

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

No. 111.

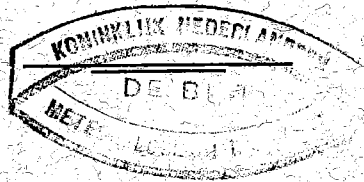
OPSTELLEN OP OCEANOGRAPHISCH

— EN —

MARITIEM-METEOROLOGISCH
GEBIED.

3IV.

KOERS EN GISVAART VOOR STROOMBEREKENING
(BEWERKT NAAR OPSTELLEN VERSCHENEN IN HET
TIJDSCHRIFT „DE ZEE”)



UTRECHT,
DRUKKERIJ KEMINK N.V.
1940.

Te verkrijgen bij:
RIJKSUITGEVERIJ, 'S-GRAVENHAGE.
Prijs f 0.30

VIII b.43

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

No. 111.

OPSTELLEN OP OCEANOGRAPHISCH

— EN —

MARITIEM-METEOROLOGISCH
GEBIED.

3^{IV}.

KOERS EN GISVAART VOOR STROOMBEREKENING
(BEWERKT NAAR OPSTELLEN VERSCHENEN IN HET
TIJDSCHRIFT „DE ZEE”)

UTRECHT,
DRUKKERIJ KEMINK N.V.
1940.

Te verkrijgen bij:
RIJKSUITGEVERIJ, 's-GRAVENHAGE.
Prijs f 0.30

VOORWOORD

Blijkens K.N.M.I. No. 111—3 blz. 8 lag het in de bedoeling verschillende opstellen, verschenen in het tijdschrift „De Zee” over de jaren 1921—1936, welke minder goed in de voorafgaande deeltjes I, II, III konden worden ondergebracht, als een afzonderlijk deeltje IV te doen herdrukken.

Van die op blz. 8 genoemde artikelen zijn er enkele, waarvan het herdrukken, na de verschijning van *K.N.M.I. No. 118, Handleiding voor het verrichten van Meteorologische Waarnemingen op Zee*, minder noodig voorkomt. Voorts is van het daargenoemde artikel over *Weerkaarten* een nieuwe bewerking onderhanden.

Een en ander is aanleiding om thans in dit deeltje IV slechts op te nemen de in K.N.M.I. No. 111—3 blz. 8 genoemde opstellen over *Gisvaart*, omgewerkt tot een afzonderlijk geheel en waarbij ook de gegevens uit het artikel in „De Zee” jrg. 1938, blz. 709 werden verwerkt.

Met dit deeltje zijn dan de opstellen van meer blijvend belang, verschenen in het tijdschrift „De Zee” over de jaren 1921—1936, afgesloten.

*De Directeur der afdeling
Oceanografie en Maritieme Meteorologie,
H. KEYSER.*

KOERS EN GISVAART VOOR STROOMBEREKENING IN HET METEOROLOGISCH JOURNAAL.

Inleiding.

Zonder in het minst te kort te willen doen aan het uitmuntende werk van vele journaalhouders, die het uiterste betrachten om zoo nauwkeurig mogelijke stroomen te becijferen, moet worden gezegd, dat het K.N.M.I. wel eens een journaal ontvangt, bij doorwerking waarvan de gedachte opkomt: „zouden de gegeven stroomberekeningen wel voldoende vertrouwen verdienen?”

Hierbij worden dan niet enkele opgemerkte cijferfouten bedoeld, maar die gevallen, waarbij vermoedelijk een minder juiste giskoers of gisvaart tot eigenaardige stroomuitkomsten aanleiding heeft gegeven. Een onderzoek naar de nauwkeurigheid van de gebezigde giskoers of gisvaart gaat met aanmerkelijke bezwaren gepaard, afdoende contrôle is voor het K.N.M.I. feitelijk ondoenlijk. Het gevolg is, dat in zoo'n geval de in het journaal voorkomende stroomen òf worden geaccepteerd (met alle kwade gevolgen er van) òf worden verworpen, d.w.z. niet gebruikt bij het bepalen van middelwaarden voor de algemeene waterbeweging en voor de stroomrozen. Begrijpelijkerwijze wordt tot dit laatste niet spoedig overgegaan, want behalve dat dan waarnemingen niet worden gebezigd, gaan wellicht dan ook juist de bijzonderheden der stroomen verloren. Maar van den anderen kant beschouwd, kan een enkele foutieve stroom veel kwaad doen; weliswaar gaat bij een groot aantal waarnemingen de enkele foutieve stroom in de tekening van de algemeene waterbeweging verloren, en ook zal dit het geval zijn in de stroomrozenteekening voor het gebied, waar de stroomrichting variabel is, maar voor die gebieden waar slechts één richting overheerschend is, zal een foutieve stroom van tegengestelde richting de oceanografie, bij wijze van spreken, ten eeuwigen dage opscheppen met een minder juiste stroomrozenteekening. Bovendien legt, bij beschouwing van de jaarlijks in de stroomen optredende schommelingen, één foutieve stroom zooveel meer gewicht in de schaal, omdat het aantal waarnemingen per jaar betrekkelijk gering is.

De nauwkeurigheid van den berekenden stroom hangt af van die van gestuurden koers, gisvaart en astronomisch bestek. Dit is natuurlijk overbekend; er zijn zelfs journaalhouders, die — overtuigd van de wenselijkheid om zoo volledig mogelijke voorlichting te verschaffen — zoover

gaan, dat melding gemaakt wordt van de goede kwaliteit van den sextant, van de nauwkeurigheid van den tijdmetr, van het tweemaal per dag bepalen van de kompasfout. In het navolgende blijft het astronomisch bestek geheel buiten behandeling¹⁾, slechts *koers* en *vaart* zullen worden beschouwd om de bedoelingen van het K.N.M.I. — ook bij het stellen van opmerkingen op de beoordeelingen van het meteorologisch journaal — te verduidelijken.

Koers.

Bij een 15-mijls vaart loopend schip beïnvloedt een fout van 1 graad in gestuurden koers de etmaalstroomuitkomst met een component van 6.2 zm loodrecht op de koersrichting. De meeste zorg moet dan ook worden besteed om te komen tot een zoo nauwkeurig mogelijke opgave van den in werkelijkheid gestuurden koers — t.w. van de richting welke het schip door het water aflegt.

Aangezien bedoeld is in het journaal opgave te verkrijgen van den *zui-veren* stroom (m.a.w. de verzetting van het schip als gevolg van stroom, niet de wegzetting van het schip als gevolg van wind) moet de voor de gegist-bestekberekening (ten behoeve van stroom) te gebruiken en in het journaal in te schrijven „gestuurde koers” verbeterd zijn voor *wraak* in die gevallen, waarbij eenigszins belangrijke *wraak* kan worden verwacht.²⁾

Onder *wraak* wordt verstaan de verlijering (of drift) in hoekmaat bij vaartloopend schip. Op zeilschepen kan de *wraak* zeer aanzienlijk zijn, op stoomschepen is zij niet geheel te verwaarlozen. Immers elk drijvend voorwerp wordt door den wind weggezet, een schip hoe diep dit ook steekt eveneens. De vraag hoeveel — welke door het K.N.M.I. niet beantwoord kan worden — hangt af van diepgang en opbouw. Om zich hiervan een voorstelling te maken, valt te bedenken hoeveel mijlen het drijvende schip, zegge bijv. bij windkracht Beaufort 8 in 24 uur, wordt weggezet uitsluitend door den wind. Deze afstand gecombineerd met den afgelegden afstand bij stoomend schip in eenzelfde tijdsverloop geeft een correctie op den gestuurden koers welke als *wraak* moet worden betiteld. Men kan in

¹⁾ Uitvoerige voorlichting in het geval dat zonsbestekken worden gebruikt voor stroomberekening zijn gegeven in K.N.M.I. n^o. 111—7, verkorte voorlichting in K.N.M.I. n^o. 118, Handleiding voor het verrichten van meteorologische waarnemingen op zee, blz. 19.

²⁾ Het corrigeeren voor „*wraak*” was voor de zeilvaart een vanzelfsprekend iets; oorspronkelijk in het bij de Maritieme Conferentie van Brussel, 1853, ingevoerde meteorologisch journaal met name voorgeschreven, is het toepassen van deze correctie bij de stoomvaart geleidelijk — maar voor een nauwkeurige stroomuitkomst echter ten onrechte — minder gebruikelijk geworden.

een bijzonder geval nog een andere correctie onder wraak samenvatten, n.l. indien een zwaar stuurlast hebbend schip moeilijk koers houdt met het gevolg dat het voorschip regelmatig naar eene zijde wordt weggezet, zoodat het schip in werkelijkheid niet den opgegeven rechtwijzend voorliggenden koers opgaat, maar een of meerdere graden links of rechts daarvan.

Het is voorts voor het goed waardeeren van de stroomuitkomsten noodig dat het K.N.M.I. niet in twijfel wordt gelaten of de in het journaal ingeschreven koers (waarmede de gegist-bestekberekening plaats vindt) inderdaad voor wraak verbeterd werd in die gevallen dat zulks voor een nauwkeurige stroomberekening noodig is. Vandaar de in het nieuw model journaal opgenomen kolommen 39 en 40; vandaar ook de desbetreffende vraag 6 op blz. 2 van het journaal: „*Is de gestuurde koers eventueel verbeterd voor wraak (zoodat de stroomberekening niet verder verbeterd behoeft te worden tot het verkrijgen van den zuiveren stroom) en is in voorkomend geval telkenmale het bedrag der toegepaste correctie in kolom 39 ingevuld?*”

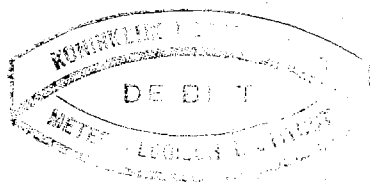
Teneinde volledig te zijn wordt opgemerkt dat het natuurlijk niet de bedoeling is de correctie op den koers niet toe te passen en de vraag met „neen” te beantwoorden; doch er kunnen omstandigheden zich voordoen, dat wraak vermoed wordt, terwijl het bepalen daarvan niet mogelijk was. Een mededeeling hieromtrent (met opgave van datum) maakt een betere waardeering van de stroomuitkomsten mogelijk.¹⁾

Tenslotte nog de behandeling van de navolgende het K.N.M.I. meer malen voorgelegde vraag: hoe bepaalt men de correctie voor wraak? Op zeilschepen, waar de wraak groot kan zijn, schatte men de richting van het zog of van de uitstaande handlog t. o. v. het verlengde van de scheepsas. Wellicht is dit op stoomschepen ook mogelijk; in de laatste alinea blz. 4 werd reeds eenige aanwijzing gegeven; en overigens is geen voorlichting van de zijde K.N.M.I. te verstrekken. Er behoort een soort „feeling” toe, en elke algemeene mededeeling terzake van de zijde der gezagvoerders zal op het K.N.M.I. met erkentelijkheid in ontvangst worden genomen.

Gisvaart.

Bij een 15-mijls vaart loopend schip beïnvloedt een fout van 2% in de gisvaart de etmaalstroomuitkomst met een component van 7.2 zm in of tegengesteld aan de koersrichting. De meeste zorg moet dan ook worden

¹⁾ Volledigheidshalve — omdat de journalen ook op dit punt niet altijd duidelijk zijn — wordt opgemerkt, dat indien in bijzondere gevallen *stroomdrift* wordt gestuurd („stroom-kavelen”), *wel* de rechtwijzend voorliggende koers moet worden ingeschreven in kolom 40 en deze moet worden gebruikt voor het berekenen van het gegiste bestek.



besteed om te komen tot een zoo nauwkeurig mogelijke opgave van den werkelijk door het water afgelegden weg, m.a.w. van de gisvaart.

De simpele aanwijzing van de Walkers Cherub log, of welke ander systeem patent log ook, is daartoe op zichzelf onvoldoende, omdat elk instrument een correctie heeft, welke correctie — in elk geval bij de Walkers Cherub log — aan zeer belangrijke wijziging onderhevig is, afhankelijk van omstandigheden van wind en zeegang. Met verwijzing naar wat later volgt, worden hier genoemd correcties van -6 tot $+ 11\%$ bij hetzelfde instrument, terwijl dit oogenschijnlijk in goeden stand verkeerde (blz. 13, kolom 22), en correcties van $+ 6$ tot $- 10\%$ (blz. 14).

Deze cijfers bewijzen de juistheid van het inzicht van verschillende gezagvoerders, die oordeelden, dat de vaart nauwkeuriger dan uit de log kon worden verkregen uit een tabel van schroefomwentelingen. Zulks leidde reeds in 1925 er toe, dat in de Voorschriften van het meteorologisch journaal de zinsnede werd opgenomen: „*Immers naar veler meening zal het in 't algemeen aanbeveling verdienen de gisvaart af te leiden uit een combinatie van logaanwijzing en van het aantal omwentelingen van de machine, naar omstandigheden aan het eene of aan het andere gegeven meer waarde toekennende*”. Dat daarbij behalve zeegang en wind ook de factoren diepgang, stuurlast en type van het schip een belangrijken invloed uitoefenen, is vanzelfsprekend, maar duidelijk moet dan ook zijn, dat het K.N.M.I. te De Bilt — onvoldoende op de hoogte met de eigenschappen van het schip — de vermelde resultaten slechts kan aannemen en niet dan hoogst bezwaarlijk correctie kan toepassen.

Schijnt het thans, aan de hand van de sindsdien verkregen resultaten met het gissen buitenboord ter contrôle van de log, hoogst waarschijnlijk dat de Walker Cherub's log (en eventueel andere systemen loggen) onvoldoend nauwkeurige aanwijzing geeft om daarop de stroomberekening met vol vertrouwen te baseeren, en komt het mitsdien raadzaam voor de gisvaart af te leiden uit een tabel „vaart — aantal schroefomwentelingen”, natuurlijk rekening houdende met diepgang, stuurlast, aangroeiing, wind, zeegang, e.d., er kunnen omstandigheden zijn dat de aanwijzing van de log een welkom aanvullend gegeven vormt. Bovendien zouden er schepen zijn, waar het geregeld per wacht opgeven van het aantal omwentelingen bezwaren ontmoet en waar aan boord men dus meer op de log is aangevoelen.

Het is daarom dat ter contrôle van den log, de navolgende handelingen worden opgesomd, welke uiteraard ook de experimenteele gegevens leveren om de op zuiver theoretische gronden samengestelde tabel „vaart — aantal schroefomwentelingen” aan te vullen.

- 1°. *Het stoomen op de gemeten mijl*¹⁾, waarbij van alle aan boord aanwezige loggen de correctie wordt vastgesteld.
- 2°. *Het gissen buitenboord* (zie blz. 9).
- 3°. *Het uitzetten van een reserve log*.

Dit geschiede bijv. na het bevinden van een plotseling abnormale stroomuitkomst. Noodig is dan evenwel dat de reserve log zich in goeden staat bevindt en dat hare correctie bekend is. Want anders zou het gevolg kunnen zijn een aantekening in het meteorologisch journaal, zooals wel meer daarin is aangetroffen: „Verloren de log, zetten de reserve log uit, maar deze bleek onjuist aan te wijzen, waarom verdere stroomberekening achterwege bleef.”

- 4°. *Het vergelijken van de bevonden stroomuitkomsten met de atlasgegevens*.

Allereerst komen daarvoor in aanmerking de *stroomrozenkaarten*, om te zien, of stroomen van bevonden richting en snelheid ter plaatse voorgekomen zijn. De stroomsnelheid van elke richting, welke in de stroomroos voorkomt, is het gemiddelde van de diverse snelheden in die richting waargenomen, zoodat een wat grootere snelheid dan de stroomroos aangeeft nog geenszins een bijzonderheid is. Een bijzonderheid wordt dit eerst, wanneer op lange trajecten onder verschillende omstandigheden stroomen worden becijferd in snelheid verschillend met die uit deze kaarten. Wijzen die verschillen dan geregeld in dezelfde richting, dan is dit een vrij duidelijke aanwijzing, dat er aan de gisvaart iets hapert.

Met de noodige omzichtigheid kan onder gunstige omstandigheden dan voor *sommige* gebieden, waar weinig uiteenlopende waarden van den stroom zijn te verwachten en waartoe o.a. ook de wind weinig uiteenlopende waarden moet hebben — in streken alzoö als de tropen en passaatgebieden — een verdere vergelijking plaats vinden met de *algemeene waterbewegingkaarten*. De op deze kaarten voorkomende pijlen zijn de resultanten van alle waargenomen stroomen; liggen de verschillende stroomrichtingen waarop de atlasgegevens berusten aanmerkelijk uiteen, dan kan het niet

¹⁾ Hierbij dient de afstand tusschen de merklijnen als norm driemaal te worden afgestoomd (tweemaal met en eenmaal tegen stroom of omgekeerd), teneinde den invloed van den stroom — in dit geval bij het stoomen onder de kust den in snelheid veranderlijken getijstroom — zoo goed mogelijk te elimineeren.

Bij een vaart v , bij een stroom a tijdens de eerste snelheidsbepaling, $a + a_1$ tijdens de tweede snelheidsbepaling, $a + a_1 + a_2$ tijdens de derde snelheidsbepaling, zijn de bevonden snelheden resp. $v + a$, $v - a - a_1$, $v + a + a_1 + a_2$.

Het gemiddelde van de eerste en derde snelheidsbepaling geeft bij benadering $v + a + a_1$, en deze uitkomst gemiddeld met die van de tweede levert de gevraagde v .

anders, of de snelheid volgens deze kaarten is aanzienlijk kleiner dan ter plaatse wordt waargenomen, en ook de waargenomen stroomrichting kan aanzienlijk van die uit deze kaarten verschillen. Het hierbedoelde vergelijken zal dus *à priori niet* kunnen worden toegepast, daar, waar voor de betrokken maand de stroomrichtingen aanzienlijk uiteenlopende waarden hebben, om te noemen de „Westenwindgebieden”.

Maar voor gebieden, waar *niet*-uiteenlopende waarden van den stroom te verwachten zijn, kan het vergelijken van de bevonden *stroomuitkomst* met de pijlen uit de kaarten worden aanbevolen, *indien de waargenomen wind ook weinig van den normalen wind afwijkt*, m.a.w. bij dit vergelijken moet tevens de kaart van de algemeene luchtbeweging in het geding worden betrokken. Maar ook dan is eenige voorzichtigheid geboden, omdat men niet weet of verwijderde invloeden, die stroomen kunnen verwekken, werkzaam zijn geweest. Mitsdien mag men in het resultaat van dit vergelijken eerst dan vertrouwen stellen, indien eenige malen ongeveer gelijke resultaten werden gevonden.

In het Meteorologisch Journaal komt op blz. 2 de vraag voor: „*Heeft contrôle op de gebezigde gisvaart gedurende de in dit journaal opgenomen reis plaats gevonden en zoo ja, hoe?*” Zooals uit het behandelde in dit artikel moge blijken, is onder *afdoende* contrôle slechts te begrijpen de maatregelen hierboven genoemd onder 1° en 2°. De handelingen onder 3° en 4° zijn meer als aanwijzing dan als werkelijke verificatie te beschouwen, maar omdat „stoomen op de gemeten mijl” uiteraard zelden voorkomt en „gissen buitenboord”, op de wijze als hierna omschreven, zeker geen handeling is welke herhaaldelijk aan boord voor toepassing in aanmerking komt, kunnen mededeelingen in het journaal omtrent de contrôlehandelingen onder 3° en 4° bij (na) waargenomen abnormale stroomen nog welkome aanwijzingen geven.

Verscheidene malen zijn die mededeelingen dusdanig gesteld, dat er tenvolle uit blijkt, hoe conscientieus men te werk gegaan is om te trachten een betrouwbare gis te verkrijgen. Soms echter wordt van de contrôle der log gewag gemaakt in bewoordingen, welke twijfel laten of de contrôle werkelijk contrôle was. Als zoodanig bijv. de zinsnede: „controleerden de log door peilingen”, want welke zekerheid bestond aan boord om aan te nemen, dat bij het stoomen onder den wal geen stroom (of een stroom van bekende snelheid) stond. Niet geheel zonder bedenking — althans voor zoolang de stroomuitkomsten van Nederlandsche schepen aldaar niet bekend zijn — lijkt ons de vaak in de journalen van op Oost-Indië

varende schepen voorkomende bloote mededeeling: „controleerden de log in het stroomlooze gebied der Roode Zee”. Al is daar de stroom veelal gering, uitzonderingsgevallen van wel eenigen stroom doen zich er voor. De bevonden uitkomsten zullen hier — evenals in andere gebieden — slechts dan als definitief kunnen worden aanvaard, indien zij in overeenstemming zijn met de contrôle-uitkomsten, bevonden op andere tijden of op andere trajecten. Maar liever dan boven geciteerde bloote mededeeling, ziet het K.N.M.I. opgave van de bevonden uitkomst van de contrôle.

Een enkele maal bevat het meteorologisch journaal een aantekening als: „pasten% correctie op de logaanwijzing toe, daar de log blijkbaar te veel aanwees”. Een dergelijke aantekening, *niet nader toegelicht*, maakt, ingeval het toegepaste percentage groot is (enkele malen 10%, cenmaal zelfs 15%), dat de berekende stroomen op het K.N.M.I. met een kritisch oog moeten worden bekeken en noodzaakt de gegeven stroomuitkomsten op meerdere plaatsen van het journaal aandachtig met de bekende stroomgemiddelden van den atlas te vergelijken, alvorens te beslissen of de gegeven stroomuitkomsten gebruikt mogen worden. Een verschil van 10% in de gisvaart levert op zichzelf stroomuitkomsten met snelheden van ongeveer 30 zm per dag, d.w.z. stroomen van een snelheid, welke, buiten bijzondere gebieden als Florida stroom, bij Guardafui in Z.W. moesson, equatoriaal stroomen, e.d., slechts zelden op de oceanen voorkomen.

Het gissen buitenboord.

Dit is gebleken een werkwijze te zijn, welke — mits de noodige voorzorgen worden in acht genomen en de waarnemingen met nauwkeurigheid worden uitgevoerd — een relatief zeer betrouwbaar gegeven levert voor het bepalen van de vaart.

Er is bovendien dit voordeel aan verbonden dat men bij een groot aantal gissingen met een vrij eenvoudige berekening aan boord kan nagaan, welke nauwkeurigheid aan de uitkomst is toe te kennen.

Als eerste vereischte moet worden genoemd dat de afstand tusschen de plaatsen op voor- en achterschip, waartusschen gegist wordt, met nauwkeurigheid bekend is (bijv. verkregen uit scheepsteekening); voorts dat op deze plaatsen „vizierlijnen” aanwezig zijn of aangebracht worden welke zuiver evenwijdig zijn. Als zoodanig is bij voorkeur te kiezen een vertikaal vlak van den opbouw, anders een vastgebonden buiten de verschansing reikende lat.¹⁾

¹⁾ Dit evenwijdig zijn kan worden gecontroleerd door te zien naar een punt aan de kim. Indien het „gissen buitenboord” op de aangegeven manier meer

De blokjes of plankjes welke voor het gissen worden gebruikt moeten op een afstand van 8 à 10 m worden geworpen. Een tweede man op het voorschip, een derde op het achterschip geeft door armzwaaien het juiste tijdstip van passeeren door de vizierlijn (of viziervlak) aan. Een vierde man op de brug stopt dit armzwaaien met een stophorloge.¹⁾

De boeggolf kan hinderlijk zijn; indien deze krult daar waar het voorwerp de vizierlijn passeert, is een juist stoppen natuurlijk onmogelijk, men kiese daarom in verband met de boeggolf de plaats van opstelling op het voorschip en den afstand waarop men het voorwerp werpt. Voorts kan de boeggolf of een secundaire staande golf den te doorloopen afstand in zoverre beïnvloeden dat juist op het moment dat het blokje de vizierlijn passeert, als gevolg van de waterbeweging annex aan de golf, dit een voorwaartsche of achterwaartsche beweging heeft. Een te schatten kleine correctie hiervoor op den afstand zal dan wellicht tot de meest betrouwbare uitkomst leiden.²⁾

Het aantal gissingen moet zoo ongeveer 20 bedragen.

De becijfering geschiede volgens het schema van Tabel I, welke bevat:

het aantal seconden stoptijd,

de daaruit voor elke gissing berekende vaart,

het verschil v van elke gissing met de gemiddelde vaart volgens de serie,

de daaruit afgelegde w.s. fout³⁾ van één waarneming,

de w.s. fout van de gemiddelde gisvaart volgens de serie.

ingang heeft gevonden, zal in de toekomst misschien kunnen worden verwacht dat bij den bouw van het schip een zoo eenvoudige inrichting van evenwijdige vizierlijnen (of vlakken) reeds wordt aangebracht.

¹⁾ Het is wenschelijk over dezen vierden man te beschikken teneinde de vertragingfout welke optreedt tusschen het moment van passeeren en het zien neergaan van den arm gelijk te doen zijn bij het passeeren van de eerste en bij het passeeren van de tweede vizierlijn. Indien dan nog halverwege de serie de waarnemers op voorschip en achterschip verwisselen, zullen de resterende fouten in stoptijd gering zijn en kunnen worden gerangschikt onder de „toevallige afwijkingen” welke bij een groot aantal waarnemingen nagenoeg opgeheven worden.

²⁾ Bij de waarnemingen aan boord ms. „Poelau Laut” vermeld in Tabel II bezigde kapitein Leffers correcties van 0.5 en 1 m voor een resp. kleine en groote golf.

³⁾ Onder w.s. fout (waarschijnlijke fout) verstaat de waarschijnlijkheidsrekening een fout van een dusdanig bedrag, dat er een even groote kans bestaat dat een grootere dan wel een kleinere fout zich zal voordoen.

De waarschijnlijkheidsrekening geeft ook het kanspercentage op een fout van een grooter bedrag dan de w.s. fout en wel:

50 % kans bestaat dat de fout (hier dus in vaart) niet grooter is dan het bedrag van de w.s. fout.

82 % kans bestaat dat de fout niet grooter is dan $2 \times$ het bedrag van de w.s. fout.

96 % kans bestaat dat de fout niet grooter is dan $3 \times$ het bedrag van de w.s. fout.

99 % kans bestaat dat de fout niet grooter is dan $4 \times$ het bedrag van de w.s. fout.

Alles onder voorbehoud dat de w.s. fout bepaald is uit een vrij groot aantal waarnemingen.

Serie no.	Datum.	WIND, richting en kracht.	Zeegang.	DEINING, richting en schaalcijfer.	w.s. fout in gis- vaart van één waarneming in %.	w.s. fout in gemiddelde gis- vaart in %.	Logcorrectie in %.
1	7 Sept. 1937	16-3		16-1	0.9	0.3	- 2.7
2	13 "	16-5		16-3	0.9	0.3	- 7.6
3	14 "	16-5		16-3, 20-3	1.2	0.3	- 5.4
4	15 "	20-2		20-1	0.9	0.2	- 3.7
5	18 "	16-4		14-1	0.9	0.2	- 3.0
6	20 "	14-2		geen	0.3	0.1	- 2.7
7	23 "	08-3		08-1	1.1	0.3	- 2.9
8	24 "	08-3		10-2, 12-1	1.1	0.3	+ 1.8
9	25 "	16-3		16-1, 18-1	1.4	0.3	- 6.4
10	27 "	16-2		18-1, 14-1	1.3	0.3	- 3.6
11	28 "	16-4		16-2	1.1	0.3	- 4.0
12	29 "	16-6		14-4, 14-2	1.5	0.3	- 5.8
13	30 "	14-6		16-4, 12-4, 10-3	1.2	0.3	- 5.7
14	1 Oct.	14-1		10-4, 14-4	0.9	0.2	- 1.6
15	2 "	14-2		14-2, 16-1, 18-2	0.7	0.2	- 1.6
16	18 Nov.	02-4		08-1, 10-1, 00-2	1.7	0.4	- 4.7
17	19 "	00-2		02-4, 00-2, 06-2	2.0	0.4	+ 0.2
18	20 "	18-2		22-2	0.7	0.2	- 3.7
19	21 "	30-5		28-4, 26-4, 00-1	0.8	0.2	+ 3.1
20	22 "	14-2		26-7, 30-4, 02-2	2.0	0.5	+ 2.9
21	23 "	16-3		28-5, 00-2, 18-4, 22-2	0.9	0.2	+ 2.5
22	24 "	04-3		24-4, 00-1, 10-2	1.1	0.3	+ 3.5
23	25 "	10-4		02-1, 30-4, 26-2, 08-1	1.1	0.3	- 7.0
24	26 "	16-3		24-1, 14-1, 16-1, 10-1	0.7	0.2	- 9.8
25	27 "	16-5		10-2, 16-1, 12-1	1.1	0.3	- 10.3
26	28 "	24-5		20-4, 24-2, 16-2	1.1	0.3	- 3.3
27	28 " M.D.	04-5		22-4, 20-4, 24-2	1.2	0.3	+ 0.5
28	29 "	20-3		04-2, 16-1, 02-2, 12-1	1.1	0.3	- 7.3
29	30 "	16-3		06-3, 10-3, 02-2	1.4	0.4	- 6.5
30	1 Dec.	16-4		14-4, 12-3, 10-3	1.1	0.3	- 7.5
31	2 "	12-4		10-4, 08-2, 04-2	1.0	0.3	- 7.7
32	3 "	08-5		06-3, 10-1	1.5	0.4	-
33	4 "	06-4		08-1, 06-1, 10-1, 02-2	0.6	0.1	- 1.7
34	5 "	02-3		02-1, 12-2, 16-2	0.5	0.1	+ 1.0
35	6 "	06-1		30-1, 26-1	0.9	0.2	- 2.8
36	7 "	24-1		24-1, 28-1, 20-1	0.9	0.2	- 3.4
37	22 Jan. 1938	18-5		04-5, 14-4	0.8	0.2	- 2.1
38	26 "	18-3		10-2, 24-2	1.0	0.2	- 7.7
39	27 "	16-6		06-8, 16-5	1.4	0.3	- 6.6
40	30 "	10-3		10-5, 14-5, 18-2	1.6	0.3	- 12.6
41	2 Febr.	14-2		08-2, 12-2, 14-2	0.7	0.2	+ 3.1
42	4 "	00-3		14-2, 30-1, 06-1	0.8	0.2	+ 6.4
43	5 "	12-5		08-4, 10-4	1.0	0.3	- 5.7
44	6 "	16-4		12-2, 18-2, 16-2	1.1	0.3	- 4.9
45	7 "	16-3		16-1, 18-1	1.2	0.2	- 5.7
46	8 "	18-4		12-1, 20-1	1.6	0.3	- 4.6
47	9 "	14-2		16-1, 22-1	1.0	0.2	- 3.4
48	10 "	18-4		08-2, 18-1, 16-1	0.9	0.2	- 4.6
49	11 "	18-4		12-1, 16-1, 10-1	1.3	0.3	- 6.8
50	12 "	16-3		geen	1.0	0.2	- 7.4
gemiddeld					1.1	0.3	- 3.7

Richting als wind, schaalcijfer één lager dan windkracht.

Vervolgens boekt men het resultaat volge

1 Plaats	2 Water- diepte	3 Datum	4 Koers	5 Wind	6 Zee	7 Deining	8 9		10 Afsta- tussch- de wa- neme in m
							V.	A.	
<i>ms. „Tanimbar”, Walker Cherub Log...., gevaren van....., lengte loglijn....</i>									
1933									
G. v. Aden	> 100 vm.	30 Sept.	272°	ZO. 2	ZO. 1	geen	72	72	112.4
Midd. Zee	> 100 vm.	5 Oct.	288°	NNW. ^{2/3}	NNW. 2	NNW. 1	70	79	112.50
Midd. Zee	> 100 vm.	7 Oct.	287°	OZO. 1	vlak	geen	69	78	112.50
<i>ss. „Lematang”, Walker Cherub Log...., gevaren van....., lengte loglijn....</i>									
1934									
Ind. Oceaan	> 100 vm.	Aug.	—	Z. 3	Z. 3	Z. 1	—	—	—
Ind. Oceaan	> 100 vm.	Aug.	—	Z. 3	Z. 3	Z. 1	—	—	—
Ind. Oceaan	> 100 vm.	Aug.	—	Z. 3	Z. 3	Z. 1	—	—	—
<i>ms. „Poelau Laut”, Walker Cherub Log. Q 5173, gevaren van achterschip, lengte loglijn 84</i>									
Midd. Zee A	> 100 vm.	9 Juli	116°	NW. 4-5	NW. 3-4	NNO. 1	68	70	84.8
Midd. Zee A ¹	> 100 vm.	9 Juli	116°	NW. 4-5	NW. 3-4	NNO. 1	68	70	109.0
Roode Zee B	> 100 vm.	14 Juli	144°	NW. 3-2	NW. 2	—	65½	70½	84.8
Roode Zee B ¹	> 100 vm.	14 Juli	144°	NW. 3-2	NW. 2	—	65½	70½	109.0
Midd. Zee C	> 100 vm.	10 Sept.	293°	WNW. 2	WNW. 1	—	78½	79½	84.8
Midd. Zee C ¹	> 100 vm.	10 Sept.	293°	WNW. 2	WNW. 1	—	78½	79½	109.0

1. De waarnemingen *ms. „Tanimbar”,* gezagvoerder T. van Rees Vellinga, journaalhouder L. de Zeeuw, werden gepubliceerd in „De Zee”, jrg. 1934, blz. 187.
 2. De waarnemingen *ss. „Lematang”,* gezagvoerder A. Schakel, journaalhouder W. Bierenbroodspot, werden gepubliceerd in „De Zee”, jrg. 1935, blz. 10.

Om volledig te zijn wordt nog het navolgende toegevoegd. Het rekenkundig gemiddelde (i.e. de gemiddelde gisvaart), rekening houdende met de w.s. fout waarmee dit is aangedaan, elimineert bij een vrij groot aantal waarnemingen de „toevallige” fouten, zooals daar zijn: het niet op het juiste oogenblik armzwaaien bij het passeeren van de eerste, resp. van de tweede vizierlijn, het niet op het juiste oogenblik drukken op het stophorloge, het gieren van het schip (waardoor de afstand op het water tusschen de vizierlijnen wordt vergroot of verkleind).

Niet geëlimineerd worden constante fouten, waarvan de belangrijkste is

¹⁾ In deze tabel zijn samengevat een aantal resultaten in „De Zee” gepubliceerd. Uit kolom 22 volgt welke uiteenlopende correcties van de Walker Cherub Log werden bevonden. Deze ongunstige resultaten vinden op blz. 14—15 bevestiging.

schema van de navolgende Tabel II¹⁾,

11 Gem. antal nach- lagen Berekend over vier uren	12 Log- vaart	13 Gem. aantal mach. slagen tijdens de waarneming	14 Log- vaart	15 Aan- tal gis- singen	16 Gem. gis- vaart	17 w.s. fout in gisvaart v. ééne waarneming		18 w.s. fout in gemiddelde gisvaart		21 Log correctie		22
						in z m	in %	in z m	in %	in z m	in %	
						p. u.		p. u.		p. u.		
102.3	15.93	102.6	15.98	21	15.71	0.36	2.3%	0.08	0.5%	-0.27	-1.7%	
103.5	16.23	103.5	16.23	18	15.91	0.23	1.4%	0.05	0.3%	-0.33	-2.3%	
104.2	16.30	104.6	16.36	22	16.24	0.23	1.4%	0.05	0.3%	-0.12	-0.7%	
—	—	—	7.89	12	7.72	0.11	1.4%	0.03	0.4%	-0.17	-2.2%	
—	—	—	8.55	14	8.44	0.19	2.3%	0.05	0.6%	-0.11	-1.3%	
—	—	60	8.62	25	8.43	0.09	1.1%	0.02	0.2%	-0.19	-2.2%	
84.2	13.75	84	13.72	17	12.88	0.23	1.8%	0.05	0.4%	-0.84	-6.1%	
84.2	13.75	84	13.72	17	13.25	0.24	1.8%	0.06	0.5%	-0.47	-3.4%	
85.3	13.25	86	13.35	14	13.38	0.17	1.3%	0.04	0.3%	+0.03	+0.2%	
85.3	13.25	86	13.35	15	13.75	0.17	1.2%	0.04	0.3%	+0.40	+3.0%	
96	13.00	96	13.00	20	14.46	0.23	1.6%	0.05	0.3%	+1.46	+11.2%	
96	13.00	96	13.00	20	14.46	0.33	2.3%	0.08	0.6%	+1.46	+11.2%	

3. De waarnemingen ms. „Poelau Laut”, gezagvoerder J. G. H. Leffers, werden gepubliceerd in „De Zee”, jrg. 1935, blz. 10.

Bij deze laatste series waren drie waarnemingspunten gekozen (voorkant fokkewant, voorkant dekje boven brug, voorkant achter sloependek) teneinde na te gaan of er verschil in uitkomst zou optreden over verschillende afstanden.

de onnauwkeurigheid in afstand (misschien nog niet zoo zeer de afstand op het dek, als wel de afstand op het water tusschen de vizierlijnen als gevolg van het eventueel niet-evenwijdig zijn van die lijnen).

Evenwel is vooralshands gebleken, dat, met in achtneming van de noodige voorzorgen en bij een vrij groot aantal waarnemingen, het gissen buitenboord *onder gunstige omstandigheden* de gisvaart doet kennen tot op een nauwkeurigheid groot genoeg om als verifieerend gegeven van de tabel „vaart — aantal schroefomwentelingen” te worden gebruikt (zie Tabel II, kolommen 19 en 20).

Indien dergelijke gissingen worden verricht wordt verzocht de uitkomsten, ingeschreven als in tabel II, het K.N.M.I. te doen toekomen.

Over de veranderlijke correctie van de Walker Cherub log.

Het K.N.M.I. heeft bij meteor. journaal No. 7159 van ss. „Bengkalis”, gezagvoerder M. A. Z w a m a, uitgebreide gegevens nopens gissen buitenboord ontvangen. Het geheel omvatte 50 series waarnemingen, waarvan 2 series van 10 en de overige 48 series elk van 20 waarnemingen, in totaal alzo 980 gissingen buitenboord, met de noodige aanvullende gegevens. Dit materiaal was berekend en in staatvorm vervat overeenkomstig de tabellen op blz. 11, 12, 13, hetgeen de overzichtelijkheid en de homogeniteit uiteraard zeer ten goede kwam. Vanwege de uitvoerigheid kunnen niet de volledige gegevens worden gepubliceerd, maar de uitkomsten van elke serie en de daarbij van belang zijnde gegevens zijn vermeld op blz. 15.

Als „waarschijnlijke” fout in gisvaart bij één gissing werd als gemiddelde voor de series gevonden 1.1 % van de vaart, uiteenlopend voor de 50 series van 2.0 % tot 0.3 %.

Als „waarschijnlijke” fout in gisvaart voor een serie gissingen behoort daarbij als gemiddelde 0.3 % van de vaart, uiteenlopend voor de 50 series van 0.5 % tot 0.1 %.

De met deze laatste gegevens bepaalde logcorrectie (afgeleid uit de log tijdens de gissing buitenboord) liep uiteen van + 6.4% tot — 10.3% van de vaart.

Er is echter meer.

Het groote aantal (50) series waarnemingen maakt het mogelijk omtrent de logcorrecties met grootere zekerheid een uitspraak te doen dan tot nu toe mogelijk was. In de op omschreven wijze bepaalde logcorrectie kan toch een constante fout schuilen, waarvan in het bijzonder te noemen: onnauwkeurigheid in afstand, welke als basis voor het gissen buitenboord diende (en dan nog niet zoo zeer de afstand op het dek, als wel de afstand op het water tusschen de peilingslijnen als gevolg van het eventueel niet evenwijdig zijn van die peilingslijnen). Welnu, de hier bedoelde

Extract vaartmetingen ss. „Bengkalis” 7 Sept. 1937—12 Febr. 1938.

Gebruikte log: Cherub's patentlog loglijn 61 m, gevoerd nabij hek aan lijzijde.
Afstand tusschen waarnemers: 102.48 m.

Plaats: Noord Atl. Oceaan, Middell. Zee, Roode Zee, Indische Oceaan, Noord Pac. Oceaan.

Diepte: Steeds grooter dan 100 m.

Vaart: Varieerend tusschen 10'08 en 12'9, afgeleid uit log tijdens de serie gissingen.

Aantal gissingen buitenboord: Series 1 en 2 elk 10, overige series elk 20.

Wind: Richting is gegeven in dubbele streken t.o.v. koers, 0 = voorin, 8 dwarsinkomend aan S.B., enz.

Deining: als wind, bij dooreenlopende deining is elke richting met bijbehorend internationaal schaalcijfer (Kopenhagen) gegeven.

„Waarschijnlijke” fout en logcorrectie zijn uitgedrukt in % van de vaart.

constante fout is thans te elimineeren, waardoor een rekenkundig juist inzicht wordt verkregen omtrent de betrouwbaarheid van de logaanwijzing.

Wordt de bij elke serie bepaalde logcorrectie als juist aangenomen, dan volgt uit de laatste kolom op blz. 15 een gemiddelde logcorrectie van -3.7% . Deze waarde toepassende op elk der 49 logcorrectiebepalingen, worden voor de onderscheiden logcorrectiebepalingen verschillen (v) gevonden, waarvan, volgens de formule $0.6745 \sqrt{\sum v^2 : (n-1)}$, het „waarschijnlijk” bedrag bedraagt 2.7% van de gisvaart.

Mitsdien kan gezegd worden: *afgescheiden welke correctie een Walker Cherub log heeft, de aanwijzing is veranderlijk en wel tot een bedrag, waarvan de „waarschijnlijk” grootte 2.7% van de gisvaart uitmaakt.*

Zulks onder geenszins ongunstige omstandigheden, n.l. een windkracht maximum 6; voor verdere bijzonderheden zie blz. 15.

Voor de Oceanografie (stroomuitkomsten van varende schepen) is de uitslag allerminst fraai; niettemin is het goed te weten, aan welke mate van nauwkeurigheid wij toe zijn bij stroomberekeningen, uitsluitend gebaseerd op de aanwijzing van de patent log. Hieromtrent stond aan het K.N.M.I. tot nu toe geen enkel positief gegeven ter beschikking. Daarom een extra woord van dank voor kapitein Z w a m a en zijn ondergeschikten, welke deze uitgebreide series waarnemingen tot stand brachten.

Een andere wijze om de gisvaart te bepalen.

In „De Zee”, jrg. 1935, blz. 23 heeft de Heer A. P. C. E e c e n gewezen op een andere methode om de gisvaart te bepalen, n.l. door den doorloopen afstand tijdens de gissing te bepalen door hoekmeting van een overboord gezet voorwerp met de kim.

Volledigheidshalve volgt hier extract van dit artikel. Mochten er waarnemers zijn die deze methode zouden willen volgen, dan wordt verzocht beide methoden gelijktijdig toe te passen, opdat door vergelijking van de uitkomsten kan worden uitgemaakt welke methode de voorkeur verdient.

De aandacht wordt evenwel gevraagd voor de aantekening aan het slot van dit hoofdstuk op blz. 21.

Bij deze methode zijn de benodigdheden: sextant, waarnemingsklokje en eenige leege kisten of verfdrums.

Op een teeken van den waarnemer wordt een dezer kisten of drums op het voorschip over boord gegooid; onnoodig op te merken, dat dit voorwerp in verband met het langs zijde meestroomende water zoo ver mogelijk van het schip geworpen dient te worden. Het tijdstip, dat de kist of drum dwars van de plaats is, waar de waarnemer zich op de brug heeft opgesteld, wordt op het klokje afgelezen en genoteerd. Hierna meet men achtereenvolgens eenige malen den hoek *kim-voorwerp*, waarbij telkenmale op het klokje wordt gestopt en de tijd met bijbehorenden hoek genoteerd wordt. Is het voorwerp niet meer te zien, of de te meten hoek te klein geworden, (dit laatste in verband met een invloed van een fout in den gemeten hoek op de berekende vaart, welke, zooals later zal blijken, omgekeerd evenredig is met de grootte van den hoek) zoo laat men de volgende kist werpen.

Het hangt nu verder van de geoefendheid van den waarnemer en de weersomstandigheden af, hoeveel kisten men totaal noodig heeft. Geoefende waarnemers kunnen bij goede weersomstandigheden op twee kisten reeds een voldoende aantal waarnemingen verrichten.

Nadat de gemeten hoeken verbeterd zijn voor de instrumentale fout, index fout, spiegelparallax en kimduiking (de l.g. bij den gemeten hoek op te tellen) wordt met de formule,

$$v = \frac{3600 h \operatorname{ctg} a}{1852 t}$$

de vaart berekend. In deze formule is:

- v in zeemijlen per uur,
- h de ooghoogte in meters,
- a de verbeterde hoek,
- t het tijdsverloop in seconden tusschen het oogenblik van dwars zijn en dat van waarneming.

Gaan wij nu den invloed van fouten in h, a en t op de vaart na. Door differentiatie van deze formule naar h, a en t verkrijgen we

$$dv = \frac{3600}{1852} \left(\frac{\operatorname{ctg} a}{t} dh - \frac{h \operatorname{ctg} a}{t^2} dt - \frac{h \operatorname{cosec}^2 a}{t} da \right)$$

Overgaande van de differentiaal en de differenties geldt bij benadering

$$\Delta v = \frac{3600}{1852} \left(\frac{\operatorname{ctg} a}{t} \Delta h - \frac{h \operatorname{ctg} a}{t^2} \Delta t - \frac{h \operatorname{cosec}^2 a}{t} \Delta a \right) \quad (\text{I})$$

Voeren we voor $\frac{3600 h \operatorname{ctg} a}{1852 t}$ de waarde v in dan wordt v na eenige herleidingen

$$\Delta v = v \left(\frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta t}{t} - \frac{\Delta a}{\sin a \cos a} \right).$$

In deze formule is Δa in radialen uitgedrukt. Daar men echter de sin. van een kleine hoek mag vervangen door den hoek in radialen kan de laatste vorm als:

$$\Delta v = v \left(\frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta t}{t} - \frac{\Delta a}{a} \right)$$

worden geschreven waarin nu a en Δa in eenzelfde maat zijn uitgedrukt¹⁾.

¹⁾ Voor hen die wenschten te weten hoe men tot deze foutformule komt volgt hier een elementaire afleiding.

De formule $v = \frac{3600 h \operatorname{ctg} a}{1852 t}$ bevat de drie onafhankelijk veranderlijken h, t en a. Om nu de verandering in v, Δv , te bepalen wanneer elk dezer drie grootheden een bedrag Δh , Δt en Δa toe of afnemen, beschouwen we eerst het geval dat t en a constant blijven en h met een bedrag Δh toe of afneemt. De waarde $h + \Delta h$ voeren we in de formule voor v in. We verkrijgen dan:

$$v + \Delta v_h = \frac{3600 \operatorname{ctg} a (h + \Delta h)}{1852 t} = v + \frac{3600 \operatorname{ctg} a \Delta h}{1852 t}$$

$$\Delta v_h = \frac{3600 \operatorname{ctg} a}{1852 t} \Delta h = v \frac{\Delta h}{h}.$$

Nu t veranderlijk en h en a constant,

$$v + \Delta v_t = \frac{3600 \operatorname{ctg} a h}{1852 (t + \Delta t)}$$

$$\Delta v_t = \frac{3600 h \operatorname{ctg} a}{1852} \left(\frac{1}{t + \Delta t} - \frac{1}{t} \right)$$

Voor een inzicht in de grootte dezer fouten volgen hier enkele in de praktijk voorkomende gevallen. Vooraf wordt opgemerkt, dat de ondervinding heeft uitgeezen, dat de maximum fout in h 10 cm gesteld kan worden, we voor Δt gevoeglijk $\frac{1}{2}$ sec mogen aannemen en Δa één minuut stellen.

v	h	a	t	In procenten der vaart			
				$\frac{\Delta h}{h}$	$\frac{\Delta a}{a}$	$\frac{\Delta t}{t}$	$\frac{\Delta v}{\max.}$
m p. uur	m	min	sec				
17	20	40	200	0.5	2.5	0.3	3.3
17	20	240	34	.5	.4	1.5	2.4
11	20	40	320	.5	2.5	.2	3.2
11	20	240	54	.5	.4	1.0	1.9
6	20	40	533	.5	2.5	.1	3.1
6	20	240	90	.5	.4	.6	1.5
17	15	40	150	.7	2.5	.3	3.5
17	15	240	25	.7	.4	2.0	3.1
11	15	40	240	.7	2.5	.2	3.3
11	15	240	40	.7	.4	1.3	2.4
6	15	40	400	.7	2.5	.1	3.3
6	15	240	67	.7	.4	.7	1.8
11	10	40	160	1.0	2.5	.3	3.8
11	10	240	27	1.0	.4	1.8	3.2
6	10	40	267	1.0	2.5	.2	3.7
6	10	240	45	1.0	.4	1.1	2.5

$\Delta v_t = \frac{3600 h \operatorname{ctg} a (t - t - \Delta t)}{1852 t^2 + t \Delta t}$. Verwaarloozen we nu $t \Delta t$ t/o van t^2 dan wordt dit,

$$\Delta v_t = - \frac{3600 h \operatorname{ctg} a}{1852 t^2} \Delta t = - v \frac{\Delta t}{t}$$

Tenslotte a veranderlijk, h en t constant,

$$\begin{aligned} v + \Delta v_a &= \frac{3600 h \operatorname{ctg} (a + \Delta a)}{1852 t} \\ \Delta v_a &= \frac{3600 h}{1852 t} \left\{ \operatorname{ctg} (a + \Delta a) - \operatorname{ctg} a \right\} \\ &= \frac{3600 h}{1852 t} \left(\frac{1 - \operatorname{tg} a \operatorname{tg} \Delta a}{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} (a + \Delta a)} - \frac{1}{\operatorname{tg} a} \right) \\ &= \frac{3600 h}{1852 t} \left(\frac{\operatorname{tg} \Delta a (1 + \operatorname{tg}^2 a)}{\operatorname{tg}^2 a + \operatorname{tg} a \operatorname{tg} \Delta a} \right) \end{aligned}$$

Verwaarloozen we $\operatorname{tg} a \operatorname{tg} \Delta a$ t/o van $\operatorname{tg}^2 a$ en bedenken dat de tg van een kleine hoek gelijk de hoek in radialen gesteld mag worden, dan is de laatste vorm te herleiden tot:

$$\Delta v_a = \frac{3600 h}{1852 t} \operatorname{cosec}^2 a \Delta a = v \frac{\Delta a}{\sin a \cos a}$$

Tot het bepalen van de totale verandering in v behoeven we nu slechts de gedeeltelijke veranderingen, Δv_h , Δv_t en Δv_a bij elkander op te tellen, waarna we het reeds vermelde resultaat verkrijgen.

De fouten in h, a en t kunnen in constante- en in veranderlijke- of toevallige fouten gesplitst worden.

De constante fout in h is een gevolg van een onnauwkeurige bepaling der ooghoogte, de veranderlijke fout in deze factor ontstaat door de slingeren van het schip.

Een constante fout in t kan als een persoonlijke aangerekend worden, n.l. door het steeds te vroeg of te laat stoppen; de veranderlijke fout is een gevolg van het aflezen in $\frac{1}{2}$ sec.

De constante fout in a kan ontstaan door een persoonlijke fout bij het hoekmeten, door abnormale kimduiking en door een foutieve indexcorrectie; de veranderlijke fout ontstaat door het afwisselend te diep en te ondiep schieten.

In de bovenstaande tabel is alleen met de constante fouten rekening gehouden. Dat we hierin voor Δ a slechts 1 minuut genomen hebben, vindt zijn oorzaak in het feit, dat een eventueel grotere waarde van Δ a uit de berekeningen te voorschijn komt. Het bedrag in de laatste kolom genoemd is dus de invloed op de gemiddelde gisvaart. Het percentage, dat de gisvaarten van een serie onderling uiteen kunnen loopen, kan grooter zijn dan het max. uit de laatste kolom. Dit wordt echter, zooals later zal blijken, in de w.s.ft. verwerkt.

Om misverstanden te voorkomen merken we op, dat in de praktijk de genoemde maximum bedragen nagenoeg nimmer bereikt worden, ten eerste omdat de maxima beschouwd zijn en ten tweede een cumuleeren van alle fouten is aangenomen.

De navolgende staat bevat het eindresultaat van eenige waarnemingen.

Schip	Koers	Wind	Deining	Slgn.	Gem. vaart	n	w.s.ft. één w.n.	w.s.ft. gemidd.		
J. v. Oldenb.	115	WNW	3	NW, licht	100	16.5	19	.22	.05	
	145	ZOtZ	4	ZO, licht	108	17.8	34	.10	.02	(a)
	92	Oost	1	geen	108	17.9	34	.09	.02	(b)
	98	ONO	2	geen	108	17.8	23	.13	.02	
	183	ZOtO	2	geen	95	15.5	40	.14	.02	
Po. Roebiah	265	NNW	3	Z, lang	93	14.3	16	.44	.11	
	280	NW	2	Z, licht	93	14.4	23	.14	.03	(c)
	225	NO	2	geen	95	14.6	48	.11	.02	
J. de Witt	84	NW	1	geen	96	15.6	34	.09	.02	
	114	NNW	2	NW, licht	97	15.6	40	.16	.02	
	150	NNW	2	geen	96	15.6	24	.44	.09	
	100	NO	1	NO, flauw Z, licht	97	15.5	27	.35	.07	

Teneinde niet te veel ruimte in beslag te nemen, zullen slechts de met a, b en c gemerkte waarnemingen in uitgebreideren vorm volgen (zie blz. 20). Kolom I bevat de uit elke hoekmeting berekende snelheid, kolom II het verschil van elke afzonderlijke berekende vaart en de gemiddelde vaart, kolom III het kwadraat van dit verschil.

De waarschijnlijke fout van één waarneming volgt uit de formule $0.6745 \times \sqrt{\Sigma v^2 : (n-1)}$. De waarschijnlijke fout van het gemiddelde verkrijgt

men door de w.s. fout van één waarneming te vermenigvuldigen met $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Hierin is n het aantal waarnemingen en Σv^2 , de som van de kwadraten der getallen, die men verkrijgt door het verschil te nemen van de gemiddelde vaart en elke afzonderlijk berekende vaart.

Wanneer wij voor de gisvaart het rekenkundig gemiddelde nemen van alle berekende vaarten, dan worden, met inachtneming van de w.s.ft. waarmede de gisvaart is aangedaan, bij een groot aantal waarnemingen de toevallige fouten geëlimineerd. Onder deze fouten kunnen gerekend worden het niet op tijd stoppen, niet nauwkeurig schieten, fouten in h, tengevolge van slingerend schip. In het laatste geval moet er om gedacht worden dat er afwisselend in den hoogsten en den laagsten

(a)			(b)			(c)		
I	II	III	I	II	III	I	II	III
17.6	0.2	0.04	17.5	0.4	0.16	14.5	0.1	0.01
17.8	.0	0	18.0	.1	1	14.5	.1	1
17.7	.1	1	17.7	.2	4	14.5	.1	1
18.0	.2	4	17.8	.1	1	14.6	.2	4
17.7	.1	1	17.8	.1	1	14.5	.1	1
17.9	.1	1	17.9	.0	0	14.4	.0	0
17.8	.0	0	17.8	.1	1	14.4	.0	0
17.9	.1	1	18.0	.1	1	14.2	.2	4
17.8	.0	0	18.2	.3	9	14.5	.1	1
17.9	.1	1	17.9	.0	0	14.5	.1	1
17.8	.0	0	17.8	.1	1	14.4	.0	0
17.7	.1	1	17.8	.1	1	13.9	.5	25
17.5	.3	9	17.9	.0	0	14.2	.2	4
17.9	.1	1	17.9	.0	0	14.6	.2	4
17.9	.1	1	17.8	.1	1	14.3	.1	1
17.8	.0	0	18.0	.1	1	14.2	.2	4
17.9	.1	1	18.0	.1	1	14.1	.3	9
17.4	.4	16	17.9	.0	0	14.1	.3	9
18.0	.2	4	17.7	.2	4	14.2	.2	4
18.2	.4	16	17.8	.1	1	14.2	.2	4
17.8	.0	0	17.9	.0	0	14.5	.1	1
17.8	.0	0	17.7	.2	4			
17.8	.0	0	17.9	.0	0			
17.8	.0	0	17.9	.0	0			
17.7	.1	1	17.9	.0	0			
17.8	.0	0	17.8	.1	1			
17.8	.0	0	17.8	.1	1			
17.9	.1	1	17.9	.0	0			
17.8	.0	0	17.9	.0	0			
17.8	.0	0	17.8	.1	1			
17.8	.0	0	17.6	.3	9			
17.5	.3	9	17.9	.0	0			
17.9	.1	1	17.8	.1	1			
17.9	.1	1	18.0	.1	1			

stand waargenomen wordt, tenzij de ooghoogte bepaald is bij den hoogsten of laagsten stand.

Wat niet geëlimineerd wordt, zijn de constante fouten:

- 1e. in de ooghoogte, deze bedraagt maximum 1 % van de gisvaart;
- 2e. persoonlijke fout bij de hoekmeting;
- 3e. abnormale kimduiking en
- 4e. een constante stopfout, max. $\frac{1}{2}$ sec.

De onder 2 en 3 genoemde uiten zich, met uitzondering van het zeer sporadisch voorkomende geval dat zij elkander opheffen, in de berekeningen. De berekende snelheden zullen in deze gevallen, onder uitsluiting van toevallige fouten, vanaf de eerste waarneming steeds toe of afnemen. Als voorbeeld volgen twee series waarnemingen, verricht a/b ms. „Poelau Roebiah”. (zie blz. 21).

Op welke wijze men de waarde der abnormale kimduiking uit de waarnemingen kan berekenen, zal hier niet worden behandeld. In het gegeven voorbeeld was het bepalen al zeer eenvoudig, doordat op denzelfden dag, bij gelijke weersomstandigheden en aantal slagen, een vaart van 14.6 mijl uit een serie van 48 waarnemingen verkregen was.

Daar bij veel wind en/of hooge deining het voorwerp alleen op den top van de golven waargenomen kan worden, moet men de ooghoogte t/o. van deze golf toppen

a	ber. vaart	verb. vaart	a	ber. vaart	verb. vaart
369'	14.7	14.8	240'	14.2	14.4
209	14.4	14.6	138	14.1	14.4
138	14.3	14.6	100	14.3	14.7
92	14.2	14.7	82	13.9	14.4
77	14.4	14.9	68	14.1	14.7
67	14.1	14.7	56	13.8	14.5
59	13.9	14.6	49	13.8	14.7
53	13.8	14.5	46	13.6	14.5
47	13.8	14.7	42	13.5	14.5
43	13.5	14.5	38	13.6	14.7
38	13.9	15.0	35	13.6	14.7
36	13.6	14.7	33	13.5	14.7
34	13.4	14.6	31	13.1	14.4

bepalen, hetgeen bij een onregelmatige zee niet direct eenvoudig is. Het aantal waarnemingen, bij deze minder gunstige omstandigheden verricht, is momenteel nog niet voldoende om te kunnen concluderen in hoeverre de beschreven methode ook dan nog bruikbaar is.

Tot zoover werd het artikel van den Heer E e c e n geciteerd. Let men op de bedragen van de steeds grooter wordende verschillen tusschen de „berekende” en de „verbeterde” vaart (zie op twee na laatste alinea blz. 20) dan schijnt — vooral als men die verschillen omzet in procenten van de vaart — het ten behoeve van de gewenschte nauwkeurigheid der uitkomsten aanbeveling te verdienen de doorloopen afstand niet grooter te kiezen dan tot de gemeten hoek α een waarde van $4 \text{ à } 3^\circ$ heeft.

Verschillen in verticale stroomverdeling

Bij al het vorenstaande is uitgegaan van de onderstelling, dat de bovenste waterlaag tot een diepte, waarop het schip steekt, eenzelfde beweging heeft. Is dit niet het geval, is de beweging van het niveau, waarin de schroef draait, in richting en snelheid alzoo verschillend van die van het oppervlakte-water, waarin de log zich beweegt en het gishoutje drijft, terwijl het schip dan een stroom ondervindt van tusschengelegen richting en snelheid, dan zullen uiteraard verschillen in uitkomst zich voordoen tusschen de vaartbepaling volgens het aantal machineslagen en die volgens de log of het gissen buitenboord.

Men kent de theoretische overwegingen van E k m a n, volgens welke in diep water van groote uitgebreidheid de zuivere driftstroom als gevolg van wind aan het oppervlak gericht zou zijn 45° cum sole van de windrichting en in diepere lagen meer van die richting afwijkt. Volgens deze

theorie verschilt de richting aan het oppervlak ongeveer 2 streken met die van de niveau's op ongeveer 6 m (op 60° breedte) tot ongeveer 15 m (aan equator), terwijl daarbij het verschil in snelheid ongeveer ¼ van die aan het oppervlak bedraagt. Echter is de wind niet de eenige stroomverwekker, dichtheidsverschillen zijn, in sommige gebieden, zeker niet minder krachtige factoren.

Directe metingen van het verschil in verticale stroomverdeeling in de bovenste 5 of 10 m waterlaag zijn nog maar in een gering aantal voorhanden. In verband met een artikel van den Heer T. Noordraven over „den invloed van den stroom op de werking der machines” schreef de Heer P. M. van Riel in „De Zee” jrg. 1934, blz. 641 het navolgende:

Bij de bespreking van den invloed van den stroom op de werking der machines gaat de geachte schrijver van de veronderstelling uit, dat de snelheid en (of) de richting van den oppervlaktestroom verschilt van dien in dieper gelegen lagen. Wellicht zijn er belangstellenden geweest, bij wie de vraag opgekomen is of die verschillen inderdaad bestaan en van welke orde van grootte deze zijn.

Daar waar getijstroomen in zeegaten optreden kunnen wij verwachten, dat, vooral bij het wisselen der getijden, richting en snelheid van den stroom van oppervlak tot zeebodem niet dezelfde zullen zijn. Doch ook in volle zee, in gebieden waar watermassa's van sterk uiteenlopende dichtheid elkaar ontmoeten, zooals bijv. het geval is in het Labrador-gebied of vóór de monding van groote rivieren, zullen deze dichtheidsverschillen gepaard gaan met groote verschillen in de vertikale stroomverdeeling.

Ook daar, waar deze bijzondere omstandigheden zich niet voordoen, treden verschillen op, zij het minder belangrijke. Zoo namen wij gedurende de Snellius-expeditie in het midden van de Celebes Zee, geankerd op 3°21' N. en 120°36' O., waar:

Oppervlak	NNO.	75 cm/sec.
10 m	Noord	60 „
25 m	NNO.	90 „

Gedurende de Meteor-expeditie werd in den Atlantischen Oceaan op 12°28' N. en 47°36' W., in het midden van den Noord-Equatoriaal-Stroom, waargenomen:

Oppervlak	WZW.	12 cm/sec.
25 m	ZOtO.	27 „

Uit deze gegevens valt het stroomverschil in de bovenste 5 à 10 m eenigszins af te leiden. *Directe metingen* in deze niveau's werden verricht in het Kattegat, waar het zoutarme water uit de Oostzee boven het

zooveel zoutrijkere water uit de Noordzee ligt. Hier werden in Augustus 1931 door Denemarken, Duitsland, Finland en Zweden aan boord van vijf schepen gelijktijdige, nauwkeurige stroomwaarnemingen verricht, terwijl bovendien het onderzoek van een groot aantal watermonsters een inzicht gaf omtrent de eigenschappen van het zeewater (in het bijzonder de dichtheidsverdeling) in het onderzochte gebied. Het programma, dat hierbij onder de auspiciën van den Internationalen Raad voor het onderzoek der Zee werd afgewerkt, toont wat door onderlinge samenwerking op internationaal gebied bereikt kan worden. Uit het groote aantal stroomwaarnemingen¹⁾ bleek, dat slechts in enkele gevallen belangrijke verschillen in de bovenste lagen werden gevonden.

Zoo vond het onderzoekingsvaartuig „Hunte” den 13en Aug. 1931 op 56°26' N. en 11°54' O.:

te 12u40m	in 0 m	N. 250° O.	40 cm/sec.
te 13u37m	in 5 m	N. 290° O.	20 cm/sec.
te 13u31m	in 10 m	N. 106° O.	22 cm/sec.

Een onderling verschil dus van ongeveer 0.8 zeemijlen *per uur* bij 5 m diepteverschil en 6 minuten verschil van tijd.

Aan boord van het Finsche schip „Nautilus” nam men den 16en Aug. 1931 op 56°18' N. en 12°08' O. waar:

te 12u46m	in 5 m	N. 85° O.	42 cm/sec.
te 13u0m	in 0 m	N. 60° O.	17 cm/sec.
te 12u38m	in 10 m	vrijwel geen stroom.	

Ook hier dus een verschil van 0.8 zeemijl in diepten van 5 en 10 m.

Uit de gelijktijdig verrichte waarnemingen van temperatuur en zoutgehalte blijkt, dat het niveau van 10 m behoort tot de onderste lagen van het zoutarme Oostzee-water, dat boven het zoutrijkere en zwaardere Noordzee-water gelegen is.

In „Bulletin 3” van de „International Ice Observation and Ice Patrol Service in the Nord Atlantic Ocean, 1914” vinden wij onder de stroomwaarnemingen in het Newfoundlandgebied het volgende:

Op de Bank (diepte 65 m) werd den 21en Juli 1914 door de „Seneca” op 44°38' N. en 49°23' W. een verschil in stroom van ruim 0.7 zeemijl waargenomen tusschen het zwaardere bankwater in 36 m en het lichtere oppervlaktewater. Ongetwijfeld zullen ook hier dergelijke stroomverschillen bij kleinere diepteverschillen voorkomen.

¹⁾ Gepubliceerd in Bulletin Hydrographique du Conseil Perm. Intern. pour l'Exploration de la Mer. Copenhagen 1933.

