

INHOUD:

Hoofdstuk 1: Inleiding en Probleemstelling.	bl. 1
Hoofdstuk 2: Overzicht radioplaatsbepalingssystemen.	" 3
Hoofdstuk 3: Principe van de systemen.	" 6
3.1 De hoofdvergelijking voor de faseverschilmeting.	" 6
3.2 De oplossing der hoofdvergelijking bij Sea-Fix.	" 7
3.3 De oplossing der hoofdvergelijking bij Toran.	" 9
3.4 Theoretische foutenbronnen.	" 11
3.5 Overige foutenbronnen.	" 16
3.6 Operationele correcties op een net.	" 16
Hoofdstuk 4: Beschrijving der verrichte metingen.	" 17
4.1 Algemene gegevens.	" 17
4.2 Korte beschouwing over de aard der metingen.	" 20
4.3 Bijzonderheden van de metingen.	" 22
4.4 De samenwerking met de leveranciers.	" 27
Hoofdstuk 5: Uitkomsten van het vergelijkend onderzoek.	" 27
5.1 Patroonmetingen.	" 27
5.2 Stabiliteitsmetingen.	" 30
5.2.1 Snelle instabiliteit.	" 30
5.2.2 Trage instabiliteit.	" 34
5.3 Traagheidsmetingen.	" 34
5.4 Zendersteringen.	" 35
5.5 Plaatselijke patroonverschuivingen door storende objecten.	" 36
5.6 Afleesfouten.	" 37
5.7 Registratiefouten.	" 38
5.8 Baanschrijvermetingen.	" 39
5.9 Slotopmerkingen.	" 40
Hoofdstuk 6: Samenvatting en Conclusies.	" 42
Geraadpleegde literatuur.	" 49
Lijst van bijlagen.	" 51
Lijst van Nederlandstalige benamingen.	" 54

VERSLAG VAN PROEVEN MET DE SEA-FIX- EN TORAN-
RADIO-PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN OP DE WESTERSCHELDE.

Hoofdst. 1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING.

Een belangrijk deel van de werkzaamheden van de Studiedienst Vlissingen bestaat uit het -tweejaarlijks- peilen van het gehele bed van de Westerschelde en haar mondingsgebied en uit het peilen van een groot aantal detailobjecten (merendeels op of aan de Westerschelde). Deze detailpeilingen geschieden met een hogere frequentie b.v. jaarlijks, halfjaarlijks of eenmaal per kwartaal. Gelet op de belangen, die met de peilsultaten gemoeid zijn (b.v. scheepvaart, bewaking van de oevers, morfologische en rivierkundige onderzoekingen, enz.) dienen de peilingen met een grote nauwkeurigheid plaats te vinden. De nauwkeurigheid van peilkaarten is naast de nauwkeurigheid van de bewerking van het veldwerk (aflees-nauwkeurigheid van echogrammen, nauwkeurigheid van het tekenen der peilkaarten enz.) in hoofdzaak afhankelijk van de nauwkeurigheid van de dieptemeting en van de plaatsbepaling.

In het kader van deze nota zal alleen de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling ter sprake komen. De methode van plaatsbepaling zal voor deze nauwkeurigheid ongetwijfeld een belangrijke factor zijn.

Bij het peilen van de Westerschelde heeft de Studiedienst Vlissingen sinds het begin der vijftiger jaren gebruik gemaakt van een vast terrestrisch raaienstelsel. De daarbij toegepaste terrestrische plaatsbepalingssystemen en hun operationele nauwkeurigheid op de Westerschelde zijn besproken en vastgelegd in lit. 11.

De terrestrische plaatsbepaling heeft met name de volgende operationele bezwaren:

- ze vereist een goed zicht (bij mist, neerslag, schemering enz. kan er niet gewerkt worden);

- bij een -

- bij een hoge (Delta)dijk kan men pas op vrij grote afstand van de dijk de achterbaak zien; landwaarts van dit punt wordt de plaatsbepaling veelal onnauwkeuriger;
- het systeem levert minder of geen arbeidsbesparing op indien men overgaat op automatisering van de verwerking der verkregen resultaten.

Ten behoeve van de peilwerkzaamheden in verband met de uit te voeren Deltawerken, waarbij zeer grote gebieden frequent dienden te worden opgenomen heeft men, o.a. om aan de bovenstaande bezwaren het hoofd te bieden, gezocht naar een ander plaatsbepalingssysteem (lit. 8).

Dit onderzoek heeft er toe geleid dat in 1958 de Decca Delta Keten in gebruik kon worden genomen. Door de Studiedienst Vlissingen wordt van dit radio-plaatsbepalingssysteem gebruik gemaakt voor het peilen van vak 06 van de Westerschelde en van het aangrenzende mondingsgebied. In lit. 8 is verslag uitgebracht van het onderzoek naar de operationele nauwkeurigheid van de Decca Delta Keten op de Westerschelde en in het aangrenzende kustgebied. In het door de Studiedienst Vlissingen op te nemen gebied bleek de nauwkeurigheid van de Decca Delta Keten (veel) te wensen over te laten; in het meest oostelijke deel van de Westerschelde is deze Keten beslist onbruikbaar.

Ten behoeve van de navigatie op de Noordzee tussen de werkingssferen van twee Decca Navigatie Ketens - te weten de Friese Eilanden Keten (9B) in het noordelijk deel en de Engelse Keten (5B) in het zuidelijk deel - in het algemeen en voor de aanloop van Europort door de supertankers in het bijzonder is de Decca Holland Keten (2E) opgericht. Deze keten geeft op de Westerschelde een redelijk goed patroon. In 1971 is door de Studiedienst Vlissingen een onderzoek ingesteld naar de operationele nauwkeurigheid van deze keten; lit. 12 geeft een verslag van dit onderzoek. Hoewel voor bepaalde werkzaamheden (b.v. scheepsmanoeuvremetingen) deze keten bruikbaar kan zijn zal voor de hydrografische werkzaamheden een nauwkeuriger systeem gevonden moeten worden.

Deze nota geeft een verslag van de onderzoeken, die in verband hiermee zijn verricht in de periode november 1971 - januari 1972.

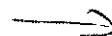
Op een algemeen overzicht van de thans beschikbare radioplaatsbepalingssystemen (hoofdstuk 2) volgt een uiteenzetting over het principe van de twee nader onderzochte hoogfrequente systemen Sea-Fix en Toran (hoofdstuk 3). De hoofdstukken 4 en 5 brengen verslag uit van de ijkmetingen en de uitkomsten daarvan. Het slothoofdstuk 6 behelst een ~~samen-~~^{voorschrift}vatting en een aantal conclusies. ~~en wordt gevolgd door een~~^{Het rapport wordt besloten, met een} opgave van geraadpleegde literatuur en een lijst van bijlagen.

Hoofdst. 2 OVERZICHT RADIO-PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN.

Tijdens en na de tweede wereldoorlog zijn naast de bestaande instrumenten voor de plaatsbepaling (sextant, afstandmeter, theodoliet, distantielijn) de radio-plaatsbepalingssystemen ontwikkeld. Bij deze systemen (bijlage 1) berust de positiebepaling op het meten van tijd- of faseverschillen van elektromagnetische golven. Hierbij is dus altijd een of meer zender(s) en ten minste één ontvanger vereist. De toegepaste frequentie f van de radiogolven kan bijzonder uiteenlopen b.v. bij Omega is $f \approx 10\text{kHz}$ en bij Decca Trisponder is $f \approx 10\text{GHz}$.

Deze zuiver elektronische plaatsbepalingssystemen (de half-terrestrische systemen zoals het Atlas-radio-log blijven hier buiten beschouwing) kunnen op veel manieren in twee groepen worden verdeeld. Daarbij staat:

<u>A</u> radio-navigatie	tegenover radio-locatie
<u>B</u> meervoudig gebruik (multi-user)	" enkelvoudig gebruik (single-user)
<u>C</u> een groot bereik	" een beperkt bereik
<u>D</u> een hyperbolisch patroon	" een cirkelvormig patroon
<u>E</u> continu zendend	" pulserend zendend
<u>F</u> één frequentie	" meer dan één frequentie



is dit herhalings - of absolute
nauwkeurigheid?

Met betrekking tot deze zes onderscheidingen dient nog opgemerkt te worden dat de onder elkaar staande eigenschappen niet noodzakelijkerwijs bij elkaar horen. Elk systeem heeft een voor dat systeem specifieke combinatie van de voorgaande eigenschappen.

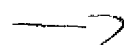
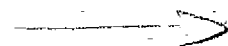
Op bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste thans bestaande radio-plaatsbepalingssystemen met hun belangrijkste kenmerken. Uit deze bijlage blijkt ook dat de bovengenoemde verdeling van de eigenschappen niet helemaal opgaat. Decca Trisponder is b.v. niet een systeem voor enkelvoudig gebruik, maar is ook niet geschikt voor een onbeperkt aantal gebruikers. Het nieuwe Artemis-systeem (een nieuwe versie van het eerder ontworpen Gonio-Fix) is niet hyperbolisch of cirkelvormig, maar polair.

De radio-navigatie-systemen dienen altijd voor een groot aantal gebruikers gelijktijdig beschikbaar te zijn. De scheepvaart zal slechts behoefte hebben aan een dergelijk systeem om de route van haven tot haven met zo weinig mogelijk omwegen te kunnen afleggen en om in positie bekende gevaarlijke punten (wrakken, ondiepten enz.) te vermijden. Deze eis brengt met zich mee dat de nauwkeurigheid niet zo groot hoeft te zijn. Afhankelijk van het systeem en van de positie t.o.v. de zenders zal de ⁶⁸² ~~plaatsbepalingsnauwkeurigheid met een betrouwbaarheid van 65%~~ ~~afwijking variëren~~ tussen enkele tientallen meters tot enige (5 à 10) km.

Ten behoeve van hydrografische werkzaamheden is de nauwkeurigheid van deze navigatiesystemen in het algemeen beslist te gering. Voor peil- en meetwerkzaamheden is namelijk een nauwkeurigheid van enkele meters gewenst en met deze nauwkeurigheid moet op elk gewenst tijdstip de positie kunnen worden bepaald. Het bereik hoeft in veel gevallen echter slechts enkele tientallen tot enkele honderden kilometers te zijn. X

Voor de hydrografische doeleinden zijn, gelet op bovenstaande eisen, de z.g. radio-locatiesystemen ontwikkeld

dit dient o.i. geargumentceerd te worden
bv. over hoeveel nlepen gaat het naar schatting



(bijlage 1). Hoewel voor veel werkzaamheden een systeem voor enkelvoudig gebruik aanvaardbaar zal zijn, dient voor de Westerschelde en het aangrenzende kustgebied een systeem gekozen te worden waarvan een onbeperkt aantal vaartuigen gebruik kan maken. In beginsel komen dan in aanmerking Decca-Sea-Fix, Decca-Survey, Lorac, Rana, Raydist en Toran. Van deze zes systemen zijn Lorac en Rana het minst nauwkeurig, terwijl vier middenfrequenties nodig zijn; beide factoren rechtvaardigen een afwijzing van deze systemen. Een Decca-Survey keten (zoals de Decca-Delta Keten) heeft ten minste drie frequenties nodig en is veel minder nauwkeurig dan een Sea-Fix keten; de "Survey" uitvoering kan diensgevolge ook verder buiten beschouwing blijven. Raydist van Hastings-Raydist (V.S.) vereist twee middenfrequenties (1,65 en 3,3 MHz) en is in West-Europa niet in gebruik. Gezien het feit dat het in Nederland haast onmogelijk is een middenfrequentie beneden 2 MHz te verkrijgen waarop men niet stoort en niet gestoord wordt, moet ook Raydist als een niet reële kandidaat worden beschouwd.

De Nationale Frequentie Commissie heeft in 1965 besloten alleen zendmachtiging te verlenen voor plaatsbepalingssystemen die slechts één frequentie nodig hebben omdat de betreffende middengolffrequentieband reeds zeer dicht bezet is. Tot voor kort waren voor een Toranketen tenminste vier frequenties nodig. Gezien het standpunt van de Nationale Frequentie Commissie kwam Toran dus niet in aanmerking en het enige nog overblijvende systeem voor radio-plaatsbepaling voor hydrografische werkzaamheden is (was) Hi-Fix resp. Sea-Fix van Decca (Hi-Fix is een vroegere versie van Sea-Fix). Medio 1971 kon door Radio-Holland worden meegedeeld dat de fabrikant van Toran (Sercel) een modificatie van Toran kan leveren waarvoor slechts één middengolffrequentie ^{in de band 1,6-4 MHz nodig is bij gebruik van 3 zenders in de zgn V-mode} naast deze frequentie is nog één frequentie nodig (de zgn. referentiefrequentie), die men vrij kan kiezen tussen 1,5 MHz en 500 MHz, dus in de MF-, HF-, VHF- of UHF-band. Deze tweede frequentie is slechts nodig om een signaal over te brengen;

- de frequentie -

(Is echter) Een zorgvuldige frequentie keuze in een bepaald gebied noodzakelijk i.v.m. storingskansen en gewenste reikwijdte van de keten.

blijkens een telegram van de Radio-Controle Dienst deze laatste
wel bereid de Nationale Frequentie Commissie een standpunt-
nuyziging aan te bevelen.

~~de frequentie van deze draaggolf is niet essentieel voor het systeem.~~

In verband met deze versie van het Toransysteem is, ~~de Nationale Frequentie Commissie wel bereid een standpunt wijziging te overwegen,~~ mits argumenten worden aangevoerd die het gebruik van het Toransysteem rechtvaardigen. Teneinde een verantwoorde keuze te doen voor de Westerschelde heeft de Studiedienst Vlissingen in samenwerking met de Meetkundige Dienst vergelijkende metingen verricht met Sea-Fix en Toran. In hoofdstuk 4 worden deze proeven nader behandeld. De Radiocontroledienst zal bij haar advies aan de Nationale Frequentie Commissie de resultaten van deze metingen mede betrekken.

Hoofdst. 3 PRINCIPE VAN DE SYSTEMEN.

3.1 De hoofdvergelijking voor de faseverschilmeting.

In dit hoofdstuk zullen slechts het algemene principe van de faseverschilmeting en de belangrijkste verschillen tussen Sea-Fix en Toran worden behandeld. Omdat de onderhavige systemen een beperkt bereik hebben kan men het verschijnsel beschrijven voor een plat vlak.

De positie wordt bij deze beide systemen bepaald door het meten van het faseverschil van twee signalen van twee vast opgestelde zenders. Stel nu dat we te maken hebben met de zenders A en B en de mobiele ontvanger P (bijlage 2), dan is:

$\Delta\varphi(P) = \varphi_A(P) - \varphi_B(P)$, waarin:

$\varphi_A(P)$ = de fasehoek van het in P ontvangen signaal uit A;

$\varphi_B(P)$ = idem uit B;

$\Delta\varphi(P)$ = het in P gemeten faseverschil.

De fasehoek $\varphi_A(P)$ resp. $\varphi_B(P)$ is een functie van de fasehoek $\varphi_A(A)$ bij zender A resp. $\varphi_B(B)$ bij zender B-, van de voortplantingsnelheid V, van de frequentie f_A (resp. f_B) van het zendersignaal en van de afstand AP van P tot zender A (resp. BP van P tot zender B).

$$\varphi_A(P) = \varphi_A(A) + \frac{f_A \cdot AP}{V}$$

$$\varphi_B(P) = \varphi_B(B) + \frac{f_B \cdot BP}{V}$$

$$\Delta\varphi(P) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f_A \cdot AP}{V} - \frac{f_B \cdot BP}{V} \dots\dots\dots (1)$$

Van deze hoofdvergelijking (1) zijn f_A , f_B en V bekend of te bepalen, terwijl $\Delta\varphi(P)$ wordt gemeten. De fasehoeken $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ worden nu bij Sea-Fix en Toran uit de vergelijking geëlimineerd door toepassing van een voor het desbetreffende plaatsbepalingsstelsel typerende radiotechnische oplossing. Daar verder voor Sea-Fix geldt $f_A = f_B$ en voor Toran $f_A \neq f_B$ is na eliminering der fasehoeken door $\Delta\varphi(P)$ te meten (AP-BP) bekend. De meetkundige plaats van punten, waarvoor (AP-BP) = constant is een hyperbool met A en B als brandpunten, op welke hyperbool zich dus P bevindt. Door het gebruik van een derde zender C kan op overeenkomstige wijze b.v. het afstandsverschil (AP-CP) worden bepaald, waarmee een tweede hyperbool bekend is, waarop zich P bevindt. Door de twee hyperbolen is de gevraagde positie van P vastgelegd.

Door twee zenders wordt een bundel hyperbolen of positielijnen opgewekt; de hyperbolen van één bundel, waar-tussen het faseverschil $\Delta\varphi(P)$ gelijk is, aan 0° , 360° , n. 360° , heten de nul-hyperbolen van die bundel. Twee bijeenbehorende bundels nul-hyperbolen vormen een net, de configuratie van een net in een beperkt gebied heet pa-troon en de groep zenders een keten. De strook tussen twee nulhyperbolen heet baan (Eng.: "lane"); iedere baan wordt on-derverdeeld in 100 centilanen. Bij Sea-Fix wordt de positie voor iedere bundel tot in centilanen aangegeven door een tel-ler, bij Toran door een fase-verschilmeter, die het baannum-mer op een "venster" toont, terwijl een wijzer kloksgewijze het aantal centilanen aangeeft.

3.2 De oplossing der hoofdvergelijking bij Sea-Fix.

Bij Sea-Fix wordt (evenals bij Hi-Fix) het

- elimineren van -

eliminieren van $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ in de vergelijking:

$$\Delta\varphi(P) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f_{A,AP}}{V} - \frac{f_{B,BP}}{V}$$

verwezenlijkt op de hierna beschreven wijze.

Door de hoofdzender (A) wordt na het z.g. start- of "trigger"-signaal met frequentie f'_A het z.g. meetsignaal met frequentie f_A uitgezonden. De fasehoek van dit signaal is in de volgzender (B):

$$\varphi_A(B) = \varphi_A(A) + \frac{f_{A,AB}}{V}$$

Door de volgzender (B) wordt het meetsignaal uitgezonden waarvan de fasehoek met het uit A ontvangen signaal een constant, in te stellen faseverschil -de zgn. synchronisatie-constante S.C.(B)- heeft:

$$\varphi_B(B) = \varphi_A(B) - S.C.(B) \text{ of}$$

$$\varphi_B(B) = \varphi_A(A) + \frac{f_{A,AB}}{V} - S.C.(B), \text{ m.a.w.}$$

$$\varphi_A(A) - \varphi_B(B) = -\frac{f_{A,AB}}{V} + S.C.(B)$$

Dit ingevuld in de vergelijking voor $\Delta\varphi(P)$ geeft:

$$\Delta\varphi(P) = -\frac{f_{A,AB}}{V} + \frac{f_{A,AP}}{V} - \frac{f_{B,BP}}{V} + S.C.(B) \dots\dots\dots (2)$$

Bij Sea-Fix is de frequentie van alle zenders dezelfde, dus $f_A = f_B = f$. Ter onderscheiding van deze meet-signalen is de frequentie van het startsignaal 60 Hz lager, dus $f' = (f - 60) \text{ Hz}$. Bij benadering zal de voortplantings-snelheid van alle signalen overal gelijk zijn ($V \approx 299\,500 \text{ km/s.}$):

$$\Delta\varphi(P) = \frac{f}{V} (-AB + AP - BP) + S.C.(B) \dots\dots\dots (2^a)$$

Het faseverschil bepaalt naar in par. 3.1 is uiteengezet de hyperbool. Zij nu L de aanduiding van het nummer van een nulhyperbool (ook wel laannummer genoemd), dan geldt dus $\Delta\varphi(P) = L \cdot 1$

De synchronisatieconstante kan op de volgzenders geheel naar keuze worden ingesteld. Teneinde alle lanenummers positief te houden dient de $S.C.(B) > \frac{2f_{A,AB}}{V} + \varphi(B)$, met $\varphi(B)$

¹⁾ Deze vergelijking is overigens geldig voor iedere rationale $L > 0$, voor waarden van L tot in hondersten (centilanen!) heten de hyperbolen positielijnen.

eliminieren van $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ in de vergelijking:

$$\Delta\varphi(P) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f_A \cdot AP}{V} - \frac{f_B \cdot BP}{V}$$

verwezenlijkt op de hierna beschreven wijze.

Door de hoofdzender (A) wordt na het z.g. start- of "trigger"-signaal met frequentie f'_A het z.g. meetsignaal met frequentie f_A uitgezonden. De fasehoek van dit signaal is in de volgzender (B):

$$\varphi_A(B) = \varphi_A(A) + \frac{f_A \cdot AB}{V}$$

Door de volgzender (B) wordt het meetsignaal uitgezonden waarvan de fasehoek met het uit A ontvangen signaal een constant, in te stellen faseverschil - de zgn. synchronisatie-constante S.C.(B) - heeft:

$$\varphi_B(B) = \varphi_A(B) - S.C.(B) \text{ of}$$

$$\varphi_B(B) = \varphi_A(A) + \frac{f_A \cdot AB}{V} - S.C.(B), \text{ maw:}$$

$$\varphi_A(A) - \varphi_B(B) = -\frac{f_A \cdot AB}{V} + S.C.(B)$$

Dit ingevuld in de vergelijking voor $\Delta\varphi(P)$ geeft:

$$\Delta\varphi(P) = -\frac{f_A \cdot AB}{V} + \frac{f_A \cdot AP}{V} - \frac{f_B \cdot BP}{V} + S.C.(B) \quad (2)$$

Bij Sea-Fix is de frequentie van alle zenders dezelfde, dus $f_A = f_B = f$. Ter onderscheiding van deze meetsignalen is de frequentie van het startsignaal 60 Hz lager, dus $f' = (f - 60) \text{ Hz}$. Bij benadering zal de voortplantingsnelheid van alle signalen overal gelijk zijn ($V \approx 299\,500 \text{ km/s}$):

$$\Delta\varphi(P) = \frac{f}{V} (-AB + AP - BP) + S.C.(B) \quad (2^a)$$

Het faseverschil bepaalt naar in par. 3.1 is uiteengezet de hyperbool. Zij nu L de aanduiding van het nummer van een nulhyperbool (ook wel laannummer genoemd), dan geldt dus $\Delta\varphi(P) = L \cdot 1$

De synchronisatieconstante kan op de volgzenders geheel naar keuze worden ingesteld. Teneinde alle lanenummers positief te houden dient de $S.C.(B) > \frac{f \cdot AB}{V} + \varphi(B)$, met $\varphi(B)$

1) Deze vergelijking is overigens geldig voor iedere rationale $L > 0$; voor waarden van L tot in hondersten (centilannen!) heten de hyperbolen positielijnen.

een naar keuze in te stellen niet-negatieve waarde is. De vergelijking kan nu als volgt worden geschreven:

$$\Delta\varphi(P)=L-\frac{f}{v}(AP+AB-BP)+\varphi \dots\dots\dots (2b)$$

In de praktijk kiest men vaak voor het verlengde van BA (aan de kant van A) het nummer $L = 0$; dan is:

$$\varphi(B)=0,$$

en kan het kaartpatroon worden berekend volgens:

$$L=\frac{f}{v}(AP+AB-BP) \dots\dots\dots (2c)$$

Bij deze oplossing voor de eliminering der fasehoeken uit de hoofdvergelijking is het uiteraard van essentieel belang dat in de ontvanger de signalen van de verschillende zenders kunnen worden onderscheiden ondanks het feit dat alle zenders op dezelfde frequentie werken. Hiertoe laat men door een tijdschakeling de zenders volgens een vast patroon na elkaar zenden, terwijl de ontvangers in dezelfde volgorde de zenders "uitluisteren". De hoofdzender geeft steeds aan het begin van de cyclus het startsignaal (trigger).

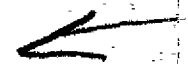
Hierdoor worden in de volgzenders en in de ontvangers elektronische schakelingen tot stand gebracht waardoor de zenders opeenvolgend zenden resp. de ontvangers de signalen ontvangen. Deze zend-cyclus ("time-sharing") duurt bij Sea-Fix 0,2 s waarbij voor de gangbare apparatuur ruimte is voor één hoofd- en drie volgzenders (bijlage 2). ~~De volgzenders bestaan uit een ontvanger met het trigger signaal en zenden een vast signaal.~~ 

Foto 5 van bijlage 34 geeft een beeld van de apparatuur van een Sea-Fix zender.

3.3. De oplossing der hoofdvergelijking bij Toran.

Bij Toran wordt een geheel andere manier toegepast om de termen $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ uit de hoofdvergelijking te elimineren. Bij dit systeem kan men geen onderscheid maken tussen hoofd- en volgzenders; de zenders van de eigenlijke keten (de "focaalzenders") zijn identiek.

een naar keuze in te stellen niet-negatieve waarde is. De vergelijking kan nu als volgt worden geschreven:

$$\Delta\varphi(P)=L=\frac{f}{V}(AP+AB-BP)+\sigma\varphi \quad (2b)$$

In de praktijk kiest men vaak voor het verlengde van PA (aan de kant van A) het nummer $L = 0$; dan is:

$$\sigma\varphi(B)=0,$$

en kan het kaartpatroon worden berekend volgens:

$$L=\frac{f}{V}(AP+AB-BP) \quad (2c)$$

Bij deze oplossing voor de eliminering der faseshoeken uit de hoofdvergelijking is het uiteraard van essentieel belang dat in de ontvanger de signalen van de verschillende zenders kunnen worden onderscheiden ondanks het feit dat alle zenders op dezelfde frequentie werken. Hiertoe laat men door een tijdschakeling de zenders volgens een vast patroon na elkaar zenden, terwijl de ontvangers in dezelfde volgorde de zenders "uitluisteren". De hoofdzender geeft steeds aan het begin van de cyclus het startsignaal (trigger).

Hierdoor worden in de volgzenders en in de ontvangers elektronische schakelingen tot stand gebracht waardoor de zenders opeenvolgend zenden resp. de ontvangers de signalen ontvangen. Deze zend-cyclus ("time-sharing") duurt bij Sea-Fix 0,2 s waarbij voor de gangbare apparatuur ruimte is voor één hoofd- en drie volgzenders (bijlage 2). De volgzenders bestaan dus uit een ontvanger voor het triggersignaal en een zender voor het meetsignaal.

Foto 5 van bijlage 3⁴ geeft een beeld van de apparatuur van een Sea-Fix zender.

3.3. De oplossing der hoofdvergelijking bij Toran.

Bij Toran wordt een geheel andere manier toegepast om de termen $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ uit de hoofdvergelijking te elimineren. Bij dit systeem kan men geen onderscheid maken tussen hoofd- en volgzenders; de zenders van de eigenlijke keten (de "focaalzenders") zijn identiek.

bij keuze van referentie in P

uitleg in het algemeen PR klein
en $BR \approx BP$

De twee focaalzenders voor één hyperbolenbundel (zie foto 6 van bijlage 34) produceren continu ongemoduleerde golven. Terwijl bij Sea-Fix ter onderscheiding beide zenders ná elkaar uitzenden, zenden de Toranzenders gelijktijdig doch met verschillende frequenties waarbij $f_A - f_B = f' = 80 \text{ à } 200 \text{ Hz}$. De frequenties f_A en f_B liggen dus wel bijzonder dicht bij elkaar in dezelfde frequentieband. We noemen $f_A = f$ de meetfrequentie en f' de zweringsfrequentie of beatfrequentie. Voor de ontvanger P luidt nu de hoofdvergelijking:

$$\Delta\varphi(P) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f}{V}(AP-BP) + \frac{f'}{V}BP \dots\dots\dots (3')$$

Bij Toran wordt verder gebruik gemaakt van een vastopgesteld referentiestation R, bestaande uit een ontvanger en een zender (zie foto 3 van bijlage 34). Door deze ontvanger wordt het volgende faseverschil gemeten:

$$\Delta\varphi(R) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f}{V}(AR-BR) + \frac{f'}{V}BR; \text{ dit signaal heeft de frequentie } f'.$$

De in R opgestelde zender zendt dit signaal weer uit, gemoduleerd op de draaggolf met referentiefrequentie f_R . Hierdoor krijgen we in P:

$$\Delta\varphi_R(P) = \varphi_A(A) - \varphi_B(B) + \frac{f}{V}(AR-BR) + \frac{f'}{V}BR + \frac{f'PR}{V} \dots\dots\dots (3'')$$

In de mobiele ontvanger P wordt nu het resulterend faseverschil tussen $\Delta\varphi(P)$ en $\Delta\varphi_R(P)$ gemeten; dit is gelijk aan:

$$\Delta\varphi_{res}(P) = L = \frac{f}{V}(AP-BP) - \frac{f}{V}(AR-BR) - \frac{f'}{V}(BR+PR-BP) \dots\dots\dots (3)$$

De onbekende termen $\varphi_A(A)$ en $\varphi_B(B)$ zijn nu uit de vergelijking verdwenen.

Van de vergelijking is de term $\frac{f}{V}(AR-BR)$ constant en de term $\frac{f'}{V}(BR+PR-BP)$ is in het algemeen te verwaarlozen waardoor slechts de hyperbolische term $\frac{f}{V}(AP-BP)$

over blijft. Indien grote nauwkeurigheid wordt geëist kan de term $\frac{f'}{V}(BR+PR-BP)$ in rekening worden gebracht;

~~dan krijgen we niet een enkelvoudig hyperbolisch net. Een-~~
voudigheidshalve zal verder die term buiten beschouwing blijven;

- dan geldt -

dan geldt dus:

$$L = \frac{f}{V} (AP - BP) - C$$

$$C = \frac{f}{V} (AR - BR)$$

In de ontvanger kan een constante δ_p worden ingevoerd waarmee de mogelijkheid geboden wordt eventuele vaste faseverschuivingen binnen de instrumenten (P en R) te corrigeren en de aflezing van de ontvanger P te laten samenvallen met een vooraf getekende en/of berekende positie mits P niet te ver verwijderd is van het referentiestation R. Indien het basisverlengde BA aan de kant van A weer het laannummer nul krijgt moet

$$\delta_p = + \frac{f}{V} (AB + AR - BR) \text{ zijn en wordt}$$

$$L = \frac{f}{V} (AP + AB - BP) \text{ ----- (3A)}$$

Deze vergelijking is volkomen identiek met vergelijking (2^a) voor Sea-Fix. Bij de op de Westerschelde verrichte proeven zijn de patroonconstanten δ_p zodanig gekozen dat de middelloodlijnen der beide basislijnen van de toegepaste V-keten de laannummers 1500 resp. 2500 konden krijgen.

~~Opmerking: Bij de praktische uitvoering kent het Toranysysteem verschillende opstellingscombinaties, door de fabrikant aangeduid als V-, W-, X-, Y- en Z-"mode". De verschillen betreffen het aantal locaalzenders (alleen de V-combinatie telt er drie, de overige vier), de detaillering der referentiestations (bij de X-keten b.v. is per bundel een zender tevens referentiestation voor de andere bundel) en de vereiste frequentie(s).~~

weglaten

3.4 Theoretische foutenbronnen.

In het kader van deze nota wordt onder "afwijking" of "fout" verstaan het verschil tussen de gemeten positie en de theoretische kaartpositie. De eventueel toe te passen correctie op de waargenomen positie is het tegengestelde van de afwijking of fout. Aangezien de bediening en het aflezen van Sea-Fix en van Toran-apparatuur bijzonder eenvoudig is zullen belangrijke fouten in verband hiermee sporadisch voorkomen. Indien door deze menselijke factoren toch

- belangrijke fouten -

Overdag absorbeert de hogere atmosfeer een groot deel van de golven,
is nachts echter worden golven in bepaalde frequentiegebieden teruggelopen
door de zgn. Kennelly - Heaviside- of E. laag gelegen op ongeveer 100 km
boven het aardoppervlak. Dergelijke gereflecteerde golven verliezen
daardoor in verhouding tot de directe golven weinig energie.
Daar het zal naarmate de afstand tussen de senders en ontvangers
groter wordt, de invloed van de gereflecteerde golf eventueel
groter kunnen ~~zijn~~ worden.

belangrijke fouten voorkomen zullen ze volkomen willekeurig zijn en niet te voorspellen. Overigens zijn ondergeschikte afleesfouten zeer wel mogelijk. ~~Koerst men tijdens het varen volgens een bepaalde positielijn dan wijkt de werkelijke vaarbaan iets af van deze lijn, maar deze fout is goed af te lezen.~~ Vaart men dwars door een net heen en wordt hierdoor per positiebepaling een dubbele aflezing verricht, dan kan zich licht een synchronisatiefout voordoen, *als men niet met 2 waarnemers werkt*

De drift, lineariteitsafwijking en "vaate" ontvangerafwijking zoals deze b.v. bij de Decca-Navigatie en Decca-Survey ontvangers kunnen voorkomen (lit. 8, par. 3.3) treden noch bij Sea-Fix, noch bij Toran op duidelijke wijze op.

Traagheidsafwijkingen kunnen optreden als voor de afleesbaarheid van de ontvangers een dempingsachakel^{Eng} wordt ingebouwd om een rustig verlopende teller of faseverschilmeter te verkrijgen. Volgens de leveranciers treden overigens noch bij Sea-Fix noch bij Toran afwijkingen op door deze demping. ~~Tijdens de proeven met beide systemen zijn o.a. metingen verricht om deze traagheidsafwijkingen te bepalen.~~ (lit. 9, 3)

Alle radio-plaatsbepalingssystemen zijn gevoelig voor atmosferische storingen. Deze storingen kunnen van tweeërlei aard zijn, te weten "atmosferische storing" ("sky-wave effect") en "luchtofstoring" ("static").

De afwijkingen ten gevolge van "skywave" of "ruimtegolven" treden op bij systemen waarbij het faseverschil van twee radiogolven moet worden gemeten. De plaatsbepaling is bij de nauwkeurige radio-locatiesystemen gebaseerd op faseverschilmeting van de ^{directe} ~~golven~~ ^(gaaft langs de aardoppervlakte) ("ground-waves"). Radiogolven zijn echter drie-dimensionaal. ~~Overdag verdwijnen de "ruimtegolven" in de ruimte, maar 's nachts worden deze golven teruggedraaid door de Kennelly-Heaviside of E-laag op ongeveer 100 km boven het aardoppervlak. De "ruimtegolven" verliezen in verhouding tot de bodemgolven weinig energie. Naarmate de afstand tussen de zender en de ontvanger groter wordt zal de invloed van de ruimtegolf eveneens groter worden.~~

De frequentie van de hierbij optredende elektrische ontladingen kan de meest uiteenlopende waarden hebben maar hoe breder enz.

De voortplantingsnelheid van 1-3 MHz golven is in hoofdzaak afhankelijk van het geleidingsvermogen van de aardoppervlakte en de atmosferische condities

Daar de ontvanger geen onderscheid kan maken tussen de ^{gereflecteerde} ~~ruimte-~~ golf en de ^{directe} ~~bodem-~~ golf wordt het faseverschil gemeten tussen de vectorisch samengestelde resultanten van beide golven van de twee verschillende zenders. Aan de hand van het verloop van de veldsterkten van bodem- en ^{directe} ~~ruimte-~~ golven kan men een schatting maken van de nauwkeurigheid als functie van de afstand tot de zenders. Voor een maximum-toelaatbare fout van 2 centilaan t.g.v. ruimtestoring is op bijlage 3 de grootste gebruiksafstand tot de zender bepaald voor signaalpaden over achtereenvolgens ^(ong. 10 km) duinlandschap, ^(ong. 40 km) polderlandschap en ^(ong. 200 km) zeewater. ^{meteorologische} "ruimtestoring" of "static" wordt veroorzaakt door elektrische ^{ontladingen} ~~verschijnselen~~, die vaak optreden bij buien.

→ Het ~~breder~~ het ontvangstkanaal is, des te meer kans bestaat er op deze vorm van storing. De aanwezigheid van luchtstoring ^{manifesteert zich} ~~wordt aangegeven~~ door een onrustige teller c.q. faseverschilmeter. Daar correctie van de afwijkingen door "static" niet mogelijk is zal men met de waarnemingen moeten stoppen als de aanwezigheid ervan wordt ^{nauwkeurige metingen} ~~gesignaleerd en een hoge mate van nauwkeurigheid is vereist~~ ^{zijn}.

Tenslotte zullen hier nog behandeld worden de afwijkingen ten gevolge van de geografische gesteldheid van de "bodem":

→ De voortplantings^{van deze galva} ~~snelheid~~ ^{water} over zee is vrij nauwkeurig te bepalen en is ook vrij constant ($V \approx 299\,675$ km/s). De voortplantingsnelheid over land echter is afhankelijk van bodemfactoren zoals samenstelling en vochtgehalte van de bodem, ^(Om praktische redenen worden) begroeiing enz. en varieert hierdoor tussen 299 300 km/s en 299 550 km/s. Hyperbolennetten (kaartpatronen) worden echter berekend en getekend voor één constante voortplantingsnelheid voor het gehele gebied. Uiteraard kiest men hiervoor een snelheid, die bij benadering gelijk is aan de gemiddelde voortplantingsnelheid. In een ^{estuarium} ~~(landstreek)~~ zoals het Deltagebied ^{zullen verschillende} ~~met de~~ voortplantingsnelheid echter veelvuldig ^{voorkomen} ~~veranderen~~; allereerst van plaats tot plaats door de afwisseling van land en water en bovendien in de tijd: door de tijwerking

→

→

→

→

In tegenstelling met het Seafix systeem werken de focaal zenders bij voor-
anafhangelyk van elkaar waardoor het pad tussen die senders niet
van invloed is op de patroon afwijkingen

→

Uiteraard zullen hierdoor de relatieve verschillen geen wijziging ondergaan

immers vallen omvangrijke plaatgebieden bij lage waterstanden droog om tijdens vloed weer onder te lopen. De afwijkingen van het theoretische kaartpatroon, die ontstaan door ^{deze verschillen} ~~de verander-~~ ⁱⁿ ~~lijkheid van de~~ voortplantingssnelheid kunnen globaal worden berekend op de wijze uiteengezet in lit. 8, par. 4.8. Reeds voor ^{hierna vermelde} ~~de~~ proeven een aanvang namen zijn voor de gevallen van hoog- en laagwater dergelijke berekeningen uitgevoerd voor een Sea-Fix-keten in de proefopstelling en met een frequentie van 2,85 MHz (de later toegewezen frequentie was 2,8835 MHz). De uitkomsten van deze berekeningen zijn ^(met 0.01 lunc als reken-eenheid) weergegeven op de bijlagen 4 en 5 voor de westelijke hyperbolenbundel (achtereenvolgens bij hoog- en laagwater) en op de bijlagen 6 en 7 voor de oostelijke bundel. Uit deze bijlagen volgt o.a. dat op sommige plaatsen de afwijkingen bij laagwater gelijk zijn aan die bij hoogwater terwijl op andere plaatsen er een duidelijk verschil is tussen de afwijkingen bij hoog- resp. laagwater. De berekeningen geven voor de twee onderscheiden toestanden de invloed van de verdeling van de land- en waterpaden tussen het betreffende waarnemingspunt en de beide ^{betrekkende} ~~onderhavige~~ patroonzenders. Voor de oostelijke bundel treedt nog een complicatie op: het signaalpad tussen de beide zenders is bij laagwater een landpad, bij hoogwater echter een gemengd pad. Hierdoor vertonen de laanbreedten op de basis MS_0 voor de beschouwde twee situaties verschillen; ook hiermee is bij de samenstelling der bijlagen 6 en 7 rekening gehouden.

~~Bij Toran is dit pad tussen deze twee patroonzenders niet van invloed op de patroonafwijkingen.~~ Daarentegen wordt de patroonafwijking voor elk waarnemingspunt mede beïnvloed door de patroonafwijking (en de eventuele veranderingen hiervan in de tijd) ter plaatse van het referentiestation. De patroonafwijkingen ^(by gebruik) van Toran ^{(met gelijke frequentie (2.85 MHz))} komen hierdoor voor elk punt overeen met de betreffende afwijking volgens de bijlagen 4 t/m 7 verminderd met de patroonafwijking ter plaatse van het referentiestation. ~~Bij de proeven is dit referentiestation opgesteld geweest te Kraverhille (bijlage 4).~~

Met name om de invloed van veranderende waterstanden

- te bestuderen -

te bestuderen is in 1970 een proef met Hi-Fix in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde uitgevoerd met een operationele frequentie van 2,6247 MHz. De hoofdzender stond daarbij nabij 's-Gravenpolder, de volgzender in de omgeving van Emmadorp (zie bijlagen 4 en 9). De resultaten (lit. 6) tonen aan dat het patroon gevoelig is voor variaties in de gesteldheid van de signaalpaden. Tijdens het fors ontwikkelde springtij op 9 en 10 maart 1970 bestond het pad tussen de hoofdzender en de volgzender bij hoogwater voor ong. 85% en bij laagwater voor ong. 35% uit "zeewater". De weersgesteldheid was daarbij: licht tot half bewolkt, geen neerslag, windsterkte 1-3 Beaufort.

Overzicht waterstanden te Hansweert

(in m t.o.v. N.A.P.)

type tij	L.W.	H.W.
gem. doottij	1,75-	1,81+
gem. tij	2,10-	2,26+
gem. springtij	2,32-	2,57+
getijmeting	2,61-	2,60+
9-10 mrt. 1970	(9/3, 22 ⁴⁰ h)	(10/3, 05 ²⁵ h)

De verschuivingen van het patroon werden d.m.v. een zgn. monitor nabij de hoofdzender gemeten. Tussen hoog- en laagwater beliep deze verschuiving 9 à 10 centilaan (1 centilaan $\approx 0,6$ m). Daaruit kan worden afgeleid dat de voortplantings-snelheid over de drooggevalle platen ~~125 à 150~~⁷⁵ km/s lager is dan die over zeewater (299 675 km/s). Overigens was de opstelling der beide zenders opzettelijk zeer ongunstig gekozen voor wat betreft de invloed van droogvallende platen (bijl. 9).

Opmerking: Atmosferische storingen zijn een bijzondere vorm van ruis ("atmosferische ruis"). Soortgelijke verschijnselen kunnen zich namelijk voordoen t.g.v. storing door andere zenders, terugkaatsing en heruitstraling van golven (par. 3.5) en andere onregelmatigheden.

Het gebruikte systeem dient een dergelyke „Storing“ duidelyk te tonen
eis aan de apparatuur te stellen!

3.5 Overige foutenbronnen.

Voor de operationele nauwkeurigheid van een Sea-Fix of Toranketen kunnen nog enkele foutenbronnen van belang zijn.

Allereerst kunnen storingen in de voeding van een of meer zenders of van een ontvanger een foutieve plaatsbepaling veroorzaken. Een dergelijke storing zal overigens in veel gevallen zo duidelijk zijn dat de waarnemer haar onmiddellijk opmerkt zodat of de storing snel wordt opgeheven of de meting wordt gestaakt.

Verder kunnen omvangrijke stalen voorwerpen als schepen, kranen, bruggen, hoogspanningsleidingen enz. het opgevangen signaal opnieuw (verzwakt) uitzenden en hierdoor in hun onmiddellijke omgeving een storing teweegbrengen. Hoogfrequente systemen als Sea-Fix en Toran zijn hiervoor door de korte golflengte in beginsel gevoeliger dan een laag-frequent systeem als b.v. de Decca Delta Keten.

Tenslotte: de plaatsbepaling geschiedt steeds in twee bundels hyperbolen. De nauwkeurigheid van de plaatsbepaling is derhalve afhankelijk van de nauwkeurigheid binnen elk der beide bundels en van de snijdingshoek der positielijnen ter plaatse van het waarnemingspunt; een loodrechte snijding geeft uiteraard *een zo goed mogelijke definitie in plaats de nauwkeurigste plaatsbepaling*, een snijding onder een kleine hoek *is relatief onnauwkeurig, geeft een relatief slechte bepaling in de richting van de bisectrice der kleinste ingesloten hoek.*

3.6 Operationele correcties op een net.

~~Fouten door netvervormingen kunnen op een voor elk systeem kenmerkende manier worden ondervangen, te weten door gebruik te maken van zgn. "monitors" (bij Sea-Fix) resp. van referentiestationen (bij Toran).~~

Een monitor of (patroon)verklikker is in beginsel een ontvanger met registratieapparatuur, die opgesteld is op een vast punt, dat zowel in gewone kaartcoördinaten bekend is als in laanposities van het berekende net (i.e. in "Sea-Fix-coördinaten"). De registratie bij de verklikker komt er op neer dat een tweepensschrijver de verschillen met de theoretische laanposities in centilanen aangeeft. ~~De "netvervormingsfouten" kunnen maatgevend worden gesteld voor een zeker gebied, waarin de verklikker zich bevindt.~~

~~in dit gebied verrichte waarnemingen kunnen bij de uitwerking met deze gelijktijdig geregistreerde routes worden geëerri-geerd.~~ *een dergelijk systeem*

Bij ~~deze planning~~ *afwijkinge* kan het net desgewenst ook worden bijgestuurd totdat de ~~vervalsingfouten~~ nul of aanvaardbaar klein geworden zijn. Dit bijsturen vereist nogal wat extra voorzieningen: naar voorlopige schatting van de leverancier is bij een Sea-Fix-keten voor de Westerschelde op drie plaatsen een verklikker ("monitor") nodig en hun registraties moeten worden doorgegeven aan of doorgezonden naar een centrale post, vanwaar men dan het net moet laten bijsturen.

~~Een andere mogelijkheid is een systeem waarbij de correctie op de netvervorming deel uitmaakt van het zend-ontvangstelsysteem; zoals reeds besproken is dit het geval bij Toran door de referentiestationen. Volgens schatting van de leverancier vereist een Toran-net voor de Westerschelde drie referentiestationen; verklikkers zijn bij toepassing van een voldoende aantal referentiestationen theoretisch niet nodig.~~

Hoofdst. 4 BESCHRIJVING DER VERRICHTE METINGEN.

4.1 Algemene gegevens.

In hoofdstuk 2 is reeds vermeld dat ter beoordeling van de geschiktheid der beide systemen Sea-Fix en Toran voor operationeel gebruik op de Westerschelde voor beide systemen een proefketen is opgesteld, waarmee vergelijkingsproeven zijn genomen. Voor beide systemen kon een keten van 3 zenders worden gekozen. Daarbij moest voldaan zijn aan de volgende eisen:

a. de groepering der systeemzenders moest voor beide Ketens vrijwel dezelfde zijn;

b. de frequenties moesten vergelijkbaar zijn.

Aan de eerste eis kon op eenvoudige wijze worden voldaan door de focaalzenders van Toran in de onmiddellijke nabijheid van de systeemzenders van Sea-Fix te plaatsen.

- Na overleg -

Na overleg met de betrokken leveranciers (I.N.A. N.V. voor Sea-Fix, Radio-Holland voor Toran) werden de volgende plaatsen (aangegeven op o.a. de bijlagen 4 t/m 7, 12 t/m 17) vastgesteld: hoofdzender (M) bij Kattendijke op Zuid-Beveland, westelijke volgzender S_W bij Koudekerke op Walcheren en oostelijke volgzender S_O in de Anna Mariapolder nabij Woensdrecht. Per opstelplaats beliep de afstand tussen de twee zenders ongeveer 25 m; hun coördinaten staan vermeld op bijlage 35. De Toran-zenders werden geïnstalleerd in meethutten, de Sea-Fix-zenders in schuiltenten. Foto 1 brengt de opstelling van beide zenders te Koudekerke in beeld.

De beide systemen konden uiteraard niet gelijktijdig op dezelfde frequentie werken; de meeste proeven werden uitgevoerd met aanvankelijk door de Radio Controle Dienst der P.T.T. toegewezen frequenties (2883,5 kHz voor Sea-Fix, 2072,5 kHz voor Toran). Daar de indruk bestond dat het verschil tussen beide frequenties de uitkomsten der proeven beïnvloed zou kunnen hebben werd vanaf 25 januari 1972 een deel der proeven met andere, eveneens door de Radio Controle Dienst toegewezen frequenties herhaald (voor Sea-Fix 1900,6 kHz, voor Toran 2894,5 kHz).

Een Toranketen is niet operationeel zonder een of meer referentiestationen. Hoewel de leverancier van mening was dat voor een definitief net voor de Westerschelde drie van deze stations nodig zouden zijn werd voor de proeven volstaan met één referentiestation te Kreverhille nabij Ossenisse in Zeeuwsch Vlaanderen (foto 3 van bijlage 34). Op grond van de centrale ligging van dit station ten opzichte van het net stond daar van 13-24 december 1971 ook een verklikker (monitor) voor Sea-Fix. Hoewel de leverancier voor Toran een patroonverklikker in het "middengebied" van het net niet nodig achtte werd in het kader van de vergelijkingsproeven ook voor deze keten een ^{plaatsing van een ontvanger met referentie eenheid} monitor geplaatst. Daar dit ^(nabij het referentiestation) ~~aan de~~ ^{per definitie goede resultaten zou opleveren en er de voorkeur aan gegeven} ~~lijkt was de deze verklikker, die vanaf 24 december 1971 heeft~~ ~~gewerkt, geplaatst nabij Koudekerke~~ ^{een opstellingsplaats nabij Koudekerke te kiezen} - in verband -

In verband met de vergelijkbaarheid is de patroonverklikker voor Sea-Fix op 24 december ook naar Hoedekenskerke verplaatst. Alle zojuist vermelde opstelplaatsen staan aangegeven op bijlage 12.

De Toranketen was op 26 november 1971 operationeel beschikbaar, op welke datum met de proeven werd begonnen; de Sea-Fix-keten werd operationeel op 13 december 1971, terwijl alle proefmetingen werden beëindigd op 31 januari 1972. Voor zo-
ver beide ketens ^{simultaan} "in de lucht waren" werden bij de meeste proeven op een vlet (de Zwake) de radioposities voor beide netten gelijktijdig bepaald (foto 4, bijlage 34); de positie van de antennes der ontvangers werd tegelijkertijd ingemeten door de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat met behulp van theodolietwaarnemingen (foto 8, bijlage 34). Het merendeel van deze inmetingen geschiedde met 3 theodolieten, zodat vereffening volgens de methode der overtollige waarnemingen mogelijk was. Van de overige met 2 theodolieten verrichte inmetingen gaven enkele sterk afwijkende waarden; deze meetposities bleven na overleg met de Meetkundige Dienst als zijnde onbetrouwbaar verder buiten beschouwing. Iedere door de Meetkundige Dienst vastgestelde meetpositie is verder als referentiepositie aangehouden en door die dienst herleid tot theoretische kaartposities volgens de eveneens door de Meetkundige Dienst berekende netten. De bij de beide eerste frequenties (aangehouden gedurende de langste proefperiode) behorende netten staan getekend op de bijlagen 8 en 9 (voor Sea-Fix) resp. 10 en 11 (voor Toran).

Een overzicht van de vermelde en andere gegevens van zenders en monitors en enige aanvullende gegevens betreffende de netten biedt bijlage 35. Het "overzicht der zendtijden" vermeldt de beperkingen, die aan het zenden met frequenties omstreeks 2 MHz werden opgelegd in verband met mogelijke storingen van het radioverkeer: veelal mocht op die frequentie niet worden gezonden tussen 16.15 h en 09.00 h (Sea-Fix betrachtte in die gevallen zelfs radiostilte tussen 16.00 h en 10.45 h).

De verschillende verrichte proeven worden in de hiernavolgende paragrafen nader besproken. Een overzicht van deze

proeven is eveneens op bijlage 35 opgenomen; het merendeel der uitgewerkte meetgegevens betreft die waarnemingsperioden, die voor de frequentie 1,9 à 2,07 MHz, resp. de frequentie 2,88 à 2,89 MHz een vergelijking der beide systemen mogelijk maakten.

4.2 Korte beschouwing over de aard der metingen.

Bij operationeel gebruik van een hoogfrequent radio-plaatsbepalingssysteem zal de fout in een willekeurige plaatsbepaling de resultante zijn van een groot aantal factoren, die in de par. 3.4 en 3.5 zijn besproken.

Per definitie is de fout de afwijking ten opzichte van een berekend gemiddeld kaartpatroon; deze fout zal echter voor een willekeurige plaats niet constant zijn, maar schommelen om een gemiddelde waarde, die locale patroonafwijking wordt genoemd. Indien voor een willekeurig punt deze schommeling van de plaatselijke fout om de waarde der locale patroonafwijking voldoet of bij benadering voldoet aan een normale verdeling dan vormt de standaardafwijking de maatstaf voor deze veranderlijkheid. Met het oog op de opstelling van een meetprogramma is het nuttig de factoren, die deze veranderlijkheid veroorzaken of beïnvloeden als volgt te groeperen:

natuurlijke factoren	: lucht- en ruimtestoring;
<i>fysische</i>	droogvallingen;
technische factoren	: aard van het systeem;
<i>instrumentele</i>	aard en kwaliteit der apparatuur;
meettechnische factoren	: aflees- en evt. registratiefouten;
<i>waarnemingen</i>	traagheidsfouten;
uitwendige factoren	: storende objecten (bij zenders en/of ontvangers);
	voedingsstoringen.

Het overgrote deel der metingen betrof

- metingen van de locale patroonafwijking en haar veranderlijkheid op een op stroom liggend schip, verricht voor een groot aantal punten op de Westerschelde (patroonmetingen);

- metingen naar -

- metingen naar de gevoeligheid voor de natuurlijke factoren (zgn. stabiliteitsmetingen, verricht in enkele punten op en langs de Westerschelde *met een afgemeerd schip*)

Daarnaast zijn nog een klein aantal metingen gedaan om een inzicht te verkrijgen in de invloed van afzonderlijke foutenbronnen. *zie § 4.3 (3-5)* Bijlage 35 biedt van een en ander een overzicht terwijl par. 4.3 nadere bijzonderheden geeft. In algemene zin kan hieraanvoorafgaande nog het volgende worden opgemerkt:

De traagheidsfout binnen een bundel is afhankelijk van de plaatselijke laanbreedte, de hoek waaronder de vaarbaan de positielijnen snijdt (maximale fout bij een hoek van 90°), de vaarrichting en de vaaranelheid. Deze traagheidsfout kan alleen optreden bij een bewegende ontvanger en is indien aanwezig gevolg van de traagheid van de faseverschilmeter, veroorzaakt door bepaalde mechanische en/of elektronische weerstanden.

De traagheidsfout is bij de opzet der patroonmetingen buiten beschouwing gebleven omdat

- ze in wezen met het patroon, niet te maken heeft;
- het mede opnemen een verzwaring van het meetwerk zou medebrengen en een sterke uitbreiding van het meetprogramma zou vereisen gezien de vele factoren, waarvan de traagheidsfout afhankelijk is.

Voor deze gedragslijn pleitte verder dat zoals reeds vermeld (par. 3.4, bl. 12) bij geen der beide systemen volgens de betrokken leverancier ooit gebleken is dat de traagheidsfout enige invloed heeft. Volledigheidshalve zijn ter toetsing hiervan op 18 januari 1972 toch metingen van de traagheidsfout verricht.

lang periodieke De instabiliteit kan onderscheiden worden in *kort -* snelle en *lange* ~~instabiliteit~~ *instabiliteit* (Engels: "short-term resp. long-term instability"). De eerste is gevolg van lucht- en ruimtestoring, de tweede van de veranderingen van de bodemgesteldheid (droogvallen en onderlopen van platen). De stabiliteitsmetingen zijn steeds op het meten van beide vormen van instabiliteit gericht geweest; ten einde een goed inzicht in de gevoeligheid der ontvangers voor de instabiliteit te verkrijgen zijn de gemeten faseverschillen door 2-

pensschrijvers geregistreerd; op 7 januari 1972 is vervolgens de nauwkeurigheid van deze schrijvers door metingen nagegaan. De stabiliteitsmetingen zijn zowel door patroonverkliekers (monitors) op het land als aan boord van het afgemeerde meetchip verricht.

Voor wat betreft de ^{het per} ~~snelle~~ instabiliteit verdient allereerst vermelding dat er 's winters naar verhouding weinig ^{meteorologische} luchtstoring, maar wel veel ruimtestoring optreedt; dit laatste hangt ~~uiteraard~~ samen met de korte dagen en lage zonnestanden. (228834 16/12) Vergelijken met de gemiddelde omstandigheden was de meetperiode dus eenedeels te gunstig, anderzijds te ongunstig.

De gevoeligheid van een ontvanger voor de snelle instabiliteit is mede afhankelijk van de technische uitvoering van dit toestel. Door bijzondere voorzieningen is het mogelijk deze gevoeligheid te verminderen (te "dempen"); vanzelfsprekend maakte dit het aflezen eenvoudiger, maar bij een te geringe gevoeligheid worden fouten geïntroduceerd doordat het toestel onvoldoende op gemiddelde relatief kleine veranderingen reageert. Bij de beoordeling der meetuitkomsten behoort mede aandacht te worden geschonken aan dit facet.

Volledigheidshalve zij er hier nog op gewezen dat naar de invloed van voedingsstoringen van zender(s) en/of ontvanger geen onderzoek kon worden ingesteld. Voor wat betreft de overige metingen wordt hier volstaan met de opmerking dat nog bijzondere metingen zijn gedaan om de nauwkeurigheid na te gaan van een speciaal toestel ("trackplotter" of "baanschrijver"), dat aan boord van het vaartuig de vaarbaan op een speciale kaart registreert.

Beschrijving 4.3 Bijzonderheden van de metingen.

In deze paragraaf worden de code der soorten metingen en hun volgorde als op bijlage 35 is gebruikt aangehouden.

I Patroonmetingen. Het programma van deze ijkmetingen, verricht in een groot aantal meetpunten verspreid over de gehele Westerschelde, is vastgesteld in aansluiting op en overeenkomstig de gevolgde werkwijze voor eerder gedane ijkmetingen voor de Decca Delta Keten (lit. 8) en de Decca Verstell (= Holland) Keten

(lit. 12). Bij deze metingen werd het vaartuig per meetpunt zo goed mogelijk ^{op dezelfde plaats} ~~in dezelfde positie~~ gehouden, waarbij met tussenpozen van ongeveer één minuut een meting werd gedaan. Bij iedere meting werden aan boord gelijktijdig afgelezen:

- de fase-verschilmeters voor beide ketens;
- het stuurkompas.

Synchroon hiermee werd vanaf twee of drie walposities met behulp van theodolieten de positie van het zwaailicht in de mast van de Zwake ingemeten; door de opgemeten kompaarichting en de bekende afstanden tussen zwaailicht en antennes konden vervolgens de ~~referentie~~-waarden van de posities der antennes worden bepaald. ^{shore Echo pathen}

II Stabiliteitsmetingen. Deze zijn alle uitgevoerd met twespenaschrijvers en wel bij de verklikkers (monitors) en aan boord van de afgemeerde Zwake (foto 4, bijlage 34). Bijlage 12 geeft een overzicht van de meetplaatsen; de posities der antenne(s) zijn door de Studiedienst Vlissingen voor al deze plaatsen vastgesteld met uitzondering van de (twee) ligplaatsen te Paal (Zeeuwisch-Vlaanderen, foto 2 bijlage 34), waarvoor de posities door de Meetkundige Dienst zijn bepaald. ~~Naar uit bijlage 12 blijkt zijn~~ ^{zijn} ~~Vrijwel alle stabiliteitsmetingen~~ ^{zijn} voor beide systemen gelijktijdig gedaan, ^{dit is op bijl. 12 meer gegeven} In verband met het feit dat in het algemeen tussen 10^u en 16^u overdag de patroonmetingen zijn uitgevoerd, zijn aan boord van de Zwake de meeste stabiliteitsregistraties buiten deze periode gemaakt; incidenteel beslaan zij echter een of meer dagen (voornamelijk in de weekenden), overigens in grote meerderheid meer dan 12 uur.

III Traagheidsmetingen zijn op 18 januari 1972 in een klein gebied van het Gat van Ossenissee ter hoogte van de Nol van Ossenissee uitgevoerd. De nulhyperbolen der beide bundels snijden elkaar daar bijna loodrecht, zowel voor de Sea-Fix- als voor de Toran-keten terwijl de laanbreedten achtereenvolgens ong. 75 m en ong. 90 m beliepen bij Sea-Fix (bijl. 9) en ong. 110 m en ong. 125 m bij Toran (bijl. 11). Het ladingvaartuig heeft nu per bundel een of enkele positielijnen gevolgd en per positielijn in beide richtingen beurtelings volle en halve kracht gevaren. Daarbij zijn

- met tussenruimten -

met tussenruimten van ong. $\frac{1}{2}$ minuut metingen uitgevoerd geheel overeenkomstig de beschreven gang van zaken bij de patroonmetingen. Bovendien is de stand der faseverschilmeters gelijktijdig met de visuele aflezing gefotografeerd.

IV Zenderstoringsmetingen. In de praktijk kunnen storende objecten of storende veranderingen in de omgeving van een zender optreden, die vervormingen van het uitgestraalde patroon teweegbrengen. Storende objecten kunnen b.v. zijn vaar- of voertuigen, die dicht bij de zenders komen, en harde wind, die de zendantenne in beweging brengt,

Om een indruk te verkrijgen van de mate, waarin deze vervormingen zouden kunnen optreden zijn op 10 januari 1972 een aantal verstoringen nagebootst bij de zenderopstellingen van beide systemen te Anna Mariapolder en te Kattendijke. De metingen werden verricht aan boord van de in de haven van Hoedekenskerke afgemeerde Zwake en in het voormalige veerhuis aldaar aan de verklikkers; aan alle ontvangers was een tweepenneschrijver gekoppeld. De volgende kunstmatige verstoringen werden aangebracht:

- Afscherming van de zendantenne aan de zijde der ontvangers te Hoedekenskerke door een 2 m hoog rasterwerk van betonijzer gemonteerd op een aluminiumladder. Deze afscherming werd aangebracht met het oog op mogelijke storing door vaar- of voertuigen en werd verkregen door dit rasterwerk achtereenvolgens tegen de antenne te plaatsen (foto 7, bijlage 34) en op 2 m afstand van de antenne.

- Heen en weer zwiepen van de zendantenne ter nabootsing van de uitwerking van een wind ter sterkte van 7 à 8 Beaufort.

- Loskoppeling van de ene helft van de aardmat (dit is een stervormig uitgelegde bundel metalen draden, die in het centrale punt zijn vastgezet aan een klem onder de antenne, terwijl de andere draaduiteinden door een pen aan het maaiveld zijn bevestigd). Deze loskoppeling is geschied om voor beide systemen de gebondenheid aan de onbeschadigde aanwezigheid van de aardmat na te gaan.

V Metingen invloed plaatselijke patroonverstoorders.

Onderzocht is welke invloed passerende zeeschepen en andere grote

- staalconstructies op -

staalconstructies op de faseverschilmetingen hebben. Dit betreft de volgende proeven:

- Op 17 januari 1972 zijn in het Gat van Ossenisse aan boord van de Zwake gedurende de perioden van relatieve nadering en verwijdering van zeeschepen faseverschilmetingen verricht en de posities der antennes aan boord van de Zwake vanaf de wal ingemeten, (een en ander geheel volgens de werkwijze beschreven onder I Patroonmetingen). Ook bij deze metingen zijn de fase-verschilmeters gelijktijdig met de aflezing gefotografeerd. Bovendien is door simultane metingen eveneens de vaarweg van het desbetreffende zeeschip vanaf de wal vastgelegd.

- Op verschillende dagen zijn gedurende tenminste 15 uur aan boord van de afgemeerde Zwake in de haven van Hoedekenskerke registraties met de twee-pensschrijvers gedaan om de invloed van voorbijvarende schepen na te gaan. De afstand van deze schepen t.o.v. de Zwake bedroeg ongeveer 400 m.

- Op verschillende dagen zijn soortgelijke proeven uitgevoerd aan boord van de Zwake, wanneer ze afgemeerd was aan de Rijkswaterstaatssteiger op ongeveer 60 m van de Keersluisbrug te Vlissingen teneinde o.a. de invloed van het heffen en neerlaten van het brugdek via de registraties na te gaan.

De beide laatste groepen metingen zijn zowel gedaan in de periode der aanvankelijk toegewezen frequenties als in de periode met gewijzigde frequenties (25 t/m 31 jan. 1972). De gevonden gevoeligheid der beide systemen voor deze storingen is hierdoor goed vergelijkbaar.

VI Metingen afleesfouten. In de praktijk (met de Desca Delta Keten en bij eerdere proeven) is gebleken dat het volmaakt gelijktijdig opnemen van twee "lopende" faseverschilmeters door één waarnemer niet mogelijk is. Om na te gaan om welke afleesfout het hierbij gaat zijn bij de traagheidsmetingen en bij de metingen in de buurt van voorbijvarende zeeschepen de faseverschilmeters gefotografeerd tegelijk met de visuele waarnemingen. Bij de verwerking is als afleesfout aangehouden het verschil tussen de visueel afgelezen waarde en de fotografisch verkregen waarde. De laatste is dus als referentie-waarde gekozen.

VII Metingen registratiefouten. Tijdens de proeven is gebleken dat de registraties niet altijd synchroon verliepen met de aanwijzingen der faseverschilmeters. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van een te grote demping van de schrijver (par. 4.2).

Op 7 januari 1972 zijn hiernaar speciale metingen verricht, waartoe de Zwake voor anker werd gelegd nabij de noordelijke rand van de Spijkerplaat op de Westerschelde. Door het vaartuig op de stroom te laten gieren kon men relatief kleine verplaatsingen bewerkstelligen, tijdens welke men gelijktijdig op de fase-verschilmeters en de tweepensschrijvers posities nam.

VIII Proeven met de baanschrijver ("trackplotter"). Bij beide systemen is het mogelijk de vaarweg te laten registreren met een zogenaamde "trackplotter" (baanschrijver). Om de nauwkeurigheid van dit toestel te toetsen zijn proeven ermee verricht op 20 januari 1972 op het traject Vlissingen-Breskens en op kleinere schaal op 28 januari in vak O3, o.o.s. in de veerhaven te Perkpolder. Voor Sea-Fix is daarbij gebruik gemaakt van type 8991, ^{met instelbare meetdriehoek der paken} waarbij de kaart van de rivier, waarop de vaarweg wordt geregistreerd, weinig vervormd op schaal het riviergedeelte en de oevers benevens het berekende net aangeeft. Voor Toran is een baanschrijver type T5 gebruikt; het net voor het betrokken riviergedeelte is op de daarbij behorende kaart vervormd tot een rechthoekennet, waardoor het gebied en zijn oevers vertekend zijn.

Ten slotte verdient nog vermelding dat bij de registratie door de tweepensschrijvers voor Sea-Fix zich nog een complicatie voordoet. In tegenstelling tot de schrijvers voor Toran had de Sea-Fix schrijver aan boord van de Zwake een faseverschilaanwijzing, die op het registratiepapier niet lineair, maar sinusoidaal met het feitelijke faseverschil verliep. Dit bemoeilijkte de aflezingen voor faseverschillen groter dan 10 centilanen aanzienlijk. ~~Voor de tweepensschrijver bij de Sea-Fix verklikker te Hoedekenskerke gold eveneens het zelfde.~~

4.4. De samenwerking met de leveranciers.

Voor met de proefmetingen werd begonnen is uitvoerig overleg gevoerd met de leveranciers. Daarbij was o.a. overeengekomen dat na de installatie der ketens alle metingen, registraties enz. met de apparatuur door de Studiedienst Vlissingen zouden worden gedaan en verzorgd. De leveranciers zouden alleen waar nodig bijstand verlenen om een goede werking der apparatuur te verzekeren en in die gevallen de Studiedienst tijdig van hun komst op de hoogte stellen en inlichten over de verrichte werkzaamheden.

Radio Holland heeft zich stipt aan deze afspraak gehouden en de samenwerking met deze maatschappij liet niets te wensen over. De contacten met I.N.A. N.V. daarentegen verliepen nadat de Sea-Fix keten was geïnstalleerd, wat minder soepel. Deze installatie kwam overigens met een vertraging van enkele weken t.o.v. het aanvankelijk beraamde tijdstip tot stand doordat de Sea-Fix apparatuur eerst gebruikt was bij een bestortingsproef in de Oosterschelde. Nadat op 8 december 1971 de antennes te Koudekerke en in de Anna Mariapolder waren opgericht kwam de keten op 13 december "in de lucht". Daarna ontstonden enkele misverstanden omdat de vertegenwoordigers van I.N.A. zich soms onaangekondigd bij de ontvangers vervoegden en bij andere gelegenheden de dienst niet tijdig van hun komst verwittigden. Hierdoor was het personeel belast met de leiding der metingen een aantal malen niet aanwezig bij deze bezoeken; ook kon dezerzijds niet in alle gevallen wel een helder inzicht worden verkregen in de aard der verrichte handelingen.

Resultaten van de metingen

Hoofdst. 5 SITKOMSTEN VAN HET VERGELIJKEND ONDERZOEK.

5.1 Patroonmetingen.

Zoals in par. 3.4 uiteengezet zal het berekende kaartpatroon als gevolg van de toegepaste stylering afwijken van het feitelijke patroon. Patroon- of ijkmetingen hebben ten doel voor de onderscheidene gedeelten van het werkgebied vast te stellen

- welke correcties -

welke correcties ("locale patrooncorrecties") het berekende patroon moet ondergaan om de gemiddelde toestand weer te geven, en wat de veranderlijkheid van het verbeterde kaartpatroon is. Voor de beoordeling van een keten op haar geschiktheid zijn de belangrijkste factoren de homogeniteit der locale patrooncorrecties en de stabiliteit van het net (naarmate de locale patrooncorrecties op korte afstand minder snel wisselen zijn zij homogener). De stabiliteit is (naar in par. 4.3 is uiteengezet) onder andere afhankelijk van de invloed der droogvellingen; de hierdoor teweeggebrachte verschillen ^{houden} ~~blijven~~ volgens de oriënterende berekeningen voor de Sea-Fix -met de (wat afwijkende) frequentie $f = 2,85$ MHz (par. 3.4, bl. 14) - vrijwel beperkt tot 2 centilanen voor de westelijke bundel (bijlagen 4 en 5), terwijl zij voor de oostelijke bundel in het oostelijk deel der Westerschelde oplopen tot 4 centilanen (bijl. 6 en 7). Deze maten komen per bundel neer op afstanden van ongeveer 4 m (gevolg van de verschillen in laanbreedten van het net -bijl. 8 en 9, berekend voor $f = 2,8835$ MHz-).

De invloed der droogvellingen is nu nagegaan door middel van de stabiliteitsmetingen (par. 5.2); de eigenlijke ijkmetingen zijn verricht ongeacht de waterstand -in verband met de beschikbare periode voor deze metingen, de korte werkdagen, de beperkingen van de zendtijd enz. was er in dit opzicht trouwens geen keus. Per positieplaats zijn 3 metingen met telkens één minuut tussentijd gedaan; daar dit in verreweg de meeste gevallen voor beide ketens gelijktijdig geschiedde bieden zij goed vergelijkingsmateriaal.

De ijkmetingen zijn alleen uitgevoerd voor de aanvankelijk toegewezen frequenties; de uitkomsten ervan treft men aan op de bijlagen 13 en 14 voor de Sea-Fix-keten en op de bijlagen 15 en 16 voor de Toran-keten. Op deze bijlagen staat per meetpunt het gemiddelde voor de drie metingen, terwijl daarbij staat aangegeven indien de waarnemingen zijn verricht bij standen beneden N.A.P.-1 m of bij standen boven N.A.P.+1 m. Voor de vakken O1 en O6 zijn na overleg met de Meetkundige Dienst achtereenvolgens zeven en drie meetposities buiten beschouwing gelaten; van deze meetplaatsen

Doelsapde bylagen is *Thiostere* is, vertonen de
patron afwijkingen een vrij grillig beeld
Het is in de praktijk gebruikelijk voor een bepaald
gebied - bv. een loodingsblad - een gemiddelde correctie
te hanteren.

Volgt men deze handelswijze en tabelleert men de
overblijvende verschillen, uitgedrukt in meters dan ontstaat
bijk. 36.

Uit deze bylage blijkt dat de percentages van de overblijvende
verschillen voor het *Foran*-systeem over het algemeen groter
zijn dan die voor het *Seafix* systeem.

Arwijf controle op de juistheid van plaats bepaling
niet mogelijk was daar
weken de waarden sterk af van de overige, ~~het echter gevolg van~~
~~zijn geweest van het feit dat~~ voor deze punten de positie vanaf
de wal slechts met twee theodolieten is ingemeten. In vak 03 zijn
(in het Middelgat) voor de Toran-keten negen ijkmetingen meer ver-
richt dan voor de Sea-Fix-keten, gevolg van de omstandigheid dat
de eerstgenoemde keten eerder operationeel was dan de tweede.

→ Voor elk der twee ketens zijn dus per meetpunt twee
afwijkingen gevonden, die tot meters herleid en vervolgens vec-
teriëel opgeteld moeten worden om de totale afwijking te verkrij-
gen; de gelijke doch tegengesteld gerichte vector is de lokale
patrooncorrectie van de betreffende keten voor dat meetpunt. Op
de bijlagen 17 en 18 staan deze lokale patrooncorrecties vee-
rriach voor beide ketens getekend (achtereenvolgens voor het wes-
telijk en het oostelijk deel der Westerschelde). ~~Met uitzondering~~
~~van vak 03 waar deze correcties overigens het kleinste zijn~~
~~blijken de vectoren voor Toran vrijwel overal kleiner te zijn~~
~~dan voor Sea-Fix.~~

Op zichzelf is dit gegeven overigens niet van veel be-
lang, terwijl het geen uitsluitsel geeft over de homogeniteit van
beide netten. Om van dit laatste een indruk te krijgen zijn de cor-
recties per vak nader beschouwd. Hiertoe zijn voor elk der beide
ketens per bundel de correcties gemiddeld en de standaardafwij-
kingen bepaald. Men kan nu per keten de assen van een ellips be-
rekenen, waarbinnen zich 68% van alle correcties in dit vak be-
vinden; de berekeningswijze hiervoor is beschreven in lit. 8 (par.
4.10 en 4.11). Deze ellipsen staan per vak ingetekend op de bij-
lagen 17 en 18; hoe groter de lengten van hun assen des te minder
homogeen zijn de lokale patrooncorrecties. Alle betrekken gege-
vens zijn verzameld op bijlage 19 (staat II); zij mogen niet voor
verschillende vakken vergeleken worden omdat de aantallen meet-
punten, hun verdeling over het gebied en de meetomstandigheden
per vak te sterk uiteenlopen. Bovendien is stilzwijgend veronder-
steld dat de correcties per vak en per bundel een stochastische
verzameling vormen; reeds op theoretische gronden lijkt het waar-
schijnlijk dat deze verzamelingen in verschillende mate de normale
verdeling benaderen.

Staat II van bijlage 19 biedt de verklaring van de hiervoor aan de bijlagen 17 en 18 ontleende conclusie: bij Sea-Fix is behalve voor vak 03 de gemiddelde lokale bundelcorrectie voor de ene bundel veel groter dan voor de andere, bij Toran is dit niet of in veel mindere mate het geval. Verder blijkt de homogeniteit der beide ketens voor de vakken 01 t/m 03 vrijwel gelijk, terwijl die voor Sea-Fix in de vakken 04 t/m 06 duidelijk beter is dan voor Toran.

Bij deze conclusies past bepaald wel enig voorbehoud: de gevolgde bewerking is immers zeker niet onberispelijk. Bovendien kan Toran relatief in het nadeel zijn geweest doordat slechts één referentiezonder was geplaatst ook al betekende de lagere frequentie van deze keten relatief enig voordeel t.o.v. de Sea-Fix-keten.

5.2 Stabiliteitsmetingen.

5.2.1 Snelle instabiliteit.

De snelle instabiliteit is volgens par. 4.2 (bl. 21) ^{meteo ionosferische} gevolg van lucht- en ruimte storing (het is overigens niet uitgesloten dat ook enkele andere factoren daarbij nog een rol kunnen spelen, b.v. kosmische straling). In tegenstelling tot de luchtstoring treedt de ^{ionosferische} ruimte storing alleen op bij lage zonnestanden en des nachts (par. 3.4, bl. 12/13); uit dien hoofde heeft het zin bij dit onderwerp onderscheid te maken tussen de "dagmetingen", verricht tussen ong. 09.00 h en ong. 16.00 h (par. 4.1, bl. 19) en de "nachtmetingen".

Voor de dagmetingen bieden de gegevens der patroonmetingen de mogelijkheid per vak een indruk te verkrijgen van de snelle instabiliteit. In ieder meetpunt zijn immers drie metingen in 2 à 3 minuten verricht. Voor elk der twee ketens kunnen dus per meetpunt drie meetverschillen ten opzichte van de gemiddelde waarde worden bepaald, zowel voor de westelijke als voor de oostelijke bundel. Per bundel zijn nu (afzonderlijk voor de Sea-Fix en de Toranketen) alle meetverschillen voor één vak beschouwd als een stochastische verzameling, waarvan vervolgens gemiddelde en standaardafwijking zijn bepaald.

- De gemiddelden -

Deze aflezingen zijn gemiddeld, waarna de standaard afwijking
na de verschilgrootheden (aflezing - gemiddelde) is uitgerekend.
Gemiddelde en standaard afwijking zijn weergegeven op
bijlage ²⁰ 19 staat II

De gemiddelden zijn uiteraard alle vrijwel gelijk aan nul, de standaardafwijkingen zijn verzameld in staat I (kolommen 3 en 4) van bijlage 20; tussen de beide ketens blijken geen verschillen van betekenis te bestaan. In tegenstelling tot staat II van bijlage 19 mogen de vakken in deze tabel wel onderling vergeleken worden; de gegevens hebben uiteraard betrekking op de aanvankelijk toegewezen frequenties (2,8835 MHz voor Sea-Fix, 2,0725 MHz voor Toran).

Tijdens een deel der patroonmetingen zijn ook registraties gemaakt aan de verklikkers. Nag ~~aan~~ is nu of de snelle instabiliteit volgens deze registratie in verband te brengen was met de snelle instabiliteit volgens de patroonmetingen in de vakken 03 en 04. ~~Dit bleek niet mogelijk~~; de registraties voor Toran gaven een maximaal verschil van 2 centilanen, echter zonder een duidelijk correlatief verband met de gelijktijdige waarnemingen aan boord van de Zwake; de snelle instabiliteit volgens de monitorregistraties van Sea-Fix was nul. Dit laatste wijst in de richting van een te grote demping (par. 4.2, bl. 22) der Sea-Fix-schrijvers, wat reeds tijdens de metingen werd vermoed en aanleiding gaf een onderzoek in te stellen naar de registratiefout (par. 3.7).

De snelle instabiliteit overdag is verder onderzocht aan de hand van de ^{monitorregistraties en van de} op ~~verschillende~~ plaatsen in het Westerscheldegebied (bijlage 12) aan boord van de Zwake verzamelde registraties. Van de beschikbare gegevens zijn alleen met elkaar vergeleken de voor overeenkomstige tijdstippen van de dag bepaalde snelle instabiliteit bij vergelijkbare frequenties van beide systemen. Voor de verdere verwerkingen zijn daarbij twee verschillende werkwijzen gevolgd. In 2 gevallen zijn de registraties om de minuut afgelezen (werkwijze B). ~~Bij deze bewerking geeft de gemiddelde waarde de gemiddelde patroonafwijking. Deze grootheid en de standaardafwijking 0 zijn geheel vergelijkbaar met de eerder besproken overeenkomstige grootheden (staat II van bijlage 19).~~ In de overige gevallen zijn per iedere 5 minuten de beide extremen afgelezen; het verschil tussen deze aflezingen is als statistische grootheid behandeld, waarvoor gemiddelde en standaardafwijking 3 zijn berekend (werkwijze A). Deze grootheden bieden wel een goede

~~maatstaf voor de snelle instabiliteit, maar zijn zeker niet zonder meer vergelijkbaar met die van werkwijze B of van staat II van bijlage 19.~~

De uitkomsten van deze bewerkingen zijn verzameld in staat II van bijlage 20; de waarden voor Toran zijn iets gunstiger dan voor Sea-Fix, maar de waarden lopen weinig uiteen en kunnen ^{voor methode B} nog samenhangen met verschillen in tijd t.o.v. hoogwater (kelem 5), en type tij. Door deze verschillen kan ~~namelijk de~~ trage instabiliteit de uitkomsten enigszins beïnvloed hebben; dit kan met name het geval zijn geweest bij de relatief grote verschillen voor Heedekeenskerke.

Het verdient nog vermelding dat de weersomstandigheden tijdens de dagnetingen in het algemeen gunstig waren doordat er weinig of geen buien waren zodat de luchtstoring naar verhouding gering was.

Een vergelijking der beide systemen voor wat betreft de snelle instabiliteit 's nachts biedt een heel ander beeld dan voor de snelle instabiliteit overdag. De Sea-Fix-schrijvers vertonen voor de nachten bij de hoge frequentie namelijk een zeer onrustig beeld, wat tot uitdrukking komt in een zeer brade en moeilijk afleesbare registratieband (vooral voor de westelijke bundel), iets wat tijdens de registraties overdag slechts een enkele maal en dan nog in veel mindere mate voorkwam. De Toranregistraties daarentegen vertonen slechts een iets onrustiger beeld dan overdag en aflezingen ervan zijn heel goed mogelijk. Bijlage 21 ^{bij de hoge frequentie} geeft een kenmerkend beeld van de registraties voor beide systemen. Dit soort Sea-Fix-registraties staat in het algemeen wel aflesing van de extremen voor iedere 5 minuten toe ("werkwijze A"). Alle vergelijkbare grootheden, ter zake van deze soort verwerkingen n.b.t. de snelle instabiliteit 's nachts zijn nu op bijlage 22 voor beide systemen gerangschikt. Voor de westelijke bundel is het verschil zowel in de gemiddelde waarde van de uitslag als in zijn standaardafwijking zeer groot; ook voor de oostelijke bundel is Sea-Fix ongunstiger dan Toran, maar het verschil is veel minder uitgesproken. ~~Het verschil met de overeenkomstige waarden overdag (staat II, bijlage 20) is ook dan nog opmerkelijk.~~ In dit verband zijn overigens er wel op gewezen dat de meetplaats Vlissingen

Seafin?

Gedurende een 2-tal nachten hebben de ^{Seafin?} ontvangers aan boord
~~ontvangers~~ aangeruimd in de haven van Haed...

De verandering in hele lansen is naar alle
waarschijnlijkheden te wijten aan laag periodieke
storing van het trigger-sigitaal

(bij de Keersluisbrug) erg ongunstig was door de extreme ligging, de nabije bebouwing enz. en de nabije aanwezigheid der beweegbare brug.

Aflesing der nachtelijke registraties om de minuut ("werkwijze B") was niet mogelijk voor Sea-Fix, zodat te dien aanzien geen vergelijkend onderzoek mogelijk was.

~~De onbruikbaarheid van het Sea-Fix-systeem met hoge frequentie 's nachts en bij lage zonnestanden is ook op de tellers vastgelegd. Hoewel dit bij operationeel gebruik ten behoeve van hydrometrische werkzaamheden niet zal geschieden zijn de tellers gedurende een tweetal nachten blijven aanstaan en wel aan boord van de in de haven van Hoedekenskerke afgemeerde Zwake. In beide gevallen zijn de tellers bij vertrek der waarnemers 's avonds en bij hun terugkeer 's ochtends afgelezen; deze aflezingen zijn verzameld in het hierna volgende staatje.~~

datum	zon op	zon onder	Aflezingen			Opmerkingen
			te	westel. bundel	oostel. bundel	
12-1-1972		16.53h	16.25h	634,18	117,34	tellers rustig
13-1-1972	08.44h		10.25h	681,17	101,35	
		16.54h	17.00h	634,18	117,35	tellers rustig
14-1-1972	08.44h		09.00h	636,18	119,35	

De laannummers waren 's ochtends enige eenheden tot enige tientallen fout, maar de aanduidingen in centilanen waren juist. ~~Een aanmerkelijke verklaring hiervoor is dat de schommelingen door ruinstoring zeer krachtig waren en herhaaldelijk meer dan een eenheid hebben bedragen.~~

Bij de lage frequentie wordt het beeld bij Sea-Fix veel gunstiger, ~~al~~ ^{echter} voor de westelijke bundel ~~was~~ niet zo gunstig als bij Toran (bijlage 22); voor dit laatste systeem maakt de frequentiekeuze klaarblijkelijk geen noemenswaard verschil uit. Voor de oostelijke bundel ontlopen bij deze frequenties de snelle instabiliteit 's nachts voor deze systemen elkaar niet veel.

5.2.2 Trage instabiliteit.

Ter bepaling van de trage instabiliteit zijn voor zover dit mogelijk was zowel voor Sea-Fix als voor Toran de registraties voor elk der verschillende meetplaatsen (bijl. 12) zo goed mogelijk per frequentie gecombineerd tot 13-uurs registraties. Voor ieder van deze samengestelde registraties is nu per 20 minuten de gemiddelde waarde bepaald en deze grootte is vervolgens statistisch verwerkt. Op bijlage 23 treft men de uitkomsten van deze bewerking aan; het Toran-systeem levert iets gunstiger uitkomsten op, maar het verschil is niet erg groot. Bovendien spelen verschillen in getij-amplituden tijdens de registraties een rol, zodat aan de wat betere uitkomsten voor Toran geen verdere betekenis mag worden gehecht. Op 1 (Sea-Fix) resp. 3 (Toran) plaatsen is de trage instabiliteit voor zowel de hoge als de lage frequentie bepaald; van een duidelijk verschil is geen sprake.

Om de trage instabiliteit ook nog visueel weer te geven zijn voor de meeste gevallen van bijlage 23 de bij de verwerking gebruikte gemiddelde waarden tot vloeiende lijnen gestyleerd. De bewuste grafieken treft men met de opgave der gebruikte registraties aan op bijlage 24.

5.3 Traagheidsmetingen.

Op 18 januari 1972 zijn ter hoogte van de Nol van Ossensse een klein aantal traagheidsmetingen verricht; dit aantal werd beperkt door het weer: door de vorst was het niet doenlijk een groot aantal theodolietwaarnemingen vanaf de wal te doen. De metingen vonden plaats tussen 13.18h en 14.18h, d.w.z. omstreeks half tij (L.W. Hansweert: N.A.P. -3,05 m te 10.50h; H.W.: N.A.P. +2,03 m te 16.35h). In dit gebied zou i.v.m. de haksse snijding der positielijnen een naar verhouding grote traagheidsfout in de ene bundel op indien men een positielijn van de andere bundel volgt (par. 4,3, blz. 23/24); daar de (berekende) positielijnen van het Sea-Fix-net vrijwel evenwijdig lopen met die van het Toran-net kon men gelijktijdig vergelijkbare metingen doen voor beide ketens; de faseverschilmeters zijn fotografisch "afgelezen"

en deze waarden zijn aangehouden. Op bijlage 25 staan de meetgegevens verzameld in staat I en gegroepeerd in staat II. In het betrokken gebied waren de laanbreedten voor Sea-Fix 75 m (westelijke bundel) en 90 m (oostelijke bundel) en voor Teran achtereenvolgens 105 m en 125 m.

De traagheidsfout kan niet rechtstreeks worden gemeten omdat bij de aflezingen ook de locale patroonafwijking een rol speelt (wel is de afleesfout, die daar normaal deel van uitmaakt, hierdoor het fotograferen geëlimineerd).

Om nu de grootte van de traagheidsfout voor b.v. de westelijke bundel na te gaan vaart men een positielijn van de oostelijke bundel met verschillende snelheden en in beide richtingen; voor wat betreft de snelheid kan men onderscheid maken tussen volle kracht, halve kracht, en de relatieve snelheid nul, welk laatste geval zich voordeet als men voor het gekozen voorbeeld een westelijke positielijn volgt. Deze onderscheiding is in staat II van bijlage 25 ook gemaakt; alle afwijkingen vermeld op deze bijlagen zijn gemiddelden voor de betrokken vaarbaan.

Uit staat II (kolommen 7 en 13) kan allereerst worden opge-
maakt dat de veranderingen in de waterstanden geen aanwijsbare invloed hebben gehad gedurende de één uur durende meetperiode (metingen T1, T2, T5 en T6 voor de westelijke bundel, metingen T3, T4 en T7 voor de oostelijke bundel). ~~De gegevens van de 4 regels met de gemiddelden wijzen verder op een lichte tendentie tot toeneming der afwijking indien bij volle kracht i.p.v. in "optellende" in "aftellende" zin wordt gevaren. Voor de westelijke bundel van Sea-Fix geldt voor toenemende snelheid hetzelfde. De tendenties zijn echter zo zwak dat de traagheidsfout voorts-
hands voor beide bundels als klein tot verwaarloosbaar mag worden aangemerkt.~~

5.4. Zendersteringen.

In par. 4.3 onder IV (bl. 24) zijn de proeven beschreven, die op 10 januari 1972 genomen zijn om na te gaan welke invloeden kunstmatige storingen van of nabij de zenders hebben op de registraties der faseverschillen. Bijlage 26 geeft weer de registraties opgenomen aan boord van de in de haven van Heerdekenkerke afgemeerde Zwaks; de eveneens opgenomen registraties aan

de verklikkers op het veerterrein te Hoedekenskerke vertonen hetzelfde beeld. De zenderfrequenties waren dezelfde als bij de traagheidsmetingen; de laanbreedten beliepen bij Sea-Fix 75 m voor de westelijke bundel en 83 m voor de oostelijke bundel en voor Teran 103 m resp. 116 m.

De Sea-Fix registraties vertonen forse uitslagen (maximaal ong. 15 centilanen) bij alle relevante storingen; daarbij zijn die bij storingen van de hoofdzender M voor de oostelijke bundel aanzienlijk geringer dan voor de westelijke bundel.

De Teranregistraties tonen slechts geringe storingen en wel maximaal ongeveer 3 centilanen voor de oostelijke bundel bij de plaatsing van het rasterwerk tegen de antenne (bijlage 34, foto 7) van de centrale focaalzender.

5.5 Plaatselijke patroonverschuivingen door storende objecten.

5.5.1 De drie verschillende soorten proeven naar de plaatselijke invloeden van storende objecten nabij de ontvangers zijn beschreven in par. 4.3 onder V, (bl. 24 en 25). Bij deze metingen lag de Zwake zo rustig mogelijk op stroom ter hoogte van de Nol van Ossnisee; de waarnemingen zijn gedaan tijdens het naderen en verwijderen van 4 zeeschepen met tennages liggende tussen 1950 en 32 726 B.R.T.; bijlage 27 biedt een overzicht van de situatie, de laanbreedten voor dit gebied werden reeds onder 5.3 vermeld.

De uitkomsten der fotografische metingen zijn weergegeven op de bijlagen 28 (westelijke bundel) en 29 (oostelijke bundel). Daaruit blijkt dat de gevoeligheid voor dit soort storingen voor beide systemen in dezelfde orde van grootte ligt. Daarbij dient wel te worden aangetekend dat het niet mogelijk was alle schommelingen van de faseverschilmeters op de voet te volgen. Zo is b.v. de oostelijke bundel van Sea-Fix gaan "glijden" (zgn. "lane-slip"); onmiddellijk nadat dit opgemerkt was is de betrokken teller weer in de oorspronkelijke stand gebracht.

5.5.2 Aan boord van de in de haven van Hoedekenskerke afgemeerde Zwake toonden de registraties voor beide systemen de op bijlage 30 aangegeven uitslagen bij het passeren van zeeschepen door het

Middelgat (afstand eng. 400 m); deze belopen ongeveer 5 centilaaan (voor de laanbreedten zie men par. 5.4). Bij de langdurige (stabiliteits)registraties van de aldaar afgemeerde Zwake treft men herhaaldelijk dit type uitslagen aan; echter waren in geen van die gevallen waarnemers ter plaatse zedat niet kan worden aangetoond dat voorbijvarende zeeschepen de oorzaak zijn geweest hoe waarschijnlijk dat ook is. De verklikker-registraties voor Sea-Fix te Hoedekenskerke vertonen deze uitslagen niet, wellicht ~~gevolg van de reeds eerder (par. 5.2.1) vermelde te sterke dumping.~~ Op bijlage 30 ziet men voorts voor de registratie van 13 januari 1972 nog het "wegebber" der nachtelijke instabiliteit van de westelijke Sea-Fix-bundel.

5.5.3 De meetpositie te Vliasingen was vlak bij de Keersluisbrug; daardoor zijn ook enkele gegevens verzameld over de invloed van het openen van deze brug. Beide systemen token bij de hoge frequenties een geringe afwijking: ongeveer 5 centilaaan voor Sea-Fix en 3 centilaaan voor Teran. Opmerkelijk hierbij was dat de Teran-schrijvers alleen reageerden op de brugbeweging; bij Sea-Fix waren de afwijkingen hoogstwaarschijnlijk aanwezig gedurende iedere gehele periode, waarin de brug zich niet in neergelaten positie bevond. Bij de lage frequenties bleef de afwijking voor Teran laag, voor Sea-Fix daarentegen beliep ze ong. 20 centilaaan voor de westelijke en 10 centilaaan voor de oostelijke bundel; voor ~~Wilde~~ systemen was de afwijking aanwezig voor iedere gehele periode, waarin de brug zich niet in neergelaten positie bevond.

5.6 Afleesfouten

Gelijktijdig met de fotografische opnamen van de faseverschillen tijdens de traagheidsmetingen en de metingen bij passerende zeeschepen (par. 5.3 en 5.5) zijn ook gewone waarnemingen gedaan; de totale periode, die zij in beslag namen, beliep niet meer dan 2 uur. Voor dit beperkte aantal gegevens werden de gemiddelde fouten en de standaardafwijkingen bepaald. De gemiddelde fouten zijn bij benadering gelijk aan nul; de standaardafwijkingen zijn in het hierna volgende tabelletje

De gevonden verschillen zijn overeenkomstig de specificaties van de registratie apparatuur. —

samengevat.

Standaardafwijkingen afleesfout in centilaan.			
	frequentie	westelijke bundels	oostelijke bundels
Sea-Fix	2,8835MHz	1,1	1,0
Toran	1,9006MHz	1,2	0,9

Tussen de standaardafwijkingen van de afleesfouten van Sea-Fix en Toran blijken geen duidelijke verschillen. ~~Vermelding verdient wel dat de waarnemers bij een langdurige waarnemingsperiode de voorkeur geven aan faseverschilmeters van een wijzertype (die bij het Toransysteem zijn toegepast) boven faseverschilmeters van het huilttype (Sea-Fix).~~

5.7 Registratiefouten.

In par. 3.2.1 kwam reeds ter sprake dat de tweepensschrijver van de Sea-Fix-verklikker te Hoedekenskerke de faseverschilmeters (merendeels) niet goed heeft gevolgd. Een nader onderzoek naar deze registratiefouten is voor beide ketens ingesteld aan boord van de Zwake; de opzet van de uitgevoerde proef is beschreven in par. 4.3 onder VII (bl. 26).

Bijlage 31 geeft een grafiek voor beide systemen van het verloop van de aanwijzingen der faseverschilmeters en van de afwijkingen der registraties ten opzichte van deze aanwijzingen. ~~Voor Toran blijken de verschillen kleiner te zijn dan $\frac{1}{2}$ centilaan; voor Sea-Fix daarentegen liepen zij op tot 5 centilaan voor de westelijke bundel en tot $2\frac{1}{2}$ centilaan voor de oostelijke. Deze uitkomsten doen wel de vraag rijzen hoe nauwkeurig de gegevens voor de snelle instabiliteit van het Sea-Fix-net zijn, die bekend zijn aan de hand van registraties (par. 3.2.1; bijlage 20, staat II).~~

~~Overigens wekken de registraties van de Sea-Fix-monitor te Hoedekenskerke de indruk dat de demping van de tweepensschrijver aldaar eerder groter dan kleiner is geweest dan die van de Sea-Fix-recorder aan boord van de Zwake. Op 29 december is wat dit betreft nog een interessante proef genomen. De antenne van de Sea-Fix-verklikker is die dag omstreeks 09.30h losgemaakt van~~

het masiveld en rondgedragen binnen een cirkel met een straal van enige meters. De teller van de westelijke bundel vertoonde daarbij een maximaal verschil van 8 centilanen, die van de oostelijke bundel van 10 centilanen. Alleen de registratie voor de westelijke bundel vertoonde een uitslag en dan nog van minder dan 1 centilaan.

5.8 Baanschrijvermetingen.

Deze proeven kwamen reeds ter sprake in par. 4.3 onder VIII (bl. 26). Van de op 20 januari 1972 geregistreerde vaarbanen zijn de belangrijkste gedeelten gereproduceerd in de vorm van de bijlagen 32 (Sea-Fix) en 33 (Teran). Voor beide systemen is het kaartblad getekend overeenkomstig de berekende netten.

Bij deze proef zijn de havenlichten van de Buitenhaven te Vlissingen als uitgangspunt gekozen. Aan de hand van de op die plaatsen opgemeten stand van de faseverschilmeters is vervolgens voor beide gevallen de pen op het kaartblad geplaatst. De invloed der locale patroonafwijking is hierdoor zo goed mogelijk ondervangen. Bij het varen naar een andere positie kan aldaar enig verschil ontstaan tussen de registratie en de overeenkomstige ingetekende positie op het kaartblad doordat de locale patrooncorrectie voor die positie een wat andere waarde heeft. Bij terugkeer naar het uitgangspunt is het dan optredende verschil op de registratie de sluitfout, die alleen veroorzaakt mag worden door de instabiliteit van het net. Is de sluitfout relatief groot dan is er sprake van een instrumentele fout van de baanschrijver.

Op verzoek van de Provinciale Stoombootdiensten in Zeeland werd het traject Vlissingen-Breskens vier versen gevaren; de registraties hebben betrekking op de vaarwegen nabij en in de havens. ~~De sluitfout bij terugkeer te Vlissingen beliep voor Sea-Fix ongeveer 13 centilanen voor de westelijke bundel en ongeveer 18 centilanen voor de oostelijke bundel (laanbreedten 25 m. resp. 250 m.). Voor Teran beliepen deze sluitfouten beide niet meer dan 2 centilanen bij laanbreedten van achtereenvolgens ong. 100 m en 340 m.~~

Tijdens de proeven bleek dat de situatie op de Sea-Fix platter niet goed was ingetekend. De proef is op 28 jan. nog eens herhaald.

~~Bij de tweede proef op 28 januari (dus na de frequentie-~~
~~wisseling op 25 januari 1972) bleek de baanschrijver van *Ran*~~
~~Sea-Fix wel bevredigende registraties te maken; deze registra-~~
~~ties zijn niet bij de Studiedienst Vlissingen aanwezig en kun-~~
~~nen hier dus niet gereproduceerd worden.~~

5.9 Slotopmerkingen.

Met het ingestelde onderzoek is niet beoogd een volledig beeld te geven van de werking der beide systemen; de opzet was tot een zo goed mogelijke vergelijking te komen binnen een beperkt tijdsbestek. De uitgevoerde proevenreeks heeft hiervoor in het algemeen voldoende vergelijkingsmateriaal opgeleverd. Wel zouden - achteraf gezien - de proeven met zenderstoringen (par. 5.4) beter ook op het referentiestation van Toran betrekken kunnen zijn; het is namelijk ~~niet onaanvaardig~~ dat dit systeem hiervoor gevoeliger is dan voor storingen bij de focaalzenders. Als tweede onvolkomenheid zou men kunnen aanmerken dat voor het Toransysteem slechts één referentie-frequentie is beproefd; dit argument lijkt echter van betrekkelijke waarde te zijn.

Een nog niet genoemde factor is het optreden van storingen aan zender(s) en/of ontvangers, die het verkrijgen van gegevens of bruikbare gegevens onmogelijk maakte. Het hiernavolgende tabelletje geeft daarvan een overzicht.

Overzicht werking instrumenten.

	Sea-Fix	Toran
aantal operationele uren	998 u = 100 %	771 u = 100 %
aantal bruikbare uren	913 u = 91,5%	762 u = 98,8%
aantal onbruikbare uren	85 u = 8,5%	9 u = 1,2%

Uit dit overzicht mag niet worden opgemaakt dat deze percentages ook gelden voor een definitief net van Sea-Fix, resp. Toran. Gelet op de ervaring elders in Nederland moet worden aangenomen dat deze percentages voor een dergelijk Sea-Fix net veel gunstiger zouden komen te liggen dan dit tabelletje aangeeft.

In par. 3.4 (bl. 13 en 14) zijn de berekeningen vermeld, die reeds voor de proefnemingen zijn gemaakt om de invloed van de droogvallingen na te gaan voor een Sea-Fix-keten met $f = 2,85\text{MHz}$, welke frequentie dus iets lager lag dan de later gebruikte. De uitkomsten van deze berekeningen, gemiddeld per ladingvak, kunnen per vak vergeleken worden met de uitkomsten van de patroonmetingen (G) en van de metingen der trage instabiliteit (D), waartoe de desbetreffende standaardafwijkingen gebruikt kunnen worden. Die voor G (patroonmetingen, staat II, bijlage 19) zouden zich hiertoe voor wat betreft de vakken 04 t/m 06 volgens de gegevens van staat I, bijlage 19 het beste moeten lenen; voor de vakken 01 t/m 03 zijn die standaardafwijkingen wellicht iets aan de lage kant. Voor D (trage instabiliteit) staan de gegevens vermeld op bijlage 20 (staat I) en bijlage 33. In de hiernavolgende tabel zijn alle grootheden gerangschikt.

Berekende en gemeten verschillen voor Sea-Fix in centilanen.

Vak	westelijke bundel			oostelijke bundel		
	invloed droogvall. (berekend)	standaardafw. volgens G	D	invloed droogvall. (berekend)	standaardafw. volgens G	D
01	2	5		1	7	
02	3	7	2	2	7	1
03	1	4	1	1	4	1
04	3	5		3	5	
05	2	3		3	4	
06	2	5	1	2	2	2

De berekeningen stemmen goed overeen met de standaardafwijkingen der trage instabiliteit (D)¹⁾. De spreiding in de patroonmetingen is echter veel groter; nu wordt deze behalve door de trage instabiliteit ook bepaald door de snelle instabiliteit en de afleesfout. Daar al deze fouten onafhankelijk van elkaar optreden geldt $\sigma_{\text{tot}}^2 = \sum \sigma^2$. De standaardafwijkingen voor de snelle instabiliteit zijn voor de vakken 01, 02, 03 en 06 ook in

¹⁾ N.B. Men moet uiteraard de berekende waarde vergelijken met het dubbele van de standaardafwijking!

centilaan uit de patroonmetingen berekend. Zij hebben achtereenvolgens de waarden 1,1; 1,3; 1,5 en 1,5 voor de westelijke bundel en 2,7; 1,4; 1,3 en 1,1 voor de oostelijke. De standaardafwijkingen voor de afleesfout zijn 1,1 resp. 1,0 centilaan (westelijke en oostelijke bundel, par. 5.6 bl. 38). Met deze waarden vindt men voor de vakken 01, 02, 03 en 0,6 voor σ tot achtereenvolgens $\sigma = 2;3;2$ en 2 (westelijke bundel) en $\sigma = 3;2;2$ en 2 centilaan (oostelijke bundel). De standaardafwijkingen van de patroonmetingen zijn dus gelet op de relevante foutenbronnen hoog.

Staat I van bijlage 20 geeft ten slotte nog de standaardafwijkingen voor de totale (snelle en trage) instabiliteit en de halve assen der bijbehorende 68%-foutenellipsen in m. Deze gegevens zijn voor Toran (met lage frequentie) als geheel iets gunstiger dan voor Sea-Fix (met hoge frequentie).

Hoofdstuk 6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

De Studiedienst Vliissingen is o.a. belast met het regelmatig opnemen van de gehele Westerschelde; bovendien worden van een groot aantal riviergedeelten detailopnemingen gemaakt. Het overgrote deel van deze peilingen geschiedt op terrestrische raaiemstelsels. Doordat de Westerscheldedijken geleidelijk aan op Deltasterkte worden gebracht ondervindt dit peilen op bepaalde riviergedeelten in toenemende mate moeilijkheden. Een mogelijkheid deze optimaal te ondervangen leek aanwezig door over te stappen op een zeer nauwkeurig radioplaatsbepalingssysteem voor de Westerschelde. Een dergelijk systeem ~~is hoogfrequent~~ biedt enkele belangrijke nevenvoordelen, b.v. op het gebied van het automatiseren van het ladingwerk. Bovendien zou het goed bruikbaar zijn voor stroomdrijvingen en voor geheel andere doeleinden zoals de werkzaamheden van de Rijkshavendienst, het Loodswezen (betonning) en de Provinciale Stoombootdiensten in Zeeland (veerdiensten) en voor de onderhoudsbaggerwerkzaamheden, die sinds enige jaren ook 's nachts worden uitgevoerd. Ook met het oog op de voorgenomen grote werken in het oostelijk deel der Westerschelde is een nauwkeurig plaatsbepalingssysteem van groot belang.

Om de mogelijkheden van een dergelijk systeem na te gaan zijn na overleg met de onderscheidene belanghebbende diensten in de periode november 1971 tot en met januari 1972 een groot aantal vergelijkende proeven op de Westerschelde gedaan met twee voor het beoogde doel in aanmerking komende hoogfrequentie systemen te weten het Engelse Sea-Fix-systeem van Decca en het Franse Toransysteem van Sercel. De meetwerkzaamheden zijn verricht door de Meetkundige Dienst en de Studiedienst Vliissingen; laatstgenoemde dienst belaste zich ook met een verdere bewerking der meetuitkomsten. In deze nota wordt verslag uitgebracht zowel van de metingen als van de bevindingen van het onderzoek.

Nadat in het inleidende hoofdstuk 1 de algemene probleemstelling is geschetst is in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven van de thans beschikbare radioplaatsbepalingssystemen en gemotiveerd waarom van al deze systemen alleen Sea-Fix en Toran voor een nader onderzoek in aanmerking komen.

~~Beide systemen berusten op het meten van het faseverschil tussen twee op elkaar afgestemde zenders.~~ Hoofdstuk 3 begint met de afleiding van de hoofdvergelijking voor de faseverschilmeting (par. 3.1); de oplossing ^{en de daarmee samenhangende systeemopbouw} dezer vergelijking ^{geschiedt bij de twee systemen op twee geheel verschillende manieren, die beide schets} ~~geschiedt bij de twee systemen op twee geheel verschillende manieren, die beide schets~~ ^{beschreven in H 3.2 en 3.3} ~~natiesch zijn weergegeven op bijlage 2.~~

Bij Sea-Fix zendt de hoofdzender ("master") eerst een start-signaal uit gevolgd door een hoofd- of meetsignaal, waarop de volgzender ("slave") eveneens een meetsignaal uitzendt, maar met een vastgesteld faseverschil t.o.v. het mastermeetsignaal. Doordat de frequentie ^{van hoofd- ~~meet~~ signaal bekend ^{is} zijn}, is hiermee in beginsel de hoofdvergelijking opgelost (par. 3.2), d.w.z. dat de meetkundige plaats berekend kan worden van alle punten waar de meetsignalen der twee zenders een zeker constant faseverschil hebben. Deze meetkundige plaats is een hyperbool of positielijn; door de twee zenders wordt een bundel van deze hyperbolen vastgelegd.

Bij Toran werken de twee zenders gelijktijdig, doch met een klein frequentieverschil f' ; een speciaal vast referentiestation meet het faseverschil der twee zenders en zendt dit signaal met

frequentie f' weer uit en wel gemoduleerd op een draaggolf met een afzonderlijke frequentie, de referentiefrequentie, die men geheel vrij kan kiezen. Een ontvanger ontvangt dus golven van beide zenders ~~in~~ van het referentiestation; hij vergelijkt nu het gemeten faseverschil met het referentiesignaal, waarmee in beginsel de hiervoor genoemde hoofdvergelijking is opgelost (par. 3.3). Ook bij dit systeem leggen de twee zenders een bundel hyperbolen vast.

Bij beide systemen worden door toepassing van twee combinaties van ~~twee~~ zenders twee bundels hyperbolen bepaald. Ieder punt in het werkgebied bevindt zich hierdoor met grote benadering op een snijpunt van twee positielijnen, die genummerd worden tot in honderdsten (van een laan). Deze nummers kunnen op tellers (Sea-Fix) of op tellers en wijzers (Toran) worden afgelezen.

Verder behandelt hoofdstuk 3 de fouten, die ~~met~~ ^{by} deze hoogfrequente ~~systemen bij de plaatsbepaling gemaakt kunnen worden~~ ^{plaatsbepalings-} ^{voorkomen} (par. 3.4 en 3.5). Voor het onderzoek van belang zijn de

- afleesfouten bij het visueel waarnemen der faseverschillen;
- traagheidsfouten, die alleen kunnen optreden als het schip tijdens de waarnemingen vaart;
- fouten ^{in de fase-meting} door atmosferische storingen, te onderscheiden in
 - luchtstoring door statische electriciteit van de lucht en ruimtestoring door terugkaatsing van de radiogolven vanaf grote hoogte;
- fouten door veranderingen der geografische bodemgesteldheid doordat radiogolven zich boven land met een iets lagere snelheid voortplanten dan boven water. Hierdoor ondergaat het hyperbolennet veranderingen tijdens een getijperiode door het onderlopen en droogvallen van platen;
- fouten ten gevolge van storingen van zender(s) en/of ontvangers door uitwendige oorzaken.

Luchtstoring treedt met name op bij buien en dat vooral 's zomers, ruimtestoring is van belang bij lage zonnestanden en 's nachts. Samen veroorzaken zij de zogenaamde snelle instabiliteit; de trage instabiliteit (met een periode van 13 uur) wordt veroorzaakt door de waterstandsveranderingen ten gevolge van het getij.

Bij de oprichting van een keten wordt een net berekend, in den regel met één voortplantingsnelheid. Dit berekende net zal op een willekeurige plaats in het algemeen niet samenvallen met het net voor de feitelijk aanwezige gemiddelde toestand. De verschillen zijn de zogenaamde locale patroonafwijkingen. Bij metingen vindt men een veranderlijkheid van de gemeten afwijkingen naar plaats en tijd; ~~(in verband hiermee zijn bij de verrichte bewerkingen veelvuldig gemiddelden en standaardafwijkingen bepaald.)~~ ?

De eigenlijke metingen komen uitvoerig ter sprake in hoofdstuk 4. ~~Voor beide systemen zijn drie zenders gebruikt, die paarsgewijze bij elkaar werden geplaatst; De posities der zenders en van het ene opgerichte referentiestation voor Toran staan aangegeven op o.a. de bijlagen 4 t/m 7. In dit verband verdient vermelding dat één referentiestation voor de gehele Westerschelde het volstrekte minimum is: voor een definitieve Toran keten voor dit werkgebied zouden naar het oordeel van de leverancier meer van deze stations nodig zijn.~~

De meeste proeven zijn genomen met voor Sea-Fix een relatief hoge frequentie, t.w. $f \approx 2,9$ MHz, en voor Toran een relatief lage ($f \approx 2,1$ MHz); de bijbehorende berekende netten zijn weergegeven op de bijlagen 8 en 9, resp. 10 en 11. ~~Daar deze keuze in het nadeel van Sea-Fix zou kunnen zijn geweest~~ ^{zijn} Aan het einde der meetperiode ^{zijn} nog metingen verricht met achtereenvolgens $f \approx 1,9$ MHz en $f \approx 2,9$ MHz; nadere bijzonderheden van de plaatsen, frequenties enz. der installaties treft men aan op bijlage 35.

De nauwkeurige positiebepaling te water van de ontvangers is vanaf de wal verricht door de Meetkundige Dienst en deze waarden zijn als referentiewaarden aangehouden. Het meetprogramma en de uitvoering der metingen zijn toegelicht in par. 4.2 en 4.3; er is onderscheid gemaakt tussen 8 typen metingen. Voor deze typen, de daarbij van belang zijnde factoren en een overzicht der verrichte metingen raadplege men eveneens bijlage 35.

De uitkomsten van het ingestelde onderzoek zijn uitvoerig besproken in hoofdstuk 5, waarin voor de uitkomsten der verwerkingen en registraties verwezen wordt naar de bijlagen 13 t/m 33. ~~De bevindingen van dit hoofdstuk kunnen worden samengevat in~~

Deze resultaten kunnen als volgt kort worden samengevat

de volgende conclusies (de nummering van deze conclusies sluit aan op de paragrafennummering van hoofdstuk 5; ~~con-~~
~~clusie~~ III volgt dus uit par. 5.3 enz.).

I. ~~Conclusie I: Betreffende Resultate van de patroonmetingen~~

A. De totale (vectoriële) correctie in meters op het berekende Sea-Fix-net was op de meeste plaatsen groter dan de vectoriële correctie op het berekende Torannet.

B. Gemiddeld over een geheel vak is de spreiding der correcties in de vakken 01 t/m 03 voor beide systemen gelijk, in de vakken 04 t/m 06 echter voor Toran groter dan voor Sea-Fix.

In laatstgenoemde vakken is het Sea-Fix net dus homogener dan het Torannet, wat wellicht samenhangt met het gebruik van slechts één referentiestation. Afbeeldingen van alle totale correcties en van de zgn. 68%-foutenellipsen per vak treft men aan op de bijlagen 17 en 18; alle gegevens hebben betrekking op de dagenstandigheden, de relatief hoge frequentie voor Sea-Fix en de relatief lage frequentie voor Toran. Op zichzelf is de volstrekte waarde der totale correctie overigens niet van veel belang, aangezien zij in elk geval opgemeten moet worden na de oprichting van een keten en zij afhankelijk is van de plaats der zenders en de toegepaste frequentie.

Conclusie II.1:

A. Volgens de patroonmetingen ontlopen overdag de snelle instabiliteiten per vak elkaar voor beide ketens niet veel; hun standaardafwijkingen liggen overwegend tussen 1 en 1,5 m met enkele uitschieters (tot max. 3,1 m; staat I, bijl. 20).

B. ~~De~~ Volgens registraties op vaste (lig)plaatsen is er voor wat betreft de snelle instabiliteit overdag geen duidelijk verschil tussen beide systemen bij vergelijkbare frequenties terwijl de frequentiehoogte geen aanwijsbare invloed heeft (staat II, bijl. 20).

C. De snelle instabiliteit 's nachts is bij de hoge frequentie voor de Sea-Fix keten zeer veel groter geweest dan voor Toran; dit geldt het meest uitgesproken voor de westelijke bundel. Bij de lage frequenties wordt het beeld voor

Sea-Fix volgens de registraties aanzienlijk gunstiger, echter nog niet zo gunstig, als voor Toran, dat weinig of geen invloed ondervond van de frequentie-verandering (bijl. 22).

D. Het Sea-Fix-net met de hoge frequentie moet bij lage zonnestanden en des nachts als niet bruikbaar worden gekenschetst, het Torannet was onder die omstandigheden wel bruikbaar.

Conclusie II.2:

Volgens de registraties is de trage instabiliteit voor Toran iets gunstiger dan voor Sea-Fix, maar het verschil is geen factor van betekenis. De keuze der frequenties is op de trage instabiliteit niet van invloed (bijl. 22 en 23).

Conclusie III:

De traagheidsfout lijkt voor beide systemen klein tot verwaarloosbaar.

Conclusie IV:

De Sea-Fix-registraties waren zeer gevoelig voor kunstmatige storingen bij de zenders, de Toranregistraties aanzienlijk minder gevoelig voor dezelfde storingen bij de focaalzenders (bijl. 26). Echter zijn deze storingen niet aangebracht bij het referentiestation, hoewel het niet uitgesloten is dat het Toran-systeem daarvoor het gevoeligste is.

Conclusie V:

Volgens de registraties zijn beide systemen even gevoelig zowel voor de storing van nabij voorbijvarende schepen (bijl. 28 en 29) als voor de storing van op enige honderden meters passerende zeeschepen (bijl. 30). Ten opzichte van op korte afstand aanwezige relatief kleine stalen massa's is op een stilliggend schip het Toran-systeem duidelijk ongevoeliger dan het Sea-Fix-systeem.

Conclusie VI:

De afleesfouten bij lopende faseverschilometers voor beide bundels bedragen zowel voor Sea-Fix als voor Toran ongeveer 1 centilaan per bundel.

Conclusie VII:

Uit afzonderlijke proeven is gebleken dat de registratie-apparatuur van Sea-Fix aan boord van de Zwake duidelijk minder snel reageert dan de tellers; voor Toran is het verschil met de meteraanwijzingen verwaarloosbaar (bijl. 31).

De bevindingen, samengevat in conclusie VII betekenen dat de voorgaande conclusies II.1B, II.1C, II.2, IV en V, alle gegrond op registraties, voor Sea-Fix te gunstig kunnen zijn voor normaal operationeel gebruik. De mate, waarin dit het geval zou kunnen zijn is echter niet aan te geven.

Conclusie VIII:

Ofschoon de eerste baanschrijverproeven voor Sea-Fix ongunstiger verliepen dan voor Toran is er geen reden aan te nemen dat in dit opzicht het ene systeem betere resultaten oplevert dan het andere.

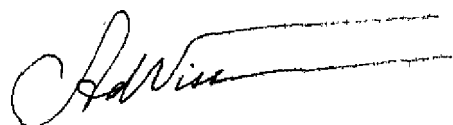
Conclusie IX:

A. Hetwel de Sea-Fix-keten aanzienlijk meer instrumentele storingen had dan de Toranketen mag op grond van ervaringen elders in Nederland bepaald niet worden aangenomen dat deze uitkomsten voor wat betreft Sea-Fix representatief zijn.

B. De standaardafwijkingen per vak volgens de patroonmetingen voor Sea-Fix waren groter dan zou volgen uit de standaardafwijkingen der afzonderlijke foutenbronnen. De trage instabiliteit stemt goed overeen met de berekende invloed der droogvalingen.

Op de hiernavolgende literatuuropgave en de lijst van bijlagen volgt nog een lijst van de gebruikte Nederlandse benamingen.

De ingenieur 1^e klasse,



(ir. A. de Visser)

De Hoofdingenieur "A",



(Ir. J. van Malde)

Vlissingen, juli 1972.

LIJST VAN GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

- lit. 1 F.E. Terman: Radio Engineers' Handbook (1950).
- lit. 2 N.N.: Radio Aids to maritime navigation and hydrography. International Hydrographic Bureau, Monaco. Special Publication 39 (1965).
- lit. 3 J.Th. Verstelle: Vergelijkende beschouwingen over Hi-Fix en Toran (1965).
- lit. 4 M.L. Wijvekate: Verklarende Statistiek. Auls 39 (1967).
- lit. 5 G. Zieleman: Resultaten Sea-Fix metingen ten behoeve van Rijkswaterstaat Hoorn (Westelijke Waddenzee) I.N.A. (1969).
- lit. 6 G. Zieleman: Oriënterende Hi-Fix proefnemingen in het Westerscheldegebied I.N.A. (1970).
- lit. 7 M.J. Moroney: Facts from figures. Penguin Book (1970).
- lit. 8 A. de Visser: De Decca Delta Keten, haar operationele nauwkeurigheid op de Westerschelde en in het aangrenzende kustgebied. Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, Nota 70.2. (1971).
- lit. 9 H.Ph. van der Schaaf: Positiepatronen in het Waddengebied. De Ingenieur nr. 46 -1971.
- lit.10 H.Ph. van der Schaaf: Systems for automatic computation and plotting of position fixing patterns. Rijkswaterstaat Communications nr. 13 (1972).
- lit.11 A. de Visser e.o.: Onderzoek naar de operationele nauwkeurigheid van de terrestrische plaatsbepaling op de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, Nota.72.3 (verschijnt najaar 1972).
- lit.12 F.A.J. Minneboo: De Decca Verstelle Keten. Beschouwingen over de operationele nauwkeurigheid op de Westerschelde en in het aangrenzende mondingsgebied. Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, Nota 72.6 (verschijnt najaar 1972).

- lit. 13 G. Zieleman: Onderzoekingen naar de mogelijkheid de bestaande Sea-Fix Hoorn Chain uit te breiden met een vierde slave aan de westkust van Noord-Holland. I.N.A. (1972).
- lit. 14 G. Zieleman en L.H. van Opstal: Geometrical and mathematical properties of a modified hyperbolic pattern (concept).

Voorts zijn documentatie over de diverse systemen, verstrekt door de betreffende vertegenwoordigers, geraadpleegd.

Staat van bijlagen behorende bij nota 72.7.

Bijlage nrs.	Omschrijving	for- maat	stamboek nrs.
1	Overzicht radio-plaatsbepalings- systemen.	A2	72.401
2	Schema's Sea-Fix- en Toranketten.	A2	72.402
3	Veldsterkte bodem- en ruimtegolf voor $f = 3$ MHz.	A1	72.403
4	Berekende patroonafwijkingen bij H.W. westelijke bundel Sea-Fix, $f = 2,85$ MHz.	A3	72.404
5	Berekende patroonafwijkingen bij L.W. westelijke bundel Sea-Fix, $f = 2,85$ MHz.	A3	72.405
6	Berekende patroonafwijkingen bij H.W. oostelijke bundel Sea-Fix, $f = 2,85$ MHz.	A3	72.406
7	Berekende patroonafwijkingen bij L.W. oostelijke bundel Sea-Fix, $f = 2,85$ MHz.	A3	72.407
8	Westerschelde-westelijk deel (Vak B). Kaartpatroon Sea-Fix keten.	B5	72.408
9	Westerschelde-oostelijk deel (Vak A). Kaartpatroon Sea-Fix keten.	B5	72.409
10	Westerschelde-westelijk deel (Vak B). Kaartpatroon Toran Ketten.	B5	72.410
11	Westerschelde-oostelijk deel (Vak A). Kaartpatroon Toran keten.	B5	72.411
12	Plaatsen stabiliteitsmetingen Sea- Fix- en Toranketten (26 nov. 1971- 31 jan. 1972)	A3	72.412

(vervolg)

Bijlage nrs.	Omschrijving	for- maat	stamboek nrs.
13	Gemeten gemiddelde patroonafwij- kingen Sea-Fix- westelijke bundel. MS _W .	A3	72.413
14	Gemeten gemiddelde patroonafwij- kingen Sea-Fix - oostelijke bundel MS _O .	A3	72.414
15	Gemeten gemiddelde patroonafwij- kingen Toran- westelijke bundel Z _c Z _w .	A3	72.415
16	Gemeten gemiddelde patroonafwij- kingen Toran- oostelijke bundel Z _c Z _o .	A3	72.416
17	Westerschelde-Westelijk deel. Patrooncorrecties voor Sea-Fix en Toran.	B5	72.417
18	Westerschelde-oostelijk deel. Patrooncorrecties voor Sea-Fix en Toran.	B5	72.418
19	Gegevens en uitkomsten patroonme- tingen.	A2	72.419
20	Snelle (overdag) en trage instabi- liteit.	A2	72.420
21	Snelle instabiliteit bij nacht te Breskens.	B2	72.421
22	Snelle instabiliteit bij nacht.	B2	72.422
23	Trage instabiliteit.	A1	72.423
24	Trage instabiliteit	B2 [*]	72.424
25	Gegevens traagheidsmetingen	A2	72.425

(vervolg)

Bijlage nrs.	Omschrijving	formaat	stamboek- nrs.
26	Registraties bij zenderstoringen 10 jan. 1972 (Metingen aan boord van Zwake).	A2	72.426
27	Situatie metingen bij passerende zeeschepen.	A1	72.427
28	Afwijkingen westelijke bundel in omgeving van zeeschepen.	A2	72.428
29	Afwijkingen oostelijke bundel in omgeving van zeeschepen.	A2	72.429
30	Invloed op afstand passerende zeeschepen (Hoedekenskerke).	A2	72.430
31	Registratiefouten tweepensschrij- vers.	A2	72.431
32	Registratie Sea-Fix-baanschrijver Vlissingen-Breskens d.d. 20 janu- ari 1972, f = 2,8835 MHz.	A3	72.432
33	Registratie Toran-baanschrijver Vlissingen Breskens d.d. 20 jan. 1972, f = 2,0725 MHz.	A3	72.433
34	Fotoreportage.	A3	72.434
35	Algemene gegevens ketens en me- tingen.	A3	72.435

Lijst van Nederlandstalige benamingen.

<u>Nederlands:</u>	<u>Engels:</u>	<u>Frans:</u>
baanschrijver	trackplotter	traceur de route
bodemgolf	groundwave	-
bundel	-	-
drift	reference	-
faseverschilmeter	phasemeter	phasemètre
focaalzender	focal-transmitter	émetteur-foyer
glijden	lane-slip	-
golflengte	wave length	longueur d'onde
hoofdzender	master	-
keten	chain	chaîne
laan, centilaan	lane, centilane	chenal
landpad, waterpad	land-path, water-path	-
lineariteitsafwijking	-	-
luchtstering	static	-
net	-	-
nul-hyperbool	-	-
ontvanger	receiver	récepteur
patroon	pattern	réseau
(patroon)verklikker	monitor	-
positielijn	hyperbolic-line	ligne hyperbolique
referentiestation, aard- mat	compensation- receiving station	station réceptrice de compensation
registratie	recording	enregistrement
ruimte-golf	sky-wave	onde de ciel
ruimtestoring	sky-wave-effect	-
ruis	-	-
(signaal) pad	propagation-path	route de propagation
snelle instabiliteit	short-term insta- bility	instabilité rapide
startsignaal	trigger	-
synchronisatie-constante	-	-
traagheidsfout	-	-
trage instabiliteit	long-term instabi- bility	instabilité lente
twee pensschrijver	recorder	récordeur
volgzender	slave	-

(vervolg)

Nederlands:

Engels:

Frans:

voortplantingsnelheid	propagation velocity	propagation des ondes
zendcyclus	time-sharing	-
zender	transmitter	émetteur
zwevingsfrequentie	beatfrequency	-