

STEL JE ZEEVRAAG



Met meer dan 1500 zijn ze, de Vlaamse onderzoekers en beheerders die van de zee en kust hun professioneel actieterrein maken. Heb je een prangende vraag over het zilte nat, de duinen, het strand of onze riviermondingen? Stel je zeevraag, zij zoeken voor jou het antwoord!

HOE VERHOUDT DE ONDERWATERDRUK ZICH TOT DE DIEPTE?

Wie al eens tot op de bodem van het zwembad is afgedaald weet dat de “druk” met de diepte toeneemt. Je voelt het aan je oren. Toch neemt die onderwater- of hydrostatische druk niet volledig rechtlijnig toe. In wat volgt leggen we je uit waarom.

HOE MEER WATER BOVEN JE, HOE HOGER DE DRUK

Het is eenvoudig om de druk op een voorwerp onder water ruwweg te berekenen. De druk of kracht inwerkend op een bepaald oppervlak wordt immers bepaald door de totale massa van gassen en/of vloeistoffen die zich boven dat oppervlak bevinden. De atmosferische druk bijvoorbeeld, is eigenlijk niets meer dan het gewicht van alle lucht bovenop je hoofd. In een oceaan op 1000 m diep is de druk op je hoofd bepaald door de som van het gewicht van die 1000 m water boven je plus het gewicht van de lucht boven het wateroppervlak. Een algemene vuistregel stelt dat per 10 m waterdiepte de druk 1 bar (100.000 Pascal of 100 kPa) stijgt, dit bij water met een gemiddeld soortelijk gewicht van 1000 kg/m³. Op 50 m diepte bedraagt ze dus 6 bar (5 bar van het water en 1 bar van de atmosfeer). In mensentaal komt 1 bar ongeveer overeen met een massa van 10.000 kg die druk geeft op een oppervlak van 1 m². Voor een diepte van 50 m, “weegt” die druk al snel een slordige 60 ton op deze vierkante meter...

OF TOCH NIET HELEMAAL?

Bovenstaande vuistregel houdt echter geen rekening met de gelaagdheid en de werkelijke samenstelling van het water. Zoet water mag dan wel 1000 kg/m³ wegen, voor zout oceaanoewater is dit gemiddeld 1028 kg/m³. Daarnaast is de dichtheid ook afhankelijk van de herkomst van het water en zijn temperatuur. Bij een duik op 500 m diepte in de Atlantische Oceaan, de Middellandse Zee en het Baikal meer, zul je de relatief grootste hydrostatische druk ondervinden in de Middellandse Zee (zoutst door hoge verdamping) en de relatief laagste druk in het zoete Baikal meer. Omdat de oceanen geen homogene watermassa zijn, maar uit lagen bestaan met wisselende zoutgehaltes en temperaturen, zal ook de druk dus niet 100% rechtlijnig toenemen met de diepte.

HET DIEPSTE PUNT VAN DE OCEANEN: SAMEN AAN HET REKENEN

Wil je de werkelijke druk kennen op een welbepaalde waterdiepte en tijdstip, dan moet je niet alleen de exacte luchtdruk kennen, maar ook de dichtheid van de watermassa (in kg/m³). De hydrostatische druk P is gelijk aan de som van de luchtdruk P_0 (gemiddeld 1 bar) plus het product van de dichtheid van de watermassa (ρ in kg/m³), de valversnelling ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) en de diepte (h in m). Ter illustratie: de druk – bij een gemiddelde dichtheid van zeewater van 1028 kg/m³ en een luchtdruk van 1 bar – op de diepste plek die James Cameron bereikt heeft, namelijk 10,8984 km, bedraagt:

$$P = P_0 + \rho gh$$
$$P = 1 \text{ bar} + (1028 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10898,4 \text{ m})$$
$$P = 1 \text{ bar} + 1099 \text{ bar [of } 109.906.876 \text{ Pa]}$$
$$P = 1100 \text{ bar of een druk van } 1100 \text{ kg/cm}^2$$

Een intrigerend gevolg hiervan is dat bij deze druk de dichtheid van het water wordt verhoogd met 4,96% of tot 1062 kg/m³. D.w.z. dat de massa van 95 liter water in deze bijna 11 km diepe Marianentrog overeenkomt met de massa van 100 liter aan het oppervlak. Hoewel dit enkel geldig is voor de diepste oceanische bekkens, heeft de hydrostatische druk dus ook een invloed op de dichtheid van water! Mocht water volledig onsamendrukbaar zou zijn, zou het algemene zeeniveau trouwens ongeveer 50 m hoger zijn...

David Van Rooij



■ Aan de hand van polystyreen bekertjes of etalagepoppen die je, vastgemaakt aan staalname-apparaten, naar grote dieptes laat afdalen, kun je experimenteel aantonen hoe de druk met de waterdiepte toeneemt. Het grote bekertje zonder opschrift (9 cm hoog) bleef aan boord, de 3 andere bekertjes gingen de dieperik in, respectievelijk (v.l.n.r.) ter hoogte van de Cascadia Channel (kust voor Oregon, USA: 3208 m diep), de Tagus Abyssale Vlakte (Portugese kust: 3130 m diep) en de Adélie rand (Antarctica: 4500 m diep). Leuke “trofeeën” voor de zeewetenschapper! (DVR)