

meersire surveys

Getijleer

21 APR. 1988

ARCHIEF

Lab. v. Scheepsbouwkunde
Technische Hogeschool
Delft



Geosite Surveys

NAV 1

4 HORIZONTALA EN VERTIKALE WATERBEWEGING.

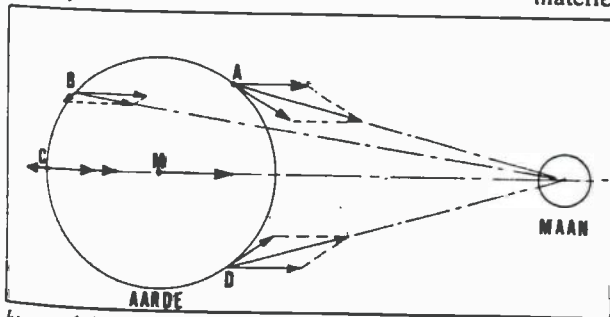
4.1 Inleiding.

De wisselende waterstand, die wij aan de kusten kunnen waarnemen, doet zijn invloed gelden op de scheepvaart. Bepaalde ondiepten, zoals bijvoorbeeld voor riviermondingen, kunnen alleen bij een hoge waterstand gepasseerd worden.

Gemeerd liggend aan kade, of steiger moet voortdurend aandacht geschonken worden aan de trossen, die tijdig doorgehaald of opgeviert moeten worden. Hoewel dit laatste door het toenemend gebruik van 'constant tension mooring winches' geautomatiseerd wordt, neemt het niet weg dat de waterbeweging zijn invloed op het scheepsgebeuren blijft uitoefenen en daarom de aandacht van de navigator verdient.

De met de verticale waterbeweging gepaard gaande stromen beïnvloeden de koers en de vaart van het schip over de grond. Ten anker of gemeerd op een SBM (éénpuntsmeerboei) bepalen de richting en snelheid van de stroom, tezamen met de wind, voornamelijk de richting waarin het schip ligt.

Om al deze redenen is het noodzakelijk dat de navigator inzicht heeft in de verschijnselen en achtergronden van de waterbeweging, en dat hij weet hoe hij met behulp van de beschikbare gegevens de te verwachten waterstand en stroom kan bepalen.



Figuur 4.1a

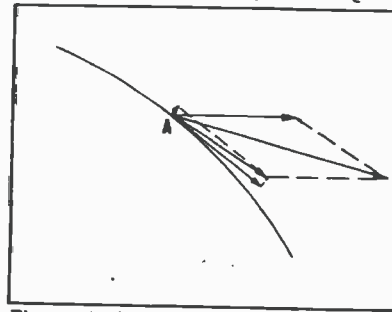
4.2 De oorzaak van de getijbeweging.

4.2.1 Getijkrachten.

De zon en de planeten met hun manen oefenen onderling krachten op elkaar uit. Deze krachten verkeren in een zodanig evenwicht, dat het bestaande zonnestelsel in stand wordt gehouden. De gravitatiewet leert, dat de kracht, die twee lichamen op elkaar uitoefenen, recht evenredig is met hun massa's en omgekeerd evenredig met het kwadraat van hun afstand.

Beschouwen we de aarde en de maan, dan oefent de maan op elk massadeeltje van de aarde een kracht uit, die gericht is op het middelpunt van de maan. Zie figuur 4.1a.

De kracht in A verschilt enigszins in richting met die in M en is bovendien groter wegens de geringere afstand tot het middelpunt van de maan. In elk punt op aarde is de totale kracht te ontbinden in een component gelijk aan en evenwijdig met de kracht in M en een *getijverwerkende kracht*. De componenten gelijk en evenwijdig aan de kracht in M vormen een *homogeen* krachtenveld, dat de watermassa's onberoerd laat. Voorzover de aarde niet deformeerbaar (vervormbaar) is, zullen we van de getijverwerkende kracht niets merken, omdat zijn werking wordt opgeheven door inwendige krachten in de materie. Voor de watermassa's op aarde ligt de

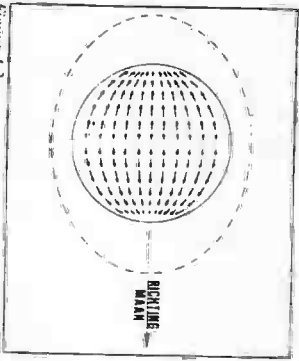


Figuur 4.1b

zaak anders. Vloeistoffen zijn immers wel de-
formeerbaar en geneigd toe te geven aan de
krachten die erop werken. De watermassa's op
aarde zullen een zandvulde vorm aannemen, dat
er evenwicht ontstaat.

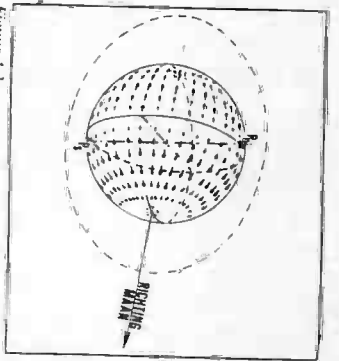
We ontbinden de getijverwekkende kracht in
een punt in een horizontale en een verticale
component. Zie *figuur 4.1b*.

De verticale component werkt tegen de zwaarte-
kracht in, die horizontale loodrecht op de richting
van de zwaartekracht. Omdat de orde van
grootte van deze componenten steeds 10-7 deel
van de zwaartekracht bedraagt, kunnen we zeg-
gen dat de verticale component praktisch van
geen belang is voor het verwekken van getijden,
maar dat de horizontale component verant-
woordelijk is voor de getijbeweging, omdat deze
kracht waterdeeltjes over het aardoppervlak kan
doen bewegen. De horizontale component van
de getijverwekkende kracht zullen we verder
getijwaai noemen. Hoe deze getijkracht over
het aardoppervlak verdeeld is, komt *figuur 4.2*.
Hieruit blijkt, dat de getijkrachten een hoge
waterstand trachten te bewerkstelligen in die
punten die de maan in toppunt of voerpunt
hebben en een lage waterstand op de grotercirkel
daar 90° van verwijderd.



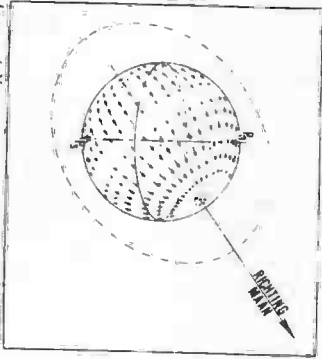
Figuur 4.2

Het periodieke karakter van de getijkracht ont-
staat voortdurend doordat de aarde om haar as
draait. Indien de maan in het equatorvlak staat
gaat, door deze rotatie, een punt op aarde in een
dag tweemaal door een gebied waar de getij-
krachten een hoge waterstand willen scheppen
en tweemaal door een gebied met een potentieel
lage waterstand. Zie *figuur 4.3a*. Staat de maan



Figuur 4.3a

niet in het equatorvlak dan passeert een punt van
de equator nog steeds twee potentieel evenhoge
waterstanden, maar een punt op hogere breedte
ontmoet twee ongelijke hoogwaterstanden of
zels maar een hoogwaterstand per dag. Door de
on gelijkheid in het patroon van de getijkrachten
te wegekracht. Zie *figuur 4.3b*.



Figuur 4.3b

4.2.2 De invloed van de zon.

Op soortgelijke wijze als besproken is voor de
maan ontstaat een patroon van getijkrachten
tegenwoordig van de werking van de zon. De totale
getijkracht is de resultante van die van zon en
maan samen. Ondanks dat de zon een grotere
massa heeft dan de maan, is, tengevolge van de

veel grotere afstand van de aarde tot de zon, de
maansinvloed op de getijden ruim tweemaal zo
groot als de zonsinvloed. De bijdrage van andere
hemellichamen, zoals planeten, is praktisch te
verwaarlozen.

Omdat de maan zijn baan om de aarde doorloopt
in een maand, zijn er in die periode twee
momenten waarop de getijkrachten van zon en
maan min of meer samenwerken, namelijk als de
zon, maan en aarde ongeveer op één lijn staan.
Dit is het geval bij volle en nieuwe maan. We
kunnen dan een versterkte getijbeweging ver-
wachten met hogere hoogwaterstanden en lagere
laagwaterstanden dan anders; we spreken dan
van *springsij*. Staat de zon loodrecht op de
verbindingslijn aarde-maan, dus bij eerste en
laatste kwartier, dan is de resulterende getij-
kracht het kleinste. We kunnen rond die tijd
minder hoge hoogwaterstanden en minder lage
laagwaterstanden verwachten; we spreken van
dochtsij.

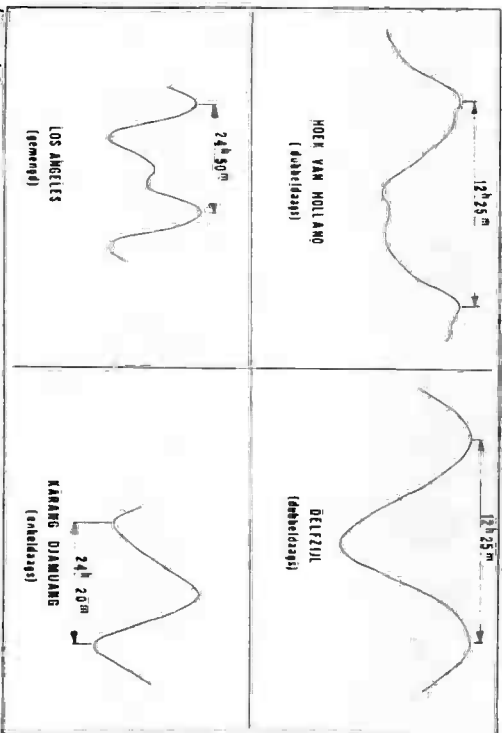
4.3 Getijden.

4.3.1 Getijtypen.

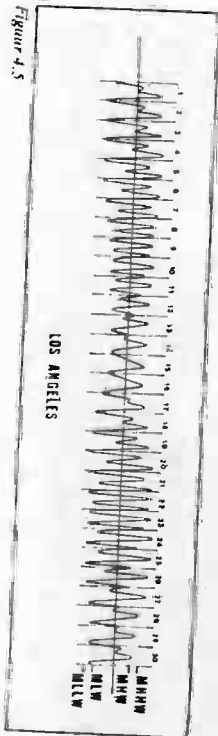
Alhoewel de getijkrachten op een regelmatige

wijze over het aardoppervlak verdeeld zijn,
vertonen de *getijden* niet een eenvoudige, regel-
matig patroon. Dit komt door de vorm en
afmetingen van de oceanen en de aanwezigheid
van landmassa's, die verhinderen dat de water-
deeltjes prompt reageren op de getijkrachten. De
wijze waarop het water in de verschillende delen
van oceanen, baaien, inhammen enzovoort ge-
hoorzaamt aan de getijkrachten, hangt in hoge
mate af van de afmetingen, vorm en diepte van
het betreffende zeegebied, met andere woorden:
van de *oefenperiode* van het gebied.

Hoe op een bepaalde plaats de verticale water-
beweging verloopt in de tijd kan gevonden
worden met behulp van *getijregistratie*. In *figuur*
4.4 zijn een aantal van deze *getijkrachten* weer-
gegeven. Beschouwen we de getijregistratie over
een langere periode; dan zien we dat de *amplif-
de*; de uitwijking uit de middenstand, niet steeds
even groot is. Als de grootste amplitude optreedt
is het *springsij*. Op de Nederlandse kust valt het
moment van springsij ongeveer 2 1/2 dag na de
tijdstippen van volle en nieuwe maan. De situatie
met de kleinste amplitude heet *dochtsij*.
Men onderscheidt nu het *duidelijke*; het
onduidelijke en het *gemengde* getijtype.



Figuur 4.4



Figuur 4.5

4. Het *dubbelvloedige getij* karakteriseert zich door tweemaal per dag HW en tweemaal per dag LW, beide HW's ongeveer evenhoog en beide LW's ongeveer evenlaag. Telkens na 14 1/4 dag treedt springtij op. Dit getijtype komt voor in de Atlantische Oceaan met uitzondering van de Golf van Mexico en in de Indische Oceaan.

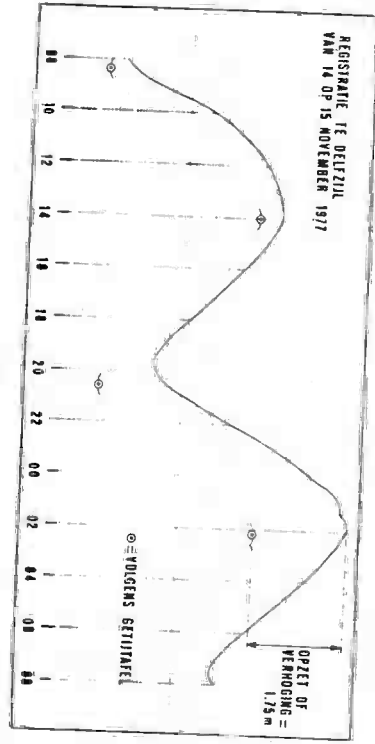
b. Het *enkeelvloedige getij* geeft éénmaal per dag HW en éénmaal per dag LW. Telkens na 13 1/2 dag treedt springtij op. We vinden dit getijtype onder andere in de Golf van Mexico, de Javazee en de Zuidchinese Zee.

c. Het *gemengde getij* vertoont een grote dagelijkse ongelijkheid in HW of in LW of in allebei. Gewoonlijk zijn er twee HW's per dag, maar af en toe wordt het getij enkele daags. Dit getijtype komt voornamelijk voor in de Grote Oceaan. Zie Figuur 4.5.

4.3.2 Niveaualakken.

Tengevolge van de wisselende waterstand is het niet mogelijk om de waterdiepte op een bepaalde plaats zonder meer op te geven. Men kan nu een bepaald niveauvlak, het *reductievlak* (D) (chart datum), ten opzichte waarvan de waterdiepten in de zeekaart gerekend worden. De keuze van het reductievlak is van land tot land verschillend.

In Nederland heeft men als reductievlak genomen het gemiddelde laag laagwater springtijniveau LLWS; dit is het gemiddelde van de laagste laagwaters bij springtij per maand over een, op sommige landen, zoals Frankrijk, Spanje en Griekenland nemen als reductievlak de laagste waargenomen laagwaterstand in een bepaald tijdvak. In Engeland gebruikte men de gemiddelde laagwaterstand bij springtij MLWS als

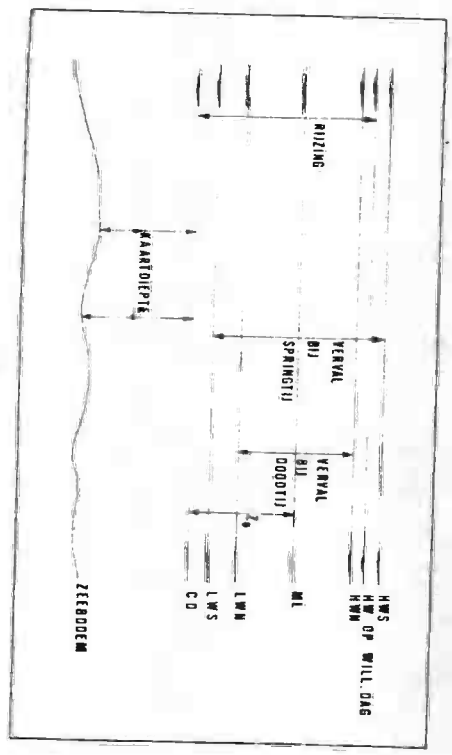


Figuur 4.6

reductievlak en in de Oostzee, waar nauwelijks sprake is van getij, neemt men daarvoor de gemiddelde waterstand; dit is het *middenstands-vlak ML* (mean level).

Het zal duidelijk zijn, dat de werkelijke waterstand kan dalen onder het reductievlak. Er staat dan minder water dan de kaart aangeeft. Bij het Franse reductievlak zal dit vrijwel nooit kunnen voorkomen en bij het LLWS minder vaak dan bij het MLWS. Voor nieuwe Britse kaarten en internationale kaarten wordt thans het reductievlak gebaseerd op *Lowest Astronomical Tide* (LAT). Dit is het laagste voorspelbare niveau waartoe de waterstand kan dalen onder gemiddelde meteorologische omstandigheden. Deze keuze beruist op een resolutie van de Internationale Hydrografische Organisatie (IHO), waarin staat dat het reductievlak een zodanig laag niveau moet zijn, dat de waterstand er niet dikwijls onder komt. Het reductievlak is voor de navigator het belangrijkste niveauvlak. Het is vormd en het ligt lager naarmate de getijbeweging sterker is. Naast het reductievlak zijn nog een aantal niveaus van belang: ze zijn weergegeven in figuur 4.7.

Hoogwater bij springtij HWS en *laagwater bij springtij LWS* zijn de niveaus waartoe de zeespiegel stijgt, respectievelijk daalt, bij springtij.



Figuur 4.7

Bij doodtij stijgt het water tot *hoogwater bij doodtij HWW* en daalt het tot *laagwater bij doodtij LWN*. Het *middenstands-vlak ML* is de gemiddelde waterstand.

Het verschil tussen een HW stand en de voorgaande of volgende LW stand heet *verval*. Onder verstaat men de afstand tussen in het reductievlak en de HW stand op die dag.

Onder de *waterstand W* op een gegeven tijdstip verstaat we de afstand van CD tot de waterspiegel.

De werkelijke diepte D op een gegeven tijdstip is de afstand van de zeebodem tot de waterspiegel.

4.3.3 De invloed van het weer op de niveaualakken.

Een harde wind, die enige tijd uit dezelfde richting waait veroorzaakt een oppervlaktestroom, die een *verhoging* geeft van het zeespiegel in de richting waar de wind naar toe waait en een *verlaging* in tegengestelde richting. Zo optreden aan onze kust en bij E of SE wind een harde wind een aanzienlijke verandering in het zeespiegel heeft teweeggebracht en ongeveer evenlang voor dat het normale niveau weer is

aangonemen, nadat de wind is gaan liggen. In gebieden waar winden met een periodiek karakter waaien, zoals moessons, zijn de veranderingen in ML, voorspelbaar.

Een *hoge* luchtdruk geeft een *verlaging* van het zeesniveau en een *lage* luchtdruk veroorzaakt een *verhoging*. Een verandering van 34 mb in luchtdruk kan een verandering van 0,3 m in het zeesniveau teweegbrengen. Omdat depressies vaak vergezeld gaan van harde wind is de uiteindelijke verhoging die optreedt dikwijls een gevolg van een combinatie van beide effecten.

Deze veranderingen hebben geen invloed op de ligging van het reductievlak maar wel op de HW en LW standen en tijdstippen op de dagen dat deze weerseenloekenmerkbaar zijn. Een getijferisbane kan er dan uitzien zoals in figuur 4.6.

4.4 Getijtafels.

4.4.1 Algemeen

Getijtafels dienen om een voorspelling te maken van de te verwachten waterstand op een bepaalde plaats. Elk maritiem land geeft wel getijtafels uit voor zijn eigen havens en kustwateren. De meeste getijtafels geven in ieder geval de tijden van HW en LW voor een aantal plaatsen en dikwijls ook de HW en LW standen ten opzichte van het reductievlak of een waterpeetsmogelijkheid om de waterstand te voorspellen voor een willekeurig tijdstip.

De Nederlandse Staatsingewerf brengt twee getijtafels op de markt, te weten:

- a. Getijtafels voor Nederland.
- b. Getijtafels voor Zeehavens in Nederland en voor Antwerpen en Zeebrugge.

Vanwege de Britse Admiraliteit worden uitgegeven de Admiralty Tide Tables (ATT) in drie delen. Deze omvatten de gebiede verdelten zijn in de Kaartkamer van praktisch elk Nederlands schip aanwezig.

4.4.2 Getijtafels voor Nederland

De handleiding wordt uitgegeven op last van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De gegevens zijn afkomstig van Rijkswaterstaat. Er worden drie soorten stations onderscheiden: namelijk primaire, secundaire en tertiaire. Van de primaire stations (Vlissingen, IJmuiden,

Den Helder en Delfzijl) en van de secundaire stations worden per dag opgegeven de tijden in MET van HW en LW en de bijbehorende hoogten ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil).

Het verschil tussen de primaire en secundaire stations zit in de berekeningswijze van de gegevens. Onder aan elke bladzijde wordt de ligging van het reductievlak LLWS ten opzichte van NAP gegeven.

Van de *tertiaire* stations (Breskens, Koningderstrand, Lauwersoog en Oude Schild) en voor Antwerpen worden alleen de tijden van HW gegeven. Onder aan de bladzijde staat dan hoeveel uren en minuten LW gemiddeld valt na HW.

Hoogten worden voor deze stations niet gegeven.

Voor het gebied van de Zeeuwse wateren, het Rijnmondgebied en de Waddenzee wordt van een aantal plaatsen gegeven hoeveel vroege of later het HW valt ten opzichte van het HW te respectievelijk Vlissingen, Hoek van Holland en Harlingen. Voorts worden nog tal van bijzonderheden gegeven over het getij langs de Nederlandse kust, bereyts tijden van opkomst en ondergang van zon en maan, fassen van de maan, enzovoort.

4.4.3 Waterstanden en Stroomen langs de Nederlandse kust en aangrenzend gebied (HP 33)

Deze uitgave van de Chet der Hydrografie wordt samengesteld door de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat. Voor een vijftiental plaatsen, waaronder twee plaatsen in de Noordzee, wordt per uur de waterstand in dm opgegeven, t.o.v. het reductievlak LLWS.

Voorts wordt bij elke plaats de gemiddelde getidekromme bij springtij en bij doodtij gegeven. Uit de voorgespeelde aansenanden kan men zelf een grafiek samenstellen. Daaruit zijn dan hoogten en tijdstippen van HW en LW eenvoudig te bepalen. Alleen voor Hoek van Holland, Vlissingen, Harlingen en Delfzijl worden de tijden van HW (in MET) opgegeven. Deze havens dienen n.l. als referentiepunten voor de stroomkaarten achterin. Op deze kaarten van de Zuidelijke Noordzee, de Westerschelde, het westelijk en het oostelijk deel van de Waddenzee wordt om de



Figuur 4.8 Getijtafels voor Nederland en HP 33

twee uur de stroomsituatie weergegeven. Deze stroomkaarten zijn ontleend aan de Nederlandse Stroomatlassen.

In de toelichting wordt er nadrukkelijk op gewezen, dat tengevolge van meteorologische oorzaken aanzienlijke afwijkingen van de voorgespeelde gegevens kunnen optreden.

4.4.4 Admiralty Tide Tables

De Admiralty Tide Tables (ATT) worden jaarlijks uitgegeven in drie delen, namelijk: *Volume 1*: European Waters (including the Mediterranean Sea) *Volume 2*: The Atlantic and Indian Oceans (including tidal stream predictions) *Volume 3*: The Pacific Ocean and Adjacent Seas (including tidal stream predictions) *Volume 4*: The Pacific Ocean and Adjacent Seas *Volume 1* is verdeeld in *Part I*, *Part II* en *Part III*. In *Part I* worden de dagelijkse voorspellingen gegeven van de tijden in ST en de hoogten boven het reductievlak in meters van HW en LW van een aantal *Standard Ports*.¹⁾

Bij iedere *Standard Port*, behalve Venetië, wordt een grafiek gegeven, waarmee het mogelijk is de waterstand te berekenen op andere tijden dan die van HW en LW.

In *Part II* staan de benodigde gegevens om de tijden en hoogten van HW en LW te berekenen van een groot aantal *Secondary Ports*.²⁾ Dit gebeurt met behulp van tijd- en hoogteverschillen ten opzichte van een *Standard Port*.

In *Part III* worden voor *Standard Ports* en *Secondary Ports* de harmonische gegevens vermeld. *Zie deel II van dit Leerboek, hoofdstuk 4*. De uitdrukking *Secondary Port* wil niet zeggen, dat we te maken hebben met een minder belangrijke haven, maar dat de getijstandigheden in die *Secondary Port* praktisch gelijk zijn aan die in de bijbehorende *Standard Port*. Van een verzameling plaatsen met ongeveer gelijke getijstandigheden behoeven dan slechts van een plaats, de *Standard Port*, de dagelijkse gegevens opgenomen te worden. Dit geeft een enorme ruimtebesparing in de tabellen. Overigens kunnen *Secondary Port* en *Standard Port* geografisch zeer ver van elkaar liggen.

¹⁾ In U.S. tide tables: "reference station".

²⁾ In U.S. tide tables: "subsidiary station".

Het gebruik van de ATT zal nu aan de hand van een aantal voorbeelden worden uiteengezet.

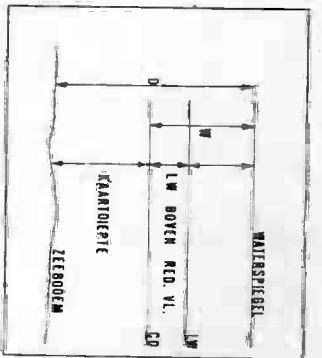
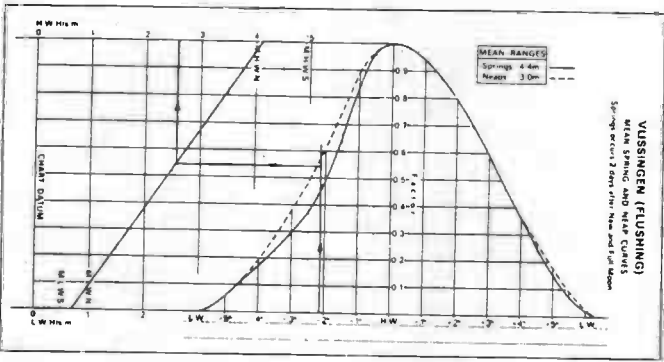
Voorbeeld 1.

Berekening van de waterstand op een bepaald moment in een Standard Port uit Volume 1.

We willen de waterstand weten te Vlissingen op 3 mei 1986 om 0800 ST.

Bij de gegevens voor Vlissingen, zie A2.1, zien we boven aan de bladzijde staan Time Zone -0100. Dit betekent dat de tijden voor Vlissingen worden opgegeven in GMT+0100. Eventuele verschillen met BT, zoals bij gebruik van zomertijd, kunnen we het best aan het eind verrekkenen.

Figuur 4.96



Figuur 4.97

Voor 3 mei wordt opgegeven dat het om 1008ST HW is met een hoogte van 4.1 m boven het reductievlak en dat het om 0401 ST LW is met een hoogte van 0.7 m. De gezochte waterstand ligt tussen deze waterstanden in. Het verval bedraagt $4.1 - 0.7 = 3.4$ m en het tijdstip 0800ST ligt 0208 voor HW.

Het diagram voor Vlissingen, zie A2.2, geeft een gemiddeld verval bij springtij van 4.4 m en bij doodtij van 3.0 m.

In het diagram plotten we nu de HW-stand en de LW-stand, te weten 4.1 op de hoogste lijn en 0.7 op de onderste. Beide punten verbinden we door een rechte lijn. We heupen nu 2° 08' voor HW op de tijdlijn en gaan vandaar naar boven tot aan de grafiek. Indien gewenst kunnen we in de blokken onder de tijdlijn de actuele tijdstippen invullen. Waar de springtij- en doodtijgrafiek afwijken is de doodtijgrafiek als streep-lijn uitgeveerd. We moeten dan 'op het oog' interpreteren; d.w.z. we verdelen de verhoudingsstand tussen beide grafieken overeenkomstig de onderlinge ligging van de getijden verval bij doodtij, 'aktuueel verval' verval bij springtij, dus hier 3.0 : 3.4 : 4.4.

Extrapoleren mag nooit. Bij een verval groter dan het gemiddeld springtijverval nemen we de springtijgrafiek en bij een verval kleiner dan het gemiddeld doodtijverval gebruiken we de doodtijgrafiek.

We gaan nu naar links tot aan de verbindingslijn tussen HW en LW en dan omhoog (eventueel omlaag) om de waterstand af te lezen. We vinden in dit voorbeeld $W = 2.6$ m.

In een overzichtelijk schema ziet de oplossing van dit probleem er als volgt uit.

| tijd | hoogte |
|------------------|-------------------|
| LW | 0,7 m |
| HW | 4,1 m |
| verval | 3,4 m |
| gewenst tijdstip | 0800 |
| tijd voor/na HW | W = 2,6 m 0208 |

Uit figuur 4.96 lezen we af: werkelijke diepte = kaardiepte + waterstand boven CD of

$$D = D_{\text{kaart}} + W$$

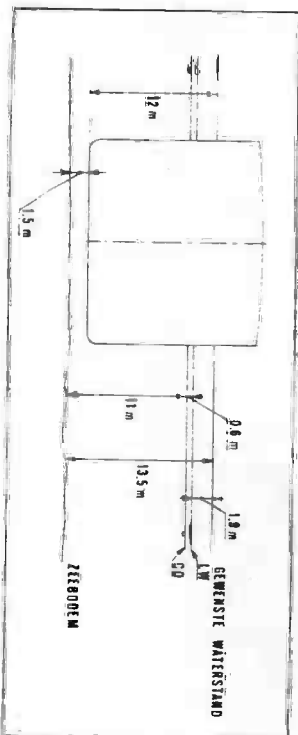
Voorbeeld 2.

Vaak is het nodig om te weten wanneer er voldoende water staat om een bepaalde ondiepte te passeren.

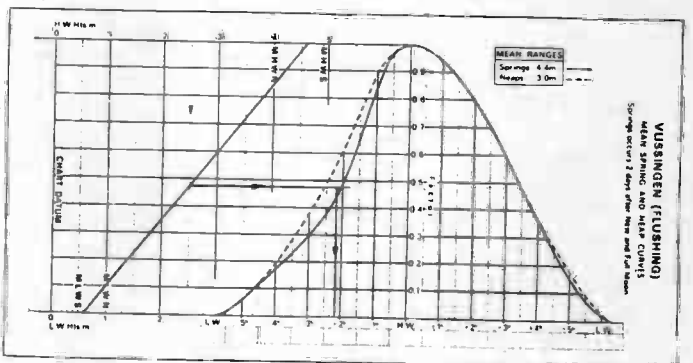
We willen op de ochtend van 19 juni 1986 de haven van Vlissingen binnen lopen. De kaart geeft een minste diepte van 11 m.

De diepgang is 12 m en we willen tenminste 1,5 m water onder de kiel houden. Om naar binnen te kunnen moet er dus tenminste 13,5 m water staan, zie figuur 4.10a, dus 2,5 m boven CD. In de ATT, zie A2.1, vinden we, dat het om 0518 ST LW is met een hoogte van 0,6 m boven het reductievlak en om 1127 ST is het HW met een hoogte van 4,6 m. Het verval is dus 4,0 m.

Figuur 4.10a



Figuur 4.10b



In het diagram plotten we weer de HW-stand van 4.6 op de rozevaste lijn en de LW-stand van 0.6 op de onderse lijn en we verbinden beide punten door een rechte lijn. Vanaf het snijpunt met de 2,5 m-lijn gaan we naar rechts naar de grafiek.

Zowel de springtij als de doodtijgrafiek worden getrokken. Op de *horizontale* afstand tussen beide grafieken bepalen we door interpolatie op het oog (zie voorbeeld 1) het punt vanwaar we naar beneden gaan. We vinden als tijdstip 2^e 10^e voor HW. We kunnen dus vanaf 1127 - 0217 = 0917 ST naar binnen.

Voor een overzichtelijke oplossing kunnen we weer het schema van voorbeeld 1 gebruiken. Het ziet er nu als volgt uit:

| | tijd | hoogte |
|------------------|------|-----------|
| LW | 0818 | 0,6 m |
| HW | 1127 | 4,6 m |
| verschil | | 4,0 m |
| gewenst tijdstip | 0917 | W = 2,4 m |
| tijd voor/na HW | 0210 | |

Voorbeeld 3

Berekeningen voor Secundaire Ports hebben natuurlijk op soortgelijke problemen betrekking als bij Standard Ports. De oplossing zou theoretisch verlopen als de gegevens voor een Secundaire Port op identieke wijze beschikbaar zouden zijn als voor een Standard Port. Wat de grafieken betreft is dat reeds zo: nummers die getrokken voor Standard Port en bijbehorende Secundaire Port zijn gelijkvormig. Wat we nog moeten hebben zijn de tijden en hoogten van HW en LW.

Stel dat we de getijgegevens willen weten voor Delfzijl op 2 augustus 1986, zie 42.3.1, 42.4, 42.5.

In de index achterin vinden we dat Delfzijl nummer 1473 heeft. Op volgende van deze nummers zijn de Secundaire Ports in Part II getranscribeerd. We zien dat Helgoland de Standard Port is voor Delfzijl. Achter Delfzijl vinden we nu vermeld, behalve de geografische positie, de tijderschillen en de hoogteverschillen met HW en LW Helgoland.

Op 2 augustus vinden we voor Helgoland (hoogten in meters):

0328 0,4
0911 2,4
1610 0,3
2150 2,4

Als het in Helgoland om 0200 ST of om 1400 ST HW is, dan is het in Delfzijl +0030, dat wil zeggen 30 minuten later HW dan in Helgoland. Is het in Helgoland echter om 0800 ST of 2000 ST HW dan is het in Delfzijl +0020, dus 20 minuten later HW.

Op deze dag ligt het eerste HW van 0911 ST in tussen 0800 ST en 1400 ST. Interpoleren geeft:

0911 - 0800 × (0030) = 0020
1400 - 0800 × (0030) = 0020

Het HW Delfzijl valt dus + 0020 + 0002 = 0022 na HW Helgoland, zodat het in Delfzijl om 0933 ST HW is.

Het volgende HW Helgoland is om 2150 ST. Dat ligt in tussen 2000 ST en 0200 ST van de volgende dag. Interpoleren geeft hier

2150 - 2000 × (0030) = 0020
2400 - 2000 × (0030) = 0013

Het HW Delfzijl valt nu + 0020 + 0003 = 0023 na HW Helgoland, zodat het in Delfzijl om 2213 ST HW is.

Is het in Helgoland om 0200 ST of 1400 ST LW, dan valt LW Delfzijl 0005 vroeger. Is het in Helgoland om 0800 ST of 2000 ST LW, dan valt LW Delfzijl 0005 later.

Op dezelfde wijze berekend als voor de HW's vinden we dat LW Delfzijl valt te 0346 ST en te 1619 ST.

De tijderschillen zijn in de ATT zeldzaam gegeven, dat de uitkomsten in ST van de Secundaire Port zijn. Afwisselende BT moet door de navigatie zelf aan het eind in rekening worden gebracht.

Nu de waterhoogten in Delfzijl. Als HW Helgoland een waterstand van 2,7 m boven CD geeft, dan is gemiddeld hoogwater bij springtij (MHWSt), dan is het HW in Delfzijl 0,8 m hoger.

Is de hoogwaterstand in Helgoland 2,3 m, dat is gemiddeld hoogwater bij doodtij (MHWn), dan is het HW in Delfzijl eveneens 0,8 m hoger. Deze hoogteverschillen hoeven niet gelijk te zijn. Voor Secundaire Ports waarvoor dat niet het geval is moet er getinterpoleerd of geëxtrapolerd worden als de actuele HW-stand in de Standard Port afwijkt van MHWs of MHWn.

Bij laagwater hebben we een overeenkomstige situatie. Is bij LW Helgoland de waterstand 0,4 m, dat is gemiddeld laagwater bij doodtij (MLWn), dan is het LW in Delfzijl 0,3 m hoger. En als de LW-stand in Helgoland 0,0 m is, dat is gemiddeld laagwater bij springtij (MLWSt), dan is het laagwater in Delfzijl ook 0,3 m hoger.

Verschillen deze bedragen voor een Secundaire Port dan moet er getinterpoleerd worden op soortgelijke manier als bij HW.

In Part I is bij de voorspelde HW- en LW-stand rekening gehouden met seizoensinvloeden. Deze hebben een periodieke verandering van het gemiddeld zeeniveau (mean sea level, afgekort MSL of ML) tot gevolg. Deze veranderingen

| | LW | HW | LW | HW |
|----------------------|-------|------|-------|------|
| Helgoland | 0328 | 0911 | 1610 | 2150 |
| seas changes St. P. | 0,4 | 2,4 | 0,3 | 2,4 |
| | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 |
| verschillen | 0,5 | 2,5 | 0,4 | 2,5 |
| seas changes Sec. P. | 0,005 | 0,3 | 0,009 | 0,3 |
| | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 |
| Delfzijl | 0333 | 0933 | 1619 | 2213 |
| | 0,7 | 3,2 | 0,6 | 3,2 |

De problemen van de voorbeelden 1 en 2 kunnen nu voor Delfzijl op dezelfde wijze worden opgelost met behulp van het diagram voor Helgoland. Het argument voor interpolatie is *altijd* het verschil in de Standard Port.

Volume 2 en 1 zijn nagenoeg identiek ingericht als Volume 1. In Part I wordt echter geen gemiddelde getijkrumme gegeven voor elke Standard Port zoals in Volume 1. In plaats daarvan staat voorin een diagram met een driedimensionale kromme met een rijtje of vijfde van 5, 6 en 7 uren.

De diagram wordt niet zo gebruikt zoals

worden onder het hoofd 'seasonal changes in mean level' voor de eerste van de maand opgaven. Voor Helgoland (1431) vinden we voor 1 augustus - 0,1 m en voor Delfzijl (1473) eveneens - 0,1 m. Bij het werken met de hoogteverschillen moet de seasonale change eerst *afgetrokken* worden bij de Standard Port, dan worden de hoogteverschillen bepaald en tenslotte wordt de seasonale change weer *opgeteld* bij de Standard Port. Voor het interpoleren van de hoogteverschillen is dus het argument de HW- of LW-stand in de Standard Port *verruimderl* met de seasonale change!

De hoogteverschillen zijn zodanig gegeven, dat de hoogten in Delfzijl verkregen worden ten opzichte van het reductievlak te Delfzijl. Het beoogde reductievlak is altijd het reductievlak van de laatste editie van de B.A.-kaart met de grootte schaal van die kaart.

Schematisch getoond ziet de oplossing er als volgt uit:

| | LW | HW | LW | HW |
|----------------------|-------|------|-------|------|
| Helgoland | 0328 | 0911 | 1610 | 2150 |
| seas changes St. P. | 0,4 | 2,4 | 0,3 | 2,4 |
| | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 |
| verschillen | 0,5 | 2,5 | 0,4 | 2,5 |
| seas changes Sec. P. | 0,005 | 0,3 | 0,009 | 0,3 |
| | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 |
| Delfzijl | 0333 | 0933 | 1619 | 2213 |
| | 0,7 | 3,2 | 0,6 | 3,2 |

beschreven in voorbeeld 1, met dien verstande dat interpoleren i.v.m. springtij of doodtij niet voorkomt. Het resultaat dat er mee bereikt wordt hangt sterk af van de mate waarin de werkelijke getijkrumme aansluit bij deze gegevens. Daarom is het gebruik ook beperkt tot die havens waar de tij- of vloed niet kleiner is dan 5 en niet groter dan 7 uren en waarvoor geen shallow water corrections gegeven zijn.

Overigens kan, wanneer men uitgaat van het coördinaat van het getij, de waterstand op het tijdstip ook verkregen worden met de formule

$$W(t) = W_{m} + (W_{ms} - W_{m}) \cos \left(\frac{t - t_{0}}{T} - 90^{\circ} \right)$$

Met een programmeerbare rekenmachine werkt dit sneller dan de constructieve methode met het diagram.

In *Part I* van de Volumes 2 en 3 worden gegevens over getjstromen verstrekt voor een zeer beperkt aantal plaatsen. Bij het behandelen van de getjstromen komen we hierop terug.

In *Part III* worden harmonische constanten gegeven voor getjstromen.

Op de berekenis en het gebruik van de harmonische constanten en de ondiepwaterecorrecties wordt in deel II van dit studieboek ingegaan, nadat de theorie over de watergetijden is uitgebreid.

Voorbeeld 4.

Bereken de waterstand boven reductiewijk voor Calingapatnam (4466) (Volume 2) voor 28 februari 1986 2300 ST.

Oplossing (Zie A2.7 en A2.8)

Calingapatnam is een Secondary Port met Basson River Entrance (4539) als Standard Port.

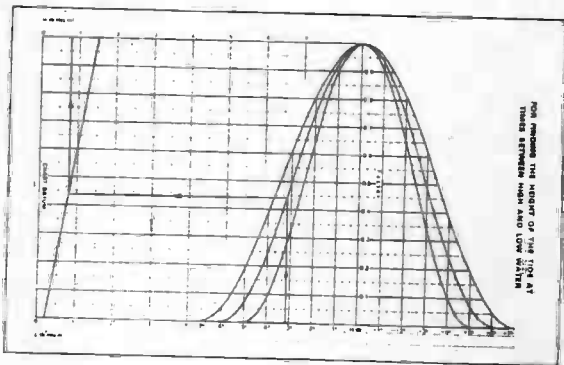
| | LW | HW |
|-----------------------|--------------------------------|------|
| Basson River Entrance | 1812 | 0223 |
| seas changes | 0,3 | 2,1 |
| verschillen | -0,3 | -0,3 |
| seas changes | 0,6 | 2,4 |
| verschillen | -0,2 | -0,7 |
| seas changes | -0,2 | -0,2 |
| Calingapatnam | 1709 | 0210 |
| rijstijd | 6 ^h 01 ^m | 2300 |
| gewens tijdstip | | 0310 |
| opkwabna HW | | |

Lij diagram: W(2300) = 0,8 m

4.5 Getjstromen.

4.5.1 Algemeen.

De horizontale beweging van het water noemen we stroom. We onderscheiden *zeestromen*, die hun ontstaan danken aan winden zoals passaten of aan dichtheidsverschillen in het zeeewater, en die deel uitmaken van de algemene circulatie in

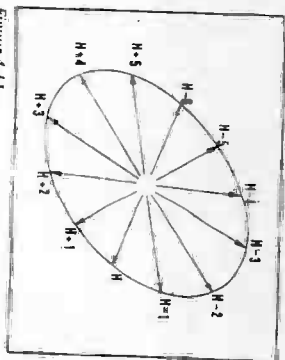


Figuur 4.10c

de oceaan. Daarnaast zijn er *tijdelijke stromen*, die ontstaan tengevolge van meteorologische invloeden. Deze kunnen bestaande stromen versterken of verzakken. *Getjstromen* ten slotte zijn periodieke stromen die samenhangen met de verticale getjebeweging.

Stromen worden benoemd naar de richting waarin het water beweegt. Een NE stroom wil dus zeggen dat het water naar het NE beweegt. Dit in tegenstelling tot de wind, die benoemd wordt naar de richting waar de lucht vandaan stroomt. Een stroom wordt vaak geteld door zijn *richting* en zijn *snelheid* in knopen.

Op enige afstand uit de kust, waar de waterbeweging niet gehinderd wordt is de getjstroom meestal grondstaand, daarbij variërend in snelheid, zwellend voor een bepaalde plaats de uitvloeien van de stroomvectors op een ellipsvormige figuur liggen. Zie figuur 4.11.



Figuur 4.11

Op plaatsen waar de waterbeweging beperkt wordt, zoals in zeestraten, riviermondingen en langs kusten gaat de stroom gedurende een deel van zijn periode, in de ene richting en in het andere gedeelte van zijn periode in tegenoverstelde richting.

Daarbij varieert de stroomsnelheid. Deze is nu tijdens de omkering van richting. We zeggen dan dat het *sif* water is of dat de *stroom komt*. Registratie van de stroom in een dergelijk gebied geeft grafieken, die veel overeenkomst vertonen met de getjstromen. Er blijken getjstromen met een dubbelblaas karakter en van het gemengde type voor te komen en soms enkel-dagse getjstromen.

Vaak blijkt een vaste relatie te bestaan tussen de getjstromen en de verticale waterbeweging van een plaats in de omgeving. In het bijzonder is dit het geval bij dubbelblaasige getjstromen. Hierbij is het echter niet zo, dat sif water altijd samenvalt met HW en LW. Dat kan incidenteel zo zijn, maar het komt ook voor dat de stroom komt en afmetingen van het stroom met de vorm en afmetingen van het zeegebied.

Bekendheid met de stroom is van het grootste belang voor de navigator, omdat de stroom de haan van het schip over de grond beïnvloedt, met andere woorden de stroom is de oorzaak van het verschil tussen de vaartvector van het schip door het water en de vaartvector over de grond.

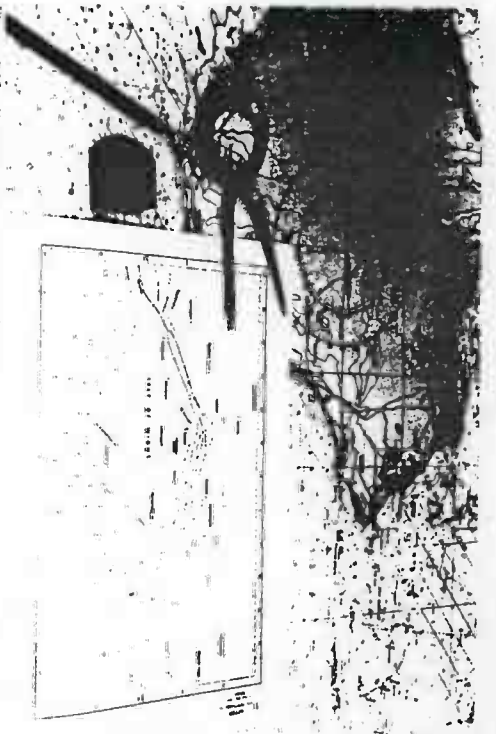
4.5.2 Voorspelling van getjstromen.

In de zekaart worden plaatsen waar het patroon van de getjstroom bekend is, aangegeven met een letter in een ruit. Dit symbool verwijst dan naar een tabelletje op de kaart, waarin per uur opgegeven worden de richting van de stroom en de snelheid in knopen zowel bij springtij als bij doodtij. Zie teaskaart 5052. De tijden worden opgegeven als hele uren vóór of na HW van een referentiehaven.

Stroomlijnen voor een bepaald gebied heveten kaarten, waarop van uur tot uur door middel van pijlen het stromingspatroon is aangegeven. Het water stroomt in de door de pijlen aangegeven richtingen. Gewoonlijk is de dikte van de pijl een aanduiding voor de grootte van de stroomsnelheid. De getallen bij de pijlen geven de stroomsnelheid aan in tienden van knopen nauwkeurig, zowel bij doodtij als bij springtij. Er is steeds een kaart voor elk uur voor en na HW in de referentiehaven lopend van 6 uur vóór HW tot 6 uur na HW. Zie figuur 4.12.

In de *AT Part I* van de Volumes 2 en 3 wordt voor een beperkt aantal straten en passages, opgeve gedaan van de tijden van sif water en van de tijden met snelheden van maximale stroom. Omdat in straten en dergelijke de stroom slechts in twee richtingen kan lopen, wordt met een + of een - verwezen naar deze richtingen, die boven aan de bladzijde vermeld staan. Zie A2.11.

Bij het gebruik van de stroomvoorspellingen moet steeds bedacht worden dat het gemiddelde zijn en dat ze gelden voor gemiddelde omstandigheden. De stroom die in werkelijkheid ondervonden wordt is een combinatie van getjstroom en andere stromen met een lokaal karakter of afhankelijk van de weersomstandigheden. Daarom moeten steeds de voor het gebied geldende zulaanwijzingen geraadpleegd worden. Bovendien kan op enige diepte een stroom oppervlaktestroom, zodat bijvoorbeeld wezetting-plaats vindt bij sif oppervlaktewater!



Figuur 4.7.2 Engelse Stromonduus (op BA 2043).

4.6 Samenvatting.

De getijverschijnselen, die een periodiek karakter hebben, worden door astronomische factoren bepaald. We onderscheiden een *verrijd-* en een *laagzand-* getijbeweging. De laatste noemen we *getijstromen*. De voortdurend wisselende waterstand noopt tot het aanpassen van een *reëler tijdstip*, waartoe de kaartdiepten zijn herleid. Bepaalde weersomstandigheden kunnen plaatselijk voor afwijkingen van de waterstand zorgen, soms wel tot enige meters. Voor de *voorspelling* van de waterstand maken

we gebruik van *getijtafels*, waarbij de *Abstrahide Tafels (ATT)* de voornaamste plaats innemen. De *voorspellingen*, berekend met *Volume 1* zijn, *verfijnder*, dan de op overeenkomstige wijze verkregen *voorspellingen* uit de *Volume 2* en 3. Dit is *voornamelijk* een gevolg van het aantal *getijwaarnemingen* dat beschikbaar is. *Voorspellingen* van *getijstromen* kunnen plaats vinden met behulp van de gegevens in de *reëler kaart* of door middel van *stromonduusen*, terwijl voor een beperkt aantal gebieden de *ATT Volume 2 en 3 Part 1a* gebruikt kunnen worden. Bij het beoordelen van de stroomgegevens moet altijd de betrekken *Pilin* geraadpleegd worden.

4.7 Vraagstukken.

4.7.1 Opgaven.

- Bepaal de waterstand W ten opzichte van CD te Le Havre op 5 november 1986 om 1001 ST.
- Hoe laat ST is op 12 oktober 1986 in de namiddag de waterstand te Le Havre gestegen tot 5 m boven CD?
- Bereken de waterstand W ten opzichte van CD te Ouisreham (1592) op 27 oktober 1986 om 0600 ST.
- Tussen welke tijden ST staat in Rouen (1589) de waterpiegel tenminste 6 m boven CD op 11 november 1986?
- Bereken de waterstand W ten opzichte van CD te Bassin River Entrance (Thamthia Kyun) op 28 april 1986 om 1700 ST.
- Bepaal de tijdstippen in ST en in GMT tevens de waterhoogten boven CD van HW en LW te Soudur Kona Reach (4497) op 11 januari 1986.
- Bereken de waterstand W te Vlissingen op 18 mei 1986 te 0600 ST. Hoe laat is het hier dan uitgedrukt in GMT?
- Gedurende welke periode overdag kan een schip een punt bij Vlissingen passeren waar volgens de kaart 9 m water staat? Datum 8 juli 1986, diepgang 11,6 m en de UKC moet 1 m bedragen.
- Bereken op welke tijdstippen op 23 juni 1986 er te Vlissingen 2 m water boven CD staat.
- Bereken tijden en hoogten van HW en LW te Lauwersoog (1477) op 2 juli 1986.
- Bereken op welke tijdstippen op 8 juli 1986 er te Nordditch Helen (1470) 2 m water boven CD staat.
- Bereken het gemiddelde verval te Borkum (1472) op 21 augustus 1986.
- Gedurende welke periode overdag kan een schip de ondiepte van 8,7 m bij Hiran Point (4496) passeren op 9 februari 1986? De diepgang is 9 m en de UKC moet 1 m bedragen.
- Bereken tijden en hoogten van HW en LW te Jefford Point (4495) voor 3 maart 1986.
- Bereken tijden en hoogten van HW en LW bij Jayman Reach (4498) voor 24 februari 1986.

4.7.2 Antwoorden.

- 6,8 m
- 1505 ST
- 5,3 m
- 0000–0130
0753–1433
2018–2400
- 0,9 m
- 0003 ST (11/1), 1803 GMT (00/1), 3,5 m
0714 ST (11/1), 0114 GMT (11/1), 1,2 m
1230 ST (11/1), 0630 GMT (11/1), 3,2 m
1902 ST (11/1), 1302 GMT (11/1), 1,0 m
- 2,1 m, 0300 GMT
- 1325 ST tot 1715 ST
- 0627 ST tot 1208 ST en 1838 ST
- 0640 ST 2,8 m
1225 ST 0,8 m
1907 ST 3,0 m
- 0238 ST, 0957 ST, 1452 ST en 2237 ST
- 2,9 m
- ongeveer 0730 ST tot 1430 ST
- 0200 ST 2,6 m
0831 ST 1,2 m
1501 ST 2,6 m
2118 ST 1,5 m
- 0059 ST 3,2 m
0801 ST 1,1 m
1322 ST 3,0 m
1948 ST 1,1 m

A.2 Overdrukken uit ATT, NA en BPR.

A.2.1

NETHERLANDS - VLISSINGEN (FLUSHING)

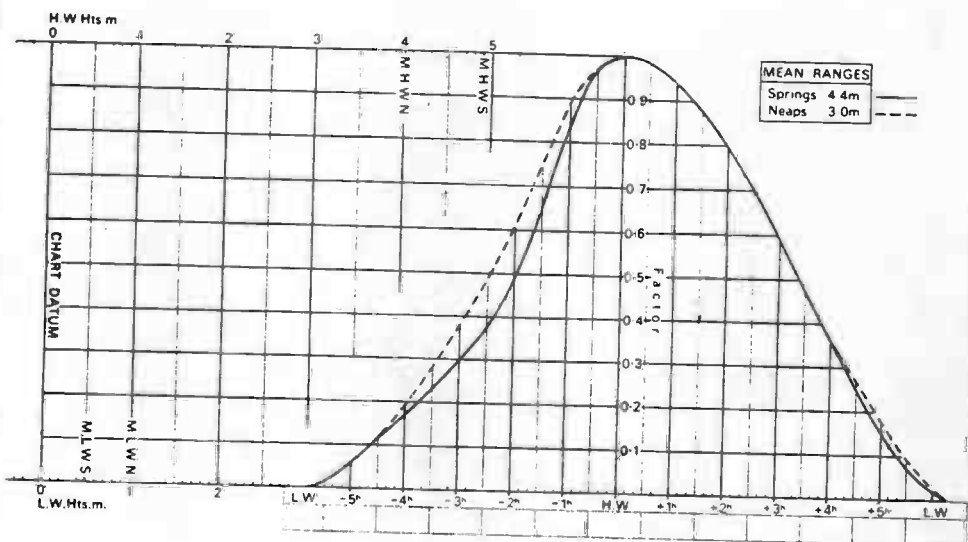
LAT 51°27'N LONG 3°36'E

TIME ZONE -0100 YEAR 1986
TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

| MAY | | | JUNE | | | JULY | | | AUGUST | | | |
|------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|---|------|---|
| TIME | M | TIME | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M |
| 1 | 0101 0.6 | 16 0020 0.8 | 1 0324 0.8 | 16 0205 0.7 | 1 0330 0.7 | 16 0231 0.6 | 1 0441 1.1 | 16 0430 1.0 | | | | |
| | 0721 4.2 | 16 0624 4.0 | 1 0931 4.2 | 16 0820 4.2 | 1 0946 4.1 | 16 0843 4.3 | 1 1114 3.8 | 16 1044 4.1 | | | | |
| TH | 1336 1.0 | F 1246 1.1 | SU 1556 1.1 | M 1428 1.1 | TU 1554 1.1 | W 1451 1.0 | F 1722 1.2 | SA 1708 1.1 | | | | |
| | 1958 3.8 | 1905 3.8 | 2158 4.0 | 2045 4.0 | 2211 4.0 | 2109 4.2 | 2338 3.9 | 2316 4.3 | | | | |
| 2 | 0227 0.8 | 17 0121 0.9 | 2 0436 0.6 | 17 0310 0.7 | 2 0435 0.8 | 17 0337 0.7 | 2 0548 1.1 | 17 0548 0.9 | | | | |
| | 0845 4.1 | 17 0749 3.9 | 2 1035 4.2 | 17 0925 4.3 | 2 1049 4.1 | 17 0952 4.3 | 2 1214 4.0 | 17 1156 4.2 | | | | |
| F | 1515 1.2 | SA 1359 1.2 | M 1703 1.0 | TU 1534 1.0 | W 1701 1.1 | TH 1603 1.0 | SA 1825 1.1 | SU 1823 0.8 | | | | |
| | 2122 3.7 | 2019 3.7 | 2258 4.1 | 2151 4.1 | 2311 4.1 | 2220 4.2 | | | | | | |
| 3 | 0401 0.7 | 18 0247 0.9 | 3 0532 0.6 | 18 0414 0.6 | 3 0533 0.9 | 18 0448 0.7 | 3 0634 4.0 | 18 0623 4.5 | | | | |
| | 1008 4.1 | 18 0903 3.9 | 3 1130 4.3 | 18 1028 4.4 | 3 1145 4.1 | 18 1100 4.4 | 3 0641 1.1 | 18 0651 0.8 | | | | |
| SA | 1643 1.1 | SU 1524 1.2 | TU 1752 0.9 | W 1638 0.9 | TH 1758 1.0 | F 1718 0.9 | SU 1302 4.1 | M 1254 4.4 | | | | |
| | 2239 3.9 | 2130 3.8 | 2349 4.2 | 2253 4.3 | | 2327 4.4 | 1913 1.0 | 1923 0.6 | | | | |
| 4 | 0515 0.6 | 19 0358 0.8 | 4 0617 0.6 | 19 0518 0.6 | 4 0620 0.9 | 19 0557 0.7 | 4 0118 1.0 | 19 0118 4.8 | | | | |
| | 1115 4.3 | 19 1011 4.1 | 4 1217 4.4 | 19 1127 4.6 | 4 1235 4.2 | 19 1204 4.5 | 4 0724 1.2 | 19 0743 0.8 | | | | |
| SU | 1744 1.0 | M 1627 1.1 | W 1833 0.9 | TH 1741 0.8 | F 1846 0.9 | SA 1827 0.8 | M 1340 4.3 | TU 1342 4.6 | | | | |
| | 2338 4.2 | 2238 4.0 | 2349 4.2 | 2349 4.3 | | 1846 0.9 | 1954 0.8 | O 2014 0.4 | | | | |
| 5 | 0609 0.4 | 20 0500 0.7 | 5 0033 4.3 | 20 0617 0.5 | 5 0051 4.2 | 20 0027 4.6 | 5 0156 4.4 | 20 0205 4.9 | | | | |
| | 1207 4.3 | 20 1111 4.4 | 5 0654 0.6 | 20 1220 4.7 | 5 0701 0.9 | 20 0657 0.6 | 5 0802 0.9 | 20 0829 0.7 | | | | |
| M | 1829 0.8 | TU 1723 0.9 | TH 1258 4.4 | F 1840 0.7 | SA 1318 4.3 | SU 1300 4.5 | TU 1414 4.4 | W 1425 4.7 | | | | |
| | | 2333 4.3 | 1910 0.8 | | 1928 0.9 | 1927 0.6 | 2031 0.7 | 2059 0.2 | | | | |
| 6 | 0024 4.3 | 21 0557 0.5 | 6 0112 4.4 | 21 0041 4.7 | 6 0132 4.3 | 21 0121 4.8 | 6 0229 4.6 | 21 0247 5.0 | | | | |
| | 0652 0.4 | 21 1200 4.6 | 6 0728 0.7 | 21 0711 0.4 | 6 0740 0.9 | 21 0751 0.6 | 6 0838 0.6 | 21 0909 0.8 | | | | |
| TU | 1248 4.5 | W 1815 0.7 | F 1336 4.4 | SA 1311 4.8 | SU 1356 4.4 | M 1351 4.7 | W 1446 4.6 | TH 1505 4.8 | | | | |
| | 1905 0.8 | | 1947 0.7 | 1935 0.3 | 2009 0.8 | O 2021 0.4 | 2108 0.6 | 2141 0.2 | | | | |
| 7 | 0103 4.5 | 22 0020 4.5 | 7 0148 4.5 | 22 0130 4.9 | 7 0209 4.4 | 22 0212 4.9 | 7 0302 4.7 | 22 0328 5.0 | | | | |
| | 0728 4.8 | 22 0646 0.4 | 7 0803 0.7 | 22 0801 0.4 | 7 0818 0.9 | 22 0840 0.6 | 7 0914 0.8 | 22 0947 0.8 | | | | |
| W | 1325 4.6 | TH 1245 4.8 | SA 1410 4.5 | SU 1400 4.8 | M 1430 4.4 | TU 1439 4.7 | TH 1518 4.7 | F 1545 4.9 | | | | |
| | 1938 0.7 | 1904 0.6 | 2025 0.7 | O 2027 0.4 | 2048 0.7 | 2112 0.3 | 2145 0.5 | 2220 0.2 | | | | |
| 8 | 0137 4.6 | 23 0104 4.8 | 8 0223 4.5 | 23 0219 4.9 | 8 0245 4.5 | 23 0300 4.9 | 8 0334 4.8 | 23 0408 4.9 | | | | |
| | 0800 0.5 | 23 0734 0.3 | 8 0838 0.7 | 23 0850 0.5 | 8 0856 0.8 | 23 0926 0.7 | 8 0952 0.8 | 23 1024 0.8 | | | | |
| TH | 1359 4.8 | F 1329 4.9 | SU 1444 4.5 | M 1448 4.7 | TU 1505 4.5 | W 1525 4.7 | F 1551 4.7 | SA 1625 4.9 | | | | |
| | 2012 0.6 | O 1952 0.5 | 2103 0.6 | 2118 0.3 | 2127 0.6 | 2200 2.1 | 2224 0.4 | 2257 0.3 | | | | |
| 9 | 0210 4.6 | 24 0147 4.9 | 9 0258 4.5 | 24 0308 5.0 | 9 0320 4.8 | 24 0348 5.0 | 9 0408 4.8 | 24 0449 4.8 | | | | |
| | 0832 0.6 | 24 0820 4.3 | 9 0914 0.7 | 24 0937 0.6 | 9 0933 0.8 | 24 1009 0.8 | 9 1029 0.8 | 24 1100 0.8 | | | | |
| F | 1431 4.6 | SA 1414 4.9 | M 1518 4.5 | TU 1538 4.7 | W 1539 4.5 | TH 1610 4.8 | SA 1626 4.7 | SU 1704 4.8 | | | | |
| | 2047 0.6 | 2039 0.4 | 2141 0.6 | 2208 0.3 | 2205 0.6 | 2245 0.2 | 2303 0.4 | 2333 0.4 | | | | |
| 10 | 0243 4.6 | 25 0232 5.0 | 10 0333 4.5 | 25 0359 4.9 | 10 0354 4.6 | 25 0435 4.9 | 10 0443 4.8 | 25 0529 4.7 | | | | |
| | 0905 0.5 | 25 0905 0.3 | 10 0949 0.8 | 25 1023 0.7 | 10 1010 0.9 | 25 1050 0.8 | 10 1106 0.8 | 25 1137 0.9 | | | | |
| SA | 1504 4.6 | SU 1459 4.9 | TU 1552 4.4 | W 1628 4.6 | TH 1613 4.5 | F 1655 4.7 | SU 1701 4.7 | M 1744 4.7 | | | | |
| | 2123 0.6 | 2127 0.3 | 2217 0.6 | 2258 0.2 | 2243 0.5 | 2327 0.2 | 2341 0.4 | | | | | |
| 11 | 0316 4.6 | 26 0317 5.0 | 11 0407 4.5 | 26 0453 4.8 | 11 0429 4.6 | 26 0522 4.8 | 11 0552 4.8 | 26 0607 0.6 | | | | |
| | 0938 0.6 | 26 0950 0.4 | 11 1024 0.9 | 26 1109 0.8 | 11 1048 0.9 | 26 1131 4.8 | 11 1143 0.9 | 26 0609 4.5 | | | | |
| SU | 1535 4.5 | M 1546 4.7 | W 1827 4.3 | TH 1719 4.5 | F 1649 4.4 | SA 1740 4.7 | M 1740 4.6 | TU 1215 1.0 | | | | |
| | 2158 0.6 | 2214 0.3 | 2253 0.7 | 2348 0.3 | 2322 0.5 | | | 1824 4.5 | | | | |
| 12 | 0349 4.6 | 27 0405 4.9 | 12 0442 4.4 | 27 0550 4.7 | 12 0506 4.6 | 27 0609 0.3 | 12 0020 0.5 | 27 0044 0.8 | | | | |
| | 1010 0.7 | 27 1036 0.5 | 12 1100 0.9 | 27 1157 0.9 | 12 1126 0.9 | 27 0609 4.6 | 12 0606 4.6 | 27 0651 4.2 | | | | |
| M | 1607 4.4 | TU 1637 4.6 | TH 1705 0.9 | F 1812 4.4 | SA 1727 4.4 | SU 1213 0.9 | TU 1224 0.9 | W 1257 1.1 | | | | |
| | 2229 0.7 | 2303 0.3 | 2303 0.6 | | | 1826 4.6 | 1825 4.6 | 1910 4.2 | | | | |
| 13 | 0421 4.5 | 28 0459 4.8 | 13 0522 4.3 | 28 0040 0.3 | 13 0001 0.5 | 28 0051 0.5 | 13 0104 0.6 | 28 0128 1.0 | | | | |
| | 1039 0.8 | 28 1123 0.7 | 13 1141 1.0 | 28 0646 4.8 | 13 0348 4.5 | 28 0657 4.4 | 13 0659 4.5 | 28 0738 3.9 | | | | |
| TU | 1639 4.3 | W 1732 4.4 | F 1748 9.0 | SA 1249 1.0 | SU 1206 1.0 | M 1300 1.0 | W 1315 1.0 | TH 1358 1.3 | | | | |
| | 2259 0.7 | 2356 0.4 | 0000 0.0 | 1906 4.3 | 1810 4.4 | 1913 4.4 | 1920 4.4 | 2006 3.8 | | | | |
| 14 | 0454 4.3 | 29 0602 4.6 | 14 0613 0.7 | 29 0133 0.5 | 14 0044 0.6 | 29 0136 0.7 | 14 0200 0.7 | 29 0237 1.3 | | | | |
| | 1132 0.9 | 29 1215 0.9 | 14 0610 4.2 | 29 0742 4.4 | 14 0637 4.5 | 29 0745 4.2 | 14 0807 4.3 | 29 0837 3.7 | | | | |
| W | 1715 4.1 | TH 1834 4.2 | SA 1228 1.1 | SU 1347 1.1 | M 1252 1.0 | TU 1354 1.1 | TH 1419 1.1 | F 1526 1.5 | | | | |
| | 2334 0.8 | | 1839 4.1 | 2002 4.2 | 1900 4.3 | 2005 4.1 | 2034 4.2 | 2127 3.6 | | | | |
| 15 | 0532 4.2 | 30 0058 0.5 | 15 0104 0.7 | 30 0230 0.6 | 15 0133 0.6 | 30 0229 0.9 | 15 0310 0.9 | 30 0400 1.4 | | | | |
| | 1153 1.0 | 30 0713 4.4 | 15 0713 4.2 | 30 0841 4.2 | 15 0737 4.4 | 30 0840 4.0 | 15 0923 4.1 | 30 1035 3.5 | | | | |
| TH | 1800 4.0 | F 1319 1.1 | SU 1324 1.1 | M 1449 1.1 | TU 1346 1.0 | W 1457 1.2 | F 1541 1.1 | SA 1646 1.4 | | | | |
| | | 1938 4.1 | 1941 4.0 | 2105 4.1 | 2000 4.2 | 2108 3.9 | 2158 4.1 | 2309 3.7 | | | | |
| 31 | 0210 0.6 | | | | | | | | | | | |
| | 0821 4.3 | | | | | | | | | | | |
| SA | 1437 1.2 | | | | | | | | | | | |
| | 2048 4.0 | | | | | | | | | | | |
| 31 | 0331 1.0 | | | | | | | | | | | |
| | 0955 3.8 | | | | | | | | | | | |
| TH | 1608 1.3 | | | | | | | | | | | |
| | 2228 3.8 | | | | | | | | | | | |
| 31 | 0517 1.4 | | | | | | | | | | | |
| | 1150 3.8 | | | | | | | | | | | |
| SU | 1758 1.3 | | | | | | | | | | | |

and from portions of Hydrographic Publications with the sanction of the Controller, HM Stationery Office and of the Hydrographer of the Navy.

VISSINGEN (FLUSHING)
 MEAN SPRING AND NEAP CURVES
 Springs occur 2 days after New and Full Moon



Produced from patterns of Hydrographic Publications with the permission of the Controller, HM Hydrographic Office and the Hydrographer to the Sea

GERMANY - HELGOLAND
 LUT. MEAN TIME
 TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

| TIME | MAY | | JUNE | | JULY | | AUGUST | | YEAR |
|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|
| | TIME | HTS. | TIME | HTS. | TIME | HTS. | TIME | HTS. | |
| 1 | 044 | 2.18 | 041 | 2.3 | 010 | 2.16 | 032 | 2.3 | 1911 |
| 1 | 110 | 0.1 | 101 | 0.2 | 116 | 0.3 | 114 | 0.2 | 1912 |
| 1 | 170 | 2.6 | 161 | 2.5 | 170 | 2.4 | 179 | 2.4 | 1913 |
| 2 | 007 | 0.1 | 017 | 0.2 | 027 | 0.3 | 037 | 0.4 | 1914 |
| 2 | 064 | 2.7 | 074 | 2.7 | 084 | 2.7 | 094 | 2.7 | 1915 |
| 2 | 121 | 0.2 | 131 | 0.2 | 141 | 0.2 | 151 | 0.2 | 1916 |
| 2 | 178 | 2.5 | 188 | 2.5 | 198 | 2.5 | 208 | 2.5 | 1917 |
| 3 | 014 | 0.2 | 024 | 0.2 | 034 | 0.2 | 044 | 0.2 | 1918 |
| 3 | 071 | 2.4 | 081 | 2.4 | 091 | 2.4 | 101 | 2.4 | 1919 |
| 3 | 128 | 0.3 | 138 | 0.3 | 148 | 0.3 | 158 | 0.3 | 1920 |
| 3 | 185 | 2.2 | 195 | 2.2 | 205 | 2.2 | 215 | 2.2 | 1921 |
| 4 | 021 | 0.1 | 031 | 0.1 | 041 | 0.1 | 051 | 0.1 | 1922 |
| 4 | 078 | 2.1 | 088 | 2.1 | 098 | 2.1 | 108 | 2.1 | 1923 |
| 4 | 135 | 0.4 | 145 | 0.4 | 155 | 0.4 | 165 | 0.4 | 1924 |
| 4 | 192 | 2.0 | 202 | 2.0 | 212 | 2.0 | 222 | 2.0 | 1925 |
| 5 | 028 | 0.0 | 038 | 0.0 | 048 | 0.0 | 058 | 0.0 | 1926 |
| 5 | 085 | 2.0 | 095 | 2.0 | 105 | 2.0 | 115 | 2.0 | 1927 |
| 5 | 142 | 0.3 | 152 | 0.3 | 162 | 0.3 | 172 | 0.3 | 1928 |
| 5 | 199 | 2.6 | 209 | 2.6 | 219 | 2.6 | 229 | 2.6 | 1929 |
| 6 | 034 | 0.1 | 044 | 0.1 | 054 | 0.1 | 064 | 0.1 | 1930 |
| 6 | 091 | 2.0 | 101 | 2.0 | 111 | 2.0 | 121 | 2.0 | 1931 |
| 6 | 148 | 0.4 | 158 | 0.4 | 168 | 0.4 | 178 | 0.4 | 1932 |
| 6 | 205 | 2.5 | 215 | 2.5 | 225 | 2.5 | 235 | 2.5 | 1933 |
| 7 | 040 | 0.0 | 050 | 0.0 | 060 | 0.0 | 070 | 0.0 | 1934 |
| 7 | 107 | 2.0 | 117 | 2.0 | 127 | 2.0 | 137 | 2.0 | 1935 |
| 7 | 174 | 0.3 | 184 | 0.3 | 194 | 0.3 | 204 | 0.3 | 1936 |
| 7 | 231 | 2.4 | 241 | 2.4 | 251 | 2.4 | 261 | 2.4 | 1937 |
| 8 | 046 | 0.1 | 056 | 0.1 | 066 | 0.1 | 076 | 0.1 | 1938 |
| 8 | 113 | 2.0 | 123 | 2.0 | 133 | 2.0 | 143 | 2.0 | 1939 |
| 8 | 180 | 0.4 | 190 | 0.4 | 200 | 0.4 | 210 | 0.4 | 1940 |
| 8 | 237 | 2.5 | 247 | 2.5 | 257 | 2.5 | 267 | 2.5 | 1941 |
| 9 | 052 | 0.0 | 062 | 0.0 | 072 | 0.0 | 082 | 0.0 | 1942 |
| 9 | 119 | 2.0 | 129 | 2.0 | 139 | 2.0 | 149 | 2.0 | 1943 |
| 9 | 186 | 0.3 | 196 | 0.3 | 206 | 0.3 | 216 | 0.3 | 1944 |
| 9 | 243 | 2.4 | 253 | 2.4 | 263 | 2.4 | 273 | 2.4 | 1945 |
| 10 | 058 | 0.1 | 068 | 0.1 | 078 | 0.1 | 088 | 0.1 | 1946 |
| 10 | 125 | 2.0 | 135 | 2.0 | 145 | 2.0 | 155 | 2.0 | 1947 |
| 10 | 192 | 0.4 | 202 | 0.4 | 212 | 0.4 | 222 | 0.4 | 1948 |
| 10 | 249 | 2.5 | 259 | 2.5 | 269 | 2.5 | 279 | 2.5 | 1949 |
| 11 | 064 | 0.0 | 074 | 0.0 | 084 | 0.0 | 094 | 0.0 | 1950 |
| 11 | 131 | 2.0 | 141 | 2.0 | 151 | 2.0 | 161 | 2.0 | 1951 |
| 11 | 198 | 0.3 | 208 | 0.3 | 218 | 0.3 | 228 | 0.3 | 1952 |
| 11 | 255 | 2.4 | 265 | 2.4 | 275 | 2.4 | 285 | 2.4 | 1953 |
| 12 | 070 | 0.1 | 080 | 0.1 | 090 | 0.1 | 100 | 0.1 | 1954 |
| 12 | 137 | 2.0 | 147 | 2.0 | 157 | 2.0 | 167 | 2.0 | 1955 |
| 12 | 204 | 0.4 | 214 | 0.4 | 224 | 0.4 | 234 | 0.4 | 1956 |
| 12 | 291 | 2.5 | 301 | 2.5 | 311 | 2.5 | 321 | 2.5 | 1957 |
| 13 | 076 | 0.0 | 086 | 0.0 | 096 | 0.0 | 106 | 0.0 | 1958 |
| 13 | 143 | 2.0 | 153 | 2.0 | 163 | 2.0 | 173 | 2.0 | 1959 |
| 13 | 210 | 0.3 | 220 | 0.3 | 230 | 0.3 | 240 | 0.3 | 1960 |
| 13 | 297 | 2.4 | 307 | 2.4 | 317 | 2.4 | 327 | 2.4 | 1961 |
| 14 | 082 | 0.1 | 092 | 0.1 | 102 | 0.1 | 112 | 0.1 | 1962 |
| 14 | 149 | 2.0 | 159 | 2.0 | 169 | 2.0 | 179 | 2.0 | 1963 |
| 14 | 216 | 0.4 | 226 | 0.4 | 236 | 0.4 | 246 | 0.4 | 1964 |
| 14 | 303 | 2.5 | 313 | 2.5 | 323 | 2.5 | 333 | 2.5 | 1965 |
| 15 | 088 | 0.0 | 098 | 0.0 | 108 | 0.0 | 118 | 0.0 | 1966 |
| 15 | 155 | 2.0 | 165 | 2.0 | 175 | 2.0 | 185 | 2.0 | 1967 |
| 15 | 222 | 0.3 | 232 | 0.3 | 242 | 0.3 | 252 | 0.3 | 1968 |
| 15 | 309 | 2.4 | 319 | 2.4 | 329 | 2.4 | 339 | 2.4 | 1969 |
| 16 | 094 | 0.1 | 104 | 0.1 | 114 | 0.1 | 124 | 0.1 | 1970 |
| 16 | 161 | 2.0 | 171 | 2.0 | 181 | 2.0 | 191 | 2.0 | 1971 |
| 16 | 228 | 0.4 | 238 | 0.4 | 248 | 0.4 | 258 | 0.4 | 1972 |
| 16 | 315 | 2.5 | 325 | 2.5 | 335 | 2.5 | 345 | 2.5 | 1973 |

Produced from patterns of Hydrographic Publications with the permission of the Controller, HM Hydrographic Office and the Hydrographer to the Sea

GARUNNE, NEIDERLANDS

| No. | Name | LAT. LONG. | | HEIGTH | | TIDE GAUGE | | MARKS | |
|------|---------------|------------|---|--------|------------|------------|------|------------|-----------|
| | | N | E | Mean | High Water | Low Water | Mean | High Water | Low Water |
| 1441 | WILHELMSHAVEN | | | | | | | | |

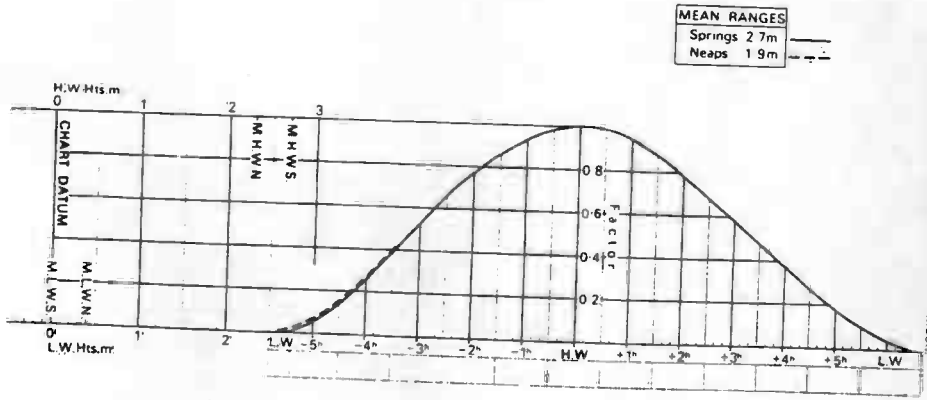
| No. | Name | LAT. LONG. | HEIGTH | TIDE GAUGE | | MARKS | |
|------|--------------------|------------|--------|------------|------------|-----------|------|
| | | | | Mean | High Water | Low Water | Mean |
| 1442 | Alte Werf Lathhuys | | | | | | |
| 1443 | Blak | | | | | | |
| 1444 | Endich | | | | | | |
| 1445 | Versaak | | | | | | |
| 1446 | Brennen | | | | | | |
| 1447 | Wingwerf | | | | | | |
| 1448 | Wingwerf | | | | | | |
| 1449 | Wingwerf | | | | | | |
| 1450 | Wingwerf | | | | | | |
| 1451 | Wingwerf | | | | | | |
| 1452 | Wingwerf | | | | | | |
| 1453 | Wingwerf | | | | | | |
| 1454 | Wingwerf | | | | | | |
| 1455 | Wingwerf | | | | | | |
| 1456 | Wingwerf | | | | | | |
| 1457 | Wingwerf | | | | | | |
| 1458 | Wingwerf | | | | | | |
| 1459 | Wingwerf | | | | | | |
| 1460 | Wingwerf | | | | | | |
| 1461 | Wingwerf | | | | | | |
| 1462 | Wingwerf | | | | | | |
| 1463 | Wingwerf | | | | | | |
| 1464 | Wingwerf | | | | | | |
| 1465 | Wingwerf | | | | | | |
| 1466 | Wingwerf | | | | | | |
| 1467 | Wingwerf | | | | | | |
| 1468 | Wingwerf | | | | | | |
| 1469 | Wingwerf | | | | | | |
| 1470 | Wingwerf | | | | | | |
| 1471 | Wingwerf | | | | | | |
| 1472 | Wingwerf | | | | | | |
| 1473 | Wingwerf | | | | | | |
| 1474 | Wingwerf | | | | | | |
| 1475 | Wingwerf | | | | | | |
| 1476 | Wingwerf | | | | | | |
| 1477 | Wingwerf | | | | | | |
| 1478 | Wingwerf | | | | | | |
| 1479 | Wingwerf | | | | | | |
| 1480 | Wingwerf | | | | | | |
| 1481 | Wingwerf | | | | | | |
| 1482 | Wingwerf | | | | | | |
| 1483 | Wingwerf | | | | | | |
| 1484 | Wingwerf | | | | | | |
| 1485 | Wingwerf | | | | | | |
| 1486 | Wingwerf | | | | | | |
| 1487 | Wingwerf | | | | | | |
| 1488 | Wingwerf | | | | | | |
| 1489 | Wingwerf | | | | | | |
| 1490 | Wingwerf | | | | | | |
| 1491 | Wingwerf | | | | | | |
| 1492 | Wingwerf | | | | | | |
| 1493 | Wingwerf | | | | | | |
| 1494 | Wingwerf | | | | | | |
| 1495 | Wingwerf | | | | | | |
| 1496 | Wingwerf | | | | | | |
| 1497 | Wingwerf | | | | | | |
| 1498 | Wingwerf | | | | | | |
| 1499 | Wingwerf | | | | | | |
| 1500 | Wingwerf | | | | | | |

| No. | Name | LAT. LONG. | HEIGTH | TIDE GAUGE | | MARKS | |
|------|----------|------------|--------|------------|------------|-----------|------|
| | | | | Mean | High Water | Low Water | Mean |
| 1491 | Wingwerf | | | | | | |
| 1492 | Wingwerf | | | | | | |
| 1493 | Wingwerf | | | | | | |
| 1494 | Wingwerf | | | | | | |
| 1495 | Wingwerf | | | | | | |
| 1496 | Wingwerf | | | | | | |
| 1497 | Wingwerf | | | | | | |
| 1498 | Wingwerf | | | | | | |
| 1499 | Wingwerf | | | | | | |
| 1500 | Wingwerf | | | | | | |

Notes:
 * See notes on page 144.
 † Tides predicted in German Tide Tables.
 ‡ Tides predicted in Admiralty Tide Tables.
 § ML indicated.

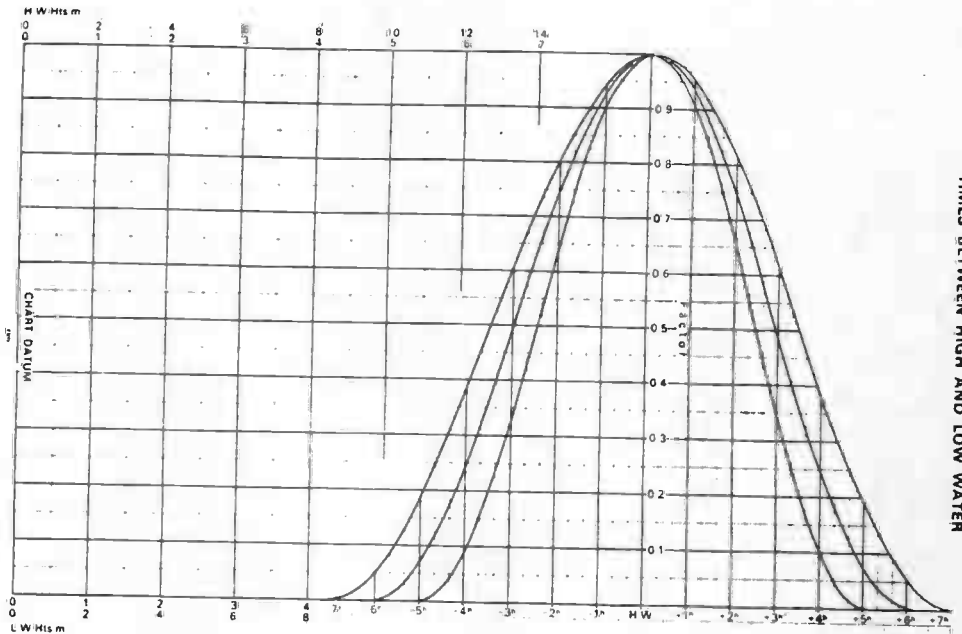
Produced from patterns of Hydrographic Publications with the sanction of the Hydrographer of the Navy.

HELGOLAND
 MEAN SPRING AND NEAP CURVES
 Spring occurs 3 days after New and Full Moon



Produced from patterns of Hydrographic Publications with the sanction of the Hydrographer of the Navy.

FOR FINDING THE HEIGHT OF THE TIDE AT
TIMES BETWEEN HIGH AND LOW WATER



Produced from graphs of Hydrographic Publications with the same title & number. HM Nautical Office of the Hydrographer of the Navy
218

A.27 BANGLADESH: THE SUNDARBANS - PUSSUR RIVER ENTRANCE

| TIME ZONE -0500 | | TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS | | LONG WATERS | | YEAR 1988 | |
|-----------------|----------|--|----------|-------------|----------|-----------|----------|
| TIME | JANUARY | TIME | FEBRUARY | TIME | MARCH | TIME | APRIL |
| 1 | 0113 3.0 | 0812 2.8 | 0200 2.8 | 0219 2.5 | 1010 2.7 | 1010 2.7 | 0205 2.5 |
| | 0855 1.1 | 0893 1.1 | 0898 1.2 | 0847 1.2 | 0121 1.0 | 0121 1.0 | 0216 1.0 |
| | 1848 1.2 | 1804 1.3 | 1804 1.3 | 1804 1.3 | 1837 2.7 | 1837 2.7 | 1818 2.6 |
| | 2038 1.3 | 2044 1.3 | 2044 1.3 | 2044 1.3 | 2038 1.4 | 2038 1.4 | 2034 1.6 |
| 2 | 0154 2.1 | 0241 2.1 | 0231 2.4 | 0250 2.2 | 0918 2.2 | 0918 2.2 | 0253 2.1 |
| | 0847 2.6 | 0828 2.5 | 0835 2.3 | 0819 2.3 | 0152 1.2 | 0152 1.2 | 0248 1.5 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 2008 1.2 | 2008 1.2 | 1857 1.5 |
| | 2038 1.3 | 2128 1.5 | 2211 1.4 | 2207 1.6 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 3 | 0242 2.8 | 0322 2.7 | 0320 2.2 | 0318 2.1 | 0230 2.1 | 0230 2.1 | 0250 2.2 |
| | 0934 1.8 | 0902 1.7 | 0904 1.3 | 0904 1.3 | 0901 1.1 | 0901 1.1 | 0853 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2138 1.4 | 2224 1.4 | 2301 1.4 | 2301 1.4 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 4 | 0324 2.7 | 0407 2.6 | 0402 1.8 | 0402 1.8 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1030 2.7 | 1002 2.5 | 1012 2.2 | 1012 2.2 | 0910 1.4 | 0910 1.4 | 0854 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2244 1.5 | 2344 1.7 | 2402 1.7 | 2402 1.7 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 5 | 0437 2.9 | 0515 2.7 | 0513 1.4 | 0513 1.4 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1127 1.2 | 1104 1.1 | 1121 2.2 | 1121 2.2 | 0905 1.0 | 0905 1.0 | 0850 1.0 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2009 2.0 | 2059 2.2 | 2151 2.0 | 2151 2.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 6 | 0509 2.3 | 0528 2.2 | 0528 1.4 | 0528 1.4 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1246 1.2 | 1246 1.2 | 1324 1.4 | 1324 1.4 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1807 2.6 | 1858 2.5 | 1924 2.6 | 1924 2.6 | 2005 2.4 | 2005 2.4 | 2023 2.6 |
| 7 | 0142 1.5 | 0242 1.5 | 0402 1.5 | 0402 1.5 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0719 2.5 | 0818 2.2 | 0929 2.5 | 0942 2.3 | 1005 1.0 | 1005 1.0 | 0957 0.9 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2009 2.0 | 2059 2.2 | 2151 2.0 | 2151 2.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 8 | 0256 2.2 | 0324 2.3 | 0343 1.3 | 0343 1.3 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0856 0.9 | 0918 1.1 | 0918 0.5 | 0918 0.5 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2103 3.0 | 2186 2.7 | 2237 3.0 | 2282 2.9 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 9 | 0328 2.8 | 0452 2.3 | 0531 1.0 | 0531 1.0 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0928 2.6 | 0852 2.3 | 0911 1.1 | 0911 1.1 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2009 2.0 | 2059 2.2 | 2151 2.0 | 2151 2.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 10 | 0446 0.2 | 0525 1.1 | 0602 0.7 | 0602 0.7 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0856 0.9 | 0918 1.1 | 0918 0.5 | 0918 0.5 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2228 3.1 | 2242 2.9 | 2351 3.1 | 2320 3.1 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 11 | 0534 0.9 | 0526 1.0 | 0535 0.6 | 0535 0.6 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1105 2.8 | 1059 2.5 | 1119 2.8 | 1119 2.8 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2322 3.1 | 2312 3.0 | 2321 3.0 | 2321 3.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 12 | 0616 0.8 | 0527 1.0 | 0602 0.7 | 0602 0.7 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0856 0.9 | 0918 1.1 | 0918 0.5 | 0918 0.5 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2322 3.1 | 2312 3.0 | 2321 3.0 | 2321 3.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 13 | 0700 0.8 | 0624 0.8 | 0700 0.8 | 0700 0.8 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1248 2.9 | 1248 2.9 | 1328 2.7 | 1328 2.7 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 14 | 0923 2.0 | 0829 1.9 | 0900 1.0 | 0900 1.0 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1323 2.7 | 1323 2.7 | 1358 2.6 | 1358 2.6 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1820 1.1 | 1856 0.9 | 1904 0.9 | 1904 0.9 | 2005 2.4 | 2005 2.4 | 2023 2.6 |
| 15 | 0134 2.3 | 0032 2.0 | 0115 0.1 | 0115 0.1 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 0818 1.0 | 0744 0.8 | 0815 0.8 | 0815 0.8 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 1443 2.6 | 1429 2.5 | 1436 2.3 | 1421 2.3 | 1951 1.1 | 1951 1.1 | 1941 1.2 |
| | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2009 2.0 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |
| 16 | 0128 2.9 | 0128 2.9 | 0128 2.9 | 0128 2.9 | 0232 2.2 | 0232 2.2 | 0254 2.2 |
| | 1418 2.7 | 1418 2.7 | 1418 2.7 | 1418 2.7 | 0912 1.4 | 0912 1.4 | 0852 1.2 |
| | 2020 1.2 | 2020 1.2 | 2020 1.2 | 2020 1.2 | 2310 1.5 | 2310 1.5 | 2210 1.5 |

Produced from graphs of Hydrographic Publications with the same title & number. HM Nautical Office of the Hydrographer of the Navy
219

INDIA EAST COAST: BANGLADESH

| No. | Name | M.L. (m) | INDIAN MEAN TIDE | | | INDIAN MEAN LOW WATER | | | INDIAN MEAN HIGH WATER | | | M.L. (m) |
|-------------------------------------|-----------|----------|------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|----------|
| | | | Low | Mean | High | Low | Mean | High | Low | Mean | High | |
| 4438 BALUBHAR RIVER ENTRANCE | | | | | | | | | | | | |
| 4438 | Balubhar | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 | 17.41 |
| 4439 | Changon | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 | 18.21 |
| 4440 RUSOR RIVER | | | | | | | | | | | | |
| 4440 | Rusor | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 | 21.21 |
| 4441 SACAL ROADS | | | | | | | | | | | | |
| 4441 | Sacal | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 | 22.11 |
| 4442 KACHHARA RIVER | | | | | | | | | | | | |
| 4442 | Kachhara | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 | 23.11 |
| 4443 BANBANG RIVER ENTRANCE | | | | | | | | | | | | |
| 4443 | Banbang | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 | 24.11 |
| 4444 BANGALORE | | | | | | | | | | | | |
| 4444 | Bangalore | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 | 25.11 |
| 4445 BANBANG RIVER ENTRANCE | | | | | | | | | | | | |
| 4445 | Banbang | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 | 26.11 |

Products of Joint Geomatics of Hydrographic Publications with the permission of the Controller, Hydrographic Office and of the Hydrographers of the V.S.

INDIA EAST COAST: BANGLADESH: HOOGHY AND MEGHNA

| No. | Name | M.L. (m) | INDIAN MEAN TIDE | | | | | | | | | | | | Quarterly | Semi-Quarterly | Monthly | Reference |
|------|---------------|----------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------------|---------|-----------|
| | | | Low | Mean | High | Low | Mean | High | Low | Mean | High | Low | Mean | High | | | | |
| 4446 | Hooghly | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 | 27.11 |
| 4447 | Meghna | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 | 28.11 |
| 4448 | ... (partial) | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Products of Joint Geomatics of Hydrographic Publications with the permission of the Controller, Hydrographic Office and of the Hydrographers of the V.S.

A.2.10 BURMA - BASSEIN RIVER ENTRANCE (THAMHILA KYUN)

TIME ZONE -0630

TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M

JANUARY FEBRUARY MARCH APRIL MAY

YEAR 1966

LONGITUDE

TIME AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

1 0026 2.7 0116 2.0 0126 2.0 0137 1.7 0202 2.1 0216 1.9 0230 1.7 0244 1.7 0258 1.7

2 0031 0.6 0124 0.8 0134 0.8 0144 0.8 0209 0.9 0223 0.8 0237 0.8 0251 0.8 0305 0.8

3 0036 0.7 0128 0.9 0138 0.9 0148 0.9 0213 1.0 0227 0.9 0241 0.9 0255 0.9 0309 0.9

4 0041 0.8 0133 1.0 0143 1.0 0153 1.0 0218 1.1 0232 1.0 0246 1.0 0300 1.0 0314 1.0

5 0046 0.9 0138 1.1 0148 1.1 0158 1.1 0223 1.2 0237 1.1 0251 1.1 0305 1.1 0319 1.1

6 0051 1.0 0143 1.2 0153 1.2 0203 1.2 0228 1.3 0242 1.2 0256 1.2 0310 1.2 0324 1.2

7 0056 1.1 0148 1.3 0158 1.3 0208 1.3 0233 1.4 0247 1.3 0261 1.3 0275 1.3 0289 1.3

8 0101 1.2 0153 1.4 0203 1.4 0213 1.4 0238 1.5 0252 1.4 0306 1.4 0320 1.4 0334 1.4

9 0106 1.3 0158 1.5 0208 1.5 0218 1.5 0243 1.6 0257 1.5 0311 1.5 0325 1.5 0339 1.5

10 0111 1.4 0203 1.6 0213 1.6 0223 1.6 0248 1.7 0262 1.6 0276 1.6 0290 1.6 0304 1.6

11 0116 1.5 0208 1.7 0218 1.7 0228 1.7 0253 1.8 0267 1.7 0281 1.7 0295 1.7 0309 1.7

12 0121 1.6 0213 1.8 0223 1.8 0233 1.8 0258 1.9 0272 1.8 0286 1.8 0300 1.8 0314 1.8

13 0126 1.7 0218 1.9 0228 1.9 0238 1.9 0263 2.0 0277 1.9 0291 1.9 0305 1.9 0319 1.9

14 0131 1.8 0223 2.0 0233 2.0 0243 2.0 0268 2.1 0282 2.0 0296 2.0 0310 2.0 0324 2.0

15 0136 1.9 0228 2.1 0238 2.1 0248 2.1 0273 2.2 0287 2.1 0301 2.1 0315 2.1 0329 2.1

16 0141 2.0 0233 2.2 0243 2.2 0253 2.2 0278 2.3 0292 2.2 0306 2.2 0320 2.2 0334 2.2

17 0146 2.1 0238 2.3 0248 2.3 0258 2.3 0283 2.4 0297 2.3 0311 2.3 0325 2.3 0339 2.3

18 0151 2.2 0243 2.4 0253 2.4 0263 2.4 0288 2.5 0302 2.4 0316 2.4 0330 2.4 0344 2.4

19 0156 2.3 0248 2.5 0258 2.5 0268 2.5 0293 2.6 0307 2.5 0321 2.5 0335 2.5 0349 2.5

20 0201 2.4 0253 2.6 0263 2.6 0273 2.6 0298 2.7 0312 2.6 0326 2.6 0340 2.6 0354 2.6

21 0206 2.5 0258 2.7 0268 2.7 0278 2.7 0303 2.8 0317 2.7 0331 2.7 0345 2.7 0359 2.7

22 0211 2.6 0263 2.8 0273 2.8 0283 2.8 0308 2.9 0322 2.8 0336 2.8 0350 2.8 0404 2.8

23 0216 2.7 0268 2.9 0278 2.9 0288 2.9 0313 3.0 0327 2.9 0341 2.9 0355 2.9 0409 2.9

24 0221 2.8 0273 3.0 0283 3.0 0293 3.0 0318 3.1 0332 3.0 0346 3.0 0360 3.0 0414 3.0

25 0226 2.9 0278 3.1 0288 3.1 0298 3.1 0323 3.2 0337 3.1 0351 3.1 0405 3.1 0419 3.1

26 0231 3.0 0283 3.2 0293 3.2 0303 3.2 0328 3.3 0342 3.2 0356 3.2 0410 3.2 0424 3.2

27 0236 3.1 0288 3.3 0298 3.3 0308 3.3 0333 3.4 0347 3.3 0361 3.3 0415 3.3 0429 3.3

28 0241 3.2 0293 3.4 0303 3.4 0313 3.4 0338 3.5 0352 3.4 0406 3.4 0420 3.4 0434 3.4

29 0246 3.3 0298 3.5 0308 3.5 0318 3.5 0343 3.6 0357 3.5 0411 3.5 0425 3.5 0439 3.5

30 0251 3.4 0303 3.6 0313 3.6 0323 3.6 0348 3.7 0362 3.6 0416 3.6 0430 3.6 0444 3.6

31 0256 3.5 0308 3.7 0318 3.7 0328 3.7 0353 3.8 0367 3.7 0421 3.7 0435 3.7 0449 3.7

Published from journals of Hydrographic Publications with the permission of the Admiralty, His Majesty's Stationery Office, and the Hydrographic Office, London.

A.2.11 SINGAPORE STRAIT - BUFFALO ROCK

TIME ZONE -0710

TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M TIME M

JANUARY FEBRUARY MARCH APRIL MAY

YEAR 1970

LONGITUDE

TIME AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

1 0026 2.7 0116 2.0 0126 2.0 0137 1.7 0202 2.1 0216 1.9 0230 1.7 0244 1.7 0258 1.7

2 0031 0.6 0124 0.8 0134 0.8 0144 0.8 0209 0.9 0223 0.8 0237 0.8 0251 0.8 0305 0.8

3 0036 0.7 0128 0.9 0138 0.9 0148 0.9 0213 1.0 0227 0.9 0241 0.9 0255 0.9 0309 0.9

4 0041 0.8 0133 1.0 0143 1.0 0153 1.0 0218 1.1 0232 1.0 0246 1.0 0300 1.0 0314 1.0

5 0046 0.9 0138 1.1 0148 1.1 0158 1.1 0223 1.2 0237 1.1 0251 1.1 0305 1.1 0319 1.1

6 0051 1.0 0143 1.2 0153 1.2 0203 1.2 0228 1.3 0242 1.2 0256 1.2 0310 1.2 0324 1.2

7 0056 1.1 0148 1.3 0158 1.3 0208 1.3 0233 1.4 0247 1.3 0261 1.3 0275 1.3 0289 1.3

8 0101 1.2 0153 1.4 0203 1.4 0213 1.4 0238 1.5 0252 1.4 0266 1.4 0280 1.4 0294 1.4

9 0106 1.3 0158 1.5 0208 1.5 0218 1.5 0243 1.6 0257 1.5 0271 1.5 0285 1.5 0299 1.5

10 0111 1.4 0203 1.6 0213 1.6 0223 1.6 0248 1.7 0262 1.6 0276 1.6 0290 1.6 0304 1.6

11 0116 1.5 0208 1.7 0218 1.7 0228 1.7 0253 1.8 0267 1.7 0281 1.7 0295 1.7 0309 1.7

12 0121 1.6 0213 1.8 0223 1.8 0233 1.8 0258 1.9 0272 1.8 0286 1.8 0300 1.8 0314 1.8

13 0126 1.7 0218 1.9 0228 1.9 0238 1.9 0263 2.0 0277 1.9 0291 1.9 0305 1.9 0319 1.9

14 0131 1.8 0223 2.0 0233 2.0 0243 2.0 0268 2.1 0282 2.0 0296 2.0 0310 2.0 0324 2.0

15 0136 1.9 0228 2.1 0238 2.1 0248 2.1 0273 2.2 0287 2.1 0301 2.1 0315 2.1 0329 2.1

16 0141 2.0 0233 2.2 0243 2.2 0253 2.2 0278 2.3 0292 2.2 0306 2.2 0320 2.2 0334 2.2

17 0146 2.1 0238 2.3 0248 2.3 0258 2.3 0283 2.4 0297 2.3 0311 2.3 0325 2.3 0339 2.3

18 0151 2.2 0243 2.4 0253 2.4 0263 2.4 0288 2.5 0302 2.4 0316 2.4 0330 2.4 0344 2.4

19 0156 2.3 0248 2.5 0258 2.5 0268 2.5 0293 2.6 0307 2.5 0321 2.5 0335 2.5 0349 2.5

20 0201 2.4 0253 2.6 0263 2.6 0273 2.6 0298 2.7 0312 2.6 0326 2.6 0340 2.6 0354 2.6

21 0206 2.5 0258 2.7 0268 2.7 0278 2.7 0303 2.8 0317 2.7 0331 2.7 0345 2.7 0359 2.7

22 0211 2.6 0263 2.8 0273 2.8 0283 2.8 0308 2.9 0322 2.8 0336 2.8 0350 2.8 0404 2.8

23 0216 2.7 0268 2.9 0278 2.9 0288 2.9 0313 3.0 0327 2.9 0341 2.9 0355 2.9 0409 2.9

24 0221 2.8 0273 3.0 0283 3.0 0293 3.0 0318 3.1 0332 3.0 0346 3.0 0360 3.0 0414 3.0

25 0226 2.9 0278 3.1 0288 3.1 0298 3.1 0323 3.2 0337 3.1 0351 3.1 0405 3.1 0419 3.1

26 0231 3.0 0283 3.2 0293 3.2 0303 3.2 0328 3.3 0342 3.2 0356 3.2 0410 3.2 0424 3.2

27 0236 3.1 0288 3.3 0298 3.3 0308 3.3 0333 3.4 0347 3.3 0361 3.3 0415 3.3 0429 3.3

28 0241 3.2 0293 3.4 0303 3.4 0313 3.4 0338 3.5 0352 3.4 0406 3.4 0420 3.4 0434 3.4

29 0246 3.3 0298 3.5 0308 3.5 0318 3.5 0343 3.6 0357 3.5 0411 3.5 0425 3.5 0439 3.5

30 0251 3.4 0303 3.6 0313 3.6 0323 3.6 0348 3.7 0362 3.6 0416 3.6 0430 3.6 0444 3.6

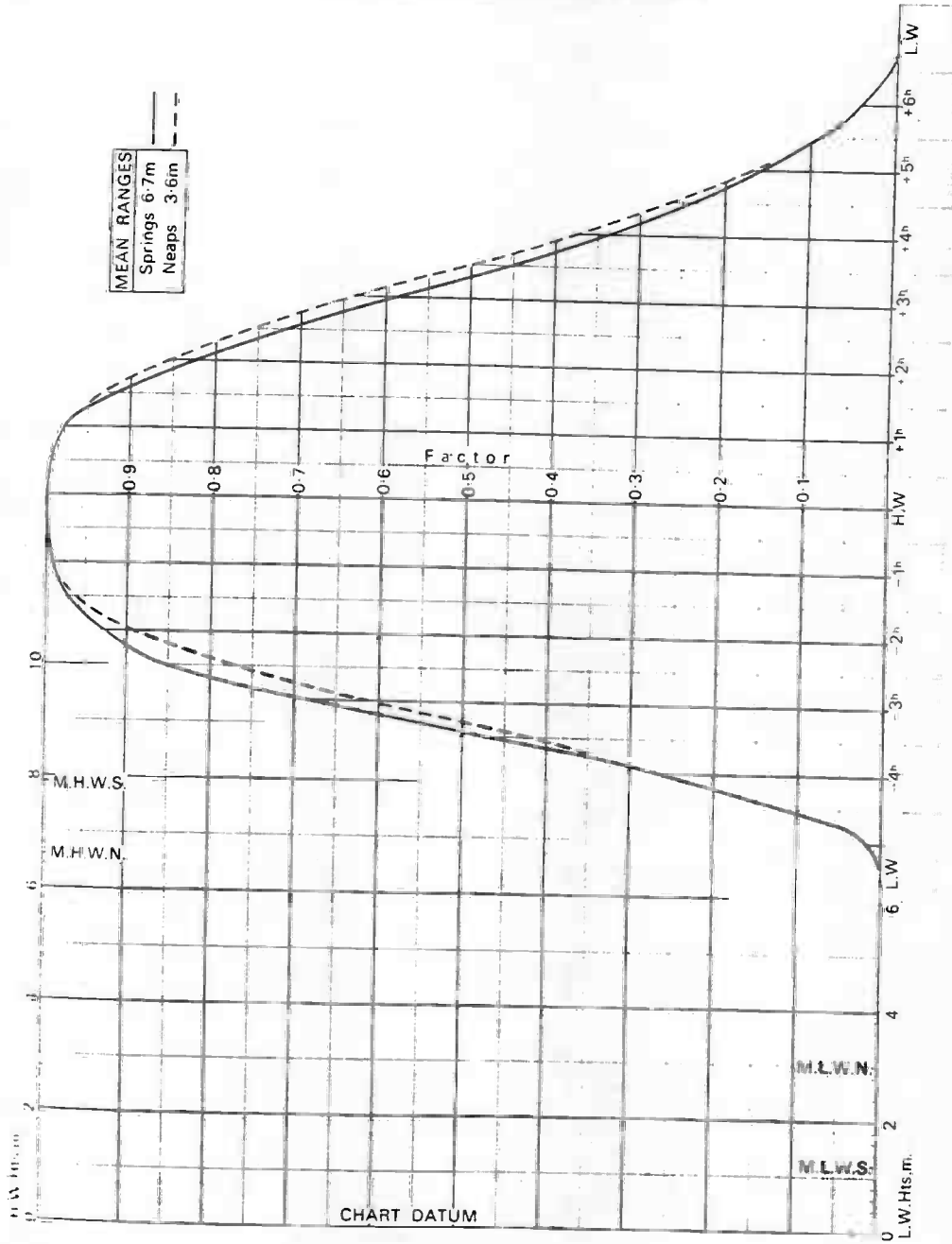
31 0256 3.5 0308 3.7 0318 3.7 0328 3.7 0353 3.8 0367 3.7 0421 3.7 0435 3.7 0449 3.7

Published from journals of Hydrographic Publications with the permission of the Admiralty, His Majesty's Stationery Office, and the Hydrographic Office, London.

A.2.15

LE HAVRE

MEAN SPRING AND NEAP CURVES
Spirings occurs 2 days after New and Full Moon.



FRANCE: NORTH COAST - LE HAVRE

TIME ZONE -0100

AT 4828M LONG 007E

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 1944

| SEPTEMBER | | OCTOBER | | NOVEMBER | | DECEMBER | |
|------------|--------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|
| TIME | HEIGHT | TIME | HEIGHT | TIME | HEIGHT | TIME | HEIGHT |
| 1 027 2.7 | 16.00 | 1 045 2.1 | 16.03 | 1 063 1.4 | 16.06 | 1 081 0.7 | 16.09 |
| 1 092 2.6 | 15.33 | 1 110 2.0 | 15.36 | 1 128 1.3 | 15.39 | 1 146 0.6 | 15.42 |
| 1 147 2.5 | 14.66 | 1 165 1.9 | 14.69 | 1 183 1.2 | 14.72 | 1 201 0.5 | 14.75 |
| 1 202 2.4 | 14.00 | 1 227 1.8 | 14.03 | 1 245 1.1 | 14.06 | 1 263 0.4 | 14.09 |
| 1 257 2.3 | 13.33 | 1 282 1.7 | 13.36 | 1 300 1.0 | 13.39 | 1 318 0.3 | 13.42 |
| 1 312 2.2 | 12.66 | 1 337 1.6 | 12.69 | 1 355 0.9 | 12.72 | 1 373 0.2 | 12.75 |
| 1 367 2.1 | 12.00 | 1 392 1.5 | 12.03 | 1 410 0.8 | 12.06 | 1 428 0.1 | 12.09 |
| 1 422 2.0 | 11.33 | 1 447 1.4 | 11.36 | 1 465 0.7 | 11.39 | 1 483 0.0 | 11.42 |
| 1 477 1.9 | 10.66 | 1 502 1.3 | 10.69 | 1 517 0.6 | 10.72 | 1 535 0.0 | 10.75 |
| 1 532 1.8 | 10.00 | 1 557 1.2 | 10.03 | 1 572 0.5 | 10.06 | 1 590 0.0 | 10.09 |
| 1 587 1.7 | 9.33 | 1 612 1.1 | 9.36 | 1 624 0.4 | 9.39 | 1 642 0.0 | 9.42 |
| 2 042 1.6 | 8.66 | 1 667 1.0 | 8.69 | 1 679 0.3 | 8.72 | 1 697 0.0 | 8.75 |
| 2 097 1.5 | 8.00 | 1 722 0.9 | 8.03 | 1 734 0.2 | 8.06 | 1 752 0.0 | 8.09 |
| 2 152 1.4 | 7.33 | 1 777 0.8 | 7.36 | 1 789 0.1 | 7.39 | 1 807 0.0 | 7.42 |
| 2 207 1.3 | 6.66 | 1 832 0.7 | 6.69 | 1 844 0.0 | 6.72 | 1 862 0.0 | 6.75 |
| 2 262 1.2 | 6.00 | 1 887 0.6 | 6.03 | 1 899 0.0 | 6.06 | 1 917 0.0 | 6.09 |
| 2 317 1.1 | 5.33 | 1 942 0.5 | 5.36 | 1 954 0.0 | 5.39 | 1 972 0.0 | 5.42 |
| 2 372 1.0 | 4.66 | 1 997 0.4 | 4.69 | 1 1000 0.0 | 5.06 | 1 1018 0.0 | 5.09 |
| 2 427 0.9 | 4.00 | 2 052 0.3 | 4.03 | 2 064 0.0 | 5.06 | 2 082 0.0 | 5.09 |
| 2 482 0.8 | 3.33 | 2 107 0.2 | 3.36 | 2 119 0.0 | 5.06 | 2 137 0.0 | 5.09 |
| 2 537 0.7 | 2.66 | 2 162 0.1 | 2.69 | 2 174 0.0 | 5.06 | 2 192 0.0 | 5.09 |
| 3 042 0.6 | 2.00 | 2 217 0.0 | 2.03 | 2 229 0.0 | 5.06 | 2 247 0.0 | 5.09 |
| 3 097 0.5 | 1.33 | 2 272 0.0 | 1.36 | 2 284 0.0 | 5.06 | 2 302 0.0 | 5.09 |
| 3 152 0.4 | 0.66 | 2 327 0.0 | 0.69 | 2 339 0.0 | 5.06 | 2 350 0.0 | 5.09 |
| 3 207 0.3 | 0.00 | 2 382 0.0 | 0.03 | 2 394 0.0 | 5.06 | 2 405 0.0 | 5.09 |
| 3 262 0.2 | 0.00 | 2 437 0.0 | 0.03 | 2 449 0.0 | 5.06 | 2 460 0.0 | 5.09 |
| 3 317 0.1 | 0.00 | 2 492 0.0 | 0.03 | 2 504 0.0 | 5.06 | 2 515 0.0 | 5.09 |
| 3 372 0.0 | 0.00 | 2 547 0.0 | 0.03 | 2 562 0.0 | 5.06 | 2 573 0.0 | 5.09 |
| 3 427 0.0 | 0.00 | 2 602 0.0 | 0.03 | 2 617 0.0 | 5.06 | 2 628 0.0 | 5.09 |
| 3 482 0.0 | 0.00 | 2 657 0.0 | 0.03 | 2 672 0.0 | 5.06 | 2 683 0.0 | 5.09 |
| 3 537 0.0 | 0.00 | 2 712 0.0 | 0.03 | 2 727 0.0 | 5.06 | 2 738 0.0 | 5.09 |
| 3 592 0.0 | 0.00 | 2 767 0.0 | 0.03 | 2 782 0.0 | 5.06 | 2 793 0.0 | 5.09 |
| 4 047 0.0 | 0.00 | 2 822 0.0 | 0.03 | 2 837 0.0 | 5.06 | 2 848 0.0 | 5.09 |
| 4 102 0.0 | 0.00 | 2 877 0.0 | 0.03 | 2 892 0.0 | 5.06 | 2 903 0.0 | 5.09 |
| 4 157 0.0 | 0.00 | 2 932 0.0 | 0.03 | 2 947 0.0 | 5.06 | 2 958 0.0 | 5.09 |
| 4 212 0.0 | 0.00 | 2 987 0.0 | 0.03 | 3 002 0.0 | 5.06 | 3 013 0.0 | 5.09 |
| 4 267 0.0 | 0.00 | 3 042 0.0 | 0.03 | 3 057 0.0 | 5.06 | 3 068 0.0 | 5.09 |
| 4 322 0.0 | 0.00 | 3 097 0.0 | 0.03 | 3 112 0.0 | 5.06 | 3 123 0.0 | 5.09 |
| 4 377 0.0 | 0.00 | 3 152 0.0 | 0.03 | 3 167 0.0 | 5.06 | 3 178 0.0 | 5.09 |
| 4 432 0.0 | 0.00 | 3 207 0.0 | 0.03 | 3 222 0.0 | 5.06 | 3 233 0.0 | 5.09 |
| 4 487 0.0 | 0.00 | 3 262 0.0 | 0.03 | 3 277 0.0 | 5.06 | 3 288 0.0 | 5.09 |
| 4 542 0.0 | 0.00 | 3 317 0.0 | 0.03 | 3 332 0.0 | 5.06 | 3 343 0.0 | 5.09 |
| 4 597 0.0 | 0.00 | 3 372 0.0 | 0.03 | 3 387 0.0 | 5.06 | 3 398 0.0 | 5.09 |
| 5 052 0.0 | 0.00 | 3 427 0.0 | 0.03 | 3 442 0.0 | 5.06 | 3 453 0.0 | 5.09 |
| 5 107 0.0 | 0.00 | 3 482 0.0 | 0.03 | 3 497 0.0 | 5.06 | 3 508 0.0 | 5.09 |
| 5 162 0.0 | 0.00 | 3 537 0.0 | 0.03 | 3 552 0.0 | 5.06 | 3 563 0.0 | 5.09 |
| 5 217 0.0 | 0.00 | 3 592 0.0 | 0.03 | 3 607 0.0 | 5.06 | 3 618 0.0 | 5.09 |
| 5 272 0.0 | 0.00 | 3 647 0.0 | 0.03 | 3 662 0.0 | 5.06 | 3 673 0.0 | 5.09 |
| 5 327 0.0 | 0.00 | 3 702 0.0 | 0.03 | 3 717 0.0 | 5.06 | 3 728 0.0 | 5.09 |
| 5 382 0.0 | 0.00 | 3 757 0.0 | 0.03 | 3 772 0.0 | 5.06 | 3 783 0.0 | 5.09 |
| 5 437 0.0 | 0.00 | 3 812 0.0 | 0.03 | 3 827 0.0 | 5.06 | 3 838 0.0 | 5.09 |
| 5 492 0.0 | 0.00 | 3 867 0.0 | 0.03 | 3 882 0.0 | 5.06 | 3 893 0.0 | 5.09 |
| 5 547 0.0 | 0.00 | 3 922 0.0 | 0.03 | 3 937 0.0 | 5.06 | 3 948 0.0 | 5.09 |
| 6 002 0.0 | 0.00 | 3 977 0.0 | 0.03 | 3 992 0.0 | 5.06 | 4 003 0.0 | 5.09 |
| 6 057 0.0 | 0.00 | 4 032 0.0 | 0.03 | 4 047 0.0 | 5.06 | 4 058 0.0 | 5.09 |
| 6 112 0.0 | 0.00 | 4 087 0.0 | 0.03 | 4 102 0.0 | 5.06 | 4 113 0.0 | 5.09 |
| 6 167 0.0 | 0.00 | 4 142 0.0 | 0.03 | 4 157 0.0 | 5.06 | 4 168 0.0 | 5.09 |
| 6 222 0.0 | 0.00 | 4 197 0.0 | 0.03 | 4 212 0.0 | 5.06 | 4 223 0.0 | 5.09 |
| 6 277 0.0 | 0.00 | 4 252 0.0 | 0.03 | 4 267 0.0 | 5.06 | 4 278 0.0 | 5.09 |
| 6 332 0.0 | 0.00 | 4 307 0.0 | 0.03 | 4 322 0.0 | 5.06 | 4 333 0.0 | 5.09 |
| 6 387 0.0 | 0.00 | 4 362 0.0 | 0.03 | 4 377 0.0 | 5.06 | 4 388 0.0 | 5.09 |
| 6 442 0.0 | 0.00 | 4 417 0.0 | 0.03 | 4 432 0.0 | 5.06 | 4 443 0.0 | 5.09 |
| 6 497 0.0 | 0.00 | 4 472 0.0 | 0.03 | 4 487 0.0 | 5.06 | 4 498 0.0 | 5.09 |
| 6 552 0.0 | 0.00 | 4 527 0.0 | 0.03 | 4 542 0.0 | 5.06 | 4 553 0.0 | 5.09 |
| 7 007 0.0 | 0.00 | 4 582 0.0 | 0.03 | 4 597 0.0 | 5.06 | 4 608 0.0 | 5.09 |
| 7 062 0.0 | 0.00 | 4 637 0.0 | 0.03 | 4 652 0.0 | 5.06 | 4 663 0.0 | 5.09 |
| 7 117 0.0 | 0.00 | 4 692 0.0 | 0.03 | 4 707 0.0 | 5.06 | 4 718 0.0 | 5.09 |
| 7 172 0.0 | 0.00 | 4 747 0.0 | 0.03 | 4 762 0.0 | 5.06 | 4 773 0.0 | 5.09 |
| 7 227 0.0 | 0.00 | 4 802 0.0 | 0.03 | 4 817 0.0 | 5.06 | 4 828 0.0 | 5.09 |
| 7 282 0.0 | 0.00 | 4 857 0.0 | 0.03 | 4 872 0.0 | 5.06 | 4 883 0.0 | 5.09 |
| 7 337 0.0 | 0.00 | 4 912 0.0 | 0.03 | 4 927 0.0 | 5.06 | 4 938 0.0 | 5.09 |
| 7 392 0.0 | 0.00 | 4 967 0.0 | 0.03 | 4 982 0.0 | 5.06 | 4 993 0.0 | 5.09 |
| 7 447 0.0 | 0.00 | 5 022 0.0 | 0.03 | 5 037 0.0 | 5.06 | 5 048 0.0 | 5.09 |
| 7 502 0.0 | 0.00 | 5 077 0.0 | 0.03 | 5 092 0.0 | 5.06 | 5 103 0.0 | 5.09 |
| 7 557 0.0 | 0.00 | 5 132 0.0 | 0.03 | 5 147 0.0 | 5.06 | 5 158 0.0 | 5.09 |
| 8 012 0.0 | 0.00 | 5 187 0.0 | 0.03 | 5 202 0.0 | 5.06 | 5 213 0.0 | 5.09 |
| 8 067 0.0 | 0.00 | 5 242 0.0 | 0.03 | 5 257 0.0 | 5.06 | 5 268 0.0 | 5.09 |
| 8 122 0.0 | 0.00 | 5 297 0.0 | 0.03 | 5 312 0.0 | 5.06 | 5 323 0.0 | 5.09 |
| 8 177 0.0 | 0.00 | 5 352 0.0 | 0.03 | 5 367 0.0 | 5.06 | 5 378 0.0 | 5.09 |
| 8 232 0.0 | 0.00 | 5 407 0.0 | 0.03 | 5 422 0.0 | 5.06 | 5 433 0.0 | 5.09 |
| 8 287 0.0 | 0.00 | 5 462 0.0 | 0.03 | 5 477 0.0 | 5.06 | 5 488 0.0 | 5.09 |
| 8 342 0.0 | 0.00 | 5 517 0.0 | 0.03 | 5 532 0.0 | 5.06 | 5 543 0.0 | 5.09 |
| 8 397 0.0 | 0.00 | 5 572 0.0 | 0.03 | 5 587 0.0 | 5.06 | 5 598 0.0 | 5.09 |
| 8 452 0.0 | 0.00 | 5 627 0.0 | 0.03 | 5 642 0.0 | 5.06 | 5 653 0.0 | 5.09 |
| 8 507 0.0 | 0.00 | 5 682 0.0 | 0.03 | 5 697 0.0 | 5.06 | 5 708 0.0 | 5.09 |
| 8 562 0.0 | 0.00 | 5 737 0.0 | 0.03 | 5 752 0.0 | 5.06 | 5 763 0.0 | 5.09 |
| 9 017 0.0 | 0.00 | 5 792 0.0 | 0.03 | 5 807 0.0 | 5.06 | 5 818 0.0 | 5.09 |
| 9 072 0.0 | 0.00 | 5 847 0.0 | 0.03 | 5 862 0.0 | 5.06 | 5 873 0.0 | 5.09 |
| 9 127 0.0 | 0.00 | 5 902 0.0 | 0.03 | 5 917 0.0 | 5.06 | 5 928 0.0 | 5.09 |
| 9 182 0.0 | 0.00 | 5 957 0.0 | 0.03 | 5 972 0.0 | 5.06 | 5 983 0.0 | 5.09 |
| 9 237 0.0 | 0.00 | 6 012 0.0 | 0.03 | 6 027 0.0 | 5.06 | 6 038 0.0 | 5.09 |
| 9 292 0.0 | 0.00 | 6 067 0.0 | 0.03 | 6 082 0.0 | 5.06 | 6 093 0.0 | 5.09 |
| 9 347 0.0 | 0.00 | 6 122 0.0 | 0.03 | 6 137 0.0 | 5.06 | 6 148 0.0 | 5.09 |
| 9 402 0.0 | 0.00 | 6 177 0.0 | 0.03 | 6 192 0.0 | 5.06 | 6 203 0.0 | 5.09 |
| 9 457 0.0 | 0.00 | 6 232 0.0 | 0.03 | 6 247 0.0 | 5.06 | 6 258 0.0 | 5.09 |
| 9 512 0.0 | 0.00 | 6 287 0.0 | 0.03 | 6 302 0.0 | 5.06 | 6 313 0.0 | 5.09 |
| 9 567 0.0 | 0.00 | 6 342 0.0 | 0.03 | 6 357 0.0 | 5.06 | 6 368 0.0 | 5.09 |
| 10 022 0.0 | 0.00 | 6 397 0.0 | 0.03 | 6 412 0.0 | 5.06 | 6 423 0.0 | 5.09 |
| 10 077 0.0 | 0.00 | 6 452 0.0 | 0.03 | 6 467 0.0 | 5.06 | 6 478 0.0 | 5.09 |
| 10 132 0.0 | 0.00 | 6 507 0.0 | 0.03 | 6 522 0.0 | 5.06 | 6 533 0.0 | 5.09 |
| 10 187 0.0 | 0.00 | 6 562 0.0 | 0.03 | 6 577 0.0 | 5.06 | 6 588 0.0 | 5.09 |
| 10 242 0.0 | 0.00 | 6 617 0.0 | 0.03 | 6 632 0.0 | 5.06 | 6 643 0.0 | 5.09 |
| 10 297 0.0 | 0.00 | 6 672 0.0 | 0.03 | 6 687 0.0 | 5.06 | 6 698 0.0 | 5.09 |
| 10 352 0.0 | 0.00 | 6 727 0.0 | 0.03 | 6 742 0.0 | 5.06 | 6 753 0.0 | 5.09 |
| 10 407 0.0 | 0.00 | 6 782 0.0 | 0.03 | 6 797 0.0 | 5.06 | 6 808 0.0 | 5.09 |
| 10 462 0.0 | 0.00 | 6 837 0.0 | 0.03 | 6 852 0.0 | 5.06 | 6 863 0.0 | 5.09 |
| 10 517 0.0 | 0.00 | 6 892 0.0 | 0.03 | 6 907 0.0 | 5.06 | 6 918 0.0 | 5.09 |
| 10 572 0.0 | 0.00 | 6 947 0.0 | 0.03 | 6 962 0.0 | 5.06 | 6 973 0.0 | 5.09 |
| 11 027 0.0 | 0.00 | 7 002 0.0 | 0.03 | 7 017 0.0 | 5.06 | 7 028 0.0 | 5.09 |
| 11 082 0.0 | 0.00 | 7 057 0.0 | 0.03 | 7 072 0.0 | 5.06 | 7 083 0.0 | 5.09 |
| 11 137 0.0 | 0.00 | 7 112 0.0 | 0.03 | 7 127 0.0 | 5.06 | 7 138 0.0 | 5.09 |
| 11 192 0.0 | 0 | | | | | | |

3 HORIZONTALE EN VERTIKALE GETIJBEWEGING

3.1 Inleiding

Voor de navigatie op ondiep water met geringe "Under Keel Clearance" (UKC) is het uiteraard van het grootste belang om op de hoogte zijn van de vertikale waterbeweging ten gevolge van het getij. Daarnaast is kennis van de horizontale waterbeweging door het getij - de getijstroom - noodzakelijk voor de bepaling van de grondvaart (v_{gr}) en de opstuurhoek voor stroom (st), zie zie dictaat Mt012

In dit hoofdstuk zal aangegeven worden, hoe de voor de navigatie benodigde gegevens kunnen worden verkregen. De daarvoor benodigde boekwerken en kaarten zijn:

- de Admiralty Tide Tables (ATT)
- de Getijtafels voor Nederland
- de Getijtafels voor de Zeehavens van Nederland en voor Antwerpen en Zeebrugge
- de Nederlandse stroomatlassen
- de BA-stroomatlassen
- zeekaarten en zeemansgidsen
- "Cotidal"- en "Corange"-kaarten.

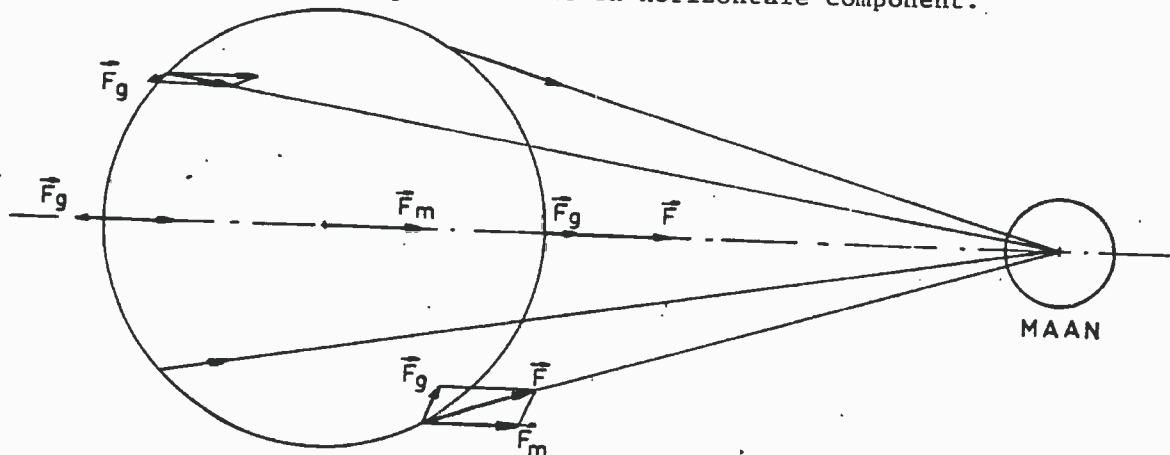
Er wordt een korte beschrijving gegeven van de getijoorzaken. Mathematische afleidingen van getijkrachten worden niet gegeven, noch wordt ingegaan op de hydrodynamica van de getijgolven; zie hiervoor bijvoorbeeld het college B75 [1].

3.2 Oorzaak van de getijbeweging

De getijbeweging op aarde wordt veroorzaakt door de aantrekkingskrachten van zon en maan. De invloed van andere hemellichamen is te verwaarlozen. In figuur 3.1 is de aantrekkingskracht \vec{F} getekend, die door de maan wordt uitgeoefend op eenheidsmassadeeltjes op aarde. De kracht in het middelpunt is gelijk aan \vec{F}_m . In elk punt op het aardoppervlak wordt F ontbonden volgens

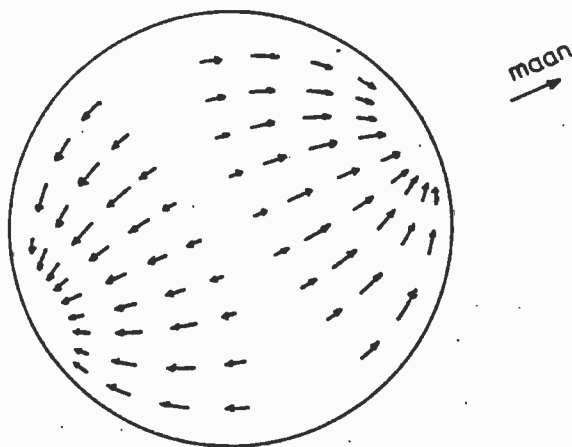
$$\vec{F} = \vec{F}_m + \vec{F}_g$$

Het krachtenveld \vec{F} is homogeen en dient om de planetaire beweging van de maan om de aarde in stand te houden (wetten van Kepler). De plaatselijke residu-kracht \vec{F}_g wordt de getijverwekkende kracht genoemd. Deze wordt weer ontbonden in een plaatselijk verticale en horizontale component.



Figuur 3.1 Ontstaan getijkracht.

De verticale component geeft een bijdrage aan de plaatselijke zwaartekrachtversnelling, maar zal geen verplaatsing van de waterdeeltjes tot gevolg hebben. De horizontale component is de sleepkracht F_s en wordt ook wel de getijkracht genoemd. In figuur 3.2 is de verdeling van deze getijkracht over het aardoppervlak weergegeven. In figuur 3.3 is de theoretische verdeling van het water over het aardoppervlak gegeven, indien de aarde geheel met water zou zijn bedekt. Voor breedtes groter dan $(90^\circ - \text{declinatie})$ zien we een enkeldaags (ED) getij en voor breedtes kleiner dan $(90^\circ - \text{declinatie})$ zien we een dubbeldaags (DD) getij. Alleen op de equator zijn de hoogtes van beide HW gelijk en is de valtijd gelijk aan de rijstijd.



Figuur 3.2. De getijkracht.

Voor de aantrekkingskracht door de zon geldt een zelfde beschouwing. De getijkracht die door de zon wordt veroorzaakt, is ongeveer de helft van de maansgetijkracht.

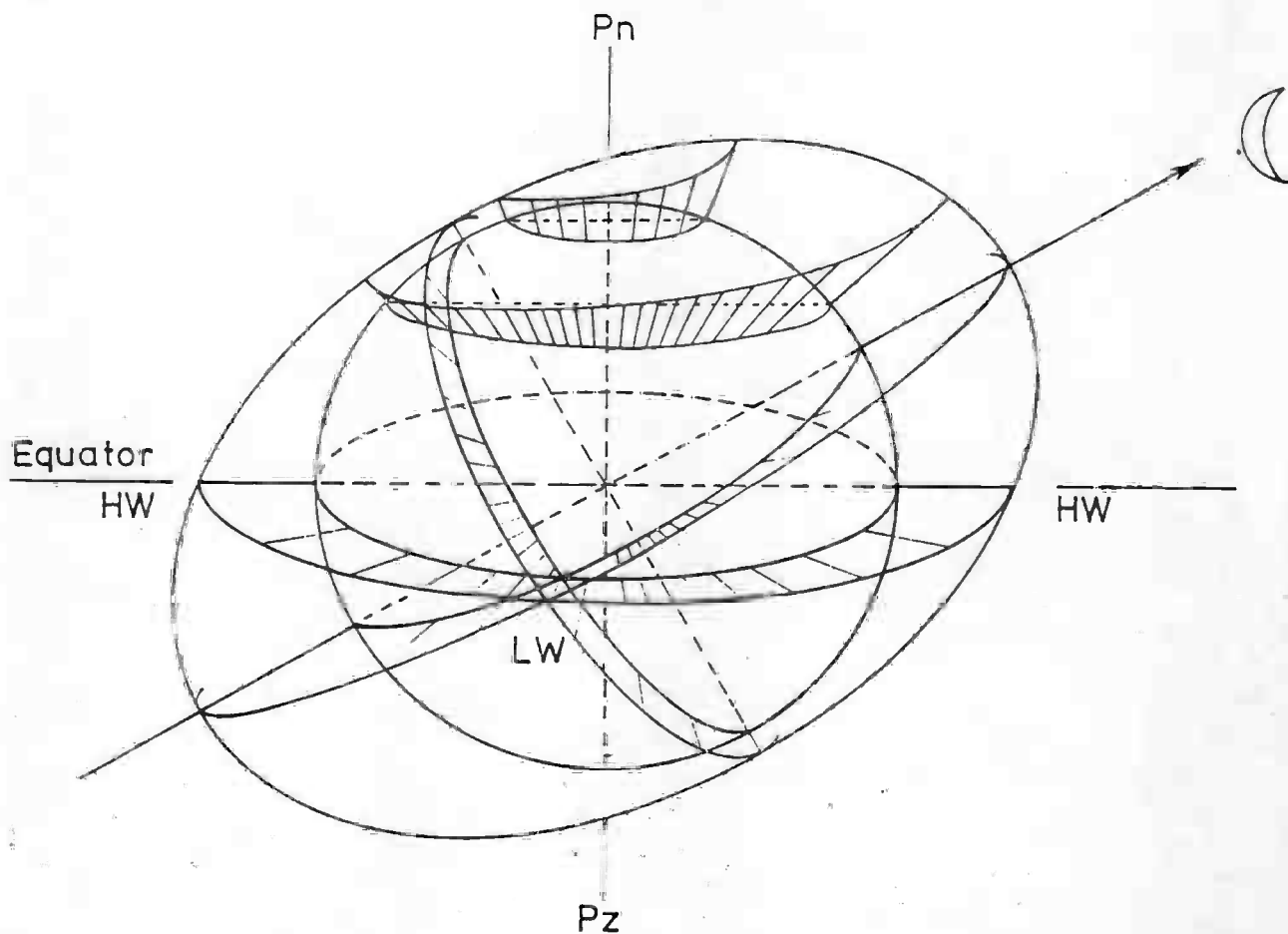
De getijhoogte, zoals voorgesteld in figuur 3.3, wordt de getijhoogte volgens de evenwichtstheorie (ET) genoemd; Newton was de grondlegger van deze theorie.

Voor de voorspelling van een plaatselijke getijhoogte op een gegeven tijdstip is de ET ontoereikend. De getijgolven van zon en maan worden in hun baan onderbroken door de continenten; daarnaast spelen de Corioliskracht en de bodemwrijving een rol. Bovendien zal de eigenfrequentie van een zee of bekken bepalen voor welke periodieke beweging de betreffende zee het meest "gevoelig" is (resonantie).

Het belang van de ET is, dat de plaatselijke getijbeweging is te ontbinden in een aantal componenten waarvan de periodes overeenkomen met de periodes van de exiterende krachten volgens de ET. Deze exiterende krachten hebben een astronomische oorsprong, waardoor de periodes van deze krachten te berekenen zijn; bovendien is hun fase op een bepaald tijdstip bekend en is de verhouding van de amplituden volgens de ET bekend. In het navolgende wordt hiervan gebruik gemaakt.

3.3 Partiële getijden

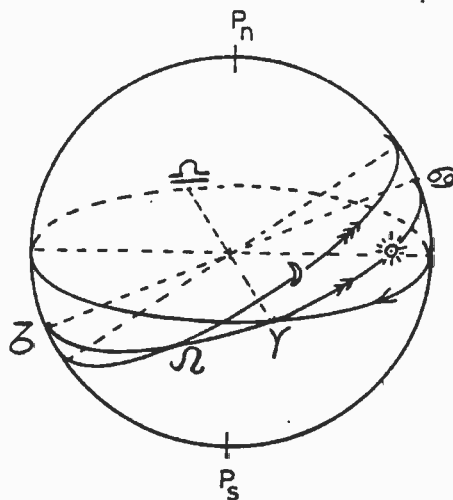
Door de draaiing van de aarde, de beweging van de aarde om de zon, de beweging van de maan om de aarde en de schommelingen (precessies) van zonsbaan en maansbaan, is de getijkracht plaatselijk variabel. De getijkracht wordt nu ontbonden in een aantal periodiek veranderende krachten waarvan de



Figuur 3.3 Het evenwichtsgetij.

periodes afgeleid kunnen worden uit een aantal grondperiodes:

1. Het tropisch jaar is de gemiddelde tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende passages van de zon in zijn schijnbare jaarbaan door het punt γ (het lentepunt). Het punt γ is gedefinieerd als het punt waar de zonsbaan (ecliptica) de equator snijdt, namelijk het punt waar de noorderdeclinatie krijgt, zie figuur 3.4. De hoek tussen equator en ecliptica is ongeveer 23.5° . Het tropisch jaar duurt gemiddeld 365.2422 dag, $\omega_s = 0,041^\circ/\text{h}$.
2. Het punt waar de zon het dichtst bij de aarde staat (omstreeks 1 januari) in zijn ellipsbaan heet het perigeum. Dit perigeum verplaatst zich in de baan met een periode van ongeveer 20940 jaar en is verder verwaarloosbaar.
3. De tropische maand is de gemiddelde tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende doorgangen van de maan langs het punt γ , de tijdsduur is 27.3216 dagen, $\omega_m = 0.549^\circ/\text{h}$.
4. Het perigeum van de maansbaan draait rond in circa 9 jaar, $\omega_p = 0.0046^\circ/\text{h}$.
5. De klimmende knoop Ω van de maansbaan is het punt waar de maan de ecliptica passeert naar de noordzijde. De verbindingslijn $\Omega - \gamma$ (de knopenlijn) draait rond in een periode van circa 18.6 jaar.
6. Bovendien draait de aarde zelf om haar as en wel in 0.997 dag, $\omega_a = 15.041^\circ/\text{h}$.



Figuur 3.4 De hemelbol met equator, zonsbaan en maansbaan.

De dag zoals hiervoor gebruikt, is de zogenaamde middelbare zonnedag, de gemiddelde tijd tussen twee opeenvolgende doorgangen van de zon door de meridiaan van Greenwich. Deze middelbare zonnedag is nagenoeg gelijk aan $24 \times 60 \times 60$ seconden, waarbij de seconde is gedefinieerd in het SI-stelsel.

De plaatselijk waargenomen getijbeweging kan worden ontbonden in ED- en DD-componenten, waarvan de hoeksnelheden lineaire combinaties zijn van de hoeksnelheden die volgen uit de punten 1, 2, 3 en 5 zoals hierboven genoemd. (In verband met de kleine hoeksnelheid wordt de invloed van punt 4 niet als periodieke functie in de jaartabellen verwerkt, maar de invloed wordt als correctie verwerkt op de andere componenten, de correctie voor de knopenlijn, zie paragraaf 3.4).

Zo kunnen o.a. de volgende partiële getijden worden onderkend:

- dubbeldaags middelbaar zonsgetij S_2 , met hoeksnelheid $2\omega_a - 2\omega_z = 30^\circ/\text{h}$
- dubbeldaags middelbaar maansgetij M_2 , met hoeksnelheid $2\omega_a^a - 2\omega_m^m = 28.984^\circ/\text{h}$
- dubbeldaags groot maanselliptisch getij N_2 , met hoeksnelheid $2\omega_a - 3\omega_m + \omega_p = 28.440^\circ/\text{h}$
- dubbeldaags maans-zons declinatiegetij K_2 met hoeksnelheid $2\omega_a = 30.082^\circ/\text{h}$
- enkeldaags maans-zons declinatiegetij K_1 met hoeksnelheid $\omega_a^a = 15.041^\circ/\text{h}$
- enkeldaags maansdeclinatiegetij O_1 met hoeksnelheid $\omega_a - 2\omega_m = 13.943^\circ/\text{h}$
- enkeldaags zonsdeclinatiegetij P_1 met hoeksnelheid $\omega_a^a - 2\omega_z^z = 14.959^\circ/\text{h}$

In [1] worden zo de hoeksnelheden van 37 partiële getijden bepaald, die een astronomische oorzaak hebben.

Door niet-lineaire verschijnselen, zoals bodemweerstand, ontstaan naast de hiervoor genoemde partiële getijden, de zogenaamde ondiepwatergetijden. Een aantal hiervan is:

- het 4-daags middelbaar maansgetij M_4 met hoeksnelheid $4\omega_a - 4\omega_m = 57.968^\circ/\text{h}$
- het 6-daags middelbaar maansgetij M_6 met hoeksnelheid $6\omega_a - 6\omega_m =$

- 86.952 °/h
- het dubbeldaags getij $2MS_2$ met hoeksnelheid $2\omega_a - 2\omega_m + 2\omega_z = 29.066$ °/h
 - MS_4 , MN_4 , $2MS_6$, MK_3 , MO_3 , enz.

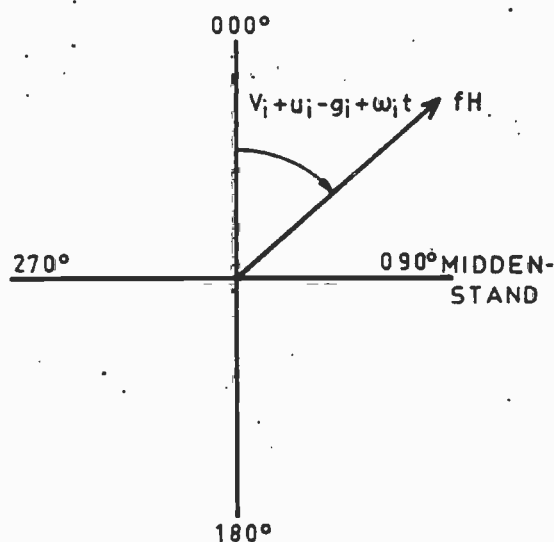
In [1] worden 33 partiële ondiepwatergetijden genoemd.

In de getijtafels voor Nederland worden gegevens verstrekt voor totaal 26 partiële getijden, zie blz. A1. In de ATT worden diverse partiële getijden gecombineerd en is het totaal aantal partiële getijden waarmee gewerkt wordt gelijk aan 6, zie blz. A2 en A3.

Voor de voorspelling van de tijdstippen van HW en LW en de daarbij behorende waterstanden voor de Standard Ports in de ATT (dagbladzijden, zie blz. A4) wordt rekening gehouden met méer partiële getijden. Hierdoor kan het voorkomen, dat de berekende getijcurve voor een bepaalde dag en plaats met behulp van de zes partiële getijden een iets andere waterstand en/of tijdstip HW/LW geeft dan de gegevens op de dagbladzijde. De gegevens op de dagbladzijde zijn dan nauwkeuriger.

3.4 Getijconstanten

Wij kunnen de getijbeweging van elk partieel getij voorstellen door een draaiende vector, de getijwijzer, waarvan de lengte gelijk is aan de amplitude H van het partiële getij. In de hoogste stand geeft de getijwijzer plaatselijk HW. De getijwijzer laten we rechtsom draaien, zie figuur 3.5. De fase van het partiële getij volgens de ET voor de meridiaan van Greenwich te 0000 GMT (Greenwich meantime) wordt het astronomisch argument V_i genoemd.



Figuur 3.5 De getijwijzer.

De correctie op de fase in verband met de stand van de knopenlijn is voor het betreffende jaar berekend als u_i . Voor zonsgetijden is $u_i = 0$. In de ATT zijn tabellen gegeven voor $V_i + u_i$ op 0000 GMT op opeenvolgende dagen van het betreffende jaar, zie blz. A5. Voorts is in deze tabel de correctie f_i gegeven voor de amplitude H_i in verband met de knopenlijn. Het verloop van de waterstand in GMT ten gevolge van een partieel getij volgens de ET zou zijn op de meridiaan van Greenwich:

$$y_i(t) = f_i H_i \cos(V_i + u_i + \omega_i t)$$

Voor een plaats op L° El (L rondgeteld van 000° - 360°) wordt de waterstand in GMT volgens de ET gegeven door

$$y_i(t) = f_i H_i \cos(V_i + u_i + \omega_i t + pL)$$

waar $p = 1, 2, 3, \dots$ voor respectievelijk ED, DD, 3D ... getijden.

Ligt de plaats in een tijdzone waarvoor geldt $ST + S = GMT$, dan is de plaatselijke waterstand in ST volgens de ET van een partieel getij

$$y_i(t) = f_i H_i \cos(V_i + u_i + \omega_i t + pL + S\omega_i)$$

Het werkelijke partiële getij heeft echter een faseachterstand ten opzichte van de fase volgens de ET. Deze faseachterstand is plaatsafhankelijk en wordt het kappagetal κ_i genoemd. Kappagetal en amplitude worden de plaatselijke getijconstanten genoemd en worden bepaald uit getijwaarnemingen van tenminste vijf opeenvolgende jaren.

$$y_i(t) = f_i H_i \cos(V_i + u_i + \omega_i t + pL + S\omega_i - \kappa_i)$$

Het kappagetal wordt gewoonlijk gecombineerd met de andere plaatselijke invloeden $S\omega_i$ en pL ; het aldus gevormde g -getal heet het geografisch argument of gewijzigd kappagetal.

$$g_i = \kappa_i - pL - S\omega_i \quad (1)$$

De hoogte van het middenstandsvlak ten opzichte van het reductievlak wordt gegeven in de getijtafels, zie blz. A2 en A3, als ML of Z_0 . In verband met seizoeninvloeden moeten correcties worden toegepast zoals aangegeven als "seasonal corrections in mean level".

Al met al krijgen we voor de waterstand ten opzichte van CD (chartdatum = reductievlak)

$$W(t) = Z_0 + \sum_i f_i H_i \cos((V_i + u_i) - g_i + \omega_i t) \quad (2)$$

Het getij kan overwegend DD, overwegend ED of gemengd zijn, zie figuur 3.6. Het is om de 14 dagen springtij, na Volle maan en Nieuwe maan. Na de kwartierstanden is het doortij (neaptide).

3.5 De ATT-methode

De ATT bestaat uit drie delen:

- Volume I European waters including Mediterranean
- Volume II Atlantic and Indian Oceans (including tidal stream predictions)
- Volume III Pacific Ocean and adjacent seas (including tidal stream predictions)

In part I van elk deel vinden we de dagbladzijden voor tijdstippen HW en LW en de bijbehorende waterstanden t.o.v. CD voor Standard Ports. Ook is de getijcurve voor spring- en doortij gegeven.

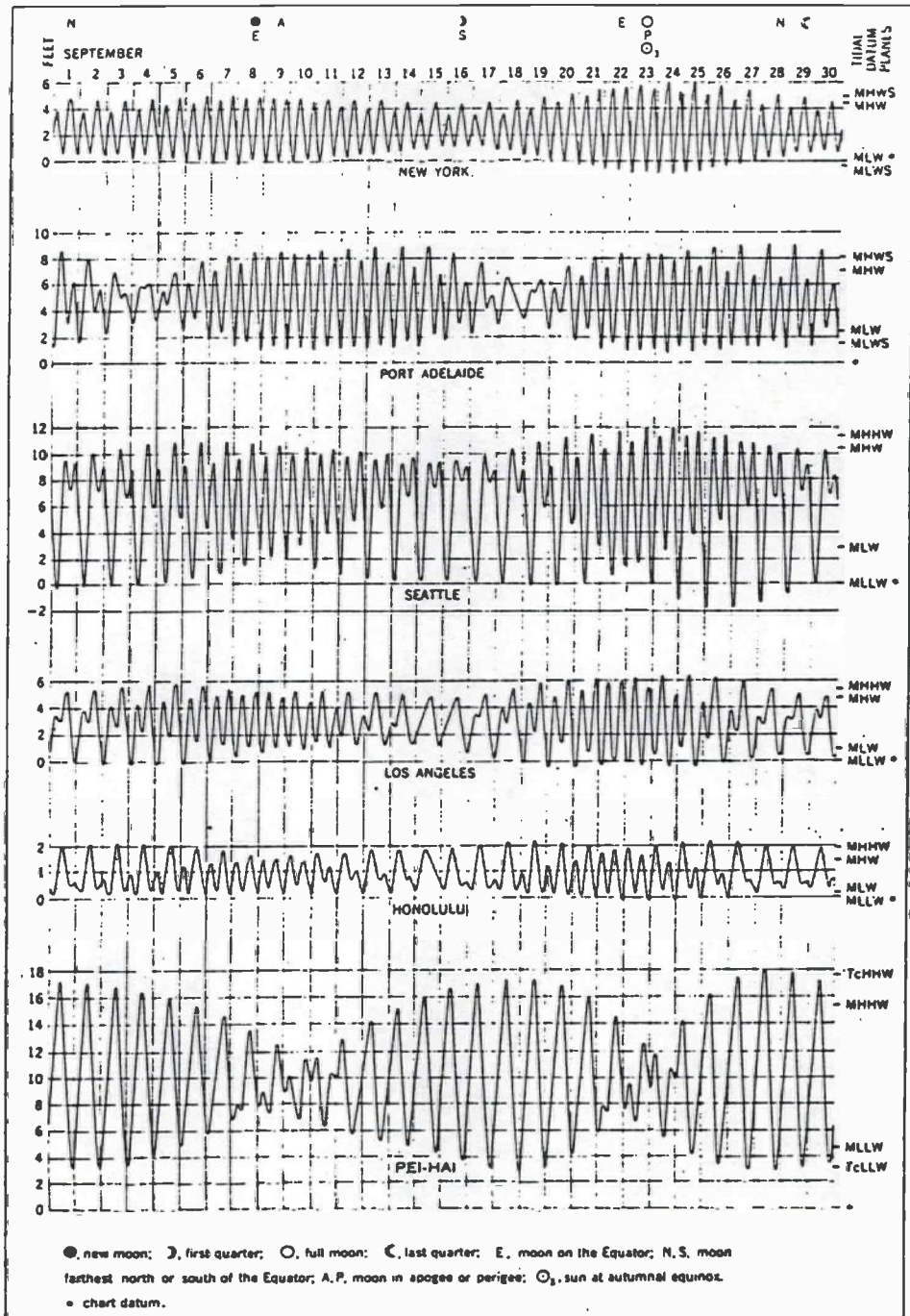
In part II staan de hoogteverschillen en tijdsverschillen voor HW/LW voor een Secondary Port ten opzichte van een Standard Port..

In part III staan de g -getallen en amplitudes van partiële getijden voor de berekening van de waterstand.

In de ATT zijn partiële getijden die nagenoeg dezelfde hoeksnelheid hebben vectorieel gesommeerd. Er blijven dan over:

- DD: M-getij met $\omega_M = 29^{\circ}$
- S-getij met $\omega_S = 30^{\circ}$

TIDES AND TIDAL CURRENTS



Figuur 3.6 Getijcurven.

ED: K-getij met $\omega_K = 15^\circ$
 O-getij met $\omega_O = 14^\circ$
 ondiepwater: 4D-getij met $\omega_4 = 58^\circ$
 6D-getij met $\omega_6 = 87^\circ$

Voor de ED- en DD-getijden staan de g- en H-waarden gegeven in part II van de ATT, zie blz. A2 en A3. De hoek (360° -fase) behorende bij het combinatie-getij wordt gegeven in een tabel van de ATT als de angle A, zie blz. A6 en A7.

Bovendien wordt daar een factor F gegeven waarmee de H uit part II moet worden vermenigvuldigd om de amplitude van het combinatiegetij te krijgen.

Voor de getijden M, S, K en O krijgen we elk een bijdrage in de waterstand

$$y_i(t) = F_i H_i \cos(A_i + g_i - \omega_i t) \quad i = 1 \text{ (1) } 4 \quad (3)$$

zodat

$$W(t) = Z_o + M \cos(m - \omega_M t) + S \cos(s - \omega_S t) + K \cos(k - \omega_K t) + O \cos(o - \omega_O t) \quad (4)$$

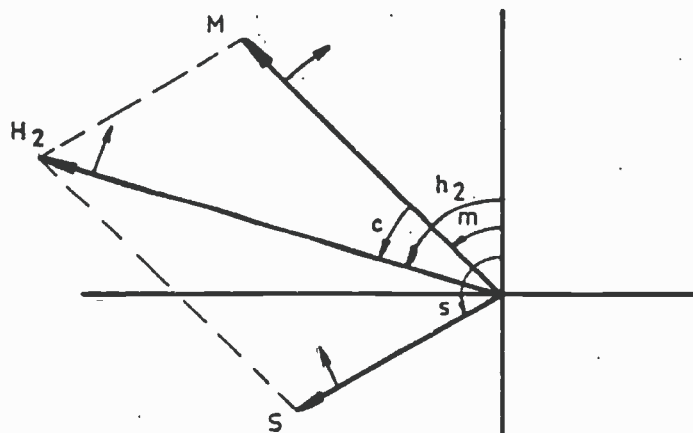
waarin $M = F_M H_M$, $m = A_m + g_m$, enz.

Voor de ondiepwatergetijden staan in de ATT de volgende gegevens vermeld: f_4 , F_4 , f_6 en F_6 .

De amplitude H en (360°-fase) = h te 0000 ST van de 4D- en 6D-getijden worden dan als volgt berekend.

$$\left. \begin{aligned} H_4 &= F_4 (H_2)^2 \\ h_4 &= 2h_2 + f_4 \\ H_6 &= F_6 (H_2)^3 \\ h_6 &= 3h_2 + f_6 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Hierin is H_2 de amplitude van het samengestelde DD-getij en $h_2 = (360\text{-fase})$ voor 0000 ST, zie figuur 3.7.



Figuur 3.7 DD-getijwijzers te 0000 ST.

3.6 De dagbladzijden van de ATT en de "secondary Ports"

Voor Standard Ports staan de tijdstippen van HW en LW met de bijbehorende waterstanden ten opzichte van CD op de dagbladzijden gegeven, zie blz. A4. Zoals eerder vermeld zijn deze gegevens nauwkeuriger dan die zoals zelf berekend met de methode uit paragraaf 3.5, bij deze laatste methode zijn immers om wille van de eenvoud partiële getijden samengevoegd, waarbij onnauwkeurigheden optreden.

Om de tijdstippen van HW en LW en de bijbehorende waterstanden voor een Secondary Port te berekenen, staan bij de betreffende haven in part II zogenaamde "time differences" en height differences" gegeven die op de bijbehorende Standard Port gegevens moeten worden toegepast. Indien Standard Port en Secondary Port verschillende seizoencorrectie hebben voor middenstand, dan moet dit bovendien in rekening worden gebracht.

Om de waterstand voor Standard Ports voor andere tijdstippen dan HW en LW te berekenen, is in part I van veel standard ports de getijcurve voor springtij en doortij gegeven, zie blz. A8.

Met argument het aantal uren vóór of ná HW wordt een factor bepaald, waarna geldt

$$\text{Waterstand} = \text{LW-stand} + \text{factor} \times \text{verval}$$

(10)

Eventueel wordt geïnterpoleerd tussen springtij en doortij.

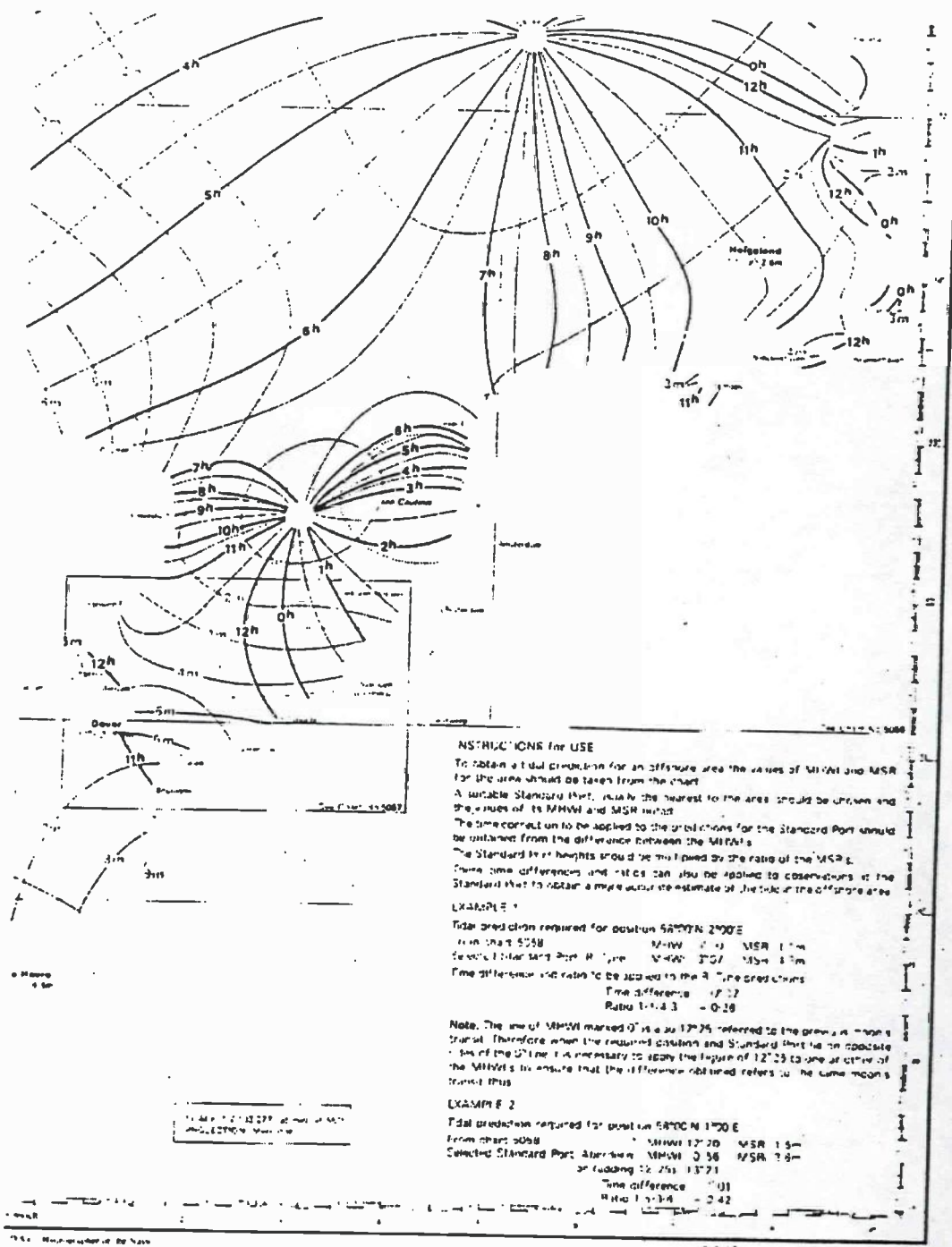
3.7 Nederlandse getijtafels

Sinds 1986 wordt door de Chef der Hydrografie uitgegeven: "Waterstanden en stromen langs de nederlandse kust en aangrenzend gebied". Hierin worden de uirstanden in dm gegeven t.o.v. ^WLLWS van de belangrijkste havens langs de nederlandse kust voor het gehele lopende jaar, zie A9. Voorts worden de HW/LW tijdstippen en waterstanden gegeven voor Antwerpen en Zeebrugge.

De getijstromen voor de Zuidelijke Noordzee, Westerschelde en Waddenzee W/E zijn in dit boek eveneens opgenomen, met als referentietijd respectievelijk HW te Hoek van Holland, Vlissingen, Harlingen en Delfzijl.

3.8 Voorspelling van getijhoogte buiten de kust

De gegevens in de getijtafels betreffen het getijverloop bij de haveningang van de betreffende haven. Voor veel doeleinden is het echter nodig de getijhoogte verder in zee te kunnen voorspellen. Hiervoor worden "cotidal" en "orange" kaarten gebruikt, zie figuur 3.9.



Figuur 3.9

Een "cotidal-line" is een lijn over plaatsen met gelijktijdig HW of LW.
 Een "corange-line" is een lijn over plaatsen met dezelfde gemiddelde waterstand bij HW/LW.

Bij een cotidal-line is het HW/LW havengetal gegeven (Mean High Water Interval of Mean Low Water Interval, MHWI of MLWI).

Het HW-havengetal is het gemiddeld tijdsverloop tussen maansdoorgang te Greenwich en het tijdstip van plaatselijk HW. Het verschil in HW-havengetal van een plaats op zee met een nabijgelegen Standard Port geeft het tijdver-

schil in HW ten opzichte van HW Standard Port uit de ATT.
 Voor de bepaling van de getijhoogte van HW/LW bepalen we de verhouding van de "mean range" van de gegeven positie en Standard Port. Met dit verhoudingsgetal wordt de getijhoogte uit de ATT van de Standard Port vermenigvuldigd.
 In de Nederlandse getijtafel staan de uurstanden in dm gegeven voor EURO-0 en Penzoil K-13A.

3.9 Voorspelling UKC

De voorspelde waterdiepte op een bepaald tijdstip voor een gegeven positie wordt gegeven door:

$$\text{voorspelde waterdiepte} = \text{kaartdiepte} + \text{voorspelde waterstand} \quad (11)$$

De diepgang van het schip is bij vertrek uit de laatste haven opgenomen. Door verbruik van water en brandstof en door verschil in saliniteit van het zee-water is de diepgang en trim veranderd. De grootste diepgang T van voor en achter is uiteraard voor de UKC van belang. De voorspelde bruto^m UKC is gelijk aan het verschil van voorspelde waterdiepte en T^m . De actuele bruto UKC is de afstand van diepste punt van het schip bij stilliggend schip tot de bodem.

Ten gevolge van diverse factoren zal de netto UKC niet gelijk zijn aan de voorspelde bruto UKC.

1. Door meteorologische invloeden is de voorspelde waterstand niet gelijk aan de actuele waterstand. Afwijkingen op de voorspelde waterstand worden o.a. via de nieuwsberichten over de radio uitgezonden. Havendiensten beschikken veelal over getijmeters buitengaats, met aflezing in het havenverkeerscentrum. Schepen kunnen via de marifoon (VHF) geïnformeerd worden over de actuele situatie.

2. Ten gevolge van het slingeren van het schip door zeegang en/of deining neemt de maximale diepgang toe met ongeveer

$$\Delta T_1 = \frac{1}{2} B \sin \varphi_{\max} \quad (12)$$

waar B de breedte is en φ_{\max} de maximale hellingshoek.

3. Als θ_{\max} de maximale stamphoek is en L de lengte, dan is de maximale diepgangsvermeerdering door stampen.

$$\Delta T_2 = \frac{1}{2} L \sin \theta_{\max} \quad (13)$$

4. De maximale diepgangsvermeerdering ten gevolge van domp is moeilijk aan te geven. De invalshoek van de golven, de golflengte, de golfhoogte en de scheepsafmeting spelen hierbij een rol. Als maximum kan worden aangenomen de halve maximum golfhoogte.

$$\Delta T_3 = \frac{1}{2} H_{\max} \quad (14)$$

5. Door eigen vaart ondervindt het schip bovendien een neerwaartse zuiging: de squat. De grootte van de squat is afhankelijk van de breedte van de vaargeul, van de UKC, van de trim, van de scheepsafmetingen, maar vooral van de vaart.

Een vuistregel voor de maximale diepgangsvermeerdering door squat wordt gegeven door:

$$\Delta T_4 = 0.01 C_B V^2 \quad (15)$$

waarin C_B de blokcoëfficiënt, ΔT in meters en V in knopen.

De invloeden 1 t/m 5 worden afgetrokken van de Bruto Keelclearance om de Netto Keelclearance te krijgen.

Voor het aanlopen van Europoort met diepstekende tankers is een studiegroep "Keelclearance" werkzaam met vertegenwoordigers van DGSM, Rijkshavendienst en het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam.

Resultaten van studies zijn o.a. gepubliceerd in NTT-De Zee 1978/6 en 1979/10.

Er wordt bij de aanloop van zeer diepstekende schepen gewerkt met "getijpoorten" waar het schip a.h.w. op het topje van de getijgolf naar binnen vaart. Driedimensionale planning (x, y, t) is dan noodzakelijk (de duur van de

aanloop is circa 2.5 uur). De minimale bruto UKC die geëist wordt is 10% van de diepgang T nabij de Maasmond en 20% op het traject Euro 1 - Euro 5a. De grootste diepgangstoename wordt ondervonden door het gedeelte van het golfspectrum tussen 0.1 en 0.03 Hz. De energie in dit deel van het spectrum wordt bepaald met golfmeters, die "on-line" met het Controle en Informatie Centrum te Hoek van Holland in verbinding staan. Indien de energie in dit spectrumdeel te groot wordt, wordt de toegang voor diepgaande schepen gestremd.

Overwogen wordt om de toegangsgeul uit te diepen zodat schepen met 75 vt (22.90 m) diepgang Europoort kunnen binnenlopen. Een deel van de voorstudie van dit project was het onderzoek van de navigatie met 75 vt schepen door het Engels Kanaal, waar schepen met die diepgang tot heden nog niet zijn gepasseerd. Met zorgvuldige en goed geplande navigatie en gebruikmaking van getijpoorten is de doorvaart van het Engels Kanaal met deze schepen - na het vervuld zijn van een aantal voorwaarden - goed mogelijk.

3.10 Gegevens voor getijstromen

Allereerst wordt opgemerkt dat de horizontale getijbeweging in het algemeen uit fase is met de verticale getijbeweging.

- Bij een zuiver "lopende getijgolf" is de vloedstroom maximaal op het tijdstip van HW en loopt daarna nog enkele uren door. De ebstroom is maximaal op het tijdstip van LW. De hoogwaterstanden zijn overal gelijk en de tijdstippen van HW zijn verschillend voor verschillende plaatsen. De overgang van vloedstroom naar ebstroom, of omgekeerd, heet kentering; het is dan slack-water.
- Bij een zuiver "staande getijgolf" is het slack-water tijdens HW en LW. De vloedstroom loopt vanaf LW tot HW en de ebstroom vanaf HW tot LW. De maximale stroom treedt op tijdens middenstand. De HW-standen zijn voor verschillende plaatsen ongelijk.
- Veelal heeft de getijbeweging een gemengd karakter.

Voor verschillende zeestraten staan de stroomgegevens in de ATT vermeld op dagbladzijden, zie blz. A10.

Voor de Noordzee en de Nederlandse Zeegaten worden zeer handige stroomatlassen uitgegeven door de Nederlandse Hydrografische Dienst. Per uur wordt de stroomsituatie gegeven met als tijdreferentie het HW-tijdstip in een Standard Port. De verticale getijbeweging is zichtbaar doordat het gebied met rijzend water lichtblauw en het gebied met vallend water wit is aangegeven. Voor een beperkt aantal aanlooproutes worden stroomatlassen uitgegeven voor diepgangen van 0-5 m, 0-10 m en 0-20 m (bijvoorbeeld Europoort). Blz. A11 is een overdruk uit de stroomatlas van de zuidelijke Noordzee.

In zeekaarten worden op plaatsen waar de getijstroom goed gemeten is ruiten aangebracht met een letter erin. De letter verwijst naar een tabel in de kaart waar de stroomgegevens per uur staan vermeld, zie blz. A12. Soms staat alleen in de kaart de richting van de eb- of vloedstroom vermeld. De pijl met veren is dan de vloedstroom.



vloedstroom



ebstroom

In de Zeemansgids staan voorts nog gegevens over lokale afwijkingen, variaties in de stroom ten gevolge van meteorologische invloeden, maximale waarden van de stroom enz., zie blz. A13.

Literatuur

- [1] J.P.Th. Kalkwijk
De analyse van getijden, college B75
THD, afd. Civiele Techniek
- [2] Y. Draaisma e.a.
Navigatiekunde I en II
Unieboek Bussum
- [3] G. Neumann, W.J. Pierson
Principles of Physical Oceanography
Prentice Hall, 1966
- [4] A.T. Doodson, H.D. Warburg
Admiralty Manual of Tides
Her Majesty's Stationary Office London
- [5] Overzicht getijleer
Dienst Hydrografie
Min. van Defensie

Tabel II. GETIJCENSTANTEN AAN DE NEDERLANDSE KUST (berekend voor 1953)

| | | GETIJCENSTANTEN AAN DE NEDERLANDSE KUST (berekend voor 1953) | | | | | |
|------------------------------|------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Hoogwater 51°-31' NB 4°-00' OL | Tweede 51°-30' NB 3°-30' OL | Vierde 51°-30' NB 3°-30' OL | Wachende 51°-31' NB 3°-30' OL | Zochten 51°-31' NB 3°-30' OL | Reukdam 51°-30' NB 3°-30' OL |
| A ₀ ¹⁾ | cm | 1 | -2 | -6 | -4 | -6 | 19 |
| K ₁ | H.cm x" | 6 20 | 7 19 | 11 11 | 22 22 | 14 14 | 23 23 |
| O ₁ | H.cm x" | 11 205 | 11 191 | 10 190 | 11 205 | 11 204 | 9 215 |
| P ₁ | H.cm x" | 4 19 | 4 7 | 3 3 | 3 31 | 3 3 | 3 38 |
| Q ₁ | H.cm x" | 17 3 | 3 154 | 3 155 | 2 1 | 3 130 | 3 181 |
| M ₂ | H.cm x" | 196 83 | 103 66 | 173 40 | 133 80 | 7 38 | 82 144 |
| S ₂ | H.cm x" | 51 146 | 49 130 | 48 118 | 38 132 | 35 144 | 18 209 |
| N ₂ | H.cm x" | 29 62 | 28 48 | 27 36 | 23 65 | 20 54 | 11 121 |
| K ₂ | H.cm x" | 14 62 | 14 128 | 13 116 | 10 7 | 10 6 | 5 54 |
| γ ₂ | H.cm x" | 10 23 | 9 12 | 7 13 | 7 15 | 7 12 | 5 10 |
| 2MS ₂ | H.cm x" | 19 100 | 16 170 | 13 171 | 15 191 | 12 192 | 26 254 |
| L ₂ | H.cm x" | 15 87 | 14 74 | 12 68 | 12 96 | 8 98 | 8 154 |
| T ₂ | H.cm x" | 2 7 | 2 6 | 3 5 | 1 6 | 2 3 | 2 3 |
| λ ₂ | H.cm x" | 7 104 | 6 92 | 4 77 | 4 15 | 3 100 | 2 160 |
| 2SM ₂ | H.cm x" | 3 5 | 3 4 | 3 34 | 3 3 | 3 3 | 2 3 |
| 3MS ₂ | H.cm x" | 305 3 | 307 3 | 296 3 | 316 2 | 318 2 | 367 0 |
| MK ₃ | H.cm x" | 3 8 | 3 326 | 3 214 | 2 — | 2 — | 0 — |
| MO ₃ | H.cm x" | 4 214 | 4 197 | 3 168 | 3 213 | 2 — | 1 — |
| M ₄ | H.cm x" | 10 175 | 12 136 | 14 113 | 10 229 | 6 194 | 11 245 |
| MS ₄ | H.cm x" | 6 235 | 7 193 | 7 175 | 5 282 | 5 264 | 7 305 |
| MN ₄ | H.cm x" | 3 153 | 3 97 | 6 100 | 3 220 | 3 158 | 4 224 |
| 3MS ₄ | H.cm x" | 2 — | 2 — | 2 — | 2 — | 2 — | 2 — |
| 4MS ₄ | H.cm x" | 2 — | 3 — | 1 — | 1 — | 0 — | 1 — |
| M ₆ | H.cm x" | 10 224 | 8 166 | 6 106 | 6 244 | 3 190 | 4 235 |
| 2MS ₆ | H.cm x" | 7 267 | 8 193 | 10 159 | 3 304 | 2 — | 3 312 |
| 4MS ₆ | H.cm x" | 1 — | 1 — | 1 — | 2 — | 0 — | 1 — |
| M ₈ | H.cm x" | 4 262 | 1 — | 3 86 | 3 265 | 3 65 | 4 262 |

1) De vermelde harmonische constanten gelden voor de toestand 1933. Zonder verdere oorzakenbeschrijving zijn, indien andere constanten voor Rotterdam geldend voor de toestand met genoemde Hoogtijtijdstippen worden berekend.

De hooptijden (x) hebben betrekking op MET, welke sinds 1961 voor de polsrichting geldt.
 2) Berekend voor 1951-1960.

DENMARK; GERMANY; NETHERLANDS

| No. | PLACE | M.L.L. | | HARMONIC CONSTANTS (Zone -0100) | | | | | | S.W. CORRECTIONS | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------|-------|---------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|------------------|-------|--------|-------|--------|
| | | $\frac{Z_m}{m}$ | M | M | S_2 | K_1 | K_2 | K_3 | K_4 | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 | |
| | | m | K^0 | $H.m.$ | K^0 | $H.m.$ | K^0 | $H.m.$ | K^0 | $H.m.$ | K^0 | $H.m.$ | K^0 | $H.m.$ |
| 1412 | Hirtshals | | | | | | | | | | | | | |
| 1412a | Hautshelm | | 0.2 | 125 | 0.11 | 080 | 0.04 | 138 | 0.01 | 267 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0 |
| 1413 | Thyboron | | 0.2 | 134 | 0.12 | 044 | 0.03 | 201 | 0.02 | 016 | 0.02 | 0.02 | 0 | 0 |
| 1417 | ESBJERG | | 0.2 | 133 | 0.16 | 130 | 0.02 | 167 | 0.02 | 325 | 0.04 | 0.04 | 0 | 0 |
| 1419 | Romo Havn | | 0.81 | 64 | 0.66 | 128 | 0.16 | 089 | 0.05 | 290 | 0.08 | 158 | 0.139 | 0 |
| 1430 | Husum | | 1.0 | 56 | 0.78 | 126 | 0.18 | 045 | 0.07 | 286 | 0.09 | 0 | 0 | 0 |
| 1431 | HELGOLAND | | 2.09 | 033 | 1.41 | 112 | 0.38 | 077 | 0.05 | 267 | 0.09 | 198 | 0.064 | 0.015 |
| 1436 | Büsum | | 1.42 | 341 | 1.09 | 048 | 0.29 | 036 | 0.06 | 249 | 0.09 | 242 | 0.062 | 0 |
| 1438 | CUXHAVEN | | 1.81 | 006 | 1.56 | 077 | 0.42 | 047 | 0.07 | 260 | 0.10 | 189 | 0.039 | 0 |
| 1439 | Brunsbüttel | | 1.67 | 011 | 1.34 | 083 | 0.34 | 058 | 0.06 | 268 | 0.09 | 245 | 0.066 | 100 |
| 1444 | Hamburg | | 1.41 | 048 | 1.12 | 121 | 0.27 | 070 | 0.05 | 272 | 0.07 | 256 | 0.069 | 0.014 |
| 1451 | Bremerhaven | | 1.26 | 148 | 0.82 | 226 | 0.19 | 131 | 0.05 | 337 | 0.07 | 275 | 0.219 | 0 |
| 1456 | Bremen | | 1.98 | 026 | 1.52 | 102 | 0.37 | 063 | 0.08 | 271 | 0.09 | 198 | 0.063 | 0.020 |
| 1463 | WILHELMSHAVEN | | 1.65 | 084 | 1.42 | 168 | 0.32 | 092 | 0.04 | 281 | 0.05 | 274 | 0.080 | 0.018 |
| 1469 | Nordney (Riffen) | | 2.0 | 012 | 1.54 | 086 | 0.40 | 049 | 0.07 | 255 | 0.09 | 187 | 0.049 | 0.023 |
| 1472 | Borkum (Fischerhalje) | | 1.37 | 316 | 1.01 | 010 | 0.26 | 023 | 0.06 | 216 | 0.08 | 219 | 0.045 | 0.056 |
| 1473 | Delfzijl | | 1.14 | 298 | 1.05 | 003 | 0.27 | 020 | 0.07 | 231 | 0.09 | 187 | 0.054 | 0.041 |
| 1475 | Emden | | 2.02 | 334 | 1.26 | 045 | 0.31 | 043 | 0.06 | 250 | 0.09 | 211 | 0.092 | 0.037 |
| 1483 | West Terschelling | | 1.86 | 340 | 1.28 | 058 | 0.32 | 032 | 0.08 | 234 | 0.09 | 198 | 0.089 | 0.040 |
| 1485 | Harden | | 1.31 | 253 | 0.77 | 317 | 0.20 | 023 | 0.06 | 224 | 0.07 | 154 | 0.093 | 0.096 |
| 1489 | Den Helder | | 1.25 | 282 | 0.80 | 355 | 0.20 | 018 | 0.07 | 238 | 0.10 | 264 | 0.102 | 106 |
| 1501 | IJmuiden | | 1.15 | 194 | 0.63 | 262 | 0.18 | 009 | 0.08 | 207 | 0.10 | 196 | 0.245 | 0.278 |
| 1505 | HOEK VAN HOLLAND | | 1.10 | 135 | 0.69 | 204 | 0.17 | 001 | 0.08 | 194 | 0.12 | 283 | 0.423 | 253 |
| 1508 | Rotterdam | | 1.00 | 090 | 0.76 | 151 | 0.19 | 002 | 0.07 | 190 | 0.11 | 357 | 0.306 | 197 |
| | | | 1.14 | 144 | 0.82 | 209 | 0.18 | 023 | 0.06 | 215 | 0.09 | 316 | 0.178 | 180 |

No data.
 * Constants inferred.
 † Owing to large seasonal variations, see table across.
 ‡ Owing to large fortnightly variations, see Table VI.
 § M.L.L. inferred.

NETHERLANDS; BELGIUM; FRANCE

| No. | PLACE | M.L. Z ₀ m. | HARMONIC CONSTANTS (Zone -0100) | | | | | | | | S.W. CORRECTIONS | | | |
|-------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| | | | M ₂ g° | M ₂ H.m. | S ₂ g° | S ₂ H.m. | K ₁ g° | K ₁ H.m. | O ₁ g° | O ₁ H.m. | 1-diurnal G | 1-diurnal F ₁ | 1-diurnal G | 1-diurnal F ₁ |
| 1528 | Zieriksee | 1.87 | 085 | 1.38 | 1.44 | 0.35 | 0.14 | 0.07 | 2.06 | 0.11 | 0.26 | 0.036 | 295 | 0.011 |
| 1530 | Wemeldinge | 2.12 | 088 | 1.53 | 1.52 | 0.38 | 0.22 | 0.07 | 2.05 | 0.11 | 0.22 | 0.042 | 248 | 0.015 |
| 1564 | VLISSINGEN (FLUSHING) | 2.44 | 060 | 1.73 | 1.68 | 0.48 | 0.10 | 0.06 | 1.90 | 0.10 | 0.55 | 0.045 | 285 | 0.016 |
| 1536 | Tennuizen | 2.57 | 060 | 1.83 | 1.30 | 0.40 | 0.10 | 0.07 | 1.97 | 0.11 | 0.56 | 0.030 | 305 | 0.014 |
| 1537 | Hansweert | 2.00 | 083 | 1.96 | 1.46 | 0.50 | 0.20 | 0.06 | 2.05 | 0.11 | 0.08 | 0.027 | 328 | 0.013 |
| 1539 | ANTWERP (PROSPERPOLDER) | 2.00 | 097 | 1.60 | 1.60 | 0.53 | 0.38 | 0.07 | 2.17 | 0.10 | 0.34 | 0.028 | 334 | 0.010 |
| 1539a | Boudewijnsluis | 2.68 | 109 | 2.01 | 1.69 | 0.54 | 0.32 | 0.09 | 2.25 | 0.08 | 0.17 | 0.032 | 351 | 0.010 |
| 1539b | Royerssluis | 2.68 | 109 | 2.11 | 1.75 | 0.56 | 0.28 | 0.08 | 2.25 | 0.08 | 0.17 | 0.033 | 345 | 0.012 |
| 1562 | Zeebrugge | 2.36 | 043 | 1.71 | 0.98 | 0.49 | 0.06 | 0.06 | 1.83 | 0.10 | 0.01 | 0.033 | 287 | 0.021 |
| 1564 | Ostend | 2.36 | 034 | 1.85 | 0.87 | 0.55 | 0.04 | 0.05 | 1.80 | 0.10 | 0.26 | 0.032 | 280 | 0.012 |
| 1565 | Nieuport | 2.37 | 029 | 1.95 | 0.83 | 0.58 | 0.09 | 0.05 | 1.79 | 0.09 | 0.14 | 0.033 | 271 | 0.020 |
| 1568 | DUNKERQUE | 3.20 | 020 | 2.12 | 0.73 | 0.64 | 0.14 | 0.04 | 1.73 | 0.08 | 0.17 | 0.033 | 236 | 0.024 |
| 1570 | CALAIS | 4.02 | 015 | 2.09 | 0.69 | 0.76 | 0.16 | 0.02 | 1.60 | 0.04 | 0.17 | 0.040 | 188 | 0.024 |
| 1572 | BOULOGNE | 5.00 | 030 | 2.93 | 0.51 | 0.96 | 0.15 | 0.05 | 0.91 | 0.04 | 0.13 | 0.038 | 107 | 0.023 |
| 1578 | Le Fieport | 5.02 | 051 | 3.13 | 0.30 | 1.17 | 0.14 | 0.07 | 0.43 | 0.04 | 0.09 | 0.034 | 164 | 0.022 |
| 1579 | DIEPPE | 4.97 | 040 | 3.10 | 0.31 | 1.01 | 0.13 | 0.07 | 0.54 | 0.05 | 0.13 | 0.026 | 105 | 0.020 |
| 1581 | Fecamp | 4.47 | 027 | 2.69 | 0.15 | 0.87 | 0.19 | 0.08 | 0.41 | 0.04 | 0.12 | 0.018 | 105 | 0.023 |
| 1581a | Antifer | 4.73 | 024 | 2.60 | 0.04 | 0.97 | 0.19 | 0.08 | 0.41 | 0.04 | 0.12 | 0.013 | 153 | 0.020 |
| 1582 | LE HAVRE | 4.87 | 015 | 2.00 | 0.03 | 0.88 | 0.16 | 0.10 | 0.27 | 0.06 | 0.11 | 0.032 | 105 | 0.020 |
| 1590 | Trouville | 4.50 | 010 | 2.48 | 0.02 | 1.10 | 0.09 | 0.07 | 0.17 | 0.06 | 0.11 | 0.040 | 145 | 0.023 |
| 1592 | Ouistreham | 4.30 | 008 | 2.48 | 0.02 | 1.25 | 0.09 | 0.06 | 0.16 | 0.06 | 0.11 | 0.035 | 104 | 0.027 |
| 1594 | Port-en-Bessin | 4.22 | 009 | 2.32 | 0.00 | 0.86 | 0.15 | 0.09 | 0.16 | 0.06 | 0.11 | 0.040 | 106 | 0.020 |
| 1598 | St. Vaast | 3.80 | 002 | 2.08 | 0.00 | 0.77 | 0.15 | 0.09 | 0.16 | 0.06 | 0.11 | 0.040 | 117 | 0.020 |
| 1599 | Barfleur | 3.94 | 000 | 1.96 | 0.00 | 0.64 | 0.17 | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.11 | 0.029 | 100 | 0.020 |
| 1600 | CHERBOURG | 3.78 | 058 | 1.86 | 0.00 | 0.68 | 0.21 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.20 | 0.038 | 128 | 0.024 |
| 1601 | Omonville | 3.76 | 053 | 2.19 | 0.00 | 0.81 | 0.25 | 0.09 | 0.16 | 0.06 | 0.11 | 0.021 | 157 | 0.023 |
| 1602 | Goury | 4.84 | 032 | 2.45 | 0.00 | 0.90 | 0.25 | 0.09 | 0.16 | 0.06 | 0.11 | 0.035 | 100 | 0.027 |

SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL AND HARMONIC CONSTANTS

| No. | Jan. 1 | Feb. 1 | Mar. 1 | Apr. 1 | May 1 | June 1 | July 1 | Aug. 1 | Sep. 1 | Oct. 1 | Nov. 1 | Dec. 1 | Jan. 1 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1412-1437 | +0.1 | +0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | -0.1 |
| 1438-1448 | +0.1 | +0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.2 | -0.1 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | -0.1 |
| 1449-1470 | | | | | | | Negligible | | | | | | |
| 1471-1475 | +0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | -0.1 |
| 1477-1521 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | 0.0 |
| 1522-1571 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | +0.1 | 0.0 |
| 1572-1581a | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1582-1602 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | +0.1 | +0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 1539 M ₂ | 2.08 | 2.09 | 2.06 | 2.05 | 2.07 | 2.11 | 2.12 | 2.08 | 2.02 | 2.00 | 1.99 | 2.04 | 2.07 |
| 1570 M ₂ | 2.51 | 2.46 | 2.42 | 2.41 | 2.41 | 2.41 | 2.38 | 2.37 | 2.39 | 2.45 | 2.51 | 2.53 | 2.51 |
| 1582 M ₂ | 2.65 | 2.64 | 2.64 | 2.65 | 2.65 | 2.64 | 2.60 | 2.56 | 2.55 | 2.58 | 2.62 | 2.64 | 2.65 |

NETHERLANDS - HOEK VAN HOLLAND

LAT 51°59'N LONG 4°07'E

TIME ZONE -0100

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 1986

| MAY | | | JUNE | | | | | | JULY | | | | | | AUGUST | | | | | | | | |
|------|---------|-----|------|--------|------|---|---------|-----|------|--------|------|---|---------|-----|--------|--------|-----|---|--------|-----|----|---------|-----|
| TIME | M | | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | | | | | | | |
| 1 | 0107 | 0.2 | 16 | 0054 | 0.3 | 1 | 0459 | 0.2 | 16 | 0156 | 0.2 | 1 | 0353 | 0.3 | 16 | 0217 | 0.2 | 1 | 0520 | 0.5 | 16 | 0443 | 0.5 |
| | 0759 | 2.0 | | 0653 | 1.9 | | 1003 | 2.0 | | 0900 | 2.0 | | 1018 | 2.0 | | 0920 | 2.1 | | 1153 | 1.8 | | 1116 | 1.9 |
| | TH 1439 | 0.4 | | F 1426 | 0.5 | | SU 1810 | 0.5 | | M 1631 | 0.5 | | TU 1810 | 0.6 | | W 1540 | 0.6 | | F 1754 | 0.5 | | SA 1720 | 0.6 |
| | 2040 | 1.6 | | 1942 | 1.6 | | 2237 | 1.7 | | 2123 | 1.7 | | 2251 | 1.8 | | 2148 | 1.9 | | | | | 2349 | 2.0 |

LOW WATERS - IMPORTANT NOTE. DOUBLE LOW WATERS OFTEN OCCUR AT HOEK VAN HOLLAND. ON THESE OCCASIONS THE PREDICTIONS ARE FOR THE FIRST LOW WATER. THE SECOND LOW WATER OCCURS ABOUT 2 HOURS 15 MINUTES LATER.

TABLE VIII

ASTRONOMICAL ARGUMENTS

1980

| JANUARY | | | | | | | | | | FEBRUARY | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.78 | 0.90 | 0.84 | 1.00 | 1.07 | 1.03 | F | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.78 | 0.90 | 0.84 | 1.00 | 1.07 | 1.03 |
| DAY | M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | O1 | P1 | M4 | M54 | DAY | M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | O1 | P1 | M4 | M54 |
| 1 | 042 | 000 | 314 | 197 | 005 | 040 | 350 | 085 | 042 | 1 | 006 | 000 | 233 | 251 | 035 | 334 | 320 | 013 | 006 |
| 2 | 018 | 000 | 276 | 193 | 006 | 015 | 349 | 036 | 018 | 2 | 342 | 000 | 195 | 255 | 034 | 308 | 319 | 324 | 342 |
| 3 | 354 | 000 | 239 | 195 | 007 | 349 | 348 | 347 | 354 | 3 | 318 | 000 | 158 | 255 | 037 | 283 | 318 | 275 | 318 |
| 4 | 329 | 000 | 201 | 197 | 008 | 324 | 347 | 298 | 329 | 4 | 293 | 000 | 120 | 257 | 038 | 258 | 317 | 227 | 293 |
| 5 | 305 | 000 | 164 | 199 | 009 | 298 | 346 | 250 | 305 | 5 | 269 | 000 | 083 | 259 | 039 | 232 | 316 | 178 | 269 |
| 6 | 280 | 000 | 126 | 200 | 010 | 273 | 345 | 201 | 280 | 6 | 245 | 000 | 046 | 261 | 040 | 207 | 315 | 129 | 245 |
| 7 | 256 | 000 | 089 | 202 | 011 | 248 | 344 | 152 | 256 | 7 | 220 | 000 | 008 | 263 | 041 | 182 | 314 | 080 | 220 |
| 8 | 232 | 000 | 052 | 204 | 012 | 222 | 343 | 103 | 232 | 8 | 196 | 000 | 331 | 265 | 042 | 156 | 313 | 031 | 196 |
| 9 | 207 | 000 | 014 | 206 | 013 | 197 | 342 | 054 | 207 | 9 | 171 | 000 | 293 | 267 | 043 | 131 | 312 | 343 | 171 |
| 10 | 183 | 000 | 337 | 208 | 014 | 172 | 341 | 006 | 183 | 10 | 147 | 000 | 256 | 269 | 044 | 106 | 311 | 294 | 147 |
| 11 | 158 | 000 | 299 | 210 | 015 | 146 | 340 | 317 | 158 | 11 | 123 | 000 | 218 | 271 | 045 | 080 | 310 | 245 | 123 |
| 12 | 134 | 000 | 262 | 212 | 016 | 121 | 339 | 268 | 134 | 12 | 098 | 000 | 181 | 273 | 046 | 055 | 309 | 196 | 098 |
| 13 | 110 | 000 | 224 | 214 | 017 | 096 | 338 | 219 | 110 | 13 | 074 | 000 | 143 | 275 | 047 | 030 | 308 | 148 | 074 |
| 14 | 085 | 000 | 187 | 216 | 018 | 070 | 337 | 171 | 085 | 14 | 049 | 000 | 106 | 277 | 048 | 004 | 307 | 099 | 049 |
| 15 | 061 | 000 | 149 | 218 | 019 | 045 | 336 | 122 | 061 | 15 | 025 | 000 | 068 | 279 | 049 | 339 | 306 | 050 | 025 |
| 16 | 037 | 000 | 112 | 220 | 020 | 020 | 335 | 073 | 037 | 16 | 001 | 000 | 031 | 281 | 050 | 313 | 305 | 001 | 001 |
| 17 | 012 | 000 | 074 | 222 | 021 | 354 | 334 | 024 | 012 | 17 | 336 | 000 | 354 | 283 | 051 | 288 | 304 | 313 | 336 |
| 18 | 348 | 000 | 037 | 224 | 022 | 329 | 333 | 336 | 348 | 18 | 312 | 000 | 316 | 285 | 052 | 263 | 303 | 254 | 312 |
| 19 | 323 | 000 | 360 | 226 | 023 | 303 | 332 | 287 | 323 | 19 | 288 | 000 | 279 | 287 | 053 | 237 | 302 | 215 | 288 |
| 20 | 299 | 000 | 322 | 228 | 024 | 278 | 331 | 238 | 299 | 20 | 263 | 000 | 241 | 289 | 054 | 212 | 301 | 166 | 263 |
| 21 | 275 | 000 | 285 | 230 | 025 | 253 | 330 | 189 | 275 | 21 | 239 | 000 | 204 | 290 | 055 | 187 | 300 | 118 | 239 |
| 22 | 250 | 000 | 247 | 232 | 026 | 227 | 329 | 141 | 250 | 22 | 214 | 000 | 166 | 292 | 056 | 161 | 299 | 069 | 214 |
| 23 | 226 | 000 | 210 | 234 | 027 | 202 | 328 | 092 | 226 | 23 | 190 | 000 | 129 | 294 | 057 | 136 | 298 | 020 | 190 |
| 24 | 201 | 000 | 172 | 236 | 028 | 177 | 328 | 043 | 201 | 24 | 166 | 000 | 091 | 296 | 058 | 111 | 297 | 331 | 166 |
| 25 | 177 | 000 | 135 | 238 | 028 | 151 | 327 | 354 | 177 | 25 | 141 | 000 | 054 | 298 | 059 | 085 | 296 | 282 | 141 |
| 26 | 153 | 000 | 097 | 240 | 029 | 126 | 326 | 305 | 153 | 26 | 117 | 000 | 017 | 300 | 060 | 060 | 295 | 234 | 117 |
| 27 | 128 | 000 | 060 | 242 | 030 | 101 | 325 | 257 | 128 | 27 | 092 | 000 | 339 | 302 | 061 | 034 | 294 | 185 | 092 |
| 28 | 104 | 000 | 023 | 244 | 031 | 075 | 324 | 208 | 104 | 28 | 068 | 000 | 302 | 304 | 062 | 009 | 293 | 136 | 068 |
| 29 | 080 | 000 | 345 | 245 | 032 | 050 | 323 | 159 | 080 | 29 | 044 | 000 | 264 | 306 | 063 | 344 | 292 | 087 | 044 |
| 30 | 055 | 000 | 308 | 247 | 033 | 025 | 322 | 110 | 055 | | | | | | | | | | |
| 31 | 031 | 000 | 270 | 249 | 034 | 359 | 321 | 062 | 031 | | | | | | | | | | |

| MARCH | | | | | | | | | | APRIL | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.79 | 0.91 | 0.84 | 1.00 | 1.06 | 1.03 | F | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.79 | 0.91 | 0.85 | 1.00 | 1.06 | 1.03 |
| DAY | M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | O1 | P1 | M4 | M54 | DAY | M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | O1 | P1 | M4 | M54 |
| 1 | 019 | 000 | 227 | 308 | 064 | 318 | 291 | 039 | 019 | 1 | 343 | 000 | 146 | 009 | 094 | 252 | 260 | 327 | 343 |
| 2 | 355 | 000 | 189 | 310 | 065 | 293 | 290 | 350 | 355 | 2 | 319 | 000 | 108 | 011 | 095 | 227 | 260 | 278 | 319 |
| 3 | 331 | 000 | 152 | 312 | 066 | 268 | 289 | 301 | 331 | 3 | 295 | 000 | 071 | 013 | 096 | 262 | 259 | 229 | 295 |
| 4 | 306 | 000 | 114 | 314 | 067 | 242 | 288 | 252 | 306 | 4 | 270 | 000 | 034 | 015 | 097 | 176 | 258 | 181 | 270 |
| 5 | 282 | 000 | 077 | 316 | 068 | 217 | 287 | 204 | 282 | 5 | 246 | 000 | 356 | 017 | 098 | 151 | 257 | 132 | 246 |
| 6 | 257 | 000 | 040 | 318 | 069 | 192 | 286 | 155 | 257 | 6 | 222 | 000 | 319 | 019 | 099 | 126 | 256 | 083 | 222 |
| 7 | 233 | 000 | 002 | 320 | 070 | 166 | 285 | 106 | 233 | 7 | 197 | 000 | 281 | 021 | 100 | 100 | 255 | 034 | 197 |
| 8 | 209 | 000 | 325 | 322 | 071 | 141 | 284 | 057 | 209 | 8 | 173 | 000 | 244 | 022 | 101 | 075 | 254 | 346 | 173 |
| 9 | 184 | 000 | 287 | 324 | 072 | 116 | 283 | 009 | 184 | 9 | 148 | 000 | 206 | 024 | 102 | 049 | 253 | 297 | 148 |
| 10 | 160 | 000 | 250 | 326 | 073 | 090 | 282 | 320 | 160 | 10 | 124 | 000 | 169 | 026 | 103 | 024 | 252 | 248 | 124 |
| 11 | 135 | 000 | 212 | 328 | 073 | 065 | 281 | 271 | 135 | 11 | 100 | 000 | 131 | 028 | 104 | 359 | 251 | 199 | 100 |
| 12 | 111 | 000 | 175 | 330 | 074 | 039 | 280 | 222 | 111 | 12 | 075 | 000 | 094 | 030 | 105 | 333 | 250 | 150 | 075 |
| 13 | 087 | 000 | 137 | 332 | 075 | 014 | 279 | 173 | 087 | 13 | 051 | 000 | 056 | 032 | 106 | 308 | 249 | 102 | 051 |
| 14 | 062 | 000 | 100 | 334 | 076 | 349 | 278 | 125 | 062 | 14 | 026 | 000 | 019 | 034 | 107 | 283 | 248 | 053 | 026 |
| 15 | 038 | 000 | 062 | 335 | 077 | 323 | 277 | 078 | 038 | 15 | 002 | 000 | 342 | 036 | 108 | 257 | 247 | 004 | 002 |
| 16 | 014 | 000 | 025 | 337 | 078 | 298 | 276 | 027 | 014 | 16 | 338 | 000 | 304 | 038 | 109 | 232 | 246 | 315 | 338 |
| 17 | 349 | 000 | 348 | 339 | 079 | 273 | 275 | 338 | 349 | 17 | 313 | 000 | 267 | 040 | 110 | 207 | 245 | 267 | 313 |
| 18 | 325 | 000 | 310 | 341 | 080 | 247 | 274 | 290 | 325 | 18 | 289 | 000 | 229 | 042 | 111 | 181 | 244 | 218 | 289 |
| 19 | 300 | 000 | 273 | 343 | 081 | 222 | 273 | 241 | 300 | 19 | 265 | 000 | 192 | 044 | 112 | 156 | 243 | 169 | 265 |
| 20 | 276 | 000 | 235 | 345 | 082 | 197 | 272 | 192 | 276 | 20 | 240 | 000 | 154 | 046 | 113 | 131 | 242 | 120 | 240 |
| 21 | 252 | 000 | 198 | 347 | 083 | 171 | 271 | 143 | 252 | 21 | 216 | 000 | 117 | 048 | 114 | 105 | 241 | 072 | 216 |
| 22 | 227 | 000 | 160 | 349 | 084 | 146 | 270 | 095 | 227 | 22 | 191 | 000 | 079 | 050 | 115 | 080 | 240 | 023 | 191 |
| 23 | 203 | 000 | 123 | 351 | 085 | 121 | 269 | 046 | 203 | 23 | 167 | 000 | 042 | 052 | 116 | 054 | 239 | 334 | 167 |
| 24 | 179 | 000 | 085 | 353 | 086 | 095 | 268 | 357 | 179 | 24 | 143 | 000 | 005 | 054 | 117 | 029 | 238 | 285 | 143 |
| 25 | 154 | 000 | 048 | 355 | 087 | 070 | 267 | 308 | 154 | 25 | 118 | 000 | 327 | 056 | 118 | 004 | 237 | 236 | 118 |
| 26 | 130 | 000 | 011 | 357 | 088 | 044 | 266 | 259 | 130 | 26 | 094 | 000 | 290 | 058 | 118 | 338 | 236 | 188 | 094 |
| 27 | 105 | 000 | 333 | 359 | 089 | 019 | 265 | 211 | 105 | 27 | 069 | 000 | 252 | 060 | 119 | 313 | 235 | 139 | 069 |
| 28 | 081 | 000 | 296 | 001 | 090 | 354 | 264 | 162 | 081 | 28 | 045 | 000 | 215 | 062 | 120 | 288 | 234 | 090 | 045 |
| 29 | 057 | 000 | 258 | 003 | 091 | 328 | 263 | 113 | 057 | 29 | 021 | 000 | 177 | 064 | 121 | 262 | 233 | 041 | 021 |
| 30 | 032 | 000 | 221 | 005 | 092 | 303 | 262 | 064 | 032 | 30 | 356 | 000 | 140 | 066 | 122 | 237 | 232 | 353 | 356 |
| 31 | 008 | 000 | 183 | 007 | 093 | 278 | 261 | 016 | 008 | | | | | | | | | | |

TABLE VII

TIDAL ANGLES AND FACTORS

1980

| JANUARY | | | | | | | | | | FEBRUARY | | | | | | | | | |
|---------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|----------|------|-----|------|-----|------|--|--|--|--|
| M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | | | | |
| DAY | A | F | A | F | A | F | A | F | DAY | A | F | A | F | A | F | | | | |
| 1 | 327 | 1.04 | 002 | 0.84 | 001 | 1.27 | 330 | 0.84 | 1 | 001 | 0.94 | 013 | 1.00 | 344 | 0.93 | | | | |
| 2 | 352 | 1.02 | 003 | 0.84 | 001 | 1.24 | 355 | 0.82 | 2 | 024 | 0.92 | 013 | 1.01 | 342 | 0.91 | | | | |
| 3 | 015 | 0.99 | 003 | 0.85 | 001 | 1.21 | 020 | 0.80 | 3 | 046 | 0.91 | 013 | 1.01 | 341 | 0.90 | | | | |
| 4 | 039 | 0.97 | 004 | 0.85 | 000 | 1.18 | 044 | 0.78 | 4 | 068 | 0.90 | 014 | 1.02 | 339 | 0.89 | | | | |
| 5 | 062 | 0.94 | 004 | 0.85 | 359 | 1.15 | 068 | 0.76 | 5 | 090 | 0.89 | 014 | 1.03 | 338 | 0.90 | | | | |
| 6 | 085 | 0.92 | 005 | 0.85 | 359 | 1.12 | 092 | 0.75 | 6 | 112 | 0.89 | 014 | 1.04 | 337 | 0.91 | | | | |
| 7 | 107 | 0.91 | 005 | 0.86 | 358 | 1.10 | 115 | 0.73 | 7 | 134 | 0.89 | 014 | 1.04 | 337 | 0.92 | | | | |
| 8 | 129 | 0.89 | 006 | 0.86 | 357 | 1.09 | 138 | 0.72 | 8 | 155 | 0.90 | 014 | 1.05 | 336 | 0.94 | | | | |
| 9 | 151 | 0.89 | 006 | 0.86 | 356 | 1.08 | 161 | 0.72 | 9 | 177 | 0.93 | 014 | 1.06 | 336 | 0.97 | | | | |
| 10 | 172 | 0.89 | 007 | 0.87 | 355 | 1.09 | 183 | 0.72 | 10 | 199 | 0.96 | 014 | 1.06 | 336 | 0.99 | | | | |
| 11 | 194 | 0.91 | 007 | 0.87 | 354 | 1.10 | 206 | 0.73 | 11 | 223 | 1.01 | 014 | 1.07 | 336 | 1.01 | | | | |
| 12 | 216 | 0.93 | 008 | 0.88 | 353 | 1.12 | 229 | 0.76 | 12 | 247 | 1.06 | 014 | 1.08 | 336 | 1.03 | | | | |
| 13 | 238 | 0.97 | 008 | 0.88 | 352 | 1.15 | 253 | 0.78 | 13 | 272 | 1.11 | 014 | 1.08 | 336 | 1.04 | | | | |
| 14 | 262 | 1.01 | 009 | 0.89 | 352 | 1.18 | 277 | 0.82 | 14 | 298 | 1.17 | 013 | 1.09 | 336 | 1.05 | | | | |
| 15 | 286 | 1.06 | 009 | 0.89 | 351 | 1.21 | 302 | 0.86 | 15 | 325 | 1.21 | 013 | 1.10 | 336 | 1.04 | | | | |
| 16 | 311 | 1.10 | 009 | 0.90 | 351 | 1.24 | 328 | 0.89 | 16 | 352 | 1.24 | 013 | 1.10 | 335 | 1.02 | | | | |
| 17 | 337 | 1.14 | 010 | 0.90 | 350 | 1.26 | 355 | 0.93 | 17 | 020 | 1.26 | 013 | 1.11 | 335 | 1.00 | | | | |
| 18 | 004 | 1.18 | 010 | 0.91 | 350 | 1.28 | 023 | 0.96 | 18 | 048 | 1.27 | 013 | 1.12 | 334 | 0.96 | | | | |
| 19 | 031 | 1.21 | 010 | 0.91 | 350 | 1.29 | 051 | 0.98 | 19 | 076 | 1.26 | 013 | 1.12 | 333 | 0.92 | | | | |
| 20 | 058 | 1.22 | 011 | 0.92 | 350 | 1.29 | 079 | 0.99 | 20 | 104 | 1.24 | 013 | 1.13 | 331 | 0.88 | | | | |
| 21 | 085 | 1.23 | 011 | 0.93 | 350 | 1.28 | 107 | 1.00 | 21 | 131 | 1.21 | 013 | 1.13 | 330 | 0.83 | | | | |
| 22 | 113 | 1.22 | 011 | 0.93 | 350 | 1.27 | 135 | 0.99 | 22 | 158 | 1.17 | 013 | 1.14 | 328 | 0.78 | | | | |
| 23 | 140 | 1.20 | 012 | 0.94 | 350 | 1.24 | 164 | 0.98 | 23 | 186 | 1.12 | 012 | 1.14 | 326 | 0.74 | | | | |
| 24 | 166 | 1.18 | 012 | 0.95 | 350 | 1.21 | 191 | 0.95 | 24 | 209 | 1.07 | 012 | 1.15 | 324 | 0.70 | | | | |
| 25 | 193 | 1.14 | 012 | 0.95 | 350 | 1.17 | 219 | 0.93 | 25 | 233 | 1.02 | 012 | 1.15 | 321 | 0.67 | | | | |
| 26 | 218 | 1.11 | 012 | 0.96 | 350 | 1.14 | 245 | 0.90 | 26 | 257 | 0.98 | 012 | 1.16 | 318 | 0.64 | | | | |
| 27 | 244 | 1.07 | 013 | 0.97 | 349 | 1.09 | 271 | 0.87 | 27 | 279 | 0.95 | 012 | 1.16 | 315 | 0.63 | | | | |
| 28 | 268 | 1.03 | 013 | 0.97 | 349 | 1.05 | 297 | 0.84 | 28 | 302 | 0.93 | 011 | 1.17 | 312 | 0.63 | | | | |
| 29 | 292 | 1.00 | 013 | 0.98 | 348 | 1.02 | 322 | 0.81 | 29 | 324 | 0.91 | 011 | 1.17 | 310 | 0.63 | | | | |
| 30 | 315 | 0.97 | 013 | 0.99 | 347 | 0.98 | 346 | 0.79 | | | | | | | | | | | |
| 31 | 338 | 0.95 | 013 | 0.99 | 346 | 0.95 | 010 | 0.77 | | | | | | | | | | | |

| MARCH | | | | | | | | | | APRIL | | | | | | | | | |
|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-------|------|-----|------|-----|------|--|--|--|--|
| M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | | | | |
| DAY | A | F | A | F | A | F | A | F | DAY | A | F | A | F | A | F | | | | |
| 1 | 346 | 0.90 | 011 | 1.18 | 308 | 0.63 | 047 | 0.74 | 1 | 015 | 0.89 | 002 | 1.22 | 258 | 0.64 | | | | |
| 2 | 008 | 0.90 | 011 | 1.18 | 307 | 0.65 | 070 | 0.73 | 2 | 037 | 0.90 | 001 | 1.21 | 259 | 0.64 | | | | |
| 3 | 030 | 0.89 | 011 | 1.19 | 306 | 0.66 | 093 | 0.73 | 3 | 059 | 0.90 | 001 | 1.21 | 260 | 0.63 | | | | |
| 4 | 052 | 0.89 | 010 | 1.19 | 306 | 0.67 | 116 | 0.73 | 4 | 081 | 0.91 | 001 | 1.21 | 260 | 0.62 | | | | |
| 5 | 074 | 0.89 | 010 | 1.19 | 306 | 0.69 | 139 | 0.73 | 5 | 103 | 0.93 | 000 | 1.21 | 260 | 0.61 | | | | |
| 6 | 096 | 0.89 | 010 | 1.20 | 307 | 0.70 | 162 | 0.73 | 6 | 125 | 0.94 | 000 | 1.20 | 259 | 0.60 | | | | |
| 7 | 118 | 0.90 | 010 | 1.20 | 307 | 0.71 | 184 | 0.74 | 7 | 148 | 0.99 | 000 | 1.20 | 258 | 0.59 | | | | |
| 8 | 139 | 0.92 | 009 | 1.20 | 308 | 0.72 | 207 | 0.75 | 8 | 172 | 1.04 | 359 | 1.20 | 255 | 0.59 | | | | |
| 9 | 162 | 0.96 | 009 | 1.21 | 309 | 0.73 | 230 | 0.78 | 9 | 197 | 1.09 | 359 | 1.19 | 252 | 0.59 | | | | |
| 10 | 185 | 1.00 | 009 | 1.21 | 309 | 0.73 | 254 | 0.82 | 10 | 222 | 1.14 | 359 | 1.19 | 248 | 0.59 | | | | |
| 11 | 209 | 1.05 | 008 | 1.21 | 309 | 0.72 | 279 | 0.86 | 11 | 249 | 1.19 | 358 | 1.19 | 244 | 0.61 | | | | |
| 12 | 234 | 1.11 | 008 | 1.21 | 308 | 0.71 | 305 | 0.91 | 12 | 276 | 1.23 | 358 | 1.18 | 240 | 0.63 | | | | |
| 13 | 260 | 1.16 | 008 | 1.22 | 307 | 0.70 | 332 | 0.95 | 13 | 304 | 1.26 | 358 | 1.18 | 235 | 0.66 | | | | |
| 14 | 286 | 1.21 | 008 | 1.22 | 305 | 0.68 | 060 | 0.99 | 14 | 332 | 1.27 | 357 | 1.17 | 231 | 0.69 | | | | |
| 15 | 314 | 1.25 | 007 | 1.22 | 302 | 0.65 | 028 | 1.02 | 15 | 000 | 1.27 | 357 | 1.17 | 228 | 0.73 | | | | |
| 16 | 342 | 1.28 | 007 | 1.22 | 299 | 0.62 | 057 | 1.04 | 16 | 028 | 1.26 | 357 | 1.16 | 225 | 0.77 | | | | |
| 17 | 010 | 1.29 | 007 | 1.22 | 294 | 0.60 | 086 | 1.05 | 17 | 055 | 1.23 | 357 | 1.16 | 222 | 0.81 | | | | |
| 18 | 038 | 1.28 | 006 | 1.22 | 288 | 0.57 | 115 | 1.05 | 18 | 082 | 1.20 | 356 | 1.15 | 221 | 0.84 | | | | |
| 19 | 066 | 1.27 | 006 | 1.22 | 283 | 0.56 | 144 | 1.04 | 19 | 109 | 1.15 | 356 | 1.15 | 220 | 0.86 | | | | |
| 20 | 094 | 1.23 | 006 | 1.23 | 276 | 0.54 | 173 | 1.01 | 20 | 135 | 1.09 | 356 | 1.14 | 219 | 0.88 | | | | |
| 21 | 121 | 1.19 | 005 | 1.23 | 271 | 0.54 | 201 | 0.97 | 21 | 160 | 1.04 | 355 | 1.14 | 219 | 0.89 | | | | |
| 22 | 147 | 1.14 | 005 | 1.23 | 265 | 0.55 | 229 | 0.93 | 22 | 183 | 0.99 | 355 | 1.13 | 219 | 0.89 | | | | |
| 23 | 173 | 1.08 | 005 | 1.23 | 261 | 0.56 | 255 | 0.89 | 23 | 206 | 0.94 | 355 | 1.12 | 219 | 0.89 | | | | |
| 24 | 197 | 1.03 | 004 | 1.23 | 258 | 0.57 | 281 | 0.84 | 24 | 228 | 0.91 | 354 | 1.12 | 220 | 0.88 | | | | |
| 25 | 221 | 0.98 | 004 | 1.22 | 256 | 0.58 | 305 | 0.80 | 25 | 250 | 0.89 | 354 | 1.11 | 221 | 0.87 | | | | |
| 26 | 243 | 0.94 | 004 | 1.22 | 255 | 0.60 | 329 | 0.77 | 26 | 271 | 0.89 | 354 | 1.11 | 222 | 0.86 | | | | |
| 27 | 266 | 0.91 | 003 | 1.22 | 254 | 0.61 | 352 | 0.75 | 27 | 293 | 0.89 | 354 | 1.10 | 222 | 0.84 | | | | |
| 28 | 287 | 0.90 | 003 | 1.22 | 255 | 0.62 | 014 | 0.74 | 28 | 315 | 0.89 | 353 | 1.09 | 223 | 0.83 | | | | |
| 29 | 309 | 0.89 | 003 | 1.22 | 255 | 0.63 | 037 | 0.73 | 29 | 337 | 0.90 | 353 | 1.09 | 222 | 0.81 | | | | |
| 30 | 331 | 0.89 | 002 | 1.22 | 256 | 0.64 | 060 | 0.73 | 30 | 359 | 0.91 | 353 | 1.08 | 222 | 0.80 | | | | |
| 31 | 353 | 0.89 | 002 | 1.22 | 257 | 0.64 | 083 | 0.73 | | | | | | | | | | | |

XLII

TABLE VII

TIDAL ANGLES AND FACTORS

1980

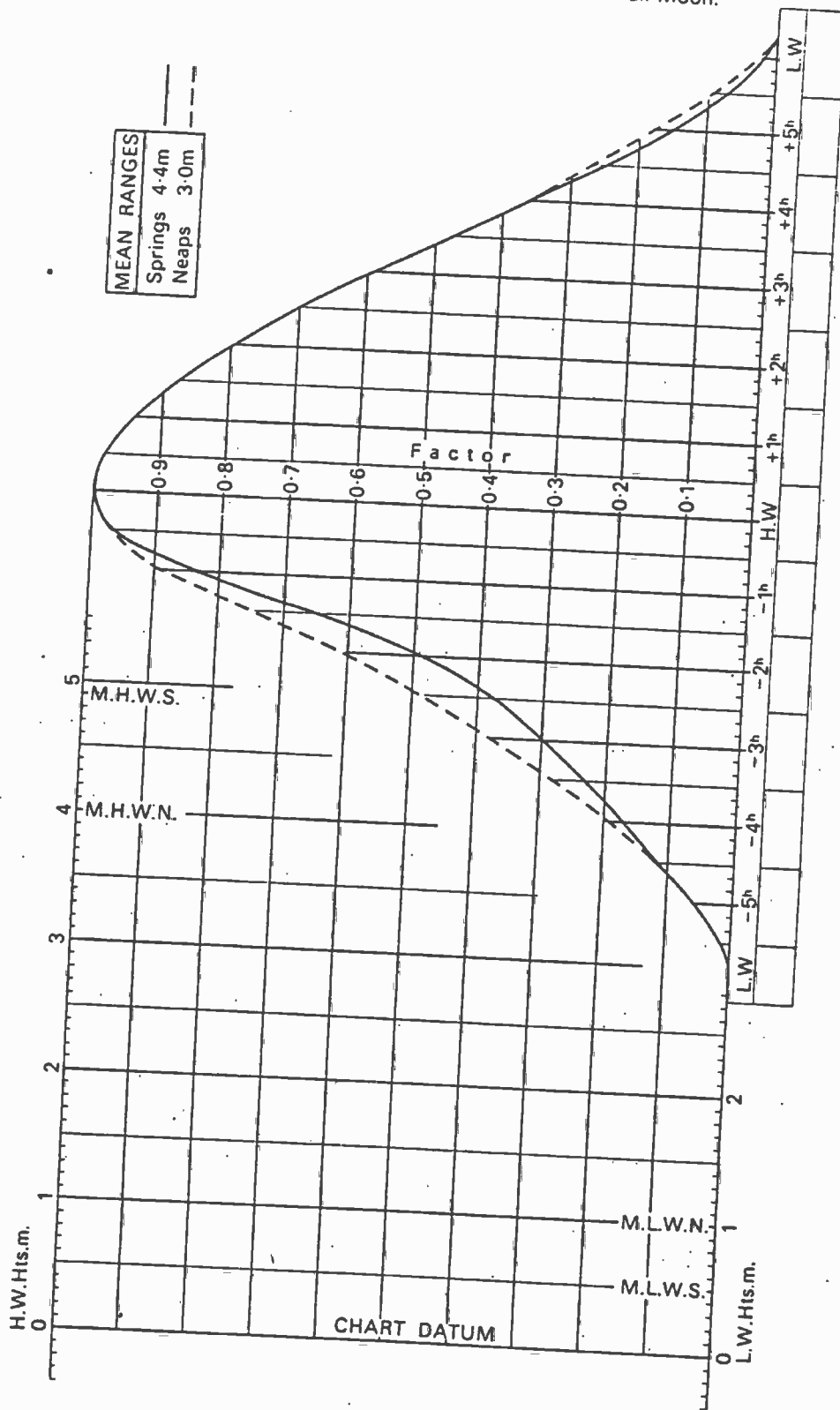
| SEPTEMBER | | | | | | | | | | OCTOBER | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|----------|------|-----|------|-----|------|-----|------|--|--|
| DAY | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | DAY | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | | |
| | A | F | A | F | A | F | A | F | | A | F | A | F | A | F | A | F | | |
| 1 | 157 | 1.18 | 006 | 1.11 | 135 | 0.88 | 037 | 0.99 | 1 | 174 | 1.11 | 356 | 1.22 | 085 | 0.66 | 083 | 0.94 | | |
| 2 | 183 | 1.14 | 006 | 1.12 | 135 | 0.85 | 065 | 0.96 | 2 | 199 | 1.05 | 355 | 1.22 | 084 | 0.63 | 109 | 0.89 | | |
| 3 | 209 | 1.09 | 006 | 1.12 | 134 | 0.81 | 091 | 0.92 | 3 | 223 | 1.00 | 355 | 1.22 | 082 | 0.59 | 134 | 0.85 | | |
| 4 | 234 | 1.05 | 005 | 1.13 | 134 | 0.78 | 117 | 0.88 | 4 | 246 | 0.96 | 355 | 1.22 | 079 | 0.56 | 158 | 0.82 | | |
| 5 | 258 | 1.01 | 005 | 1.14 | 134 | 0.74 | 142 | 0.85 | 5 | 268 | 0.93 | 354 | 1.22 | 076 | 0.54 | 182 | 0.79 | | |
| 6 | 281 | 0.97 | 005 | 1.14 | 134 | 0.70 | 167 | 0.82 | 6 | 290 | 0.91 | 354 | 1.22 | 073 | 0.52 | 205 | 0.77 | | |
| 7 | 304 | 0.95 | 004 | 1.15 | 133 | 0.66 | 190 | 0.80 | 7 | 312 | 0.90 | 354 | 1.22 | 070 | 0.51 | 228 | 0.76 | | |
| 8 | 327 | 0.93 | 004 | 1.15 | 132 | 0.63 | 214 | 0.78 | 8 | 334 | 0.89 | 353 | 1.22 | 066 | 0.50 | 250 | 0.76 | | |
| 9 | 349 | 0.91 | 004 | 1.16 | 130 | 0.59 | 237 | 0.77 | 9 | 356 | 0.89 | 353 | 1.22 | 063 | 0.51 | 273 | 0.75 | | |
| 10 | 011 | 0.90 | 003 | 1.16 | 128 | 0.56 | 260 | 0.76 | 10 | 018 | 0.89 | 353 | 1.22 | 059 | 0.52 | 297 | 0.75 | | |
| 11 | 034 | 0.90 | 003 | 1.17 | 126 | 0.54 | 284 | 0.76 | 11 | 040 | 0.89 | 352 | 1.22 | 057 | 0.53 | 320 | 0.75 | | |
| 12 | 056 | 0.89 | 003 | 1.17 | 123 | 0.52 | 307 | 0.75 | 12 | 062 | 0.89 | 352 | 1.21 | 054 | 0.55 | 343 | 0.75 | | |
| 13 | 078 | 0.88 | 002 | 1.18 | 120 | 0.51 | 330 | 0.75 | 13 | 084 | 0.89 | 352 | 1.21 | 053 | 0.58 | 065 | 0.76 | | |
| 14 | 100 | 0.88 | 002 | 1.18 | 117 | 0.51 | 353 | 0.75 | 14 | 106 | 0.91 | 351 | 1.21 | 052 | 0.61 | 028 | 0.77 | | |
| 15 | 121 | 0.89 | 001 | 1.18 | 114 | 0.52 | 015 | 0.75 | 15 | 128 | 0.93 | 351 | 1.21 | 051 | 0.65 | 051 | 0.79 | | |
| 16 | 143 | 0.90 | 001 | 1.19 | 111 | 0.53 | 038 | 0.76 | 16 | 150 | 0.96 | 351 | 1.21 | 051 | 0.69 | 074 | 0.82 | | |
| 17 | 165 | 0.93 | 001 | 1.19 | 108 | 0.55 | 061 | 0.79 | 17 | 173 | 1.01 | 350 | 1.20 | 051 | 0.72 | 099 | 0.86 | | |
| 18 | 187 | 0.97 | 000 | 1.19 | 106 | 0.58 | 084 | 0.82 | 18 | 197 | 1.06 | 350 | 1.20 | 051 | 0.76 | 124 | 0.90 | | |
| 19 | 210 | 1.02 | 000 | 1.20 | 104 | 0.61 | 108 | 0.86 | 19 | 223 | 1.11 | 350 | 1.20 | 051 | 0.80 | 150 | 0.95 | | |
| 20 | 235 | 1.07 | 000 | 1.20 | 102 | 0.64 | 134 | 0.91 | 20 | 249 | 1.16 | 350 | 1.19 | 051 | 0.84 | 177 | 0.99 | | |
| 21 | 260 | 1.13 | 359 | 1.20 | 101 | 0.68 | 160 | 0.95 | 21 | 276 | 1.21 | 349 | 1.19 | 050 | 0.87 | 205 | 1.03 | | |
| 22 | 287 | 1.18 | 359 | 1.21 | 099 | 0.71 | 188 | 1.00 | 22 | 303 | 1.25 | 349 | 1.19 | 050 | 0.90 | 233 | 1.06 | | |
| 23 | 314 | 1.22 | 359 | 1.21 | 097 | 0.73 | 216 | 1.03 | 23 | 331 | 1.27 | 349 | 1.18 | 049 | 0.91 | 262 | 1.09 | | |
| 24 | 341 | 1.25 | 358 | 1.21 | 096 | 0.75 | 244 | 1.06 | 24 | 359 | 1.28 | 348 | 1.18 | 048 | 0.93 | 291 | 1.09 | | |
| 25 | 009 | 1.27 | 358 | 1.21 | 094 | 0.76 | 273 | 1.08 | 25 | 027 | 1.27 | 348 | 1.18 | 047 | 0.93 | 320 | 1.08 | | |
| 26 | 036 | 1.27 | 358 | 1.21 | 093 | 0.76 | 302 | 1.08 | 26 | 055 | 1.25 | 348 | 1.17 | 046 | 0.92 | 349 | 1.07 | | |
| 27 | 067 | 1.28 | 357 | 1.22 | 092 | 0.75 | 331 | 1.07 | 27 | 083 | 1.22 | 348 | 1.17 | 044 | 0.91 | 018 | 1.04 | | |
| 28 | 093 | 1.26 | 357 | 1.22 | 090 | 0.74 | 000 | 1.05 | 28 | 110 | 1.17 | 347 | 1.16 | 043 | 0.90 | 046 | 1.00 | | |
| 29 | 121 | 1.20 | 356 | 1.22 | 089 | 0.72 | 028 | 1.02 | 29 | 136 | 1.12 | 347 | 1.16 | 041 | 0.87 | 073 | 0.96 | | |
| 30 | 148 | 1.16 | 356 | 1.22 | 087 | 0.69 | 056 | 0.98 | 30 | 162 | 1.07 | 347 | 1.15 | 039 | 0.85 | 100 | 0.91 | | |
| | | | | | | | | | 31 | 186 | 1.01 | 347 | 1.15 | 037 | 0.83 | 125 | 0.86 | | |
| NOVEMBER | | | | | | | | | | DECEMBER | | | | | | | | | |
| DAY | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | DAY | M2 | | S2 | | K1 | | O1 | | | |
| | A | F | A | F | A | F | A | F | | A | F | A | F | A | F | A | F | | |
| 1 | 209 | 0.96 | 347 | 1.14 | 035 | 0.81 | 149 | 0.82 | 1 | 216 | 0.90 | 347 | 0.94 | 013 | 1.06 | 185 | 0.78 | | |
| 2 | 232 | 0.93 | 346 | 1.14 | 033 | 0.80 | 173 | 0.79 | 2 | 237 | 0.89 | 347 | 0.93 | 012 | 1.06 | 209 | 0.76 | | |
| 3 | 253 | 0.90 | 346 | 1.13 | 031 | 0.79 | 195 | 0.77 | 3 | 259 | 0.88 | 347 | 0.92 | 011 | 1.06 | 230 | 0.76 | | |
| 4 | 275 | 0.89 | 346 | 1.12 | 029 | 0.79 | 218 | 0.76 | 4 | 280 | 0.88 | 347 | 0.92 | 010 | 1.07 | 253 | 0.76 | | |
| 5 | 297 | 0.88 | 346 | 1.12 | 027 | 0.79 | 241 | 0.75 | 5 | 302 | 0.89 | 348 | 0.91 | 009 | 1.08 | 276 | 0.77 | | |
| 6 | 318 | 0.88 | 346 | 1.11 | 025 | 0.81 | 263 | 0.75 | 6 | 325 | 0.90 | 348 | 0.90 | 008 | 1.10 | 299 | 0.79 | | |
| 7 | 340 | 0.89 | 346 | 1.11 | 024 | 0.83 | 286 | 0.76 | 7 | 347 | 0.92 | 348 | 0.90 | 008 | 1.13 | 322 | 0.79 | | |
| 8 | 003 | 0.89 | 346 | 1.10 | 023 | 0.85 | 309 | 0.76 | 8 | 010 | 0.93 | 349 | 0.89 | 007 | 1.16 | 346 | 0.80 | | |
| 9 | 025 | 0.90 | 345 | 1.09 | 022 | 0.88 | 333 | 0.77 | 9 | 033 | 0.95 | 349 | 0.89 | 007 | 1.19 | 010 | 0.82 | | |
| 10 | 047 | 0.91 | 345 | 1.09 | 022 | 0.91 | 356 | 0.78 | 10 | 056 | 0.97 | 349 | 0.88 | 007 | 1.22 | 034 | 0.83 | | |
| 11 | 069 | 0.92 | 345 | 1.08 | 022 | 0.95 | 019 | 0.79 | 11 | 079 | 0.99 | 350 | 0.88 | 007 | 1.26 | 058 | 0.85 | | |
| 12 | 092 | 0.94 | 345 | 1.07 | 022 | 0.98 | 042 | 0.80 | 12 | 103 | 1.02 | 350 | 0.87 | 007 | 1.29 | 083 | 0.88 | | |
| 13 | 114 | 0.97 | 345 | 1.07 | 022 | 1.02 | 066 | 0.83 | 13 | 127 | 1.06 | 351 | 0.87 | 007 | 1.31 | 108 | 0.91 | | |
| 14 | 138 | 1.00 | 345 | 1.06 | 022 | 1.05 | 090 | 0.86 | 14 | 152 | 1.09 | 351 | 0.86 | 007 | 1.34 | 134 | 0.94 | | |
| 15 | 162 | 1.05 | 345 | 1.05 | 023 | 1.09 | 115 | 0.90 | 15 | 178 | 1.12 | 352 | 0.86 | 008 | 1.36 | 161 | 0.97 | | |
| 16 | 187 | 1.09 | 345 | 1.05 | 023 | 1.12 | 141 | 0.94 | 16 | 204 | 1.15 | 352 | 0.85 | 008 | 1.38 | 188 | 0.99 | | |
| 17 | 212 | 1.14 | 345 | 1.04 | 023 | 1.15 | 168 | 0.97 | 17 | 231 | 1.18 | 353 | 0.85 | 008 | 1.39 | 215 | 1.01 | | |
| 18 | 239 | 1.18 | 345 | 1.03 | 024 | 1.18 | 195 | 1.01 | 18 | 257 | 1.20 | 353 | 0.84 | 008 | 1.40 | 243 | 1.03 | | |
| 19 | 266 | 1.22 | 345 | 1.02 | 024 | 1.20 | 223 | 1.04 | 19 | 285 | 1.21 | 354 | 0.84 | 008 | 1.40 | 271 | 1.04 | | |
| 20 | 293 | 1.24 | 345 | 1.02 | 024 | 1.22 | 252 | 1.06 | 20 | 312 | 1.20 | 354 | 0.84 | 008 | 1.39 | 300 | 1.04 | | |
| 21 | 321 | 1.25 | 345 | 1.01 | 023 | 1.23 | 281 | 1.07 | 21 | 339 | 1.19 | 355 | 0.84 | 008 | 1.38 | 329 | 1.03 | | |
| 22 | 349 | 1.25 | 345 | 1.00 | 023 | 1.23 | 309 | 1.07 | 22 | 006 | 1.17 | 355 | 0.83 | 007 | 1.36 | 355 | 1.01 | | |
| 23 | 017 | 1.24 | 345 | 0.99 | 022 | 1.22 | 338 | 1.06 | 23 | 032 | 1.14 | 356 | 0.83 | 007 | 1.33 | 023 | 0.98 | | |
| 24 | 044 | 1.21 | 345 | 0.99 | 021 | 1.21 | 007 | 1.03 | 24 | 058 | 1.10 | 357 | 0.83 | 006 | 1.30 | 050 | 0.95 | | |
| 25 | 071 | 1.17 | 345 | 0.98 | 020 | 1.19 | 034 | 1.00 | 25 | 083 | 1.06 | 357 | 0.83 | 005 | 1.27 | 076 | 0.91 | | |
| 26 | 097 | 1.12 | 346 | 0.97 | 019 | 1.17 | 062 | 0.96 | 26 | 108 | 1.01 | 358 | 0.83 | 004 | 1.23 | 102 | 0.87 | | |
| 27 | 123 | 1.07 | 346 | 0.97 | 018 | 1.14 | 088 | 0.92 | 27 | 132 | 0.97 | 358 | 0.83 | 003 | 1.20 | 126 | 0.84 | | |
| 28 | 147 | 1.02 | 346 | 0.96 | 016 | 1.12 | 114 | 0.87 | 28 | 155 | 0.94 | 359 | 0.83 | 003 | 1.18 | 150 | 0.81 | | |
| 29 | 171 | 0.97 | 346 | 0.95 | 015 | 1.10 | 138 | 0.83 | 29 | 177 | 0.91 | 000 | 0.82 | 002 | 1.15 | 173 | 0.78 | | |
| 30 | 194 | 0.93 | 346 | 0.94 | 014 | 1.08 | 162 | 0.80 | 30 | 199 | 0.89 | 000 | 0.83 | 001 | 1.14 | 196 | 0.77 | | |
| | | | | | | | | | 31 | 220 | 0.88 | 001 | 0.83 | 000 | 1.13 | 219 | 0.76 | | |

XLIV

VLISSINGEN (FLUSHING)

MEAN SPRING AND NEAP CURVES

Springs occurs 2 days after New and Full Moon.



IJMUIDEN-BUITENHAVEN

Uurstanden in dm t.o.v. LLWS

Tijden in MET

JUNI 1986

| Dag | Uur | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 01 | 13 | 10 | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 | 3 | 6 | 12 | 17 | 20 | 19 | 17 | 15 | 13 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 | 7 | 11 | 15 |
| 02 | 16 | 13 | 11 | 9 | 8 | 7 | 4 | 2 | 3 | 6 | 11 | 17 | 19 | 19 | 17 | 15 | 13 | 10 | 8 | 5 | 4 | 4 | 7 | 11 |
| 03 | 16 | 17 | 14 | 12 | 9 | 8 | 7 | 5 | 2 | 2 | 5 | 11 | 17 | 20 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 8 | 5 | 3 | 4 | 6 |
| 04 | 11 | 17 | 17 | 15 | 12 | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 3 | 5 | 11 | 17 | 20 | 19 | 16 | 14 | 11 | 10 | 7 | 4 | 3 | 4 |
| 05 | 7 | 13 | 19 | 18 | 15 | 12 | 10 | 9 | 7 | 4 | 3 | 3 | 6 | 12 | 19 | 20 | 18 | 15 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 |
| 06 | 5 | 9 | 16 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 9 | 6 | 4 | 4 | 4 | 7 | 14 | 20 | 19 | 17 | 14 | 11 | 10 | 7 | 5 | 4 |
| 07 | 4 | 6 | 12 | 19 | 19 | 17 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 | 5 | 10 | 17 | 20 | 18 | 15 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 |
| 08 | 3 | 4 | 8 | 15 | 20 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 5 | 7 | 12 | 19 | 19 | 17 | 14 | 11 | 10 | 7 | 4 |
| 09 | 3 | 3 | 5 | 11 | 19 | 20 | 18 | 16 | 13 | 12 | 9 | 6 | 4 | 4 | 5 | 9 | 15 | 19 | 18 | 15 | 12 | 10 | 8 | 6 |
| 10 | 4 | 3 | 4 | 8 | 15 | 20 | 19 | 17 | 15 | 13 | 11 | 8 | 5 | 4 | 5 | 6 | 11 | 17 | 19 | 16 | 13 | 11 | 9 | 7 |
| 11 | 5 | 3 | 3 | 6 | 11 | 18 | 20 | 18 | 17 | 14 | 13 | 10 | 7 | 5 | 4 | 5 | 8 | 14 | 18 | 17 | 15 | 12 | 10 | 8 |
| 12 | 6 | 4 | 2 | 4 | 8 | 14 | 20 | 19 | 18 | 16 | 14 | 12 | 9 | 6 | 5 | 5 | 6 | 10 | 16 | 18 | 16 | 13 | 10 | 9 |
| 13 | 7 | 5 | 3 | 2 | 5 | 10 | 17 | 20 | 19 | 17 | 15 | 13 | 11 | 8 | 6 | 4 | 5 | 7 | 11 | 16 | 17 | 15 | 11 | 9 |
| 14 | 7 | 6 | 5 | 3 | 3 | 6 | 12 | 18 | 20 | 19 | 17 | 15 | 13 | 10 | 7 | 5 | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | 16 | 14 | 11 |
| 15 | 9 | 7 | 6 | 4 | 3 | 3 | 6 | 13 | 19 | 20 | 19 | 16 | 15 | 12 | 10 | 7 | 5 | 5 | 5 | 8 | 12 | 16 | 16 | 13 |
| 16 | 11 | 8 | 7 | 6 | 5 | 3 | 3 | 7 | 13 | 18 | 20 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 7 | 5 | 5 | 5 | 7 | 12 | 16 | 16 |
| 17 | 14 | 11 | 8 | 7 | 6 | 5 | 3 | 3 | 6 | 12 | 18 | 20 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 5 | 7 | 11 | 16 |
| 18 | 17 | 14 | 11 | 9 | 8 | 7 | 5 | 3 | 3 | 6 | 11 | 17 | 21 | 20 | 17 | 15 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 4 | 6 | 11 |
| 19 | 17 | 18 | 15 | 12 | 9 | 8 | 7 | 5 | 3 | 3 | 5 | 10 | 17 | 21 | 20 | 17 | 14 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 4 | 6 |
| 20 | 11 | 18 | 19 | 16 | 12 | 10 | 9 | 8 | 5 | 3 | 3 | 5 | 10 | 17 | 21 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 4 |
| 21 | 6 | 12 | 20 | 20 | 16 | 13 | 10 | 10 | 8 | 5 | 4 | 3 | 5 | 9 | 17 | 21 | 19 | 16 | 13 | 11 | 10 | 7 | 4 | 4 |
| 22 | 5 | 7 | 14 | 21 | 20 | 17 | 14 | 11 | 11 | 9 | 5 | 4 | 3 | 5 | 8 | 17 | 20 | 18 | 15 | 12 | 11 | 10 | 7 | 4 |
| 23 | 3 | 5 | 8 | 16 | 22 | 20 | 17 | 14 | 12 | 12 | 9 | 5 | 4 | 4 | 5 | 9 | 18 | 19 | 17 | 13 | 11 | 10 | 9 | 6 |
| 24 | 3 | 3 | 5 | 9 | 19 | 22 | 20 | 18 | 15 | 13 | 12 | 9 | 5 | 4 | 4 | 4 | 10 | 18 | 19 | 16 | 12 | 10 | 10 | 9 |
| 25 | 5 | 2 | 3 | 5 | 11 | 20 | 22 | 20 | 18 | 15 | 14 | 12 | 9 | 5 | 4 | 4 | 5 | 12 | 19 | 18 | 14 | 10 | 9 | 9 |
| 26 | 8 | 4 | 2 | 3 | 6 | 13 | 21 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 8 | 5 | 5 | 5 | 6 | 14 | 19 | 17 | 13 | 10 | 8 |
| 27 | 8 | 6 | 3 | 1 | 3 | 6 | 15 | 21 | 22 | 20 | 17 | 16 | 14 | 11 | 8 | 5 | 5 | 5 | 8 | 15 | 18 | 16 | 12 | 9 |
| 28 | 8 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 8 | 16 | 21 | 21 | 19 | 17 | 15 | 13 | 10 | 7 | 5 | 5 | 6 | 10 | 16 | 18 | 15 | 12 |
| 29 | 9 | 7 | 7 | 5 | 2 | 2 | 4 | 9 | 16 | 20 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 9 | 7 | 5 | 5 | 7 | 11 | 16 | 17 | 15 |
| 30 | 12 | 9 | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 | 5 | 10 | 16 | 20 | 19 | 17 | 16 | 13 | 11 | 9 | 7 | 5 | 5 | 7 | 12 | 16 | 17 |

SINGAPORE STRAIT - BUFFALO ROCK

LAT 1°10'N LONG 103°48'E

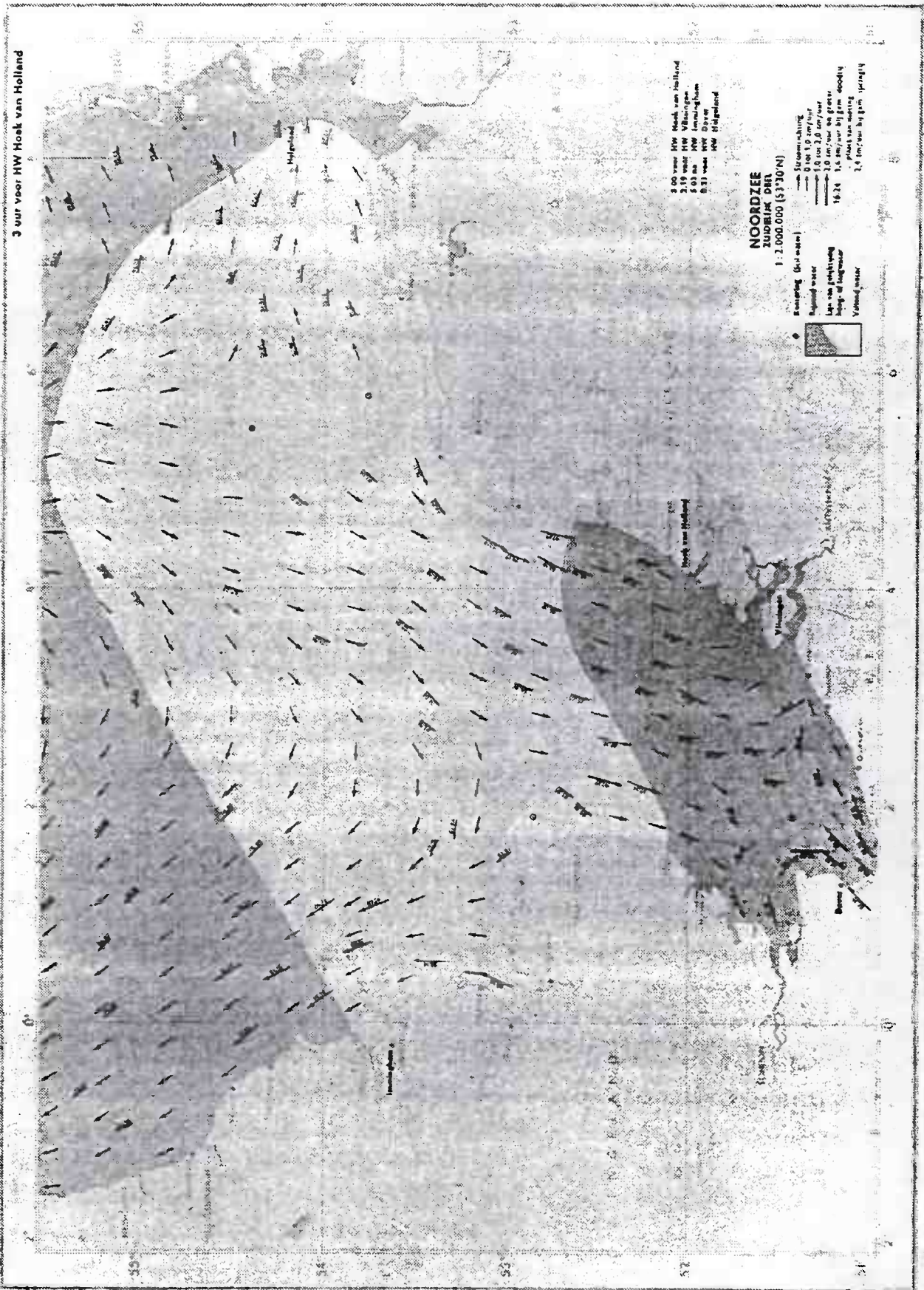
TIDAL STREAM PREDICTIONS (RATES IN KNOTS)
 POSITIVE (+) DIRECTION 065 NEGATIVE (-) DIRECTION 245

YEAR 1978

| APRIL | | | MAY | | | JUNE | | |
|---|---|------|--|---|------|--|--|------|
| SLACK | MAXIMUM | | SLACK | MAXIMUM | | SLACK | MAXIMUM | |
| TIME | TIME | RATE | TIME | TIME | RATE | TIME | TIME | RATE |
| 1 0524 0958 0.8 SA 1405 1910 -1.0 | 16 0533 0950 0.7 SU 1406 1955 -0.8 | | 1 0030 -0.6 M 0628 1043 0.9 1431 1850 -1.0 | 16 0539 0929 0.5 TU 1303 1759 -0.7 | | 1 0155 0031 0.1 TH 0610 -0.6 1003 1208 0.2 1408 1831 -0.9 2231 | 16 0001 0.1 F 0211 0413 -0.3 0955 -0.2 1652 -0.8 | |
| 2 0658 1119 0.9 SU 1515 1942 -1.0 | 17 0652 1056 0.4 M 1448 1938 -0.8 | | 2 0032 -0.4 TU 0419 -0.6 0802 1148 0.8 1516 1916 -1.0 | 17 0031 -0.4 W 0719 1027 -0.3 1316 1806 -0.7 | | 2 0349 0108 0.4 F 0738 -0.7 1306 0.0 1864 -0.9 | 17 0211 0040 0.4 SA 0402 0810 -0.5 1131 -0.4 1722 -0.8 | |
| 3 0059 -0.6 M 0823 1226 1.0 1611 2011 -1.0 | 18 0048 -0.5 TU 0815 1156 0.5 1519 1939 -0.7 | | 3 0101 -0.2 W 0559 -0.7 0934 1246 0.7 1549 1937 -0.9 | 18 0045 -0.1 TH 0945 1129 0.1 1304 1818 -0.8 2301 | | 3 0500 0143 0.8 SA 0848 -0.9 1353 -0.3 1857 -0.9 | 18 2140 0117 0.7 SU 0501 0907 -0.7 1249 -0.5 1756 -0.9 | |
| 4 0122 -0.4 TU 0937 1320 1.0 1655 2035 -1.0 | 19 0107 -0.3 W 0937 1242 0.4 1538 1943 -0.7 | | 4 0014 0132 0.1 TH 1106 1337 0.5 1607 1952 -0.9 2339 | 19 0110 0.2 F 0327 0722 -0.5 1224 -0.1 1831 -0.8 | | 4 0215 1.0 SU 0555 0947 -1.0 1427 -0.5 1903 -1.0 | 19 2201 0153 1.0 M 0548 0952 -0.8 1341 -0.6 1826 -1.0 | |
| 5 0150 -0.2 W 1043 1405 0.9 1728 2054 -0.9 | 20 0130 -0.1 TH 1053 1321 0.3 1543 1947 -0.7 | | 5 0424 0821 -0.9 F 1240 1419 0.2 1558 2001 -0.8 2328 | 20 0137 0.5 SA 0442 0830 -0.6 1314 -0.3 1844 -0.9 | | 5 0246 1.2 M 0644 1043 -1.0 1440 -0.7 1907 -1.1 | 20 2230 0230 1.2 TU 0435 1037 -0.9 1415 -0.7 1858 -1.1 | |
| 6 0201 0217 0.0 TH 1147 1464 0.7 1747 2106 -0.8 | 21 0004 0153 0.2 F 0341 0756 -0.7 1215 1352 0.1 1528 1949 -0.8 2337 | | 6 0528 0918 -1.0 SA 1452 -0.1 2003 -0.8 | 21 0534 0204 0.8 SU 0923 -0.8 1352 -0.4 1858 -0.9 | | 6 0315 1.3 TU 0730 1144 -0.9 1426 -0.9 1915 -1.2 | 21 2304 0309 1.3 W 0724 1130 -0.9 1441 -0.8 1929 -1.2 | |
| 7 0054 0243 0.2 F 0428 0850 -1.1 1748 2111 -0.7 | 22 0215 0.4 SA 0452 0846 -0.8 1418 0.0 1951 -0.8 | | 7 0623 0257 0.9 SU 1515 -0.4 1959 -0.9 | 22 0233 1.0 M 0628 1013 -0.9 1423 -0.6 1914 -1.0 | | 7 0345 1.3 W 0816 1930 -1.3 | 22 2344 0353 1.4 TH 0817 1238 -0.9 1501 -0.9 2002 -1.3 | |
| 8 0035 0308 0.5 SA 0536 0940 -1.1 1424 1545 0.1 1709 2110 -0.7 | 23 0239 0.7 M 0547 0934 -0.8 1441 -0.2 1955 -0.8 | | 8 0713 0324 -1.1 M 1109 -0.9 1521 -0.6 1954 -1.0 | 23 0307 1.1 TU 0710 1112 -0.9 1447 -0.7 1932 -1.1 | | 8 0009 0417 1.3 TH 0902 1952 -1.3 | 23 0028 0441 1.4 F 0912 1409 -0.9 1522 -0.9 2037 -1.2 | |
| 9 0029 0336 0.7 SU 0637 1033 -1.0 1406 -0.2 2103 -0.7 | 24 0307 0.8 M 0640 1028 -0.8 1503 -0.4 2003 -0.9 | | 9 0805 0354 1.1 TU 1222 -0.8 1500 -0.8 1956 -1.1 | 24 0348 1.2 W 0805 1231 -0.9 1505 -0.8 1954 -1.1 | | 9 0044 0452 1.2 TH 0944 2021 -1.3 | 24 0118 0534 1.3 F 1007 1522 -0.9 1636 -0.9 2120 -1.1 | |
| 10 0036 0407 0.8 M 0737 1135 -0.8 1618 -0.5 2057 -0.8 | 25 0343 0.9 TU 0737 1139 -0.8 1524 -0.6 2015 -1.0 | | 10 0023 0428 1.1 W 0859 2010 -1.2 | 25 0024 0437 1.2 TH 0907 2017 -1.1 | | 10 0124 0530 1.0 SA 1023 2054 -1.2 | 25 0214 0630 1.2 SU 1056 1543 -0.9 1902 -0.9 2222 -0.9 | |
| 11 0057 0444 0.9 TU 0842 1301 -0.7 1606 -0.7 2059 -0.9 | 26 0032 0430 1.0 W 0843 1331 -0.8 1538 -0.8 2030 -1.0 | | 11 0100 0509 1.1 TH 0955 2035 -1.2 | 26 0114 0536 1.2 F 1013 2040 -1.1 | | 11 0206 0609 0.9 SA 1050 2131 -1.0 | 26 0318 0728 1.0 M 1136 1401 -0.9 2057 -0.6 | |
| 12 0132 0530 0.9 W 0951 2113 -1.0 | 27 0118 0530 1.0 TH 0959 2039 -1.0 | | 12 0145 0557 1.0 F 1049 2107 -1.1 | 27 0213 0644 1.1 SA 1116 1647 -1.0 | | 12 0251 0648 0.8 M 1106 2213 -0.8 | 27 0006 -0.7 TU 0434 0823 0.8 1205 1618 -0.9 2207 -0.3 | |
| 13 0218 0426 0.9 TH 1103 2139 -1.0 | 28 0218 0646 1.0 F 1118 1736 -1.0 | | 13 0235 0649 0.9 SA 1137 2142 -1.0 | 28 0322 0752 1.1 SU 1219 1704 -1.0 | | 13 0341 0724 0.6 M 1114 1405 -0.7 2145 -0.5 2314 -0.5 | 28 0218 -0.5 W 0612 0922 0.5 1219 1637 -0.8 2221 2302 0.0 2343 | |
| 14 0316 0731 0.8 F 1212 2212 -1.0 | 29 0332 0809 0.9 SA 1232 1752 -1.0 | | 14 0330 0742 0.8 SU 1214 2210 -0.9 | 29 0439 0859 0.9 M 1257 1726 -1.0 2318 -0.5 | | 14 0444 0805 0.3 W 1110 1409 -0.7 2317 -0.2 | 29 0432 -0.5 TH 0840 1024 0.1 1202 1654 -0.8 2115 2352 0.4 | |
| 15 0421 0840 0.7 SA 1314 2234 -0.9 | 30 0457 0930 0.9 SU 1336 1821 -1.0 | | 15 0429 0835 0.7 M 1243 1811 -0.7 | 30 0200 -0.6 TU 0608 1002 0.8 1334 1749 -1.0 2353 -0.2 | | 15 0650 0229 -0.2 TH 0849 0.1 1034 1626 -0.8 2206 | 30 0236 0631 -0.4 F 1132 -0.2 1717 -0.8 2115 | |
| | | | 31 0419 -0.5 W 0755 1106 0.5 1400 1811 -0.9 2310 | | | | | |

CURRENT, 0.3 KN IN DIRECTION 245 INCLUDED.

3 uur voor HW Hoek van Holland



Tidal Streams referred to HW at DOVER

| | | 50°42'30" N 0 28-5E | | 50°53'00" N 1 00 0E | | 51°01'00" N 1 10-0E | | 51°09'7" N 1 27-8E | | 51°03'00" N 1 40 0E | |
|-----------|-----|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|--|
| Hours | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | |
| Before HW | 6 | 248 0-6 0-4 | 211 1-6 0-5 | 224 0-9 0-5 | 212 2-2 1-3 | 220 1-7 0-9 | | | | | |
| | 5 | 067 0-5 0-3 | 211 2-1 1-2 | 239 1-0 0-6 | 213 2-2 1-2 | 220 2-8 1-6 | | | | | |
| | 4 | 068 1-3 1-0 | 211 1-8 1-1 | 235 1-1 0-6 | 216 1-9 1-1 | 220 3-5 2-0 | | | | | |
| | 3 | 068 2-6 1-5 | 211 0-9 0-5 | 242 0-6 0-4 | 228 1-3 0-8 | 220 2-8 1-6 | | | | | |
| | 2 | 068 2-3 1-3 | S i a c k | S i a c k | S i a c k | 220 1-2 0-7 | | | | | |
| | 1 | 068 1-2 0-6 | 031 0-9 0-5 | 052 0-6 0-3 | 032 1-2 0-7 | 040 0-8 0-4 | | | | | |
| After HW | 1 | 067 0-1 0-1 | 031 1-5 0-8 | 049 1-2 0-7 | 038 2-0 1-2 | 040 2-5 1-4 | | | | | |
| | 2 | 248 0-9 0-5 | 031 1-9 1-1 | 049 1-3 0-7 | 039 2-3 1-3 | 040 3-4 1-9 | | | | | |
| | 3 | 247 1-4 0-2 | 031 1-7 1-0 | 056 1-0 0-5 | 034 2-2 1-2 | 040 2-9 1-6 | | | | | |
| | 4 | 248 1-3 1-0 | 031 1-2 0-6 | 054 0-5 0-3 | 031 1-5 0-0 | 040 2-0 1-1 | | | | | |
| | 5 | 248 1-7 1-0 | 031 0-4 0-2 | S i a c k | S i a c k | 040 0-9 0-5 | | | | | |
| | 6 | 248 1-6 0-9 | 211 0-4 0-2 | 219 0-4 0-2 | 203 1-0 0-6 | 220 0-2 0-1 | | | | | |
| | | 249 1-2 0-7 | 211 1-3 0-7 | 217 0-8 0-4 | 210 1-8 1-0 | 220 1-3 0-7 | | | | | |
| | | 50°55'50" N 1 26-8E | | 50°53'50" N 1 31-5E | | 50°42'00" N 1 25-0E | | 50°37'50" N 1 13-0E | | 50°43'40" N 0 58-0E | |
| Hours | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | |
| Before HW | 6 | 206 1-7 1-0 | 214 2-5 1-4 | 201 1-5 0-8 | 214 1-5 0-8 | 228 1-6 0-9 | | | | | |
| | 5 | 204 2-5 1-4 | 209 3-3 1-9 | 200 2-0 1-1 | 213 1-5 0-8 | 228 1-4 0-8 | | | | | |
| | 4 | 208 2-7 1-5 | 208 3-2 1-8 | 154 2-1 1-2 | 203 1-0 0-6 | 218 0-9 0-5 | | | | | |
| | 3 | 209 2-1 1-2 | 205 2-1 1-2 | 174 1-2 0-7 | 152 0-2 0-1 | 096 0-4 0-2 | | | | | |
| | 2 | 221 0-9 0-5 | 183 0-4 0-1 | 076 0-5 0-3 | 040 0-6 0-4 | 044 1-2 0-6 | | | | | |
| | 1 | 017 0-7 0-4 | 029 1-6 0-9 | 019 1-0 0-6 | 032 1-0 0-5 | 053 1-3 0-8 | | | | | |
| After HW | 1 | 028 2-0 1-1 | 028 3-2 1-8 | 007 1-7 1-0 | 020 1-4 0-8 | 052 1-3 0-7 | | | | | |
| | 2 | 030 2-4 1-4 | 028 2-5 1-4 | 011 2-0 1-1 | 022 1-4 0-8 | 047 1-1 0-6 | | | | | |
| | 3 | 033 1-7 0-9 | 027 1-8 1-1 | 012 0-8 0-4 | 076 0-8 0-5 | 028 0-6 0-4 | | | | | |
| | 4 | 028 0-6 0-3 | 030 0-7 0-4 | 337 0-1 0-0 | 335 0-2 0-1 | S i a c k | | | | | |
| | 5 | 214 0-4 0-2 | 205 0-6 0-3 | 204 0-6 0-3 | 209 0-9 0-5 | 256 0-4 0-2 | | | | | |
| | 6 | 209 1-4 0-8 | 213 1-9 1-1 | 200 1-2 0-7 | 213 1-4 0-8 | 238 0-9 0-5 | | | | | |
| | | | | | | 225 1-5 0-9 | | | | | |
| | | 50°30'00" N 0 28 0E | | 50°25'00" N 1 02-0E | | 50°25'00" N 1 24 0E | | 50°13'00" N 0 30 0E | | | |
| Hours | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | Dir | Rate(kn) Sp Np | | | |
| Before HW | 6 | 249 1-1 0-6 | 217 1-3 0-7 | 203 1-7 1-0 | 249 1-0 0-6 | | | | | | |
| | 5 | 206 0-2 0-1 | 197 1-0 0-6 | 197 1-6 0-9 | 202 0-3 0-2 | | | | | | |
| | 4 | 077 1-1 0-6 | 149 0-7 0-4 | 187 0-7 0-4 | 081 1-2 0-7 | | | | | | |
| | 3 | 080 1-9 1-1 | 082 1-0 0-6 | 042 0-6 0-3 | 072 2-0 1-2 | | | | | | |
| | 2 | 082 2-1 1-2 | 057 1-2 0-7 | 032 1-4 0-8 | 073 2-3 1-3 | | | | | | |
| | 1 | 074 1-5 0-8 | 048 1-2 0-7 | 022 1-6 0-9 | 074 1-5 0-8 | | | | | | |
| After HW | 1 | 065 0-8 0-4 | 030 1-0 0-6 | 020 1-6 0-9 | 066 0-6 0-3 | | | | | | |
| | 2 | 268 0-8 0-6 | 331 0-8 0-5 | 022 1-1 0-6 | 265 0-3 0-2 | | | | | | |
| | 3 | 263 1-3 0-7 | 331 0-5 0-3 | 003 0-5 0-3 | 263 0-9 0-5 | | | | | | |
| | 4 | 254 1-5 0-8 | 278 0-6 0-3 | 258 0-2 0-1 | 259 1-4 0-9 | | | | | | |
| | 5 | 251 1-8 0-9 | 247 0-9 0-5 | 213 0-7 0-4 | 253 1-7 1-0 | | | | | | |
| | 6 | 256 1-4 0-8 | 235 1-2 0-7 | 209 1-2 0-7 | 255 1-7 1-0 | | | | | | |
| | | | | | | 256 1-3 0-7 | | | | | |

TIDES AND TIDAL STREAMS

Tides

1-83 The tide is predominantly semi-diurnal off the S coast of England and the NW coast of France; off the latter the tidal range is very large.

The mean Spring range is greatest, 11.9m, in Baie du Mont Saint-Michel ($48^{\circ} 40' N$, $1^{\circ} 35' W$), and least, 1.7m, at Swanage ($50^{\circ} 37' N$, $1^{\circ} 57' W$). See Chart 5058 (Co-tidal and Co-range lines).

Data for predicting tidal heights and times is contained in *Admiralty Tide Tables, Vol. I*.

Approximate tidal time differences between Dover and some of the standard ports situated within the area covered by this volume are as follows:—

| Dover | Devonport | Portsmouth | | |
|-------|-----------|--------------|-----------|--|
| -0600 | -0020 | -0615 | | |
| -0500 | +0040 | -0515 | | |
| -0400 | +0140 | -0415 | | |
| -0300 | +0240 | -0315 | | |
| -0200 | +0340 | -0215 | | |
| -0100 | +0440 | -0115 | | |
| HW | +0540 | -0015 | | |
| +0100 | -0545 | +0045 | | |
| +0200 | -0445 | +0145 | | |
| +0300 | -0345 | +0245 | | |
| +0400 | -0245 | +0345 | | |
| +0500 | -0145 | +0445 | | |
| +0600 | -0045 | +0545 | | |
| Dover | Brest | Saint Helier | Cherbourg | |
| -0600 | +0115 | -0105 | -0240 | |
| -0500 | +0215 | -0005 | -0140 | |
| -0400 | +0315 | +0055 | -0040 | |
| -0300 | +0415 | +0155 | +0020 | |
| -0200 | +0515 | +0255 | +0120 | |
| -0100 | +0615 | +0355 | +0220 | |
| | -0610 | | | |
| HW | -0510 | +0455 | +0320 | |
| +0100 | -0410 | +0555 | +0420 | |
| +0200 | -0310 | -0530 | +0520 | |
| +0300 | -0210 | -0430 | -0605 | |
| +0400 | -0110 | -0330 | -0505 | |
| +0500 | -0010 | -0230 | -0405 | |
| +0600 | +0050 | -0130 | -0305 | |

Meteorological conditions which differ from the average will cause differences between the predicted and actual tide.

Variations in tidal heights are mainly caused by strong or prolonged winds, and by unusually high or low barometric pressure, causing positive or negative surges which raise or lower sea level.

Differences between predicted and actual times of high and low waters are caused mainly by wind. Tidal streams and currents are also markedly affected.

Seiches, which are short-period oscillations in sea level, may be caused by abrupt changes in meteorological conditions, such as the passage of an intense depression. Small seiches are not uncommon round the coasts of the British Isles, especially in winter months.

Fuller information is given in *Admiralty Tide Tables* and in *The Mariner's Handbook*.

Tidal streams

1-84 The following brief general account is intended only to describe the principal features of the tidal streams in the W approach and fairway of the English Channel.

Data for predicting should be obtained from the tidal stream tables on the relevant charts and/or from the following *Atlases of Tidal Streams*:—

- (i) *The English and Bristol Channels.*
- (ii) *Approaches to Portland.*
- (iii) *The Solent and Adjacent Waters.*
- (iv) *The Channel Islands and Adjacent Coasts of France.*

Where time references are given in the tidal stream information throughout this volume, they are always given in four-figure groups, in which the first two figures are hours and the last two are minutes; these references are given to the nearest five minutes.

References preceded by a minus (-) sign are intervals before HW; those preceded by a plus (+) sign are intervals after HW.

1-85 West approaches to English Channel. Over the Continental Shelf extending W and SW from the Brittany coast there are almost certainly streams, probably rotatory and barely perceptible near the edge of the shelf, but increasing in velocity and becoming more and more nearly rectilinear as the land is approached. Information regarding the streams over the shelf S of $48^{\circ} 30' N$ is lacking.

In the W approach to the English Channel, the streams are more or less rotatory clockwise. Variations in direction and rate at different positions are not great; taking averages over the whole area, the streams run as follows:—

| Approx Interval from HW Dover | Direction | Sp. Rate Knots | Stream |
|-------------------------------|-----------|----------------|--------------------|
| +0400/+0500 | NE/ENE | 1 | Strongest inwards |
| -0500 | SE | $\frac{3}{4}$ | Weakest inwards |
| -0100 | WSW | 1 | Strongest outwards |
| +0100/+0200 | WNW/NW | $\frac{3}{4}$ | Weakest outwards |

Near the W limit of the W approach, the greatest and least rates are attained rather earlier, and the rates are rather less, than the averages; near the E limit, the greatest and least rates are attained rather later, and the rates are considerably greater, than the averages.

1-86 Fairway of English Channel. As the English Channel is entered, and the fairway narrows, the rotatory streams of the approach become gradually more and more nearly rectilinear.

The rates of the streams in the fairway vary with the width, and are greatest in the narrowest parts. In the middle of the fairway, between Bill of Portland/Saint Catherine's Point on the English coast, and Cap de la Hague/Pointe de Barfleur on the French coast, Spring rates up to about $3\frac{1}{2}$ knots occur; in the widest parts Spring rates of from 2 to $2\frac{1}{2}$ knots are seldom exceeded.

4.1 Inleiding.

Ter verklaring van de getijbeweging zijn in het verleden een aantal theorieën ontwikkeld. We noemen de 'evenwichtstheorie' van Newton, en de 'dynamische theorie van Laplace'. Geen van deze theorieën geeft een volledige verklaring van de getijden, die we waarnemen. Zeker is echter, dat de getijden veroorzaakt worden door overige planeten op de roterende aarde. Daarbij is de invloed van de planeten te verwaarlozen. Tevens spelen vorm en afmetingen van de oceanen en de zeeën een belangrijke rol.

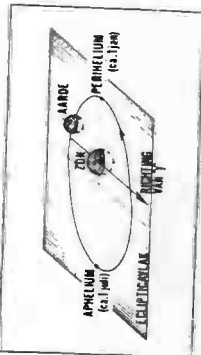
In dit hoofdstuk zullen we nader ingaan op de evenwichtstheorie van Newton en enige aspecten van de dynamische theorie behandelen. Deze beschouwingen dienen om het nodige begrip te verwerven, teneinde een zo volledig mogelijk gebruik te kunnen maken van de beschikbare getijgegevens. De methoden daarvoor zullen verderop in dit hoofdstuk ontwikkeld worden. Eerst moeten we ons echter bezighouden met enige astronomische verkenningen.

4.2 De bewegingen van zon en maan.

4.2.1 De baan van de aarde om de zon.

In deel I hoofdstuk 7 hebben we gezien dat elke planeet, dus ook de aarde, een baan om de zon beschrijft en daarbij gehoorzaamt aan de wetten van Kepler. Dat betekent dus onder meer, dat de aarde in een ellipsbaan om de zon loopt, waarbij de zon in een van de brandpunten staat. Het punt van de baan, dat het dichtst bij de zon ligt heet *perihelium* en het punt van de baan met de grootste afstand tot de zon heet *aphelium*. Zie figuur 4.1. De tijd, die de aarde nodig heeft om, vanuit de zon gezien een vast punt tussen de

sterren twee opeenvolgende malen te passeren, heet het *siderisch jaar*. Dit is dus de werkelijke omlooptijd van de aarde om de zon. Het siderisch jaar duurt 365.2564 middelhare zonneda-



Figuur 4.1

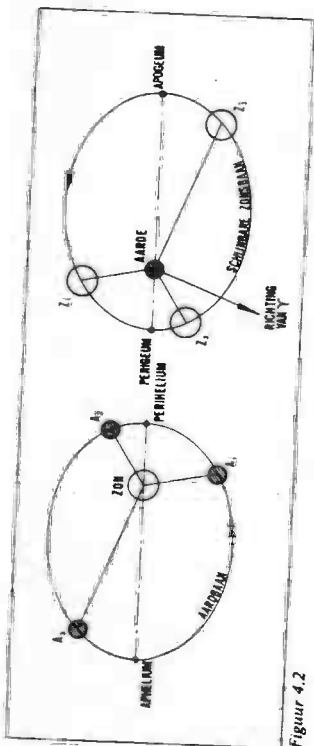
4.2.2 De schijnbare baan van de zon om de aarde.

Voor onze doeleinden is het handig om de *schijnbare* beweging van de zon om de aarde te bekijken. Zie figuur 4.2.

Staat de aarde op zeker moment in A_1 , dan wordt de zon vanuit de aarde gezien in de richting van Z_1 ; staat de aarde in A_2 , dan ziet men de zon in de richting van Z_2 , enzovoort.

Het zal duidelijk zijn dat de relatieve baan van de zon ten opzichte van de aarde congruent is met de aardbaan. Het punt waar de zon het dichtst bij de aarde staat heet nu het *perigeum* en het punt waar de zon het verst van de aarde is verwijderd heet het *apogeeum*. De schijnbare rotatie-richting van de zon om de aarde is uiteraard gelijk aan de werkelijke rotatie-richting van de aarde om de zon.

Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende doorgangen van de zon door het punt Y heet het *tropisch jaar*. Omdat het punt Y tengevolge van de precessie en nutatie van de aardas geen vast



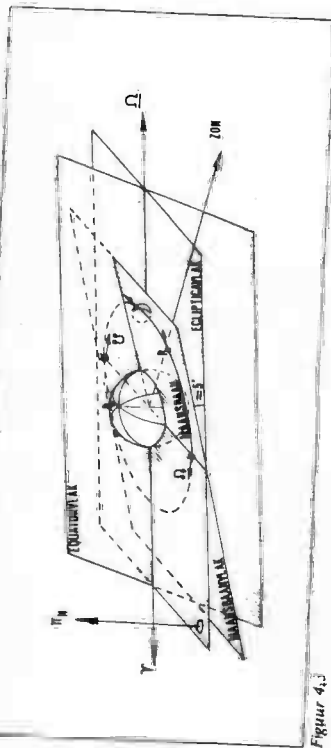
Figuur 4.2

punt is, maar per jaar de zon gemiddeld $50''$ tegemoet komt, duurt het tropisch jaar iets korter dan het siderisch jaar n.l. 365.2422 middelhare zonneda- gen. Tenslotte komen we nog het *anomalistisch jaar*: dat is het interval tussen twee opeenvolgende doorgangen van de zon door het perigeum. Omdat ook het perigeum geen vast punt is ten opzichte van de sterren noch ten opzichte van het punt Y, wijkt de duur van het anomalistisch jaar van 365.2596 middelhare zonneda- gen af van die van het siderisch en het tropisch jaar.

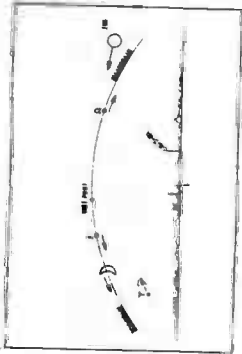
4.2.3 De baan van de maan om de aarde.

Evenals de planeten bij hun baan om de zon gehoorzaamt ook de maan bij haar beweging om

de aarde aan de wetten van Kepler. Het vlak waarin de maansbaan ligt maakt een hoek van ongeveer 5° met het eclipticavlak. Dit maansbaanvlak, en daarmee ook de snijlijn met het eclipticavlak, de *knoopenlijn*, draait langzaam rond ten opzichte van het eclipticavlak in een periode van 18,6 jaar. Overigens met behoud van de helling van ca. 5° . Deze rotatie is tegengesteld aan die van de maan rond de aarde. Het punt waar de maansbaan het eclipticavlak snijdt en waar de maan noorderastronomische breedte (zie deel I, hoofdstuk 7) krijgt, heet de *lim-meride knoop* van de maansbaan (Ω). Het daar tegenoverliggende punt is de *dalende knoop* van de maansbaan (ω). Het punt van de maansbaan dat het dichtst bij de aarde ligt noemt men het *perigeum* van de maansbaan, het verst verwijderde punt het *apogeeum*. Zie figuur 4.3.



Figuur 4.3



Figuur 4.4
Schijnbare hoeksnelheden ten opzichte van een vast punt van de sfeer.

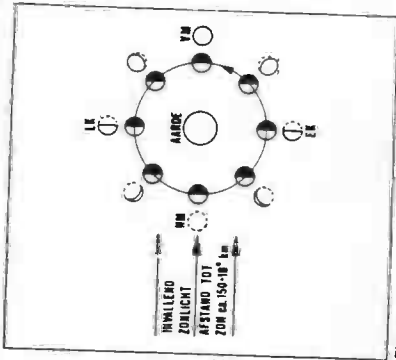
Men onderscheidt vijf omloopstijden voor de maan.

1. De *siderische maand* is de tijd, die de maan nodig heeft om twee opeenvolgende malen de astronomische breedtercirkel van een vast punt van de sfeer te passeren. Gemiddeld duurt deze maand 27,3217 dagen.
2. De *tropische maand* is de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende doorgangen van de maan door de astronomische breedtercirkel van Y. Het is dus de tijd die de maan nodig heeft om 360° in astronomische lengte te veranderen. Gemiddelde duur 27,3216 dagen.
3. De *anomalistische maand* is de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende doorgangen van de maan door het perigeum. Gemiddelde duur 27,5546 dagen.
4. De *draconitische maand* is de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende doorgangen van de maan door de klimmende knoop. Gemiddelde duur 27,2122 dagen.
5. De *synodische maand* is de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de maan dezelfde astronomische lengte heeft als de zon. Omdat de lijn aarde-zon per dag ongeveer 1° draait in dezelfde zin als de maan rond de aarde, duurt deze maand het langst en wel gemiddeld 29,5306 dagen.

4.2.4 Schijngestalten van de maan.

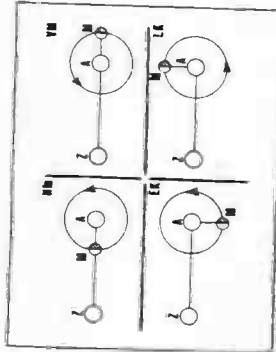
Van de maan wordt één helft verlicht door de

zon. Valt deze helft samen met de naar de aarde toegekeerde helft, dan is het *volle maan* (VM). Vanaf de aarde zien we dan een volledige cirkel. Is de onverlichte helft naar ons toegekeerd, dan is het *nieuwe maan* (NM). De maan is dan voor



Figuur 4.5

ons niet zichtbaar. Na precies één synodische maand treedt deze situatie weer op. Na nieuwe maan wordt iedere avond een iets groter stuk van de maanschijf zichtbaar, te beginnen aan de westkant. Is de gehele westhelft *kwartier* (EK). In de daarop volgende week groeit de maanschijf totdat bij VM de verlichte maanhelft weer geheel naar ons is toegekeerd.



Figuur 4.6

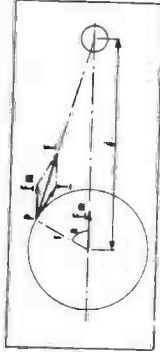
Hierna wordt de zichtbare maanschijf weer kleiner. Iedere nacht ontbreekt er een groter stuk van de westkant. Is alleen nog de oosthelft van de maan overgebleven, dan is het *laatste kwartier* (LK). Na ruim een week is het weer NM. Deze wisselende vormen van het voor ons zichtbare gedeelte van de maanschijf noemt men de *schijngestalten* of fasen van de maan.

De onderlinge posities van zon, maan en aarde bij de vier belangrijkste fasen van de maan blijken uit figuur 4.6.

4.3 De evenwichtstheorie.

4.3.1 Getijkrachten.

In deel 1, hoofdstuk 4 is uiteengezet, dat we onder de getijverwerkende kracht in een punt P verstaan de kracht $T = F - F_m$, waarin F de kracht is waarmee een massadeeltje in P door het getijverwerkende hemellichaam wordt aangetrokken en F_m de kracht op een massadeeltje in het aardmiddelpunt.



Figuur 4.7

De kracht T ontbinden we in een verticale en een horizontale component. Deze laatste is de kracht, die waterdeeltjes langs het aardoppervlak verplaatst. Zie figuur 4.7.

Afgeleid kan worden, dat deze horizontale component per massadeeltje gelijk is aan

$$\|T_{hor}\| = \frac{3GMr}{2d^3} \sin 2\theta \quad (1)$$

wegens $\sin 2\theta$ is dit een periodieke grootheid. Hierin is

G = de gravitatieconstante
($6,6710 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$)

M = de massa van het getijverwerkende hemellichaam

r = de afstand van de massadeeltje tot het aardmiddelpunt

d = de afstand middelpunt aarde tot middelpunt getijverwerkend hemellichaam

θ = de toespansing van het getijverwerkend hemellichaam.

Uit de parabolische driehoek, zie figuur 4.8,

volgt:

$$\cos n = \sin b \sin \text{dec} + \cos b \cos \text{dec} \cos P$$

$$\sin n = \cos \text{dec} \csc T \sin P \quad (\text{sinusregel}) \quad \text{zodat}$$

$$\sin 2n = 2 \sin n \cos n = 2 \sin b \sin \text{dec} \csc T \sin P + \cos b \cos^2 \text{dec} \csc T \sin 2P \quad (2)$$

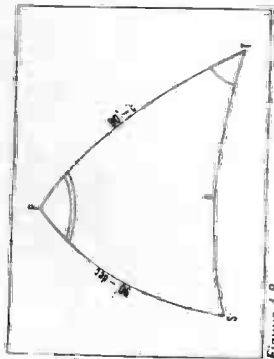
Ontbinden we T_h in een component langs de meridiaan, T_{hor} , en een component langs de parallel, T_{par} , dan kan afgeleid worden dat

$$\|T_{hor}\| = \frac{3GMr}{2d^3} (\sin 2b \cos^2 \text{dec} - 1) + \cos 2b \cos 2\text{dec} \cos P + \sin 2b \cos^2 \text{dec} \cos 2P$$

$$\text{en} \quad \|T_{par}\| = \frac{3GMr}{2d^3} (\sin b \sin 2d \sin P + \cos b \cos^2 \text{dec} \sin 2P)$$

Hieruit blijkt, dat $\|T_{hor}\|$ te splitsen is in een gedeelte dat verandert met $\sin P$ en $\cos P$, het z.g. 'enkeldaagse deel', een gedeelte dat verandert met $\sin 2P$ en $\cos 2P$, het z.g. 'dubbeldaagse deel' en een gedeelte dat met de declinatie verandert, het 'langperiodieke deel'.

Tevens constateren we, dat voor plaatsen op de equator ($b = 0$) het enkeldaagse deel verdwijnt en dat, indien $\text{dec} = 0$ voor alle plaatsen $\|T_{hor}\|$ slechts een dubbeldaags karakter heeft.



Figuur 4.8

4.3.2 De getijhoogte.

De evenwichtstheorie, die door Newton werd opgesteld, gaat ter verklaring van de getijden als gevolg van de getijkrachten, vanuit dat de aarde geheel met een overal even dikke waterlaag is bedekt, en dat het wateroppervlak op elk

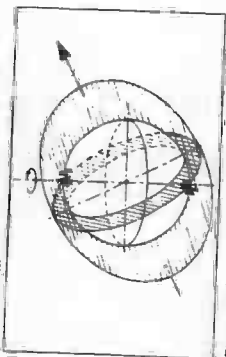
moment loodrecht op de resultante van de zwaartekracht en de getijverwekkende krachten staat. Het wateroppervlak neemt daardoor een soort ellipsoïdale vorm aan met de lange as gericht op het getijverwekkende hemellichaam. Zie *figuur 4.9*.

Draait de aarde nu onder deze watermassa door (we nemen aan dat dit zonder wrijving gebeurt), dan verandert de waterstand op een plaats periodiek. De tijdsduur van deze wijziging wordt de *getijperiode* genoemd. Afgeleid kan worden dat de *getijhoogte* van dit evenwichtsgetij gegeven wordt door

$$z = \frac{1}{2} \frac{M}{A} \left(\frac{r}{d} \right)^3 a (\cos^2 n - \frac{1}{2}) \quad (3)$$

waarin

- M = massa getijverwekkend hemellichaam
- A = massa van de aarde
- a = straal bolvormige aarde met overal evene dikte waterlaag
- r = afstand wateroppervlak tot aërdmiddelpunt
- d = afstand middelpunt aarde tot middelpunt getijverwekkend hemellichaam
- n = topsafstand van getijverwekkend hemellichaam



Figuur 4.9

In *paragraaf 4.3.2* is gebleken dat $n = n(b, \text{dec}, P)$ volgens de cosinusregel in de parallactische driehoek. Gesubstitueerd in *formule 4.3* levert dit, na uitwerken, in de getijhoogte z de volgende termen:

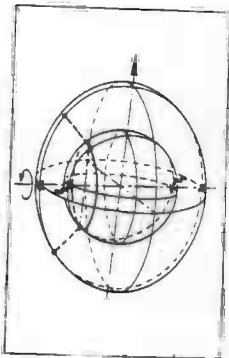
1. een langperiodieke term
 $A = \frac{1}{2} U (1 - 3 \sin^2 b) (1 - 3 \sin^2 \text{dec})$
2. een enkeldeagse term
 $B = U \sin 2b \sin \text{dec} \cos \text{dec} \cos P$
3. een dubbeldeagse term
 $C = \frac{1}{2} U \cos^2 b \cos^2 \text{dec} \cos 2P$

waarin $U = \frac{1}{2} \frac{M}{A} \left(\frac{r}{d} \right)^3$.

In een aantal gevallen zullen we nagaan hoe z verloopt.

4.3.3 Verloop van het evenwichtsgetij voor bepaalde declinaties van het getijverwekkend hemellichaam.

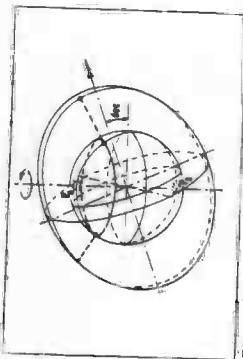
- a. $\text{dec} = 0^\circ$. Zie *figuur 4.10*.
Een plaats op de equator ($b = 0^\circ$) passeert twee punten met HW en twee punten met LW, die een symmetrie vertonen.



Figuur 4.10

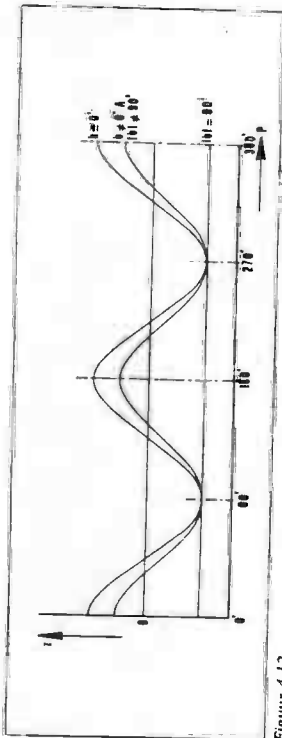
Voor een punt op de parallel ($b \neq 0^\circ$) gebeurt hetzelfde met dit verschil, dat de HW's lager zijn dan aan de equator. Op de polen is geen getij. De grafieken in *figuur 4.12* geven het verloop weer van de getijhoogte bij $\text{dec} = 0^\circ$.

- b. $\text{dec} \neq 0^\circ$. Zie *figuur 4.11*.



Figuur 4.11

Een plaats op de equator heeft nog steeds in een omwenteling twee HW's en twee LW's, symmetrisch ten opzichte van elkaar.



Figuur 4.12

Een plaats op een parallel met $|b| < 90^\circ$ -ldeel ontmoet ook nog steeds twee HW's en twee LW's. De LW's zijn nog steeds gelijk, maar de HW's zijn verschillend en de symmetrie is gewijzigd.

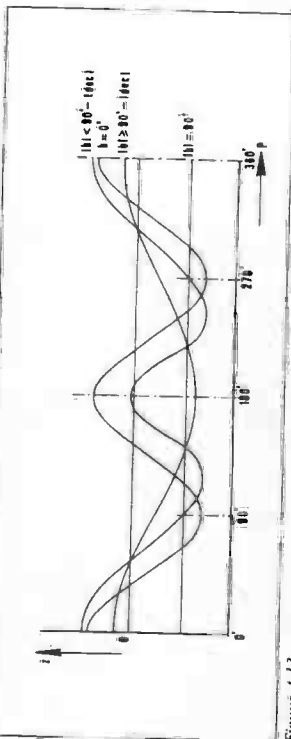
Een plaats op een parallel met $|b| \geq 90^\circ$ -ldeel heeft zelfs nog maar één HW en één LW. Het verloop blijkt uit de grafieken van *figuur 4.13*.

het voetspunt staat. In *figuur 4.14* is grafisch het verloop te zien van de getijhoogte voor een plaats met een breedte van 30°N en voor declinaties (getijknamijs met de breedte) van 0° , 10° , 20° en 30° .

Uit deze grafieken lezen we af dat bij $\text{dec} = 0^\circ$ het getij volgens een cosinusvormige verloop. Bij toename van de declinatie blijkt niet alleen de ongelijkheid in HW toe te nemen, maar komen tevens de tijdstippen van LW dichterbij het tijdstip van het laagste HW te liggen.

4.3.5 Invloed van de afstand van het getijverwekkende hemellichaam.

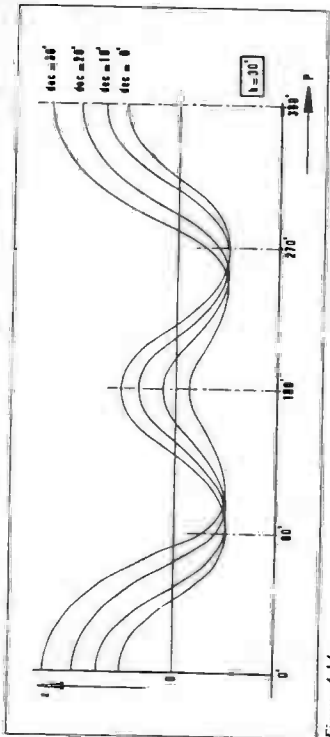
Uit de formule voor de getijhoogte z uit *paragraaf 4.3.2* blijkt, dat de getijhoogte omgekeerd evenredig is met de derde macht van de afstand. Dat betekent dat de amplitude van de getijbeweging toeneemt als de afstand van het getij-



Figuur 4.13

4.3.4 Verloop van het evenwichtsgetij op een plaats bij veranderlijke declinatie.

Vergelijken we de *figuren 4.10* en *4.11* dan wordt duidelijk dat tengevolge van een declinatieverandering de hoogte van het HW voor een bepaalde plaats verandert. Een absoluut hoogste waterstand vinden we daar waar het getijverwekkende hemellichaam in het toppunt of in



Figuur 4.14

verwikkende hemellichaam tot de aarde afneemt en omgekeerd afneemt als het zich van de aarde verwijert. De periode van deze amplitudeverandering wordt niet bepaald door de aardrotatie, maar door de omloopsijd van het getijverwikkende hemellichaam.

Vergelijken we de invloed van de maan en de zon met elkaar, dan moet op grond van de afstanden (384000 km voor de maan en 150000000 km voor de zon) de maansinvloed overheersen. Dat is ook inderdaad zo, ondanks dat de massa van de zon vele malen groter is dan die van de maan. Het blijkt dat de amplituden van z tengevolge van de zon en de maan zich verhouden als 0,46 staat tot 1. De invloed van de maan is dus ruim tweemaal zo groot als die van de zon.

4.4 Partiele getijden volgens de evenwichtstheorie.

4.4.1 Inleiding.

In het voorgaande is gebleken, dat de getijhoogte op een bepaalde plaats tengevolge van een aantal factoren geen fraai harmonisch verloop heeft. Deze factoren zijn onder andere:

- = declinatieverandering van het getijverwikkend hemellichaam
- = afstandsveranderingen
- = niet-eepparige baan snelheid van het getijverwikkend hemellichaam
- = gezamenlijke invloed van zon en maan.

Men ontleedt nu de getijhoogte volgens de

De voerstraal aarde-maan draait in een siderische maand (27,3217 dagen) over 2π radialen. Dus $2\pi: (27,3217 \cdot 24) \text{ rad/h} = 0,0096 \text{ rad/h}$. De aarde roteert éénmaal om zijn as in één sterddag (hoeknelheid $0,2625 \text{ rad/h} = 15^{\circ}04'18''/\text{h}$).

Relatief ten opzichte van de aarde beweegt deze 'middelbare maan' met een hoeksnelheid die het verschil is van beide genoemde hoeksnelheden, n.l. $0,2529 \text{ rad/h} = 14^{\circ}49'21''/\text{h}$. Het hierbij behorende getij heeft een tweemaal zo grote hoeksnelheid, zie figuur 4.10, n.l. $0,5059 \text{ rad/h} = 28^{\circ}98'41''/\text{h}$.

Het getij met deze hoeksnelheid noemt men het M_2 -getij, waarvan de periode getij is aan $12 \cdot 25^m$. De tijdstippen van HW en LW vallen dus elke dag 50^m later dan de overeenkomstige tijdstippen op de voorgaande dag. Uit figuur 4.10 blijkt dat de amplitude afhangt van de breedte.

4.4.3 Het S_2 -getij.

Maken we dezelfde veronderstellingen als in paragraaf 4.2 voor de maan met betrekking tot de zon, dan geeft deze 'middelbare zon' aanleiding tot een zuiver harmonisch getij, dat het S_2 -getij genoemd wordt. Omdat de middelbare zon zijn schijnbare dagelijkse baan rond de aarde in precies 24 uur volbrengt, is de hoeksnelheid van het S_2 -getij precies $30^\circ/\text{h}$ en de periode precies 12 h. De tijdstippen van HW en LW van het S_2 -getij vallen dus iedere dag om respectievelijk 0000 en 1200 LMT en 0600 en 1800 LMT.

4.4.4 Maans- en zonsdeclinatiegetijden.

In werkelijkheid voldoen maan en zon niet aan de in paragraaf 4.2 genoemde veronderstellingen. Uit figuur 4.12 en figuur 4.13 kunnen we zien dat tengevolge van de declinatieverandering de amplitude van het evenwichtgetij verandert.

In het algemeen kunnen we de vorm $R \cos \omega t$ waarin R varieert, als volgt ontleiden.

$$\begin{aligned} \text{Stel } R &= R_0 + R_1 \cos \omega_1 t. \text{ Dan is} \\ R \cos \omega t &= (R_0 + R_1 \cos \omega_1 t) \cos \omega t = \\ &= R_0 \cos \omega t + R_1 \cos \omega_1 t \cos \omega t = \\ &= R_0 \cos \omega t + \frac{1}{2} [R_1 (\cos(\omega + \omega_1)t) + \\ &+ \frac{1}{2} R_1 (\cos(\omega - \omega_1)t)]. \end{aligned}$$

De harmonische amplitudevariatie kan dus in rekening worden gebracht door twee harmonische trillingen met als hoeksnelheden respectievelijk de som en het verschil van de hoeksnelheden van de hoofdtrilling en de 'modulatie'.

De amplitudevariatie tengevolge van de declinatieverandering heeft een periode, die de helft is van de periode van de declinatieverandering van de maan of de zon, in verband met de langperiodieke en enkelvoudige termen die respectievelijk $\sin^2 \delta$ en $\sin \delta \cos \delta$ bevatten.

Zie paragraaf 4.3.2. Voor de maan is dat ongeveer een halve tropische maand, zodat $\omega_1 = 1^{\circ}0980/\text{h}$ en voor de zon een half tropisch jaar, zodat $\omega_1' = 0^{\circ}0821/\text{h}$.

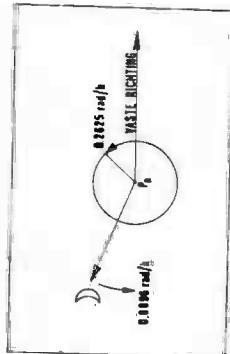
Naast M_2 kunnen we getijden verwachten met hoeksnelheden van $28^{\circ}98'41'' + 1^{\circ}0980 = 30^{\circ}08'21''/\text{h}$ en $28^{\circ}98'41'' - 1^{\circ}0980 = 27^{\circ}88'61''/\text{h}$. Naast S_2 krijgen we getijden met hoeksnelheden van $30^\circ + 0^{\circ}0821 = 30^{\circ}08'21''/\text{h}$ en $30^\circ - 0^{\circ}0821 = 29^{\circ}51'79''/\text{h}$.

Aangehouden kan worden dat de beide getijden met de grootste hoeksnelheid de grootste invloed hebben. De beide andere zijn van weinig betekenis. Omdat de twee eerstgenoemde bevinden dezelfde hoeksnelheid hebben, voegen men ze samen tot het *duurbelangs zons- en maansdeclinatiegetij* K_2 .

Uit figuur 4.14 zien we dat de declinatieverandering tevens een ongelijkheid in HW teweegbrengt. Hiervoor kan gecompenseerd worden door de introductie van twee *enkelvoudige getijden*, die in tegenfase zijn als de declinatie nul is, immers dan is er geen dagelijkse ongelijkheid in HW.

Voor de maan krijgen we dan twee getijden met hoeksnelheden respectievelijk $14^{\circ}49'21'' + 0^{\circ}5490 = 15^{\circ}04'11''/\text{h}$ en $14^{\circ}49'21'' - 0^{\circ}5490 = 13^{\circ}54'30''/\text{h}$. Deze getijden noemt men respectievelijk de *enkelvoudige maansdeclinatiegetijden* K_1 en O_1 .

Voor de zon krijgen we op analoge wijze de *enkelvoudige zonsdeclinatiegetijden* K_1 en P_1 met respectievelijk de hoeksnelheden $15^\circ + 0^{\circ}0411 = 15^{\circ}04'11''/\text{h}$ en $15^\circ - 0^{\circ}0411 = 14^{\circ}59'58''/\text{h}$. Omdat K_1 van de zon dezelfde hoeksnelheid heeft als K_1 van de maan worden beide samen genomen tot het *enkelvoudige zons-maansdeclinatiegetij* K_2 .



Figuur 4.15

4.4.5 De maanseliptische getijden:
Doordat de maansbaan elliptisch is varieert de afstand aarde-maan periodiek; bij een kleinere afstand behoort een grotere amplitude. De periode waarmee de afstand varieert is de anomalistische maand (27.5546 dagen). Dat betekent dat we naast M_2 twee getijden krijgen met respectievelijk hoeksnelheden van $28^{\circ}9841 + 0^{\circ}5444 = 29^{\circ}5285/h$ en $28^{\circ}9841 - 0^{\circ}5444 = 28^{\circ}4398/h$.

De invloed van de laatste component blijkt het grootst te zijn. Deze noemt men het *groot maanseliptisch dubbeldaags getij* N_2 .
De andere component is het *klein maanseliptisch dubbeldaags getij* L_2 .

4.4.6 Langperiodelijke getijden.

Bij verdergaande ontleding van het evenwichtsetij blijken partiële getijden op te treden met lange perioden.
Tengevolge van de declinatieverandering van de

maan in ongeveer een tropische maand treedt een partiële getij op met een hoeksnelheid van $1^{\circ}398/h$ (M_1).

Als gevolg van variaties in de elliptische maansbaan ontstaat een partiële getij met een hoeksnelheid van $0^{\circ}544/h$ (M_m).

Soortgelijke partiële getijden treden op bij de zon.

Tenslotte noemen we de invloed van het draaien van de knoeplijn van de maansbaan in 18.6 jaar, tengevolge waarvan de maximale declinatie van de maan varieert tussen ongeveer $18^{\circ}55$ en $28^{\circ}5$. Deze invloed corrigeert men echter door introductie van een factor f , de z.g. *reductiefactor*, die per jaar of per maand berekend is en voor die periode constant genomen wordt.

4.4.7 Overzicht.

De belangrijkste partiële getijden die volgens de evenwichtstheorie het getijverloop bepalen, vatten we samen in onderstaand schema.

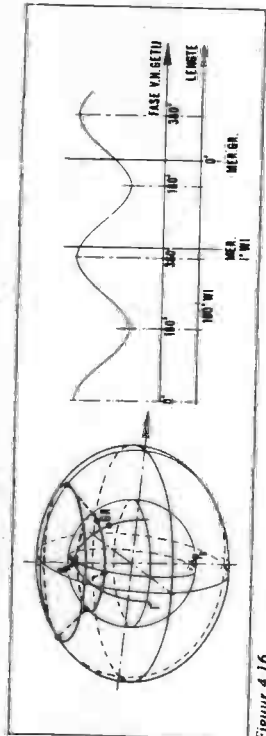
| Ken-letter | Hoeksnelheid | Periode | Benaming |
|------------|------------------|------------------|--|
| M_2 | $28^{\circ}9841$ | $12^{\circ}25^m$ | dubbeldaags middelhoar maansgetij |
| S_2 | 30° | 12^h | dubbeldaags middelhoar zonsgetij |
| N_2 | $28^{\circ}4397$ | 12^h40^m | dubbeldaags groot maanseliptisch getij |
| K_2 | $30^{\circ}9821$ | 11^h58^m | dubbeldaags maans-zonsdeclinatie getij |
| K_1 | $15^{\circ}411$ | 23^h56^m | enkeldaags maansdeclinatiegetij |
| O_1 | $13^{\circ}9430$ | 25^h49^m | enkeldaags zonsdeclinatiegetij |
| P_1 | $14^{\circ}9589$ | 24^h04^m | enkeldaags zonsdeclinatiegetij |

4.5 Het werkelijke getij.

4.5.1 Inleiding.

De werkelijke getijbeweging, zoals die op een plaats voorkomt, stemt niet overeen met het voor die plaats volgens de evenwichtstheorie berekende getij. Immers, de evenwichtstheorie gaat uit van geheel met water bedekte aarde, waarbij het wateroppervlak zich prompt loodrecht stelt op de resultante van de erop werkende krachten.

Het blijkt echter, dat de getijbeweging zoals die door middel van registratie wordt vastgelegd, te ontleeden is in een groot aantal *partiële getijden met dezelfde hoeksnelheden als die in de evenwichtstheorie*. Hieruit spreekt, ondanks de on-



Figuur 4.16

kelijke getijbeweging voor te stellen door $fH \cos(\varphi + \omega t - x)$. Daarin is f de reductiefactor, H de amplitude en x het z.g. *kappageval*, het bedrag dat de fase van het werkelijke partiële getij achter is op de fase van het overeenkomstige partiële getij volgens de evenwichtstheorie. Omdat beide getijden dezelfde hoeksnelheid hebben is x constant. Men noemt H en x de *getijconstanten* van het partiële getij. Deze worden voor een plaats bepaald uit waarnemingsreeksen van de getijbeweging. De hoek φ is de fase van het evenwichtsetij als $t = 0$.

Doorgaans gaat men uit van de fase van het partiële evenwichtsetij te Greenwich om 0000 GMT. Deze wordt in verschillende boekwerken opgegeven, onder meer in de ATT als $E_0 + u$ (Table VIII), als een bedrag in graden tussen 0° en 360° .

Men noemt de fase van een partiële evenwichtsetij te Greenwich om 0000 GMT, die wij zullen aanduiden door $V_0(Gr)$, het *astronomisch argument* van dat partiële getij. Hoe vinden we nu de fase van een partiële getij te 0000 ST voor een willekeurige meridiaan?

In figuur 4.16 is voor een willekeurig moment de evenwichtsetij situatie op een parallel geschetst voor een dubbeldaags partiële getij. We zien daaruit, dat de fase van $1^{\circ} Wl$ 2^o achter is op de fase van de meridiaan van Greenwich. Dus geldt ook, dat te 0000 GMT de fase van het partiële getij op $1^{\circ} Wl$ gelijk is aan $V_0(Gr) + 2l$ (we rekenen Wl negatief!).

Is verder $ST + s = GMT$, dan is 0000 ST gelijk aan s GMT. Daarmee is de fase van het partiële evenwichtsetij op $1^{\circ} Wl$ te 0000 ST $\varphi_0 = V_0(Gr) + 2l + s + \omega t$.

Op analoge wijze vinden we voor de fase van een

enkeldaags partiële evenwichtsetij op $1^{\circ} Wl$ te 0000 ST $\varphi_0 = V_0(Gr) + l + s + \omega t$. Algemeen geldt

$$\varphi_0 = V_0(Gr) + kl + s + \omega t \quad (4)$$

met $k = 1$ voor enkeldaags en $k = 2$ voor dubbeldaags getijden. Voor het overeenkomstige partiële getij uit de werkelijke getijbeweging is de fase te 0000 ST gelijk aan

$$V_0(Gr) + kl + s + \omega t - x \equiv -V_0(Gr) - (-kl - s + \omega t + x). \quad (5)$$

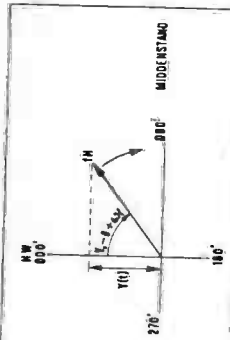
Men noemt nu

$$g \equiv -kl - s + \omega t + x$$

het *geografisch argument* van het partiële getij. De uitwijking van het werkelijke partiële getij ten opzichte van de middenstand kan nu voorgesteld worden door

$$Y(t) = fH \cos(V_0(Gr) - g + \omega t) \quad (6)$$

waarin t de ST in uren is.

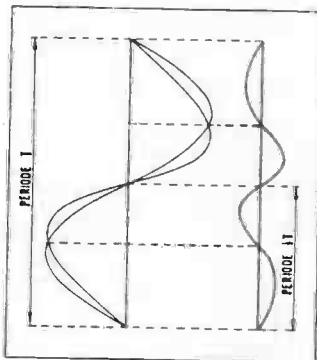


Figuur 4.17

4.5.4 Ondiepwatergetijden.

De beschouwingen over het werkelijke getij tot nu toe berusten op twee grondstellingen, te weten:

1. Een periodieke getijkracht geeft aanleiding tot een periodieke waterbeweging met dezelfde periode.
2. Werken meerdere periodieke krachten, dan zal de resulterende uitwijking uit de middenstand gelijk zijn aan de som van de afzonderlijke uitwijkingen.



Figuur 4.18

Het is handig om een partieel getij voor te stellen door een rechthoek draaiende vector met een hoeksnelheid gelijk aan die van het partieel getij. De norm van de vector is een maat voor de amplitude H van het partieel getij, zie figuur 4.17.

Zoals reeds eerder is opgemerkt worden de getijconstanten H en g voor een bepaalde plaats bepaald uit waarnemingsreeksen. In feite vertonen deze 'constanten' een kleine jaartijks variatie zoals blijkt uit Table VI van de ATT Volume 1. Zie A2.1.

4.5.3 Bepalen van de waterstand.

Heeft men de beschikking over het astronomisch argument $V_0(Gr)$ en de reductiefactor f voor een bepaalde datum alsmede de getijconstanten H en g voor een plaats, dan kan de waterstand ten opzichte van CD op tijdstip t berekend worden door de bijdragen van alle partieel getijden te sommeren en op te tellen bij de hoogte Z_0 van het middenstandvlak. In formule

$$W(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^n \{ H_i \cos(V_0(Gr) - g_i + \omega_i t) \} \quad (7)$$

Voorbeeld.

Bereken de waterstand W ten opzichte van CD voor Terneuzen op 21 februari 1980 te 08:00 ST uit de partieel getijden $M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1$ en P_1 . Zie ook paragraaf 4.4.7.

Met behulp van ATT Volume 1, de Getijatfels voor Nederland en het overzicht van paragraaf 4.4.7 kunnen we de volgende tabel van gegevens samenstellen, zie A.2.2, A.2.3b en A.2.4.

| | M_2 | S_2 | N_2 | K_2 | K_1 | O_1 | P_1 |
|-----------------------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $V_0(Gr)$ in $^\circ$ | 239 | 000 | 204 | 290 | 055 | 187 | 300 |
| f | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.78 | 0.90 | 0.84 | 1.00 |
| H in m | 1.83 | 0.49 | 0.28 | 0.14 | 0.07 | 0.11 | 0.04 |
| g in $^\circ$ | 069 | 130 | 048 | 128 | 019 | 197 | 007 |
| ω in $^\circ$ | 28.9841 | 30 | 28.4397 | 30.0821 | 15.0411 | 13.9430 | 14.9589 |
| $Z_0 = 2.57$ m | | | | | | | |

Substitutie in formule 4.7 levert $W(8) = 4.10$ m.

¹⁾ In Getijatfels voor Nederland aangeduid door x .

hierboven is gevonden, voor bv. het M_2 -getij $V_0(Gr)_{M_2} = 2V_0(Gr)_{M_2}$, dan blijkt in de praktijk te gelden voor het optredende M_2 -getij $\eta_{M_2} = 2(V_0(Gr)_{M_2} - g_{M_2} + \omega_{M_2} t) + f_{M_2}$ (8)

Zo geldt analoog voor het M_2 -getij en voor het MS_2 -getij

$$\eta_{MS_2} = 3(V_0(Gr)_{MS_2} - g_{MS_2} + \omega_{MS_2} t) + f_{MS_2} \quad (9)$$

$$+ (V_0(Gr)_{S_2} - g_{S_2} + \omega_{S_2} t) + f_{S_2} \quad (10)$$

$$\text{Verder is bv.} \quad H_{M_2} = F_4 (H_{M_2})^3 \quad (11)$$

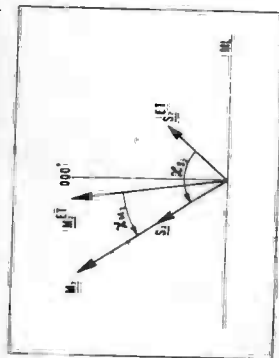
$$H_{MS_2} = F_6 (H_{MS_2})^3 \quad (12)$$

$$H_{MS_2} = 2F_4 H_{M_2} H_{S_2} \quad (13)$$

F_4, F_6, f_4 en f_6 zijn constanten voor alle vier-voudig-, respectievelijk zesvoudigdaagse getijden, maar verschillen van plaats tot plaats. Ze worden in Part II van de ATT opgegeven.

4.5.5 De leeftijd van het dubbeldaaige getij.

Het dubbeldaaige getij wordt voornamelijk bepaald door M_2 en S_2 . Volgens de evenwichtstheorie is het springtij op de dagen van volle en nieuwe maan en doortij op de dagen van volle en laatste kwartier. Omdat het werkelijke getij nauwelijks op het evenwichtgetij zullen springtij en doortij in werkelijkheid later vallen. In werkelijkheid is het springtij als de norm van de resulterende getijvector van het werkelijke astronomische getij maximaal is en doortij als deze minimaal is. De tijd nu tussen het ogenblik van VM en NM en het tijdstip waarop de fasen van



Figuur 4.19a

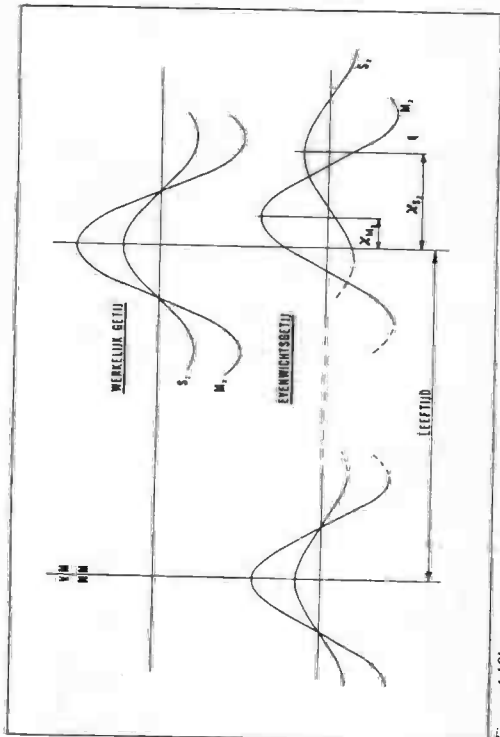
De periodieke waterbeweging uit grondstelling 1 is in het algemeen geen zuiver harmonische beweging. Op diep water en bij kleine amplitude mag dit met goede benadering wel gesteld worden, maar bij geringe waterdiepte en grote amplitude gaat dat niet op.

Stellen we ons de verticale periodieke waterbeweging ten gevolge van één partieel getij op een plaats voor als gevolg van een lopende golf, dan zal op ondiep water de fasesnelheid bij LW kleiner zijn dan die bij HW. (Vergelijk het asymmetrisch worden van zeevang- en deininggolven bij het naderen van het strand). We kunnen nu de niet-zuiver harmonische beweging met periode $T = 360^\circ/\omega$ ontwikkelen in oneindig veel harmonische bewegingen met perioden $T, \frac{1}{2}T, \frac{1}{3}T, \frac{1}{4}T, \dots$, enzovoort, een zogenaamde *Fourierreeks*. Zie figuur 4.18, waar na aftrekking van de harmonische met periode T een niet-harmonische is U de waterstand ten opzichte van een bepaald niveau doorden niet-harmonische beweging, dan is $U = A_0 + A_1 \cos \omega t + B_1 \sin \omega t + A_2 \cos 2\omega t + B_2 \sin 2\omega t + \dots + A_n \cos n\omega t + B_n \sin n\omega t + \dots$

Naast het M_2 -getij kunnen op ondiep water, dus voortkomen een M_2 -getij, een M_2 -getij, enzovoort en naast het S_2 -getij een S_2 -getij, een S_2 -getij, enzovoort. Deze *nevengetijden* hebben fases, die respectievelijk tweemaal (M_4, S_4), drieemaal (M_6, S_6), enzovoort, de fase van het hoofdgetij zijn.

Ook de tweede grondstelling geldt niet meer op ondiep water. Heeft men twee partieel getijden $X \cos x + Y \cos y$ dan is het resultaat niet meer $X \cos x + Y \cos y$, maar treffen we daarnaast getijden aan met fasen $2x, 2y, x + y$ en $x - y$. Ondiepwatergetijden waarvan de hoeksnelheden veelvouden zijn van die van het hoofdgetij noemt men *nevengetijden*. *Samengestelde getijden* zijn die waarvan de hoeksnelheden afhangen van twee hoofdgetijden. Zo treffen we naast M_2 en S_2 onder andere de samengestelde getijden $MS_4, 2MS_2$ aan. De invloed van ondiepwatergetijden is in sommige gebieden aanzienlijk. Let bv. op de onregelmatige getijden van Hoek van Holland, IJmuiden en Den Helder (Zie Getijatfels voor Nederland).

Nemen we, in overeenstemming met hetgeen



Figuur 4.19b

M_2 en S_2 van het werkelijke getij samenvallen noemt men de *leef tijd* van het dubbeldaags getij. Uit *figuur 4.19* blijkt dat de leef tijd t te bepalen is uit

$$t = \frac{x_{M_2} - x_{M_1}}{\omega_{S_2} - \omega_{M_2}} \quad (14)$$

De leef tijd kan gebruikt worden om het moment van springtij of doodtij te benaderen.

Omdat $g = -2l - \omega S + x$, zie *paragraaf 4.5.2*, is dus

$$\begin{aligned} (8S_2 + 2l + S\omega_{S_2}) &= (g_{M_2} + 2l + S\omega_{M_2}) \\ &= \frac{g_{S_2} - g_{M_2}}{\omega_{S_2} - \omega_{M_2}} + S \end{aligned} \quad (15)$$

4.6 Bepaling van het getijverloop met gegevens uit getijtafels.

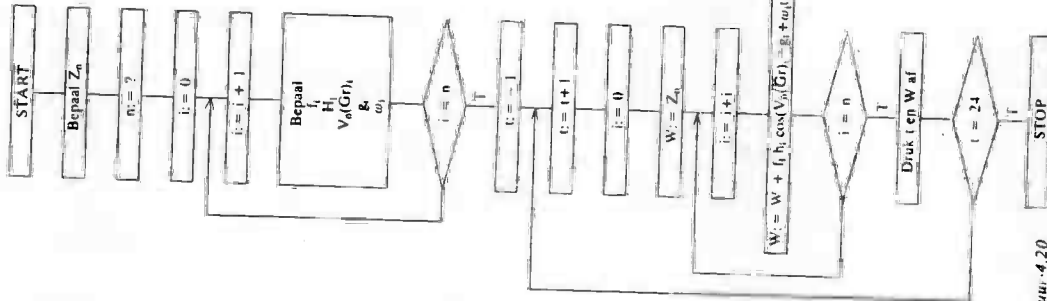
4.6.1 Algemeen.

Bij de berekening van de waterstand op een bepaald tijdstip t met de *formule 4.7* beperkt men zich meestal tot de n belangrijkste partiële en ondiepwatertijden. Dit geeft een aanvaardbare benadering van de te verwachten

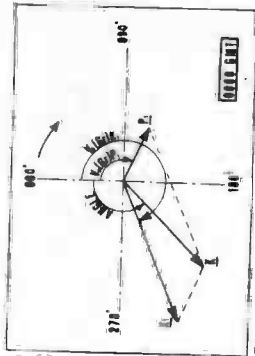
waterstand. Door t een aantal discrete waarden uit het interval $[0, 24]$ te laten doorlopen krijgt men een beeld van het getijverloop voor een etmaal of een gedeelte daarvan, hetgeen eventueel in een grafiek verwerkt kan worden. De werkwijze blijkt uit het stroomschema van *figuur 4.20*.

4.6.2 De 'Admiralty' Methode.

Teneinde het aantal partiële getijden in de berekening te beperken, heeft de British Admiralty een methode ontwikkeld, waarbij uitgegaan wordt van de vier partiële getijden M_2 , S_2 , K_1 en O_1 . Hierbij worden echter de $V_0(\text{Gr})$ en de amplitude van elk van deze vier partiële getijden zodanig aangepast, dat de invloed van de overige partiële getijden zo goed mogelijk in rekening wordt gebracht. Om dit principe te begrijpen zullen we nagaan hoe het K_1 -getij aangepast moet worden om de invloed van het P_1 -getij in rekening te brengen.



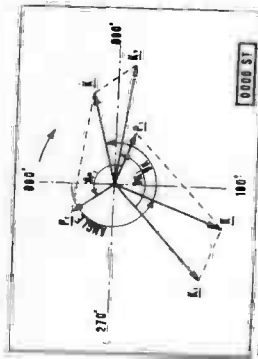
Figuur 4.20



Figuur 4.21

Figuur 4.21 is een momentopname voor zekere datum te 0000 GMT en voor de meridiaan van Greenwich van de getijden K_1 en P_1 volgens de evenwichtstheorie. Uit de bekende waarden van de astronomische argumenten $V_0(\text{Gr})$ en de verhouding van $\|K\|$ en $\|P_1\|$ kan dan de hoek berekend worden, die in *figuur 4.21* als 'angle' is aangeduid. Bovendien kan de verhouding k ('factor') van $\|K\|$ en $\|K_1\|$ berekend worden. Zie *opgave 2*. 'Angle' en 'factor' hangen nu uitsluitend af van de datum.

Figuur 4.22 geeft een momentopname van de overeenkomstige partiële getijden uit het werkelijk getij te 0000 ST met daarin tevens nog de situatie van *figuur 4.21*. Hieruit blijkt dat de vector K van het werkelijke getij wordt vastgelegd door de hoek $\text{angle} + g$ en amplitude $k \|K_1\|$.



Figuur 4.22

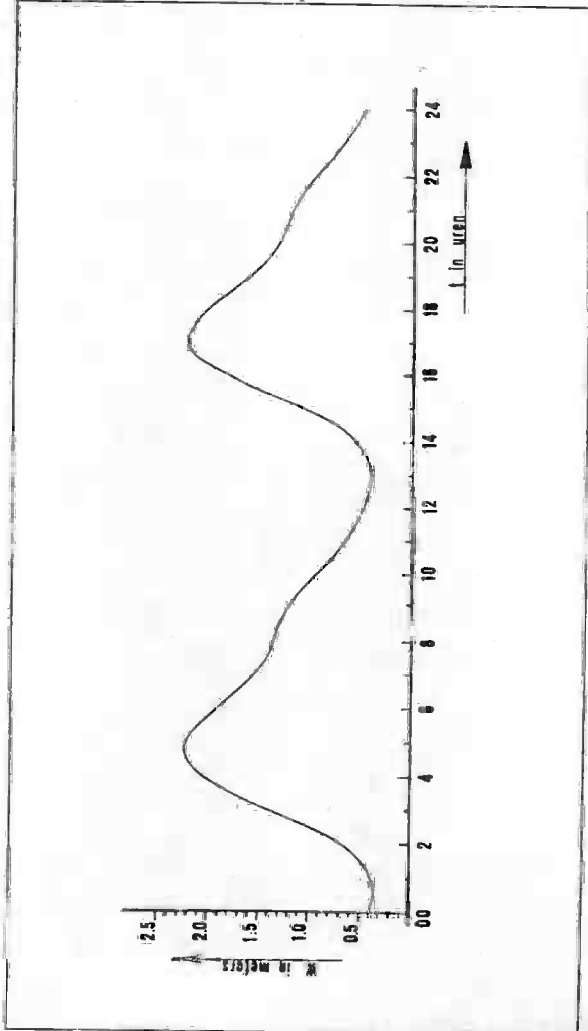
Men beschikt in de praktijk echter niet over g_k , maar wel over g_{K_1} . Nu is $g_k = g_{K_1}$, als

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|-------------------------------|------------------|-----------|--|
| l/muiden | M₂ | S₂ | K₁ | O₁ | 4D | 6D | ML |
| (32° 28' 00"N, 004° 34' 00"E) 19801109 | 135 025 090 m = 160 H = 0.62 s = 189 | 204 017 109 S = 0.19 s = 189 | 001 008 022 k = 0.23 K = 0.07 o = 167 | 012 194 333 o = 0.09 | f 283 F 0.423 | 0.170 | Z ₀ = 1.10 seas. corr. = +0.1 Z = 1.20 |
| $H_2 = 0.80m$ $h_2 = 160^\circ + 4^\circ = 164^\circ$ $H_4 = 0.27 H_2 = 0.09$ $h_4 = 251^\circ h_2 = 025^\circ$ | | | | | | | |

We beginnen met de gegevens in een overzichtelijk schema te noteren. Vervolgens berekenen we de benodigde grootheden. Zie A.2.3 en A.2.5b.

Per uur wordt nu met formule 4.17 de waterstand berekend.

| t | w | t | w | t | w | t | w | t | w |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
| 00 | 0.40 | 05 | 2.24 | 10 | 0.96 | 15 | 1.09 | 20 | 1.35 |
| 01 | 0.38 | 06 | 1.93 | 11 | 0.68 | 16 | 1.83 | 21 | 1.20 |
| 02 | 0.69 | 07 | 1.56 | 12 | 0.49 | 17 | 2.23 | 22 | 0.98 |
| 03 | 1.38 | 08 | 1.38 | 13 | 0.41 | 18 | 2.05 | 23 | 0.69 |
| 04 | 2.06 | 09 | 1.23 | 14 | 0.55 | 19 | 1.62 | 24 | 0.49 |

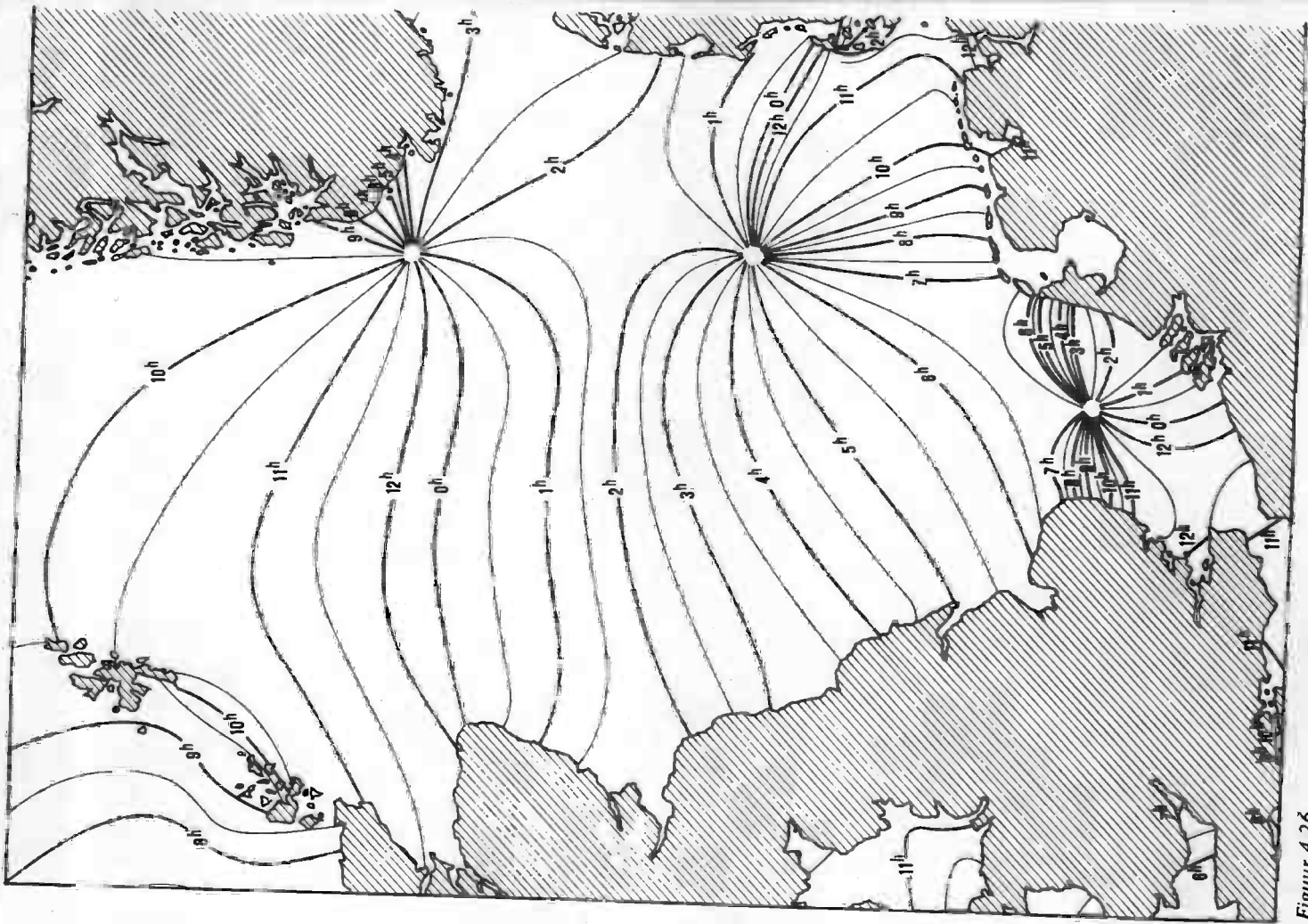


Figuur 4.25

4.7 Stroom en getij.

4.7.1 Inleiding.

In het voorgaande hebben we ons uitsluitend bezig gehouden met het bepalen van de verticale waterbeweging op een bepaalde plaats als gevolg van de getijkrachten. De behandelde evenwichtstheorie vormt de basis voor een praktisch bruikbare verwachtingsmethode, maar geeft geen verklaring voor de waargenomen getijhoogten in randzeeeën, baaien enz. Uit de getijkrachten kan n.l. berekend worden dat het daar door ontstane verval hoogstens 1.5 m kan be-



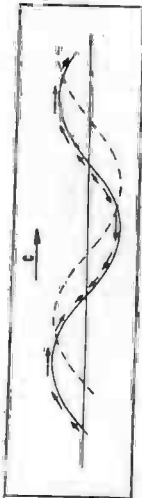
Figuur 4.26

dragen. De oorzaak van de waterbeweging in deze gebieden moet daarom, naast de getijkrachten, gezocht worden in het aan de opening aanwezige verticale oceaangeetij. Daardoor dringt het water de randzee of baai binnen en zal het zich als een lopende golf verder verplaatsen. Dit komt tot uitdrukking in het patroon van de z.g. 'co-tidal lines', dat zijn lijnen, getrokken over plaatsen die gelijktijdig hoogwater hebben. Zie figuur 4.26.

4.7.2 Golftypen.

De golfbewegingen waarmee we te maken hebben zijn

- lopende golf
 - staande golf
 - 'kruising' tussen lopende en staande golf
- Bij een *lopende golf* op diep water verplaatst het golfprofiel zich met een eenparige snelheid, maar verandert niet van vorm. Er bestaat een vaste relatie tussen voortplantingssnelheid c , periode T en golflengte λ , n.l. $\lambda = cT$. De stroomsnelheid van het water heeft een uiterste waarde in de toppen en dalen van het golfprofiel en kentert waar het water in middenstand staat.



Figuur 4.27

Daarbij heeft de stroomsnelheid dezelfde richting als de voortplantingssnelheid in de bovenste helft van het golfprofiel en is in het onderste gedeelte tegengesteld gericht. De maximale en minimale waterstanden zijn voor alle punten waar het golfprofiel langs trekt gelijk en de tijdstippen van HW vallen later in de voortplantingsrichting van het golfprofiel. Zie figuur 4.27. Bij een *staande golf* verandert het golfprofiel voortdurend, maar het verplaatst zich niet. De grootste stroomsnelheid hebben we als het water in middenstand staat. De stroom kentert bij HW en LW. Dit betekent, dat ter plaatse van een buik het water enkel een verticale beweging heeft en in een knoop uitsluitend een horizontale. Het water stroomt van een buik waar het water daalt naar een buik waar het water stijgt. In alle punten van het gebied is het op hetzelfde tijdstip HW of LW. Zie ook figuur 4.28.

Een staande golf kunnen we ontstaan denken uit een lopende golf, die ideaal terugkaatst tegen



Figuur 4.28

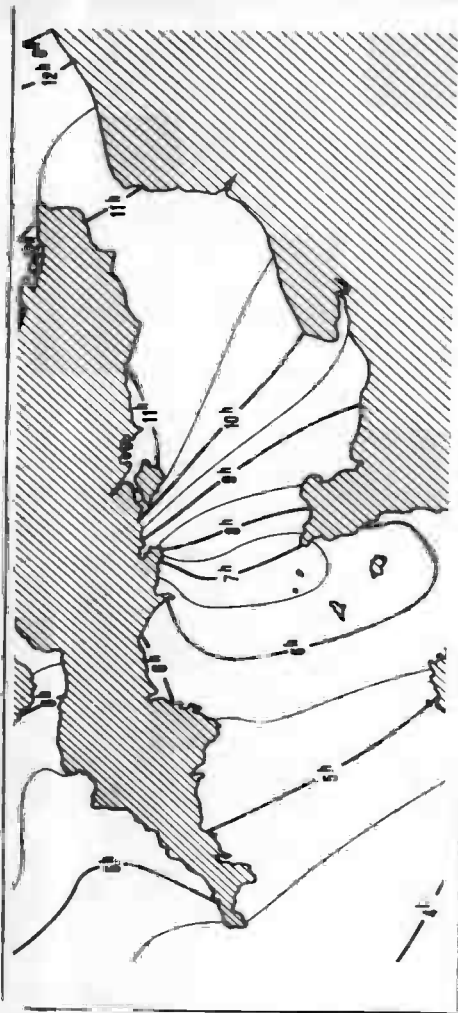
een verticale wand. In werkelijkheid komt er van de ideale terugkaatsing weinig terecht, omdat een kust zelden een verticale wand is en wrijvingsinvloeden de amplitude van de teruggekaatste golf verminderen.

Zo wordt de getijbeweging in Het Kanaal veroorzaakt door het getij in de Atlantische Oceaan, dat als een lopende golf vanuit het westen Het Kanaal binnenkomt. Zou dit bij Dover afgesloten zijn, dan zou deze golf de Franse kust bij Gris Nez loodrecht treffen, waardoor een staande golf zou ontstaan. Door de Straat van Dover en de glooiende zeebodem voor de kust is de terugkaatsing onvolkomen. Toch blijkt uit het patroon van de co-tidal lines, die in het oostelijk deel van Het Kanaal ver uiteen liggen, en uit de waarden van de geografische argumenten van het M_2 -getij voor de havens in dit gebied (zie figuur 4.29 en onderstaande tabel), dat het HW hier praktisch gelijktijdig valt, hetgeen past bij het staande golf karakter.

| Haven | θ_{M_2} |
|---------------|----------------|
| Bognor Regis | 323° |
| Littlehampton | 323° |
| Stonehaven | 322° |
| Brighton | 322° |
| Newhaven | 323° |
| Eastbourne | 325° |
| Hastings | 323° |
| Fécamp | 327° |
| Antifer | 324° |

Omdat we niet met een zuivere staande golfbeweging te maken hebben, valt de kentering van de stroom niet precies samen met het moment van HW of LW. Voor plaatselijke details dient men steeds de zeekaart, de stroomatlas en de zeemansgids te raadplegen. Het aan boord hebben van geschikte getijgegevens is onlangs door de regering van de Verenigde Staten verplicht gesteld voor schepen die in haar wateren varen. Praktisch betekent dit dat men aan deze eis voldoet met de ATT voor de verticale getijbeweging, maar dat men voor de horizontale waterbeweging de Amerikaanse stroomatlassen of stroomtabellen aan boord moet hebben!

Uit de figuren 4.27 en 4.28 blijkt dat de getijstroom op een plaats varieert met dezelfde periode als die van de getijgolf.



Figuur 4.29

Over het algemeen is de stroomsterkte bij springtij groter dan bij doortij. Dat dit zo moet zijn blijkt als volgt. Zie figuur 4.30.

Op een bepaald tijdstip staat tussen de doorsneden AA' en BB' het water beneden middenstand. Een halve periode later staat het water daar boven middenstand, hetgeen inhoudt, dat in een halve periode een bepaald volume water in de sectie AA'-BB' is binnengestroomd. Daarbij past een zekere stroomsnelheid. Nu is bij springtij het verval groter dan bij doortij. Daarmee is ook het volume van het te verplaatsen water bij springtij groter, terwijl de periode constant is. Daarbij past dus een grotere stroomsnelheid.

4.7.3 Waterstand op enige afstand van het opnemingspunt.

De getijgegevens voor een haven gelden strikt genomen voor het punt waar de waarnemingen, die aan de berekeningen ten grondslag liggen, zijn verricht. Praktisch zal in de directe omgeving de waterbeweging weinig verschillen met die in het opnemingspunt. Op iets grotere afstand treden echter verschillen op, die we niet kunnen negeren. Zo zal het in Het Kanaal nabij Start Point vroeger HW zijn dan bij Portland Bill, omdat Start Point westelijker ligt en de getijgolf vanuit het westen Het Kanaal binnenkomt.

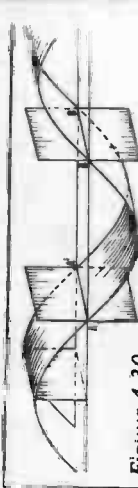
Willen we de verticale waterbeweging kennen voor een punt op geruime afstand van het opnemingspunt, dan kunnen we gebruik maken van

kaarten met co-tidal lines en co-range lines. Zie figuur 4.31.

Co-tidal lines zijn lijnen getrokken over plaats met gemiddeld gelijktijdig HW of LW. Co-range lines zijn lijnen getrokken over plaatsen met gelijk gemiddeld verval bij springtij. In figuur 4.26 zien we, dat in de Noordzee co-tidal lines convergeren naar een dritelpunt ten. Zo'n punt heet een *amfidromisch punt* daarin is geen verticale getijbeweging.

De getallen bij de co-tidal lines in figuur 4.26 geven het 'Mean High Water Interval' (MHWI) dat is het tijdverloop tussen het moment van maansdoorgang door de meridiaan van Greenwich (zie NA) en het tijdstip van het eerstvergenend HW op de bewuste co-tidal line. H MHWI wordt ook vermeld voor een aantal Standard Ports, zodat het nu mogelijk is het tijdsverschil in HW te bepalen tussen een Standard Port (waarvoor de getijgegevens beschikbaar zijn) en een willekeurig punt uit het zeegebied.

De getallen bij de co-range lines geven het gemiddeld verval bij springtij (MSR), dat eens bij de Standard Ports is aangegeven. Daarvoor kan de verhouding bepaald worden tussen de gemiddelde vervallen bij springtij in een Standard Port en een willekeurig ander punt



Figuur 4.30

Voorbeeld.

Stel we hebben een getijverwachting nodig voor A (53° 20'0"N, 001° 40' 0"E) waarvoor volgens kaart 5058 (zie figuur 4.31) geldt: MHWI is 5^h50^m en MSR is 3.7m. De dichtstbijzijnde Standard Port is Immingham waarvoor MHWI is 5^h36^m en MSR is 6.4m.

De overeenkomstige getijverschijnselen vinden in A dus 14^m later plaats dan in Immingham, zodat op de verwachte tijdstippen voor Immingham een correctie van 0^h14^m moet worden toegepast om de verwachte tijdstippen voor A te krijgen. De verhouding tussen de MSR's is $\frac{3.7}{6.4} \approx 0.58$.

We krijgen nu de hoogten boven CD te A door de verwachte hoogten boven CD te Immingham te vermenigvuldigen met 0.58. Voor 24 november is voor Immingham als getijverwachting gegeven:

| | |
|------|-----|
| 0103 | 0.8 |
| 0653 | 7.6 |
| 1324 | 0.9 |
| 1916 | 7.4 |

De verwachting voor A wordt nu

| | |
|------|-----|
| 0117 | 0.5 |
| 0707 | 4.4 |
| 1338 | 0.5 |
| 1930 | 4.3 |

Naast de kaarten met co-tidal en co-range lines zoals in figuur 4.31 weergegeven, geeft de British Admiralty thans ook een 'co-tidal atlas' uit voor Zuid-Oost Azië (NP 215) en zijn in de stroomatlas voor de Theemsmond (NP 249) kaarten opgenomen met co-tidal en co-range lines. De co-tidal lines geven de tijdschillen ten opzichte van een Standard Port en de co-range lines geven de 'range factor' ten opzichte van de Standard Port, dat is de verhouding tussen de vervallen. In NP 249 wordt dit gegeven zowel voor springtij als voor doortij. Zie A2.7, A2.8, A2.9, A2.10, A2.11 en A2.12.

Opmerking.

In de Nederlandse stroomatlassen wordt de scheiding tussen rijzend water (blauw gekleurd) en vallend water (wit) aangegeven door een onderbroken lijn, gemerkt HW of LW. Deze lijn is in feite een co-tidal line.

Opmerking.

Verwant met de co-tidal lines zijn de *homomenen*; dit zijn lijnen over plaatsen met dezelfde waarde van het geografisch argument van een partieel getij.

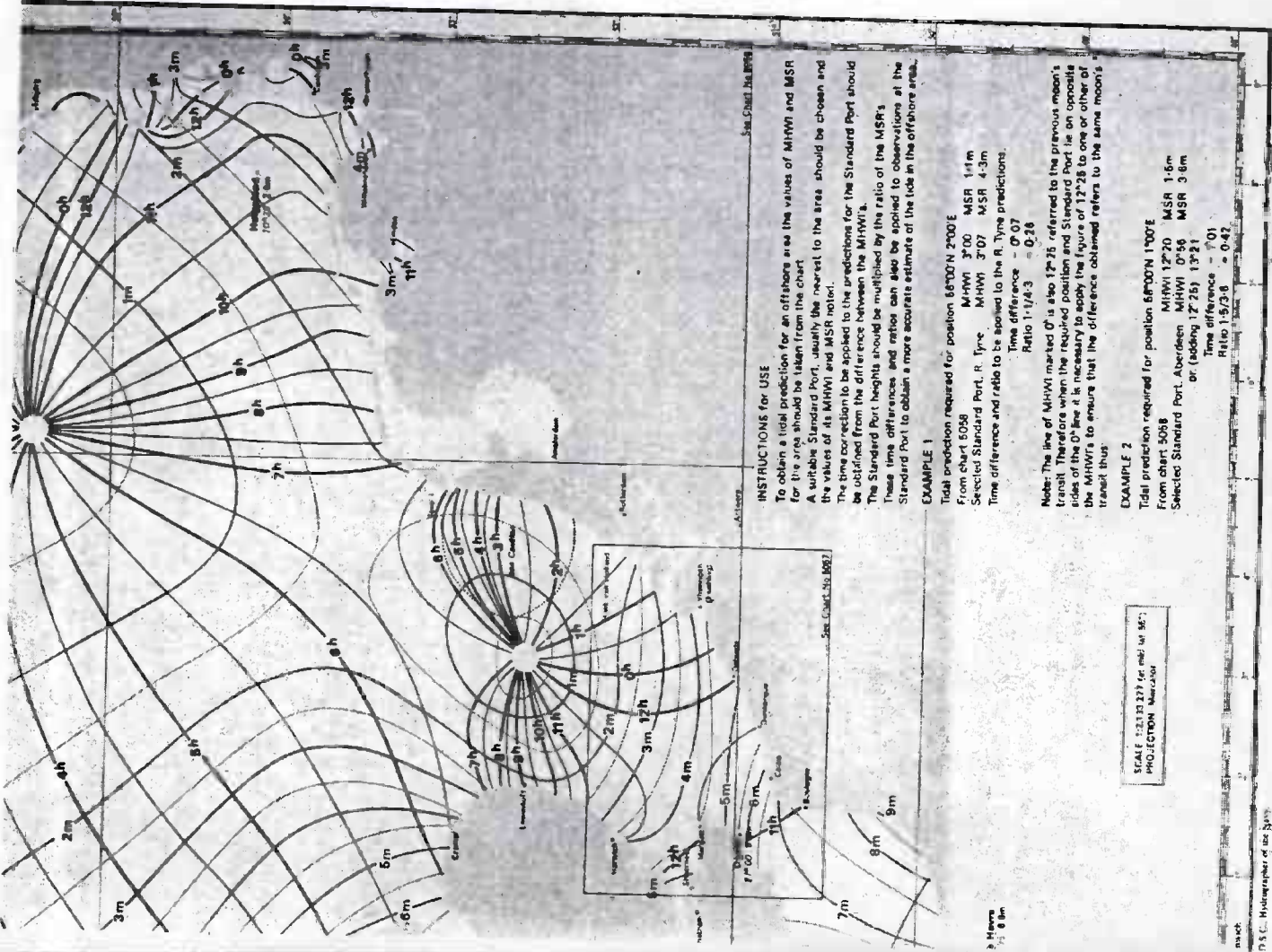
4.7.4 De nauwkeurigheid van de getijverwachting.

De tijden en hoogten in de getijtafels geld voor gemiddelde meteorologische omstandigheden. Dat houdt in, dat wanneer de weersomstandigheden afwijken van het gemiddelde, verschillen met de verwachte waarden kunnen ontstaan, die soms aanzienlijk kunnen zijn. Een krachtige wind recht op een kust zal de opstuwing van het water veroorzaken, waardo de waterhoogten groter zullen zijn dan de verwachte. Een afluende wind zal het omgekeerde effect hebben.

Een langs de kust waaiende wind heeft de neiging een golf te veroorzaken, die langs de kust loopt. Waar de golftop is krijgen we een extra verhoging van het zeeniveau, terwijl er op plaatsen van het golfdal een verlaging optreedt. Deze vloedgolven ('storm surges') kunnen plaatselijk een verhoging van meer dan driemaal veroorzaken, zoals bijvoorbeeld bij overstromingsramp in Zuid-West Nederland 1953.

Plotselinge weersveranderingen, zoals het passeren van een depressie of van een buienlijn kunnen in het zeeoppervlak een verticale trillingsveroorzaken. De plaatselijke geografische omstandigheden spelen daarbij een belangrijke rol. Tenslotte zal een hoge barometerstand een verlaging van het zeeniveau tot gevolg hebben, terwijl lage luchtdruk een verhoging zal veroorzaken. Een afwijking van 34 mbar van de gemiddelde luchtdrukwaarde kan een niveauverschil van zo'n 0.3m bewerkstelligen.

Om concreet iets over de betrouwbaarheid van de verwachte tijdstippen van HW en LW en de bijbehorende hoogten te kunnen zeggen, moeten waarnemingsgegevens voorhanden zijn. In de Getijtafels voor de Zeehavens van Nederland en voor Antwerpen en Zeebrugge wordt, wat de getijhoogte betreft, informatie gegeven in de vorm van kansgrafieken. Zie A2.6. We zien daarin bv. dat rond 1 maart bij HW een kans van 5% is op een verlaging van 0.15.



INSTRUCTIONS for USE
To obtain a tidal prediction for an offshore area the values of MHWI and MSR for the area should be taken from the chart. A suitable Standard Port, usually the nearest to the area should be chosen and the values of its MHWI and MSR noted.
The time correction to be applied to the predictions for the Standard Port should be obtained from the difference between the MHWI's.
These time differences and ratios should be multiplied by the ratio of the MSR's. These time differences and ratios can also be applied to observations at the Standard Port to obtain a more accurate estimate of the tide in the offshore area.

EXAMPLE 1
Tidal prediction required for position 56°00'N 2°00'E
From chart 5058 MHWI 3'00 MSR 1.4m
Selected Standard Port, R. Type MHWI 3'07 MSR 4.3m
Time difference and ratio to be applied to the R. Type predictions.
Time difference = 0'07
Ratio 1.1/4.3 = 0.26

Note: The line of MHWI marked 0' is also 12'25 referred to the previous moon's transit. Therefore when the required position and Standard Port lie on opposite sides of the 0' line it is necessary to apply the figure of 12'25 to one or other of the MHWI's to ensure that the difference obtained refers to the same moon's transit thus:

EXAMPLE 2
Tidal prediction required for position 56°00'N 1°00'E
From chart 5058 MHWI 12'20 MSR 1.6m
Selected Standard Port, Aberdeen MHWI 0'56 MSR 3.8m
or (adding 12'25) 13'21 MSR 3.8m
Time difference = 0'
Ratio 1.5/3.8 = 0.42

of meer en een even grote kans op een verhoging van 0.4m of meer. We kunnen dus zeggen dat de uitspraak: 'De opgegeven hoogte bij HW, W, ligt tussen $W - 0.35$ en $W + 0.4$.' een betrouwbaarheid heeft van 90%.

Voor de tijdstippen van HW en LW zijn dergelijke gegevens niet beschikbaar. De bewering, dat afwijkingen in deze tijdstippen minder dan 15 minuten bedragen, heeft waarschijnlijk een betrouwbaarheid van 90%.

Dit soort gegevens is echter plaatsafhankelijk. Algemeen geldende uitspraken over de nauwkeurigheid van getijgegevens zijn moeilijk te geven.

4.8 Samenvatting.

Teneinde de samenhang te tonen tussen de diverse getijaspecten en de navigatie zal een berekening worden gegeven voor een schip, dat bij het aanlopen van een haven te maken krijgt met een te geringe diepte gedurende een bepaalde periode.

Het Nederlandse schip 'Varensvreugd' zal op 8 september 1980 in Londen aankomen. De route is gepland door Princess Channel met een minste diepte volgens de kaart van 5.2m in positie X (51° 29'1N, 001° 08'0E). De diepgang bedraagt 7.8m.

Uit 'Tidal Stream Atlas and Co-tidal Charts Thames Estuary NP 249 zien we dat we moeten uitgaan van Standard Port Margate (zie A2.7, A2.8, A2.9, A2.10, A2.11 en A2.12).

De leeftijd van het dubbeldaags getij is (formule 4.15)

$$= \frac{S_2 - 6M_2}{\omega S_2 - \omega M_2} + s =$$

$$134^\circ - 342^\circ + 0^\circ = \frac{394^\circ - 342^\circ}{1:0159} = 51:2 = 2^d 3:2.$$

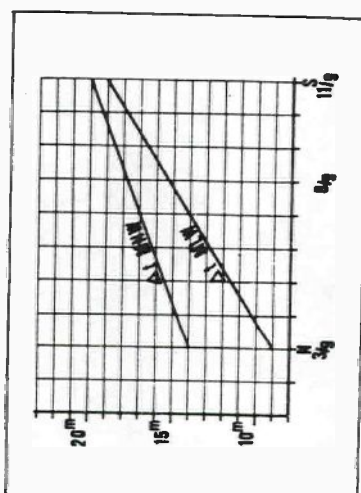
Het is 9 september 1980 NM (zie NA), dus is het 11 september springtij. Op 1 september was het UK, zodat het 3 september doortij was.

De dagen van springtij en doortij kunnen we ook bepalen m.b.v. de getijtafel als de dagen waarop het verval maximaal, respectievelijk minimaal is.

In NP 249 vinden we: gemiddelde range factor bij doortij 1.12 (zie A2.8) gemiddelde range factor bij springtij 1.09 (zie A2.7).

Dus range factor op 8 september 1980 is 1.10 (lineaire interpolatie).

Verder is het tijverschil Δt met Margate bij MHWS + 20^m (zie A2.9) MLWN + 14^m (zie A2.10) MLWS + 19^m (zie A2.11) MLWN + 9^m (zie A2.12)



Figuur 4.32

Interpoleren (zie figuur 4.32) geeft voor 8 september

Δt bij LW is + 15^m
 Δt bij HW is + 18^m.

We berekenen nu met formule 4.7 de waterstand W voor Margate met intervallen van een uur. Hiervan maken we een tabel, die we aanvullen met de dagelijkse verwachting uit de getijtafel. Zie A2.14.

Interpoleren wordt gebruikt om de tijdsverschillen Δt zo goed mogelijk te bepalen. We maken nu een tabel voor positie X. De tijden leiden we af uit de tabel voor Margate door toepassing van Δt en de waterstanden W door vermenigvuldiging met de range factor 1.10.

We schetsen nu de grafiek van het getijverloop op millimeterpapier. Daarbij houden we rekening mee, dat de vet gedrukte waarden, via de dagelijkse verwachting verkregen, betrouwbaarder zijn dan die via formule 4.7. Zie figuur 4.33.

De UKC bepalen we als volgt.

De weerberichten geven aanleiding te veronderstellen, dat er in de Theemsmonding nog een geringe deining te verwachten is. Rekening houdend met een slingerhoek φ van 5° geeft dit aanleiding tot een diepgangsvermeerdering ΔT_1 , die we bepalen met de formule

$$\Delta T_1 = \frac{1}{2} B \sin \varphi + T (\cos \varphi - 1) \quad (21)$$

De breedte van de 'Varensvreugd' is 19.80m. Daarmee wordt $\Delta T_1 = 0.8m$.

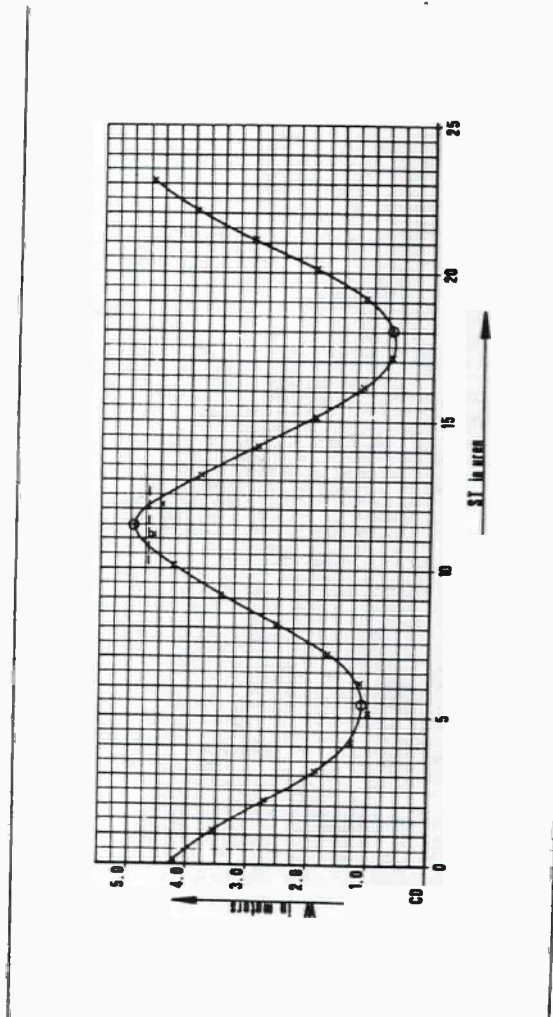
De maximale diepgangsvermeerdering in opewater ΔT_2 tengevolge van 'squat' kan berekend worden met de formule

$$\Delta T_2 = 0.01 C_B v^2 \quad (22)$$

De bloekoefficiënt van de 'Varensvreugd' is 0.68 en de manoeuvreersnelheid bedraagt 12 kn. Daarmee wordt $\Delta T_2 = 1.0m$.

We nemen nu UKC $\Delta T_1 + \Delta T_2 = 1.8m$ waarbij verwacht wordt dat de diepgangsver-

| Margate | Δt | X |
|---------|------------|------|
| 0000 | 3.83 | 0018 |
| 0100 | 3.23 | 0117 |
| 0200 | 2.45 | 0217 |
| 0300 | 1.70 | 0316 |
| 0400 | 1.15 | 0416 |
| 0500 | 0.91 | 0515 |
| 0529 | 1.0 | 0544 |
| 0600 | 1.03 | 0615 |
| 0700 | 1.53 | 0716 |
| 0800 | 2.29 | 0816 |
| 0900 | 3.15 | 0917 |
| 1000 | 3.86 | 1017 |
| 1100 | 4.19 | 1118 |
| 1132 | 4.5 | 1150 |
| 1200 | 4.05 | 1218 |
| 1300 | 3.47 | 1317 |
| 1400 | 2.62 | 1417 |
| 1500 | 1.75 | 1516 |
| 1600 | 1.03 | 1616 |
| 1700 | 0.63 | 1715 |
| 1754 | 0.6 | 1809 |
| 1800 | 0.62 | 1815 |
| 1900 | 1.03 | 1915 |
| 2000 | 1.78 | 2016 |
| 2100 | 2.72 | 2116 |
| 2200 | 3.60 | 2217 |
| 2300 | 4.16 | 2318 |



Figuur 4.33

A.2 Overdrukken uit nautische publikaties.

A.2.1

TABLE VI

SEASONAL VARIATIONS IN HARMONIC CONSTANTS

Recent investigations have shown that, in some areas, apparent seasonal variations may occur in the larger harmonic constants. These sometimes are areas where large seasonal variations in sea level occur or where there are marked changes in meteorological effects, such as those due to Monsoons. These effects have also been found in other parts of the world, such as the British Isles. It is only possible to identify these effects if at least one complete year's tidal observations are available.

It is possible to include these effects in the Admiralty Method of Tidal Prediction N.P.159 by the use of special values of the harmonic constants, adjusted for the time of year for which the prediction is required. Monthly values are listed below for those ports and constants for which the data are available and the variations are sufficiently large to justify their inclusion in this method of tidal prediction.

The values of "g" are given in the same Zone Time as that used for the particular port in Part II of the Tables.

| Port No. | CONSTANTS | Jan. 1 | Feb. 1 | Mar. 1 | Apr. 1 | May 1 | June 1 | July 1 | Aug. 1 | Sep. 1 | Oct. 1 | Nov. 1 | Dec. 1 |
|----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 65 | M ₂ Hm. | 1.39 | 1.41 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | 1.37 | 1.38 |
| 80 | M ₂ Hm. | 2.22 | 2.23 | 2.25 | 2.26 | 2.26 | 2.26 | 2.24 | 2.23 | 2.21 | 2.20 | 2.20 | 2.21 |
| 108 | M ₂ Hm. | 2.01 | 2.04 | 2.07 | 2.09 | 2.08 | 2.05 | 2.01 | 1.98 | 1.95 | 1.93 | 1.94 | 1.96 |
| 110 | M ₂ Hm. | 2.00 | 2.00 | 2.01 | 2.03 | 2.05 | 2.07 | 2.08 | 2.08 | 2.07 | 2.05 | 2.03 | 2.01 |
| 131 | M ₂ Hm. | 1.28 | 1.28 | 1.29 | 1.30 | 1.32 | 1.33 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.30 | 1.29 |
| 161 | M ₂ Hm. | 2.31 | 2.30 | 2.28 | 2.27 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.26 | 2.28 | 2.29 | 2.31 | 2.31 |
| 161a | M ₂ Hm. | 2.37 | 2.37 | 2.37 | 2.35 | 2.33 | 2.31 | 2.29 | 2.29 | 2.29 | 2.31 | 2.33 | 2.35 |
| 165 | M ₂ Hm. | 2.36 | 2.37 | 2.38 | 2.40 | 2.41 | 2.42 | 2.42 | 2.41 | 2.40 | 2.38 | 2.37 | 2.36 |
| 168 | M ₂ Hm. | 1.93 | 1.93 | 1.94 | 1.96 | 1.98 | 2.00 | 2.01 | 2.01 | 2.00 | 1.98 | 1.96 | 1.94 |
| 173 | M ₂ Hm. | 2.24 | 2.27 | 2.30 | 2.31 | 2.30 | 2.28 | 2.26 | 2.23 | 2.20 | 2.19 | 2.20 | 2.22 |
| 202 | M ₂ Hm. | 1.56 | 1.56 | 1.58 | 1.57 | 1.59 | 1.60 | 1.62 | 1.62 | 1.62 | 1.61 | 1.59 | 1.58 |
| 244 | M ₂ Hm. | 1.25 | 1.25 | 1.26 | 1.28 | 1.31 | 1.33 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.32 | 1.29 | 1.27 |
| 248 | M ₂ Hm. | 1.16 | 1.16 | 1.17 | 1.17 | 1.18 | 1.19 | 1.20 | 1.20 | 1.19 | 1.19 | 1.18 | 1.17 |

ASTRONOMICAL ARGUMENTS

JANUARY

| F 1.03 | 1.00 | 1.03 | 1.00 | 0.84 | 1.00 | 1.07 | 1.03 | F 1.03 | 1.00 | 1.03 | 1.00 | 0.84 | 1.00 | 1.07 | 1.03 | M54 | DAY M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | M4 | P1 | M4 | DAY M2 | S2 | M2 | K2 | K1 | M4 | P1 | M4 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|-----|-----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 042 | 000 | 314 | 191 | 005 | 040 | 350 | 085 | 042 | 1 | 006 | 000 | 233 | 251 | 035 | 354 | 320 | 013 | 129 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 018 | 000 | 276 | 193 | 006 | 015 | 349 | 039 | 018 | 2 | 342 | 000 | 195 | 233 | 036 | 308 | 319 | 324 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 354 | 000 | 239 | 195 | 007 | 349 | 348 | 347 | 354 | 3 | 318 | 000 | 158 | 255 | 037 | 283 | 318 | 275 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 329 | 000 | 201 | 197 | 008 | 324 | 347 | 298 | 329 | 4 | 293 | 000 | 120 | 237 | 038 | 258 | 317 | 227 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 305 | 000 | 164 | 199 | 009 | 298 | 346 | 250 | 305 | 5 | 269 | 000 | 083 | 259 | 039 | 232 | 316 | 178 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 280 | 000 | 126 | 200 | 010 | 273 | 345 | 201 | 280 | 6 | 245 | 000 | 046 | 261 | 040 | 207 | 315 | 129 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 256 | 000 | 089 | 202 | 011 | 248 | 344 | 152 | 256 | 7 | 220 | 000 | 008 | 263 | 041 | 182 | 314 | 080 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 232 | 000 | 052 | 204 | 012 | 222 | 343 | 103 | 232 | 8 | 196 | 000 | 331 | 265 | 042 | 156 | 313 | 031 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 207 | 000 | 016 | 206 | 013 | 197 | 342 | 054 | 207 | 9 | 171 | 000 | 293 | 267 | 043 | 131 | 312 | 000 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 183 | 000 | 337 | 208 | 014 | 172 | 341 | 006 | 183 | 10 | 147 | 000 | 256 | 269 | 044 | 106 | 311 | 294 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 158 | 000 | 290 | 210 | 015 | 146 | 340 | 317 | 158 | 11 | 123 | 000 | 218 | 271 | 045 | 080 | 310 | 245 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 134 | 000 | 252 | 212 | 016 | 121 | 339 | 268 | 134 | 12 | 098 | 000 | 181 | 275 | 046 | 055 | 308 | 148 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 110 | 000 | 214 | 214 | 017 | 096 | 338 | 219 | 110 | 13 | 074 | 000 | 143 | 275 | 047 | 030 | 308 | 148 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 085 | 000 | 177 | 216 | 018 | 070 | 337 | 171 | 085 | 14 | 049 | 000 | 106 | 279 | 048 | 004 | 307 | 099 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 061 | 000 | 149 | 218 | 019 | 045 | 336 | 122 | 061 | 15 | 025 | 000 | 068 | 279 | 049 | 339 | 306 | 050 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 037 | 000 | 112 | 220 | 020 | 020 | 335 | 074 | 037 | 16 | 001 | 000 | 031 | 281 | 050 | 313 | 305 | 001 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 012 | 000 | 074 | 222 | 021 | 354 | 334 | 024 | 012 | 17 | 336 | 000 | 354 | 283 | 051 | 288 | 304 | 313 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 348 | 000 | 037 | 224 | 022 | 329 | 333 | 334 | 348 | 18 | 312 | 000 | 316 | 285 | 052 | 263 | 303 | 244 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 323 | 000 | 000 | 226 | 023 | 303 | 332 | 287 | 323 | 19 | 288 | 000 | 279 | 287 | 053 | 237 | 302 | 215 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 299 | 000 | 322 | 228 | 024 | 278 | 331 | 238 | 299 | 20 | 263 | 000 | 241 | 289 | 054 | 212 | 301 | 166 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 275 | 000 | 285 | 230 | 025 | 253 | 330 | 189 | 275 | 21 | 239 | 000 | 204 | 290 | 055 | 187 | 300 | 118 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 250 | 000 | 247 | 232 | 026 | 227 | 329 | 141 | 250 | 22 | 214 | 000 | 166 | 292 | 056 | 161 | 299 | 069 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 226 | 000 | 210 | 234 | 027 | 202 | 328 | 092 | 226 | 23 | 190 | 000 | 129 | 294 | 057 | 136 | 299 | 069 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 201 | 000 | 172 | 236 | 028 | 177 | 327 | 043 | 201 | 24 | 166 | 000 | 091 | 296 | 058 | 111 | 297 | 069 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 177 | 000 | 135 | 238 | 028 | 151 | 326 | 354 | 177 | 25 | 141 | 000 | 054 | 298 | 059 | 085 | 296 | 282 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 153 | 000 | 097 | 240 | 029 | 126 | 326 | 305 | 153 | 26 | 117 | 000 | 017 | 300 | 060 | 060 | 295 | 234 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 128 | 000 | 060 | 242 | 030 | 101 | 325 | 257 | 128 | 27 | 092 | 000 | 339 | 302 | 061 | 034 | 294 | 185 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 104 | 000 | 023 | 244 | 031 | 074 | 324 | 208 | 104 | 28 | 068 | 000 | 302 | 304 | 062 | 009 | 293 | 136 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 080 | 000 | 345 | 245 | 032 | 050 | 323 | 159 | 080 | 29 | 044 | 000 | 284 | 306 | 063 | 344 | 292 | 087 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 055 | 000 | 308 | 247 | 033 | 025 | 322 | 110 | 055 | 30 | 029 | 000 | 263 | 308 | 064 | 306 | 292 | 087 | 013 | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 031 | 000 | 270 | 249 | 034 | 359 | 321 | 062 | 031 | 31 | 001 | 000 | 241 | 311 | 065 | 292 | 292 | 087 | 013 | | | | | | | | | | | | | |

MARCH

| F 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.79 | 0.91 | 0.84 | 1.00 | 1.06 | 1.03 | F 1.03 | 1.00 | 1.03 | 0.79 | 0.91 | 0.85 | 1.00 | 1.06 | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 1 | 019 | 000 | 227 | 308 | 066 | 318 | 291 | 039 | 019 | 1 | 343 | 000 | 146 | 009 | 094 | 252 | 260 | 327 | 013 |
| 2 | 355 | 000 | 189 | 310 | 065 | 293 | 290 | 350 | 355 | 2 | 319 | 000 | 108 | 011 | 095 | 227 | 260 | 278 | 013 |
| 3 | 331 | 000 | 152 | 312 | 066 | 268 | 289 | 301 | 331 | 3 | 295 | 000 | 071 | 013 | 095 | 202 | 259 | 229 | 013 |
| 4 | 306 | 000 | 114 | 314 | 067 | 242 | 288 | 252 | 306 | 4 | 270 | 000 | 034 | 015 | 097 | 176 | 258 | 181 | 013 |
| 5 | 282 | 000 | 077 | 316 | 068 | 217 | 287 | 204 | 282 | 5 | 246 | 000 | 356 | 017 | 098 | 151 | 257 | 132 | 013 |
| 6 | 257 | 000 | 040 | 318 | 069 | 192 | 286 | 155 | 257 | 6 | 222 | 000 | 319 | 019 | 099 | 126 | 256 | 083 | 013 |
| 7 | 233 | 000 | 002 | 320 | 070 | 166 | 285 | 106 | 233 | 7 | 197 | 000 | 281 | 021 | 100 | 100 | 255 | 034 | 013 |
| 8 | 209 | 000 | 325 | 322 | 071 | 141 | 284 | 057 | 209 | 8 | 173 | 000 | 244 | 022 | 101 | 075 | 254 | 346 | 013 |
| 9 | 184 | 000 | 287 | 324 | 072 | 116 | 283 | 009 | 184 | 9 | 148 | 000 | 206 | 024 | 102 | 049 | 253 | 297 | 013 |
| 10 | 160 | 000 | 250 | 326 | 073 | 090 | 282 | 320 | 160 | 10 | 124 | 000 | 169 | 026 | 103 | 024 | 252 | 248 | 013 |
| 11 | 135 | 000 | 212 | 328 | 073 | 065 | 281 | 271 | 135 | 11 | 100 | 000 | 131 | 028 | 104 | 359 | 251 | 199 | 013 |
| 12 | 111 | 000 | 175 | 330 | 074 | 039 | 280 | 222 | 111 | 12 | 075 | 000 | 094 | 030 | 105 | 333 | 250 | 150 | 013 |
| 13 | 087 | 000 | 137 | 332 | 075 | 014 | 279 | 173 | 087 | 13 | 051 | 000 | 056 | 032 | 106 | 308 | 249 | 102 | 013 |
| 14 | 062 | 000 | 100 | 334 | 076 | 349 | 278 | 125 | 062 | 14 | 026 | 000 | 019 | 034 | 107 | 283 | 248 | 053 | 013 |
| 15 | 038 | 000 | 062 | 335 | 077 | 323 | 277 | 078 | 038 | 15 | 002 | 000 | 342 | 036 | 108 | 257 | 247 | 004 | 013 |
| 16 | 014 | 000 | 025 | 337 | 078 | 298 | 276 | 027 | 014 | 16 | 338 | 000 | 304 | 038 | 109 | 237 | 245 | 245 | 013 |
| 17 | 349 | 000 | 310 | 339 | 079 | 273 | 275 | 338 | 349 | 17 | 313 | 000 | 267 | 040 | 110 | 207 | 245 | 207 | 013 |
| 18 | 325 | 000 | 274 | 341 | 080 | 247 | 274 | 290 | 325 | 18 | 289 | 000 | 229 | 042 | 111 | 181 | 245 | 218 | 013 |
| 19 | 300 | 000 | 233 | 343 | 081 | 222 | 273 | 241 | 300 | 19 | 265 | 000 | 192 | 044 | 112 | 156 | 245 | 169 | 013 |
| 20 | 276 | 000 | 235 | 345 | 082 | 197 | 272 | 192 | 276 | 20 | 240 | 000 | 154 | 046 | 113 | 131 | 242 | 120 | 013 |
| 21 | 252 | 000 | 198 | 347 | 083 | 171 | 271 | 143 | 252 | 21 | 216 | 000 | 117 | 048 | 115 | 105 | 241 | 072 | 013 |
| 22 | 227 | 000 | 160 | 349 | 084 | 146 | 270 | 095 | 227 | 22 | 191 | 000 | 079 | 050 | 115 | 080 | 240 | 020 | 013 |
| 23 | 203 | 000 | 123 | 351 | 085 | 121 | 269 | 046 | 203 | 23 | 167 | 000 | 042 | 052 | 116 | 034 | 239 | 334 | 013 |
| 24 | 179 | 000 | 085 | 353 | 086 | 095 | 268 | 357 | 179 | 24 | 143 | 000 | 005 | 054 | 117 | 029 | 238 | 285 | 013 |
| 25 | 154 | 000 | 048 | 355 | 087 | 070 | 267 | 308 | 154 | 25 | 118 | 000 | 32 | | | | | | |

NETHERLANDS

Main table for NETHERLANDS with columns: No., PLACE, Lat. N., Long. E., TIME DIFFERENCES (High Water, Low Water), HEIGHT DIFFERENCES (MHWS, MHWN, MLWN, MLWS), M.L. Zm, HARMONIC CONSTANTS (M1, S1, K1, O1), and s.w. CORRECTIONS (diurnal, diurnal).

Continuation of the main table for NETHERLANDS, including locations like Mervele, Vlissingen (Flushing), and Antwerp (Prosperpolder).

SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL

Table showing seasonal changes in mean level for various locations from Jan. 1 to Jan. 1.

data on page 162. predicted in Netherlands Tide Tables. ne differences approximate.

NETHERLANDS AND BELGIUM

Tabel II.

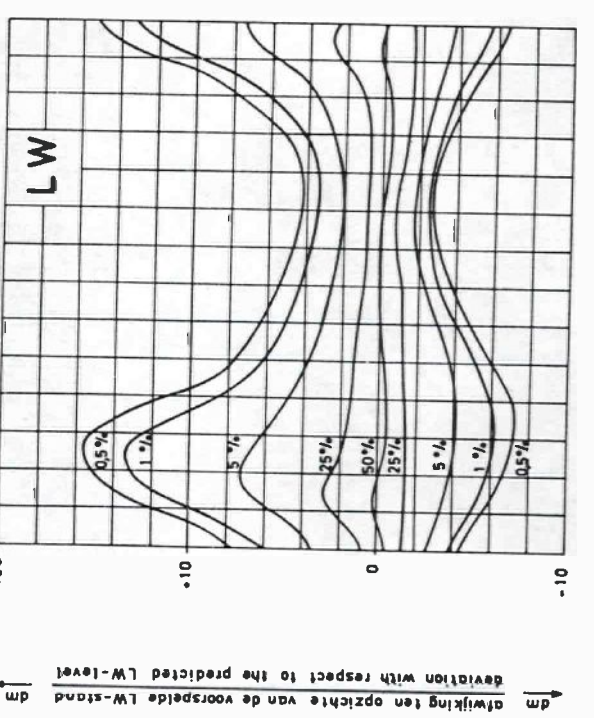
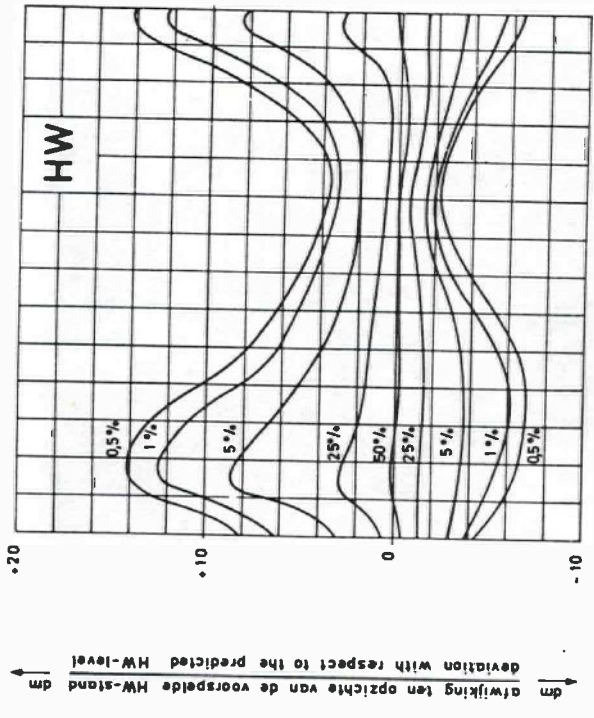
GETIJCENSTANTEN AAN DE NEDERLANDSE KUST (berekend voor 1945)

| K1 | JANUARY | | FEBRUARY | | K1 | A | F | S2 | MARCH | | APRIL | | |
|----|---------|------|----------|------|-----|------|-----|------|-------|-----|-------|-----|------|
| | M2 | S2 | M2 | S2 | | | | | M2 | S2 | M2 | S2 | |
| 1 | 327 | 1.04 | 002 | 0.84 | 001 | 1.27 | 330 | 0.84 | 1 | 327 | 1.04 | 002 | 0.84 |
| 2 | 352 | 0.99 | 003 | 0.85 | 001 | 1.24 | 355 | 0.82 | 2 | 352 | 0.99 | 003 | 0.85 |
| 3 | 015 | 0.99 | 003 | 0.85 | 001 | 1.24 | 355 | 0.82 | 3 | 015 | 0.99 | 003 | 0.85 |
| 4 | 039 | 0.97 | 004 | 0.85 | 000 | 1.18 | 044 | 0.78 | 4 | 039 | 0.97 | 004 | 0.85 |
| 5 | 062 | 0.94 | 004 | 0.85 | 000 | 1.15 | 068 | 0.76 | 5 | 062 | 0.94 | 004 | 0.85 |
| 6 | 085 | 0.92 | 005 | 0.85 | 000 | 1.12 | 092 | 0.75 | 6 | 085 | 0.92 | 005 | 0.85 |
| 7 | 107 | 0.91 | 005 | 0.86 | 000 | 1.10 | 115 | 0.73 | 7 | 107 | 0.91 | 005 | 0.86 |
| 8 | 129 | 0.89 | 006 | 0.86 | 000 | 1.08 | 138 | 0.72 | 8 | 129 | 0.89 | 006 | 0.86 |
| 9 | 151 | 0.89 | 006 | 0.86 | 000 | 1.08 | 161 | 0.72 | 9 | 151 | 0.89 | 006 | 0.86 |
| 10 | 172 | 0.89 | 007 | 0.87 | 000 | 1.09 | 183 | 0.72 | 10 | 172 | 0.89 | 007 | 0.87 |
| 11 | 194 | 0.91 | 007 | 0.87 | 000 | 1.10 | 206 | 0.73 | 11 | 194 | 0.91 | 007 | 0.87 |
| 12 | 216 | 0.93 | 008 | 0.88 | 000 | 1.12 | 229 | 0.76 | 12 | 216 | 0.93 | 008 | 0.88 |
| 13 | 238 | 0.97 | 008 | 0.88 | 000 | 1.15 | 253 | 0.78 | 13 | 238 | 0.97 | 008 | 0.88 |
| 14 | 262 | 1.01 | 009 | 0.89 | 000 | 1.18 | 277 | 0.82 | 14 | 262 | 1.01 | 009 | 0.89 |
| 15 | 286 | 1.06 | 009 | 0.89 | 000 | 1.21 | 302 | 0.86 | 15 | 286 | 1.06 | 009 | 0.89 |
| 16 | 311 | 1.10 | 009 | 0.90 | 000 | 1.24 | 328 | 0.89 | 16 | 311 | 1.10 | 009 | 0.90 |
| 17 | 337 | 1.14 | 010 | 0.90 | 000 | 1.26 | 355 | 0.93 | 17 | 337 | 1.14 | 010 | 0.90 |
| 18 | 004 | 1.18 | 010 | 0.91 | 000 | 1.28 | 033 | 0.96 | 18 | 004 | 1.18 | 010 | 0.91 |
| 19 | 031 | 1.21 | 010 | 0.91 | 000 | 1.29 | 051 | 0.98 | 19 | 031 | 1.21 | 010 | 0.91 |
| 20 | 058 | 1.22 | 011 | 0.92 | 000 | 1.29 | 079 | 0.99 | 20 | 058 | 1.22 | 011 | 0.92 |
| 21 | 085 | 1.23 | 011 | 0.93 | 000 | 1.28 | 107 | 1.00 | 21 | 085 | 1.23 | 011 | 0.93 |
| 22 | 113 | 1.22 | 011 | 0.93 | 000 | 1.27 | 135 | 0.99 | 22 | 113 | 1.22 | 011 | 0.93 |
| 23 | 140 | 1.18 | 012 | 0.94 | 000 | 1.20 | 164 | 0.98 | 23 | 140 | 1.18 | 012 | 0.94 |
| 24 | 166 | 1.18 | 012 | 0.95 | 000 | 1.24 | 191 | 0.95 | 24 | 166 | 1.18 | 012 | 0.95 |
| 25 | 193 | 1.14 | 012 | 0.95 | 000 | 1.17 | 219 | 0.93 | 25 | 193 | 1.14 | 012 | 0.95 |
| 26 | 218 | 1.11 | 012 | 0.96 | 000 | 1.14 | 245 | 0.90 | 26 | 218 | 1.11 | 012 | 0.96 |
| 27 | 244 | 1.07 | 013 | 0.97 | 000 | 1.09 | 271 | 0.87 | 27 | 244 | 1.07 | 013 | 0.97 |
| 28 | 268 | 1.03 | 013 | 0.97 | 000 | 1.05 | 297 | 0.84 | 28 | 268 | 1.03 | 013 | 0.97 |
| 29 | 292 | 1.00 | 013 | 0.98 | 000 | 1.02 | 322 | 0.81 | 29 | 292 | 1.00 | 013 | 0.98 |
| 30 | 315 | 0.97 | 013 | 0.99 | 000 | 0.98 | 346 | 0.79 | 30 | 315 | 0.97 | 013 | 0.99 |
| 31 | 338 | 0.95 | 013 | 0.99 | 000 | 0.95 | 010 | 0.77 | 31 | 338 | 0.95 | 013 | 0.99 |

De getijde constanten (A) hebben betrekking op MET, welke sinds 1961 voor de publiekwerken
 (K) en (L) zijn berekend op MET, welke sinds 1961 voor de publiekwerken
 (M) en (N) zijn berekend op MET, welke sinds 1961 voor de publiekwerken

Berekening voor 1951-1960.

HOEK VAN HOLLAND
HOOK OF HOLLAND



SEPTEMBER

| M2 | S2 | | | K1 | | | M2 | | | S2 | | | K1 | | | M2 | | | S2 | | | K1 | | |
|----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|----|---|---|----|---|---|
| | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F |
| 1 | 157 | 1.18 | 006 | 1.11 | 135 | 0.88 | 037 | 0.99 | 1 | 174 | 1.11 | 356 | 1.22 | 085 | 0.66 | 083 | 0.94 | | | | | | | |
| 2 | 183 | 1.16 | 006 | 1.12 | 135 | 0.85 | 065 | 0.96 | 2 | 199 | 1.05 | 355 | 1.22 | 084 | 0.63 | 109 | 0.89 | | | | | | | |
| 3 | 209 | 1.09 | 006 | 1.12 | 134 | 0.81 | 091 | 0.92 | 3 | 223 | 1.00 | 355 | 1.22 | 082 | 0.59 | 134 | 0.85 | | | | | | | |
| 4 | 234 | 1.05 | 005 | 1.13 | 134 | 0.78 | 117 | 0.88 | 4 | 246 | 0.96 | 355 | 1.22 | 079 | 0.56 | 158 | 0.82 | | | | | | | |
| 5 | 258 | 1.01 | 005 | 1.14 | 134 | 0.74 | 142 | 0.85 | 5 | 268 | 0.93 | 354 | 1.22 | 076 | 0.54 | 182 | 0.79 | | | | | | | |
| 6 | 281 | 0.97 | 005 | 1.14 | 134 | 0.70 | 167 | 0.82 | 6 | 290 | 0.91 | 354 | 1.22 | 073 | 0.52 | 205 | 0.77 | | | | | | | |
| 7 | 304 | 0.95 | 004 | 1.15 | 133 | 0.66 | 190 | 0.80 | 7 | 312 | 0.90 | 354 | 1.22 | 070 | 0.51 | 228 | 0.76 | | | | | | | |
| 8 | 327 | 0.93 | 004 | 1.15 | 132 | 0.63 | 214 | 0.78 | 8 | 334 | 0.89 | 353 | 1.22 | 066 | 0.50 | 250 | 0.76 | | | | | | | |
| 9 | 349 | 0.91 | 004 | 1.16 | 130 | 0.59 | 237 | 0.77 | 9 | 356 | 0.88 | 353 | 1.22 | 063 | 0.51 | 273 | 0.75 | | | | | | | |
| 0 | 011 | 0.90 | 003 | 1.16 | 128 | 0.56 | 260 | 0.76 | 10 | 018 | 0.89 | 353 | 1.22 | 059 | 0.52 | 297 | 0.75 | | | | | | | |
| 1 | 034 | 0.90 | 003 | 1.17 | 126 | 0.54 | 284 | 0.76 | 11 | 040 | 0.89 | 352 | 1.22 | 057 | 0.53 | 320 | 0.75 | | | | | | | |
| 2 | 056 | 0.89 | 003 | 1.17 | 123 | 0.52 | 307 | 0.75 | 12 | 062 | 0.89 | 352 | 1.21 | 054 | 0.55 | 343 | 0.75 | | | | | | | |
| 3 | 078 | 0.88 | 002 | 1.18 | 120 | 0.51 | 330 | 0.75 | 13 | 084 | 0.89 | 352 | 1.21 | 053 | 0.58 | 005 | 0.76 | | | | | | | |
| 4 | 100 | 0.88 | 002 | 1.18 | 117 | 0.51 | 353 | 0.75 | 14 | 106 | 0.91 | 351 | 1.21 | 052 | 0.61 | 028 | 0.77 | | | | | | | |
| 5 | 121 | 0.89 | 001 | 1.18 | 114 | 0.52 | 013 | 0.75 | 15 | 128 | 0.93 | 351 | 1.21 | 051 | 0.65 | 051 | 0.79 | | | | | | | |
| 6 | 143 | 0.90 | 001 | 1.19 | 111 | 0.53 | 038 | 0.76 | 16 | 150 | 0.96 | 351 | 1.21 | 051 | 0.69 | 074 | 0.82 | | | | | | | |
| 7 | 165 | 0.93 | 001 | 1.19 | 108 | 0.55 | 061 | 0.79 | 17 | 173 | 1.01 | 350 | 1.20 | 051 | 0.72 | 099 | 0.86 | | | | | | | |
| 8 | 187 | 0.97 | 000 | 1.19 | 106 | 0.58 | 084 | 0.82 | 18 | 197 | 1.06 | 350 | 1.20 | 051 | 0.76 | 124 | 0.90 | | | | | | | |
| 9 | 210 | 1.02 | 000 | 1.20 | 104 | 0.61 | 108 | 0.86 | 19 | 223 | 1.11 | 350 | 1.20 | 051 | 0.80 | 150 | 0.95 | | | | | | | |
| 0 | 235 | 1.07 | 000 | 1.20 | 102 | 0.64 | 134 | 0.91 | 20 | 249 | 1.16 | 350 | 1.19 | 051 | 0.84 | 177 | 0.99 | | | | | | | |
| 1 | 260 | 1.13 | 359 | 1.20 | 101 | 0.68 | 160 | 0.95 | 21 | 276 | 1.21 | 349 | 1.19 | 050 | 0.87 | 205 | 1.03 | | | | | | | |
| 2 | 284 | 1.19 | 359 | 1.21 | 099 | 0.71 | 189 | 1.00 | 22 | 303 | 1.25 | 349 | 1.19 | 050 | 0.90 | 233 | 1.08 | | | | | | | |
| 3 | 314 | 1.24 | 357 | 1.22 | 097 | 0.73 | 216 | 1.03 | 23 | 331 | 1.27 | 348 | 1.18 | 049 | 0.91 | 262 | 1.13 | | | | | | | |
| 4 | 341 | 1.25 | 358 | 1.21 | 096 | 0.75 | 244 | 1.06 | 24 | 359 | 1.28 | 348 | 1.18 | 048 | 0.93 | 291 | 1.19 | | | | | | | |
| 5 | 009 | 1.27 | 358 | 1.21 | 094 | 0.76 | 273 | 1.08 | 25 | 027 | 1.27 | 348 | 1.18 | 047 | 0.93 | 320 | 1.08 | | | | | | | |
| 6 | 037 | 1.28 | 358 | 1.21 | 093 | 0.76 | 302 | 1.08 | 26 | 055 | 1.25 | 348 | 1.17 | 046 | 0.92 | 349 | 1.07 | | | | | | | |
| 7 | 066 | 1.27 | 357 | 1.22 | 092 | 0.75 | 331 | 1.07 | 27 | 083 | 1.22 | 348 | 1.17 | 044 | 0.91 | 018 | 1.04 | | | | | | | |
| 8 | 093 | 1.24 | 357 | 1.22 | 090 | 0.74 | 360 | 1.05 | 28 | 110 | 1.17 | 349 | 1.17 | 043 | 0.90 | 046 | 1.00 | | | | | | | |
| 9 | 121 | 1.20 | 356 | 1.22 | 089 | 0.72 | 028 | 1.02 | 29 | 135 | 1.12 | 347 | 1.16 | 041 | 0.87 | 073 | 0.96 | | | | | | | |
| 0 | 148 | 1.16 | 356 | 1.22 | 087 | 0.69 | 056 | 0.98 | 30 | 162 | 1.07 | 347 | 1.15 | 039 | 0.85 | 100 | 0.91 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 31 | 188 | 1.01 | 347 | 1.15 | 037 | 0.83 | 125 | 0.86 | | | | | | | |

DECEMBER

| M2 | S2 | | | K1 | | | M2 | | | S2 | | | K1 | | | M2 | | | S2 | | | K1 | | |
|----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|----|---|---|----|---|---|
| | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F | A | F |
| 1 | 208 | 0.95 | 347 | 1.14 | 035 | 0.81 | 149 | 0.82 | 1 | 216 | 0.90 | 347 | 0.94 | 013 | 1.06 | 185 | 0.78 | | | | | | | |
| 2 | 232 | 0.95 | 346 | 1.14 | 033 | 0.80 | 173 | 0.80 | 2 | 237 | 0.89 | 347 | 0.93 | 012 | 1.06 | 208 | 0.76 | | | | | | | |
| 3 | 255 | 0.90 | 346 | 1.13 | 031 | 0.79 | 195 | 0.77 | 3 | 259 | 0.88 | 347 | 0.92 | 011 | 1.06 | 230 | 0.76 | | | | | | | |
| 4 | 275 | 0.89 | 346 | 1.12 | 029 | 0.79 | 218 | 0.76 | 4 | 280 | 0.88 | 347 | 0.92 | 010 | 1.06 | 253 | 0.76 | | | | | | | |
| 5 | 297 | 0.88 | 346 | 1.12 | 027 | 0.79 | 241 | 0.75 | 5 | 302 | 0.89 | 348 | 0.91 | 009 | 1.07 | 276 | 0.77 | | | | | | | |
| 6 | 318 | 0.88 | 346 | 1.11 | 025 | 0.81 | 263 | 0.75 | 6 | 325 | 0.90 | 348 | 0.90 | 008 | 1.10 | 299 | 0.78 | | | | | | | |
| 7 | 340 | 0.89 | 346 | 1.11 | 024 | 0.83 | 286 | 0.76 | 7 | 347 | 0.92 | 348 | 0.90 | 008 | 1.13 | 322 | 0.79 | | | | | | | |
| 8 | 003 | 0.89 | 346 | 1.10 | 023 | 0.85 | 309 | 0.76 | 8 | 010 | 0.93 | 349 | 0.89 | 007 | 1.16 | 346 | 0.80 | | | | | | | |
| 9 | 025 | 0.90 | 345 | 1.09 | 022 | 0.88 | 333 | 0.77 | 9 | 033 | 0.95 | 349 | 0.89 | 007 | 1.19 | 010 | 0.82 | | | | | | | |
| 0 | 047 | 0.91 | 345 | 1.09 | 022 | 0.91 | 356 | 0.78 | 10 | 056 | 0.97 | 349 | 0.88 | 007 | 1.22 | 034 | 0.83 | | | | | | | |
| 1 | 069 | 0.92 | 345 | 1.08 | 022 | 0.95 | 019 | 0.79 | 11 | 079 | 0.99 | 350 | 0.88 | 007 | 1.26 | 058 | 0.85 | | | | | | | |
| 2 | 092 | 0.94 | 345 | 1.07 | 022 | 0.98 | 042 | 0.80 | 12 | 103 | 1.02 | 350 | 0.87 | 007 | 1.29 | 083 | 0.88 | | | | | | | |
| 3 | 114 | 0.97 | 345 | 1.07 | 022 | 1.02 | 066 | 0.83 | 13 | 127 | 1.06 | 351 | 0.87 | 007 | 1.31 | 108 | 0.91 | | | | | | | |
| 4 | 138 | 1.00 | 345 | 1.06 | 022 | 1.05 | 090 | 0.86 | 14 | 152 | 1.09 | 351 | 0.86 | 007 | 1.34 | 134 | 0.94 | | | | | | | |
| 5 | 162 | 1.05 | 345 | 1.05 | 023 | 1.09 | 115 | 0.90 | 15 | 178 | 1.12 | 352 | 0.86 | 008 | 1.36 | 161 | 0.97 | | | | | | | |
| 6 | 187 | 1.09 | 345 | 1.05 | 023 | 1.12 | 141 | 0.94 | 16 | 204 | 1.15 | 352 | 0.85 | 008 | 1.38 | 188 | 0.99 | | | | | | | |
| 7 | 212 | 1.16 | 345 | 1.04 | 024 | 1.15 | 168 | 0.97 | 17 | 231 | 1.18 | 353 | 0.85 | 008 | 1.39 | 215 | 1.01 | | | | | | | |
| 8 | 239 | 1.18 | 345 | 1.03 | 024 | 1.18 | 195 | 1.01 | 18 | 257 | 1.20 | 353 | 0.84 | 008 | 1.40 | 243 | 1.01 | | | | | | | |
| 9 | 269 | 1.22 | 345 | 1.02 | 024 | 1.20 | 223 | 1.04 | 19 | 285 | 1.21 | 354 | 0.84 | 008 | 1.40 | 271 | 1.03 | | | | | | | |
| 0 | 293 | 1.24 | 345 | 1.02 | 024 | 1.22 | 252 | 1.06 | 20 | 312 | 1.20 | 354 | 0.84 | 008 | 1.39 | 300 | 1.04 | | | | | | | |
| 1 | 321 | 1.25 | 345 | 1.01 | 023 | 1.23 | 281 | 1.07 | 21 | 339 | 1.19 | 355 | 0.84 | 008 | 1.38 | 328 | 1.03 | | | | | | | |
| 2 | 349 | 1.25 | 345 | 1.00 | 023 | 1.23 | 309 | 1.07 | 22 | 062 | 1.17 | 355 | 0.83 | 007 | 1.36 | 355 | 1.01 | | | | | | | |
| 3 | 017 | 1.24 | 345 | 0.99 | 022 | 1.22 | 338 | 1.06 | 23 | 082 | 1.16 | 356 | 0.83 | 007 | 1.33 | 023 | 0.98 | | | | | | | |
| 4 | 044 | 1.21 | 345 | 0.99 | 021 | 1.21 | 007 | 1.03 | 24 | 108 | 1.10 | 357 | 0.83 | 006 | 1.30 | 050 | 0.95 | | | | | | | |
| 5 | 071 | 1.17 | 345 | 0.98 | 020 | 1.19 | 034 | 1.00 | 25 | 083 | 1.06 | 357 | 0.83 | 005 | 1.27 | 076 | 0.91 | | | | | | | |
| 6 | 097 | 1.12 | 346 | 0.97 | 019 | 1.17 | 062 | 0.96 | 26 | 108 | 1.01 | 358 | 0.83 | 004 | 1.23 | 102 | 0.87 | | | | | | | |
| 7 | 123 | 1.07 | 346 | 0.97 | 018 | 1.16 | 088 | 0.92 | 27 | 132 | 0.97 | 358 | 0.83 | 003 | 1.20 | 126 | 0.84 | | | | | | | |
| 8 | 147 | 1.02 | 346 | 0.96 | 016 | 1.12 | 114 | 0.88 | 28 | 155 | 0.94 | 359 | 0.83 | 003 | 1.18 | 150 | 0.81 | | | | | | | |
| 9 | 171 | 0.97 | 346 | 0.95 | 015 | 1.10 | 138 | 0.83 | 29 | 177 | 0.91 | 000 | 0.82 | 002 | 1.15 | 173 | 0.78 | | | | | | | |
| 0 | 194 | 0.93 | 346 | 0.94 | 014 | 1.08 | 162 | 0.80 | 30 | 199 | 0.89 | 000 | 0.83 | 001 | 1.14 | 196 | 0.77 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 31 | 220 | 0.88 | 001 | 0.83 | 000 | 1.13 | 219 | 0.76 | | | | | | | |

Figuur 4

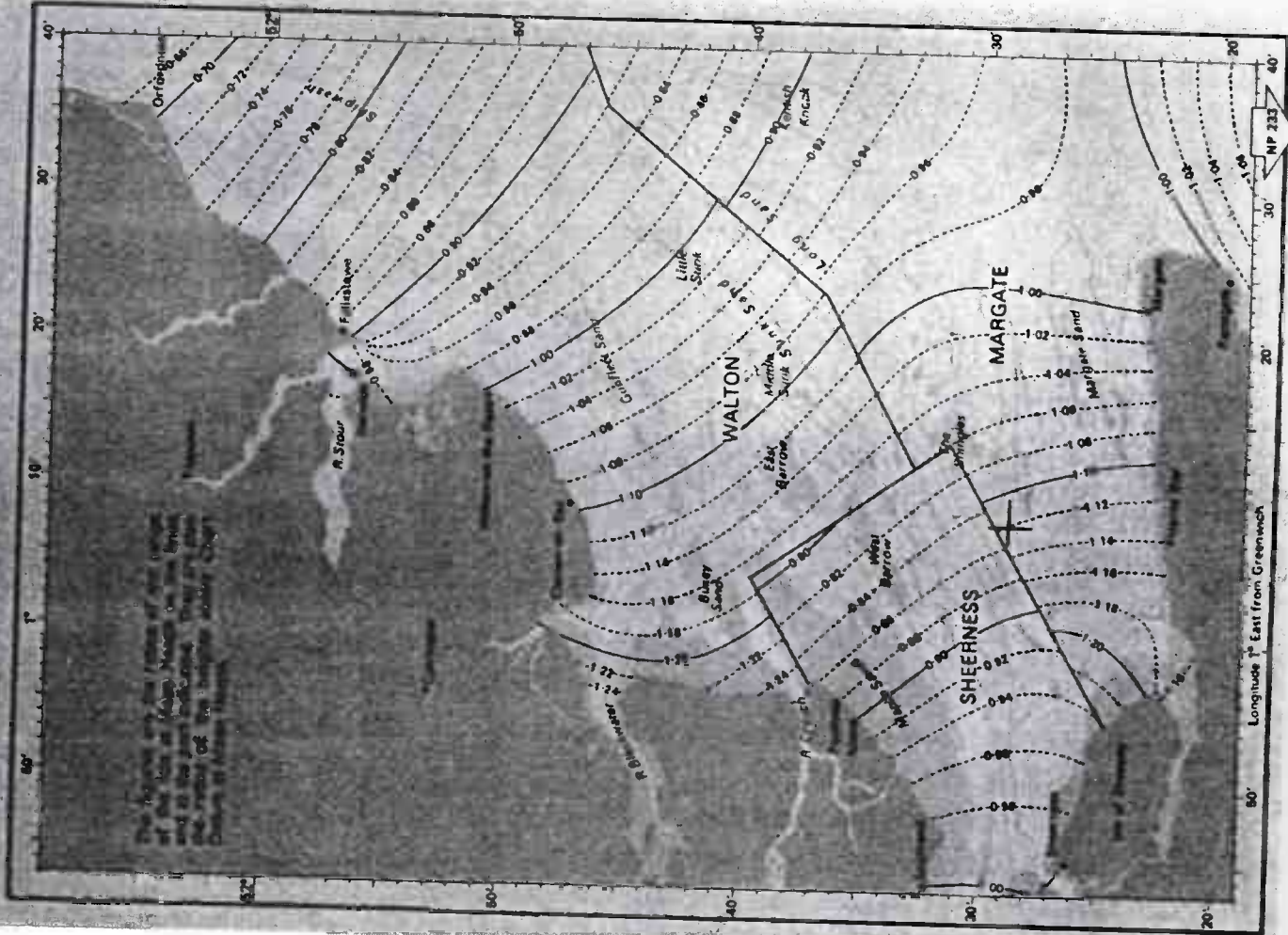
overschrijdings-, resp. onderschrijdingskans voor een getij
probability that one tide will deviate more than the indicated value

overschrijdings-, resp. onderschrijdingskans voor een getij
probability that one tide will deviate more than the indicated value

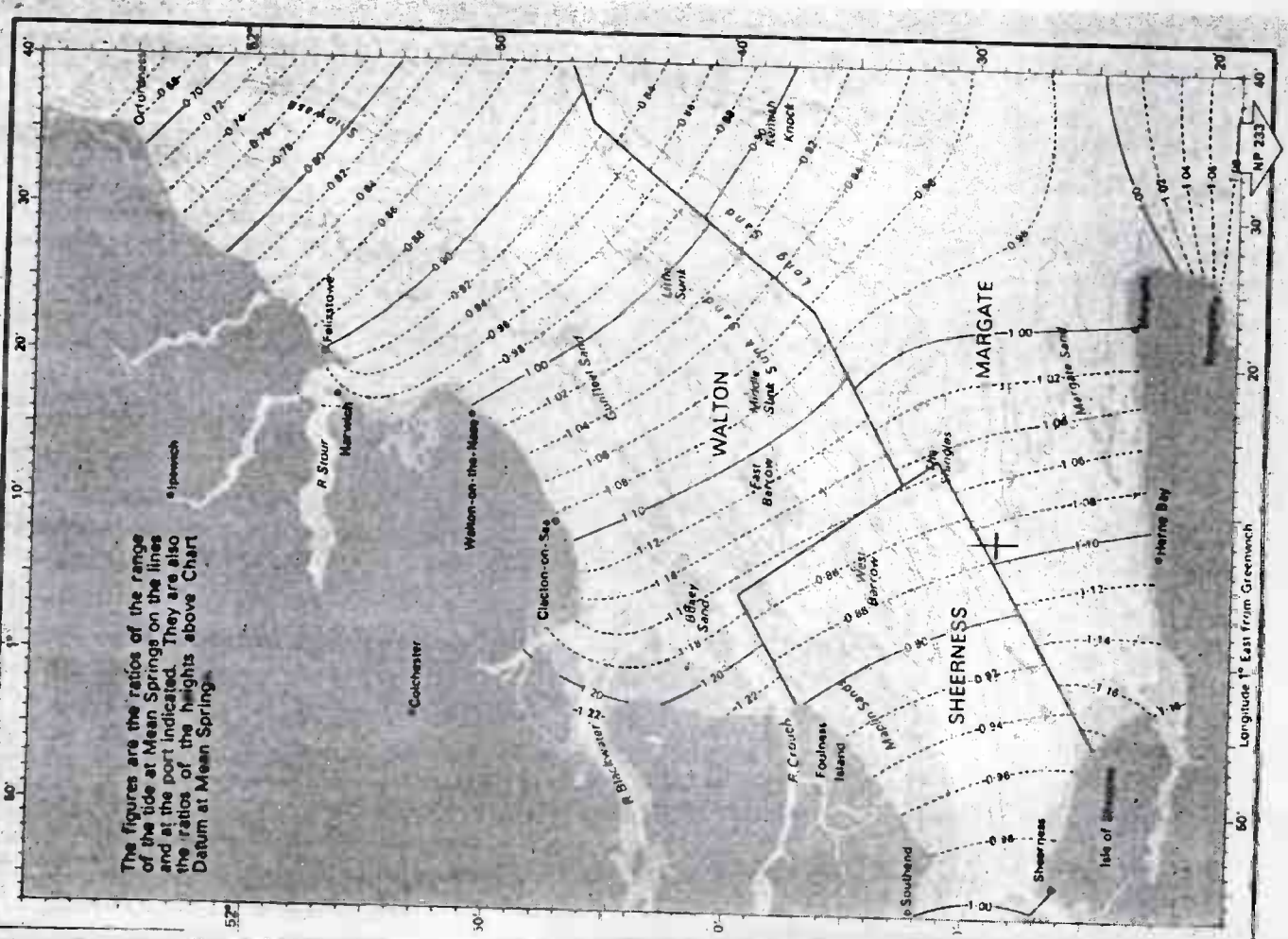
dm
afwijking ten opzichte van de voorspelde HW-stand
deviation with respect to the predicted HW-level

dm
afwijking ten opzichte van de voorspelde LW-stand
deviation with respect to the predicted LW-level

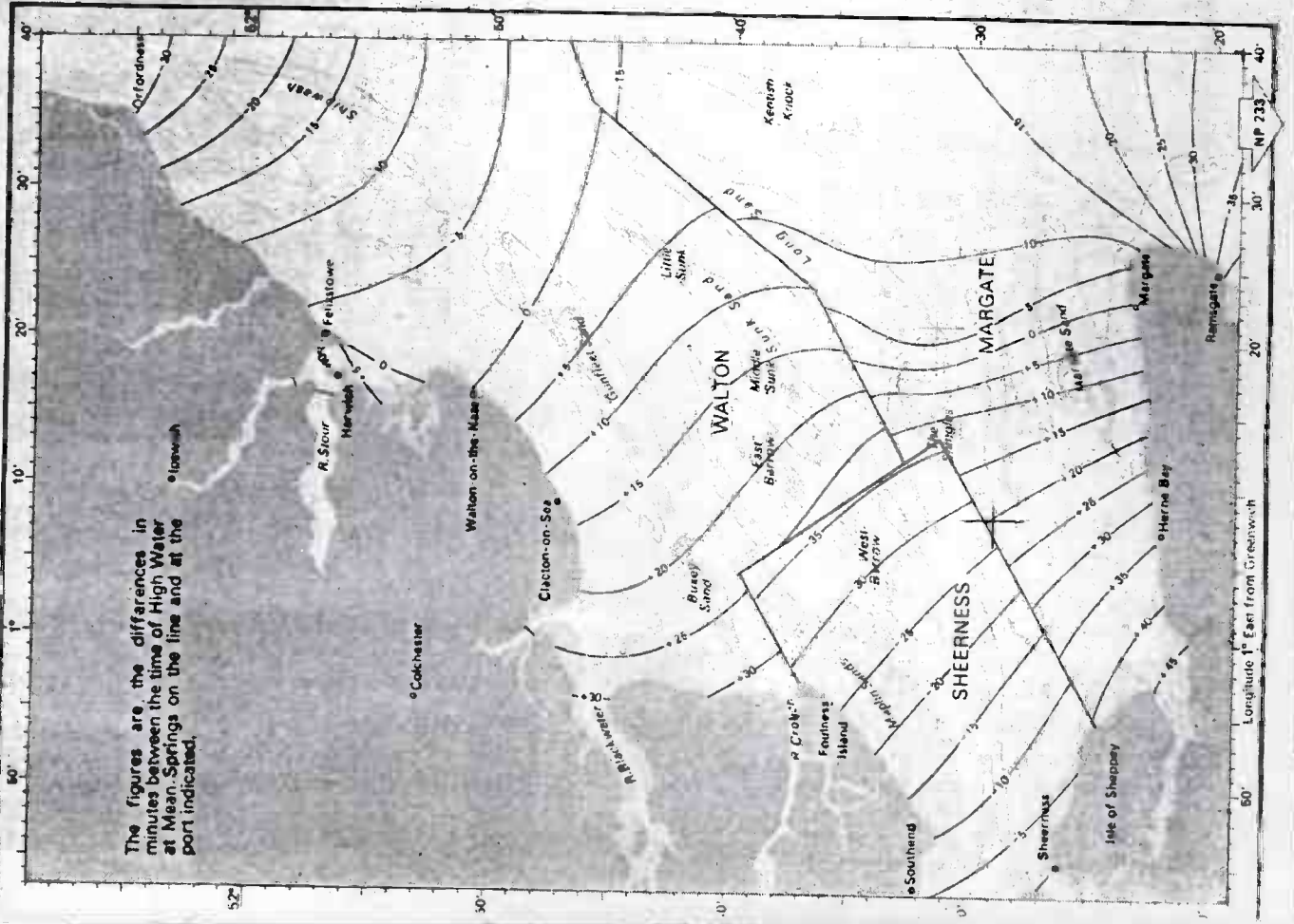
B MEAN NEAP RANGE FACTORS



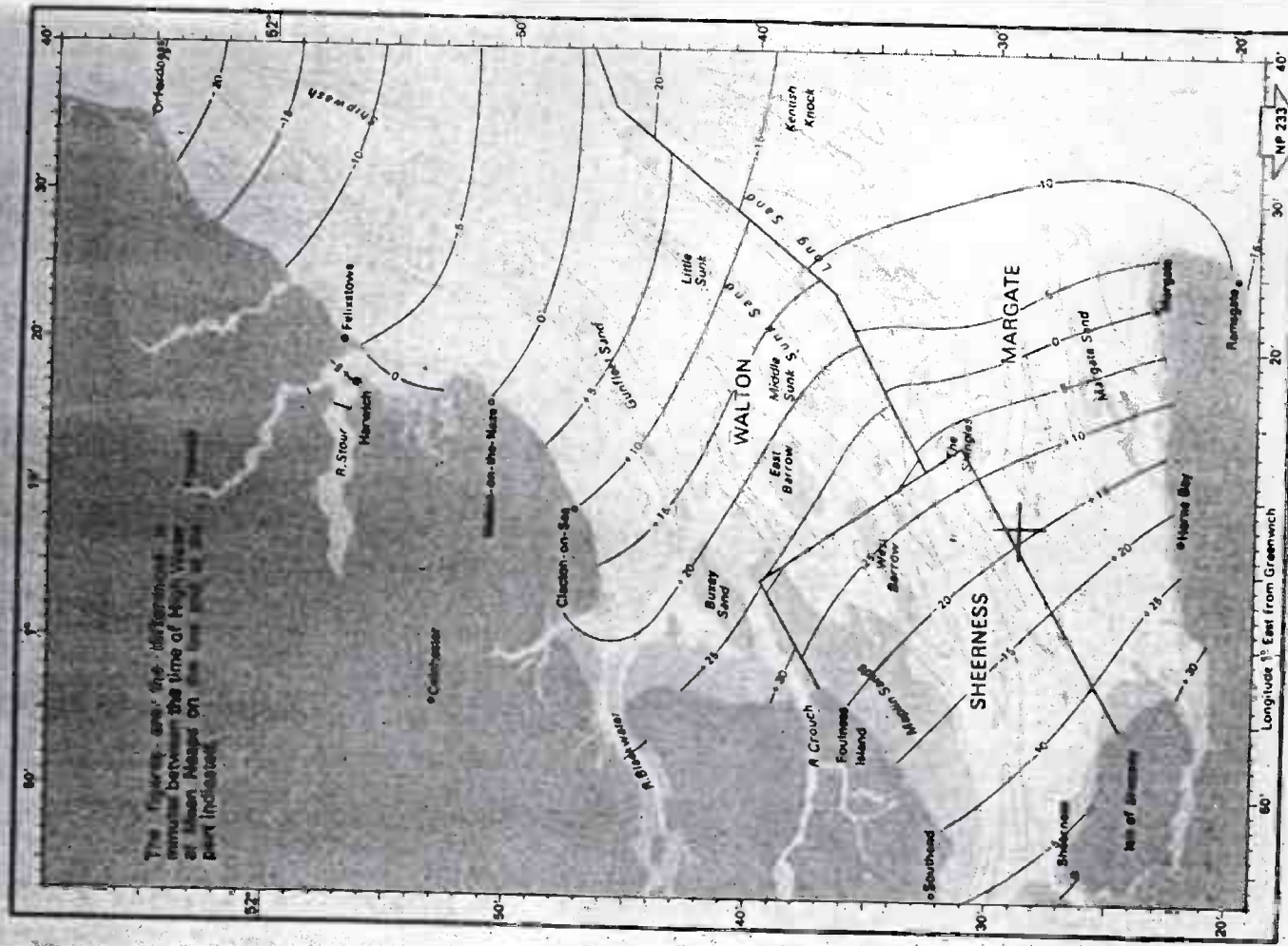
A MEAN SPRING RANGE FACTORS



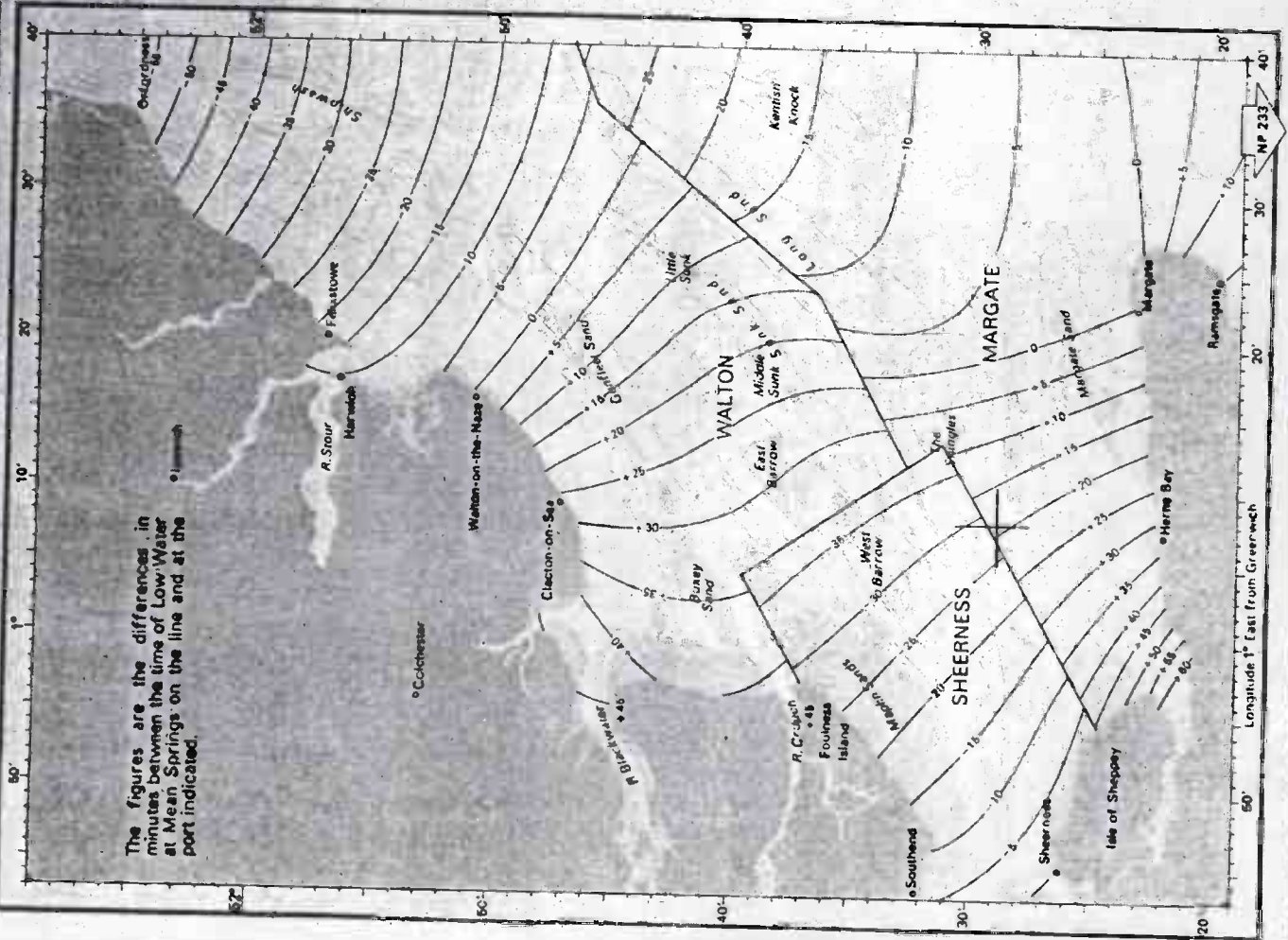
C
 MEAN SPRING
 HIGH WATER
 TIME DIFFERENCES



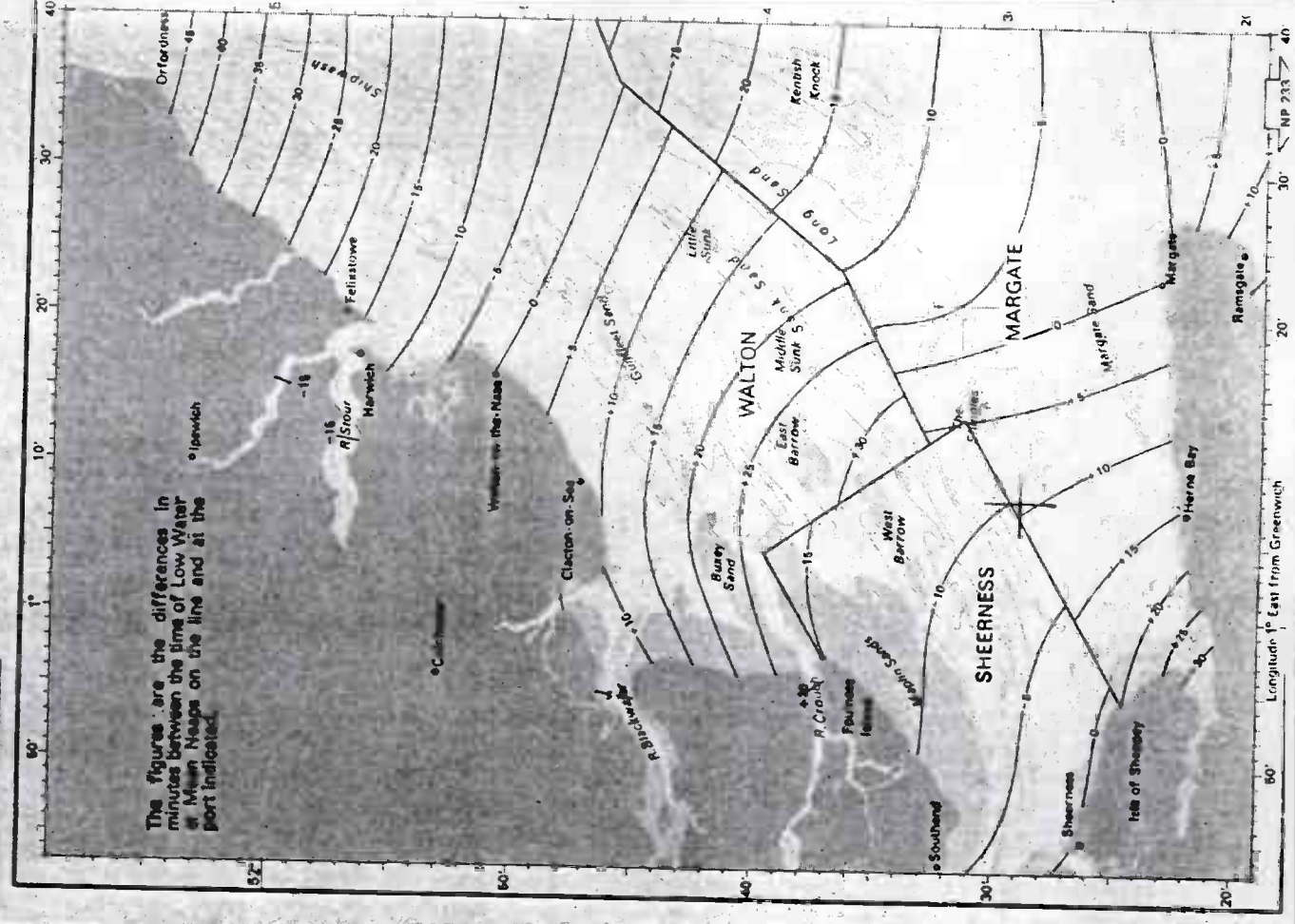
D
 MEAN NEAP
 HIGH WATER
 TIME DIFFERENCES



E MEAN SPRING LOW WATER TIME DIFFERENCES



F MEAN NEAP LOW WATER TIME DIFFERENCES



ENGLAND, EAST COAST - MARGATE

LAT 51°24'N LONG 1°23'E

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 1980

DECEMBER

Table with columns for month (SEPTEMBER, OCTOBER, NOVEMBER, DECEMBER) and days (1-31). Each entry includes time and height data for high and low tides.

BANGLADESH, THE SUNDARBANS - PUSSUR RIVER ENTRANCE

LAT 21°48'N LONG 89°28'E

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 1980

JULY

Table with columns for month (MAY, JUNE, JULY, AUGUST) and days (1-31). Each entry includes time and height data for high and low tides.

INDIA, EAST COAST: BANGLADESH

Table with columns: PLACE, Lat. N., Long. E., TIME DIFFERENCES (MHW, MLW), HEIGHT DIFFERENCES (MHWS, MHWN, MLWN, MLWS), M.L. Zm, HARMONIC CONSTANTS (M1, S1, K1, O1), and S.W. CORRECTIONS (diurnal, F1). Rows include SAGAR ROADS, PUSSUR RIVER, HITTAGONG, and LASSEIN RIVER ENTRANCE.

Table with columns: PLACE, Lat. N., Long. E., TIME DIFFERENCES, HEIGHT DIFFERENCES, M.L. Zm, HARMONIC CONSTANTS, and S.W. CORRECTIONS. Rows include BURMA, ELEPHANT POINT, and Y4 RIVER.

SEASONAL CHANGE IN MEAN LEVEL

Table with columns: No., Jan., Feb., Mar., Apr., May, June, July, Aug., Sep., Oct., Nov., Dec., Jan. (next year). Rows show seasonal variations for various locations.

ENGLAND, EAST COAST - SHEERNESS

LAT 51°27'N LONG 0°45'E
TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

Table with columns for months (SEPTEMBER, OCTOBER, NOVEMBER, DECEMBER) and years (1980, 1981). Rows show tide times (M, H) and heights (M, H) for various locations like Newhaven, Dover, Margate, and Sheerness.

Table showing 'SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL' for 'ENGLAND, SOUTH AND EAST COASTS'. Columns include months (Jan to May) and various locations (Newhaven, Dover, Margate, Sheerness, etc.).

No data. See notes on page 16a. Contents inferred. For intermediate heights, use Standard Curve for Sheerham on page 22. For intermediate heights, see page 22. M.L. inferred. Owing to large seasonal variations, see Table VI.

A.2.18

NETHERLANDS - HOEK VAN HOLLAND

LAT 51°59'N LONG 4°07'E

TIME ZONE -0100

TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS

YEAR 1980

| JANUARY | | | | FEBRUARY | | | | MARCH | | | | APRIL | | | |
|---------|-----|---------|-----|----------|-----|---------|------|---------|-----|---------|-----|---------|------|---------|-----|
| TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M | TIME | M |
| 1 0138 | 2.0 | 16 0127 | 2.0 | 1 0246 | 2.0 | 16 0230 | 2.1 | 1 0229 | 2.0 | 16 0217 | 2.0 | 1 0310 | 2.1 | 16 0313 | 2.3 |
| 0706 | 0.2 | 0703 | 0.3 | 0809 | 0.1 | 0745 | 0.1 | 0758 | 0.1 | 0728 | 0.1 | 0829 | 0.2 | 0821 | 0.1 |
| TU 1353 | 2.1 | W 1333 | 2.1 | F 1455 | 2.2 | SA 1435 | 2.3 | SA 1440 | 2.2 | SU 1418 | 2.3 | TU 1521 | 2.2 | W 1534 | 2.3 |
| 1921 | 0.3 | 1910 | 0.5 | 2023 | 0.4 | 1953 | 0.4 | 2008 | 0.4 | 1933 | 0.4 | 2044 | 0.4 | 2035 | 0.3 |
| 2 0223 | 2.0 | 17 0200 | 2.0 | 2 0324 | 2.0 | 17 0310 | 2.2 | 2 0311 | 2.0 | 17 0250 | 2.2 | 2 0344 | 2.1 | 17 0349 | 2.4 |
| 0741 | 0.2 | 0735 | 0.2 | 0844 | 0.1 | 0813 | 0.1 | 0827 | 0.1 | 0803 | 0.0 | 0858 | 0.3 | 0903 | 0.1 |
| W 1433 | 2.1 | TH 1410 | 2.2 | SA 1530 | 2.2 | SU 1518 | 2.4 | SU 1513 | 2.2 | M 1503 | 2.3 | W 1559 | 2.2 | TH 1618 | 2.3 |
| 1958 | 0.3 | 1939 | 0.5 | 2057 | 0.5 | 2031 | 0.4 | 2035 | 0.4 | 2013 | 0.4 | 2117 | 0.3 | 2122 | 0.2 |
| 3 0303 | 2.0 | 18 0234 | 2.1 | 3 0403 | 2.1 | 18 0348 | 2.2 | 3 0348 | 2.1 | 18 0339 | 2.2 | 3 0414 | 2.1 | 18 0433 | 2.4 |
| 0821 | 0.1 | 0801 | 0.1 | 0917 | 0.1 | 0858 | 0.0 | 0855 | 0.2 | 0841 | 0.0 | 0930 | 0.3 | 0951 | 0.1 |
| TH 1508 | 2.2 | F 1445 | 2.3 | SU 1607 | 2.5 | M 1609 | 2.4 | M 1549 | 2.2 | TU 1553 | 2.3 | TH 1631 | 2.1 | F 1700 | 2.2 |
| 2037 | 0.4 | 2008 | 0.5 | 2128 | 0.3 | 2113 | 0.4 | 2108 | 0.5 | 2057 | 0.3 | 2150 | 0.3 | 2208 | 0.2 |
| 4 0337 | 2.0 | 19 0319 | 2.2 | 4 0432 | 2.2 | 19 0435 | 2.2 | 4 0413 | 2.1 | 19 0416 | 2.3 | 4 0446 | 2.1 | 19 0514 | 2.3 |
| 0858 | 0.1 | 0832 | 0.1 | 0951 | 0.2 | 0946 | -0.1 | 0925 | 0.2 | 0926 | 0.0 | 1006 | 0.3 | 1038 | 0.2 |
| F 1548 | 2.3 | SA 1531 | 2.4 | M 1642 | 2.3 | TU 1657 | 2.3 | TU 1624 | 2.2 | W 1641 | 2.2 | F 1704 | 2.1 | SA 1742 | 2.0 |
| 2115 | 0.5 | 2043 | 0.4 | M 2205 | 0.6 | 2157 | 0.3 | 2140 | 0.4 | 2141 | 0.3 | 2226 | 0.3 | 2257 | 0.1 |
| 5 0421 | 2.1 | 20 0359 | 2.3 | 5 0504 | 2.2 | 20 0521 | 2.2 | 5 0438 | 2.1 | 20 0458 | 2.3 | 5 0517 | 2.1 | 20 0553 | 2.2 |
| 0936 | 0.1 | 0914 | 0.1 | 1031 | 0.2 | 1034 | 0.0 | 0956 | 0.2 | 1012 | 0.0 | 1046 | 0.3 | 1136 | 0.3 |
| SA 1628 | 2.3 | SU 1619 | 2.4 | TU 1718 | 2.2 | W 1737 | 2.1 | W 1655 | 2.2 | TH 1721 | 2.1 | SA 1736 | 2.0 | SU 1831 | 1.9 |
| 2155 | 0.5 | 2125 | 0.4 | 2249 | 0.6 | 2244 | 0.3 | 2215 | 0.5 | 2225 | 0.2 | 2305 | 0.3 | 2355 | 0.1 |
| 6 0505 | 2.1 | 21 0444 | 2.3 | 6 0539 | 2.1 | 21 0556 | 2.1 | 6 0510 | 2.1 | 21 0543 | 2.2 | 6 0544 | 2.1 | 21 0648 | 2.1 |
| 1020 | 0.1 | 0956 | 0.0 | 1111 | 0.2 | 1123 | 0.0 | 1035 | 0.3 | 1100 | 0.1 | 1132 | 0.3 | 1252 | 0.3 |
| SU 1708 | 2.3 | M 1704 | 2.3 | W 1752 | 2.1 | TH 1819 | 2.0 | TH 1725 | 2.1 | F 1801 | 2.0 | SU 1809 | 1.9 | M 1932 | 1.7 |
| 2240 | 0.6 | 2213 | 0.4 | 2337 | 0.6 | 2339 | 0.3 | 2254 | 0.4 | 2315 | 0.2 | 2351 | 0.2 | | |
| 7 0545 | 2.1 | 22 0535 | 2.2 | 7 0616 | 2.1 | 22 0639 | 2.1 | 7 0543 | 2.0 | 22 0625 | 2.1 | 7 0620 | 2.0 | 22 0106 | 0.1 |
| 1106 | 0.1 | 1049 | 0.0 | 1156 | 0.2 | 1224 | 0.1 | 1120 | 0.2 | 1156 | 0.1 | 1230 | 0.3 | 0802 | 2.0 |
| M 1747 | 2.2 | TU 1749 | 2.2 | TH 1827 | 2.1 | F 1911 | 1.9 | F 1752 | 2.0 | SA 1852 | 1.8 | M 1853 | 1.8 | TU 1424 | 0.3 |
| 2331 | 0.6 | 2307 | 0.4 | | | | | 2339 | 0.4 | | | | 2044 | 1.6 | |
| 8 0623 | 2.0 | 23 0621 | 2.1 | 8 0031 | 0.6 | 23 0050 | 0.3 | 8 0608 | 2.0 | 23 0021 | 0.2 | 8 0047 | 0.2 | 23 0225 | 0.1 |
| 1152 | 0.2 | 1144 | 0.0 | 0653 | 2.0 | 0742 | 2.0 | 1206 | 0.2 | 0713 | 2.0 | 0718 | 1.9 | 0919 | 1.9 |
| TU 1827 | 2.2 | W 1838 | 2.1 | F 1247 | 2.0 | SA 1342 | 1.8 | SA 1826 | 1.9 | SU 1314 | 0.1 | TU 1344 | 0.3 | W 1554 | 0.4 |
| | | | | 1909 | 2.0 | 2022 | 1.1 | | | 1958 | 1.7 | 1955 | 1.7 | 2200 | 1.5 |
| 9 0030 | 0.7 | 24 0012 | 0.4 | 9 0130 | 0.6 | 24 0214 | 0.2 | 9 0029 | 0.4 | 24 0138 | 0.1 | 9 0151 | 0.2 | 24 0342 | 0.1 |
| 0657 | 2.0 | 0709 | 2.0 | 0737 | 1.9 | 0859 | 1.9 | 0642 | 2.0 | 0821 | 1.9 | 0835 | 1.9 | 1030 | 1.9 |
| W 1239 | 0.2 | TH 1249 | 0.1 | SA 1346 | 0.2 | SU 1509 | 0.2 | SU 1301 | 0.2 | M 1445 | 0.2 | W 1506 | 0.3 | TH 1705 | 0.4 |
| 1912 | 2.1 | 1937 | 2.0 | 2003 | 1.9 | 2149 | 1.7 | 1914 | 1.8 | 2118 | 1.6 | 2117 | 1.7 | 2312 | 1.6 |
| 10 0134 | 0.7 | 25 0130 | 0.4 | 10 0230 | 0.5 | 25 0339 | 0.2 | 10 0130 | 0.4 | 25 0303 | 0.1 | 10 0305 | 0.2 | 25 0450 | 0.1 |
| 0739 | 1.9 | 0807 | 1.9 | 0834 | 1.9 | 1021 | 1.8 | 0734 | 1.9 | 0947 | 1.8 | 1004 | 1.9 | 1132 | 1.9 |
| TH 1332 | 0.2 | F 1405 | 0.1 | SU 1452 | 0.2 | M 1632 | 0.2 | M 1407 | 0.2 | TU 1616 | 0.2 | TH 1628 | 0.4 | F 1758 | 0.4 |
| 2005 | 2.1 | 2048 | 1.9 | 2113 | 1.8 | 2317 | 1.6 | 2020 | 1.7 | 2239 | 1.5 | 2245 | 1.7 | | |
| 11 0238 | 0.7 | 26 0258 | 0.4 | 11 0336 | 0.4 | 26 0500 | 0.2 | 11 0237 | 0.3 | 26 0423 | 0.1 | 11 0421 | 0.2 | 26 0014 | 1.6 |
| 0830 | 1.9 | 0916 | 1.9 | 0945 | 1.8 | 1137 | 1.8 | 0855 | 1.9 | 1112 | 1.8 | 1121 | 2.0 | 0546 | 0.2 |
| F 1433 | 0.3 | SA 1526 | 0.2 | M 1604 | 0.3 | TU 1742 | 0.2 | TU 1525 | 0.2 | W 1728 | 0.3 | F 1729 | 0.4 | SA 1224 | 1.9 |
| 2108 | 2.0 | 2202 | 1.8 | 2233 | 1.7 | | | 2148 | 1.7 | 2354 | 1.6 | | | 1834 | 0.4 |
| 12 0340 | 0.6 | 27 0421 | 0.3 | 12 0439 | 0.4 | 27 0027 | 1.7 | 12 0351 | 0.3 | 27 0531 | 0.2 | 12 0004 | 1.8 | 27 0100 | 1.7 |
| 0934 | 1.8 | 1033 | 1.9 | 1105 | 1.9 | 0604 | 0.2 | 1033 | 1.9 | 1223 | 1.9 | 0528 | 0.2 | 0628 | 0.2 |
| SA 1542 | 0.3 | SU 1643 | 0.2 | TU 1711 | 0.3 | W 1840 | 1.9 | W 1640 | 0.3 | TH 1822 | 0.4 | SA 1226 | 2.1 | SU 1311 | 2.0 |
| 2221 | 2.0 | 2318 | 1.8 | 2353 | 1.7 | 1833 | 0.3 | 2320 | 1.7 | | | 1811 | 0.4 | 1901 | 0.4 |
| 13 0439 | 0.6 | 28 0532 | 0.3 | 13 0541 | 0.3 | 28 0116 | 1.7 | 13 0500 | 0.3 | 28 0052 | 1.7 | 13 0101 | 1.9 | 28 0139 | 1.8 |
| 1044 | 1.9 | 1147 | 1.9 | 1221 | 1.9 | 0650 | 0.1 | 1201 | 2.0 | 0622 | 0.2 | 0620 | 0.1 | 0702 | 0.2 |
| SU 1648 | 0.4 | M 1746 | 0.3 | W 1809 | 0.4 | TH 1328 | 2.0 | TH 1742 | 0.4 | F 1312 | 2.0 | SU 1316 | 2.2 | M 1351 | 2.0 |
| 2334 | 2.0 | | | | | 1911 | 0.3 | | | 1856 | 0.4 | 1841 | 0.4 | 1924 | 0.3 |
| 14 0532 | 0.5 | 29 0029 | 1.8 | 14 0102 | 1.8 | 29 0153 | 1.8 | 14 0041 | 1.8 | 29 0136 | 1.8 | 14 0144 | 2.0 | 29 0214 | 1.9 |
| 1152 | 1.9 | 0625 | 0.3 | 0636 | 0.2 | 0726 | 0.1 | 0602 | 0.3 | 0703 | 0.2 | 0704 | 0.1 | 0732 | 0.2 |
| M 1747 | 0.4 | TU 1253 | 2.0 | TH 1318 | 2.0 | F 1407 | 2.1 | F 1304 | 2.1 | SA 1347 | 2.1 | M 1401 | 2.1 | TU 1426 | 2.0 |
| | | 1834 | 0.3 | 1850 | 0.4 | 1940 | 0.3 | 1828 | 0.4 | 1923 | 0.4 | 1912 | 0.4 | 1950 | 0.3 |
| 15 0039 | 1.9 | 30 0126 | 1.8 | 15 0151 | 1.9 | | | 15 0134 | 1.9 | 30 0207 | 1.9 | 15 0228 | 2.2 | 30 0244 | 2.0 |
| 0621 | 0.4 | 0702 | 0.2 | 0717 | 0.2 | | | 0649 | 0.2 | 0734 | 0.2 | 0741 | 0.1 | 0801 | 0.2 |
| TU 1250 | 2.0 | W 1343 | 2.0 | F 1400 | 2.2 | | | SA 1342 | 2.2 | SU 1417 | 2.1 | TU 1448 | 2.3 | W 1459 | 2.1 |
| 1835 | 0.4 | 1915 | 0.3 | 1921 | 0.4 | | | 1901 | 0.4 | 1947 | 0.4 | 1951 | 0.3 | 2018 | 0.3 |
| | | 31 0210 | 1.9 | | | | | | | 31 0239 | 2.0 | | | | |
| | | 0735 | 0.1 | | | | | | | 0802 | 0.2 | | | | |
| | | TH 1421 | 2.1 | | | | | | | M 1449 | 2.2 | | | | |
| | | 1950 | 0.4 | | | | | | | 2016 | 0.4 | | | | |

LOW WATERS: - IMPORTANT NOTE. DOUBLE LOW WATERS OFTEN OCCUR AT HOEK VAN HOLLAND. ON THESE OCCASIONS THE PREDICTIONS ARE FOR THE FIRST LOW WATER. THE SECOND LOW WATER OCCURS ABOUT 2 HOURS 15 MINUTES LATER.

HEIGHTS IN METRES

HZS

| Groep | Partieel getij | Hoeksnelheid ($^{\circ}/u$) | Relatieve grootte | Astr. Argument (0^u GMT) | u | f |
|-------|----------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------|---------|-------|
| M_2 | M_2 | 28,98 | 1,000 | $- 2s + 2h$ | M_2 | M_2 |
| | N_2 | 28,44 | 0,194 | $- 3s + 2h + p$ | M_2 | M_2 |
| | V_2 | 28,51 | 0,038 | $- 3s + 4h - p$ | M_2 | M_2 |
| | L_2 | 29,53 | 0,028 | $- s + 2h - p + 180^{\circ}$ | L_2 | L_2 |
| | $2N_2$ | 27,90 | 0,026 | $- 4s + 2h + 2p$ | M_2 | M_2 |
| | μ_2 | 27,97 | 0,024 | $- 4s + 4h$ | M_2 | M_2 |
| | λ_2 | 29,46 | 0,007 | $- s + p + 180^{\circ}$ | M_2 | M_2 |
| S_2 | S_2 | 30,00 | 1,000 | 0° | 0 | 1 |
| | K_2 | 30,08 | 0,272 | $2h$ | K_2 | K_2 |
| | T_2 | 29,96 | 0,059 | $- h + 282^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | R_2 | 30,04 | 0,008 | $h + 258^{\circ}$ | 0 | 1 |
| K_1 | K_1 | 15,04 | 1,000 | $h + 90^{\circ}$ | K_1 | K_1 |
| | P_1 | 14,96 | 0,331 | $- h + 270^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | J_1 | 15,59 | 0,079 | $h + s - p + 90^{\circ}$ | J_1 | J_1 |
| | M_1 | 14,49 | 0,071 | $h - s + 90^{\circ}$ | M_1 | M_1 |
| | η_1 | 14,92 | 0,019 | $- 2h + 192^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | ϕ_1 | 15,12 | 0,014 | $3h + 90^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | θ_1 | 15,51 | 0,008 | $- h + s + p + 90^{\circ}$ | J_1 | J_1 |
| | ψ_1 | 15,08 | 0,008 | $2h + 168^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | SO_1 | 16,06 | 0,006 | $- h + 2s + 90^{\circ}$ | $- O_1$ | O_1 |
| O_1 | O_1 | 13,94 | 1,000 | $h - 2s + 270^{\circ}$ | O_1 | O_1 |
| | Q_1 | 13,40 | 0,194 | $h - 3s + p + 270^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | β_1 | 13,47 | 0,038 | $3h - 3s - p + 270^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | $2Q_1$ | 12,85 | 0,026 | $h - 4s + 2p + 270^{\circ}$ | 0 | 1 |
| | α_1 | 12,93 | 0,012 | $3h - 4s + 270^{\circ}$ | 0 | 1 |

$$s = 277,025^{\circ} + 129,3848^{\circ} \cdot (J - 1900) + 13,1764 \cdot (D + L)$$

$$h = 280,190^{\circ} - 0,2387^{\circ} \cdot (J - 1900) + 0,98565 \cdot (D + L)$$

$$p = 334,385^{\circ} + 40,6625^{\circ} \cdot (J - 1900) + 0,1114 \cdot (D + L)$$

$$N = 259,157^{\circ} - 19,3282^{\circ} \cdot (J - 1900) - 0,05295 \cdot (D + L)$$

s is de lengte van de middelbare maan in zijn baan,
 h is de rechte klimming van de middelbare zon,
 p is de lengte van het perigeum van de maansbaan,
 N is de lengte van de klimmende knoop van de maansbaan.

J is het jaar,

D is de dag,

L is de integere waarde van: $0,25 \cdot (J - 1901)$.

De waarden van u vindt men uit:

$$\begin{aligned}
 M_2 & - 2,14 \cdot \sin N \\
 K_2 & - 17,74 \cdot \sin N + 0,68 \cdot \sin 2N - 0,04 \cdot \sin 3N \\
 K_1 & - 8,86 \cdot \sin N + 0,68 \cdot \sin 2N - 0,07 \cdot \sin 3N \\
 J_1 & - 12,94 \cdot \sin N + 1,34 \cdot \sin 2N - 0,19 \cdot \sin 3N \\
 O_1 & 10,80 \cdot \sin N - 1,34 \cdot \sin 2N + 0,19 \cdot \sin 3N
 \end{aligned}$$

De waarden van f vindt men uit:

$$\begin{aligned}
 M_2 & 1,0004 - 0,0373 \cdot \cos N + 0,0002 \cdot \cos 2N \\
 K_2 & 1,0241 + 0,2863 \cdot \cos N + 0,0083 \cdot \cos 2N - 0,0015 \cdot \cos 3N \\
 K_1 & 1,0060 + 0,1150 \cdot \cos N - 0,0088 \cdot \cos 2N + 0,0006 \cdot \cos 3N \\
 J_1 & 1,0129 + 0,1676 \cdot \cos N - 0,0170 \cdot \cos 2N + 0,0016 \cdot \cos 3N \\
 O_1 & 1,0089 + 0,1871 \cdot \cos N - 0,0147 \cdot \cos 2N + 0,0014 \cdot \cos 3N
 \end{aligned}$$

voor L_2 en M_1 moeten u en f worden opgelost uit:

$$\begin{aligned}
 L_2 \quad f \cdot \cos u &= 1,000 - 0,2505 \cdot \sin 2p - 0,1102 \cdot \cos(2p - N) - \\
 & \quad - 0,0156 \cdot \cos(2p - 2N) - 0,0370 \cdot \cos N \\
 f \cdot \sin u &= - 0,2505 \cdot \sin 2p - 0,1102 \cdot \sin(2p - N) - \\
 & \quad - 0,0156 \cdot \sin(2p - 2N) - 0,0370 \cdot \sin N
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_1 \quad f \cdot \cos u &= 2 \cos p + 0,4 \cdot \cos(p - N) \\
 f \cdot \sin u &= \sin p + 0,2 \cdot \sin(p - N)
 \end{aligned}$$

6. Voorbeeld van een berekening van de "angle" en "factor" uit de ATT.

Datum 15/3 1960.

$$D = 31 + 29 + 14(!) = 74 \quad L = \text{integer van } 0,25 \cdot (1960 - 1901) = 14$$

J = 1960

$$\begin{aligned}
 \text{Daarmee worden} \quad s &= 199,64^\circ \\
 h &= 352,60^\circ \\
 p &= 263,94^\circ \\
 N &= 174,81^\circ
 \end{aligned}$$

en dus: $u_{O_1} = 1,27^\circ$ en $f_{O_1} = 0,8068$

De waarde van u voor Q_1 , P_1 , $2Q_1$ en σ_1 zijn alle gelijk aan 0 terwijl de waarde van f voor al deze partiele getijden gelijk is aan 1.

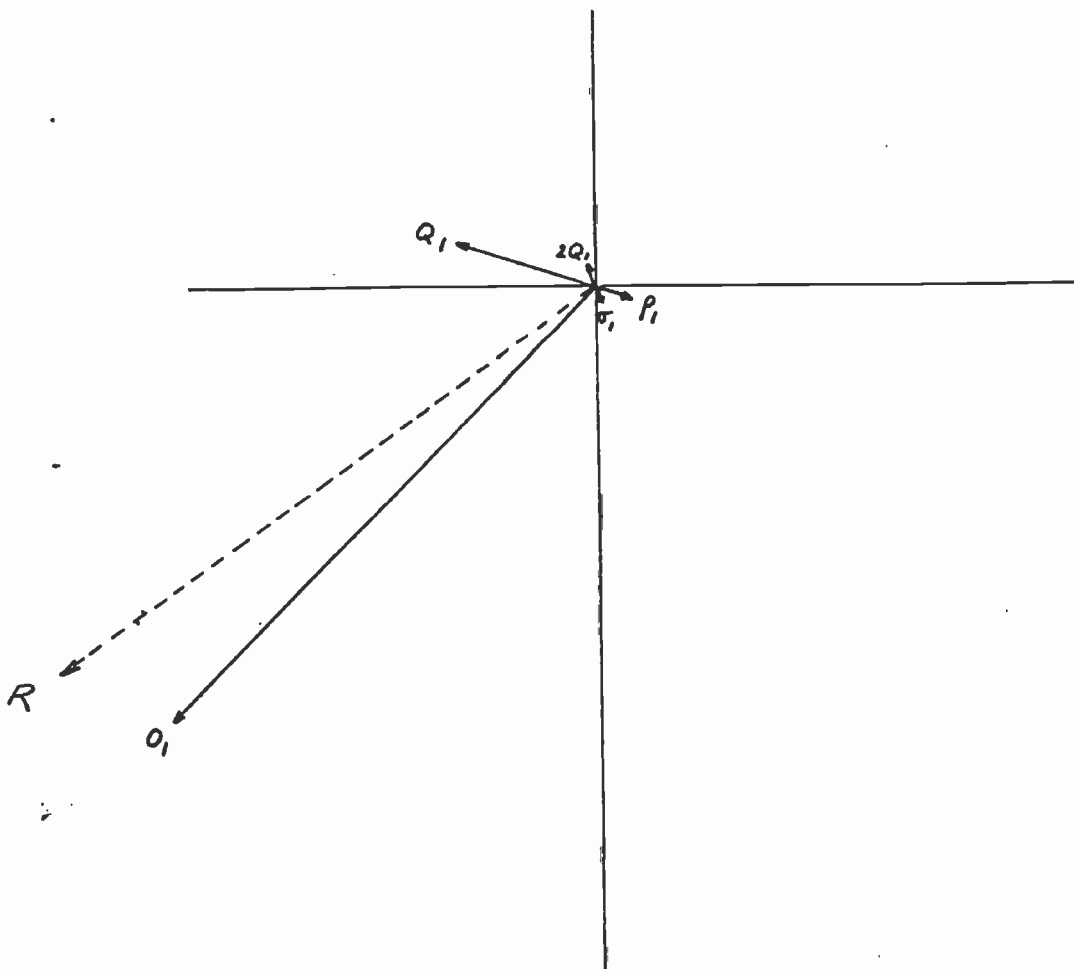
De argumenten worden nu:

| | V | u | V + u |
|------------|----------------|--------------|----------------|
| σ_1 | $223,32^\circ$ | $1,27^\circ$ | $224,60^\circ$ |
| Q_1 | $287,62^\circ$ | 0 | $287,62^\circ$ |
| P_1 | $104,95^\circ$ | 0 | $104,95^\circ$ |
| $2Q_1$ | $351,93^\circ$ | 0 | $351,93^\circ$ |
| σ_1 | $169,25^\circ$ | 0 | $169,25^\circ$ |

De grootte verhoudingen van de amplituden worden:

| | |
|------------|-------------------------------|
| σ_1 | $1,000 \cdot 0,8068 = 0,8086$ |
| Q_1 | $0,194 \cdot 1 = 0,194$ |
| P_1 | $0,038 \cdot 1 = 0,038$ |
| $2Q_1$ | $0,026 \cdot 1 = 0,026$ |
| σ_1 | $0,012 \cdot 1 = 0,012$ |

We stellen deze partiele getijden voor door vectoren



De resultante van de 5 vectoren, R, maakt met de verticale as, linksom gemeten, een hoek van 126° . Dit is wat in de ATT de "Angle" wordt genoemd.

De lengte van de resultante is 0,88. Dit is wat in de ATT de "Factor" wordt genoemd.

Angle en Factor kan men het best berekenen door de vectoren als zijden van een veelhoek te beschouwen.

Voor de oorsprong van het aangenomen X,Y stelsel nemen we aan 0,0.

De resultante wordt nu: $X = \sum L \cdot \sin (V)$

$$Y = \sum L \cdot \cos (V)$$

met L de grootte verhoudingen van de amplituden en V de argumenten.

We vinden dan in ons voorbeeld: resultante $X = - 0,717$

$$Y = - 0,513$$

De Angle wordt daarmee: $125,6^\circ$ en de factor: 0,882

7. Opgaven

1. Bereken voor 15/3 1960 Angle en factor voor M_2 , S_2 en K_1

Antwoord volgens ATT:

| | Angle | Factor |
|-------|-------------|--------|
| M_2 | 44° | 1,10 |
| S_2 | 5° | 1,22 |
| K_1 | 287° | 0,59 |

2. Voor een bepaalde plaats zijn de volgende getijconstanten gegeven:

| | | | | | |
|---|------------|-------------|------------|-----------|----------------|
| g | 99° | 142° | 20° | 1° | |
| H | 180 cm | 73 cm | 21 cm | 9 cm | $Z_0 = 3,66$ m |

Maak voor deze plaats een getijvoorspelling voor 15/3 1960.

3. Een satelliet maakt een polaire baan rond de aarde op een hoogte van 900 km.

Bereken de snelheid en omlooptijd.

Berekening van een getijvoorspelling.

In de ATT (Admiralty Tide Tables) is voor de plaats Walton-on-the-Naze het volgende gegeven:

| Z ₀ | M ₂ | | S ₂ | | K ₁ | | O ₁ | | 4D | | 6D | |
|----------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | g | H | g | H | g | H | g | H | f ₄ | F ₄ | f ₆ | F ₆ |
| 2,23 | 332 | 1.40 | 024 | 0.40 | 358 | 0.11 | 178 | 0.13 | 015 | 0.044 | 013 | 0.018 |

Om de getijvoorspelling voor b.v. 23 december 1983 te berekenen zoekt men in de ATT voor die datum de z.g. "tidal angles and factors" op.

We vinden:

| M ₂ | | S ₂ | | K ₁ | | O ₁ | |
|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| A | F | A | F | A | F | A | F |
| 079 | 1.16 | 353 | 0.77 | 003 | 1.52 | 068 | 1.25 |

We gebruiken de vaste hoeksnelheden (in °/u):

$$w_{M_2} = 28,9841$$

$$w_{S_2} = 30$$

$$w_{K_1} = 15,0411$$

$$w_{O_1} = 13,9430$$

$$w_{4D} = 58$$

$$w_{6D} = 87$$

(4D en 6D zijn de z.g. ondiepwater partieele getijden).

De berekening verloopt nu als volgt:

| | M ₂ | S ₂ | K ₁ | O ₁ |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| H | 1.40 | 0.40 | 0.11 | 0.13 |
| F | 1.16 | 0.77 | 1.52 | 1.25 |
| F.H | 1.62 | 0.31 | 0.17 | 0.16 |
| A | 079 | 353 | 003 | 068 |
| g | 332 | 024 | 358 | 178 |
| A+g | 051 | 017 | 001 | 246 |

Voor de ondiepwater getijden berekenen we:

$$H_2 = [1.62^2 + 0.31^2 + 2 \times 1.62 \times 0.31 \times \cos(017-051-12)^\circ]$$

$$H_2 = 1.85 \text{ m}$$

$$\sin c = [(0.31/1.85) \times \sin(017-051-12)^\circ]$$

$$c = -7^\circ$$

$$h_2 = 051 - 7 = 44^\circ$$

$$H_4 = F_4 \cdot H_2^2 = 0,15$$

$$H_6 = F_6 \cdot H_2^3 = 0,14$$

$$h_4 = 2 \cdot h_2 + f_4 = 103^\circ$$

$$h_6 = 3 \cdot h_3 + f_6 = 145^\circ$$

Om 9 uur (locale tijd) wordt de voorspelde getijhoogte t.o.v. het reductievlak:

$$\begin{aligned} & 2,23 + 1,62 \cdot \cos(51^\circ - 9.28,9841) + 0,31 \cdot \cos(17^\circ - 9.30^\circ) + \\ & + 0,17 \cdot \cos(1^\circ - 9.15,0411) + 0,16 \cdot \cos(246^\circ - 9.13,9430) + \\ & + 0,15 \cdot \cos(103^\circ - 9.58^\circ) + 0,14 \cdot \cos(145^\circ - 9.87^\circ) = \\ & = 2,23 - 1,405 - 0,091 - 0,119 - 0,081 + 0,077 + 0,019 = 0,63 \text{ m.} \end{aligned}$$

Voor 15 uur wordt de voorspelde getijhoogte 3,94 m.

Berekening van gemiddeld zeeniveau.

Om met enige nauwkeurigheid gemiddeld zeeniveau (Mean Sea Level of MSL, middenstand) te kunnen berekenen moet men de verticale getij beweging voor een aaneengesloten periode van 39 uur met intervallen van 1 uur waarnemen.

Men begint het waarnemen op een willekeurig tijdstip van de dag en noemt dit 0^u.

Elke waarneming wordt dan vermenigvuldigd met een factor die gelijk is aan 0, 1 of 2.

De resultaten van deze vermenigvuldigingen worden bij elkaar opgeteld waarna de aldus verkregen som wordt gedeeld door 30.

Voorbeeld.

| Uur | factor (f) | aflezing (h) | f.h | Uur | factor | aflezing | f.h |
|-----|---------------|-----------------|--------|-----|--------|----------|--------|
| 0 | 1 | 295 cm | 295 cm | 21 | 1 | 200 cm | 200 cm |
| 1 | 0 | 282 | - | 22 | 1 | 221 | 221 |
| 2 | 1 | 261 | 261 | 23 | 2 | 245 | 490 |
| 3 | 0 | 243 | - | 24 | 0 | 275 | - |
| 4 | 0 | 229 | - | 25 | 1 | 305 | 305 |
| 5 | 1 | 210 | 210 | 26 | 1 | 289 | 289 |
| 6 | 0 | 183 | - | 27 | 0 | 260 | - |
| 7 | 1 | 108 | 108 | 28 | 2 | 222 | 444 |
| 8 | 1 | 103 | 103 | 29 | 0 | 180 | - |
| 9 | 0 | 119 | - | 30 | 1 | 145 | 145 |
| 10 | 2 | 130 | 260 | 31 | 1 | 119 | 119 |
| 11 | 0 | 159 | - | 32 | 0 | 98 | - |
| 12 | 1 | 188 | 188 | 33 | 1 | 94 | 94 |
| 13 | 1 | 210 | 210 | 34 | 0 | 129 | - |
| 14 | 0 | 201 | - | 35 | 0 | 156 | - |
| 15 | 2 | 195 | 390 | 36 | 1 | 185 | 185 |
| 16 | 1 | 195 | 195 | 37 | 0 | 203 | - |
| 17 | 1 | 175 | 175 | 38 | 1 | 200 | 200 |
| 18 | 2 | 162 | 324 | | | | |
| 19 | 0 | 165 | - | | | som = | 5781 |
| 20 | 2 | 185 | 370 | | | | |

$$\text{MSL} = 5781/30 = 193 \text{ cm}$$

Het aldus gevonden gemiddeld zeeniveau is ca 1 dm nauwkeurig.

Deze berekening noemt men het "Doodson filter".

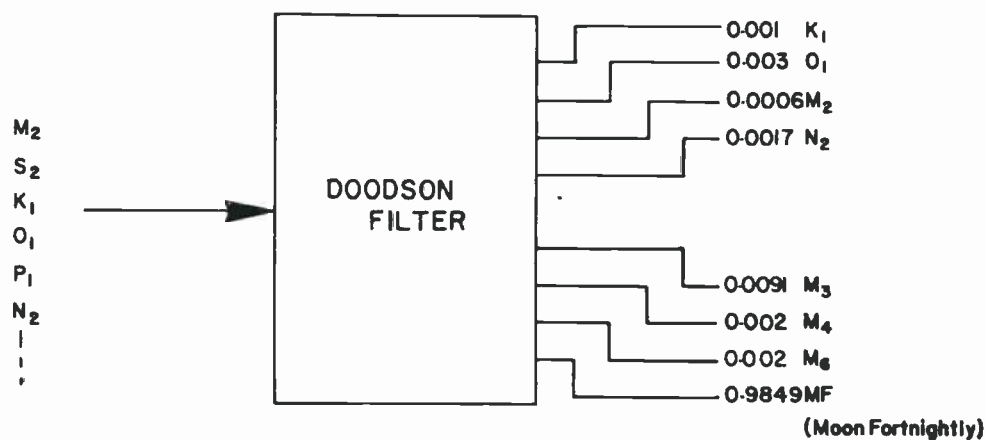
Aangezien de waarnemingen over een betrekkelijk korte tijd plaatsvinden, kunnen atmosferische omstandigheden dit MSL belangrijk doen afwijken. Zou de luchtdruk b.v. veel hoger dan normaal zijn geweest dan zal men met dezelfde methode bij een gemiddelde luchtdruk een hogere waarde voor MSL vinden.

Zijn meer dan 39 uur lang waarnemingen verricht dan kan het filter worden toegepast voor uur 0 t/m uur 38, daarna voor uur 1 t/m uur 39, daarna voor uur 2 t/m 40 enz.

Van de aldus gevonden waarden voor MSL neemt men tenslotte het gemiddelde.

Bepaling MSL met Doodson Filter

Het Doodson filter elimineert d.m.v. een voorgeschreven algoritme de invloed van de partiële getijden uit een serie van 39 uurwaarnemingen.



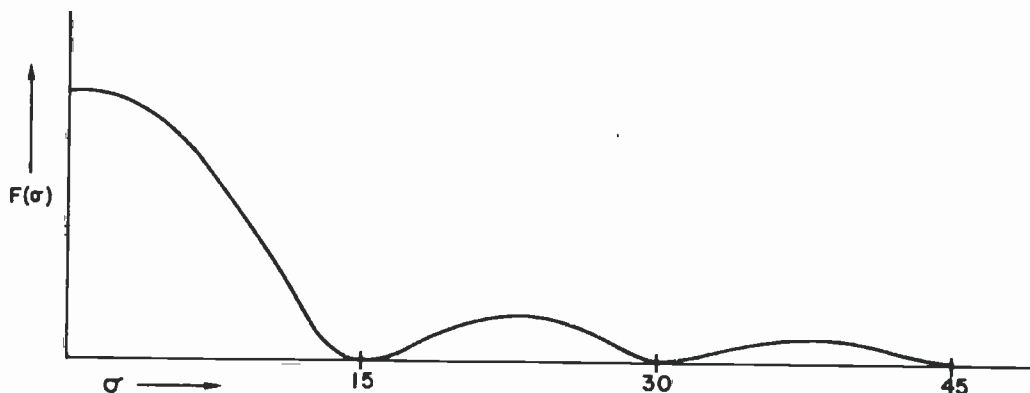
de berekening is als volgt (de telling loopt van 0 t/m 38):

$$MSL = \frac{1}{30} \left[h_0 + h_2 + h_5 + h_7 + h_8 + h_{10}^2 + h_{13} + h_{15}^2 + h_{16} + h_{17} + h_{18}^2 + h_{20}^2 + h_{21} + h_{22} + h_{23}^2 + h_{25} + h_{26} + h_{28}^2 + h_{30} + h_{31} + h_{33} + h_{36} + h_{38} \right]$$

Aangetoond kan worden, dat de bijdrage van een partiëel getij met hoeksnelheid σ in bovenstaande formule gelijk is aan:

$$x_0 = \left[\frac{1}{15} \cos 6 \frac{\sin 12\frac{1}{2} \sigma}{\sin 2\frac{1}{2} \sigma}, \frac{\sin 12 \sigma}{\sin 4 \sigma} \right] * h_{19} = F(\sigma) \cdot h_{19}$$

Uit de grafiek van $F(\sigma)$ valt af te lezen, dat juist rond $\sigma = 15^\circ$ en $\sigma = 30^\circ$ de functie nagenoeg nul is, terwijl voor $\sigma \rightarrow 0$ de functiewaarde 1 is. Het algoritme filtert ED en DD getijden eruit en laat MF nagenoeg ongewijzigd door.



Als meer dan 39 uurwaarnemingen beschikbaar zijn, dan neemt men de opvolgende series 0 t/m 38, 1 t/m 39 enz. en middelt daarna.

Bathymetrische Surveys

Voor een nauwkeurige bathymetrische survey dienen de volgende voorzieningen aanwezig te zijn:

- 1) Bij een meetpaal in de buurt, waar een langjarig MSL bekend is, wordt gedurende de offshore survey het getij waargenomen. Van het waargenomen getij wordt het dagelijks MSL bepaald, waaruit het verschil ΔH volgt van dag-MSL en langjarig-MSL.
De oorzaken van ΔH zijn o.a. opwaaiing, luchtdruk, pos of neg "surge" etc.
- 2) Nabij het survey-vaartuig wordt een getijmeter op de zeebodem geplaatst, waar het getij gedurende de survey wordt waargenomen. Uit deze waarnemingen wordt het lokale dag-MSL bepaald en de getijhoogtes t.o.v. het dag-MSL.
- 3) Aan boord van het surveyvaartuig worden de dieptes SL tot bodem met een gecalibreerd echolood bepaald.
- 4) De lodingen worden als volgt gecorrigeerd:

Intersite Surveys



$$\begin{aligned} \text{(i) } t \text{ uur : Loding} &= \text{cm} \\ \Delta H &= \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \\ \text{Meteo gecorrigeerde loding te } t^h &= \frac{\text{cm}}{\text{cm}} = A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) aflezing getijmeter te } t^h &= \text{cm} \\ \text{dag-MSL getijmeter} &= \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \\ \text{getijhoogte t.o.v. dag-MSL} &= \text{cm} = B \end{aligned}$$

(ii) A-B geeft loding t.o.v. langjarig MSL.

(iv) Reduktiekaart geeft in dm het verschil tussen langjarig MSL en reductievlak. Dit bedrag wordt nog afgetrokken van A-B om de plaatselijke diepte te krijgen t.o.v. reductievlak (chartdatum).

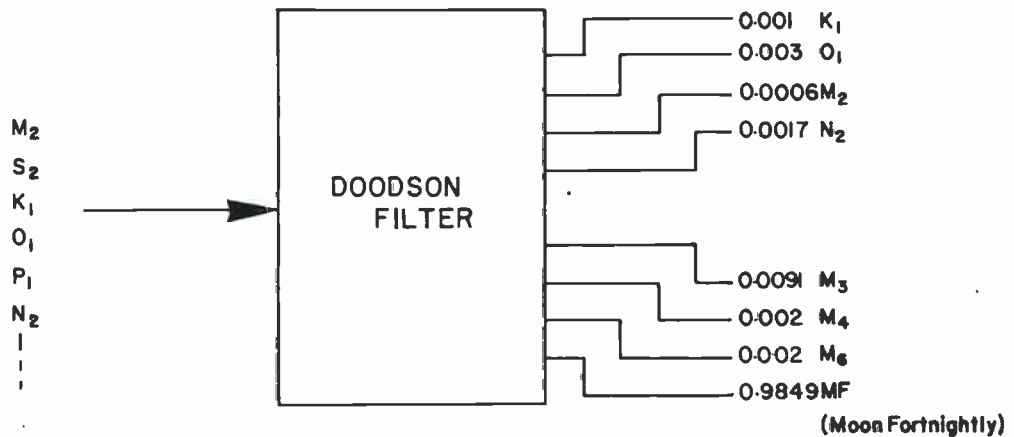
Als de meetpaal ver weg staat van de job, dan kan soms geïnterpoleerd worden met gegevens van meerdere meetpalen.

Als geen meetpaal gebruikt wordt moet men zich realiseren dat de luchtdruk invloed heeft op de waterstand. De waterdiepten zijn herleid tot LAT bij luchtdruk 1013 mb. De correctie voor luchtdruk bedraagt 1 cm per mb luchtdruk. MSL is voorts seizoenafhankelijk, zie "Seasonal changes in mean level" in ATT.

De getijmeter moet zodanig zijn uitgevoerd, dat er géen dynamische, maar uitsluitend statische drukken worden gemeten. Dynamische druk ontstaat door de plaatselijk stroom. Een stroom van 4 knoop kan maximaal 20 cm fout geven. (Bernoulli).

Bepaling MSL met Doodson Filter

Het Doodson filter elimineert d.m.v. een voorgeschreven algoritme de invloed van de partiële getijden uit een serie van 39 uurwaarnemingen.



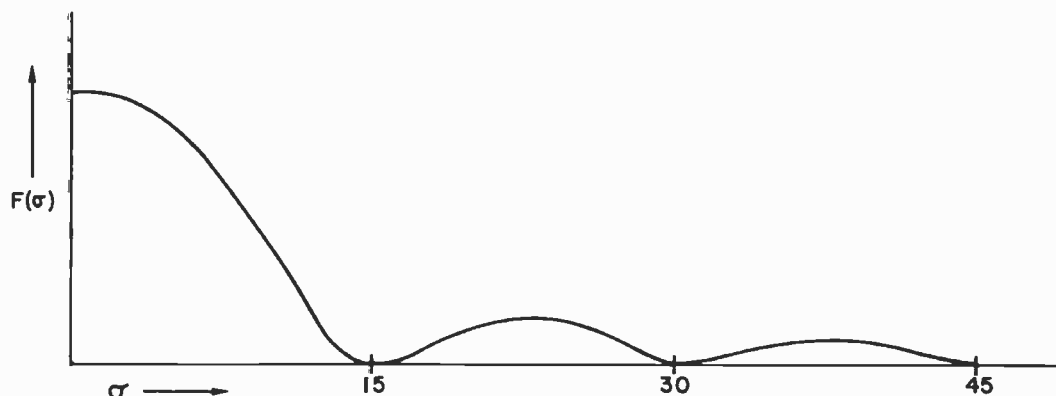
de berekening is als volgt (de telling loopt van 0 t/m 38):

$$MSL = \frac{1}{30} \left[h_0 + h_2 + h_5 + h_7 + h_8 + h_{10}^2 + h_{13} + h_{15}^2 + h_{16} + h_{17} + h_{18}^2 + h_{20}^2 + h_{21} + h_{22} + h_{23}^2 + h_{25} + h_{26} + h_{28}^2 + h_{30} + h_{31} + h_{33} + h_{36} + h_{38} \right]$$

Aangetoond kan worden, dat de bijdrage van een partiëel getij met hoeksnelheid σ in bovenstaande formule gelijk is aan:

$$X_0 = \frac{1}{15} \cos \frac{\sin 12\frac{1}{2}\sigma}{\sin 2\frac{1}{2}\sigma} + \frac{\sin 12\sigma}{\sin 4\sigma} * h_{19} = F(\sigma) \cdot h_{19}$$

Uit de grafiek van $F(\sigma)$ valt af te lezen, dat juist rond $\sigma = 15^\circ$ en $\sigma = 30^\circ$ de functie nagenoeg nul is, terwijl voor $\sigma \rightarrow 0$ de functiewaarde 1 is. Het algoritme filtert ED en DD getijden eruit en laat MF nagenoeg ongewijzigd door.



Als meer dan 39 uurwaarnemingen beschikbaar zijn, dan neemt men de opvolgende series 0 t/m 38, 1 t/m 39 enz. en middelt daarna.

Bathymetrische Surveys

Voor een nauwkeurige bathymetrische survey dienen de volgende voorzieningen aanwezig te zijn:

- 1) Bij een meetpaal in de buurt, waar een langjarig MSL bekend is, wordt gedurende de offshore survey het getij waargenomen. Van het waargenomen getij wordt het dagelijks MSL bepaald, waaruit het verschil ΔH volgt van dag-MSL en langjarig-MSL.
De oorzaken van ΔH zijn o.a. opwaaiing, luchtdruk, pos of neg "surge" etc.
- 2) Nabij het survey-vaartuig wordt een getijmeter op de zeebodem geplaatst, waar het getij gedurende de survey wordt waargenomen. Uit deze waarnemingen wordt het lokale dag-MSL bepaald en de getijhoogtes t.o.v. het dag-MSL.
- 3) Aan boord van het surveyvaartuig worden de dieptes SL tot bodem met een gecalibreerd echolood bepaald.
- 4) De lodingen worden als volgt gecorrigeerd:



$$\begin{array}{rcl}
 \text{(i) } t \text{ uur : Loding} & = & \text{cm} \\
 \Delta H & = & \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \\
 \text{Meteo gecorrigeerde loding te } t^h & = & \text{cm} \quad = A
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{(ii) aflezing getijmeter te } t^h & = & \text{cm} \\
 \text{dag-MSL getijmeter} & = & \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \\
 \text{getijhoogte t.o.v. dag-MSL} & = & \text{cm} \quad = B
 \end{array}$$

(ii) A-B geeft loding t.o.v. langjarig MSL.

(iv) Reduktiekaart geeft in dm het verschil tussen langjarig MSL en reductievlak. Dit bedrag wordt nog afgetrokken van A-B om de plaatselijke diepte te krijgen t.o.v. reductievlak (chartdatum).

Als de meetpaal ver weg staat van de job, dan kan soms geïnterpoleerd worden met gegevens van meerdere meetpalen.

Als geen meetpaal gebruikt wordt moet men zich realiseren dat de luchtdruk invloed heeft op de waterstand. De waterdiepten zijn herleid tot LAT bij luchtdruk 1013 mb. De correctie voor luchtdruk bedraagt 1 cm per mb luchtdruk. MSL is voorts seizoenafhankelijk, zie "Seasonal changes in mean level" in ATT.

De getijmeter moet zodanig zijn uitgevoerd, dat er géén dynamische, maar uitsluitend statische drukken worden gemeten. Dynamische druk ontstaat door de plaatselijk stroom. Een stroom van 4 knoop kan maximaal 20 cm fout geven. (Bernoulli).