

HOE ONSTAAN GETIJDEN?



Het getij

Het getij, de beweging van eb en vloed in de zee. Dit is een verschijnsel dat door iedereen die ooit aan de kust is geweest wel eens is gezien. Regelmatig komt het water omhoog en zakt net zo regelmatig weer terug. Dit ritme is voor de meeste van ons een gegeven, een natuurverschijnsel dat er altijd is geweest en er ook altijd zal zijn. Toch is het vrij simpel te verklaren.

Aristoteles bracht in de derde eeuw voor Christus de getijbeweging al in verband met de maan, terwijl Plinius de Oudere in 42 na Christus een vrij nauwkeurige beschrijving van het verschijnsel gaf in relatie tot de zon en de maan. De oude Egyptenaren hadden 5000 voor Christus al merktekens voor hoogwater en duizend jaar later werden er koeriersdiensten over de Nijl gestuurd om voortijdig te berichten bij hoogwater.



Het woord getij is, evenals het Engelse woord tide en het Duitse woord Gezeiten, afgeleid van het woord "tijd". Dit geeft al aan dat het getij onlosmakelijk is verbonden met de tijd. Dat is logisch als we bedenken dat de basis van de getijbeweging ligt bij de schijnbare bewegingen van de maan en de zon om de aarde. Aangezien de bewegingen

van deze twee hemellichamen zeer constant zijn, is het ritme van eb en vloed ook zeer constant. Op de volgende pagina's wordt uitgelegd hoe het getij op zee ontstaat en hoe het zich aan de Nederlandse kust voordoet. Deze uitleg is voor een groot deel gelijk aan het overeenkomstige hoofdstuk uit het boekje "Het Getij en Wij". Dit boekje is uitgegeven door de Sdu in Den Haag ter gelegenheid van de viering van de uitgave van de honderdste "Getijtafels van Nederland". De auteurs van dit boekje zijn Eric Burgers en Ruud Hisgen van Direct Dutch in Den Haag in samenwerking met medewerkers van het Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ. Inmiddels is het boekje niet meer leverbaar.

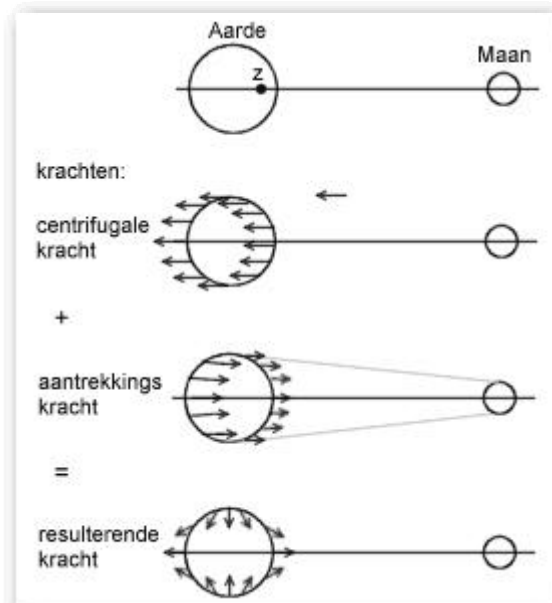
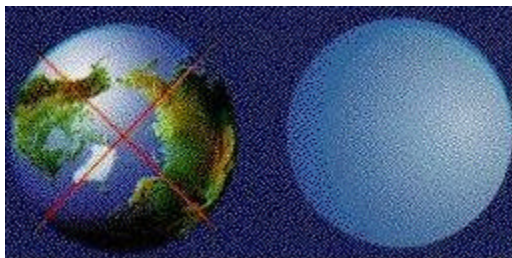
Het evenwichtsgetij



Newton heeft in de 17de eeuw al aangegeven hoe wij het getij kunnen verklaren. Laten wij hem volgen en beginnen met een aarde zonder continenten en een gelijke waterdiepte, met alleen de aantrekkingskracht van de maan. Het getij dat dan ontstaat wordt aangeduid met het evenwichtsgetij. Er bestaat tussen de aarde en de maan een wederzijdse aantrekkingskracht.

Deze kracht is er verantwoordelijk voor dat de maan in een ellipsvormige baan om de aarde beweegt. De aantrekkingskracht

van de maan zorgt er ook voor dat op de aarde (waarop voorlopig dus geen land is) het water naar de maan wordt getrokken, waardoor aan de maankant een bult ontstaat. Gelijktijdig blijkt er echter aan de andere kant van de aarde nog een bult te ontstaan.



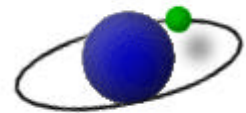
Het ontstaan van de tweede bult is wat moeilijker uit te leggen.

De aantrekkingskracht van de maan op de aarde is aan de kant van de aarde waar de maan staat het grootst. Aangezien de aarde een doorsnede heeft van ruim 6300 km, zal de aantrekkingskracht van de maan aan de andere zijde van de aarde minder groot zijn. De getijverwekkende kracht is omgekeerd evenredig aan de derde macht van de afstand. Er ontstaat daardoor een verschil in sterkte van de aantrekkingskracht van de maan over de aarde heen. Aan de maankant is deze uiteraard het hoogst, aan de zijanten zwakker en het zwakst aan de achterkant van de aarde. Door de beduidend geringere aantrekkingskracht aan de achterkant van de aarde kan het water daar weer wat hoger komen te staan dan aan de zijanten. Het gevolg is een tweede bult(je).

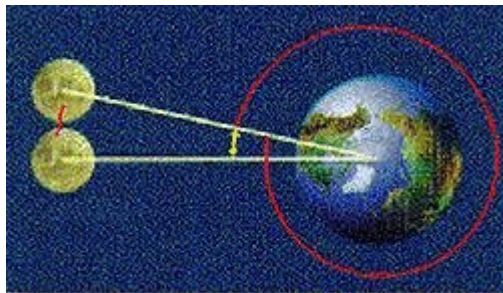
Dit verschil in intensiteit van de zwaartekracht is het eerste deel van de verklaring van de tweede bult. Het verschil is echter niet zodanig groot, dat dit de hoogte van de bult aan de achterkant verklaart. De andere verklaring moet worden gezocht in de middelpuntvliedende kracht. Het systeem van aarde en maan kan worden opgevat als twee bollen aan een touw. Als beide bollen even zwaar zouden zijn, dan zou het zwaartepunt van de draaiing in het midden tussen de twee bollen liggen. Aangezien de aarde aanzienlijk zwaarder is als de maan (de massa van de maan bedraagt ongeveer 1,2% van dat van de aarde), ligt het zwaartepunt van de draaiing van het koppel bestaande uit de twee hemellichamen niet in het midden, maar dicht bij de aarde. In feite ligt het zwaartepunt binnen de aardschil. De gehele aarde ondergaat daarmee een middelpuntvliedende kracht, die juist omgekeerd is aan de aantrekkingskracht tussen de aarde en de maan. Als de krachten vervolgens samen hun invloed laten gelden, dan ontstaan de ongeveer even grote bulten zoals wij die kennen.

Het aarde-maan systeem bij het evenwichtsgetij kent dus een waterschil rondom de aarde, die de vorm aanneemt van een soort rugbybal met aan twee zijden bulten en het midden dunner. Als de aarde binnen deze waterschil in één dag ronddraait, dan verschijnen er per dag twee maal een hoogwater en twee maal een laagwater.

Tijdstippen van het getij



Het voorgaande verhaal vertelt dus hoe het komt dat het twee maal per dag eb en vloed wordt. Maar zoals iedere rechtgeaarde zeekenner weet, duurt het geen 12 uur van het ene hoogwater naar het andere, maar 12 uur en 25 minuten. Ofwel een verschil van 50 minuten per dag. Hoe komt dat nu? Daarvoor moeten we kijken hoe de maan om de aarde beweegt.



De maan draait in een ellipsvorm rond de aarde. Na 27,32 dagen heeft de maan één omloop voltooid. Die omloop wordt de tropische maansmaand genoemd. De maan draait in dezelfde richting om de aarde als de richting waarin de aarde om haar as beweegt. Na één dag is de maan een stukje in haar baan opgeschoven. Een bepaald punt op de aarde (bijvoorbeeld daar waar het hoog water is) heeft daardoor niet dezelfde positie ten opzichte van de maan als 24 uur daarvoor. De aarde moet nog een stukje doordraaien om

ervoor te zorgen dat die plek op aarde weer dezelfde positie heeft ten opzichte van de maan. Over dat stukje doordraaien doet de aarde een dikke 50 minuten.

Je kan het ook berekenen. De aarde draait, vanuit een ver punt in het heelal bekeken, in 23 uur en 56 minuten om haar as (zie volgend "Het aarde-zon systeem") Dit betekent dus per uur (360 graden gedeeld door 23 uur 56 min is ongeveer) 15 graden. De maan doet er 27,32 dagen over om eenmaal rond te gaan. Dus per dag schuift de maan 360 gedeeld door 27,32 is ongeveer 13 graden door. De aarde heeft er dan 13/15 uur is ongeveer 50 minuten voor nodig om de maan weer in te halen. Uitgaande van een dag van 24 uur schuift iedere dag het tijdstip van hoogwater gemiddeld 50 minuten op. Bij twee maal daags hoogwater komt gemiddeld het hoogwater dus weer na 12 uur en 25 minuten terug.

Het aarde-zon systeem

De maan levert de grootste getijverwekkende kracht op aarde. Maar ook de zon, die 27.000.000 maal zwaarder is dan de maan, oefent aantrekkingskracht uit op de aarde. Aangezien de sterkte van de aantrekkingskracht ook afhankelijk is van de afstand tussen de hemellichamen en de zon 389 maal zo ver van de aarde staat als de maan, is de kracht van de zon maar 45% van de kracht van de maan. (Want de getijkrachten zijn evenredig met de massa en omgekeerd evenredig met de derde macht van de afstand, dus: $27000000 : 389^3 = 27000000 : 58863869$ is ongeveer 0,45).

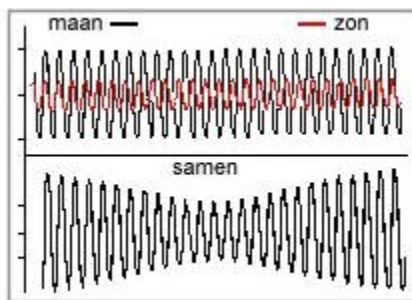
De aarde draait in een jaar om de zon. Na 365,25 dagen heeft de aarde een omloop voltooid. Deze omloop heet het tropische jaar. De omloprichting van de aarde om de zon is dezelfde richting als waarin de aarde om haar eigen as draait.

De aarde draait in 23 uur en 56 minuten om haar eigen as. Na deze omwenteling bevindt de aarde zich nog niet in dezelfde positie ten opzichte van de zon. Per dag draait de aarde namelijk ongeveer 1 graad verder in haar baan om de zon (360 graden gedeeld door 365,25 dagen). Zoals in het "Tijdstippen van het getij" is uitgelegd, draait de aarde met ongeveer 15 graden per uur om haar as. Zij moet dus nog 1/15 uur (= 4 minuten) doordraaien om in dezelfde positie te komen ten opzichte van de zon. Dus pas na 23 uur 56 minuten plus 4 extra minuten (= precies 24 uur) staat de aarde weer in haar oorspronkelijke positie terug. Dit is de dag die iedereen kent, de middelbare zonnedag. Het getij dat wordt verwekt door de zon levert dus precies tweemaal per dag een hoog- en een laagwater.

Toch nog even de maan erbij. In de tijd dat de maan haar baan om de aarde eenmaal doorloopt, heeft het aarde/maan systeem een deel van de baan om de zon afgelegd. Het duurt daardoor wat langer dan de genoemde 27,32 dagen, namelijk 29,53 dagen, voor we de maan weer onder dezelfde hoek ten opzichte van de zon zien staan. Deze periode wordt ook wel de maansmaand of synodische maansmaand genoemd.

Spring- en doottij

Als de zon en de maan als het ware in elkaars verlengde staan ten opzichte van de aarde, dan bundelen zij hun krachten en



trekken meer water aan. Dit noemen we springtij. Het niveau van het water is dan bij hoogwater hoger en bij laagwater lager. De maan en de zon kunnen elkaar ook tegenwerken. Dat gebeurt als de twee hemellichamen haaks op elkaar staan. Er wordt dan van twee verschillende kanten aan het water getrokken, met als gevolg dat het water veel minder stijgt dan gemiddeld. Dit verschijnsel noemen we doottij.



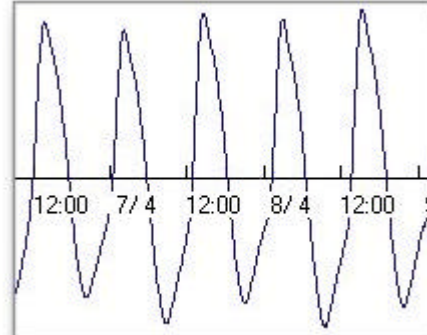
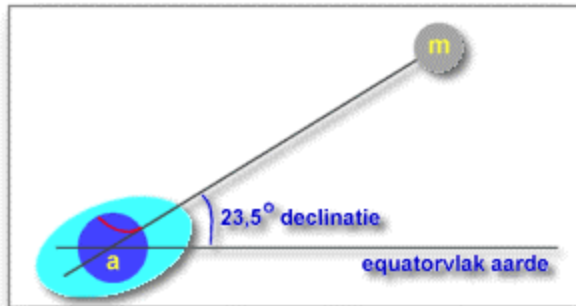
Springtij komt twee maal per maansmaand (van 29,53 dagen) voor. Je zou verwachten dat het springtij is bij volle maan en bij nieuwe maan. Het blijkt echter twee dagen later te vallen. Hoe dat komt wordt straks uitgelegd.

De maansbaan staat in het algemeen onder een bepaalde hoek ten opzichte van de aardbaan om de zon. Hierdoor staan de zon, aarde en maan vrijwel nooit echt op één lijn. Als dit wel het geval is, dan doet zich een maans- of zonsverduistering voor.

Het zonsgetij, met een periode van 12 uur, haalt het maansgetij, met een periode van 12 uur en 25 minuten, voortdurend in. Dit zorgt ervoor, dat het maansgetij last krijgt van een zweving: het wordt periodiek versterkt en verzwakt. Het heeft tevens een effect op de timing van het getij. Tijdens springtij en doottij heeft het zonsgetij een vervroegend effect op het getij, tussen doottij en springtij een vertragend effect.

De dagelijkse ongelijkheid

De draaiingsas van de aarde maakt een gemiddelde hoek van 66,5 graden met de verbindinglijn tussen aarde en maan. Overigens doet ze dat ook met de zon. De aardequator maakt dus een hoek van 23,5 graden (90 - 66,5) met de verbindinglijn tussen aarde en maan (en dus ook aarde en zon).



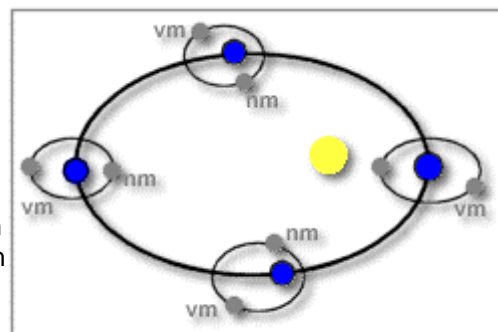
De ellipsoïde van de watermassa zal zich naar de maan richten. Iemand die zich op een bepaalde plek op aarde bevindt zal dus bij een volledige rotatie (één dag) twee hoog- en twee laagwaters tegenkomen, die ongelijk van hoogte zijn. Dit wordt de dagelijkse ongelijkheid genoemd.

Bij bepaalde springtijden is de dagelijkse ongelijkheid bijzonder groot. De daarop volgende ongelijkheid zal dan juist klein zijn. Dit houdt verband met het punt, ofwel de knoop, waar de maansbaan het eclipticavlak snijdt. Het eclipticavlak is het vlak dat wordt gevormd door de aardbaan en de zon. De zon, aarde en maan staan dan zo goed mogelijk in één vlak. De periode tussen twee knopen bedraagt 27,21 dagen. Deze haalt de periode van de maansmaand, ongeveer 29,53 dagen, langzaam in. Na ongeveer 13 maansmaanden, dat is ongeveer 376 dagen, is een inhaalslag afgerond. Het is dus niet zo, dat bij nieuwe maan of volle maan systematisch grotere ongelijkheden zouden bestaan.

Naast de dagelijkse ongelijkheid doen er zich nog andere variaties voor in de hoog- en laagwaterstanden.

Variaties

Springtij komt twee maal per maand voor, na nieuwe maan en na volle maan. In de regel verschillen twee opeenvolgende springtijden in sterkte. Dit komt voornamelijk door de ellipsvormige maansbaan. Als de maan bij een bepaald springtij dichtbij is, dan zal zij bij het volgende springtij juist ver weg zijn. In het eerste geval is het springtij hoger dan in het tweede geval. Zoals "De dagelijkse ongelijkheid" gezegd, doet de maan er ongeveer 27,32 dagen over om de ellipsvormige baan rond de aarde te doorlopen. Deze haalt dus de periode van de maansmaand, ongeveer 29,53 dagen, langzaam in. Na ongeveer 15 maansmaanden, dat is ongeveer 440 dagen, is zo'n inhaalslag afgerond. Het is hierdoor niet zo, dat springtij bij nieuwe maan systematisch hoger is als bij volle maan.



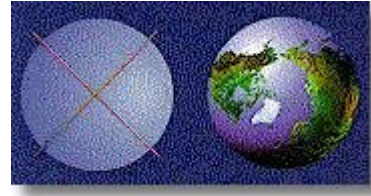
We zien dus een variatie in hoogten van springtijden, waarbij soms het hoogste springtij valt bij nieuwe maan en een ander bij volle maan. Beide perioden duren ongeveer een half jaar en worden veroorzaakt door de hierboven beschreven periode van 440 dagen en de eerder beschreven periode van 376 dagen. Beide perioden liggen in de buurt van een kalenderjaar. Omdat zij net iets langer zijn, ontbreekt het verband met de seizoenen.

Er bestaan allerlei andere cycli die worden veroorzaakt door de afzonderlijke rotaties van aarde en maan om elkaar en als stelsel om de zon. De belangrijkste zijn:

- de 8,85 jarige cyclus die wordt veroorzaakt doordat de lange as van de ellips van de maansbaan in deze tijd rond de aarde roteert, en
- de 18,6 jarige cyclus. In deze tijd varieert de hoek die de maan maakt met het equatorvlak van de aarde tussen 18,5 graden en 28,5 graden. De in "De dagelijkse ongelijkheid" gegeven 23,5 graden is dus een gemiddelde.

Het astronomische getij

Tot nu toe zijn we er met Newton van uitgegaan dat de gehele aarde met water is bedekt. Ons uitgangspunt was dus het zogenaamde evenwichtsgetij. De werkelijke situatie is natuurlijk een stuk ingewikkelder, aangezien er wel degelijk landmassa's zijn en de aarde niet gelijkmatig met water is verdeeld. Continenten en eilanden zijn opstakels op de weg en de zee is niet overal even diep. Alleen in de buurt van de Zuidelijke IJszee, tussen 55 en 65 graden zuiderbreedte, bevindt zich een strook water die niet door land wordt onderbroken en waar de getijgolf zich ongehinderd kan voortplanten.



In de praktijk zijn de liggingen van de obstakels natuurlijk heel stabiel. We kunnen dan ook op grond van deze situatie een grote regelmaat verwachten. Alle in vorige pagina's genoemde cycli zijn daarin terug te vinden. Dit voorspelbare (en daarmee berekenbare) getij noemen we het astronomische getij. Dit is ook het getij dat we in de getijtafels tegenkomen. Het is informatie die zich redelijk nauwkeurig een aantal jaren vooruit laat voorspellen. Ingrepen in de vorm van de kust door het aanleggen van dammen en dergelijke kunnen verstorend werken.

Op het zuidelijke halfrond ligt dus de oorsprong van onze getijbeweging. De getijgolf die hier wordt opgewekt beweegt zich door de Atlantische Oceaan naar het noorden en op deze reis wordt hij op verschillende manieren vervormd door de structuur van de oceaan. Na twee etmalen arriveert de getijgolf in de Noordelijke IJszee. Tijdens deze reis ondervindt hij een afwijking ten gevolge van de draaiing van de aarde. Deze Corioliskracht is op het noordelijk halfrond naar rechts gericht. Verder blijkt de Atlantische Oceaan zo groot te zijn, dat de periode van het getij ongeveer gelijk is aan de eigen periode van de Oceaan. Hierdoor ontstaat er een staande golf in de breedterichting, die er voor zorgt dat de getijhoogten aan de rand van de Oceaan hoger zijn dan je op grond van de aantrekkingskracht zou mogen verwachten.

We hebben in de werkelijke situatie, "in het veld" te maken met meer invloeden die de hoogte van het water bepalen. De luchtdruk speelt een kleine rol en de wind speelt een grote rol, zowel de sterkte als de windrichting.

Leeftijd van het getij

Als de getijgolf in de Noordzee aankomt, dan heeft zij een flinke reis achter de rug. Het grootste gedeelte van de Atlantische Oceaan is dan immers al doorkruist. De tijd tussen het ontstaan van een hoogwater in de Zuidelijke IJszee en de aankomst van datzelfde hoogwater noemt men de leeftijd van het getij. Afhankelijk van waar u zich bevindt, kan het getij dus jong, oud of zelfs hoogbejaard zijn. Ter hoogte van Brest bijvoorbeeld is de getijgolf ongeveer 29 uur jong. In IJmuiden daarentegen komt het getij pas 52 uur na de geboorte aan. Dit vanwege een langere route om de Britse eilanden heen. Voor de gehele Nederlandse kust geldt dat het getij al meer dan 2 dagen oud is.

Als de getijgolf zich bij de Britse eilanden bevindt, dan betreedt zij de Noordzee vanuit twee verschillende richtingen. Ten eerste beweegt de golf zich verder westelijk langs de Ierse en Britse kust naar het noorden en stroomt dan om Schotland heen. Omdat de opening daar het grootste is, zorgt deze tak van de getijgolf voor het grootste effect in de Noordzee. De Corioliskracht dwingt de stroom



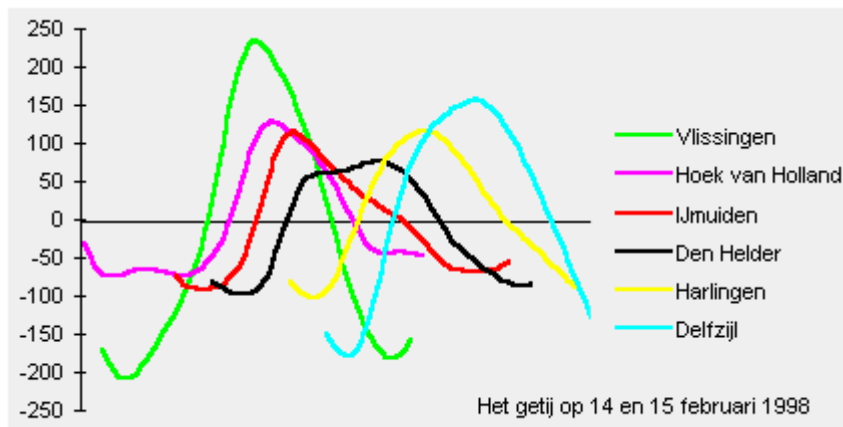
een soort cirkelbeweging tegen de klok in te maken door de Noordzee. De getijgolf plant zich daardoor voort langs de Britse kust naar het zuiden en wordt vervolgens omgebogen langs de Belgische en Nederlandse kust weer naar het noorden, richting Denemarken en Noorwegen. Een ander deel van de Atlantische getijgolf nadert het Kanaal vanuit het zuiden met een gemiddelde snelheid van 200 meter per seconde en wordt daar vervolgens grotendeels geblokkeerd. Hierdoor ontstaat stuwung van het water, wat resulteert in een groot tijverschil aan de zuid-Engelse en Normandische kusten. Als de stroom zich door het Kanaal heeft geperst, dan is zij al een groot gedeelte van haar snelheid en kracht kwijt en heeft daardoor aan onze kust nog maar weinig invloed.

Door veel waarnemingen te doen (en deze in wiskundige modellen te verwerken) is het mogelijk op de Noordzee lijnen te trekken waar gelijktijdig hoogwater bestaat. Deze zgn. 'cotidal lines' kunnen voor zowel de maansinvloed als voor de zonsinvloed worden getekend. De lijnen van het overheersende dubbeldaagse

maansgetij in de figuur laten zien dat er op de Noordzee twee punten bestaan, waar de lijnen samenvallen en waar het getij omheen draait. Op deze knooppunten komt vrijwel geen getijbeweging voor. Zij worden amfidromieën genoemd.

Tijverschillen langs de kust

Door de bodemconfiguraties, de vormen van de kusten en allerlei andere neveneffecten kent de Noordzee een ingewikkeld getijsysteem. De getijkrommen van een aantal meetpunten langs de Nederlandse kust laten onderlinge verschillen zien tussen hoog- en laagwaterstanden. De grootste tijverschillen in Nederland treden op bij Bath achterin de Westerschelde door stuwung van de getijgolf in het estuarium, gemiddeld 4,80 meter tussen hoog- en laagwater. Vanaf Vlissingen neemt het tijverschil in noordelijke richting langs de kust duidelijk af. Bij Den Helder is het effect minimaal door de nabijheid van het amfidrome punt (zie vorig paragraaf), waarna het weer langzaam toeneemt.



Uit de getijkrommen valt het verschil in tijdsduur van eb en vloed op te maken. In Harlingen duurt het gemiddeld 4 uur en 58 minuten voordat het water op zijn hoogst is, maar 7 uur en 27 minuten voordat het weer laagwater is. Het is dus veel langer eb dan vloed. Hetzelfde verschijnsel valt ook op andere plaatsen waar te nemen. De verklaring hiervoor ligt voornamelijk onder water. De getijgolf beweegt zich met een bepaalde snelheid voort. Hoe dieper de zee, hoe meer bewegingsvrijheid. Het getij van

de oceaan vertoont in tijdsduur van eb en vloed nauwelijks asymmetrie. De Noordzee en zeker de Waddenzee zijn echter niet zo diep. Als de vloed tussen de eilanden door de Waddenzee in wordt gedrukt richting Harlingen, dan gebeurt dat met een grote kracht. Het water ondervindt veel weerstand van de zeer ondiepe Waddenzee. Als na de vloed het water met eb weer terug moet, dan is de stuwende kracht van de Noordzee niet aanwezig, maar de weerstand van de bodem natuurlijk nog wel. Eb doet er daarom veel langer over om het water weg te krijgen dan de vloed erover doet om het water binnen te krijgen.

Langs de Hollandse kust en landinwaarts op de rivieren doet zich een merkwaardig verschijnsel voor. Zoals te zien is aan de getijkromme van Hoek van Holland (aan het begin, links) blijft het water na het laagste niveau bereikt te hebben een tijdje laag. Na een klein beetje gestegen te zijn, zakt het water weer en volgt er een tweede laagwater. Pas daarna stijgt het water snel en wordt het weer vloed.



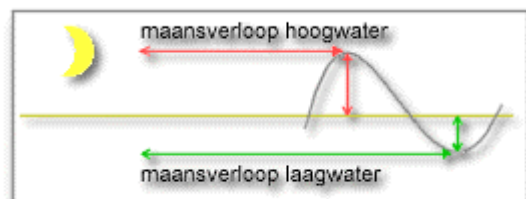
Zo'n kleine stijging, waarna weer een daling volgt wordt een aggeer genoemd. Bij Den Helder doet zich een zelfde verschijnsel voor, maar dit keer gebeurt het bij vloed. De vloed wordt als het ware uitgerekt. Hier spreekt men niet van een aggeer, maar van een dubbele kop. De sterkte van dit verschijnsel is afhankelijk van tijd en plaats. Bij springtij is er sprake van een grotere aggeer en bij doortij van een kleinere. De verklaring van dit verschijnsel moet worden gezocht in de nabijheid van het amfidrome punt (zie vorig paragraaf), zo'n 70 km uit de kust. Dit punt verzwakt het maansgetij, waardoor andere getijcomponenten hun invloed kunnen doen gelden. Aangezien de cotidal lines van andere getijcomponenten heel anders lopen dan die van het maansgetij, kunnen in bepaald situaties deze ervoor zorgen dat aggers e.d. ontstaan. Meer hierover in het laatste deel.

Voorspellingsmethoden

Er zijn twee voorspellingsmethoden: de culminatiemethode en de harmonische analyse. Beide methoden kennen als eerste een getij-analyse, waarbij men aan de hand van waarnemingen over langere tijd tabellen maakt. Vervolgens kunnen hiermee voorspellingen worden berekend.

De culminatiemethode

De theorie van de culminatiemethode grijpt direct terug op de theorieën van Newton. Het woord 'culmineren' betekent het hoogste punt bereiken. De methode zet de tijd en de stand van hoog- en laagwater af tegen astronomische waarden en dan met name het tijdstip waarop de maan op het hoogste punt staat, de zgn. maansdoorgang. De methode is daarom vooral goed te gebruiken in gebieden met een dubbeldaags getij. Andere astronomische variabelen die bij de methoden worden gebruikt zijn de maansdeclinatie (de hoek van de maan met de aardequator), de maanparallax (een maat voor de afstand van de maan tot de aarde) en het seizoen. Vanaf 1965 zijn de getijvoorspellingen aan de hand van deze methode berekend met behulp van een computer.



Oorspronkelijk werd de methode toegepast op een vijftal basisstations, waarna vervolgens de tussenliggende stations hieruit werden afgeleid. Dit begon grote problemen op te leveren, toen de Deltawerken goed op gang kwamen. De grote hydrologische veranderingen die deze werken teweeg brachten, maakten dat er voor ieder station een eigen analyse gemaakt moest worden. Ook kwam nu de grote beperking van de methode steeds meer tot uiting, t.w. alleen de hoog- en laagwaters (tijden en standen) kunnen worden berekend. De tussenliggende waarden kunnen wel met de andere methode worden berekend en deze is dan ook in 1986 als standaard voor alle stations ingevoerd.

De harmonische analyse

Voortbordurend op de ideeën van Johannes Kepler (1571-1630), Isaac Newton (1642-1727) en Pierre Simon de Laplace (1748-1827) hebben William Thomson, later Baron Kelvin (1824-1907) en George Darwin (1845-1912), de zoon van Charles Darwin, de methode voor de harmonische analyse ontwikkeld. Het getij wordt hierbij weergegeven als de som van een aantal sinusoiden, waarvan de perioden corresponderen met die van de bewegingen van de zon en de maan. Een sinusoid is dus een harmonische component, die wordt gekenmerkt door een golflengte en een amplitude. Aangezien we de bewegingen van de aarde, de maan en de zon precies weten, kunnen we de belangrijkste componenten (dus golflengten) van tevoren al precies definiëren. De amplituden en fasen worden vervolgens met behulp van de kleinste kwadratenmethode afgeleid uit waterstandsmetingen. Momenteel worden op een groot aantal meetstations 10-minuten waarden van de waterstanden gemeten en centraal bij het RIKZ geregistreerd. Deze meetreeksen worden gebruikt voor het afleiden van de componenten. Aan de hand van de afgeleide componenten worden de hoog- en laagwaters berekend, die vervolgens in de getijtafels worden gepubliceerd.

De belangrijkste componenten zijn (uiteraard) het tweemaal daagse maangetij M2 en het tweemaal daagse zongetij S2. Onder "Leeftijd van het getij" is een plaatje gegeven met de cotidal lines van de M2-component. Een andere belangrijke component is een 'boventoon' van de M2, de M4. Dit is een component met een frequentie van 6 uur en 12,5 minuten. M4 wordt zichtbaar indien M2 in de buurt van een amfidroom punt minder sterk aanwezig is en veroorzaakt dan de, op de vorige pagina beschreven, agger en dubbele kop. Er worden een groot aantal componenten onderscheiden. Voor het berekenen van de getijden langs de Nederlandse kust wordt een set van 94 componenten gebruikt. Midden op zee heeft de kust minder invloed en kan met een kleiner aantal componenten worden volstaan.

Het RIKZ geeft een PC-programma uit, waarmee met behulp van de harmonische analyse op een groot aantal locaties het astronomische getij kan worden berekend. Hoe deze **Getij-Generator** is te bestellen of een testversie kan worden gedownload kunt u lezen via:

<http://www.waterland.net/rikz/getij/doc/generator.html>

Tevens is er door Sdu Uitgevers in Den Haag een boekje uitgegeven, getiteld: **Het getij en wij** (ISBN 90 12 08409 1), waarin op populair wetenschappelijke wijze het ontstaan van het getij, de geschiedenis van de getijtheorie en de getijvoorspellingen wordt beschreven. Het is geschreven door Eric Burgers en Ruud Hisgen van "Direct Dutch" in samenwerking met een aantal medewerkers van het Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ. Inmiddels is het boekje niet meer leverbaar.

