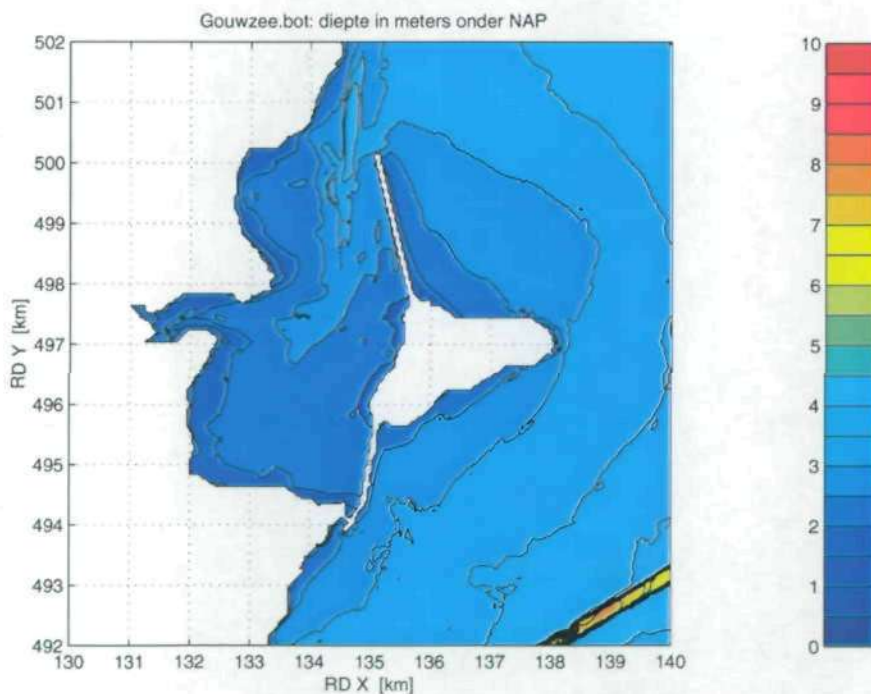


Nader onderzoek golfcondities Gouwzee

31 oktober 2000





Nader onderzoek golfcondities Gouwzee

31 oktober 2000

Werkdocument 2000.148X

Auteur: D. Beyer

Inhoudsopgave

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1 Inleiding | 5 |
| 1.1 Probleembeschrijving | 5 |
| 1.2 Mogelijke oorzaken | 5 |
| 1.3 Doelstelling | 6 |
| 1.4 Werkwijze | 6 |
| 2 Resultaten | 7 |
| 2.1 Inleiding | 7 |
| 2.2 Reproductie huidige golfcondities | 7 |
| 2.3 Detailberekening Gouwzee | 8 |
| 2.4 Aanvullende berekeningen | 9 |
| 2.5 Schematisatie dammen als land | 10 |
| 3 Conclusies en aanbevelingen | 13 |
| 3.1 Conclusies | 13 |
| 3.2 Aanbevelingen | 13 |
| 4 Vervangende golfberekeningen | 15 |
| 4.1 Inleiding | 15 |
| 4.2 Uitgangspunten | 15 |
| 4.3 Resultaten | 16 |

1 Inleiding

1.1 Probleembeschrijving

In het kader van Onafhankelijk Onderzoek Markermeer (hierna genoemd OOM-studie) zijn in 1998 hydraulische condities bepaald voor het Markermeer, het Eemmeer en Gooimeer (van Haren en Spaan, 1997; WL I Delft Hydraulics, 1998). In opdracht van RIZA wordt een controle uitgevoerd van de hydraulische condities (van der Meer en Wouters, 2000). Bij de controle van de uitvoerlocaties 32A tot en met 49A in de Gouwzee is twijfel gerezen over de juistheid van de golfcondities. In het bijzonder de golfperiode vertoont in diverse gevallen geen logisch verloop voor wind uit oostelijke richtingen (0° t/m 150°). Voor alle onderzochte dijklocaties in de Gouwzee blijken dit belangrijke windrichtingen te zijn. De illustratiepunten die zijn afgeleid voor de locaties in de Gouwzee, zijn allen namelijk voor windrichtingen tussen 0° en 90° , windsnelheden tussen 18 en 24 m/s en waterstanden tussen NAP +0.10 en +0.35 m.

Voor windrichting 90° , en in mindere mate 60° , is geconstateerd dat de golfperiodes op een groot aantal locaties bij het hoogste meerpeil (1.30 m NAP) veel hoger zijn dan bij de laagste twee meerpeilen (-0.40 en 0.30 m NAP). De golfhoogte is daarentegen vrijwel even hoog. Het is niet op voorhand duidelijk of deze golfperiodes fysisch verklaarbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn te zien in Figuur 1 en Figuur 2. Vooral in Figuur 2 is goed te zien dat de golfperiode voor het hoogste meerpeil veel hoger is dan voor de lagere twee meerpeilen. Daarnaast blijkt het verloop van de golfperiodes in een aantal gevallen vrij chaotisch te zijn. Bij hogere waterstanden en dezelfde windsnelheid treden bijvoorbeeld lagere periodes op. Dit laatste is het geval voor een aantal locaties bij windrichtingen 120° en 150° . Voorbeelden hiervan zijn te zien in Figuur 3 en Figuur 4. Vooral in Figuur 4 is duidelijk te zien dat voor windsnelheid 15 m/s de golfperiode voor het hoogste meerpeil lager is dan voor de twee lagere meerpeilen. Dit is tegen de verwachting in.

1.2 Mogelijke oorzaken

De Gouwzee is een vrijwel afgesloten gedeelte van het Markermeer met een grootte van ongeveer 3×6 km. Het wordt aan de Markermeerkant begrensd door het voormalige eiland Marken en twee dammen: één vormt de verbinding van Marken met het vasteland, de tweede strekt zich uit aan de noordkant van Marken. De kruinhoogtes van de twee dammen liggen op respectievelijk 2.8 en 2.7 m boven NAP.

Een eerste brainstorm over mogelijke oorzaken voor de gevonden golfperiodes heeft geleid tot drie zaken:

- er is gerekend met een te grote ruimtelijke resolutie bij het berekenen van de Gouwzee. De modelberekeningen voor de OOM-studie voor het Markermeer inclusief Gouwzee zijn gemaakt met een ruimtelijke resolutie van 100×200 m.
- de modellering voor de noordelijke en zuidelijke dam van Marken. De dammen zijn gemodelleerd als obstakels in HISWA. Dit betekent dat er transmissie van golven over de dam kan plaatsvinden, waarbij de golfhoogte wordt gereduceerd en de golfperiode niet. Daarnaast is ontdekt dat de dammen ook deels als landpunten aanwezig zijn in de bodemschematisatie.

-
- Een derde mogelijke oorzaak kan de invloed zijn van circulatiestromingen in de Gouwzee op de golfcondities. Net als voor het IJsselmeergebied, is de invloed van stroming op de golfcondities meegenomen in de golfberekeningen. Zeer sterke stroming kan de golfcondities sterk beïnvloeden.

Door het ontbreken van informatie over de stroomsnelheden kan dit laatste item moeilijk onderzocht worden. De aandacht zal daarom uitgaan naar de eerste twee items. Om deze te onderzoeken is besloten een nader onderzoek uit te voeren. Dit verslag bevat hiervan de resultaten.

1.3 Doelstelling

Het doel van deze studie is tweeledig:

- het uitvoeren van een nader onderzoek naar een mogelijke verklaring van de geconstateerde afwijkingen en daarmee naar de bruikbaarheid van de huidige gegevens voor de bepaling van hydraulische belastingniveaus.
- indien de oorzaak niet fysisch te verklaren is, het doen van voorstellen voor verbetering, en het uitvoeren van verbeteringen van de huidige gegevens.

1.4 Werkwijze

Allereerst is getracht de oorspronkelijke modelberekeningen uit de OOM-studie zo goed mogelijk te reproduceren. Hiertoe is een HISWA-model van het Markermeer gemaakt dat zo goed mogelijk overeenkomt met het model uit de OOM-studie. De berekeningen in de OOM-studie zijn gemaakt met een ruimtelijk variabel windveld en waterstandsveld. Deze gegevens zijn op dit moment niet beschikbaar, dus het is niet mogelijk om hiervan gebruik te maken. Zowel de wind als de waterstand zijn in de huidige berekeningen uniform aangenomen.

Vervolgens is voor de Gouwzee een detailmodel gemaakt met een fijner rekengrid. De randvoorwaarden voor het detailmodel komen uit het Markermeemodel, dus er is sprake van een genest model. De resultaten van het Markermeer- en het Gouwzeemodel zijn met elkaar vergeleken.

Voor één geval is een gevoeligheidsonderzoekje gedaan naar de numerieke instellingen van HISWA. Hiertoe is ook de bodemschematisatie aangepast. De oorzaken van het gedrag van de golfperiode zijn hiermee bekend.

Voor een mogelijke oplossing is hierop wederom een aangepaste bodemschematisatie van de Gouwzee gemaakt, waarmee alle twaalf cases opnieuw zijn doorgerekend.

Op basis van de resultaten zijn de conclusies en aanbevelingen geformuleerd. Deze aanbevelingen zijn opgevolgd: voor vier windrichtingen zijn opnieuw modelberekeningen gemaakt. Deze bestaan uit een berekening voor het Markermeer, gevolgd door een Gouwzeeberekening met dammen als land geschematiseerd. De berekeningen zijn gemaakt met een uniform windveld en een horizontale waterstand. Deze modelberekeningen zullen de golfgegevens uit de OOM-studie voor de betreffende windrichtingen vervangen.

2 Resultaten

2.1 Inleiding

De bodemligging van de Gouwzee, zoals gebruikt in de OOM-studie, is weergegeven in Figuur 5. Hierin zijn ook de 83 uitvoerlocaties opgenomen die in de Gouwzee liggen. De nummering is anders dan de nummering in DMS; in DMS betreft het de locaties 660 t/m 716 en 1 t/m 26.

Duidelijk in de schematisatie is te zien, dat de twee dammen bij Marken deels als landpunten zijn geschematiseerd. Daarnaast zijn ze ook geschematiseerd als obstakel in HISWA.

2.2 Reproductie huidige golfcondities

Voor zes windrichtingen en twee waterstanden zijn de huidige condities gereproduceerd. Het gaat om de volgende gevallen:

Tabel 2.1 Basisgevallen

| Case | Waterstand [m + NAP] | Windrichting [°N] | Pot. windsnelheid [m/s] |
|------|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| T001 | 0.00 | 90 | 20 |
| T002 | 1.50 | 90 | 20 |
| T003 | 0.00 | 60 | 20 |
| T004 | 1.50 | 60 | 20 |
| T005 | 0.00 | 30 | 20 |
| T006 | 1.50 | 30 | 20 |
| T007 | 0.00 | 0 | 20 |
| T008 | 1.50 | 0 | 20 |
| T009 | -0.30 | 120 | 15 |
| T010 | 1.40 | 120 | 15 |
| T011 | -0.40 | 150 | 15 |
| T012 | 1.30 | 150 | 15 |

De lage waterstand representeert de waterstand behorend bij het lage meerpeil (-0.40 m NAP), de hoge waterstand hoort bij het hoge meerpeil (+1.30 m NAP). De cases zijn zo gekozen dat de probleemsituaties uit hoofdstuk 1 nader onderzocht worden.

Case T001 is voor een aantal locaties aan de westzijde van de Gouwzee de meest bijdragende situatie aan het hydraulisch belastingniveau. Case T002 is de situatie bij verhoogd meerpeil, en geeft veel hogere golfperiodes dan case T001.

Case T003 levert voor een aantal locaties een belangrijke bijdrage aan het belastingniveau.

De cases T005 t/m T008 zijn gekozen om voor twee andere windrichtingen de betrouwbaarheid van de huidige gegevens te kunnen onderzoeken.

De cases T009 t/m T012 tot slot zijn gekozen omdat voor een aantal locaties het hogere meerpeil lagere golfperiodes geeft.

De berekeningen zijn gemaakt met een horizontale waterstand. De potentiële windsnelheid te Schiphol is omgerekend naar een openwaterwindsnelheid.

Voor toepassing in HISWA is deze weer omgerekend met U^* -schaling.

De resultaten voor één locatie (locatie 60 in Figuur 5 met coördinaten $X=133286$, $Y=497506$) zijn gegeven in onderstaande tabel. De gegevens uit de

Tabel 2.2 Resultaten reproductie voor locatie X = 133286 en Y = 497506 (locatie 60 in Figuur 5)

OOM-studie zijn ontleend aan het ASCII-bestand 'mkm3.dat' met gegevens uit de database DMS. De piekperiode T_p is teruggerekend naar T_{m01} na deling door 1.25.

| Case | M01 | | Waterstand [m + NAP] | OOM | | |
|------|------------|-------------|-------------------------|------------|-------------|--------------|
| | Hm0 [m] | Tm01 [s] | | Hm0 [m] | Tm01 [s] | T_p [s] |
| T001 | 0.73 | 2.94 | -0.01 | 0.76 | 2.87 | 3.59 |
| T002 | 0.76 | 3.98 | 1.55 | 0.76 | 3.92 | 4.90 |
| T003 | 0.67 | 3.18 | 0.08 | 0.66 | 3.25 | 4.06 |
| T004 | 0.74 | 4.07 | 1.61 | 0.71 | 3.90 | 4.88 |
| T005 | 0.58 | 3.29 | 0.03 | 0.52 | 2.60 | 3.25 |
| T006 | 0.63 | 4.58 | 1.58 | 0.62 | 4.35 | 5.44 |
| T007 | 0.55 | 3.19 | -0.13 | 0.46 | 3.05 | 3.81 |
| T008 | 0.66 | 4.07 | 1.47 | 0.60 | 4.00 | 5.00 |
| T009 | 0.42 | 2.77 | -0.29 | 0.45 | 2.77 | 3.46 |
| T010 | 0.50 | 2.70 | 1.37 | 0.52 | 2.59 | 3.24 |
| T011 | 0.48 | 2.52 | -0.42 | 0.45 | 2.64 | 3.30 |
| T012 | 0.53 | 2.69 | 1.29 | 0.52 | 2.66 | 3.33 |

Gegeven de toegepaste benaderingen zijn elf van de twaalf cases goed gereproduceerd. Heel belangrijk is, dat het gelukt is om de lage golfperiode in case T001 en de hoge golfperiode in case T002 te reproduceren. Hiermee is het mogelijk naar oorzaken te zoeken. Case T005 geeft de grootste afwijkingen; hier is de golfperiode in de reproductie duidelijk hoger. Een verklaring hiervoor is niet bekend. De golfhogtes en golfperiodes voor de cases T007 en T008 zijn iets hoger dan volgt uit de OOM-studie. Dit wordt deels veroorzaakt doordat met een iets hogere waterstand is gerekend. Een andere mogelijke oorzaak kan de windsnelheid zijn; vermoedelijk is in de windsnelheid in de OOM-studie voor noordenwind boven de Gouwzee wat lager geweest door landinvloed. Ook de iets lagere golfperiode in case T010 ten opzichte van T009 is gereproduceerd, echter het verschil in de OOM-data is iets groter.

Om te zien wat de oorzaak is van de grote verschillen in golfperiode tussen cases T001 en T002, zijn contourplots gemaakt van de golfhogte en golfperiode. Zie hiervoor Figuur 6 en Figuur 7.

De hoge golfperiode in case T002 blijkt veroorzaakt door een sterke toename van de golfperiode vlak achter de dammen. Achter in de Gouwzee is de periode wel lager dan vlak achter de dammen, maar nog steeds hoog. Deze periode is niet realistisch. In case T001 zijn ook de hoge golfperiodes vlak achter de dammen te zien, alleen hiervan is achter in de Gouwzee niets meer van terug te vinden.

In de overige tien cases treedt vlak achter de dammen slechts zeer lokaal een hoge golfperiode op.

2.3 Detailberekening Gouwzee

Nu de reden van de hoge golfperiodes in case T001 en T002 bekend lijkt, is het mogelijk te onderzoeken of berekeningen met een fijner rekengrid andere resultaten opleveren.

Hiertoe is een detailmodel gemaakt van de Gouwzee. De bodemschematisatie is hetzelfde gehouden. De randvoorwaarden voor dit detailmodel zijn afkomstig uit de Markermeerberekening M01 uit de vorige paragraaf. De detailberekening voor de Gouwzee is gemaakt met een ruimtelijke resolutie van 10^*25 m met een richtingenstap van 10° . Het grid heeft code M02.

De resultaten zijn vergeleken met die van de berekeningen uit de vorige paragraaf. Voor dezelfde 83 uitvoerlocaties in de Gouwzee zijn de uitkomsten grafisch weergegeven in Figuur 8 t/m Figuur 19. De resultaten voor dezelfde

uitvoerlocatie als in de vorige paragraaf (locatie 60 met X=133286, Y=497506) zijn als volgt:

Tabel 2.3 Vergelijking resultaten berekening M02 met M01 voor locatie X = 133286 en Y = 497506 (locatie 60 in Figuur 5)

| Case | M02 | | M01 | |
|------|------------|-------------|------------|-------------|
| | Hm0 [m] | Tm01 [s] | Hm0 [m] | Tm01 [s] |
| T001 | 0.73 | 2.79 | 0.73 | 2.94 |
| T002 | 0.80 | 3.04 | 0.76 | 3.98 |
| T003 | 0.68 | 3.05 | 0.67 | 3.18 |
| T004 | 0.73 | 3.78 | 0.74 | 4.07 |
| T005 | 0.55 | 3.54 | 0.58 | 3.29 |
| T006 | 0.66 | 4.45 | 0.63 | 4.58 |
| T007 | 0.54 | 3.17 | 0.55 | 3.19 |
| T008 | 0.62 | 4.13 | 0.66 | 4.07 |
| T009 | 0.46 | 2.48 | 0.42 | 2.77 |
| T010 | 0.53 | 2.53 | 0.50 | 2.70 |
| T011 | 0.48 | 2.49 | 0.48 | 2.52 |
| T012 | 0.55 | 2.61 | 0.53 | 2.69 |

Belangrijke conclusies uit de tabel en de figuren zijn:

- Voor cases T001 en T002 treedt een duidelijke reductie op in de golfperiode (Figuur 8 en Figuur 9). De contourplots in Figuur 20 en Figuur 17 laten echter zien dat het gebied met hoge golfperiodes achter de dam weliswaar verkleind is, maar nog steeds aanwezig is.
- Voor de windrichtingen 60° en 30° zijn de verschillen voor lage waterstand gering (T003 en T005). Voor de hoge waterstand worden wat lagere golfperiodes berekend (T004 en T006).
- Voor noordelijke windrichting worden lagere golfhoogtes en vergelijkbare golfperiodes berekend (T007 en T008).
- Voor windrichting 120° en ook 150° zijn de golfperiodes duidelijk gereduceerd (T009 t/m T012). Voor cases T011 en T012 treedt de grootste reductie op voor andere locaties dan degene die in de tabel is gepresenteerd (zie hiervoor Figuur 18 en Figuur 19).
- Gedetailleerd rekenen geeft met name voor oostenwind (90°) duidelijk andere en meer realistische golfcondities.

Onder andere voor case T001 ontstaan dus ondanks het fijnere rekengrid toch nog onrealistisch hoge golfperiodes vlak achter de zuidelijke dam. Aangezien dit voor een aantal locaties een belangrijke bijdrage levert aan het hydraulisch belastingniveau, is een aantal aanvullende berekeningen gemaakt. Deze hebben tot doel om te onderzoeken of verdere verbetering van de uitkomsten mogelijk is.

2.4 Aanvullende berekeningen

De aanvullende berekeningen worden hieronder toegelicht.

* T101

Als T001, maar met een aangepaste bodem: de landpunten ter plaatse van de twee dammen zijn verwijderd. De reden voor deze aanpassing is gelegen in het vermoeden dat de combinatie van landpunten en obstakel als schematisatie voor de dammen de oorzaak van de hoge golfperiodes kan zijn. Door de landpunten ontstaan bodemhellingen en in combinatie met obstakels kan dit mogelijk hoge golfperiodes veroorzaken. Schematisatie als obstakel is te verkiezen boven die als landpunten, omdat dan voor alle voorkomende waterstanden een correcte reductie van de golfhoogte berekend wordt. Bij toenemende waterstand neemt de reductie van het obstakel op de golfhoogte

af, terwijl landpunten altijd 100% reduceren. Daarom is besloten de landpunten te vervangen door waterpunten; als bodemdiepte is gekozen voor NAP -2.0 m. Het resultaat is te zien in Figuur 22 en Figuur 23. Het gebied met hoge golfperiodes vlak achter de dammen blijkt juist groter geworden te zijn, terwijl de golfhoogtes zijn afgenomen. De hoge golfperiodes worden dus door de obstakels veroorzaakt. De in de bodem aanwezige landpunten blijken juist een reducerend effect te hebben op de golfperiode. Dit is niet geheel onverwacht, aangezien achter landpunten zowel de golfhoogte als de golfperiode weer vanaf nul beginnen te groeien.

De volgende twee berekeningen hebben tot doel gehad om uit te zoeken of verdere verfijning van het rekengrid tot andere resultaten leidt.

*** T201**

Als T101, maar met een nog finer ruimtelijke resolutie: 5*25 m
Deze berekening geeft vrijwel hetzelfde resultaat als T101. Nog finere ruimtelijke resolutie is dus niet nodig.

*** T301**

Als T101, maar met een finere richtingenresolutie: 5° ipv 10°
Ook deze berekening geeft vrijwel hetzelfde resultaat als T101.

Uit berekeningen T201 en T301 kan worden geconcludeerd dat verdere verfijning van het rekengrid niet tot andere resultaten leidt.

*** T401**

Als T101, maar met aangepaste numerieke parameters: CDN=1.0, CDD=1.0.
De achtergrond hiervan is het vermoeden dat de berekening mogelijk instabiel wordt achter de obstakels. Verhoging van de numerieke parameters CDN en CDD geven een stabielere berekening, maar iets onnauwkeuriger.
Ook dit blijkt geen invloed op de uitkomsten te hebben.

*** T501**

Als T101, maar met gewijzigde coëfficiënten voor de obstakels: $\alpha=3.6$ en $\beta=0.4$;
Dit geeft exact dezelfde resultaten; het obstakelmechanisme in HISWA is niet gevoelig voor deze verandering.

Geconcludeerd kan worden dat in een aantal gevallen, met name bij oostenwind (90°), het obstakelmechanisme in HISWA niet goed werkt. Er komen ten onrechte zeer hoge golfperiodes voor. Rekenen met een fine ruimtelijke resolutie is wel effectief in het reduceren van de golfperiode, maar niet voldoende. Daarom is in de volgende paragraaf gekeken naar het effect van de dammen op de golfcondities.

Navraag bij WL heeft geleerd dat de problemen met de hoge golfperiode tijdens de OOM-studie zijn gesignaleerd. Men heeft de problemen toegeschreven aan het obstakelmechanisme in HISWA. De TU Delft is benaderd, maar deze kon geen aannemelijke oorzaak vinden. Er is voor een work-around oplossing gekozen. Een zelf uitgevoerde vergelijking van de OOM-resultaten met enkele reproductieberekeningen heeft laten zien, dat grote uitschieters in de periode door WL handmatig zijn aangepast.

2.5 Schematisatie dammen als land

De invloed van dammen op de golven komt tot uiting in de golftransmissie, de mate waarin de golven de dam kunnen passeren. Dit wordt bepaald door de hoogte van de dam ten opzichte van de waterstand (het vrijboord), en de

inkomende significante golfhoogte. De verhouding tussen vrijboord en inkomende golfhoogte, de relatieve kruinhoogte, bepaalt de mate van transmissie. In Figuur 24, ontleend aan van der Meer (1998), is het principe weergegeven. Voor de dammen bij Marken kan in de figuur de lijn met de aanduiding 'dam' worden aangehouden. Is de relatieve kruinhoogte groot, dan is er weinig tot geen transmissie. Is deze nul (waterstand dus gelijk aan damhoogte) dan is de transmissie ongeveer 45%.

De kruinhoogtes van de noordelijke en de zuidelijke dam bedragen respectievelijk NAP +2.7 en +2.8 m. Voor lage meerpeilen met waterstanden rond NAP, liggen de twee dammen dus 2.7 respectievelijk 2.8 m boven de waterstand; De golven vlak voor de dammen zijn voor 20 m/s ongeveer 1.2 m hoog.

In bovengenoemde situatie van de Gouwzee is de relatieve kruinhoogte dus ongeveer gelijk aan 2. Uit de figuur volgt dat er dan nauwelijks transmissie plaatsvindt over de dammen heen (< 5%). De hoogste waterstand in de Gouwzee in de berekeningen van de OOM-studie bedraagt ongeveer NAP +2.0 m. Bij waterstanden rond NAP +1.5 m zijn de golven voor de dam ongeveer 1.5 m hoog, en is de afstand van waterlijn tot kruin van de dam ongeveer 1.3 m. De transmissie in dit geval is ongeveer 20%.

Al met al is de transmissie over de dammen bij alle voorkomende waterstanden niet erg groot. Bij benadering kunnen de dammen dan beschouwd worden als zijnde zeer hoog, ofwel met transmissie nul. In dit geval kunnen de dammen dus bij benadering worden geschematiseerd als landpunten.

Om af te kunnen schatten wat de verschillen zijn tussen de schematisatie van dammen als land en dammen als obstakel zijn alle cases opnieuw berekend. De code voor deze berekeningen bedraagt T6**, met ** variërend van 01 t/m 12, als in tabel 2.1.

Hiervoor is een aparte bodemschematisatie van de Gouwzee gemaakt. De basis voor deze schematisatie is de bodemschematisatie van het Markermeer uit 1999, gemaakt door RDIJ, afdeling ANM. Deze schematisatie heeft een rooster van 40 * 40 m. De redenen hiervoor zijn tweërlei: enerzijds is deze schematisatie gedetailleerder en dus zijn de dammen eenvoudiger nauwkeurig in te brengen, anderzijds is de schematisatie ook recenter. De dammen zijn hierin geschematiseerd als landpunten. De bodemfile heeft de naam 'gouwzee.bot' en is gevisualiseerd in Figuur 25. Een verschilplot van de twee bodemfiles is te zien in figuur Figuur 26. Hieruit blijkt dat de geulen ondieper zijn geworden en de overige gebieden iets dieper. De verschillen zijn over het algemeen beperkt tot 25 cm.

Alle cases zijn met deze nieuwe Gouwzeeschematisatie herberekend. Het rekengrid is hetzelfde gehouden.

De vergelijking tussen een schematisatie als land (T6**) en als obstakel (T0**) is weergegeven in Figuur 27 t/m Figuur 39 en in tabel 2.4.

Voor de windrichting 90° zijn de verschillen het grootst (Figuur 27 t/m Figuur 29). Schematisatie als land levert duidelijk lagere en dus betere golfperiodes op. Ook voor 60° is een verbetering te zien, al is deze kleiner.

Voor de windrichtingen 0° en 30° zijn de verschillen klein. De golfhoogte wordt over het algemeen iets lager, terwijl de periode nauwelijks verandert. (zie Figuur 32 t/m Figuur 35). In deze gevallen voegt schematisatie als land weinig toe en voldoen de huidige berekeningen.

Voor de windrichtingen 120° en 150° zijn de verschillen in de golfperiode weer groot, echter op een beperkt aantal locaties (zie Figuur 36 t/m Figuur 39). Op de locatie in de tabel zijn de verschillen bijvoorbeeld verwaarloosbaar.

Tabel 2.4 Vergelijking resultaten berekening T6** met T0** voor grid M02 voor locatie X = 133286 en Y = 497506

| Case | T6** | | T0** | |
|------|------------|-------------|------------|-------------|
| | Hm0 [m] | Tm01 [s] | Hm0 [m] | Tm01 [s] |
| 01 | 0.76 | 2.80 | 0.73 | 2.79 |
| 02 | 0.84 | 2.93 | 0.80 | 3.04 |
| 03 | 0.69 | 2.96 | 0.68 | 3.05 |
| 04 | 0.78 | 3.40 | 0.73 | 3.78 |
| 05 | 0.50 | 3.41 | 0.55 | 3.54 |
| 06 | 0.58 | 4.41 | 0.66 | 4.45 |
| 07 | 0.50 | 3.07 | 0.54 | 3.17 |
| 08 | 0.57 | 4.13 | 0.62 | 4.13 |
| 09 | 0.50 | 2.42 | 0.46 | 2.48 |
| 10 | 0.56 | 2.51 | 0.53 | 2.53 |
| 11 | 0.51 | 2.48 | 0.48 | 2.49 |
| 12 | 0.58 | 2.61 | 0.55 | 2.61 |

Opvallend is dat de golfhoogtes bij schematisatie als land vlak achter de dammen vergelijkbaar is met schematisatie als obstakel. De benadering dat de golftransmissie door de dammen gering is, blijkt dus ook uit de berekeningen te volgen, zelfs voor waterstanden rond 1.5 m NAP. Achterin de Gouwzee zijn de golfhoogtes wel hoger. De verklaring ligt in het feit dat bij aanwezigheid van een hogere golfperiode achter de dam, de golfgroei langzamer verloopt, dan wanneer de golven vanaf nul groeien. De wat hogere golfhoogtes zijn wel reëel.

Een andere oorzaak voor mogelijke verschillen kan liggen in diepteverschillen. Bij beide berekeningen zijn verschillende bodemgrids gebruikt. De verschillen in diepte zoals gevisualiseerd in Figuur 26 kunnen voor verschillen zorgen, echter deze zullen niet groot zijn.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies

De oorzaken van de geconstateerde afwijkingen in het verloop van de golfperiode voor locaties in de Gouwzee zijn tweeledig:

- Het obstakelmechanisme in HISWA veroorzaakt in sommige gevallen hoge golfperiodes vlak achter het obstakel. Deze hoge periodes zetten zich in sommige gevallen voort tot achter in de Gouwzee. De problemen lijken zich voor te doen bij een kleine transmissie door de dammen. De windrichtingen waarbij de problemen zich voordoen zijn met name 60° en 90°, en in mindere mate 120° en 150°.
- De ruimtelijke resolutie van het rekengrid heeft ook invloed. Het toepassen van een detailmodel voor de Gouwzee met een fijnere ruimtelijke resolutie helpt in een aantal gevallen de hoge golfperiodes te reduceren.

Fijner rekenen heeft dus duidelijk de voorkeur. De rekentijd voor een detailmodel bedraagt enkele minuten, inclusief blokuitvoer voor het maken van contourplots.

Het onderzoek heeft aangetoond dat als oplossing voor de geconstateerde problemen gedacht kan worden aan de schematisatie van de dammen als landpunten. De optredende waterstanden en golfhoogtes in het gebied rechtvaardigen deze schematisatie omdat de transmissie door de dammen gering is. Berekeningen laten zien dat dit leidt tot wat hogere golfhoogtes, echter zonder de zeer hoge golfperiodes.

3.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om voor de windrichtingen 60°, 90°, 120° en 150° vervangende berekeningen te maken. Per windrichting betekent dit 18 gevallen (3 meerpeilen en 6 windsnelheden). Per case zouden deze moeten bestaan uit:

- een berekening voor het totale Markermeer, gevolgd door
- een detailberekening voor de Gouwzee met landpunten als schematisatie voor de obstakels

4 Vervangende golfberekeningen

4.1 Inleiding

De aanbevelingen zoals geformuleerd uit het vorige hoofdstuk zijn opgevolgd. In dit hoofdstuk worden de berekeningen nader beschreven.

De vervangende golfberekeningen zijn gemaakt voor vier windrichtingen, nl. 60°, 90°, 120° en 150°. Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de kennis die is opgedaan in hoofdstuk 2.

4.2 Uitgangspunten

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Modelopzet

Eerst wordt een berekening voor het gehele Markermeer en Gouwzee gemaakt met code M01. Vervolgens wordt aansluitend genest een berekening voor de Gouwzee gemaakt. Deze heeft als bodemschematisatie 'Gouwzee.bot', waarin de twee dammen bij Marken zijn geschematiseerd als landpunten. De bodem schematisatie is van 1999 en heeft een rooster van 40 * 40 meter. Dit is conform de berekeningen T6** uit paragraaf 2.5.

Waterstand

De waterstand in de berekeningen is horizontaal aangenomen. Per meerpeil, windrichting en windsnelheid is een aparte waterstand gekozen. Deze is bepaald uit een middeling van de waterstanden op vier locaties verspreid in de Gouwzee. De volgende vier locaties zijn gekozen:

Tabel 4.1 Gekozen locaties ten behoeve van bepaling toe te passen waterstand

| Locatie | RD X (m) | RD Y (m) |
|---------|----------|----------|
| MKM17 | 133124 | 499864 |
| MKM675 | 135040 | 496927 |
| MKM695 | 132999 | 494863 |
| MKM711 | 132748 | 497387 |

In Bijlage A zijn voor elke berekeningen de waterstanden op de vier locaties en het gemiddelde weergegeven.

N.B. Deze waterstanden zijn uitsluitend gebruikt voor de modelberekeningen. In de uiteindelijke DMS staan de oorspronkelijke waterstanden die kunnen verschillen per uitvoerlocatie.

Windsnelheid

De windsnelheid is uniform aangenomen. De potentiële windsnelheid te Schiphol is omgerekend naar een open water windsnelheid conform toegepast ten behoeve van de berekening van de hydraulische belastingen in het IJsselmeer (Bak en Vlag, 1999). De openwater windsnelheid is daarna omgerekend met U*-schaling tot een invoerwindsnelheid voor HISWA. Dit is conform de OOM-studie (van Haaren en Spaan, 1997). Er zijn berekeningen gemaakt voor zes potentiële windsnelheden: 15, 20, 23, 26, 28 en 30.

Uitvoerlocaties

Uitvoerlocaties

Er is uitvoer in tabelvorm aangemaakt voor 75 locaties. Het gaat hierbij om de locaties MKM1 t/m 18 en MKM 660 t/m 716. Ten opzichte van de eerdere berekeningen zijn 8 locaties verwijderd. Dit zijn de 8 meest noordelijke locaties. De reden hiervoor is dat deze dicht bij de modelrand liggen en dat er nauwelijks verschillen zijn in golfcondities tussen de OOM-studie en de vervangende berekeningen. De volgende parameters zijn opgeslagen: x en y-coördinaat, diepte, Hm0, Tm01, Golfrichting en richtingsspreiding. Van elke berekening zijn de Hm0, Tm01, golfrichting en diepte als blokfile opgeslagen.

Naamgeving

Voor de naamgeving van de berekeningen is de volgende codering aangehouden: GxxWurr. Hierin is:

- Gxx: Gridnaam, M01 danwel M02
- W: code voor waterstand, vertaald als code voor het meerpeil: L (-0.40), M (+0.30) en H (+1.30).

Bij elk meerpeil, windrichting en windsnelheid wordt gerekend met een vaste waterstand (zie onder punt 2)

- u: code voor windsnelheid. u varieert van 1 (15 m/s) t/m 6 (30 m/s)
- rr: code voor windrichting: varieert van 02 (60°) t/m 05 (150°).

De uitvoertabellen zijn uiteindelijk hernoemd. De naamgeving is conform de naamgeving zoals gehanteerd in DMS. De codering is als volgt: MmmmRrUu, met:

- Mmmm: code voor meerpeil (N040, P030 resp. P130)
- Rr: code voor windrichting (06, 09, 12 of 15)
- Uu: windsnelheid (varierend van 15 tot 30)

4.3 Resultaten

Alle resultaattabellen zijn gecontroleerd op logisch verloop en uitschieters door middel van grafische presentatie. Voor toenemende windsnelheid en/of toenemende waterstand is de verwachting dat de golfhoogte gelijk blijft (bovenwindse locaties) of toeneemt (bendenwinds). Enkele voorbeelde zijn opgenomen in Figuur 40 en Figuur 41

De gegevens zijn opgenomen in een aparte DMS voor de Gouwzee.

- Bak, C.I. en D.P. Vlag, 1999. Achtergronden hydraulische beelasting dijken IJsselmeergebied. Deelrapport 5 Modellerings waterbeweging (WAQUA). RIZA rapport 99.042.
- Van der Meer, J.W., 1998. Golfrandvoorwaarden voor dijkontwerp in door dammen afgeschermd gebied. Band B, Beschrijving golftransmissie en dubbeltoppige spectra. Alkyon/Infram rapport nummer A314/i181.
- Van der Meer, J.W. en J.J. Bakker, 2000. Kwaliteitscontrole hydraulische condities Markermeer. Markermeer, fase B: traject Volendam - Schellingwoude. Infram rapport i339.
- Van Haren, Y. en G.B.H. Spaan, 1997. Onafhankelijk Onderzoek Markermeer. Technisch inhoudelijke en integrerende studie, deelrapport 1B-2. Bouw Delft-2D systeem. WL I Delft Hydraulics, H3211.
- WL I Delft Hydraulics, 1998. Onafhankelijk Onderzoek Markermeer. Eindrapport.

Bijlage A Waterstanden ten behoeve van vervangende golfberekeningen

In onderstaande tabellen staan per windrichting, windsnelheid en meerpeil de waterstanden op vier gekozen locaties en het gemiddelde dat is gebruikt voor de berekeningen.

Tabel A.1 Bepaling waterstand ten behoeve van Gouwzeeberekeningen uit middeling van vier locaties voor windrichting 60°

| Upot [m/s] | meerpeil [m + NAP] | MKM17 [m + NAP] | MKM675 [m + NAP] | MKM695 [m + NAP] | MKM711 [m + NAP] | Gemiddelde [m + NAP] |
|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 15 | -0.40 | -0.19 | -0.19 | -0.11 | -0.14 | -0.16 |
| 15 | 0.30 | 0.48 | 0.48 | 0.54 | 0.52 | 0.51 |
| 15 | 1.30 | 1.44 | 1.44 | 1.48 | 1.47 | 1.46 |
| 20 | -0.40 | 0.02 | 0.01 | 0.16 | 0.10 | 0.07 |
| 20 | 0.30 | 0.65 | 0.65 | 0.76 | 0.71 | 0.69 |
| 20 | 1.30 | 1.58 | 1.58 | 1.66 | 1.63 | 1.61 |
| 23 | -0.40 | 0.18 | 0.16 | 0.35 | 0.28 | 0.24 |
| 23 | 0.30 | 0.79 | 0.78 | 0.93 | 0.86 | 0.84 |
| 23 | 1.30 | 1.69 | 1.68 | 1.78 | 1.75 | 1.73 |
| 26 | -0.40 | 0.37 | 0.34 | 0.58 | 0.49 | 0.45 |
| 26 | 0.30 | 0.94 | 0.92 | 1.12 | 1.04 | 1.01 |
| 26 | 1.30 | 1.81 | 1.79 | 1.96 | 1.90 | 1.87 |
| 28 | -0.40 | 0.51 | 0.50 | 0.75 | 0.65 | 0.60 |
| 28 | 0.30 | 1.06 | 1.05 | 1.26 | 1.18 | 1.14 |
| 28 | 1.30 | 1.91 | 1.90 | 2.08 | 2.00 | 1.97 |
| 30 | -0.40 | 0.66 | 0.65 | 0.94 | 0.82 | 0.77 |
| 30 | 0.30 | 1.19 | 1.17 | 1.42 | 1.33 | 1.28 |
| 30 | 1.30 | 2.02 | 2.01 | 2.21 | 2.13 | 2.09 |

Tabel A.2 Bepaling waterstand ten behoeve van Gouwzeeberekeningen uit middeling van vier locaties voor windrichting 90°

| Upot [m/s] | meerpeil [m + NAP] | MKM17 [m + NAP] | MKM675 [m + NAP] | MKM695 [m + NAP] | MKM711 [m + NAP] | Gemiddelde [m + NAP] |
|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 15 | -0.40 | -0.20 | -0.25 | -0.19 | -0.19 | -0.21 |
| 15 | 0.30 | 0.46 | 0.42 | 0.48 | 0.48 | 0.46 |
| 15 | 1.30 | 1.43 | 1.40 | 1.43 | 1.44 | 1.43 |
| 20 | -0.40 | -0.01 | -0.10 | 0.01 | 0.02 | -0.02 |
| 20 | 0.30 | 0.63 | 0.55 | 0.64 | 0.65 | 0.62 |
| 20 | 1.30 | 1.55 | 1.50 | 1.57 | 1.57 | 1.55 |
| 23 | -0.40 | 0.15 | 0.01 | 0.16 | 0.17 | 0.12 |
| 23 | 0.30 | 0.75 | 0.65 | 0.77 | 0.78 | 0.74 |
| 23 | 1.30 | 1.66 | 1.58 | 1.67 | 1.67 | 1.65 |
| 26 | -0.40 | 0.33 | 0.16 | 0.34 | 0.36 | 0.30 |
| 26 | 0.30 | 0.91 | 0.77 | 0.93 | 0.93 | 0.89 |
| 26 | 1.30 | 1.78 | 1.68 | 1.79 | 1.80 | 1.76 |
| 28 | -0.40 | 0.46 | 0.27 | 0.48 | 0.50 | 0.43 |
| 28 | 0.30 | 1.01 | 0.86 | 1.04 | 1.05 | 0.99 |
| 28 | 1.30 | 1.87 | 1.75 | 1.89 | 1.90 | 1.85 |
| 30 | -0.40 | 0.60 | 0.39 | 0.63 | 0.65 | 0.57 |
| 30 | 0.30 | 1.13 | 0.95 | 1.17 | 1.18 | 1.11 |
| 30 | 1.30 | 1.98 | 1.83 | 1.99 | 2.01 | 1.95 |

Tabel A.3 Bepaling waterstand ten behoeve van Gouwzeeberekeningen uit middeling van vier locaties voor windrichting 60°

| Upot [m/s] | meerpeil [m + NAP] | MKM17 [m + NAP] | MKM675 [m + NAP] | MKM695 [m + NAP] | MKM711 [m + NAP] | Gemiddelde [m + NAP] |
|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 15 | -0.40 | -0.25 | -0.34 | -0.32 | -0.28 | -0.30 |
| 15 | 0.30 | 0.42 | 0.35 | 0.37 | 0.40 | 0.39 |
| 15 | 1.30 | 1.39 | 1.34 | 1.35 | 1.38 | 1.37 |
| 20 | -0.40 | -0.12 | -0.29 | -0.24 | -0.16 | -0.20 |
| 20 | 0.30 | 0.53 | 0.40 | 0.43 | 0.49 | 0.46 |
| 20 | 1.30 | 1.48 | 1.38 | 1.41 | 1.45 | 1.43 |
| 23 | -0.40 | -0.02 | -0.24 | -0.18 | -0.07 | -0.13 |
| 23 | 0.30 | 0.61 | 0.44 | 0.48 | 0.57 | 0.53 |
| 23 | 1.30 | 1.55 | 1.41 | 1.45 | 1.51 | 1.48 |
| 26 | -0.40 | 0.11 | -0.19 | -0.11 | 0.04 | -0.04 |
| 26 | 0.30 | 0.73 | 0.48 | 0.55 | 0.66 | 0.61 |
| 26 | 1.30 | 1.63 | 1.45 | 1.50 | 1.58 | 1.54 |
| 28 | -0.40 | 0.20 | -0.14 | -0.05 | 0.12 | 0.03 |
| 28 | 0.30 | 0.80 | 0.52 | 0.60 | 0.73 | 0.66 |
| 28 | 1.30 | 1.69 | 1.48 | 1.54 | 1.64 | 1.59 |
| 30 | -0.40 | 0.30 | -0.09 | 0.02 | 0.21 | 0.11 |
| 30 | 0.30 | 0.88 | 0.56 | 0.65 | 0.80 | 0.72 |
| 30 | 1.30 | 1.77 | 1.52 | 1.58 | 1.70 | 1.64 |

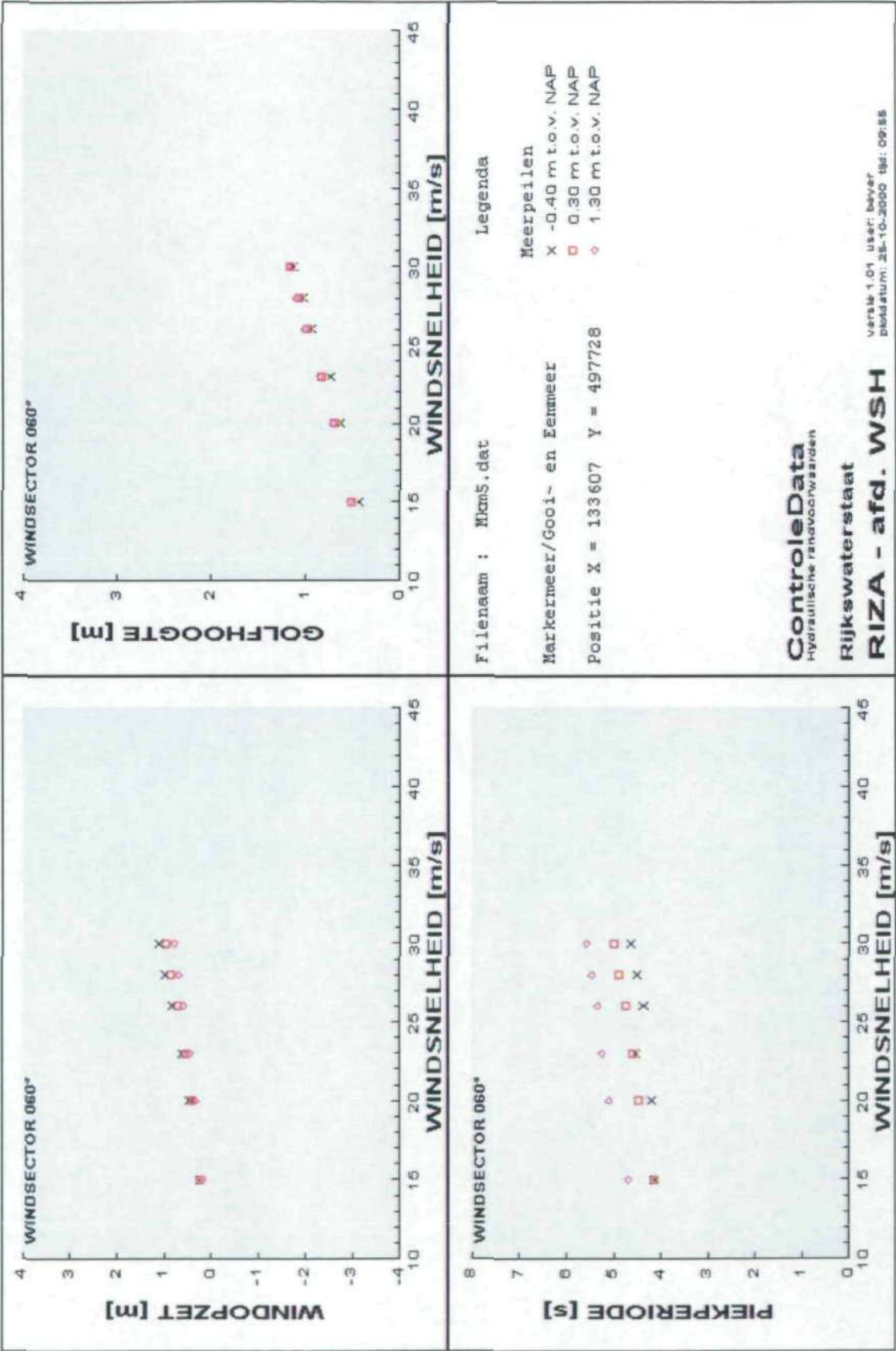
Tabel A.4 Bepaling waterstand ten behoeve van Gouwzeeberekeningen uit middeling van vier locaties voor windrichting 150°

| Upot [m/s] | meerpeil [m + NAP] | MKM17 [m + NAP] | MKM675 [m + NAP] | MKM695 [m + NAP] | MKM711 [m + NAP] | Gemiddelde [m + NAP] |
|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 15 | -0.40 | -0.36 | -0.46 | -0.49 | -0.41 | -0.43 |
| 15 | 0.30 | 0.33 | 0.26 | 0.24 | 0.30 | 0.28 |
| 15 | 1.30 | 1.32 | 1.27 | 1.26 | 1.29 | 1.29 |
| 20 | -0.40 | -0.32 | -0.52 | -0.58 | -0.42 | -0.46 |
| 20 | 0.30 | 0.37 | 0.22 | 0.18 | 0.29 | 0.27 |
| 20 | 1.30 | 1.34 | 1.24 | 1.22 | 1.29 | 1.27 |
| 23 | -0.40 | -0.29 | -0.58 | -0.66 | -0.43 | -0.49 |
| 23 | 0.30 | 0.39 | 0.18 | 0.13 | 0.29 | 0.25 |
| 23 | 1.30 | 1.37 | 1.22 | 1.18 | 1.29 | 1.27 |
| 26 | -0.40 | -0.25 | -0.64 | -0.76 | -0.44 | -0.52 |
| 26 | 0.30 | 0.43 | 0.14 | 0.07 | 0.28 | 0.23 |
| 26 | 1.30 | 1.40 | 1.18 | 1.14 | 1.28 | 1.25 |
| 28 | -0.40 | -0.22 | -0.70 | -0.84 | -0.45 | -0.55 |
| 28 | 0.30 | 0.45 | 0.11 | 0.02 | 0.28 | 0.22 |
| 28 | 1.30 | 1.42 | 1.16 | 1.11 | 1.29 | 1.25 |
| 30 | -0.40 | -0.18 | -0.76 | -0.94 | -0.45 | -0.58 |
| 30 | 0.30 | 0.48 | 0.07 | -0.03 | 0.28 | 0.20 |
| 30 | 1.30 | 1.44 | 1.14 | 1.07 | 1.29 | 1.24 |

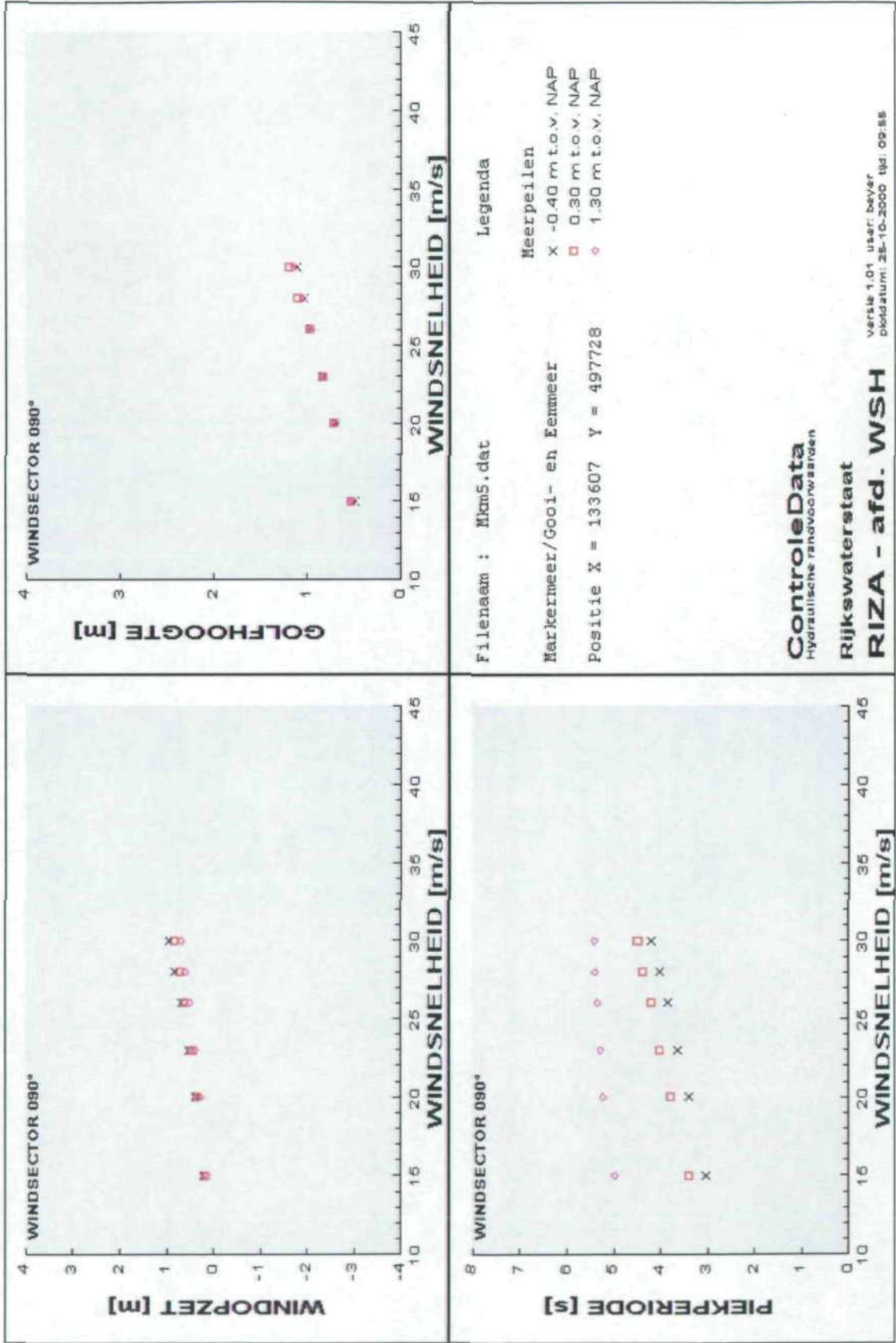
Lijst met figuren

| | |
|--|----|
| Figuur 1 Voorbeeld verloop golfperiode windrichting 60° | 22 |
| Figuur 2 Voorbeeld verloop golfperiode windrichting 90° | 23 |
| Figuur 3 Voorbeeld verloop golfperiode windrichting 120° | 24 |
| Figuur 4 Voorbeeld verloop golfperiode windrichting 150° | 25 |
| Figuur 5 Bodemdiepte Gouwzee met uitvoerlocaties..... | 26 |
| Figuur 6 Grid M01: case T001 (a) Golfhoogte, (b) golfperiode | 27 |
| Figuur 7 Grid M01: case T002 (a) Golfhoogte, (b) golfperiode | 28 |
| Figuur 8 Case T001 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 29 |
| Figuur 9 Case T002 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 29 |
| Figuur 10 Case T003 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 30 |
| Figuur 11 Case T004 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 30 |
| Figuur 12 Case T005 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 31 |
| Figuur 13 Case T006 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 31 |
| Figuur 14 Case T007 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 32 |
| Figuur 15 Case T008 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 32 |
| Figuur 16 Case T009 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 33 |
| Figuur 17 Case T010 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 33 |
| Figuur 18 Case T011 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 34 |
| Figuur 19 Case T012 Vergelijking resultaten grid M01 en M02 | 34 |
| Figuur 20 Grid M02: case T001 (a) Golfhoogte, (b) golfperiode | 35 |
| Figuur 21 Grid M02: case T002 (a) Golfhoogte, (b) golfperiode | 36 |
| Figuur 22 Grid M02 Vergelijking resultaten grid case T001 en T101..... | 37 |
| Figuur 23 Grid M02. Golfperiode case T101. | 37 |
| Figuur 24 Principe golftransmissie bij dammen (van der Meer, 1998) | 38 |
| Figuur 25 Aangepaste bodemfile Gouwzee.bot..... | 39 |
| Figuur 26 Verschil tussen aangepaste bodemfile Gouwzee.bot, en de bestaande dieptes zoals volgend uit de bodemfile voor het gehele Markermeer..... | 39 |
| Figuur 27 Grid M02: case T601 (a) Golfhoogte, (b) golfperiode | 40 |
| Figuur 28 Grid M02. Vergelijking case T001 met T601 | 41 |
| Figuur 28 Grid M02. Vergelijking case T002 met T602 | 41 |
| Figuur 29 Grid M02. Vergelijking case T003 met T603 | 42 |
| Figuur 30 Grid M02. Vergelijking case T004 met T604 | 42 |
| Figuur 31 Grid M02. Vergelijking case T005 met T605 | 43 |
| Figuur 32 Grid M02. Vergelijking case T006 met T606 | 43 |
| Figuur 33 Grid M02. Vergelijking case T007 met T607 | 44 |
| Figuur 34 Grid M02. Vergelijking case T008 met T608 | 44 |
| Figuur 35 Grid M02. Vergelijking case T009 met T609 | 45 |
| Figuur 36 Grid M02. Vergelijking case T010 met T610 | 45 |
| Figuur 37 Grid M02. Vergelijking case T011 met T611 | 46 |
| Figuur 38 Grid M02. Vergelijking case T012 met T612 | 46 |
| Figuur 39 Grid M02. Vergelijking resultaten 90°, 20 m/s voor drie meerpeilen | 47 |
| Figuur 40 Grid M02. Vergelijking resultaten meerpeil -0.40, 90° voor windsnelheden 20, 26 en 30 m/s | 48 |

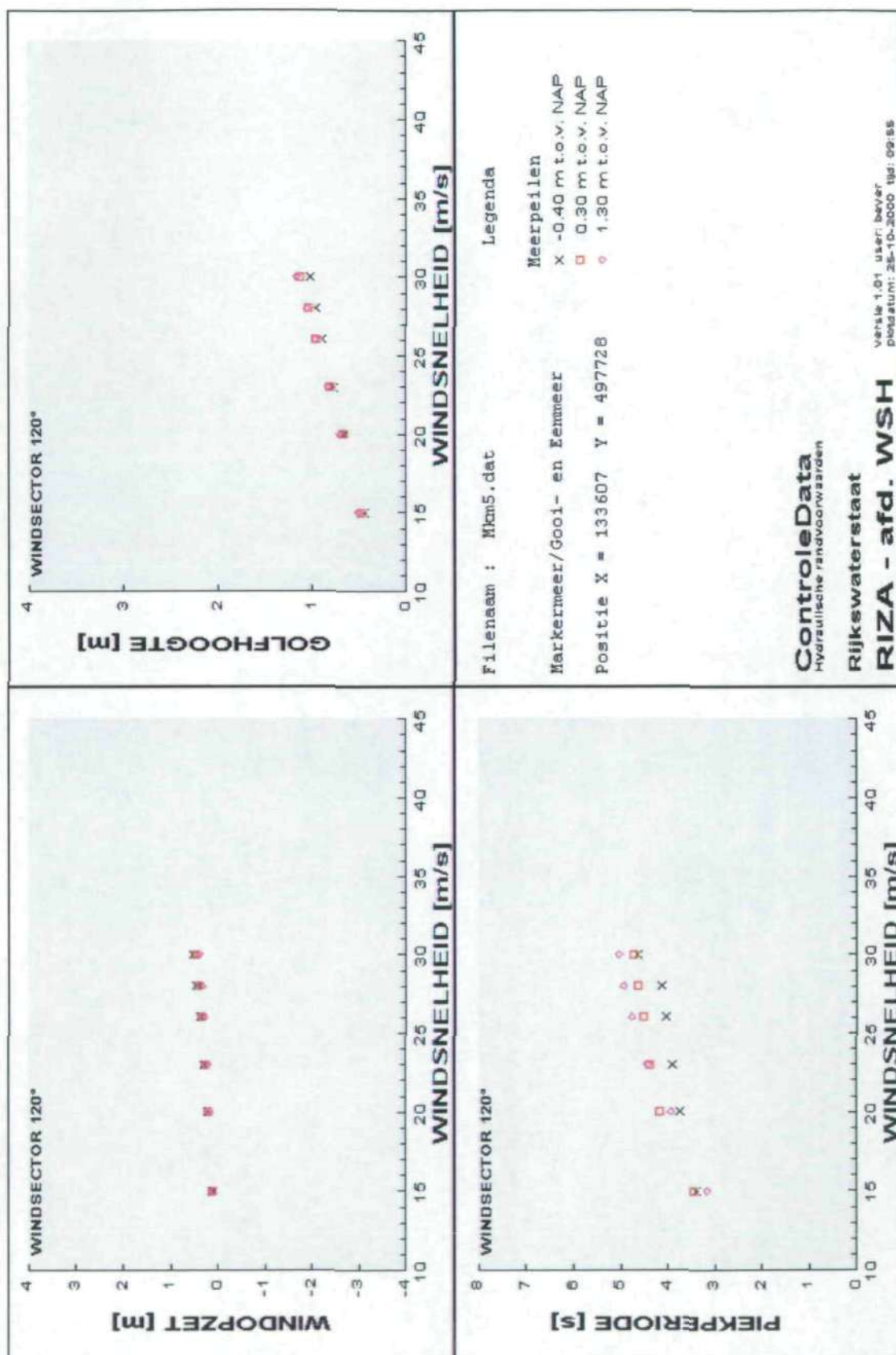
Figuur 1 Voorbeeld verloop golfperiode
windrichting 60°



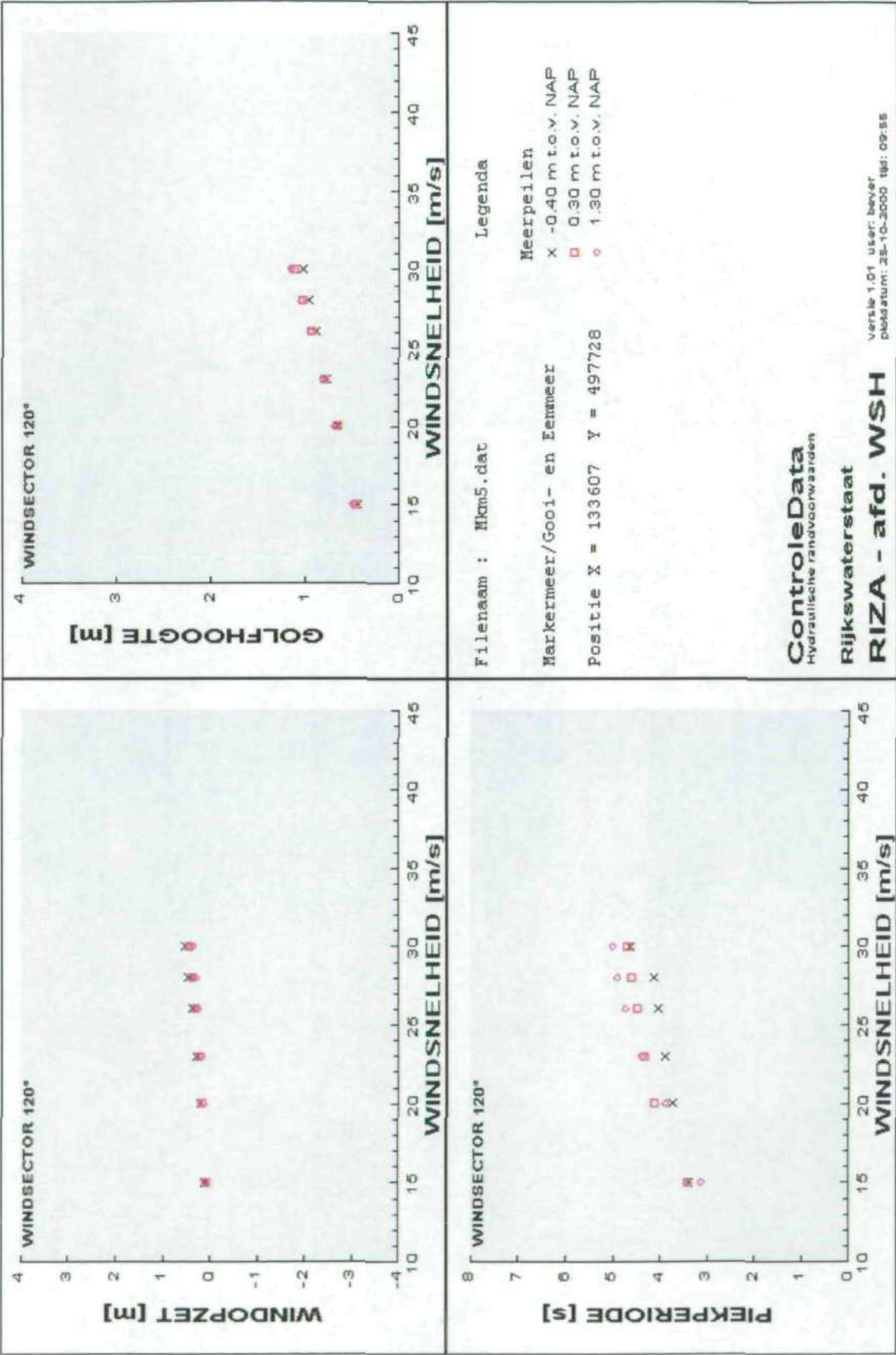
Figuur 2 Voorbeeld verloop golfperiode
windrichting 90°



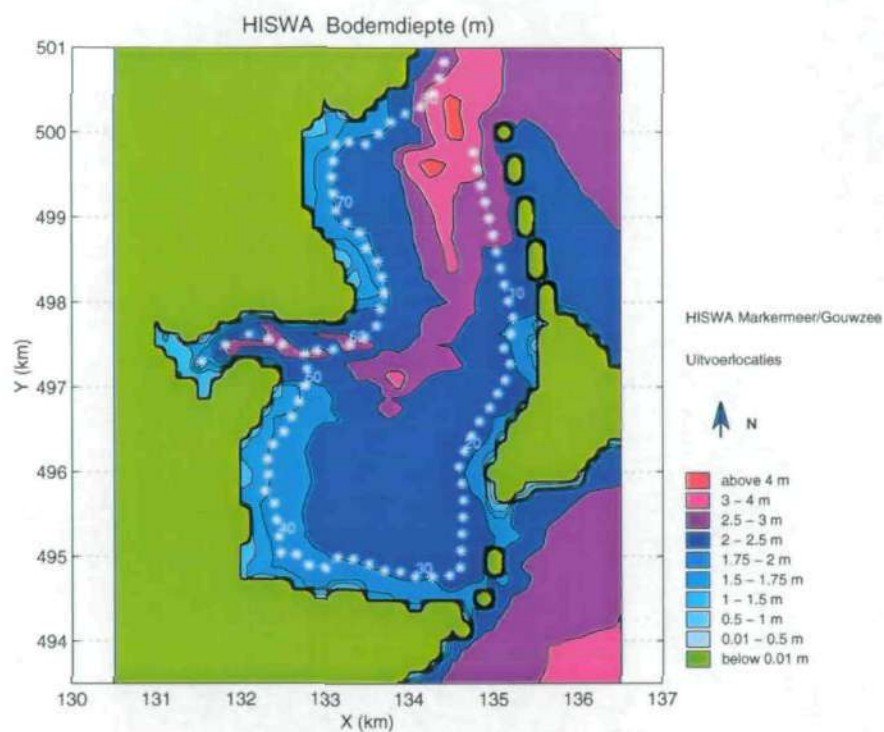
Figuur 3 Voorbeeld verloop golfperiode
windrichting 120°



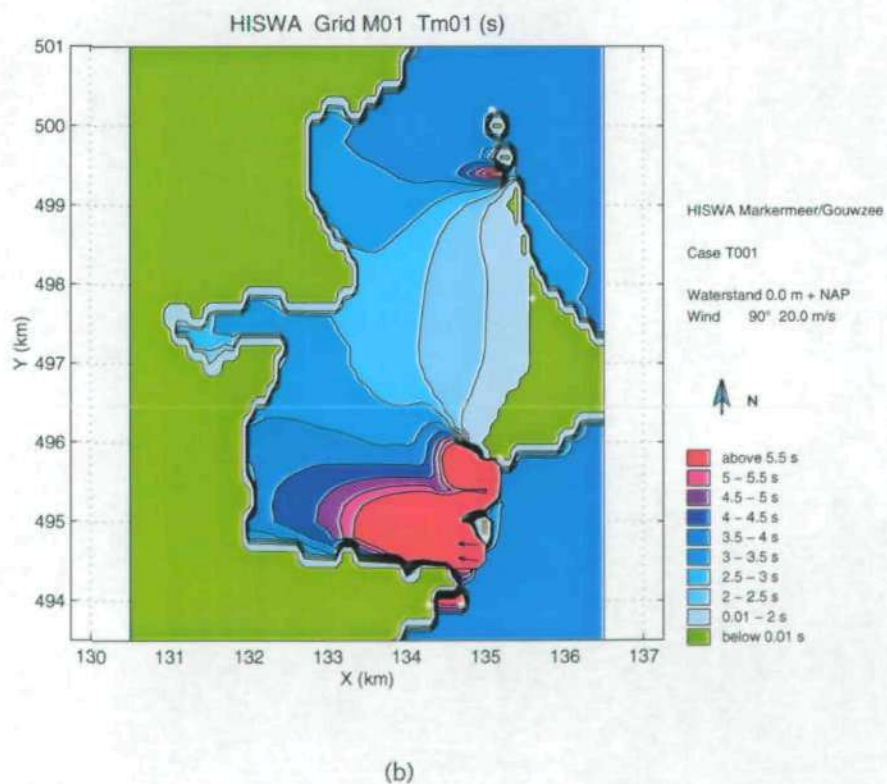
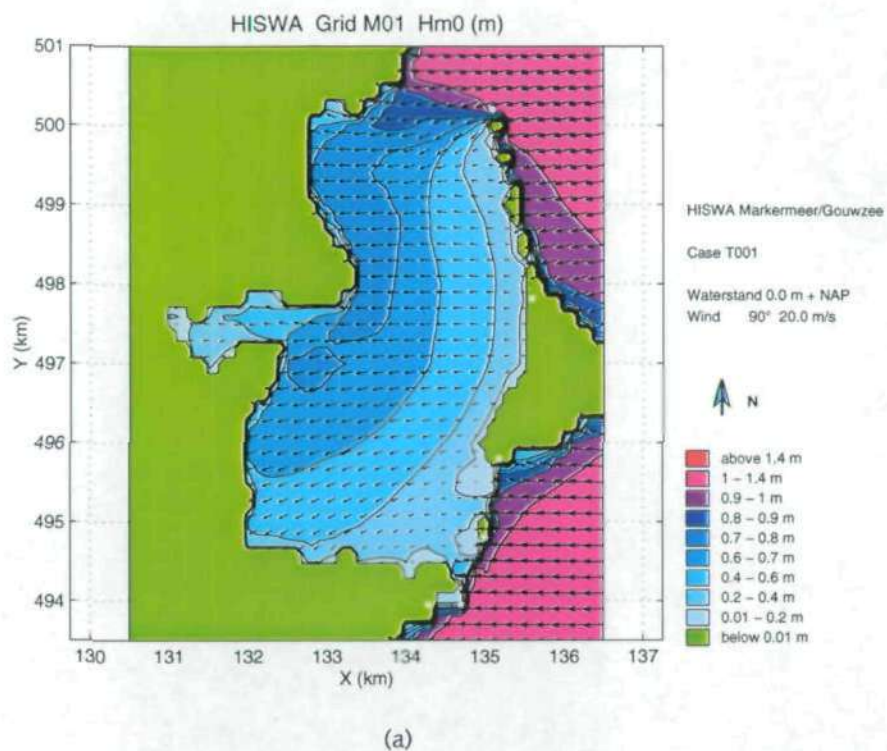
Figuur 4 Voorbeeld verloop golfperiode
windrichting 150°



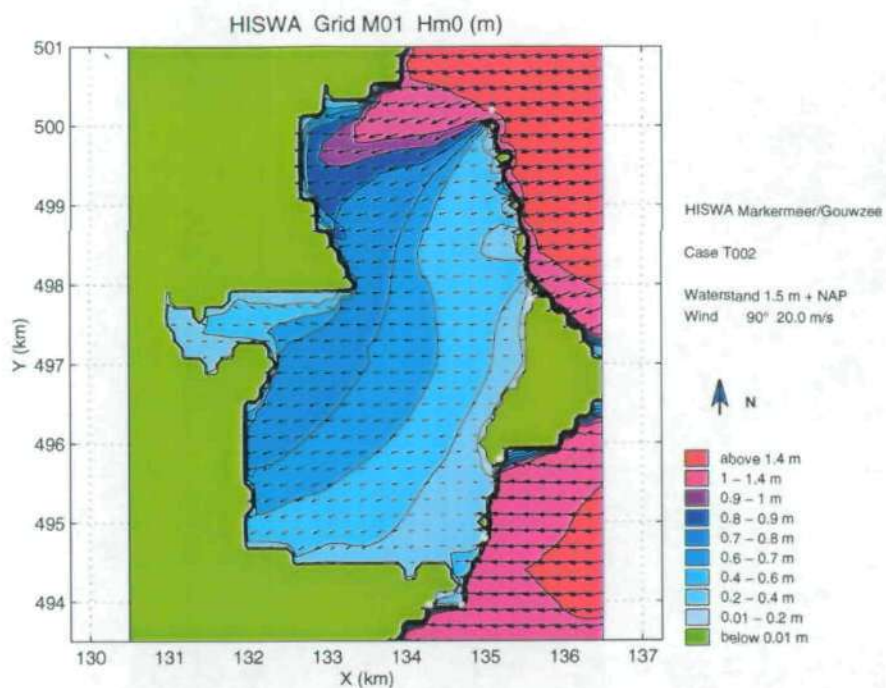
Figuur 5 Bodemdiepte Gouwzee met
uitvoerlocaties



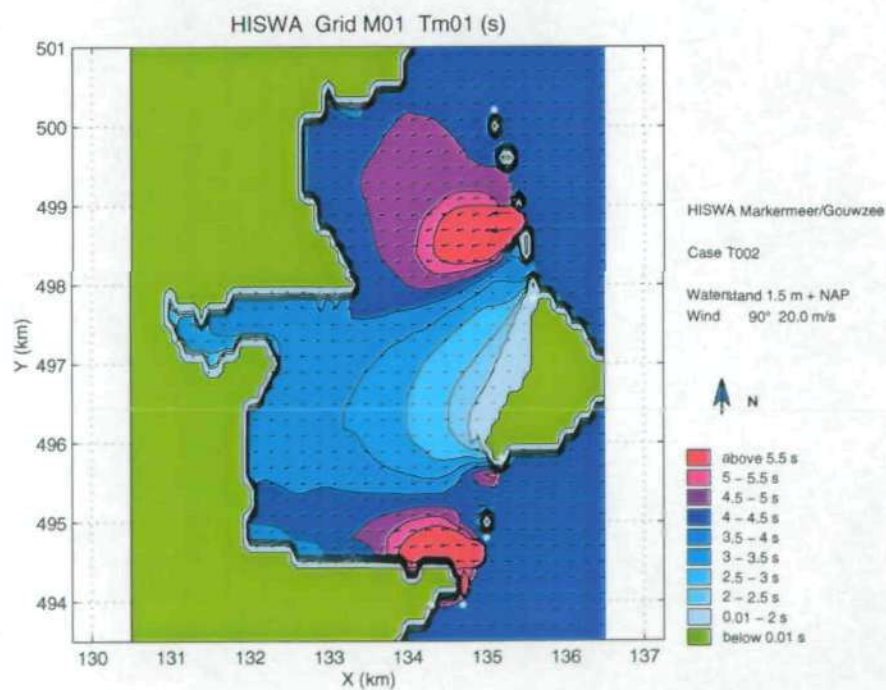
Figuur 6 Grid M01: case T001 (a) Golfhoogte,
(b) golfperiode



Figuur 7 Grid M01: case T002 (a)
Golfhoogte, (b) golfperiode

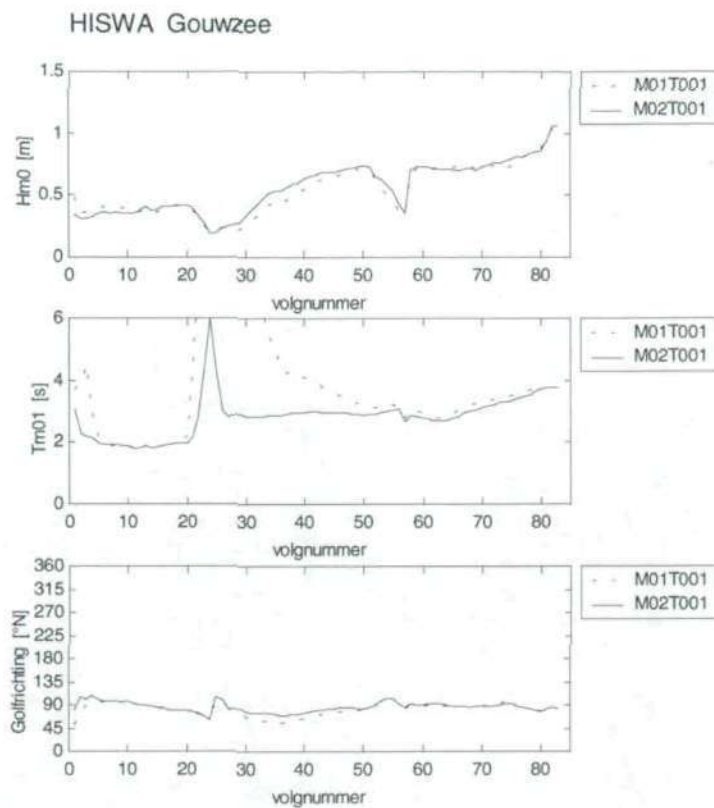


(a)

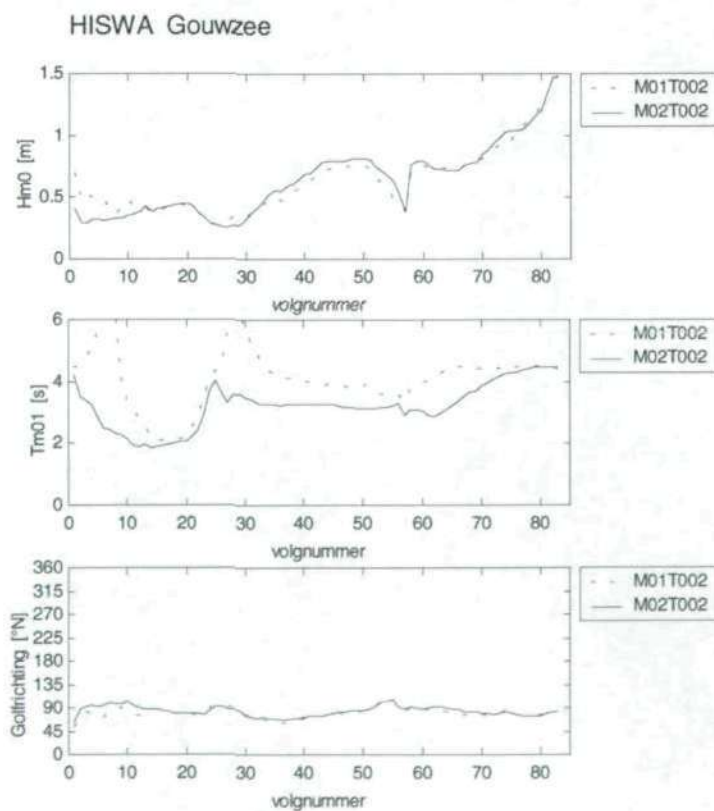


(b)

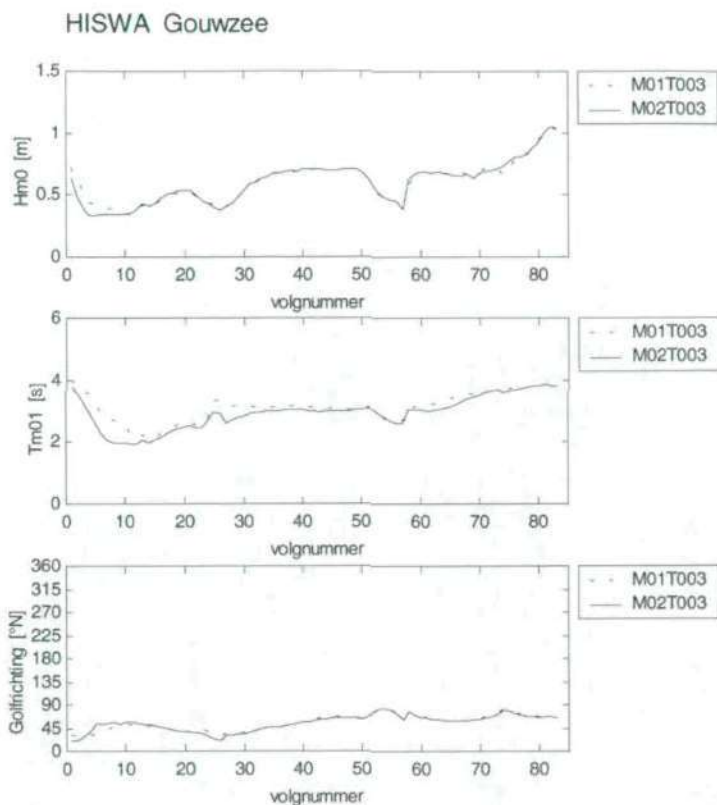
Figuur 8 Case T001 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



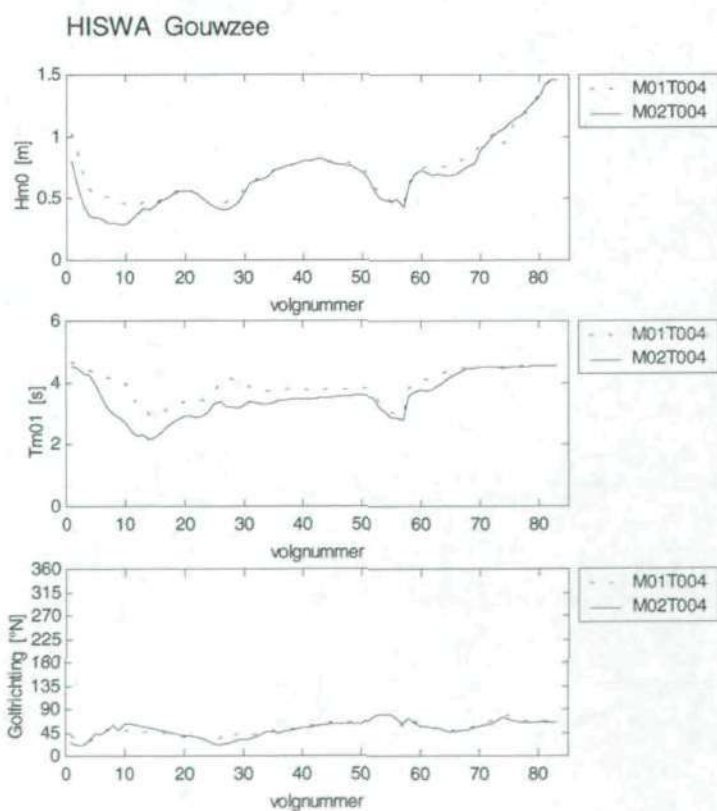
Figuur 9 Case T002 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



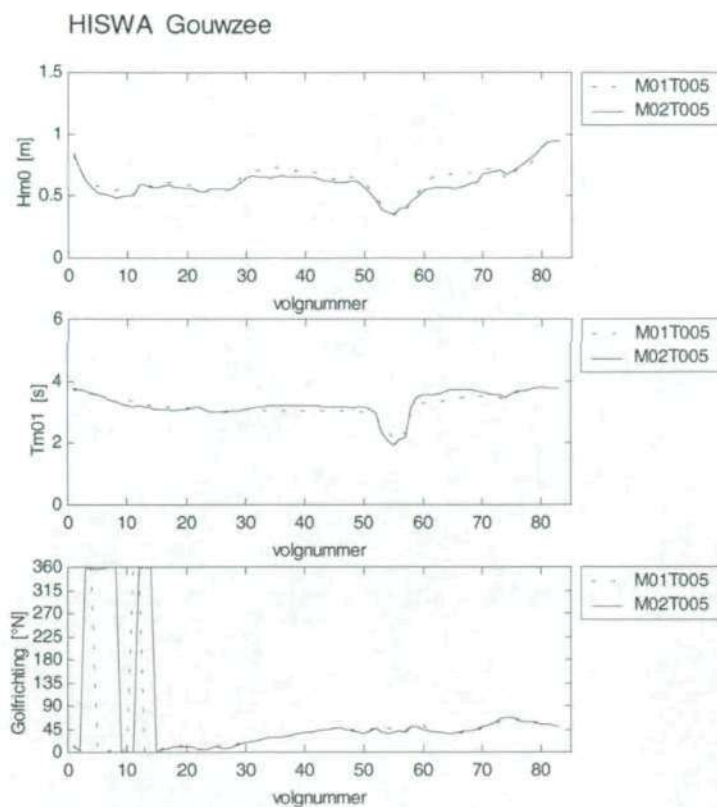
Figuur 10 Case T003 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



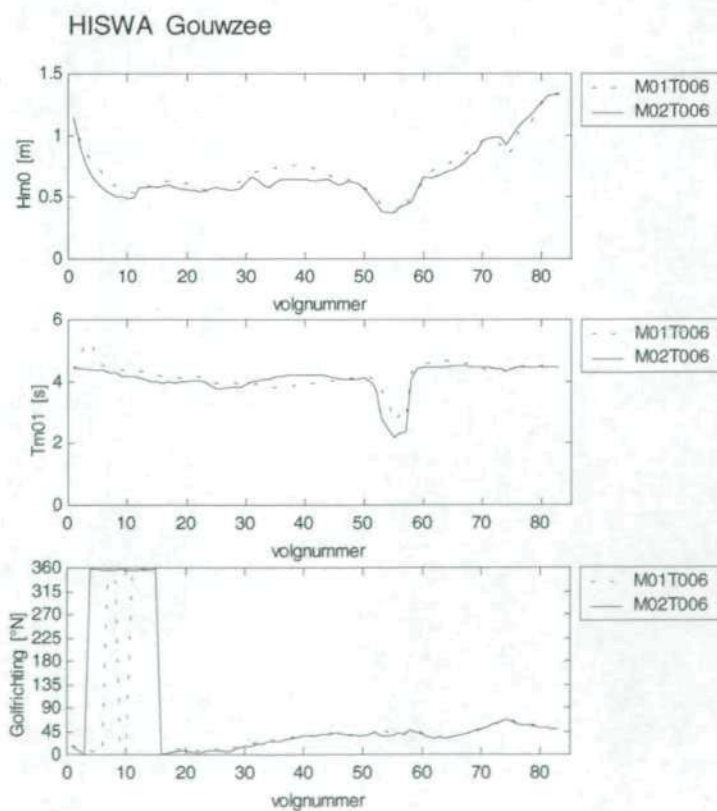
Figuur 11 Case T004 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



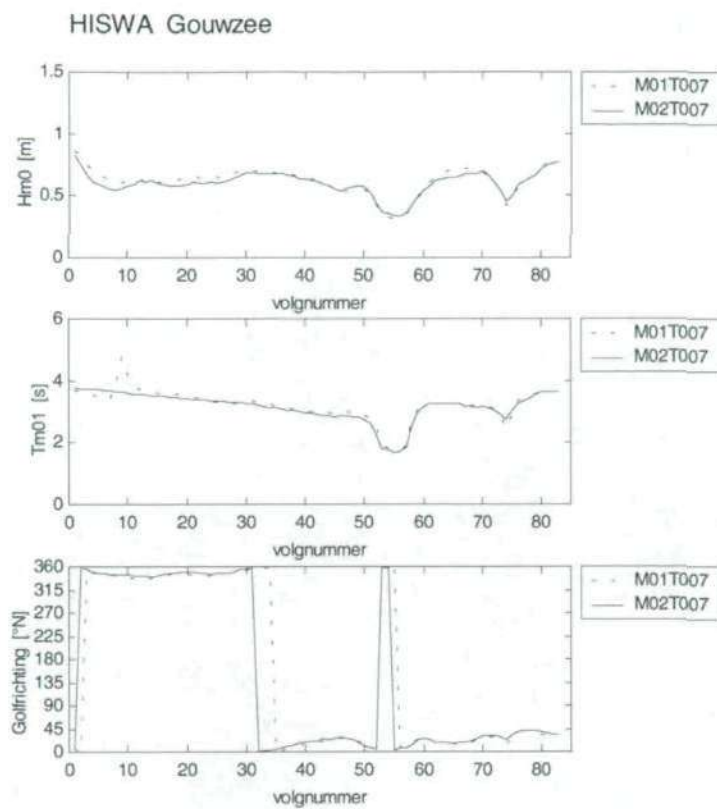
Figuur 12 Case T005 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



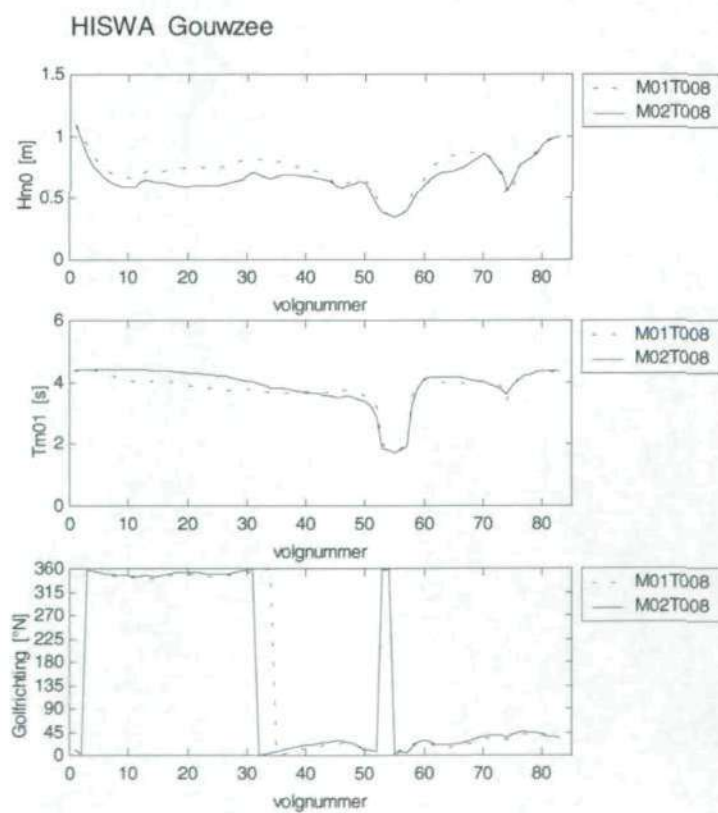
Figuur 13 Case T006 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



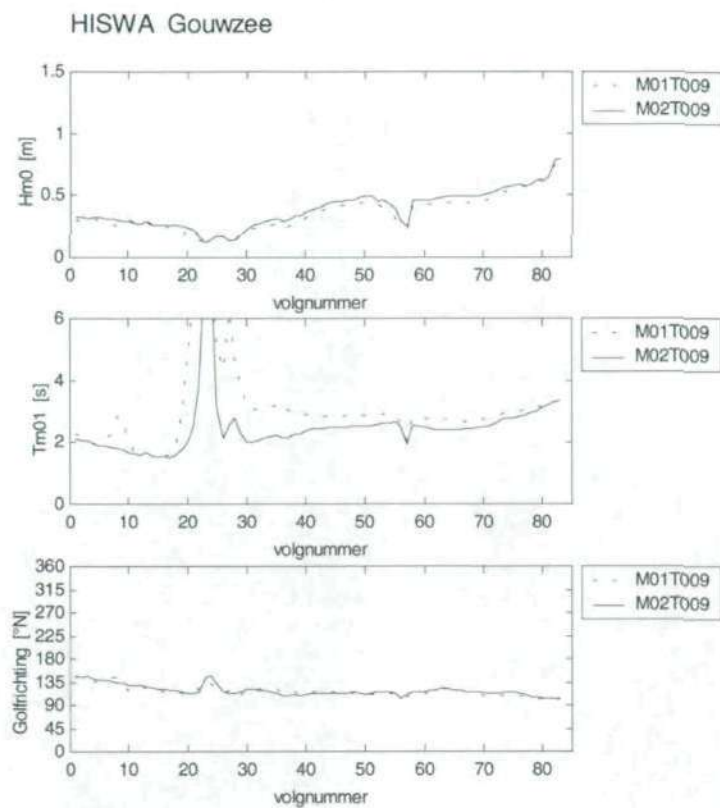
Figuur 14 Case T007 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



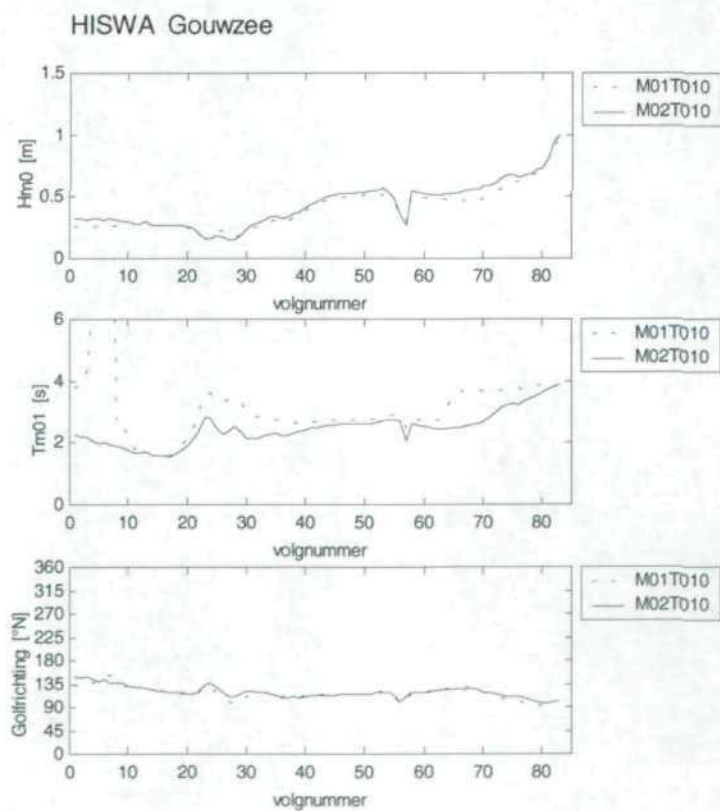
Figuur 15 Case T008 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



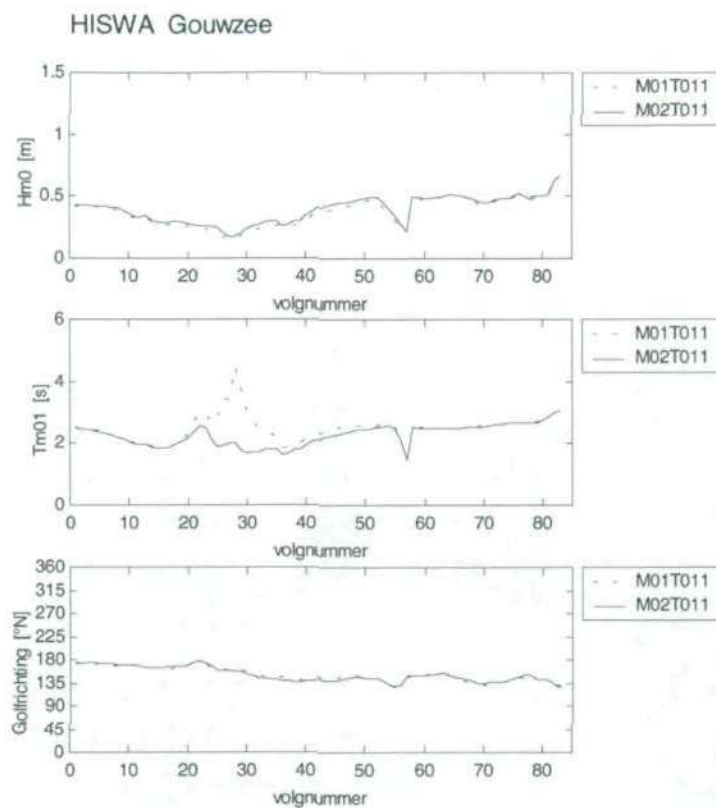
Figuur 16 Case T009 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



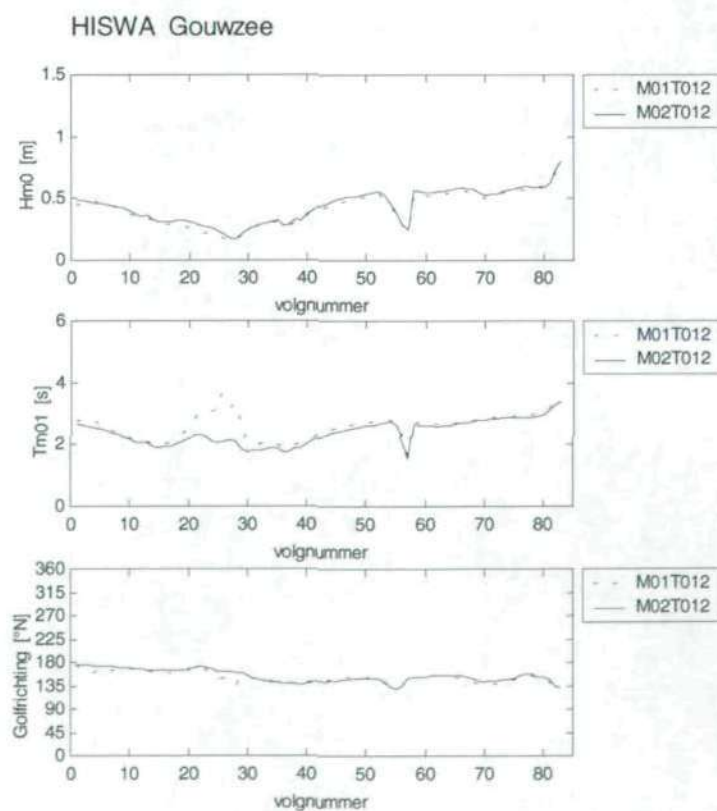
Figuur 17 Case T010 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



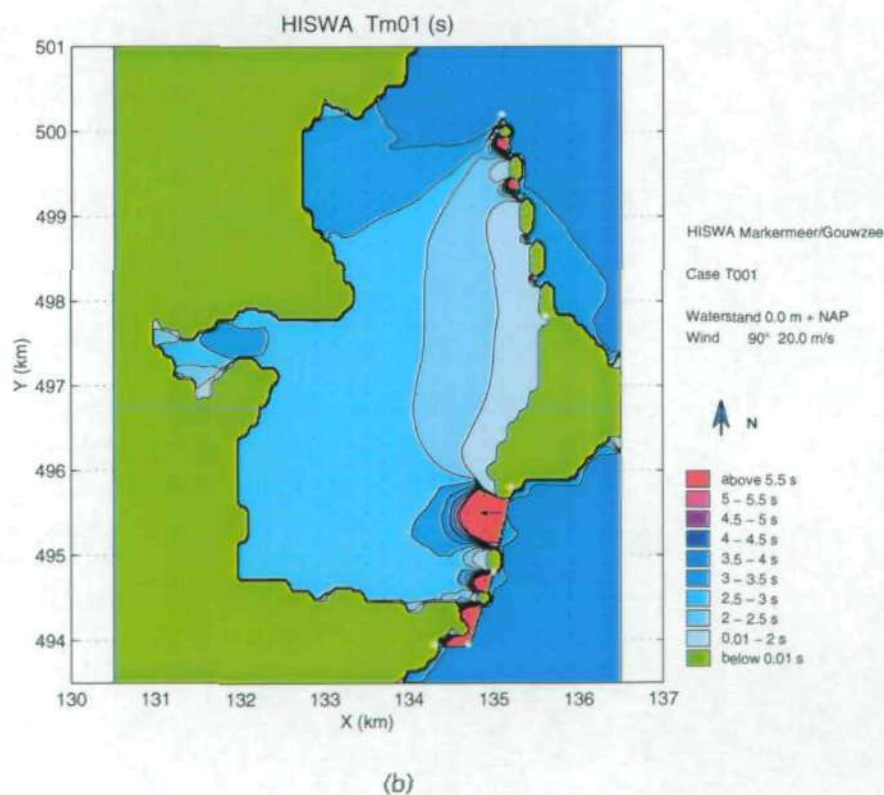
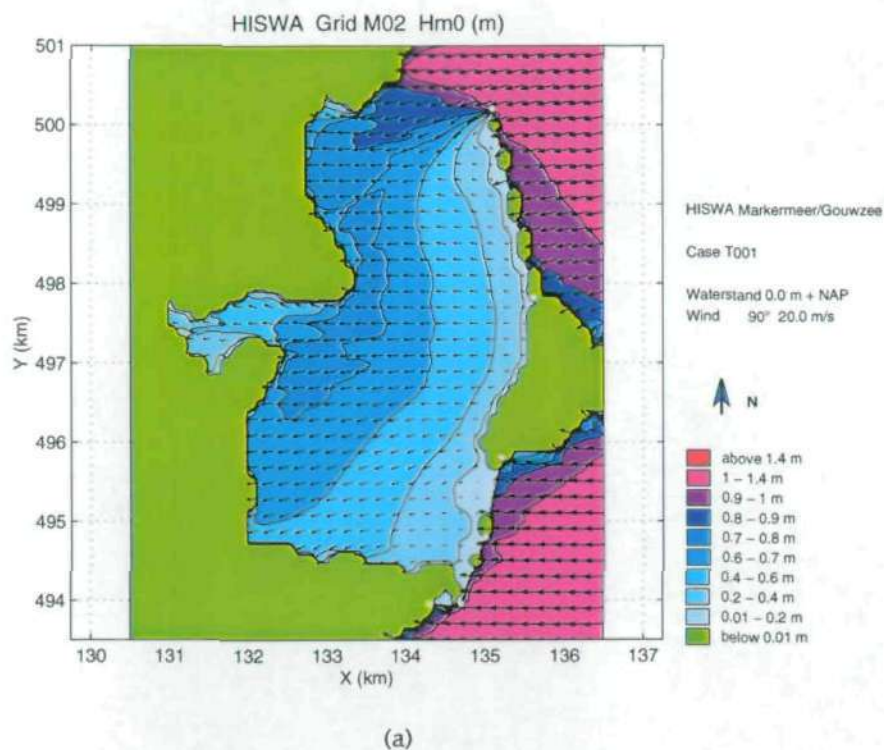
Figuur 18 Case T011 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



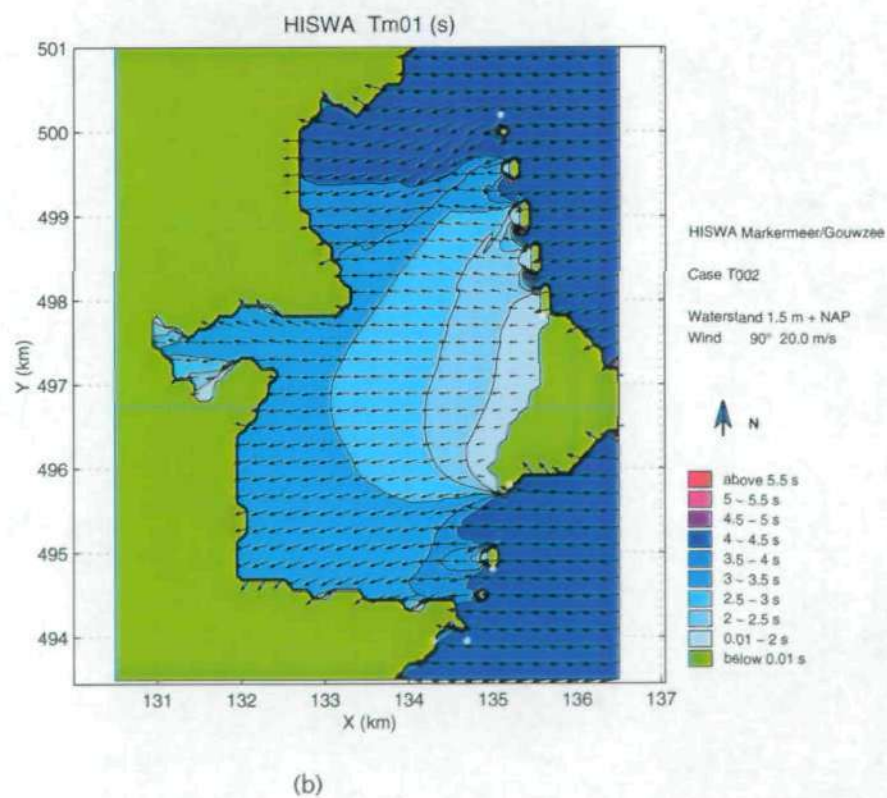
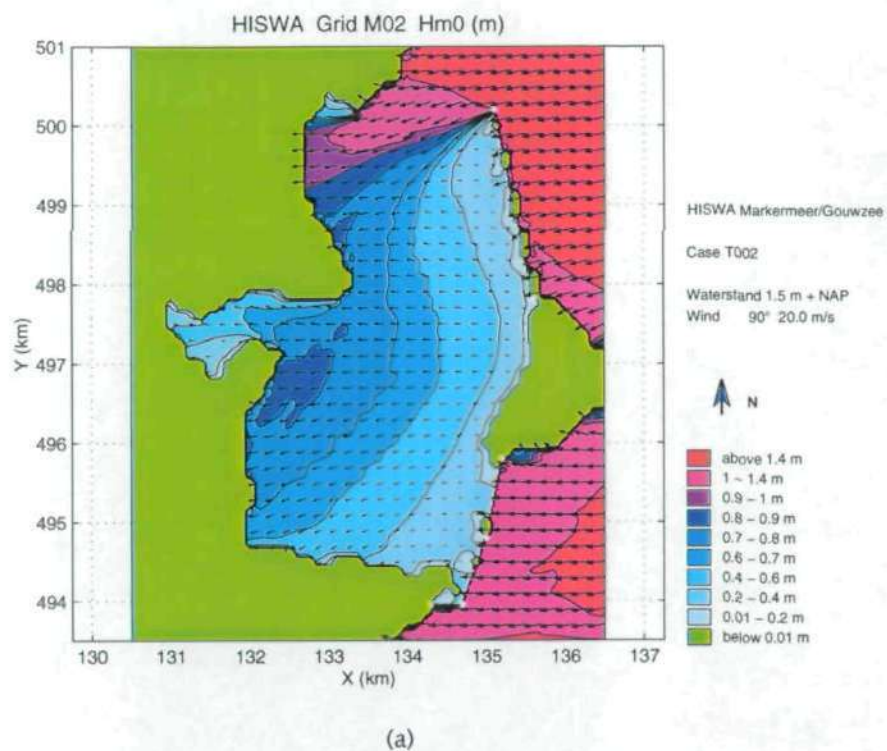
Figuur 19 Case T012 Vergelijking resultaten
grid M01 en M02



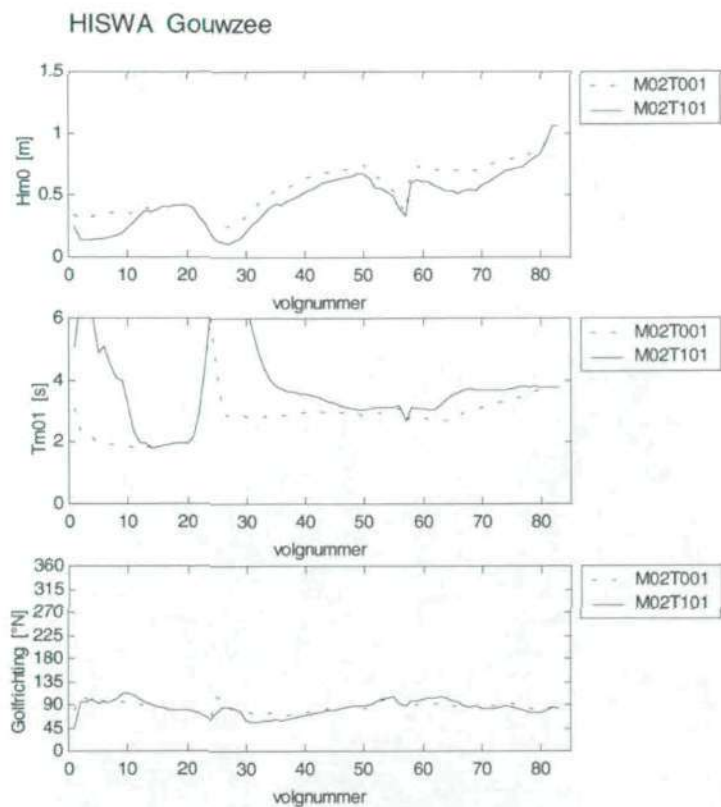
Figuur 20 Grid M02: case T001 (a)
Golfhoogte, (b) golfperiode



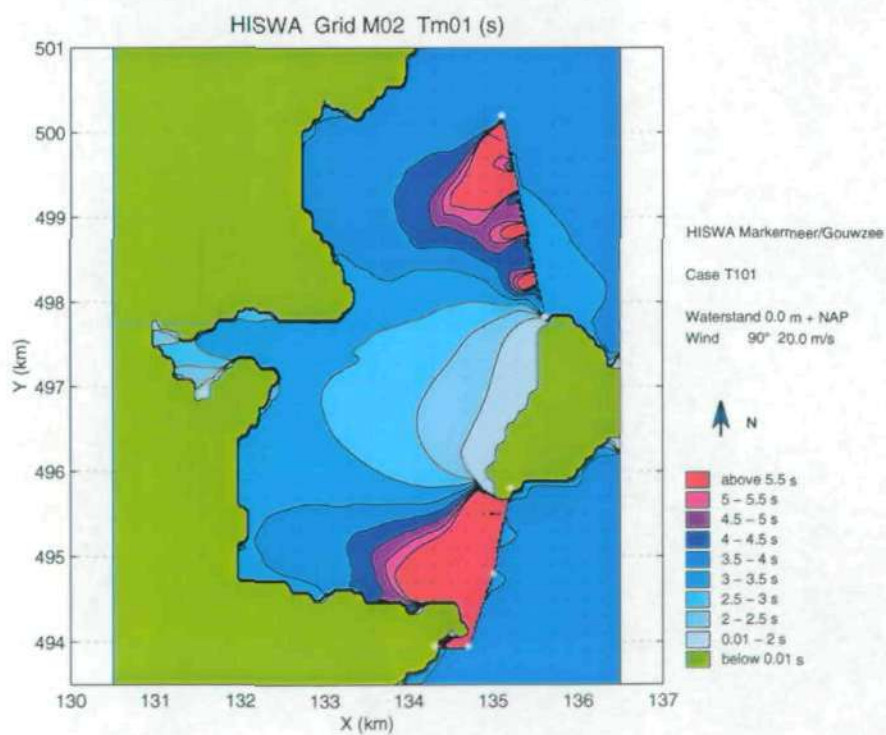
Figuur 21 Grid M02: case T002 (a)
Golfhoogte, (b) golfperiode



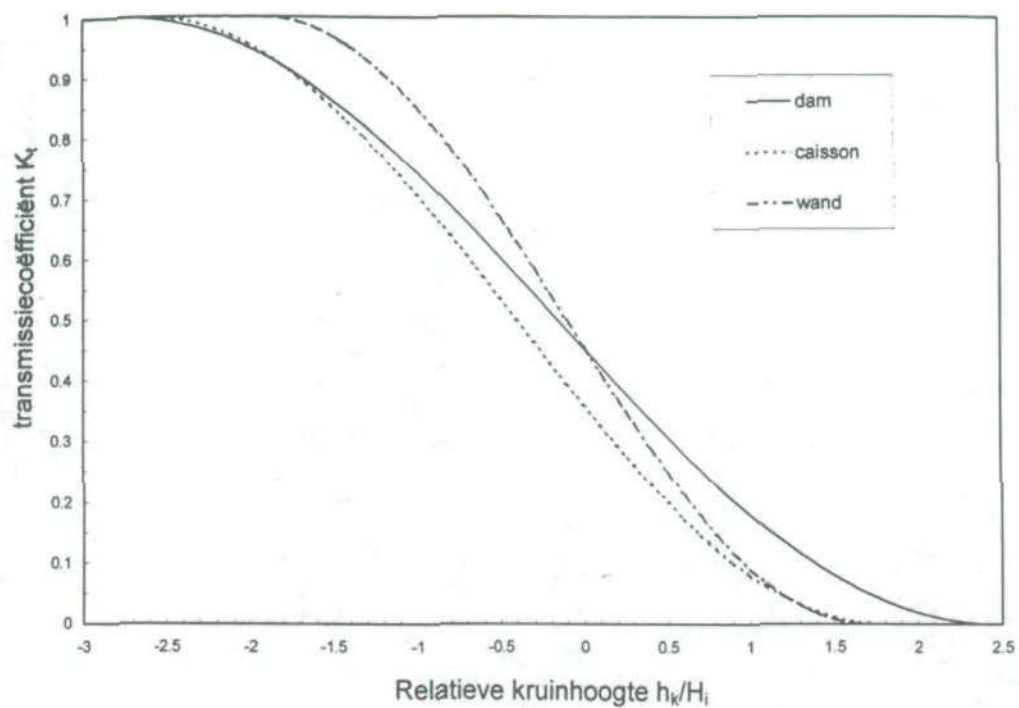
Figuur 22 Grid M02 Vergelijking resultaten
grid case T001 en T101



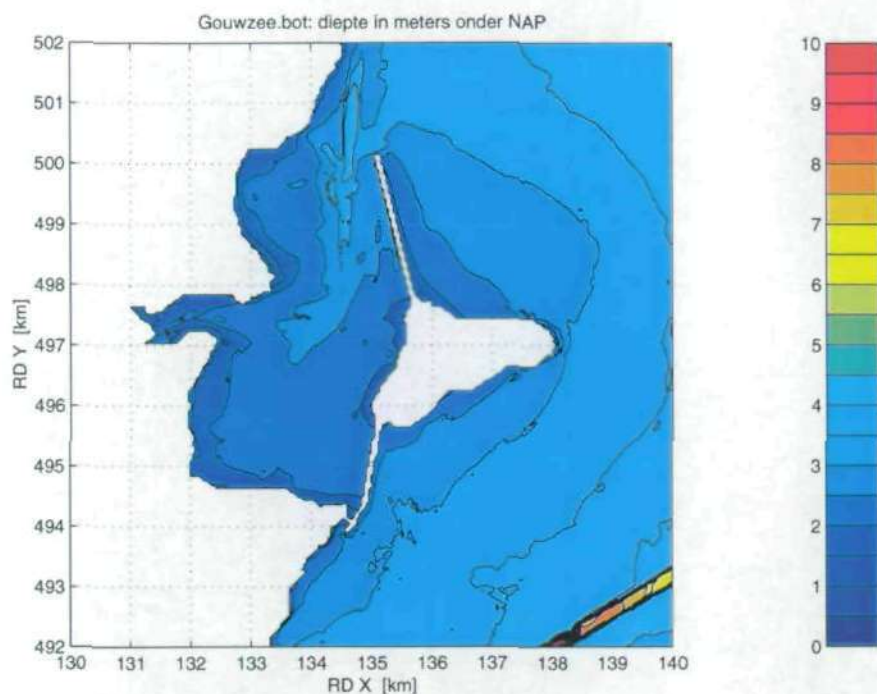
Figuur 23 Grid M02. Golfperiode case T101.



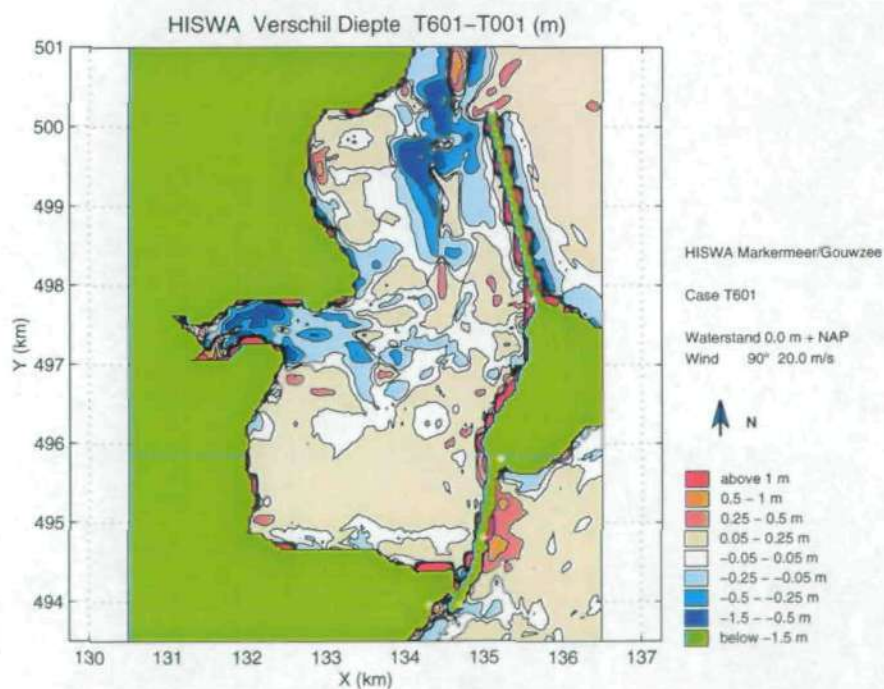
Figuur 24 Principe golftransmissie bij dammen (van der Meer, 1998)



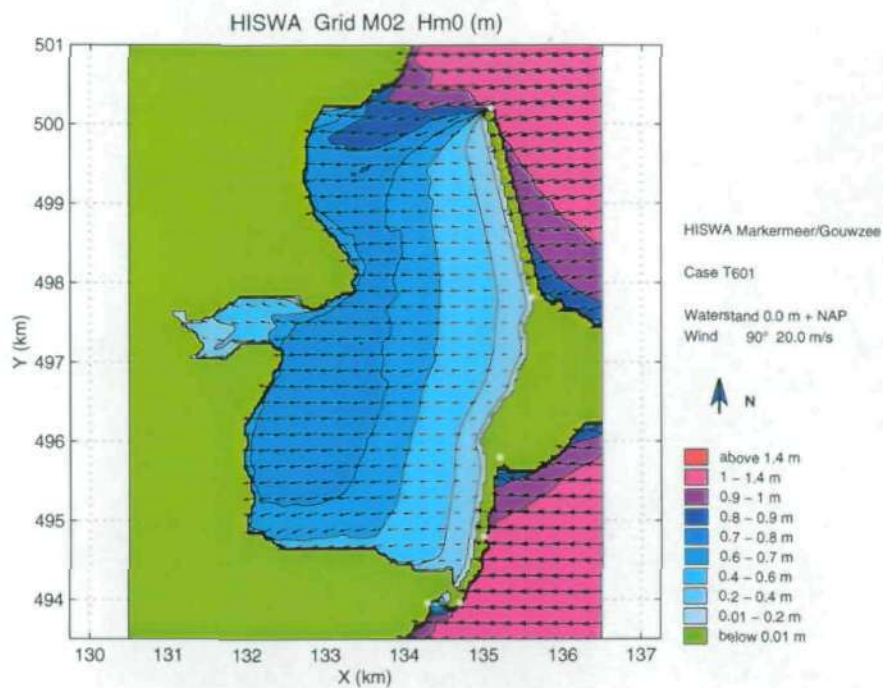
.....
 Figuur 25 Aangepaste bodemfile
 Gouwzee.bot



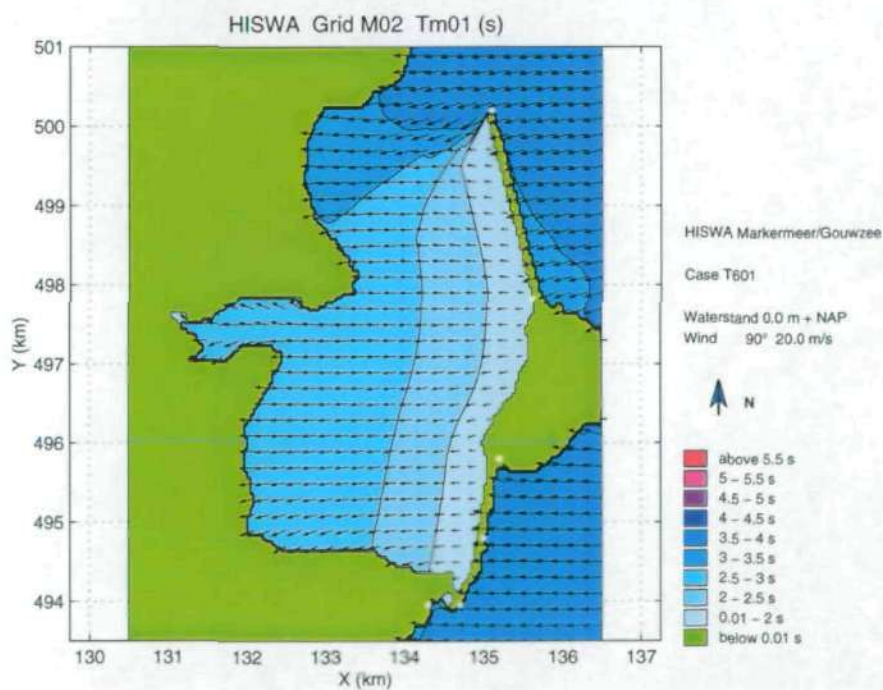
.....
 Figuur 26 Verschil tussen aangepaste
 bodemfile Gouwzee.bot, en de bestaande
 dieptes zoals volgende uit de bodemfile voor
 het gehele Markermeer.



Figuur 27 Grid M02: case T601 (a)
Golfhoogte, (b) golfperiode

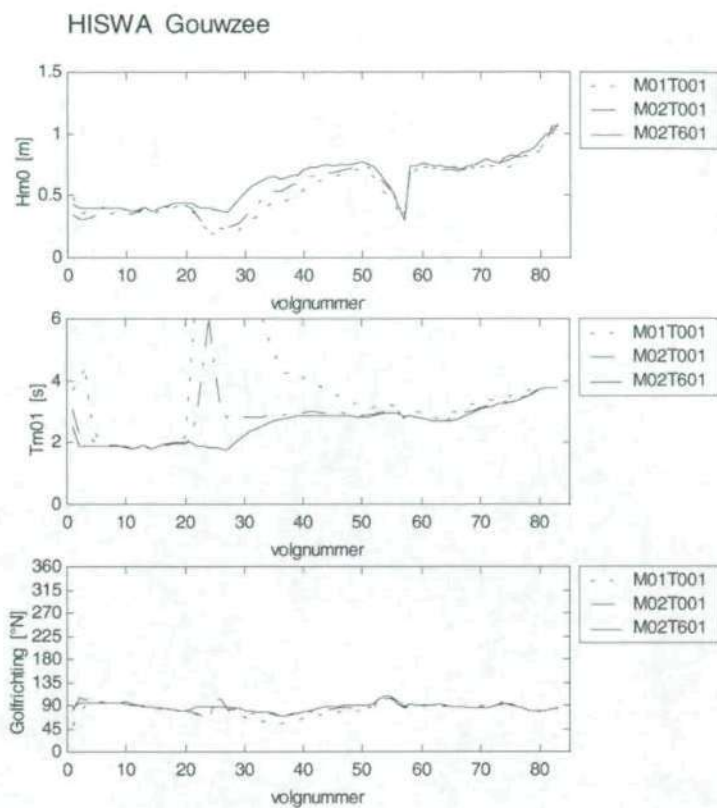


(a)

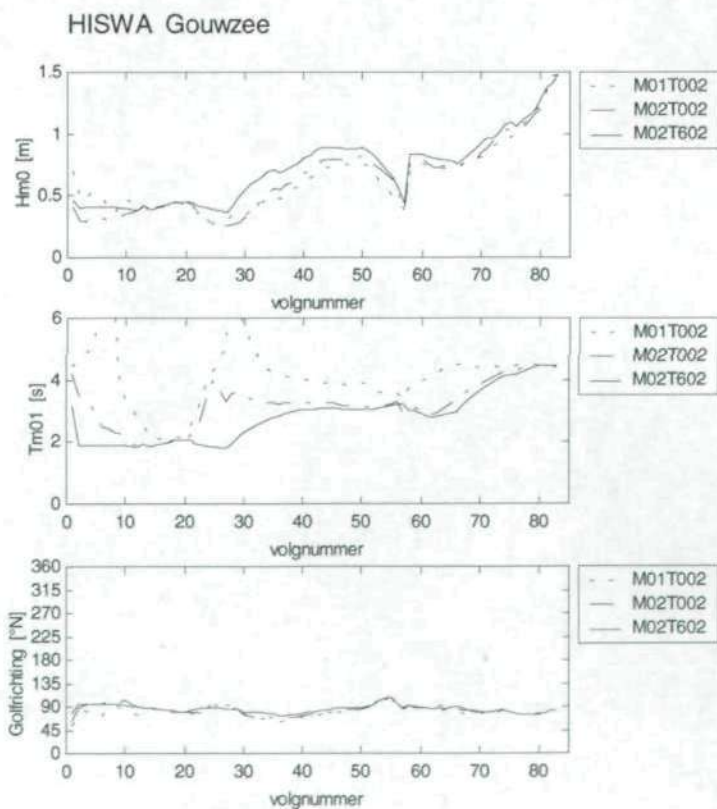


(b)

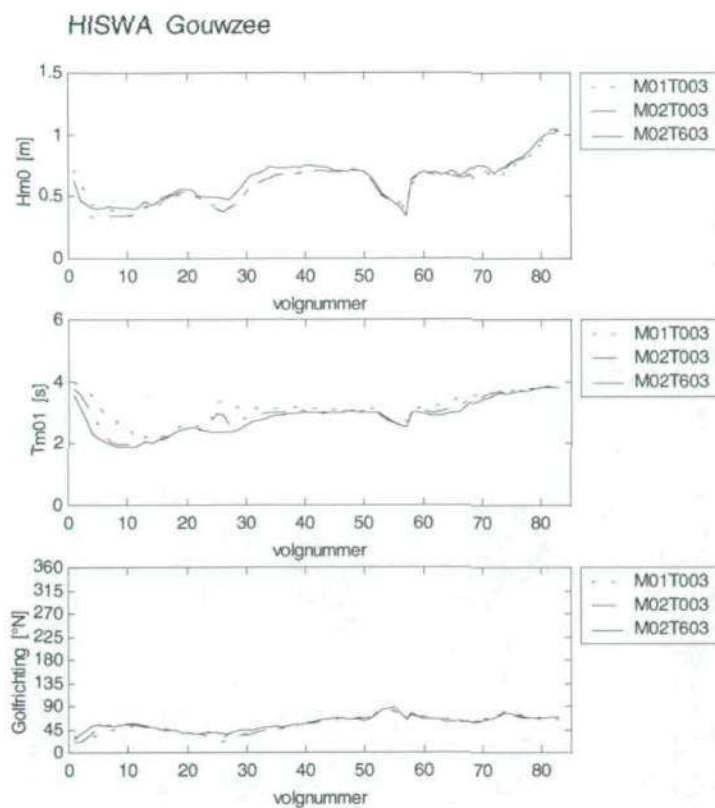
Figuur 28 Grid M02. Vergelijking case T001 met T601



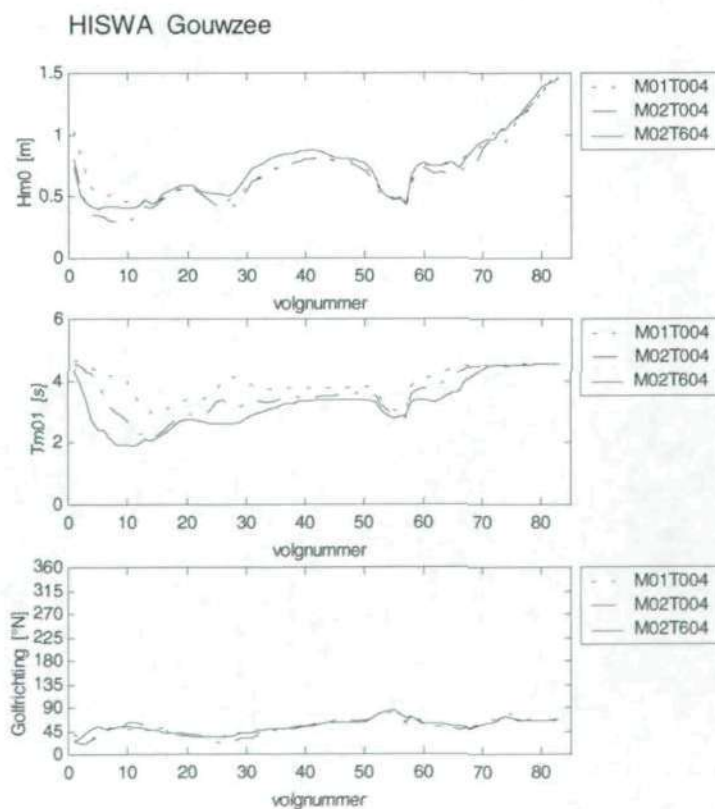
Figuur 29 Grid M02. Vergelijking case T002 met T602



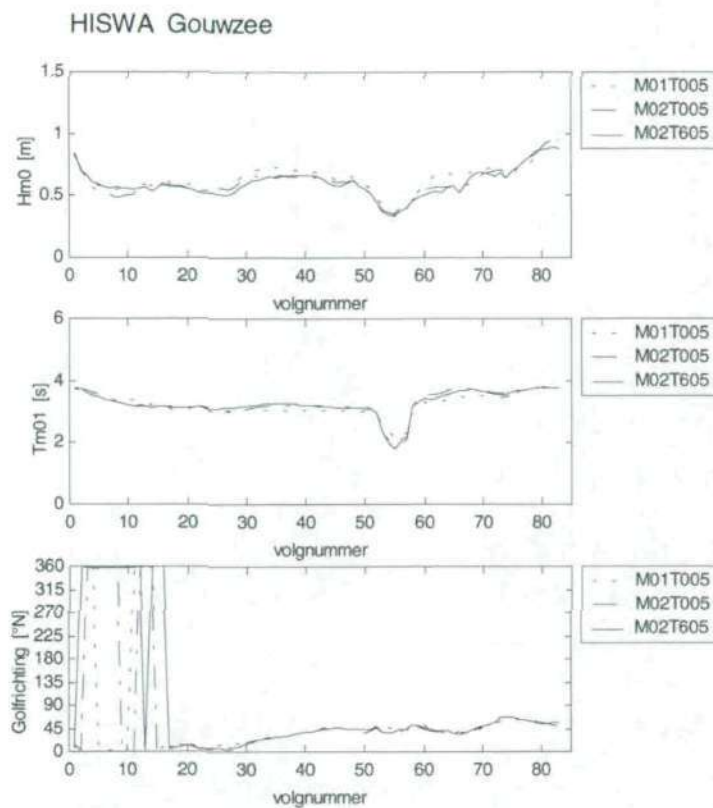
Figuur 30 Grid M02. Vergelijking case T003 met T603



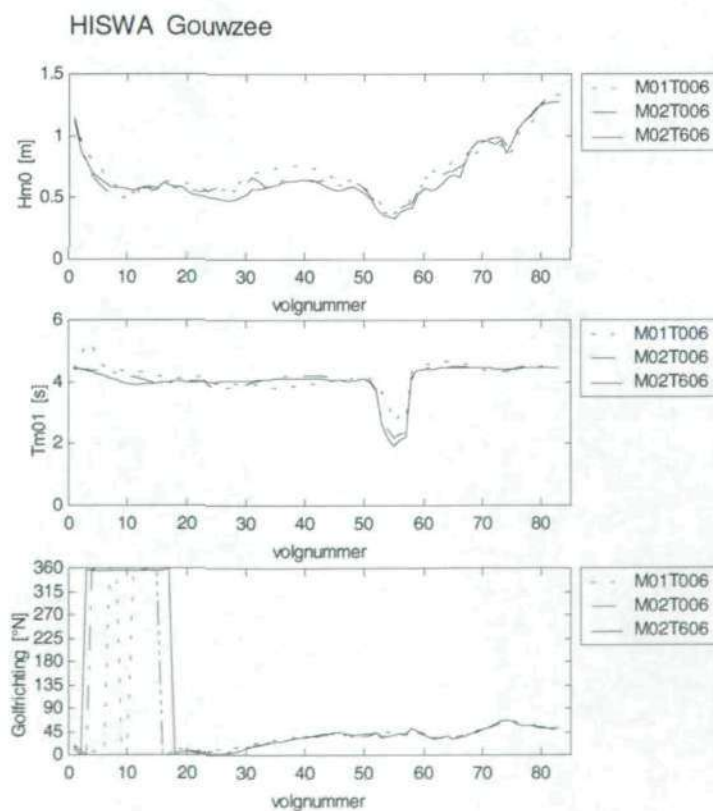
Figuur 31 Grid M02. Vergelijking case T004 met T604



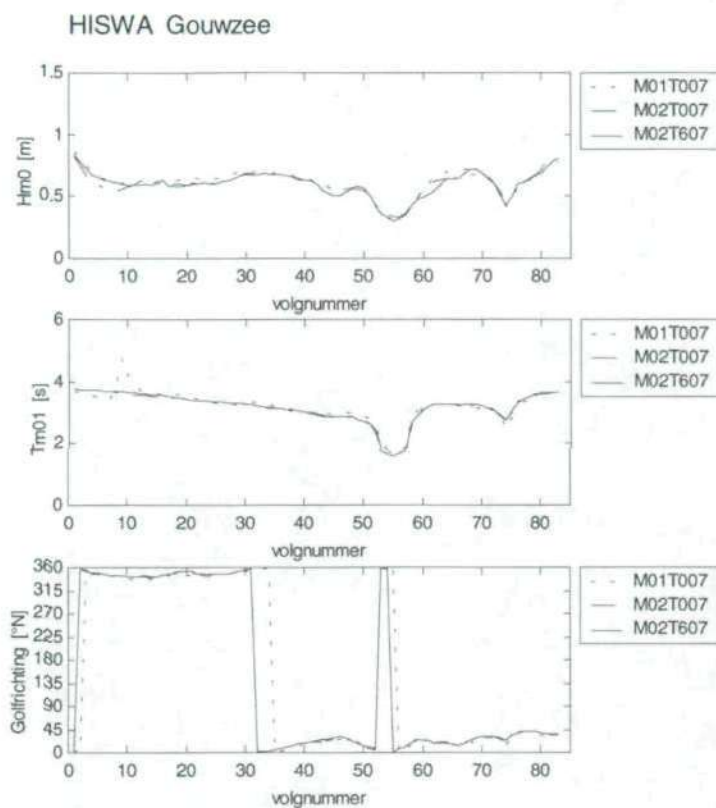
Figuur 32 Grid M02. Vergelijking case T005 met T605



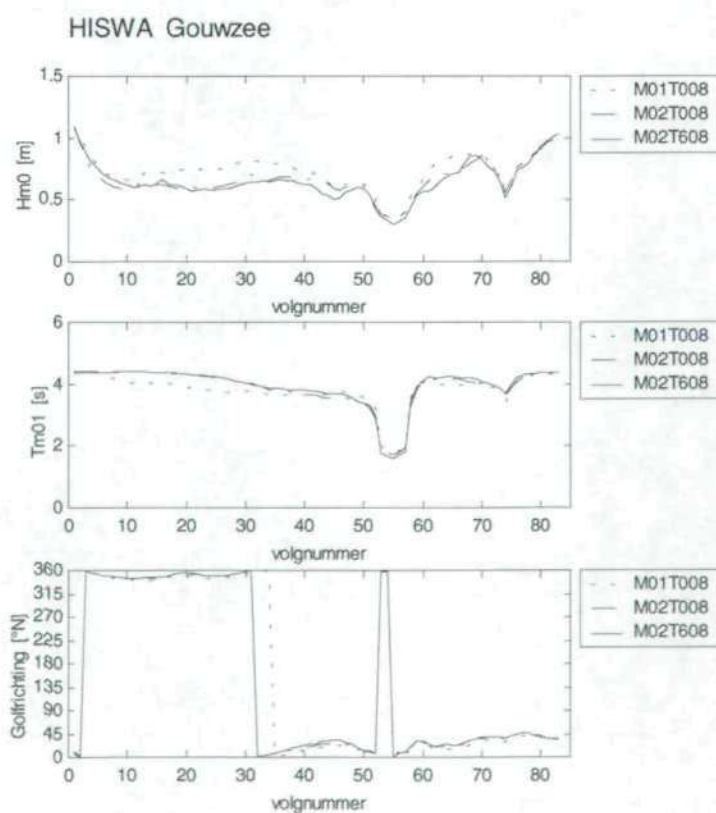
Figuur 33 Grid M02. Vergelijking case T006 met T606



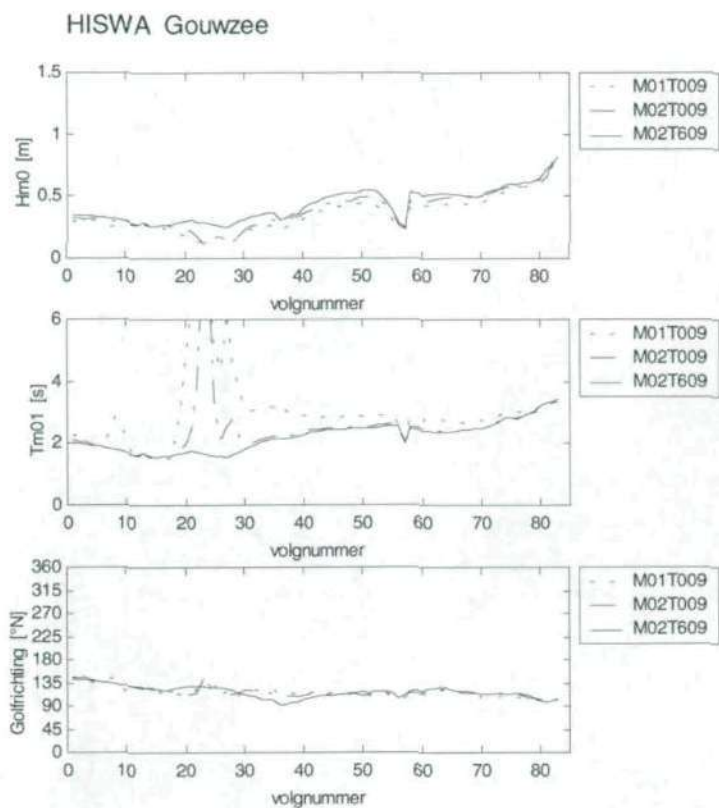
Figuur 34 Grid M02. Vergelijking case T007 met T607



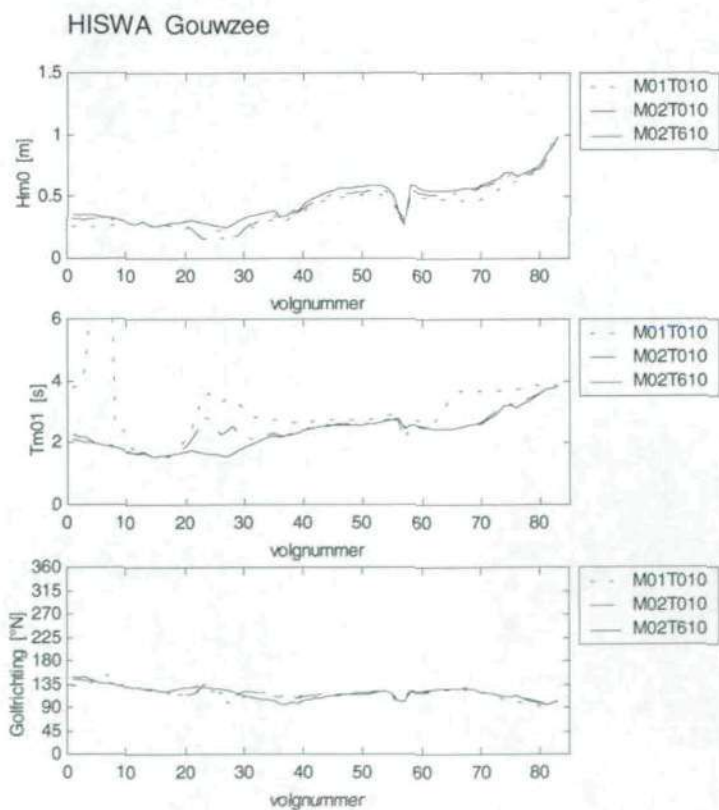
Figuur 35 Grid M02. Vergelijking case T008 met T608



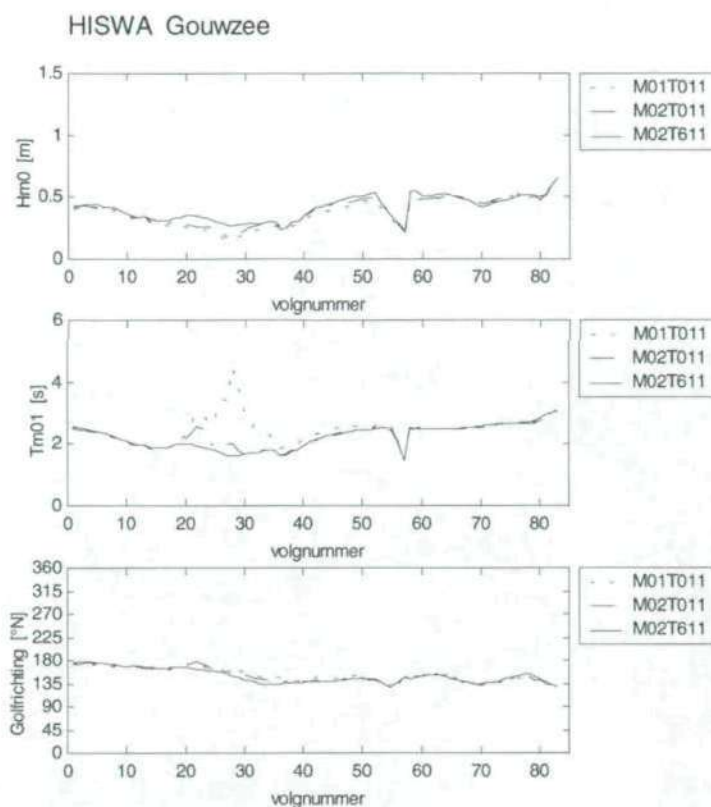
Figuur 36 Grid M02. Vergelijking case T009 met T609



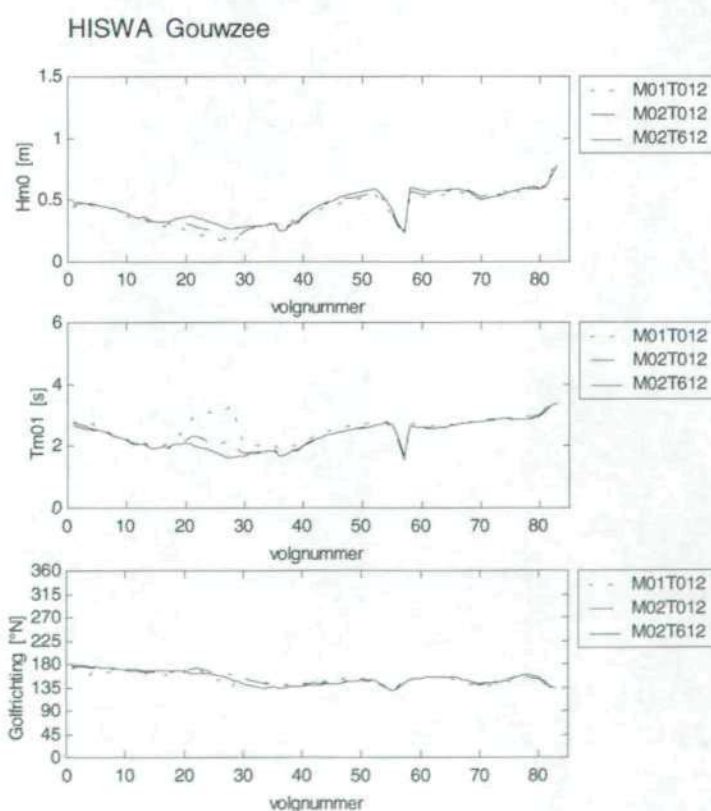
Figuur 37 Grid M02. Vergelijking case T010 met T610



Figuur 38 Grid M02. Vergelijking case T011 met T611

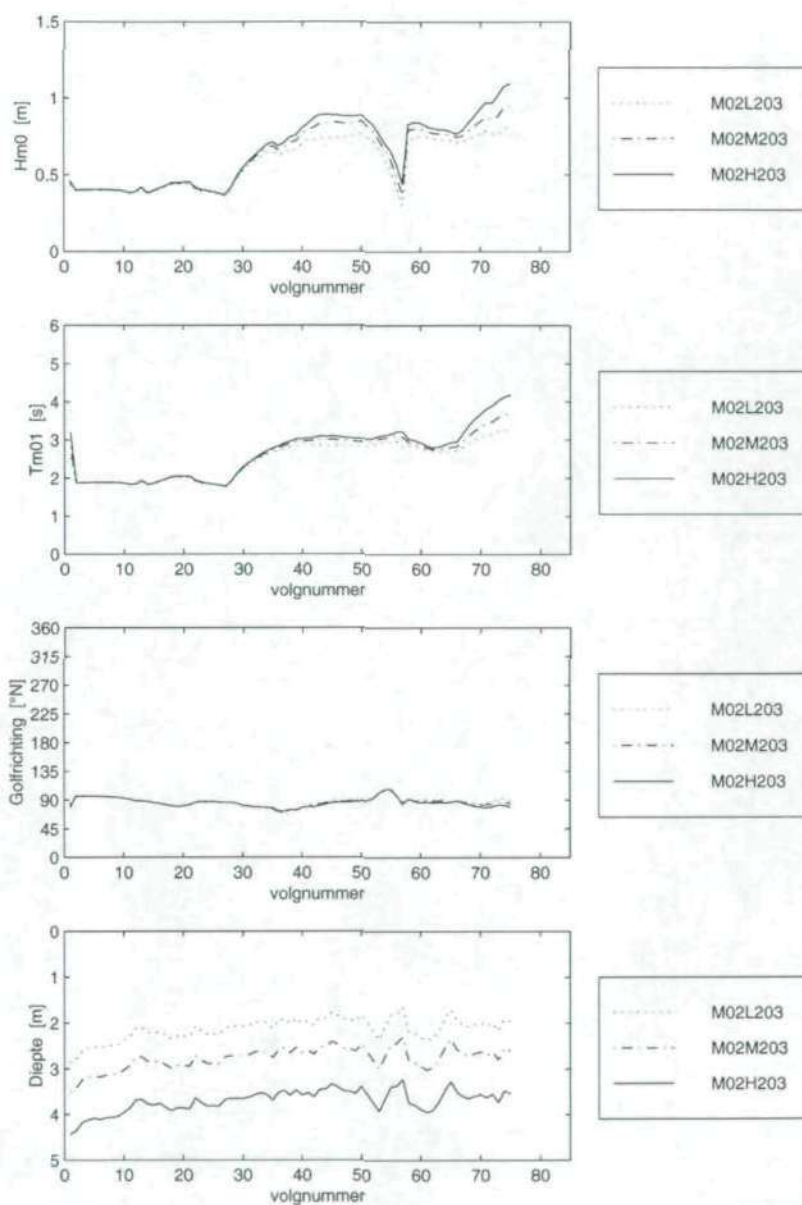


Figuur 39 Grid M02. Vergelijking case T012 met T612



Figuur 40 Grid M02, Vergelijking resultaten
90°, 20 m/s voor drie meerpeilen

HISWA Gouwzee



Figuur 41 Grid M02. Vergelijking resultaten meerpeil -0.40, 90° voor windsnelheden 20, 26 en 30 m/s

HISWA Gouwzee

