

OCEANOGRAFIE

Met drieduizend thermometers op zoek naar onderwatergolven

Diep in de oceaan kunnen onder de oppervlakte golven rollen van wel honderd meter hoog. Bij een bergrug slaan ze ook echt om, als een woeste branding. Met grote gevolgen voor duikboten én het klimaat.

Door onze medewerker **Rob Buijter**

DEN HELDER. „Je kunt nou eenmaal niet alles precies berekenen”, zegt oceanograaf Hans van Haren terwijl hij zich in de duiktoren van het Aquacentrum in Den Helder in een wetsuit hijst. Van Haren (1959) werkt bij het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). Voor hem in de duiktoren ligt een ring van roestvrijstaal van twee meter in doorsnede. In het midden van de ring komen zes lange lijnen samen bij een klein, plastic schijfje van tien centimeter doorsnede.

„Om dat schijfje gaat het vandaag”, legt Van Haren uit. „Dat is onze ‘remparachute’ wanneer ik straks deze ring in dit diepe zwembad gooi. Samen met ons team van NIOZ-technici willen we verschillende van dit soort parachutes testen, om te zien hoe groot ze moeten zijn om de ring netjes horizontaal op de bodem te laten landen.”

De onderzoekers hebben berekend dat deze ring precies dezelfde weerstand in het water heeft als de echte ring, van zeventig meter doorsnede, die ze later dit jaar naar de bodem van de Middellandse Zee willen laten zinken. „Maar de exacte effecten van zo’n remparachute, die kun je onmogelijk allemaal vooraf berekenen. Dat moeten we gewoon met schaalmodellen proberen.”

Turbulentie als onopgelost raadsel

Met de echte ring, die van Haren later dit jaar op de bodem van de Middellandse Zee wil zetten, zal hij ten minste twee jaar lang metingen verrichten aan zogeheten onderwatergolven. Zoals de branding op het strand een woelige clash is tussen twee lagen met verschillende dichtheden - water en lucht - zo blijken er ook onder water woeste golven te kunnen ontstaan op de scheiding van lagen met verschillende temperaturen of zoutgehalten.

Van Haren: „Rond bergruggen in de diepzee kunnen zelfs golven ontstaan die wel honderd meter hoog kunnen worden. Die slaan bij zo’n bergrug ook echt om, alsof het een woeste branding is. Duikboten kunnen in zo’n branding in de problemen komen. Het lijkt er soms zelfs op dat walvissen rond die golven samenscholen, al zal dat dan meer met hun voedsel te maken hebben dan dat ze erop surfen.”

Turbulentie onder water is nog steeds één van de grotere onopgeloste problemen in de natuurkunde, zegt Van Haren, die in 1990 promoveerde op getijdestromingen en al ruim twintig jaar onderzoek doet naar onderwatergolven. „Tegelijk hebben deze processen wel grote invloed op biologische en klimatologische processen. Ze mixen letterlijk waterlagen, en daarmee voedingsstoffen en warmte door de oceaan. Daarmee hebben ze invloed op het leven onder water en op het klimaat. Uiteindelijk kun je het transport van water, inclusief warmte en voedingsstoffen in de diepzee, niet begrijpen als je de precieze karakteristieken van onderwatergolven niet begrijpt.”

Nadat diverse onderzoekers al met één lange lijn vol thermometers de onderwatergolven in kaart hadden geprobeerd te brengen, experimenteerden Van Haren en collega’s de afgelopen jaren met een eerste, kleinere versie van een driedimensionaal web van sensoren om de onderwatergolven veel nauwkeuriger te volgen. De resultaten beschreef hij dit jaar onder meer in het *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*.



Hans van Haren (in duikpak met snorkel) test een schaalmodel voor zijn onderwatergolvenonderzoek.

Bij de eerste test met de remparachute van tien centimeter doorsnede landt de stalen ring met een ferme tik dwars op de bodem van het zwembad. Van Haren: „Bij een schaal van 1:35 kun je dus concluderen dat een schijf van drieënhalve meter niet groot genoeg zal zijn om het zaakje straks recht te trekken.”

In de uiteindelijke ring komt een vlechtwerk van strakke kabels, legt Van Haren uit. „Op de kruispunten bevestigen we 45 pakketjes van keurig opgevouwen draden, met daaraan om de twee meter een thermometer. Ongeveer een week nadat het hele zaakje op tweeënhalve kilometer diepte op de zeebodem is geland, zullen die pakketjes vanzelf onder 45 boeien uitvouwen, waarna er een netwerk van in totaal drieduizend thermometers ontstaat, hopelijk in een keurig 3D-web van zestig bij zestig bij honderdtwintig meter. Maar als de ring niet goed landt, wordt het met een beetje pech een knoop van drieduizend thermometers.”

Al die thermometers zullen de watertemperatuur op twee en een halve kilometer diepte tot op minder dan een duizendste graad van seconde tot seconde registreren. „Dat is uiteindelijk de eenvoudigste, betaalbare manier om de beweging van watermassa’s onder water in beeld te brengen”, al-

Zoals de branding op het strand een clash is tussen water en lucht, zo kunnen ook onder water woeste golven ontstaan

dus Van Haren. „Uit eerdere experimenten met een enkele kabel vol thermometers weten we al dat je aan de temperatuurschommelingen onderwatergolven kunt herkennen.”

De groep van het NIOZ hoopt dit najaar, als alle vergunningen rond zijn, hun nieuwe, ambitieuze meetopstelling op tweeënhalve kilometer diepte op de bodem van de Middellandse Zee te zetten, op 25 kilometer uit de kust van Toulon. „Die plek is enigszins pragmatisch gekozen”, erkent Van Haren. „We werken samen met de bouwers van de Cubic Kilometre Neutrino Telescope (KM3NeT). Ook die zetten sensoren op de bodem van de Middellandse Zee, in hun geval om neutrino’s uit de randen van het heelal te kunnen meten. We maken daarbij gebruik van elkaars expertise in het opbouwen van zo’n onderzees meetnet. En omdat onze interesse in het precies in kaart brengen van onderwatergolven vooral fundamenteel van aard is, is het minder belangrijk waar we ons netwerk precies gaan neerzetten.”

Na een paar worpen van de ring met de ‘parachute’ van tien centimeter in het zwembad verwisselt Van Haren de schijf voor een versie die twee keer zo groot is. Nu trekt de remparachute de scheef weggegooiden ring al een meter boven de bodem keurig recht. Met een onhoorbaar plofje landt het gevaarte op de bodem van het bad. „Deze lijkt dus groot zat”, concludeert Van Haren. ‘Bij de echte proef zou dit een metalen schijf van zeven meter doorsnede moeten worden. We gaan straks in het lab de filmbeelden van dit experiment nog eens goed bekijken, om te zien of een iets kleinere schijf misschien ook al voldoende kan zijn. Het moet per slot van rekening ook niet té groot worden.’