

Niet elke stormvloed wordt ramp

GEMIDDELD een keer per twee jaar spannen wind en getij op de Noordzee zo actief samen tegen dijken en duinen, dat beschadigingen optreden. Dan komt het water van de Noordzee zo hoog, dat van een stormvloed wordt gesproken. Een van die stormvloeden, van 1 februari 1953, vormde de aanleiding tot de Deltawerken. Nog tien andere hoge stormvloeden van de laatste honderd jaar staan in de tabel. En verder terug bevat de literatuur 124 meldingen van stormvloeden uit de periode 900 - 1900. Het aantal per eeuw loopt uiteen van één in de 10de eeuw tot 23 in de 17de eeuw.

Sommige van deze vloeden genieten nog steeds grote bekendheid. Zo eiste de stormvloed van 14 december 1287 volgens schattingen van priesters en dekens vijftigduizend mensenlevens. Vooral west-Friesland werd zwaar geteisterd, waardoor Floris V in het voorjaar weinig moeite had het te veroveren. De stormvloed van 19 november 1404, waarbij Hugenvliet en IJzendijke verloren gingen, had een belangrijk aandeel in het tot stand brengen van de Grote Braakman op Zeeuws-Vlaanderen.

De Biesbosch herinnert thans nog steeds aan de St. Elizabethsvloed van 18 november 1421. Ondanks dood tij kwam het water zo hoog, dat 72 parochies werden weggevaagd, tienduizend mensen verdronken en de stad Dordrecht opeens op een eiland bleek te liggen. De vloed op 'St. Felix Quade Saterdach', 5 november 1530, gaf de aanzet tot de ondergang van Reimerswaal op Zuid-Beveland.

Het is moeilijk deze en andere stormvloeden te vergelijken met die van tegenwoordig. Vooral de berichten over de oudere stormvloeden zijn schaars en onbetrouwbaar. Bovendien bestond er vroeger geen definitie van het begrip stormvloed. De oudste gedocumenteerde vloed is die van 14 en 15 november 1775; toen werden weergegevens en opgetreden standen voor het eerst genoemd.

Toch zou het nog honderd jaar duren voor nauwkeurige gegevens werden bijgehouden. Een inmiddels algemeen gehanteerde definitie van stormvloeden werd pas voorgesteld in 1939: een vloed die door de wind wordt opgestuwd tot boven het peil dat gemiddeld eens in de twee jaar voorkomt. De hoogte van dit peil boven NAP varieert met de plaats en bedraagt bijvoorbeeld voor Vlissingen +3,27 meter. Op grond van deze definitie zouden we zo'n vijftig beschrijvingen per eeuw mogen verwachten; kennelijk is niet elke stormvloed ernstig genoeg geweest om in de annalen te worden opgenomen als een watersnoodramp.

Iedereen die wel eens met een waterpas heeft gewerkt, weet dat een wateroppervlak zich horizontaal instelt. Ook

Naast de windsnelheid spelen tal van andere factoren een rol bij het ontstaan van extreem hoog water. De getijkrachten bijvoorbeeld, de diepte van de zee en de luchtdruk erboven. Meteorologisch medewerker Kees Floor over het ontstaan van vloedgolven. 861004

Stormvloeden te Vlissingen 1880 tot heden:

datum	stand
1 februari 1953	455
3 januari 1976	398
12 maart 1906	392
1 maart 1949	382
15 november 1977	378
16 november 1966	373
26 november 1928	372
2 februari 1983	368
23 december 1894	367
21 maart 1961	367
10 december 1965	365

een zee-oppervlak zal, naar men mag verwachten, horizontaal moeten staan. Weliswaar gooien de golven van zee-ang en deining roet in het eten, maar na gladstrijken zou toch een horizontaal vlak moet overblijven. In de praktijk blijkt dat niet het geval.

Getijkrachten, een gevolg van de aantrekkingskracht van de zon en vooral de maan, luchtdrukverschillen en wind veroorzaken afwijkingen die soms flink kunnen uitpakken. De invloed van getijkrachten is met behulp van een getijtafel al aardig te schatten. Zo zit bijvoorbeeld laag water bij Texel op het moment dat het water bij Walcheren op zijn hoogst staat. Bij een stand van twee meter boven NAP te Walcheren en een meter daaronder bij Texel, resulteert een hoogteverschil van drie meter over een afstand van ongeveer tweehonderd kilometer, wat overeenkomt met een gemiddelde helling van 1:67.000.

De grootste helling, ergens tussen de beide plaatsen in, bijvoorbeeld bij Noordwijk, zal dan ongeveer anderhalf maal zo groot zijn, zeg 1:44.000. Het zijn weliswaar kleine hellingen, maar toch spelen ze een belangrijke rol als ze maar over voldoende grote afstanden heersen.

De hoogteverschillen die worden opgewekt door de krachten van het eb- en vloed-verschijnsel zijn echter onvoldoende om zonder hulp van de wind een stormvloed te kunnen veroorzaken. De wind oefent op het zee-oppervlak een meeslepende kracht uit, die men 'schaarspanning' noemt. Bij een verdubbeling van de windsnelheid neemt de schaarspanning, en daardoor ook de helling van het zeewater, toe met de factor vier.

Ook de diepte is van belang, omdat de schaarspanning zich als het ware verdeelt over de dikte van de waterlaag. De bijdrage van de Waddenzee aan hoge waterstanden is dan ook groter dan de bijdrage van een even groot deel van de Noordzee. De opstuwing van het Noordzeewater is het grootst bij windrichtingen tussen noord en west. De hellingen waar het om gaat, zijn niet zo groot. Windkracht 10 à 11 gedurende negen tot twaalf uur boven de Noordzee, die zo'n zestig meter diep is, levert een helling van 1:300.000. Door de uitgestrektheid van de zee, negenhonderd kilometer, kan aan de benedenwindse kant toch een verhoging van drie meter optreden.

Deze getallen zijn representatief voor de situatie van 1 februari 1953. Boven de Waddenzee, die maar tien meter diep is, geeft dezelfde wind een zes keer steilere helling: 1:50.000. Dat levert in Harlingen, na dertig kilometer Waddenzee, een stand op die zestig centimeter hoger is dan in Den Helder. Het windeffect veroorzaakt dus kleinere hellingen dan het getij-effect, maar is werkzaam over grotere afstanden.

Aan onze kust is toevalligerwijze de optredende verhoging ten gevolge van getijkrachten ongeveer even groot als de optredende verhoging ten gevolge van stormsituaties. Naast de Noordzee draagt ook Het Kanaal bij aan de hoogte van de waterstanden aan onze kust, vooral in Zeeland en Zuid-Holland. Westelijke winden leveren de grootste bijdragen.

Naast getij- en windkrachten moet ook de invloed van de luchtdruk worden genoemd. Als de luchtdruk lager is dan normaal, komt het zee-oppervlak iets omhoog. Het effect treedt aan onze kust al enigszins op, maar is boven diep water veel duidelijker merkbaar. Diepe depressies ten noord-westen van Schotland, waar de oceaan aanzienlijk dieper is dan de Noordzee, geven daar een merkbare verhoging, die vervolgens langs de Schotse oostkust de Noordzee intrekt en aan onze kust een extra opzet van ongeveer een halve meter kan opleveren.

Wanneer de weersomstandigheden daar aanleiding toe geven, stelt het KNMI speciale verwachtingen op voor de extra verhoging die men op grond van wind en luchtdrukverdeling mag verwachten. Op deze wijze worden al sinds de jaren vijftig berekeningen uitgevoerd voor vijf kustplaatsen: Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl. Sinds de jaren zeventig worden computerberekeningen door de meteoroloog gebruikt als leidraad bij het opstellen van zijn opzetverwachtingen. De computerberekeningen dienen ook als basis van de berichtgeving die het KNMI voor het beheer van de Oosterschelde gaat verzorgen.

KEES FLOOR