

DE MAAN EN HET GETIJDENKOMPAS

Siebre van der Werf

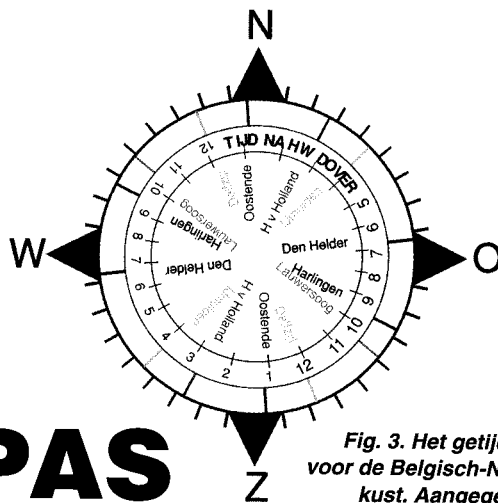


Fig. 3. Het getijdenkompas voor de Belgisch-Nederlandse kust. Aangegeven zijn de gemiddelde ware peilingen van de maan bij plaatselijk hoogwater en de tijdsverschillen ten opzichte van HW Dover.

Wie ooit in Southwold, aan de Engelse oostkust, geweest is moet net als ik een zwak gekregen hebben voor die kleine gemeenschap langs de River Blyth. Eenmans vissersbedrijfjes, jachteigenaren en mensen die van ogenschijnlijke wrakken weer iets bruikbaar maken, iedereen heeft zijn eigen bezigheid en alles speelt zich af in een gemoedelijke harmonie. Velen hebben een eigen schuurtje dat gebruikt wordt om netten op te bergen of slooponderdelen en gereedschap.

Een van die hokjes behoort aan een bejaarde man met een kapiteinspet, die iedere dag de tijd van het plaatselijk hoogwater op een leetje schrijft dat op de deur van zijn hok gespikerd is. Tijdens het praatje dat ik met hem maakte zei hij: "At full moon, high water at Southwold is around twelve, which is useful to know". Dat was drie jaar geleden maar de opmerking bleef in mijn hoofd hangen. Zoals bijna iedereen ben ik gewend om de tijden van hoog- en laagwater op te zoeken in een getijdentafel of een almanak. Waarom zou je het moeilijker doen? Is het nuttig te weten bij welke stand van de maan het ergens hoogwater is? Bij mensen die dicht bij de zee wonen kan die kennis nog worden gevonden. Zo weten sommige, meestal oudere, Terschellingers dat het bij hen hoogwater is als de maan in OZO of WNW staat.

WAAROM VOLGEN DE GETIJDEN DE MAAN?

De vraag waarom de getijden de maan volgen en niet, of in mindere mate de zon, wordt meestal verklaard door de veel kleinere afstand van de aarde tot de maan. Dat antwoord is echter onvolledig: de zon en de maan "trekken" beide

aan de aarde en hun zwaartekrachtsversnelling is gemakkelijk uit te rekenen als je de massa's van de zon en de maan kent en ook hun afstanden tot de aarde.

Ter plaatse van het middelpunt van de aarde is de zwaartekrachtsversnelling, g_c , die door de zon veroorzaakt wordt gemiddeld 178 maal zo groot als die van de maan (0.0059 m/s^2 tegen 0.000033 m/s^2). Je zou daarom denken dat de getijden de zon moeten volgen, maar dat is niet waar. Het gaat niet om de totale kracht die de aarde van de zon of de maan ondervindt. Die kan geen vervorming veroorzaken. Hij zou hoogstens de afstand kunnen veranderen maar dat gebeurt niet omdat hij wordt opgeheven door de centrifugale kracht van de beweging waarmee aarde en zon (of maan) om elkaar draaien.

De ellipsoidale vervorming van de watermassa van de aarde is het gevolg van

het verschil in de aantrekkingskracht tussen de kant die naar de zon of maan toegewend is en de achterkant. Dat verschil tussen voor- en achterkant, $g_v - g_a$, wordt samen met de centrale zwaartekrachtsversnelling g_c gegeven in tabel 1. We zien dat deze verschilversnelling voor de maan 2.2 maal zo groot is als voor de zon. De oorzaak is dat de maan zoveel dichterbij de aarde staat en dat de verschilversnelling van de zwaartekracht met de derde macht van de afstand afneemt, terwijl de versnelling zelf slechts met de tweede macht afneemt. Dat blijkt ruimschoots genoeg te zijn om de invloed van de veel grotere massa van de zon te overtroeven.

Figuur 1 laat zien hoe we ons deze situatie kunnen voorstellen als we in gedachten even de draaiing van de aarde om zijn as zouden stilzetten. Bovendien nemen we voor het gemak even aan dat de aarde geheel met water bedekt is. De maan en de zon veroorzaken dan beide een ellipsvormige deformatie van de watermassa, M_2 en S_2 , die bij elkaar opgeteld worden. Wanneer de zon en de maan met de aarde in lijn staan (nieuwe maan en volle maan) wijzen de lange assen van beide ellipsen in de richting van de maan (en de zon). Zon en maan versterken elkaars effect: het is springtij.

In het eerste en laatste kwartier valt de korte as van de zonne-ellips langs de lange as van de maanellips en andersom. Zon en maan werken elkaar hier tegen: het is doodtij. Omdat M_2 een grotere excentriciteit heeft dan S_2 wijst ook dan de grootste uitwijking van de watermassa in de richting van de maan. Bij andere

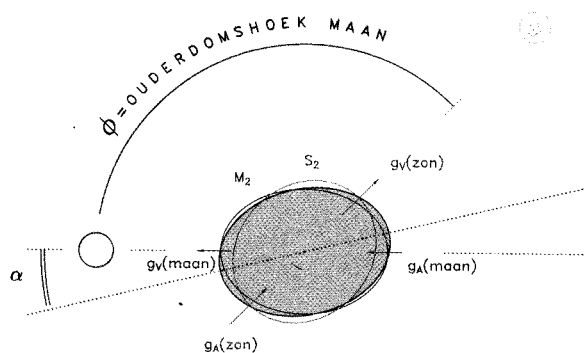


Fig 1. In het model van de stilstaande aarde, die geheel door water is bedekt, wordt de vorm van de watermassa gegeven door samenstelling van twee ellipsvormen, M_2 met de lange as in de richting van de maan en S_2 met de lange as in de richting van de zon. De excentriciteit van M_2 is aanzienlijk groter dan die van S_2 , en de grootste uitwijking van de watermassa wijst in dit model altijd binnen 12° in de richting van de maan.

Tabel 1: Zwaartekrachtsversnellingen op aarde door de zon en de maan.				
	massa (kg)	afstand (m)	g_c (m/s^2)	$g_v - g_a$ (m/s^2)
zon	$2.0 \cdot 10^{30}$	$1.5 \cdot 10^{11}$	$5.9 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$
maan	$7.4 \cdot 10^{22}$	$3.8 \cdot 10^8$	$3.3 \cdot 10^{-5}$	$2.2 \cdot 10^{-6}$

hoeken van de zon t.o.v. de maan trekt de zon als het ware de vloedtop tot maximaal ongeveer 12° weg van de lijn aarde-maan en in de richting van de as zonn-aarde over de kleinste hoek. Dit is de hoek α in figuur 1.

De ouderdom van de maan tussen opvolgende tijden van nieuwe maan wordt gewoonlijk aangegeven in dagen, maar kan ook gegeven worden als een hoek, zoals in figuur 1 getekend is.

Als we ons beeld nog verder vereenvoudigen en de declinaties van zon en maan nul stellen dan wordt deze hoek gelijk aan het verschil van hun Greenwich uurhoeken, $\phi = GHA_z - GHA_m$. In een synodische maand (29.5 dagen) loopt ϕ van 0° tot 360° en is de hoek α tussen de vloedtop en de maanrichting driemaal gelijk aan nul, niet meegerekend de begin- en eindsituatie (nieuwe maan).

In ons eenvoudig model kunnen we bewijzen dat

$$\tan(2\alpha) = \frac{[\epsilon(S_2)/\epsilon(M_2)] \sin(2\phi)}{1 + [\epsilon(S_2)/\epsilon(M_2)] \cos(2\phi)}$$

Hier zijn $\epsilon(S_2)$ en $\epsilon(M_2)$ de excentriciteiten van de ellipsen S_2 en M_2 . Omdat die worden veroorzaakt door de verschilversnellingen $g_v - g_a$ van de zon en de maan, en daar ook mee evenredig zijn volgt uit de waarden van tabel 1:

$$[\epsilon(S_2)/\epsilon(M_2)] = (1/2.2) = 0.45.$$

Het bovenstaande beeld is simpel en statisch. Zoals gezegd: we beschouwen voor het gemak de rotatie van de aarde als bevroren. Hoe verandert het bovenstaande door het draaien van de aarde? Wat is de invloed van de declinaties van zon en maan? En wat is de invloed van de landmassa's?

Als er geen continenten zouden bestaan zou de ellipsoidale vervorming van de watermassa in fase met de maan als een vloedgolf om de aarde spoelen, zij het met een zekere vertraging. We mogen deze geïdealiseerde vloedgolf beschouwen als de "aandrijver" van de getijdenbewegingen.

Landmassa's begrenzen de getijdenbewegingen en stromend water heeft een zekere traagheid, te vergelijken met een zelfinductie bij een elektrische stroom. De overeenkomst met elektrische netwerken gaat veel verder: opgestuwd water "duwt terug" en werkt als een condensator. Waterstromingen onderwinden ook een wrijving en zouden uitdempen als ze aan zichzelf werden overgelaten, zoals een elektrische stroom uitdempt in een weerstand.

Wanneer op een elektrisch netwerk een periodieke aandrijvende spanning gezet

wordt, volgt de spanning op ieder punt in het netwerk de frequentie van de opgedrukte spanning met een vertraging die voor ieder punt van het netwerk kan verschillen. Precies zo heeft ook iedere haven zijn eigen kenmerkende vertraging ten opzichte van de aandrijvende vloedgolf.

De vertraging waarmee de vloedgolf ons bereikt verschilt dus van plaats tot plaats. En ook zijn er in het algemeen twee hoogwaters per maansdag. De havens langs de Noordzeekust zijn daarvan goede voorbeelden. Op sommige andere plaatsen stelt een van die twee hoogwaters niet veel voor en spreekt men van een enkeldaags getij maar ook daar volgt het hoogwaterpatroon in het algemeen de periodiciteit van de maan. Voorbeelden van enkeldaagse getijden worden hoofdzakelijk in de buurt van de equator gevonden.

EEN GETIJDENKOMPAS VOOR GEMIDDELDE HOOGWATERS

De Greenwich uurhoeken (*GHA*) van de maan zijn in figuur 2 gegeven voor alle tijdstippen van hoogwater in Dover, Hoek van Holland, Harlingen en Delfzijl over de periode 1 januari-31 maart 1995. De gegevens zijn ontleend aan de getijdentafels van de Hydrografische Dienst [1] en aan de *McMillan Nautical Almanac* [2]. De Greenwich uurhoeken werden gevonden uit de *Nautical Almanac* [3]. We zien bijvoorbeeld dat hoogwater Harlingen gemiddeld valt bij $GHA = 116^\circ$ en 297° , ongeveer een uur later bij nieuwe en volle maan en evenveel vroeger bij halve maan, zowel voor het eerste als het laatste kwartier.

Ook gemiddelde ware peilingen (*WP*) zijn in figuur 2 aangegeven. Het blijkt dus dat hoogwater Harlingen optreedt als we de maan in het OZO zien en als hij in het WNW staat. In dat laatste geval zal hij niet altijd meer zichtbaar zijn, behalve als zijn declinatie noordelijk is.

De tijden van laagwater vallen daar tussen in: als de maan in het ZZW staat en in het NNO. In het laatste geval is hij nooit zichtbaar. Verder valt op dat hetzelfde patroon zich vrij nauwkeurig herhaalt voor iedere maancyclus.

Op dezelfde manier kunnen we voor iedere havenplaats, waarvoor de getijden getabelleerd zijn, de peilingen van de maan bij plaatselijk hoogwater vinden. In figuur 3 zijn de gemiddelde ware peilingen van de maan bij plaatselijk hoogwater aangegeven op een kompasroos: een *getijdenkompas* voor plaatsen langs de gehele Belgisch-Nederlandse kust, van Dover tot Delfzijl. Het hoogwater doet er ongeveer twaalf uur over om die afstand af te leggen. Tegen de tijd dat het Delfzijl heeft bereikt heeft het volgend hoogwater zich in Dover al aangediend.



Southwold, augustus 1997:
Mr. Eric Paisley
wenst de auteur
een behouden-
vaart.

Is het nuttig om dit allemaal te weten? Natuurlijk is het niet de bedoeling om het gebruik van getijdentafels te ontmoedigen. Maar voor bijvoorbeeld de zeiler die de Waddenzee als zijn vaargebied heeft, is het wel degelijk nuttig om door een eenvoudige peiling van de maan te weten hoe het met het tij gesteld is. Het vergroot de vertrouwdheid met je vaargebied.

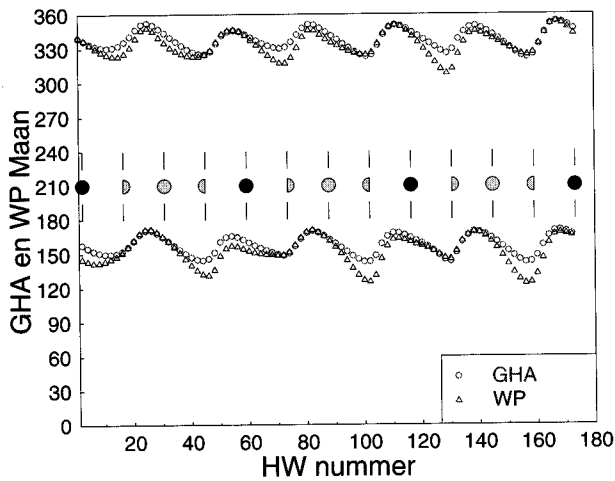
HET MAANSVERLOOP

Het bovenstaande is in feite een variant op het *maansverloop*. Dit is de tijd tussen de lokale maansbovendoorgang en het plaatselijk hoogwater. Het maansverloop verandert van dag tot dag. Het gemiddelde over een lange periode wordt aangeduid als het *gemiddeld havengetal*. In de *Getijtafels voor Nederland* (het gele boekje) worden havengetallen gegeven, die het overeenkomstige tijdsverschil tussen maansdoorgang en hoogwater aanduiden bij springtij en bij doortij. In tabel 2 geven we de maansverlopen voor havens langs de Belgisch-Nederlandse kust samen met de gemiddelde Greenwich uurhoeken (*GHA*) en de lokale ware peilingen (*WP*) bij plaatselijk hoogwater. Ook zijn de tijden ten opzichte van HW Dover gegeven. Deze gemiddelden zijn bepaald uit gegevens over de periode 1 jan.-30 mrt. 1995, die overeenkomt met drie gehele maancyclusen.

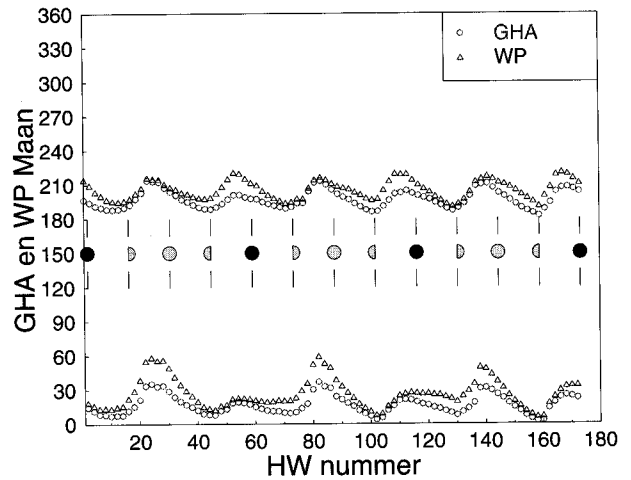
1) Voor een ellips met lange as a en korte as b is de excentriciteit gedefinieerd als $\epsilon = \sqrt{(a^2 - b^2)/a^2}$.

HW 1 jan. - 31 mrt. 1995

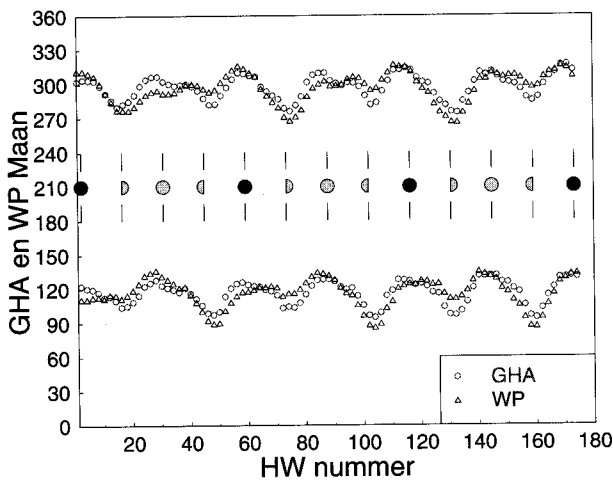
Dover



Hoek van Holland



Harlingen



Delfzijl

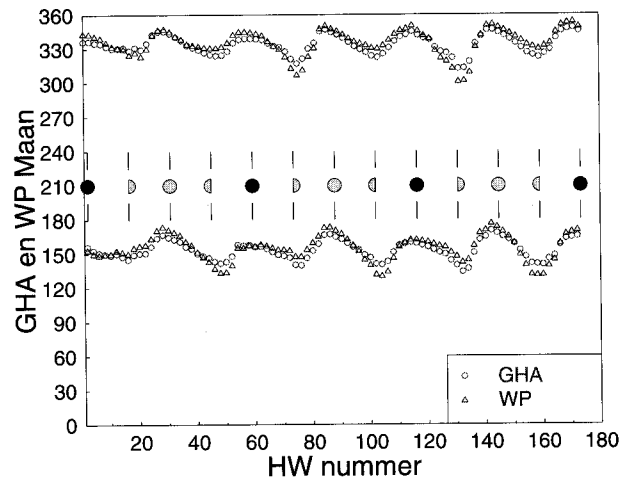


Fig. 2. Gemiddelden van de Greenwich uurhoeken en locale ware peilingen van de maan bij hoogwater in Dover, Hoek van Holland, Harlingen en Delfzijl uit de hoogwatergegevens voor 1/1/1995-31/3/1995.

Er zou een eventuele seizoensinvloed kunnen zijn: we nemen het gemiddelde over het winterseizoen, waarin de zondeclinatie negatief is en toeneemt. Voor Hoek van Holland werden daarom ook de gemiddelden bepaald voor het hele jaar 1995. We vinden dat de gemiddelden van de Greenwich uurhoeken en de ware maanpeilingen voor heel 1995 tot op een tiende graad gelijk zijn aan de gemiddelden voor de periode 1/1-30/3 1995. Ook blijken de waarden voor het maansverloop en de vertraging ten opzichte van Dover binnen de minuut gelijk te zijn. Deze laatste kolom, de vertraging ten opzichte van HW Dover, kan vergeleken worden met de waarden die in zeilersalmanakken gegeven worden. In de meeste gevallen vinden we waarden die redelijk overeenkomen met b.v. de *MacMillan Almanac*. Maar voor bijvoorbeeld Harlingen, geeft deze een vertraging van 10:15, wat ongeveer drie kwartier te veel is. Op de onbetrouwbaarheid van almanakken op dit punt komen we later nog terug.

EEN EENVOUDIG MODEL VOOR HET BEREKENEN VAN GETIJDEN BIJ HISTORISCHE GEBEURTENISSEN

De getijden bij belangrijke historische gebeurtenissen zijn te reconstrueren door gebruik te maken van het maansverloop. Tegenwoordig bestaan er zgn. *planetarium programma's* in PC versie [4] waarmee het mogelijk is de posities van hemellichamen te vinden op elk tijdstip in het verleden (of toekomst) en gezien vanuit ieder willekeurig punt op aarde. Het tijdstip van de lokale maansdoorgang is dan gemakkelijk te vinden en in combinatie met het maansverloop volgt het tijdstip van hoogwater.

We willen deze techniek toepassen op twee gebeurtenissen: het breken van de ketting over de Medway op 22 juni 1667 tijdens de tocht naar Chatham en de ondergang van de *Lutine* in de nacht van 9 op 10 oktober 1799. Maar eerst willen we de nauwkeurigheid in het tijdverloop sinds de voorafgaande maansdoorgang vergroten door geen gemiddelde waarde

voor het maansverloop te gebruiken maar rekening te houden met de hoek tussen de zon en de maan.

Zoals al blijkt bij inspectie van figuur 2 herhaalt het patroon van de Greenwich uurhoek zich een met periode die gelijk is aan de synodische maand, d.w.z. de tijd tussen opvolgende nieuwe manen. We kunnen de ouderdom van de maan geven als het verschil tussen de Greenwich uurhoeken van de zon en de maan. In figuur 4 is de tijd van hoogwater ten opzichte van de locale maansdoorgang aangegeven als functie van deze verschilhoek. Dezelfde gegevens van hoogwater over de periode 1 januari-31 maart 1995 zijn hier gebruikt die ook in figuur 2 staan afgebeeld. Zoals te verwachten was reproduceren de gegevens van de drie gebruikte maanden elkaar uitstekend, met een nauwkeurigheid in de orde van een kwartier. De invloed van declinaties die een verschillende periode hebben zijn niet erg belangrijk.

In het "stilstaande aarde model" dat we boven bespraken (zie ook figuur 1) werd

beredeneerd dat de top van de vloedgolf niet precies langs de richting aarde-maan wees maar daarmee een hoek α maakte, die afhing van de dubbele ouderdomshoek van de maan. We vertalen die hoek in een tijdsverschil, waarbij iedere uur met vijftien graden overeenkomt. Dat tijdsverschil tellen we op, of we trekken het af al naar gelang het teken, van het gemiddelde maansverloop. Voor iedere haven zoeken we een passende verschuiving, ϕ_H , zodat we voor het maansverloop vinden:

$$\text{Maansverloop} = \text{gem. Maansverloop} - \frac{1}{30} \arctan \left[\frac{0.45 \sin(2(\phi - \phi_H))}{1 + 0.45 \cos(2(\phi - \phi_H))} \right]$$

Hierin is de arctan in graden gegeven en de tijden in uren.

De zo berekende maansverlopen zijn ook in figuur 4 weergegeven. De overeenstemming met de gegevens is verrassend goed. De nauwkeurigheid in het terugrekenen van historische getijden is duidelijk veel groter wanneer bij maansverlopen rekening gehouden wordt met de ouderdomshoek dan bij gebruik van een gemiddeld maansverloop. De nauwkeurigheid van ongeveer een kwartier is ons genoeg. Als we nauwkeuriger willen werken moeten ook de declinaties van zon en maan in rekening gebracht worden en de variatie in hun afstanden tot de aarde. Een volledige *harmonische analyse*, zoals gebruikt wordt voor het berekenen van getijdentafels, is specialistenwerk: de getijden die in het bekende gele boekje van het Rijksinstituut voor Kust en Zee gepubliceerd worden zijn gebaseerd op niet minder dan 94 frequentiecomponenten.

Ons vereenvoudigd model is er op gericht om het maansverloop uit een grafiek met empirische waarden af te lezen. Uit praktische overwegingen hebben we ervoor gekozen het maansverloop uit te zetten als functie van het uurhoekverschil van zon en maan (figuur 4). Op die manier is het ook voor een amateur mogelijk om getijden uit het verleden te reconstrueren. Zoals gezegd zijn planetarium programma's voor PC tegenwoordig algemeen goed. Daarmee kunnen de tijden van lokale maansdoorgang en de Greenwich uurhoeken van zon en maan gevonden worden met een nauwkeurigheid die overeenkomt met die van de *Nautical Almanac*.

Het maakt niet uit of we te maken hebben met een dubbeldaags getij, een enkeldaags getij of een gemengd getij. Alles wat we doen is de tijden van hoogwater in grafiek brengen, uitgezet tegen het verschil in uurhoek tussen zon en maan. In dit model is het natuurlijk niet mogelijk ook waterhoogten te berekenen.

DE TOCHT NAAR CHATHAM: DE KETTING OVER DE MEDWAY GEBROKEN OP 22 JUNI 1667

Het grootste Nederlandse succes tijdens de Tweede Engelse Oorlog (1665-1667) was ongetwijfeld de geslaagde tocht naar Chatham in juni 1667. De oorlog zelf was niet zo gunstig voor Nederland verlopen maar de schade die tijdens deze inval aan de Engelse vloot kon worden toegebracht en het psychologisch effect daarvan droegen er toe bij dat de vrede van Breda kort daarop toch op gunstige

voorwaarden kon worden gesloten: beide landen behielden hun kolonieën. Zo werd Nieuw-Nederland, in 1664 door de Engelsen veroverd, verloren. Aan de andere kant behield Nederland Suriname, dat in 1667 onder Abraham Crijnsen voor de Zeeuwse Admiraliteit was veroverd.

De tocht naar Chatham is verschillende malen uitstekend beschreven, o.a. door J.C. de Jonge in *Geschiedenis van het Nederlandsche Zeewezen* (1835) [5]. Maar met name interessant is het prachtige boek van C.J.W. van Waning en A. van der Moer: *Dese Aengename Tocht. Chatham 1667 herbezien door zee-mansogen* (1981) [6]. Deze laatste auteurs hebben contact gezocht met de afdeling Hydrografie van het Ministerie van Defensie en met de Leidse sterrenwacht om de getijdenbewegingen gedurende de gehele invasie vast te leggen. Wij lichten hier een voorbeeld uit: 22 juni 1667, de dag dat de ketting over de River Medway bij Gillingham werd stukgevaan. Van Waning en van der

Moer geven op die datum HW Sheerness om 13:15 en de kentering van de stroom ter plaatse van de ketting, bij Gillingham, om 13:30. Het wordt dan begrijpelijk waarom Jan van Brakel zich zo explosief opwond: twee uur voor de kentering was er nog niets bereikt om de ketting te ruimen en een inlopend tij was nodig om hem stuk te varen. Maar van Brakel had huisarrest op zijn schip *De Vreede* omdat hij zijn mannen toegestaan had te plunderen, tegen het uitdrukkelijk bevel van De Ruyter. Hij vroeg toestemming de versperring op te ruimen en toen die toestemming hem gegeven werd was er nog maar ruim anderhalf uur om dit te bereiken. Onder zijn leiding lukte het de brander *Pro Patria* van Jan Danielszoon van den Ryn de ketting te breken.

We willen zien of het met onze middelen lukt, deze gedetailleerde berekeningen van hoogwatertijden te reproduceren. Hier en in het vervolg zullen alle tijden in *GMT* zijn. Dat begrip bestond toen nog niet: pas in 1834 werd mean time door de *Nautical Almanac* ingevoerd. Daarvoor gebruikten alle almanakken de ware zonnetijd (apparent time). Omdat in 1667 nog geen goede tijdmeters bestonden moeten we alle tijden die in journaals van de Chathamtocht genoemd worden interpreteren als locale ware zonnetijd. De tijdvereffening is midden juni klein, ongeveer -2 minuten, en het gebeuren speelt zich net iets oostelijk van de Greenwichmeridiaan af. Zonnetijd en *GMT* zijn daarom tijdens de inval bij Chatham vrijwel gelijk.

Met het programma *SkyMap* vinden we dat op 22 juni 1667 in Dover de locale doorgang van de maan op 12:43 viel en die van de zon op 11:56.

TABEL 2: HW LANGS DE BELGISCHE EN NEDERLANDSE KUST.

Gemiddelde Greenwich uurhoeken (*GHA*) en ware peilingen (*WP*) van de maan bij plaatselijk HW (in graden), alsmede gemiddelde maansverlopen^{a)} en vertragingen^{b)} t.o.v. HW Dover (in uren en minuten) voor de periode 1 jan. - 31 mrt. 1995.

HAVEN	HW1				HW2			
	<i>GHA</i>	<i>WP</i>	maansverloop	T. na Dover	<i>GHA</i>	<i>WP</i>	maansverloop	T. na Dover
Dover	338	154	- 1:25	0:00	157	332	10:55	0:00
Oostende	356	179	- 0:04	1:14	176	357	12:19	1:17
Hoek v H	17	207	1:25	2:39	197	26	-10:58	2:45
IJmuiden	34	226	2:39	3:52	214	45	- 9:46	3:56
Den Helder	78	264	5:41	8:12	257	83	- 6:47	8:13
Harlingen	116	296	8:22	9:31	297	117	- 3:58	9:40
Lauwersoog	129	309	9:03	10:26	310	129	- 3:04	10:31
Delfzijl	153	335	11:02	12:03	334	156	- 1:20	12:11

a) Voor hoogwatertijden langer dan 12:25 na locale zuidelijke maansdoorgang zijn de tijden tot de volgende locale zuidelijke maansdoorgang gegeven.

b) Tijden na het laatst voorafgaande HW Dover.

Tijdstip HW t.o.v. locale maandoorgang (1 jan. - 31 mrt. 1995)

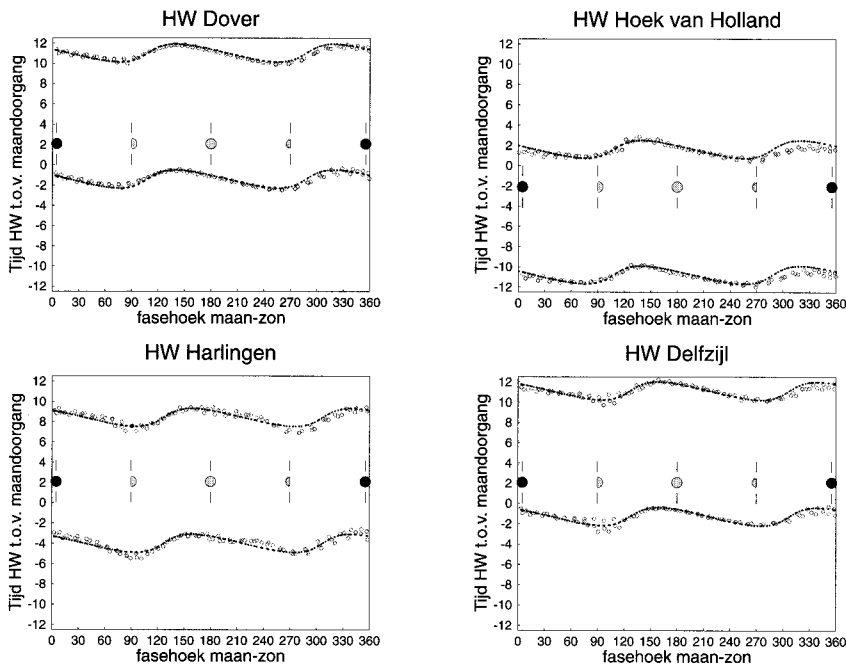


Fig 4. Tijden van hoogwater (maansverloop) voor en na de lokale maandoorgang, uitgezet tegen de ouderdom van de maan, gemeten in graden. De gebruikte gegevens zijn dezelfde als getoond in figuur 2. De ingetekende curven zijn berekend met formule 2 uit de tekst, waarbij voor iedere haven een passende vertraging gevonden is.

Fig 5. Als in figuur 4, maar voor laagwater Terschelling-West. De gegevens zijn voor de perioden 1/1/1922-31/3/1922 en 1/1/1995 - 31/3/1995 en zijn representatief voor de situaties voor en na de afsluiting van de Zuiderzee (1932).

De ouderdomshoek van de maan is 12° en uit figuur 4 volgt (met een vergrootglas) dat HW bij deze ouderdomshoek valt op 01:10 voor de maandoorgang. HW Dover was dus om 11:33. Uit een hedendaagse *McMillan Almanac* vinden we dat het tijdsverschil HW Sheerness-HW Dover 01:30 bedraagt, zodat we HW Sheerness op 13:03 plaatsen. Dat verschilt maar 12 minuten van de waarde die van Waning en van der Moer geven en dit geeft vertrouwen in de bruikbaarheid van de methode. Als we niet het maansverloop bij de juiste zon-maan hoek hadden gebruikt, maar in plaats daarvan de gemiddelde waarde van 01:25, dan zouden we HW Sheerness op 12:48 geplaatst hebben.

DE ONDERGANG VAN DE LUTINE, 9-10 OCTOBER 1799

De *Lutine* verging in de nacht van 9 op 10 oktober 1799 in het zeegat tussen Vlieland en Terschelling. Het tijdstip van stranding moet ongeveer middernacht geweest zijn. Zeer lezenswaardig zijn het boek van S.J. van der Molen *Het Goud van de Lutine. Schatgravers voor de Nederlandse kust* [7] en het speciale *Lutine* nummer van de Culturenhistorische Vereniging "Tromp Huys" op Vlieland, verzorgd door T.F.J. Pronker [8].

In van der Molens boek kan een berekening gevonden worden van het tijdstip van de stroomkentering in het IJzergat, zoals het toen genoemd werd, gemaakt door P. van Leunen. Het is interessant dit tijdstip te kennen om inzicht te krijgen in de oorzaken en/of de toedracht van de ramp. Dat de *Lutine* zich gevaarlijk dicht

bij de kust bevond is bekend en ook dat er een NNW storm stond. Is daarbij een inlopend tijd van *Lutine* noodlottig geworden of viel de stroomkentering na de stranding?

Van Leunen gaat uit van HW Dover en niet van bv. HW Harlingen, omdat de Engelse kust in tweehonderd jaar niet noemenswaardig is veranderd. De afsluiting van de Zuiderzee heeft echter HW Harlingen niet onveranderd gelaten. Hij plaatst dan HW Dover op 19:00, gebaseerd op gegevens uit de *Comptoir Almanak* voor 1799. Het tijdsverloop daarna tot de stroomkentering in het IJzergat bedroeg voor de aanleg van de afsluitdijk 4:15 volgens de *Tides and*



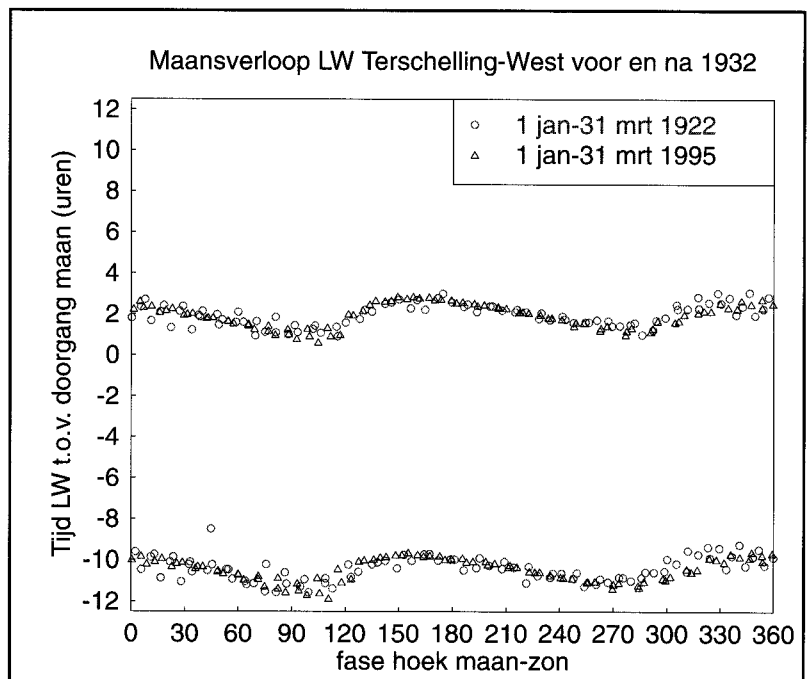
Tidal Streams of the British Isles van 1909. Het tijdstip waarop de stroom begint in te lopen is dan 23:15.

Deze berekening van HW Dover is echter gebaseerd op een geschatte maansdoorgangstijd en een gemiddeld maansverloop. Vooral de tijd van HW Dover zit er behoorlijk naast: met het programma *SkyMap* vinden we de maansdoorgang Dover op 21:08. De doorgang van de zon viel om 11:42 op 9 oktober 1799. Het tijdsverschil geeft een hoekverschil tussen beide van 141° , waarbij uit figuur 4 volgt dat HW Dover 35 minuten voor de lokale maansdoorgang valt, dus om 20:33. Daarbij 04:15 optellend komen we een tijd van 00:48 voor de stroomkentering in het IJzergat, bijna een vol uur na middernacht!

Toch is het onbevredigend om hier een gemiddelde vertraging te hanteren tussen de stroomkentering in het zeegat van Terschelling en HW Dover. Ook vertragingen tussen getijden hangen af van de zon-maan hoek en hoe verder weg de gebruikte referentiehaven gekozen wordt, des te onnauwkeuriger de vertraging tussen beide getijden.

Het best kunnen we uitgaan van HW Terschelling-West of nog beter LW Terschelling-West. Eerst willen we daarom nagaan wat de afsluiting van de Zuiderzee (1932) voor effect gehad heeft op deze getijden.

In figuur 5, zijn de hoog- en laagwatertijden zowel voor 1/1-31/3 1995 als voor



1/1-31/3 1922 (voor de afsluiting) uitgezet tegen het verschil in Greenwich uurhoek voor zon en maan. De gegevens voor 1922 werden ons ter beschikking gesteld door het Rijksinstituut voor Kust en Zee. Het zijn waargenomen tijden, in tegenstelling tot de voorspelde tijden voor 1995 die ontleend zijn aan *Waterstanden en Stromen*, uitgegeven door het RIKZ.

De gemiddelde waarden van de uurhoeken, ware peilingen en maansverlopen worden in tabel 3 gegeven.

Bij inspectie van tabel 3 wordt duidelijk dat de afsluiting van de Zuiderzee de gemiddelde tijden van HW en LW voor Terschelling-West niet meer dan vijf minuten verandert heeft. Uit figuur 5 blijkt dat het maansverloop voor geen enkele zon-maanhoeck meer dan een kwartier veranderd is.

Nog een extra controle: op een hydrografische kaart van het Departement van Marine uit 1866, door A.R. Blommendal, staat het havengetal, het maansverloop bij nieuwe en volle maan dus, gegeven als 08:45. Dat klopt uitstekend met de huidige situatie.

Terug naar de nacht van 9 op 10 oktober 1799. De maansdoorgang bij Terschelling viel op 20:52. Bij een uurhoekverschil tussen zon en maan van 141° volgt uit figuur 5 voor LW een maansverloop van +02:36 zodat we LW Terschelling-West op 23:28 plaatsen.

Op de plaats waar de *Lutine* verging, op de Westergonden, in het voormalige IJzergat, treedt de stroomkentering iets later op. Uit een moderne stroomatlas van de hydrografische dienst blijkt dat dit gebeurt als de LW lijn tot ongeveer de Strieper polder gevorderd is, ongeveer 30 minuten na LW in West. Dat is zo in de huidige situatie. De aanleg van de afsluitdijk kan dat niet echt veranderd hebben.

We plaatsen dus de stroomkentering in het zeegat vrijwel precies om middernacht. Dat scheelt een vol uur met de berekening via HW Dover en dat verschil moet gevonden worden in het tijdsverloop tussen HW Dover en de stroomkentering in het zeegat tussen Vlieland

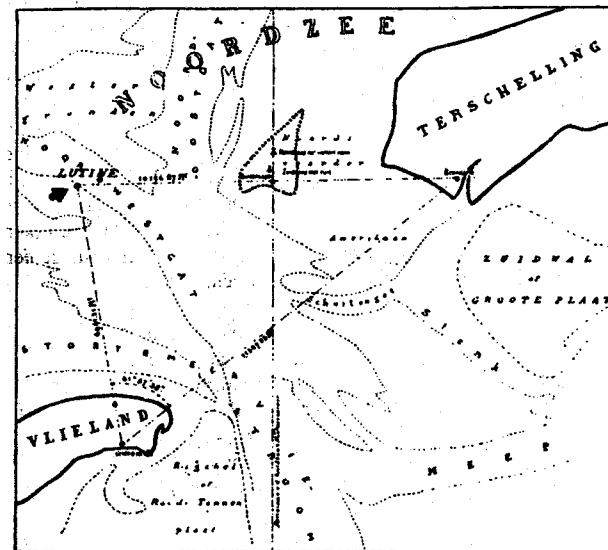
en Terschelling. Dat zou dus niet 04:15 moeten zijn maar een uur korter. In de *North Sea Pilot* van 1950 wordt de stroomkentering aangegeven op HW Helgoland + 04:10 en met HW Helgoland = HW Dover -00:20 wordt dat HW Dover + 03:50. De nieuwe *North Sea Pilot* van 1977 (herzien in 1983) geeft HW Dover + 03:05 en in de *MacMillan Nautical Almanac* (1995) vinden we HW Dover + 02:55.

Er kan dus een grote verscheidenheid aan tijdsverlopen tussen HW Dover en de stroomkentering ter plaatse van het wrak van de *Lutine* gevonden worden als men verschillende almanakken raadpleegt. Het nauwkeurigst is het ongetwijfeld om de referentiehaven zo dichtbij te kiezen als mogelijk: Terschelling-West en uit te gaan van het laagwater dat juist aan de stroomkentering voorafgaat. Alle berekende tijden zijn ook hier in Greenwich Mean Time. Wij plaatsen de stroomkentering, waarna het water ging inlopen, op middernacht. Mogelijk heeft de harde noordwesten wind dit moment van omslag vervroegd.

Gebaseerd op de schaarse getuigenverklaringen schat S.J. van der Molen dat de *Lutine* omstreeks middernacht moet zijn gestrand. Maar de tijden die worden genoemd in getuigenverklaringen kunnen niet in GMT zijn, want dat begrip bestond toen nog niet. Wat voor tijd wel voor civiel gebruik diende is moeilijk te achterhalen. Mogelijk de plaatselijke zonnetijd, die op 9 oktober voor Vlieland 33 minuten voorliep op GMT. Het lijkt er dus op dat de *Lutine* al voor de stroomkentering vergaan moet zijn en dat andere oorzaken dan het tij oorzaak van de ramp waren.

Gedurende de totstandkoming van dit verhaal heb ik veel plezier beleefd aan gesprekken met P. van Leunen, Y. Draaisma, T.F.J. Pronker, G. Rodenhuis, H. Gerritsen en W.F.J. Mörzer Bruyns. Ik wil ook J. Doekes van het RIKZ bedanken voor het beschikbaar stellen van de getijdengegevens van 1922-1932.

A very special acknowledgement is due to Eric Paisley of Southwold, who at the



age of 84 continues to write the times of high water on the door of his cabin, because it is useful to know.

LITERATUURVERWIJZINGEN

1. *Waterstanden en Stromen langs de Nederlandse kust en aangrenzend gebied*, 1995. Uitg. door de Chef der Hydrografie.
2. *The MacMillan & Silk Cut Nautical Almanac* 1995, Pan MacMillan Ltd., London.
3. *The Nautical Almanac* 1995, Uitg. HMSO.
4. Ik gebruikte het programma *SkyMap* van Chris Marriott.
5. J.C. de Jonge, *Geschiedenis van het Nederlandsche Zeewezen*, 's Gravenhage en Amsterdam (1835). Tweede druk vermeerderd met nagelaten aantekeningen, Haarlem (1859).
6. C.J.W. van Waning en A. van der Moer, *Dese Aengename Tocht. Chatham 1667 herbezien door zeemansogen*, De Walburg Pers, Zutphen (1981).
7. S.J. van der Molen, *Het goud van de Lutine. Schatgravers voor de Nederlandse kust*, Uitg. De Boer Maritiem, Bussum. Eerder uitgegeven als *Goud in de golven* bij Nijgh en Van Ditmar, De Haag.
8. T.F.J. Pronker in *Tien Eeuwen Eilandt Flielandt* (1994), Uitg. Cultuurhistorische Vereniging "Tromp Huys".

Kaart van 1866 met de kruispeiling van de 'Lutine' over de z.g.n. 'Lutine'-kaapjes (opgericht 1876).

TABEL 3: HW en LW Terschelling-West.

Als tabel 2, voor HW en LW Terschelling-West voor de perioden 1/1-31/3 1995 en 1/1-31/3 1922

GETIJD	HW1				HW2			
	GHA	WP	maansverloop	T. na Dover	GHA	WP	maansverloop	T. na Dover
HW ('95)	114	294	8:11	9:21	295	114	-4:10	9:29
HW ('22)	115	294	8:16	9:31	295	115	-4:06	9:23
LW ('95)	203	34	-10:28	3:11	23	214	1:56	3:15
LW ('22)	204	36	-10:24	3:15	22	215	1:51	3:10

Siebr van der Werf is als natuurkundige verbonden aan het Kernfysisch Versneller Instituut van de Rijks Universiteit Groningen.