

Rapportage veldmetingen Westerschelde januari 2003 t/m mei 2006

Definitief Rapport

Verkorte Titel	Rapportage veldmetingen Westerschelde
Status	Definitief Rapport
Datum	15 december 2006
Project naam	
Project nummer	1407
Opdrachtgever	RIKZ
Referentie	MvdB/06691/1407

Auteurs M.J.G. van den Boomgaard
B.J.O. Eikema

INHOUDSOPGAVE

	Pag.
1 INLEIDING	1
1.1 Achtergrond en organisatie	1
1.2 Doelstelling	1
1.3 Gebruikersinformatie	2
1.4 Leeswijzer	2
2 ALGEMENE BESCHRIJVING METINGEN	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Meetlocaties	4
2.3 Meetinstrumenten	6
3 GOLFMETINGEN	8
3.1 Inleiding	8
3.2 Verslagperiode en Registratiedichtheid	10
3.3 Golfklimatologie	12
3.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002	17
3.5 Conclusies	18
4 WATERSTANDMETINGEN	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Verslagperiode en registratiedichtheid	20
4.3 Waterstandkarakteristieken	21
4.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002	23
4.5 Conclusies	23
5 WINDMETINGEN	24
5.1 Inleiding	24
5.2 Verslagperiode en registratiedichtheid	25
5.3 Windkarakteristieken	25
5.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002	28
5.5 Conclusies	28
6 STORMACHTIGE PERIODEN	30
6.1 Inleiding	30
6.2 20 december 2003 – 23 december 2003	31
6.2.1 Algemeen	31
6.2.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties	31
6.3 6 februari 2004 – 10 februari 2004	34
6.3.1 Algemeen	34
6.3.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties	35
6.4 12 februari 2005 – 16 februari 2005	37
6.4.1 Algemeen	37
6.4.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties	38
6.5 Vergelijking met stormachtige perioden in september 1997 t/m december 2002	40
6.6 Conclusies	41

7	BODEM	42
7.1	Inleiding	42
7.2	Lokale bodemvariates	42
7.3	Vergelijking bodemvariates 1998 – 2002	44
7.4	Conclusies	45
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	46
8.1	Conclusies	46
8.2	Aanbevelingen	47
	LITERATUUR	48
	APPENDICES	49

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 2.1: Alle meetlocaties (kleur is diepte in m t.o.v. NAP).....	4
Figuur 3.1: Golfmeetlocaties	8
Figuur 3.2: Overschrijdingscurven van de golfparameter Hm0 voor de zeewaartse golfmeetlocaties.	15
Figuur 3.3: Overschrijdingscurven van de golfparameter Hm0 voor de landinwaartse golfmeetlocaties.	15
Figuur 3.4: Vergelijking registratiedichtheid van de golfdata huidige en vorige verslagperiode.	17
Figuur 3.5: Vergelijking gemiddelde golfhoogte Hm0 huidige en vorige verslagperiode.....	18
Figuur 4.1: Waterstandmeetlocaties.	19
Figuur 4.2: Overschrijdingscurven van de rechte opzet van de waterstand op de waterstandmeetlocaties.	22
Figuur 4.3: Vergelijking gemiddeld gemeten waterstand huidige en vorige verslagperiode.	23
Figuur 5.1: Windmeetlocaties.....	24
Figuur 5.2: Overschrijdingscurven van de windsnelheid op de windmeetlocaties.....	27
Figuur 5.3: Vergelijking gemiddelde windsnelheid huidige en vorige verslagperiode.	28
Figuur 6.2: Tijdseries van de wind-, waterstandmetingen en de golfparameter Hm0 voor de perioden 20-12-2003 tot 23-12-2003 12:00	32
Figuur 6.4: Tijdseries van de wind-, waterstandmetingen en golfparameter Hm0 voor de periode 6-2-2004 12:00 tot 10-2-2004.	35
Figuur 6.6: Tijdseries van de wind-, waterstandmetingen en golfparameter Hm0 voor de periode 12-2-2005 12:00 tot 16-2-2005.....	39

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2.1: Overzicht meetlocaties (coördinaten en type meetinstrument).	5
Tabel 3.1: Verslagperioden en registratiedichtheid op de verschillende golfmeetlocaties. ...	10
Tabel 3.2: Registratiedichtheid in 2005 en 2006 op de golfmeetlocaties SWB (GH en GD/GR bestanden).	11
Tabel 3.3: Karakteristieken van de golfhoogte Hm0.	13
Tabel 3.4: Bodemligging ter plaatse van de golfmeetlocaties.	14
Tabel 4.1: Registratiedichtheid per waterstandmeetlocatie.	20
Tabel 4.2: Karakteristieken van de gemeten waterstand en de astronomisch verwachte waterstand.	21
Tabel 4.3: Karakteristieken van de rechte opzet van de waterstand.	21
Tabel 5.1: Registratiedichtheid per jaar per windmeetlocatie.	25
Tabel 5.2: Karakteristieken van de windsnelheid.	26
Tabel 6.1: Vergelijking maximale parameters gemeten in de verschillende storm(achtige) perioden.....	41
Tabel 7.1: Opnamedatum bodemlodingen.....	42

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond en organisatie

Sinds november 1997 worden er in de Westerschelde in opdracht van het Projectbureau Zeeweringen op een aantal locaties golf-, waterstand- en windmetingen verricht. De meetresultaten worden door RWS RIKZ gebruikt om de kwaliteit van het golfmodel SWAN en daarmee de betrouwbaarheid van de met dit model berekende golfrandvoorwaarden (o.a. voor het ontwerp van nieuwe dijkbekleding) inzichtelijk te maken.

Er zijn 4 hoofdmeetlocaties te weten: Cadzand vanaf 1997 en Hoofdplaat, Hansweert en Bath vanaf 1998. Op deze meetlocaties worden metingen op relatief diep water (verder uit de dijk) en dicht op de dijk uitgevoerd. De golfmetingen worden uitgevoerd door de Meetinformatiedienst van Rijkswaterstaat, Directie Zeeland. De veldmetingen worden door het Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ) via meetnet ZEGE ingewonnen.

Naast deze golfmetingen voor het project Dijkbekleding stelt Directie Zeeland van nog acht van haar eigen locaties golfmetingen beschikbaar, vijf in de monding van de Westerschelde en drie op relatief diep water voor de Zeeuwse kust. Deze zijn belangrijk voor het controleren van de golfgegevens op de Noordzee die als randvoorwaarden voor het golfmodel gebruikt worden.

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) heeft Svašek Hydraulics opdracht verleend (brief met kenmerk 2006/05664 d.d. 29 september 2006) om verslag te doen van de veldmetingen in de Westerschelde voor de periode januari 2003 t/m mei 2006.

Dit rapport is de tweede rapportage over de veldmetingen in de Westerschelde. Eerder is een verslag uitgebracht over de meetperiode september 1997 t/m december 2002 [lit 1].

1.2 Doelstelling

In de periode vanaf januari 2003 t/m mei 2006 zijn in de Westerschelde veldmetingen uitgevoerd en opgeslagen in de database van het Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ), maar een goed overdraagbare rapportage van de metingen in deze periode ontbreekt.

Het doel van dit rapport is het inzichtelijk maken van de veldmetingen in de Westerschelde die in de periode vanaf januari 2003 t/m mei 2006 zijn uitgevoerd, zodat de metingen goed overdraagbaar worden, en breed beschikbaar zijn binnen Rijkswaterstaat. De rapportage zal duidelijk maken welke metingen op welke locatie gedurende welke periode beschikbaar zijn. Ook zaken als de kwaliteit van de metingen en registratiedichtheid komen aan bod.

1.3 Gebruikersinformatie

De aangeleverde databestanden zijn NIET gevalideerd door Rijkswaterstaat RIKZ. De data is alleen globaal gevalideerd door het HMCZ. Verdere validatie wordt overgelaten aan de gebruiker(s) van de data.

1.4 Leeswijzer

De opbouw van het rapport is als volgt. Na de inleiding van hoofdstuk 1 wordt in hoofdstuk 2 een globaal overzicht van alle metingen gegeven. De golfmetingen die in de periode januari 2003 t/m mei 2006 zijn uitgevoerd worden beschreven en geanalyseerd in hoofdstuk 3. De beschrijving en analyse van de waterstand- en windmetingen worden behandeld in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5. Vervolgens worden 3 stormachtige periodes uit de verslagperiode geselecteerd. In hoofdstuk 6 worden deze 3 perioden beschreven en worden tijdseries en spectra voor een aantal stations gepresenteerd. Hoofdstuk 7 beschrijft bodemveranderingen in de Westerschelde op een viertal locaties in de periode 2003 – 2006. Tenslotte besluit hoofdstuk 8 met een overzicht van de algemene conclusies.

2 ALGEMENE BESCHRIJVING METINGEN

2.1 Inleiding

De veldmetingen die in dit rapport beschreven zijn, worden ontsloten via de site van het Hydro Meteo Centrum Zeeland (www.hmcz.nl). De metingen betreffen:

- Golven
- Waterstand
- Wind

Naast de golf-, waterstand- en windmetingen zijn ook dieptemetingen (bodemplomingen) ter plaatse van enkele golfmeetlocaties uitgevoerd. Deze zijn in bezit van RWS RIKZ.

De golfmetingen zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in het golfklimaat. Bovendien is de dataset een waardevol middel om golfmodellen mee te kunnen valideren. Betrouwbare golfmodellen zijn van belang voor het berekenen van randvoorwaarden voor het ontwerpen en toetsen van waterkerende constructies. De wind- en waterstandmetingen zorgen voor een compleet beeld en zijn nodig om de golfmodellen goed aan te kunnen sturen.

Bij de vergelijkingen van de wind-, waterstand- en golfdata op de verschillende meetlocaties dient rekening te worden gehouden met het feit dat de registratiedichtheden op de verschillende meetlocaties kunnen verschillen en dat dit de vergelijking zou kunnen beïnvloeden.

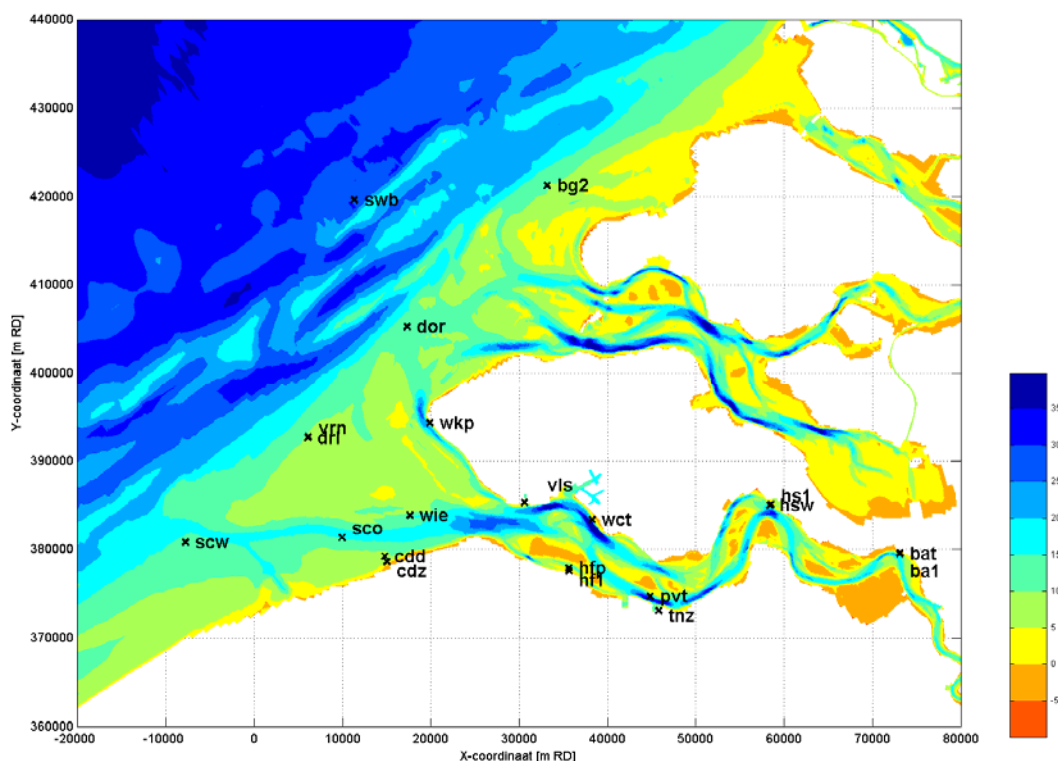
Vooraf periode met hoge windsnelheden en golfcondities zijn interessant voor validatiedoeleinden, omdat ontwerpcondities over het algemeen zware stormen betreffen. Daarom wordt in hoofdstuk 6 van dit rapport extra aandacht besteed aan een drietal perioden waarin hoge windsnelheden en zwaardere golfcondities zijn gemeten.

De metingen op de Noordzee en in de delta worden door het HMCZ uitgevoerd. Aanvullend op de standaard locaties vinden ook metingen nabij Cadzand, Hoofdplaat, Hansweert en Bath plaats. Aan deze laatste locaties ligt een informatiebehoefte van Projectbureau Zeeweringen ten grondslag. Het Projectbureau is geïnteresseerd in de golven vlak voor de dijk.

Dit hoofdstuk geeft een algemene beschrijving van de meetlocaties, meetinstrumenten en de parameters.

2.2 Meetlocaties

De ligging van de 21 beschouwde meetlocaties is in figuur 2.1 weergegeven.



Figuur 2.1: Alle meetlocaties (kleur is diepte in m t.o.v. NAP).

De betekenis van de afkortingen van de meetlocaties is te vinden in tabel 2.1. Tevens geeft tabel 2.1 een overzicht van de coördinaten van de verschillende meetlocaties en de bijbehorende meetinstrumenten.

Ten opzichte van de vorige rapportage veldmetingen Westerschelde [lit 1] zijn er twee locaties vervallen, te weten Lichteiland Goeree (LEG) en Hansweert Diep (HSR). Er is één locatie bijgekomen, te weten Domburger Rassen (DOR).

In paragraaf 2.3 zal nader ingaan worden op de specificaties en de meetvariabelen van de verschillende instrumenten.

De tijdconventie in alle meetbestanden is MET (Mid-Europese-Tijd, deze is gelijk aan de Nederlandse 'wintertijd').

	afkortingen		X-coördinaat RD [m]	Y-coördinaat RD [m]	Golven			Windsensor	Waterstandmeter
	RIKZ code	HMCZ code			Waverider	Directional waverider	Stappenbaak		
Bath ondiep	BA1	BAT1	73087	379609			X		
Bath diep	BAT	BATH BAT2	73080	379550			X		X
Hansweert ondiep	HS1	HAN1	58500	385100			X		
Hansweert diep Hansweert Wind	HSW	HANS HANWI	58390	384990			X	X	X
Terneuzen	TNZ	TERN	45786	373070					X
Pas van Terneuzen	PVT	PVT1	44795	374708	X				
Hoofdplaat ondiep	HF1	HFP1	35637	377555			X		
Hoofdplaat diep	HFP	HFPL	35614	377930			X	X	
Westerschelde Container Terminal	WCT	WTC1	38268	383383	X				
Vlissingen	VLS	VLIS	30575	385290					X
Cadzand kust Cadzand Wind	CDZ	CADZ CADWI	15010	378610			X	X	X
Cadzand diep	CDD	CADW	14800	379251		X			
Wielingen	WIE	WIEL	17641	383875	X				
Scheur Oost	SCO	SCHO	9915	381366	X				
Scheur West	SCW	SCHW	-7784	380857	X				
Westkapelle	WKP	WKAP	19870	394300					X
Deurloo	DRL	DELO	6071	392601		X			
Vlakte van de Raan	VRN	VR	6083	392714				X	X
Domburger Rassen	DOR	DORA	17325	405275	X				
Brouwershavense Gat 2	BG2	BG2	33140	421239			X	X	X
Schouwenbank	SWB	SCHWB	11332	419605	X	X			

Tabel 2.1: Overzicht meetlocaties (coördinaten en type meetinstrument).

Bij tabel 2.1 worden de onderstaande opmerkingen gemaakt:

- Op verzoek van Rijkswaterstaat RIKZ is de waverider bij Schouwenbank op 25-7-2005 vervangen door een directional waverider. Hiermee komt er ook golfrichtinginformatie bij Schouwenbank beschikbaar. Deze directional waverider heeft in het begin door technische problemen slecht gefunctioneerd.
- De meetapparatuur op de Vlakte van de Raan is op 25-1-2006 vervangen en binnen 10 meter van de oude positie herplaatst, de exacte coördinaten zijn niet bekend.
- Het beheer van de meetapparatuur op de locaties Scheur West en Scheur Oost is per 3-7-2001 overgegaan naar het Meetnet Vlaamse Banken (VLB). Rijkswaterstaat Directie Zeeland (DZL) heeft tot op heden geen wijziging van de meetlocaties ontvangen, derhalve gaat DZL er van uit dat bovenstaande posities nog actueel zijn.

- De positie van de meetlocatie Cadzand diep (CDD) is per 21-4-2006 gewijzigd, na deze datum is de locatie X=14588m; Y=379998m geworden.
- De positie van de meetlocatie Westerschelde Container Terminal (WCT) is per 12-5-2005 gewijzigd, na deze datum is de locatie X=38185m; Y=383481m geworden.

2.3 Meetinstrumenten

Om inzicht te krijgen in de golf-, waterstand- en windkarakteristieken op de Westerschelde zijn op 21 plaatsen meetlocaties ingericht. Op deze meetlocaties zijn verschillende instrumenten geplaatst. De keuze voor het meetinstrument op een specifieke locatie is afhankelijk van de te meten grootheden, omstandigheden en de beschikbaarheid van de instrumenten. De typen meetinstrumenten die gebruikt zijn bij de veldmetingen op de Westerschelde zijn:

- Directional waverider
- Waverider
- Stappenbaak
- Digitale Niveau Meter (DNM)
- Waterstandmeter
- Windsensor

De werking van deze instrumenten zal hier kort besproken worden.

Ter visualisatie zijn in appendices 2.2a en 2.2b foto's te zien van de verschillende meetinstrumenten.

Directional waverider

Sensorfunctie:

Golfhoogte, Golfrichting, Golfperiode

Beschrijving:

De directional waverider is een door Datawell geleverde boei met een diameter van 0,9 m. De bolvormige boei bevat apparatuur voor het meten van verticale versnellingen en horizontale plaatsen, 'pitch', 'roll' en 'heave'. Bovendien is de boei uitgerust met twee vaste versnellingsmeters, een kompas en een richtingmeter. De ingewonnen data wordt via telemetrie naar de kust verzonden. Het golffrequentiebereik van de directional waverider wordt verschillend ingesteld afhankelijk van de ligging van de boei en de daarvoor te verwachte golfperioden. Op de Noordzee en de Delta is het golffrequentiebereik van de directional waverider ingesteld op 0,03 Hz – 0,5 Hz. Omdat verder op de Westerschelde de golven over het algemeen korter zijn (kleinere periode dus een hogere frequentie) is het golffrequentiebereik breder ingesteld namelijk: 0,03 Hz – 1,0 Hz.

De bemonsteringfrequentie van de directional waverider is 1,28 Hz.

Waverider

Sensorfunctie:

Golfhoogte, Golfperiode

Beschrijving:

De waverider is een bolvormige boei en heeft een diameter van iets minder dan 1 meter. Deze boei meet geen richtingen. De boei meet de versnellingen in verticale richting, die worden veroorzaakt door de golfkrachten op de boei. Hieruit kunnen de golfkarakteristieken worden bepaald. Het golffrequentiebereik van de waverider wordt verschillend ingesteld afhankelijk van de ligging van de boei en de daarvoor te verwachte golfperioden. Op de Noordzee en de Delta is het golffrequentiebereik van waverider ingesteld op 0,03 Hz – 0,5 Hz. Omdat verder op de Westerschelde de golven over het algemeen korter zijn (kleinere periode dus een grotere frequentie) is het golffrequentiebereik hoger ingesteld namelijk: 0,03 Hz – 1,0 Hz.

De bemonsteringfrequentie is 2,56 Hz.

Stappenbaak

Sensorfunctie:

Golfhoogte, Golfperiode

Beschrijving:

Een stappenbaak is een verticaal gemonteerde kunststofbuis, waaraan op regelmatige afstanden van 5 cm elektroden zijn bevestigd. De stappenbaak is gemonteerd aan een platform of een meetpaal. Met behulp van elektronica wordt continue gemeten wat de hoogste elektrode is die zich nog onder water bevindt. Daarmee worden de veranderingen van het zeeoppervlak in de tijd vastgelegd en daaruit worden karakteristieken van de golfbeweging bepaald.

De bemonsteringfrequentie is 2,56 Hz.

DNM (Digitale Niveau Meter)

Sensorfunctie:

Waterstand

Beschrijving:

De digitale niveaumeter bestaat uit een verticale buis met een opening onder het laagste waterniveau. De stromingsweerstand van de opening werkt als een doorlaatfilter voor lage frequenties. Hoge frequenties (windgolven) dringen niet door tot in de buis. Het waterniveau in de buis wordt gemeten met een vlotter, die via een metalen draad is verbonden met een katrol. Een contragewicht houdt de draad op spanning. Uit de rotaties van het katrol volgt het verloop van de waterstand.

De bemonsteringfrequentie is 0,1 Hz.

Windsensors

Sensorfunctie:

Windrichting, Windsnelheid

Beschrijving:

De KNMI apparatuur meet de windrichting (vaan) en windsnelheid (anemo).

De bemonsteringfrequentie is 0,1 Hz.

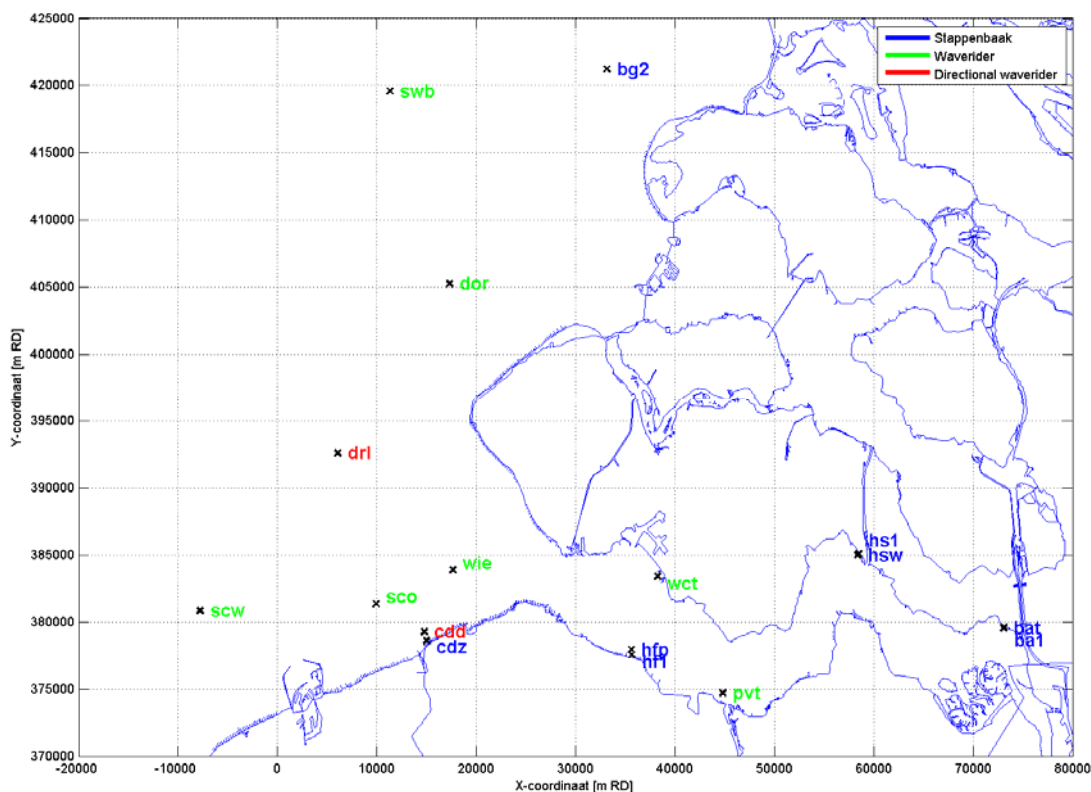
3 GOLFMETINGEN

3.1 Inleiding

In de periode januari 2003 t/m mei 2006 zijn op 17 meetlocaties golfmetingen in de Westerschelde en op de Noordzee uitgevoerd, te weten:

Bath ondiep (BAT1)
Bath diep (BAT)
Hansweert ondiep (HS1)
Hansweert diep (HSW)
Pas van Terneuzen (PVT)
Hoofdplaat ondiep (HF1)
Hoofdplaat diep (HFP)
Westerschelde Container Terminal (WCT)
Cadzand kust (CDZ)
Cadzand diep (CDD)
Wielingen (WIE)
Scheur oost (SCO)
Scheur West (SCW)
Deurloo (DRL)
Domburger Rassen (DOR)
Brouwershavense Gat 2 (BG2)
Schouwenbank (SWB)

De ligging van deze golfmeetlocaties zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1: Golfmeetlocaties

In figuur 3.1 is met kleuren aangegeven op welke locatie welk golfmeetinstrument is geplaatst (rood= directional waverider; groen= non-directional waverider; blauw=stappenbaak). Opgemerkt dient te worden dat de non-directional waverider bij Schouwenbank (SWB), op verzoek van RWS RIKZ, op 25 juli 2005 is vervangen door een directional waverider en SWB komt hierdoor ook twee keer voor in Tabel 3.1.

Van de golfmetingen zijn, voor de verslagperiode januari 2003 t/m mei 2006, drie typen databestanden beschikbaar:

- GHR2 – bestanden
- GDR2 – bestanden
- GRR1 – bestanden

De GHR2 - bestanden horen bij de non-directional waveriders en de stappenbaken en bevatten golfparameters. Deze GHR2 - bestanden zijn van de HMCZ site te downloaden.

Voor de directional waveriders zijn GDR2 - en GRR1– bestanden beschikbaar. De GDR2 - bestanden zijn eveneens van de HMCZ site te downloaden en bevatten ook golfparameters. De GRR1– bestanden zijn additioneel ontvangen bestanden en bevatten golfrichting informatie.

In appendix 2.3 is een overzicht gegeven van welke golfparameters in welke databestanden te vinden zijn. De opbouw van de drie typen golfdatabestanden is te vinden in appendix 2.4. Het tijdsinterval in alle golfdatabestanden is 30 minuten.

In dit rapport beperken we ons tot de volgende zes golfparameters:

- H_{m0} Significante golfhoogte
- T_{m02} Golfperiode gedefinieerd als m_0/m_2
- $T_{m-1,0}$ Golfperiode gedefinieerd als m_{-1}/m_0
- H_{E10} Laagfrequente golfhoogte (gebaseerd op energie met frequenties kleiner dan 0,1 Hz)
- Th_0 Golfrichting hele spectrum
- S_0 Richtingspreiding

In de vorige rapportage is naast de zes hierboven genoemde golfparameters ook een zevende parameter, de blokpiekperiode (T_{pb}), behandeld. Deze parameter is niet gegeven in de huidige databestanden en wordt dan ook niet verder behandeld in deze rapportage.

De golfparameters golfrichting (Th_0) en richtingspreiding (S_0) zijn alleen aanwezig in de data bestanden van de directional waveriders. Deze parameters zijn dus alleen beschikbaar voor de golfmeetlocaties Cadzand (CDD) en Deurloo (DRL) voor de hele verslagperiode en voor Schouwenbank (SWB) na 25 juli 2005.

3.2 Verslagperiode en Registratiedichtheid

Om inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van de meetdata op de golfmeetlocaties is allereerst in de appendices 3.1 t/m 3.4 per meetlocatie grafisch weergegeven voor welke periode golfdata (en dus meetbestanden) aanwezig zijn. Hierbij hebben de appendices 3.1 en 3.2 betrekking op de Ghr2 – bestanden en de appendices 3.3. en 3.4 op de databestanden met betrekking tot de directional waveriders (GDr2- en GRr1-bestanden).

Daarnaast is de registratiedichtheid van de golfmeetinstrumenten op de verschillende golfmeetlocaties bepaald. Met de registratiedichtheid wordt de verhouding tussen het verkregen aantal metingen en het maximaal mogelijke aantal metingen bedoeld. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de registratiedichtheid per meetlocatie per jaar en over de gehele verslagperiode (1 januari 2003 t/m mei 2006).

Locatie (soort datafile)	Registratiedichtheid per golfmeetlocatie				
	Jaar 2003	Jaar 2004	Jaar 2005	Jaar 2006 (t/m 31-5-2006)	Gehele verslagperiode (1-1-2003 t/m 1-5-2006)
BA1 (Ghr2)	44%	66%	66%	65%	60%
BAT (Ghr2)	79%	90%	98%	99%	90%
HS1 (Ghr2)	64%	66%	65%	63%	65%
HSW (Ghr2)	94%	95%	96%	94%	95%
PVT (Ghr2)	98%	96%	90%	99%	95%
HF1 (Ghr2)	45%	44%	43%	44%	44%
HFP (Ghr2)	35%	39%	91%	94%	60%
WCT (Ghr2)	99%	99%	87%	99%	96%
CDZ (Ghr2)	86%	96%	96%	96%	93%
CDD (GDr2/GRr1)	93%	93%	78%	99%	89%
WIE (Ghr2)	90%	98%	83%	98%	92%
SCO (Ghr2)	84%	95%	92%	95%	91%
SCW (Ghr2)	57%	95%	87%	95%	82%
DRL (GDr2/GRr1)	96%	99%	99%	99%	98%
DOR (Ghr2)	69%	99%	94%	99%	89%
BG2 (Ghr2)	99%	32%	94%	99%	78%
SWB (Ghr2)	92%	96%	80% ^{*1}	0%	67%
SWB (GDr2/GRr1)	0%	0%	16%	54%	11%

Tabel 3.1: Verslagperiodes en registratiedichtheid op de verschillende golfmeetlocaties.

^{*1} bepaald tot 25 juli 2005 i.v.m. het verwijderen van de non-directional waverider op 25 juli 2005

In de eerste kolom van tabel 3.1 komt meetlocatie SWB tweemaal voor, dit omdat op 25 juli 2005 de non-directional waverider (Ghr2-bestanden) is vervangen door een directional waverider (GDr2/GRr1-bestanden). Aan het eind van deze paragraaf wordt hier iets dieper op ingegaan.

Uit tabel 3.1 en de appendices 3.1 t/m 3.4 kan het volgende worden geconcludeerd:

- De registratiedichtheden van de golfmeetlocaties (exclusief SWB) variëren tussen de 35% en 99% per jaar.
- Er zijn weinig onderbrekingen aanwezig op de golfmeetlocaties HSW, PVT, WCT, CDZ, WIE, SCO en DRL (registratiedichtheid > 90%).
- Er zijn veel onderbrekingen aanwezig op de golfmeetlocaties HF1, HS1 en BA1. Dit wordt veroorzaakt doordat deze meetlocaties in ondiep water (diepte t.o.v. NAP < 1,5 meter) zijn gepositioneerd, waardoor deze bij lage waterstanden droog vallen (en dus geen golven registreren).
- Opvallend zijn de lage registratiedichtheden in 2003 en 2004 op golfmeetlocatie HFP (< 40%), terwijl in 2005 en 2006 de registratiedichtheden groter zijn dan 91%. De reden voor de lage registratiedichtheden in 2003 en 2004 is tot op heden onduidelijk.
- Meetlocatie Brouwershavense Gat 2 toont in 2004 een langdurige onderbreking (april t/m november 2004) en heeft in 2004 een registratiedichtheid van 32%, de overige jaren is de registratiedichtheid hoog (> 94%). Verder onderzoek laat zien dat alle meetinstrumenten op deze meetlocatie in de periode april 2004 t/m november 2004 niet hebben gefunctioneerd. Ook de oorzaak van deze onderbreking is tot op heden onduidelijk.

De non-directional waverider op meetlocatie Schouwenbank (SWB) is op 25 juli 2005 vervangen door een directional waverider. Omdat de registratiedichtheid van beide instrumenten op deze meetlocatie veel verschilt, is tabel 3.2 toegevoegd. In tabel 3.2 is voor 2005 en 2006 de registratiedichtheid voor de meetlocatie Schouwenbank in meer detail (per maand) bekeken.

Meetlocatie SWB	Registratiedichtheid in de GH bestand		Registratiedichtheid in de GD/GR bestanden	
	2005	2006	2005	2006
Maand				
1	99%	0%	0%	99%
2	99%	0%	0%	43%
3	99%	0%	0%	0%
4	66%	0%	0%	38%
5	95%	0%	0%	88%
6	18%		0%	
7	0%		0%	
8	0%		0%	
9	0%		0%	
10	15%		18%	
11	8%		93%	
12	3%		84%	

Tabel 3.2: Registratiedichtheid in 2005 en 2006 op de golfmeetlocaties SWB (GH en GD/GR bestanden).

Vanaf 25 juli 2005 behoort geen data in de non-directional waverider bestanden (GH-bestanden) aanwezig te zijn, desondanks blijkt uit tabel 3.2 dat in de maanden oktober t/m december 2005 toch enige data in deze GHr2-bestanden aanwezig is. De reden hiervan is tot op heden onduidelijk. Vermoedelijk is de data in de maanden oktober t/m december 2005 afkomstig van de directional waverider databestanden, gezien de identieke waarden in beide databestanden.

De directional waverider is pas op 27 oktober 2005 data gaan opslaan in de GD/GR bestanden. HMCZ heeft aangegeven dat in het begin de directional waverider veel last had van technische storingen wat deze late registratie kan verklaren. Daarnaast valt op dat in de periode februari t/m april 2006 de registratiedichtheid zeer laag is, de reden hiervan is onduidelijk, wellicht hebben ook hier technische storingen plaatsgevonden.

Gezien de bovenstaande problemen met de golfdata van de directional waverider wordt in deze rapportage de statistiek van de golfparameters op deze meetlocatie gebaseerd op de ongeveer 2,5 jaar (1 januari 2003 t/m 26 juli 2005) golfdata gemeten door de non-directional waverider. Wel zullen de resultaten van de directional waverider op meetlocatie Schouwenbank voor de periode oktober 2005 t/m mei 2006 (8 maanden) behandeld worden, maar dus los van de golfdata van de non-directional waverider.

3.3 Golfklimatologie

Om een eerste indruk te krijgen van de golfklimatologie op en nabij de Westerschelde zijn voor een landinwaartse meetlocatie (Hansweert) , een in de buurt van de monding gelegen meetlocatie (Cadzand) en voor een zeewaarts gelegen meetlocatie (Brouwershavense Gat 2), de gehele tijdserie van de golfhoogte H_{m0} en golfperiode T_{m02} voor de periode januari 2003 t/m mei 2006 gegeven in respectievelijk appendix 3.5, 3.6 en 3.7. De meer zeewaartse meetlocaties meten logischerwijs hogere golfhoogten en langere golfperioden in vergelijking met de meer landinwaartse meetlocaties. Uit appendix 3.7 valt af te lezen dat de golfhoogte H_{m0} bij meetlocatie Brouwershavense Gat 2 over de hele verslagperiode maar enkele malen boven de 4 meter ligt en dat in februari 2004 de hoogste golfhoogte H_{m0} op deze meetlocatie is gemeten.

Als golfkarakteristieken voor de golfmetingen van de verslagperiode januari 2003 t/m mei 2006 zijn per golfmeetlocatie voor vier golfparameters (H_{m0} , H_{E10} , T_{m02} , $T_{m-1,0}$) gemiddelden, maxima en de waarden met overschrijdingsfrequenties van 0.1%, 1%, 5%, 10%, 50% bepaald (zie tabel 3.3 en appendices 3.8 en 3.9).

De resultaten voor de golfhoogte H_{m0} zijn gepresenteerd in tabel 3.3.

De overschrijdingsfrequentie is in procenten gegeven. Een situatie met een overschrijdingskans van 1% wil zeggen dat die situatie 1% van de tijd wordt overschreden ofwel 3,65 dagen per jaar. 0,1% komt overeen met 0,365 dagen per jaar ofwel circa 9 uur. Stelt men dat de gemiddelde duur van een gebeurtenis bijvoorbeeld 3 uur is, dan zou die 0,1% (= 9 uur) overeenkomen met 3 keer per jaar, of met een herhalingsperiode van 0,3 jaar.

H_{m0} [m]							
Locatie	max [m]	gem [m]	Overschrijdingsfrequentie				
			0.1%	1%	5%	10%	50%
BA1 (ghr)	0,91	0,14	0,69	0,45	0,30	0,24	0,12
BAT (ghr)	1,24	0,19	0,98	0,67	0,45	0,36	0,15
HS1 (ghr)	1,03	0,13	0,77	0,50	0,32	0,25	0,11
HSW (ghr)	1,51	0,22	1,16	0,81	0,56	0,45	0,16
PVT (ghr)	1,38	0,17	0,86	0,59	0,39	0,30	0,15
HF1 (ghr)	0,82	0,11	0,53	0,33	0,22	0,18	0,09
HFP (ghr)	0,94	0,13	0,70	0,47	0,30	0,23	0,10
WCT (ghr)	1,76	0,24	1,41	0,99	0,63	0,49	0,18
CDZ (ghr)	3,30	0,55	2,67	2,01	1,38	1,09	0,43
CDD (gd,gr)	3,37	0,54	2,58	1,96	1,35	1,07	0,43
WIE (ghr)	3,30	0,57	2,70	2,12	1,44	1,11	0,45
SCO (ghr)	3,20	0,66	2,72	2,18	1,57	1,24	0,55
SCW (ghr)	4,33	0,88	3,77	2,88	1,97	1,59	0,76
DRL (gd,gr)	4,43	0,86	3,69	2,83	1,94	1,57	0,74
DOR (ghr)	4,79	0,93	3,92	3,03	2,08	1,68	0,81
BG2 (ghr)	4,92	0,95	4,08	3,16	2,16	1,72	0,80
SWB (ghr)	5,15	1,10	4,41	3,53	2,56	2,11	0,91
SWB (gd,gr)	3,56	1,07	3,40	2,89	2,24	1,91	0,98

Tabel 3.3: Karakteristieken van de golfhoogte H_{m0} .

Tabel 3.3 laat duidelijk zien dat naar mate de afstand van de meetlocatie tot de zee afneemt de golfhoogte H_{m0} toeneemt. Op de meest zeewaartse meetlocatie (Schouwenbank) is de gemiddelde golfhoogte H_{m0} 1,1 meter terwijl op de meest landinwaartse meetlocatie (Bath) de gemiddelde golfhoogte circa 20% van die gemiddelde golfhoogte is, te weten 0,1 meter. De maximale golfhoogte H_{m0} (5,15 meter) in deze verslagperiode is gemeten op meetlocatie Schouwenbank (SWB) op 8 februari 2004 om 16:30.

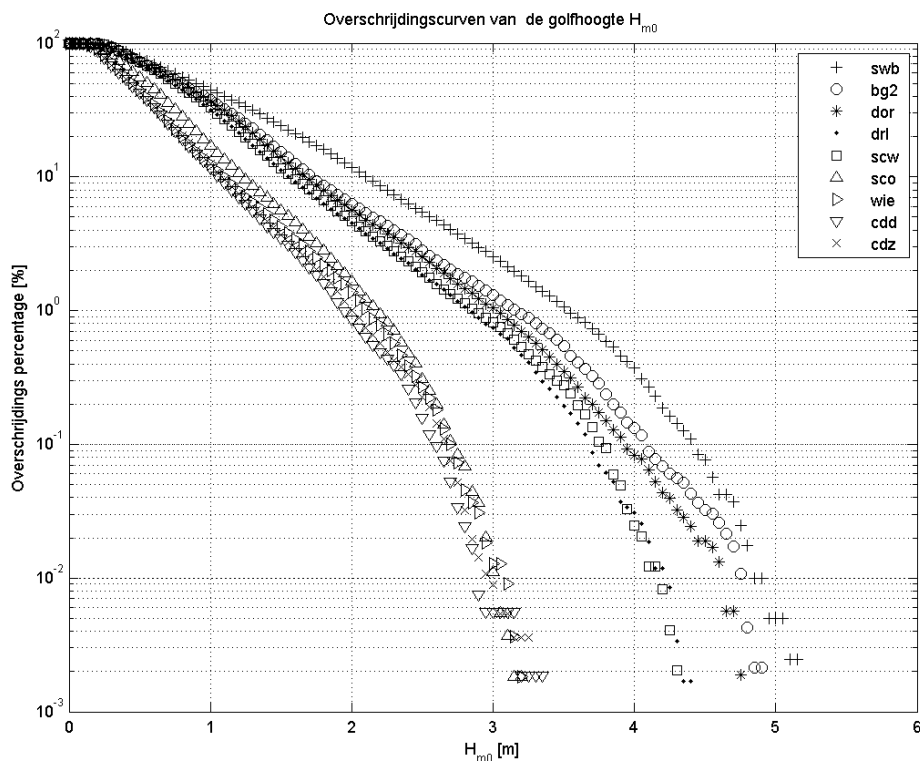
In tabel 3.4 is de door HMCZ opgegeven bodemligging ter plaatse van de golfmeetlocaties voor de verslagperiode januari 2003 t/m mei 2006 weergegeven. Behalve de geografische ligging van de golfmeetlocaties heeft ook de waterdiepte invloed op de golfhoogte.

Meetlocatie	Bodemligging t.o.v. NAP [m] verslagperiode (januari 2003 tot juni 2006)
BA1	-1,2
BAT	-6,1
HS1	-0,8
HSW	-6,3
PVT	-13
HF1	-0,6
HFP	-3,2
WCT	-20
CDZ	-6,4
CDD	-9,4
WIE	-10
SCO	-12
SCW	-15
DRL	-10
DOR	-12
BG2	-11
SWB	-20

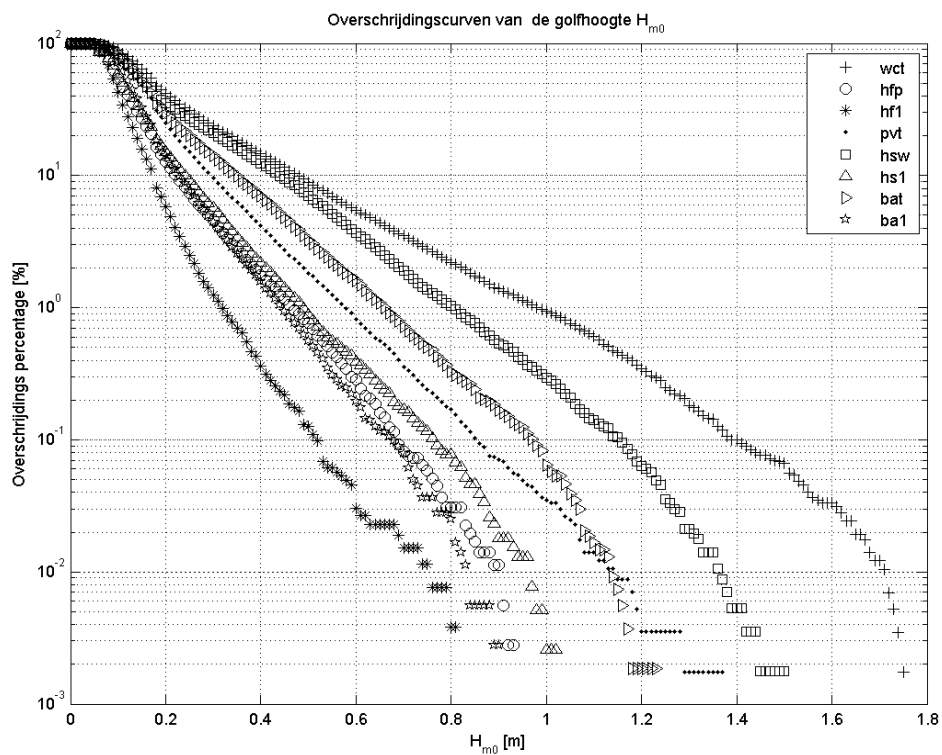
Tabel 3.4: Bodemligging ter plaatse van de golfmeetlocaties.

Over het algemeen zal, door breking van de golven, de golfhoogte lager zijn in ondiepere gedeelten. Dit is duidelijk te zien bij de locaties BA1 en BAT. Deze locaties hebben ongeveer dezelfde geografische ligging maar de bodemligging op de locatie BAT is 6,1 m onder NAP, terwijl de bodemligging op de locatie BA1 1,2 m onder NAP is. De hoge golven (< 10 % overschrijdingsfrequentie) ter plaatse van de diepere locatie BAT zijn ongeveer 30% lager op de locatie BA1. Let wel, de registratiedichtheid verschillen voor beide locaties.

Ter visualisering zijn in de figuur 3.2 de overschrijdingscurven van de golfhoogte H_{m0} voor de meest zeewaartse golfmeetlocaties weergegeven. Figuur 3.3 toont de overschrijdingscurven van de golfhoogte H_{m0} voor de meest landinwaartse golfmeetlocaties. De overschrijdingscurven zijn bepaald over de periode 1 januari 2003 t/m 31 mei 2006, behalve voor de golfmeetlocatie Schouwenbank, deze overschrijdingscurve is bepaald over de periode 1 januari 2003 t/m 25 juli 2005.



Figuur 3.2: Overschrijdingscurven van de golfparameter H_{m0} voor de zeewaartse golfmeetlocaties.



Figuur 3.3: Overschrijdingscurven van de golfparameter H_{m0} voor de landinwaartse golfmeetlocaties.

De overschrijdingscurve van de meest op zee gelegen meetlocatie (Schouwenbank) vertoont logischerwijs ook de hoogste golven. Daarnaast zijn in figuur 3.2 twee groepen te zien met min of meer dezelfde overschrijdingscurven. Dit is te verklaren door te kijken naar de geografische ligging van de verschillende meetlocaties en diepte ter plaatse van de meetlocaties. Zo bestaat één groep uit de meetlocaties Brouwershavense Gat 2, Domburger Rassen, Vlake van de Raan, Deurloo en Scheur West. Deze meetlocaties zijn ongeveer even ver van de kust gepositioneerd, op min of meer vergelijkbare diepte, waardoor de overschrijdingscurven ook dicht bij elkaar liggen.

In de appendices 3.8 en 3.9 zijn de golfkarakteristieken van de drie golfparameters H_{E10} , T_{m02} en $T_{m-1,0}$ opgenomen. De overschrijdingscurven voor alle meetlocaties van deze drie golfparameters zijn bepaald en zijn te vinden in de appendices 3.10 en 3.11. De horizontale “staarten” in de overschrijdingscurven worden waarschijnlijk veroorzaakt door onrealistische waarden in de datasets. Dit is ook te zien aan de maximale waarden van de golfperioden T_{m02} en $T_{m-1,0}$, deze zijn soms onrealistisch hoog (appendices 3.8 en 3.9). Om deze reden wordt meer validatie aanbevolen om tot een betrouwbare dataset te komen.

Over het algemeen is te zien dat de golfperioden afnemen naarmate de afstand van de locatie tot de zee toeneemt. De gemiddelde waarde van de golfperiode $T_{m-1,0}$ op de meest landinwaartse meetlocatie op de Westerschelde (Bath) is ongeveer 40% van de golfperiode op de meest zeewaartse meetlocatie (Schouwenbank). Voor de T_{m02} is dat zelfs slechts 50%.

De karakteristieken van de deining (H_{E10}) staan beschreven in bijlage 3.9. Hier komt duidelijk naar voren dat de golfhoogte van de deining afneemt naarmate de meetlocatie verder landinwaarts is gesitueerd. De waarde van de H_{E10} bij de overschrijdingsfrequentie van 0,1% is ter plaatse van de meest landinwaartse meetlocatie (Bath) zelfs 85% lager in vergelijking met deze waarden op de meest zeewaartse meetlocatie (Schouwenbank).

Alleen bij de twee golfmeetlocaties Cadzand (CDD) en Deurloo (DRL) worden voor de gehele verslagperiode (januari 2005 tot mei 2006) golfrichtingen gemeten. In appendix 3.14 zijn voor beide golfmeetlocaties de draaitabellen van de golfhoogte versus de golfrichting gegeven. Tevens is in appendix 3.15 voor beide meetlocaties de golfrichtingsverdeling gepresenteerd.

Uit deze draaitabellen en appendix 3.15 blijkt onder andere het volgende:

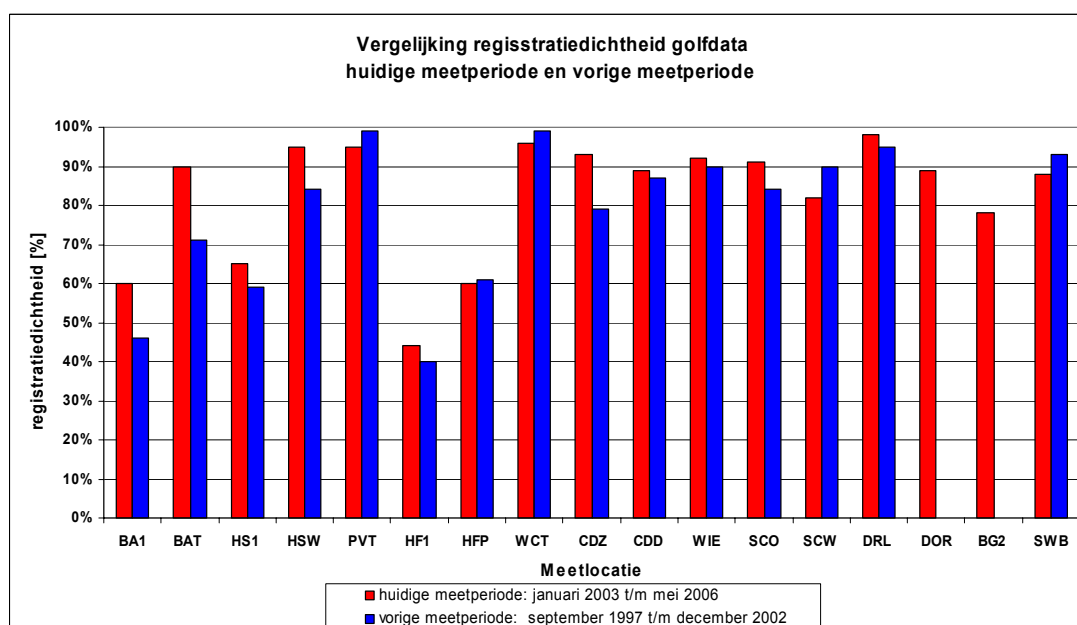
- Voor ongeveer 90% van de tijd komen de golven bij Cadzand (CDD) uit de richtingssector 270°N - 360°N en komen golven uit de richtingssector 90°N - 225°N niet voor. Dit is niet verwonderlijk, gezien de geografische ligging van meetlocatie Cadzand (zie figuur 2.1).
- Bij golfmeetlocatie Cadzand waren ongeveer 11% van de waarnemingen dummy waarden (onbepaald).
- Voor ongeveer 21% van de tijd zijn de golven bij Cadzand lager dan 0,25 meter.
- Meetlocatie Deurloo ligt meer zeewaarts en heeft daardoor ook een bredere verdeling van de golfrichtingen.
- Voor ongeveer 45% van de tijd komen de golven bij Deurloo (DRL) uit de richtingssector zuidwest tot noordwest.
- Golven bij Deurloo komen 36% van de tijd uit de richtingssector 315°N - 360°N.

- Slechts 1,5% van de waarnemingen bij golfmeetlocatie Deurloo waren dummy waarden (onbepaald).
- De helft van de tijd hebben de golven gemeten bij Deurloo een golfhoogte lager dan 1 meter.
- Slechts 5% van de tijd zijn de golven bij Deurloo hoger dan 2,25 meter.

3.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002

In deze paragraaf wordt een vergelijking gemaakt van de in deze verslagperiode (januari 2003 t/m mei 2006) verkregen golfdata met de golfdata uit de voorgaande verslagperiode (september 1997 t/m december 2002). Maar allereerst dient opgemerkt te worden dat beide verslagperiodes uit gebroken jaren bestaan, waardoor een eerlijke vergelijking wordt bemoeilijkt. Zo telt de voorgaande verslagperiode min of meer 5 winters en 5 zomers en telt de huidige verslagperiode ongeveer 4 winters en 3 zomers.

In figuur 3.4 is de registratiedichtheid van de golfdata van de twee verslagperiodes per meetlocatie gepresenteerd.

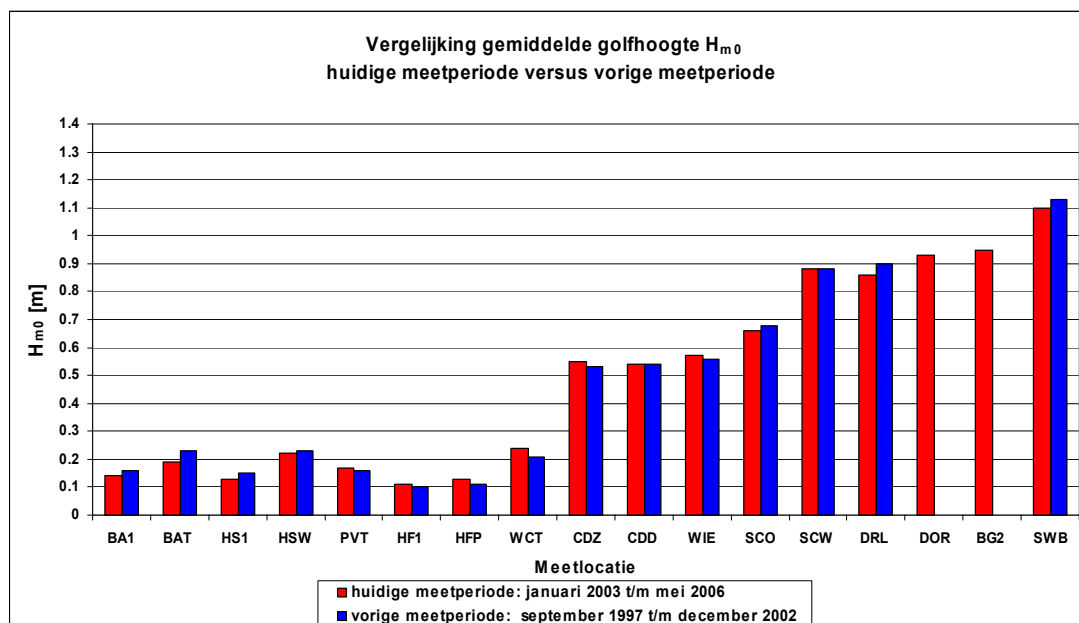


Figuur 3.4: Vergelijking registratiedichtheid van de golfdata huidige en vorige verslagperiode.

Figuur 3.4 laat zien dat in de huidige verslagperiode over het algemeen de golfmeetinstrumenten beter hebben gefunctioneerd dan in de vorige verslagperiode. In de huidige periode is voor het eerst ook golfdata ingewonnen op de meetlocaties Domburger Passen en Brouwershavense Gat 2.

In vergelijking met de voorgaande verslagperiode is de karakteristiek “gemiddelde golfhoogte H_{m0} ” in deze huidige verslagperiode, op 6 golfmeetlocaties iets hoger (2-15%) en op 7 golfmeetlocaties iets lager (3-20%), zie figuur 3.5. Dit is niet geheel in lijn der verwachting, omdat in de dataset van het huidige meetseizoen de winter zwaarder mee telt, waardoor je voor deze huidige verslagperiode een hogere H_{m0} zou verwacht. Dit zou verklaard kunnen worden doordat er een mildere winter(s) in de huidige

verslagperiode aanwezig was of door de verschillende registratiedichtheden op de meetlocaties.



Figuur 3.5: Vergelijking gemiddelde golfhoogte H_{m0} huidige en vorige verslagperiode.

3.5 Conclusies

Op basis van de beschikbare golfdata uit de verslagperiode januari 2003 tot mei 2006 kan het volgende worden geconcludeerd:

- Bij meetlocatie Schouwenbank is op 25 juli 2005 de non-directional waverider vervangen door een directional waverider, waardoor voor deze meetlocatie vanaf dit tijdstip ook golfrichtinginformatie aanwezig zou moeten zijn. Deze heeft vrij slecht gefunctioneerd (zie tabel 3.2).
- Over het algemeen hebben de golfmeetinstrumenten in de huidige verslagperiode beter gefunctioneerd in vergelijking met vorige verslagperiode.
- Meetlocatie Brouwershavense Gat 2 toont in 2004 een langdurige onderbreking (april t/m november 2004) en heeft in 2004 een registratiedichtheid van 32%, de overige jaren is de registratiedichtheid hoog (> 94%). Verder onderzoek laat zien dat alle meetinstrumenten op deze meetlocatie in de periode april 2004 t/m november 2004 niet hebben gefunctioneerd. De oorzaak van deze onderbreking is tot op heden onduidelijk.
- De grootste golfhoogte H_{m0} is bij Schouwenbank gemeten (5.15 m) en vond plaats op 8 februari 2004 16:30 (zie ook hoofdstuk 6).
- Hoe groter de afstand van de meetlocatie tot de zee hoe lager de golfhoogte H_{m0} en golfperiodes T_{m02} en $T_{m-1,0}$.
- Voor ongeveer 90% van de tijd komen de golven bij golfmeetlocatie Cadzand uit de richtingssector $270^{\circ}\text{N} - 360^{\circ}\text{N}$. Golven uit het oosten tot zuidwesten komen niet voor bij deze meetlocatie.
- Er zijn nog uitschieters in de datasets aanwezig. Validatie van de datasets vóór gebruik van de data wordt aanbevolen om tot een betrouwbaardere dataset te komen.

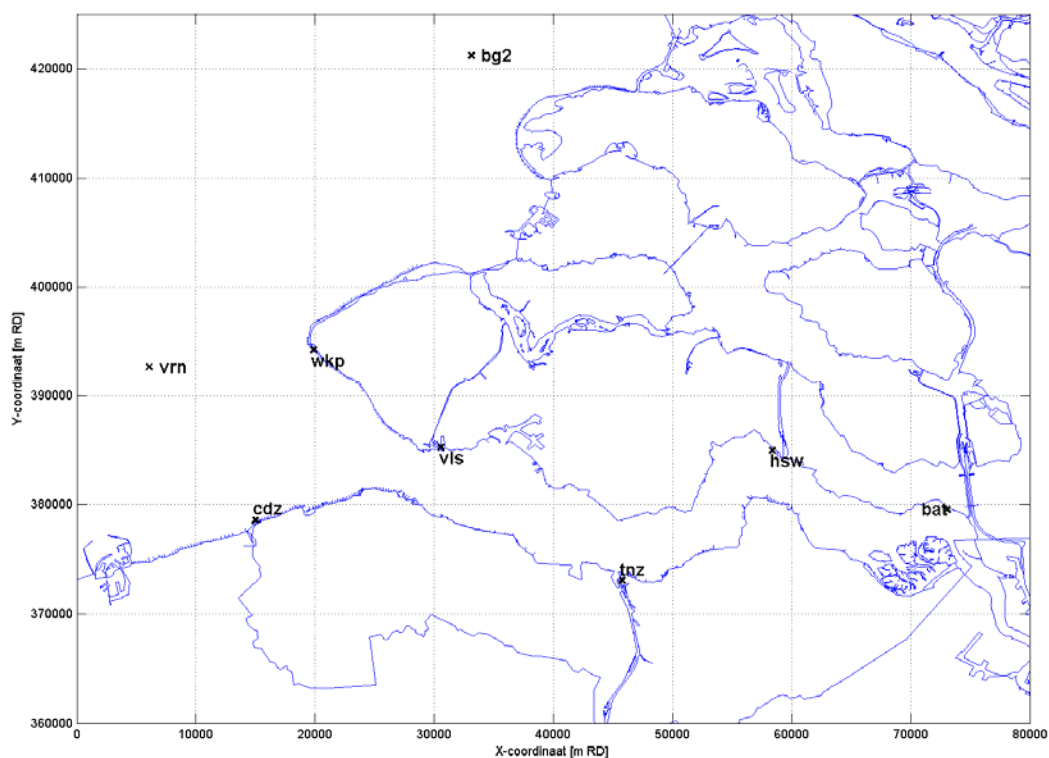
4 WATERSTANDMETINGEN

4.1 Inleiding

Op acht plaatsen in de Westerschelde en de Noordzee zijn waterstandmetingen uitgevoerd. Deze acht locaties zijn:

Bath (BAT)
Hansweert (HSW)
Terneuzen (TNZ)
Vlissingen (VLS)
Cadzand (CDZ)
Westkapelle (WKP)
Vlakte van de Raan (VRN)
Brouwershavense Gat 2 (BG2)

Deze meetlocaties zijn weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1: Waterstandmeetlocaties.

Van de waterstandmetingen is 1 type bestand beschikbaar gesteld door HMCZ, namelijk de WTr2-bestanden. De metingen beslaan de periode januari 2003 t/m mei 2006.

Deze bestanden bevatten, met een tijdstap van 10 minuten, de gemeten waterstand t.o.v. NAP. De opbouw van deze WTr2-bestanden is te vinden in appendix 2.4.4.

Er is in dit rapport tevens gebruik gemaakt van extra databestanden ontvangen van RWS RIKZ, te weten .ADOBS- bestanden. In deze bestanden is de berekende

astronomische waterstand gegeven. De stapgrootte in deze bestanden is ook 10 minuten.

Het verschil tussen de gemeten waterstand en de astronomische waterstand wordt de rechte opzet van de waterstand genoemd. Met behulp van bovenstaande bestanden is deze, met een interval van 10 minuten, te berekenen.

4.2 Verslagperiode en registratiedichtheid

De verslagperiode van de acht locaties (BAT, HSW, TNZ, VLS, CDZ, WKP, VRN, BG2) loopt van januari 2003 t/m mei 2006. De beschikbaarheid van de meetdata wordt getoond in appendix 4.1

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de beschikbaarheid in de vorm van registratiedichtheid per jaar per waterstandmeetlocatie.

Registratiedichtheid per waterstandmeetlocatie					
Locatie	2003	2004	2005	2006	Overall
BAT	99%	99%	99%	100%	99%
HSW	99%	100%	99%	99%	99%
TNZ	99%	100%	99%	99%	99%
VLS	99%	99%	94%	99%	98%
CDZ	99%	99%	99%	99%	99%
WKP	99%	96%	99%	97%	98%
VRN	94%	86%	99%	93%	93%
BG2	99%	32%	92%	100%	77%

Tabel 4.1: Registratiedichtheid per waterstandmeetlocatie.

De registratiedichtheden van de waterstandmeetlocaties variëren tussen de 86% en 100% per jaar met uitzondering van Brouwershavense Gat 2 (32% - 100%). De momenten dat er geen waterstandregistratie heeft plaatsgevonden zijn voor de acht locaties grotendeels verschillend.

De locaties Bath, Hansweert, Terneuzen en Cadzand scoren erg goed met registratiedichtheden van 99% en 100%. De twee locaties Vlissingen en Westkapelle scoren met percentages van 94% en hoger ook nog goed. Voor de locatie Vlake van de Raan varieert de registratiedichtheid tussen de 86% en 99%. Brouwershavense Gat 2 heeft in 2004 een registratiedichtheid van 32% (april t/m november ontbreekt), de overige jaren scoren 99%. Op deze locatie ontbreken voor de periode april 2004 t/m november 2004 ook de golfmetingen (GHR) en windmetingen. Alle meetinstrumenten op deze meetlocatie hebben dus in deze periode niet gewerkt.

4.3 Waterstandkarakteristieken

Als waterstandkarakteristieken van de waterstandmetingen zijn per waterstandmeetlocatie de volgende waarden bepaald:

- Het minimum en maximum van de drie waterstandparameters.
- Het gemiddelde van de gemeten waterstandhoogte.
- De waarden van de rechte opzet van de waterstand met een overschrijdingskans van 0,1%, 1%, 5%, 10%, 50%, 90 %, 95 %, 99% en 99,9%.

Voor de gemeten waterhoogte en de astronomisch verwachte waterstand zijn de resultaten getoond in tabel 4.2, voor de rechte opzet van de waterstand in tabel 4.3.

Locatie	Gemeten waterstand t.o.v. NAP [m]			Astronomisch verwachte waterstand t.o.v. NAP [m]	
	Gem	Min	max	min	max
BAT	0,15	-3,03	4,45	-2,95	3,60
HSW	0,10	-2,89	3,95	-2,83	3,11
TNZ	0,07	-2,80	3,77	-2,68	3,08
VLS	0	-2,64	3,38	-2,55	2,83
CDZ	-0,03	-2,68	3,17	-2,52	2,80
WKP	-0,02	-2,39	3,13	-2,20	2,61
VRN	-0,04	-2,44	2,96	-2,28	2,47
BG2	-0,03	-1,93	2,74	-1,51	1,94

Tabel 4.2: Karakteristieken van de gemeten waterstand en de astronomisch verwachte waterstand.

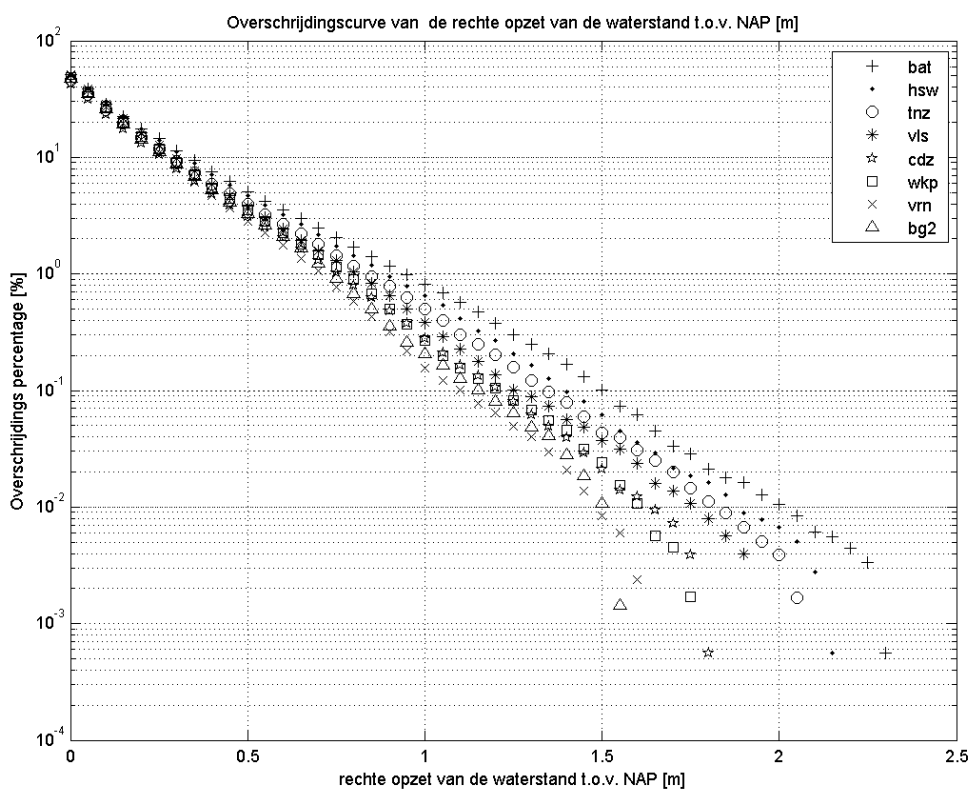
In tabel 4.2 is goed te zien dat de gemeten getijslag kleiner is op de zeelocaties dan op de locaties op de Westerschelde. Tevens is te zien dat de astronomisch verwachte waterstand lager is op de zeelocaties dan op de locaties op de Westerschelde. Dit wordt veroorzaakt doordat de lengte van de Westerschelde in de buurt komt van een kwart golflengte van de getijgolf. Hierdoor zal resonantie of opslingering van de waterstand optreden, dit wordt ook wel “bekken effect” genoemd.

Rechte opzet van de waterstand [m]											
Locatie	Min	max	Overschrijdingsfrequentie								
			0,10%	1%	5%	10%	50%	90%	95%	99%	99,9%
BAT	-1,40	2,31	1,51	0,95	0,51	0,34	-0,02	-0,30	-0,40	-0,60	-0,86
HSW	-1,29	2,16	1,40	0,90	0,48	0,33	0	-0,28	-0,38	-0,57	-0,82
TNZ	-1,28	2,06	1,35	0,85	0,44	0,29	-0,02	-0,29	-0,38	-0,56	-0,80
VLS	-1,24	1,95	1,27	0,82	0,44	0,30	0	-0,25	-0,34	-0,51	-0,73
CDZ	-1,24	1,84	1,22	0,76	0,40	0,26	-0,03	-0,27	-0,35	-0,51	-0,72
WKP	-1,18	1,76	1,22	0,79	0,42	0,28	-0,01	-0,26	-0,34	-0,50	-0,70
VRN	-1,17	1,64	1,12	0,72	0,39	0,27	0	-0,23	-0,31	-0,46	-0,68
BG2	-1,13	1,56	1,16	0,74	0,41	0,27	-0,01	-0,27	-0,35	-0,50	-0,70

Tabel 4.3: Karakteristieken van de rechte opzet van de waterstand.

De hoge overschrijdingsfrequenties (> 90%) hebben betrekking op extreem lage waarden van de rechte opzet van de waterstanden (negatieve waarden worden veroorzaakt door afwaaiing). Een overschrijdingsfrequentie van 99,9% impliceert een onderschrijding van 0,1%. Zo is bijvoorbeeld voor de locatie Bath de kans dat de rechte opzet van de waterstand lager is dan -0,86 meter slechts 0,1% (dit komt gemiddeld 9 uur per jaar voor). Voor de meest op zee gelegen locatie, Brouwershavense Gat 2, is de rechte opzet van de waterstand gemiddeld 9 uur per jaar lager dan -0,70 meter.

Ter visualisering zijn in figuur 4.2 de overschrijdingscurven van de rechte opzet van de waterstand voor de diverse waterstandmeetlocaties weergegeven. Door de opslinging van de waterstand in het bekken, is de positieve op de Westerschelde over het algemeen hoger dan op zee. De volgorde van de hogere opzetten in figuur 4.2 komt inderdaad overeen met de volgorde van de afstand van de meetlocaties tot zee.

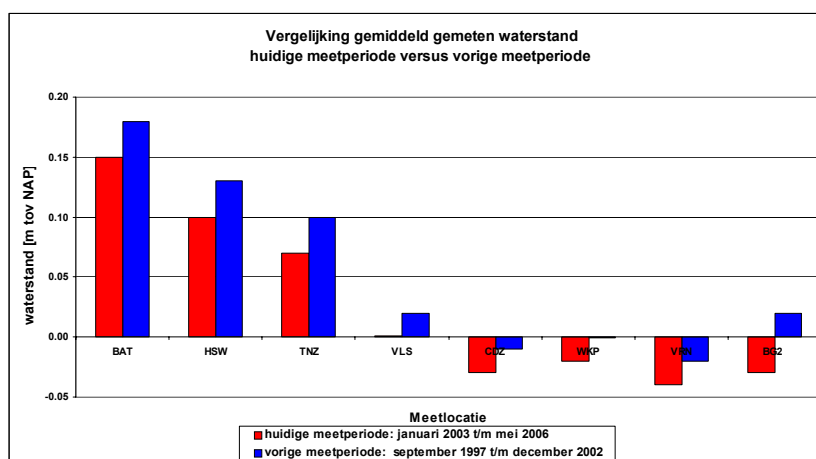


Figuur 4.2: Overschrijdingscurven van de rechte opzet van de waterstand op de waterstandmeetlocaties.

4.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002

In deze paragraaf wordt een vergelijking gemaakt tussen de waterstandmetingen van de voorgaande verslagperiode (september 1997 t/m december 2002) en de huidige verslagperiode (januari 2003 t/m mei 2006). Allereerst dient opgemerkt te worden dat beide verslagperiodes uit gebroken jaren bestaan, waardoor een eerlijke vergelijking wordt bemoeilijkt. Zo telt de voorgaande verslagperiode min of meer 5 winters en 5 zomers en telt de huidige verslagperiode ongeveer 4 winters en 3 zomers.

Bij een vergelijking tussen de waterstandmetingen van beide verslagperiodes valt op dat de gemiddeld gemeten waterstand voor alle 8 meetlocaties in de huidige verslagperiode enkele centimeters lager uitvalt (zie figuur 4.3). Ook bij een vergelijking van de rechte opzet van de waterstand blijkt dat deze in de vorige verslagperiode hoger was dan in de huidige verslagperiode.



Figuur 4.3: Vergelijking gemiddeld gemeten waterstand huidige en vorige verslagperiode.

4.5 Conclusies

- Bijna driekwart van de waterstandstations vertoont een registratiedichtheid van 99% of hoger. De laagste registratiedichtheid, 32%, heeft plaats gevonden in 2004 op de locatie Brouwershavense Gat 2.
- De hoogste en laagste waterstand wordt gemeten op de locatie Bath (BAT) en bedraagt respectievelijk 4,45 meter t.o.v. NAP en -3,03 meter t.o.v. NAP.
- Op de meest oostelijk gelegen meetlocatie (BAT) is de rechte opzet van de waterstand gemiddeld 9 uur per jaar lager dan -0,86 meter t.o.v. NAP en gemiddeld negen uur per jaar hoger dan 1,51 meter t.o.v. NAP.
- Op de meest op zee gelegen meetlocatie (BG2) is de rechte opzet van de waterstand gemiddeld 9 uur per jaar lager dan -0,70 meter t.o.v. NAP en gemiddeld negen uur per jaar hoger dan 1,16 meter t.o.v. NAP.

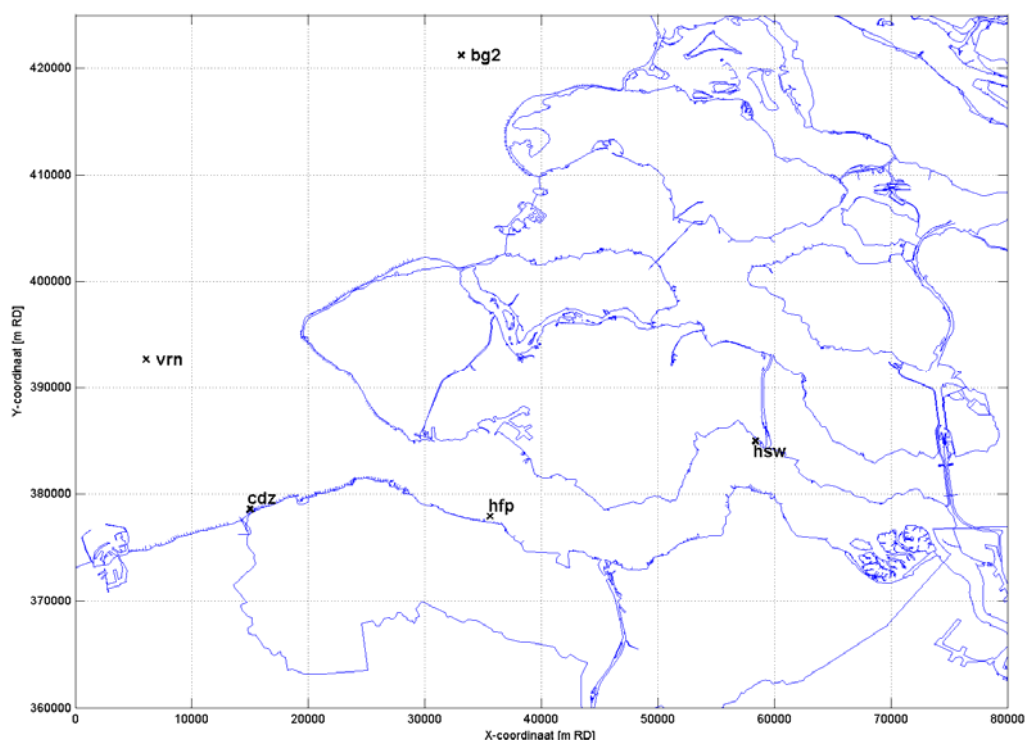
5 WINDMETINGEN

5.1 Inleiding

Op vijf plaatsen in de Westerschelde en op de Noordzee hebben windmetingen plaatsgevonden, te weten:

Hansweert (HSW)
Hoofdplaat (HFP)
Cadzand (CDZ)
Vlakte van de Raan (VRN)
Brouwershavense Gat 2 (BG2)

Deze meetlocaties zijn weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1: Windmeetlocaties.

De metingen beslaan de periode januari 2003 t/m mei 2006. Van de windmetingen is één type bestand beschikbaar gesteld door HMCZ, namelijk de WNr2-bestanden.

Deze databestanden bevatten, met een tijdstap van tien minuten, de windsnelheid, windrichting en windstootsnelheid. De windstootsnelheid is maximale waarde die de wind gedurende een korte tijd bereikt. Meestal gaat het om een periode van 3 seconden. Daarnaast bevatten de WNr2-bestanden nog een aantal afgeleide statistische grootheden. De tijdstap in dit type bestand is 10 minuten. De opbouw van de WNr2-bestanden is te vinden in appendix 2.4.4.

Voor de vijf locaties zijn zowel de snelheid als de richting 10-minuutsgemiddelden.

5.2 Verslagperiode en registratiedichtheid

De in dit rapport beschreven periode loopt van januari 2003 t/m mei 2006. De beschikbaarheid van de meetdata wordt getoond in appendix 5.1

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de beschikbaarheid in de vorm van registratiedichtheid per jaar per windmeetlocatie.

Registratiedichtheid per windmeetlocatie					
Locatie	2003	2004	2005	2006	Overall
HSW	99%	98%	99%	98%	98%
HFP	80%	44%	99%	83%	75%
CDZ	97%	99%	99%	99%	98%
VRN	95%	99%	92%	90%	95%
BG2	99%	32%	99%	99%	80%

Tabel 5.1: Registratiedichtheid per jaar per windmeetlocatie.

De registratiedichtheden van de windmeetlocaties variëren tussen de 75% en 99% per jaar met uitzondering van het jaar 2004 bij de locaties Brouwershavense Gat 2 en Hoofdplaat (32% - 44%). De momenten dat er geen windregistratie heeft plaatsgevonden zijn voor de vijf locaties grotendeels verschillend.

De locaties Hansweert, Cadzand en Vlakte van de Raan scoren relatief goed met registratiedichtheden van boven de 90%.

De locatie Brouwershavense Gat 2 heeft in 2004 een registratiedichtheid van 32% (april t/m november ontbreekt), de overige jaren scoren 99%. Op deze locatie ontbreken voor de periode april 2004 t/m november 2004 ook de golfmetingen (GHR) en waterstandmetingen. Alle meetinstrumenten op deze meetlocatie hebben dus in deze periode niet gewerkt.

De locatie Hoofdplaat vertoont twee gaten in de registratie, namelijk medio oktober 2003 t/m medio juli 2004 en driekwart van de maand mei 2006. Hierdoor varieert de registratiedichtheid in 2003, 2004 en 2006 tussen de 44% en 83%. Op deze locatie ontbreekt voor de periode medio oktober 2003 t/m medio juli 2004 ook de golfdata (GHR).

5.3 Windkarakteristieken

Als windkarakteristieken van de windmetingen, over de periode januari 2003 t/m mei 2006, zijn per windmeetlocatie de volgende waarden bepaald:

- Het maximum van de windsnelheid van de gehele verslagperiode.
- De waarden van de windsnelheid met een overschrijdingskans van 0,1%, 1%, 5%, 10%, 50% voor de windsnelheid over de gehele verslagperiode.

De resultaten zijn getoond in tabel 5.2.

Windsnelheid [m/s]							
Locatie	max [m]	gem [m]	Overschrijdingsfrequentie				
			0,10%	1%	5%	10%	50%
HSW	22,6	5,75	18,55	14,57	11,68	10,14	5,27
HFP	20,2	5,74	17,14	13,95	10,92	9,55	5,41
CDZ	24,5	6,38	20,08	16,58	12,90	11,07	5,78
VRN	28,5	7,61	21,33	17,14	14,12	12,63	7,30
BG2	26,1	7,64	21,27	16,94	14,08	12,67	7,34

Tabel 5.2: Karakteristieken van de windsnelheid.

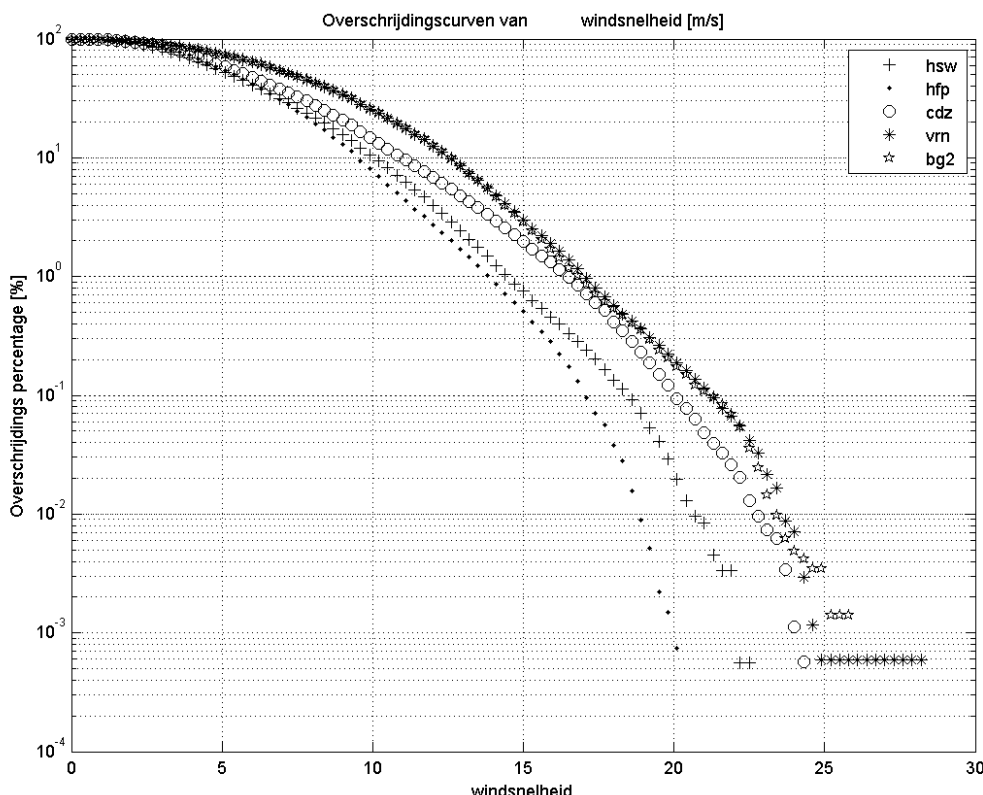
Uit tabel 5.2 is af te lezen dat de windsnelheden op zee (BG2, VRN) hoger zijn dan die op de Westerschelde. Cadzand bevindt zich op de zeewaartse rand van de Westerschelde en heeft logischerwijs hogere windsnelheden dan de locaties meer landinwaarts.

Het maximum van Brouwershavense Gat 2 (26,1 m/s gemeten op 22 december 2003 om 03:50) is onrealistisch, want 10 minuten eerder is de waarde van de windsnelheid 12,9 m/s en 10 minuten later 11,7 m/s. Ook de op één na hoogste waarde op deze locatie (26,0 m/s gemeten op 21 december 2003 om 09:40) lijkt onrealistisch te zijn, daar 10 minuten eerder een waarde van 15,5 m/s en 10 minuten later een waarde van 17,3 m/s is gemeten.

Het maximum van meetlocatie Vlakte van de Raan (28,5 m/s gemeten op 8 februari 2004 om 07:50) is ook onrealistisch, 10 minuten eerder is de waarde van de windsnelheid 22,6 m/s en 10 minuten later 17,5 m/s. De op één na hoogste waarde op de locatie (24,8 m/s gemeten op 23 juni 2004 om 20:00) lijkt wel realistisch, want 10 minuten eerder is de waarde van de windsnelheid 24,2 m/s en 10 minuten later 22,9 m/s.

Meer validatie wordt aanbevolen om tot een betrouwbare dataset te komen.

Ter visualisering zijn in figuur 5.2 de overschrijdingscurven van de windsnelheid op de verschillende windmeetlocaties weergegeven.



Figuur 5.2: Overschrijdingscurven van de windsnelheid op de windmeetlocaties.

Informatie over de windsnelheid versus de windrichting is te vinden in appendix 5.2 en appendix 5.3. In appendix 5.2 is voor elk van de vijf windmeetlocaties de windroos gegeven. Appendix 5.3 toont een draaitabel voor de locatie Vlake van de Raan.

Uit appendix 5.2 blijkt dat de wind voornamelijk uit de zuidwestelijke sectoren komt ($180^\circ - 270^\circ$). Wind uit de sector oost-zuidoost ($90^\circ - 135^\circ$) blijkt minder vaak voor te komen.

Uit de draaitabel voor de Vlake van de Raan (appendix 5.3) blijkt onder andere het volgende:

- Voor 5,11% van de waarnemingen is de windrichting onbekend.
- De helft van de tijd is de windsnelheid hoger dan 7,5 m/s.
- 35% van de tijd komt de wind uit de zuidwestelijke sectoren ($180^\circ\text{N} - 270^\circ\text{N}$).
- De hoogste windsnelheid komt uit de sector $225^\circ\text{N} - 315^\circ\text{N}$.
- Wind uit de sector $90^\circ\text{N} - 135^\circ\text{N}$ blijkt weinig voor te komen en tevens zijn de windsnelheden uit deze sector laag.

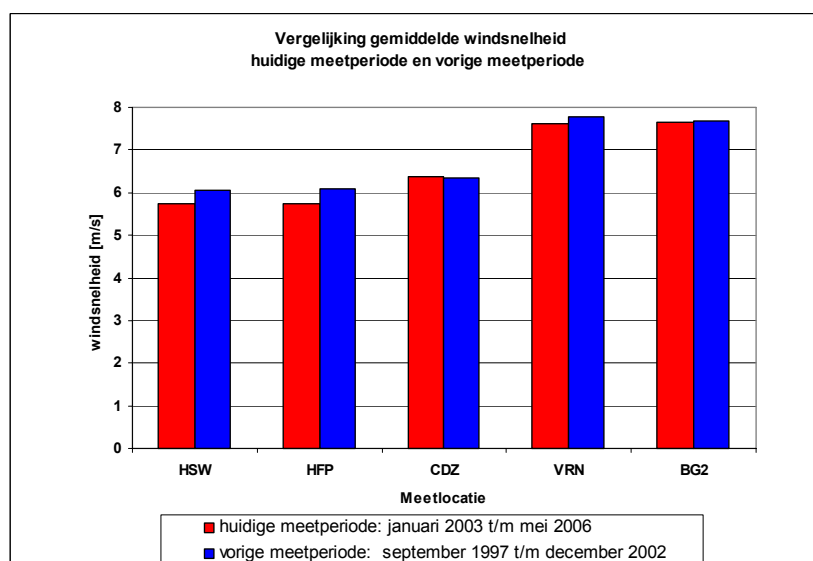
Tot slot is voor de locaties Hansweert (appendix 5.4) en Vlake van de Raan (appendix 5.5) de gehele tijdserie van de windsnelheid en windrichting voor de periode 2003-2006 gegeven. De Vlake van de Raan toont logischerwijs hogere windsnelheden dan Hansweert.

5.4 Vergelijking met metingen september 1997 t/m december 2002

In deze paragraaf wordt een vergelijking gemaakt tussen de windgegevens van de voorgaande verslagperiode (september 1997 t/m december 2002) en de huidige verslagperiode (januari 2003 t/m mei 2006). Allereerst dient opgemerkt te worden dat beide verslagperiodes uit gebroken jaren bestaan, waardoor een eerlijke vergelijking wordt bemoeilijkt. Zo telt de voorgaande verslagperiode min of meer 5 winters en 5 zomers en telt de huidige verslagperiode ongeveer 4 winters en 3 zomers.

De vergelijking met de overschrijdingscurven van de windsnelheid op de verschillende windmeetlocaties laat zien dat in de huidige verslagperiode veel meer variatie op de verschillende locaties waarneembaar is. Zo varieert bijvoorbeeld de overschrijdingsfrequentie van 10% voor de verschillende locaties in de voorgaande verslagperiode tussen de 10,25 en 12,75 m/s. In de huidige verslagperiode varieert deze overschrijdingsfrequentie tussen de 9,55 en 12,67 m/s.

Over het algemeen valt te stellen dat de windsnelheden in de periode 1997-2002 iets hoger zijn geweest dan in de periode 2003-2006, zie ook figuur 5.3. De locatie Cadzand Kust vormt hierop echter een uitzondering.



Figuur 5.3: Vergelijking gemiddelde windsnelheid huidige en vorige verslagperiode.

5.5 Conclusies

Op basis van de beschikbare winddata uit de periode januari 2003 t/m mei 2006 en de vergelijking met de gegevens van de voorgaande verslagperiode kan het volgende worden geconcludeerd:

- De registratiedichtheid van de windmetingen varieert tussen de 32% en 99%.
- De hoge maximale windsnelheden bij Brouwershavense Gat 2 (26,1 m/s) en de Vlake van de Raan (28,5 m/s) lijken onrealistisch en zijn wellicht meetfouten. Meer validatie wordt aanbevolen om tot een betrouwbare dataset te komen.

- De windmeetlocaties op zee geven hogere windsnelheden dan de windmeetlocaties op de Westerschelde.
- Op de windmeetlocatie Vlake van de Raan is de helft van de tijd de windsnelheid hoger dan 7,5 m/s.
- Voor alle windmeetlocaties geldt dat de meeste wind uit de zuidwestelijke sectoren komt (180°N - 270°N). Wind uit de sector oost-zuidoost (90°N - 135°N) komt minder vaak voor.
- De gemiddelde windsnelheden in de voorgaande verslagperiode zijn over het algemeen iets hoger dan in de huidige verslagperiode.

6 STORMMAGTIGE PERIODEN

6.1 Inleiding

Om de betrouwbaarheid van het golfmodel SWAN voor golfcondities te kunnen kwantificeren worden storm(achtige) perioden met harde wind en hoge waterstanden nagerekend (hindcasting). De combinatie van goede beschikbaarheid van meetdata, harde wind en hoge waterstand levert de stormachtige perioden voor hindcasting met het SWAN golfmodel.

In overleg met Rijkswaterstaat RIZK zijn voor de verslagperiode januari 2003 t/m 31 mei 2006 drie stormachtige perioden met hoge windsnelheden, waterstanden en golfhoogten geselecteerd, te weten:

- | | | | | | |
|----|-------------|------|---|-------------|------|
| 1) | 20 december | 2003 | – | 23 december | 2003 |
| 2) | 6 februari | 2004 | – | 10 februari | 2004 |
| 3) | 12 februari | 2005 | – | 16 februari | 2005 |

In dit hoofdstuk worden deze drie geselecteerde perioden nader bekeken. Gekozen is om van deze perioden het verloop van de volgende parameters te presenteren:

- Golfhoogte H_{m0} bij Schouwenbank, Scheur West, Wielingen, Hansweert en Bath.
- Gemeten waterstand, astronomische getij en de rechte opzet bij Vlissingen.
- Windsnelheid en windrichting bij Vlake van de Raan.
- Enkele spectra van de meetlocaties Schouwenbank, Scheur West, Deurloo, Cadzand diep, Cadzand Kust, Westerschelde Container Terminal, Hoofdplaat, Hansweert en Bath

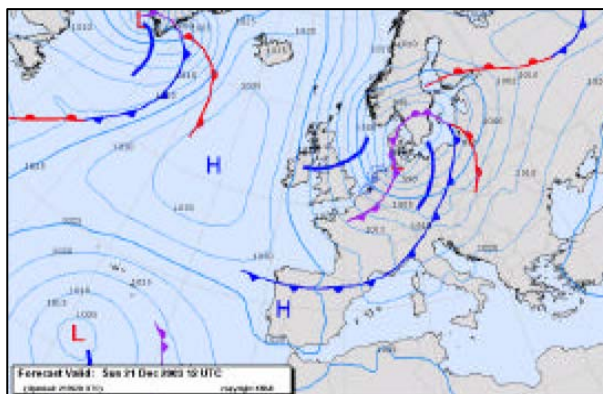
Daarnaast is in appendix 6.1 en 6.2 voor de 3 geselecteerde perioden de beschikbaarheid van de golfdata aangegeven.

6.2 20 december 2003 – 23 december 2003

6.2.1 Algemeen

De Stormvloedwaarschuwingdienst - afgekort SVSD - heeft in nauwe samenwerking met het KNMI het volgende over de periode geschreven [ref 2]:

Een actief lagedrukgebied trok uitdiepend over de Noordzee naar het zuidoosten richting noord Duitsland. Zondagmorgen 21 december 2003 rond 8 uur trok het koufront van de depressie over de Nederlandse westkust naar het oosten, waarna de wind langs de kust ruimde naar het noordwesten. Op zondagmorgen stond er langs de hele kust een stormachtige noordwestenwind (8 – 9 Bft).



Figuur 6.1: Weerkaart 21 December 2003 (Bron: lit 2)

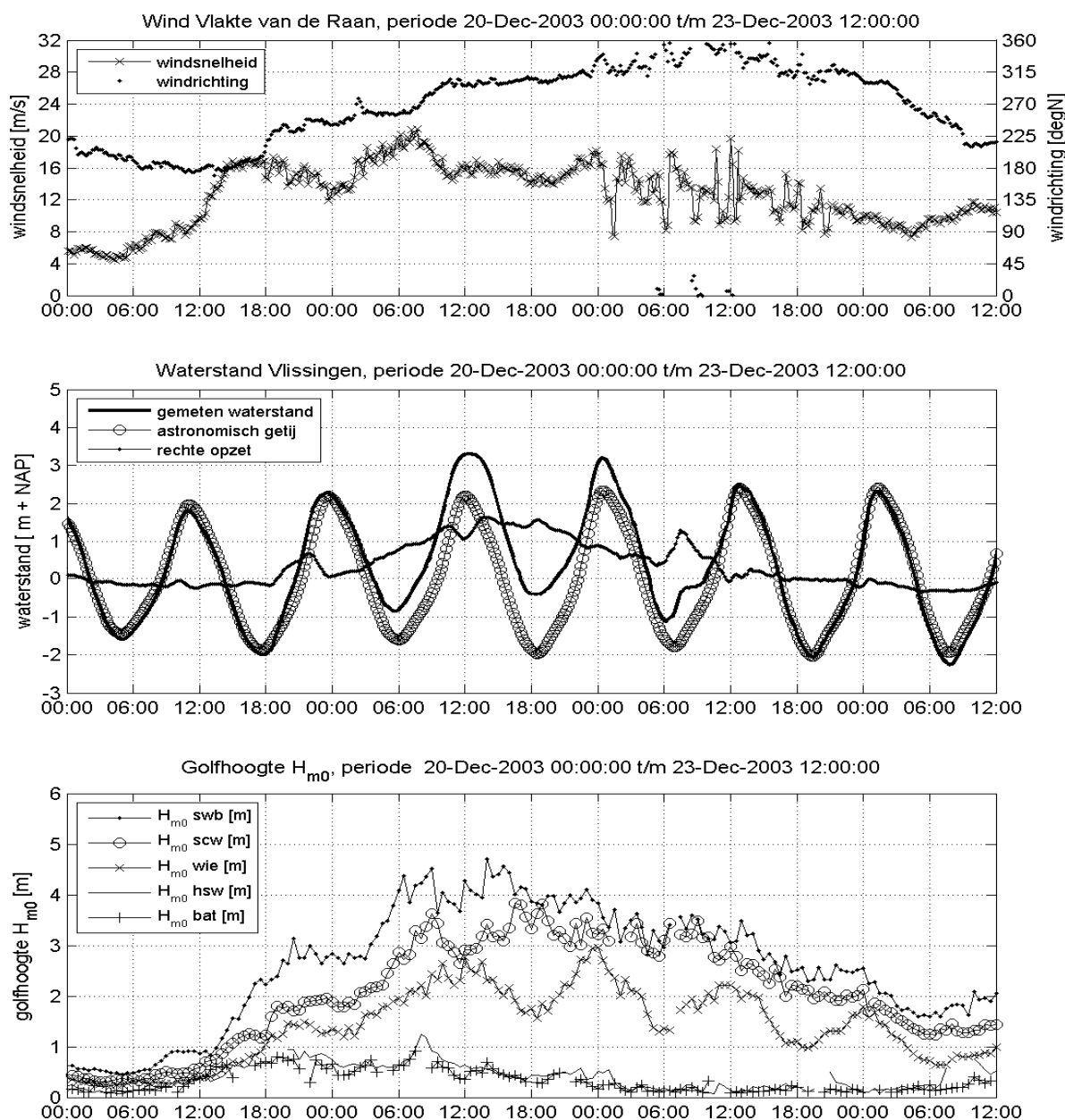
Op de Noordzee ten noorden van de Waddenzee stond zelfs enige tijd een zeer zware noord-noordwesterstorm (11 Bft). In de loop van zondag nam de wind langzaam af en ruimde in de loop van de avond verder naar het noorden. Met de noord-noordwestelijke stroming werd zeer koude polaire lucht aangevoerd, waarin regen-, hagel- en natte sneeuwbuien tot ontwikkeling kwamen. In de loop van maandagmorgen nam de wind af tot een harde wind (7 Bft). De (noord)westerstorm veroorzaakte grote verhogingen van de waterstanden langs de kust. Tijdens de verschillende hoogwaters trad er een verhoging op van 110 cm (bij Vlissingen) tot 176 cm (bij Harlingen). Tijdens de passage van de stormvloed zijn de stormvloedkeringen in de Oosterschelde en in de Hollandse IJssel gesloten geweest. In nauwe samenwerking met het KNMI, het Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ) en het Hydro Meteo Centrum Rijnmond (HMR) heeft de SVSD (voor)waarschuwingen gegeven voor de hoogwaters in alle sectoren.

Volgens de classificatie van stormvloeden valt deze storm in de categorie lage stormvloeden. Een waterstand zoals bij Hoek van Holland is opgetreden komt gemiddeld ongeveer 3 maal per 10 jaar voor.

6.2.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties

In de figuur 6.2 zijn tijdseries van wind, waterstand en golven van de periode 20 december t/m 23 december 2003 gepresenteerd.

De windcondities betreffen de 10-minuutsgemiddelde windsnelheden en windrichtingen gemeten bij de Vlakte Van de Raan. De waterstandcondities betreffen de gemeten waterstanden, het astronomische getij en de rechte opzet bij Vlissingen. De golfcondities betreffen de gemeten golfhoogte H_{m0} bij Schouwenbank, Scheur West, Wielingen, Hansweert en Bath.



Figuur 6.2: Tijdsreeksen van de wind-, waterstandmetingen en de golfparameter H_{m0} voor de perioden 20-12-2003 tot 23-12-2003 12:00

In Figuur 6.2 is het volgende te zien:

Wind

De wind komt op 20 december 2003 om 12:00 uit het zuiden en de bijhorende windsnelheid bedraagt ongeveer 10 m/s. De wind blijft tot ongeveer 17:00 uit het zuiden komen maar de windsnelheid neemt snel toe tot harde wind (17 m/s). Vervolgens ruimt de wind langzaam (in 1 dag) tot noordwestenwind. Op 21 december neemt de wind van krachtige wind toe tot stormachtige wind en neemt daarna vrij snel weer af tot harde wind die de hele dag blijft staan. Op 21 december om 7:40 is de maximale windsnelheid van 20,9 m/s in deze periode gemeten. Op 22 december is te zien dat de windsnelheid en

windrichting veel fluctueert. Dit kan het gevolg zijn van wind vlagen of het slecht functioneren van de windmeetapparatuur.

Waterstand

Gedurende de eerste en laatste dag van deze periode volgt de waterstand het astronomische getij. Daartussen is duidelijk sprake van een waterstandverhoging. De maximale rechte opzet is circa 1,5 m. De waterstand gemeten bij Vlissingen is maximaal tijdens het hoogwater rond 12:30 uur op 21 december en bedraagt dan NAP +3,31m, op dit tijdstip is de rechte opzet 122 cm. Het astronomisch hoogwater vindt een half uur eerder plaats om 12:00 uur en bedraagt NAP+2,21m, de rechte opzet is hier 108 cm waardoor de waterstand uitkomt op NAP+3,29m.

Golven

De registratiedichtheid van de golfmetingen in deze periode is voor alle golfmeetlocaties weergegeven in Appendix 6.1. Hieruit blijkt dat over het algemeen de golfmeetinstrumenten in deze periode goed hebben gefunctioneerd. Helaas zijn Hoofdplaat diep en Cadzand kust een uitzondering hierop. Hoofdplaat heeft deze gehele periode niet gefunctioneerd en Cadzand Kust heeft alleen vanaf 22 december gefunctioneerd, de reden hiervoor is onbekend. Daarnaast zijn relatief veel haperingen te zien bij de meetlocaties HF1, HS1, BAT, en BA1 maar dit heeft te maken met droogval (zie combinatie waterstand gemeten bij Bath en registratiedichtheid in appendix 6.1)

Parameterverloop

In figuur 6.2 is te zien dat de golfhoogte H_{m0} vanaf 20 december 12:00 (bij de snelle toename van de windsnelheid) op alle meetlocaties toeneemt. De meest zeewaartse locatie Schouwenbank vertoont logischerwijs ook de hoogste golven. Door golfbreking op de buitendelta neemt de golfhoogte sterk af en een verdere afname is te zien naarmate de meetlocatie meer op de Westerschelde ligt. In deze periode is de maximale golfhoogte H_{m0} gemeten bij Schouwenbank is 4,7 m (21 december 14:00), bij Wielingen bedraagt deze 3 m (21 december 24:00) en bij de meest landinwaartse meetlocatie Bath is deze 0,91m (21 december 7:30).

In het golfhoogte verloop gemeten bij Scheur West en vooral bij Wielingen zijn de hoog- en laagwaters duidelijk te herkennen. Dit is minder zichtbaar bij de golfhoogten gemeten bij Hansweert en Bath, wat te verklaren is vanuit de geografische ligging van deze locaties (zie figuur 2.1).

Golfspectra

In appendices 6.3 en 6.4 zijn voor de periode 21 december 9:00 t/m 21 december 24:00 om de drie uur de energiedichtheidspectra voor 9 golfmeetlocaties weergegeven (Schouwenbank, Scheur West, Deurloo, Wielingen, Cadzand, Westerschelde Container terminal, Hoofdplaat, Hansweert en Bath). Hierbij zijn de energiedichtheidspectra van de eerste 5 meetlocaties (meest zeewaarts gelegen) in de bovenste figuren getoond. Vervolgens zijn onder deze figuren de energiedichtheidspectra van de meer landinwaartse meetlocaties gepresenteerd. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de twee verschillende energieschalen. De energieschaal van de figuren met de landinwaartse meetlocaties is een fractie van de energieschaal van de figuren met de zeewaartse meetlocaties, omdat de hoeveelheid energie van de landinwaartse meetlocaties ook een fractie is van de hoeveelheid energie van de zeewaartse meetlocaties.

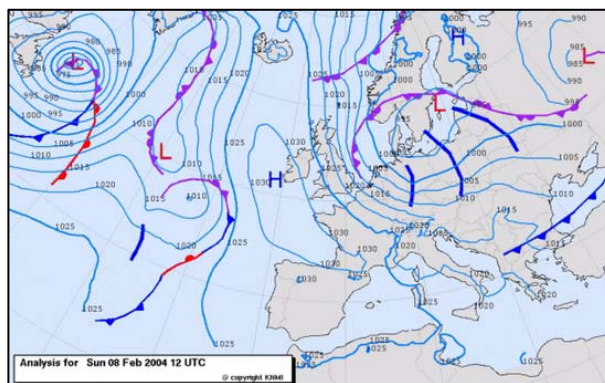
De energiedichtheidspectra van de meetlocaties Schouwenbank, Scheur West en Deurloo hebben dezelfde vorm en de pieken liggen rond de 10 seconden rond de top van de storm. Door golfbreking op de buitendelta vindt energiedissipatie plaats bij Scheur West en Deurloo, waardoor de golfenergie bij de piekfrequentie ongeveer 40% lager ligt dan de golfenergie bij de piekfrequentie gemeten bij Schouwenbank. Naast de verdere afname van golfenergie bij de meer landinwaartse golfmeetlocaties is ook een verschuiving van de piek naar hogere frequenties te zien. Dit heeft te maken met golfbreking en waarschijnlijk het refracteren van vooral de langere Noordzee golven (voelen eerder de bodem) naar de geulwanden waardoor deze minder ver de Westerschelde kunnen binnendringen. Er is duidelijk te zien dat bij de meetlocaties Bath en Hansweert de meeste energie in het hoogfrequente gedeelte ligt wat duidt op de aanwezigheid van voornamelijk windgolven.

6.3 6 februari 2004 – 10 februari 2004

6.3.1 Algemeen

De Stormvloedwaarschuwingsdienst - afgekort SVSD - heeft in nauwe samenwerking met het KNMI het volgende over de periode geschreven [ref 3]:

Een zeer actief lage drukgebied met een kerndruk van 985 hPa lag zaterdagmiddag 7 februari tussen de Faeröer en Noorwegen en trok langzaam naar zuidoost-Zweden om daar zondagmiddag aan te komen. Een randstoring trok in diezelfde periode over Schotland en de Noordzee in de richting van zuid-Denemarken. Ten westen van Engeland bouwde zich een hoge drukgebied op. Hierdoor ontstond een langgerekt windveld over de gehele Noordzee. Rond 7 uur zondagmorgen was de wind over de gehele Noordzee geruimd naar het noordwesten. Er stond een windveld met een vlagerig karakter. De windsterkte was 8 – 9 Bft. In de loop van zondagavond nam de wind, beginnend vanaf de zuidelijke Noordzee, af tot een harde wind. Tijdens buien kwamen er zeer zware windstoten voor.



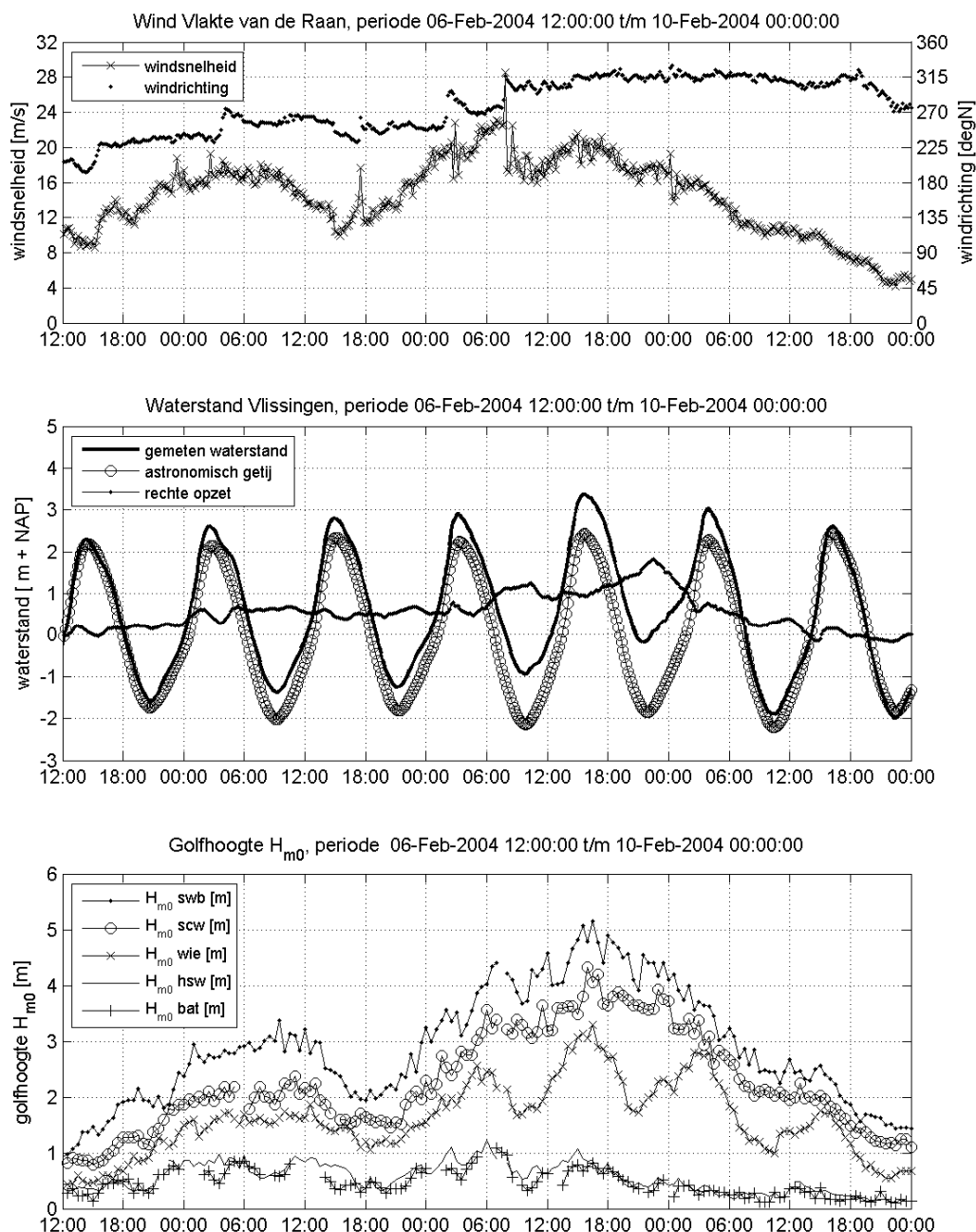
Figuur 6.3: Weerkaart 8 februari 2004 (Bron: lit 3).

De noordwesterstorm veroorzaakte vanwege de combinatie met springtij vrij hoge waterstanden langs de gehele kust. Tijdens de verschillende hoogwaters traden er verhogingen op van 94 cm (bij Vlissingen) tot 177 cm (bij Delfzijl). Tijdens de passage van de stormvloed zijn de stormvloedkeringen in de Oosterschelde en in de Hollandse IJssel gesloten geweest. De stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg (Maeslantkering) is niet gesloten geweest. In nauwe samenwerking met het KNMI, het Hydro Meteo Centrum Zeeland, en het Hydro Meteo Centrum Rijnmond (HMR) heeft de SVSD waarschuwingen gegeven voor de hoogwaters in alle sectoren.

Volgens de classificatie van stormvloeden (zie getijtafels van Nederland 2004 tabel VIII t/m XI) valt deze stormvloed in de categorie lage stormvloeden. De waterstand die bij IJmuiden is opgetreden komt gemiddeld 1 keer per 5 jaar voor.

6.3.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties

In de figuur 6.4 zijn tijdseries van wind, waterstand en golven van de periode 6 februari 12:00 tot 10 februari 2004 gepresenteerd.



Figuur 6.4: Tijdseries van de wind-, waterstandmetingen en golfparameter H_{m0} voor de periode 6-2-2004 12:00 tot 10-2-2004.

De windcondities betreffen de 10-minuutsgemiddelde windsnelheden en windrichtingen gemeten bij de Vlakte Van de Raan. De waterstandcondities betreffen de gemeten waterstanden, het astronomische getij en de rechte opzet bij Vlissingen. De golfcondities betreffen de gemeten golfhoogte H_{m0} bij Schouwenbank, Scheur West, Wielingen, Hansweert en Bath.

In figuur 6.4 is het volgende te zien:

Wind

De wind draait van zuidwest ($\pm 225^\circ\text{N}$) naar noordwest ($\pm 315^\circ\text{N}$). Bij $\pm 270^\circ\text{N}$ heeft de wind de maximale snelheid van 23,1 m/s bereikt (storm).

De maximale gemeten windsnelheid bedraagt 28,5 m/s, maar betreft waarschijnlijk een meetfout. Bij deze maximale windsnelheid draait de wind ook plotseling van 270°N naar 315°N .

De windsnelheid neemt na het bereiken van 23,1 m/s geleidelijk af tot 4 m/s, hierbij blijft de windrichting min of meer constant uit het noordwesten (315°N).

Waterstand

Gedurende het begin en eind van deze stormachtige periode volgt de waterstand min of meer het astronomische getij. Tijdens de hoge windsnelheden neemt de rechte opzet toe tot bijna 2 meter (8 februari 2004, $\pm 22:00$) maar valt samen met laagwater en veroorzaakt dus geen extreme waterstand. De maximale waterstand van NAP+3,37m wordt bereikt tijdens het tweede hoogwater op 8 februari 2004 om 15:40 uur, de rechte opzet is op dit tijdstip 94 cm.

Golven

De registratiedichtheid van de golfmetingen in deze periode voor alle golfmeetlocaties is weergegeven in appendix 6.1. Hieruit blijkt dat over het algemeen de golfmeetinstrumenten in deze periode goed hebben gefunctioneerd. De locaties Hoofdplaat diep en Cadzand kust zijn hier een uitzondering op. Hoofdplaat heeft deze gehele periode niet gefunctioneerd en Cadzand Kust heeft alleen tot 8 februari 15:00 gefunctioneerd, de reden hiervoor is onbekend. Daarnaast zijn relatief veel haperingen te zien bij de meetlocaties HF1, HS1, BAT, en BA1 maar dit heeft te maken met droogval (zie combinatie waterstand gemeten bij Bath en registratiedichtheid in appendix 6.1)

Parameterverloop

Deze storm(achtige) periode bevat voor de locaties Wielingen ($H_{m0} = 3,30$ m) en Schouwenbank ($H_{m0} = 5,15$ m) de hoogst gemeten H_{m0} waarde over de gehele verslagperiode (januari 2003 – juni 2006).

De maximale golfhoogtes op alle in figuur 6.4 getoonde locaties vallen min of meer samen met het tijdstip van de hoogste waterstand in Vlissingen. De golfhoogte neemt geleidelijk af naarmate de meetlocatie meer landinwaarts ligt. Op de meest zeewaartse locatie bedraagt de maximale golfhoogte H_{m0} 5,15 m (Schouwenbank) en op de meest landinwaartse locatie bedraagt de maximale golfhoogte H_{m0} 1,08 m (Bath).

Golfspectra

Appendix 6.5 en 6.6 laten de golfspectra rond de piek van de golfhoogten zien op een negental locaties voor een zestal tijdstippen. De locaties zijn Schouwenbank, Scheur West, Deurloo, Wielingen, Cadzand, Westerschelde Container terminal, Hoofdplaat, Hansweert en Bath. Hierbij zijn de zeelocaties (de eerste 5) en de landinwaartse locaties (laatste 4) gegroepeerd. De locatie Hoofdplaat heeft echter in deze periode geen golfmetingen uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat de schaal van de figuur met de landinwaartse meetlocaties een fractie is van de schaal van de figuur met de zeewaartse meetlocaties. De tijdstippen zijn gekozen tussen 8 februari 2004 12:00:00 en 9 februari 2004 03:00:00, met een interval van 3 uur.

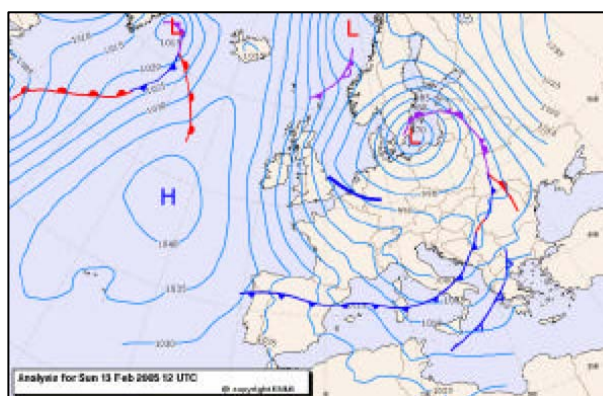
Het oppervlak onder de spectra is direct gerelateerd aan de golfhoogte. Zo heeft bijvoorbeeld het spectrum van Schouwenbank op 8 februari 2004 om 12:00 een hogere piek ($30 \text{ m}^2/\text{Hz}$) dan het spectrum 3 uur later (piek van $25 \text{ m}^2/\text{Hz}$). Dit tweede spectrum is echter breder dan het eerste en heeft ook een groter oppervlak, dit resulteert dan ook in een grotere golfhoogte rond dit tweede tijdstip.

6.4 12 februari 2005 – 16 februari 2005

6.4.1 Algemeen

De Stormvloedwaarschuwingdienst – afgekort SVSD – heeft in nauwe samenwerking met het KNMI het volgende over de periode geschreven [ref 4]:

Een depressie trok op zaterdag 12 februari van Schotland al uitdiepend over de Noordzee naar Denemarken. Zaterdag omstreeks 19:00 lag de depressie boven Denemarken; de kerndruk was inmiddels gedaald tot 970 hPa. Zaterdagmorgen ontstond er aan de zuidflank van de depressie, in de zuidelijke Noordzee, een klein stormveld. De windkracht in de zuidelijke Noordzee was stormachtig (8 Bft) uit zuidwestelijke richting. In de loop van zaterdagmorgen ruimde de wind naar het noordwesten en nam af tot een vrij krachtige wind (6 Bft). In de westflank van de depressie trok in de loop van zaterdag een trog over de Noordzee. Deze trog veroorzaakte tijdelijk een noordwesterstorm (8 á 9 Bft) op de zuidelijke Noordzee. Op de westflank van de depressie had zich inmiddels een omvangrijk stormveld ontwikkeld. Aanvankelijk was de verwachting dat dit stormveld op een groot deel van de Noordzee een zware noord-noordwesterstorm zou veroorzaken. Dit gebeurde echter niet. Het grootste deel van dit stormveld trok over de Britse eilanden richting Frankrijk. In de noordelijke stroming, die inmiddels op gang gekomen was, trokken verschillende troggen over de Noordzee. Deze troggen veroorzaakten in de loop van de avond en nacht van 13 en 14 februari een storm (8 á 9 Bft) op de Noordzee en langs de kust. In de loop van de nacht van 14 februari nam de wind af tot een harde wind uit noordelijke richting.



Figuur 6.5: Weerkaart 13 februari 2005 (Bron: lit 4).

De storm veroorzaakte langs de Nederlandse kust een flinke wateropzet. De hoogste opzet per station varieerde van 86 cm (bij Vlissingen) tot 116 cm (bij Harlingen). De relatief hoogste opzet is opgetreden bij Hoek van Holland (106 cm). Een opzet zoals bij Hoek van Holland is opgetreden komt gemiddeld ongeveer 1 maal per jaar voor. Doordat het twee dagen tevoren springtij was en de astronomische hoogwaterstanden dus nog vrij hoog waren, werden er met name in het zuidwestelijke kustgebied vrij hoge waterstanden bereikt. Tijdens de passage van de stormvloed is de stormvloedkering in de Hollandse IJssel gesloten geweest. De Oosterscheldekering, de Hartelkering en de Maeslantkering werden in staat van paraatheid gebracht, maar niet gesloten. In nauwe samenwerking met het KNMI en de Hydro meteo centra Zeeland en Rijnmond heeft de SVSD verschillende waarschuwingen en voorwaarschuwingen gegeven. Aanvankelijk was zaterdagmorgen de verwachting dat er zondagmiddag in de sectoren Schelde en West Holland zeer hoge waterstanden zouden optreden. Maar doordat het stormveld in de westflank van de depressie over de Britse eilanden trok in plaats van over de Noordzee werden de waterstanden in die sectoren uiteindelijk ongeveer 60 cm (bij Hoek van Holland) tot 90 cm (bij Vlissingen) lager dan zaterdagmorgen was verwacht.

Volgens de classificatie van stormvloeden (zie getijtafels van Nederland 2005 tabel VIII t/m XI) valt deze stormvloed in de categorie hoge vloeden. De hoogste waterstand zoals die bij Vlissingen is opgetreden komt gemiddeld 7 maal per 10 jaar voor.

6.4.2 Wind-, waterstand- en golfmetingen op de meetlocaties

In de figuur 6.6 zijn tijdseries van wind, waterstand en golven van de periode 12 februari tot 16 februari 2005 gepresenteerd.

De windcondities betreffen de 10-minuutsgemiddelde windsnelheden en windrichtingen gemeten bij de Vlakte Van de Raan. De waterstandcondities betreffen de gemeten waterstanden, het astronomische getij en de rechte opzet bij Vlissingen. De golfcondities betreffen de gemeten golfhoogte H_{m0} bij Schouwenbank, Scheur West, Wielingen, Hansweert en Bath.

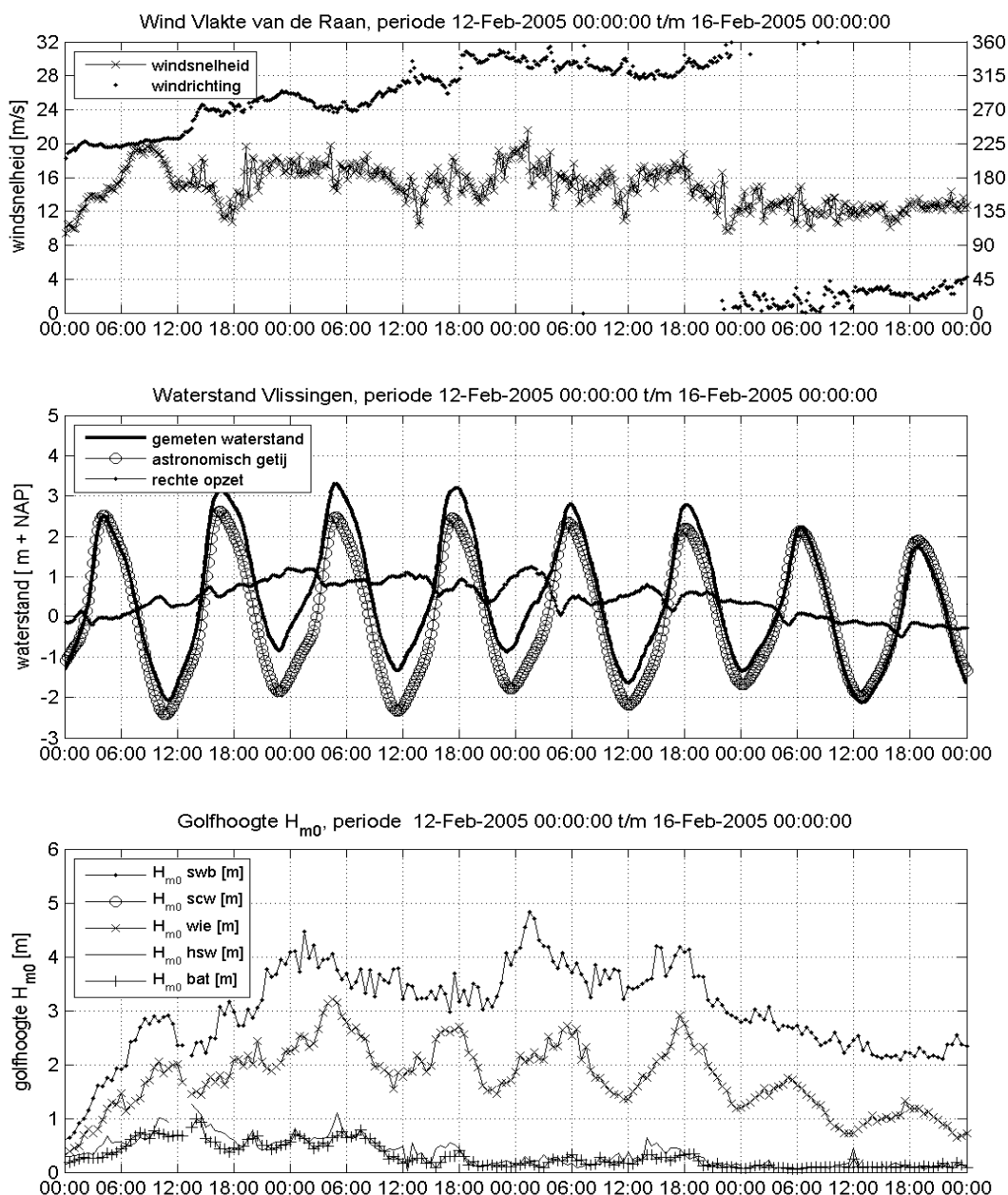
In figuur 6.6 is het volgende te zien:

Wind

Gedurende deze 4 dagen draait de wind gelijkmatig van zuidwest ($\pm 225^\circ\text{N}$) helemaal door naar noordoost ($\pm 45^\circ\text{N}$). De maximale windsnelheid ligt tussen de 18 en 20 m/s (stormachtige wind), met een uitschieter naar 21,6 m/s (storm) op 14 februari om 01:20. Als de wind van noord naar noordoost draait neemt de windsnelheid af tot circa 12 m/s (krachtige wind)

Waterstand

In het begin van deze 4-daagse periode neemt de rechte opzet bij Vlissingen toe als de wind van zuidwest naar noordwest draait. Als vervolgens de wind van noord naar noordoost draait neemt de rechte opzet af en wordt zelfs negatief doordat er sprake is van afwaaiing. De maximale rechte opzet bedraagt circa 1,2 meter en valt steeds samen met laagwater. De rechte opzet tijdens hoogwater is maximaal 80 à 100 cm. De maximale waterstand van NAP+3,31m wordt bereikt tijdens het eerste hoogwater op 13 februari 2005 om 4:50 uur, de rechte opzet is op dit tijdstip 83 cm.



Figuur 6.6: Tijdseries van de wind-, waterstandmetingen en golfparameter H_{m0} voor de periode 12-2-2005 12:00 tot 16-2-2005.

Golven

De registratiedichtheid van de golfmetingen in deze periode voor alle golfmeetlocaties is weergegeven in appendix 6.2. Hieruit blijkt dat over het algemeen de golfmeetinstrumenten in deze periode goed hebben gefunctioneerd, behalve op de locatie Scheur West, deze heeft de gehele periode niet gefunctioneerd. Daarnaast zijn relatief veel haperingen te zien bij de meetlocaties HF1, HSW, HS1 en BA1 maar dit heeft te maken met droogval (zie combinatie waterstand gemeten bij Bath en registratiedichtheid in appendix 6.2).

Parameterverloop

De maximale golfhoogtes op de locaties BAT, WIE en SWB treden op geheel verschillende tijden op:

- Bath: maximale $H_{m0} = 0,99$ m op 12 februari 2005 om 14:00
- Wielingen: maximale $H_{m0} = 3,22$ m op 13 februari 2005 om 04:30
- Schouwenbank: maximale $H_{m0} = 4,83$ m op 14 februari 2005 om 01:30

Zo heeft Bath zijn maximale golfhoogtes bij wind uit de westelijke richtingen. Als de wind naar noord en noordoost draait zijn er nauwelijks meer golven bij Bath vanwege de ligging aan de noordzijde van de Westerschelde.

Ook bij de locaties Wielingen en Schouwenbank is het effect van noordoosten wind waarneembaar. Doordat deze locaties meer in de luwte komen te liggen neemt de golfhoogte af. Op de locatie Wielingen is de invloed van de waterstand op de golfhoogte zeer goed waarneembaar, bij min of meer gelijke windsnelheid is bij hoogwater de golfhoogte tot wel 1,5 meter hoger dan bij laagwater.

Golfspectra

Appendix 6.7 en 6.8 laten de golfspectra rond de grootste golfhoogte op de locatie Schouwenbank zien voor een negental locaties en voor een zestal tijdstippen. De locaties zijn Schouwenbank, Scheur West, Deurloo, Wielingen, Cadzand, Westerschelde Container terminal, Hoofdplaat, Hansweert en Bath. Hierbij zijn de zeelocaties (de eerste 5) en de landinwaartse locaties (laatste 4) gegroepeerd. De locatie Scheur West heeft echter in deze periode geen golfmetingen uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat de schaal van de figuur met de landinwaartse meetlocaties een fractie is van de schaal van de figuur met de zeewaartse meetlocaties. De tijdstippen zijn gekozen tussen 14 februari 2005 01:00:00 en 14 februari 2005 16:00:00, met een interval van 3 uur.

Het oppervlak onder de spectra is direct gerelateerd aan de golfhoogte. Het spectrum van Schouwenbank op 14 februari 2005 om 01:00 heeft veruit de hoogste piek (circa $27 \text{ m}^2/\text{Hz}$) in vergelijking met het spectrum van deze locatie op de andere 5 tijdstippen. Rond dit tijdstip (01:00) trad ook de grootste golfhoogte op.

6.5 Vergelijking met stormachtige perioden in september 1997 t/m december 2002

In de huidige verslagperiode zijn de volgende 3 stormachtige perioden geselecteerd:

- | | | | | | | |
|----|-------------|------|---|-------------|------|---------|
| 1) | 20 december | 2003 | – | 23 december | 2003 | (dec03) |
| 2) | 6 februari | 2004 | – | 10 februari | 2004 | (feb04) |
| 3) | 12 februari | 2005 | – | 16 februari | 2005 | (feb05) |

In de voorgaande verslagperiode waren de volgende 5 stormachtige perioden geselecteerd:

- | | | | | | | |
|----|-------------|------|---|-------------|------|---------|
| 1) | 27 mei | 2000 | – | 28 mei | 2000 | (mei00) |
| 2) | 27 december | 2001 | – | 29 december | 2001 | (dec01) |
| 3) | 27 januari | 2002 | – | 29 januari | 2002 | (jan02) |
| 4) | 25 februari | 2002 | – | 27 februari | 2002 | (feb02) |
| 5) | 25 oktober | 2002 | – | 28 oktober | 2002 | (okt02) |

Om een idee te krijgen hoe de acht stormachtige perioden zich tot elkaar verhouden zijn in tabel 6.1 de volgende waarden voor elke periode weergegeven:

- De maximale windsnelheid gemeten bij de Vlake van de Raan
- De maximale waterstand gemeten bij Vlissingen
- De maximale golfhoogte H_{m0} en de bijhorende $T_{m-1,0}$ gemeten bij Bath, Wielingen en Scheur Oost

	Storm(achtige) perioden							
Parameter	Mei00	Dec01	Jan02	Feb02	Okt02	Dec03	Feb04	Feb05
Max(U_{10}) bij VRN	22 m/s	20 m/s	21 m/s	22 m/s	27 m/s	20,9 m/s	23,1 m/s	21,6 m/s
Max(gemeten waterstand) bij VLS	NAP+ 2,22m	NAP+ 2,66m	NAP+ 2,87m	NAP+ 2,95m	NAP+ 2,96m	NAP+ 3,31m	NAP+ 3,37m	NAP+ 3,31m
Max(H_{m0}) bij BAT +	1,47m	1,03m	1,21m	1,24m	1,73m	0,91m	1,08m	0,99m
Bijhorende $T_{m-1,0}$	4,2s	3,3s	3,5s	2,9s	4,5s	3,0s	3,5s	2,8s
Max(H_{m0}) bij WIE +	2,38m	2,49m	2,1m	2,46m	3,42m	2,96m	3,30m	3,22m
Bijhorende $T_{m-1,0}$	6,8s	7,3s	4,7s	5,5s	7,4s	7,5s	8,0s	7,2s
Max(H_{m0}) bij SCO +	2,44m	2,45m	2,41m	2,71m	3,11m	2,65m	3,14m	2,83m
Bijhorende $T_{m-1,0}$	6,1s	7,3s	5,4s	5,8s	6,4s	7,3s	7,4s	7,8s

Tabel 6.1: Vergelijking maximale parameters gemeten in de verschillende storm(achtige) perioden

Uit tabel 6.1 blijkt dat in storm(achtige) periode 25-28 oktober 2002 de hoogste maximale windsnelheid is gemeten bij de Vlake van de Raan (27 m/s). Logischerwijs zijn de gemeten golfhoogten H_{m0} ook het hoogst. Opvallend is de veel lagere gemeten waterstand bij Vlissingen in de voorgaande verslagperiode. Deze kwam toen niet boven de NAP +3m terwijl deze in de laatste 3 storm(achtige) perioden boven de NAP+3,3m ligt. De huidige rapportage bevat over het algemeen zwaardere storm(achtige) perioden.

6.6 Conclusies

- De meetinstrumenten hebben over het algemeen goed gewerkt tijdens de 3 geselecteerde perioden, met uitzondering van de meetlocaties Hoofdplaat Diep, Scheur West en Cadzand Kust.
- Uit de spectra volgt dat de piekfrequentie bij de meer landinwaartse locaties verplaatst van de lage naar de hogere frequenties. Dit wordt veroorzaakt doordat de Noordzee golven moeilijk de Westerschelde binnendringen en dus voor een groot deel uit lokaal, op de Westerschelde, opgewekte windgolven bestaat.
- De maximale rechte opzet treedt steeds op bij laagwater.
- In vergelijking met de geselecteerde stormen uit de vorige meetrapportage kan het volgende worden opgemerkt:
 - de huidige storm(achtige) perioden zijn over het algemeen zwaarder dan de stormperioden uit de vorige rapportage [lit1].
 - de maximale waterstand bij Vlissingen tijdens de in dit rapport beschreven storm(achtige) perioden ligt boven de NAP +3,3 m, terwijl bij de vorige stormen de waterstand bij Vlissingen onder de NAP +3m bleef.

7 BODEM

7.1 Inleiding

Voor de berekening van het golfveld met een golfmodel (zoals SWAN) is het van belang dat de bodemligging bekend is. De bodem verandert echter onder invloed van golven en stroming.

Dit hoofdstuk behandelt de bodemvariaties in de Westerschelde op een viertal meetlocaties. Na de beschrijving van de morfologische ontwikkelingen ter plaatse van de meetlocaties voor de periode 2003-2005, wordt een vergelijking gemaakt met de beschrijving van de bodemvariatie voor de periode 1998-2002 uit RIKZ/2003.052 [lit 1].

7.2 Lokale bodemvariaties

In verband met het gebruik van de veldmetingen in modelstudies is het noodzakelijk dat de diepte van de meetlocatie steeds goed bekend is. Daarom worden regelmatig lodingen verricht in de omgeving van de meetpalen.

In de buurt van de volgende 4 gebieden zijn bodemlodingen uitgevoerd:

- Cadzand (CDD, CDZ)
- Hoofdplaat (HFP HF1)
- Hansweert (HSW HS1 HSR)
- Bath (BAT, BA1)

De lodingen op deze locaties zijn in de periode 2003 t/m 2005 vier keer uitgevoerd. Tabel 7.1 laat voor elke locatie de tijdstippen van opname zien.

Locatie	Opnamedatum 1	Opnamedatum 2	Opnamedatum 3	Opnamedatum 4
Cadzand	12-06-2003	03-03-2004	25-11-2004	05-09-2005
Hoofdplaat	11-06-2003	18-03-2004	15-11-2004	26-10-2005
Hansweert	08-05-2003	01-12-2003	16-08-2004	10-11-2005
Bath	10-06-2003	05-11-2003	22-12-2004	09-11-2005

Tabel 7.1: Opnamedatum bodemlodingen.

Voor deze meetlocaties wordt in dit hoofdstuk bepaald hoe de bodemligging verandert in de tijd. Hierbij wordt gekeken naar de verandering van een profiel, min of meer loodrecht op de kust.

De gevaren lodingsraaien en hun diepte zijn weergegeven in appendix 7.1 voor de verschillende meetlocaties voor de verschillende tijdstippen. Ze zijn niet gelijk voor elke opname, en ze gaan niet exact door de posities van de golfmeetinstrumenten. De locatie van de golfmeetinstrumenten is in appendix 7.1 weergegeven door een sterretje.

Voor de bepaling van het bodemprofiel is een raai loodrecht op de kust gekozen. De beschikbare lodingen zijn vervolgens naar deze raai geïnterpoleerd. Voor elk van de 4 locaties is deze raai zodanig gekozen dat die voor alle verslagperiodes zo veel mogelijk gebruik maakt van de beschikbare lodingen. Doel hierbij is om onvolkomenheden ten

gevolge van het interpolatieproces te minimaliseren. Deze raaien zijn eveneens in de appendix 7.1 weergegeven.

In de appendices 7.2 (bovenste figuur) zijn per gebied de profielen van de bodemligging gegeven voor de verschillende meetmomenten. In de appendices 7.2 (middelste figuur) zijn de verschillen tussen de verschillende tijdstippen gegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat de verschillen zijn gebaseerd op verschillende tussenliggende periodes. Men moet er op bedacht zijn dat seizoensinvloeden soms sterker kunnen zijn dan variaties op langere termijn. Voor een nette vergelijking zou men telkens de bodemligging in dezelfde maand moeten beschouwen. De dikkere zwarte lijn geeft het verschil in bodemligging voor de periode 2003-2005 weer. Omdat deze lijn op een langere periode is gebaseerd, is hij op te vatten als de trend over de totale periode van twee jaar.

Om de invloed van de bodemligging op de golven te bepalen is de relatieve verandering van de bodem ten opzichte van de diepte van belang. De relatieve verschillen in diepte, gebaseerd op een waterstand van NAP + 4 m, zijn gegeven in de appendices 7.2 (onderste figuur).

De resultaten worden hieronder per gebied behandeld:

Cadzand (appendix 7.1.1 en 7.2.1):

De verschillen in bodemligging over de jaren zijn voor dit gebied gering (orde decimeters). De relatieve verschillen in appendix 7.2.1(c) blijven beperkt tot minder dan 5%. Alleen op het ondiepe gedeelte dicht langs de dijk worden verschillen van circa 5% gevonden.

Hoofdplaat (appendix 7.1.2 en 7.2.2):

Voor dit gebied worden significante verschillen in bodemligging gevonden. Er is een wisselend patroon van sedimentatie en erosie zichtbaar.

De totale sedimentatie in verticale richting tussen 2003 en 2005 loopt lokaal op tot ca. 2 m. Er zijn twee sedimentatiegebieden te onderscheiden, namelijk:

- het gebied tussen de geul en het ondiepe voorland (raaiafstand = 400m – 550m)
- de geul (raaiafstand = 700m)

Voor het gebied tussen de geul en het ondiepe voorland is te zien dat er gedurende de gehele periode sedimentatie plaats vindt. Voor de geul geldt dat er een wisselend patroon van erosie en sedimentatie plaatsvindt, waarbij netto de sedimentatie overheerst.

De totale erosie in verticale richting tussen 2003 en 2005 loopt lokaal op tot ca. 1 m. Er zijn twee erosiegebieden te onderscheiden, namelijk:

- het gebied rond een raaiafstand van 200 meter
- de geul (raaiafstand = 800m)

Voor het gebied in de geul is te zien dat er gedurende de gehele periode erosie plaats vindt. Voor het gebied dicht bij de oever geldt dat er een wisselend patroon van erosie en sedimentatie plaatsvindt, waarbij netto de erosie overheerst.

De relatieve veranderingen variëren tussen de –10% en +20%.

Hansweert (appendix 7.1.3 en 7.2.3):

In het eerste gedeelte (raaiafstand 0m tot 700m) is de bodemligging voornamelijk onderhevig aan sedimentatie, met een maximum van de trendlijn rond circa 80cm. De sedimentatie treedt gedurende de gehele periode op.

In het tweede gedeelte (raaiafstand groter dan 700m) komt erosie voor, waarbij een uitschieter van de trendlijn naar meer dan 2 meter waarneembaar is. Deze uitschieter wordt voornamelijk veroorzaakt door de hoge bodemligging van mei 2003. In alle volgende bodemlodingen ligt de bodem min of meer stabiel, maar circa 2 meter lager.

De relatieve verschillen in appendix 7.2.3(c) blijven beperkt tot enkele procenten. Alleen ter plaatse van de erosie uitschieter wordt een verschil van circa 8% gevonden.

Bath (appendix 7.1.4 en 7.2.4a/b):

Bij Bath is er voor gekozen om twee raaien te nemen. Bij een gekozen raai in het midden van het lodingengebied zijn namelijk de resultaten van het lineaire interpolatie proces van de data van 10-06-2003 sterk afwijkend van de overige drie metingen. Dit wordt veroorzaakt door het ontbreken van meetgegevens in het midden van het lodingengebied voor 10-06-2003. Daarom zijn er bij Bath twee raaien genomen (raai a en b), ieder aan een rand van het lodingengebied, zie appendix 7.1.4.

Opvallend voor Bath is de variatie van de erosie en sedimentatie. Dit is het sterkst te zien in raai a (zie appendix 7.2.4a) en in mindere mate in raai b (appendix 7.2.4b). De trendlijn in raai a laat bijna alleen maar erosie zien, terwijl de trendlijn van raai b een wisselend patroon van erosie en sedimentatie laat zien.

Voor beide raaien geldt dat de relatieve bodemveranderingen het sterkst zijn aan het begin van de raai, namelijk circa maximaal 10%. In het middengedeelte van beide raaien zijn de relatieve bodemveranderingen miniem, waarna ze aan het eind weer toenemen tot circa 5%.

7.3 Vergelijking bodemvariatiës 1998 – 2002

In deze paragraaf worden de trendlijnen van de periode 2003-2006 vergeleken met de trendlijnen van de voorgaande periode 1998-2002 [lit 1].

Cadzand

De gelijkenis bij Cadzand tussen de twee verslagperioden is groot. Voor deze locatie vertonen beide trendlijnen een wisselend patroon van bodemverschillen van enkele decimeters.

Hoofdplaat

Beide trendlijnen tonen grote erosie en sedimentatie patronen tot wel enkele meters. De periode 1998-2002 laat een sedimentatie zien van maximaal 3 meter in krap vier jaar tijd, voor de periode 2003-2006 is de maximale sedimentatie 2 meter in ruim 2 jaar tijd.

Dit komt in beide gevallen neer op een jaarlijkse sedimentatie van circa 0,80 meter. Voor de periode 1998-2002 was er op de aanzandinglocaties sprake van een vrijwel continue sedimentatie, voor de periode 2003-2006 is dit niet het geval, erosie en sedimentatie komen beide voor met als resultaat een netto sedimentatie.

Hansweert

De verschillen tussen de beide trendlijnen zijn voor Hansweert verruit het grootst. De periode 1998-2002 toont een grillig verloop van de bodemveranderingen met in het eerste gedeelte van de raai forse sedimentatie (maximum van ruim 2,5 meter) en in het tweede gedeelte van de raai een wisselend patroon van aanzienlijke erosie (tot 3 meter) en aanzanding (tot 2 meter). De variaties van de trendlijn voor de periode 2003-2006 zijn aanmerkelijk minder, waarin in de eerste helft van de raai een geleidelijk toenemende sedimentatie te zien is (maximum van circa 0,80 meter). In de tweede helft treedt alleen erosie op, met een uitschieter naar 2 meter.

Bath

De trendlijn van de periode 1998-2002 vertoont de meeste gelijkenis met de trendlijn b van de periode 2003-2006. De sedimentatie is voor de eerste periode (tot 1,5 meter) echter wel groter dan voor de tweede periode (tot 0,75 meter).

7.4 Conclusies

Op basis van de beschikbare lodingen 2003-2005 en de vergelijking met de resultaten van de vorige rapportage Veldmetingen Westerschelde 1997-2002 [lit. 1] kan het volgende worden geconcludeerd:

- Van de vier locaties is de bodemligging bij Cadzand veruit het meest stabiel over de gehele periode van 1997-2005.
- De bodemligging bij locatie Hoofdplaat is sterk aan erosie en sedimentatie onderhevig. De geul lijkt sterk in beweging.
- Bij Hansweert lijkt het forse erosie en sedimentatie patroon uit de periode 1997 – 2002 de laatste jaren (2003-2005) sterk te zijn afgenomen. Uitzondering hierop is de verdieping van bodem op ongeveer 800 meter uit de oever.
- Bij Bath heeft de lichte sedimentatie trend uit de periode 1997-2002 plaatsgemaakt voor een licht erosieve trend in de periode 2003-2005.

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

De conclusies met betrekking tot de golfmetingen zijn:

- Over het algemeen hebben de golfmeetinstrumenten in de huidige meetperiode beter gefunctioneerd in vergelijking met vorige meetperiode.
- De grootste golfhoogte H_{m0} , in huidige verslagperiode, is bij Schouwenbank gemeten (5.15 m) en vond plaats op 8 februari 2004 16:30 (zie ook hoofdstuk 6).
- Hoe groter de afstand van de meetlocatie tot de zee hoe lager de golfhoogte H_{m0} en golfperiodes T_{m02} en $T_{m-1,0}$.
- Voor ongeveer 90% van de tijd komen de golven bij golfmeetlocatie Cadzand uit de richtingssector $270^{\circ}\text{N} - 360^{\circ}\text{N}$. Als gevolg van de geografische ligging van Cadzand komen golven uit het oosten tot zuidwesten niet voor bij deze meetlocatie.

De conclusies met betrekking tot de waterstandmetingen zijn:

- Bijna driekwart van de waterstandmetingen vertoont een registratiedichtheid van 99% of hoger. De laagste registratiedichtheid, 32%, heeft plaats gevonden in 2004 op de locatie Brouwershavense Gat 2.
- De hoogste en laagste waterstand wordt gemeten op de locatie Bath (BAT) en bedraagt respectievelijk NAP+ 4,45 m en NAP-3,03 m.
- Op de meest oostelijk gelegen meetlocatie (BAT) is de rechte opzet van de waterstand gemiddeld 9 uur per jaar lager dan NAP-0,86 m en gemiddeld negen uur per jaar hoger dan NAP+ 1,51 m.
- Op de meest op zee gelegen meetlocatie (BG2) is de rechte opzet van de waterstand gemiddeld 9 uur per jaar lager dan NAP-0,70 m en gemiddeld negen uur per jaar hoger dan NAP+1,16 m.

De conclusies met betrekking tot de windmetingen zijn:

- De registratiedichtheid van de windmetingen varieert tussen de 32% en 99%.
- De windmeetlocaties op zee geven hogere windsnelheden dan de windmeetlocaties op de Westerschelde.
- Op de windmeetlocatie Vlakte van de Raan is de helft van de tijd de windsnelheid hoger dan 7,5 m/s.
- Voor alle windmeetlocaties geldt dat de meeste wind uit de zuidwestelijke sectoren komt ($180^{\circ}\text{N} - 270^{\circ}\text{N}$). Wind uit de sector oost-zuidoost ($90^{\circ}\text{N} - 135^{\circ}\text{N}$) komt het minst voor.

De conclusies met betrekking tot de bodemlodingen zijn:

Op basis van de beschikbare lodingen 2003-2005 en de vergelijking met de resultaten van de vorige rapportage Veldmetingen Westerschelde 1997-2002 [lit1] kan het volgende worden geconcludeerd:

- Van de vier locaties is de bodemligging bij Cadzand veruit het meest stabiel over de gehele periode van 1997-2005.
- De bodemligging bij locatie Hoofdplaat is sterk aan erosie en sedimentatie onderhevig. De geul lijkt sterk in beweging.
- Bij Hansweert lijkt het forse erosie en sedimentatie patroon uit de periode 1997 – 2002 de laatste jaren (2003-2005) sterk te zijn afgenomen. Uitzondering hierop is de verdieping van bodem op ongeveer 800 meter uit de oever.
- Bij Bath heeft de licht aanzandige trend uit de periode 1997-2002 plaatsgemaakt voor een licht erosieve trend in de periode 2003-2005.

De conclusies met betrekking tot de stormachtige periodes zijn:

- De storm(achtige) perioden uit de huidige rapportage zijn over het algemeen zwaarder in vergelijking met de voorgaande rapportage, met uitzondering van de periode 25-28 oktober 2002.
- De waterstand bij Vlissingen tijdens de in dit rapport beschreven storm(achtige) perioden ligt boven de NAP+3,3m, terwijl bij de vorige stormen de waterstand bij Vlissingen steeds onder de NAP +3,0m bleef.

8.2 Aanbevelingen

- Geadviseerd wordt om de rapportage van de metingen in de Westerschelde te rapporteren in perioden van hele jaren, waardoor vergelijking van de verschillende rapportages beter mogelijk is.
- Er zitten nog fouten in de datasets. Meer validatie van de datasets wordt aanbevolen om tot een betrouwbaardere dataset te komen.

LITERATUUR

- [1] Svašek Hydraulics, Rapportage veldmetingen Westerschelde september 1997 tot december 2002, RWS RIKZ/2003.052, December 2003
- [2] Kroos, J., "Stormvloedflits 23", SVSD
- [3] Kroos, J., "Stormvloedflits 27", SVSD
- [4] Kroos, J., "Stormvloedflits 40", SVSD

Internet:

www.hmcz.nl

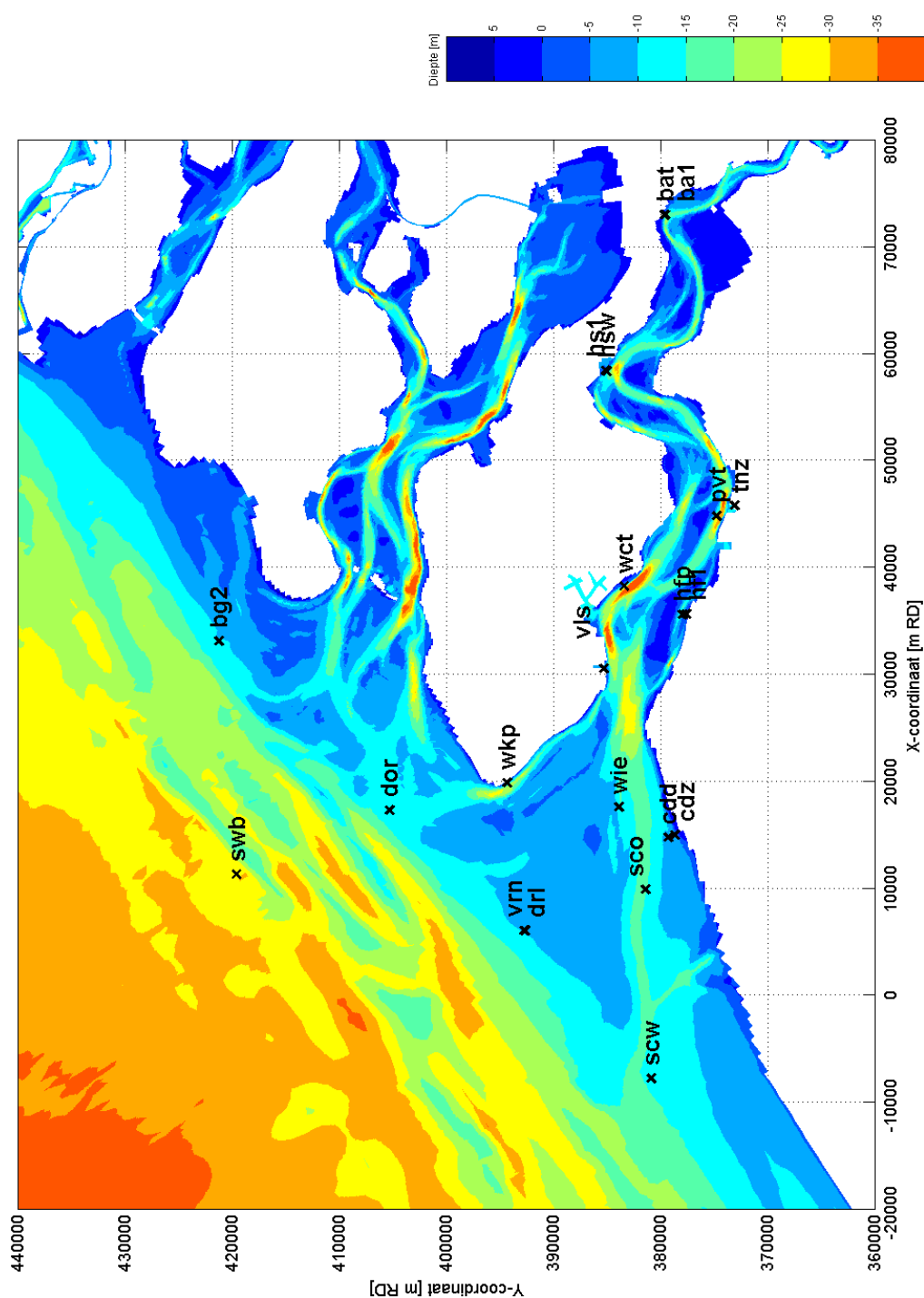
www.knmi.nl

www.svsd.nl

APPENDICES

	Pagina
Appendix 2.1: Overzicht meetlocaties	51
Appendix 2.2a: Foto's meetinstrumenten	52
Appendix 2.2b: Foto's meetinstrumenten	53
Appendix 2.3: Specificatie van de parameters in de data bestanden	54
Appendix 2.4.1: Omschrijving golfdatabestanden (GHR2 - betanden)	55
Appendix 2.4.2: Omschrijving golfdatabestanden (GDR2 - betanden)	56
Appendix 2.4.3: Omschrijving golfdatabestanden (GRr1 - betanden)	57
Appendix 2.4.4: Omschrijving wind- en waterstandsdatabestanden	58
Appendix 3.1: Overzicht registratie/aanwezigheid GHR data per Golfmeetlocatie voor de verslagperiode 2003-2004	59
Appendix 3.2: Overzicht registratie/aanwezigheid GHR data per Golfmeetlocatie voor de verslagperiode 2005-2006	60
Appendix 3.3: Overzicht registratie/aanwezigheid GDR data per Golfmeetlocatie voor de verslagperiode 2003-2006	61
Appendix 3.4: Overzicht registratie/aanwezigheid GRr data per Golfmeetlocatie voor de verslagperiode 2003-2006	62
Appendix 3.5: Tijdserie van de golfparameters H_{m0} en T_{m02} voor meetlocatie Hansweert (HSW)	63
Appendix 3.6: Tijdserie van de golfparameters H_{m0} en T_{m02} voor meetlocatie Cadzand kust (CDZ)	64
Appendix 3.7: Tijdserie van de golfparameters H_{m0} en T_{m02} voor meetlocatie Brouwershavense Gat 2 (BG2)	65
Appendix 3.8: Karakteristieken van de golfparameter T_{m02} en $T_{m-1,0}$	66
Appendix 3.9: Karakteristieken van de golfparameters H_{E10}	67
Appendix 3.10: Overschrijdingscurven van de golfparameter T_{m02}	68
Appendix 3.11: Overschrijdingscurven van de golfparameter $T_{m-1,0}$	69
Appendix 3.12: Overschrijdingscurven van de golfparameter $H_{1/3}$	70
Appendix 3.13: Overschrijdingscurven van de golfparameter H_{E10}	71
Appendix 3.14: Draaitabel van de golfrichting versus golfhoogte te CDD en DRL	72
Appendix 3.15: Golfrichtingsverdeling voor golfmeetlocaties CDD en DRL	73
Appendix 3.16: Scatterplot H_{m0} versus T_{m02} op meetlocatie Hansweert (HSW) en Cadzand (CDZ)	74
Appendix 3.17: Scatterplot H_{m0} versus T_{m02} op meetlocatie Schouwenbank (SWB)	75
Appendix 4.1: Overzicht registratie/aanwezigheid van de waterstandsdata per waterstandslocatie voor de verslagperiode 2003-200	76
Appendix 5.1: Overzicht registratie/aanwezigheid van de winddata per windlocatie voor de verslagperiode 2003-2006	77
Appendix 5.2: Windrozen voor windmeetlocaties HSW, HFP, CDZ, VRN en BG2	78
Appendix 5.3: Draaitabel van de windrichting versus de windsnelheid te VRN	79
Appendix 5.4: Tijdseries van de windparameters windsnelheid en windrichting	80

Appendix 5.5:	voor meetlocatie Hansweert (HSW) Tijdsree van de windparameters windsnelheid en windrichting voor meetlocatie vlakte van de Raan (VRN)	81
Appendix 6.1:	Registratiedichtheid periode 20-23 december 2003 en 6-10 februari 2004	82
Appendix 6.2:	Registratiedichtheid periode 12-16 februari 2005	83
Appendix 6.3a:	Overzicht maximale golfhoogte en golfperiode voor perioden 20-23 december 2003 en 6 -10 februari 2004	84
Appendix 6.3b:	Overzicht maximale golfhoogte en golfperiode voor periode 12-16 februari 2005	85
Appendix 6.4:	Spectra periode 21-22 december 2003 – eerste 3 tijdstippen	86
Appendix 6.5:	Spectra periode 21-22 december 2003 – laatste 3 tijdstippen	87
Appendix 6.6:	Spectra periode 8-9 februari 2005 – eerste 3 tijdstippen	88
Appendix 6.7:	Spectra periode 8-9 februari 2005 – laatste 3 tijdstippen	89
Appendix 6.8:	Spectra periode 14 februari 2005 – eerste 3 tijdstippen	90
Appendix 6.9:	Spectra periode 14 februari 2005 – laatste 3 tijdstippen	91
Appendix 7.1.1:	Bodemligging Cadzand	92
Appendix 7.1.2:	Bodemligging Hoofdplaat	93
Appendix 7.1.3:	Bodemligging Hansweert	94
Appendix 7.1.4:	Bodemligging Bath	95
Appendix 7.2.1:	Profiel en bodemverschillen voor het gebied Cadzand	96
Appendix 7.2.2:	Profiel en bodemverschillen voor het gebied Hoofdplaat	97
Appendix 7.2.3:	Profiel en bodemverschillen voor het gebied Hansweert	98
Appendix 7.2.4a:	Profiel en bodemverschillen voor het gebied Bath – raai a	99
Appendix 7.2.4b:	Profiel en bodemverschillen voor het gebied Bath – raai b	100



Waverider bij
Westerschelde Container Terminal



Waverider
(PVT, WCT, WIE, SCO, SCW, DOR)



Directional waverider
(CDD, DRL, SWB)



Electronica stappenbaak



Stappenbaak
(BA1, BAT, HS1, HSW, HF1, HFP, CDZ, BG2)



Stappenbaak
(BA1, BAT, HS1, HSW, HF1, HFP, CDZ, BG2)



Meetpaal bij
Westkapelle



Meetpaal bij
Brouwershavense gat 2



Meetpaal bij
Vlakte van de Raan



Meetpaal bij
Hoofdplaat



Meetpaal bij
Hansweert



Meetpalen bij
Bath



		Databestanden					
	Parameter	GH2	GDr2	GR1	WN2	WT2	.ADOBS
Wind	Windrichting				X		
	Windsnelheid				X		
	Windstoot				X		
	Stand. Afw. van de windsnelheid				X		
	Stand. Afw. van de windrichting				X		
Waterstand	Gemeten waterstand t.o.v. NAP					X	
	Astronomisch verwachte waterstand t.o.v. NAP						X
Golven	GGH (golfhoogte)	X	X				
	Hm0 (golfhoogte)	X	X				
	H1/3 (golfhoogte)	X	X				
	H1/10 (golfhoogte)	X	X				
	H1/50 (golfhoogte)	X	X				
	HE10 (golfhoogte)	X	X				
	HS7 (golfhoogte)	X	X				
	Hmax (golfhoogte)	X	X				
	SPGH (spreiding)	X	X				
	GGT (golfperiode)	X	X				
	Tm02 (golfperiode)	X	X				
	TH1/3 (golfperiode)	X	X				
	T1/3 (golfperiode)	X	X				
	Tm-1,0 (golfperiode)	X	X				
	Tmax (golfperiode)	X	X				
	THmax (golfperiode)	X	X				
	SPGT (spreiding)	X	X				
	S0bh (richtingspreiding)			X			
	S0bh10 (richtingspreiding)			X			
	Th0 (golfrichting)			X			
	Th010 (golfrichting)			X			
	Th3 (golfrichting)			X			
	FP (frequentie)	X	X				
	Czz10 (energie)	X	X				
	TE0 (energie)	X					
	TE1 (energie)	X	X				
	TE2 (energie)	X	X				
	E10 (energie)	X	X				

Gegevenssoort	GD
Omschrijving	Golfparameters niveau 2 (0-500 mHz; directional waverider)
Sublocatie	N.v.t.
Aantal kanalen	78
Tijdstap van inwinning	30 min.
Datatype	Integer

Kanaalnr.	Omschrijving	Eenheid
1	H3 Gemiddelde hoogte van het 1/3 deel hoogste golven	cm
2	H10 Gemiddelde hoogte van het 1/10 deel hoogste golven	cm
3	H50 Gemiddelde hoogte van het 1/50 deel hoogste golven	cm
4	GGH Gemiddelde golfhoogte	cm
5	HMAX Maximale golfhoogte	cm
6	SPGH Spreiding van de golfhoogte	cm
7	TM02 Periodeparameter berekend uit het spectrum 0.03-0.50 Hz	0.1 s
8	TMAX Maximale golfperiode	0.1 s
9	GGT Gemiddelde golfperiode	0.1 s
10	SPGT Spreiding van de golfperiode	0.1 s
11	T3 Gemiddelde van het hoogste 1/3 deel van de golfperiodes	0.1 s
12	TH3 Gem. periode van de golven waaruit de H3 bepaald is.	0.1 s
13	AG Aantal golven	-
14	AV Aantal vrijheidsgraden	-
15	HCM Kamhoogte	cm
16	HS7 Sign. golfhoogte uit 10 mHz spectrum van 0.03-0.1425 Hz	cm
17	Hm0 Sign. golfhoogte uit 10 mHz spectrum van 0.03-0.500 Hz	cm
18	TE1 Energie van 0.2 - 0.5 Hz	cm ²
19	TE2 Energie van 0.1 - 0.2 Hz	cm ²
20	E10 Energie van 0.0 - 0.1 Hz	cm ²
21	FP Piekfrequentie	0.001 Hz
22	THMAX Periode van de hoogste golf	0.1 s
23	Nwt_zP Quotiënt som golfperiodes en verwerkingsperiode (*1000)	-
24	Tm-10 Min-eerste moment periode (M-1/M0)	0.1 s
25	Dummy	-
26	HTE3 Golfhoogte uit spectrum 0.3-0.1 Hz	cm
27	Dummy	-
28	Czz10(0) Energiedichtheid 0.000-0.005 Hz	cm ² * s
29	Czz10(1) Energiedichtheid 0.005-0.015 Hz	cm ² * s
30	Czz10(2) Energiedichtheid 0.015-0.025 Hz	cm ² * s
.	.	.
.	.	.
77	Czz10(49) Energiedichtheid 0.485-0.495 Hz	cm ² * s
78	Czz10(50) Energiedichtheid 0.495-0.500 Hz	cm ² * s

Gegevenssoort	GH
Omschrijving	Golfparameters niveau 2 (0-1000 mHz)
Sublocatie	N.v.t.
Aantal kanalen	128
Tijdstap van inwinning	30 min.
Datatype	Integer

Kanaalnr.	Omschrijving	Eenheid
1	H3 Gemiddelde hoogte van het 1/3 deel hoogste golven	cm
2	H10 Gemiddelde hoogte van het 1/10 deel hoogste golven	cm
3	H50 Gemiddelde hoogte van het 1/50 deel hoogste golven	cm
4	GGH Gemiddelde golfhoogte	cm
5	HMAX Maximale golfhoogte	cm
6	SPGH Spreiding van de golfhoogte	cm
7	TM02 Periodeparameter berekend uit het spectrum 0.03-1.0 Hz	0.1 s
8	TMAX Maximale golfperiode	0.1 s
9	GGT Gemiddelde golfperiode	0.1 s
10	SPGT Spreiding van de golfperiode	0.1 s
11	T3 Gemiddelde van het hoogste 1/3 deel van de golfperiodes	0.1 s
12	TH3 Gem. periode van de golven waaruit de H3 bepaald is.	0.1 s
13	AG Aantal golven	-
14	AV Aantal vrijheidsgraden	-
15	HCM Kamhoogte	cm
16	HS7 Sign. golfhoogte uit 10 mHz spectrum van 0.03-0.1425 Hz	cm
17	Hm0 Sign. golfhoogte uit 10 mHz spectrum van 0.03-1.000 Hz	cm
18	TE1 Energie van 0.2 - 1.0 Hz	cm ²
19	TE2 Energie van 0.1 - 0.2 Hz	cm ²
20	E10 Energie van 0.0 - 0.1 Hz	cm ²
21	FP Piekfrequentie	0.001 Hz (in GS 0.01 Hz !)
22	THMAX Periode van de hoogste golf	0.1 s
23	Nwt_zP Quotient som golfperiodes en verwerkingsperiode (*1000)	-
24	Tm-10 Min-eerste moment periode (M-1/M0)	0.1 s
25	TE0 Energie van 0.5 - 1.0 Hz	.
26	HTE10 Golfhoogte uit spectrum 0.3-0.1 Hz	cm
27	Dummy	.
28	Czz10(0) Energiedichtheid 0.000-0.005 Hz	cm ² * s
29	Czz10(1) Energiedichtheid 0.005-0.015 Hz	cm ² * s
30	Czz10(2) Energiedichtheid 0.015-0.025 Hz	cm ² * s
.	.	.
.	.	.
127	Czz10(99) Energiedichtheid 0.985-0.995 Hz	cm ² * s
128	Czz10(100) Energiedichtheid 0.995-1.000 Hz	cm ² * s

Gegevenssoort	GR
Omschrijving	Golfrichting spectrumparameters niveau 2
Sublocatie	N.v.t.
Aantal kanalen	107
Tijdstap van inwinning	30 min.
Datatype	Integer

Kanaalnr.	Omschrijving	Eenheid
1	Th010(0) Hoofdrichting 0.000-0.005 mHz (dummy)	dummy
2	Th010(1) Hoofdrichting 0.005-0.015 mHz (dummy)	dummy
3	Th010(2) Hoofdrichting 0.015-0.025 mHz (dummy)	dummy
4	Th010(3) Hoofdrichting 0.025-0.035 mHz	°ware N
.		.
.		.
.		.
51	Th010(50) Hoofdrichting 0.495-0.500 mHz	°ware N
52	S0bh10(0) Richtingsspreiding 0.000-0.005 mHz (dummy)	dummy
53	S0bh10(1) Richtingsspreiding 0.005-0.015 mHz (dummy)	dummy
54	S0bh10(2) Richtingsspreiding 0.015-0.025 mHz (dummy)	dummy
55	S0bh10(3) Richtingsspreiding 0.025-0.035 mHz	°ware N
.		.
.		.
.		.
102	S0bh10(50) Richtingsspreiding 0.495-0.500 mHz	°ware N
103	Th0 Gemiddelde hoofdrichting van 30 tot 500 mHz uit de 10 mHz spectra	°ware N
104	S0bh Gemiddelde spreiding van de hoofdrichting van 30 tot 500 mHz uit de 10 mHz spectra	°ware N
105	Th3 Gemiddelde hoofdrichting van 30 tot 100 mHz uit de 10 mHz spectra	°ware N
106	AV10_R Aantal vrijheidsgraden van de 10 mHz golfrichtingsspectra	-
107	DL_index Golfgetal op 100 mHz uit W_5(i)	0.001 -

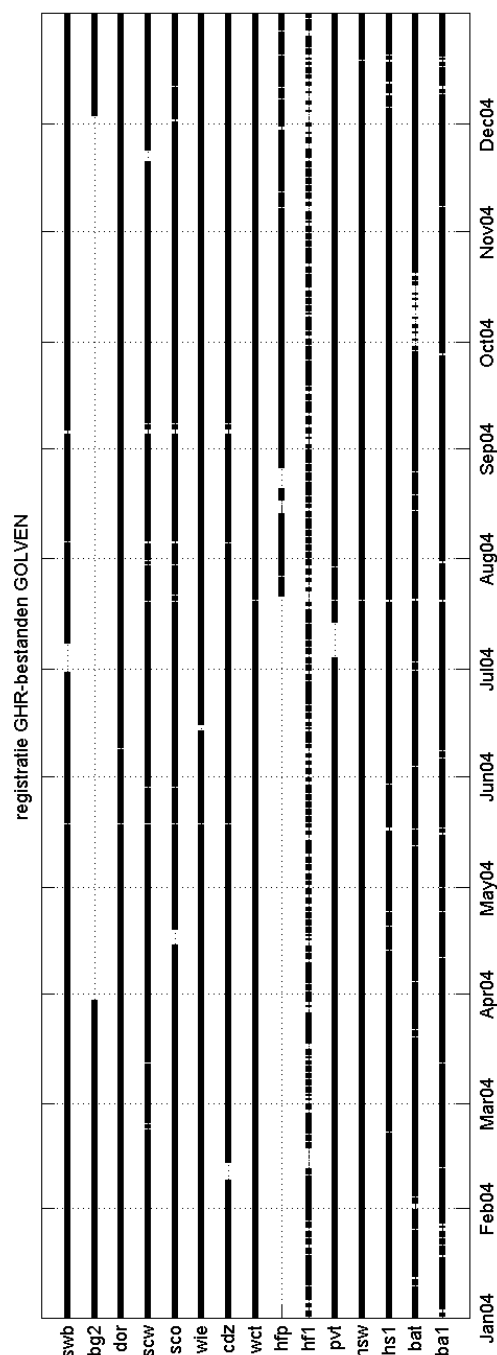
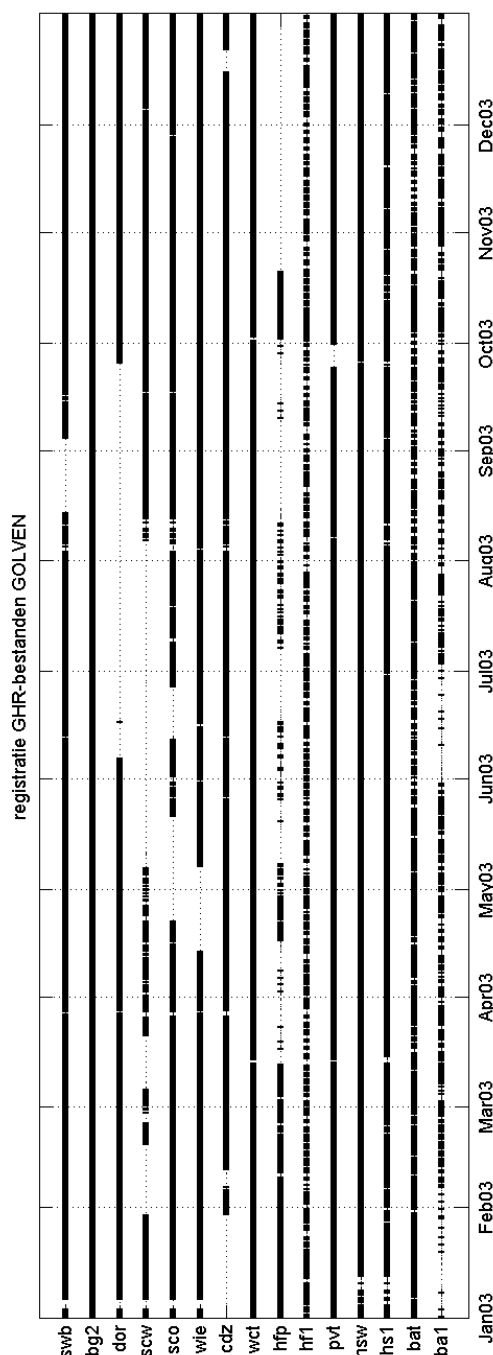
Gegevenssoort	WTr2
Omschrijving	Waterstand
Sublocatie	N.v.t.
Aantal kanalen	1
Tijdstap van inwinning	10 min.
Datatype	Integer

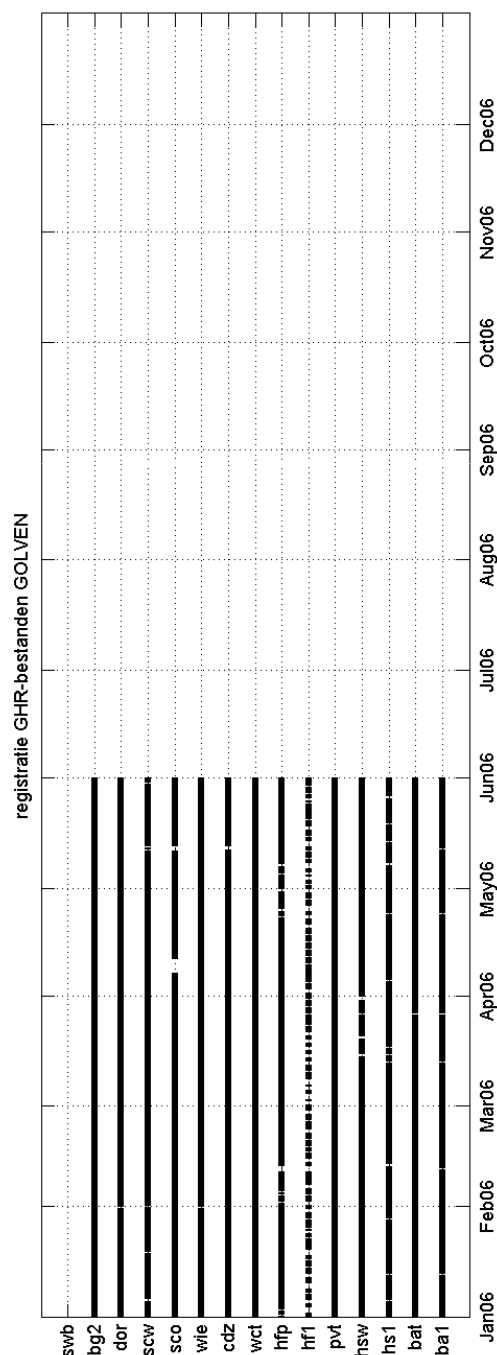
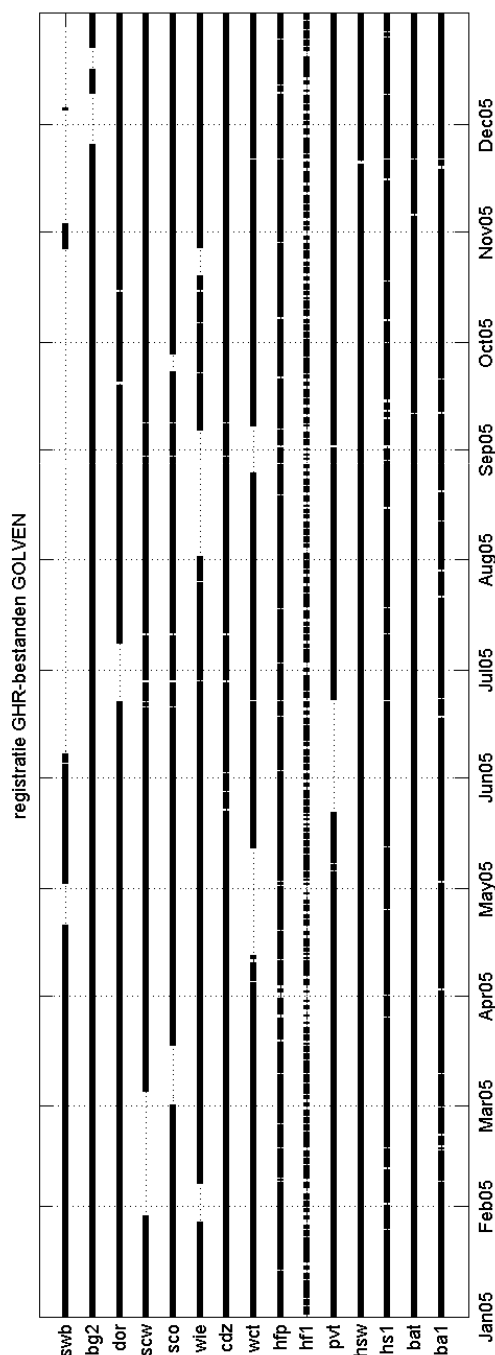
Kanaalnr.	Omschrijving	Eenheid
1	10 min. gemiddelde waterhoogte	cm t.o.v. NAP ^(*)

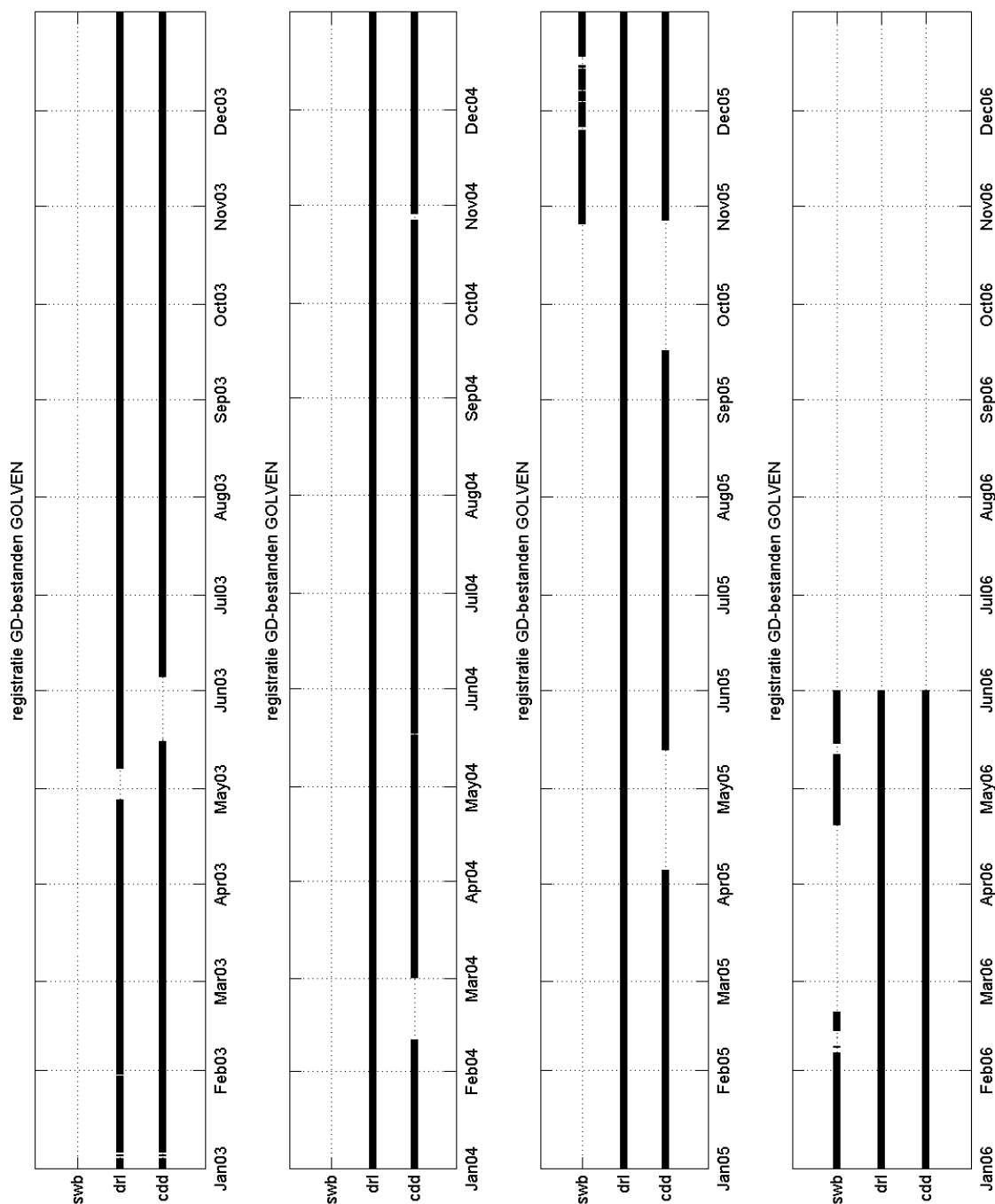
(*) Voor sommige locaties wordt (bij bepaalde soort/bron/fase combinaties) een ander referentievlak gebruikt dan NAP.
Voor Belgische locaties wordt soms TAW gebruikt en voor Noordzeelocaties MSL.

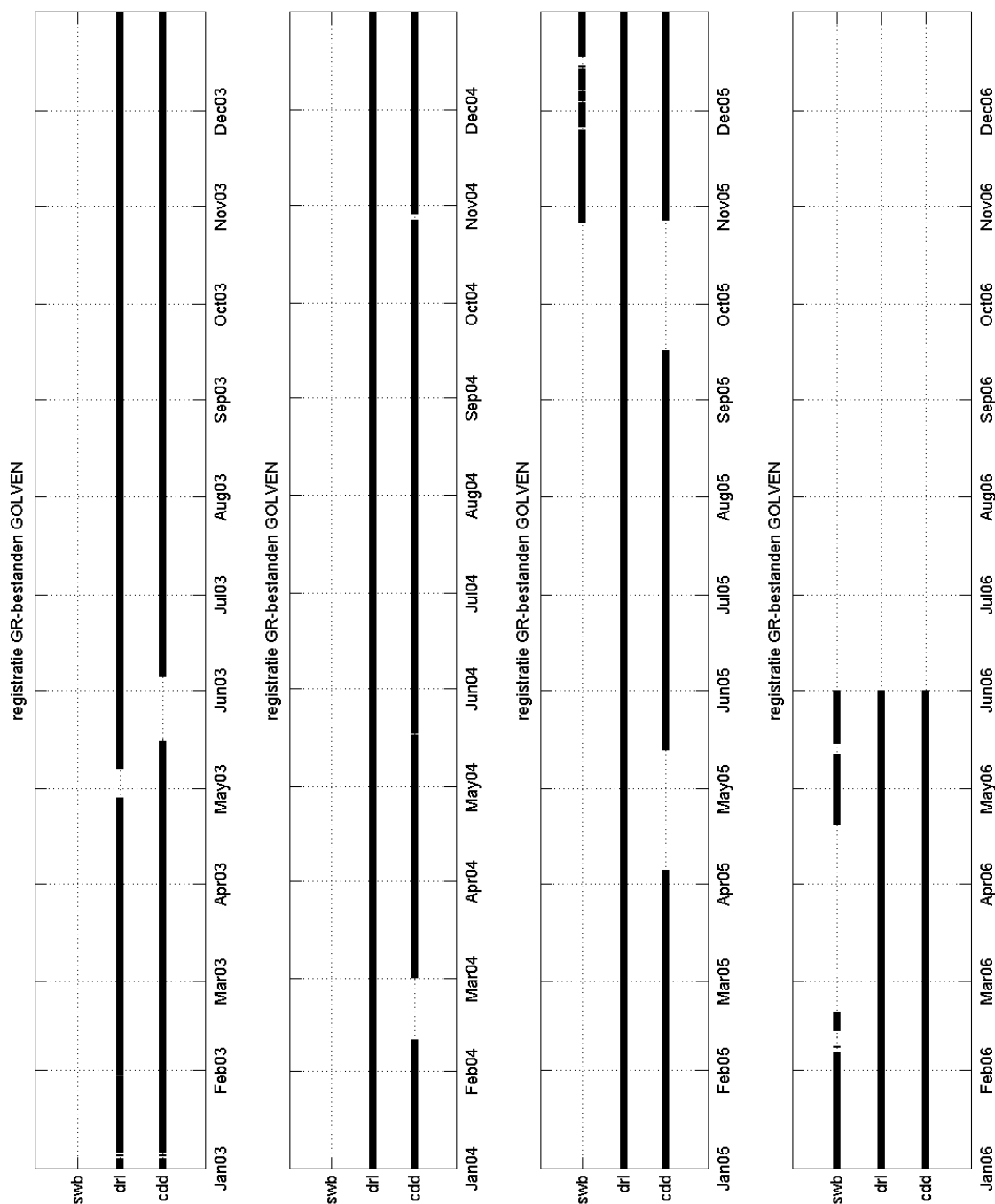
Gegevenssoort	WNR2
Omschrijving	Windgegevens
Sublokatie	N.v.t.
Aantal kanalen	8
Tijdstap van inwinnig	10
Datatype	Integer

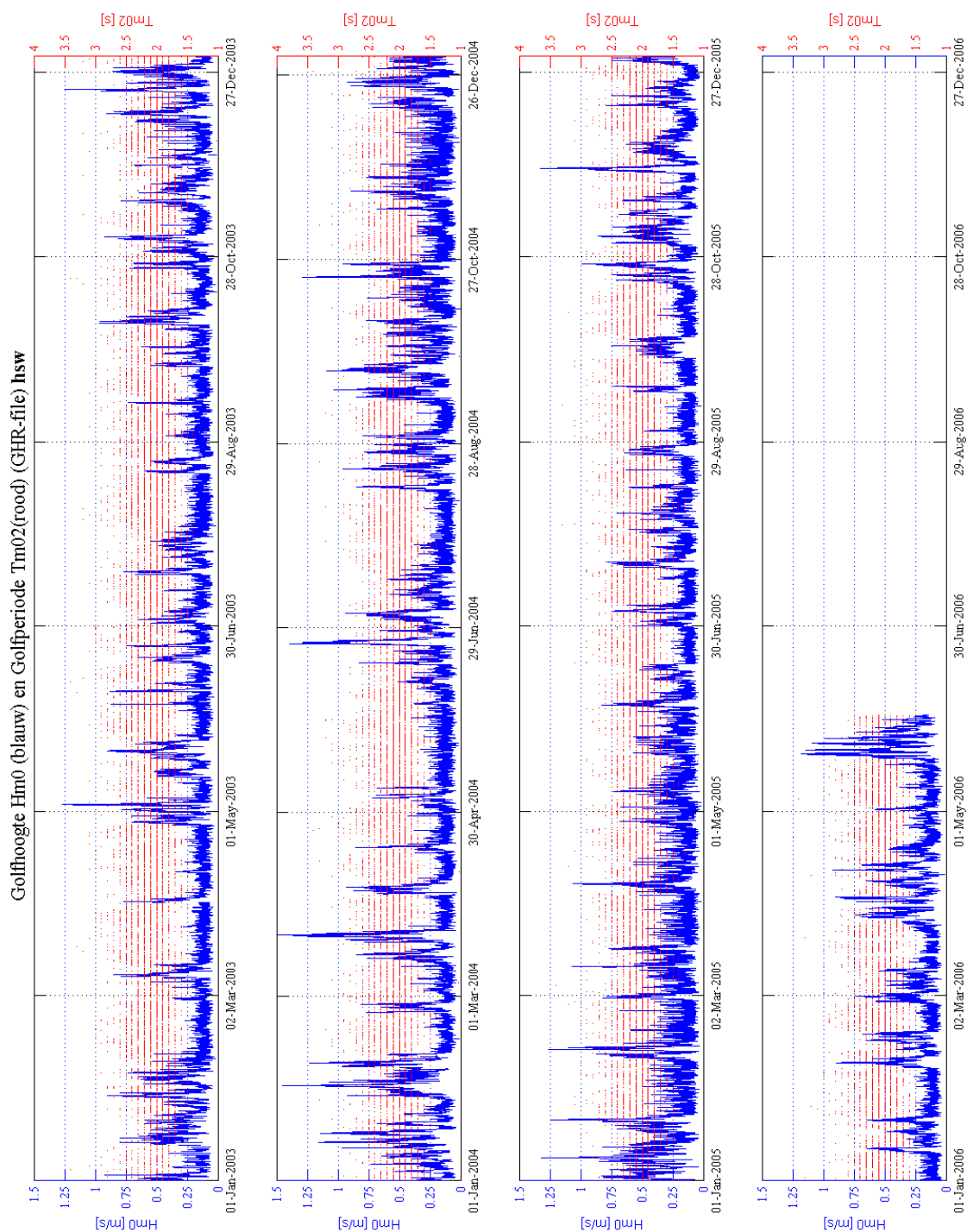
Kanaalnr.	Omschrijving	Eenheid
1	WS10 10-min. scalair gemiddelde windsnelheid	dm/s
2	WR10 10-min. gemiddelde windrichting	sex.grd. tov Nrd.
3	WS10MXS3 Max. 3-sec. windstoot in de afgelopen 10 min. Ieder SAMPLE (12 s) bevat een windstoot over 3 s. het max. van deze windstoten is deze parameter.	dm/s
4	WC10 10-min. Scalair gemiddelde windsnelheid gecorrigeerd naar 10 m boven het zeeoppervlak	dm/s
5	WC10MXS3 Max. 3-sec windstoot in de afgelopen 10 minuten gecorrigeerd naar 10 m boven het zeeoppervlak	dm/s
6	WS10STD Standaardafwijking van de windsnelheid in de afgelopen 10 min.	dm/s
7	WS10MX10 Max. 10 min. lopend gemiddelde windsnelheid in de afgelopen 10 min.	dm/s
8	WR10STD Standaardafwijking van de windrichting in de afgelopen 10 min.	dm/s

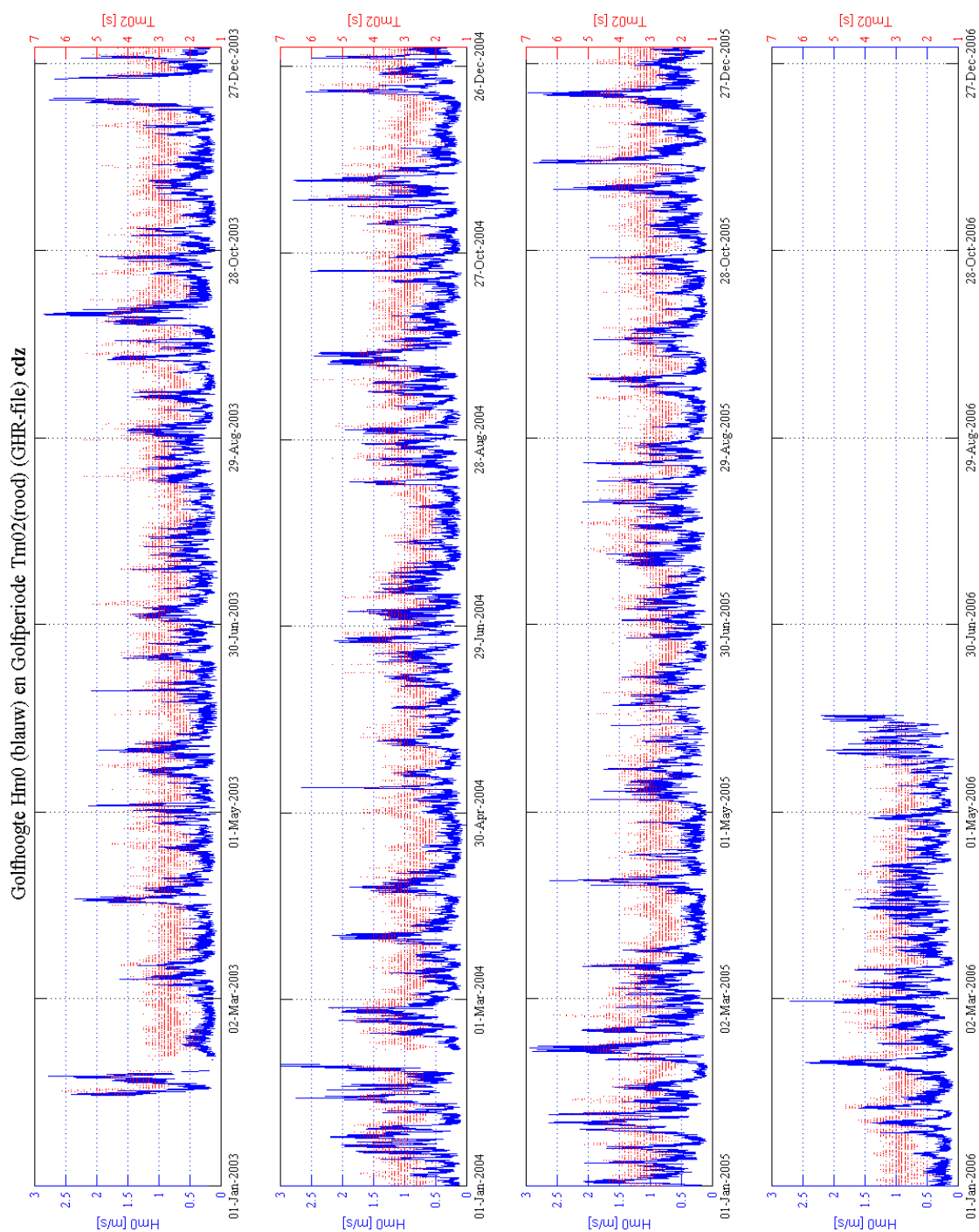


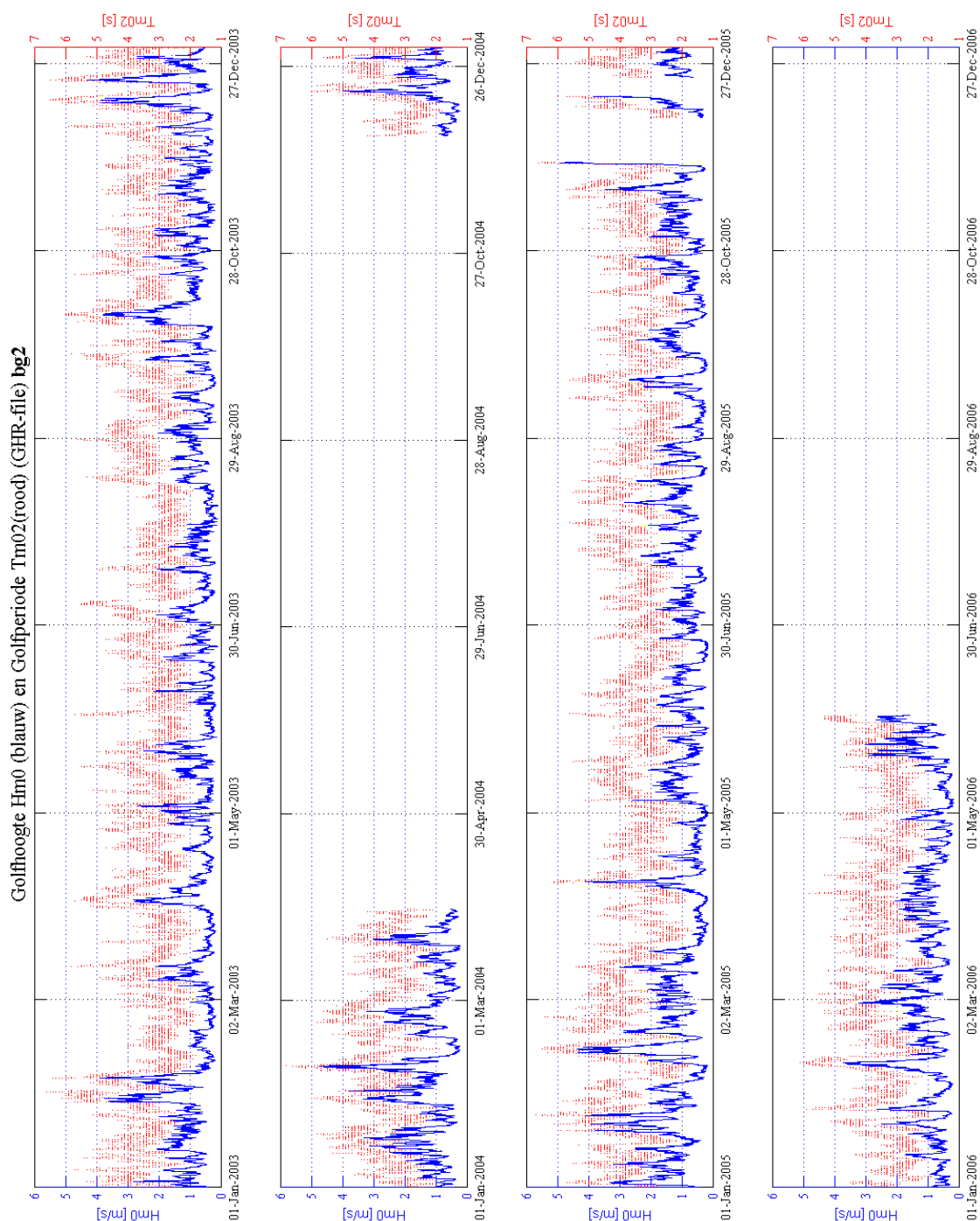












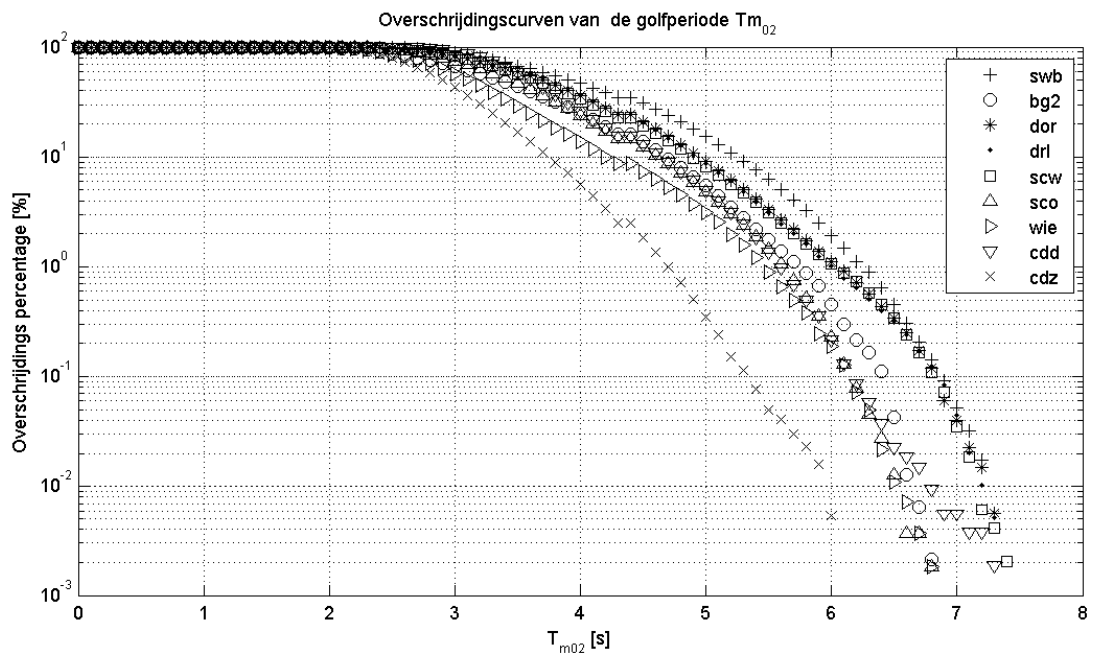
T _{m02} [s]							
Locatie	max [s]	gem [s]	Overschrijdingsfrequentie				
			0.10%	1%	5%	10%	50%
BA1 (ghr)	4.10	1.90	3.47	2.86	2.47	2.32	1.91
BAT (ghr)	29.00	1.95	3.58	2.86	2.50	2.36	1.96
HS1 (ghr)	4.60	2.09	3.72	3.10	2.76	2.59	2.11
HSW (ghr)	4.10	2.05	3.18	2.85	2.59	2.46	2.08
PVT (ghr)	9.60	2.57	4.52	3.81	3.40	3.20	2.58
HF1 (ghr)	3.60	1.75	3.00	2.57	2.24	2.09	1.76
HFP (ghr)	7.70	1.65	3.05	2.58	2.19	2.02	1.65
WCT (ghr)	5.40	2.82	4.58	4.13	3.71	3.49	2.82
CDZ (ghr)	6.10	3.02	5.35	4.70	4.15	3.85	3.01
CDD (gd,gr)	7.3	3.76	6.17	5.6	5	4.64	3.71
WIE (ghr)	6.80	3.28	6.15	5.47	4.74	4.30	3.21
SCO (ghr)	6.80	3.58	6.16	5.62	4.99	4.62	3.54
SCW (ghr)	7.40	3.79	6.83	6.03	5.27	4.89	3.75
DRL (gd,gr)	7.3	3.91	6.86	6	5.29	4.92	3.86
DOR (ghr)	7.30	3.84	6.83	6.05	5.30	4.94	3.80
BG2 (ghr)	6.80	3.49	6.42	5.75	5.04	4.68	3.45
SWB (ghr)	7.20	4.05	6.88	6.25	5.60	5.25	4.01
SWB (gd,gr)	6.6	4.12	6.43	5.88	5.42	5.14	4.09

T _{m-1,0} [s]							
Locatie	max [s]	gem [s]	Overschrijdingsfrequentie				
			0.10%	1%	5%	10%	50%
BA1 (ghr)	11.00	2.85	6.61	4.72	3.84	3.54	2.82
BAT (ghr)	30.50	2.87	11.92	7.12	4.13	3.53	2.75
HS1 (ghr)	12.30	2.86	6.47	4.78	4.02	3.70	2.86
HSW (ghr)	8.40	2.56	4.72	3.90	3.39	3.17	2.58
PVT (ghr)	27.20	3.34	17.70	7.16	4.66	4.22	3.24
HF1 (ghr)	14.30	2.83	7.09	4.61	3.90	3.63	2.79
HFP (ghr)	19.70	2.55	5.38	4.10	3.51	3.27	2.56
WCT (ghr)	19.10	3.56	7.49	5.70	4.90	4.55	3.51
CDZ (ghr)	10.30	4.19	8.21	7.07	6.13	5.58	4.07
CDD (gd,gr)	10.2	4.62	8.44	7.43	6.53	5.98	4.47
WIE (ghr)	17.20	4.21	9.70	7.30	6.26	5.65	4.06
SCO (ghr)	20.90	4.48	10.92	7.42	6.40	5.86	4.37
SCW (ghr)	12.00	4.77	8.43	7.53	6.67	6.21	4.68
DRL (gd,gr)	10.8	4.75	8.49	7.56	6.62	6.14	4.64
DOR (ghr)	10.90	4.84	8.51	7.66	6.74	6.28	4.76
BG2 (ghr)	10.40	4.74	8.72	7.75	6.77	6.30	4.66
SWB (ghr)	10.60	5.01	8.58	7.75	6.89	6.47	4.96
SWB (gd,gr)	8.1	4.9	7.67	7.14	6.55	6.16	4.85

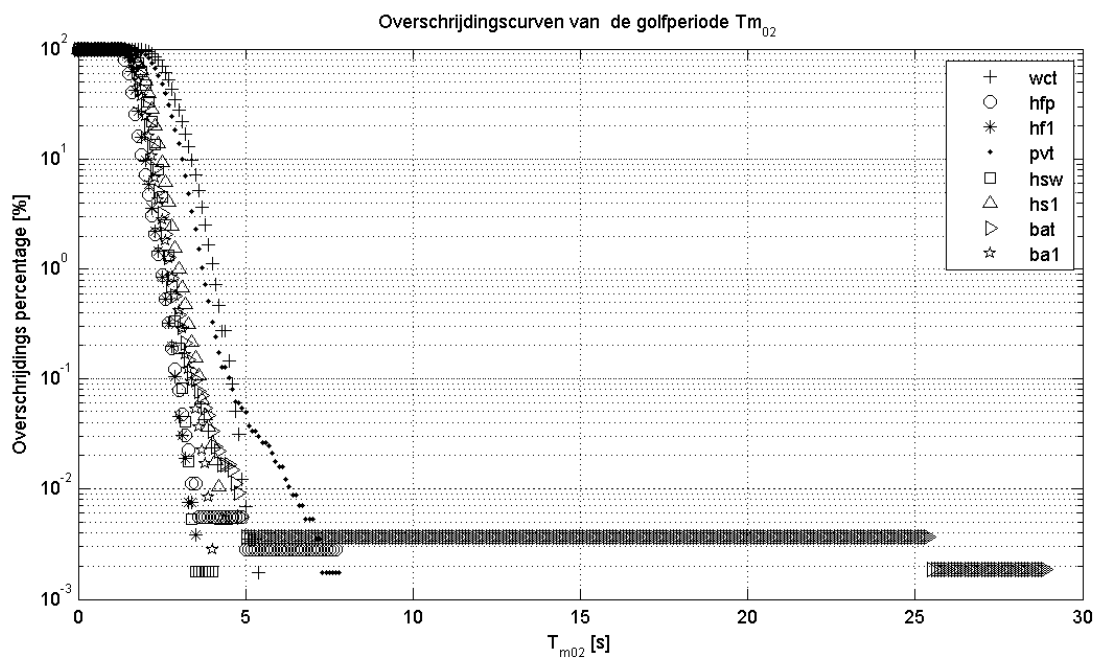
 = Vermoedelijk onrealistische waarde

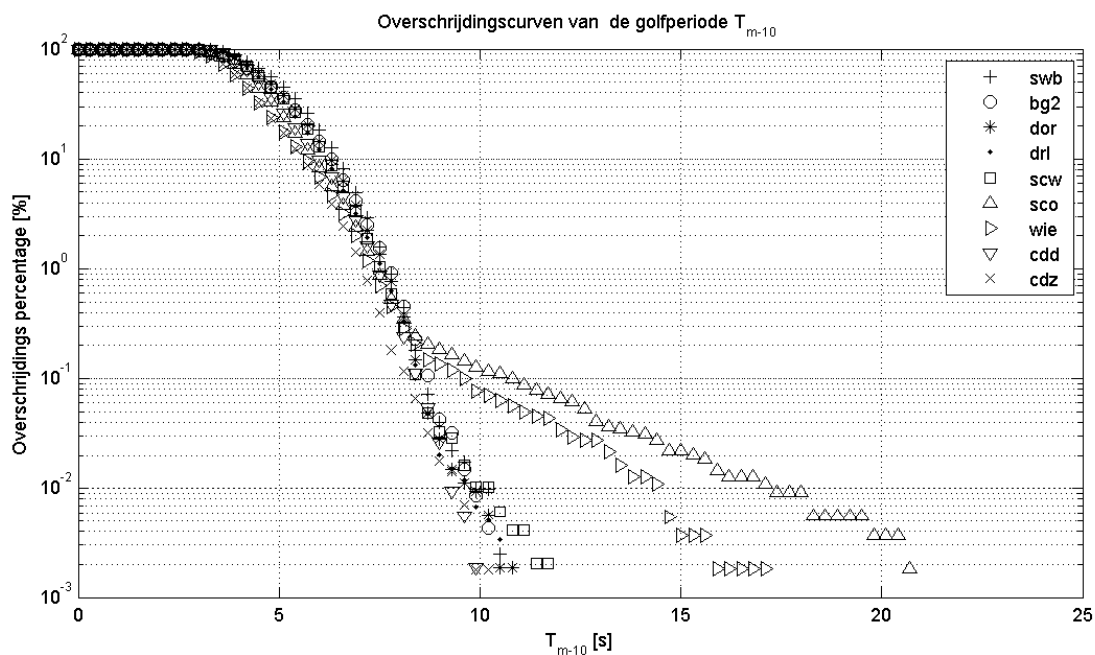
Locatie	H_{E10} [m]						
	max [m]	gem [m]	Overschrijdingsfrequentie				
			0.10%	1%	5%	10%	50%
BA1 (ghr)	0.27	0.02	0.13	0.07	0.04	0.03	0.02
BAT (ghr)	0.42	0.03	0.23	0.14	0.08	0.06	0.03
HS1 (ghr)	0.1	0.01	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02
HSW (ghr)	0.27	0.01	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02
PVT (ghr)	0.36	0.01	0.15	0.07	0.04	0.03	0.02
HF1 (ghr)	0.19	0.02	0.13	0.06	0.03	0.03	0.02
HFP (ghr)	0.26	0.02	0.08	0.05	0.03	0.03	0.02
WCT (ghr)	0.26	0.02	0.17	0.09	0.05	0.04	0.02
CDZ (ghr)	1.55	0.07	1.06	0.54	0.21	0.14	0.04
CDD (gd,gr)	1.6	0.07	1.11	0.58	0.23	0.15	0.05
WIE (ghr)	1.55	0.07	1.08	0.57	0.22	0.14	0.05
SCO (ghr)	1.61	0.08	1.2	0.62	0.24	0.15	0.05
SCW (ghr)	2.44	0.11	1.65	0.82	0.33	0.22	0.08
DRL (gd,gr)	2.29	0.11	1.67	0.83	0.34	0.21	0.08
DOR (ghr)	2.44	0.13	1.82	0.98	0.4	0.25	0.09
BG2 (ghr)	2.56	0.14	1.94	1.03	0.44	0.27	0.08
SWB (ghr)	2.76	0.15	1.96	1.06	0.47	0.29	0.1
SWB (gd,gr)	1.56	0.12	1.11	0.66	0.36	0.23	0.09

= Vermoedelijk onrealistische waarde

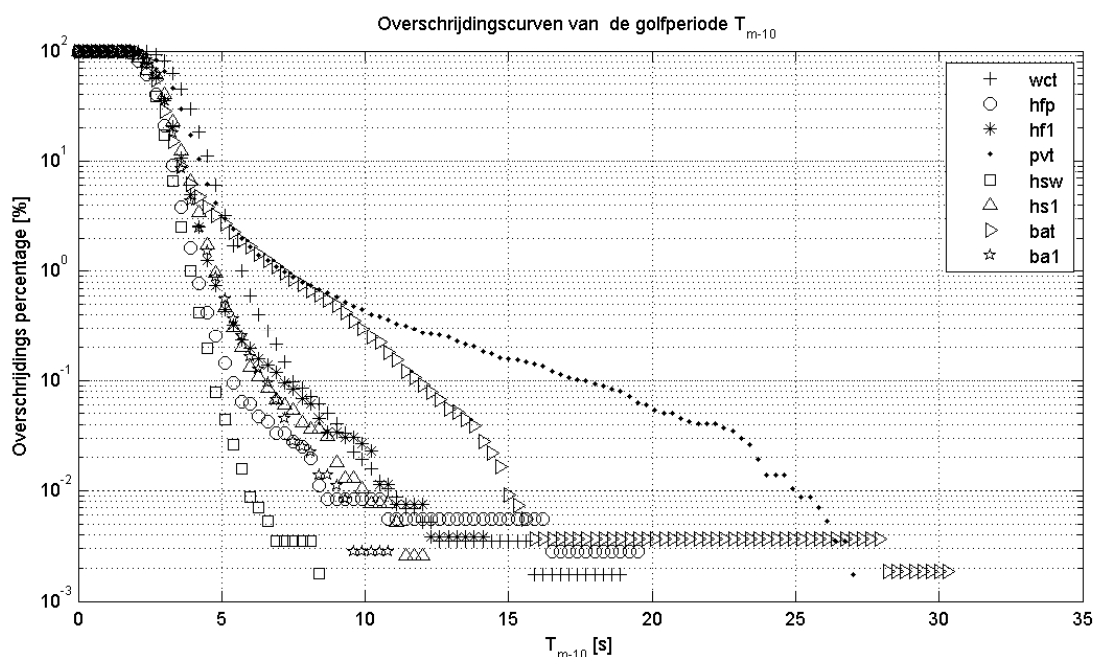


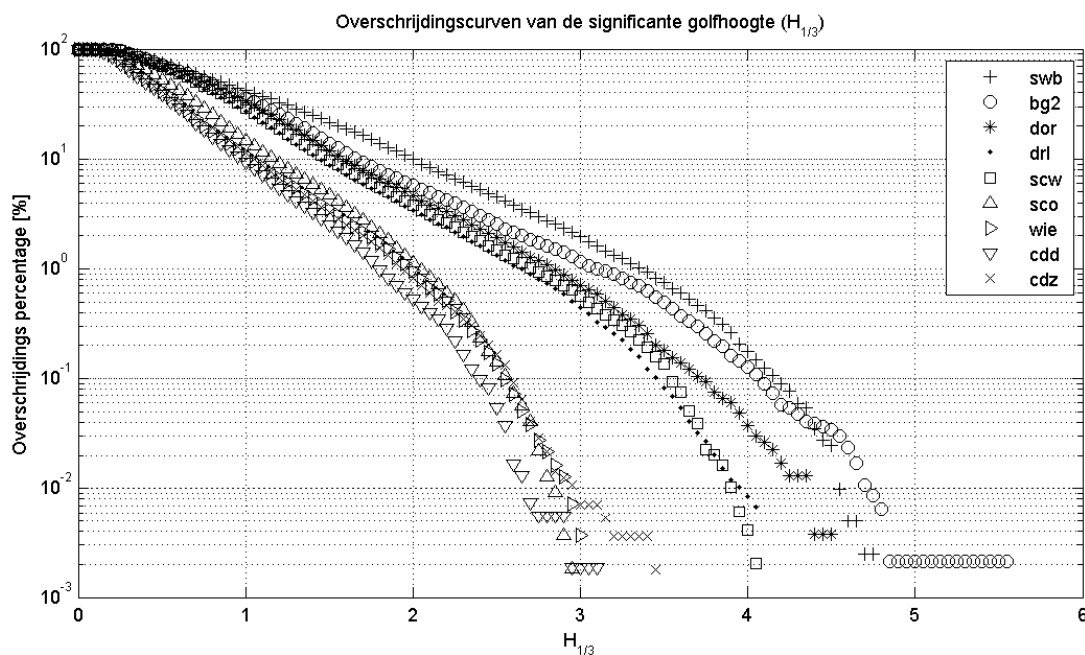
Horizontale "staarten" in de overschrijdingscurven worden veroorzaakt door uitschieters in de datasets



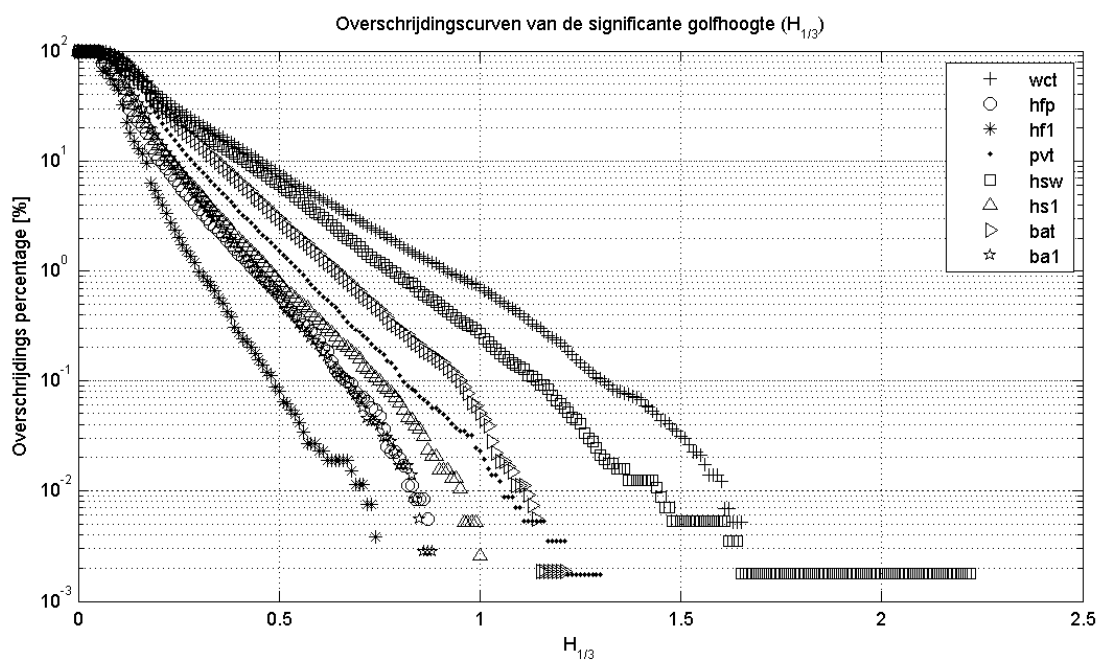


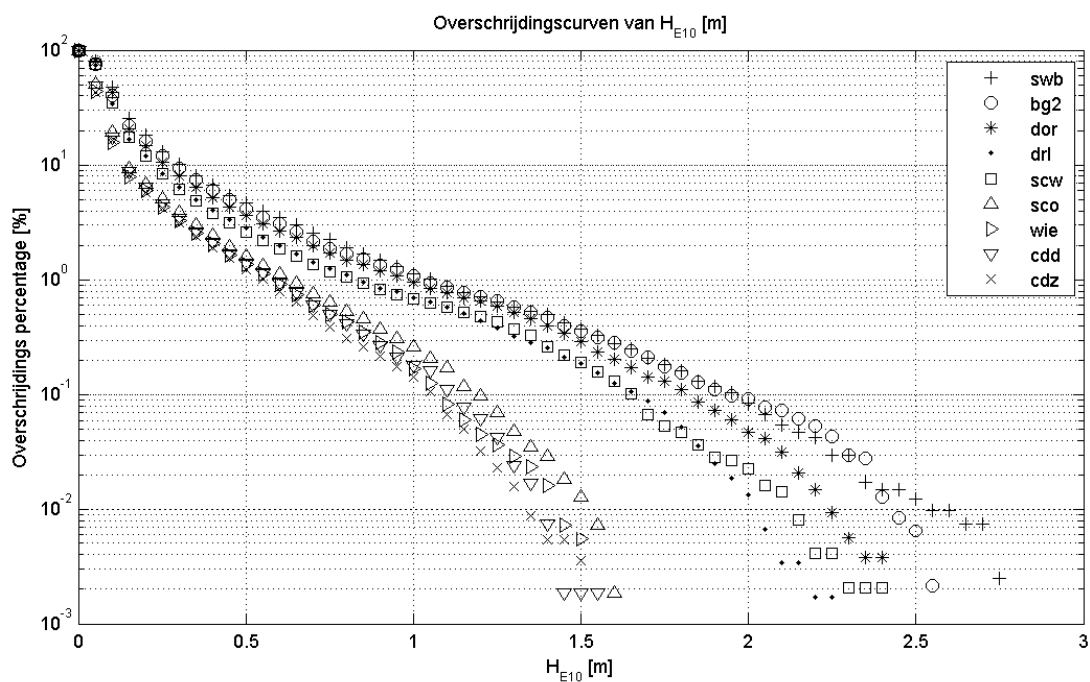
Horizontale "staarten" in de overschrijdingscurven worden veroorzaakt door uitschieters in de datasets



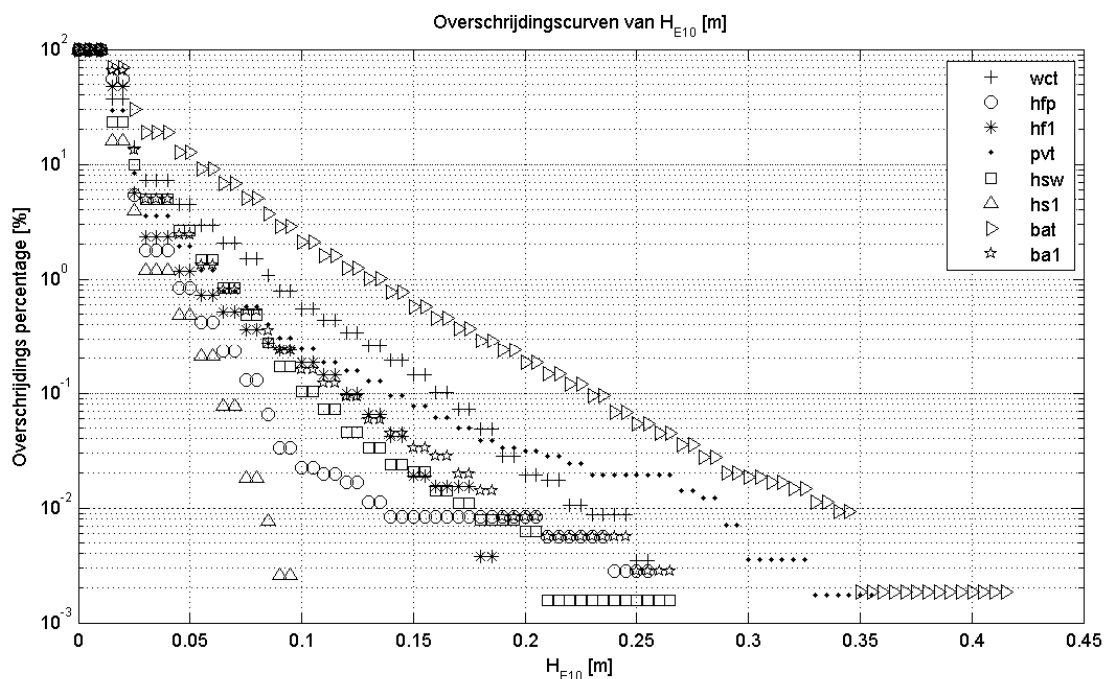


Horizontale "staarten" in de overschrijdingscurven worden veroorzaakt door uitschieters in de datasets





Horizontale "staarten" in de overschrijdingscurven worden veroorzaakt door uitschieters in de datasets

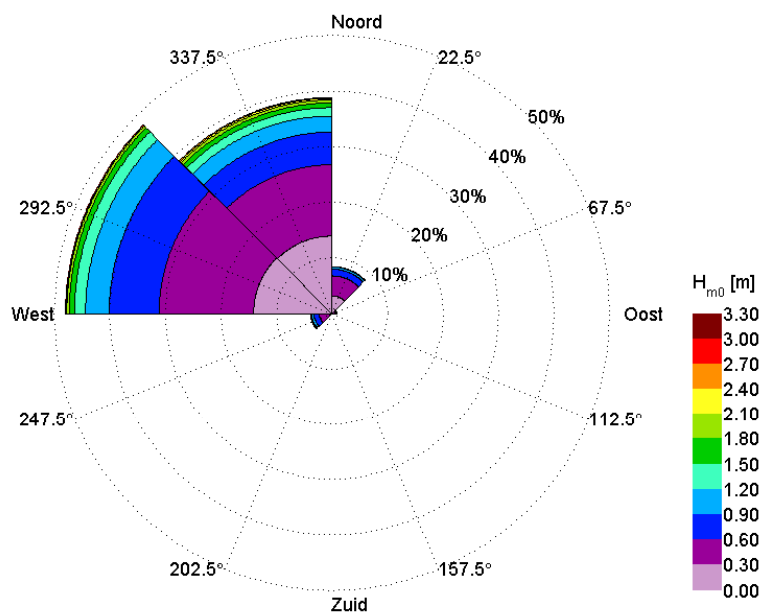


CDD	Golfrichting [degN]										Eindtotaal	Cumulatief
H _{md} [m]	0-44	45-89	90-134	135-179	180-224	225-269	270-314	315-360	Onbepaald			
0-0.25	1.93%	0.08%				0.20%	9.06%	9.32%			20.59%	100.00%
0.25-0.5	3.28%	0.41%				1.00%	13.78%	12.41%			30.89%	79.41%
0.5-0.75	1.42%	0.26%				1.06%	9.27%	5.80%			17.80%	48.53%
0.75-1	0.62%	0.09%				0.38%	4.94%	3.54%			9.56%	30.72%
1-1.25	0.21%	0.01%				0.24%	2.57%	1.84%			4.86%	21.16%
1.25-1.5	0.03%					0.07%	1.35%	1.15%			2.60%	16.31%
1.5-1.75	0.01%					0.02%	0.73%	0.66%			1.42%	13.70%
1.75-2						0.01%	0.45%	0.45%			0.91%	12.28%
2-2.25							0.10%	0.30%			0.40%	11.37%
2.25-2.5							0.07%	0.18%			0.25%	10.97%
2.5-2.75							0.03%	0.08%			0.11%	10.71%
2.75-3							0.02%	0.01%			0.03%	10.60%
3-3.25											0.00%	10.58%
3.25-3.5											0.00%	10.58%
Onbepaald							0.02%	0.01%	10.54%		10.57%	10.57%
Eindtotaal	7.49%	0.84%	0.00%	0.00%	0.00%	2.99%	42.39%	35.74%	10.54%		100.00%	

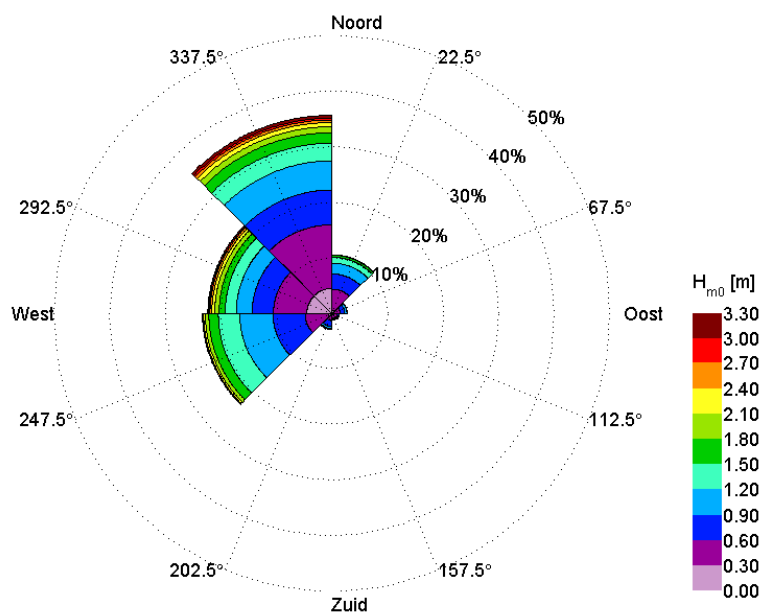
Gebaseerd op 59 856 halfuurswaarden

DRL	Golfrichting [degN]										Onbepaald	Eindtotaal	Cumulatief
H _{md} [m]	0-44	45-89	90-134	135-179	180-224	225-269	270-314	315-360					
0-0.25	0.21%	0.06%	0.05%	0.05%	0.08%	0.28%	2.58%	2.35%				5.66%	100.00%
0.25-0.5	2.91%	1.05%	0.59%	0.49%	0.72%	2.69%	5.87%	10.40%				24.71%	94.34%
0.5-0.75	2.50%	0.79%	0.53%	0.36%	0.96%	4.31%	3.85%	6.68%	0.01%			19.78%	69.63%
0.75-1	2.10%	0.61%	0.14%	0.16%	0.63%	5.03%	3.00%	4.73%				16.39%	49.84%
1-1.25	1.34%	0.23%	0.01%	0.04%	0.24%	4.47%	2.25%	4.08%				12.67%	33.45%
1.25-1.5	0.84%	0.03%		0.02%	0.08%	2.94%	1.60%	2.44%				7.94%	20.79%
1.5-1.75	0.33%				0.02%	1.42%	0.95%	1.60%				4.33%	12.85%
1.75-2	0.08%					0.64%	0.69%	1.02%				2.44%	8.51%
2-2.25	0.02%					0.33%	0.51%	0.75%				1.61%	6.08%
2.25-2.5						0.17%	0.37%	0.52%				1.06%	4.46%
2.5-2.75						0.09%	0.21%	0.36%				0.66%	3.40%
2.75-3						0.04%	0.13%	0.25%				0.42%	2.74%
3-3.25						0.02%	0.08%	0.23%				0.33%	2.32%
3.25-3.5						0.01%	0.05%	0.15%				0.21%	1.99%
3.5-3.75							0.03%	0.09%				0.12%	1.78%
3.75-4							0.01%	0.03%				0.04%	1.66%
4-4.25							0.01%	0.02%				0.02%	1.62%
4.25-4.5								0.01%				0.01%	1.60%
Onbepaald	0.01%	0.01%			0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	1.50%		1.59%	1.59%	
Eindtotaal	10.33%	2.76%	1.32%	1.11%	2.74%	22.47%	22.04%	35.72%	1.51%		100.00%		

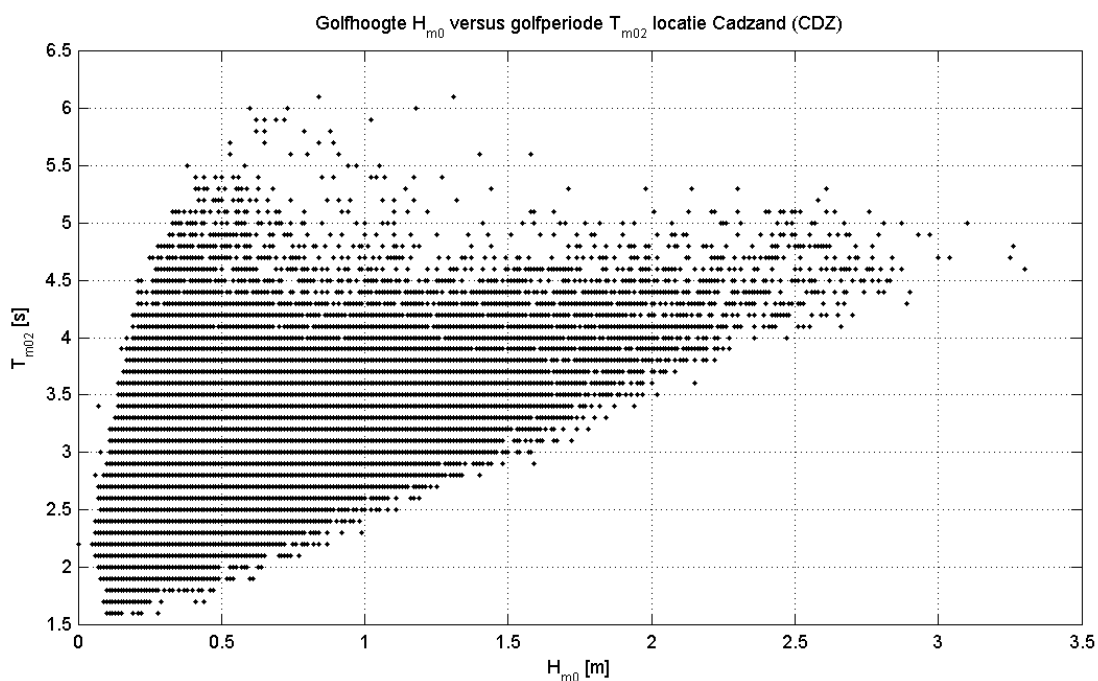
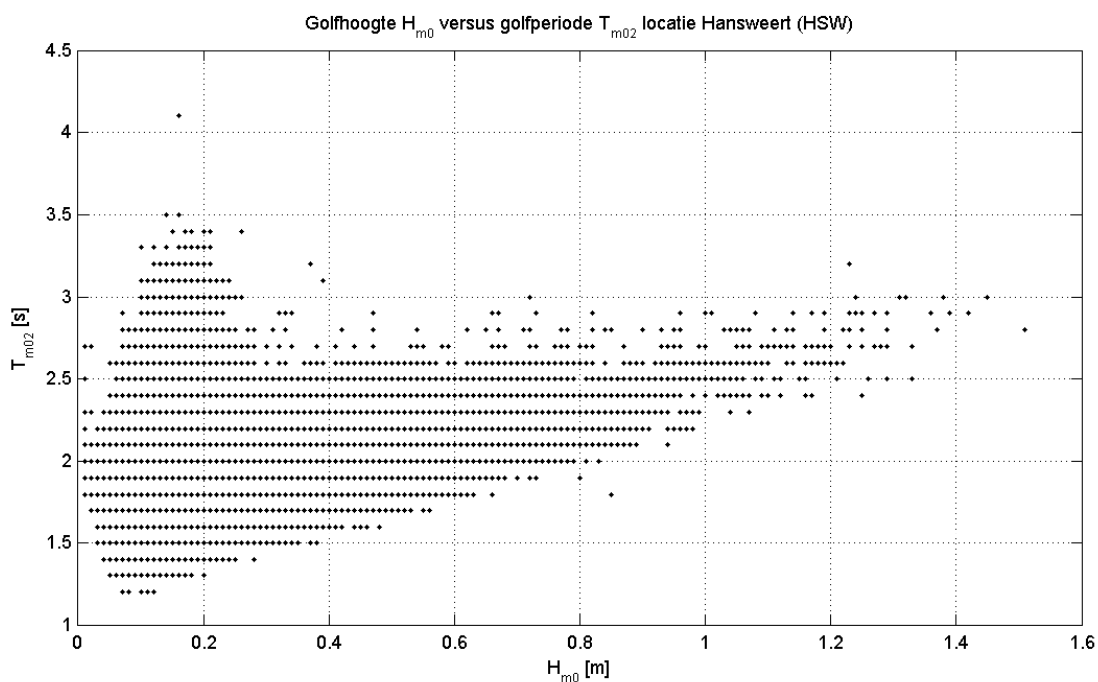
Gebaseerd op 59 856 halfuurswaarden

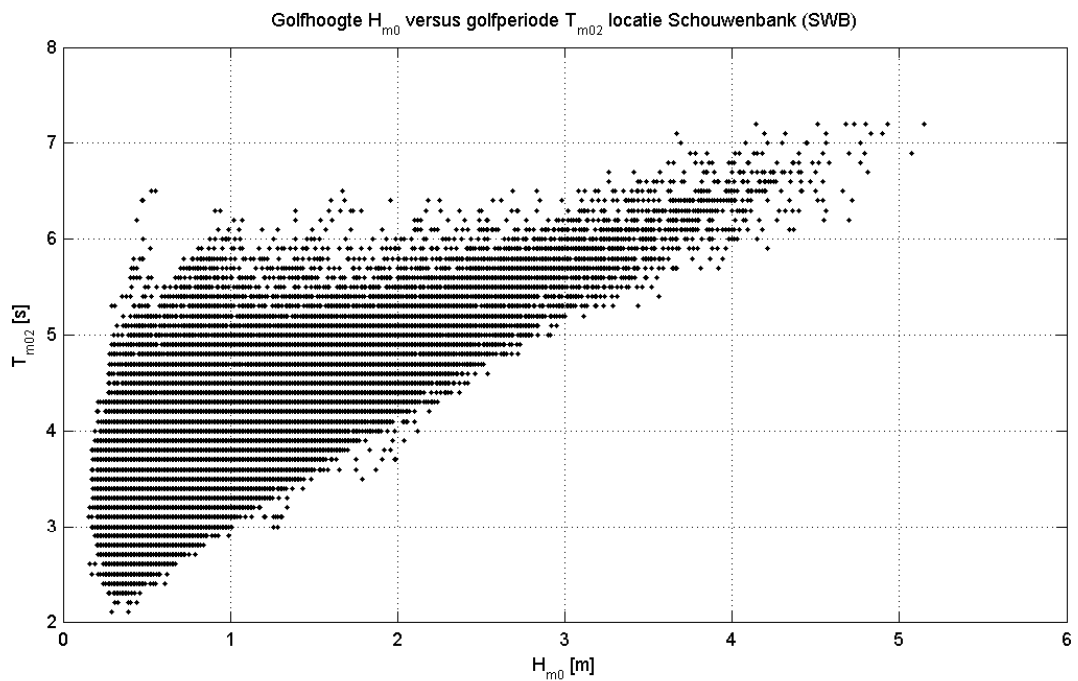


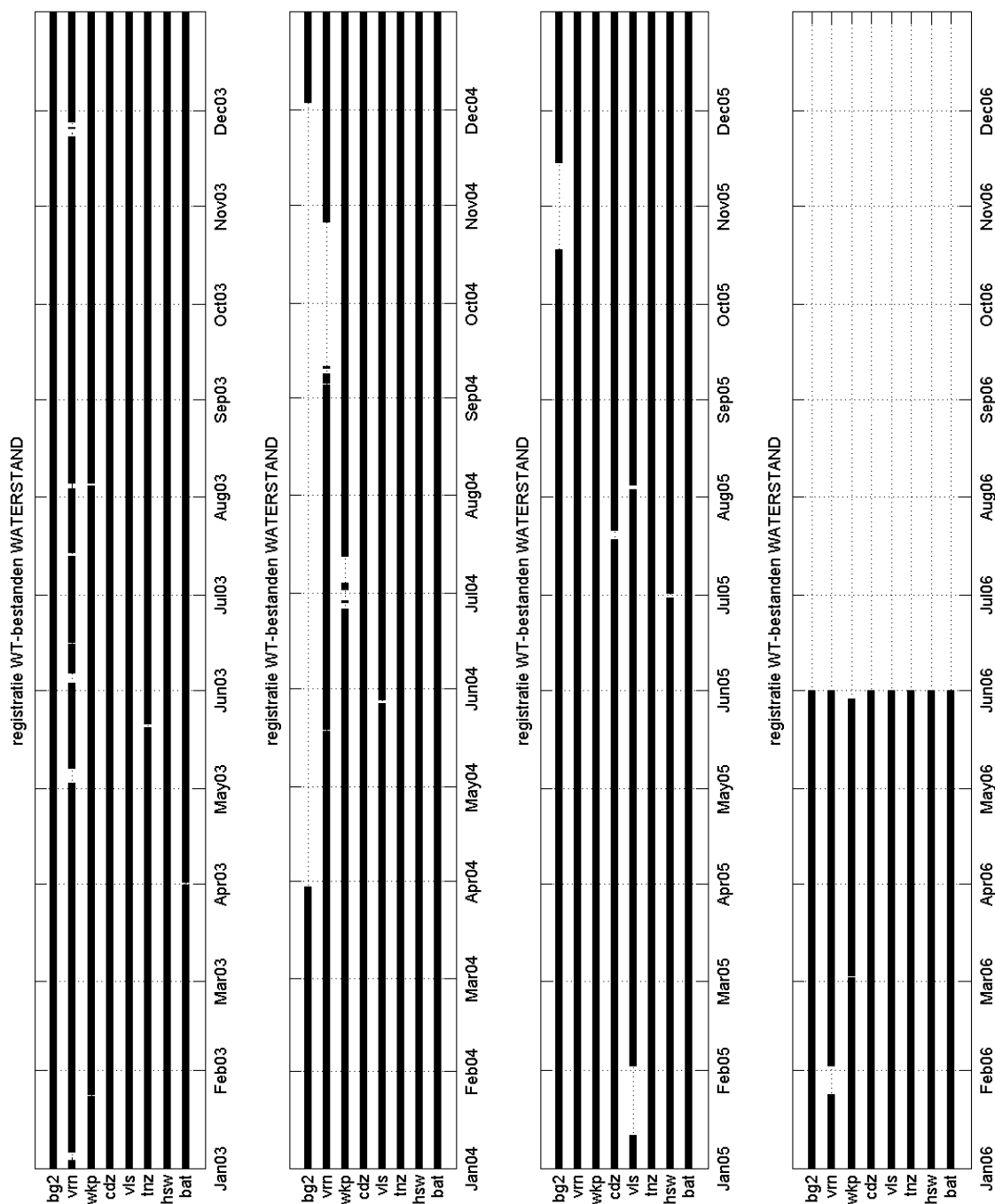
Cadzand

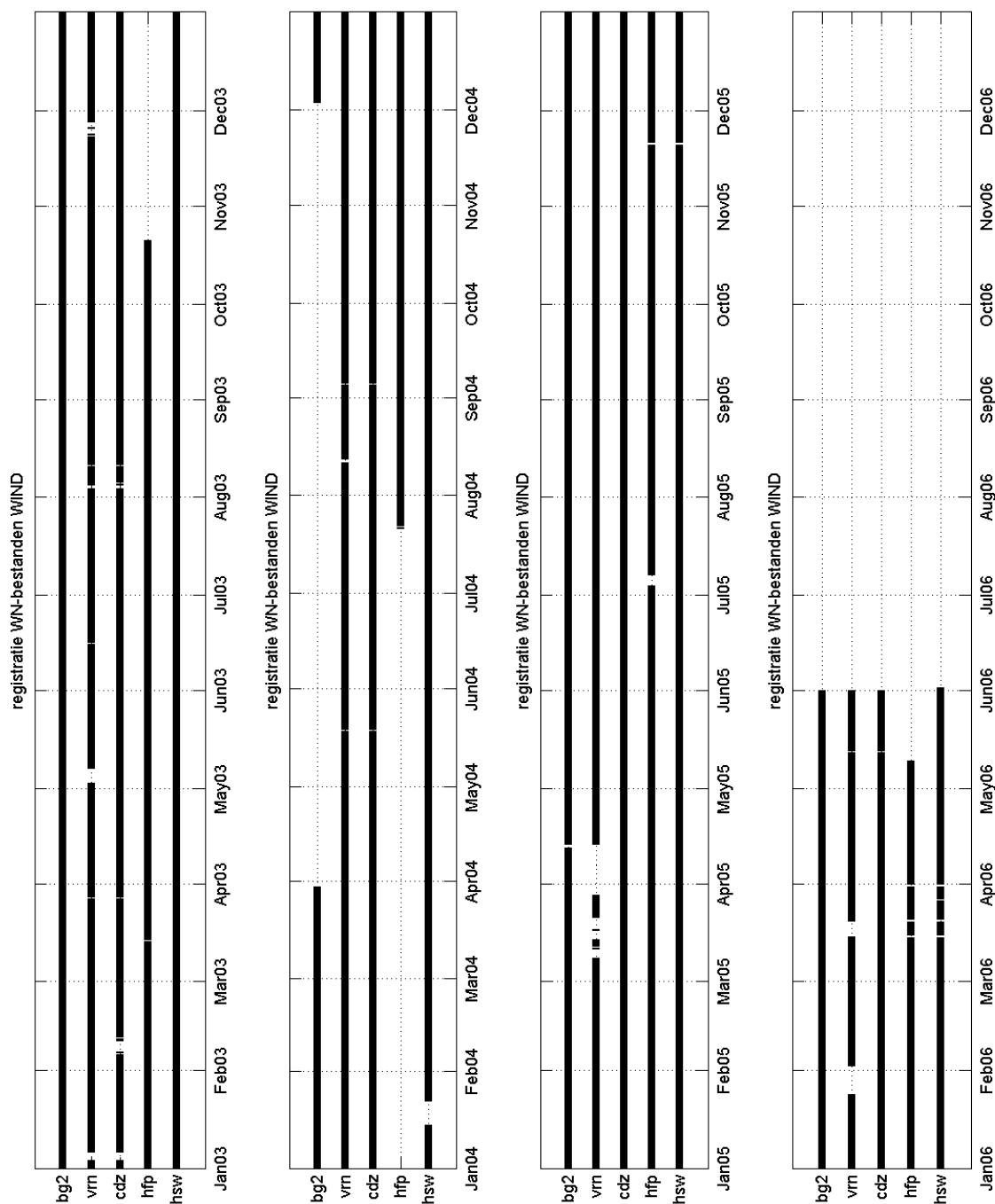


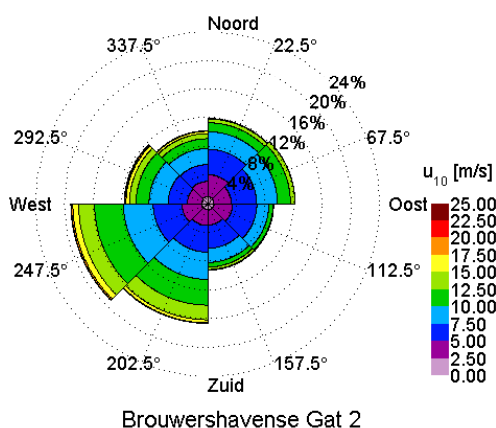
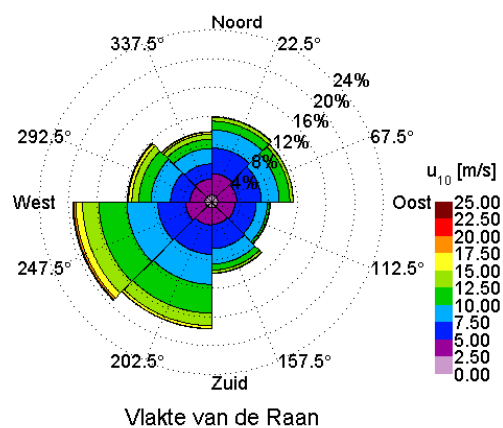
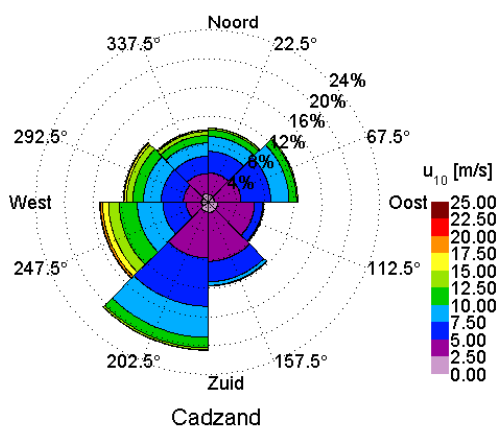
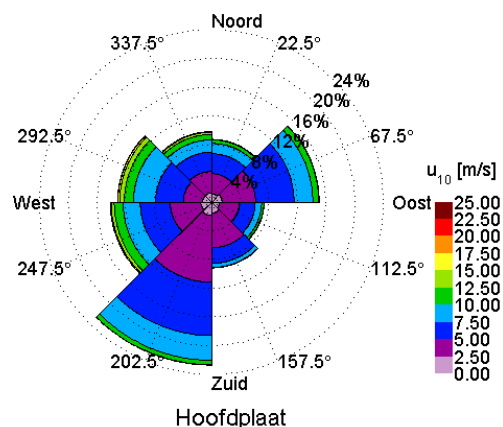
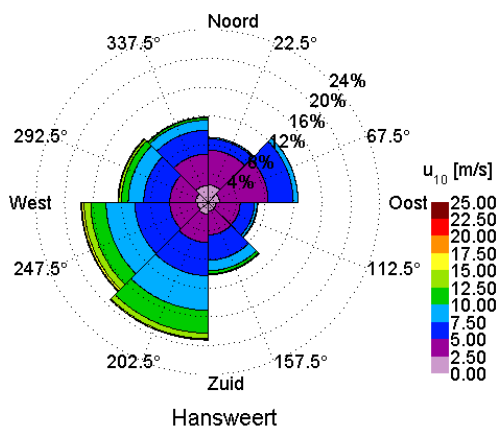
Deurloo





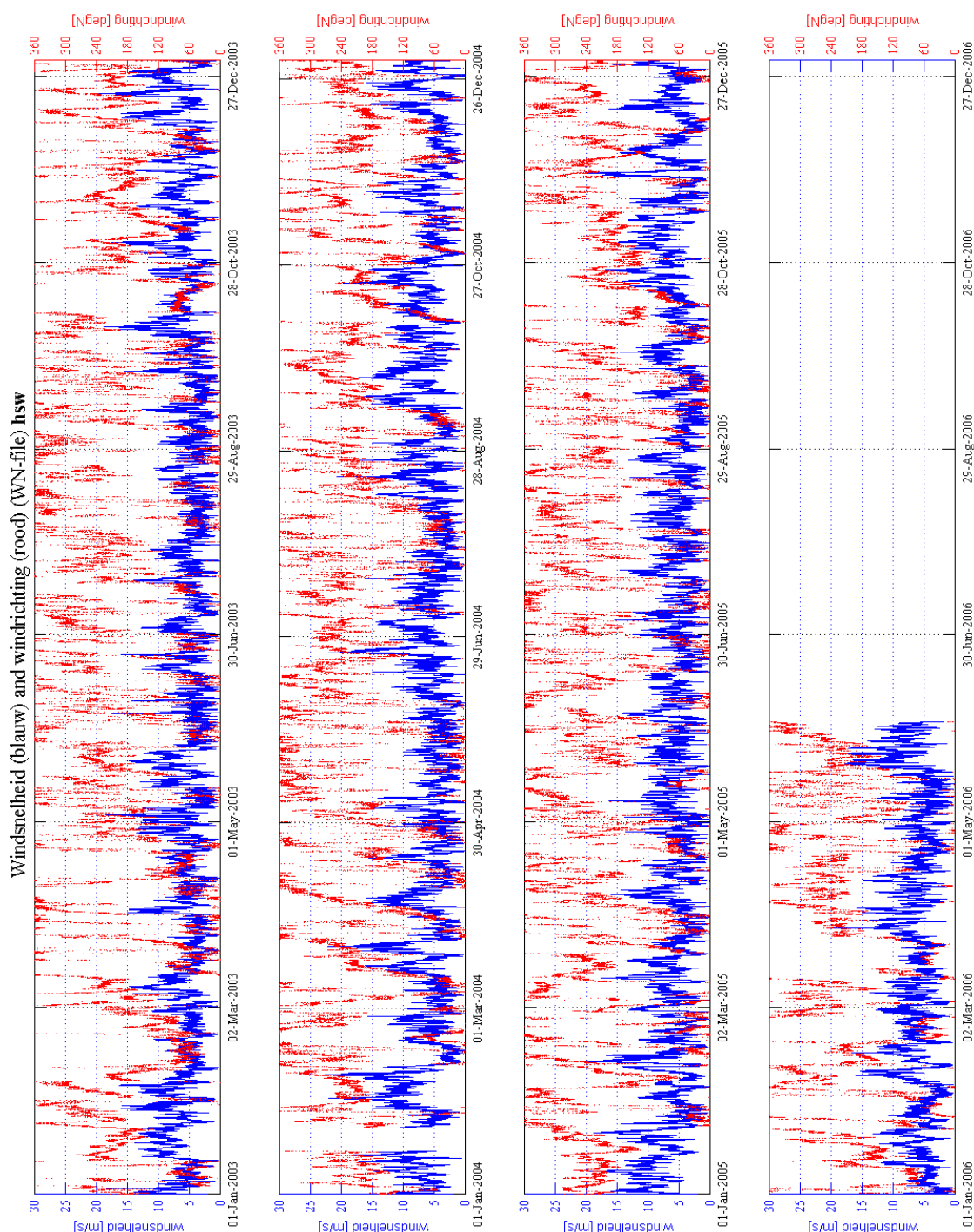


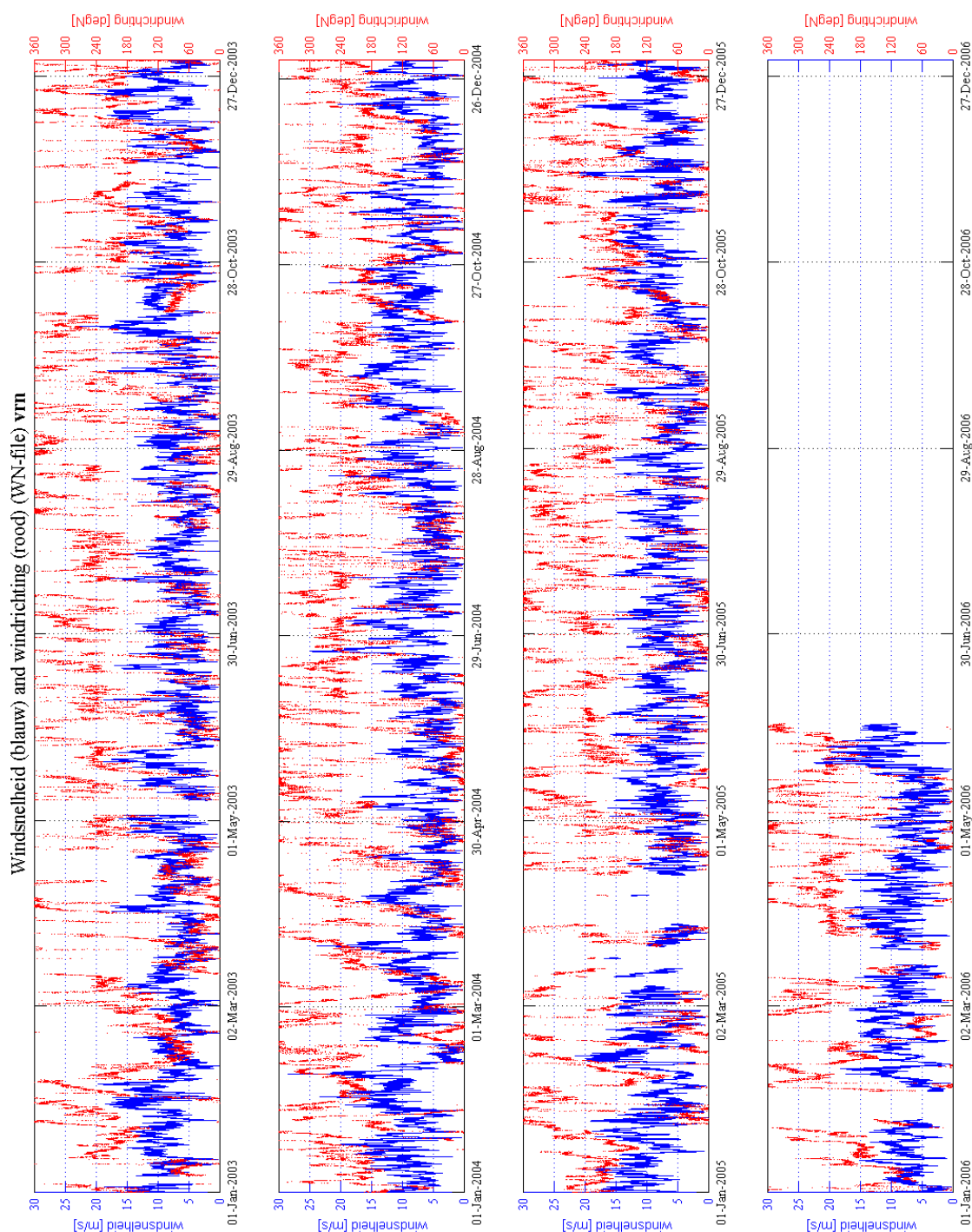


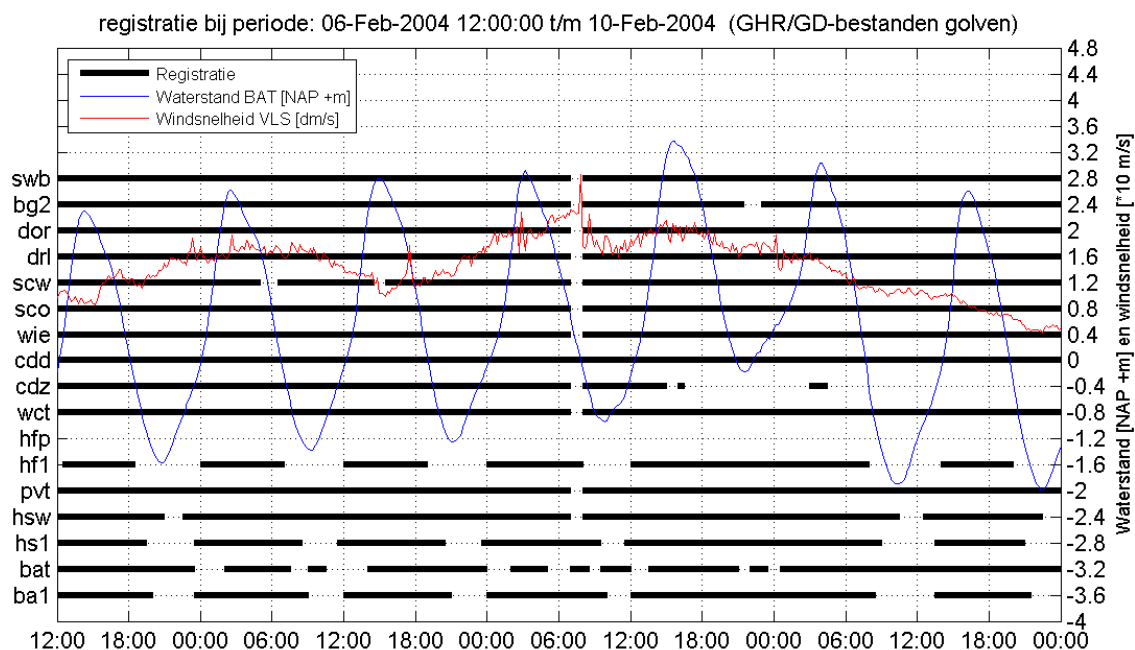
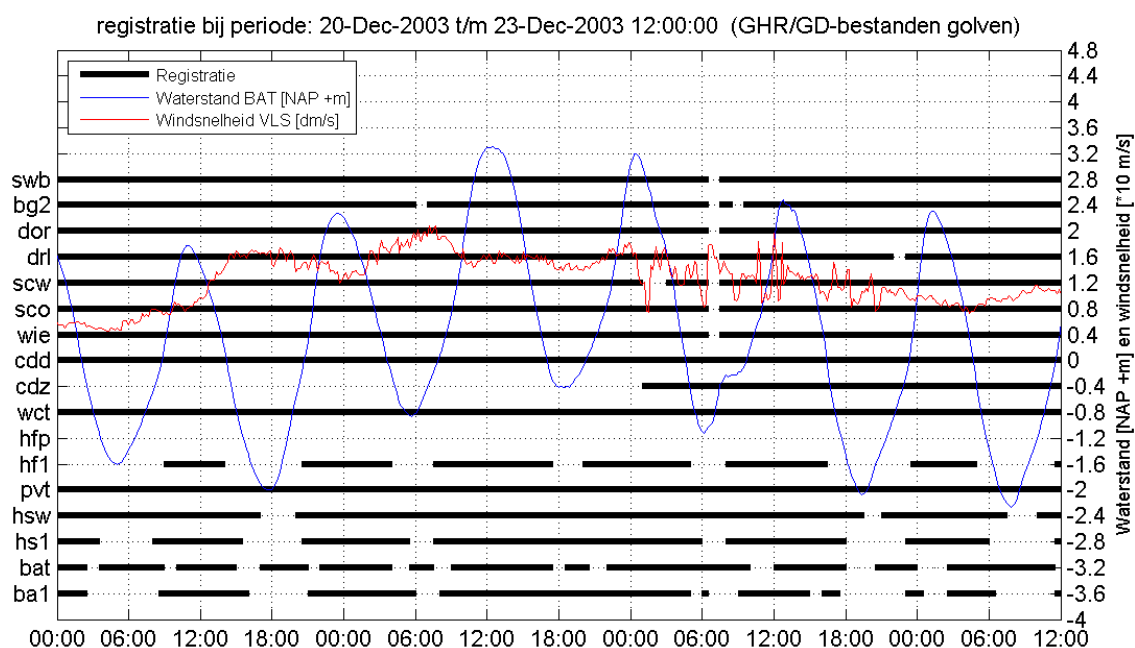


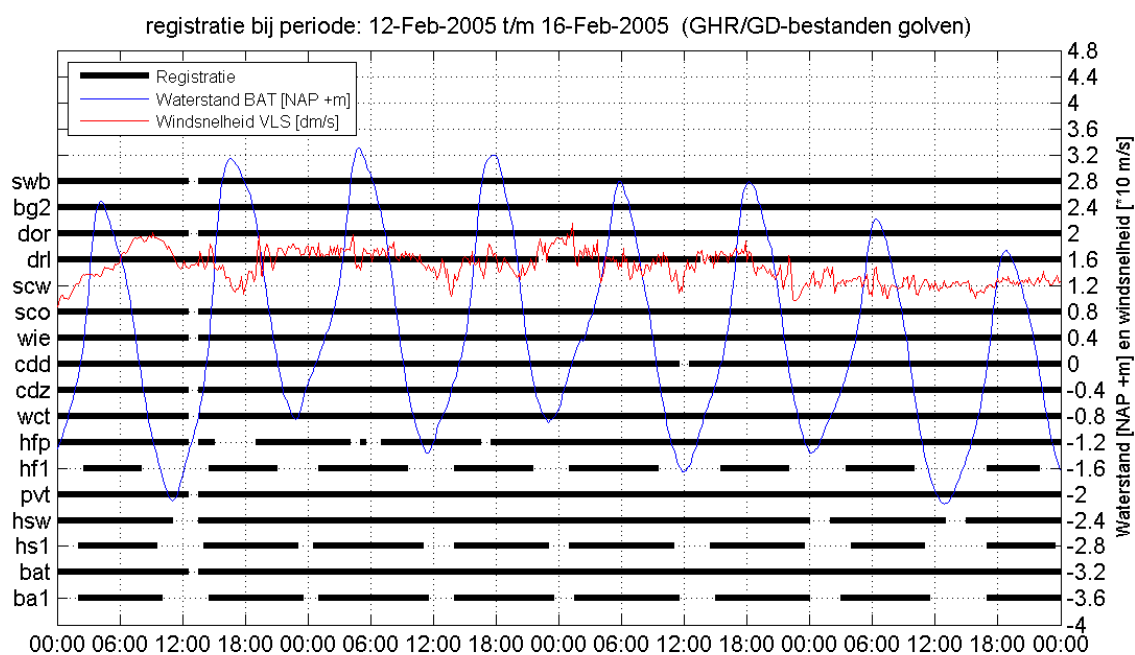
VRN	Windrichting [degN]											Eindtotaal	Cumulatief
	Windsnelheid [m/s]	0-44	45-89	90-134	135-179	180-224	225-269	270-314	315-360	Onbepaald			
	0 - 2,5	0.88%	0.83%	0.75%	0.72%	0.67%	0.73%	0.82%	0.89%	0.00%	6.29%	100.00%	
	2,5 - 5	2.74%	2.43%	2.23%	2.10%	2.19%	2.52%	1.91%	2.15%	0.00%	18.28%	93.71%	
	5 - 7,5	3.29%	3.27%	2.85%	3.25%	3.85%	3.66%	2.59%	2.06%	0.01%	24.83%	75.42%	
	7,5 - 10	2.37%	2.38%	1.55%	2.03%	3.92%	4.11%	2.56%	2.10%	0.00%	21.01%	50.60%	
	10 - 12,5	1.17%	1.46%	0.37%	0.79%	3.82%	3.82%	1.66%	1.32%		14.42%	29.59%	
	12,5 - 15	0.52%	0.50%	0.07%	0.38%	1.75%	2.21%	0.93%	0.67%	0.00%	7.04%	15.17%	
	15 - 17,5	0.06%	0.02%		0.05%	0.41%	0.96%	0.46%	0.30%	0.00%	2.26%	8.13%	
	17,5 - 20	0.01%			0.00%	0.05%	0.29%	0.15%	0.07%		0.57%	5.87%	
	20 - 22,5					0.01%	0.12%	0.02%	0.01%		0.16%	5.31%	
	22,5 - 25						0.04%	0.01%			0.04%	5.15%	
	>25							0.00%		5.11%	5.11%	5.11%	
	Eindtotaal	11.04%	10.91%	7.82%	9.32%	16.66%	18.44%	11.11%	9.57%	5.13%	100.00%		

Gebaseerd op 59,860 halfuurswaarden incl NaN
56,790 halfuurswaarden excl NaN









Periode: 20-Dec-2003 t/m 23-Dec-2003 12:00															
	max	Waarden horend bij max (H_{m0})				max	Waarden horend bij max(T_{m02})				max	Waarden horend bij max ($T_{m-1,0}$)			
	H_{m0}	Tijdstip		T_{m02}	$T_{m-1,0}$	T_{m02}	Tijdstip		H_{m0}	$T_{m-1,0}$	$T_{m-1,0}$	Tijdstip		H_{m0}	T_{m02}
	[m]	Dag	Tijd	[s]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]
Ba1	0.52	21	09:00	2.2	3.2	2.5	20	11:30	0.26	3.9	3.9	20	11:30	0.26	2.5
Bat	0.91	21	07:30	2.4	3.0	2.7	22	10:00	0.33	5.0	7.5	23	06:00	0.24	2.4
Hs1	0.57	21	09:30	2.3	2.6	2.8	20	01:30	0.15	3.8	4.5	21	05:30	0.12	2.2
Hsw	1.25	21	08:00	2.4	2.7	2.7	22	17:00	0.28	3.3	3.3	22	17:00	0.28	2.7
Pvt	0.92	21	13:30	3.2	3.7	4.3	21	16:30	0.74	4.9	4.9	21	16:30	0.74	4.3
Hf1	0.69	21	13:30	3.0	4.6	3.0	21	13:30	0.69	4.6	5.2	21	11:30	0.41	2.7
Hfp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wct	1.47	21	08:00	3.9	4.5	4.9	22	04:00	0.48	5.9	6.4	22	18:00	0.21	3.9
Cdz	2.67	22	01:00	5.0	7.6	5.0	22	01:00	2.67	7.6	7.6	22	01:00	2.67	5.0
Cdd	2.86	22	00:30	6.0	7.9	6.0	22	00:30	2.86	7.9	8.0	22	01:00	2.62	5.9
Wie	2.96	22		5.8	7.5	6.4	21	15:00	2.12	7.7	8.1	21	17:00	1.70	5.8
Sco	2.65	22		5.5	7.3	6.5	21	17:00	2.24	8.4	8.4	21	17:00	2.24	6.5
Scw	3.83	21	16:30	7.2	8.7	7.3	21	17:00	3.80	9.1	9.1	21	17:00	3.80	7.3
Drl	3.96	21	16:30	7.3	8.9	7.3	21	16:30	3.96	8.9	8.9	21	16:30	3.96	7.3
Dor	3.93	21	16:30	6.9	8.5	6.9	21	16:00	3.78	8.7	8.7	21	16:00	3.78	6.9
Bg2	4.28	21	15:00	6.5	8.4	6.5	21	15:00	4.28	8.4	8.7	21	15:30	3.88	6.3
Swb	4.70	21	14:00	6.9	7.8	7.1	21	15:30	4.56	8.8	8.8	21	15:30	4.56	7.1

Periode: 06-Feb-2004 12:00 t/m 10-Feb-2004															
	max	Waarden horend bij max (H_{m0})				max	Waarden horend bij max(T_{m02})				max	Waarden horend bij max ($T_{m-1,0}$)			
	H_{m0}	Tijdstip		T_{m02}	$T_{m-1,0}$	T_{m02}	Tijdstip		H_{m0}	$T_{m-1,0}$	$T_{m-1,0}$	Tijdstip		H_{m0}	T_{m02}
	[m]	Dag	Tijd	[s]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]
BA1	0.77	8	06:00	2.7	3.6	2.8	7	06:30	0.55	3.5	6.1	6	14:30	0.23	2.6
BAT	1.08	8	07:00	2.8	3.5	2.8	8	07:00	1.08	3.5	3.8	6	14:30	0.26	2.5
HS1	0.88	8	06:00	2.9	3.6	3.1	9	07:30	0.20	4.6	4.6	9	07:30	0.20	3.1
HSW	1.23	8	06:00	3.2	3.7	3.2	8	06:00	1.23	3.7	3.7	8	06:00	1.23	3.2
PVT	1.38	8	17:00	3.6	4.0	4.3	8	19:00	0.96	5.0	5.0	8	19:00	0.96	4.3
HF1	0.82	8	16:30	2.9	4.1	3.0	8	15:30	0.70	4.7	5.3	7	14:30	0.22	2.8
HFP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WCT	1.72	8	06:00	4.6	5.4	4.9	8	19:30	1.00	5.6	6.1	9	05:30	0.44	3.7
CDZ	3.30	8	14:30	4.6	6.1	5.0	8	16:30	3.10	7.1	7.2	9	04:00	2.71	4.8
CDD	3.37	8	16:30	6.3	8.1	6.3	8	16:30	3.37	8.1	8.1	8	16:30	3.37	6.3
WIE	3.30	8	16:30	6.3	8.0	6.6	8	18:30	2.72	8.5	8.5	8	18:30	2.72	6.6
SCO	3.14	8	15:30	5.7	7.4	6.7	8	19:00	2.88	8.3	8.3	8	18:00	3.01	6.5
SCW	4.33	8	16:00	6.8	7.9	7.1	8	19:30	3.81	8.4	8.4	8	18:30	3.80	6.9
DRL	4.33	8	16:30	7.1	8.3	7.3	8	18:30	3.86	8.7	8.7	8	18:30	3.86	7.3
DOR	4.40	8	18:30	7.2	8.6	7.2	8	18:30	4.40	8.6	8.7	8	19:00	3.92	7.2
BG2	4.74	8	17:00	6.5	8.3	6.8	9	00:00	4.44	8.4	8.5	8	19:30	3.98	6.5
SWB	5.15	8	16:30	7.2	8.4	7.2	8	16:30	5.15	8.4	8.6	8	18:00	4.90	7.1

Periode: 12-Feb-2005 t/m 16-Feb-2005															
	max	Waarden horend bij max (H_{m0})				max	Waarden horend bij max(T_{m02})				max	Waarden horend bij max ($T_{m-1,0}$)			
	H_{m0}	Tijdstip		T_{m02}	$T_{m-1,0}$	T_{m02}	Tijdstip		H_{m0}	$T_{m-1,0}$	$T_{m-1,0}$	Tijdstip		H_{m0}	T_{m02}
	[m]	Dag	Tijd	[s]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]	[s]	Dag	Tijd	[m]	[s]
Ba1	0.64	13	05:30	2.5	2.9	1.9	12	20:30	0.47	3.8	3.9	14	23:00	0.08	1.9
Bat	0.99	12	14:00	2.4	2.8	2.6	12	20:30	0.68	3.7	4.2	12	12:30	0.68	2.6
Hs1	0.68	13	05:00	2.4	2.7	2.5	15	09:00	0.09	3.9	4.3	12	09:30	0.23	2.5
Hsw	1.26	12	13:30	2.5	2.7	2.0	12	10:00	1.01	3.5	4.2	13	12:30	0.03	2.0
Pvt	0.98	13	00:00	3.4	3.8	4.6	12	20:30	0.84	5.0	5.0	12	20:30	0.84	4.6
Hf1	0.53	13	05:00	3.0	5.6	2.5	13	05:00	0.53	5.6	8.2	13	14:00	0.07	2.5
Hfp	0.94	13	05:30	1.9	4.1	1.9	12	20:00	0.62	4.0	4.1	13	05:30	0.94	1.9
Wct	1.41	13	04:30	3.9	4.9	4.2	15	07:30	0.20	6.8	6.9	15	08:30	0.16	4.2
Cdz	2.93	14	05:00	4.9	7.3	5.2	14	06:00	2.58	8.2	8.2	14	06:00	2.58	5.2
Cdd	2.80	14	05:00	5.9	7.6	6.0	14	04:30	2.73	8.2	8.9	14	08:30	1.79	6.0
Wie	3.22	13	04:30	5.7	7.2	6.0	13	08:00	2.49	7.8	8.4	14	08:00	1.90	6.0
Sco	2.83	14	05:00	5.9	7.8	6.4	14	07:00	2.63	8.5	8.5	14	07:00	2.63	6.4
Scw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Drl	3.88	14	01:00	6.5	7.7	7.0	14	06:30	3.83	8.5	8.7	14	04:00	3.52	7.0
Dor	3.92	14	01:30	6.5	8.0	6.9	14	05:30	3.62	8.8	8.8	14	05:30	3.62	6.9
Bg2	4.37	14	03:00	6.4	8.3	6.5	14	06:00	4.02	8.5	8.5	14	06:00	4.02	6.5
Swb	4.83	14	01:30	7.1	8.4	7.1	14	01:30	4.83	8.4	8.6	14	07:00	3.67	7.1

