

Inhoud

Hoofdstuk 19. Zeegolven

1. Beschrijving 19-1
 - 1.1 inleiding grootte zeegolven 19-1
 - 1.2 definitie; omschrijving van de begrippen 19-1
 - 1.3 eenheden 19-3
 - 1.4 elementcodes 19-4
 - 1.5 dataopslag 19-5
 2. Operationele eisen 19-7
 - 2.1 bereik 19-7
 - 2.2 waarneemresolutie in verband met berichtgeving 19-7
 - 2.3 vereiste nauwkeurigheid 19-7
 - 2.4 vereiste waarneemfrequentie en -tijdstippen 19-7
 - 2.5 vereiste dataaanwezigheid per specifieke periode 19-8
 3. Instrumenten en techniek 19-9
 - 3.1 techniek en specificaties 19-9
 - 3.2 onderhoud- en calibratieprocedures 19-10
 4. Procedures 19-11
 - 4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen 19-11
 - 4.2 procedures voor achteraf validatie 19-11
 - 4.3 procedures voor inspectie 19-12
 5. Herleiding golfparameters uit golfmetingen 19-13
 - 5.1 herleiding golfparameters in tijdsdomein en frequentiedomein 19-13
 - 5.2 beschrijving presentatie golfspectra op KNMI-intranet 19-14
 6. Opstellingseisen en omgevingscondities 19-17
- Referenties 19-19
- Bijlage 19-21
Golfmeetstations op de Noordzeer.



Zeegolven

1. Beschrijving

1.1 inleiding grootheid zeegolven

Dit hoofdstuk beschrijft de grootheid "Zeegolven". Bedoeld wordt de beweging van het zeewateroppervlak, direct en/of indirect ten gevolge van de wind. Andere oorzaken, zoals aardbevingen en schepen, worden buiten beschouwing gelaten. De internationale aanduiding is "Ocean Waves".

Het KNMI heeft zich van oudsher bezig gehouden met het verzamelen van meteorologische en oceanografische waarnemingen op zee (vanaf schepen, boorplatforms, enz.), zoals stroom en golven. Wat de golven betreft werd aanvankelijk alleen de toestand van de zee (sea state) aangegeven, vergelijkbaar met de Beaufort-schaal voor de wind. Sinds de Tweede Wereldoorlog worden golven meer gedetailleerd waargenomen, met golfhoogte (verticaal verschil tussen golf-top en golf-dal), de golfperiode (de tijd tussen twee opeenvolgende golf-toppen) en de richting van voortplanting, aanvankelijk meestal op het oog geschat bij gebrek aan meetapparatuur. Ten behoeve van een beschrijving van dit soort waarnemingen is destijds de KNMI-uitgave "Zeegolven" door Groen en Dorrestein verschenen (ref.8). Van meer recente datum is de "Guide to Wave Analysis and Forecasting", WMO no. 702 (second edition), 1998 (ref.9).

De nauwkeurigheid van visuele waarnemingen is echter beperkt. Daarom werden in de jaren vijftig en zestig golfmeetinstrumenten ontwikkeld, die gemonteerd werden op schepen en platforms. In het kader van het scheepsbouwkundig onderzoek vond de ontwikkeling van golfmeetboeien plaats die een belangrijke doorbraak in het verband van golfmetingen op zee betekende. In Nederland werd dit type instrument vervolmaakt tot de nog steeds op grote schaal in gebruik zijnde Waverider en Wavec, boeien die door middel van een versnellingsmeter en een zendertje doorlopend golfmetingen produceren die vervolgens aan land worden geregistreerd en bewerkt.

Golfgegevens spelen een belangrijke rol bij:

- (1) het opstellen van (golf-)verwachtingen met behulp van actuele data;
- (2) het bepalen van het golfklimaat op basis van lange reeksen gegevens uit het verleden.

In dit hoofdstuk van het Handboek Waarnemingen wordt ingegaan op de metingen van zeegolven, zoals deze thans worden verricht op vaste stations in de Noordzee.

1.2 definitie; omschrijving van de begrippen

1.2.1 Definitie soorten zeegolven

- Golven

Beweging van het wateroppervlak, direct en/of indirect ten gevolge van de wind. Andere oorzaken, zoals aardbevingen en schepen, worden buiten beschouwing gelaten.

- Windgolven of zeevang (engels: wind waves)

Een systeem van golven, waargenomen op een bepaald punt van het zeeoppervlak dat gelegen is binnen het windveld dat de betreffende golven produceert.

- *Deining (engels: swell)*

Een systeem van golven, waargenomen op een bepaald punt van het zeeoppervlak dat op afstand ligt van het windveld dat de betreffende golven produceert, of dat waargenomen wordt op een moment dat het windveld, dat de golven heeft gegenereerd, niet meer bestaat.

In de berichtgeving kan onderscheid worden gemaakt tussen eerste en tweede deining (principal, resp. secondary swell).

1.2.2 Beschrijving golfveld in tijdsdomein

- *Hoogte van golven*

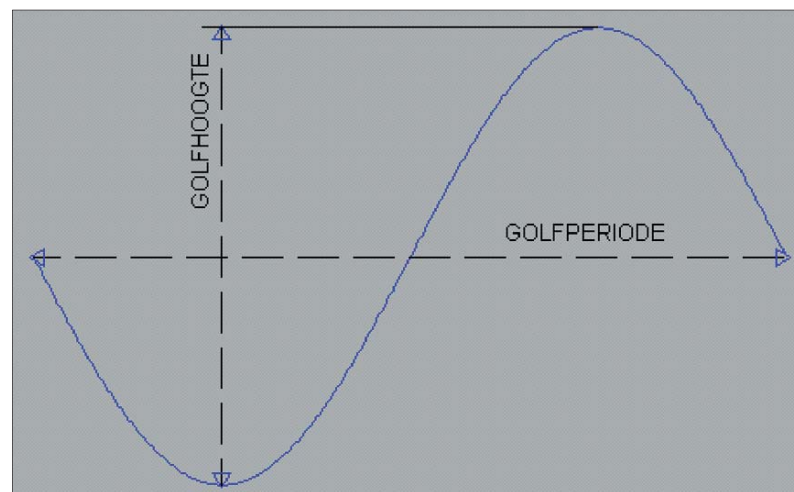
De verticale afstand tussen de golftop en het golfdal (fig.1). De amplitude is de halve golfhoopte.

- *Significante golfhoopte*

In weerberichten, weersverwachtingen en golfkaarten wordt voor de golfhoopte de zgn. significante golfhoopte vermeld. Onder de significante golfhoopte wordt in het geval van golfmetingen verstaan de gemiddelde hoogte van het hoogste éénderde deel van de verzameling golfhooptes in een tijdvak van 20 minuten {golfhoopte $H_{1/3}$ }. Deze hoogte komt overeen met de golfhoopte zoals deze geschat wordt door een menselijke waarnemer.

- *Golfperiode*

De golfperiode is de tijd tussen de passages van 2 achtereenvolgende nuldoorgangen (neergaand) op een bepaald gefixeerd punt op het zeeoppervlak (zie fig.1). In de weerberichtgeving wordt in principe als waarde voor de golfperiode vermeld het gemiddelde van de golfperiodes die behoren bij het hoogste derde deel van de verzameling golfhooptes in een tijdvak van 20 minuten: golfperiode $TH_{1/3}$. In afwijking hiervan wordt in de weerberichtgeving van de meetstations van het Meetnet Noordzee als golfperiode berekend het langste derde deel van de verzameling golfperiodes in een tijdvak van 20 minuten: golfperiode $T_{1/3}$.



Figuur 1.
Golflengte en -periode

Figuur 1. (Uit site Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Golfklimaat: <http://www.golfklimaat.nl> -> uitleg -> golfparameters -> golfparameters (uitgebreide uitleg))

- *Golfrichting*

De richting van waaruit de (deining)golven komen, geregistreerd op een bepaald punt op het zeeoppervlak. De in codeberichten gehanteerde schaal is $01 - 36$ ($\times 10$ booggraden), welke de hoek tov het ware noorden representeert (vgl. schaling van de windrichting tov het ware noorden)

1.2.3 *Beschrijving golfveld in frequentiedomein*

De termen significante golfhoogte en golfperiode hebben betrekking op het zogenoemde tijdsdomein. Deze zijn gebaseerd op metingen in de tijd. De volgende termen, golffrequentie, golfenergie(-dichtheid) en piekfrequentie, hebben betrekking op het frequentiedomein en beschrijven het golfspectrum. Het spectrum wordt verkregen door middel van fourier transformatie van een gedigitaliseerde tijdreeks van gewoonlijk 20 minuten.

- *Golffrequentie*

Frequentie is het omgekeerde van (golf)periode, dus bij een tijddomein golven tussen 2 en 30 seconden ligt het frequentiedomein golven tussen 0,033 en 0,5 Hz (Hertz). In het frequentiedomein is het ook gebruikelijk om niet de hoogte van de sinusgolf te gebruiken, maar de amplitude (halve golfhoogte).

- *Golfenergie en golfenergie-dichtheid*

De golfenergie is (evenredig met) de amplitude in het kwadraat. De verzameling energiewaarden per frequentie is het (golf-) energiedichtheid-spectrum, ofwel energiespectrum ofwel golfspectrum ofwel kortweg alleen maar spectrum. Zie figuur 3 in paragraaf 5. Er wordt bijna altijd gesproken over energie of energiedichtheid. Formeel is dit niet juist. Wat we energie noemen is feitelijk de variantie van het golfhoogtesignaal omdat de factor $\rho \cdot g$ meestal wordt weggelaten (dichtheid maal zwaartekrachtversnelling). Het golfspectrum geeft de variantiedichtheid van het signaal als functie van de frequentie.

- *Piekfrequentie*

De piekfrequentie is de frequentie die behoort bij de waarde met de hoogste energiedichtheid in het spectrum.

Op het KNMI intranet, site <http://info.knmi.nl/~stam/gps/>, worden de actuele golfspectra van een aantal golfmeetstations op de Noordzee visueel gepresenteerd (zie overzicht stations in de bijlage bij dit hoofdstuk). De presentatie betreft de spectra per station tot 12 uur terug met stappen van 1 uur (tevens per station en tijdstip gevisualiseerd per golfrichting, responsie 10 booggraden). Voorts is op de site informatie opgenomen over de spectrale output van het golfmodel NEDWAM (actual forecasts en previous forecasts). De gevisualiseerde output geeft dus informatie met betrekking tot het actuele golfveld, de situatie tot 12 uur geleden en de verwachte situatie. Tevens kunnen de oude modelwaarden vergeleken worden met de waarnemingen. Deze gevisualiseerde presentatie van de golfvelden is van grote betekenis voor de operationele meteoroloog. In paragraaf 5 in dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de achtergronden van de intranet presentatie.

1.3 *eenheden*

De gebruikte eenheden zijn conform het internationale stelsel van eenheden (SI) (ref.6).

- Hoogte van golven: m
- Periode van golven: s
- Richting van golven: booggraden
- Spectrale energie of golfenergie: m^2
- Frequentie: Hz (1/ s)
- Energiedichtheid: m^2/ Hz

1.4 elementcodes

SYNOP/ SHIP

De SYNOP-codering is van toepassing voor weerberichten van vaste landstations, doch wordt uit praktische overwegingen ook gebruikt bij de vaste meetstations op de Noordzee waar sprake is van automatische waarnemingen.

De SHIP-codering is van toepassing voor weerberichtgeving door middel van menselijke waarnemingen op schepen c.q. door middel van menselijke waarnemingen op zeeplatforms.

Zowel het SYNOP-rapport als het SHIP-rapport bevat een sectie 2 met plaats voor gecodeerde zeegolfgegevens. De codering met betrekking tot de uurwaarden van zeegolven in het synoptisch weerbericht SYNOP, sectie 2, is conform de beschrijving van FM 12-X SYNOP in het KNMI-handboek meteorologische codes (ref.13). De codering met betrekking tot de uurwaarden van zeegolven in het synoptisch weerbericht SHIP, sectie 2, is conform de beschrijving van FM 13-X SHIP in het KNMI-handboek meteorologische codes (ref.2). Gedetailleerde en specifieke toelichting is te vinden in ref.3 en ref.10. In de secties 2 van zowel de SYNOP als de SHIP zijn de onderstaande groepen voor golven opgenomen.

1P_{wa} P_{wa} H_{wa} H_{wa} : gegevens van golven, verkregen door meting met instrumenten

P_{wa} P_{wa} : Periode van golven in seconden, verkregen door middel van meting met instrumenten;

H_{wa} H_{wa} : Hoogte van golven in eenheden van 0,5 m, verkregen door middel van meting met instrumenten;

2P_w P_w H_w H_w : gegevens van golven, geschatte waarden (meting met instrumenten niet beschikbaar)

P_w P_w : Periode van golven in seconden, geschatte waarden;

H_w H_w : Hoogte van golven in eenheden van 0,5 m, geschatte waarden;

3d_{w1} d_{w1} d_{w2} d_{w2} : richtingen van waaruit deininggolven komen

d_{w1} d_{w1} : ware richting, in tientallen van graden, van waaruit deininggolven komen (eerste deining);

d_{w2} d_{w2} : ware richting, in tientallen van graden, van waaruit deininggolven komen (tweede deining);

Tabel richting golven deining: (d_{w1} d_{w1}) c.q. (d_{w2} d_{w2})

00	geen golven
01	5° - 14°
02	15° - 24°
..	
..	
35	345° - 354°
36	355° - 004°
99	Golven verward, richting niet te onderscheiden
d _{w2} d _{w2} - > //	Geen tweede deining aanwezig

4 $P_{w1} P_{w1} H_{w1} H_{w1}$: periode en hoogte van de eerste deining

$P_{w1} P_{w1}$: periode van deininggolven, in seconden (eerste deining);

$H_{w1} H_{w1}$: hoogte van deininggolven, in eenheden van 0,5 m (eerste deining);

5 $P_{w2} P_{w2} H_{w2} H_{w2}$: periode en hoogte van de tweede deining

$P_{w2} P_{w2}$: periode van deininggolven, in seconden (tweede deining);

$H_{w2} H_{w2}$: hoogte van deininggolven, in eenheden van 0,5 m (tweede deining);

70 $H_{wa} H_{wa} H_{wa}$: hoogte van golven, verkregen door meting met instrumenten

$H_{wa} H_{wa} H_{wa}$: hoogte van golven in eenheden van 0,1 m, verkregen door meting met instrumenten;

In het kader van dit hoofdstuk van het handboek worden uitsluitend de automatische waarnemingen van de Noordzeestations beschreven. Hierbij is derhalve de SYNOP-codering van toepassing (zie boven). Bedoelde stations genereren ten behoeve van de SYNOP alleen de golfhoogtewaarden ($H_{1/3}$) en golfperiodewaarden ($T_{1/3}$). Deze waarnemstations beschrijven de toestand van de zee op één specifiek punt, waarbij een golfgegeven de zeegang plus de deining impliceert. De golfgegevens worden gecodeerd weergegeven in groep 1 van sectie 2 van de SYNOP: $1P_{wa} P_{wa} H_{wa} H_{wa}$.

KIS

Het Klimatologisch Informatie Systeem KIS hanteert de volgende codering met betrekking tot uurdata golven en deining:

- HW: hoogte golven (idem als $H_w H_w$ c.q. $H_{wa} H_{wa}$)
- PW: periode golven (idem als $P_w P_w$ c.q. $P_{wa} P_{wa}$)
- DHW_{1,2} : hoogte deininggolven ($H_{w1} H_{w1}$, $H_{w2} H_{w2}$)
- DPW_{1,2} : periode deininggolven ($P_{w1} P_{w1}$, $P_{w2} P_{w2}$)
- DDW_{1,2} : richting deininggolven ($d_{w1} d_{w1}$, $d_{w2} d_{w2}$)

1.5 dataopslag

In KIS worden thans alleen de uurlijkse metingen HW (in eenheid 0,5 meter) en PW (in eenheid seconden) van 6 meetstations op de Noordzee opgeslagen. Zie tabel 1 in de bijlage.

Naast het operationele opslagsysteem KIS bestaat er een onderzoekarchief-systeem met gegevens golfspectra inclusief richtingen. Dit systeem wordt beheerd door WM/RW.

<http://www.knmi.nl/~bouws/nl/golfarch.htm>

Het bevat ook golfdata van andere stations op de Noordzee (zie tabel 1 in de bijlage).

Voorts is er nog een aantal meetplatforms op de Noordzee dat maritieme (SHIP-) waarnemingen doet, waaronder van golven. Omdat bij deze stations (die niet behoren tot het meetnet Noordzee of het meetnet ZEGE) geen sprake is van structurele uurlijkse metingen vindt geen opslag in KIS plaats. In de toekomst zal de data van bedoelde stations wel worden opgenomen in het nog te ontwikkelen maritieme Klimatologische data Informatie Systeem MarKIS).

Literatuur:

- ref. 1: WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 2, Chapter 4, Marine observations, par. 4.2.12.1;
- ref.3: Handleiding voor het gebruik van Sectie 2 van de FM 13_X SHIP Code voor waarnemingen op zee, KNMI/Klu/KM, De Bilt, 1996;
- ref. 10: Handleiding voor het gebruik van Sectie 2 van de FM 13_X SHIP Code door stations op zee, KNMI/Klu/KM, De Bilt, 1994;
- <http://www.golflimaat.nl> -> uitleg.

2. Operationele eisen

2.1 bereik

Het operationeel vereiste gebied (range) voor instrumentele waarnemingen golven c.q. deininggolven is:

- Hoogte van golven c.q. deininggolven: 0 - 30 m (cf.WMO)
- Periode van golven c.q. deininggolven: 0 - 30 s (WMO: 0 - 100 s)
- Richting van deininggolven: 0 - 360 ° (booggraden)

{ref. 1.: WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 1, Chapter 1, General, Annex 1.B}

2.2 waarneemresolutie in verband met berichtgeving

De synoptische meteorologie vereist de volgende instrumentele meetresolutie in de waarnemingen golven c.q. deininggolven:

- Hoogte van golven c.q. deininggolven: 0,1 m (codering:0,5 m)
- Periode van golven c.q. deininggolven: 1 s
- Richting van deininggolven: 10 ° (booggraden)

De gemeten waarden worden in de registratie/ berichtgeving afgerond naar de bovenaangegeven resolutieeenheid.

{ref. 1.: WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 1, Chapter 1, General, Annex 1.B}

2.3 vereiste nauwkeurigheid

Internationale regelgeving betreffende het woordgebruik en begrippen als nauwkeurigheid en onzekerheid zijn vastgelegd in de "International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology" (uitg. ISO; zie ref.7).

a) De maximaal toelaatbare onzekerheid van de meetwaarde c.q. ingeschatte waarde bij operationeel gebruik:

- Hoogte van golven c.q. deininggolven: $\Delta = 10 \%$
- Periode van golven c.q. deininggolven: $\Delta = 0,5 \text{ s}$
- Richting van deininggolven: $\Delta = 10$ (booggraden)

b) De vereiste nauwkeurigheid van de waarde in de synoptische berichtgeving:

- Hoogte van golven c.q. deininggolven: $\pm 0,25 \text{ m}$ igv waarde $\leq 5 \text{ m}$
 $\pm 5 \%$ igv waarde $> 5 \text{ m}$
- Periode van golven c.q. deininggolven: $\pm 0,5 \text{ s}$
- Richting van deininggolven: $\pm 5^\circ$ (booggraden)

{ref. 1.: WMO,no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, Part 1, Chapter 1, General, Annex 1.B}

2.4 vereiste waarneemfrequentie en -tijdstippen

Sampling en verwerking data

Ten behoeve van de bepaling van de relevante golfparameters, zoals golfre-



quentie, golfenergie, golfrichting, golfperiode en significante golfhoogte e.a. vindt tenminste iedere 0,5 seconde een instrumentele registratie plaats van de momentane waarden van:

- de verticale waterstand;
- de kompasstand van het meetinstrument;
- de helling van het instrument ten opzichte van het horizontale vlak en de richtingsoriëntatie van het hellingsvlak tov het noorden.

De meetsignalen van alle locaties worden centraal ingezameld en verwerkt (zie par.3.1).

De waarden van de relevante golfparameters worden steeds berekend over een tijdsduur van 20 minuten. Om de veranderingen van het golfveld goed te kunnen volgen dient deze duur zo kort mogelijk te zijn, maar de nauwkeurigheid van de berekende golfparameters wordt beter naarmate de meetduur langer wordt.

De meetduur van 20 minuten is voor het beschouwde meetgebied het optimum tussen nauwkeurigheid en veranderlijkheid. Bij een kortere meetperiode dan 20 minuten zijn er in principe te weinig golven gepasseerd om tot een adequate middeling te kunnen komen.

Iedere 10 minuten vindt een berekening plaats van de 20' gemiddelden van de golfparameters.

Referenties: ref.9 en <http://www.golfsklimaat.nl> -> uitleg >verwerken.

Uurwaarden golfhoogte en golfperiode ten behoeve van de SYNOP

De 20 minuutgemiddelden zoals geregistreerd op precies 10 minuten voor het gehele uur, worden gebruikt tbv de codering in de uurlijkse SYNOP. Op uur (hh) zijn deze derhalve gebaseerd op de gemiddelden in de periode (hh-1)30' - (hh-1)50' volgens de definities in par. 1.2.2.

2.5 vereiste dataaanwezigheid per specifieke periode

Als gevolg van storingen in meetinstrumenten en telemetrie apparatuur op de meetlocaties ontstaat af en toe uitval in de golfmeetreeksen. Door de moeilijke bereikbaarheid van de meetlocaties kan het soms geruime tijd duren voordat de noodzakelijke reparaties worden verricht. De uitval is daardoor vrij hoog, tot ongeveer 10% van de tijd. In het operationele proces is een dergelijke data afwezigheid acceptabel.

3. Instrumenten en techniek

3.1 techniek en specificaties

3.1.1 Instrumenten

Het meten van golven op de Noordzee gebeurt met 3 verschillende typen meetinstrumenten, namelijk :

- baken (stappenbaak)
- boeien (waverider, wavec, directional waverider)
- radar

Baken

Stappenbaken zijn lange verticale buizen, waaraan op regelmatige afstanden elektroden zijn bevestigd. Deze baken zijn gemonteerd aan platforms of meetpalen. Zie bijlage, fig.5.

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.

Met een stappenbaak worden alleen golfhoogten en golfperioden gemeten, geen golfrichtingen.

Boeien

Van de drie genoemde boeien is de waverider de oudste. Deze meet geen golfrichting. De boei is bolvormig met een diameter van iets minder dan 1 meter. De boei meet de versnellingen in verticale richting, die worden veroorzaakt door de golfkrachten op de boei. Hieruit kunnen de hoogteveranderingen van het zeeoppervlak worden berekend en daaruit kunnen weer golfkarakteristieken worden bepaald.


De wavec-boei is de oudste boei waarmee ook golfrichtingen kunnen worden gemeten. Deze boei is veel groter dan de waverider (diameter 2,5 m). De boei meet, naast de verticale versnellingen, ook hellingen van de boei onder invloed van de golfbeweging. Daarmee kunnen, behalve golfhoogte en golfperiode, ook karakteristieken van de voortplantingsrichting van de golven worden bepaald. De directional waverider is de moderne versie van de wavec en werkt in principe hetzelfde, maar heeft de afmetingen van een gewone waverider.

Radar

De golfradar meet de hoogte van het wateroppervlak net als de stappenbaak. De radar staat opgesteld op een platform of op een meetpaal. De radarbundel is verticaal naar beneden gericht. Via reflectie wordt de afstand tussen radar en zeeoppervlak gemeten en daarmee worden golven en waterstand vastgelegd.

3.1.2 Dataverwerking

De meetresultaten worden via directe radioverbindingen doorgegeven aan de verwerkingscentra. Daar worden de signalen verwerkt. Deze verwerking bestaat eerst uit een controle van het binnenkomende signaal. Eenvoudige korte verstoringen van het signaal (orde 1 seconde) worden gecorrigeerd. Bij langer aanhoudende fouten (>> 1 seconde) of bij langdurige onderbrekingen in het signaal wordt de datareeks c.q. een deel van de reeks afgekeurd. Vervolgens worden door middel van gestandaardiseerde methoden allerlei eigenschappen van het bemeten golfveld vastgelegd in een standaardset karakteriserende parameters.



De meeste meetlocaties voor golven behoren tot het meetnet Noordzee, waarvan de gegevens worden verwerkt bij RWS Directie Noordzee in Rijswijk. Een tweetal zuidelijke meetlocaties in de Noordzee (Schouwenbank en Scheur West) behoren tot het meetnet Zeeland (ZEGE). De gegevens van deze meetlocaties gaan naar het Verwerking Centrum Zeeland (VCZ) van de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat te Middelburg.

Referentie: <http://www.golfsklimaat.nl> -> uitleg -> meten

3.2 onderhoud- en calibratieprocedures

De golfmeetinstrumenten van de meetlocaties in het meetnet Noordzee behoren tot het Landelijk Instrumenten Bestand LIB dat onder beheer staat van het RIKZ.

Het goede functioneren van de meetinstrumenten, inclusief onderhoud, calibratie en eventuele vervanging, geschiedt onder verantwoordelijkheid van het RIKZ conform eigen procedures.

4.Procedures

4.1 procedures bij uitval automatische waarnemingen

Na melding van problemen met golfddata wordt Rijkswaterstaat RWS Directie Noordzee geïnformeerd. Deze dienst draagt zorg voor herstel conform eigen procedures.

4.2 procedures voor achteraf validatie

In het Klimatologische Informatiesysteem KIS worden op dagbasis de uurwaarden van het afgelopen etmaal (01- 24 UTC) van de bovengenoemde stations van het meetnet Noordzee ingelezen en gearchieverd:

- HW: hoogte golven
- PW: periode golven

Alle nieuw in KIS ingevoerde waarden PW en HW worden onderworpen aan automatische controleprocedures die in het systeem ingeprogrammeerd zijn. Het gaat om de volgende procedures per station:

PW

(in eenheid seconde)

- PW dient $\in [0,11]$ anders is de waarde verdacht;
- Indien $PW = 0$ en $HW \neq 0$ dan is de waarde PW verdacht;

HW

(in eenheid 0,5 meter)

Indien de uurwaarde HW de per ondergenoemde maand aangegeven waarde overschrijdt is de waarde HW verdacht:

januari:	14	juli:	8
februari:	14	augustus:	9
maart:	12	september:	13
april:	12	oktober:	14
mei:	11	november:	14
juni:	8	december:	14

Indien $ff > 9$ knopen (4,6 m/s) en $HW = 0$ dan is de waarde van HW verdacht.

(ref.4)

De validatie met betrekking tot de nieuw ingevoerde waarden geschiedt op dagbasis (alleen op werkdagen) onder verantwoordelijkheid van de afdeling WM/OD/BWS. Verdachte c.q. ontbrekende waarden worden zo mogelijk vervangen.

De alternatieve waarde wordt gebaseerd op:

- lineaire interpolatie van aangrenzende (correcte) waarden in de tijdreeks;
- inschatting van de uurwaarde op grond van de 10-minuten waarden (zie par. 2.4).

Vervanging geschiedt handmatig. Deze vervanging wordt in het databestand aangegeven met een kwaliteitsindicator.



4.3 procedures voor inspectie

De inspectie valt onder de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat RWS.

5. Herleiding golfparameters uit golfmetingen

5.1 herleiding golfparameters in tijdsdomein en frequentiedomein

Referentie:

<http://www.golfklimaat.nl> -> uitleg -> golfparameters

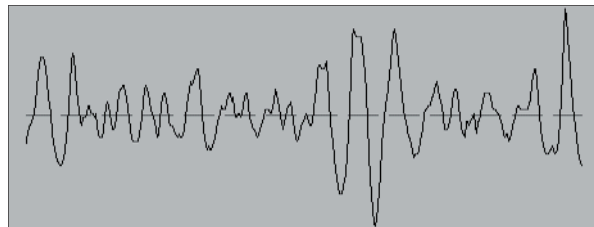
Voor een uitgebreide uitleg:

<http://www.golfklimaat.nl> -> uitleg -> golfparameters -> golfparameters (uitgebreide uitleg)

De toestand van het wateroppervlak op de Noordzee onder invloed van wind is te beschrijven als een opeenvolging van onregelmatige golven, onderling (sterk) verschillend in hoogte en periode, met een zekere spreiding komend uit een bepaalde (hoofd)richting en voortdurend veranderend.

Onderstaande figuur is een voorbeeld van een golfbeweging bij een vast punt op het zeeoppervlak.

Figuur 2. Verticale waterstand op gefixeerd punt zeeoppervlak als functie van de tijd



Figuur 2 uit de site "Golfklimaat" { <http://www.golfklimaat.nl> -> uitleg -> golfparameters } van Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.

De 0,5 seconde instrumentele registraties (zie par. 2.4) zijn de basisgegevens voor de bepaling van de karakteristieke golfparameters golfhoogte, -periode, golfrichting, golffrequentie en - energie(-dichtheid) (definities beschreven in par.1.2):

a) berekening golfhoogte en -periode

Golfhoogte en golfperiode betreffen parameters in het zogeheten tijddomein. De berekening van deze parameters is gebaseerd op het rekenkundig gemiddelde van (een gespecificeerde selectie uit) de onderhavige set individuele golfhoogten c.q. golfperiodes in de afgelopen 20 minuten.

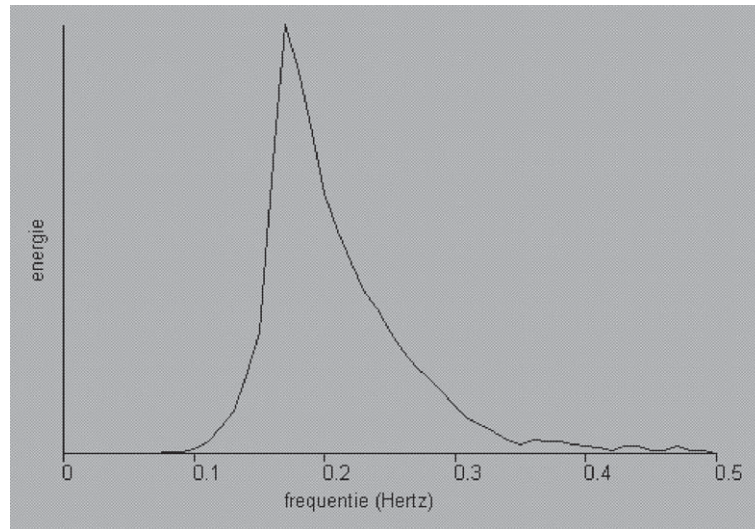
b) berekening golfrichting

De berekening van de richting is gebaseerd op het vectorieel gemiddelde van (een gespecificeerde selectie uit) de onderhavige set golfrichtingen in de afgelopen 20 minuten {NB Het vectorieel gemiddelde is gegrond op de eenheidsvector, dat wil zeggen de voortgangssnelheid wordt in de middeling buiten beschouwing gelaten}.

c) berekening spectrale parameters frequentie en energie

Golffrequentie en golfenergie betreffen parameters in het zogeheten frequentiedomein. Door middel van Fourier transformatie worden de signalen met betrekking tot de golfhoogte in het onderhavige tijdperk van 20 minuten omgezet naar een set sinusvormige bewegingen met bijbehorende frequenties en hoogtes. Deze bepalen de spectrale verdeling, waarin de frequentie op de horizontale as wordt weergegeven en de energie op de verticale as.

Zie voorbeeld in figuur 3.



Figuur 3.
Golfspectrum

Figuur 3 uit de site “Golfklimaat” { <http://www.golfklimaat.nl>
-> uitleg -> golfparameters -> golfparameters (uitgebreide uitleg) van
Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ.

De toestand van het wateroppervlak is niet exact te beschrijven met de berekening van enkele relevante golfparameters op een gefixeerd punt. Gemiddelde golfhogte en gemiddelde golfperiode geven wel een goede indicatie voor de in een golfveld aanwezige golfhogten of golfperioden, maar zeggen bijvoorbeeld weinig over het voorkomen van echt hoge golven of lange perioden. Voor het juist interpreteren van golfvelden en golfklimaten is het van belang te weten wat golfparameters voorstellen en hoe ze de golfbeweging karakteriseren. Voorbeeld: de (significante) golfhogte $H_{1/3}$ is het gemiddelde van het hoogste $1/3$ deel van alle golven in een golfveld.

Dit betekent dat als het golfveld lang genoeg staat, ongeveer 1 op de 8 golven in het veld hoger is dan $H_{1/3}$, en dat verder 1 op de 100 golven hoger zal zijn dan ca. $1,5 * H_{1/3}$ en dat de hoogste golf in de orde van $2 * H_{1/3}$ kan zijn. (ref. 8)

Visualisering van de golfparameters in een plaatje van het spectrum geeft een zeer goed indicatief inzicht in het heersende golfveld.

5.2 beschrijving presentatie golfspectra op KNMI-intranet

Op het KNMI intranet worden de actuele golfspectra gepresenteerd: <http://info.knmi.nl/~stam/gps/>. De presentatie betreft de spectra per golfmeetstation op de Noordzee (zie overzicht stations in de bijlage bij dit hoofdstuk) tot 12 uur terug met stappen van 1 uur (tevens per station en tijdstip het spectrum gevisualiseerd per golfrichting, responsie 10 booggraden). Voorts is op de site informatie opgenomen over de spectrale output van het golfmodel NEDWAM (actual forecasts en previous forecasts): <http://info.knmi.nl/~stam/gps/>. De gevisualiseerde output geeft derhalve informatie met betrekking tot het actuele golfveld, de situatie tot 12 uur geleden en de verwachte situatie.



Het golfspectrum wordt in de presentatie door middel van drie plots naast elkaar weergegeven, met als bereik voor de frequentie f gewoonlijk $0 - 0,4$ Hz:

- ééndimensionaal: variantiedichtheid;
- gemiddelde richting als functie van de frequentie;
- twee-dimensionaal: de variantiedichtheid, polair geplot, genormeerd ten opzichte van het maximum.

Tevens wordt de f^{-5} lijn geplot. Deze kromme ($0,0005 \cdot f^{-5}$) is gerelateerd aan het Phillips-spectrum. Het is een indicatie voor de mate van volgroeiheid van de zeegang. Vanwege de maximaal toegelaten steilheid van de golven zal het hoogfrequente deel van het spectrum nooit ver boven deze lijn komen. Meestal is er sprake van deining, als het spectrum ruim onder de f^{-5} -lijn blijft. (ref. 9, Guide to Wave Analysis and Forecasting, 1998, WMO-No. 702)

In de polaire plot van het waargenomen golfspectrum is het twee-dimensionale spectrum niet rechtstreeks beschikbaar uit metingen, maar moet worden bepaald uit de beschikbare gegevens. Hiervoor wordt de Cauchy-verdelingsfunctie gebruikt. Bij het model-spectrum werkt het omgekeerd. In dit geval is het spectrum beschikbaar als twee-dimensionaal spectrum. Zie informatie: <http://info.knmi.nl/~stam/gps/>.

6. Opstellingseisen en omgevingscondities

De opstellingseisen en omgevingscondities zijn niet door het KNMI geformuleerd omdat de metingen niet onder eigen verantwoordelijkheid geschieden. Ook internationaal zijn er nauwelijks opstellingseisen en omgevingscondities ten aanzien van operationele golfmetingen beschreven. De WMO-guide no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, geeft slechts summiere informatie over golfmetingen: in part II, hoofdstuk 4, Marine observations, paragraaf II.4, 4.5. "Towers and platforms" (ref 1).

Referenties

1. WMO, no.8, Guide to meteorological instruments and methods of observations, 6th edition, World Meteorological Organization WMO, Genève, 1996
2. FM 13_X SHIP, Synoptisch weerrapport van een waarnemingsstation op zee, versie 5.0, uit "KNMI Handboek Meteorologische Codes", P.IJ.de Vries, KNMI, De Bilt, januari 2000
3. Handleiding voor het gebruik van Sectie 2 van de FM 13_X SHIP Code voor waarnemers op zee, KNMI/Klu/KM, De Bilt, 1996
4. Basisontwerp Vernieuwing Operationeel Klimatologisch Informatiesysteem VOKIS, KNMI-document, 1992
5. De Rijkswaterstaat standaard voor de inwinning, verwerking en uitgifte van hydrologische en meteorologische gegevens uit operationele meetnetten, Ministerie van V en W, oktober 1995
6. Het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), Nederlands Meetinstituut NMI, Delft, 1994
7. International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, uitg. ISO, 1993
8. Zeegolven, Groen en Dorrestein, KNMI opstellen op oceanografisch en maritiem meteorologisch gebied no.11, derde druk, 1976
9. Guide to Wave Analysis and Forecasting, WMO no. 702 (second edition), WMO, 1998
<http://www.wmo.ch/web/aom/marprog/Wordpdfs/WMO%20No%20702/WMO702.pdf> {tevens op KNMI-intranet: <http://info.knmi.nl/~bouws/> en <http://info.knmi.nl/wm/> (->documenten)}
10. Handleiding voor het gebruik van Sectie 2 van de FM 13_X SHIP Code door stations op zee, KNMI/Klu/KM, De Bilt, 1994
11. MFPS/Meetnet informatiebulletin, gezamenlijke meetnet beheerders, no.1, 2000
12. Measuring and analyzing the directional spectrum of ocean waves, working group COST 714, 2004
13. FM 12_X SYNOP, Synoptisch weerrapport van een vast landstation, versie 5.0, uit "KNMI Handboek Meteorologische Codes", P.IJ.de Vries, KNMI, De Bilt, januari 2000

Bijlage

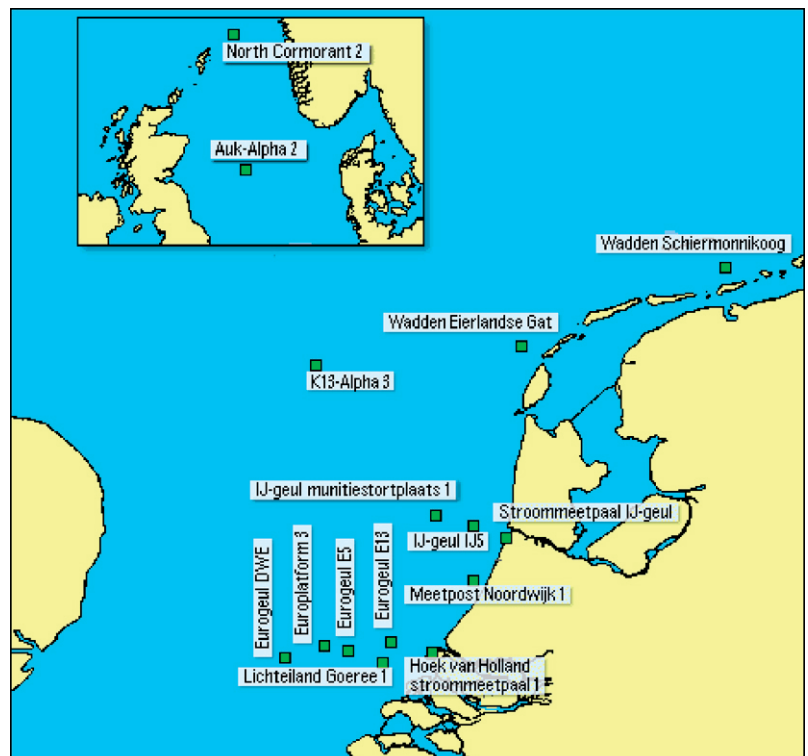
Golfmeetstations op de Noordzee

Lettercode c.q. WMO-nummer	Stationsnaam
o6239*	F-03 (AWS KNMI)**
o6252*	K13-Alpha
o6253*	AUK-Alpha
o6254*	Meetpost Noordwijk
o6255*	North Cormorant
o6320*	Lichteiland Goeree
o6321*	Europlatform
MUN	IJ-geul Munitiestortplaats
ELD	Wadden Eierlandse gat
SMN	Wadden Schiermonnikoog
ANA	Anasuria

Tabel 1, Naam en code golfmeetstations op de Noordzee

* de gegevens van deze meetstations worden opgeslagen in KIS

** dit station doet nog geen operationele golfmetingen



Figuur 4.
Plattegrond Noordzee met stations
(<http://www.actuelewaterdata.nl/golfgegevens>)

Onderstaande tabel geeft de naam van de meetlocatie en tot welk meetnet deze behoort. Daarna volgen de geografische coördinaten. Tenslotte wordt de diepte ter plaatse gegeven.

Referentie: <http://www.golflimaat.nl> -> uitleg -> meetlocaties

Stationsnaam	meetnet	NB	OL	aterdiepte (m)
Auk-Alpha	Noord ee	56°23'59"	02°03'56"	85
K13-Alpha	Noord ee	53°13'04"	03°13'13"	30
Wadden Schiermonnikoog	Noord ee	53°35'44"	06°10'00"	19
Wadden Eierlandse Gat	Noord ee	53°16'37"	04°39'42"	26
IJ-geul Munitiestortplaats	Noord ee	52°33'00"	04°03'30"	21
Meetpost Noordwijk	Noord ee	52°16'26"	04°17'46"	18
Europlatform	Noord ee	51°59'55"	03°16'35"	32
Lichteiland Goeree	Noord ee	51°55'33"	03°40'11"	21
North Cormorant	Noord ee	61°14'24"	01°09'00"	161
Anasuria	Noord ee	57°15'38"	00°47'08"	86

Tabel 2, Naam en geografische ligging meetstation

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aanwezige golfmeetinstrumentarium. Onder de kop hoofdsensor wordt in de tabel aangegeven welk instrument als enige sensor of als hoofdsensor fungeert en onder de kop nevensensor welk type de nevensensor is. De nevensensor dient als backup bij uitval.

Meetlocatie	Hoofdsensor	Nevensensor
Auk-Alpha	Wavec	Radar
K13-Alpha	Dir. Waverider	Waverider
Wadden Schiermonnikoog	Dir. Waverider	
Wadden Eierlandse Gat	Dir. Waverider	
IJ-geul Munitie stortplaats	Dir. Waverider	Waverider
Meetpost Noordwijk	Radar	
Europlatform	Dir. Waverider	Radar
Lichteiland Goeree	Radar	
North Cormorant	Wavec	Radar
Anasuria	Wavec	

Tabel 3, Overzicht golfmeetinstrumenten per station

Referentie: <http://www.golflimaat.nl> -> uitleg -> meetlocaties

Meer specifieke details over de golfmetingen per station zijn te vinden op de site:

<http://www.actuelewaterdata.nl/golfgegevens>)



*Figuur 5. Stappenbaak
Meetpost Noordwijk*