

Een golfgoot maken

Dynamiek van zeewater

Overzicht van de opdracht

<i>Methode</i>	Een golfgoot maken
<i>Vaardigheden</i>	Onderzoekswetenschappen
<i>Doelstellingen</i>	Vrije ruimte 3 ^e graad wetenschappen

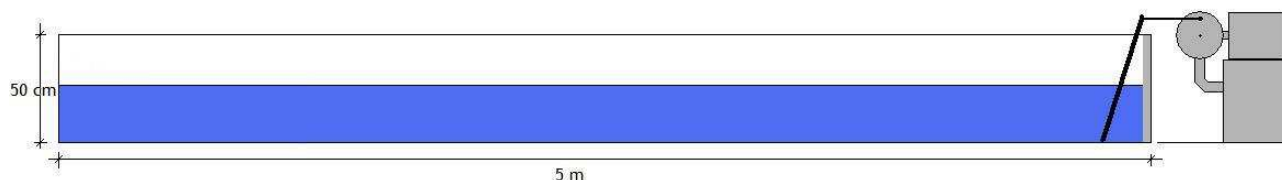
Inleiding

In deze oefening bouw je zelf een golfgoot om de golfbewegingen te observeren. Je kunt golven maken met behulp van een golfschot, aangedreven door een elektromotor. Vervolgens meet je de invloed van bepaalde structuren (obstakels) op de golfwerking.

Benodigdheden

Voor het maken van de golfgoot:

1. 4 platen (bv. houten bekistingsplaten, of eventueel plexiglas)
2. 2x: B 30 cm, H 50 cm, dikte 1 cm
3. 2x: B 5 m, H 50 cm, dikte 1 cm
4. Schroeven (aantal +/- 130)
5. Siliconen



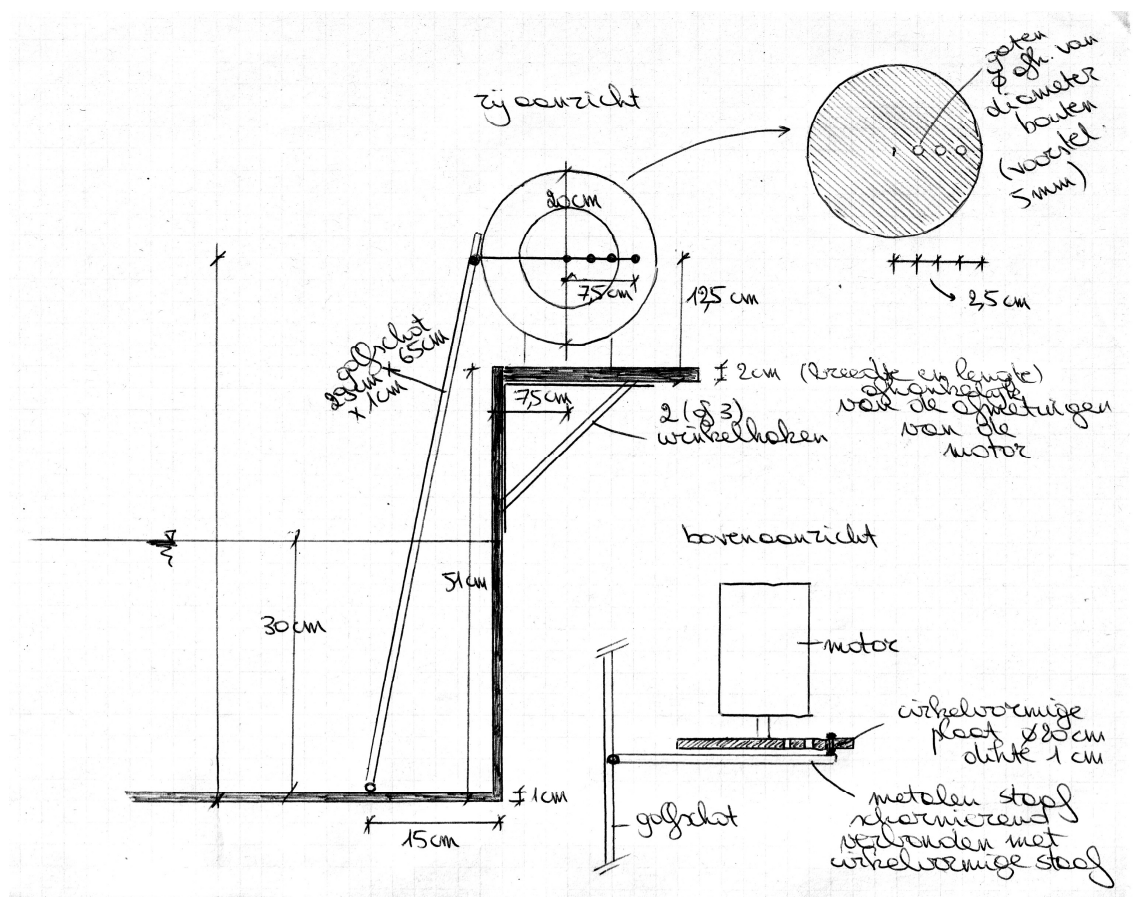
Golfgoot © Björn Van de Walle

Voor het maken van het golfschot:

1. 1 plaat (gemaakt uit hetzelfde materiaal als golfgoot): B 29,5 cm, H 65 cm en dikte 1,5 cm
2. Veegmatjes of rubberen bandjes: doel is om lekken rondom het golfschot te voorkomen (water dat van voor het golfschot achter het golfschot terecht komt, ...)
3. Metalen staaf (mag niet knikken onder een axiale last van 90 N): dikte 1 cm en lengte 15 cm
4. Scharnieren
5. Cirkelvormige plaat met een diameter van 10 cm en met enkele gaten (op afstanden 2,5 cm, 5 cm en 7,5 cm van het middelpunt) op een radiaal (zie illustratie verder)
6. Elektromotor van 50 Watt waarvan de draaisnelheid te regelen valt tussen 1 en 6,28 radialen/seconde of anders uitgedrukt tussen 10 en 60 toeren/minuut)

Voor het bevestigen van de motor aan de golfgoot:

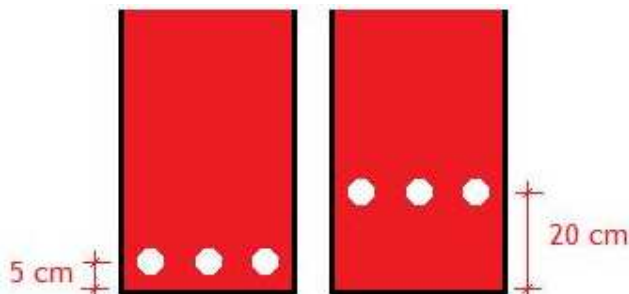
1. 1 plaat (gemaakt uit hetzelfde materiaal als golfgoot): dikte 2 cm, breedte en lengte afhankelijk van de afmetingen van de motor
2. Winkelhaken: 2 (of 3)
3. Schroeven: een 10-tal



© Björn Van de Walle

Voor het maken van de obstakels in de golfgoot:

1. Absorberende kokosmatten (30 cm x 50 cm, dikte +/- 10 cm, kan ook 20 cm zijn)
2. 2 platen (houten bekistingsplaten): B 30 cm, H 50 cm, dikte 1 cm met openingen op verschillende hoogtes:
 - Op 5 cm van de bodem
 - Op 20 cm van de bodem
3. Cirkelvormige staven met verschillende diameter
4. Een staaf met een diameter van 1 mm, 1 cm, 10 cm (vb. regenpijp); staven zijn 50 cm hoog



Principe en theorie

Het onderzoek op kustwaterbouwkundige structuren zoals golfbrekers en dijken gebeurt op drie manieren:

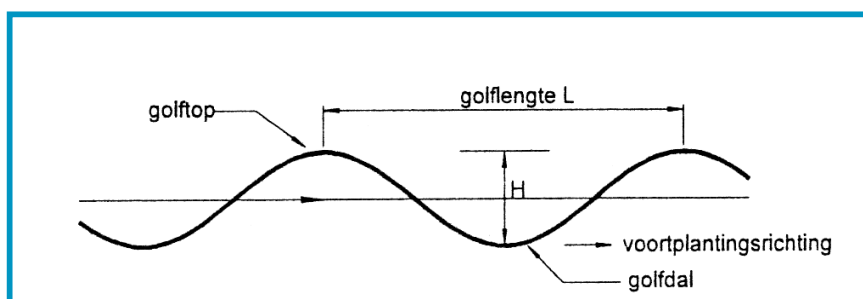
1. Door het uitvoeren van terreinmetingen
2. Door fysische modellering, waarbij men de structuur nabouwt op schaal en de krachten van de golven test in een golfgoot.
3. Door numerieke modellering, waarbij de beschrijvende fysische vergelijkingen worden opgelost m.b.v. een computercode.

De sterktes van elk van deze drie invalshoeken worden gecombineerd om tot een geïntegreerde aanpak te komen.

Metten van golfkarakteristieken

Golven worden gekenmerkt door de volgende parameters:

H [m] =	golfhoogte (zie figuur)
T [s] =	golfteriode
L [m] =	golflengte (zie figuur)
c [m/s] =	voortplantingssnelheid van de golf



Bepalen van de golfhoogte

Om een idee te krijgen van de verschillen in golfhoogte bij het plaatsen van verschillende structuren, kan je verticaal streepjes tekenen op de wand of een meetlatje aanbrengen aan de binnenkant van de waterbak.

Bepalen van de golflengte

Per definitie geldt

$$L = cT$$

De golflengte kan (zowel in diep als in ondiep water) iteratief berekend worden met onderstaande formule:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$$

waarin

- L [m] = golflengte
- g [m/s²] = valversnelling ($g = 9,81$ m/s²)
- T [s] = golfperiode
- d [m] = waterdiepte

of kan bij benadering (5% afwijking) met de formule van Echart berekend worden

$$L \cong \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

Bepalen van de golfsnelheid

In 'diep water' bedraagt de golfsnelheid (m/s) ongeveer 1,5 maal de periode (s):

$$c = 1,56T$$

In de golfbak heeft men echter niet te maken met diep water, maar eerder met ondiep water. In 'ondiep water' (d.i. wanneer de waterdiepte minder is dan 4 à 5% van de golflengte) wordt de golfsnelheid afhankelijk van de waterdiepte: hoe dieper, hoe sneller of hoe ondieper, hoe trager:

$$c = \sqrt{gd}$$

Hieruit volgt dus dat de golflengte afhankelijk is van de waterdiepte en de golfperiode.

Meet bovendien hoelang één golf er over doet om een bepaalde afstand (bv. de volledige lengte van de golfbak) af te leggen. Deel deze afstand door de opgemeten tijd en je kent de golfsnelheid. Vergelijk deze waarde eens met de waarde die je bekomt door bovenstaande formules te gebruiken.

Bepalen van de waterdiepte

De waterdiepte kan gemakkelijk via dezelfde streepjes (meetlatje) voor de golfhoogte opgemeten worden.

Bepalen van de golfperiode

De golfperiode is af te leiden uit de rotatiesnelheid ω van de elektromotor ($T = 2\pi/\omega$) of kan met een chronometer opgemeten worden (hoeveel seconden verstrijken er tussen het passeren van de golftoppen langs een vast bepaald punt).

Vorbereiding

Maak een lange rechthoekige waterbak van 30 cm breed, 50 cm diep en 5 m lang met behulp van de vier houten of plexiglasen platen. Maak de bak volledig waterdicht: dicht de naden met silicone die je reeds aanbrengt tijdens het aan elkaar schroeven.

Aan één uiteinde van de bak monteert je een 'golfschot' (gemaakt uit hetzelfde materiaal als waaruit de golfbak is gemaakt) met een breedte van 29,5 cm en een hoogte van 60 cm (aan de zijkant van dit golfschot kunnen nog 'veegmatjes' of rubberen bandjes aangebracht worden (bedoeling hiervan is om te vermijden dat er zich water langs de zijkant van het golfschot zou bewegen). Dit golfschot wordt onderaan de bak vastgemaakt m.b.v. scharnieren aan de waterbak.

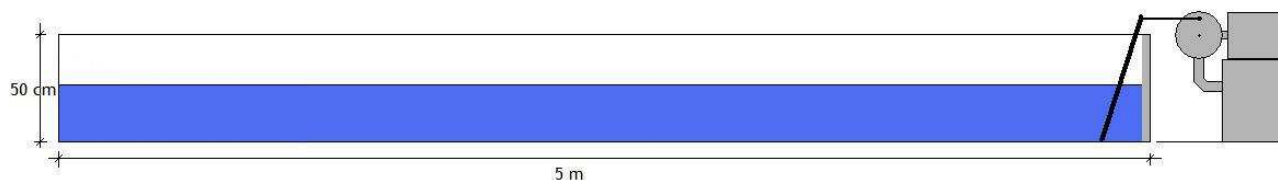
Bovenaan wordt het golfschot (scharnierend) vastgemaakt aan een metalen staaf. Aan het andere uiteinde is deze staaf bevestigd aan een cirkelvormige plaat (met diameter 10 cm) die gemonteerd is op een elektromotor van 50 Watt waarvan de snelheid kan geregeld worden. De hoekfrequentie (= rotatiesnelheid ω) van deze motor dient gelegen te zijn tussen 1 en 6,28 radialen/s (of nog: tussen 10 en 60 toeren/minuut). De motor moet strak verbonden zijn met de waterbak. Versteving van de bak t.h.v. de motor is noodzakelijk! De bedoeling is dat wanneer de elektromotor draait, deze draaibeweging via de cirkelvormige plaat en de metalen staaf vertaald wordt in een translatiebeweging van het golfschot (net zoals een zuiger van een dieselmotor¹).

Werkwijze opstelling golfgoot

a) Zonder absorberende kokosmatten

De standaardopstelling is de figuur hieronder.

De kokosmatten (zie b hieronder) zitten er echter het best altijd in (tenzij je met een helling werkt natuurlijk). Wanneer je een perfect reflecterende achterwand wil hebben moeten de kokosmatten er ook uit.

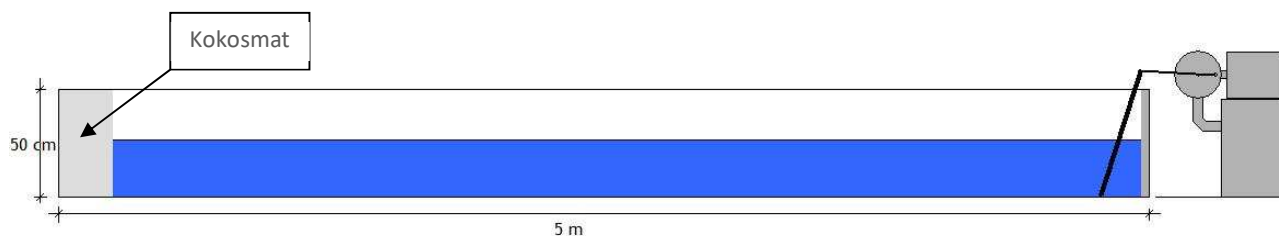


Figuur: golfgoot zonder kokosmatten

b) Met absorberende kokosmatten

Let op: er worden ook best absorberende kokosmatten geplaatst tussen het golfschot en de wand aan de kant van het golfschot.

1. Vul de bak met water (maximale waterdiepte 30 cm en maximaal 450 l).
2. Varieer de rotatiesnelheid van de elektromotor. Je zal zien dat golven met verschillende golflengten worden gecreëerd. De golfhoogte kan geregeld worden door de metalen staaf in een andere opening van de schijf te bevestigen.
3. Op een afstand van 1 à 2 m van het andere uiteinde van de bak kunnen verschillende structuren geplaatst worden om de invloed hiervan op de golfwerking te kunnen nagaan (zie verder bij opdrachten).

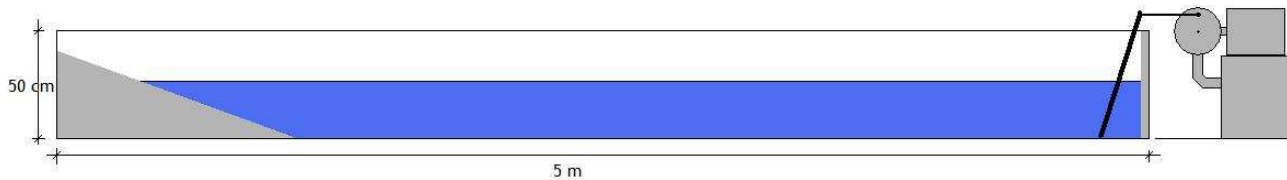


Figuur: golfgoot met kokosmatten



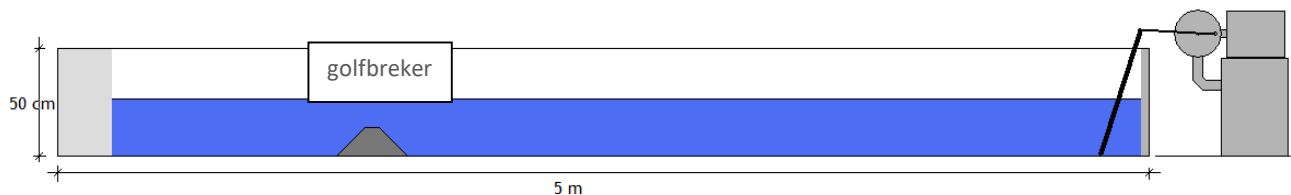
Opdrachten

1. Plaats absorberende koksmatten (30 cm x 50 cm, dikte ongeveer 10 of 20 cm) verticaal in de golfgoot. Noteer je waarnemingen.
2. Plaats platen (30 cm x 50 cm) met openingen verticaal in de golfgoot. Noteer je waarnemingen.
 - Een plaat met een rechthoekige (of cirkelvormige) opening onderaan
 - Een plaat met een rechthoekige (of cirkelvormige) opening iets onder het wateroppervlak
3. Plaats een cirkelvormige staaf verticaal in het water en varieer de golflengte van de golven. Noteer telkens je waarnemingen.
Alternatief: plaats cirkelvormige staven met verschillende diameters (1 mm, 1 cm, 10 cm) in het water bij een constant gehouden golflengte.
4. Bouw een zachte helling aan het uiteinde van de golfgoot. Wat gebeurt er met je golven?



Figuur: golfgoot met ingebouwde helling

Je kan ook wat verzinnen. Probeer allerlei onderwaterstructuren in te bouwen zoals een golfbreker die zich volledig onder water bevindt (= een 'submerged breakwater'), een golfbreker die dwars op de voortplantingsrichting van de golven wordt geplaatst en boven het water uitsteekt (= een tombolo) of je kunt op de helling in bovenstaande figuur een 'muurtje' evenwijdig met de golfkammen aanbrengen.



Figuur: golfgoot met ingebouwde 'submerged breakwater'.

Let op, wanneer een structuur of een voorwerp in de golfgoot wordt geplaatst worden er ook best koksmatten aangebracht. Dit om reflecterende golven te vermijden.