

## GOLFKLIMAAT LANGS DE BELGISCHE KUST

Y. Meersschant<sup>1</sup>

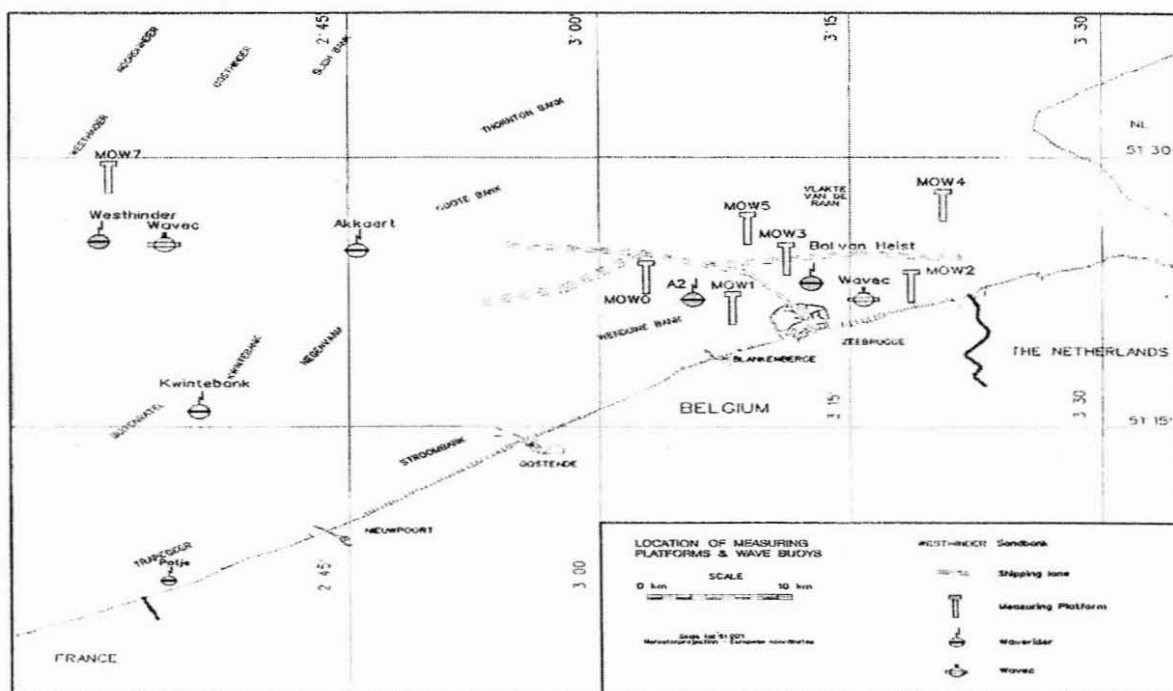
## ABSTRACT:

Voor het ontwerpen van kustverdedigingsmaatregelen langs de volledige Belgische Kust is de nauwkeurige kennis van het golfklimaat een van de belangrijkste aspecten. Recent werd een onderzoeksprogramma aangevat om deze kennis te bepalen via numerieke modellering. Een overzicht wordt gegeven van de opbouw van de verschillende numerieke modellen die in dit programma gebruikt worden en enkele resultaten worden voorgesteld. Op deze manier zal het mogelijk worden een gedetailleerde golfdatabank op te maken met statistische gegevens over golven in elk willekeurig punt van de Belgische kustzone.

## 1 INLEIDING

Kustverdediging is op vele plaatsen in de wereld noodzakelijk om het hinterland te beschermen tegen aanvallen van de zee. De maatregelen die getroffen worden kunnen bestaan uit vaste structuren (dijken, golfbreker,...) of dynamische structuren (zandopspuitingen,...). Deze laatste zachte maatregel is in België vrij populair omdat hij naast een afdoende bescherming ook een mooi toeristisch strand kan bieden.

Voor het dimensioneren van dergelijke kustverdedigingswerken dient men te kunnen beschikken over hydraulische randvoorwaarden. Deze bestaan uit de waterstanden, de wind, de stromingen en de golven. Waterstanden en wind zijn vrij uniform verdeeld langs de kust. Dit betekent dat indien in een aantal punten de statistiek der waarnemingen bepaald is, deze vrij simpel kan "vertaald" worden naar tussengelegen punten. Voor golven (en stromingen) gaat dit helaas niet op. In ondiep water kunnen golven op korte afstand behoorlijk verschillen. De lokale golven worden namelijk sterk bepaald door de lokale geometrie. Vermits er geen meetgegevens beschikbaar zijn op al deze verschillende locaties, is het onmogelijk om op al deze locaties golfstatistiek te bepalen. Alleen in een aantal punten langs de Belgische Kust zijn er "voldoende" golfmetingen beschikbaar (zie figuur 1).



Figuur 1: Golfmeetpalen en -boeien van het Hydrometeosysteem

Om nu de vertaling van de waargenomen golfstatistiek van het Hydrometeosysteem naar de locaties van de kustverdediging mogelijk te maken, kunnen numerieke golfvoortplantingsmodellen gebruikt worden. Hiervoor bekijken we eerst nader het fenomeen golven.

De golven die we op zee met het oog kunnen waarnemen worden opgewekt door wind. Hoe hoger de windsnelheden, des te hoger de golven en dit door de energieoverdracht van lucht naar water aan het grensvlak. De golven op zee zijn onregelmatig en variëren in golfhoogte, golfperiode, golf lengte en

<sup>1</sup> Ingenieur, afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.

golfvoortplantingsrichting. Niet alleen de windsnelheid is bepalend voor de golfhoogte, golven moeten ook de gelegenheid hebben om te kunnen volgroeien. Daarvoor is het noodzakelijk dat een bepaalde windsnelheid voldoende lang optreedt en dat de afstand waarover de wind over het water strijkt eveneens voldoende lang is. In bovenstaande wordt uitgegaan van zogenaamd diep water. Hiervan is sprake als de waterdiepte groter is dan de helft van de golflengte. De waterdiepte heeft dan geen invloed op de golven. Wanneer de golven zich van diep water naar ondiep water voortplanten, wordt de invloed van de bodem wel belangrijk. We krijgen volgende verschijnselen:

- *Shoaling*: golven worden hoger en steiler door de afname van de voortplantingssnelheid.
- *Reflectie*: schuin invallende golven op de kust komen steeds meer loodrecht op de kust te staan wat gepaard gaat met een golfhoogte-verlagend effect.
- *Golfdissipatie door bodemwrijving*: wrijvingsverliezen tussen waterbeweging en bodemoppervlak zorgen eveneens voor een golfhoogte-verlagend effect.
- *Golfdissipatie door breken*: bij steile bodemhellingen ontstaat een instabiele situatie waarbij de golven overslaan en breken. De golfenergie wordt omgezet in een lokale waterstandsverhoging en een brandingsstroming.

Het Hydrometeosysteem zal dus vrij goed toelaten om een inzicht te geven in het ruimtelijk verloop van de golven op relatief diep water, dit is tot ongeveer de 20 m dieptelijn. Door de aanwezigheid van de grillige bodemgeometrie van de Vlaamse Banken voor de Belgische Kust, worden bovenstaande verschijnselen zeer belangrijk en is er een sterke afname van de golfhoogten vanaf de 20 m dieptelijn tot aan de kust. Daarom is het noodzakelijk golfvoortplantingsmodellen te gebruiken voor het bepalen van betrouwbare golfbrandvoorwaarden die gehanteerd worden bij het dimensioneren van dijken, duinen en zandopspuitingen.

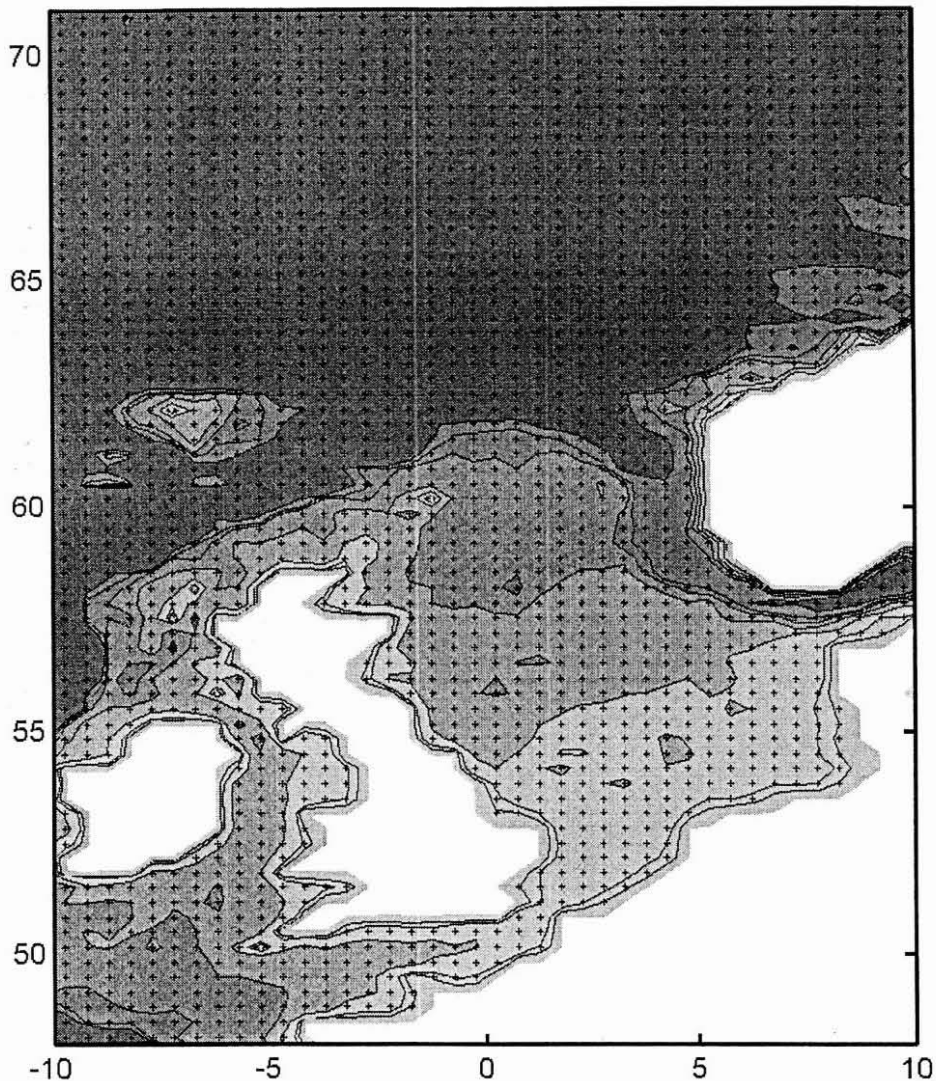
De unieke dataset van het Hydrometeosysteem laat echter toe om zowel de diepwater als de ondiepwater golfvoortplantingsmodellen te kalibreren. Zonder deze dataset zou het onmogelijk zijn om gefundeerde uitspraken te doen over de betrouwbaarheid van de berekende golven.

## 2 NUMERIEK MODELINSTRUMENTARIUM

Voor het golfklimaat aan de Belgische Kust is de sector van zuidwest tot noord maatgevend voor wat betreft de windsnelheden. De maatgevende golven die de Belgische kustzone bereiken ontstaan dus voornamelijk in de Noordelijke Noordzee en ten westen van het Kanaal. De diepwatergolven die in deze zones ontstaan doen er enige uren over vooraleer ze de Belgische ondiepwaterzone bereiken. Om die reden is het numeriek model dat de voortplanting van de diepwatergolven simuleert een niet-stationair model dat aangedreven wordt door tijdsafhankelijke windvelden.

Hiervoor wordt het 3<sup>o</sup> generatie public domain model WAM gebruikt dat toelaat golfspectra en daaruit afgeleide parameters zoals significante golfhoogte, gemiddelde periode en gemiddelde richting te berekenen in functie van de tijd. De windvelden die dit model aandrijven zijn afkomstig van atmosferische modellen zoals die in gebruik zijn bij weervoorspellingsdiensten.

Het WAM model dat nodig is voor de Belgische kustzone is gebaseerd op een sferisch rechthoekig rooster dat rekening houdt met de kromming van de Noordzeebodem en en beslaat het volledige continentaal plat rondom de Britse eilanden. De grofmazige versie van dit rooster met mazen van 1/2 breedtegraad tot 2/3 lengtegraad is te zien in figuur 2 (dit zijn roostercellen van ongeveer 55 km op 48 km). Voor de zuidelijke Noordzee kan een grotere roosterdichtheid toegepast worden via een geneste modelimplementatie van WAM met mazen van 1/12 breedtegraad op 1/9 lengtegraad.

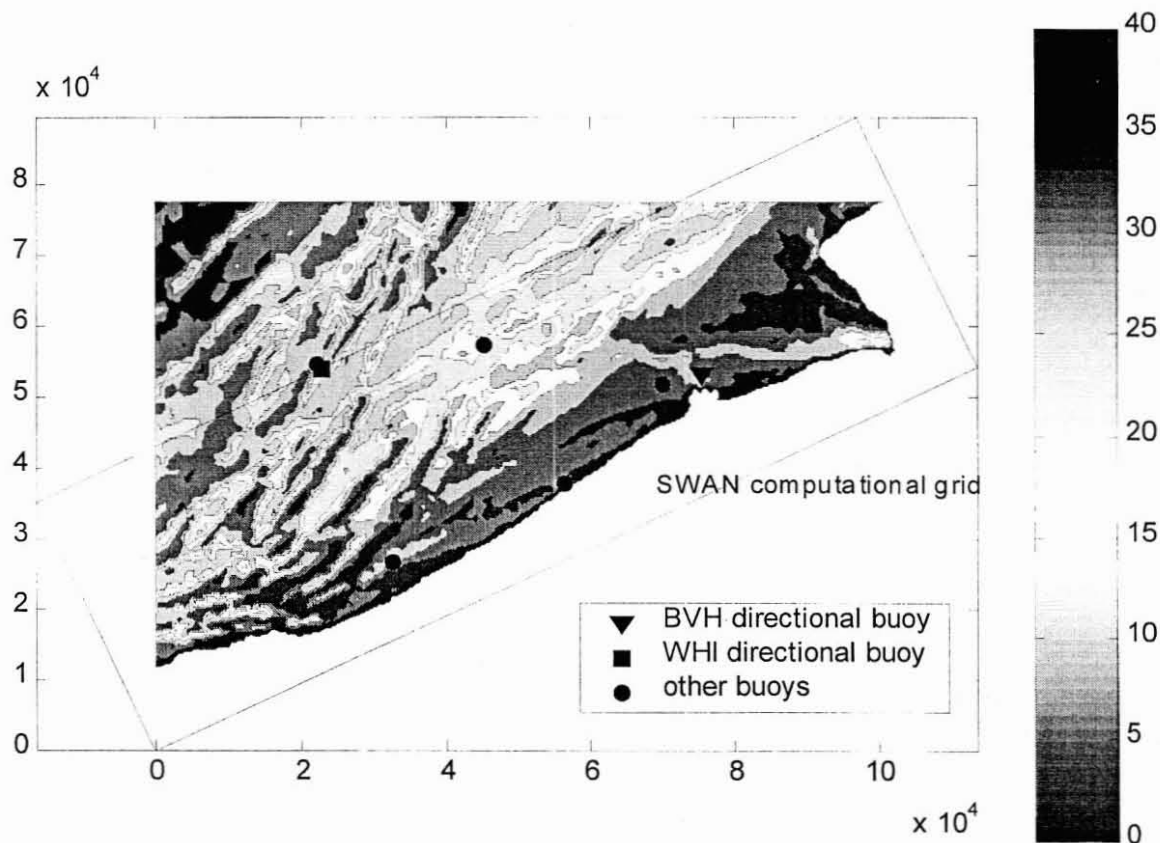


Figuur 2: Roosterimplementatie van het WAM model voor de Noordzee

Voor de golfvoortplanting in de ondiep water kustzone volstaan modellen die een stationaire berekening uitvoeren met een constant waterpeil en een uniform constant windveld onafhankelijk van de tijd. Dit kan omdat de verblijftijd van de golven in het te modelleren gebied (maximaal 50 op 50 km) zeer kort is t.o.v. de veranderende getijomstandigheden. Daartegenover staat de veel grotere resolutie die dit soort modellen nodig heeft om te kunnen rekening houden met sterk variërende dieptes in de ondiepwater zone (grootteorde tientallen meter op enkele honderden meter). Verder houdt dit soort modellen veel meer rekening met de complexe fysica die gepaard gaat met de verschijnselen shoaling en golfdissipatie hierboven beschreven.

Voor dit soort golfvoortplantingsberekeningen bestaan er meerdere soorten 2<sup>o</sup> generatie modellen (waarvan sommige commercieel beschikbaar zijn), maar de voorbije jaren werd ook een geavanceerd 3<sup>o</sup> generatie model SWAN ontwikkeld, dat net als WAM public domain is. Voor de Belgische Kustzone werden met beide soorten modellen reeds berekeningen uitgevoerd. Hierbij werden voorlopig nog geen diepwatervolven van het WAM model gebruikt, maar werden als aandrijving aan de diepwater rand golfwaarnemingen aan de Westhinder golfboei van het Hydrometeosysteem gebruikt.

De SWAN berekeningen voor de Belgische Kust werden uitgevoerd door de Universiteit Leuven<sup>2</sup> op basis van een rechthoekig rooster met mazen van 1 op 1 km zoals aangeduid in figuur 3. Dit rooster is niet sferisch omdat de kromming van de zeebodem in dit kleine gebied te verwaarlozen is. Ook binnen SWAN bestaat de mogelijkheid om roosters te nesten zodat de resolutie dichter bij de kust nog kan toenemen. Het detailrooster krijgt dan golfbrandvoorwaarden van het grotere rooster. Op die manier is het zelfs mogelijk het golfklimaat in de Westerschelde te bepalen vanuit zee.

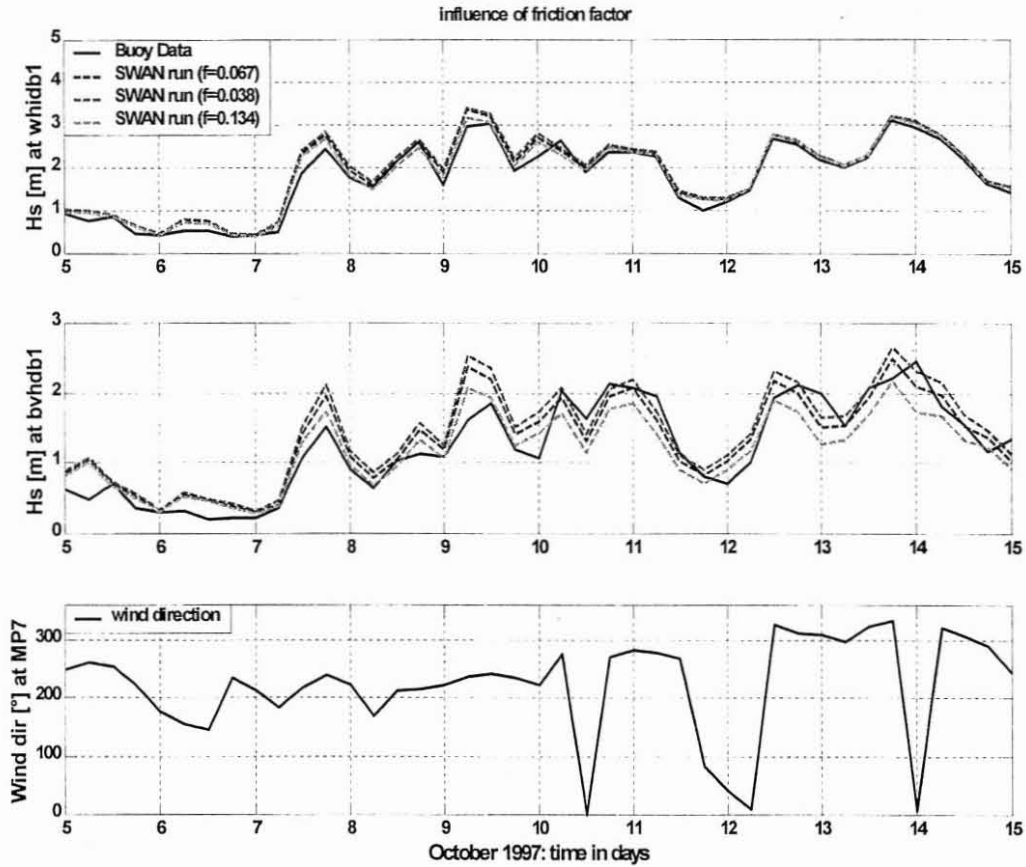


Figuur 3: Dieptelijnen Belgische Kustzone in combinatie met het SWAN rekenrooster

Met dit rooster werden voor waarnemingen van de maand oktober 1997 elke zes uur stationaire berekeningen uitgevoerd met als waterstand gemiddeld zeeniveau. De rand van het rooster loopt door de Westhinder golfboei. De op deze lokatie waargenomen diepwater golfwaarnemingen werden constant over de volledige rand van het rooster verondersteld. Door in de toekomst koppeling met het WAM model te voorzien zal het mogelijk zijn variabele diepwatergolven langs deze rand op te leggen.

In figuur 4 worden enkele resultaten van de SWAN berekeningen voorgesteld. Gedurende de berekende periode kwam de wind voornamelijk uit de sector zuidwest tot zuid wat betekent dat de wind van over land kwam. Toch zien we ook in dit geval ter hoogte van de Westhinder boei, waar normaal inkomende golven worden opgelegd, goede overeenkomsten met de waarnemingen. In de figuur wordt ook de gevoeligheid voor bodemwrijving geanalyseerd. De Westhinder boei is hier nauwelijks gevoelig aan, wat te verwachten is vermits deze op de rand van de diepwaterzone gesitueerd is, terwijl bij de Bol van Heist, dicht onder de haven van Zeebrugge, de grootste bodemwrijvingscoëfficiënt de beste resultaten geeft.

<sup>2</sup> Prof. Dr. ir. Jaak Monbaliu, Katholieke Universiteit Leuven, afdeling Bouwkunde, dept. Hydraulica, De Croyleaan 2, 3001 Leuven



### 3 CONCLUSIES

Door de keuze van een geschikt numeriek modelinstrumentarium en de combinatie met de unieke dataset van het Hydrometeosysteem is het mogelijk een gedetailleerd beeld te verkrijgen van zowel het diepwater golfklimaat als het ondiepwater golfklimaat in de Belgische Kustzone.

Met dit modelinstrumentarium is het mogelijk een uitgebreide golfdatabank op te maken waarin voor elke meter kustlijn betrouwbare golfgegevens terug te vinden zijn in functie van de kans van voorkomen. Dit geeft ontwerpers van kustverdedigingswerken de mogelijkheid deze werken te dimensioneren op basis van gedetailleerde golfrandvoorwaarden.