, betekent rekening houden met systeemonzekerheden en modelonzekerheden. Bij de afleiding van de golfcondities in de detailadviezen is een aantal robuuste aannamen gedaan, zoals dat de golfcondities naar boven zijn afgerond op 1 decimaal en per dijkvak wordt de locatie met de hoogste golfbelasting als maatgevend voor het gehele dijkvak gekozen. Daarnaast wordt bij het ontwerp van steenbekledingen hier bovenop een veiligheidsfactor gehanteerd. Wanneer de golfcondities op basis van de prognosebodem hoger zijn dan bij de ontwerpbodem verliest het ontwerp aan robuustheid binnen de levensduur van de zeewering.

In deze studie wordt er vanuit gegaan dat het verlies aan robuustheid aanzienlijk wordt geacht voor de beheerder en projectbureau Zeeweringen, indien de benodigde indicatieve steendikte toeneemt met meer dan 0,03 m. De verwachting is namelijk dat een verschil in indicatieve steendikte van 0,03 m overeenkomt met ca. 0,05 m in het ontwerp, overeenkomende met een sprong naar een andere steenklasse (0,30m; 0,40m; 0,45 m; 0,50 m). Een toename van de indicatieve steendikte met meer dan 0,03 m resulteert dan direct in een hogere zuilhoogte.

Kosten: Indien de prognosebodem lagere randvoorwaarden geeft, resulteert gebruik van de prognosebodem in een lagere benodigde steendikte, die een reductie van de kosten zal geven. Hogere randvoorwaarden uit de prognosebodem resulteert logischerwijs in hogere kosten.

Consistentie: In het verleden zijn golfcondities op basis van de ontwerpbodem afgegeven en daarmee verscheidene dijktrajecten ontworpen. Vanuit het oogpunt van consistentie hebben daarom de golfcondities op basis van de ontwerpbodem de voorkeur. Indien echter besloten wordt om voor het grootste deel van de nog uit te voeren ontwerpen de golfcondities volgend uit de prognosebodem te gebruiken, zou uit consistentie overwegingen ook voor die adviezen voor de prognosebodem kunnen worden gekozen.

De vraag is of de bestaande detailadviezen al dan niet moeten worden aangepast, aan de golfcondities bepaald met prognosebodem. Aangezien er voor nog een groot aantal dijktrajecten en nog meer bijbehorende dijkvakken de mogelijkheid bestaat de detailadviezen aan te passen loont het om kritisch te bekijken of aanpassen zinvol is. Uit tabel 8.1 blijkt dat de verschillen in indicatieve steendiktes niet gering zijn. Op een groot aantal dijkvakken (54 van de 245 dijkvakken op verschillende hoogte van het dijktralud) neemt het verschil in indicatieve steendikte toe met meer dan 0,03 m (zie rode arcering in tabel 8.1). Daarom wordt geadviseerd om de invloed van de prognosebodem niet te negeren. De extreme gevallen van toenames in indicatieve steendiktes met meer dan 0,03 m moeten in ieder geval worden beschouwd bij toekomstige ontwerpen. Belangrijk is om in het ontwerp geen grote sprongen in steendiktes te krijgen, omdat er voor naast elkaar gelegen dijkvakken andere randvoorwaarden zijn gebruikt. Daarom moet per dijkvak worden bekeken of golfcondities op basis van de prognosebodem of ontwerpbodem worden afgegeven.

Advies indien toename indicatieve steendikte groter is dan 0,03 m bij gebruik prognosebodem

Er wordt geadviseerd in ieder geval de maatgevende golfcondities uit de prognosebodem te gebruiken bij het ontwerp van steenbekledingen, indien geldt dat de bodemprognose aanzienlijk hogere golfcondities geeft. Als grens kan daarbij worden aangehouden, toename van benodigde indicatieve steendikte met meer dan 0,03 m op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem. Indien de golfcondities op basis van de prognosebodem niet worden gebruikt in het ontwerp wordt de kans namelijk relatief groot geacht dat de steenbekleding niet over de gehele levensduur van de zeekering 'goed' getoetst kan worden. Hierbij geldt wel dat grote verschillen in steendiktes met naastgelegen dijkvakken voorkomen moeten worden.

Advies indien afname indicatieve steendikte groter is dan 0,03 m bij gebruik prognosebodem

Indien de prognosebodem lagere randvoorwaarden geeft, resulteert gebruik van de prognosebodem in een lagere benodigde steendikte, die een reductie van de uitvoeringskosten zal geven. Het advies is om hier de prognosebodem te gebruiken, aangezien er vanuit wordt gegaan dat deze de beste inschatting van de golfcondities geeft en een aanzienlijke kostenbesparing in de uitvoering met zich meebrengt. Hierbij geldt ook dat grote verschillen in steendiktes met naastgelegen dijkvakken voorkomen moeten worden.

Advies indien absolute verschil in indicatieve steendikte kleiner is dan 0,03 m

Indien het absolute verschil in indicatieve steendiktes kleiner is dan 0,03 m op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem is de keuze voor

ontwerpbodem of prognosebodem minder van belang. In tabel 8.1 is te zien dat dit betrekking op de meeste dijkvakken (zie gele arcering).

Indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken voor de bepaling van de maatgevende golfcondities van het ontwerp van steenbekledingen langs de Oosterschelde, moeten rekening gehouden worden met:

NB1:

Bij de bodemschematisatie van de prognosebodem is een aantal dammen onderdeel gemaakt van de bodem (zie bijvoorbeeld dijkvak 86b, zoals beschreven in paragraaf 7.3). Hierdoor wordt het golfreducerende effect van deze dammen meegenomen in de golfberekeningen. Een groot deel van deze dammen zijn echter niet bestand tegen 1/4000^{ste} stormcondities en daarom is het reducerende effect van deze dammen bij de prognosebodem ten onrechte meegenomen. Plaatselijk worden daardoor bij het gebruik van de prognosebodem de golfcondities onderschat. Op deze locaties wordt aangeraden de bodemschematisatie van de prognosebodem aan te passen, door de dammen uit de bodem te verwijderen en de SWAN berekeningen nogmaals uit te voeren.

NB2:

Aangezien de betrouwbaarheid van de prognosebodem slechts op enkele meetcycli is gebaseerd, is de betrouwbaarheid niet erg groot. Aanbevolen wordt daarom indien nieuwe metingen beschikbaar zijn, om te bekijken of deze in lijn zijn met de verwachte trends, zoals gebruikt bij de generatie van de prognosebodem. Daarnaast wordt aanbevolen de betrouwbaarheid van de meettechnieken in het intergetijden-gebied grondig te valideren en zo mogelijk te verbeteren.

NB3:

De toegepaste SWAN versies zijn verouderd en zijn sindsdien verbeterd, waardoor processen, zoals whitecapping niet geheel correct worden meegenomen. Aangeraden wordt daarom indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken de berekeningen nogmaals uit te voeren met een nieuwere versie van SWAN.

NB4:

Om goed vast te kunnen stellen of het gebruik van alleen een andere bodem in de SWAN berekeningen andere golfrandvoorwaarden oplevert in de Oosterschelde, is in samenspraak met Deltares besloten de berekeningen geheel conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a uit te voeren. Dit betekent dat bij de in deze studie uitgevoerde berekeningen 2 versies van MODRVW2.exe en 2 SWAN versies gebruikt zijn. Aangeraden wordt indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken de berekeningen nogmaals uit te voeren met alleen de correcte executabel van MODRVW en met 1 SWAN versie. Overwogen zou kunnen worden om geen gebruik te maken van de MODRVW executabel (verdicht de randvoorwaarde bestand), maar de randvoorwaarden bestanden voor de detailgrids direct met de gewenste fijne resolutie te genereren door het bovenliggende grid, aangezien de huidige opslagcapaciteit van computers veel groter is.

NB5:

De golfcondities die gebruikt worden door het Projectbureau Zeeweringen, hebben een nauwe relatie met golfcondities die voor andere doeleinden worden gebruikt. Een

voorbeeld zijn de vijfjaarlijkse Hydraulische Randvoorwaarden. Voorkomen moet worden dat hierbij een conflict ontstaat, waarbij een pas ontworpen dijkvak, afgekeurd wordt omdat voor de toetsing andere condities gebruikt worden. Afstemming met andere projecten en toepassingen is daarom zinvol voor een besluit over de te gebruiken golfcondities te nemen.

8.4 Advies verwerking in de nog op te leveren adviezen

Geadviseerd wordt voor de nog op te leveren adviezen de golfcondities te gebruiken welke zijn berekend met de prognosebodem, omdat deze de beste inschatting van de golfcondities geeft. Indien echter gekozen wordt om slechts een enkel bestaand detailadvies aan te passen, kan vanuit het oogpunt van consistentie gekozen worden om alleen de detailadviezen aan te passen, waarvoor aanzienlijk hogere golfcondities worden verwacht op basis van de prognosebodem.

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusies

In deze studie zijn de maatgevende golfcondities voor 245 dijkvakken (1 t/m 171c) langs de Oosterschelde bepaald op basis van de zogenaamde prognosebodem. De impact van de prognosebodem is bekeken door het verschil te analyseren tussen de golfcondities op basis van de bodemprognose en de golfcondities op basis van de ontwerpbodem.

Het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem resulteert in 68% van alle gevallen (voor alle waterstanden) in een verandering van de H_s , waarbij het in 31% een verhoging betreft en in 37% om een verlaging (tabel 7.2b). In 25% van de gevallen blijft H_s onveranderd en in 7% van de gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer (tabel 7.2b). In 81% van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 0,2 m en in 12% is het absolute verschil groter dan 0,2 m, in de overige gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer. De grootste verschillen in H_s betreffen een toename van 0,6 m (dijkvak 30a, NAP +0m) en een afname van 1,2 m (dijkvak 86b, NAP +2m) (zie tabel 7.1)

Het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem resulteert in 72% van alle gevallen (voor alle waterstanden) in een verandering van de T_{pm} , waarbij het in 45% een verhoging betreft en in 27% om een verlaging (tabel 7.3b). In 21% van de gevallen blijft T_{pm} onveranderd en in 7% van de gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer (tabel 7.3b). In 85% van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 0,6 s en in 8% is het absolute verschil groter dan 0,6 s (tabel 7.3b), in de overige gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer. De grootste verschillen in T_{pm} betreffen een toename van 3,5 s (dijkvak 26, NAP +0m) en een afname van 4,9 s (dijkvak 155a, NAP +2m) (zie tabel 7.1)

Het toepassen van de prognosebodem in plaats van de ontwerpbodem resulteert in 73% van alle gevallen (voor alle waterstanden) in een verandering groter dan 0,2 ms in de Z1-waarde ($H_s * T_{pm}$), waarbij het in 36% een verhoging betreft en in 38% om een verlaging (tabel 4.3b). In 19% van de gevallen blijft de verandering van de Z1-waarde kleiner dan 0,2 ms (tabel 7.4b). In 65 % van de gevallen is het absolute verschil kleiner of gelijk aan 1 ms en in 27% is het absolute verschil groter dan 1,0 ms (tabel 7.4b). In de overige gevallen valt het voorland droog en geeft SWAN geen uitvoer. De grootste verschillen in Z1-waarde betreffen een toename van 3,5 ms (dijkvak 26, NAP +0m) en een afname van 6,7 ms (dijkvak 1, NAP +3m) (zie tabel 7.1).

Over het algemeen blijken de verschillen in golfcondities tussen de prognosebodem en de ontwerpbodem direct verklaard te kunnen worden door het verschil in bodemligging in de directe omgeving van de beschouwde dijkvakken. Dit is duidelijk waarneembaar indien de figuren 4.4a/b en figuur 7.1 naast elkaar worden gelegd. In enkele gevallen blijkt echter de nabij gelegen bodem bij de bodemprognose hoger te liggen, maar vallen de golfcondities toch hoger uit dan bij de ontwerpbodem. Hieruit blijkt dat niet alleen de bodemligging in de directe omgeving van het dijkvak van belang is, maar dat een verandering van de bodem verder van de kust ook van grote invloed kan zijn.

Als figuur 7.1 (H_s) en figuur 7.3 (Z1-waarde) naast elkaar worden gelegd is zichtbaar dat deze figuren voor de verschillende waterstanden grote overeenkomsten in patroonvorm vertonen. Daarbij is zichtbaar dat over het algemeen een verhoging van de golfhoogte H_s op een bepaalde locatie (bij dezelfde waterstand) ook in een verhoging van de Z1-waarde resulteert en een verlaging van de golfhoogte H_s in een verlaging van de Z1-waarde. Dit patroon is niet duidelijk zichtbaar tussen de golfperiode T_{pm} (figuur 7.2) en de Z1-waarde (figuur 7.3).

In paragraaf 7.3 zijn enkele grote verschillen tussen de golfcondities op basis van de verschillende bodems bekeken. Hieruit blijkt dat enkele grote verschillen in afzonderlijke golfparameters verklaard kunnen worden door het maatgevend worden van een andere windrichting (zie dijkvak 56c in paragraaf 7.3). Hierdoor valt een hogere waarden van H_s soms samen met een lagere waarde van T_{pm} (en vice versa). Het verschil in de totale golfbelasting volgens de belastingfunctie $Z1 (=H_s * T_{pm})$ is daardoor veel kleiner dan in eerste instantie door het verschil in de golfparameters H_s en T_{pm} verwacht.

Bij de bodemschematisatie van de prognosebodem is een aantal dammen onderdeel gemaakt van de bodem (zie bijvoorbeeld dijkvak 86b, zoals beschreven in paragraaf 7.3). Hierdoor wordt het golfreducerende effect van deze dammen meegenomen in de golfberekeningen. Een groot deel van deze dammen zijn echter niet bestand tegen $1/4000^{ste}$ stormcondities en is het reducerende effect van deze dammen bij de prognosebodem ten onrechte meegenomen. Plaatselijk worden daardoor bij het gebruik van de prognosebodem de golfcondities onderschat.

9.2 Aanbevelingen

Aangezien er voor nog een groot aantal dijktrajecten en nog meer bijbehorende dijkvakken de mogelijkheid bestaat de detailadviezen aan te passen loont het om kritisch te bekijken of aanpassen zinvol is. Uit tabel 8.1 blijkt dat de verschillen in indicatieve steendiktes niet gering zijn. Op een groot aantal dijkvakken (54 van de 245 dijkvakken op verschillende hoogte van het dijktralud) neemt het verschil in indicatieve steendikte toe met meer dan 0,03 m (zie rode arcering in tabel 8.1). Daarom wordt geadviseerd om in invloed van de prognosebodem niet te negeren. De extreme gevallen van toename in indicatieve steendiktes met meer dan 0,03 m moeten in ieder geval worden beschouwd bij toekomstige ontwerpen. De verwachting is dat een verschil in indicatieve steendikte van 0,03 m overeenkomt met ca. 0,05 m in het ontwerp, overeenkomende met een sprong naar een andere steenklasse (0,30m; 0,40m; 0,45 m; 0,50 m). Een toename van de indicatieve steendikte met meer dan 0,03 m resulteert dan direct in een hogere zuilhoogte.

Belangrijk is om in het ontwerp geen grote sprongen in steendiktes te krijgen, omdat er voor naast elkaar gelegen dijkvakken andere randvoorwaarden zijn gebruikt. Daarom moet per dijkvak worden bekeken of golfcondities op basis van de prognosebodem of ontwerp bodem worden afgegeven.

In principe wordt geadviseerd om de prognosebodem te gebruiken bij de bepaling van de maatgevende golfcondities. In de volgende alinea's wordt dit advies iets genuanceerd. De bodem van de bodemprognose wordt als de beste inschatting van de bodemligging voor de komende 50 jaar verondersteld. De redenen hiervoor zijn dat de

bodemprognose is gebaseerd op een recentere bathymetrie (2007) en verwacht wordt dat de meegenomen bodemverlagingen een betere voorspelling geven van de toekomstige morfologische veranderingen. Opgemerkt moet worden dat in Royal Haskoning 2008a, waarop de prognosebodem is gebaseerd, duidelijk wordt aangegeven dat de betrouwbaarheid van deze bodem niet bijzonder groot is. De belangrijkste reden hiervoor is dat de beschikbare bodemmetingen van de Oosterschelde te weinig in aantal zijn, onvoldoende frequent beschikbaar zijn én van onvoldoende kwaliteit zijn om kwantitatief de ontwikkelingen in de Oosterschelde te kunnen analyseren en betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Daarnaast bestaan er twijfels over de betrouwbaarheid van de bodem van 1990. Ook is geen rekening gehouden met de effecten door stijging van de zeespiegel.

Advies indien toename indicatieve steendikte groter is dan 0,03 m bij gebruik prognosebodem

Er wordt geadviseerd in ieder geval de maatgevende golfcondities uit de prognosebodem te gebruiken bij het ontwerp van steenbekledingen, indien geldt dat de bodemprognose aanzienlijk hogere golfcondities geeft. Als grens kan daarbij worden aangehouden, toename van benodigde indicatieve steendikte met meer dan 0,03 m. Indien de golfcondities op basis van de prognosebodem niet worden gebruikt in het ontwerp wordt de kans namelijk relatief groot geacht dat de steenbekleding niet over de gehele levensduur van de zeekering 'goed' getoetst kan worden. Hierbij geldt wel dat grote verschillen in steendikten met naastgelegen dijkvakken voorkomen moeten worden.

Advies indien afname indicatieve steendikte groter is dan 0,03 m bij gebruik prognosebodem

Indien de prognosebodem lagere randvoorwaarden geeft, resulteert gebruik van de prognosebodem in een lagere benodigde steendikte, die een reductie van de uitvoeringskosten zal geven. Het advies is om hier de prognosebodem te gebruiken, aangezien er vanuit wordt gegaan dat deze de beste inschatting van de golfcondities geeft en een aanzienlijke kostenbesparing in de uitvoering met zich meebrengt. Hierbij geldt ook dat grote verschillen in steendikten met naastgelegen dijkvakken voorkomen moeten worden.

Advies indien absolute verschil in indicatieve steendikte kleiner is dan 0,03 m

Indien het absolute verschil in indicatieve steendiktes kleiner is dan 0,03 m op basis van de prognosebodem in vergelijking met de ontwerpbodem is de keuze voor ontwerpbodem of prognosebodem minder van belang. In tabel 8.1 is te zien dat dit betrekking op de meeste dijkvakken (zie gele arcering).

Indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken voor de bepaling van de maatgevende golfcondities van het ontwerp van steenbekledingen langs de Oosterschelde, moeten de opmerkingen uit paragraaf 8.3 in het achterhoofd worden gehouden, welke zijn:

NB1:

Bij gebruik van de prognosebodem moet wel opgelet worden of er geen dammen onderdeel zijn gemaakt van de bodem, die niet bestand zijn tegen 1/4000^{ste} stormcondities, waardoor het reducerende effect van deze dammen ten onrechte wordt

meegenomen. Op deze locaties wordt aangeraden de bodemschematisatie van de bodemprognose aan te passen en nieuwe SWAN berekeningen uit te voeren.

NB2:

Aangezien de betrouwbaarheid van de prognosebodem slechts op enkele meetcycli is gebaseerd, is de betrouwbaarheid niet erg groot. Aanbevolen wordt daarom indien nieuwe metingen beschikbaar zijn, om te bekijken of deze in lijn zijn met de verwachte trends, zoals gebruikt bij de generatie van de prognosebodem. Daarnaast wordt aanbevolen de betrouwbaarheid van de meettechnieken in het intergetijden-gebied grondig te valideren en zo mogelijk te verbeteren.

NB3:

De toegepaste SWAN versies zijn verouderd en zijn sindsdien verbeterd, waardoor processen zoals whitecapping niet geheel correct worden meegenomen. Aangeraden wordt daarom indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken de berekeningen nogmaals uit te voeren met een nieuwere versie van SWAN.

NB4:

Om goed vast te kunnen stellen of het gebruik van alleen een andere bodem in de SWAN berekeningen andere golfrandvoorwaarden oplevert in de Oosterschelde, is in samenspraak met Deltares besloten de berekeningen geheel conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a uit te voeren. Dit betekent dat bij de in deze studie uitgevoerde berekeningen 2 versies van MODRVW2.exe en 2 SWAN versies gebruikt zijn. Aangeraden wordt indien daadwerkelijk wordt gekozen de prognosebodem te gebruiken de berekeningen nogmaals uit te voeren met alleen de correcte executabel van MODRVW en met 1 SWAN versie. Overwogen zou kunnen worden om geen gebruik te maken van de MODRVW executabel (verdicht de randvoorwaarde bestand), maar de randvoorwaarden bestanden voor de detailgrids direct met de gewenste fijne resolutie te genereren door het bovenliggende grid, aangezien de huidige opslagcapaciteit van computers veel groter is.

NB5:

De golfcondities die gebruikt worden door het Projectbureau Zeeweringen, hebben een nauwe relatie met golfcondities die voor andere doeleinden worden gebruikt. Een voorbeeld zijn de vijfjaarlijkse Hydraulische Randvoorwaarden. Voorkomen moet worden dat hierbij een conflict ontstaat, waarbij een pas ontworpen dijkvak, afgekeurd wordt omdat voor de toetsing andere condities gebruikt worden. Afstemming met andere projecten en toepassingen is daarom zinvol voor een besluit over de te gebruiken golfcondities te nemen.

LITERATUUR

- Alkyon 1998a "Golfberekeningen Oosterschelde" d.d. 28 juli 1998 (A246)
- Alkyon 1998b "Kuststrook model, Bouw en eerste afregeling" d.d. maart 1998 (A226R1)
- Alkyon 1999 "Operational peak period and test" d.d. 7 september 1999 (A411)
- Alkyon 2005a "Update golfcondities RAND2001 beïnvloedingsgebied OS-kering, Herberekening westelijke winden" d.d. 30 aug 2005 (A1483r1r2)
- Alkyon 2005b "Herstructurering CD-ROM's Westerschelde, Oosterschelde, Waddenzee, Hollandse Kust" d.d. 15 september 2005 (A1479)
- Alkyon 2005c "Golftransmissie Oosterscheldekering, analyse meetgegevens" d.d. januari 2005 (A1348)
- Alkyon 2006 "Herstructurering invoerbestanden SWAN berekeningen" d.d. 11 april 2006 (A1672)
- Deltares 2008 "Toepassen minimale Hs en Tpm voor: hydraulische advisering aan Projectbureau Zeeweringen" d.d. maart 2008 (H5102/EG/01)
- RIKZ 2001: "Golfberekeningen Oosterschelde" dd. januari 2001 (RIKZ/2001.006)
- Royal Haskoning 2006 "Zandhonger Oosterschelde, een bedreiging voor de veiligheid?; schatting van de financiële consequenties van zandhonger op de veiligheid" d.d. december 2006 (rapport 9R9774.A0/R0003)
- Royal Haskoning 2008a "Toekomstprognose ontwikkeling intergetijdengebied Oosterschelde" dd. 12 december 2008 (9T4814.A0/R0002/SJAC/SSOM/Rott)
- Royal Haskoning 2008b "Resultaten pilot prognosemethode Oosterschelde" dd 1 augustus 2008 (Notitie 9T4814/N0005/SJAC/SSOM/Rott)
- Svašek Hydraulics/Royal Haskoning 2006 "Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau zeeweringen" deel 2 van 2, achtergrond detailadviezen, dd 8 augustus 2006 (9R2599.G0)

Svašek Hydraulics/Royal Haskoning 2007

“Handleiding hydraulische detailadviezen Oosterschelde en Westerschelde t.b.v. projectbureau zeeweringen” deel 1 van 2, Checklist detailadviezen, d.d. 22 november 2007 (9R2599.X0)

Svašek Hydraulics, 2007

“Toepasbaarheid klassieke belastingfuncties voor ontwerp van dijkbekleding Oosterschelde”, Jansen, M: werkdocument 2007.08.42 van mantelovereenkomst RKZ-1563”

TU-Delft, 1997

“SWAN user manual 30.62”, d.d. 20 Augustus 1997

Wieringa, J. en Rijkoort, P.J. 1983

“Windklimaat van Nederland”, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1983.

WL|Delft Hydraulics, 2005:

“Correctiewaarden Zeeland, Fase 1: Bepaling correctiefuncties voor ontwerp”, d.d. augustus 2005.

Xi-advies BV, Dekker, P.J., Kleissen, F.A.T., 2005

“Gebruikershandleiding Windwater 2004”, d.d. februari 2005

Tabellen

Tabel 4.1 Numerieke kenmerken SWAN bodemroosters

Rooster	X ₀ [m]	Y ₀ [m]	Hoek [°]	N _x	N _y	D _x [m]	D _y [m]
N1	-50000	410000	300	330	276	200	500
N2	-50000	410000	300	330	276	200	500
B1	29900	399900	0	102	152	100	100
B2	29900	399900	0	117	152	100	100
K3	36900	400900	0	47	47	100	100
K4	36400	400900	0	52	47	100	100
S1	39900	399800	0	152	152	100	100
S2	57900	400700	0	152	104	100	100
S3	58400	382400	0	167	182	100	100
S4	48900	390400	0	152	217	100	100
D01	37080	401280	0	197	127	20	20
D02	39980	401380	0	187	127	20	20
D03	42780	401780	0	202	127	20	20
D04	45980	401880	0	202	127	20	20
D05	48980	400480	0	152	152	20	20
D06	50180	397880	0	137	172	20	20
D07	49280	395480	0	277	152	20	20
D08	53580	393680	0	152	152	20	20
D09	55980	392880	0	212	117	20	20
D10	59380	391080	0	172	142	20	20
D11	62180	387580	0	117	197	20	20
D12	62580	385980	0	152	132	20	20
D13	64180	383580	0	167	162	20	20
D14	66580	382580	0	182	122	20	20
D15	68980	383180	0	202	117	20	20
D16	71780	383180	0	127	192	20	20
D17	71780	386180	0	127	202	20	20
D18	69780	389180	0	192	132	20	20
D19	68080	390780	0	152	152	20	20
D20	64780	391680	0	192	127	20	20
D21	61980	392980	0	172	142	20	20
D22	60180	394780	0	152	152	20	20
D23	57680	396980	0	167	142	20	20
D24	56480	398480	0	107	202	20	20
D25	58080	400880	0	197	127	20	20
D26	61180	402180	0	172	117	20	20
D27	63980	401480	0	202	202	20	20
D28	67280	401480	0	202	127	20	20
D29	62780	404480	0	232	212	20	20
D30	65380	407380	0	247	172	20	20
D31	67880	405480	0	232	167	20	20
D32	59280	403180	0	202	127	20	20
D33	56180	402380	0	197	112	20	20
D34	54180	402780	0	142	172	20	20
D35	50980	404080	0	202	117	20	20
D36	49480	405480	0	122	177	20	20
D37	47780	408180	0	172	152	20	20
D38	46180	409380	0	152	132	20	20
D39	43980	410380	0	167	117	20	20
D40	40080	408980	0	237	172	20	20

Tabel 5.1 Numerieke kenmerken SWAN rekenroosters

Rooster	X ₀ [m]	Y ₀ [m]	L _x [m]	L _y [m]	Hoek [°]	N _x	N _y
N1	-20000	434000	60000	60000	300	120	120
B1	30000	400000	10000	15000	0	100	150
B2	30000	400000	11500	15000	0	115	150
K1	39900	408400	500	2000	0	5	20
K2	39500	406000	1000	2400	0	10	24
K3	37000	401000	4500	4500	0	45	45
K4	36500	401000	5000	4500	0	50	45
S1	40000	399900	15000	15000	0	150	150
S2	58000	400800	15000	10200	0	150	102
S3	58500	382500	16500	18000	0	165	180
S4	49000	390500	15000	21500	0	150	215
D01	37100	401300	3900	2500	0	195	125
D02	40000	401400	3700	2500	0	185	125
D03	42800	401800	4000	2500	0	200	125
D04	46000	401900	4000	2500	0	200	125
D05	49000	400500	3000	3000	0	150	150
D06	50200	397900	2700	3400	0	135	170
D07	49300	395500	5500	3000	0	275	150
D08	53600	393700	3000	3000	0	150	150
D09	56000	392900	4200	2300	0	210	115
D10	59400	391100	3400	2800	0	170	140
D11	62200	387600	2300	3900	0	115	195
D12	62600	386000	3000	2600	0	150	130
D13	64200	383600	3300	3200	0	165	160
D14	66600	382600	3600	2400	0	180	120
D15	69000	383200	4000	2300	0	200	115
D16	71800	383200	2500	3800	0	125	190
D17	71800	386200	2500	4000	0	125	200
D18	69800	389200	3800	2600	0	190	130
D19	68100	390800	3000	3000	0	150	150
D20	64800	391700	3800	2500	0	190	125
D21	62000	393000	3400	2800	0	170	140
D22	60200	394800	3000	3000	0	150	150
D23	57700	397000	3300	2800	0	165	140
D24	56500	398500	2100	4000	0	105	200
D25	58100	400900	3900	2500	0	195	125
D26	61200	402200	3400	2300	0	170	115
D27	64000	401500	4000	4000	0	200	200
D28	67300	401500	4000	2500	0	200	125
D29	62800	404500	4600	4200	0	230	210
D30	65400	407400	4900	3400	0	245	170
D31	67900	405500	4600	3300	0	230	165
D32	59300	403200	4000	2500	0	200	125
D33	56200	402400	3900	2200	0	195	110
D34	54200	402800	2800	3400	0	140	170
D35	51000	404100	4000	2300	0	200	115
D36	49500	405500	2400	3500	0	120	175
D37	47800	408200	3400	3000	0	170	150
D38	46200	409400	3000	2600	0	150	130
D39	44000	410400	3300	2300	0	165	115
D40	40100	409000	4700	3400	0	235	170

Tabel 5.2a Golfrandvoorwaarden bij Europlatform als functie van de windsnelheid

Windsnelheid [m/s]	Significante golfhoogte [m]	Piekperiode [s]
13	4,4	8,9
14	4,6	9,1
15	4,8	9,3
16	5,0	9,4
17	5,2	9,6
18	5,8	9,8
19	6,0	10,0
20	5,8	10,2
21	6,0	10,4
22	6,2	10,6
23	6,4	10,8
24	6,6	11,0
25	6,7	11,2
26	6,9	11,4
27	7,1	11,6
28	7,3	11,8
29	7,5	12,0
30	7,6	12,2
31	7,8	12,4
32	8,0	12,7
33	8,1	12,9
34	8,3	13,1
35	8,4	13,3
36	8,6	13,5
37	8,7	13,8
38	8,8	14,0
39	8,9	14,3

Tabel 5.2b Windsnelheden per windrichting voor windklasse 2

Windrichting [°N]	Windsnelheid [m/s]			Windrichting [°N]	Windsnelheid [m/s]	
	buiten	binnen			buiten	binnen
30	20	19		240	32	31
60	21	20		270	34	33
90	20	19		285	33	32
120	19	17		300	32	31
150	20	19		315	29	28
180	24	23		330	26	25
210	29	28		360	22	21

Tabel 6.1 Coördinaten en kilometrering dijkvakgrenzen

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilmetering (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
1	36867	402585	37258	402344	194,86	194,20	havenplateau Jacobahaven Rippolder
2a	37258	402344	37341	402307	194,20	194,10	havenplateau Rippolder
2b	37341	402307	37692	402353	194,10	193,70	havenplateau Rippolder
3	37692	402353	38016	402435	193,70	193,35	Anna Frisopolder
4	38016	402435	38847	401884	193,35	192,35	inlaag
5a	38847	401884	39093	401434	192,35	191,80	Sofiahaven
5b	39093	401434	39535	401518	191,80	191,35	Sofiahaven
6	39535	401518	40226	401630	191,35	190,65	(voorland duintjes) Mariapolder
7	40226	401630	40642	401938	190,65	190,05	(voorland duintjes) inlaag Thoornpolder
8	40642	401938	41034	401865	190,05	189,65	inlaag Thoornpolder
9	41034	401865	41335	402119	189,65	189,25	(nieuwe inlaag)
10	41335	402119	42279	402150	189,25	188,30	Vliete polder
11	42279	402150	42434	402384	188,30	188,00	inlaag Vlietepolder
12	42434	402384	43338	402120	188,00	187,05	inlaag Vlietepolder
13	43338	402120	43657	402612	187,05	186,45	Nieuw Noordbevelandpolder
14	43657	402612	44690	402710	186,45	185,40	inlaag
15	44690	402710	45325	402959	185,40	184,65	haven Oesterput
16	45325	402959	45958	402977	184,65	184,00	Westelijke inlaag
17	45958	402977	46447	402643	184,00	183,40	Westelijke inlaag
18	46447	402643	47300	402919	183,40	182,50	Grote inlaag
19	47300	402919	47793	402874	182,50	182,00	Grote inlaag
20	47793	402874	47857	402739	182,00	181,85	Grote inlaag
21a	47857	402739	48359	402608	181,85	181,20	haven Colijnsplaat
21b	48359	402608	48591	402525	181,20	180,95	haven Colijnsplaat
22	48591	402525	49309	402321	180,95	180,20	Molenweg / Oud Noordbevelandsepolder
23a	49309	402321	49658	401968	180,20	179,70	Zeelandbrug / Oud Noordbevelandsepolder
23b	49658	401968	50065	401464	179,70	179,05	Zeelandbrug / Oud Noordbevelandsepolder
24	50065	401464	50226	401153	179,05	178,70	Groeneweg / Oud Noordbevelandsepolder
25	50226	401153	50344	400878	178,70	178,40	Vredeshof / Oud Noordbevelandsepolder
26	50344	400878	50577	400220	178,40	177,70	Slikken van Kats / Oud N.bevelandsepolder
27a	50577	400220	51122	399443	177,70	176,75	haven Kats
27b	51122	399443	51109	399410	176,75	176,70	haven Kats
27c	51109	399410	51312	399212	176,70	175,40	haven Kats
27d	51312	399212	51346	399207	175,40	175,35	haven Kats
28	51346	399207	51665	398232	175,35	174,30	Leendert Abrahamspolder
29	51665	398232	51620	397840	174,30	173,90	(Katshoek) Leender Abrahamspolder
30a	51620	397840	51179	397621	173,90	173,40	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam
30b	51179	397621	49912	397342	173,40	172,10	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam
30c	49912	397342	49374	396428	172,10	171,00	Leendert Abrahamspolder - Zandkreekdam
31	49374	396428	49557	395609	171,00	170,15	Zandkreekdam
32	49557	395609	49799	395663	170,15	169,90	(veerhuis) Wilhelminapolder
33	49799	395663	50911	395916	169,90	168,75	Wilhelminapolder
34	50911	395916	51267	395739	168,75	168,35	Wilhelminapolder
35	51267	395739	51913	395739	168,35	167,70	(knik) Wilhelminapolder
36	51913	395739	51990	395963	167,70	167,45	Oostbevelandpolder
37	51990	395963	52334	395977	167,45	167,10	Oostbevelandpolder
38	52334	395977	52617	396179	167,10	166,75	Oostbevelandpolder
39a	52617	396179	52760	396185	166,75	166,60	Oostbevelandpolder
39b	52760	396185	53118	396008	166,60	166,20	Oostbevelandpolder
40a	53118	396008	53515	395959	166,20	165,80	(poldergrens) Oostbevelandpolder
40b	53515	395959	53662	395929	165,80	165,65	(poldergrens) Oostbevelandpolder
41	53662	395929	53793	395722	165,65	165,40	Wilhelminapolder (inlaag)
42	53793	395722	53921	395454	165,40	165,10	Wilhelminapolder (inlaag)
43	53921	395454	53776	395239	165,10	164,50	Goesse Sas
44	53776	395239	54633	393901	164,50	162,90	Wilhelminapolder
45a	54633	393901	55075	394106	162,90	162,40	(Kattendijke) Polder Brede Watering
45b	55075	394106	55381	394275	162,40	162,05	(Kattendijke) Polder Brede Watering
46	55381	394275	56275	394270	162,05	161,15	Polder Brede Watering

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
47	56275	394270	57963	393714	161,15	159,35	(Stelhoek) Polder Brede Watering
48	57963	393714	58229	393505	159,35	159,00	Stormesandepolder
49a	58229	393505	58410	393426	159,00	158,80	Stormesandepolder
49b	58410	393426	58506	393450	158,80	158,70	Stormesandepolder
50	58506	393450	58660	393329	158,70	158,50	Stormesandepolder
51	58660	393329	58929	393337	158,50	158,20	Polder Brede Watering
52a	58929	393337	58874	392957	158,20	157,80	Voormalige kanaalingang
52b	58874	392957	59203	393233	157,80	156,30	Voormalige kanaalingang
53	59203	393233	59349	393203	156,30	156,15	Snoodijkpolder
54	59349	393203	59634	392945	156,15	155,75	Snoodijkpolder
55	59634	392945	59909	392932	155,75	140,80	Kanaal door Zuidbeveland; Kanaaldijken
56a	59909	392932	59987	392852	140,80	140,82	Koudepolder
56b	59934	392932	60069	392669	140,80	140,50	Koudepolder
56c	60069	392669	60151	392382	140,50	140,20	koudepolder
57	60151	392382	60378	392294	140,20	139,95	Kaars polder
58a	60378	392294	61420	391476	139,95	138,60	Polder Brede Watering
58b	61420	391476	61683	391178	138,60	138,20	Polder Brede Watering
59	61683	391178	62248	391306	138,20	137,60	(havendam)
60a	62248	391306	62338	391141	137,60	137,40	waterkering Yerseke tussen dp 91 en dp 0
60b	62338	391141	62388	390849	137,40	137,10	waterkering Yerseke tussen dp 91 en dp 0
60c	62388	390849	62396	390655	137,10	136,90	waterkering Yerseke tussen dp 91 en dp 0
60d	62396	390655	62355	389966	136,90	136,10	waterkering Yerseke tussen dp 91 en dp 0
61	62355	389966	62618	389460	136,10	135,50	Molenpolder
62	62618	389460	62954	387985	135,50	133,70	Molenpolder / Nieuw Olzendepolder
63	62954	387985	64061	386320	133,70	131,70	St. Pieterspolder
64	64061	386320	64431	386228	131,70	131,30	Nieuwlandepolder
65	64431	386228	65027	384908	131,30	129,85	Nieuwlandepolder
66	65027	384908	65650	384730	129,85	129,20	Karelpolder
67	65650	384730	67142	383727	129,20	127,40	Karelpolder
68	67142	383727	67444	383730	127,40	127,00	Oostpolder
69a	67444	383730	67569	383574	127,00	126,80	Oostpolder
69b	67569	383574	67755	383222	126,80	126,40	Oostpolder
70	67755	383222	68564	382869	126,40	125,50	Stroodorpepolder
71a	68564	382869	69035	383210	125,50	124,90	Tweede Bathpolder
71b	69035	383210	69578	383652	124,90	124,20	Tweede Bathpolder
72a	69578	383652	70131	383883	124,20	123,60	Tweede Bathpolder
72b	70131	383883	70969	384183	123,60	122,70	Tweede Bathpolder
73	70969	384183	72225	383460	122,70	121,25	Tweede Bathpolder
74	72225	383460	72439	383842	121,25	120,80	Eerste Bathpolder
75	72439	383842	72680	383860	120,80	120,55	Eerste Bathpolder
76	72680	383860	73614	383309	120,55	119,45	Eerste Bathpolder
77	73614	383309	74083	383933	119,45	118,65	Oesterdam
78	74083	383933	73995	384778	118,65	117,80	Oesterdam
79	73995	384778	73882	386022	117,80	116,55	Oesterdam
80	73882	386022	74082	386689	116,55	115,85	Oesterdam (Mosselkreek)
81	74082	386689	73882	388578	115,85	113,95	Oesterdam (Marollegat)
82a	73882	388578	73789	389423	113,95	113,10	Oesterdam
82b	73789	389423	73596	389818	113,10	112,65	Oesterdam
83	73596	389818	72561	390312	112,65	111,50	Oesterdam
84	72561	390312	70849	391127	111,50	109,60	Oesterdam
85	70849	391127	70688	391727	109,60	108,95	Oesterdam
86a	70688	391727	70702	391775	108,95	108,90	Oesterdam (havendammen sluizen)
86b	70702	391775	70794	391956	108,90	108,60	Oesterdam (havendammen sluizen)
86c	70794	391956	70811	392054	108,60	108,50	Oesterdam (havendammen sluizen)
86d	70811	392054	70948	392319	108,50	108,20	Oesterdam (havendammen sluizen)
87a	70948	392319	70995	392457	108,20	108,05	Oesterdam (Tholense Gat)
87b	70995	392457	70700	392720	108,05	107,65	Oesterdam (Tholense Gat)
88	70700	392720	70173	393371	107,65	106,80	Schakerloopolder
89a	70173	393371	69173	393557	106,80	105,75	Nieuw Strijpolder
89b	69173	393557	68542	393282	105,75	105,00	Klaas van Steelandpolder
90	68542	393282	68096	393792	105,00	104,30	Klaas van Steelandpolder / Poortvlietpolder
91a	68096	393792	67493	393550	104,30	103,65	Scherpenissepolder

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
91b	67493	393550	65853	393642	103,65	102,00	Scherpenissepolder
91c	65853	393642	65184	393710	102,00	101,25	Scherpenissepolder
92	65184	393710	65146	393897	101,25	101,05	Scherpenissepolder
93	65146	393897	63857	394035	101,05	99,75	Scherpenissepolder
94	63857	394035	63860	394380	99,75	99,30	Scherpenissepolder (Gorishoek)
95	63860	394380	63670	394477	99,30	99,05	Geertruidapolder
96	63670	394477	63648	394668	99,05	98,80	Pluimpotpolder
97	63648	394668	63322	394692	98,80	98,45	Muyepolder
98	63322	394692	62954	395603	98,45	97,45	Muyepolder
99	62954	395603	63054	395768	97,45	97,25	Muyepolder
100	63054	395768	62484	396184	97,25	96,50	Oudelandpolder
101	62484	396184	62286	396776	96,50	95,85	Oudelandpolder
102	62286	396776	61178	397038	95,85	94,70	Noordpolder
103	61178	397038	60801	397332	94,70	94,20	Noordpolder
104	60801	397332	60937	397695	94,20	93,80	Noordpolder
105a	60937	397695	60911	398091	93,80	93,40	Noordpolder
105b	60911	398091	60820	398365	93,40	93,10	Noordpolder
106a	60820	398365	60683	398421	93,10	92,70	nieuwe- Annex- Stavenissepolder
106b	60683	398421	59734	398866	92,70	91,90	nieuwe- Annex- Stavenissepolder
107	59734	398866	59209	399461	91,90	91,10	nieuwe- Annex- Stavenissepolder
108a	59209	399461	58416	399533	91,10	90,30	Stavenissepolder
108b	58416	399533	58121	399579	90,30	90,00	Stavenissepolder
109	58121	399579	57820	399978	90,00	89,50	Stavenissepolder
110	57820	399978	57832	400709	89,50	88,75	Stavenissepolder
111	57832	400709	58166	401264	88,75	88,10	Stavenissepolder
112	58166	401264	58432	401375	88,10	87,80	Stavenissepolder
113	58432	401375	59277	401427	87,80	86,95	Stavenissepolder
114	59277	401427	59230	401569	86,95	86,70	haveningang
115a	59230	401569	59711	401545	86,70	86,15	Margarethapolder
115b	59711	401545	60326	401860	86,15	85,45	Margarethapolder
115c	60326	401860	60485	401740	85,45	85,25	Margarethapolder
116	60485	401740	61599	402534	85,25	83,85	Oud Kempenshofstedepolder
117	61599	402534	62103	402509	83,85	83,30	O. Kempenshofstedepldr / Moggershilpldr
118	62103	402509	62669	403054	83,30	82,50	Moggershilpolder
119	62669	403054	63366	403319	82,50	81,65	Moggershilpolder / Anna Vosdijkpolder
120	63366	403319	64332	403480	81,65	80,65	Anna Vosdijkpolder
121	64332	403480	66016	403088	80,65	78,85	Anna Vosdijkpolder / Suzannapolder
122a	66016	403088	66101	402979	78,85	78,70	Suzannapolder / Joanna Mariapolder
122b	66101	402979	67759	401681	78,70	76,15	Suzannapolder / Joanna Mariapolder
123	67759	401681	69845	401910	76,15	74,00	Joanna Mariapolder / Hollarepolder
124	69845	401910	70106	402512	74,00	73,30	Van Haftenpolder
125	70106	402512	70930	402518	73,30	72,45	Van Haftenpolder
126	70930	402518	71261	403770	72,45	71,15	Krabbekreekdam
127a	71261	403770	69872	403417	71,15	69,20	Prins Hendrikpolder
127b	69872	403417	69082	403449	69,20	68,40	Henriettepolder
127c	69082	403449	67690	403460	68,40	67,00	Oudepolder
128	67690	403460	67165	404644	67,00	65,70	Oudepolder
129	67165	404644	66109	405356	65,70	64,30	A. Wissepldr + A. Jacobapldr + Willempldr
130a	66109	405356	65906	406531	64,30	63,00	Willempolder
130b	65906	406531	65975	406800	63,00		Willempolder
131a	65975	406800	66061	406739		62,80	dijkvak tramhaven
131b	66061	406739	66337	406694	62,80	62,40	dijkvak tramhaven
132	66337	406694	66955	407612	62,40	61,30	Anna Jacobapolder
133	66955	407612	68245	407687	61,30	59,90	Anna Jacobapolder
134	68245	407687	69884	407078	59,90	58,15	Anna Jacobapolder
135	69884	407078	72311	405585	58,15	55,00	Anna Jacobapolder tot Philipsdam
136	72311	405585	72358	406325	55,00	54,25	damvak Slaak
137	72358	406325	72161	406834	54,25	53,70	damvak Slaak
138	72161	406834	71235	407462	53,70	52,55	damvak Slaak / damvak plaat van de Vliet
139	71235	407462	71024	407199	52,55	52,20	Lage Bekken
140	71024	407199	69861	407957	52,20	50,80	Lage Bekken
141	69861	407957	69856	408053	50,80	50,70	Lage Bekken, ingang kanaal Spuisluis

Dijk- vak no.	Dijkvakscheidings- coördinaten tov Parijs (m)				Dijk kilometrerings (km)		Poldernaam
	van		tot		van	tot	
	x	y	x	y			
142a	69856	408053	70000	408479	50,70	50,20	Lage Bekken, ingang kanaal Spuisluis
142b	70000	408479	69965	408591	50,20	50,05	Lage Bekken, ingang kanaal Spuisluis
142c	69965	408591	69924	408682	50,05	49,95	Lage Bekken, ingang kanaal Spuisluis
143	69924	408682	69888	408906	49,95	49,70	Spuisluis / Duwvaartsluis
144a	69888	408906	70116	409284	49,70	48,95	westelijke voorhaven jachtensluis
144b	70116	409284	70156	409399	48,95	48,80	westelijke voorhaven jachtensluis
145	70156	409399	69913	410096	48,80	48,05	damvak Krammer
146	69913	410096	69750	410348	48,05	47,75	damaanzet Grevelingendam, Krammer
147a	69750	410348	69363	410721	47,75	47,15	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse
147b	69363	410721	68728	410598	47,15	46,50	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse
147c	68728	410598	66361	410220	46,50	44,10	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse
147d	66361	410220	65533	409328	44,10	42,50	G.dam : aansl. Philipsdam tot aan Bruinisse
148a	65533	409328	65809	409059	42,50	42,10	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148b	65809	409059	66240	408525	42,10	41,40	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148c	66240	408525	65669	407661	41,40	40,10	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148d	65669	407661	65622	407467	40,10	39,90	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148e	65622	407467	65397	407148	39,90	39,50	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148f	65397	407148	64019	405857	39,50	37,50	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148g	64019	405857	63298	405339	37,50	36,60	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148h	63298	405339	62128	405453	36,60	35,20	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148i	62128	405453	60717	404797	35,20	33,60	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
148j	60717	404797	59555	404167	33,60	32,25	Aansl. G.dam tot aan dp 6 Oosterlandpdr
149	59555	404167	58387	404199	32,25	31,05	Oosterlandpolder / Vierbannepolder
150	58387	404199	57978	403850	31,05	30,50	Vierbannepolder (inlaag)
151	57978	403850	56730	403807	30,50	29,25	Vierbannepolder (inlaag)
152a	56730	403807	56454	404008	29,25	28,90	Vierbannepolder
152b	56454	404008	56307	404140	28,90	28,70	Vierbannepolder
152c	56307	404140	55439	405040	28,70	27,45	Vierbannepolder
153	55439	405040	55252	405055	27,45	27,25	(Noordbout) Gouweveerpolder
154a	55252	405055	54967	405749	27,25	26,50	Gouweveerpolder
154b	54967	405749	54815	406119	26,50	26,10	Gouweveerpolder
154c	54815	406119	54735	406302	26,10	25,90	Gouweveerpolder
155a	54735	406302	54558	406386	25,90	25,70	Gouweveerpolder
155b	54558	406386	54221	405791	25,70	25,00	Gouweveerpolder
155c	54221	405791	54149	405659	25,00	24,85	Zuider Nieuwlandpolder
155d	54149	405659	53892	405689	24,85	24,55	Zuider Nieuwlandpolder
155e	53892	405689	53362	405696	24,55	24,00	(haven de Val) Zuidhoek
155f	53362	405696	53248	405479	24,00	23,75	(haven de Val) Zuidhoek
156a	53248	405479	51957	405853	23,75	22,40	Zuidhoek
156b	51957	405853	51773	406003	22,40	22,15	Zuidhoek
157a	51773	406003	51773	406003	22,15	22,15	ingang havenkanaal
157b	51773	406003	51377	405998	22,15	18,75	ingang havenkanaal
158	51377	405998	51452	407095	18,75	17,65	Polder Schouwen
159a	51452	407095	51230	407485	17,65	17,20	(Lokkersnol) Polder Schouwen
159b	51230	407485	51143	407662	17,20	17,00	(Lokkersnol) Polder Schouwen
160	51143	407662	51227	407841	17,00	16,80	(Cauwersinlaag) Polder Schouwen
161	51227	407841	51034	408600	16,80	16,00	(Borrendamme) Polder Schouwen
162	51034	408600	50765	408731	16,00	15,70	(Kisternol) Polder Schouwen
163	50765	408731	50460	409350	15,70	15,00	(Kisterinlaag) Polder Schouwen
164a	50460	409350	50490	409545	15,00	14,80	Polder Schouwen
164b	50490	409545	50542	409790	14,80	14,55	Polder Schouwen
165	50542	409790	49227	411068	14,55	12,70	(Borrendamme haven Flauwers) Polder Schouwen
166	49227	411068	48770	410923	12,70	12,20	(Flauwers) Polder Schouwen
167a	48770	410923	48605	411024	12,20	12,00	(Flauwersinlaag) Polder Schouwen
167b	48605	411024	48474	411094	12,00	11,85	(Flauwersinlaag) Polder Schouwen
167c	48474	411094	48280	411051	11,85	11,65	(Flauwersinlaag) Polder Schouwen
168	48280	411051	46895	411727	11,65	10,10	(Weeversinlaag) Polder Schouwen
169a	46895	411727	46077	413348	10,10	8,00	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
169b	46077	413348	45102	413212	8,00	7,00	(ringdijk Schelphoek) Polder Schouwen
170	45102	413212	44385	412218	7,00	5,55	(delingsdijk) Polder Schouwen
171a	44385	412218	42354	411055	5,55	3,20	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
171b	42354	411055	41387	410695	3,20	1,90	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering
171c	41387	410695	39836	409941	1,90	0,00	Polder Schouwen tot aan Stormvloedkering

Tabel 6.2 Maatgevende golfcondities per dijkvak met prognosebodem

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
1	1,0	1,4	1,6	0,9	6,2	6,6	6,9	5,2	6,0	8,0	9,0	10,0	300	300	300	60
2a	1,3	1,9	2,3	1,6	5,7	6,2	6,4	5,1	2,9	3,5	4,5	6,9	300	300	300	60
2b	-	0,8	1,4	1,2	-	6,9	7,0	5,2	-	0,9	1,9	2,9	-	300	300	60
3	1,0	1,8	2,0	1,7	5,7	6,0	6,3	5,2	1,6	3,6	4,4	5,4	285	300	300	60
4	1,7	1,5	1,8	1,7	6,0	6,2	6,4	5,2	1,5	3,5	4,5	5,5	270	300	300	60
5a	1,2	1,7	1,8	1,6	5,7	6,2	6,5	5,2	3,0	5,0	6,0	7,0	285	285	285	60
5b	0,7	1,2	1,3	1,5	6,1	6,6	7,0	5,0	1,5	3,5	4,5	5,5	270	300	300	60
6	-	0,7	1,1	1,3	-	6,8	7,8	5,1	-	1,1	1,9	3,1	-	285	285	60
7	0,8	1,7	1,9	1,5	5,9	6,4	6,6	4,6	1,3	3,3	4,3	5,3	285	285	285	360
8	0,7	1,5	1,9	1,4	5,7	6,4	6,6	4,9	1,4	2,7	3,7	4,7	240	285	285	60
9	0,7	1,6	1,9	1,8	5,3	5,9	6,0	4,3	1,5	3,5	4,5	5,5	285	285	300	300
10	0,8	1,6	2,0	1,8	6,2	6,2	6,0	4,5	1,6	3,6	4,6	5,5	270	270	300	300
11	1,3	1,8	1,9	1,9	5,7	5,3	6,2	4,4	2,5	4,5	4,5	6,5	270	300	270	300
12	1,4	1,9	2,2	1,9	5,8	5,4	5,7	4,5	2,4	4,4	5,4	6,4	270	300	300	300
13	1,7	2,1	2,2	2,1	4,9	5,4	5,9	4,7	3,2	5,2	6,2	7,2	300	300	285	300
14	2,3	2,5	2,6	2,4	5,9	6,2	6,3	5,1	17,0	19,0	20,0	21,0	270	270	270	300
15	1,9	2,4	2,5	2,3	5,7	6,0	6,2	5,1	3,3	5,3	6,3	7,3	285	285	270	300
16	0,9	1,8	2,1	2,2	5,5	5,8	6,2	5,1	1,5	3,5	4,7	5,5	285	285	285	300
17	0,8	1,6	2,0	2,0	5,6	6,0	6,2	5,2	1,7	3,7	4,7	5,7	285	285	285	300
18	0,8	1,7	2,0	2,1	6,0	6,2	6,4	5,3	1,7	3,7	4,7	5,7	270	285	285	300
19	0,8	1,7	2,1	2,1	5,9	6,2	6,3	5,3	1,7	3,7	4,7	5,7	270	285	285	300
20	0,6	1,3	1,6	1,6	5,5	6,0	5,9	5,5	1,5	3,5	4,5	5,5	285	285	300	300
21a	1,4	1,9	2,1	2,1	5,5	6,0	6,1	5,4	2,8	4,8	5,8	6,8	300	300	300	300
21b	1,4	1,9	2,1	2,0	5,5	6,1	6,2	5,4	3,1	5,1	6,1	7,1	300	300	300	300
22	1,5	2,1	2,3	2,2	5,7	6,2	6,4	5,6	4,9	6,9	7,9	8,9	285	300	300	300
23a	1,4	2,1	2,3	2,2	5,6	6,2	6,3	5,7	5,0	7,0	8,0	9,0	285	300	300	300
23b	1,1	1,6	1,9	1,8	5,6	6,7	6,7	5,8	2,5	4,5	5,5	6,5	300	285	300	300
24	1,1	1,5	1,7	1,7	5,0	6,2	6,5	5,7	2,3	4,3	5,3	6,3	315	300	300	300
25	0,7	1,4	1,6	1,5	6,8	6,3	6,7	5,9	2,2	4,2	5,2	6,2	270	300	300	300
26	0,7	1,3	1,6	1,6	6,1	6,6	7,0	6,1	2,1	4,1	5,1	6,1	270	300	300	300
27a	0,1	0,9	1,2	1,4	6,3	6,4	7,0	6,2	0,1	2,1	3,0	4,0	270	300	300	300
27b	1,1	1,4	1,4	1,6	4,7	5,1	5,8	5,1	2,5	4,5	5,5	6,5	60	60	300	300
27c	1,2	1,5	1,5	1,7	5,5	6,0	6,1	4,8	5,4	7,4	8,4	9,4	60	90	90	90
27d	1,2	1,5	1,6	1,7	4,6	5,1	5,3	4,7	3,5	5,5	6,5	7,5	60	90	90	90
28	1,0	1,5	1,6	1,7	4,5	5,1	5,2	4,7	2,5	4,5	5,6	6,6	90	90	90	90
29	1,0	1,4	1,5	1,6	4,4	5,1	5,2	4,8	2,1	4,1	5,1	6,1	90	90	90	90
30a	1,0	1,4	1,5	1,6	4,1	4,5	4,7	4,8	2,1	4,1	5,1	6,1	120	90	90	90
30b	0,4	1,1	1,2	1,3	4,3	4,8	4,9	5,0	0,8	2,8	3,8	4,8	120	90	90	90
30c	0,5	1,0	1,2	1,4	2,2	3,8	4,3	4,6	3,1	4,4	5,4	7,1	180	60	60	90
31	0,7	1,0	1,2	1,4	2,8	3,9	4,3	4,7	3,4	3,0	4,0	5,0	60	60	60	60
32	0,3	0,9	1,0	1,1	2,3	3,8	4,1	4,4	0,5	2,5	3,5	4,5	360	60	60	60
33	0,6	1,0	1,2	1,4	2,5	4,3	4,6	4,8	1,4	2,0	3,0	4,0	300	60	60	60
34	0,2	1,0	1,2	1,4	3,1	4,4	4,7	4,8	0,4	2,4	3,4	3,5	315	30	60	60
35	0,2	1,0	1,2	1,4	3,3	4,9	5,0	4,8	0,4	2,2	3,2	4,4	315	315	315	60
36	0,3	1,0	1,2	1,4	3,5	5,1	5,2	4,8	0,6	2,6	3,6	4,6	300	315	315	315
37	0,3	1,2	1,4	1,6	5,5	5,5	5,7	5,1	0,7	2,7	3,7	4,7	120	315	315	315
38	0,9	1,5	1,7	1,7	6,1	5,6	5,7	4,9	2,2	4,2	5,2	6,2	300	315	315	300
39a	1,2	1,6	1,8	1,8	4,9	5,3	5,5	5,1	2,7	4,7	5,7	6,7	330	300	300	300
39b	1,0	1,5	1,7	1,8	5,3	5,5	5,7	5,2	2,6	4,6	5,6	6,6	300	315	315	315
40a	1,1	1,5	1,8	1,9	4,9	5,8	6,1	5,5	2,6	3,1	4,1	5,1	315	315	315	315
40b	1,2	1,7	1,9	2,0	5,1	5,5	5,6	5,3	2,6	4,6	5,6	6,6	315	315	315	315
41	1,1	1,4	1,5	1,7	4,9	5,9	6,2	5,6	2,8	4,8	5,8	6,8	90	315	315	315
42	1,1	1,3	1,5	1,6	4,6	5,6	5,9	5,5	2,2	4,0	5,0	6,0	90	315	315	315
43	1,2	1,5	1,6	1,6	4,4	4,3	4,4	4,5	3,5	5,5	6,5	7,5	90	60	60	60
44	0,4	1,2	1,3	1,4	4,0	4,5	4,4	4,9	0,7	2,7	3,7	3,2	120	90	60	360
45a	0,3	1,1	1,4	1,6	4,3	5,2	5,5	5,3	0,7	2,7	3,7	4,7	90	315	315	315
45b	0,9	1,5	1,7	1,9	4,3	5,3	5,5	5,3	2,0	4,0	5,0	6,0	315	315	315	330
46	1,2	1,6	1,8	2,1	5,5	5,5	5,7	5,5	3,8	5,8	6,8	7,8	300	300	315	315

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
47	1,3	1,6	1,8	2,1	5,3	5,6	5,5	5,4	3,2	4,5	6,2	7,2	300	300	315	315
48	1,7	1,9	2,1	2,1	5,3	5,6	5,9	5,8	10,6	12,6	13,6	14,6	300	300	300	300
49a	1,0	1,5	1,6	1,8	4,9	5,4	5,7	5,6	2,0	4,0	5,0	6,0	300	300	300	300
49b	1,2	1,6	1,8	1,9	5,0	5,4	5,7	5,6	2,1	4,1	5,1	6,1	300	300	300	300
50	1,3	1,7	1,8	1,9	5,0	5,4	5,7	5,6	2,7	4,7	5,7	6,7	300	300	300	300
51	1,8	2,0	2,1	2,1	5,2	5,6	5,8	5,8	8,9	10,9	11,9	12,9	300	300	300	300
52a	1,9	2,2	2,3	2,2	5,3	5,7	5,9	5,8	10,0	12,0	13,0	14,0	300	300	300	300
52b	2,3	2,5	2,6	2,4	5,5	5,8	6,1	5,9	18,9	20,9	21,9	22,9	300	300	300	300
53	1,3	1,8	1,9	1,9	5,1	5,5	5,8	5,7	2,1	4,0	5,0	6,0	300	300	300	300
54	1,2	1,7	1,8	1,9	5,1	5,5	5,8	5,7	2,0	4,0	5,0	6,0	300	300	300	300
55	1,1	1,4	1,6	1,7	4,6	5,1	5,4	5,6	3,2	5,2	6,2	7,2	300	300	300	300
56a	1,0	1,3	1,4	1,6	4,9	5,4	5,7	5,8	3,0	5,0	6,0	7,0	300	300	300	300
56b	1,0	1,2	1,4	1,5	4,8	5,4	5,7	5,9	2,8	4,8	5,8	6,8	300	300	300	300
56c	0,9	1,2	1,0	1,1	3,5	4,2	5,7	6,0	2,3	4,3	5,3	6,3	90	90	300	300
57	0,7	1,4	1,5	1,7	5,1	5,3	5,6	5,9	2,2	7,6	8,6	9,6	270	300	300	300
58a	0,9	1,4	1,6	1,8	3,6	5,3	5,6	5,9	5,8	7,8	8,8	5,9	360	300	300	300
58b	0,6	1,1	1,4	1,6	3,0	5,3	5,3	5,9	1,7	3,7	4,7	5,7	330	285	300	300
59	1,0	1,4	1,7	1,9	3,4	5,2	5,5	5,8	4,1	3,8	4,8	5,8	60	285	300	300
60a	1,1	1,6	1,8	2,0	3,5	4,5	4,9	5,3	5,1	7,1	8,1	9,1	300	300	300	300
60b	1,0	1,3	1,3	1,5	3,5	4,2	4,6	4,9	4,6	7,4	8,5	9,5	90	90	300	300
60c	1,0	1,3	1,4	1,5	3,5	4,1	4,3	4,5	4,0	6,0	7,0	8,0	90	90	90	90
60d	0,8	1,2	1,3	1,4	4,5	4,7	4,8	4,4	2,0	4,2	5,2	6,2	90	90	90	90
61	0,9	1,2	1,3	1,4	4,3	4,9	5,1	4,4	2,6	4,4	5,4	6,4	90	90	90	90
62	0,9	1,2	1,3	1,2	4,4	5,0	5,2	5,1	2,6	4,6	5,6	5,4	60	90	90	315
63	0,6	1,1	1,2	1,5	4,0	5,1	5,9	5,6	1,4	3,3	3,7	4,7	360	330	315	315
64	0,5	1,2	1,4	1,6	3,6	5,1	5,6	5,4	1,2	3,2	4,2	5,1	360	330	315	315
65	0,5	1,1	1,4	1,7	2,8	4,5	4,9	5,1	1,1	3,1	4,1	5,1	360	315	315	315
66	0,3	1,0	1,2	1,5	1,8	4,4	4,9	5,2	0,6	2,4	3,4	4,6	330	330	315	315
67	0,3	1,0	1,2	1,6	1,7	4,2	4,7	5,3	0,7	2,6	3,7	4,7	315	330	315	315
68	-	0,8	1,1	1,4	-	3,9	4,7	5,5	-	1,6	2,6	3,6	-	330	315	315
69a	0,2	0,9	1,2	1,5	2,2	4,2	4,7	5,2	0,2	2,2	3,2	4,2	30	330	315	315
69b	-	0,7	1,0	1,3	-	4,0	4,8	5,5	-	1,4	2,4	3,4	-	330	315	315
70	-	0,4	0,8	1,2	-	3,6	4,4	5,1	-	0,7	1,7	2,7	-	330	315	315
71a	-	-	-	0,9	-	-	-	5,2	-	-	-	1,7	-	-	-	300
71b	-	0,8	1,2	1,6	-	4,1	4,6	5,6	-	1,5	2,5	3,1	-	285	315	300
72a	-	0,8	1,2	1,6	-	3,8	4,6	5,5	-	1,6	2,6	3,6	-	330	315	315
72b	-	-	-	1,4	-	-	-	5,3	-	-	-	2,9	-	-	-	315
73	-	-	-	0,8	-	-	-	4,7	-	-	-	1,7	-	-	-	315
74	-	-	-	0,8	-	-	-	4,6	-	-	-	1,7	-	-	-	300
75	-	0,2	0,7	1,1	-	5,0	4,0	4,6	-	0,6	1,6	2,6	-	240	300	315
76	-	0,4	0,8	1,0	-	3,2	3,8	5,2	-	0,9	1,9	2,9	-	330	330	270
77	-	0,6	1,0	1,3	-	3,3	4,1	5,1	-	1,3	2,3	3,3	-	330	315	300
78	0,5	1,1	1,4	1,7	2,4	4,0	4,5	4,8	1,1	3,1	4,1	5,1	315	300	300	285
79	0,8	1,4	1,7	2,0	3,3	4,7	5,1	5,4	1,9	3,9	4,9	5,9	285	300	300	300
80	0,8	1,5	1,8	2,1	3,9	4,8	5,3	5,7	1,8	3,8	4,4	5,4	285	285	285	285
81	1,2	1,8	2,1	2,3	4,1	4,8	5,2	5,4	2,2	4,1	5,2	6,2	270	270	270	270
82a	1,2	1,8	2,1	2,3	4,3	5,0	5,3	5,4	2,2	4,2	5,2	6,2	270	270	270	270
82b	0,7	1,5	1,8	2,0	3,6	5,0	5,4	5,6	1,4	3,4	4,4	5,4	270	270	270	270
83	0,7	1,4	1,7	1,9	4,0	5,1	5,4	5,6	1,4	3,4	4,4	5,4	270	270	270	270
84	0,7	1,4	1,7	2,0	3,9	5,0	5,3	5,5	1,5	3,5	4,5	4,9	270	270	270	270
85	0,8	1,5	1,8	2,1	3,6	4,8	5,2	5,7	1,5	3,6	4,6	5,3	270	270	270	285
86a	1,2	1,7	1,8	2,1	4,1	4,8	5,3	5,4	2,6	4,6	4,4	5,4	270	270	270	270
86b	0,8	0,8	1,1	1,4	3,5	5,0	4,7	4,3	7,1	9,1	10,1	11,1	285	270	270	285
86c	0,9	1,4	1,6	1,8	5,0	5,2	5,4	5,5	1,6	3,6	4,6	5,6	270	270	270	270
86d	0,8	1,2	1,2	1,3	4,8	5,3	5,5	5,7	1,6	3,6	4,6	5,6	270	285	285	285
87a	1,3	1,6	1,6	1,6	4,7	5,1	5,4	5,6	21,2	23,2	24,2	25,2	270	285	270	270
87b	1,3	1,6	1,7	1,7	4,1	4,8	5,0	5,1	3,5	5,5	6,5	7,5	270	270	270	270
88	1,3	1,7	1,8	1,9	4,4	4,8	5,0	5,2	2,2	4,2	5,2	6,2	240	270	270	270
89a	1,0	1,6	1,8	1,9	4,3	4,7	4,8	4,9	1,9	3,9	4,9	5,9	240	210	210	210
89b	1,6	1,9	2,0	2,1	4,4	4,6	4,8	5,0	4,8	6,8	7,8	8,8	240	240	240	240
90	1,0	1,7	1,8	1,9	4,3	4,9	5,0	4,8	2,0	3,4	4,4	5,4	270	240	240	240
91a	1,2	1,7	1,8	1,9	4,4	4,7	4,8	4,8	2,7	4,7	5,7	6,7	210	210	210	210

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	91b	1,7	1,9	2,0	2,1	4,3	4,5	4,6	4,7	10,4	12,4	13,4	14,4	240	210	210
91c	1,6	1,8	1,9	2,0	4,2	4,4	4,5	4,6	6,6	8,6	9,6	10,6	210	210	210	210
92	0,5	1,4	1,6	1,8	4,9	4,3	4,3	4,4	1,2	3,2	4,2	5,2	300	210	240	240
93	0,6	1,4	1,6	1,7	3,8	4,2	4,3	4,6	1,2	3,2	4,2	5,2	240	210	210	180
94	0,5	1,4	1,7	2,0	4,9	4,8	5,1	5,5	1,2	3,2	4,2	5,2	330	285	285	285
95	0,3	1,1	1,4	1,8	5,4	4,8	5,3	5,6	0,8	2,7	3,7	4,7	330	285	285	285
96	0,3	1,1	1,4	1,8	3,4	4,9	5,4	5,6	0,7	2,7	3,7	4,7	300	285	285	285
97	0,3	1,1	1,4	1,8	5,2	5,2	5,5	5,6	0,7	2,7	3,7	4,7	330	300	300	285
98	0,4	1,2	1,5	1,8	4,3	5,0	5,5	5,8	0,8	2,8	3,8	4,6	300	285	285	300
99	-	0,9	1,3	1,7	-	5,3	5,8	5,7	-	2,0	3,0	4,0	-	300	300	300
100	0,1	1,0	1,4	1,8	3,3	5,2	5,5	5,5	0,2	2,2	3,2	4,2	315	300	285	270
101	0,2	1,0	1,4	1,8	3,8	5,2	5,5	5,5	0,2	2,3	3,3	4,3	330	300	285	270
102	0,4	1,2	1,5	1,8	3,5	4,4	4,8	5,2	0,9	2,9	3,9	4,9	315	240	270	270
103	0,4	1,2	1,5	1,8	3,5	4,4	4,9	5,3	0,9	2,9	3,9	4,9	315	240	270	270
104	0,3	1,0	1,4	1,8	2,3	4,3	5,0	5,3	0,7	2,7	3,7	4,7	210	240	270	270
105a	-	0,7	1,0	1,4	-	4,1	4,7	5,0	-	1,4	2,4	3,4	-	270	270	270
105b	-	0,1	0,5	0,9	-	5,7	5,9	5,9	-	0,0	1,0	2,0	-	360	330	330
106a	-	0,1	0,4	0,9	-	2,2	6,2	6,0	-	0,2	1,2	1,9	-	240	330	315
106b	-	0,5	0,7	1,3	-	5,3	5,7	4,9	-	1,5	2,3	3,5	-	330	330	270
107	-	0,4	0,7	1,3	-	5,5	5,8	4,9	-	1,3	2,3	3,3	-	330	330	270
108a	-	0,5	1,0	1,4	-	5,6	4,2	4,8	-	1,4	2,4	3,4	-	330	240	240
108b	-	0,8	1,2	1,6	-	4,2	4,8	5,2	-	1,5	2,5	3,5	-	270	270	270
109	0,8	1,5	1,9	2,2	2,4	4,1	4,7	5,4	2,4	4,4	5,4	6,4	270	270	270	285
110	0,8	1,4	1,7	2,1	2,5	4,9	5,4	5,7	2,7	2,9	3,9	5,1	270	300	300	300
111	0,4	1,3	1,7	2,0	3,4	4,9	5,3	5,9	0,8	2,8	3,8	4,3	285	300	300	300
112	0,4	1,3	1,7	2,1	3,0	5,0	5,3	5,9	0,7	2,7	3,7	4,7	285	315	300	300
113	0,7	1,5	1,7	1,8	5,7	5,6	5,8	5,9	1,4	3,4	4,4	5,4	270	285	285	285
114	1,5	1,8	1,9	2,0	5,4	5,3	5,3	5,3	3,7	5,7	6,7	7,7	285	285	285	285
115a	2,1	2,3	2,3	2,4	5,5	5,7	5,8	5,9	13,9	15,9	16,9	17,9	285	285	285	285
115b	0,6	1,3	1,7	2,0	6,1	6,2	6,1	5,8	1,4	3,4	4,1	5,1	285	285	285	285
115c	0,4	1,2	1,4	1,7	5,5	5,5	5,8	5,5	1,1	3,1	4,1	5,1	240	285	285	285
116	1,3	1,9	2,0	2,2	5,3	5,8	5,9	5,6	2,4	4,4	5,4	6,4	285	270	270	270
117	0,4	1,3	1,5	1,9	5,4	6,1	6,3	6,0	0,5	2,5	3,5	4,6	240	270	270	270
118	0,3	1,0	1,4	1,7	2,3	5,0	5,4	5,4	0,5	2,5	3,5	4,5	270	285	285	285
119	-	-	-	1,0	-	-	-	5,0	-	-	-	1,9	-	-	-	240
120	0,3	0,9	1,1	1,4	4,0	4,7	4,7	4,6	0,8	2,4	3,4	4,4	240	270	270	270
121	0,9	1,0	1,2	1,5	3,1	4,7	4,8	5,0	9,0	2,8	3,8	4,8	300	270	270	270
122a	0,9	1,1	1,2	1,3	3,3	3,9	4,1	4,3	9,7	11,7	12,7	13,7	300	300	300	300
122b	0,8	0,9	1,0	1,0	3,2	3,4	3,6	3,7	8,3	10,3	11,3	12,3	300	315	315	315
123	-	0,4	0,7	1,0	-	1,7	2,6	3,5	-	1,8	2,8	3,8	-	270	300	300
124	0,1	0,6	0,9	1,3	1,6	2,3	3,0	3,8	0,0	2,0	3,0	4,0	300	330	300	285
125	0,4	0,8	1,1	1,3	1,6	2,7	3,2	3,8	1,5	3,5	4,5	4,7	270	300	285	285
126	0,4	0,7	0,9	1,1	2,1	2,7	3,4	3,9	0,9	2,1	3,1	4,1	240	300	285	285
127a	-	-	-	1,0	-	-	-	3,3	-	-	-	3,8	-	-	-	240
127b	0,7	1,0	1,1	1,2	2,5	3,2	3,8	3,9	2,8	2,5	3,0	4,0	240	240	270	270
127c	-	0,8	1,0	1,3	-	3,2	3,8	4,4	-	1,8	2,8	3,8	-	270	270	285
128	-	0,7	1,0	1,3	-	2,8	3,6	4,6	-	1,7	2,7	3,1	-	240	270	270
129	0,5	1,1	1,3	1,5	2,2	3,5	4,0	4,8	1,5	3,5	4,5	3,8	285	270	270	240
130a	1,6	1,7	1,8	1,8	4,9	5,1	5,3	5,1	4,4	6,3	7,3	8,3	240	240	240	240
130b	1,7	1,8	1,9	1,7	4,8	5,1	5,2	5,0	15,1	17,1	18,1	19,1	240	240	240	240
131a	1,3	1,3	1,4	1,3	4,5	4,8	5,0	5,0	17,8	19,8	20,8	21,8	240	240	240	240
131b	0,3	0,7	0,8	0,8	4,4	3,5	3,7	3,4	0,7	2,7	3,7	4,7	240	360	360	30
132	-	0,7	1,0	1,2	-	5,1	5,2	4,7	-	0,9	1,9	2,9	-	240	240	240
133	0,4	0,8	0,9	1,1	4,6	4,4	4,2	4,4	0,6	1,5	2,5	2,5	240	240	240	240
134	-	0,3	0,6	1,0	-	4,4	4,0	3,9	-	0,5	1,5	2,5	-	240	270	300
135	-	0,4	0,6	1,0	-	3,7	3,7	3,6	-	0,7	1,7	2,5	-	285	285	300
136	-	-	-	1,1	-	-	-	3,9	-	-	-	4,5	-	-	-	285
137	0,3	0,9	1,0	1,1	1,8	3,4	3,5	3,9	0,6	2,5	3,5	4,6	270	270	285	285
138	0,4	0,8	0,9	1,1	2,3	3,4	3,7	3,7	0,8	2,4	3,3	4,3	240	270	270	270
139	0,6	0,9	1,0	1,1	2,6	3,1	3,2	3,2	1,1	3,1	4,1	5,1	270	270	270	270
140	1,0	1,2	1,2	1,2	3,2	3,6	3,7	3,7	6,3	7,1	8,1	9,1	270	270	270	270
141	1,0	1,2	1,2	1,2	3,1	3,4	3,6	3,7	5,8	7,8	8,8	9,8	270	270	270	270

Dijk- vak no.	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			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
142a	0,9	1,1	1,2	1,2	2,9	3,5	3,7	3,8	4,4	6,4	7,4	8,4	270	270	270	270
142b	1,2	1,5	1,5	1,6	3,4	3,9	3,9	4,0	3,9	5,9	6,9	7,9	270	270	270	270
142c	1,3	1,5	1,6	1,6	3,6	3,9	4,0	4,1	4,5	4,0	5,0	6,0	270	270	270	270
143	1,3	1,4	1,5	1,5	3,6	3,9	3,9	4,0	8,3	10,3	11,3	12,3	270	270	270	270
144a	0,7	1,2	1,3	1,3	3,7	3,9	4,0	3,9	1,2	3,2	4,2	5,2	240	270	270	270
144b	1,0	1,4	1,4	1,3	3,9	4,0	4,1	3,9	2,1	4,1	5,1	6,1	270	270	270	270
145	1,2	1,7	1,7	1,4	4,7	4,9	4,9	4,4	1,4	3,4	4,4	5,2	240	240	240	240
146	1,0	1,5	1,6	1,4	4,0	4,7	4,7	4,4	1,2	3,2	4,2	5,2	240	240	240	240
147a	1,0	1,2	1,2	1,2	4,1	4,2	4,3	4,2	4,8	6,8	7,8	8,8	240	240	240	240
147b	-	1,1	1,3	1,3	-	4,5	4,6	4,2	-	1,9	2,9	3,9	-	240	240	240
147c	0,1	0,9	1,0	1,2	2,0	3,7	3,8	4,0	0,1	2,0	3,0	3,0	240	210	210	210
147d	0,6	0,8	0,9	0,9	2,6	3,1	3,2	3,4	1,5	3,5	4,5	5,5	120	90	90	90
148a	0,6	0,8	0,9	0,9	2,5	3,1	3,2	3,4	2,9	4,9	5,9	6,9	90	90	90	90
148b	0,8	0,9	0,9	0,9	3,6	3,7	3,7	3,6	8,3	10,3	11,3	12,3	60	90	90	210
148c	1,0	1,0	1,1	1,0	4,6	4,7	4,8	4,6	12,7	14,7	15,7	16,7	240	240	240	240
148d	1,3	1,3	1,3	1,2	5,0	5,1	5,2	5,0	20,0	22,0	23,0	24,0	240	240	240	240
148e	1,4	1,4	1,5	1,4	4,9	5,0	5,2	5,1	17,1	19,1	20,1	21,1	240	240	240	240
148f	1,0	1,1	1,2	1,3	4,4	4,8	5,0	5,0	7,8	2,5	3,5	4,5	240	240	240	240
148g	1,0	1,2	1,2	1,5	4,5	4,7	4,8	4,6	2,3	3,6	4,6	5,3	240	240	240	240
148h	0,4	1,1	1,2	1,6	4,8	4,4	5,1	5,0	0,6	2,6	3,1	4,1	270	240	270	240
148i	-	0,5	0,9	1,2	-	6,8	5,8	5,9	-	1,7	2,8	3,8	-	300	270	270
148j	-	0,7	1,1	1,4	-	6,4	5,5	6,0	-	2,0	3,0	4,0	-	300	270	270
149	0,5	1,3	1,5	1,8	5,3	5,2	5,3	5,5	1,0	3,2	4,2	5,2	315	270	270	270
150	0,6	1,4	1,5	1,6	5,1	4,7	4,8	5,0	1,6	3,6	4,6	5,6	300	210	210	210
151	1,7	2,0	2,1	2,2	4,7	5,1	5,2	5,2	5,0	7,0	8,0	9,0	240	240	240	240
152a	1,5	1,9	2,1	2,3	4,8	5,2	5,3	5,2	2,8	4,8	5,8	6,8	240	240	240	240
152b	-	-	-	1,2	-	-	-	5,7	-	-	-	1,7	-	-	-	270
152c	0,9	1,8	2,1	2,3	7,0	6,2	6,5	5,7	1,8	3,8	4,5	5,2	285	270	270	270
153	-	0,2	0,6	1,0	-	6,7	6,8	6,4	-	0,4	1,4	2,4	-	285	270	285
154a	0,9	1,7	2,1	2,2	6,3	6,7	6,8	6,0	1,8	3,8	4,8	5,8	300	285	270	270
154b	0,5	1,2	1,5	1,7	6,1	6,6	6,7	5,9	1,2	3,2	4,2	5,2	285	285	270	270
154c	-	-	0,4	0,9	-	-	7,9	4,9	-	-	1,0	2,0	-	-	285	210
155a	-	0,1	0,4	0,6	-	2,8	8,0	5,7	-	0,0	1,0	2,0	-	270	285	270
155b	0,5	1,3	1,4	1,6	5,9	4,8	4,9	5,0	1,2	3,2	4,2	5,2	285	180	210	180
155c	0,6	1,4	1,6	1,7	5,6	4,8	4,9	5,0	1,5	3,5	4,5	5,5	285	210	210	180
155d	1,7	2,0	1,9	2,1	5,1	5,4	6,1	5,2	4,4	6,4	7,4	8,4	240	240	270	240
155e	2,2	2,4	2,6	2,5	5,4	5,9	6,1	5,9	12,6	14,6	15,6	16,6	270	270	270	270
155f	2,2	2,5	2,7	2,5	5,4	5,9	6,2	6,0	10,4	12,4	13,4	14,4	270	270	270	270
156a	2,1	2,4	2,6	2,5	5,5	6,1	6,3	6,0	7,5	9,5	10,5	12,0	270	270	270	270
156b	0,2	1,0	1,3	1,8	5,0	6,9	7,3	5,9	1,1	3,1	4,1	5,0	330	270	270	270
157a	2,0	2,3	2,4	2,2	4,9	5,5	6,2	6,0	4,7	6,7	7,7	8,7	240	240	270	270
157b	2,8	3,1	3,3	3,1	5,8	6,2	6,4	6,0	14,4	16,4	17,4	18,4	270	270	270	270
158	2,7	3,0	3,2	3,0	5,5	6,0	6,2	5,8	11,3	13,3	14,3	15,3	270	270	270	270
159a	1,8	2,4	2,6	2,6	5,3	6,0	6,2	5,7	3,4	5,4	6,4	7,4	240	240	270	270
159b	1,8	2,5	2,8	2,9	5,1	5,9	6,0	5,7	6,0	12,6	13,6	14,6	240	240	270	270
160	1,8	2,5	2,8	2,9	4,8	5,8	6,0	5,7	9,3	11,3	12,3	13,3	240	240	270	270
161	1,5	2,2	2,6	2,7	5,3	5,5	5,9	5,6	3,9	6,0	7,0	8,0	270	270	270	270
162	1,8	2,4	2,6	2,7	4,7	5,5	5,9	5,6	7,6	9,6	10,6	11,6	270	240	240	270
163	2,0	2,5	2,7	2,7	4,7	5,5	5,8	5,4	13,6	15,7	16,7	17,7	240	240	240	270
164a	1,2	1,9	2,3	2,3	4,7	5,3	5,6	5,3	1,8	3,8	4,8	5,8	240	240	240	240
164b	1,5	2,0	2,3	2,3	4,8	5,4	5,6	5,2	3,6	5,6	6,6	7,6	240	240	240	270
165	1,5	2,0	2,3	2,3	4,7	5,2	5,5	5,3	2,9	4,9	5,9	6,9	240	240	240	240
166	1,3	1,6	1,8	2,0	4,1	4,5	4,8	4,9	4,3	6,3	5,7	8,3	180	180	210	210
167a	1,3	1,6	1,8	2,0	4,1	4,5	4,6	4,9	4,0	6,0	7,0	8,0	180	180	210	210
167b	1,6	1,9	2,2	2,3	4,8	4,9	4,9	5,0	15,9	17,9	18,9	19,9	180	180	270	240
167c	1,4	1,9	2,1	2,2	4,8	4,5	4,9	4,9	13,3	15,3	16,3	17,3	180	270	270	240
168	1,6	2,0	2,2	2,2	4,5	4,7	5,0	5,1	14,0	14,6	15,6	18,0	270	240	240	240
169a	1,6	1,9	2,1	2,1	4,4	4,6	5,0	5,0	7,5	9,5	10,5	11,5	270	240	240	210
169b	1,5	1,9	2,1	2,0	4,6	4,8	5,1	5,1	3,1	5,1	6,1	7,1	240	240	240	210
170	1,2	1,6	1,9	2,0	4,5	4,9	5,1	5,1	3,0	4,6	5,6	6,6	240	240	210	210
171a	1,3	1,6	1,8	2,0	4,7	4,7	5,0	5,0	12,3	14,3	15,3	16,0	240	210	210	180
171b	1,3	1,6	1,8	1,8	4,4	4,7	4,8	5,2	7,9	9,9	10,9	11,9	240	210	210	120
171c	0,3	1,1	1,3	1,6	6,7	6,2	6,4	5,0	0,2	2,2	2,8	4,2	330	270	240	150

Tabel 7.1 Verschil maatgevende golfcondities per dijkvak o.b.v. golfcondities bodemprognose – ontwerpbodem (voor verklaring kleurverschillen zie figuren 7.1 (Hs), 7.2 (Tpm) en 7.3 (Z1))

Dijk- vak no.	Verschil Hs [m] bodemprognose - ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil Tpm [s] bodemprognose - ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil waterdiepte (m) bodemprognose - ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil windrichting (°) bodemprognose - ontwerpbodem nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil Z1 = Hs*Tpm [ms] bodemprognose - ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
	1	-0,5	-0,6	-0,7	0,0	0,0	-0,5	-0,8	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	-3,1	-5,0	-6,7
2a	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	-0,1	-1,7	-3,1	-3,1	-1,7	0	0	0	0	-3,6	-3,2	-3,2	-0,7
2b	-	0,0	-0,1	0,0	-	-0,4	-0,5	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	0	0	0	-	-0,3	-1,5	0,0
3	-0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,4	-0,6	0,0	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7	-15	0	0	0	-1,7	-1,4	-1,9	0,0
4	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-30	0	0	0	-2,0	-1,5	-1,9	0,0
5a	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,1	-1,2	-1,2	0,8	-1,2	0	0	0	0	-0,7	0,5	0,4	0,2
5b	0,0	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,4	-0,3	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	15	0	-0,1	0,5	1,1	0,0
6	-	0,1	0,1	0,0	-	-0,1	0,9	0,4	-	0,3	0,1	0,3	-	0	0	-300	-	0,6	1,7	0,5
7	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,2	0,6	0,3	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	15	0	0	0	-0,2	1,0	1,2	-0,6
8	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	0,0	0,2	0,1	-0,6	-0,6	-0,6	-45	0	0	-300	-0,9	-1,3	-0,7	-0,2
9	-0,4	-0,2	-0,1	0,0	-0,8	-0,3	-0,4	0,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	15	0	15	0	-3,0	-1,7	-1,4	0,0
10	-0,3	-0,3	-0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,5	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,1	0	-15	15	0	-1,8	-2,1	-1,7	0,0
11	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,3	-0,4	0,4	-0,1	-0,5	-0,5	-1,5	-0,5	-30	0	-15	0	-1,2	-1,9	-1,0	-0,2
12	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,3	-0,3	-0,2	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-30	0	0	0	-0,7	-1,1	-0,4	0,0
13	0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,8	-0,5	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	30	15	-15	0	-0,8	-1,6	-1,2	0,0
14	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	5,6	5,6	5,6	5,6	-15	-15	-15	0	1,3	0,5	-0,4	0,7
15	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	0,2	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0	0	-15	15	0,4	-0,6	-1,2	-0,7
16	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,0	-0,3	-0,3	0,0	-0,3	0	0	0	0	-1,1	-1,4	-1,0	-0,5
17	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15	-15	-15	0	0,0	-0,4	-0,4	0,0
18	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0	0	-15	0	-0,5	0,0	-0,2	0,0
19	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	-15	0	-1,0	-0,4	-0,4	0,0
20	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0	0	0	0,7	0,3	0,0	-0,4
21a	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	0	0	0	0	-0,9	-0,4	-0,8	-0,5
21b	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	0	0	0	0	-0,9	0,4	0,0	-0,5
22	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	0,5	0,5	0,1	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-15	0	-15	0	0,5	2,2	1,7	0,8
23a	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,6	0,5	0,3	0,1	-3,8	-3,8	-3,8	-3,8	-15	0	0	0	-0,2	1,6	1,3	0,8
23b	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,5	0,2	0,0	-1,3	-0,6	-0,6	-1,3	0	-15	0	0	-0,3	0,8	1,0	0,0
24	0,3	0,1	0,0	0,1	-0,4	0,1	0,0	-0,1	0,9	0,9	0,9	0,9	15	0	0	0	1,2	0,8	0,0	0,4
25	0,2	0,2	0,1	0,0	1,2	0,2	0,2	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	-15	0	0	0	2,0	1,5	1,0	0,0
26	0,4	0,5	0,5	0,2	3,5	-0,2	-0,2	-0,1	1,5	1,8	1,8	1,8	-60	0	15	0	3,5	3,1	3,3	1,1
27a	-	0,2	0,1	0,0	-	-0,4	0,5	0,1	-	0,1	0,0	0,0	-	15	0	0	-	1,0	1,3	0,1
27b	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,5	0,0	0,1	0,5	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-270	0	-15	240	-0,6	0,0	0,1	0,3
27c	0,0	0,1	0,0	0,1	-0,7	-0,8	-0,9	-0,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-270	-225	-225	-210	-0,8	-0,5	-1,4	-0,8
27d	0,1	0,0	0,3	0,0	-0,7	0,0	-1,6	0,0	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-270	0	-210	0	-0,3	0,0	-0,5	0,0
28	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,8	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	1,1	1,1	-225	0	0	0	0,3	0,5	0,5	0,0
29	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	3,0	0	0	0	0	1,0	0,6	0,5	0,5
30a	0,6	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	-30	0	0	0	2,5	0,5	0,0	0,0
30b	0,2	0,2	0,1	0,1	2,5	0,2	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	-30	-30	-30	0	1,4	1,1	0,6	0,6
30c	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	0,6	0,5	0,0	1,1	0,4	1,3	2,0	-30	-30	0	30	0,2	1,2	1,4	0,5
31	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,4	0,1	0,9	-1,4	0,5	0,5	0	0	0	0	0,4	0,8	0,9	0,6
32	-0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,4	0,2	0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	300	0	0	0	-0,3	0,7	0,6	0,1
33	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,6	-0,3	-0,3	-0,3	15	0	0	0	0,6	0,7	0,7	0,6
34	0,0	0,1	0,1	0,0	1,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	-0,5	-15	-30	-270	0	0,2	0,8	0,5	0,0
35	-	0,2	0,1	0,1	-	0,4	0,1	0,0	-	0,5	0,6	0,8	-	-15	-15	0	-	1,3	0,6	0,5
36	-	0,1	0,1	0,0	-	0,2	-0,2	0,0	-	0,6	0,6	0,6	-	0	0	0	-	0,7	0,3	0,0
37	0,2	0,2	0,2	0,1	1,5	0,4	0,0	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	-195	0	0	0	1,3	1,5	1,1	0,5
38	-	0,3	0,2	0,1	-	0,0	-0,1	-0,2	-	1,8	1,8	1,8	-	0	0	-15	-	1,7	1,0	0,2
39a	0,4	0,3	0,2	0,0	0,1	-0,3	-0,1	0,0	1,1	1,1	1,1	1,1	30	0	0	0	2,0	1,2	0,9	0,0
39b	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4	-0,2	-0,2	-0,1	0,9	1,3	1,3	1,3	0	0	0	0	1,4	0,3	0,3	-0,2
40a	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,7	-0,9	-0,9	0,7	-15	0	0	0	-0,2	-0,6	0,2	0,2
40b	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9	0	0	0	0	-1,5	-0,4	-0,6	-0,5
41	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	-0,1	1,1	1,1	1,1	0	0	0	0	-0,4	0,0	0,2	0,6
42	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0	-15	0	-15	0,5	0,1	0,0	-0,2
43	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	-0,2	0,0	-0,6	-1,8	-1,8	-1,8	1,0	0	-30	0	-270	0,2	0,1	0,0	-0,4
44	-	0,1	0,1	0,1	-	0,2	0,0	-0,5	-	0,5	0,5	-0,3	-	0	-30	30	-	0,7	0,4	-0,2
45a	-	0,2	0,2	0,0	-	0,1	0,1	0,0	-	0,9	0,9	0,9	-	0	-15	-15	-	1,1	1,2	0,0
45b	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,1	-0,1	-0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	15	0	0	15	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4
46	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	-0,1	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	0	-15	0	0	-0,4	-0,4	-0,8	-0,2

Dijk- vak no.	Verschil Hs [m] bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil Tpm [s] bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil waterdiepte (m) bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil windrichting (°) bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil Z1 = Hs*Tpm [ms] bodempoggnose - ontwerpbodem			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
47	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,3	-0,1	-0,1	-3,3	-4,0	-3,3	-3,3	0	-15	0	0	-0,9	-0,6	-0,7	-0,8
48	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	0	0	0	0	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4
49a	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,5	-0,2	-0,7	-0,2
49b	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0,0	-0,2
50	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	0	0	0	0	-1,2	0,0	-0,6	-0,8
51	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	0	0	0	0	-0,7	-0,6	-1,4	-0,6
52a	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	0	0	0	0	-1,3	-0,6	-0,8	-0,8
52b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	9,5	9,5	9,5	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
53	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,0	-0,7	-0,8	-1,4
54	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	-0,7	-1,4	-1,4
55	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,2	0,2	1,4	0	0	0	0	-1,2	-1,0	-1,1	-1,3
56a	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0	0	0	0	-1,6	-1,6	-2,3	-1,7
56b	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0,0	-0,5	-0,6	-0,8
56c	0,2	0,3	0,0	0,0	0,3	-1,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-270	-210	0	0	0,9	0,2	-0,1	-0,2
57	0,0	0,2	0,0	-0,1	2,1	-0,1	0,2	-0,1	-3,6	-0,1	-0,1	-0,1	-60	15	0	0	1,5	0,9	0,3	-0,8
58a	0,2	0,2	0,0	0,0	0,6	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-4,0	30	15	0	0	1,1	0,9	0,3	-0,2
58b	0,2	0,4	0,3	0,2	0,8	-0,3	0,3	0,2	0,8	1,6	1,6	1,6	240	15	0	0	0,9	1,9	1,9	1,5
59	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,8	0,3	0,2	0,6	0,6	1,3	1,3	-300	-15	0	0	0,8	2,4	2,1	1,5
60a	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0,9	1,5	1,5	1,4
60b	0,2	0,1	0,0	0,1	0,5	0,2	0,3	0,2	-1,4	-0,6	-0,5	-0,5	-240	0	210	0	1,1	0,7	0,4	0,8
60c	0,2	0,1	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,2	0,6	0,7	0,7
60d	0,1	0,1	0,0	0,0	1,1	0,1	0,0	0,0	-0,9	1,4	1,4	1,4	0	0	0	0	1,2	0,6	0,0	0,0
61	0,2	0,0	0,0	0,0	0,9	0,2	0,2	0,1	-1,0	-2,8	-2,8	-2,8	30	0	0	0	1,5	0,2	0,3	0,1
62	0,2	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2	0,1	0,0	-1,2	-1,2	-1,2	0,6	0	30	0	0	1,4	0,2	0,1	0,0
63	0,2	0,2	0,0	0,1	0,6	0,1	0,5	0,3	0,6	0,6	0,2	0,2	0	0	-15	0	1,0	1,1	0,6	1,0
64	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	30	0	-15	0	0,4	1,2	1,5	1,1
65	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	30	-15	0	0	0,4	0,7	0,9	1,3
66	-	0,1	0,1	0,1	-	0,3	0,2	0,0	-	0,4	0,4	0,6	-	0	0	0	-	0,7	0,7	0,5
67	0,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	-0,1	0,5	0,6	0,5	1,1	15	0	0	0	0,4	0,6	0,2	0,9
68	-	0,2	0,1	0,0	-	-0,3	-0,1	0,1	-	0,4	0,4	0,4	-	30	15	0	-	0,6	0,4	0,1
69a	-	0,1	0,1	0,0	-	-0,2	-0,1	0,0	-	0,4	0,4	0,4	-	30	15	0	-	0,3	0,4	0,0
69b	-	0,1	0,1	0,1	-	0,3	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	-	0	0	0	-	0,6	0,7	0,8
70	-	0,0	0,0	0,1	-	-0,3	-0,2	-0,2	-	0,0	0,0	0,0	-	30	15	15	-	-0,1	-0,2	0,3
71a	-	-	-	-0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-0,1	-	-	-	-15	-	-	-	-0,3
71b	-	0,0	0,0	0,1	-	0,1	0,2	0,4	-	-0,1	-0,1	-0,5	-	0	0	-15	-	0,1	0,2	1,2
72a	-	0,1	0,1	0,1	-	0,4	0,4	0,3	-	0,3	0,3	0,8	-	0	0	0	-	0,7	0,9	1,0
72b	-	-	-	0,2	-	-	-	0,4	-	-	-	0,9	-	-	-	-15	-	-	-	1,5
73	-	-	-	-0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-0,3	-	-	-	-15	-	-	-	-0,5
74	-	-	-	0,2	-	-	-	0,3	-	-	-	0,7	-	-	-	15	-	-	-	1,1
75	-	-0,2	0,0	0,0	-	2,2	0,4	0,1	-	0,0	0,0	0,0	-	-120	-30	-15	-	-0,1	0,3	0,1
76	-	0,0	0,1	-0,1	-	0,3	0,1	0,6	-	0,2	0,2	0,2	-	0	15	-45	-	0,1	0,5	0,1
77	-	0,2	0,2	0,1	-	0,3	0,5	0,2	-	0,6	0,6	0,6	-	-30	0	0	-	0,8	1,2	0,8
78	-	0,3	0,3	0,3	-	0,4	0,3	0,0	-	1,4	1,4	1,4	-	0	0	-15	-	1,5	1,7	1,4
79	0,3	0,2	0,2	0,2	0,8	0,4	0,4	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8	15	15	0	0	1,4	1,4	1,6	1,4
80	0,3	0,3	0,3	0,3	1,3	0,4	0,5	0,3	0,7	0,8	0,4	1,1	15	0	-15	-15	1,8	1,9	2,3	2,3
81	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3	0,1	-0,8	-0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	-15	0,9	0,8	1,6	0,8
82a	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,3	0,2	0,3	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	0	0	1,4	1,0	0,9	1,2
82b	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,8	0	0	0	0	0,9	1,4	1,6	1,5
83	0,2	0,1	0,1	0,0	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-15	0	0	0	1,2	0,9	1,0	0,6
84	0,2	0,1	0,1	0,2	-0,7	0,3	0,3	0,0	0,5	0,4	0,7	0,7	-45	0	0	-15	0,4	0,9	1,0	1,1
85	0,4	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2	0,1	0,7	0,8	0,8	0,6	0	0	0	0	1,7	1,2	1,4	1,3
86a	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,6	0,6	-0,6	-0,6	0	0	0	0	0,6	-0,7	-0,9	-0,3
86b	-0,6	-1,2	-1,1	-0,9	-0,4	0,1	-0,4	-1,1	1,4	1,4	1,4	4,6	15	0	0	15	-2,7	-5,8	-6,1	-6,4
86c	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	0,4	0,1	0,1	0,0	-0,7	-0,7	0,5	0,5	0	0	0	0	-0,6	-1,4	-1,4	-2,2
86d	0,1	0,0	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,1	0,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0	15	15	0	0,8	0,2	-1,0	-1,1
87a	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0	15	0	0	0,3	0,5	0,2	0,3
87b	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	0	0	0	0	-0,4	-0,3	-1,0	-1,0
88	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-30	0	30	30	0,0	-0,3	-0,3	-0,3
89a	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,6	-0,6	-0,6	0,4	0	-30	-30	-30	-0,3	-0,5	0,0	-0,2
89b	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1	0	0	0	0	-0,3	-0,7	-0,5	-0,5
90	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,4	-1,0	-1,0	-1,0	30	0	0	0	-1,4	-0,5	-0,5	-0,5
91a	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	-0,2	0,1	-0,2	-0,2	0	0	0	0	0,7	0,5	0,5	0,2

Dijk- vak no.	Verschil Hs [m] bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil Tpm [s] bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil waterdiepte (m) bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil windrichting (°) bodempoggnose - ontwerpbodem				Verschil Z1 = Hs*Tpm [ms] bodempoggnose - ontwerpbodem			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
91b	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,8	-30	0	0	0	0,7	0,0	0,0	0,0
91c	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-7,3	-5,6	-5,6	-5,6	-60	0	0	0	-0,3	-0,6	-0,6	-0,2
92	-	0,1	0,1	0,2	-	0,0	-0,1	-0,1	-	0,2	0,2	0,2	-	-60	-30	-30	-	0,4	0,3	0,7
93	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,7	0,0	0,0	0,0	-	-0,5	-0,5	-0,5	-60	0	0	0	-0,9	-0,4	0,0	0,0
94	-0,5	-0,1	0,0	0,0	0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,8	-0,5	-0,5	-0,5	45	-15	-15	0	-2,0	-0,9	-0,3	-0,2
95	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	1,0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	30	0	0	0	-1,0	-1,7	-1,2	-0,8
96	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-1,0	-0,2	-0,2	-0,1	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	0	0	0	0	-1,6	-1,8	-1,4	-0,8
97	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	0,7	0,3	0,2	-0,1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	30	15	15	0	-1,1	-1,1	-0,8	-0,8
98	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,1	-0,6	-0,6	-0,6	-0,2	0	0	0	15	-1,2	-1,0	-0,6	-1,0
99	-	-0,3	-0,2	-0,2	-	0,3	0,2	0,0	-	-0,6	-0,6	-0,6	-	30	15	15	-	-1,2	-0,9	-1,1
100	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-1,9	0,3	0,2	0,0	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-15	30	15	0	-1,8	-1,2	-0,8	-0,6
101	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-1,3	0,3	0,2	0,1	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	0	30	15	0	-1,3	-1,2	-0,8	-0,4
102	-0,3	-0,1	0,0	-0,1	0,5	-0,1	-0,1	0,1	-0,6	-0,2	-0,2	-0,6	105	-30	0	0	-0,7	-0,6	-0,2	-0,3
103	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,4	0,0	0,2	0,3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	105	0	0	0	-0,8	-0,4	-0,2	0,0
104	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0,2	0,2	0,8	0,7
105a	-	0,2	0,0	0,0	-	-1,0	-0,1	-0,3	-	0,1	0,1	0,1	-	-60	-15	-15	-	0,3	-0,1	-0,4
105b	-	-0,1	-0,1	-0,2	-	-0,2	0,0	0,6	-	-0,2	-0,2	-0,2	-	30	0	45	-	-0,6	-0,6	-0,5
106a	-	-0,1	-0,1	-0,1	-	-3,8	0,1	0,1	-	-0,3	-0,1	-0,4	-	-90	0	0	-	-1,0	-0,6	-0,5
106b	-	0,0	-0,1	0,0	-	-0,2	0,0	-0,3	-	0,1	0,0	0,1	-	0	0	0	-	-0,1	-0,6	-0,4
107	-	-0,1	-0,1	0,0	-	0,0	0,1	-0,3	-	0,0	0,0	0,0	-	0	0	0	-	-0,6	-0,5	-0,4
108a	-	-0,1	0,0	0,0	-	1,9	-0,3	-0,3	-	0,1	0,1	0,1	-	60	-30	-30	-	0,6	-0,3	-0,4
108b	-	-0,1	-0,1	-0,1	-	0,0	0,0	-0,1	-	-0,1	-0,1	-0,1	-	0	0	0	-	-0,4	-0,5	-0,7
109	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	15	0,3	0,5	0,8	1,2
110	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,7	0,8	0,3	0,7	-1,2	-1,7	-1,0	0	30	30	15	0,3	0,6	0,9	0,6
111	-0,2	0,0	0,0	0,0	1,1	1,0	0,8	0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,4	15	30	30	15	0,0	1,3	1,4	1,0
112	-0,2	-0,1	0,0	0,2	-2,7	-0,5	-0,3	0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	15	30	15	15	-2,2	-1,2	-0,5	1,6
113	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,5	0,4	0,5	0,3	-0,4	-0,5	-0,5	0,0	-15	0	0	0	-0,7	0,6	0,9	0,0
114	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	-0,3	-1,0	-2,5	-2,5	-1,0	0	0	0	15	-0,2	0,4	-0,3	-0,6
115a	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	0	0	0	0	0,8	0,8	0,2	0,2
115b	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,2	0,3	0,0	0,2	-0,5	0,6	0,3	0,3	15	0	0	-15	-0,5	-0,8	0,0	-0,2
115c	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2	0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	-45	0	0	0	0,4	0,2	0,3	0,0
116	-0,1	0,2	0,1	0,2	0,5	0,0	-0,1	-0,2	-1,2	0,6	0,6	0,6	15	0	0	0	0,2	1,2	0,4	0,7
117	-0,7	-0,4	-0,4	-0,1	0,5	0,6	0,6	0,3	-1,1	-1,1	-1,1	-0,2	-30	0	0	0	-3,2	-1,4	-1,4	0,0
118	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-2,2	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	60	15	15	15	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4
119	-	-	-	-0,7	-	-	-	-0,3	-	-	-	-2,3	-	-	-	-30	-	-	-	-4,0
120	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	1,0	0,4	-0,3	-0,6	0,4	0,0	0,4	0,4	-75	-15	0	0	0,6	-0,1	-1,3	-2,4
121	0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,8	0,2	-0,1	-0,2	-1,8	-0,3	-0,3	0	-15	0	0	0,3	0,0	-0,2	-0,7
122a	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	0	0	0	15	0,4	0,0	-0,1	-0,5
122b	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,6	-0,6	-0,6	9,1	0	0	0	15	0,1	0,0	0,0	-0,6
123	-	-0,1	-0,1	-0,1	-	-1,1	-0,9	-0,7	-	0,9	0,9	0,9	-	-45	0	0	-	-0,7	-1,0	-1,1
124	-	-0,1	-0,2	-0,1	-	-0,6	-0,5	-0,4	-	0,1	0,0	0,0	-	30	15	0	-	-0,7	-1,2	-0,9
125	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	0,1	-0,2	-0,2	-0,4	0	15	0	0	0,0	-0,5	-0,2	-0,3
126	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,8	-0,3	1,0	-30	30	0	15	0,0	-0,4	-0,4	-0,6
127a	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	-	-	-	0,2	-	-	-	0	-	-	-	0,0
127b	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	-0,1	-0,2	0,2	0,2	0,1	-2,2	-2,7	-1,0	0	0	30	0	-0,3	-0,9	-0,5	0,2
127c	-	-0,1	-0,1	-0,2	-	-0,3	-0,2	0,2	-	-0,6	-0,5	-0,7	-	0	0	15	-	-0,6	-0,6	-0,6
128	-	-0,1	-0,1	-0,1	-	-0,1	0,0	-0,1	-	-0,6	-0,6	-0,2	-	0	0	0	-	-0,4	-0,4	-0,6
129	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	-1,6	15	0	0	0	0,1	0,1	0,0	0,2
130a	0,5	0,0	0,0	-0,1	0,5	-0,1	-0,1	0,0	1,6	1,8	1,8	1,8	0	0	0	0	3,0	-0,2	-0,2	-0,5
130b	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	0,6	0,2	0,5	0,0
131a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	1,7	1,7	1,7	1,7	0	0	0	0	0,1	0,1	0,0	0,1
131b	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,4	-0,1	-0,2	-0,1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	0	0	330	0	-1,1	-0,4	-0,2	-0,4
132	-	-0,2	0,0	0,1	-	0,8	0,3	0,2	-	-1,7	-0,6	-0,6	-	0	0	0	-	-0,3	0,3	0,7
133	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,7	0,6	0,4	0,4	-0,9	-2,0	-2,0	-1,3	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0,0	0,4
134	-	-0,3	-0,3	-0,1	-	-0,4	0,3	0,1	-	-0,7	-0,7	-0,7	-	0	-30	0	-	-1,6	-0,9	-0,3
135	-	-0,2	-0,2	0,1	-	0,2	0,1	0,0	-	-0,4	-0,4	-0,6	-	-15	-15	0	-	-0,6	-0,7	0,4
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
137	-	0,5	0,3	0,1	-	1,0	0,8	0,8	-	1,7	1,7	1,8	-	0	15	15	-	2,1	1,6	1,2
138	-	0,3	0,2	0,2	-	0,9	1,0	0,6	-	1,4	1,4	1,5	-	30	30	0	-	1,5	1,4	1,3
139	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0	0	0	0	-0,2	0,2	0,4	0,3
140	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	1,0	1,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
141	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0	0,0	-0,1	0,0	0,0

Dijk- vak no.	Vershil Hs [m] bodempoggnose - ontwerpbodem				Vershil Tpm [s] bodempoggnose - ontwerpbodem				Vershil waterdiepte (m) bodempoggnose - ontwerpbodem				Vershil windrichting (°) bodempoggnose - ontwerpbodem				Vershil Z1 = Hs+Tpm [ms] bodempoggnose - ontwerpbodem			
	bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP				nautisch bij waterstand t.o.v. NAP				bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
142a	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	-0,2	-0,5	0,0	-0,4
142b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	-0,2	-0,2
142c	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,4	-0,5	-3,3	-0,9	-0,9	-0,9	0	0	30	30	-0,4	-0,6	-0,2	-0,8
143	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0,0	-0,4	-0,6	-0,4
144a	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-30	0	0	0	-0,6	-0,4	0,0	0,0
144b	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	0	-15	0	0	-0,5	0,0	-0,4	-0,4
145	-0,5	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-13,0	-13,0	-13,0	-13,2	0	0	0	0	-2,2	-0,5	-1,2	-0,7
146	-0,5	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	-0,1	-0,1	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	0	0	0	0	-2,6	-0,9	-0,6	-0,6
147a	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	0	0	0	0	-1,2	-1,1	-1,1	-1,1
147b	-	-0,2	-0,1	-0,1	-	-0,1	0,0	-0,1	-	-1,5	-1,5	-1,5	-	0	0	0	-	-1,0	-0,5	-0,6
147c	-	0,2	0,0	0,0	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,0	-1,0	-	-30	0	0	-	0,8	0,1	0,1
147d	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
148a	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	-0,1	-0,3	0,0	0,1
148b	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-150	-120	-120	0	-0,6	-0,2	-0,3	0,0
148c	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	0	0	0	0	-0,1	-0,7	-0,2	-0,2
148d	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-2,1	-2,1	-2,1	-2,1	0	0	0	0	0,0	-0,6	-0,7	-0,5
148e	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0	0	0	0	0,0	-0,6	-0,5	-0,5
148f	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1	1,8	-1,0	-1,0	-1,0	0	0	0	0	-0,6	-0,5	0,0	0,1
148g	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,3	-0,1	-0,1	-0,4	0	0	0	0	-0,5	-0,6	-0,7	-0,1
148h	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1	0,0	-0,2	0,3	-0,2	-0,8	-0,8	-0,9	-0,7	0	0	30	0	-1,4	-0,7	-1,1	-0,8
148i	-	-0,3	-0,2	-0,1	-	1,9	0,3	-0,1	-	-0,1	0,0	0,0	-	60	30	0	-	-0,5	-0,8	-0,7
148j	-	-0,3	-0,3	-0,2	-	1,1	0,4	0,1	-	-0,9	-0,9	-0,4	-	30	30	0	-	-0,8	-1,1	-1,0
149	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,3	0,0	-0,1	0,1	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0	-15	0	30	0,2	0,0	-0,2	-0,4
150	-0,2	0,1	0,0	0,0	0,6	-0,1	0,0	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	30	-30	0	0	-0,5	0,3	0,0	0,0
151	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0,8	0,9	0,2	0,0
152a	0,3	0,1	0,1	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	-30	0	0	0	1,3	0,7	0,7	1,3
152b	-	-	-	0,4	-	-	-	0,5	-	-	-	0,8	-	-	-	-15	-	-	-	2,7
152c	0,4	0,3	0,2	0,1	1,1	0,1	0,3	-0,1	1,0	1,0	0,5	0,2	-15	-15	0	0	3,4	2,0	1,9	0,4
153	-	-0,4	-0,5	-0,5	-	0,0	0,1	0,5	-	-1,1	-1,1	-1,1	-	0	-15	15	-	-2,7	-3,3	-2,5
154a	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0	-15	0	0	2,0	2,4	2,4	0,6
154b	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	0,3	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	-15	15	0	0	1,3	1,5	1,1	0,6
154c	-	-	-0,4	-0,3	-	-	-	2,2	-0,1	-	-	-0,8	-0,8	-	75	0	-	-	-1,4	-1,6
155a	-	-0,2	-0,3	-0,3	-	-4,9	1,8	0,7	-	-0,7	-0,7	-0,7	-	-30	45	60	-	-2,0	-1,1	-1,1
155b	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-30	0	0	0,7	1,0	0,5	0,7
155c	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	-30	0,1	-0,5	0,0	0,0
155d	0,2	0,1	-0,2	0,0	-0,3	-0,1	0,5	0,0	1,0	1,4	1,0	1,0	-30	0	30	0	0,6	0,3	-0,2	0,0
155e	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	2,9	2,9	2,9	2,9	30	0	0	0	0,9	1,1	1,1	1,1
155f	0,0	0,2	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	30	0	0	0	1,1	1,9	2,8	1,7
156a	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	0	0	0	0	1,0	1,1	1,5	0,6
156b	-	0,2	0,0	0,0	-	0,7	0,9	-0,1	-	2,1	2,1	2,0	-	0	0	0	-	1,9	1,2	-0,2
157a	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	-0,2	0,2	0,1	1,8	1,8	1,8	1,8	0	-30	0	0	1,8	0,7	1,7	0,8
157b	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	0	0	0	0	1,7	0,9	1,0	0,3
158	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	2,7	2,7	2,7	2,7	0	0	0	0	1,6	1,2	1,5	0,9
159a	0,5	0,3	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	1,4	1,4	1,4	1,4	-30	-30	0	0	3,2	2,4	1,7	0,8
159b	0,2	0,3	0,1	0,1	0,6	0,3	0,2	0,1	-1,8	2,9	0,2	0,2	0	0	0	0	2,0	2,4	1,1	0,8
160	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3	0,2	0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-30	0	0	0	2,2	1,9	1,1	0,8
161	0,2	0,2	0,3	0,2	1,1	0,1	0,1	0,0	0,7	2,0	2,0	2,0	0	0	0	0	2,5	1,3	2,0	1,1
162	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,0	-5,1	-5,1	-5,1	-5,1	0	-30	0	0	1,0	0,5	0,5	0,0
163	0,2	0,1	0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	-0,1	0,5	1,5	0,6	0,6	-30	0	0	0	1,5	0,8	0,8	-0,3
164a	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	0	0	0	-1,6	-1,4	-0,9	-1,3
164b	0,4	0,2	0,2	0,1	0,6	0,3	0,2	0,0	1,3	1,3	1,3	1,3	-30	-30	-30	0	2,6	1,6	1,5	0,5
165	0,3	0,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	0,5	0,7	0,7	0,7	30	0	0	0	1,9	0,7	1,3	0,0
166	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	0,1	0,1	-0,1	1,3	1,3	-0,3	1,3	-30	-30	0	0	0,8	-0,3	-0,3	-0,7
167a	0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,3	0,0	-0,2	-0,1	1,1	1,1	1,1	1,1	-30	0	0	0	0,8	0,0	-0,8	-0,7
167b	0,0	-0,3	-0,2	-0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,2	-3,8	-3,8	-3,8	-3,8	0	-90	30	0	0,3	-1,3	-1,2	-1,5
167c	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	0,3	-0,3	-0,2	-0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0	0	0	0,4	-1,5	-1,4	-1,5
168	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	1,4	0,0	-1,2	0,1	0	0	0	0	0,0	-0,7	-0,7	-1,5
169a	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-4,4	-4,4	-4,4	-4,4	0	0	0	0	0,2	-0,9	-0,9	-1,5
169b	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,3	0,1	0,0	-0,1	-1,1	-1,8	-1,8	-1,8	0	30	30	0	0,0	-0,3	-1,0	-1,2
170	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	0	30	0	0	0,0	-0,8	-0,7	-0,7
171a	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-1,5	-0,6	-0,6	-1,7	0	0	0	30	0,1	-1,1	-0,9	-0,6
171b	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,1	-5,3	5,5	5,5	-5,3	0	-30	-30	0	-0,6	-1,0	-1,2	-0,7
171c	-0,6	-0,3	-0,5	-0,1	1,1	-0,2	0,7	0,0	-1,9	-1,9	-2,2	-1,9	60	0	0	0	-3,0	-2,1	-1,9	-0,5

Tabel 7.2a: Aantal keer dat verschil in Hs bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verskil Hs [m] bodemprognose - ontwerpbodem											som	verhoging	verlaging
	verschil = 0,6	0,3 ≤ verschil ≤ 0,5	verschil = 0,2	verschil = 0,1	verschil = 0,0	verschil = -0,1	verschil = -0,2	-0,5 ≤ verschil ≤ -0,3	-0,9 ≤ verschil ≤ -0,6	-1,2 ≤ verschil ≤ -1,0	NaN			
+0m	1	15	30	27	44	26	23	22	4	0	53	245	73	75
+2m	0	14	28	44	46	61	22	19	1	1	9	245	86	104
+3m	0	10	21	45	66	52	28	13	1	1	8	245	76	95
+4m	0	3	19	47	86	63	18	6	2	0	1	245	69	89
som	1	42	98	163	242	202	91	60	8	2	71	980	304	363

Tabel 7.2b: Percentage van totaal (inclusief NaN) dat verschil in Hs bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verskil Hs [m] bodemprognose - ontwerpbodem											som	verhoging	verlaging
	verschil = 0,6	0,3 ≤ verschil ≤ 0,5	verschil = 0,2	verschil = 0,1	verschil = 0,0	verschil = -0,1	verschil = -0,2	-0,5 ≤ verschil ≤ -0,3	-0,9 ≤ verschil ≤ -0,6	-1,2 ≤ verschil ≤ -1,0	NaN			
+0m	0,1%	1,5%	3,1%	2,8%	4,5%	2,7%	2,3%	2,2%	0,4%	0,0%	5,4%	25,0%	7,4%	7,7%
+2m	0,0%	1,4%	2,9%	4,5%	4,7%	6,2%	2,2%	1,9%	0,1%	0,1%	0,9%	25,0%	8,8%	10,6%
+3m	0,0%	1,0%	2,1%	4,6%	6,7%	5,3%	2,9%	1,3%	0,1%	0,1%	0,8%	25,0%	7,8%	9,7%
+4m	0,0%	0,3%	1,9%	4,8%	8,8%	6,4%	1,8%	0,6%	0,2%	0,0%	0,1%	25,0%	7,0%	9,1%
som	0,1%	4,3%	10,0%	16,6%	24,7%	20,6%	9,3%	6,1%	0,8%	0,2%	7,2%	100,0%	31,0%	37,0%

Tabel 7.3a: Aantal keer dat verschil in Tpm bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verskil Tpm [s] bodemprognose - ontwerpbodem											som	verhoging	verlaging
	2,5 ≤ verschil ≤ 3,5	1,5 ≤ verschil ≤ 2,4	0,7 ≤ verschil ≤ 1,4	0,1 ≤ verschil ≤ 0,6	verschil = 0,0	-0,6 ≤ verschil ≤ -0,1	-1,4 ≤ verschil ≤ -0,7	-2,4 ≤ verschil ≤ -1,5	-3,9 ≤ verschil ≤ -2,5	-5,0 ≤ verschil ≤ -4,0	NaN			
+0m	2	2	19	98	26	32	10	2	1	0	53	245	121	45
+2m	0	3	10	103	47	67	4	0	1	1	9	245	116	73
+3m	0	2	7	105	55	64	3	1	0	0	8	245	114	68
+4m	0	0	2	86	76	77	3	0	0	0	1	245	88	80
som	2	7	38	392	204	240	20	3	2	1	71	980	439	266

Tabel 7.3b: Percentage van totaal (inclusief NaN) verschil in Tpm bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verskil Tpm [s] bodemprognose - ontwerpbodem											som	verhoging	verlaging
	2,5 ≤ verschil ≤ 3,5	1,5 ≤ verschil ≤ 2,4	0,7 ≤ verschil ≤ 1,4	0,1 ≤ verschil ≤ 0,6	verschil = 0,0	-0,6 ≤ verschil ≤ -0,1	-1,4 ≤ verschil ≤ -0,7	-2,4 ≤ verschil ≤ -1,5	-3,9 ≤ verschil ≤ -2,5	-5,0 ≤ verschil ≤ -4,0	NaN			
+0m	0,2%	0,2%	1,9%	10,0%	2,7%	3,3%	1,0%	0,2%	0,1%	0,0%	5,4%	25,0%	12,3%	4,6%
+2m	0,0%	0,3%	1,0%	10,5%	4,8%	6,8%	0,4%	0,0%	0,1%	0,1%	0,9%	25,0%	11,8%	7,4%
+3m	0,0%	0,2%	0,7%	10,7%	5,6%	6,5%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,8%	25,0%	11,6%	6,9%
+4m	0,0%	0,0%	0,2%	8,8%	7,8%	7,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	25,0%	9,0%	8,2%
som	0,2%	0,7%	3,9%	40,0%	20,8%	24,5%	2,0%	0,3%	0,2%	0,1%	7,2%	100,0%	44,8%	27,1%

Tabel 7.4a: Aantal keer dat verschil in Z1-waarde (Hs*Tpm) bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verskil Z1 = Hs*Tpm [ms] bodemprognose - ontwerpbodem											som	verhoging >0.2 ms	verlaging < 0.2 ms
	3,0 ≤ verschil ≤ 3,5	2,0 ≤ verschil ≤ 3,0	1,0 ≤ verschil ≤ 2,0	0,2 ≤ verschil ≤ 1,0	-0,2 ≤ verschil ≤ 0,2	-1,0 ≤ verschil ≤ -0,2	-2,0 ≤ verschil ≤ -1,0	-3,5 ≤ verschil ≤ -2,0	-6,0 ≤ verschil ≤ -3,5	-6,7 ≤ verschil ≤ -6,0	NaN			
+0m	4	6	28	43	35	43	24	8	1	0	53	245	81	76
+2m	1	7	33	60	34	67	27	5	2	0	9	245	101	101
+3m	1	4	37	50	45	65	30	3	0	2	8	245	92	100
+4m	0	2	25	47	73	73	19	3	1	1	1	245	74	97
som	6	19	123	200	187	248	100	19	4	3	71	980	348	374

Tabel 7.4b: Percentage van totaal (inclusief NaN) dat verschil in Z1-waarde (Hs*Tpm) bij bodemprognose - ontwerpbodem in bepaalde gradatie valt

waterstand t.o.v. NAP	Verschil Z1 = Hs*Tpm [ms] bodemprognose - ontwerpbodem												som	verhoging >0.2 ms	verlaging <0.2 ms
	3,0≤ verschil ≤3,5	2,0≤ verschil ≤3,0	1,0≤ verschil ≤2,0	0,2≤ verschil ≤1,0	-0,2≤ verschil ≤0,2	-1,0≤ verschil ≤-0,2	-2,0≤ verschil ≤-1,0	-3,5≤ verschil ≤-2,0	-6,0≤ verschil ≤-3,5	-6,7≤ verschil ≤-6,0	NaN				
+0m	0,4%	0,6%	2,9%	4,4%	3,6%	4,4%	2,4%	0,8%	0,1%	0,0%	5,4%	25,0%	8,3%	7,8%	
+2m	0,1%	0,7%	3,4%	6,1%	3,5%	6,8%	2,8%	0,5%	0,2%	0,0%	0,9%	25,0%	10,3%	10,3%	
+3m	0,1%	0,4%	3,8%	5,1%	4,6%	6,6%	3,1%	0,3%	0,0%	0,2%	0,8%	25,0%	9,4%	10,2%	
+4m	0,0%	0,2%	2,6%	4,8%	7,4%	7,4%	1,9%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	25,0%	7,6%	9,9%	
som	0,6%	1,9%	12,6%	20,4%	19,1%	25,3%	10,2%	1,9%	0,4%	0,3%	7,2%	100,0%	35,5%	38,2%	

Tabel 8.1 Verschil in indicatieve steendiktes per dijkvak o.b.v. golfcondities bodemprognose – ontwerpbodem

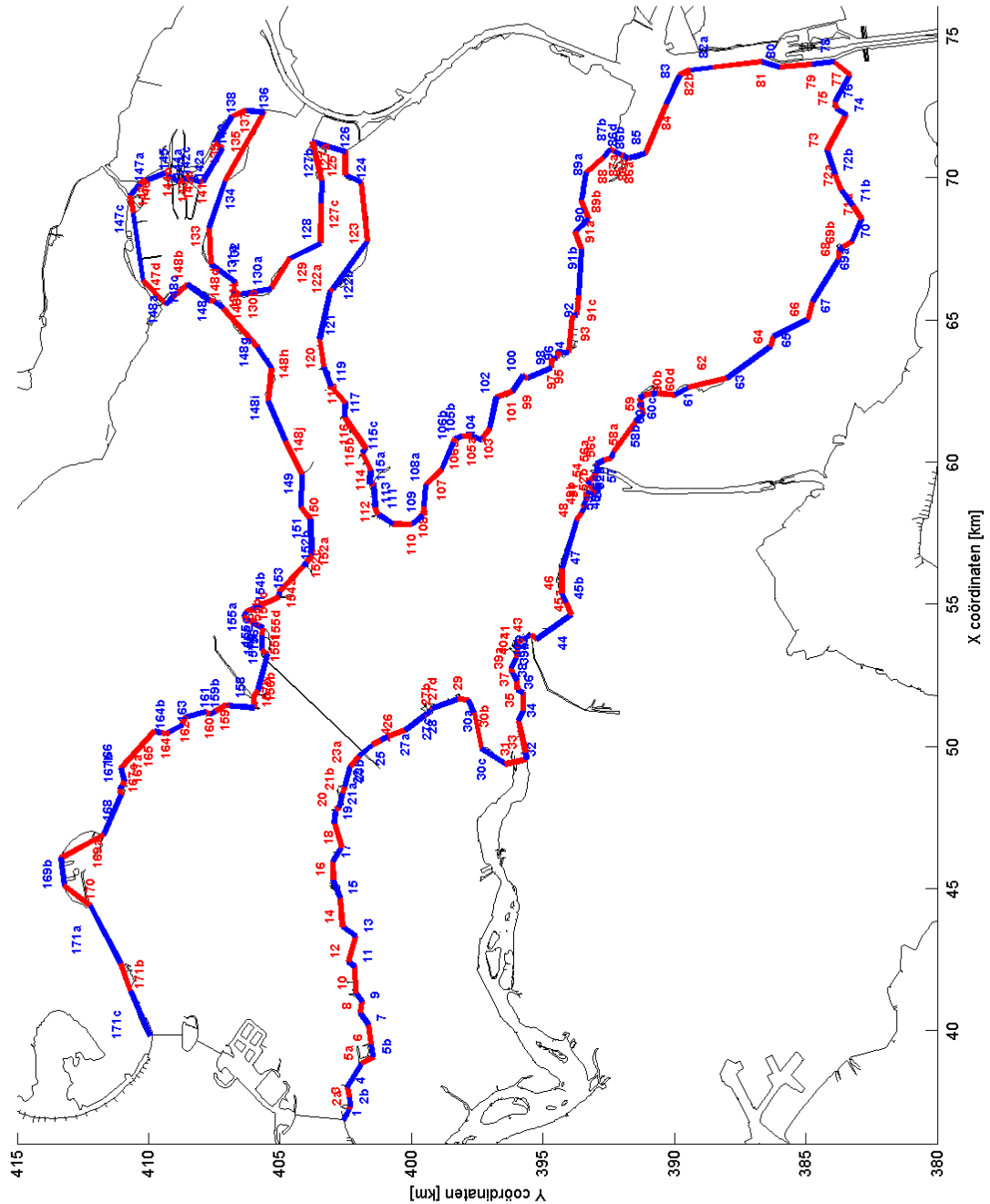
Dijkvak no.	Steendikte prognosebodem waterstand t.o.v. NAP				Steendikte ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil steendikte (m) bodemprognose ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
1	0,19	0,25	0,28	0,16	0,25	0,33	0,38	0,16	-0,06	-0,08	-0,10	0,00
2a	0,21	0,29	0,34	0,23	0,27	0,34	0,38	0,24	-0,06	-0,05	-0,04	-0,01
2b	-	0,18	0,26	0,19	-	0,18	0,27	0,19	-	0,00	-0,01	0,00
3	0,18	0,27	0,30	0,24	0,21	0,30	0,34	0,24	-0,03	-0,03	-0,04	0,00
4	0,14	0,24	0,29	0,24	0,19	0,28	0,32	0,24	-0,05	-0,04	-0,03	0,00
5a	0,20	0,27	0,29	0,23	0,22	0,26	0,28	0,23	-0,02	0,01	0,01	0,00
5b	0,14	0,23	0,24	0,21	0,14	0,21	0,22	0,21	0,00	0,02	0,02	0,00
6	-	0,15	0,23	0,19	-	0,13	0,20	0,19	-	0,02	0,03	0,00
7	0,16	0,27	0,30	0,20	0,16	0,25	0,28	0,21	0,00	0,02	0,02	-0,01
8	0,13	0,26	0,30	0,21	0,16	0,27	0,31	0,21	-0,03	-0,01	-0,01	0,00
9	0,13	0,25	0,29	0,22	0,19	0,28	0,31	0,22	-0,06	-0,03	-0,02	0,00
10	0,16	0,26	0,30	0,23	0,19	0,29	0,32	0,22	-0,03	-0,03	-0,02	0,01
11	0,21	0,25	0,29	0,23	0,24	0,28	0,30	0,23	-0,03	-0,03	-0,01	0,00
12	0,22	0,27	0,30	0,24	0,24	0,28	0,31	0,24	-0,02	-0,01	-0,01	0,00
13	0,23	0,28	0,31	0,26	0,25	0,31	0,33	0,26	-0,02	-0,03	-0,02	0,00
14	0,32	0,35	0,37	0,29	0,30	0,34	0,36	0,29	0,02	0,01	0,01	0,00
15	0,27	0,33	0,35	0,29	0,27	0,34	0,36	0,30	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
16	0,15	0,26	0,31	0,28	0,18	0,29	0,33	0,29	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01
17	0,15	0,25	0,30	0,27	0,15	0,26	0,30	0,27	0,00	-0,01	0,00	0,00
18	0,15	0,27	0,31	0,28	0,17	0,27	0,31	0,27	-0,02	0,00	0,00	0,01
19	0,16	0,27	0,31	0,28	0,18	0,28	0,32	0,28	-0,02	-0,01	-0,01	0,00
20	0,12	0,21	0,25	0,24	0,10	0,21	0,25	0,24	0,02	0,00	0,00	0,00
21a	0,21	0,28	0,31	0,28	0,23	0,29	0,32	0,29	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
21b	0,22	0,28	0,31	0,28	0,23	0,28	0,31	0,28	-0,01	0,00	0,00	0,00
22	0,23	0,31	0,33	0,30	0,23	0,28	0,31	0,29	0,00	0,03	0,02	0,01
23a	0,23	0,31	0,34	0,30	0,22	0,28	0,31	0,29	0,01	0,03	0,03	0,01
23b	0,18	0,27	0,30	0,27	0,20	0,25	0,28	0,26	-0,02	0,02	0,02	0,01
24	0,17	0,25	0,28	0,25	0,15	0,24	0,27	0,25	0,02	0,01	0,01	0,00
25	0,15	0,23	0,27	0,24	0,11	0,21	0,25	0,24	0,04	0,02	0,02	0,00
26	0,14	0,24	0,28	0,26	0,04	0,17	0,22	0,24	0,10	0,07	0,06	0,02
27a	-	0,17	0,23	0,24	-	0,16	0,21	0,23	-	0,01	0,02	0,01
27b	0,17	0,20	0,22	0,23	0,18	0,21	0,22	0,22	-0,01	-0,01	0,00	0,01
27c	0,20	0,24	0,25	0,23	0,22	0,25	0,27	0,24	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01
27d	0,17	0,21	0,23	0,22	0,18	0,22	0,23	0,23	-0,01	-0,01	0,00	-0,01
28	0,15	0,21	0,23	0,22	0,14	0,21	0,22	0,22	0,01	0,00	0,01	0,00
29	0,14	0,20	0,22	0,21	0,12	0,19	0,21	0,21	0,02	0,01	0,01	0,00
30a	0,14	0,19	0,20	0,22	0,07	0,18	0,20	0,22	0,07	0,01	0,00	0,00
30b	0,08	0,17	0,18	0,19	0,03	0,15	0,17	0,18	0,05	0,02	0,01	0,01
30c	0,06	0,13	0,16	0,19	0,05	0,10	0,14	0,18	0,01	0,03	0,02	0,01
31	0,08	0,14	0,17	0,19	0,07	0,11	0,14	0,18	0,01	0,03	0,03	0,01
32	0,04	0,12	0,14	0,16	0,05	0,10	0,13	0,15	-0,01	0,02	0,01	0,01
33	0,07	0,14	0,17	0,19	0,05	0,13	0,16	0,19	0,02	0,01	0,01	0,00
34	0,04	0,15	0,17	0,20	0,03	0,13	0,16	0,19	0,01	0,02	0,01	0,01
35	-	0,16	0,18	0,20	-	0,13	0,17	0,19	-	0,03	0,01	0,01
36	-	0,16	0,19	0,20	-	0,15	0,19	0,20	-	0,01	0,00	0,00
37	0,07	0,20	0,22	0,23	0,03	0,16	0,20	0,21	0,04	0,04	0,02	0,02
38	-	0,22	0,25	0,23	-	0,20	0,23	0,23	-	0,02	0,02	0,00
39a	0,18	0,23	0,26	0,25	0,13	0,21	0,24	0,24	0,05	0,02	0,02	0,01
39b	0,17	0,23	0,25	0,25	0,13	0,22	0,25	0,25	0,04	0,01	0,00	0,00
40a	0,18	0,24	0,28	0,27	0,18	0,25	0,27	0,26	0,00	-0,01	-0,01	0,01
40b	0,18	0,25	0,27	0,27	0,21	0,26	0,28	0,28	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01
41	0,17	0,23	0,25	0,25	0,17	0,22	0,24	0,25	0,00	0,01	0,01	0,00
42	0,16	0,21	0,24	0,24	0,16	0,21	0,23	0,24	0,00	0,00	0,01	0,00
43	0,17	0,19	0,20	0,21	0,17	0,19	0,20	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
44	-	0,17	0,18	0,20	-	0,15	0,16	0,21	-	0,02	0,02	-0,01
45a	-	0,18	0,22	0,24	-	0,15	0,20	0,23	-	0,03	0,02	0,01
45b	0,14	0,22	0,25	0,26	0,14	0,22	0,25	0,27	0,00	0,00	0,00	-0,01
46	0,19	0,24	0,27	0,28	0,21	0,25	0,28	0,29	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01

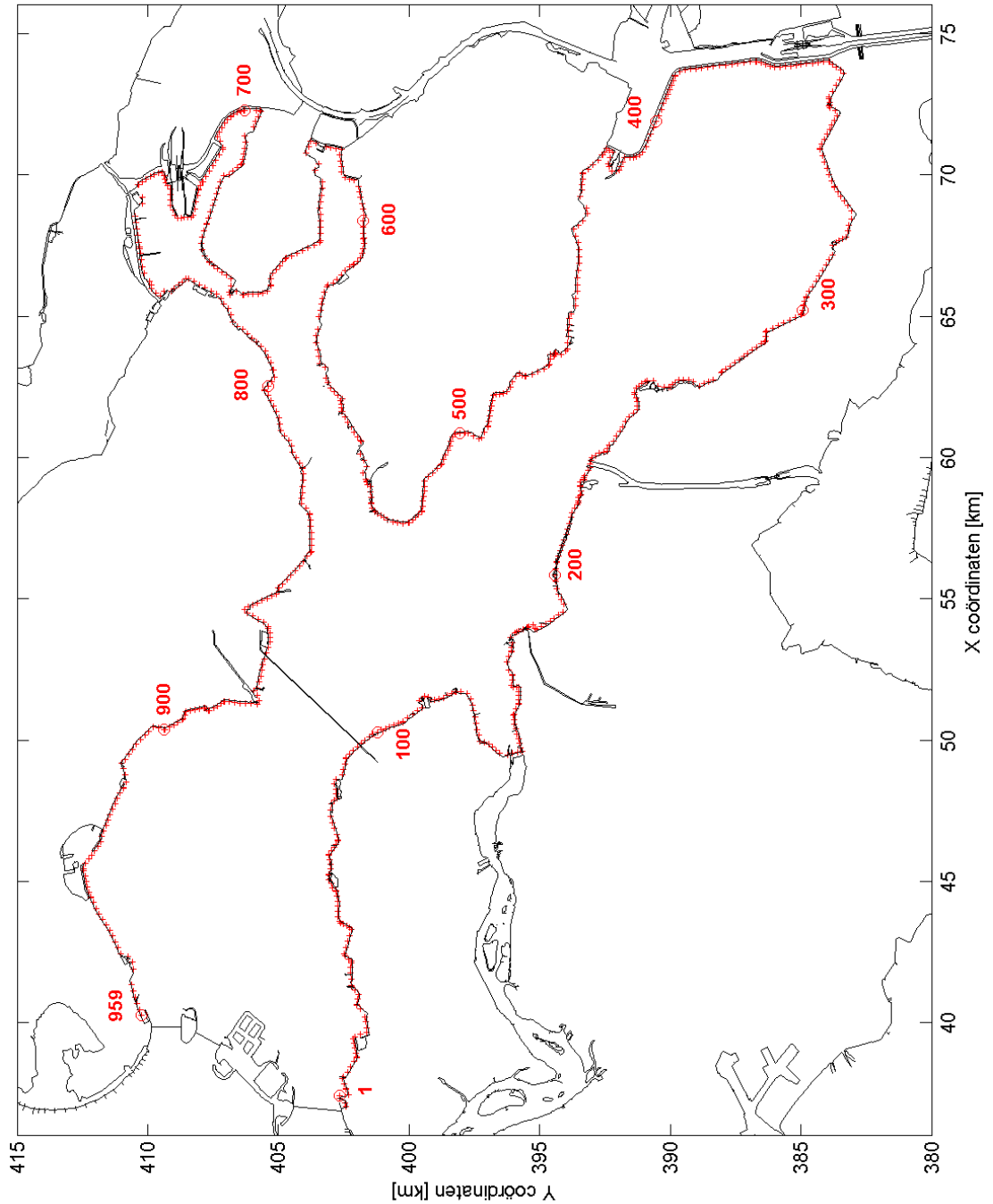
Dijk- vak no.	Steendikte prognosebodem waterstand t.o.v. NAP				Steendikte ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil steendikte (m) bodemprognose ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
47	0,20	0,24	0,26	0,28	0,22	0,25	0,28	0,29	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01
48	0,24	0,27	0,30	0,30	0,27	0,30	0,32	0,32	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
49a	0,16	0,22	0,25	0,26	0,17	0,23	0,25	0,27	-0,01	-0,01	0,00	-0,01
49b	0,18	0,24	0,26	0,27	0,20	0,24	0,27	0,28	-0,02	0,00	-0,01	-0,01
50	0,20	0,24	0,27	0,27	0,21	0,25	0,28	0,28	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
51	0,25	0,28	0,30	0,30	0,26	0,29	0,31	0,31	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
52a	0,27	0,30	0,32	0,30	0,28	0,31	0,33	0,32	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02
52b	0,31	0,33	0,36	0,33	0,30	0,33	0,35	0,32	0,01	0,00	0,01	0,01
53	0,20	0,25	0,28	0,27	0,21	0,27	0,30	0,29	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02
54	0,18	0,25	0,27	0,28	0,18	0,26	0,29	0,29	0,00	-0,01	-0,02	-0,01
55	0,17	0,21	0,23	0,25	0,19	0,23	0,25	0,27	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
56a	0,16	0,20	0,23	0,25	0,20	0,23	0,26	0,28	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03
56b	0,16	0,20	0,22	0,24	0,16	0,20	0,23	0,25	0,00	0,00	-0,01	-0,01
56c	0,12	0,16	0,18	0,20	0,10	0,15	0,18	0,20	0,02	0,01	0,00	0,00
57	0,12	0,21	0,24	0,26	0,09	0,19	0,23	0,27	0,03	0,02	0,01	-0,01
58a	0,12	0,22	0,24	0,27	0,09	0,19	0,23	0,27	0,03	0,03	0,01	0,00
58b	0,08	0,18	0,21	0,25	0,05	0,13	0,17	0,22	0,03	0,05	0,04	0,03
59	0,12	0,21	0,25	0,28	0,10	0,16	0,21	0,25	0,02	0,05	0,04	0,03
60a	0,13	0,20	0,24	0,27	0,12	0,18	0,21	0,25	0,01	0,02	0,03	0,02
60b	0,12	0,17	0,18	0,21	0,10	0,16	0,18	0,20	0,02	0,01	0,00	0,01
60c	0,12	0,17	0,18	0,19	0,09	0,15	0,17	0,19	0,03	0,02	0,01	0,00
60d	0,12	0,18	0,19	0,19	0,10	0,17	0,18	0,18	0,02	0,01	0,01	0,01
61	0,13	0,18	0,20	0,19	0,10	0,18	0,19	0,19	0,03	0,00	0,01	0,00
62	0,14	0,19	0,20	0,19	0,10	0,18	0,19	0,18	0,04	0,01	0,01	0,01
63	0,09	0,17	0,21	0,23	0,06	0,15	0,19	0,21	0,03	0,02	0,02	0,02
64	0,08	0,18	0,22	0,24	0,06	0,16	0,19	0,21	0,02	0,02	0,03	0,03
65	0,07	0,17	0,20	0,23	0,05	0,15	0,18	0,21	0,02	0,02	0,02	0,02
66	-	0,15	0,18	0,22	-	0,13	0,17	0,21	-	0,02	0,01	0,01
67	0,03	0,14	0,18	0,23	0,01	0,13	0,17	0,21	0,02	0,01	0,01	0,02
68	-	0,11	0,16	0,22	-	0,10	0,15	0,21	-	0,01	0,01	0,01
69a	-	0,14	0,18	0,22	-	0,12	0,17	0,22	-	0,02	0,01	0,00
69b	-	0,10	0,15	0,21	-	0,09	0,14	0,19	-	0,01	0,01	0,02
70	-	0,07	0,13	0,18	-	0,07	0,13	0,18	-	0,00	0,00	0,00
71a	-	-	-	0,16	-	-	-	0,16	-	-	-	0,00
71b	-	0,12	0,17	0,24	-	0,12	0,16	0,22	-	0,00	0,01	0,02
72a	-	0,11	0,17	0,24	-	0,09	0,15	0,22	-	0,02	0,02	0,02
72b	-	-	0,15	0,22	-	-	0,09	0,18	-	-	0,06	0,04
73	-	-	-	0,13	-	-	-	0,15	-	-	-	-0,02
74	-	-	-	0,13	-	-	-	0,11	-	-	-	0,02
75	-	0,06	0,11	0,16	-	0,05	0,10	0,16	-	0,01	0,01	0,00
76	-	0,07	0,11	0,17	-	0,05	0,10	0,16	-	0,02	0,01	0,01
77	-	0,08	0,14	0,20	-	0,06	0,11	0,18	-	0,02	0,03	0,02
78	-	0,15	0,19	0,23	-	0,11	0,16	0,20	-	0,04	0,03	0,03
79	0,11	0,20	0,24	0,28	0,07	0,16	0,20	0,25	0,04	0,04	0,04	0,03
80	0,11	0,21	0,25	0,29	0,07	0,17	0,21	0,25	0,04	0,04	0,04	0,04
81	0,16	0,23	0,27	0,30	0,14	0,22	0,25	0,28	0,02	0,01	0,02	0,02
82a	0,17	0,24	0,28	0,30	0,14	0,22	0,26	0,28	0,03	0,02	0,02	0,02
82b	0,10	0,21	0,25	0,28	0,07	0,18	0,22	0,26	0,03	0,03	0,03	0,02
83	0,10	0,21	0,24	0,27	0,07	0,18	0,22	0,26	0,03	0,03	0,02	0,01
84	0,11	0,21	0,24	0,28	0,09	0,18	0,22	0,26	0,02	0,03	0,02	0,02
85	0,11	0,21	0,25	0,29	0,06	0,18	0,23	0,27	0,05	0,03	0,02	0,02
86a	0,16	0,23	0,25	0,28	0,15	0,24	0,27	0,29	0,01	-0,01	-0,02	-0,01
86b	0,11	0,14	0,17	0,18	0,17	0,26	0,28	0,30	-0,06	-0,12	-0,11	-0,12
86c	0,15	0,21	0,24	0,25	0,16	0,23	0,26	0,29	-0,01	-0,02	-0,02	-0,04
86d	0,13	0,19	0,20	0,21	0,12	0,19	0,21	0,23	0,01	0,00	-0,01	-0,02
87a	0,19	0,22	0,24	0,24	0,18	0,22	0,23	0,23	0,01	0,00	0,01	0,01
87b	0,17	0,21	0,23	0,24	0,18	0,23	0,25	0,25	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01
88	0,17	0,22	0,24	0,26	0,18	0,23	0,25	0,26	-0,01	-0,01	-0,01	0,00
89a	0,14	0,22	0,23	0,25	0,16	0,22	0,23	0,25	-0,02	0,00	0,00	0,00
89b	0,21	0,24	0,25	0,26	0,21	0,25	0,26	0,27	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
90	0,14	0,23	0,25	0,25	0,17	0,24	0,25	0,25	-0,03	-0,01	0,00	0,00
91a	0,17	0,22	0,23	0,25	0,16	0,21	0,22	0,24	0,01	0,01	0,01	0,01

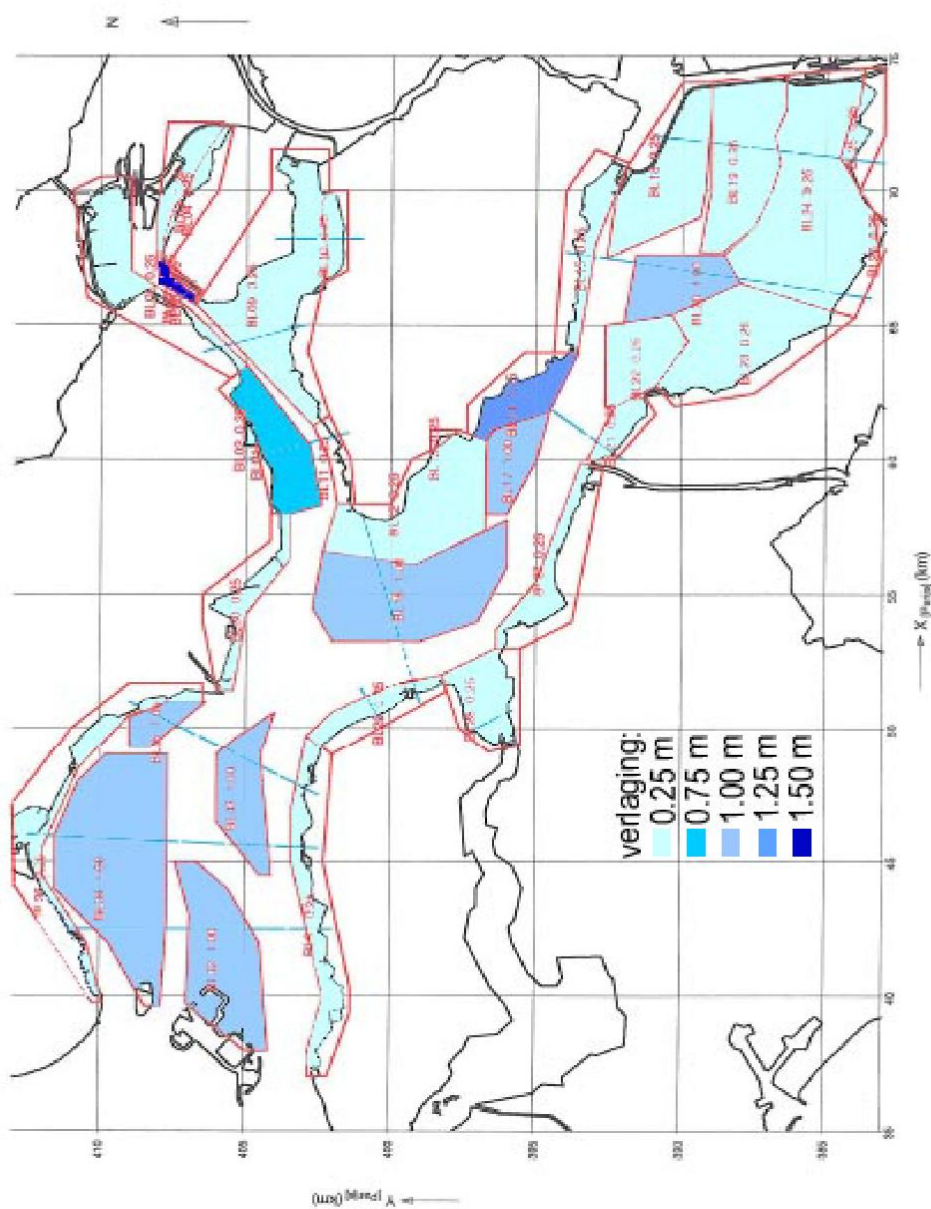
Dijk- vak no.	Steendikte prognosebodem waterstand t.o.v. NAP				Steendikte ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil steendikte (m) bodemprognose ontwerpbodem bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
91b	0,21	0,24	0,25	0,26	0,20	0,23	0,24	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01
91c	0,20	0,22	0,23	0,24	0,20	0,23	0,24	0,25	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
92	-	0,18	0,20	0,22	-	0,18	0,20	0,21	-	0,00	0,00	0,01
93	0,09	0,16	0,20	0,22	0,11	0,18	0,20	0,22	-0,02	-0,02	0,00	0,00
94	0,10	0,19	0,23	0,27	0,15	0,21	0,24	0,28	-0,05	-0,02	-0,01	-0,01
95	0,07	0,17	0,21	0,26	0,10	0,20	0,24	0,28	-0,03	-0,03	-0,03	-0,02
96	0,06	0,17	0,22	0,26	0,10	0,20	0,25	0,28	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02
97	0,07	0,18	0,22	0,26	0,10	0,20	0,24	0,28	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02
98	0,07	0,18	0,23	0,27	0,11	0,20	0,24	0,28	-0,04	-0,02	-0,01	-0,01
99	-	0,16	0,22	0,26	-	0,18	0,23	0,27	-	-0,02	-0,01	-0,01
100	0,02	0,16	0,21	0,26	0,09	0,19	0,23	0,27	-0,07	-0,03	-0,02	-0,01
101	0,03	0,17	0,22	0,26	0,09	0,19	0,23	0,27	-0,06	-0,02	-0,01	-0,01
102	0,07	0,17	0,21	0,25	0,09	0,18	0,21	0,25	-0,02	-0,01	0,00	0,00
103	0,07	0,17	0,21	0,26	0,09	0,18	0,21	0,25	-0,02	-0,01	0,00	0,01
104	0,04	0,15	0,20	0,25	0,03	0,14	0,19	0,24	0,01	0,01	0,01	0,01
105a	-	0,11	0,16	0,21	-	0,10	0,16	0,21	-	0,01	0,00	0,00
105b	-	0,01	0,10	0,16	-	0,05	0,12	0,18	-	-0,04	-0,02	-0,02
106a	-	0,02	0,10	0,17	-	0,06	0,12	0,18	-	-0,04	-0,02	-0,01
106b	-	0,10	0,14	0,19	-	0,10	0,15	0,20	-	0,00	-0,01	-0,01
107	-	0,10	0,14	0,19	-	0,10	0,15	0,20	-	0,00	-0,01	-0,01
108a	-	0,10	0,15	0,20	-	0,10	0,15	0,21	-	0,00	0,00	-0,01
108b	-	0,12	0,18	0,23	-	0,13	0,19	0,24	-	-0,01	-0,01	-0,01
109	0,08	0,19	0,24	0,29	0,07	0,18	0,23	0,28	0,01	0,01	0,01	0,01
110	0,09	0,20	0,25	0,29	0,08	0,18	0,23	0,28	0,01	0,02	0,02	0,01
111	0,07	0,19	0,24	0,30	0,07	0,16	0,21	0,28	0,00	0,03	0,03	0,02
112	0,06	0,19	0,24	0,30	0,13	0,22	0,25	0,28	-0,07	-0,03	-0,01	0,02
113	0,14	0,23	0,25	0,27	0,16	0,22	0,25	0,27	-0,02	0,01	0,00	0,00
114	0,22	0,25	0,26	0,27	0,23	0,25	0,26	0,28	-0,01	0,00	0,00	-0,01
115a	0,28	0,31	0,32	0,33	0,28	0,30	0,31	0,32	0,00	0,01	0,01	0,01
115b	0,13	0,23	0,26	0,29	0,14	0,24	0,27	0,29	-0,01	-0,01	-0,01	0,00
115c	0,09	0,20	0,23	0,25	0,08	0,20	0,23	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00
116	0,20	0,27	0,29	0,30	0,20	0,26	0,28	0,29	0,00	0,01	0,01	0,01
117	0,09	0,22	0,25	0,28	0,17	0,25	0,27	0,28	-0,08	-0,03	-0,02	0,00
118	0,04	0,16	0,21	0,25	0,05	0,18	0,22	0,25	-0,01	-0,02	-0,01	0,00
119	-	-	-	0,16	-	-	-	0,24	-	-	-	-0,08
120	0,06	0,15	0,17	0,19	0,04	0,15	0,19	0,23	0,02	0,00	-0,02	-0,04
121	0,10	0,15	0,18	0,21	0,10	0,15	0,19	0,22	0,00	0,00	-0,01	-0,01
122a	0,11	0,15	0,16	0,18	0,10	0,15	0,17	0,19	0,01	0,00	-0,01	-0,01
122b	0,10	0,12	0,13	0,13	0,10	0,12	0,13	0,14	0,00	0,00	0,00	-0,01
123	-	0,04	0,08	0,13	-	0,07	0,11	0,15	-	-0,03	-0,03	-0,02
124	-	0,06	0,11	0,16	-	0,09	0,13	0,18	-	-0,03	-0,02	-0,02
125	0,04	0,09	0,12	0,16	0,04	0,11	0,14	0,17	0,00	-0,02	-0,02	-0,01
126	0,05	0,09	0,12	0,15	0,05	0,10	0,13	0,16	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
127a	-	-	0,10	0,12	-	-	0,07	0,12	-	-	0,03	0,00
127b	0,08	0,12	0,15	0,16	0,09	0,14	0,15	0,15	-0,01	-0,02	0,00	0,01
127c	-	0,10	0,13	0,18	-	0,11	0,15	0,19	-	-0,01	-0,02	-0,01
128	-	0,09	0,13	0,19	-	0,10	0,14	0,19	-	-0,01	-0,01	0,00
129	0,06	0,14	0,17	0,21	0,05	0,13	0,17	0,21	0,01	0,01	0,00	0,00
130a	0,22	0,24	0,25	0,24	0,16	0,23	0,25	0,25	0,06	0,01	0,00	-0,01
130b	0,23	0,24	0,26	0,23	0,22	0,24	0,25	0,23	0,01	0,00	0,01	0,00
131a	0,18	0,19	0,20	0,19	0,17	0,19	0,20	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00
131b	0,06	0,10	0,11	0,11	0,09	0,11	0,12	0,11	-0,03	-0,01	-0,01	0,00
132	-	0,13	0,16	0,18	-	0,14	0,16	0,16	-	-0,01	0,00	0,02
133	0,07	0,12	0,13	0,16	0,10	0,13	0,14	0,15	-0,03	-0,01	-0,01	0,01
134	-	0,06	0,10	0,14	-	0,11	0,12	0,15	-	-0,05	-0,02	-0,01
135	-	0,07	0,10	0,13	-	0,09	0,11	0,12	-	-0,02	-0,01	0,01
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
137	-	0,12	0,13	0,14	-	0,05	0,08	0,11	-	0,07	0,05	0,03
138	-	0,11	0,12	0,14	-	0,06	0,08	0,11	-	0,05	0,04	0,03
139	0,07	0,11	0,12	0,13	0,08	0,10	0,11	0,12	-0,01	0,01	0,01	0,01
140	0,12	0,15	0,15	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
141	0,12	0,14	0,15	0,15	0,12	0,14	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

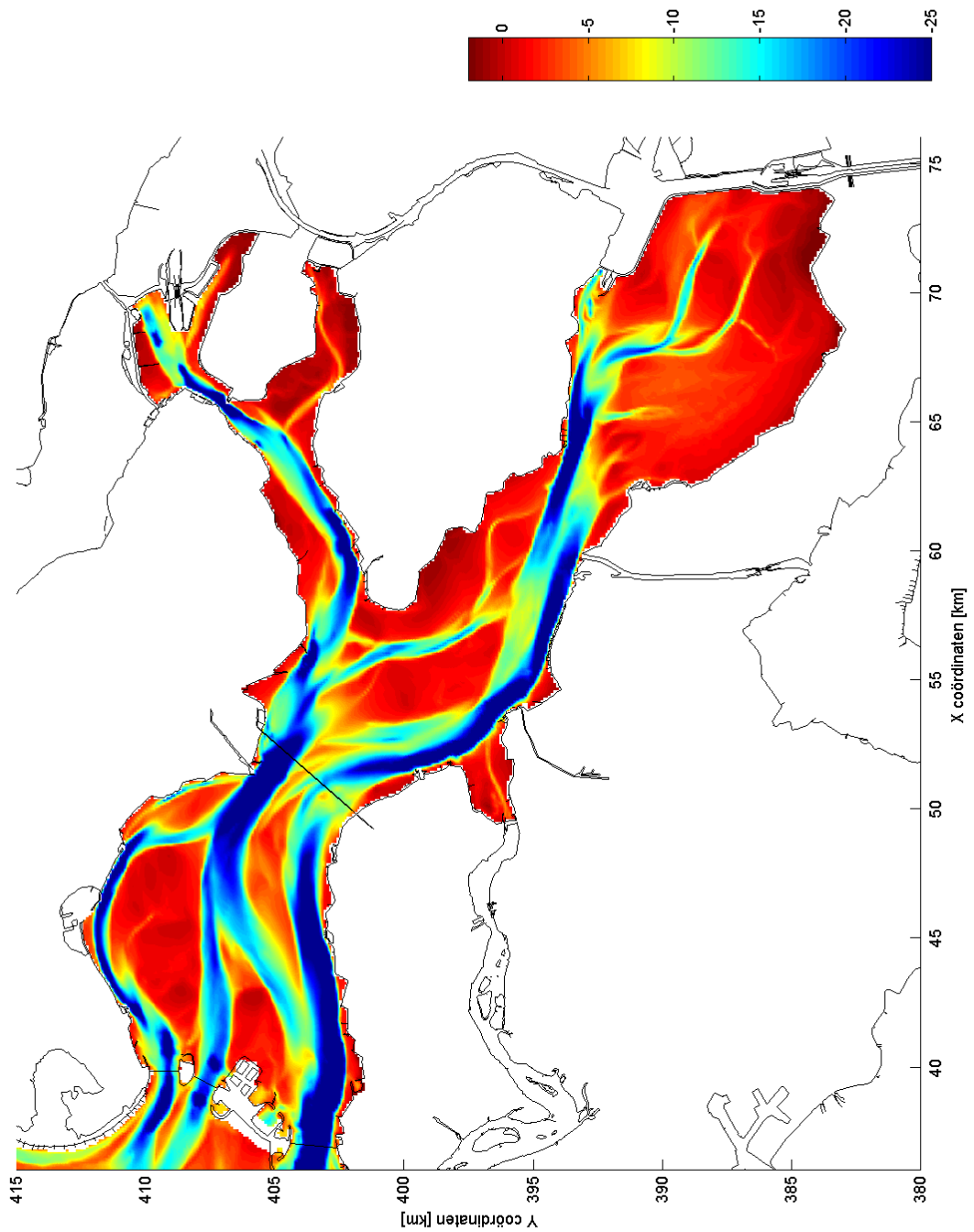
Dijk- vak no.	Steendikte prognosebodem waterstand t.o.v. NAP				Steendikte ontwerp-bodem bij waterstand t.o.v. NAP				Verschil steendikte (m) bodemprognose ontwerp-bodem bij waterstand t.o.v. NAP			
	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m	+0m	+2m	+3m	+4m
142a	0,10	0,14	0,15	0,16	0,11	0,14	0,15	0,16	-0,01	0,00	0,00	0,00
142b	0,14	0,18	0,18	0,19	0,14	0,18	0,19	0,19	0,00	0,00	-0,01	0,00
142c	0,16	0,18	0,19	0,20	0,16	0,19	0,20	0,21	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
143	0,15	0,18	0,18	0,19	0,16	0,18	0,19	0,19	-0,01	0,00	-0,01	0,00
144a	0,10	0,16	0,17	0,16	0,11	0,16	0,17	0,17	-0,01	0,00	0,00	-0,01
144b	0,14	0,17	0,18	0,17	0,15	0,18	0,18	0,17	-0,01	-0,01	0,00	0,00
145	0,18	0,23	0,23	0,19	0,22	0,24	0,25	0,21	-0,04	-0,01	-0,02	-0,02
146	0,14	0,21	0,21	0,19	0,20	0,22	0,23	0,20	-0,06	-0,01	-0,02	-0,01
147a	0,14	0,16	0,17	0,16	0,17	0,19	0,19	0,18	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
147b	-	0,16	0,18	0,17	-	0,18	0,19	0,18	-	-0,02	-0,01	-0,01
147c	-	0,12	0,14	0,16	-	0,10	0,13	0,16	-	0,02	0,01	0,00
147d	0,07	0,10	0,11	0,12	0,07	0,10	0,11	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
148a	0,07	0,10	0,11	0,12	0,08	0,10	0,11	0,12	-0,01	0,00	0,00	0,00
148b	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	-0,01	-0,01	0,00	-0,01
148c	0,16	0,16	0,17	0,15	0,16	0,17	0,17	0,16	0,00	-0,01	0,00	-0,01
148d	0,19	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20	0,21	0,19	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
148e	0,20	0,21	0,22	0,21	0,20	0,22	0,23	0,21	0,00	-0,01	-0,01	0,00
148f	0,15	0,17	0,18	0,19	0,16	0,17	0,19	0,19	-0,01	0,00	-0,01	0,00
148g	0,15	0,17	0,18	0,20	0,16	0,18	0,20	0,21	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01
148h	0,09	0,16	0,18	0,22	0,12	0,17	0,20	0,24	-0,03	-0,01	-0,02	-0,02
148i	-	0,12	0,17	0,21	-	0,13	0,18	0,22	-	-0,01	-0,01	-0,01
148j	-	0,15	0,18	0,23	-	0,17	0,20	0,24	-	-0,02	-0,02	-0,01
149	0,10	0,19	0,22	0,25	0,10	0,20	0,23	0,26	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
150	0,11	0,19	0,21	0,23	0,12	0,19	0,21	0,23	-0,01	0,00	0,00	0,00
151	0,22	0,26	0,28	0,29	0,21	0,25	0,27	0,28	0,01	0,01	0,01	0,01
152a	0,20	0,26	0,28	0,29	0,19	0,24	0,26	0,28	0,01	0,02	0,02	0,01
152b	-	-	-	0,20	-	-	-	0,15	-	-	-	0,05
152c	0,18	0,27	0,32	0,31	0,11	0,24	0,29	0,30	0,07	0,03	0,03	0,01
153	-	0,06	0,14	0,18	-	0,14	0,21	0,24	-	-0,08	-0,07	-0,06
154a	0,17	0,28	0,33	0,32	0,12	0,24	0,29	0,31	0,05	0,04	0,04	0,01
154b	0,11	0,22	0,26	0,26	0,07	0,19	0,24	0,25	0,04	0,03	0,02	0,01
154c	-	-	0,12	0,15	-	-	0,15	0,18	-	-	-0,03	-0,03
155a	-	0,01	0,11	0,13	-	0,10	0,14	0,15	-	-0,09	-0,03	-0,02
155b	0,10	0,18	0,21	0,23	0,08	0,17	0,19	0,21	0,02	0,01	0,02	0,02
155c	0,13	0,20	0,22	0,24	0,13	0,20	0,22	0,23	0,00	0,00	0,00	0,01
155d	0,23	0,27	0,28	0,28	0,23	0,27	0,29	0,28	0,00	0,00	-0,01	0,00
155e	0,29	0,33	0,35	0,33	0,28	0,32	0,33	0,32	0,01	0,01	0,02	0,01
155f	0,30	0,34	0,37	0,34	0,28	0,31	0,33	0,32	0,02	0,03	0,04	0,02
156a	0,29	0,34	0,36	0,34	0,27	0,32	0,34	0,33	0,02	0,02	0,02	0,01
156b	-	0,20	0,25	0,27	-	0,16	0,23	0,27	-	0,04	0,02	0,00
157a	0,26	0,30	0,34	0,31	0,23	0,29	0,32	0,31	0,03	0,01	0,02	0,00
157b	0,36	0,40	0,43	0,40	0,34	0,39	0,42	0,39	0,02	0,01	0,01	0,01
158	0,34	0,39	0,41	0,38	0,31	0,37	0,39	0,37	0,03	0,02	0,02	0,01
159a	0,25	0,33	0,36	0,34	0,19	0,30	0,34	0,33	0,06	0,03	0,02	0,01
159b	0,24	0,33	0,37	0,36	0,20	0,30	0,35	0,35	0,04	0,03	0,02	0,01
160	0,23	0,33	0,37	0,36	0,20	0,30	0,35	0,35	0,03	0,03	0,02	0,01
161	0,22	0,30	0,34	0,34	0,17	0,27	0,32	0,33	0,05	0,03	0,02	0,01
162	0,23	0,31	0,35	0,34	0,21	0,30	0,35	0,35	0,02	0,01	0,00	-0,01
163	0,25	0,32	0,36	0,34	0,22	0,31	0,34	0,34	0,03	0,01	0,02	0,00
164a	0,17	0,26	0,30	0,30	0,21	0,29	0,32	0,32	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02
164b	0,21	0,27	0,31	0,30	0,16	0,25	0,28	0,29	0,05	0,02	0,03	0,01
165	0,21	0,27	0,30	0,30	0,17	0,25	0,29	0,30	0,04	0,02	0,01	0,00
166	0,17	0,21	0,24	0,26	0,15	0,21	0,25	0,27	0,02	0,00	-0,01	-0,01
167a	0,17	0,21	0,23	0,26	0,15	0,21	0,24	0,27	0,02	0,00	-0,01	-0,01
167b	0,22	0,25	0,28	0,29	0,21	0,27	0,30	0,31	0,01	-0,02	-0,02	-0,02
167c	0,20	0,24	0,27	0,28	0,19	0,26	0,29	0,30	0,01	-0,02	-0,02	-0,02
168	0,21	0,25	0,28	0,29	0,21	0,26	0,29	0,30	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
169a	0,20	0,23	0,27	0,27	0,20	0,26	0,29	0,29	0,00	-0,03	-0,02	-0,02
169b	0,20	0,24	0,27	0,26	0,20	0,25	0,29	0,28	0,00	-0,01	-0,02	-0,02
170	0,17	0,22	0,25	0,26	0,17	0,23	0,26	0,27	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
171a	0,18	0,21	0,24	0,26	0,19	0,23	0,26	0,27	-0,01	-0,02	-0,02	-0,01
171b	0,18	0,22	0,24	0,25	0,19	0,23	0,26	0,26	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01
171c	0,08	0,20	0,23	0,22	0,17	0,24	0,27	0,24	-0,09	-0,04	-0,04	-0,02

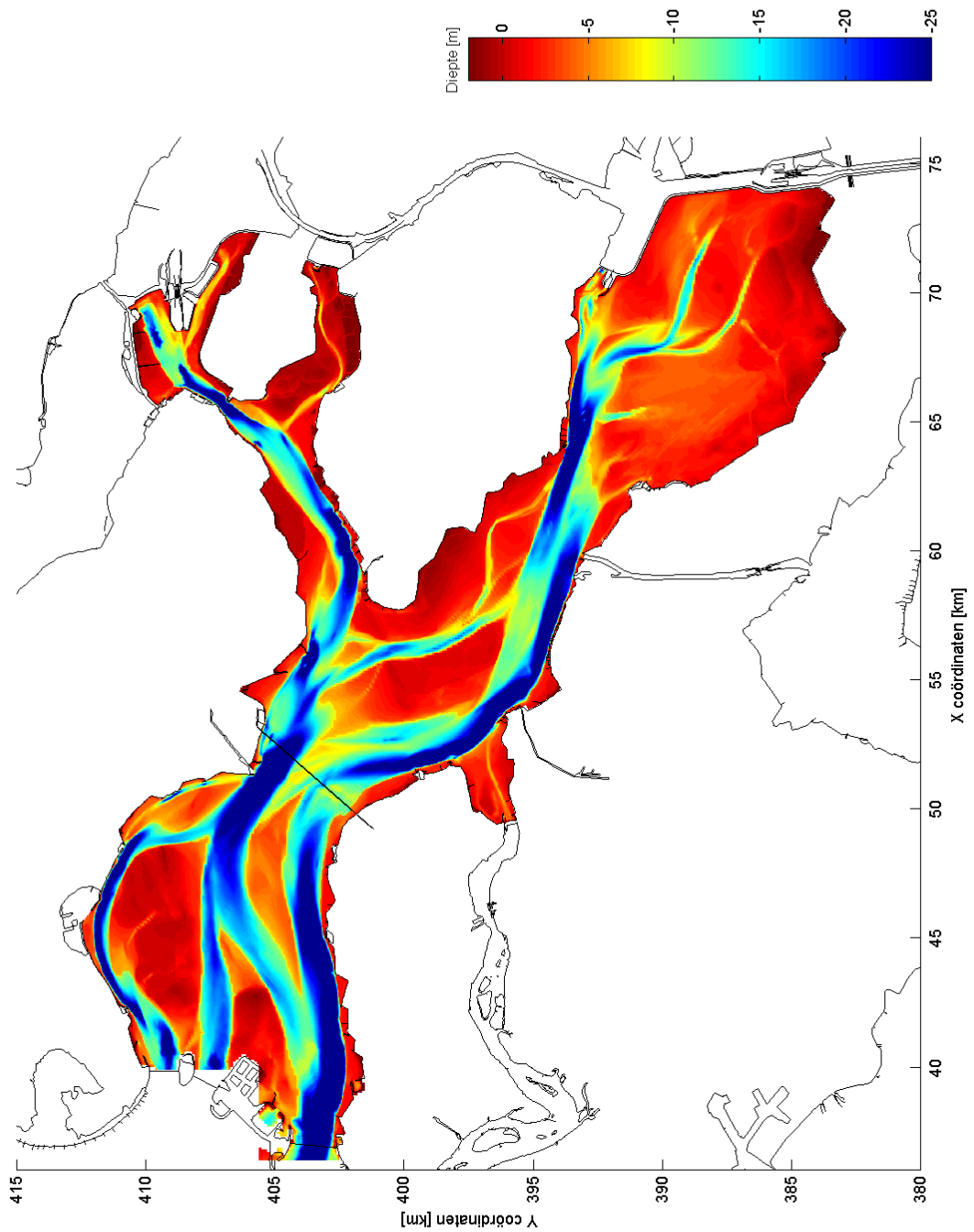
Figuren

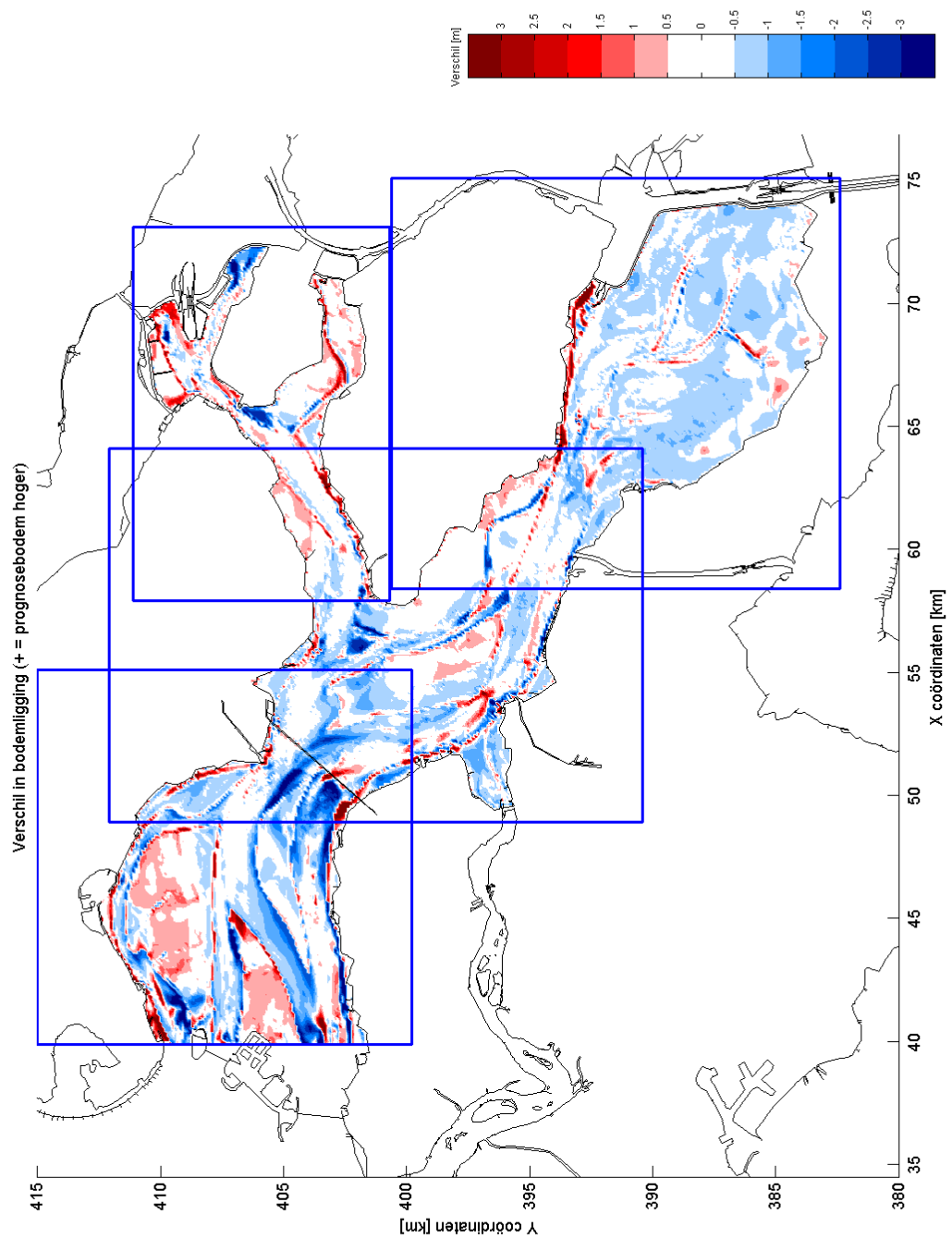


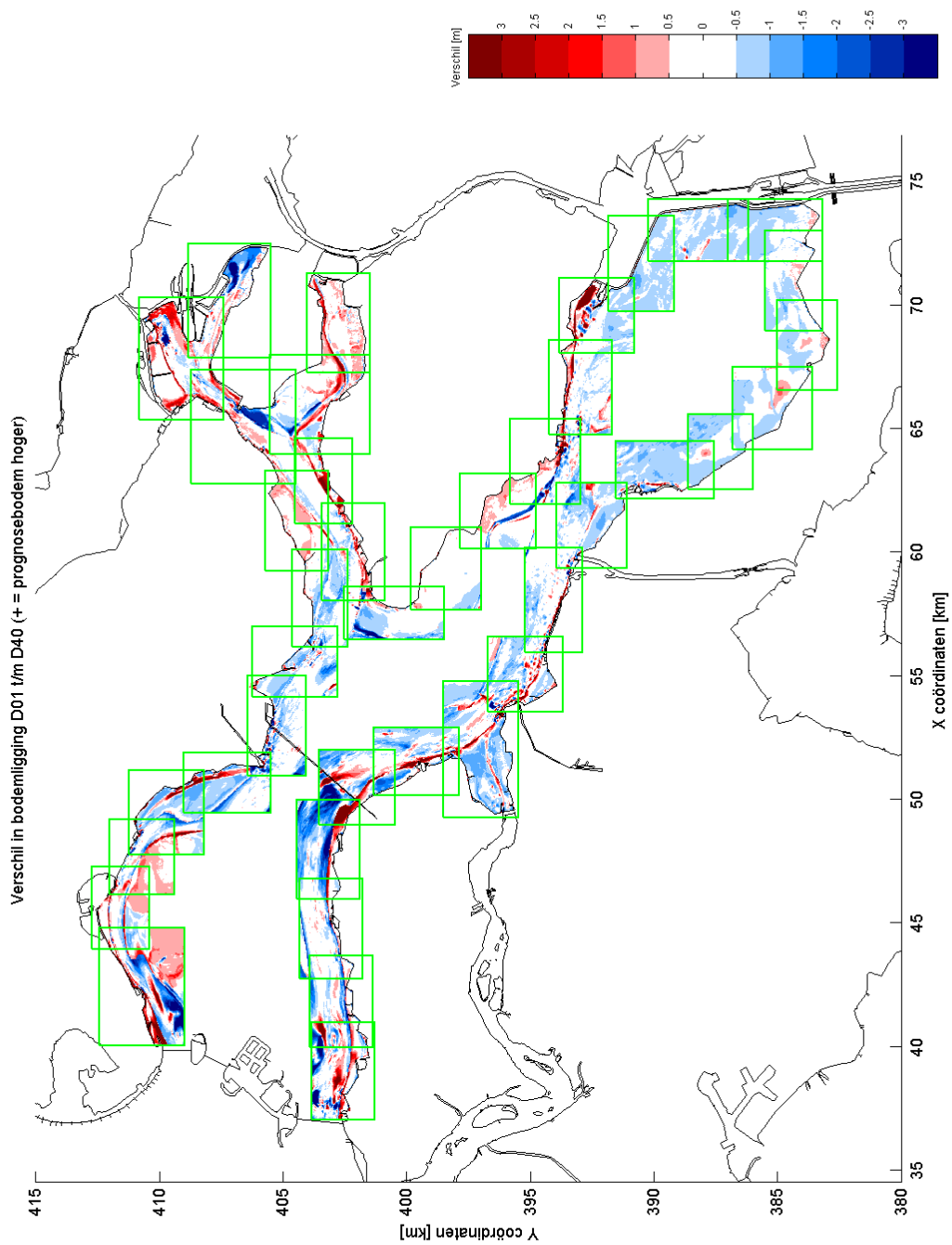


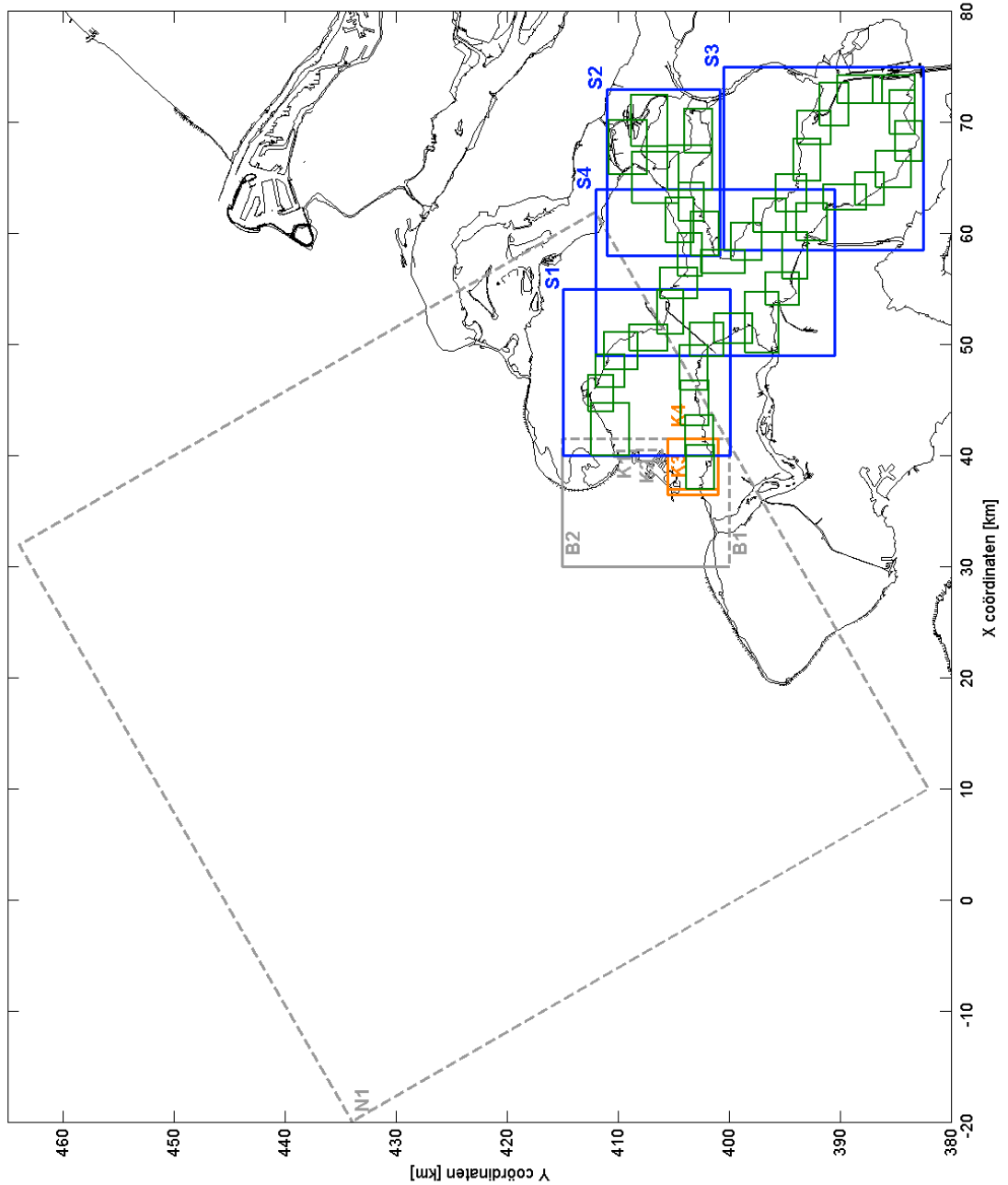


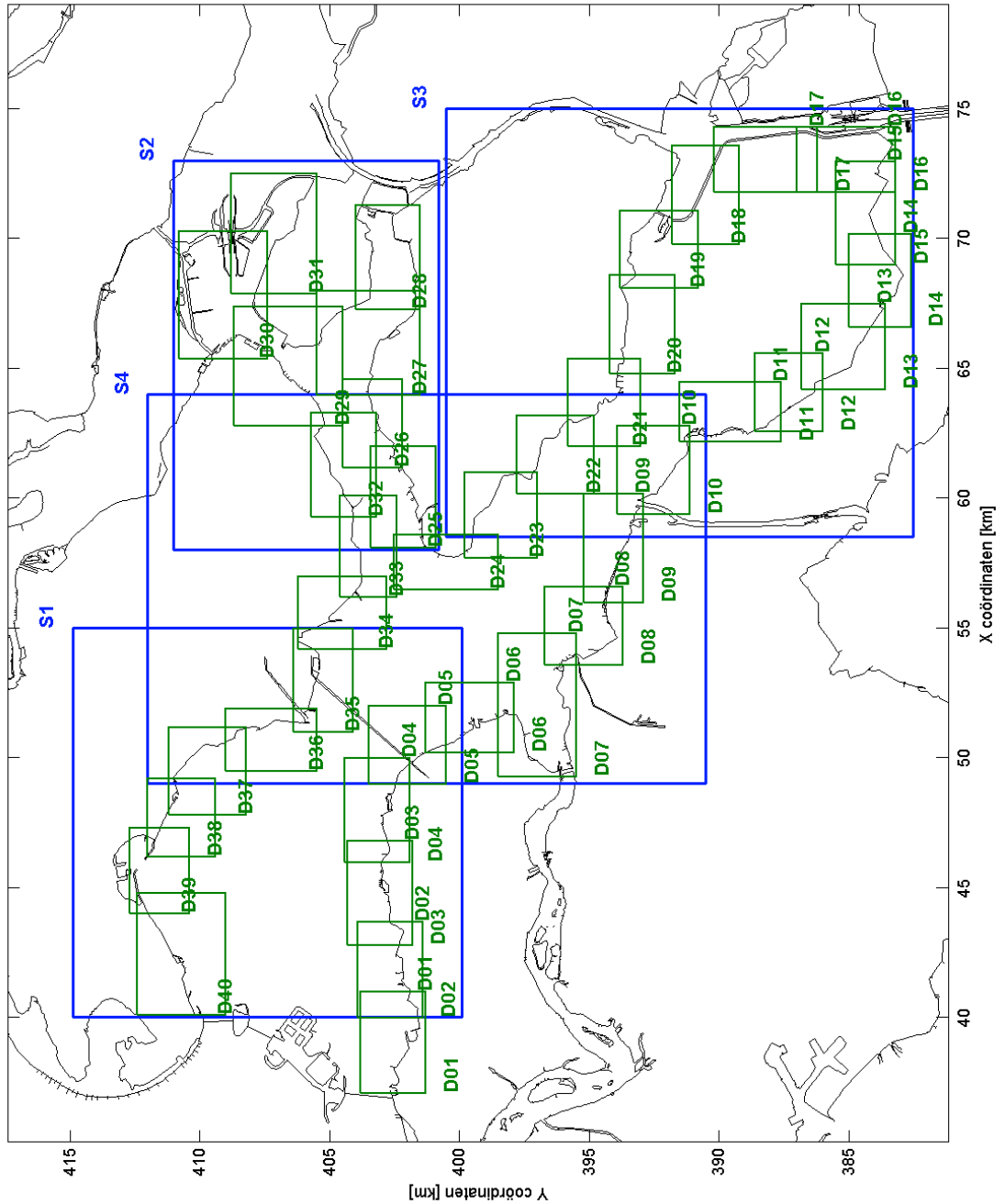


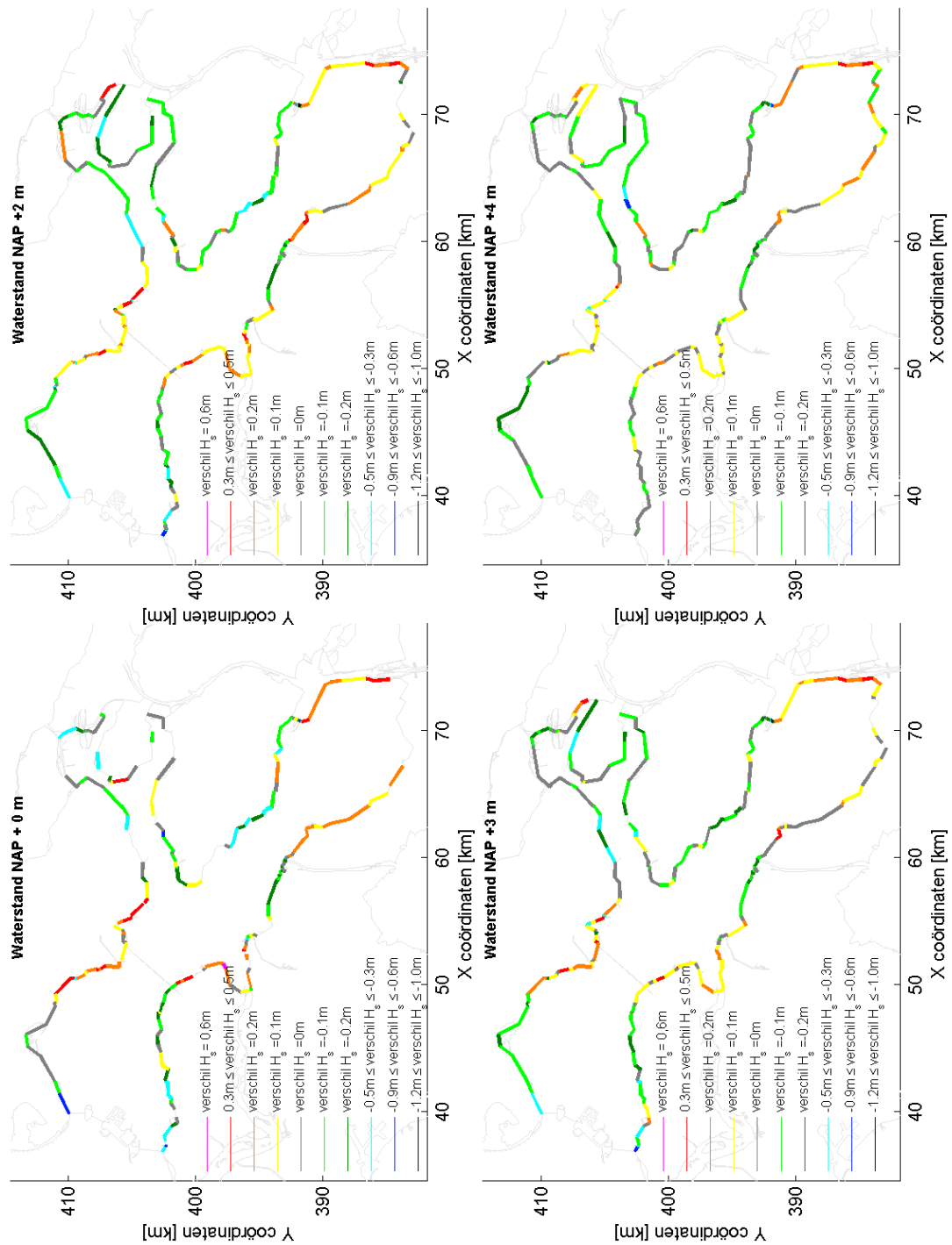


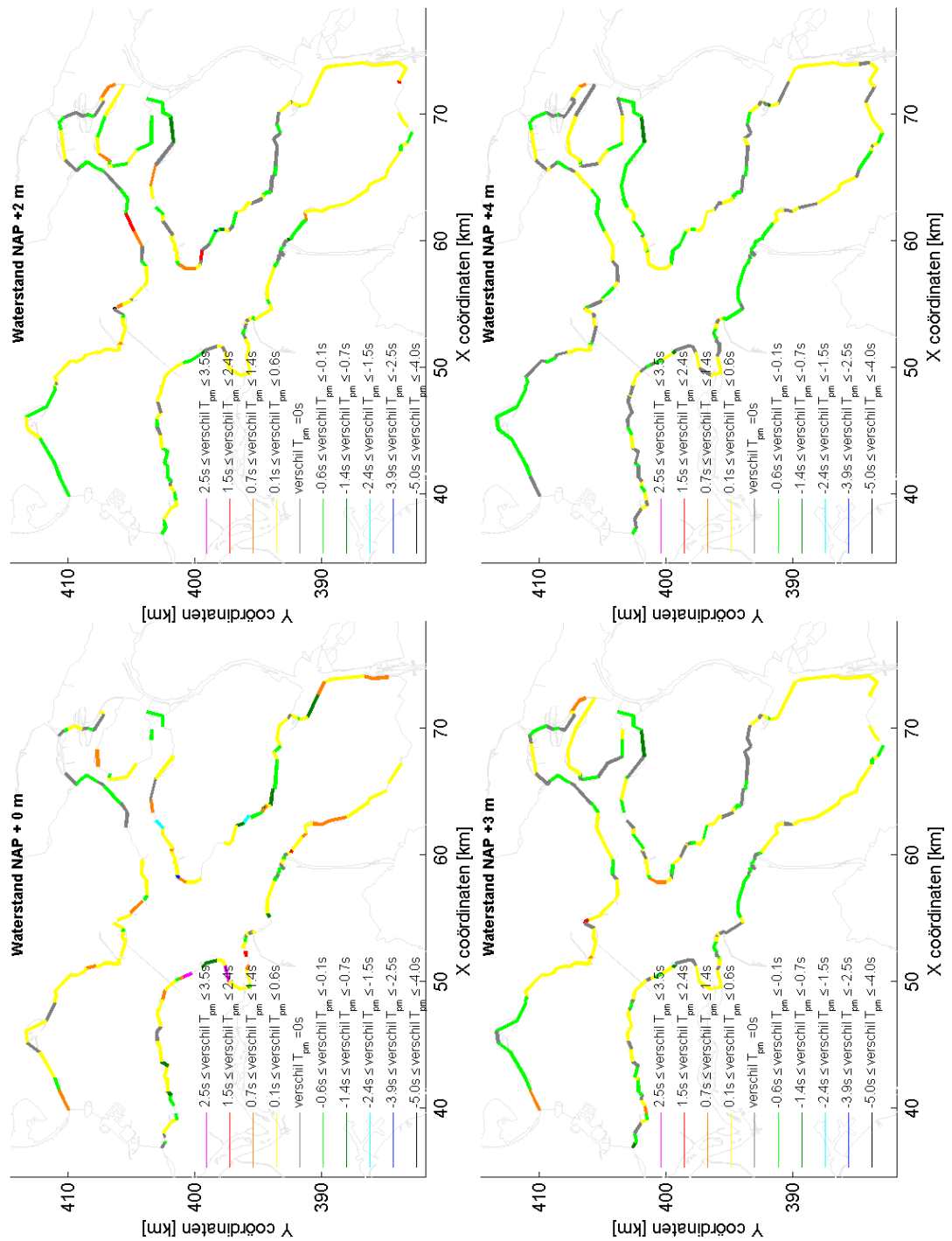


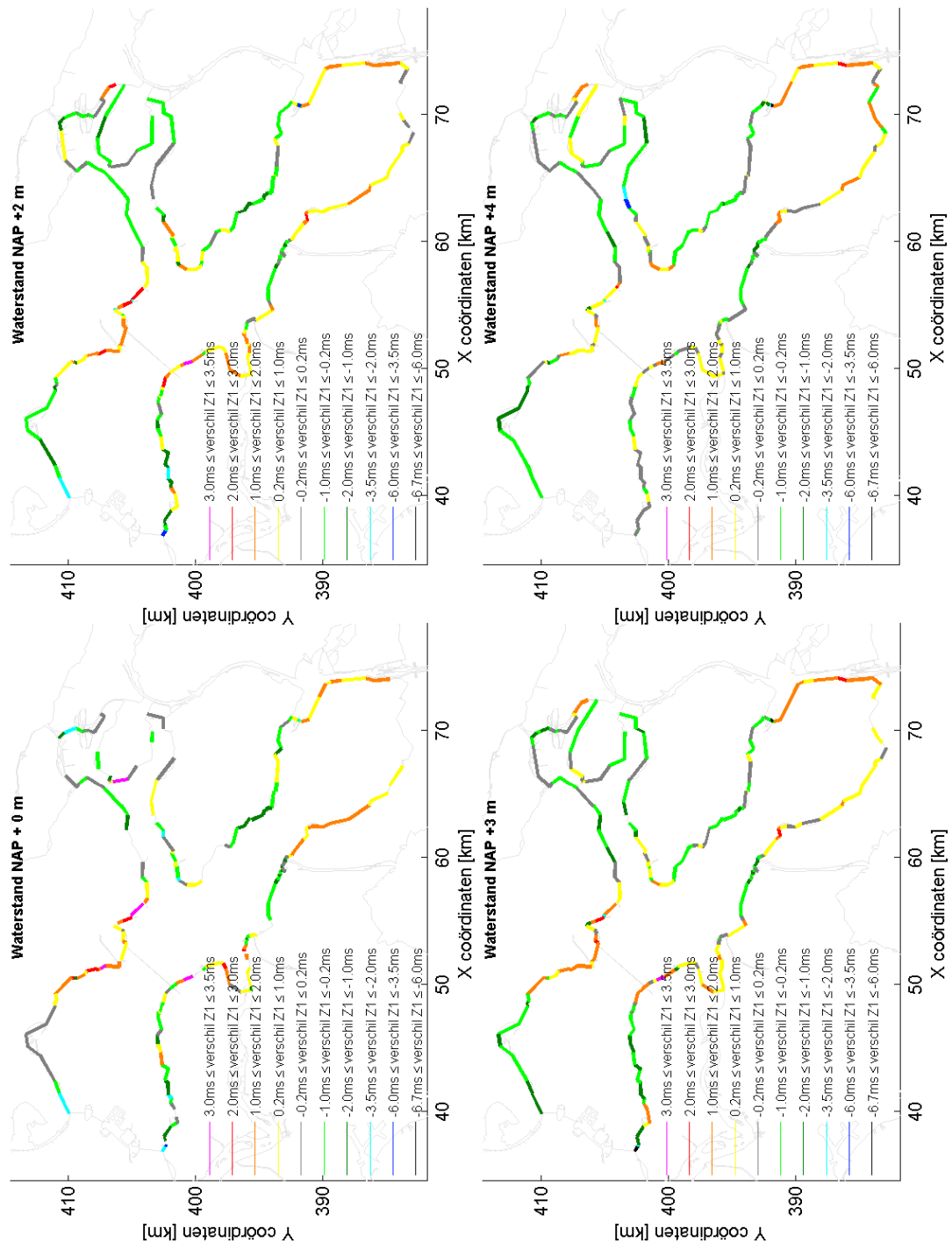


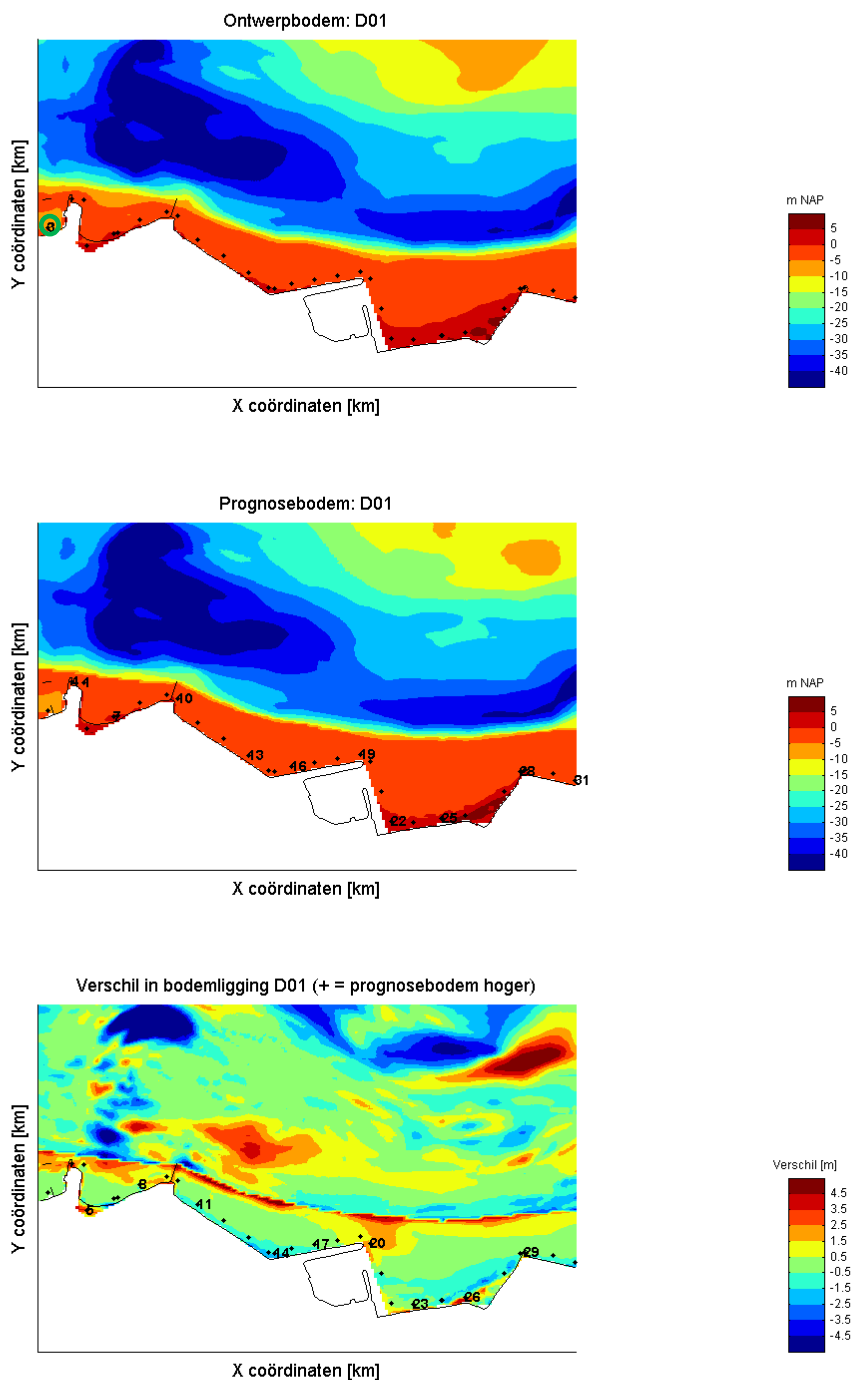


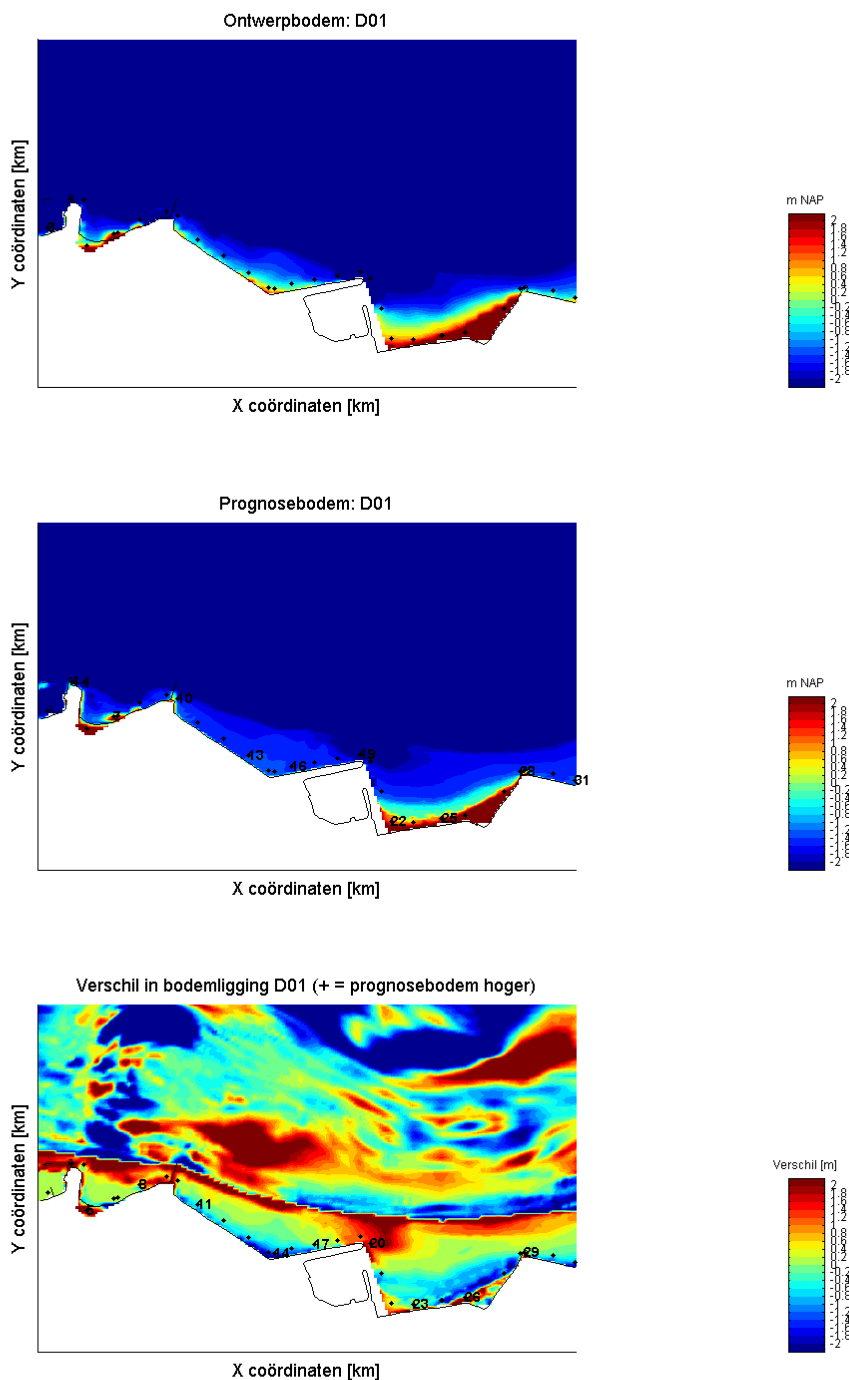


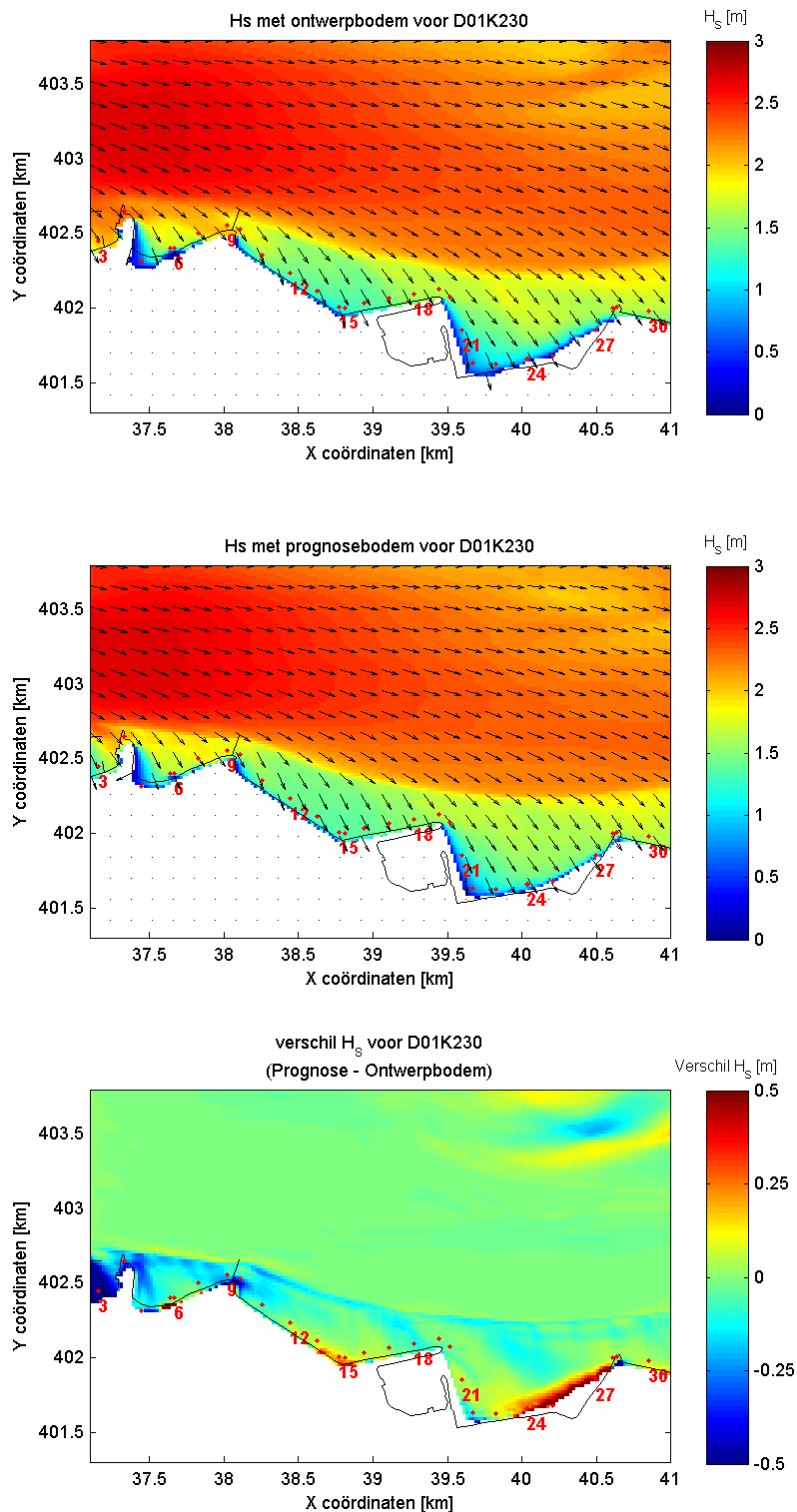




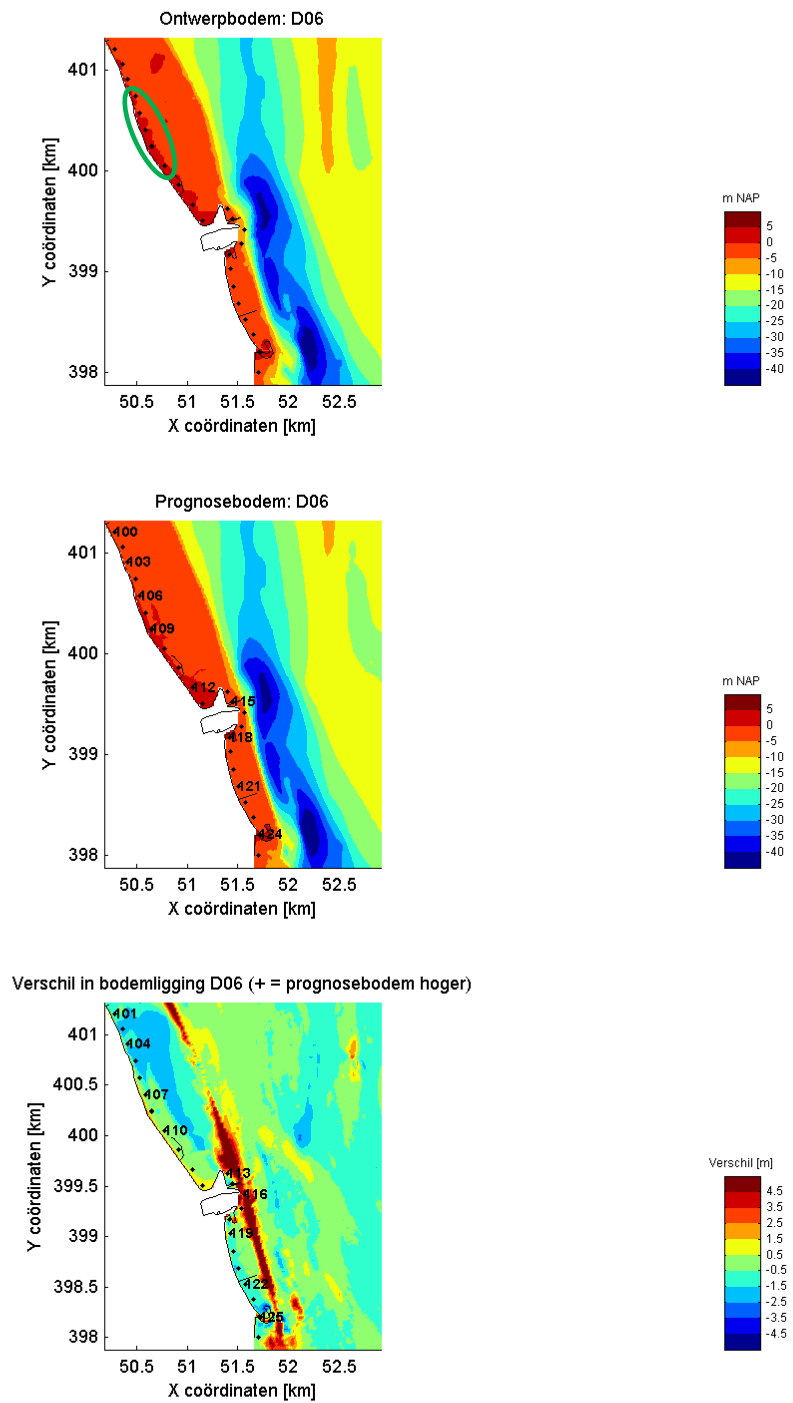


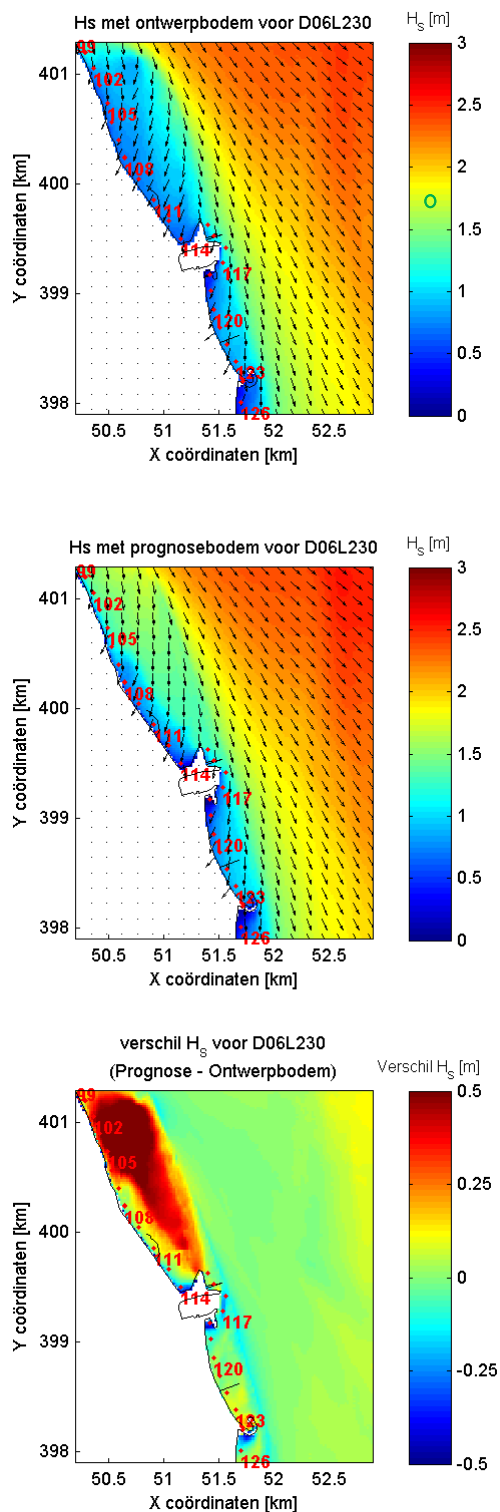




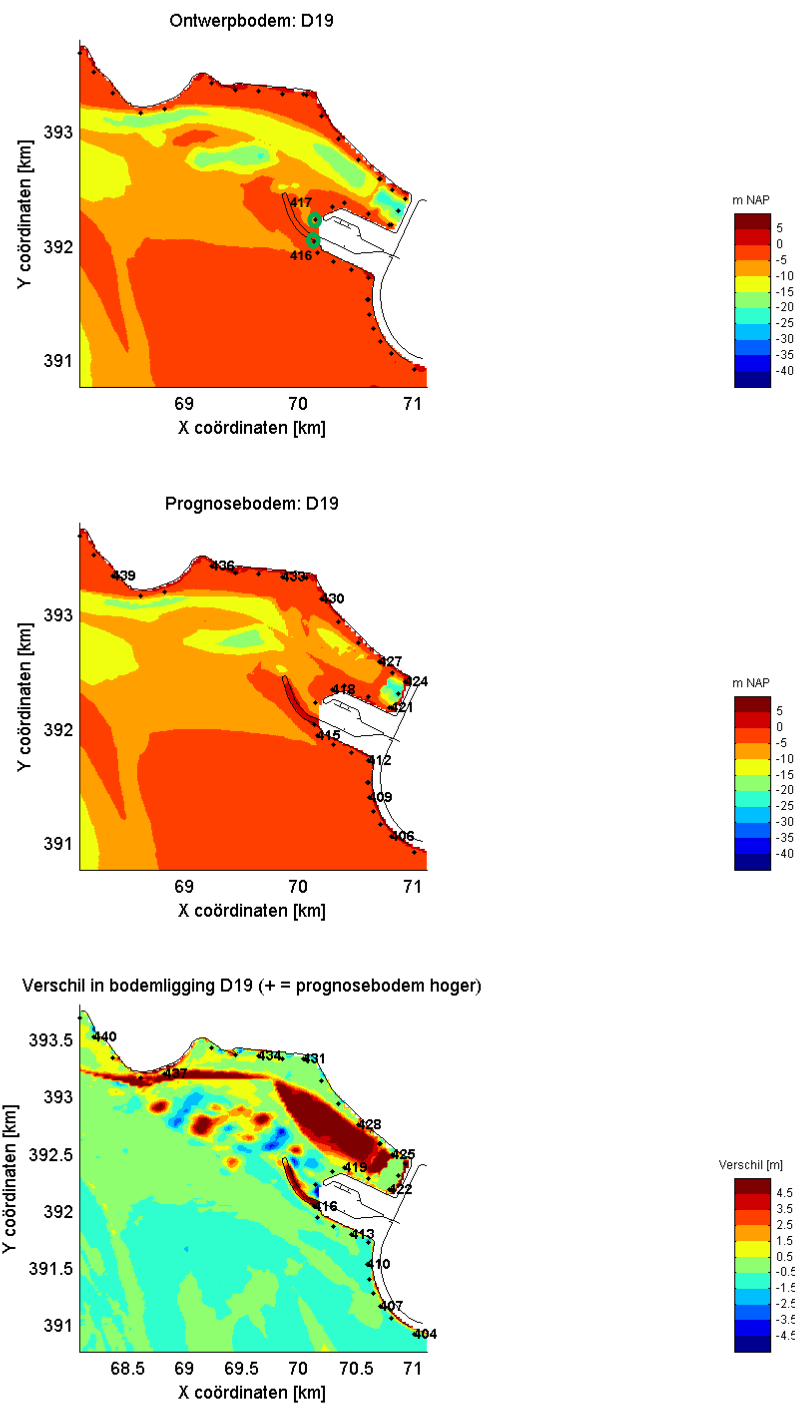


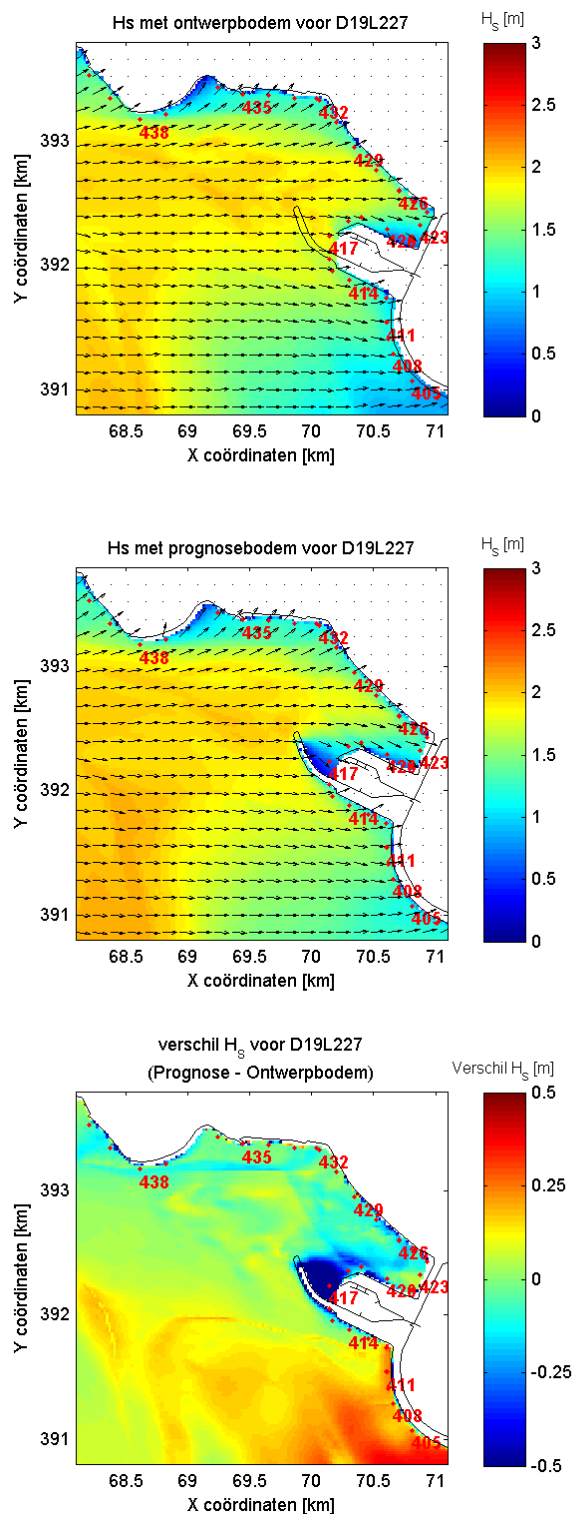
Figuur 7.5: Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D01 o.b.v ontwerp bodem, prognose bodem en verschil in Hs tussen beide bodems bij windrichting 300 graden en waterstand NAP+3m



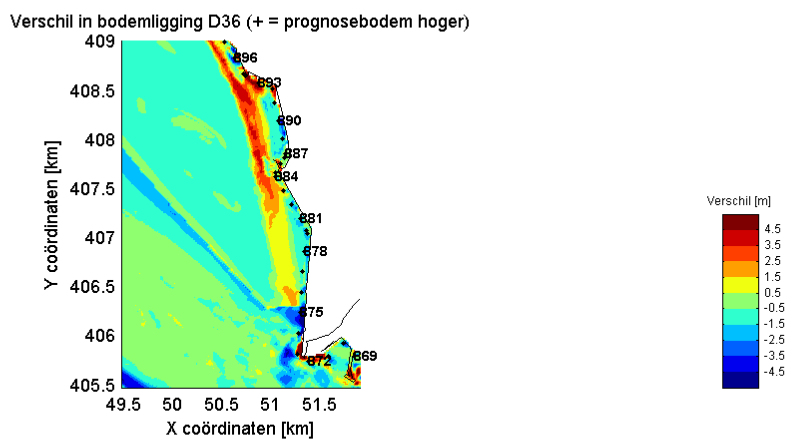
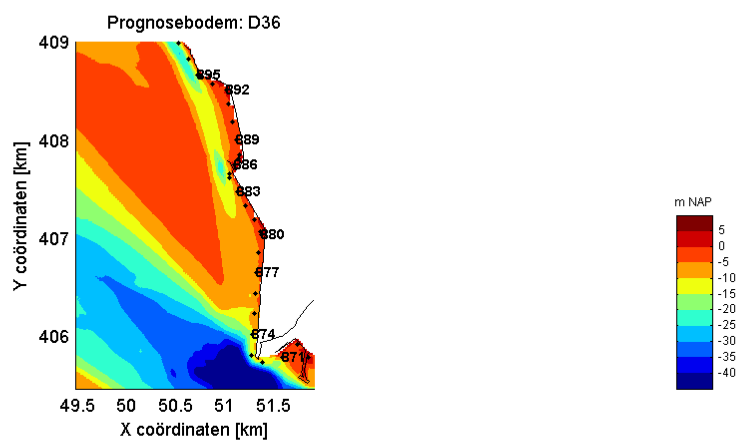
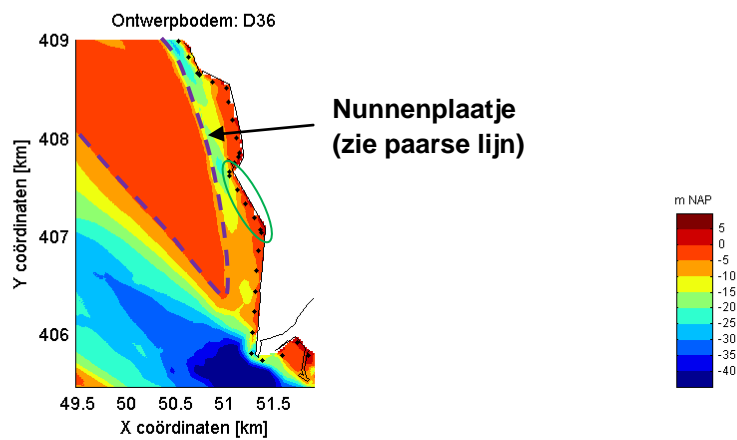


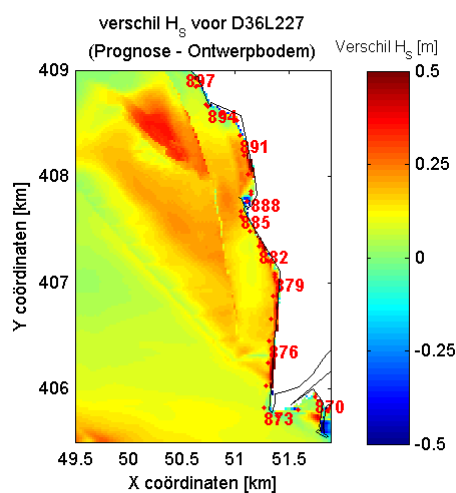
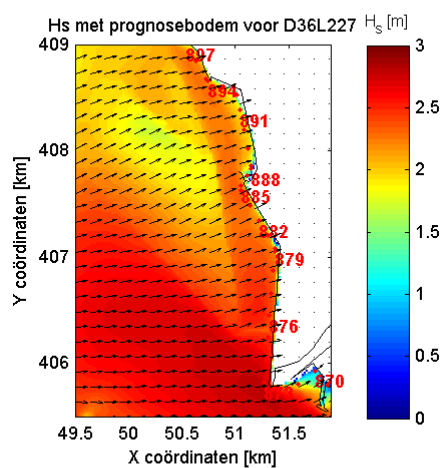
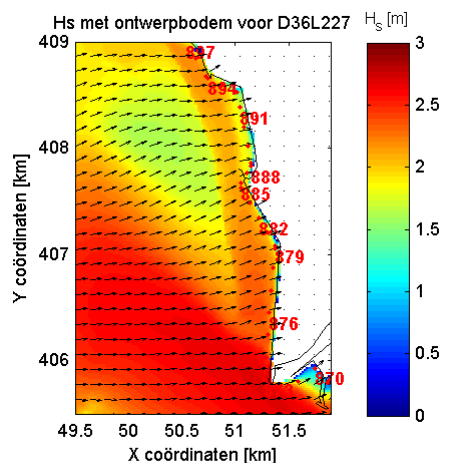
Figuur 7.7: Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D06 o.b.v ontwerpbodem, prognosebodem en verschil in H_s tussen beide bodems bij windrichting 300 graden en waterstand NAP +2m



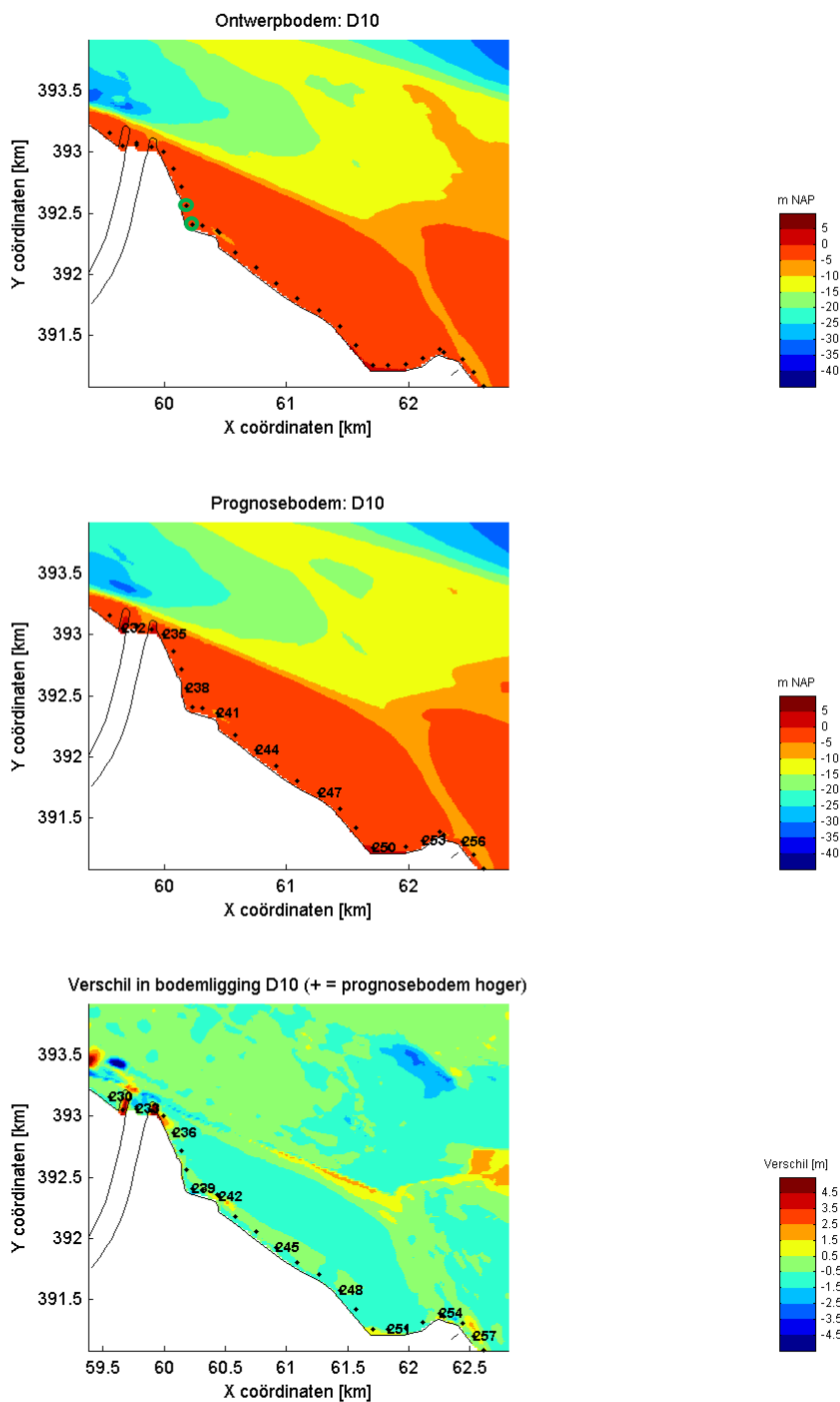


Figuur 7.9: Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D19 o.b.v ontwerpbodem, prognosebodem en verschil in Hs tussen beide bodems bij windrichting 270 graden en waterstand NAP +2m





Figuur 7.11: Ongecorrigeerde SWAN-uitvoer rooster D36 o.b.v ontwerpbodem, prognosebodem en verschil in H_s tussen beide bodems bij windrichting 270 graden en waterstand NAP +2m





Gecorrigeerde golfcondities o.b.v. ontwerp bodem

Gecorrigeerde golfcondities o.b.v. prognose bodem

Figuur 7.13: Gecorrigeerde golfcondities o.b.v ontwerp bodem en prognose bodem voor alle beschouwde windrichtingen bij waterstand NAP +2m (rood is maatgevende windrichting)

Bijlage A1: Handleiding uitvoering SWAN berekeningen

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Opzet SWAN berekeningen
3. Beschrijving matlabscripts
 - 3.1 matlab runscripts
 - 3.2 overige matlabscripts
4. Beschrijving hulpbestanden
5. Directory structuur

1. Inleiding

Het doel van deze studie is het bepalen van de impact van de prognosebodem ten opzichte van de ontwerpbodem op de golftrandvoorwaarden. Om dit eenduidig te kunnen vaststellen is het van groot belang dat de berekeningen op geheel identieke wijze worden uitgevoerd. In de huidige studie zijn de gecombineerde SWAN berekeningen nogmaals uitgevoerd, maar alleen met een andere bodem (de prognosebodem) en alleen voor windklasse 2.

In Alkyon 1998a zijn met SWAN 30.62 voor 6 windklassen, 14 windrichtingen en 3 waterstanden (NAP +0m, NAP +2m, NAP +4m) SWAN berekeningen uitgevoerd voor de Oosterschelde. Op basis van nieuwe inzichten in de golftransmissie door de Oosterscheldedekering zijn in Alkyon 2005a aanvullende SWAN berekeningen uitgevoerd voor het beïnvloedingsgebied van de Oosterscheldedekering. Hierbij zijn alleen westelijke windrichtingen (210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 30N, 315°N, 330°N) en de laagste 2 waterstanden (NAP +0m, NAP +2m) in beschouwing genomen, aangezien de kering gesloten is bij de hoogste waterstand (NAP +4m). Tevens zijn voor deze windrichtingen SWAN berekeningen gemaakt voor een extra waterstand van NAP +3m.

Rekenresultaten voor een waterstand van NAP +3m voor oostelijke windrichtingen en voor rekenrooster buiten het beïnvloedingsgebied van de kering zijn verkregen door lineaire interpolatie in de waarden verkregen voor een waterstand van NAP +2m en NAP +4m. Het invloedsgebied betreft de roosters B2, K4, S1 en S4 (zie Figuur 5.1a) en de detailroosters D01 t/m D07, D34 t/m D40 (zie Figuur 5.1b). De berekeningen in Alkyon 2005a zijn met SWAN 30.75 uitgevoerd. Op basis van de gecombineerde resultaten van Alkyon 1998a en Alkyon 2005a zijn de huidige golftrandvoorwaarden voor de Oosterschelde bepaald, die worden toegepast voor de ontwerpen van de dijkbekleding langs de Oosterschelde (zie hoofdstuk 3).

Doordat in de in deze studie uitgevoerde SWAN berekeningen zijn uitgevoerd met 2 SWAN versies en 2 programma's om de randvoorwaarden te generen is de reproduceerbaarheid van de SWAN berekeningen bemoeilijkt. Om dit te vergemakkelijken is deze korte handleiding geschreven. Tijdens deze studie is veelvuldig overleg geweest met Alkyon en zij erkennen Svaseks opmerkingen.

In paragraaf 2 is kort ingegaan op de voorbereidende stappen die doorlopen moeten worden om de in deze studie uitgevoerde SWAN berekeningen te kunnen reproduceren. Met behulp van uiteindelijk 10 matlab runscripts zijn alle SWAN berekeningen uitgevoerd. Een korte toelichting op elk runscript is gegeven in paragraaf 3. Tijdens de SWAN berekeningen is gebruik gemaakt van verschillende hulpbestanden. Deze staan beschreven in paragraaf 4. De handleiding eindigt met een korte beschrijving van de

directory structuur op de bijgeleverde cd, waar de resultaten van de SWAN berekeningen te vinden zijn.

2. Opzet SWAN berekeningen

Om de SWAN berekeningen uit de huidige studie uit te voeren, moeten de volgende stappen doorlopen worden:

1. Definiëring rekenroosters

De rekenroosters uit Alkyon 1998a en 2005a zijn in de huidige studie aangehouden. Deze zijn opgedeeld in vier gebieden, te weten:

Buitengebied:	N1 (120 m x 120 m), B1 (100 m x 100 m), B2 (100 m x 100 m)
Kering (100 m x 100 m):	K1, K2, K3, K4
Oosterschelde (100 m x 100 m):	S1, S2, S3, S4
Detailgebieden (20 m x 20 m):	D01, D02,..... D39, D40.

De numerieke kenmerken zijn te vinden in Tabel 4.1 en tevens in het bestand Alkyon_grids.grd welke geplaatst is in de directory "Def_rekenroosters" op de bijgeleverde CD. De Figuren 5.1a en 5.1b geven een overzicht van de verschillende rekenroosters.

2. Bodem interpoleren naar de rekenroosters

Het bodembestand "2062vw.asc" heeft betrekking op de prognosebodem van het jaar 2062 verkregen met gemiddeld ontwikkelingsscenario uit Royal Haskoning 2008a. Deze bodem is in de huidige studie de prognosebodem genoemd. Dit bestand (te vinden op de bijgeleverde CD in de directory "ontvangen_vanDeltares\C-bodemprognoseRH") is ingelezen en vervolgens geïnterpoleerd naar de bestaande SWAN bodemroosters uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. Hierbij wordt gebruik gemaakt van lineaire interpolatie. De nieuwe bodembestanden zijn op de bijgeleverde CD geplaatst onder dezelfde naamgeving en gebruikmakend van dezelfde directory structuur als Alkyon 1998a en Alkyon 2005a "os/Bottom". De nieuwe bodembestanden zijn dus alleen maar te herkennen aan de datum dat de bestanden zijn aangemaakt.

Opgemerkt dient te worden dat de bodemroosters niet exact overeenkomen met de rekenroosters van de SWAN berekeningen, conform Alkyon 1998a en Alkyon 2005a. De reden hiervoor is onbekend.

3. Golfrandvoorwaarden bepalen

Aangezien de bodemverandering ten westen van de Oosterscheldekering buiten beschouwing worden gelaten, is het in deze studie niet nodig de SWAN berekeningen met de rekenroosters N1, B1 en B2 opnieuw uit te voeren. Daarnaast zijn rekenroosters K1 en K2 in deze studie niet gebruikt omdat de transmissie over de Oosterschelde kering volgens Alkyon 2005a is toegepast. Hierbij wordt in plaats van de rekenroosters B1, K1 en K2 gebruik gemaakt van nieuwe gedefinieerde rekenroosters B2 en K4.

In deze studie is voor de 7 westenwinden gebruik gemaakt van de in Alkyon 2005a gegenereerde randvoorwaardenbestanden van de rekenroosters S1 en K4.

Opgemerkt dient te worden dat de berekeningen voor 7 westenwinden buiten het invloedsgebied van de Oosterscheldekering uitgevoerd zijn met de randvoorwaarden bestanden voor de rekenrooster S1 verkregen in Alkyon 2005a. Dit is niet geheel correct aangezien deze met de randvoorwaarden bestanden van S1 uit Alkyon 1998 hadden moeten worden uitgevoerd, maar deze randvoorwaarden bestanden waren niet meer beschikbaar.

De golfrandvoorwaarden voor de geneste rekenroosters zijn verkregen uit de SWAN berekeningen met het bovenliggende rekenrooster, die zogenoemde nestbestanden gegenereerd. De nestbestanden worden geplaatst in de directory "os\bnests\". De nestbestanden bevatten 2D-spectra langs de randen van de geneste rekenroosters.

Afhankelijk van de windrichting kunnen de randvoorwaarden voor een geneste rekenrooster verkregen zijn uit de nestbestanden van twee andere rekenroosters. De twee nestbestanden vervolgens samengevoegd tot één nieuw nestbestand. Deze bewerking is aangestuurd met het matlabscript mkmerge.m, welke gebaseerd is op het batch-script MKMERGE.BAT uit Alkyon 1998 (zie paragraaf 3).

Voor de koppeling van de bovenliggende rekenroosters naar de detailrekenroosters waren in 1998 problemen met de beschikbare opslagcapaciteit. Daarom zijn in eerste instantie de nestbestanden van de detailrekenroosters weggeschreven met een resolutie van 100m. Zodra een detailberekening moest worden opgestart, is het nestbestand verdicht naar een ruimtelijke resolutie van 20m. De verdichting vond plaats door middel van een lineaire interpolatie langs de rand van de spectrale componenten (frequentie en richting). Deze bewerking was uitgevoerd door de programma's MKNEST3.exe en MODRVW2.exe (meegeleverd op CD). Om zo veel mogelijk consistentie met de voorgaande berekeningen te houden is gekozen deze bewerking in de huidige studie ook toe te passen (ondanks de grotere opslagcapaciteit van tegenwoordig).

Tijdens de studie is naar voren gekomen dat bij de berekeningen uit Alkyon 2005a een andere MODRVW2.exe is gebruikt dan in Alkyon 1998. Dit programma verdicht de randvoorwaarden niet op geheel correcte wijze en mist enkele spectra op de rand van de detailgrids. De verschillen in golfhoogte die hierdoor in enkele gevallen ontstaat, is in de orde van enkele centimeters. Desondanks is in samenspraak met Deltares besloten om dit programma weer toe te passen binnen het invloedsgebied bij de westenwind i.v.m. consistentie. Zodatig dat verschillen in uiteindelijke golfrandvoorwaarden volledig toe te schrijven zijn aan de prognosebodem.

Dit resulteerde in 2 versies van het programma MODRVW2.exe. De berekeningen die uitgevoerd zijn in Alkyon 2005a dienen het programma MODRVW2_1998 te gebruiken en de berekeningen van Alkyon 1998a het programma MODRVW2_2009.exe. Beide executables zijn te vinden op de bijgeleverde CD (zie hoofdstuk 5).

4. SWAN inputbestanden aanmaken

Het verschil tussen de SWAN berekeningen uitgevoerd in de huidige studie en de SWAN berekeningen uitgevoerd in Alkyon 1998a en Alkyon 2005a is alleen een ander bodembestand. De overige instellingen etc. zijn geheel identiek. Indien de nieuwe

bodembestanden van de prognosebodem dezelfde naamgeving krijgen als in Alkyon 1998a en Alkyon 2005a hoeven de SWAN inputbestanden niet gewijzigd te worden.

Opgemerkt dient te worden dat de inputbestanden niet zijn aangepast met betrekking tot de datum en projectnaam, conform Alkyon 2005a.

5. SWAN berekeningen uitvoeren.

De SWAN berekeningen zijn in de huidige studie alleen uitgevoerd voor windklasse 2. Voor de westenwinden zijn de randvoorwaarden bestanden van S1, S4 en K4 uit Alkyon 1998a en Alkyon 2005a gebruikt (bv K4L224.RVW). De in deze studie uitgevoerde berekeningen zijn voor de rekenroosters S1, S2, S3, S4, K3, K4 en D01 t/m D40 uitgevoerd.

In de onderstaande tabel zijn gebruikte SWAN versies per windrichting weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de gebieden die wel of niet beïnvloed worden door de Oosterscheldekering. Het invloedsgebied betreft de roosters B2 K4 S1 en S4 en de detailroosters D01 t/m D07, D34 t/m D40. De kering speelt alleen een rol bij westenwinden en bij waterstanden lager dan NAP +4 m (bij NAP +4 m is de kering gesloten).

Windrichting	Buiten invloedsgebied				Invloedsgebied			
	Waterstand				Waterstand			
	N	L	K	M	N	L	K	M
	NAP +0 m	NAP +2 m	NAP +3 m	NAP +4 m	NAP +0 m	NAP +2 m	NAP +3 m	NAP +4 m
30°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
60°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
90°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
120°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
150°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
180°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62
210°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
240°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
270°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
285°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
300°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
315°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
330°N	30.62	30.62	-	30.62	30.75	30.75	30.75	30.62
360°N	30.62	30.62	-	30.62	30.62	30.62	-	30.62

In Bijlagen B1 en B2 zijn de SWAN versies per rekenrooster, per waterstand en per windrichting te vinden. Indien versie 30.62 wordt toegepast dient men voor het verdichten van de randvoorwaarden van de detailgrids het programma MODRVW2_2009.exe te gebruiken en bij versie 30.75 het programma MODRVW2_1998.exe.

Voor de golftrandvoorwaarden bij NAP +3 m is (indien geen SWAN berekeningen aanwezig zijn, zie bovenstaande tabel) lineaire interpolatie tussen de golftrandvoorwaarden bij een waterstand NAP+2 m en NAP +4 m toegepast. Dit is conform Alkyon 2005a.

3. Beschrijving matlab scripts

3.1 matlab runscripts

Met behulp van de onderstaande runscripts zijn alle SWAN berekeningen uitgevoerd:

- **run_script_coarse_K3.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a met het rekenrooster K3 te berekenen voor niet westenwinden bij drie waterstanden

Windrichtingen: 30°N, 60°N, 90°N, 120°N, 150°N, 180°N, 360°N

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Rekenroosters: K3, D1

Gebruikt:: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_coarse_noord.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij noordenwind en voor 3 waterstanden.

randvoorwaarden voor S4 volgen uit S1 en S2 (mbv mkmerge.m)

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 360°N

Rekenroosters: S1 S2 S4 S3

Gebruikt:: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_coarse_oost.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij oostenwinden en voor 3 waterstanden.

randvoorwaarden voor S4 volgen uit S2 en S3 (mbv mkmerge.m)

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 30°N, 60°N, 90°N, 120°N, 150°N

Rekenroosters: S2 S3 S4 S1

Gebruikt:: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_coarse_westen_buiteninvloedsgebied.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij westenwinden buiten invloedsgebied en voor 3 waterstanden. Randvoorwaarden S1 komt wel uit Alkyon 2005 (uit 1998 niet beschikbaar)

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N

Rekenroosters: S1, S4, S3, S2

Gebruikt:: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_3062modrvw2009_westenwind_buiteninvloedsgebied

- **run_script_coarse_westen_invloedsgebied.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 2005a te berekenen bij westenwinden binnen invloedsgebied en voor 3 waterstanden. Randvoorwaarden S1 en S4 komen uit Alkyon 2005

Waterstanden: N (0m), L(2m) en K(3m)

Windrichtingen: 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N

Rekenroosters: K4, S1, S4

Gebruikt: SWAN 30.75 & modrvw_1998.

SWAN 30.75t & modrvw_1998 voor alleen het K4 rooster (transmissie hard in de swan code).

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_coarse_zuid.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij zuidenwind en voor 3 waterstanden.

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 180°N

Rekenroosters: S3 S4 S2 S1

Gebruikt: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_detail_30753062_2modrvw.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij niet westenwinden en voor 3 waterstanden.

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 30°N, 60°N, 90°N, 120°N, 150°N, 180°N, 360°N

Rekenroosters: D1 t/m D40

Gebruikt: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

- **run_script_detail_westen_buiteninvloedsgebied.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij westenwinden buiten invloedsgebied en voor 3 waterstanden. Randvoorwaarden S1 komt wel uit Alkyon 2005 (uit 1998 niet beschikbaar)

Waterstanden: N (0m), L(2m) en M(4m)

Windrichtingen: 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N

Rekenroosters: D8 t/m D33

Gebruikt: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_3062modrvw2009_westenwind_buiteninvloedsgebied

- **run_script_detail_westen_gebied_wst4m.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 1998a te berekenen bij westenwinden en voor de waterstand NAP+ 4 m (kering gesloten). Randvoorwaarden S1 komt wel uit Alkyon 2005 (uit 1998 niet beschikbaar)

Waterstanden: M(4m)

Windrichtingen: 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N

Rekenroosters: D1 t/m D7 en D34 t/m D40

Gebruikt: SWAN 30.62 & modrvw_2009.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_3062modrvw2009_westenwind_buiteninvloedsgebied

- **run_script_detail_westen_invloedsgebied.m**

Script om de berekeningen uit Alkyon 2005a te berekenen bij westenwinden binnen invloedsgebied en voor 3 waterstanden. Randvoorwaarden S1 en K4 komen uit Alkyon 2005

Waterstanden: N (0m), L(2m) en K(3m)

Windrichtingen: 210°N, 240°N, 270°N, 285°N, 300°N, 315°N, 330°N

Rekenroosters: D1 t/m D7 en D34 t/m D40

Gebruikt: SWAN 30.75 & modrvw_1998.

Resultaten en input in directory: Eindberekeningen_30753062_2modrvw

3.2 Overige matlab scripts

- **rd_ascfiles.m**

Script dat de convergentie per simulatie controleert. Hierbij worden de ascii - bestanden ingelezen en de verkregen convergentie wordt in Simulaties.xls weggeschreven.

- **mkmerge.m:**

Script om een nestbestand samen te stellen, gebaseerd op MKMERGE.BAT

- `checkconvergence_3065.m/ checkconvergence_4075.m`:

Leest de PRT file per simulatie in en leest de convergentie van de laatste iteratie in. Deze waarden wordt in de runscripsts weggeschreven naar een asci bestand (inclusief de toegepaste SWAN versie)

- `mk_numtabel.m`:

Aanmaken van ruwe NUMtabellen. Gebruikt het Alkyon script `cmp_spectral_parameters` (zie Bijlage C1) en leest in of berekent de benodigde parameters. Aangezien de parameters `Tm-10`, `Fmean`, `Fspread`, `Fskew`, `Fkurt` niet noodzakelijkerwijs benodigd zijn in de huidige studie zijn deze parameters hier niet uitgerekend. Deze parameters hebben een dummywaarden (-10) gekregen. Geheel is opgeslagen in `num_rawll.mat`

- `mk_numtabel_vervolg.m`:

Op basis van `num_rawll.mat` wordt met dit script de uiteindelijke voor WindWater geschikte NUM tabellen opgemaakt (`W2_OS_Prognosebodem_wst023.num` `W2_OS_Prognosebodem_wst234.num`).

4. Beschrijving hulpbestanden

In de os directory op de bijgeleverde cd, bevinden zich de volgende hulpbestanden:

<code>swan3062.exe</code> :	SWAN executable 30.62
<code>swan3075.exe</code> :	SWAN executable 30.75
<code>swan3075t.exe</code> :	SWAN executable 30.75, met hard in de code de manier van toepassen van transmissie volgens Alkyon 2005a. In de inputfiles kan wel een transmissiecoëfficiënt op worden gegeven maar deze wordt overschreven door de code. Dit betekent dat de transmissiecoëfficiënt in de code een dummy waarde is.
<code>CLOCK.EXE</code> :	Tijdwaarneming
<code>MONIT3.EXE</code> :	Controle programma van PRINT bestand
<code>PKZIP.EXE</code> :	Programma om bestanden van maximaal 8 karakters te zippen
<code>PKUNZIP.EXE</code> :	Programma om ZIP bestanden uit te pakken
<code>*.POL</code> :	Polynoom om gedeeltes van een RVW-bestand te selecteren

In de BNEST subdirectory bevinden zich de volgende hulpbestanden:

<code>modrvw2_2009.exe</code> :	Een programma om een randvoorwaarden file voor een detailgrid te verdichten. Deze executabel is gebruikt bij de berekeningen van Alkyon 1998a. Hierbij worden over de gehele rand spectra die op 100 m uit elkaar liggen gegenereerd.
<code>modrvw2_1998.exe</code> :	Een programma om een randvoorwaarden file voor een detailgrid te verdichten. Deze executabel is gebruikt bij de berekeningen van Alkyon 2005a. Helaas is tijdens deze studie naar voren gekomen dat bij deze executabel enkele spectra op de rand mist. Om dezelfde resultaten te reproduceren dient deze executabel gebruikt te worden bij de berekeningen met SWAN 30.75.
<code>MKNEST3.EXE</code> :	Programma invoerbestand voor <code>MODRVW2_...EXE</code> te maken
<code>MRGRVW.EXE</code> :	Programma om RVW-bestanden samen te voegen
<code>QD.EXE</code> :	Programma om bestanden met een bepaalde extensie te selecteren
<code>GRID.DEF</code> :	Verwijzing naar het grid definitie bestand
<code>*.GRD</code> :	Grid definitie bestanden

De onderstaande batch files zijn gebruikt in Alkyon 19998a en Alkyon 2005a, maar in de huidige studie zijn deze verwerkt in de matlab runscripts die staan beschreven in paragraaf 3.

MKMERGE.BAT: Batch-bestand om een nestbestand samen te stellen
 RUN_COARSE.BAT: Batchbestand om een grof rooster met SWAN door te rekenen
 RUN_DETAIL.BAT: Batchbestand om een detail rooster door te rekenen.
 CLEANUP.BAT: Batch bestand om overbodige en tijdelijke bestanden op te ruimen
 ZIP_BNEST.BAT: Batch bestand om alle RVW-bestanden in de BNEST directory te comprimeren

5. Directory structuur SWAN simulaties

De sub-directory structuur is identiek aan Alkyon 1998a en 2005a en is gedefinieerd per gebied:

- ASC: Hierin staan asc bestanden die aangemaakt zijn m.b.v. de matlab runscripts. Dit zijn controle bestanden. In deze bestanden staat per berekening weergegeven wat de convergentie van de laatste iteratie stap was en tevens met welke SWAN versie deze is uitgevoerd. Met behulp van het matlab script rd_ascfiles.m worden de verschillende asc bestanden ingelezen en in het excel bestand Simulaties.xls geplaatst. Met behulp van het excel bestand kan in één oog opslag de juistheid van de berekeningen worden vastgesteld.
- BACKUP: Hierin wordt na elke SWAN berekening een ZIP-bestand geplaatst met alle rekenresultaten per berekening, inclusief het SWN invoerbestand en het PRT print bestand.
- BLOCK: Opslag van BLOCK bestanden (optioneel).
- BNESTS: Opslag van nestbestanden (*.RVW). Deze worden gezippt opgeslagen in deze directory, doch niet in de ZIP-bestanden in de BACKUP directory. Deze directory bevat ook de programma's PKZIP.EXE en PKUNZIP.EXE voor het comprimeren en decomprimeren van ZIP-bestanden. Tevens bevat deze directory hulpprogramma's en hulpbestanden voor het samenvoegen en verdichten van nestbestanden.
- BOTTOM: Bodembestanden (*.BOT).
- ERRORS: Opslag van foutmeldingen.
- INPUTS: Algemene SWAN invoerbestanden. Per rekenrooster opgeslagen in een ZIP-bestand.
- POINTS: Uitvoerpunten per rekenrooster (*.PNT).
- SPECTRA: Tijdelijke opslag van 1D- en 2D spectra (*.SP1 en *.SP2). Deze bestanden worden ook opgeslagen in de ZIP-bestanden in de BACKUP directory.
- TABLE: Tijdelijke opslag van tabellen (*.TAB, *.TBS). Deze bestanden worden ook opgeslagen in de ZIP-bestanden in de BACKUP directory.
- WIND: Windvelden (*.WND).

Bijlage B2: Uitgevoerde SWAN berekeningen, waterstanden NAP +3m en NAP +4m

waterstand 4 = M															waterstand 3 = K														
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	285	300	315	330	360	30	60	90	120	150	180	210	240	270	285	300	315	330	360	
N1																													
N2																													
B1																													
B2																													
K1																													
K2																													
K3																													
K4																													
S1	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
S2	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
S3	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
S4	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O1	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O2	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O3	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O4	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O5	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O6	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O7	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O8	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O9	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O10	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O11	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O12	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O13	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O14	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O15	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O16	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O17	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O18	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O19	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O20	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O21	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O22	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O23	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O24	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O25	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O26	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O27	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O28	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O29	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O30	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O31	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O32	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O33	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O34	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O35	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O36	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O37	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O38	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O39	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															
O40	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062	3062															

Bijlage C1: Berekening spectrale parameters

Aan : Svasek Hydraulics/Deltares
Van : Gerbrant van Vledder
Onderwerp : Berekening spectrale parameters
Datum : 20 november 2009
Kopie(en) :
Projectnummer: A2450

1 Achtergrondinformatie

In het kader van het project "Impact bodemprognoses detailadviezen Oosterschelde" worden door Svasek Hydraulics SWAN golfmodel resultaten omgezet in integrale golfparameters. De meeste van deze parameters worden standaard door SWAN uitgerekend. Er zijn echter een aantal parameters, zoals de blok piekperiode T_{pb} en de maatgevende piekperiode T_{pm} , die niet standaard door SWAN worden uitgerekend. Voor de reproduceerbaarheid van de berekening van deze parameters is een goede beschrijving van de berekeningsmethode belangrijk. De T_{pb} en T_{pm} zijn door Roskam en Hoekema (1996) geïntroduceerd en door Alkyon (1999) uitvoerig beschreven.

Door Alkyon zijn in 1998 (project A246; Alkyon 1998) en 2005 (project A1483; Alkyon 2005b) SWAN golfmodelberekeningen uitgevoerd voor de Oosterschelde. Hiervoor zijn SWAN versies 30.62 en 30.75 gebruikt. Versie 30.75 bevat t.o.v versie 30.62 een werkende functionaliteit ten aanzien van de transmissie van golfenergie door obstakels. De frequentieafhankelijke transmissiecoëfficiënten zijn door Alkyon (2005a) afgeleid. In Alkyon (2005b) is versie 30.75 verder aangepast om rekening te houden met frequentieafhankelijke transmissie van golfenergie door de Oosterscheldekering. De resultaten van deze berekeningen bestaan o.a. uit zogenoemde NUM tabellen met integrale golfparameters. Voor de berekening van deze parameters is gebruik gemaakt van FORTRAN routines. Inmiddels wordt voor de berekening van SWAN golfparameters voornamelijk gebruik gemaakt van MATLAB-scripts die makkelijker hanteerbaar zijn. Binnen Nederland zijn een groot aantal van deze scripts beschikbaar gekomen in het kader van RWS projecten. Een aantal van deze scripts zijn afkomstig van Alkyon. Deze MATLAB scripts moeten nu gebruikt worden in de in de inleiding genoemde projecten voor de Oosterschelde en daarvoor zijn waarborgen nodig over de consistentie met SWAN resultaten en met resultaten verkregen uit eerder uitgevoerde nabewerkingen in projecten voor de Oosterschelde.

Ten aanzien van deze Matlab scripts zijn er 2 zaken die nadere aandacht nodig hebben:

- 1) Voor de meeste golfparameters is de definitie en hun berekeningswijze is helder, vaak bestaat deze uit een directe integratie van het discrete golfspectrum. Echter voor de T_{pm} is de definitie minder helder, omdat in de berekeningswijze voor T_{pm} een aantal ongedocumenteerde bewerkingen en instellingen toegepast worden. De T_{pm} is gebaseerd is op spectrale parameters van een gesplitst bi-modaal spectrum. Het algoritme voor het splitsen van het spectrum maakt gebruik van een gladstrijfilter en een drempelwaarde om te bepalen waar en of een willekeurig spectrum moet worden gesplitst.
- 2) Toepassing van de bestaande scripts op spectrale uitvoer geeft soms andere waarden voor bijv. significante golfhoogte dan op basis van de SWAN tabel uitvoer zou worden verwacht. Deze verschillen ontstaan doordat bij de bepaling (met Matlab) van deze parameters uit spectra, de bijdrage van de parametrische staart niet in rekening wordt gebracht. Deze bijdrage is echter eenvoudig in rekening te brengen zodat consistentie met SWAN bereikt kan worden. Daarnaast is het handig om bij de berekening van deze spectrale parameters een integratiebereik mee te geven. Dit is vooral nuttig indien SWAN resultaten met meetresultaten vergeleken moeten worden die vaak op een beperkter

frequentie-interval gegeven zijn, of voor de analyse van laagfrequente golven zoals de H_{10} (de significante golfhoogte op basis van alle golfcomponenten met frequentie lager dan of gelijk aan 0.10 Hz).

Beide aspecten worden in dit memo nader toegelicht en geïllustreerd aan de hand van resultaten van SWAN berekeningen voor de Oosterschelde (Alkyon, 1999, 2005b).

2 Doel en aanpak van de werkzaamheden

Het doel van dit memo is tweeledig:

- 1) het vastleggen van de methodiek voor de bepaling van de T_{pm} en het meenemen van de bijdrage van de parametrische staart;
- 2) De levering van de enigszins aangepaste Matlab scripts die consistent zijn met de FORTRAN routines die in de studies A246 (Alkyon, 1998) en A1483 (Alkyon, 2005a,b) gebruikt zijn.

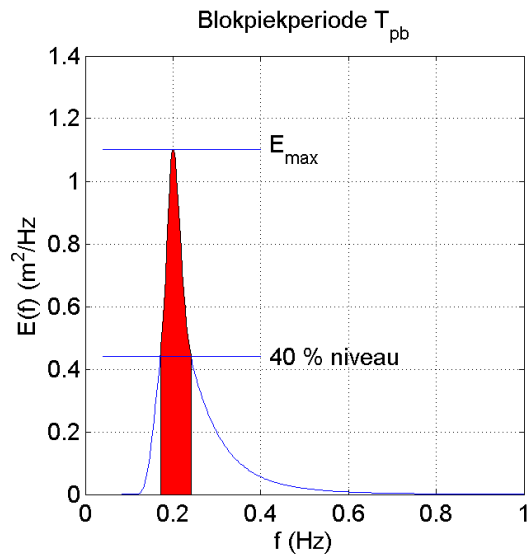
Om bovenstaande doelen te bereiken, zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Beschrijving van de methodiek om de golfparameters, en dan met name de T_{pm} , uit te rekenen;
- Testen van bestaande scripts zoals gebruikt in de Alkyon projecten A246 en A1483;
- Actualiseren van de scripts zodat ze geschikt zijn voor algemeen gebruik. Hierbij zal ook de bijdrage van de parametrische staart worden meegenomen. De geactualiseerde scripts zijn in feite opgeschoonde en enigszins aangevulde scripts zodat ze robuust en makkelijk toepasbaar zijn;
- Levering van de geactualiseerde MATLAB scripts.

3 De berekeningswijze van de T_{pm}

3.1 Definities

De T_{pm} wordt ook wel de maatgevende piekperiode genoemd. De T_{pm} is gedefinieerd als het maximum van de blokpiekperiode T_{pb} en de equivalente blokpiekperiode T_{pbeq} . De blokpiekperiode is geïntroduceerd door Roskam en Hoekema (1996) om een robuuste schatter te krijgen voor de piekperiode van gemeten spectra. De blokpiekperiode T_{pb} gedefinieerd als de $T_{m-1,0}$ maar dan voor een beperkt frequentieinterval aan beide kanten van de piekfrequentie. Er zal dan ook geen bijdrage van de parametrische staart zijn. De grenzen van dit interval zijn bepaald als de frequenties waarbij de energiedichtheid 40% van de piekwaarde heeft. Figuur 1 geeft een definitieschets van de bepaling van het integratiebereik:



Figuur 1: Definitieschets voor de bepaling van het frequentiebereik voor de berekening van de blokpiekperiode T_{pb} .

De blokpiekperiode wordt als volgt uitgerekend.

$$T_{pb} = \frac{\int_{f_1}^{f_2} \frac{1}{f} E(f) df}{\int_{f_1}^{f_2} E(f) df} \quad (1)$$

Voor dubbelpiekgige spectra wordt een equivalente periode uitgerekend op basis van een gewogen gemiddelde van de afzonderlijke piekperiodes (Van der Meer, 1993). De methode om een spectrum te splitsen wordt beschreven in paragraaf 3.3.

De T_{pbeq} is een gewogen gemiddelde van de T_{pb} 's van een gesplitst dubbelgepiekt spectrum. De weging vindt plaats op basis van de relatieve energieën E_1 en E_2 van elk deelspectrum (met $E_{tot}=E_1+E_2$):

$$T_{pbeq} = \sqrt[4]{T_{pb,1}^4 \frac{E_1}{E_{tot}} + T_{pb,2}^4 \frac{E_2}{E_{tot}}} \quad (2)$$

Op dezelfde wijze wordt de equivalente piekperiode T_{peq} berekend. Equivalente periodematen worden met script SPEC_TEQ() berekend.

Voor het splitsen van een dubbelpiekgig spectrum wordt gezocht naar het lokale minimum tussen de twee pieken. De hierbij behorende frequentie wordt de splitsingsfrequentie f_s genoemd. De energiedichtheid bij deze frequentie wordt in gelijke mate verdeeld tussen beide spectra.

$$\begin{aligned} E_1(f_s) &= 0.5E(f_s) \\ E_2(f_s) &= 0.5E(f_s) \end{aligned} \quad (3)$$

Vanaf de splitsingsfrequentie f_s wordt de rechterflank van het linker deelspectrum $E_1(f)$ beschreven door een parametrische staart:

$$\left. \begin{aligned} E_1(f) &= \frac{1}{2} E(f_s) \left(\frac{f}{f_s} \right)^{-4} \\ E_2(f) &= E(f) - E_1(f) \end{aligned} \right\} \text{voor } f \geq f_s \quad (4)$$

Voor frequenties lager dan de splitsingsfrequentie wordt de linkerflank van het rechter deelspectrum $E_2(f)$ beschreven als een Pierson-Moskowitz spectrum:

$$\left. \begin{aligned} E_2(f) &= \frac{1}{2} E(f_s) f^{-4} \exp \left\{ - \left(\frac{f}{\varepsilon f_s} \right)^{-4} / N \right\} \\ E_1(f) &= E(f) - E_2(f) \end{aligned} \right\} \text{voor } f < f_s \quad (5)$$

Met N een normalisatiefactor gelijk aan

$$N = f_p^{-4} \exp(-1) \quad (6)$$

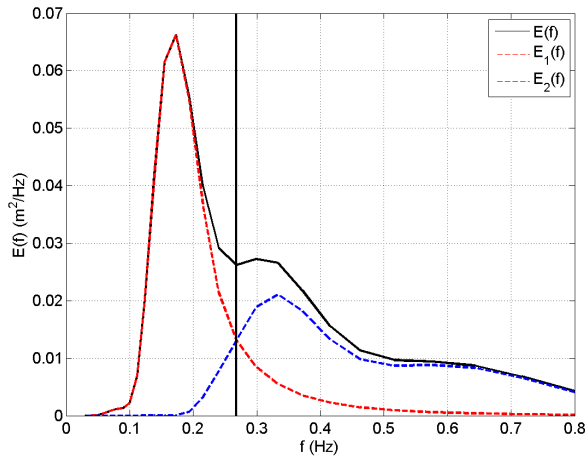
Toepassing van deze factor zou voor $f=f_p$ leiden tot $E_2(f_p)=\frac{1}{2}E(f_p)$. Strikt genomen zou de normalisatiefactor gelijk aan 1 moeten zijn voor de splitsingsfrequentie f_s . De factor N zou dan als volgt gedefinieerd moeten zijn

$$N = f_s^{-4} \exp(-\varepsilon^4) \quad (7)$$

zodat $E_2(f_s)=\frac{1}{2}E(f_s)$. Echter, toepassing van de (eerste) gekozen definitie voor de normalisatiefactor N leidt tot een gladder verloop van de spectrale dichtheid van het rechter deelspectrum bij de splitsingsfrequentie. Bovendien wordt vergelijking (5) alleen toegepast voor frequenties lager dan de splitsingsfrequentie f_s .

De parameter ε is hierbij groter dan 1 om te voorkomen dat de rechterflank van het rechterspectrum horizontaal loopt bij de splitsingsfrequentie. Voor SWAN spectra wordt deze waarde gelijk gekozen aan de verhouding tussen twee opeenvolgende frequenties. In de praktijk is deze waarde meestal gelijk aan 1.1. De parameter ε wordt met EPS aangegeven in de MATLAB scripts.

Figuur 2 toont een voorbeeld van een gesplitst spectrum waarbij de splitsingfrequentie f_s is aangegeven met een verticale lijn. Het script SPEC_SPLIT() wordt gebruikt om een spectrum te splitsen bij een bepaalde frequentie.



Figuur 2: Voorbeeld van een gesplitst SWAN spectrum. De splitsingsfrequentie is aangegeven met de verticale lijn.

De scripts voor het berekenen van de T_{pm} en T_{pb} maken gebruik van een gladstrijfilter om, met name voor gemeten spectra, kleine piekjes in het spectrum glad te strijken zodat alleen de globale vorm overblijft. Voor SWAN spectra is gladstrijken niet echt nodig omdat deze spectra vaak al geleidelijk verlopen. Het spectrum getoond in figuur 1 is daar een typisch voorbeeld van.

Het gladstrijfilter staat beschreven in Alkyon (1999). Voor de volledigheid wordt de werking van dat filter hieronder beschreven. Het filter werkt als een lopend gemiddelde op basis van 3 opeenvolgende bins. De centrale bin loopt door alle frequentiebins, behalve de eerste en de laatste bin. Voor drie opeenvolgende frequenties f_1 , f_2 en f_3 , met bijbehorende energiedichtheden $E(f_1)$, $E(f_2)$ en $E(f_3)$ en bandbreedtes Δf_1 , Δf_2 en Δf_3 , wordt het zogenaamde energieverval ΔE bepaald:

$$\Delta E = -\frac{1}{4} E(f_1) \Delta f_1 + \frac{1}{2} E(f_2) \Delta f_2 - \frac{1}{4} E(f_3) \Delta f_3 \quad (6)$$

Vervolgens wordt het energieverval herverdeeld over de drie spectrale bins:

$$\begin{aligned} \Delta E_1 &= \Delta E_1 + \frac{1}{4} \Delta E \\ \Delta E_2 &= \Delta E_2 - \frac{1}{2} \Delta E \\ \Delta E_3 &= \Delta E_3 + \frac{1}{4} \Delta E \end{aligned} \quad (7)$$

Tenslotte worden de energieën per bin omgezet in dichtheden door deling met de bandbreedte. Het filter wordt voor alle frequenties in een discreet spectrum toegepast. Voorbeelden van toepassing van dit gladstrijfilter staan beschreven in Alkyon (1999). Het gladstrijfilter is opgenomen in het script SPEC_SMOOTH().

3.2 Procedure voor de berekening van T_{pb}

Voor de berekening van T_{pb} wordt het script SPEC_TPBO() gebruikt. In dit script worden de volgende stappen gedaan:

- Het spectrum eenmaal gladstrijken met script SPEC_SMOOTH();
- Bepaling piekfrequentie f_p en energiedichtheid $E(f_p)$ bij f_p met script SPEC_FP();
- Bepaling frequenties waarbij de energiedichtheid 40% van de piekwaarde is. Hiervoor wordt de parameter FRAC_TPB=0.4 gebruikt. Deze frequenties bepalen het

integratiebereik voor de berekening van T_{pb} . Het bepalen van het integratiebereik wordt in figuur 1 toegelicht.

- Berekening van de $T_{pb}=T_{m-1,0}$ voor het gevonden frequentieinterval. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de formule voor de trapeziumregel. Bij de integratieprocedure wordt verondersteld dat de spectrale dichtheid lineair verloopt tussen twee discrete frequenties. De frequentie waarbij de energiedichtheid de grens van 40% van de piekwaarde heeft, ligt in het algemeen tussen twee discrete frequenties. Bij de berekening van de $T_{m-1,0}$ worden de bijdragen van deze deelintervallen meegenomen.

3.3 Procedure voor de berekening van T_{pm}

Voor een enkelgepiekt spectrum, heeft het geen zin om het spectrum te splitsen. In dat geval is $T_{pm}=T_{pb}$. Voor een spectrum met meerdere pieken, wordt de T_{pb} berekend voor de hoogste piek van het gladgestreken spectrum.

Om te bepalen of een spectrum gesplitst moet worden, wordt het script SPEC_GETSPLIT() gebruikt. In dit script wordt eerst het spectrum een aantal keren gladgestreken. Het aantal keren worden gegeven door de waarde NSMOOTH. In de huidige versie is NSMOOTH=1. Vervolgens wordt bepaald of het spectrum lokale minima bevat. Hiervoor wordt het script SPEC_MINMAX() gebruikt. Om te voorkomen dat het spectrum bij een te lage frequentie wordt gesplitst, wordt gebruikt gemaakt van de parameter FSPLIT_LOW. Deze frequentie wordt in de scripts omgezet in de index IZERO, waarbij IZERO de index is van de eerste modelfrequentie hoger dan FMIN. De parameter IZERO wordt in SPEC_MINMAX() gebruikt om alleen te zoeken naar lokale minima en maxima voor frequentiebins met een index groter of gelijk aan IZERO.

Het spectrum wordt gesplitst indien het eerste lokale minimum een frequentie heeft die groter is dan de minimale splitsingsfrequentie FSPLIT_LOW. Het splitsen van een spectrum in twee deelspectra gebeurt met het script SPEC_SPLIT(). Vervolgens wordt voor elk deelspectrum de T_{pb} berekend. De equivalente bloekpiekperiode T_{pbeq} wordt berekend met het script SPEC_TEQ(). Tenslotte wordt T_{pm} berekend als $T_{pm}=\max(T_{pb}, T_{pbeq})$. Bij de berekening van deze parameters wordt de bijdrage van de parametrische spectrale staart meegenomen.

Voor de Oosterschelde projecten (Alkyon, 1999 en 2005b) is gebruik gemaakt van de volgende instellingen:

NSMOOTH=1
FSPLIT_LOW=0.04 Hz
FRAC_TPB = 0.4
EPS = f_{i+1}/f_i

De procedure voor de bepaling van T_{pm} bestaat uit de volgende stappen:

- Berekening T_{pb} (script SPEC_TPB);
- Het spectrum NSMOOTH keren gladstrijken (script SPEC_SMOOTH)
- Bepaling lokale minima en maxima (script SPEC_MINMAX)
- Vergelijking frequentie laagste lokale minimum met FSPLIT_LOW;
- Indien nodig het spectrum splitsen in twee deelspectra met het script SPEC_SPLIT();
- Berekening T_{pb1} en T_{pb2} van elk deelspectrum (script SPEC_TPB);
- Berekening equivalente bloekpiekperiode T_{beq} (script SPEC_TEQ);
- Berekening $T_{pm}=\max(T_{pb}, T_{pbeq})$.

4 De bijdrage van de spectrale staart

4.1 Definities

De significante golfhoogte H_{m_0} , de spectrale periodes $T_{m-1,0}$, T_{m01} , T_{m02} , de gemiddelde golfrichting DIR en de richtingspreiding DSPR zijn allemaal gebaseerd op de integratie van het golfspectrum. De golfhoogte en periodematen kunnen berekend worden uit de momenten m_n van het frequentiespectrum $E(f)$:

$$m_n = \int_0^{\infty} f^n E(f) df \quad (8)$$

De significante golfhoogte H_{m_0} wordt berekend als:

$$H_{m_0} = 4\sqrt{m_0} \quad (9)$$

De spectrale perioden $T_{m-1,0}$, T_{m01} en T_{m02} worden berekend als:

$$\begin{aligned} T_{m-1,0} &= m_{-1} / m_0 \\ T_{m01} &= m_0 / m_1 \\ T_{m02} &= \sqrt{m_0 / m_2} \end{aligned} \quad (10)$$

In SWAN is het spectrum beschikbaar voor een discreet aantal frequenties binnen een bepaald frequentieinterval $[f_{\min}, f_{\max}]$. In de praktijk worden de momenten m_n (vergelijking 8) uitgerekend met de trapeziumregel

$$m_n \approx \sum_{i=1}^N w_i E(f_i) \quad (11)$$

Waarbij de gewichten w_i als volgt worden uitgerekend:

$$w_i = \begin{cases} \frac{1}{2}(f_2 - f_1) & \text{voor } i = 1 \\ \frac{1}{2}(f_{i+1} - f_{i-1}) & \text{voor } 1 < i < N \\ \frac{1}{2}(f_N - f_{N-1}) & \text{voor } i = N \end{cases} \quad (12)$$

De gewichten w_i worden door script SPEC_WEIGHTS() berekend.

Voor frequenties $f > f_{\max}$ wordt een parametrische staart aangenomen volgens een f^{-4} verdeling:

$$E(f) = E(f_{\max}) \left(\frac{f}{f_{\max}} \right)^{-4} \quad \text{voor } f \geq f_{\max} \quad (13)$$

Figuur 2 toont een spectrum waar de parametrische staart begint bij 0.8 Hz. De 31 discrete SWAN frequenties in het interval [0.03 – 0.8 Hz] zijn met verticale lijnen aangegeven.

De berekeningswijze voor de spectrale momenten wordt daarom uitgesplitst in 2 delen:

$$m_n = \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} f^n E(f) df + \int_{f_{\max}}^{f_{tail}} f^n E(f_{\max}) \left(\frac{f}{f_{\max}} \right)^{-4} df \quad (14)$$

Het eerste deel van deze integraal wordt in SWAN met de trapeziumregel berekend. Het tweede deel kan analytisch worden uitgerekend. In SWAN 30.62 en 30.75 wordt voor f_{tail} de waarde van 100 Hz gebruikt. Als we de bijdrage van de parametrische staart voor het n-de moment aangeven met T_n dan volgt:

$$\begin{aligned} T_n &= \int_{f_{\max}}^{f_{tail}} f^n E(f_{\max}) \left(\frac{f}{f_{\max}} \right)^{-4} df \\ &= f_{\max}^4 E(f_{\max}) \int_{f_{\max}}^{f_{tail}} f^{n-4} df \\ &= f_{\max}^4 E(f_{\max}) \left[\frac{f^{n-3}}{(n-3)} \right]_{f_{\max}}^{f_{tail}} \\ &= f_{\max}^4 E(f_{\max}) \frac{f_{tail}^{n-3} - f_{\max}^{n-3}}{n-3} \end{aligned} \quad (15)$$

De gemiddelde golfrichting DIR en de richtingsverspreiding DSPR zijn gebaseerd op de Fourier-coëfficiënten a_1 en b_1 van het 2-dimensionale energiespectrum

$$\begin{aligned} a_1 &= \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \cos(\theta) E(f, \theta) d\theta df \\ b_1 &= \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \sin(\theta) E(f, \theta) d\theta df \end{aligned} \quad (16)$$

De Fourier coëfficiënten a_1 en b_1 uit (16) worden eveneens met de trapezium regel uitgerekend. Conform de definities uit Kuik et al. (1988) wordt de gemiddelde golfrichting gedefinieerd als:

$$DIR = \text{atan2}(b_1, a_1) \quad (17)$$

En de richtingsverspreiding als

$$DSPR = \left[\left(2 - 2(a_1^2 + b_1^2)^{1/2} / m_0 \right) \right]^{1/2} \quad (18)$$

Ook hier kunnen we de integraal in 2 delen splitsen. De bijdrage van de spectrale staart kunnen we schrijven als

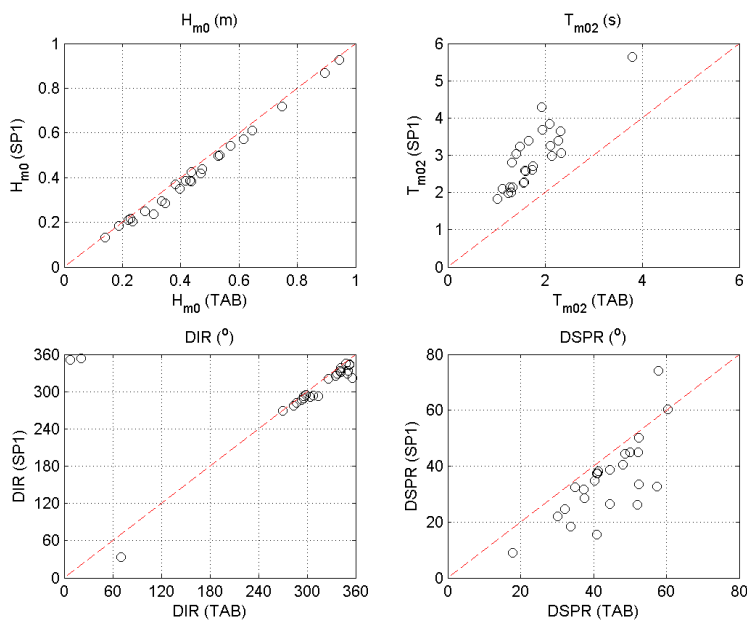
$$\begin{aligned} Ta_1 &= a_1(f_{\max}) f_{\max}^4 \frac{f_{\max}^{-3} - f_{tail}^{-3}}{3} \\ Tb_1 &= b_1(f_{\max}) f_{\max}^4 \frac{f_{\max}^{-3} - f_{tail}^{-3}}{3} \end{aligned} \quad (19)$$

Waarin

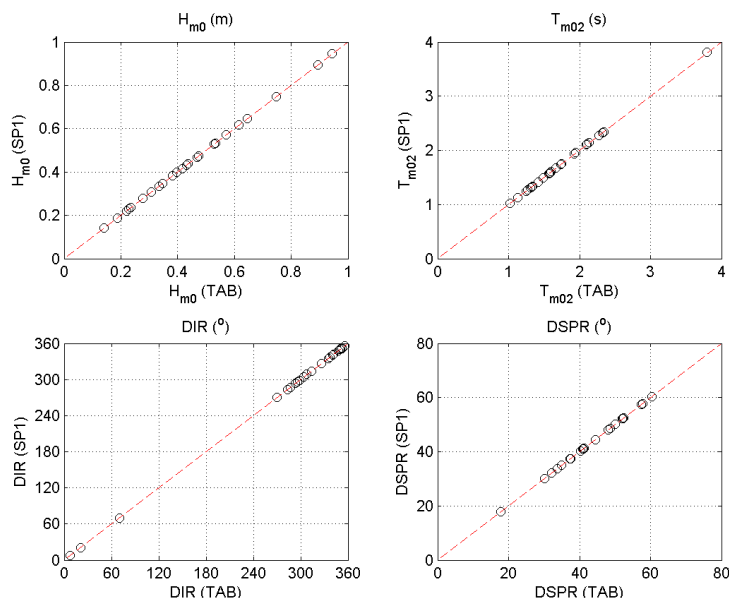
$$a_1(f_{\max}) = \int_0^{2\pi} \cos(\theta)E(f_{\max}, \theta) d\theta$$

$$b_1(f_{\max}) = \int_0^{2\pi} \sin(\theta)E(f_{\max}, \theta) d\theta$$
(20)

Het effect van het meenemen van de parametrische staart is gecontroleerd aan de hand van spectra berekend met SWAN voor de Oosterschelde (Alkyon, 2006). Figuur 3 toont een scatter diagram met de door SWAN berekende waarden voor de significante golfhoogte H_{m0} , de spectrale periode T_{m02} , gemiddelde golfrichting DIR en de richtings spreiding DSPR op basis van de SWAN tabellen (horizontale as) en met de hier gepresenteerde scripts op basis van het spectrum voor het frequentieinterval 0.03-0.8 Hz, dus zonder de spectrale staart. Het voorbeeld is genomen voor de SWAN berekening voor de Oosterschelde met code D01L221. Duidelijk is te zien dat de waarden niet overeenkomen.



Figuur 3: Scatter diagram van berekende SWAN parameters op basis van SWAN TAB bestanden en op basis van SWAN SP1 zonder bijdrage van de spectrale staart. Code SWAN berekening D01L221.



Figuur 4: Scatter diagram van berekende SWAN parameters op basis van SWAN TAB bestanden en op basis van SWAN SP1 met bijdrage van de spectrale staart. Code SWAN berekening D01L221.

Figuur 4 toont resultaten waarbij de bijdrage van de spectrale staart wel is meegenomen tot een frequentie van 100 Hz. Met deze methode blijken de waarden wel met elkaar overeen te komen. Opgemerkt wordt dat in de huidige SWAN versie 40.72 de maximale frequentie van de parametrische staart 10 Hz bedraagt.

5 Robuustheid van Tpb en Tpm

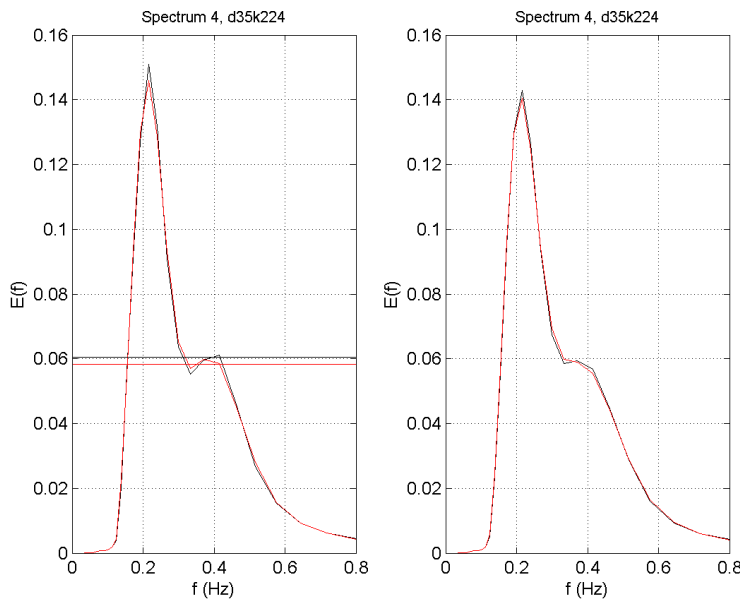
Voor meertoppige spectra blijkt de berekeningswijze van de parameters Tpb en Tpm niet robuust te zijn omdat kleine veranderingen in de spectrale vorm kunnen leiden tot relatief grote veranderingen in de berekende parameterwaarden. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van een SWAN spectrum afkomstig uit een berekening voor de Oosterschelde. Figuur 5 toont een meertoppig frequentiespectrum voor het vierde uitvoerpunt van de SWAN berekening D35K224. Dit dubbelpiekgige spectrum heeft twee lokale maxima en één lokaal minimum.

Voor de berekening van Tpb wordt vanuit de piekfrequentie gezocht naar de eerste twee opeenvolgende frequenties met een spectrale dichtheid lager dan 40% van de piekwaarde, zowel aan de linker als de rechterzijde van het spectrum. Het linker paneel in figuur 5 toont 2 spectra die alleen verschillen in het aantal keren gladstrijken, 1 (zwart) versus 3 (rood). Tevens is voor elk spectrum het 40% niveau t.o.v. de piek aangegeven. Het éénmaal gladgestreken spectrum heeft bij $f=0.35$ Hz twee punten onder het niveau, terwijl het driemaal gladgestreken spectrum maar één punt onder het 40% niveau heeft. Dit betekent dat het integratiebereik voor de Tpb voor elk spectrum anders is, wat leidt tot verschillende waarden voor Tpb, nl. 4.50 s versus 4.03 s. Dit is een verschil van orde 0.5 s voor twee spectra die weinig van elkaar verschillen. De berekende waarden voor $T_{m-1,0}$ bedragen 3.62 en 3.63 s, resp. voor het éénmaal en driemaal gladgestreken spectrum.

Voor de berekening van Tpm wordt gebruik gemaakt van de Tpb_{eq}, op basis van de Tpb van elk deelspectrum. Het splitsen van het spectrum gebeurt bij het lokale minimum. Het rechterpaneel van figuur 5 toont twee spectra, elk verkregen door het oorspronkelijke spectrum een aantal keren glad te strijken. De zwarte lijn toont het viermaal gladgestreken spectrum en de rode het vijfmaal gladgestreken spectrum. Het zwarte spectrum (viermaal gladgestreken) heeft een splitsingsfrequentie van 0.333 Hz en een Tpm van 4,03 s. Het rode spectrum (vijfmaal

gladgestreken) is niet gesplitst en heeft een T_{pm} van 4.19 s. Hieruit blijkt dat vrijwel identieke spectra met kleine verschillen in spectrale dichtheid duidelijk afwijkende T_{pm} waarden kunnen aannemen. De berekende $T_{m-1,0}$ bedraagt voor beide spectra 3.63 s, verschillen zijn pas in de derde decimaal merkbaar.

In de praktijk komen dergelijke grensgevallen vrij vaak voor. Bij vergelijking van resultaten op basis van twee soorten berekeningen, bijv. op basis van verschillende bodemliggingen, kunnen hierboven beschreven grensgevallen ook optreden, waardoor het effect daarvan overschat kan worden. Dat betekent dat T_{pb} en T_{pm} dus geen robuuste parameters zijn, de spectrale periode $T_{m-1,0}$ daar en tegen wel.



Figuur 5: Meertoppig frequentiespectrum voor SWAN berekening D35K224, vierde uitvoerpunt.

6 MATLAB scripts

De volgende MATLAB scripts worden gebruikt voor de berekening van de spectrale parameters:

GET_TAB	Leest een SWAN 30.62/75 tabel.
GET_SP1	Leest een SWAN 30.62/75 1d-spectrum
GET_SP2	Leest een SWAN 30.62/75 2d-spectrum
GET_RVW	Leest SWAN 30.62/75 2D randspectra en omzetting naar energiedichtheid
CMP_FRDIRPAR	Berekening 1d spectrum, frequentieafhankelijk gemiddelde golfrichting en richtingsverspreiding op basis van 2d-spectrum.
CMP_DIRECTIONAL_PARAMETERS	Berekening gemiddelde richting en spreiding
CMP_SPECTRAL_PARAMETERS	Berekening parameters van frequentiespectrum
SPEC_DIRECTIONAL_PARAMETERS	Berekening richtingsparameters.
SPEC_WEIGHTS	Berekent gewichten voor integratie discreet spectrum met trapezium regel
SPEC_FP	Berekening piekfrequentie
SPEC_GETSPLIT	Bepaling splitsingsfrequentie
SPEC_KAPPA	Berekening spectrale smalheid
SPEC_MINMAX	Bepaling lokale minima en maxima
SPEC_SMOOTH	Strijkt spectrum 1 keer glad
SPEC_SPLIT	Splitst spectrum in twee delen
SPEC_STEPS	Berekening gewichten voor integratie, waarbij het gewicht een vaste factor heeft met de frequentie.
SPEC_TEQ	Berekening equivalente periode
SPEC_TPB	Berekening blokpiekperiode
SPEC_TPS	Bepaald gladgestreken piekfrequentie
SPEC_WEIGHTS	Berekening gewichten voor integratie met trapeziumregel

Referenties

- Alkyon, 1998: Golfberekeningen Oosterschelde, rapport a246.
- Alkyon, 1999: Operational peak period and test, rapport A411.
- Alkyon, 2005a: Golftransmissie Oosterscheldekering, rapport A1348.
- Alkyon, 2005b: Update golfcondities RAND2001. Beïnvloedingsgebied OS-kering. Herberekening westelijke winden, rapport A1483r1r2.
- Battjes, J.A., en G.Ph. van Vledder, 1984: Verification of Kimura's theory for wave group statistics, Proc. 19th International Conference Coastal Engineering, Houston, 642-648.
- Kuik, A.J., G.Ph. van Vledder, en L.H. Holthuijsen, 1988: A method for the routine analysis of pitch-and-roll buoy wave data. J. Phys. Oceanogr., Vol. 18, 7, 1020-1034.
- Meer, J.W. van der, 1993: Golfoploop en golfoverslag bij dijken, Rapport H638, Delft Hydraulics.
- Roskam. A.P., 1997: Piekperioden van brede of meertoppige golfspectra. Werkdocument RIKZ/OS-97.130x, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.
- Roskam, A.P., en J. Hoekema, 1996: Randvoorwaarden voor golfperioden langs de Nederlandse kust. Rapport RIKZ-96.019.