

Getij

ir R.E. van Ree, oktober 2010

Nederland ligt zo laag ten opzichte van gemiddeld zeeniveau, dat grote delen onder water zouden lopen als we de natuur aan zijn lot zouden overlaten. Met z'n allen eisen wij als bewoners van dit land aan de overheid dat onze kust zorgvuldig bewaakt en verdedigd wordt. De overheidsinstantie die deze taak uitvoert is de Rijkswaterstaat. Aan en in de buurt van de kust vinden allerlei werkzaamheden plaats die te maken hebben met kustverdediging. En verder zijn er tal van economische activiteiten op zee. Een paar voorbeelden zijn landaanwinning (2de Maasvlakte), energieopwekking (windmolenparken) en opsporing en ontginning van natuurlijke hulpbronnen (zand, grind, olie en gas). Ook moet je denken aan de visserij en de veilige navigatie.

De zee vormt de verbindende factor. Het water staat nooit stil. Je hoeft maar langs het strand te lopen om te zien hoe het beweegt. Kabbelende golfjes bij weinig wind of machtige brekers als het hard waait. Of die andere beweging, die in dit artikel centraal staat, en die bepaalt hoe breed het strand is op het moment van je wandeling. Al die bewegingen zijn natuurlijk ook van belang voor de kustverdediging en de genoemde economische activiteiten.



Ken je de Noordzeeatlas? Dat is een digitale kaartenverzameling van allerlei informatie over de Noordzee, die door diverse ministeries en overheidsdiensten gebruikt wordt. Ook bij het lezen van dit artikel over getij kun je gebruik maken van de geboden informatie. De link is <http://www.noordzeeatlas.nl>.



Een andere interessante website is www.getij.nl. Ook daar kun je goed terecht bij het beantwoorden van de vragen.

De tekst over het getij is een aangepaste en uitgebreide versie van de beschrijving door Rijkswaterstaat, zie http://www.rijkswaterstaat.nl/water/feiten_en_cijfers/getij/.

Inhoudsopgave

Getij, wat is dat eigenlijk?

Invloed van de maan

Invloed van de zon

Vragen

Spring- en doortij

Verschillen in tijd en amplitude

Bijzondere getijvormen

Referentievlak

Metten van de veranderende waterstand

Manieren om de waterstand te meten

Opdrachten

Getij, wat is dat eigenlijk?

Het getij is de op- en neergaande beweging van het zeeoppervlak. Het water komt regelmatig omhoog en zakt met dezelfde regelmaat weer terug. Op de meeste plaatsen op aarde is het per etmaal tweemaal hoog en tweemaal laag water (maar er zijn ook gebieden met maar één hoog en laag water per dag). De termen eb en vloed duiden op de stroming, dus de horizontale waterbeweging die samenhangt met de verticale daling en rijzing; je noemt eb en vloed ook wel afgaand en opkomend water. Wanneer het stromende water bij hoog water en laag water van richting verandert dan spreek je van de kentering.

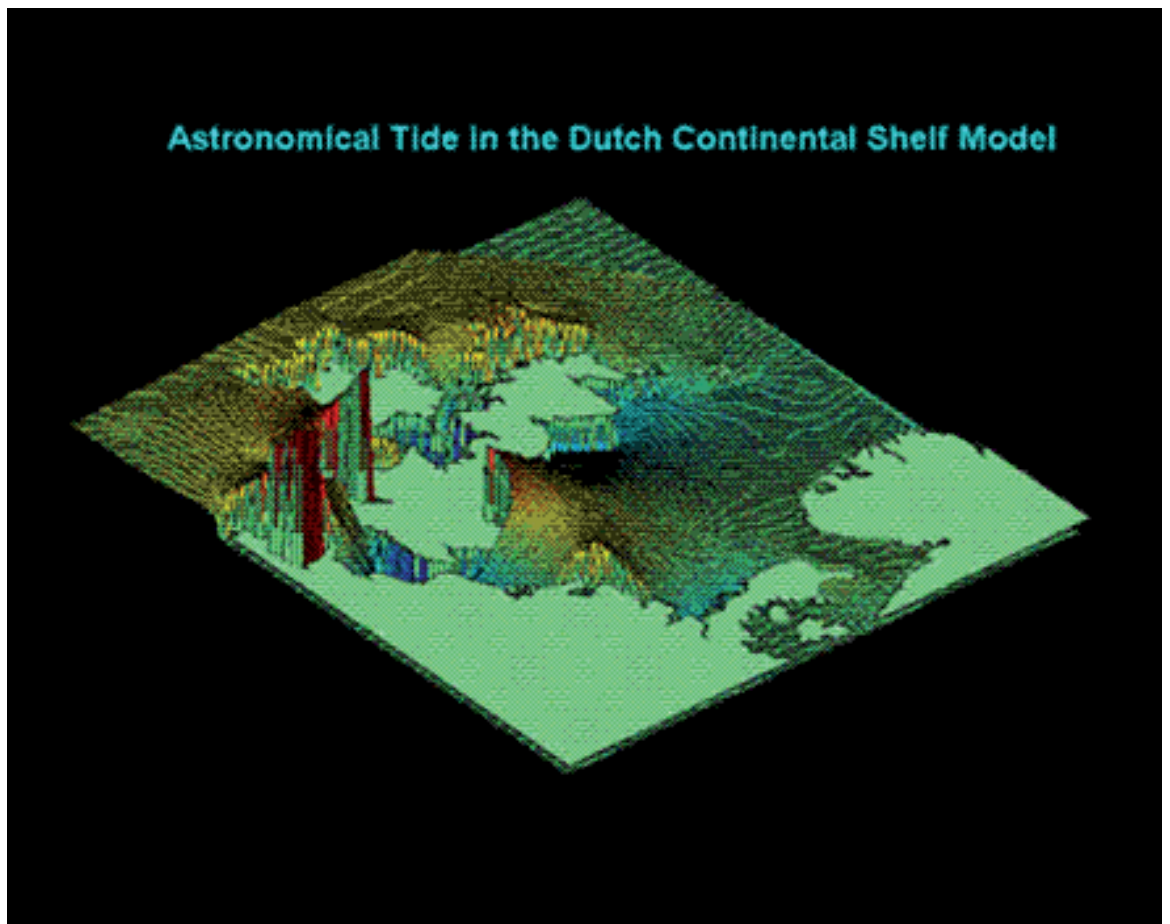


Fig. 1 – Een beeld van de relatieve waterhoogte op een bepaald moment in de Noordzee (bron: www.helpdeskwater.nl)

Het getij is een natuurverschijnsel dat ontstaat onder invloed van om elkaar draaiende hemellichamen en de zwaartekracht. Het gaat vooral om het draaien van de maan om de aarde en van de aarde om de zon. Aangezien de bewegingen van deze hemellichamen zeer constant zijn, is het ritme van eb en vloed dat ook. Het getij is dan ook prima te voorspellen. Invloeden van het weer – wind, luchtdrukvariatiën – zorgen eveneens voor verandering van de waterstand; strikt gesteld staan deze los van het getij.

Het getij heeft allerlei gevolgen. In een natuurlijke omgeving ontstaan uiteenlopende kustvormen, denk aan de Waddenzee, het strand en zeearmen of estuaria als de Westerschelde en de Eems. Bewoning van kustgebieden maakt het nodig om dijken en kunstmatige verhogingen te bouwen. Bij de aanleg van havens en het afmeren van schepen is de variërende waterhoogte een belangrijke factor.

Kaarten met waterdiepten gebruiken een afgesproken waterniveau als referentievlak, dus dieptemetingen krijgen een correctie om de invloed van de getijhoogte ongedaan te maken.

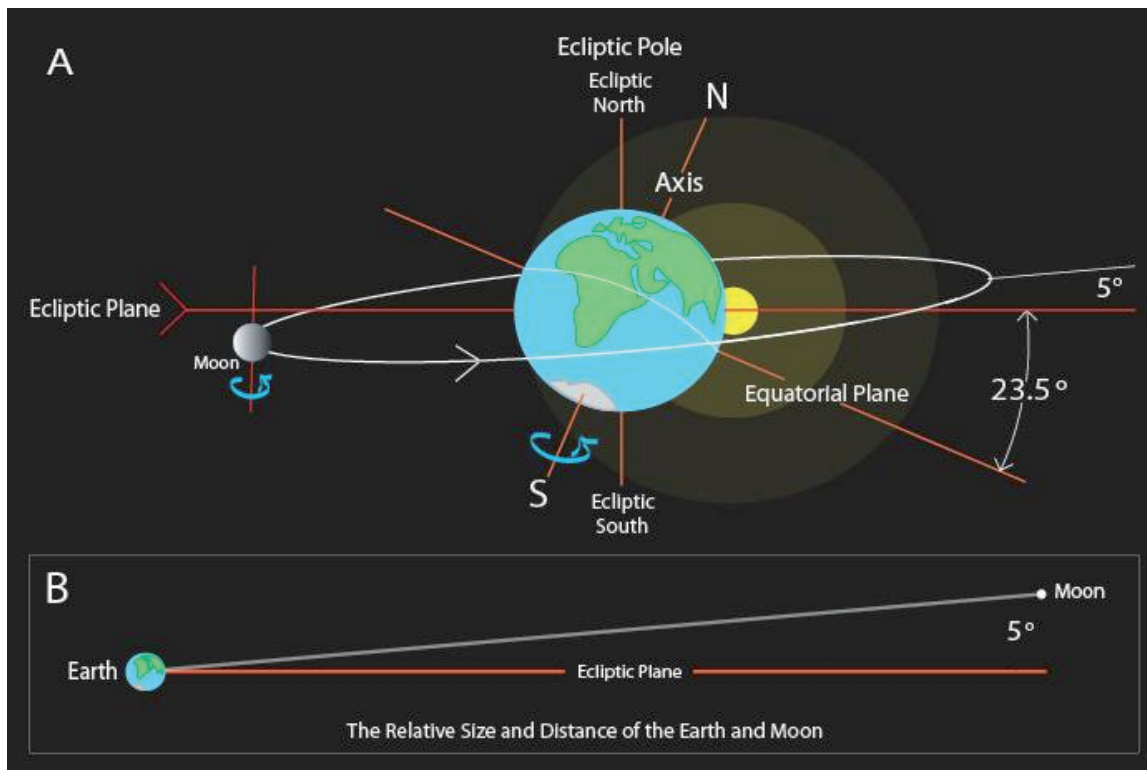


Fig. 2 – A. De maan in zijn baan rond de aarde en de aarde in zijn baan rond de zon. B. De relatieve grootte en afstand van de aarde en de maan. (Bron: www.niburu.nl)

Invloed van de maan

De getijbeweging op aarde ontstaat voor het grootste deel (ca 70%) doordat de maan om de aarde draait. Het feit dat de afstand tussen maan en aarde niet verandert wijst erop dat er een evenwicht bestaat tussen aantrekkende en afstotende krachten. Het om de aarde draaien van de maan levert een middelpuntvliedende kracht op, die precies wordt gecompenseerd door de zwaartekracht, waarmee aarde en maan aan elkaar trekken. De maan doorloopt zijn baan om de aarde bijna 12,5 keer per jaar. De afstand van de maan tot de aarde is gemiddeld 384.000 km; de maansbaan is net als de baan van de andere hemellichamen ellipsvormig.

De maan en de aarde draaien om een gemeenschappelijk middelpunt. Eigenlijk gebeurt hetzelfde als wanneer je met een emmer water rond je as draait: je arm houdt het wegvliegen van de emmer tegen; het water vliegt niet weg, omdat de emmer het tegenhoudt; het wateroppervlak zal scheef staan, loodrecht op de resulterende versnelling (het zal trouwens niet meevallen om je arm met emmer strak langs je lichaam te houden...); maar bovendien moet je wat achterover leunen om al draaiend op dezelfde plaats te blijven staan.

Het gemeenschappelijk middelpunt van twee lichamen die om elkaar heen draaien noem je het barycentrum. Op basis van de massaverhouding tussen aarde en maan kun je uitrekenen dat

het barycentrum van deze beweging binnen de aarde ligt. Alle punten op aarde, dus ook alle waterdeeltjes, ondervinden dezelfde middelpuntvliedende kracht, die van de maan af is gericht (strikt genomen: van de maan af op de verbindinglijn tussen de beide middelpunten van maan en aarde).

De zwaartekracht die twee lichamen op elkaar uitoefenen is evenredig met de beide massa's en omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand (Newton). Denk aan een klein volume zeewater ergens op aarde. Door de zwaartekracht van de aarde blijft dit watervolume bij de aarde. Maar er is ook de – veel kleinere – invloed van de maan. De zwaartekracht van de maan op het watervolume varieert met de afstand. Omdat de aarde een diameter heeft van een kleine 13.000 km maakt het uit of het watervolume zich aan de kant van de maan of juist aan de andere kant bevindt.

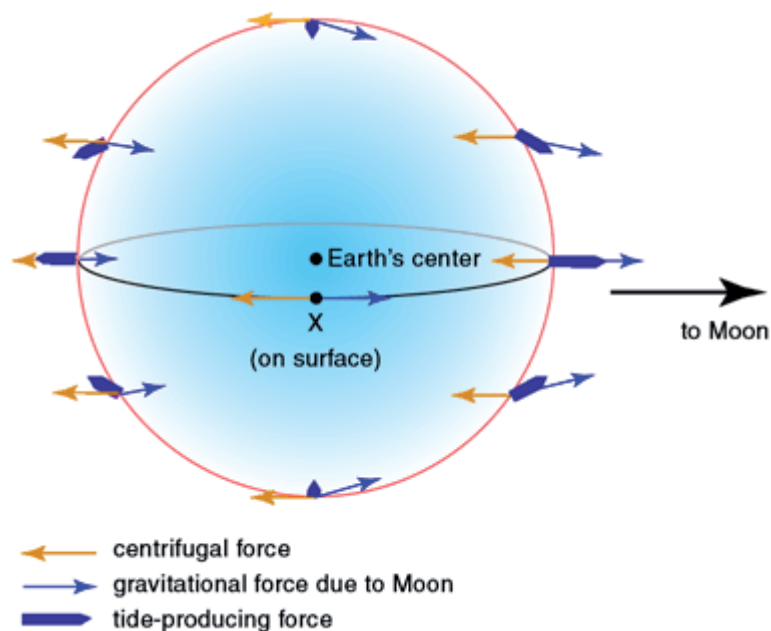


Fig. 3 – De getijproducerende krachten (Bron: www.oc.nps.edu)

De figuur toont de twee krachten op verschillende punten van het aardoppervlak. De dikke pijlen stellen de samengestelde krachten voor en geven daarmee aan hoe het water zich zal gedragen. Als we de aarde idealiseren tot een bol (zonder continenten) met een 20 km dikke laag water, dan zou het water een ellipsoïde vormen met een lange as langs de lijn aarde-maan. Je ziet dan twee 'bulten', één naar de maan gericht en een even grote van de maan af. Ter hoogte van het vlak door het aardse middelpunt haaks op de lijn aarde-maan staat het water juist een beetje lager dan gemiddeld. De rotatie van de aarde laat vaste punten dus per etmaal de beide bulten passeren, evenals tweemaal de tussenliggende laagte.

Door de baan van de maan om de aarde blijft de schijnbare positie van de maan ten opzichte van de zon per dag zo'n 50 minuten achter. Er zijn daardoor twee hoogwaters en twee laagwaters per 'maan-dag' van 24 uur en 50 minuten. De gemiddelde duur van een getijcyclus is dus geen 12 uur, maar 12 uur en 25 minuten.

Invloed van de zon

Ook de zon heeft een belangrijke invloed op het getij. De massa van de zon is natuurlijk veel groter dan die van de maan, maar doordat de zon veel verder weg staat is de invloed van de zon op het getij slechts ongeveer 45 % van die van de maan. Je kunt hetzelfde verhaal houden als hierboven. Dat nu de aarde rond de zon draait maakt daarbij geen verschil.

Vragen

1. Welke twee krachten veroorzaken de getijbeweging?
2. Wat is de formule voor de gravitatiekracht van Newton?
3. Zoek op:
 - universele gravitatieconstante
 - massa aarde
 - omtrek aarde
 - massa maan
 - afstand aarde-maan (perigeum, apogeum, gemiddeld)
 - massa zon
 - afstand zon-aarde (perihelium, apohelium, gemiddeld)
3. Hoe groot is de zwaartekracht die de aarde op een lichaam met een massa van 1 kg uitoefent op de evenaar, op de polen, bij ons in Nederland? Vanwaar dat verschil?
4. Hoe groot is de zwaartekracht die de maan uitoefent op dezelfde massa van 1 kg, aan de kant van de maan, aan de kant tegenover de maan? Wat is het verschil? En wat is het verschil met de zwaartekracht van de aarde?
5. Wat is het verschil tussen gravitatie- en zwaartekracht?
6. Wat is de formule voor middelpuntvliedende kracht?
7. Bereken de positie van het barycentrum van het aarde-maanstelsel.
8. Bereken de relatieve bijdrage van maan en zon aan het getij op aarde.

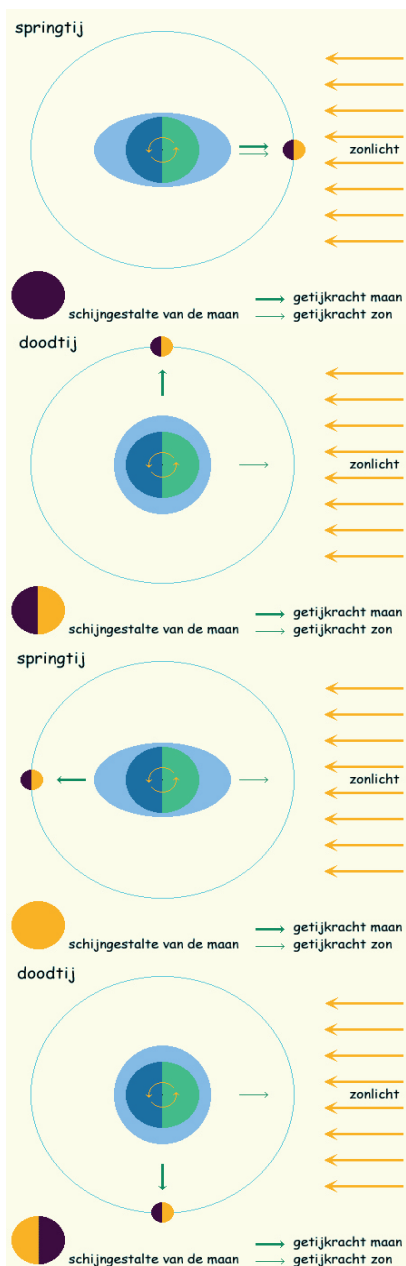


Fig. 4 – De maandelijkse cyclus van spring- en doottij in samenhang met de schijngestalten van de maan

Spring- en doottij

Van oudsher zag men dat er een verband moet bestaan tussen het getij en de maanstand. Hoog waters zijn niet steeds even hoog, laag waters niet steeds even laag. Het verschil tussen twee naast elkaar liggende uiterste waarden noem je het verval. Het verval is het grootst bij nieuwe en volle maan, het laagst bij eerste en laatste kwartier.

Voor de gezamenlijke invloed van zon en maan leg je de beide afzonderlijke invloeden over elkaar. Als de zon en de maan als het ware in elkaars verlengde staan ten opzichte van de aarde, bij nieuwe en volle maan, dan bundelen zij hun krachten en trekken ze samen meer water aan. Deze situatie, waarin het verval maximaal is, noem je springtij. En als de zon en de maan haaks op elkaar staan in eerste en laatste kwartier werken zij elkaar tegen en is het verval minimaal. Dit verschijnsel noemen we doottij. Dus de ene week is het springtij en de andere doottij.

Langs de Nederlandse kust treedt springtij overigens niet op tijdens volle maan en nieuwe maan, maar ongeveer twee dagen later.

Verschillen in tijd en amplitude

De tijden waarop hoogwater en laagwater vallen op verschillende plaatsen langs de Nederlandse kust verschillen aanzienlijk. Het getij plant zich in bijna twaalf uur voort van het zuidwesten naar het noordoosten van Nederland.

Hetzelfde geldt min of meer voor andere gebieden op aarde. Hierboven schetsten we een geïdealiseerde aarde. In werkelijkheid is de gemiddelde oceaandiepte niet 20 maar slechts ongeveer 3,5 km. Dit leidt tot wrijvingsverliezen waardoor de waterstand de relatieve positie van maan en zon niet snel genoeg kan volgen. Bovendien liggen er continenten 'in de weg' van de aardse rotatie. Alleen ter hoogte van de zuidelijke poolzee is er een zone die de getijgolf van oost naar west niet tegenhoudt. Hier wordt het getij als het ware opgewekt, waarna de golf noordwaarts naar de drie oceanen afbuigt. Het duurt ongeveer een etmaal voordat de getijgolf het Iberisch schiereiland bereikt en dan nog ruim een etmaal voordat de golf de Nederlandse kust bereikt. De leeftijd van het getij is de tijd tussen het passeren van een hoog water bij een punt in deze ongestoorde zone, bijvoorbeeld bij Kaapstad, en het bereiken van een plaats ergens anders, bijvoorbeeld in kustplaatsen langs de Atlantische Oceaan, varieert van plaats tot plaats. De leeftijd langs de Zeeuwse kust is ongeveer 53 uur. Dat het zo lang duurt voor het water Nederland bereikt komt doordat het meeste water van de getijgolf rond Schotland komt. Het Nauw van Calais is te smal om veel water door te laten.

Ook de getijamplitude verschilt per plaats. Het verval is het grootst in Zeeland. Vanaf dat punt neemt het in noordelijke richting geleidelijk af, tot nabij Den Helder om dan in oostelijke richting weer toe te nemen. Op de open oceaan is het verval niet groot (in de orde van 1 m), terwijl in kustgebieden het verval toeneemt naarmate het waterbekken smaller wordt. In het zuiden vormt de Noordzee een soort trechter,

vandaar dat het verval daar groot is: in Vlissingen bij springtij 4,5 m, bij Bath aan de Westerschelde komt daar nog een meter bij. In Europa zijn veel plaatsen met een aanzienlijk groter verval, vooral langs het Kanaal en in Bristol Channel. Het grootste verval dat ooit is waargenomen in Burntcoat Head, Minas Basin, Bay of Fundy, Nova Scotia: 11,8 m (bron: NOAA <http://www.co-ops.nos.noaa.gov/faq2.html>).

Behalve deze verschillen van plaats tot plaats is er vaak ook sprake van dagelijkse ongelijkheid. Dit houdt in dat de twee hoog waters op één dag niet even hoog zijn. Wanneer je de waterhoogten voor een bepaalde plaats voor bijvoorbeeld een maand grafisch weergeeft dan krijg je zoiets als in onderstaande figuur.

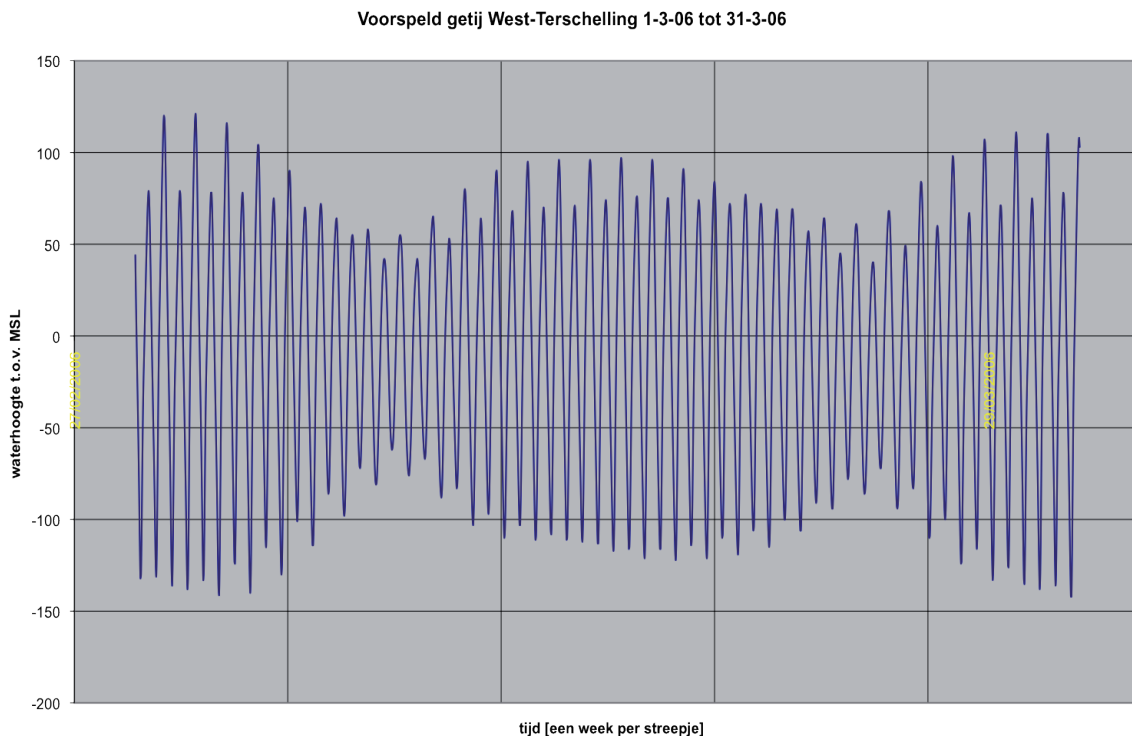


Fig. 5 – Een getijvoorspelling berekend voor West-Terschelling over de maand maart 2006.

Bijzondere getijvormen

In het zuidwestelijk Nederlands kustgebied vertoont de getijkromme spitse hoog waters en vlakke laag waters, in het noordelijk kustgebied is dit juist andersom. In de buurt van Hoek van Holland zijn de laag waters zeer vlak van vorm, en bij springtij is er sprake van een dubbel laag water. De korte rijzing voor het tweede laag water noemt men de agger.

Getij in Hoek van Holland - 12 juli 2010

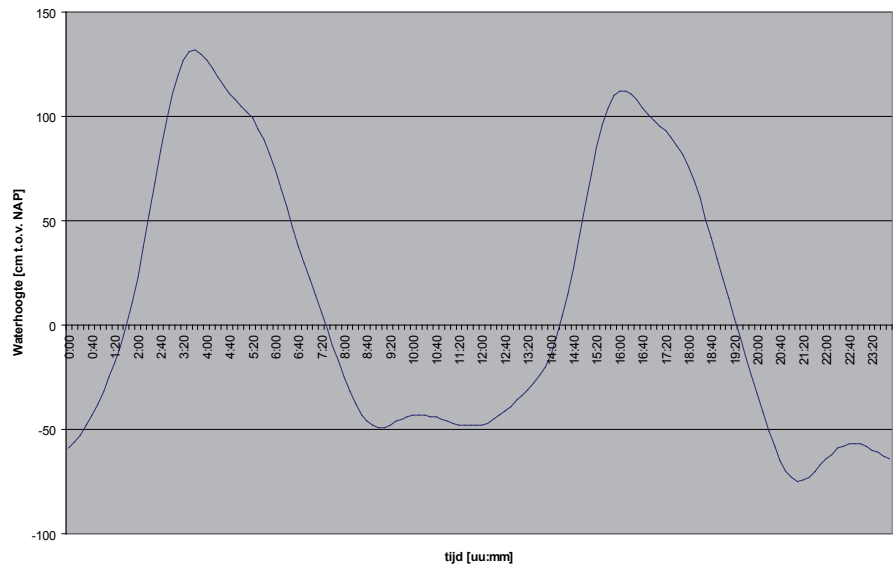


Fig. 6 - Agger in Hoek van Holland

Iets dergelijks bij hoog water, een dubbele kop, doet zich voor bij Den Helder en de Noorderhaaks. De getijgolf loopt daar via het Marsdiep de Waddenzee in. Eerst komt de hoogwaterpiek via het Schulpengat langs de Noord-Hollandse kust en een half uur later via het Molengat langs Texel.

Getij Den Helder - 12 juli 2010

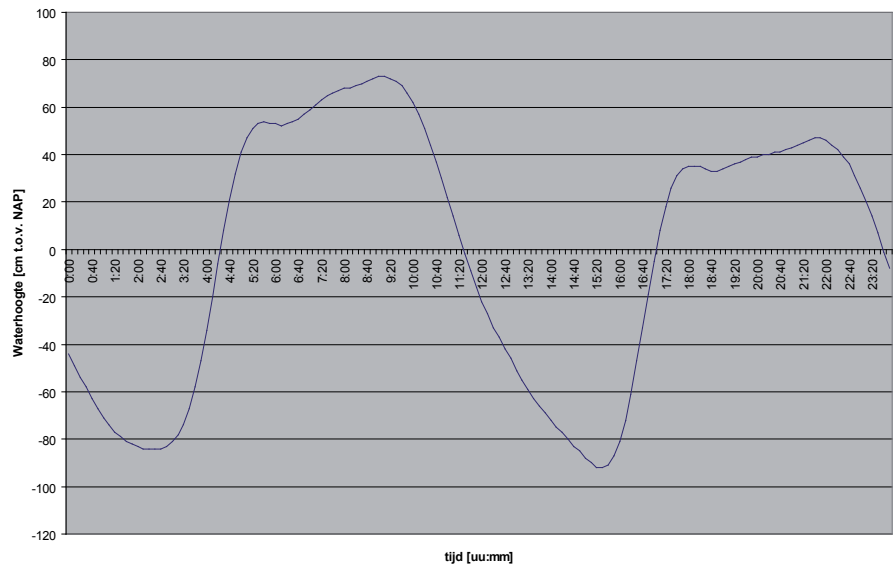


Fig.7 - Dubbele kop in Den Helder

Dit zijn voorbeelden van de invloed die de waterdiepte, de vorm van de kust en de uitmonding van rivieren kunnen hebben op het gedrag van de getijgolf. De periode van $12\frac{1}{2}$ uur blijft ongewijzigd, maar van plaats tot plaats ontstaan aanzienlijke verschillen. In een gebied als de Waddenzee komt daar nog bij, dat de bodem onder invloed van stroom en wind voortdurend in beweging is. Het patroon van platen en geulen wijzigt van jaar tot jaar in voldoende mate om het gedrag van de getijgolf en waterstroming merkbaar te beïnvloeden. Dit maakt de Waddenzee tot zo'n bijzonder gebied.

Kenmerkend voor de Waddenzee is ook het optreden van wantijen. Doordat de getijgolf eerst aan de westkant van de eilanden binnenkomt en enkele tientallen minuten later aan de oostkant, is er achter de eilanden een gebied waar beide getijgolven bij hoog water elkaar ontmoeten. Hier staat het water dan vrijwel stil, waardoor in het water opgenomen fijn sediment de kans heeft om te bezinken. Het gevolg is de vorming van platen van slibrijk materiaal, die hoog genoeg zijn om bij laag water droog te vallen.

Referentievlak

Om diepten van de variërende waterbodem te kunnen aangeven in kaarten heb je een referentievlak nodig dat stil staat. Het steeds bewegende wateroppervlak (in de figuur hiernaast aangeduid met aangenomen waterstand) is daarvoor ongeschikt.

Een betere keuze is bijvoorbeeld de gemiddelde waterhoogte (MSL = mean sea level). Deze kun je betrekkelijk eenvoudig vaststellen door de getijgolf te meten, zoals hieronder beschreven wordt. Zo is NAP gedefinieerd als het gemiddeld zeeniveau uit metingen bij sluizen rond Amsterdam in de 19^{de} eeuw (zie wikipedia). Voor toepassingen op land vormt NAP een geschikt referentieniveau. Het is in de loop der jaren zo goed onderhouden, dat het inmiddels als belangrijk uitgangspunt geldt voor het Europese referentievlak (EVRS = European vertical reference system). Overigens is de directe koppeling van NAP met het actuele MSL al lang geleden losgelaten, ook al liggen beide niveaus vrijwel op dezelfde hoogte.

Op zee is MSL niet erg geschikt als referentieniveau, omdat de afwijkingen van het gemiddelde als gevolg van de getijbeweging van plaats tot plaats verschillen. Een kaart ten opzichte van MSL kan verwarrend zijn voor de scheepvaart. Er zou op een bepaalde plaats bij laag water veel minder water kunnen staan dan op een andere. Liever zou je een niveau willen kiezen waarbij de actuele waterstand altijd een grotere diepte oplevert dan de kaart toont. In Nederland gebruikte men tot voor kort gemiddeld laag laag water bij springtij (GLLWS), het gemiddelde van de laagst voorspelde maandelijkse waterstanden over een periode van enkele tientallen maanden.

Het wereldwijd belangrijkste referentieniveau voor zeekaarten is 'lowest astronomical tide' (LAT). Dit is de laagste waterstand die in een plaats kan voorkomen op basis van astronomische voorspellingen. Ook de nieuw uitgaven van de Nederlandse zeekaarten, die geproduceerd worden door de Dienst der Hydrografie, gebruiken LAT als referentievlak. LAT ligt over het algemeen enkele decimeters lager dan GLLWS. Dit betekent dat in een zeekaart gerefereerd aan LAT in de meeste gevallen de gekarteerde diepten minder zijn dan in een zeekaart gerefereerd aan GLLWS.

Getijniveaus in relatie tot de kaart, nieuwe situatie.

Referentievlakken zijn niet voor alle kaarten gelijk

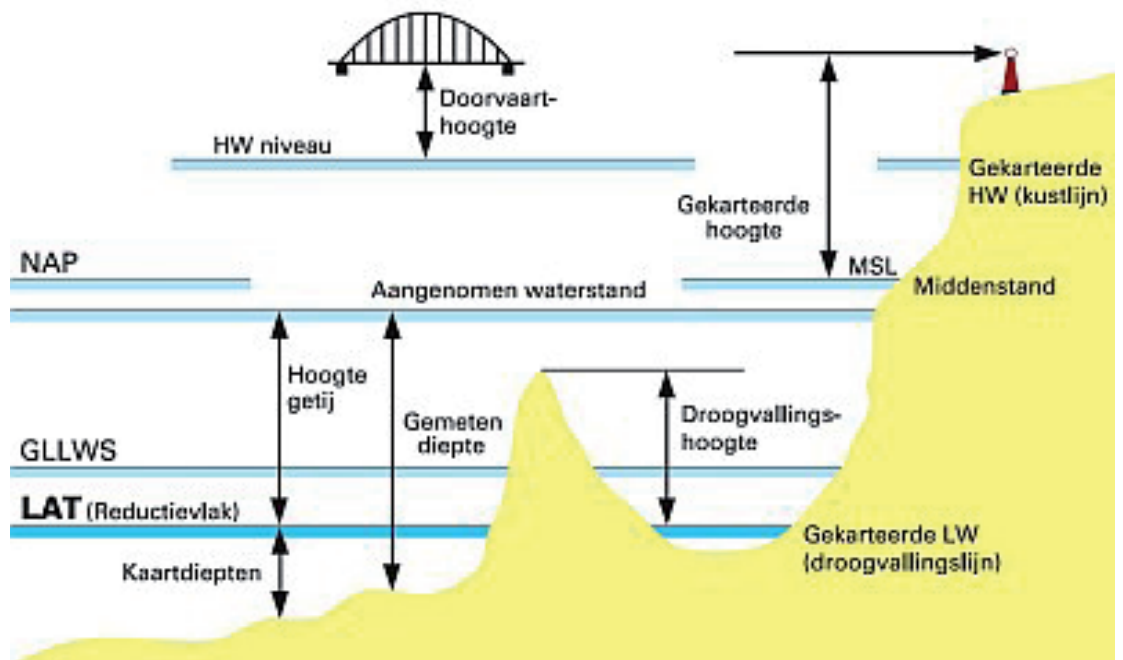


Fig. 8 – Diverse referentieniveaus in hun onderlinge verband. Let op het verschil tussen de referenties voor diepten en hoogten (bron: www.hydro.nl).

Als je in een zeekaart kijkt dan vallen een paar dingen op. In de eerste plaats het kleurgebruik, dat anders is dan je misschien zou verwachten. Water dat normaal gesproken diep genoeg is voor de scheepvaart is wit en land is geel afgebeeld. Blauw zijn de gebieden met een diepte kleiner dan 5 m onder het referentievlak. Overal op de kaart zijn waterdiepten aangegeven cursief in meters met rechts daaronder decimeters, bijvoorbeeld 7_3 , ten opzichte van het referentievlak. Langs de kust en in de Waddenzee zijn er zandbanken en platen die alleen tijdens hoog water onder water komen. Ze liggen dus hoger dan het referentievlak. Deze gebieden zijn groen gekleurd en de dieptecijfers zijn onderstreept, bijvoorbeeld 1_5 .



Fig.9 – Stukje zeekaart van de Waddenzee

Metten van de veranderende waterstand

Stel je voor dat je zou willen weten – meten – hoe het getij zich op een bepaalde plaats gedraagt. Hoe zou je dat aanpakken?

Een eerste overweging is hoe lang je minimaal moet meten. Om iets te kunnen zeggen over het verval ter plaatse, moet je in ieder geval één keer hoog water en één keer laag water in de meetreeks opnemen. Omdat het twee keer per etmaal hoog en twee keer laag water is, zou je dus minstens een half etmaal (12:25 uur) moeten meten.

Dan moet je een manier bedenken om de waterhoogte vast te stellen. Er zijn meerdere manieren, maar een die je eenvoudig zelf kunt uitvoeren en die bovendien niet veel kost is meten met behulp van een lange stok die je voorziet van een cm-verdeling en verticaal in het water zet. De schaalverdeling moet ten minste het verval bestrijken: zowel hoog water als laag water moet je op de meetschaal kunnen aflezen. De manier waarop je de stok in het water zet hangt van de situatie af. In het ene geval kun je de stok een eind de bodem in duwen (vanuit een bootje, want ook bij laag water moet er nog water staan...), en in het andere geval kun je de stok bijvoorbeeld langs een kade of steiger vastmaken. Het is natuurlijk belangrijk dat de hoogte van de schaalverdeling tijdens de hele meting gelijk blijft.

Het maakt om te beginnen niet uit waar de schaalverdeling begint, zolang het nulpunt maar lager ligt dan het laag water dat je verwacht. Wanneer je de meting netjes – lees: nauwkeurig – wilt uitvoeren, moet je voor de geplande duur van 12½ uur minstens ieder kwartier de waterhoogte aflezen en noteren in een tabel. Soms is het lastig om de aflezing te doen door golven aan het wateroppervlak; in zo'n geval blijf je een aantal seconden kijken om te zien hoe hoog die golven zijn en vervolgens noteer je de gemiddelde waterhoogte.

Maak vervolgens een grafiek van de waargenomen waterhoogten uitgezet tegen de tijd. Denk na over een geschikte methode, met de hand (millimeterpapier) of de computer (Excel). Kies voor de verticale as dezelfde schaalverdeling als op de stok in het water. Trek een vloeiende lijn door de afzonderlijk gemeten en in de grafiek aangegeven waarden. Zo ontstaat er een golfvormig patroon met in ieder geval ergens een piek voor hoog water en ergens een dal voor laag water.

Zo kun je al een paar conclusies trekken:

- Er is sprake van een sinusvormige beweging, die overigens wel afwijkt van de ideale wiskundige vorm.
- De tijd tussen hoog en laag water en/of tussen laag en hoog water.
- Het verval tussen twee opeenvolgende extremen.
- De gemiddelde waterhoogte volgens de gebruikte schaalverdeling.

Wat je met deze meting nog niet kunt zeggen is bijvoorbeeld:

- Of en hoe het verval van opeenvolgende getijgolven van elkaar verschilt.
- Of de periode van opkomend water even lang duurt als die van het aansluitende afgaand water.
- Hoe zou de gemiddelde waterstand nog veranderen als je de meetreeks langer maakt?
- Wat is de hoogte van het water ten opzichte van een algemeen gebruikt referentievlak, zoals NAP (Normaal Amsterdams Peil)?
- Hoe past de gekozen meetperiode in de cyclus van springtij en doortij en hoeveel groter, resp. kleiner zou het verval in die gevallen zijn?

Manieren om de waterstand te meten

De hierboven beschreven methode met een stok met schaalverdeling (ook wel baak genoemd) heeft een duidelijk bezwaar: er is iemand nodig om de waarnemingen te noteren, en dat is zelfs voor een enkele getijperiode al vrij veel gevraagd.

Zo'n baak wordt ook wel voorzien van elektrodes, bijvoorbeeld om de 5 cm over de lengte van de baak. Deze elektrodes laten een stroompje door als ze onder het geleidende water komen en niet wanneer ze zich boven water bevinden. Met de elektrodes is een elektronische schakeling te bouwen, die de meetgegevens automatisch doorgeeft aan een opslagapparaat als een computer (of zelfs radiografisch verstuurt naar een schip waar men de waterstand wil meten, zoals bij het uitvoeren van dieptemetingen).

Ook kun je de waterhoogte meten met een vlotter (drijver) die je in een buis hangt. De vlotter hangt aan een draadje, dat over een draaiende schijf hangt en strak gehouden wordt met een contragewichtje. De schijf zit aan een as, die de beweging van de schijf overbrengt naar een pen die de positie van het moment schrijft op een zich met de tijd verplaatsend papier. Dit systeem is niet zo eenvoudig elektronisch af te lezen voor radiografische doorgifte.

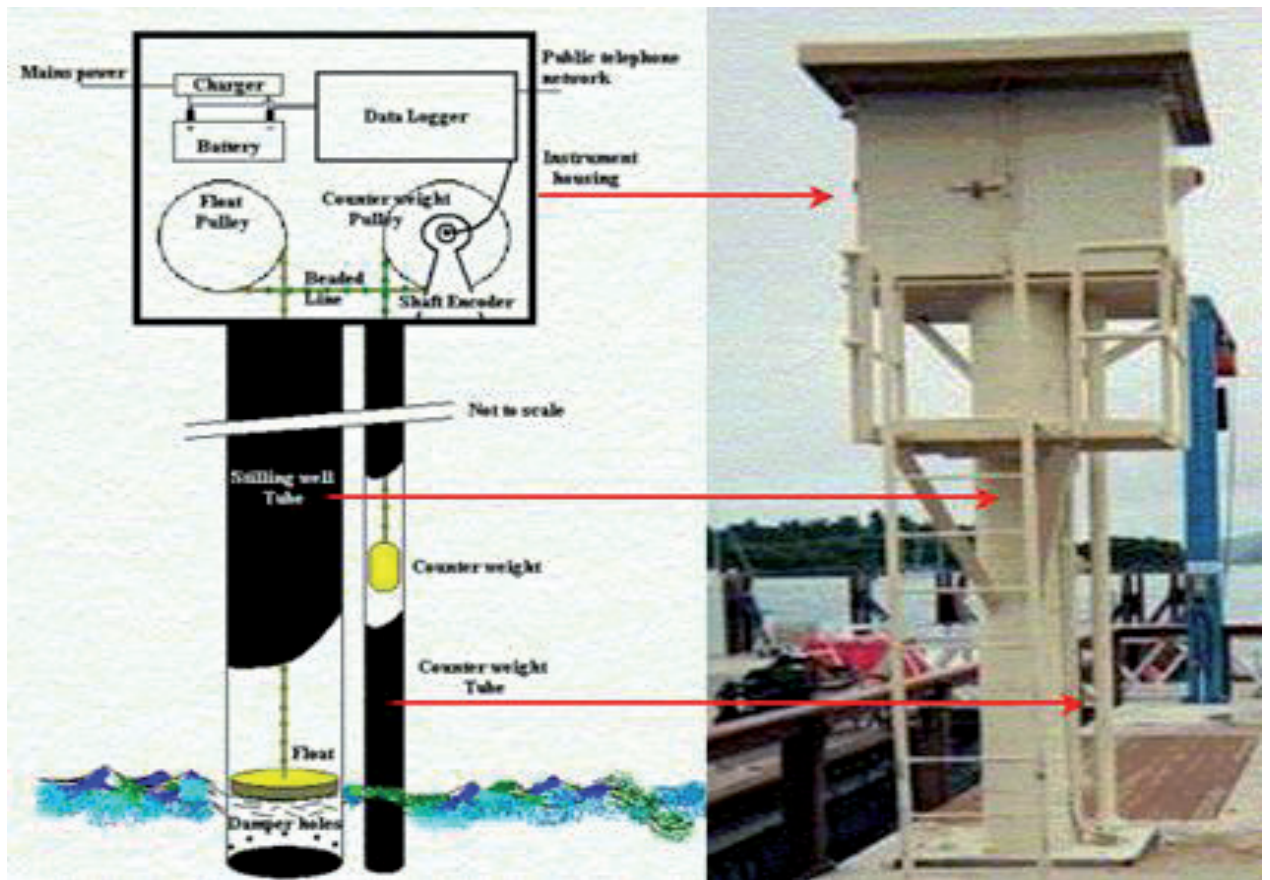


Fig.10 - Werking van een vlotterpeilschaal

Dan is er het principe van hydrostatische drukmeting. Doordat je een drukmeter op de waterbodem plaatst kun je het veranderende gewicht van het erboven aanwezige water meten. Er zijn diverse methoden om de registratie vast te leggen en eventueel door te geven.

En ten slotte is er de methode om de afstand van het water tot een erboven aangebrachte infrarood- of lasersensor te meten, registreren en door te sturen.

Al deze methoden hebben hun voor- en nadelen, die toepassing in speciale omstandigheden mogelijk maken of juist beperken.

Vragen

9. Wat gebeurt er met de waterstand bij een lage atmosferische druk? Hoeveel is de verandering in hoogte per hPa?

10. Verklaar de volgende termen:

eb en vloed

hoog en laagwater

kentering

verval

wantij

leeftijd

springtij en doortij

Opdrachten

1. Zoek op: www.getij.nl en beschrijf wat je daar kunt zien.
2. Bepaal de getijvoorspelling voor Vlissingen, IJmuiden, Delfzijl voor één dag (vandaag, morgen, volgende week), noteer de tijden en waterhoogten voor de drie havens en de drie dagen.
3. Bepaal het tijdsverschil tussen de hoogwaters van Vlissingen naar IJmuiden naar Delfzijl.
4. Bepaal het verval in Vlissingen, IJmuiden en Delfzijl (3 keer per dag)
5. Beschrijf de vorm van de getijkromme in de drie havens.
6. Gebruik de knop EXPORTEER om tijdreeksen in Microsoft Excel te downloaden. Maak per haven bestanden voor drie verschillende perioden: een dag met intervallen van 10 minuten, een week met intervallen van 60 minuten en een maand met alleen hoog en laag waters. Open de bestanden in Excel en bekijk hoe ze eruit zien.
7. Maak in Excel grafieken van de verschillende tijdreeksen.
8. Zoek per haven de verschillen in verval bij springtij en doortij.
9. Vergelijk het optreden van springtij en doortij met de maanstanden. Wat kun je zeggen over de leeftijd van het getij in de drie havens?
10. Ga naar live.actuelewaterdata.nl en zoek op hoe de actuele waterstand in de drie havens verschilt van de voorspelde stand.
11. Ga naar www.noordzeeatlas.nl en blader door het beschikbare kaartmateriaal. Maak tenslotte een routebeschrijving naar de kaarten die getij-informatie bevatten en beschrijf wat de kaarten laten zien.