RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

Nota 73.3.
met 20 bijlagen.

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN EEN SEA-FIX- EN EEN TORAN-KETEN VOOR PLAATSBEPALING OP DE WESTERSCHELDE

Vlissingen, april 1973.

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31 -
4338 PG middelburg

INHOUD:

par. 1	Inleiding	bladz.	1
par. 2	Beknopte beschrijving van het Sea-Fix- en het Toransysteem	"	2
	2.1 Het Sea-Fixsysteem	"	2
	2.2 Het Toransysteem	"	3
	2.3 Invloed van de voortplantingssnelheid der radiogolven op het patroon der beide systemen	"	5
par. 3	Opstelling van de zenders en beoordeling van het kaartpatroon voor beide plaatsbepalingssystemen	"	6
par. 4	De patrooncorrecties t.g.v. de geografie	"	8
par. 5	De trage instabiliteit	"	11
	5.1 De trage instabiliteit t.g.v. de getijwerking	"	11
	5.2 De trage instabiliteit t.g.v. weers- en seizoeninvloeden	"	13
par. 6	De kans op storingen	"	15
par. 7	Prijzen	"	16
par. 8	Samenvatting en beoordeling van de belangrijkste punten	"	19
par. 9	Conclusies	"	22
Lijst van geraadpleegde literatuur		"	24
Lijst van bijlagen		"	25

VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN EEN SEA-FIX- EN EEN TORANKETEN VOOR PLAATSBEPALING OP DE WESTERSCHELDE.

par. 1 INLEIDING

In nota 72.7 van de Studiedienst Vlissingen (lit. 1) is verslag uitgebracht van een onderzoek naar een geschikt plaatsbepalingssysteem voor de Westerschelde. Hierin werd de conclusie getrokken dat hiervoor twee radioplaatsbepalingssystemen in aanmerking komen n.l. Sea-Fix en Toran. Met beide systemen werden in de periode 26 november 1971 t/m 31 januari 1972 op de Westerschelde proeven genomen. Deze proeven zijn eveneens beschreven in lit. 1; de opstelling der zenders gedurende deze proeven is weergegeven op bijlage 1 van deze nota.

Voor het bepalen van een voorkeur voor één der beide systemen als radioplaatsbepalingssysteem voor de Westerschelde kan niet uitsluitend worden afgegaan op de uitkomsten van deze proeven. Dit komt ondermeer doordat de kwaliteit van een radioplaatsbepalingssysteem niet alleen afhankelijk is van de gebruikte apparatuur en de zendfrequentie, maar tevens in sterke mate van de opstelling der zenders. Deze opstelling is voor de definitieve Westerscheldeketen anders dan de opstelling gedurende de proeven.

In deze nota wordt een voorkeur bepaald voor een der beide radioplaatsbepalingssystemen. Daartoe werd eerst zowel voor een Sea-Fixketen als voor een Toranketen de meest geschikte zenderopstelling bepaald, waarna beide ketens werden beoordeeld. Op deze inleiding volgt hiertoe een benopte beschrijving van de werking van het Sea-Fix- en van het Toransysteem (par. 2), waarbij de nadruk vooral ligt op de verschillen tussen beide systemen. In par. 3 wordt de geschiktste zenderopstelling voor een Sea-Fixketen en voor een Toranketen bepaald. De kwaliteit van elk der ketens is vervolgens beoordeeld op grond van de te verwachten patrooncorrecties t.g.v. de geografie (par. 4), de trage instabiliteit t.g.v. getijwerking (par. 5.1), weers- en seizoeninvloeden (par. 5.2) en de kans op storingen (par. 6).

- In par. 7 -

In par. 7 worden de kosten van elk der ketens besproken en wordt tevens aandacht besteed aan concurrentieoverwegingen. De nota besluit met een samenvatting, een beoordeling van de belangrijkste factoren (par. 8) en de conclusies t.a.v. het meest geschikte radioplaatsbepalingssysteem voor de Westerschelde (par. 9). Hierop volgen dan nog een lijst van geraadpleegde literatuur en een lijst van de bijlagen.

par. 2 BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN HET SEA-FIX- EN HET TORAN-SYSTEEM.

Voor een min of meer uitgebreide beschrijving van de werking der beide systemen, alsmede voor de definities van begrippen als patroon, laan e.d. wordt hier kortheidshalve verwezen naar lit. 1. In het kader van deze nota zijn met name de belangrijkste verschillen tussen beide systemen interessant en deze worden derhalve hier besproken.

2.1 Het Sea-Fixsysteem.

Alle zenders van het Sea-Fixsysteem zenden achtereenvolgens op eenzelfde frequentie volgens een vaste volgorde of zendcyclus waardoor herkenning van de herkomst der meetsignalen mogelijk is. De hoofdzender geeft aan het begin van de zendcyclus een startsignaal waarvan de frequentie 60 Hz lager ligt dan de frequentie der meetsignalen. De benodigde bandbreedte voor het systeem bedraagt derhalve ongeveer 60 Hz. Na een pauze zendt de hoofdzender vervolgens het meetsignaal uit. Dit meetsignaal wordt bij de volgzenders door de ingebouwde ontvanger ontvangen en hier wordt het door elke volgzender uit te zenden meetsignaal gesynchroniseerd op het ontvangen meetsignaal van de hoofdzender. Nadat het meetsignaal van de hoofdzender is uitgezonden, zenden de volgzenders opeenvolgend hun meetsignalen uit. Een schema van de beschreven zendcyclus staat op bijlage 2.

De plaatsbepaling geschiedt met een ontvanger door faseverschilmeting. Het faseverschil van door twee zenders uitgezonden

signalen is op elke plaats in beginsel constant. De meetkundige plaats van punten met een zelfde faseverschil is een hyperbool zodat door twee zenders een bundel hyperbolen wordt "opgewekt" met de beide zenders als brandpunten. Met behulp van de ontvanger wordt bepaald op welke hyperbool men zich bevindt. Voor de plaatsbepaling zijn minimaal nodig: één hoofdzender, twee volgzenders (elk met een ingebouwde ontvanger) en één ontvanger.

In het Sea-Fixsysteem is plaats voor één hoofdzender en vijf volgzenders. Kon vroeger alleen het faseverschil tussen de signalen van hoofdzender en volgzenders worden gemeten, sinds kort is er ook de mogelijkheid om het faseverschil te meten tussen de meetsignalen van twee volgzenders. Het aantal hyperbolenbundels, waarin gemeten kan worden, bij een keten met één hoofdzender en drie volgzenders is daardoor uitgebreid van maximaal drie naar maximaal zes.

De paden die in het systeem een rol spelen zijn die tussen:

- hoofdzender en volgzenders;
- ontvanger en zenders.

Deze paden zijn aangegeven op bijlage 2.

2.2 Het Toransysteem.

Bij het Toransysteem zijn alle zenders indentieke "focaalzenders" die continu ongemoduleerde golven uitzenden. Terwijl bij het Sea-Fixsysteem ter onderscheiding de zenders na elkaar uitzenden, zenden de Toranzenders gelijktijdig doch met verschillende frequenties. De zenders van elk paar zenders zenden op frequenties, die slechts weinig, n.l. 80 à 200 Hz, uiteen liggen. Door dit geringe frequentieverschil is op een bepaalde plaats het faseverschil van de door zo'n zenderpaar uitgezonden signalen niet constant zoals bij Sea-Fix, maar heeft dit een eigen (lage) zwevingsfrequentie, die gelijk is aan het frequentieverschil van de signalen der beide zenders. De uitgezonden signalen van het zenderpaar worden ontvangen bij een z.g. referentiestation en door de ontvanger, die in den regel aan boord is opgesteld. Men ontvangt beide signalen op één kanaal en detecteert het laagfrequentie zwevingssignaal.

De fase hiervan is gelijk aan het faseverschil van de door beide zenders uitgezonden signalen. Het referentiestation zendt op zijn beurt dit laag frequente zwevingssignaal weer uit door modulatie van een draaggolf, waarvan de frequentie b.v. in de (hoog frequente) U.H.F.-band kan liggen. Aan boord ontvangt de ontvanger zowel het resulterend zwevingssignaal van de door beide zenders uitgezonden signalen als het gemoduleerde zwevingssignaal van het referentiestation. Deze signalen worden "gemengd", waarna hun faseverschil wordt gemeten. Dit faseverschil is in beginsel constant en de meetkundige plaats van de punten met dit constante faseverschil is evenals bij het Sea-Fixsysteem een hyperbool met de beide zenders als brandpunten, waardoor ook bij het Toransysteem de onderscheidene constante faseverschillen een bundel hyperbolen bepalen. De lengte van het pad tussen referentiestation en ontvanger en veranderingen in de voortplantingssnelheid der radiogolven over dit pad hebben t.p.v. de ontvanger wel invloed op de fase van de draaggolf, maar niet noemenswaardig op de fase van het gemoduleerde signaal omdat dit laatste signall een lage frequentie heeft. Wel dient de sterkte van het signaal der draaggelf voldoende te zijn om de zwevingsfrequentie aan boord te kunnen detecteren (het bereik van een hoog frequent signaal in de U.H.F.-band blijft in de praktijk beperkt tot enkele tientallen km).

Voor de plaatsbepaling zijn minimaal nodig: drie "focaalzenders", één referentiestation (compensatieontvanger + zender) en één ontvanger. Ook is het mogelijk dat men vier focaalzenders gebruikt i.p.v. drie (waarmee dan twee hyperbolenbundels worden opgewekt); ook kunnen enkele referentiestations worden toegepast. De benodigde bandbreedte voor het systeem met 4 zenders bedraagt ongeveer 430 Hz, terwijl men per referentiestation nog een frequentie nodig heeft voor de draaggolf.

De paden, die bij het Toransysteem een belangrijke rol spelen, zijn die tussen:

- ontvanger en zender A, resp. zender B, C en D;
- referentiestation en zender A, resp. zender B, C en D.

Deze paden zijn aangegeven op bijlage 2.

- 2.3 <u>Invloed</u> -

2.3 Invloed van de voortplantingssnelheid der radiogolven op het patroon der beide systemen.

De voortplantingssnelheid der radiogolven is afhankelijk van de aard en het vochtgehalte van het aardoppervlak waarover zij zich voortplanten. Boven water is de voortplantingssnelheid groter dan boven land. Het kaartpatroon wordt echter berekend met een constante voortplantingssnelheid voor het gehele gebied, waardoor verschillen ontstaan tussen uitgestraald patroon en kaartpatroon. In de ijkperiode van een geïnstalleerde keten tracht men de beide patronen zo goed mogelijk te laten samenvallen. Hiertoe kan men het kaartpatroon aanpassen aan het uitgestraalde patroon, dat door ijking is bepaald. Het is ook mogelijk het uitgestraalde patroon aan te passen aan het kaartpatroon. Dit laatste geschiedt bij het Sea-Fixsysteem door bij de volgzenders het juiste faseverschil (synchronisatie-constante) in te stellen tussen het uit te zenden signaal en het ontvangen signaal van de hoofdzender. Bij het Toransysteem bereikt men hetzelfde effect door instelling van de juiste synchronisatie-constante bij de ontvanger. Bij laatstgenoemde systeem is het ook nog mogelijk per deelgebied het kaartpatroon en uitgestraald patroon zo goed mogelijk te laten samenvallen door bij elk referentiestation de juiste synchronisatieconstante in te stellen.

Variaties in de gemiddelde voortplantingssnelheid der radiogolven op de van belang zijnde paden geven patroonverschuivingen t.p.v. de ontvanger. Een bijzonder geval doet zich bij het Sea-Fix-systeem voor indien de ontvanger zich in de nabijheid van een volgzender bevindt. In dat geval is n.l. de faseverschuiving over het pad hoofdzender-ontvanger praktisch gesproken gelijk aan de faseverschuiving over het pad hoofdzender-volgzender-ontvanger. Bij de faseverschilmeting heffen de afwijkingen elkaar op en wordt in de plaatsbepaling binnen één der bundels geen fout gevonden. Overigens kan de plaatsbepaling hier toch onnauwkeurig worden door de ongunstige snijding van de betrokken hyperbool met die van de andere bundel (de plaatsbepaling is het nauwkeurigste bij een haakse snijding der twee hyperbolen, waarop men zich bevindt).

- Een soortgelijk -

Een soortgelijk geval doet zich voor bij het Toransysteem indien de ontvanger zich nabij een referentiestation bevindt. In dat geval is de faseverschuiving in het zwevingssignaal bij het referentiestation gelijk aan de faseverschuiving bij de scheepsontvanger. Bij de faseverschilmeting heffen de afwijkingen elkaar op en wordt in de plaatsbepaling binnen beide bundels geen fout gevonden. Doordat de referentiestations nabij het werkgebied kunnen worden opgesteld is er in het Toransysteem zodoende een mogelijkheid om tot op zekere hoogte de fouten in de plaatsbepaling te verkleinen door het aantal referentiestations te vergroten. Het aantal benodigde frequenties (voor de draaggolven) en de kosten van het systeem nemen hierdoor echter wel toe.

par. 3 OPSTELLING VAN DE ZENDERS EN BEOORDELING VAN HET KAARTPATROON VOOR BEIDE PLAATSBEPALINGSSYSTEMEN.

Het plaatsbepalingssysteem moet gebruikt kunnen worden op de gehele Westerschelde. Bij de opstelling der zenders dient nu in eerste aanleg te worden gestreefd naar:

1. een zo klein mogelijke laanbreedte;
2. een haakse snijding van de hyperbolen van tenminste twee bundels;
3. een landpad tussen ontvanger en zenders, dat niet groter is dan redelijk haalbaar, in dit geval 20 à 30 km (dit in verband met het feit dat de sterkte van een signaal over land relatief snel afneemt waardoor storingsbronnen grotere invloed krijgen);
4. een haakse snijding van één der hyperbolenbundels met de rivieras. Bij het loden zal men n.l. bij voorkeur de rivier haaks kruisen en zo mogelijk daarbij volgens een positielijn willen varen;
5. geen zenderopstelling ten noorden van de Oesterschelde aangezien een eventuele verandering van het zoutgehalte van dit water na de afsluiting een nieuwe (kostbare) ijking van het net noodzakelijk zou maken;

- 6. bij -

6. bij voorkeur geen zenderopstellingen op Belgisch gebied gezien de complicaties die hierdoor zouden ontstaan.

Om een beter inzicht te krijgen in de mogelijkheden wat betreft punt 3 zijn voor twee, voor een toekomstig net extreem gelegen punten (een in het oosten en één in het westen van het beschouwde gebied) de lijnen van 15 km en 30 km landpad vanuit dit punt getrokken (zie bijlage 3). Het gebied op Nederlands territoir binnen 15 km en binnen 30 km landpad uit beide punten is verschillend gearceerd. Er is hierbij overigens geen rekening gehouden met evt. "landpaden" op plaat en schorgebieden in de Westerschelde waardoor een wat te gunstig beeld is ontstaan.

Zowel wat betreft punt 1 als punt 4 is het optimaal de zenders zo te plaatsen dat de basis van een of twee zenderparen zo goed mogelijk over of langs de lengteas van de Westerschelde valt. Voor Sea-Fix betekent dit dat de basis van één zenderpaar (zenders W en Z) evenwijdig aan de lijn Breskens-Terneuzen loopt en de basis van een ander zenderpaar (zenders N en O) evenwijdig aan de lijn Goes-Woensdrecht. Voor Toran betekent dit dat de basis van een zenderpaar (zenders W en O) evenwijdig moet zijn aan de lijn Vlissingen-Hansweert. De gunstigst lijkende zenderopstellingen en de daarbij behorende kaartpatronen zijn getekend op bijlagen 4 en 5 voor Sea-Fix en op bijlage 6 voor Toran. Voor Sea-Fix en Toran zijn dezelfde zenderposities gekozen; de zenderparen waarvan de hyperbolenbundel wordt gebruikt bij de plaatsbepaling verschillen echter naar uit de beide bijlagen blijkt. Opgemerkt dient te worden dat nader onderzoek nog enige geringe verschuivingen in de zenderopstellingen tot gevolg kan hebben.

Beide systemen voldoen goed en in vrijwel gelijke mate aan de in deze paragraaf gestelde eisen. Een uitzondering bestaat er wat betreft punt 4 (haakse snijding hyperbolen met geulas): Sea-Fix voldoet wat dit betreft beter aan de gestelde eis dan Toran aangezien er bij Sea-Fix een keuze mogelijk is tussen een aantal netten, waarvan er twee (getekend op de bijlagen 4 en 5) bruikbaar zijn.

- Indien men -

Indien men b.v. de eis stelt dat de hoek tussen dieptelijnen en de positielijn waarop tijdens het loden gevaren wordt niet kleiner mag zijn dan 60°, dan kan in een gering deel van het hydrografisch op te nemen gebied hieraan niet worden voldaan. Bij Sea-Fix is dit bij gebruikmaking van twee netten 3%, bij Toran 11% van het gehele gebied. Het betreft hier voor een groot deel vrij kleine, verspreid gelegen gebieden; daar men in de praktijk op een dag niet graag veelvuldig van net zal willen wisselen zal het percentage voor Sea-Fix in feite wel wat hoger komen te liggen.

Opgemerkt dient te worden dat het voor een vergelijking tussen het Sea-Fix- en Toransysteem in het hierna volgende deel van deze nota noodzakelijk was voorlopige posities voor de bij het Toransysteem behorende referentiestations te kiezen. De ligging van deze referentiestations behoeft echter nog een nadere bestudering.

par. 4 DE PATROONCORRECTIES T.G.V. DE GEOGRAFIE.

Indien men de plaatsbepaling zo nauwkeurig mogelijk wil doen dan moet de afgelezen positie op de ontvanger altijd gecorrigeerd worden met een locale patrooncorrectie. De locale patrooncorrectie wordt voor een belangrijk deel bepaald door de geografie. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat om praktische redenen het kaartpatroon wordt berekend met één voortplantingssnelheid der radiogolven voor het gehele gebied. In feite zal de voortplantingssnelheid boven land relatief belangrijk verschillen van die boven water. De in de signaalpaden voorkomende land- en waterpaden alsmede de voor de berekening van het kaartpatroon gekozen voortplantingssnelheid bepalen daardoor grotendeels de locale patrooncorrecties.

Aangezien men bij nauwkeurige plaatsbepaling toch steeds de bij de ontvanger afgelezen positie moet corrigeren met de locale patrooncorrectie doet de grootte van deze correctie niet veel ter zake. De patrooncorrecties moet men door ijking van het net bepalen; het is uiteraard wel plezierig wanneer de

gradiënten in de patrooncorrecties klein zijn zodat men binnen een vrij groot gebied eenzelfde patrooncorrectie kan gebruiken.

Teneinde Sea-Fix- en Toranketens voor de Westerschelde wat betreft de patrooncorrecties t.g.v. de geografie te vergelijken zijn deze patrooncorrecties berekend in een tweetal raaien aangegeven op bijlage 7 en 8. De patrooncorrecties zijn op de hieronder beschreven wijze berekend.

Op een signaalpad bedraagt het faseverschil tussen twee punten 360° indien deze punten op een afstand gelijk aan de golflengte $\lambda = \frac{v}{f}$ van elkaar liggen.

f = frequentie; deze zal voor de Westerscheldeketen waarschijnlijk ongeveer 2,85 MHz bedragen.

v = voortplantingssnelheid der radiogolven; deze bedraagt over land ongeveer 299 500 km/s en over water ongeveer 299 675 km/s.

Tussen twee punten op een signaalpad, die op één km van elkaar liggen bedraagt het faseverschil $360^{\circ} \times \frac{f}{v}$.

Indien het kaartpatroon wordt berekend met een gemiddelde voortplantingssnelheid $v_{kaart} = v_{water}$, dan blijft het signaal over land ten achter bij hetgeen berekend wordt. Per km landpad ontstaat daardoor een fout gelijk aan $360^{\circ}\left(\frac{f}{v_{land}} - \frac{f}{v_{water}}\right)$.
De fout in de faseverschilmeting t.p.v. de ontvanger is dus gelijk aan $360^{\circ} \times \left(\frac{f}{v_{land}} - \frac{f}{v_{water}}\right)(L_1 - L_2)$ waarin:

L_1 = aantal km landpad in signaalpad tussen ene zender en ontvanger;

L_2 = aantal km landpad in signaalpad tussen andere zender en ontvanger;

$L_1 - L_2$ = resulterend maatgevend landpad.

De faseverschilmeting geschiedt echter niet in graden maar in centilanen, waarbij 360° overeenkomt met 100 centilanen. De fout bedraagt daardoor uitgedrukt in centilanen:
$100 \times \left(\frac{f}{v_{land}} - \frac{f}{v_{water}}\right) \times$ (resulterend maatgevend landpad) =

$100\left(\frac{2,85 \times 10^6}{299\ 500} - \frac{2,85 \times 10^6}{299\ 675}\right)$x(resulterend maatgevend landpad) = 0,56 x (resulterend maatgevend landpad).

Eén centilaan bedraagt bij de geneemde frequentie op de Westerschelde ongeveer 0,5 à 1,0 m.

Voor het geval dat het kaartpatroon wordt berekend met een voortplantingssnelheid $v_{kaart} = v_{land}$, kan men op dezelfde wijze als boven beschreven afleiden dat de fout in de faseverschilmeting bedraagt:
0,56 x (resulterend maatgevend waterpad) centilanen.

Voor twee haaks op de rivieras gelegen raaien α en β is nu nagegaan welke gradiënten hierdoor in de patrooncorrecties zullen optreden. Voor elk dezer raaien zijn drie punten beschouwd, één midden in de rivier, de beide andere onder de twee oevers (bijlagen 7 en 8). Op bijlage 9 zijn de theoretische patrooncorrecties voor deze zes punten berekend, zowel voor de Sea-Fix- als voor Toranketen en wel voor $v_{kaart} = v_{water}$ en voor $v_{kaart} = v_{land}$. In werkelijkheid zal men het kaartpatroon berekenen met $v_{water} > v_{kaart} > v_{land}$.

De werkelijke patrooncorrecties zullen verschillen van de hier berekende, gezien de vereenvoudigingen en verwaarlozingen t.b.v. de berekening. Deze patrooncorrecties zijn alleen door ijking te bepalen. De hier berekende patrooncorrecties kunnen echter wel een goede indruk geven van de gradiënten die men mag verwachten en deze mogen ook onderling vergeleken worden. Daarbij blijkt dat in raai α de gradiënt in de patrooncorrecties, beherende bij bundel WO van Toran, relatief groot is. Deze bedraagt namelijk ongeveer 2 centilanen per km; de overige gradiënten voor Sea-Fix en bundel NZ van Toran bedragen 0,5 à 1 centilaan per km.

par. 5 DE TRAGE INSTABILITEIT.

Onder trage instabiliteit verstaat men het verschijnsel dat zich in het uitgestraalde patroon min of meer langzaam verlopende verschuivingen voordoen, zulks t.g.v. veranderingen in de voortplantingssnelheid der radiogolven in bepaalde gebieden. In deze paragraaf is wat de trage instabiliteit betreft nog onderscheid gemaakt tussen de trage instabiliteit t.g.v. betrekkelijk kortstondige veranderingen in de voortplantingssnelheid en die t.g.v. relatief langdurige veranderingen in de voortplantingssnelheid. Het eerste verschijnsel hangt vooral samen met de veranderingen van de voortplantingssnelheid over plaat- en schorgebieden t.g.v. de getijwerking, het tweede betreft de veranderingen van de voortplantingssnelheid over land t.g.v. weers- en seizoeninvloeden of veranderingen in de grondwaterstand.

5.1 De trage instabiliteit t.g.v. de getijwerking.

Door de getijwerking met als gevolg het onderlopen en droogvallen van plaat-, slik- en schorgebieden is er in deze gebieden een wisselende voortplantingssnelheid der radiogolven, wat verschuivingen in het uitgestraald patroon veroorzaakt. Door het grillige patroon, dat de platen in de Westerschelde vormen, zal in dit opzicht de invloed van het getij in het algemeen van plaats tot plaats aanzienlijk verschillen. Het is daardoor ondoenlijk de invloed van het getij door vaststelling van correctiefactoren voor elke plaats en waterstand te corrigeren. De trage instabiliteit t.g.v. de getijwerking beïnvloedt daardoor op de Westerschelde zowel de herhaalbaarheid als de volstrekte nauwkeurigheid van de plaatsbepaling en is dientengevolge een vrij belangrijk punt voor de beoordeling der nauwkeurigheid van een plaatsbepalingssysteem op de Westerschelde.

Bij droogvalling van een plaat blijft de voortplanting van het meetsignaal van een zender achter in vergelijking met de situatie waarin er nog water boven de plaat staat.

- De faseverschilmeting -

De faseverschilmeting t.p.v. de ontvanger verschilt daardoor bij L.W. van die bij H.W. Op analoge wijze als in par. 4 kan worden afgeleid dat de patroonverschuiving t.p.v. de ontvanger bedraagt: $100 \times \left(\frac{f}{v_{plaat}} - \frac{f}{v_{water}} \right) \times$ (resulterend maatgevend plaatpad). Teneinde de Sea-Fix- en Teranketen vóór de Westerschelde onderling te vergelijken voor wat betreft de invloed van droogvallingen op het patroon is deze invloed voor drie punten op de Westerschelde berekend. Deze punten A, B en C bevinden zich achtereenvolgens in het Westen, midden en Oosten der Westerschelde. De posities van deze punten alsmede de signaalpaden zijn voor de Sea-Fixketen aangegeven op de bijlagen 10 t/m 12. De posities van deze punten alsmede de voorlopige posities van drie referentiestations en de signaalpaden bij de Teranketen zijn aangegeven op de bijlagen 13 t/m 15.

Bij de berekening is weer aangehouden: f = 2,85 MHz en v_{water} = 299 675 km/s. Een juiste waarde vast te stellen voor v_{plaat} is aanzienlijk moeilijker. In de literatuur vermeld men wel v_{plaat} = 299 525 km/s. Bij een proef met Hi-Fix in het oostelijk deel der Westerschelde in 1970 werd gevonden v_{plaat} = 299 600 km/s. Bij de berekeningen is daarom een gemiddelde waarde aangehouden van 299 560 km/s. Voor de hier vermelde waarden bedraagt de patroonverschuiving t.p.v. de ontvanger door droogvalling van platen 0,36x(resulterend maatgevend plaatpad) centilaan. Een centilaan bedraagt bij genoemde frequentie op de Westerschelde ongeveer 0,5 à 1,0 m. De resultaten van de berekeningen staan tabellarisch vermeld op bijlage 16.

Hieruit blijkt dat de theoretische trage instabiliteit t.g.v. getijwerking en plaatgebieden in de beschouwde punten voor Sea-Fixketen en de Toranketen met drie referentiestations ongeveer 0 à 2 centilanen bedraagt. Zou men voor deze Teranketen slechts één referentiestation R, gelegen nabij punt B (bijlage 14), kiezen, dan zou volgens de derde staat van bijlage 16 een grote trage instabiliteit worden gevonden in het oostelijk deel der Westerschelde (punt C: 6 centilanen voor bundel WO). De hier voor enkele punten berekende trage instabiliteit geeft

slechts een oppervlakkige indruk van hetgeen men mag verwachten, enerzijds door het geringe aantal punten, anderzijds doordat de werkelijke trage instabiliteit zich moeilijk berekenen laat. De uitkomsten van de berekeningen zijn echter wel bruikbaar bij de onderlinge vergelijking der verschillende ketens.

5.2 De trage instabiliteit t.g.v. weers- en seizoen invloeden.

Soortgelijke veranderingen in de voortplantingssnelheid der radiogolven als zich t.p.v. plaatgebieden voordoen, kunnen zich ook voordoen op het land, zij het in veel mindere mate. Dit kan een gevolg zijn van een veranderend vochtgehalte in de bovenste grondlaag door weers- en seizoeninvloeden of door veranderingen in de grondwaterstand. Deze veranderingen kunnen zowel zeer plaatselijk zijn (b.v. ten gevolge van locale buien) als over een groot gebied optreden. De patroonverschuivingen, die er het gevolg van zijn, zullen naar men mag aannemen in den regel niet zeer grillig verlopen en geen grote gradiënten vertonen. Het lijkt daarom mogelijk deze invloeden bij het Toransysteem grotendeels te compenseren door het oordeelkundig plaatsen van referentiestations in de onmiddellijke omgeving van het werkgebied. Bij het Sea-Fix-systeem kan men deze invloeden in rekening brengen door het plaatsen van (permanent werkende) monitors (bewakingsstations) of door met een gewone ontvanger regelmatig de patrooncorrecties te controleren op één of meer geschikte punten in het werkgebied, waarvan de coördinaten nauwkeurig bekend zijn. Een en ander betekent dan wel extra kosten en/of inspanning.

Voor het hypothetische geval dat overal op de signaalpaden over land zich precies dezelfde verandering in de voortplantingssnelheid voor doet, kunnen de patroonverschuivingen, die daarvan het gevolg zijn, eenvoudig worden berekend. Een dergelijke berekening heeft enige waarde als het er om gaat verschillende plaatsbepalingssystemen op dit punt te vergelijken. Deze berekening is gemaakt voor dezelfde punten A, B en C als genoemd onder par. 5.1.

De posities van deze punten, alsmede de voorlopige posities van de referentiestations en de signaalpaden staan voor de Sea-Fix-keten op de bijlagen 10 t/m 12 en voor de Teranketen op de bijlagen 13 t/m 15.

Indien de oorspronkelijke voortplantingssnelheid der radiogolven over land v_{land} verandert in v^*_{land} kan op analoge wijze als in par. 4 worden afgeleid dat de patroonverschuiving t.p.v. de ontvanger bedraagt: $100 \times \left(\frac{f}{v_{land}} - \frac{f}{v^*_{land}} \right)$ m (resulterend maatgevend landpad). Bij de berekeningen van de faseverschuivingen in A, B en C is voor de frequentie f evenals in de voorgaande paragrafen 2,85 MHz aangehouden. Voor v_{land} is 299 500 km/s genomen. Een reële waarde voor $v_{land} - v^*_{land}$ is moeilijker te geven. Enige indruk geeft mogelijk de variatie van de voortplantingssnelheid met de aard van de grondsoort b.v. v_{plaat} = 299 600 à 299 525 km/s, $v_{polderland}$ = 299 500 km/s, v_{duinen} = 299 300 km/s; deze waarden liggen ten hoogste 300 km/s uiteen. Voor polderland lijken veel kleinere variaties in de voortplantingssnelheid aannemelijk dan voor zandgronden. Vrij willekeurig is daarom bij de berekeningen voor $v_{land} - v^*_{land}$ een waarde van 25 km/s aangehouden, hetgeen eerder te laag dan te hoog schijnt. Men vindt dan per km land een faseverschuiving van het signaal gelijk aan 0,08 centilaan. De resultaten van de berekeningen staan vermeld op bijlage 17.

De trage instabiliteit t.g.v. weers- en seizoeninvloeden kan volgens deze berekeningen op de Westerschelde voor de Sea-Fixketen 1 à 3 centilanen bedragen, voor de Teranketen met drie referentiestations 0 à 1 centilanen en voor de Teranketen met slechts één referentiestation (nabij punt B) 0 à 2 centilanen. De referentiestations bij Teran hebben in dit geval een gunstige werking doordat zij de verschuivingen in het uitgestraal patroon gretendeels compenseren. In veel gevallen dat de veranderingen in de voortplantingssnelheid slechts lokaal optreden kan een referentiestation eveneens gunstig werken. Overigens zijn bij Sea-Fix deze patroonverschuivingen relatief groter dan bij Teran, maar blijven deze toch vrij klein.

par. 6 DE KANS OP STORINGEN.

Wat betreft de kans op storingen zijn blijkens de proeven op de Westerschelde in 1971 en 1972 (lit. 1) voornamelijk reflecties en nachtelijke storingen (mogelijk door interferentie van andere zenders) van belang.

Alleen op theoretische gronden is het niet mogelijk een goede vergelijking tussen beide ketens te maken. Het Toransysteem heeft het voordeel dat eventuele steringen t.g.v. interferentie in de onmiddellijke omgeving van het referentiestation worden gecompenseerd. Hoe groot het gebied is waarbinnen een redelijke compensatie optreedt is echter niet bekend. Verstelle zegt in lit. 2 dat een dergelijke storingsvrijheid slechts in uitzonderingsgevallen voor een gebied met een straal van meer dan 10 km zal gelden. (Bij de proeven, beschreven in lit. 1, bleek op twee frequenties bij toepassing van één referentiestation nabij Ossenisse, te Vlissingen geen sprake te zijn van grote storingen). Bij een Toranketen voor de Westerschelde met drie referentiestations bevindt een ontvanger op de Westerschelde zich vrijwel altijd binnen een afstand van 10 km van een referentiestation. Een nadeel van het Toransysteem t.o.v. het Sea-Fixsysteem is echter dat er meer frequenties nodig zijn, waardoor op zichzelf de kans op interferentie van andere zenders toeneemt.

Wat betreft de interferentie is ook van belang het vermogen van de zenders, alsmede de lengten van de landpaden tussen zenders en ontvangers. Er zijn op dit punt geen grote verschillen tussen de hier besproken Sea-Fix- en Toranketens. Voorts is ook belangrijk de beveiliging van de apparatuur tegen storingen; hierover is dezerzijds echter niet voldoende bekend. Aanwijzingen hieromtrent zijn mogelijk te verkrijgen uit de werking van bestaande Sea-Fix- en Toranketens.

Gezien het voorgaande zijn de belangrijkste gegevens, op grond waarvan een oordeel over de kans op storingen gegeven kan worden de resultaten van de proeven met een Sea-Fix- en Toranketen voor de Westerschelde in 1971 en 1972 (lit. 1).

- Van deze -

Van deze proeven waren voor dit punt de belangrijkste conclusies:

- De snelle instabiliteit 's nachts is bij de hoge frequentie voor de Sea-Fixketen zeer veel groter geweest dan voor Toran; dit geldt het meest uitgesproken voor de westelijke bundel. Onder de omstandigheden bij de proeven moet het Sea-Fixnet met de hoge frequentie (2,8835 MHz) bij lage zonnestanden en des nachts als niet bruikbaar worden gekenschetst, het Torannet (frequentie 2,8945 MHz) was onder die omstandigheden wel bruikbaar. Bij lage frequenties (Sea-Fix 1,9006 MHz, Toran 2,0725 MHz) 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 frequentieverandering.
- Volgens de registraties zijn beide systemen even gevoelig zowel voor de storing van nabij voorbijvarende schepen als voor de storing van op enige honderden meters passerende zeeschepen. Ten opzichte van op korte afstand aanwezige relatief kleine stalen massa's is op een stilliggend schip het Toransysteem duidelijk ongevoeliger dan het Sea-Fixsysteem.

par. 7 PRIJZEN.

Op bijlage 18 is een overzicht gegeven van de voor een Sea-Fixketen nodig geachte apparatuur met de daarbij behorende prijzen zoals deze in de offertes staan vermeld. Tevens zijn op deze bijlage de jaarlijkse bedrijfskosten voor deze apparatuur berekend. Bij de prijzen en bedrijfskosten is geen rekening gehouden met invoerrechten en B.T.W.

Op bijlage 19 is een dergelijk overzicht gegeven van de voor een Toranketen nodig geachte apparatuur. De bijlagen 18 en 19 worden aan het einde van deze paragraaf nader toegelicht na het nu volgende samenvattende overzicht.

De aanschafkosten (zonder invoerrechten en B.T.W.) van de benodigde Sea-Fixapparatuur bedragen volgens de laatste offerte van 27 februari j.l. (bijlage 18, laatste kolom) ƒ 223 230 voor de keten en ƒ 209 400 voor de scheepsapparatuur voor 5 schepen; te samen ƒ 432 630.

- De aanschafkosten -

De aanschafkosten (zonder invoerrechten en B.T.W.) van de benodigde Toranapparatuur voor een keten met 3 referentiestations bedragen volgens de laatste offerte van 1 maart j.l. (bijlage 19, laatste kolom) f 202 120 voor de keten en f 230 235 voor de scheepsapparatuur; te samen f 432 355.

De jaarlijkse bedrijfskosten aan rente en afschrijving op basis van annuïteit en aan onderhoud van de apparatuur bedragen bij een afschrijving over 10 jaar en een rentevoet van 9% voor de Sea-Fixapparatuur f 92 050 en voor de Toranapparatuur f 82 600. Dit verschil van ruim 10% wordt veroorzaakt door het duurder onderhoud van de Sea-Fixketen. De gekozen rentevoet ligt wat hoog; gezien het verwaarloosbare verschil in de aanschaffingskosten voor de beide systemen is deze keuze praktisch niet van belang bij een kostenvergelijking van de beide systemen.

Opgemerkt kan nog worden dat er een groot prijsverschil bestaat tussen de offertes van Sea-Fixapparatuur van 10-6-'71 en van 3-5-'72. Volgens de offerte van 10-6-'71 bedroegen de aanschafkosten van zenders, bewakingsstation (monitor) en vijf ontvangers f 441 820. Ruim een jaar later, nadat het Sea-Fix- en Toransysteem waren beproefd op de Westerschelde, bedroeg de prijs nog slechts f 342 450. Het is niet onwaarschijnlijk dat deze aanzienlijke prijsdaling voornamelijk is ingegeven door de vrees een monopoliepositie in Nederland wat betreft radioplaatsbepalingssystemen te verliezen. Dat prijsdalingen van een dergelijke omvang mogelijk zijn wijst erop dat doorbreking van het monopolie aantrekkelijk is. De nog lagere aanbieding van 27 februari 1973 t.o.v. die van 3 mei 1972 is een gevolg van de devaluatie van het Engelse pond.

Tenslotte volgen in onderstaande nog een aantal punten ter toelichting van de bijlagen 18 en 19.

1. Onderhoudscontract en reserveonderdelen.

Voor wat betreft de onderhoudscontracten en de reserveonderdelen is uitgegaan van hetgeen de leveranciers noodzakelijk achten voor

- een goede--

een goede bedrijfszekerheid en snelle reparatie van de apparatuur. Dezerzijds was daarbij als eis gesteld dat bij storingen gedurende kantooruren een technicus binnen twee uur ter plaatse moet zijn en in vrijwel alle voorkomende gevallen voor reparatie moet kunnen putten uit ter plaatse aanwezige reserveonderdelen. Deze technicus moet een woonplaats in het werkgebied hebben.

Aanvankelijk was voor het onderhoudscontract van de Sea-Fixapparatuur als richtprijs opgegeven ƒ 65 000. Hiervoor zou een technicus de gehele dag uitsluitend ten dienste van het plaatsbepalingssysteem staan. Na nader overleg werd een nieuw contract aangeboden voor ƒ 24 300. Dit houdt in:

a.- 1 x per jaar uitgebreide mechanische inspectie der zenders;
b.- 1 x per jaar inspectie van de elektronische apparatuur van het hoofdstation;
c.- 2 x per jaar inspectie van de elektronische apparatuur van de volgstations;
d.- 3 x per jaar inspectie van de scheepsontvangers en de monitorontvanger;
e.- maandelijks routine inspectie van de voedingssystemen van de zendstations en monitor.

Hiervoor zal één technicus in Vlissingen gestationeerd zijn.

Het onderhoudscontract voor de Toranapparatuur à ƒ 15 000 houdt in:

a.- maandelijkse inspectie van alle apparatuur;
b.- het aanvullen van gebruikte (reserve)onderdelen;
c.- de aanschaffing en het onderbrengen van de benodigde (extra) reserveonderdelen bij de vestiging te Vlissingen.

Hiervoor zullen twee technici in Vlissingen gestationeerd zijn.

2. Bewakingsstations (monitors).

Hoewel het bij Toranketens niet gebruikelijk is bewakingsstations te installeren is een monitor hier toch noodzakelijk geacht teneinde mogelijke storingen te kunnen constateren.

3. Baanschrijvers.

De prijzen van baanschrijvers ("trackpletters") zijn niet vergelijkbaar daar het hier verschillende typen betreft.

par. 8 SAMENVATTING EN BEOORDELING VAN DE BELANGRIJKSTE PUNTEN.

In volgorde van hun belang volgt onderstaand een samenvatting van de belangrijkste punten uit de vorige paragrafen. Een summiere samenvatting is gegeven op bijlage 20.

1. De kans op ernstige storingen (par. 6) overdag wordt, mede gezien de resultaten van de proeven op de Westerschelde, zeer klein geacht. De kans op ernstige storingen des nachts is bij een Sea-Fixketen zeker aanwezig, met name indien de zendfrequentie zoals verwacht kan worden rond 2,9 MHz komt te liggen. Bij de proeven op de Westerschelde bleek het Sea-Fix-net bij deze frequentie des nachts onbruikbaar. Voor een Toranketen is er alle reden aan te nemen dat het net ook 's nachts bruikbaar zal zijn, zeker indien in deze keten drie referentiestations worden opgenomen. Storingen, mogelijk door interferentie van andere zenders, zijn met name te verwachten, in de periode tussen gemiddeld ½ uur voor zonsondergang en ½ uur na zonsopgang. De "dagperiode" bedraagt daardoor des zomers ten hoogste 16.45 uur en des winters ten minste 6.45 uur.

Juist in de winterperiode (als de dagperiode kort is) met de daarin veelvuldig voorkomende mistperioden is men sterk afhankelijk van radioplaatsbepaling zodat voor lodingwerk gedurende de winter storing gedurende de "nachtperiode" als bezwaarlijk wordt ondervonden. Voorts zal bij de uitvoering van grote werken in de Westerschelde zoals de bochtafsnijding bij Bath en mogelijk ook de vaste oeververbinding, gebruik gemaakt worden van het radioplaatsbepalingssysteem. Ernstige storing gedurende de nachtperiode is met het oog hierop onaanvaardbaar. Dit geldt ook voor sommige geïnteresseerden in het radioplaatsbepalingssysteem zoals de Provinciale Stoomboot Dienst in Zeeland en uitvoerders van onderhoudsbaggerwerken op de drempels in de

Westerschelde (deze vinden ook 's nachts plaats).

2. Prijzen (par. 7).

Onderstaande staat geeft een overzicht van de prijzen van een Sea-Fixketen en een Toranketen met 3 referentiestations met de daarbij behorende scheepsapparatuur voor de Studiedienst.

	Sea-Fix			Toran		
	keten	scheeps-app.	totaal	keten	scheeps-app.	totaal
aanschaf-kosten volgens offerte 1973	f 223 230	f 209 400	f 432 630	f 202 120	f 230 235	f 432 355
jaarlijkse bedrijfs-kosten appara-tuur	f 47 100	f 44 950	f 92 050	f 39 100	f 43 500	f 82 600

De jaarlijkse bedrijfskosten voor Toranapparatuur (ong. f 80 000,--) zijn ruim 10% lager dan de jaarlijkse bedrijfskosten voor Sea-Fix-apparatuur (ong. f 90 000,--).

3. Concurrentieoverwegingen (par. 7)

De prijzen voor Sea-Fixapparatuur zijn van 1971 op 1972 met bijna 25% gedaald. Het is waarschijnlijk dat deze sterke prijsverlaging is ingegeven door de vrees een monopoliepositie in Nederland op het gebied van radioplaatsbepalingssystemen te verliezen. Een gezonde concurrentie op dit gebied lijkt voor de Nederlandse gebruikers van deze systemen aantrekkelijk zodat op grond van concurrentieoverwegingen een Toranketen voor de Westerschelde de voorkeur verdient.

4. Trage instabiliteit t.g.v. seizoeninvloeden (par. 5.2)

Indien door seizoen- of weersinvloeden de voortplantingssnelheid der radiogolven over land in het gehele gebied met 25 km/s veranderd zijn de volgende patroonverschuivingen daarvan het gevolg:

Sea-Fixketen 1 tot 3 centilanen, Toranketen met drie referentiestations 0 tot 1 centilanen. Er is echter geen zekerheid dat de veranderingen in de voortplantingssnelheid der radiogolven boven land altijd kleiner is dan 25 km/s, terwijl bovendien het effect van een verandering der voortplantingssnelheid op slechts één der paden veel ongunstiger kan zijn. Betreffende dit punt bestaat een lichte voorkeur voor de Toranketen.

5. Patroon (par. 3)

Beide patronen voldoen goed en vrijwel in gelijke mate aan de gestelde eisen. Het Sea-Fixpatroon voldoet echter op één punt beter, n.l. wat betreft de eis dat de positielijnen de dieptelijnen bij benadering haaks moeten snijden. Bij de in par. 3 gekozen formulering van deze eis wordt hieraan voldaan in 97% van het op te nemen gebied bij het Sea-Fixpatroon en in 89% van het op te nemen gebied bij het Toranpatroon. De gestelde eis vloeit voort uit het lodingwerk waarbij men bij voorkeur, doch niet noodzakelijk, de rivier haaks wil kruisen en zo mogelijk via een positielijn wil varen. Men kan in beginsel het bezwaar van een ongunstige kruising der positielijnen met de vaaras ondervangen door gebruik te maken van een baanschrijver; of dit in de praktijk aantrekkelijk is staat echter niet vast. Ofschoon in de praktijk het percentage voor een Sea-Fixketen wel wat lager zal liggen dan 97%, kan men op grond van het voorgaande wel stellen dat er wat betreft dit punt een lichte voorkeur is voor de Sea-Fixketen.

6. Patrooncorrecties t.g.v. de geografie (par. 4)

Ten gevolge van de geografie en de wijze van berekenen van het kaartpatroon zullen er gradiënten in de patrooncorrecties zijn. Voor de Sea-Fixketen kan worden verwacht dat deze 0,5 à 1 centilanen per km bedragen. Dit geldt ook voor de Toranketen in het oostelijk deel der Westerschelde. In het westelijk deel der Westerschelde kunnen grotere gradiënten van ongeveer 2 centilanen per km worden verwacht in één der beide bundels van de Toranketen.

De absolute nauwkeurigheid van de plaatsbepaling is daardoor in het westelijk deel der Westerschelde bij de Sea-Fixketen waarschijnlijk wat beter dan bij de Toranketen. Wat betreft dit punt bestaat er dus een lichte voorkeur voor de Sea-Fixketen.

7. Trage instabiliteit t.g.v. het getij (par. 5.1)

De trage instabiliteit t.g.v. het periodiek droogvallen van platen en schorgebieden bedraagt voor de Sea-Fixketen dezelfde waarde als voor de Toranketen met 3 referentie stations n.l. 0 tot 2 centilanen. Bij de Toranketen zijn inderdaad drie referentiestations inderdaad nodig: zou slechts één referentiestation worden gebruikt dan zou de trage instabiliteit in het oostelijk deel der Westerschelde bijzonder groot zijn.

par. 9 CONCLUSIES.

Conclusie I:

Wat betreft een eventuele Toranketen voor de Westerschelde wordt er de voorkeur aan gegeven deze keten uit te rusten met drie referentiestations i.p.v. met één referentiestation.

De voordelen hiervan zijn:

- Bij gebruik making van 3 referentiestations is men op de gehele Westerschelde vrijwel overal op minder dan 10 km afstand van één der stations. De kans op storingen wordt daardoor zeer klein.
- De trage instabiliteit t.g.v. het getij zal waarschijnlijk gering zijn n.l. 0 tot 2 centilanen. Bij gebruik making van één referentiestation is de trage instabiliteit plaatselijk bijzonder groot, n.l. tot tenminste 6 centilanen.
- De keten heeft een grotere bedrijfszekerheid. Indien één der referentiestations uit zou vallen kan men, zij het minder nauwkeurig, doorwerken met gebruikmaking van een der andere referentiestations.

De nadelen van een uitrusting met drie referentiestations i.p.v. met één station zijn:

- De jaarlijkse bedrijfskosten van keten liggen ongeveer ƒ 6 700 hoger.
- Men heeft 3 frequenties in de U.H.F.-band nodig i.p.v. slechts 1 frequentie.

Conclusie II:

Voor de Westerschelde verdient een Toranketen met drie referentiestations de voorkeur boven een Sea-Fixketen.

De voor- en nadelen der beide systemen zijn samengevat op bijlage 20; afweging der verschillende aspecten heeft geleid tot de formulering van conclusie II. De bewuste voor- en nadelen zijn reeds uitgebreider besproken in de voorgaande paragraaf. Een nog slechts terloops genoemd nadeel van een Toranketen t.o.v. een Sea-Fixketen is nog dat voor een Toranketen een bredere frequentieband nodig is, alsmede in dit geval drie frequenties in de U.H.F.-band. De beoordeling van dit aspect ligt echter niet op de weg van de Studiedienst en blijft hier onbesproken.

De ingenieur 1e kl.

(ir. M. Meulenberg)

Gezien:
Het Hoofd van de Studiedienst
Vlissingen,

(ir. J. van Malde)

Vlissingen, april 1973

LIJST VAN GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

lit. 1 ir. A. de Visser en ir. J. van Malde: Verslag van proeven met de Sea-Fix- en Toranradioplaatsbepalingssystemen op de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, Nota 72.7 (1972).
Alsmede commentaren op deze nota van I.N.A. en Radio Holland.

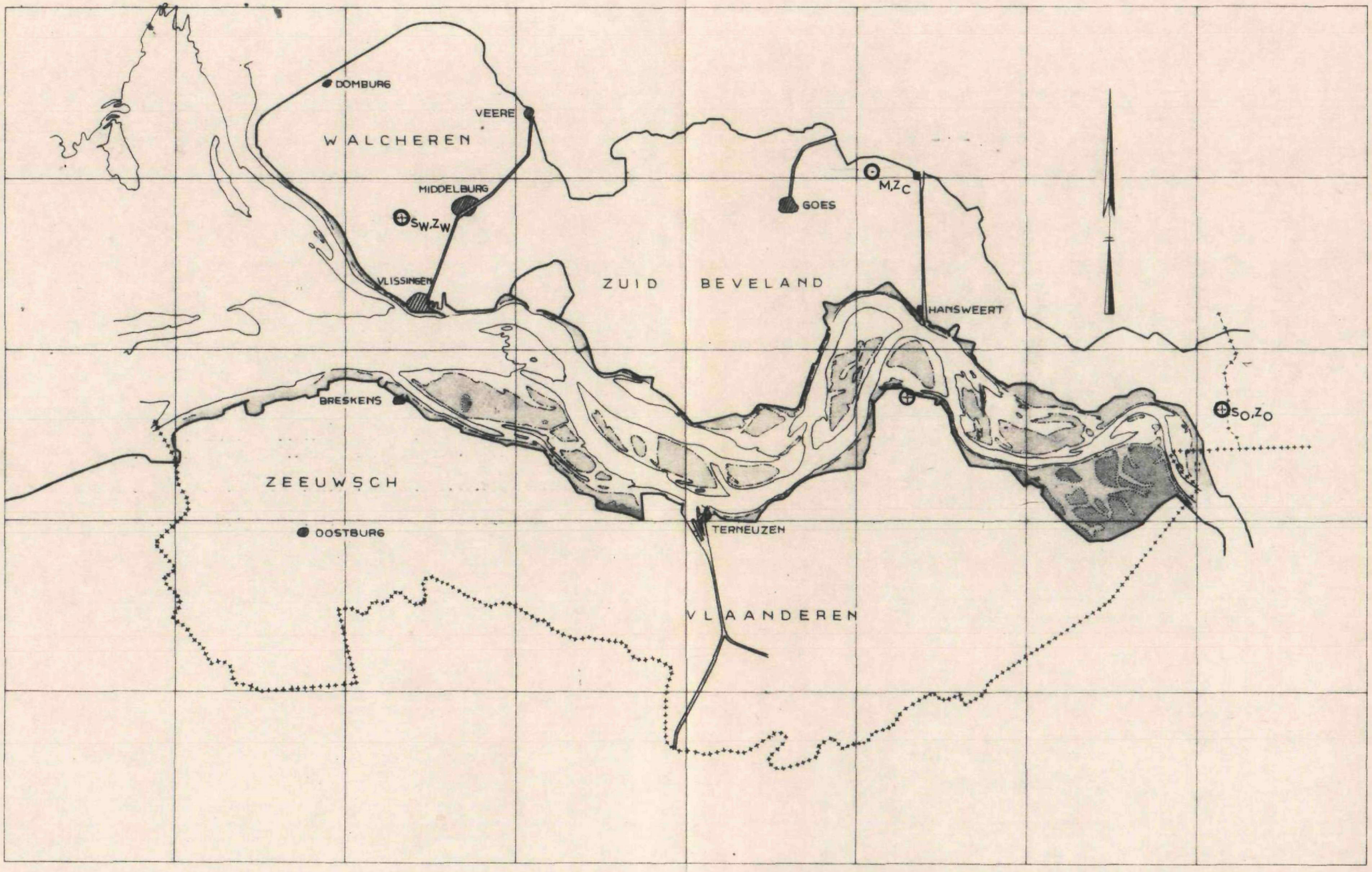
lit. 2 J.T.H. Verstelle: Vergelijkende beschouwingen over de precisie-systemen voor radioplaatsbepaling Hi-Fix en Toran (1965).

lit. 3 M.P. de Zwarte: Toranradioplaatsbepalingssysteem. P.T. 22-11-1972.

lit. 4 ir. J. van Malde: Onderzoek naar de bruikbaarheid der Decca Verstelle Keten voor scheepsmanoeuvremetingen op de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen, Nota 72.6 (1973).

LIJST VAN BIJLAGEN.

Bijlage nr.	Omschrijving	For-maat	stambeek nr.
1	Positie zenders Sea-Fix- en Toranketens tijdens proeven in 1971/1972.	A2	73.341
2	Signaalpaden bij een Sea-Fixketen en bij een Toranketen.	A2	73.342
3	Opstelgebieden zenders i.v.m. landpadlengten.	A2	73.343
4	Voorlopig Sea-Fix-net. Bundels ZN, ZW en ZO.	B4	73.344
5	Voorlopig Sea-Fix-net. Bundels NW, NZ en NO.	B4	73.345
6	Voorlopig Torannet.	B4	73.346
7	Maatgevende paden voor westelijke raai α i.v.m. patroncorrecties t.g.v. de geografie.	A2	73.347
8	Maatgevende paden voor oostelijke raai β i.v.m. patroncorrecties t.g.v. de geografie.	A2	73.348
9	Theor. patroncorrecties en gradiënten t.g.v. de geografie.	A2	73.349
10	Sea-Fixketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt A.	A2	73.350
11	Sea-Fixketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt B.	A2	73.351
12	Sea-Fixketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt C.	A2	73.352
13	Toranketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt A.	A2	73.353
14	Toranketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt B.	A2	73.354
15	Toranketen. Maatgevende paden voor trage instabiliteit in punt C.	A2	73.355
16	Theor. trage instabiliteit t.g.v. het getij.	A1	73.356
17	Theor. trage instabiliteit t.g.v. weers- en seizoeninvloeden.	A1	73.357
18	Prijsaanbiedingen Sea-Fixapparatuur.	A2	73.358
19	Prijsaanbiedingen Toranapparatuur.	A2	73.359
20	Vergelijking Sea-Fix- en Toranketen voor de Westerschelde.	A1	73.360



TOELICHTING

- HOOFDZENDER M (SEA-FIX), FOCAALZENDER Z_C (TORAN)
- VOLGZENDER $S_{W,O}$ (SEA-FIX), FOCAALZENDER $Z_{W,O}$ (TORAN)
- REFERENTIESTATION TORAN

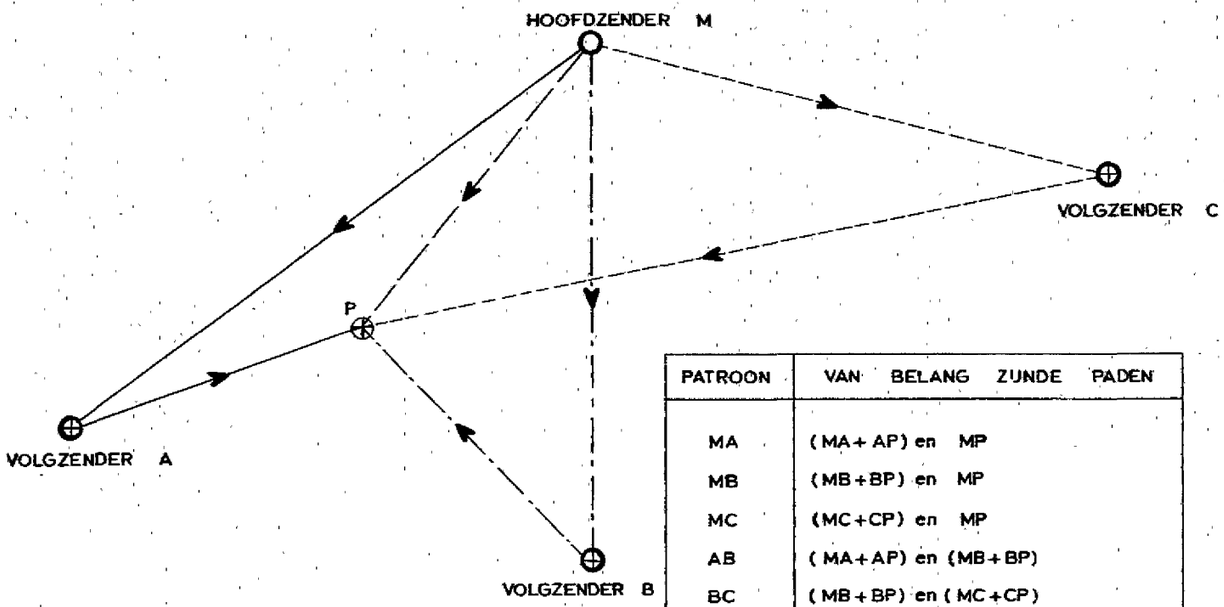
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE-RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

POSITIE ZENDERS SEA-FIX EN TORANKETENS TIJDENS PROEVEN IN 1971/1972

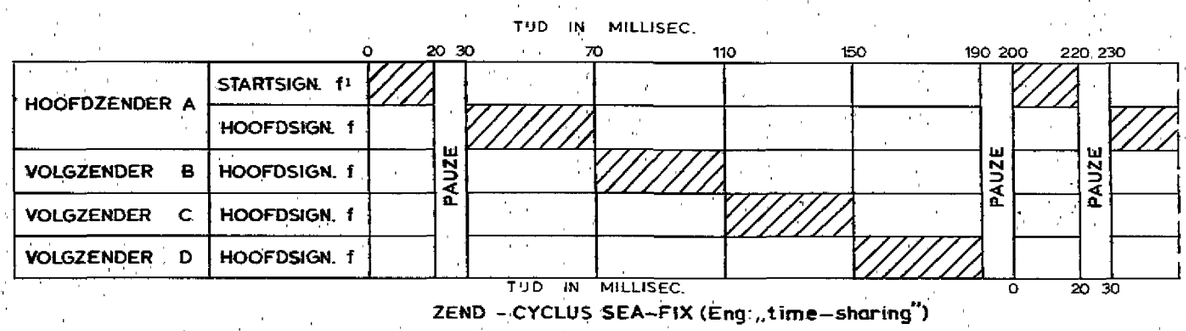
30-3-1973 GET. K.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.341

SEA - FIX
SCHETS MET 1 HOOFDZENDER EN 3 VOLGZENDERS



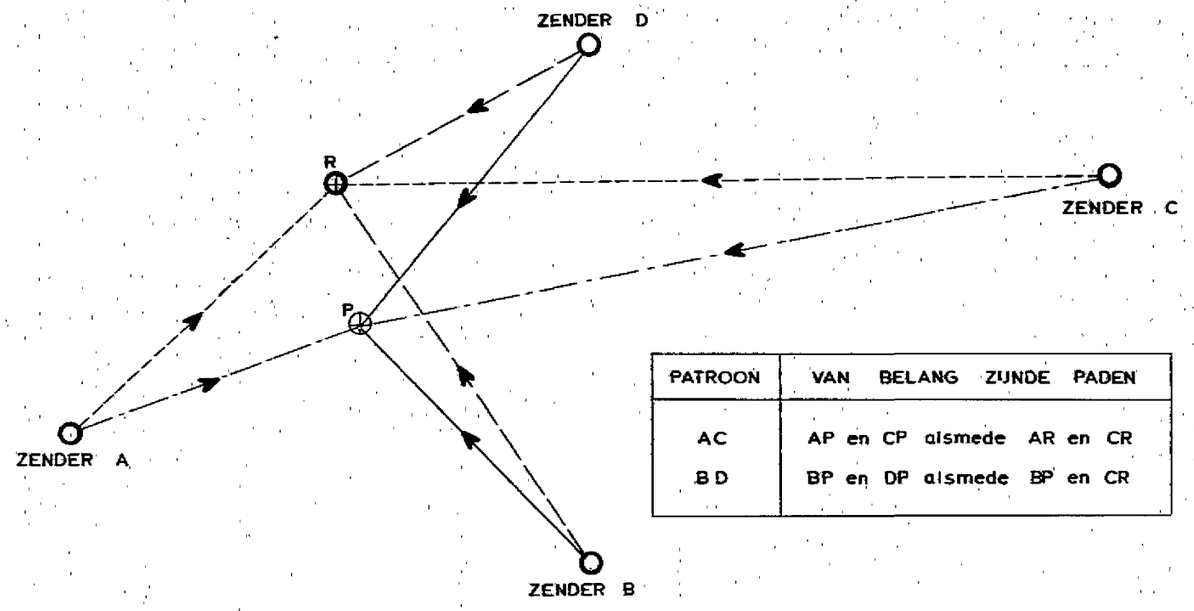
PATROON	VAN BELANG ZIJNDE PADEN
MA	(MA+AP) en MP
MB	(MB+BP) en MP
MC	(MC+CP) en MP
AB	(MA+AP) en (MB+BP)
BC	(MB+BP) en (MC+CP)
CA	(MC+CP) en (MA+AP)

Voor de plaatsbepaling moet bij Sea-Fix het faseverschil in twee van de zes patronen waarin gemeten kan worden bekend zijn



ZEND - CYCLUS SEA-FIX (Eng: „time-sharing")

TORAN
SCHETS MET 4 FOCAALZENDERS (ZGN. „W-MODE")



PATROON	VAN BELANG ZIJNDE PADEN
AC	AP en CP alsmede AR en CR
BD	BP en DP alsmede BP en CR

TOELICHTING

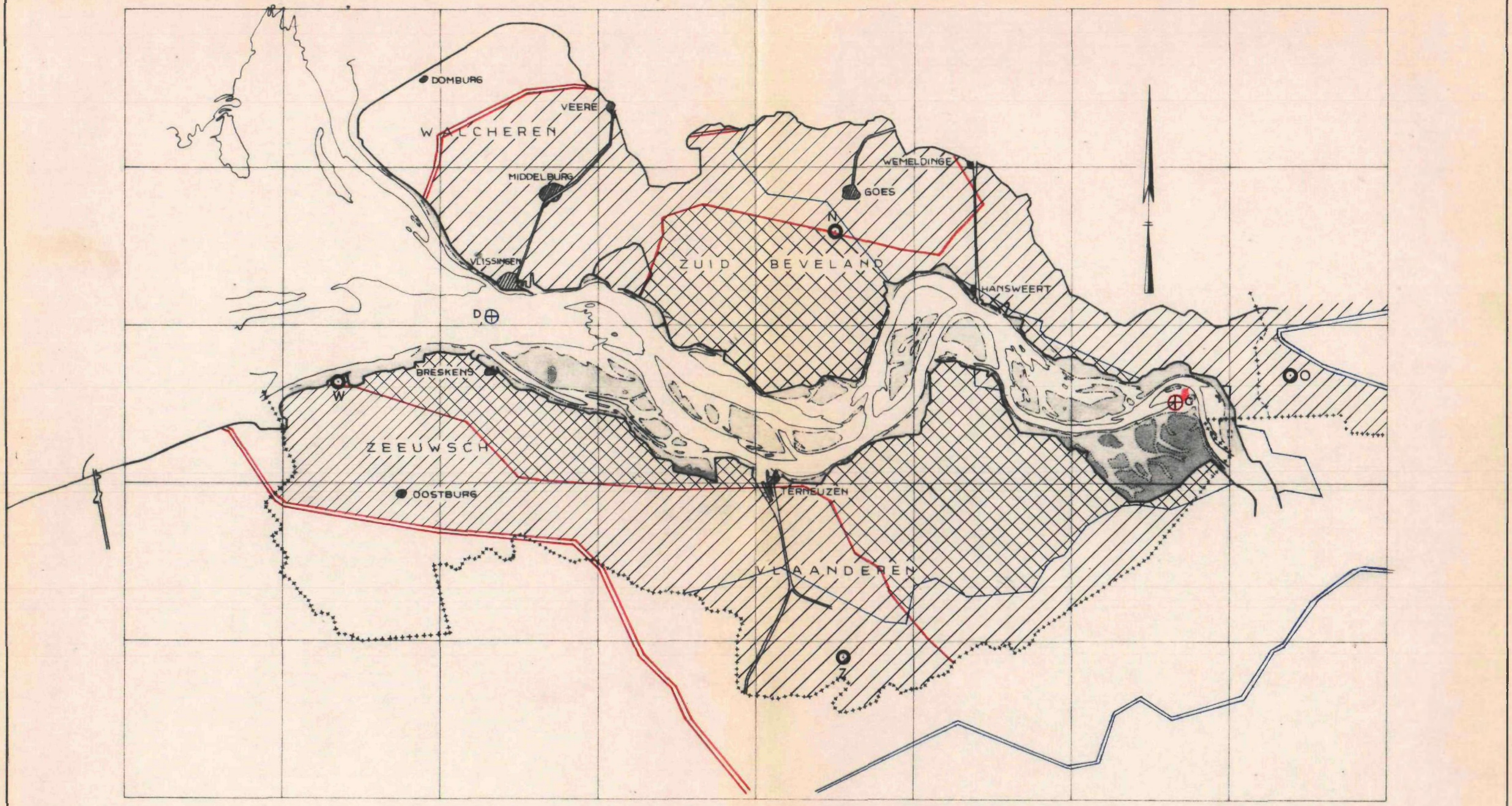
Het gemeten faseverschil bij het referentiestation R wordt, gemoduleerd op een draaggolf (waarvan de frequentie buiten de frequentieband der meetsignalen kan liggen), uitgezonden en bij P ontvangen en vergeleken met het daar gemeten faseverschil. De lengte van het pad tussen R en P evenals de veranderingen in de voortplantingssnelheid op dit pad hebben wel invloed op de bij P ontvangen fase van de draaggolf, maar niet noemenswaardig op het gemoduleerde faseverschil. Vandaar dat pad RP voor het patroon niet van belang is. Dit pad is daarom niet op de schets aangegeven.

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

SIGNAALPADEN BIJ EEN SEA-FIXKETEN EN BIJ EEN TORANKETEN

MRT. 1973			
GET. A.S.B.			
GEZ. E.		A2	73.342
GEC.			
AKK.			



TOELICHTING

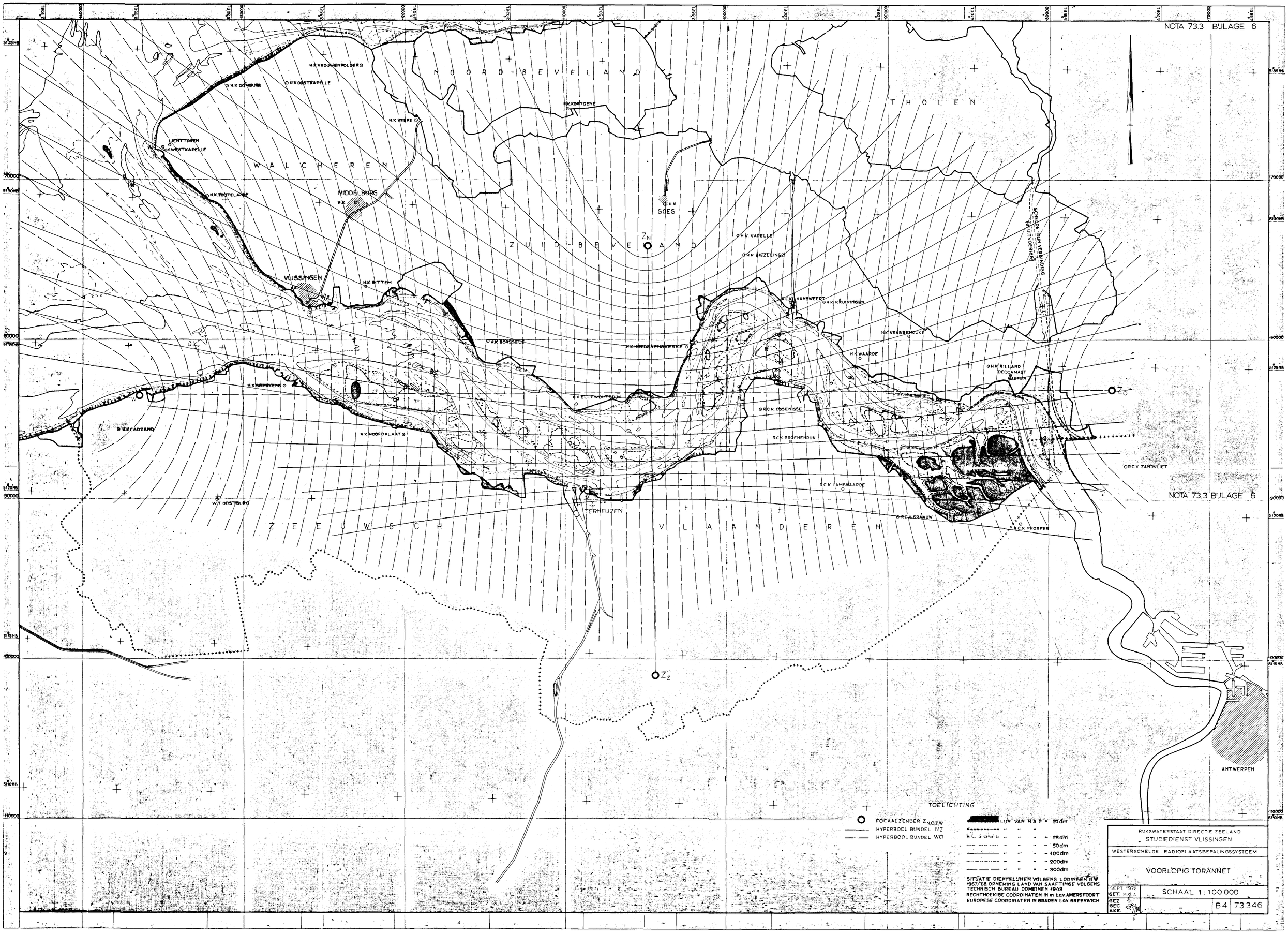
- L'IJN OP 30km LANDPAD UIT OOSTELIJK PUNT — C
- " - 15 " " " " " — C
- L'IJN OP 30km LANDPAD UIT WESTELIJK PUNT — D
- " " 15 " " " " " — D
- NEDERLANDS GEBIED BINNEN 30km LANDPAD – AFSTAND UIT BEIDE PUNTEN C EN D
- NEDERLANDS GEBIED BINNEN 15km LANDPAD – AFSTAND UIT BEIDE PUNTEN C EN D
- GEKOZEN ZENDERPOSITIES

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

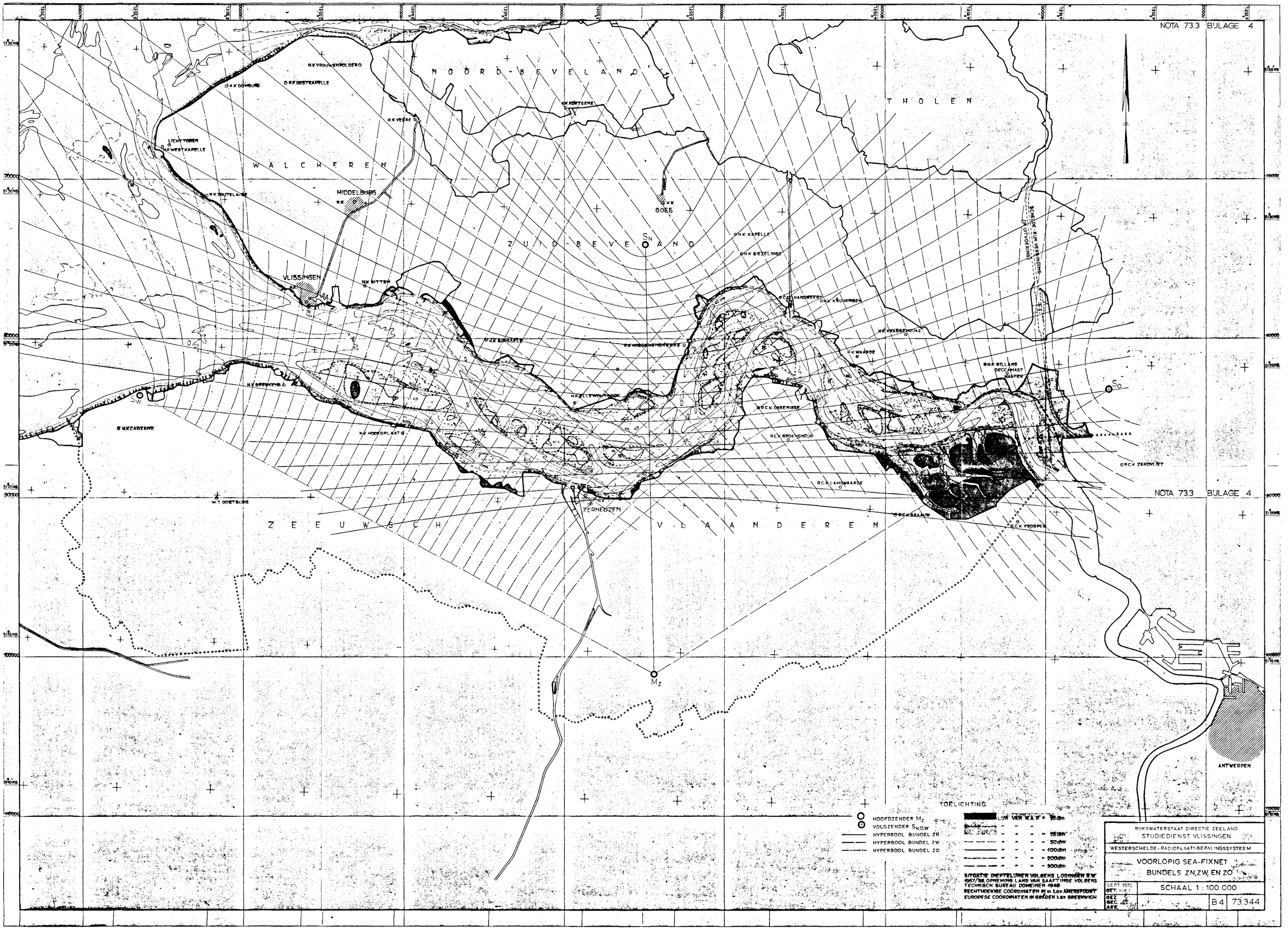
WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

OPSTELGEBIEDEN ZENDERS I.V.M. LANDPADLENGTEN

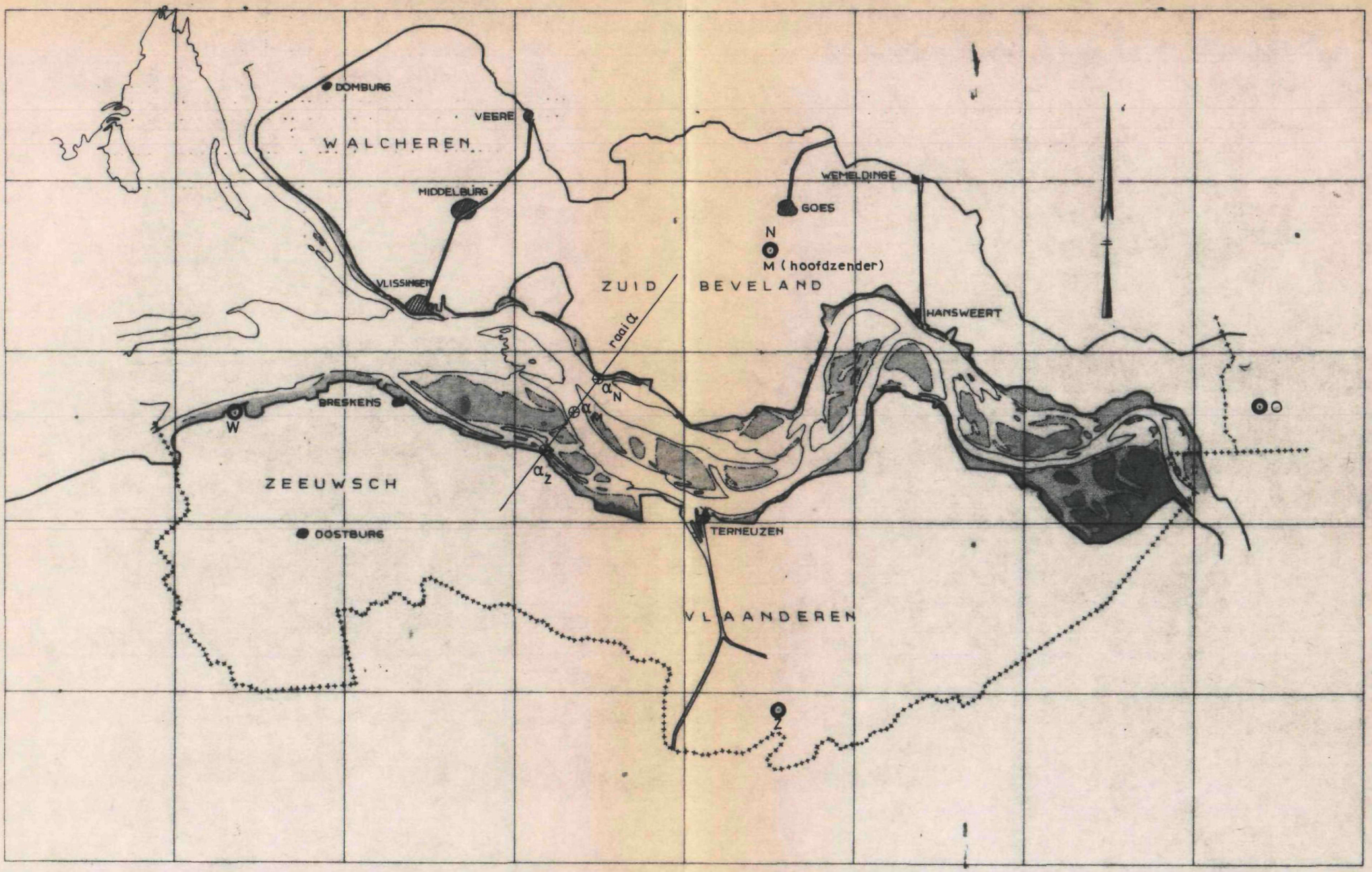
29-3-1972 GET. K.B.	SCHAAL 1:250.000		
GEZ. E. GEC. AKK.		A2	73.343


NOTA 73.3 BIJLAGE 6
NOORD-BEVELAND
THOLEN
WALCHEREN
ZUID-BEVELAND
ZEEUWSCH VLAANDEREN
MIDDELBURG
VLISSINGEN
GOES
TERNEUZEN
ANTWERPEN
H.K. VROUWENPOLDER
H.K. OOSTKAPELLE
H.K. DOMBURG
H.K. VEERE
H.K. KORTGENE
LICHTTOREN
H.K. WESTKAPELLE
H.K. ZOUTELANDE
H.K. RITTEM
H.K. BORSSELE
H.K. HOEDENENSKERKE
H.K. KAPELLE
H.K. BIEZELINGE
R.C.K. HANSWEERT
H.K. KRUININGEN
H.K. KRABBENDUKE
H.K. WAARDE
H.K. RILLAND
DECCAMAST
MASTER
H.K. BREEKENS
H.K. ELLEWOUTSDIJK
R.C.K. OSSENISSE
R.C.K. GROENENDIJK
R.C.K. ZANDVLIET
R.C.K. LAMSWAARDE
R.C.K. GRAAUW
R.C.K. PROSPER
H.K. HOOFDPLAAT
R.K. CADZAND
W.T. OOSTBURG
SCHELDE-RIJN VERBINDING
(IN UITVOERING)
Z_N
Z_O
Z_Z
TOELICHTING
FOCAALZENDER $Z_{N,O,Z,W}$
HYPERBOOL BUNDEL NZ
HYPERBOOL BUNDEL WO
LIJN VAN N.A.P. + 20dm
- 25dm
- 50dm
- 100dm
- 200dm
- 300dm
SITUATIE DIEPTELIJNEN VOLGENS LODINGEN R.W. 1967/68 OPNEMING LAND VAN SAAFTINGE VOLGENS TECHNISCH BUREAU DOMEINEN 1949
RECHTHOEKIGE COORDINATEN IN m t.o.v. AMERSFOORT
EUROPESE COORDINATEN IN GRADEN t.o.v. GREENWICH
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN
WESTERSCHELDE RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM
VOORLOPIG TORANNET
SEPT. 1972
GET. H.d.J.
GEZ.
GEC.
AKK.
SCHAAL 1:100 000
B4
73.346

NOTA 73.3 BIJLAGE 5
NOORD-BEVELAND
THOLEN
WALCHEREN
MIDDELBURG
ZUID-BEVELAND
GOES
VLISSINGEN
TERNEUZEN
ZEEUWSCH VLAANDEREN
ANTWERPEN
M_N
S_W
S_O
S_Z
TOELICHTING
HOOFDZENDER M_N
VOLGZENDER $S_{O,Z,W}$
HYPERBOOL BUNDEL NZ
HYPERBOOL BUNDEL NW
HYPERBOOL BUNDEL NO
LIJN VAN N.A.P. + 20dm
- 25dm
- 50dm
- 100dm
- 200dm
- 300dm
SITUATIE DIEPTELIJNEN VOLGENS LODINGEN R.W. 1967/68, OPNEMING LAND VAN SAAFTINGE VOLGENS TECHNISCH BUREAU DOMEINEN 1949
RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN IN m t.o.v. AMERSFOORT
EUROPESE COÖRDINATEN IN GRADEN t.o.v. GREENWICH
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN
WESTERSCHELDE-RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM
VOORLOPIG SEA-FIXNET
BUNDELS NW, NZ EN NO
SEPT 1972
GET. H.d.J.
SCHAAL 1:100 000
GEZ.
GEC.
AKK.
B4 73345



NOTA 73.3 BIJLAGE 4



PADEN NAAR ONTVANGER IN km			PADEN NAAR ONTVANGER IN km			MAATGEVEND LANDPAD IN km	MAATGEVEND LANDPAD IN km
PAD	LAND	WATER+PLAAT	PAD	LAND	WATER+PLAAT	BIJ TORAN SYSTEEM	BIJ SEA-FIX SYSTEEM
$N\alpha_N$	12,3	0,3	$W\alpha_N$	8,6	13,0	$(N\alpha_N)_L-(Z\alpha_N)_L=-2,0$	$(M\alpha_N)_L-(Z\alpha_N)_L=-2,0$
$Z\alpha_N$	14,3	7,9	$O\alpha_N$	18,9	20,2	$(N\alpha_M)_L-(Z\alpha_M)_L=-3,0$	$(M\alpha_M)_L-(Z\alpha_M)_L=-3,0$
$N\alpha_M$	11,2	3,8	$W\alpha_M$	9,9	10,2	$(N\alpha_Z)_L-(Z\alpha_Z)_L=-6,1$	$(M\alpha_Z)_L-(Z\alpha_Z)_L=-6,1$
$Z\alpha_M$	14,2	7,1	$O\alpha_M$	10,9	29,6	$(W\alpha_N)_L-(O\alpha_N)_L=-10,3$	$(W\alpha_N)_L-(Z\alpha_N)_L=-5,7$
$N\alpha_Z$	11,0	6,8	$W\alpha_Z$	15,1	3,3	$(W\alpha_M)_L-(O\alpha_M)_L=-4,3$	$(W\alpha_M)_L-(Z\alpha_M)_L=-4,3$
$Z\alpha_Z$	17,1	3,4	$O\alpha_Z$	9,1	33,2	$(W\alpha_Z)_L-(O\alpha_Z)_L=+6,0$	$(W\alpha_Z)_L-(Z\alpha_Z)_L=-2,0$

TOELICHTING

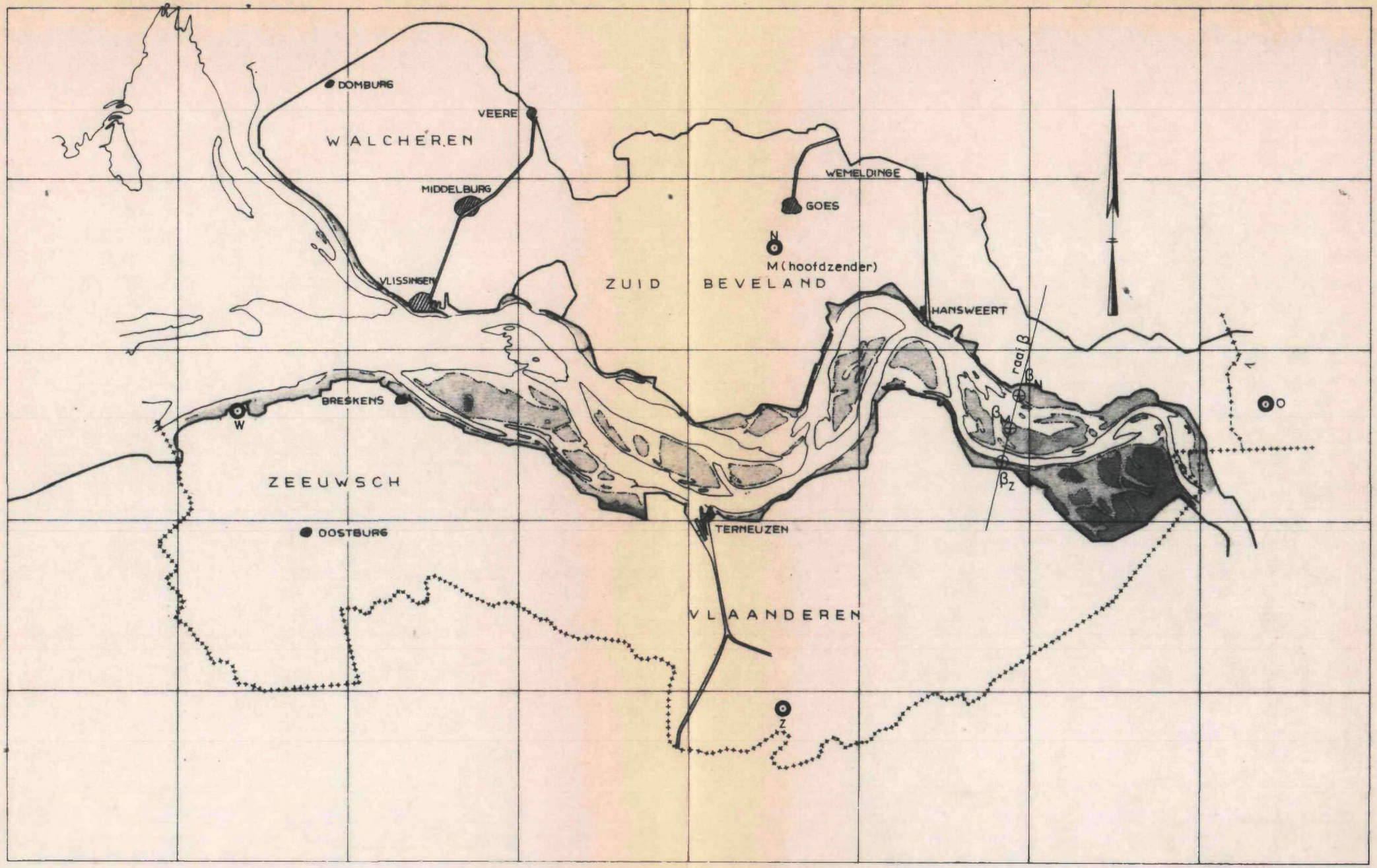
- N.A.P. – 10m
- N.A.P. – 2m
- N.A.P. + 2,5m
- ZENDERPOSITIE
- PLAATS ONTVANGER

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

MAATGEVENDE PADEN VOOR WESTELIJKE RAAI α I.V.M. PATROONCORRECTIES T.G.V. DE GEOGRAFIE

30-3-1973 GET. K.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.347



PADEN NAAR ONTVANGER IN km			PADEN NAAR ONTVANGER IN km			MAATGEVEND LANDPAD IN km	MAATGEVEND LANDPAD IN km
PAD	LAND	PLAAT + WATER	PAD	LAND	PLAAT + WATER	BIJ TORAN SYSTEEM	BIJ SEA-FIX SYSTEEM
$N\beta_N$	5,5	11,3	$W\beta_N$	17,2	28,6	$(N\beta_N)_L-(Z\beta_N)_L=-12,8$	$(M\beta_N)_L-(Z\beta_N)_L=-12,8$
$Z\beta_N$	18,3	4,8	$O\beta_N$	9,6	4,9	$(N\beta_M)_L-(Z\beta_M)_L=-13,2$	$(M\beta_M)_L-(Z\beta_M)_L=-13,2$
$N\beta_M$	5,3	12,2	$N\beta_M$	15,7	29,7	$(N\beta_Z)_L-(Z\beta_Z)_L=-14,2$	$(M\beta_Z)_L-(Z\beta_Z)_L=-14,2$
$Z\beta_M$	18,5	2,8	$O\beta_M$	4,6	10,5	$(W\beta_N)_L-(O\beta_N)_L=7,6$	$(M\beta_N)_L-(O\beta_N)_L=-4,1$
$N\beta_Z$	4,8	13,6	$W\beta_Z$	18,1	26,8	$(W\beta_M)_L-(O\beta_M)_L=11,1$	$(M\beta_M)_L-(O\beta_M)_L=0,7$
$Z\beta_Z$	19,0	0,5	$O\beta_Z$	4,3	11,6	$(W\beta_Z)_L-(O\beta_Z)_L=13,8$	$(M\beta_Z)_L-(O\beta_Z)_L=0,4$

TOELICHTING

- N.A.P. – 10 m
- N.A.P. – 2 m
- N.A.P. +2,5 m
- ZENDERPOSITIE
- PLAATS ONTVANGER

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE-RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

MAATGEVENDE PADEN VOOR OOSTELIJKE RAAI β I.V.M. PATROONCORRECTIES T.G.V. DE GEOGRAFIE

3-4-1973 GET. K.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.348

SEA-FIXKETEN WESTERSCHELDE

theor. patrooncorrecties t.g.v. geografie indien correcties t.p.v. volgzenders nul is

raai	punt	maatgevend verschil der signaalpaden	resulterend maatgevend landpad in km	resulterend maatgevend waterpad in km	patrooncorrectie in centilanen voor bundel MZ: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel MZ: indien $V_{kaart} = V_{land}$	bundel WZ: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel WZ: indien $V_{kaart} = V_{land}$	bundel MO: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel MO: indien $V_{kaart} = V_{land}$
α	α_N	$M\alpha_N - Z\alpha_N$	−2,0	−7,6	−1	+ 4				
		$W\alpha_N - Z\alpha_N$	−5,7	+5,1			−3	−3		
	α_M	$M\alpha_M - Z\alpha_M$	−3,0	−3,3	−2	+ 2				
		$W\alpha_M - Z\alpha_M$	−4,3	+3,1			−2	−2		
	α_Z	$M\alpha_Z - Z\alpha_Z$	−6 1	+3 4	−3	− 2				
		$W\alpha_Z - Z\alpha_Z$	−2,0	−0,1			−1	0		
β	β_N	$M\beta_N - Z\beta_N$	−12,8	+6,5	−7	−4				
		$M\beta_N - O\beta_N$	−4,1	+6,4					−2	−7
	β_M	$M\beta_M - Z\beta_M$	−13,2	+9,4	−7	−5				
		$M\beta_M - O\beta_M$	+ 0,7	+1,7					0	−1
	β_Z	$M\beta_Z - Z\beta_Z$	−14,2	+13,1	−8	−7				
		$M\beta_Z - O\beta_Z$	−0,5	+2,0					0	−1

TORANKETEN WESTERSCHELDE

theor. patrooncorrecties t.g.v. geografie indien correcties t.p.v. referentiestations nul is

raai	punt	maatgevend verschil der signaalpaden	resulterend maatgevend landpad in km	resulterend maatgevend waterpad in km	patrooncorrectie in centilanen bundel NZ: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel NZ: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel WO: indien $V_{kaart} = V_{water}$	bundel WO: indien $V_{kaart} = V_{water}$
α	α_N	$N\alpha_N - Z\alpha_N$	−2,0	−7,6	−1	+4		
		$W\alpha_N - O\alpha_N$	−10,3	−7,2			−6	−4
	α_M	$N\alpha_M - O\alpha_M$	−3,0	−3,3	−2	+2		
		$W\alpha_M - O\alpha_M$	−1,0	−19,4			−1	+11
	α_Z	$N\alpha_Z - Z\alpha_Z$	−6 1	+3 4	−3	−2		
		$W\alpha_Z - Z\alpha_Z$	+6,0	−29,9			+ 3	+7
β	β_N	$N\beta_N - Z\beta_N$	−12,8	+6,5	−7	−4		
		$W\beta_N - O\beta_N$	+7,6	+23,7			+4	−13
	β_M	$N\beta_M - Z\beta_M$	−13,2	+ 9 4	−8	−5		
		$W\beta_M - O\beta_M$	+11,1	+19,2			+ 6	−11
	β_Z	$N\beta_Z - Z\beta_Z$	−14,2	+13,1	−8	−7		
		$W\beta_Z - O\beta_Z$	+13,8	+15,2			+ 9	−8

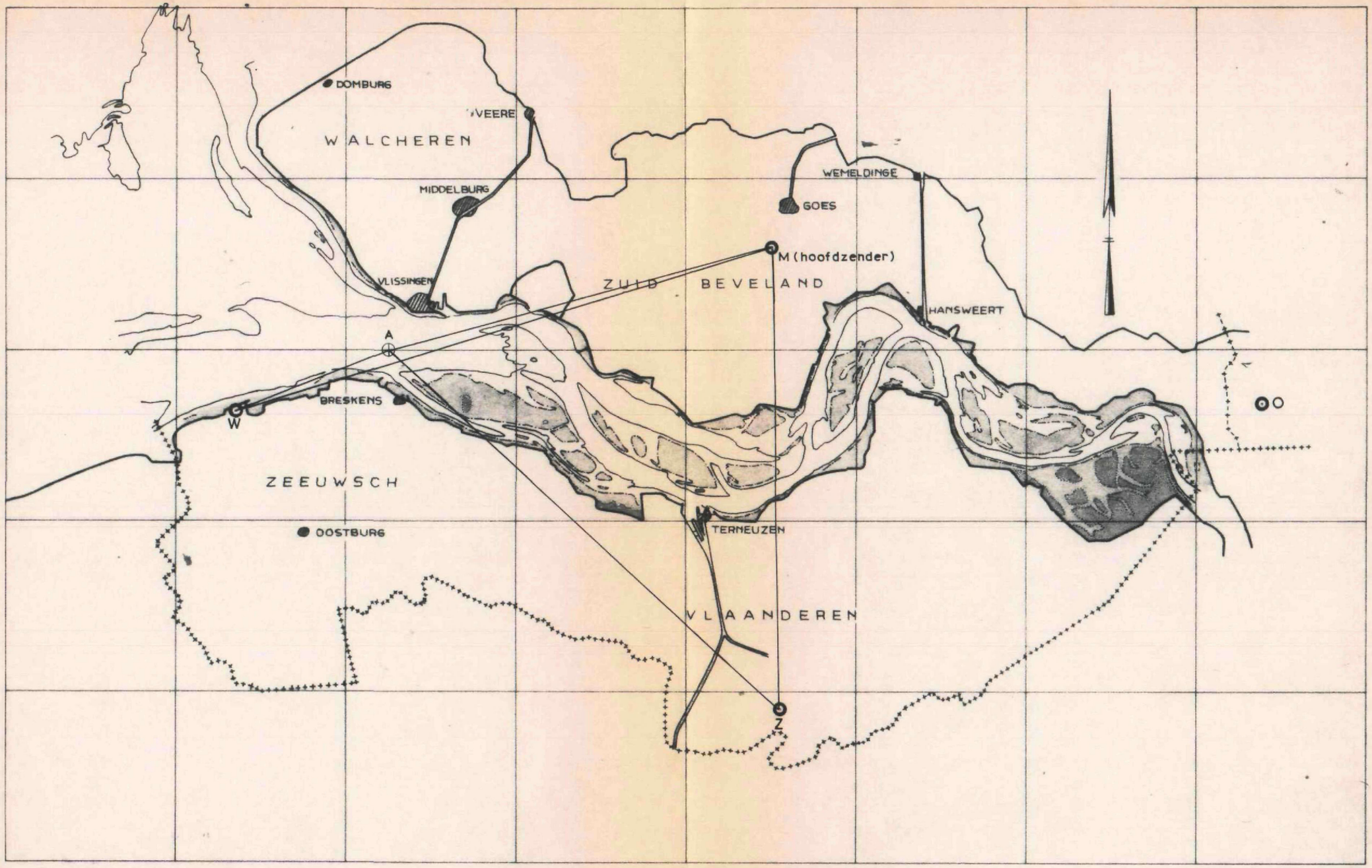
GRADIENT PATROONCORRECTIES IN CENTILANEN PER KM

keten	raai	lengte raai in km	gemiddelde gradient in gehele raai	gemiddelde gradient in noordelijk deel	gemiddelde gradient in zuidelijk deel
Sea-Fix	α	5,3	0,8 resp. 0,5	0,5 resp. 0,4	1,0 resp. 0,5
Toran	α	5,3	0,8 resp. 2,1	0,5 resp. 2,5	1,0 resp. 1,6
Sea-Fix	β	4,1	0,5 resp. 0,6	0,5 resp. 1,4	0,6 resp. 0,0
Toran	β	4,1	0 5 resp. 1,2	0,5 resp. 1,1	0,6 resp. 0,8

TOELICHTING

situatie zenders en raaien volgens bijlagen 7 en 8
V_{kaart} = voortplantingssnelheid radiogolven waarmee kaartpatroon is berekend
V_{land} = voortplantingssnelheid radiogolven over land
V_{water} = voortplantingssnelheid radiogolven over water
Voor de voortplantingssnelheid der radiogolven over plaatgebieden is V_{water} aangehouden

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
MRT. 1973 M.D.				THEOR. PATROONCORRECTIES EN GRADIENTEN T.G.V. DE GEOGRAFIE	A 2	73.349



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR VOLGZENDERS IN km				MAATGEVEND PLAATPAD IN km	MAATGEVEND LANDPAD IN km
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER		
MA	14,3	–	9,2					$(MZ)_P+(ZA)_P-(MA)_P$ = 4,4	$(MZ)_L+(ZA)_L-(MA)_L$ =31,2
ZA	23,7	2,5	5,2	MZ	21,8	1,9	3,6		
WA	0,6	2,2	6,9	MW	15,2	5,1	12,6	$(MW+WA)_P-(MZ+ZA)_P$ =2,9	$(MW+WA)_L-(MZ+ZA)_L$ =-29,7

TOELICHTING

- N.A.P. -10m
- N.A.P. – 2m
- N.A.P. + 2,5m
- ZENDERPOSITIE
- PLAATS ONTVANGER

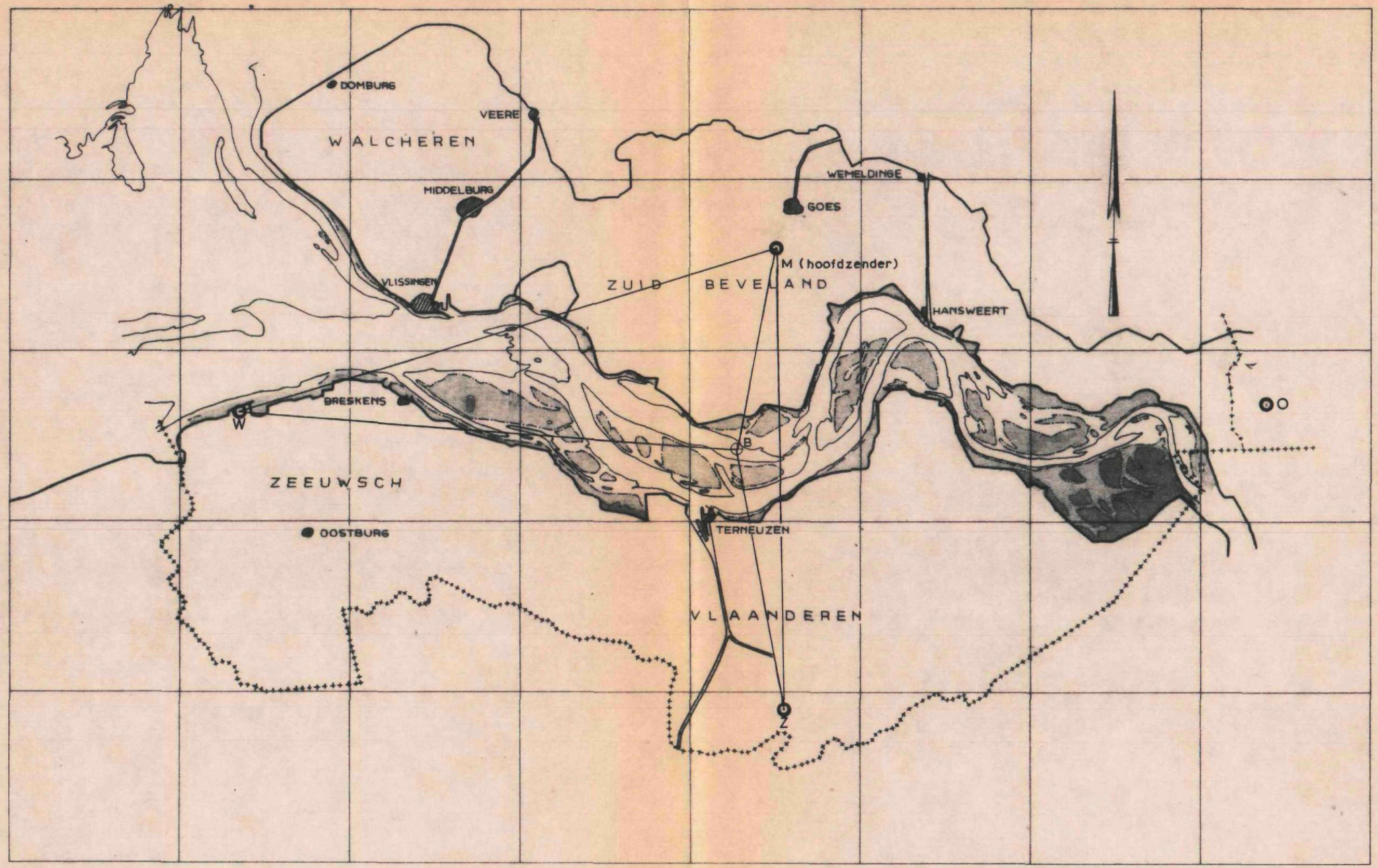
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE-RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

SEA-FIXKETEN

MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT A

APRIL 1973 GET. A.S.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.350



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR VOLGZENDERS IN km				MAATGEVEND	MAATGEVEND
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER	PLAATPAD IN km	LANDPAD IN km
MB	10,1	0,8	1,3					$(MZ)_P+(ZB)_P-(MB)_P$	$(MZ)_L+(ZB)_L-(MB)_L$
ZB	11,3	1,6	2,7	MZ	21,8	1,9	3,6	$=2,7$	$=23,0$
WB	12,5	4,9	11,8	MB	15,2	5,1	12,6	$(MW+WB)_P-(MZ+ZB)_P$ $=6,5$	$(MW+WB)_L-(MZ+ZB)_L$ $=-5,4$

TOELICHTING

- N.A.P. – 10 m
- N.A.P. – 2 m
- N.A.P. + 2,5 m
- ZENDERPOSITIE
- PLAATS ONTVANGER

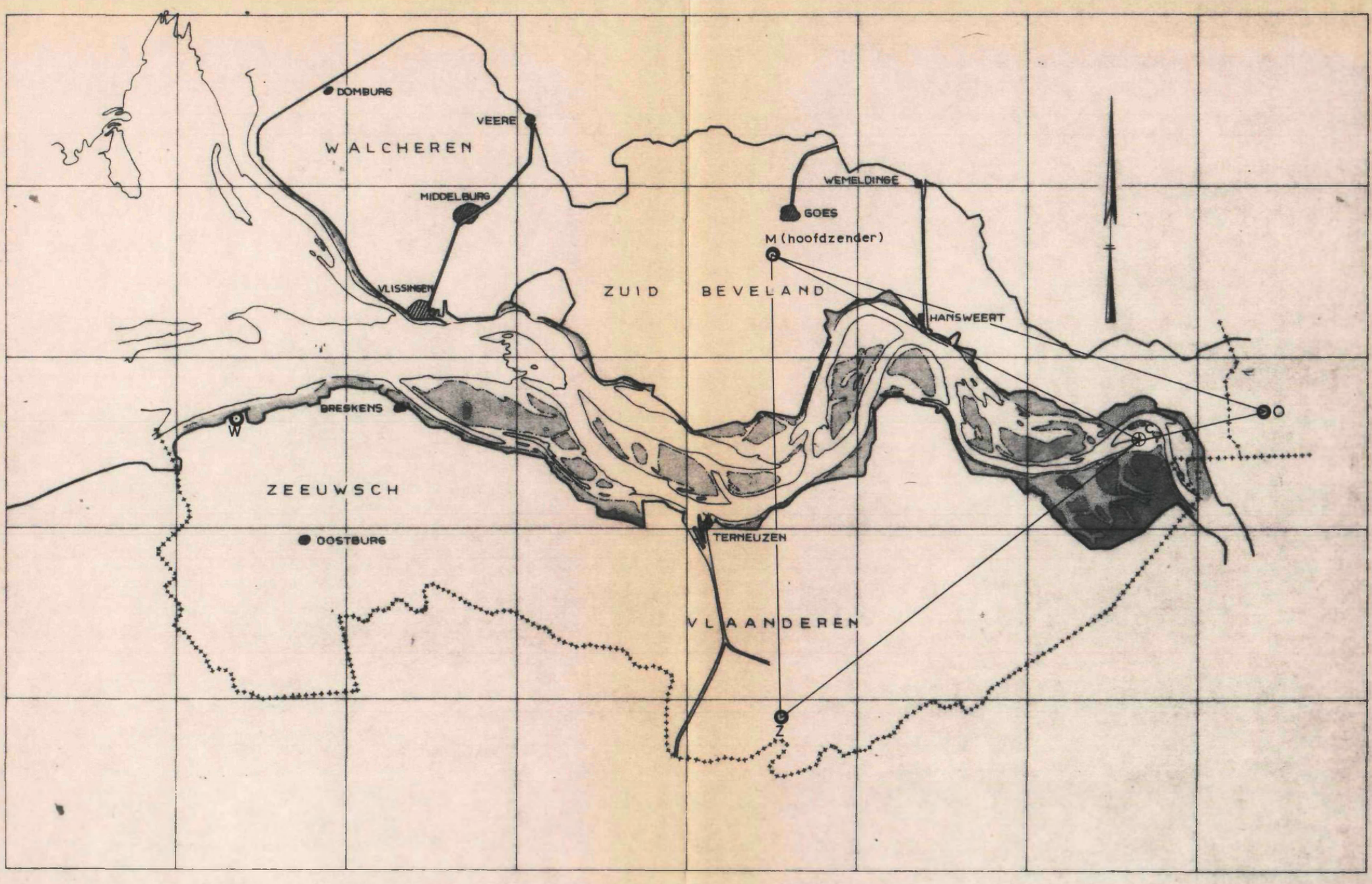
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

SEA-FIXKETEN

MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT B

APRIL 1973	SCHAAL 1 : 250 000		
GET. A.S.B.			
GEZ.		A2	73.351
GEC.			
AKK.			



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR VOLGZENDERS IN km				MAATGEVEND	MAATGEVEND
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER	PLAATPAD IN km	LANDPAD IN km
MC	14,3	5,1	5,0					$(MZ)_P+(ZC)_P-(MC)_P$	$(MZ)_L+(ZC)_L-(MC)_L$
ZC	22,1	3,5	1,1	MZ	21,8	1,9	3,6	= 0,3	= 29,6
OC	4,3	0,4	2,7	MO	28,8	1,6		$(MO)_P+(OC)_P-(MC)_P$	$(MO)_L+(OC)_L-(MC)_L$
								= −3,1	=18,8

TOELICHTING

- N.A.P. – 10m
- N.A.P. – 2m
- N.A.P. +2,5m
- ZENDERPOSITIE
- PLAATS ONTVANGER

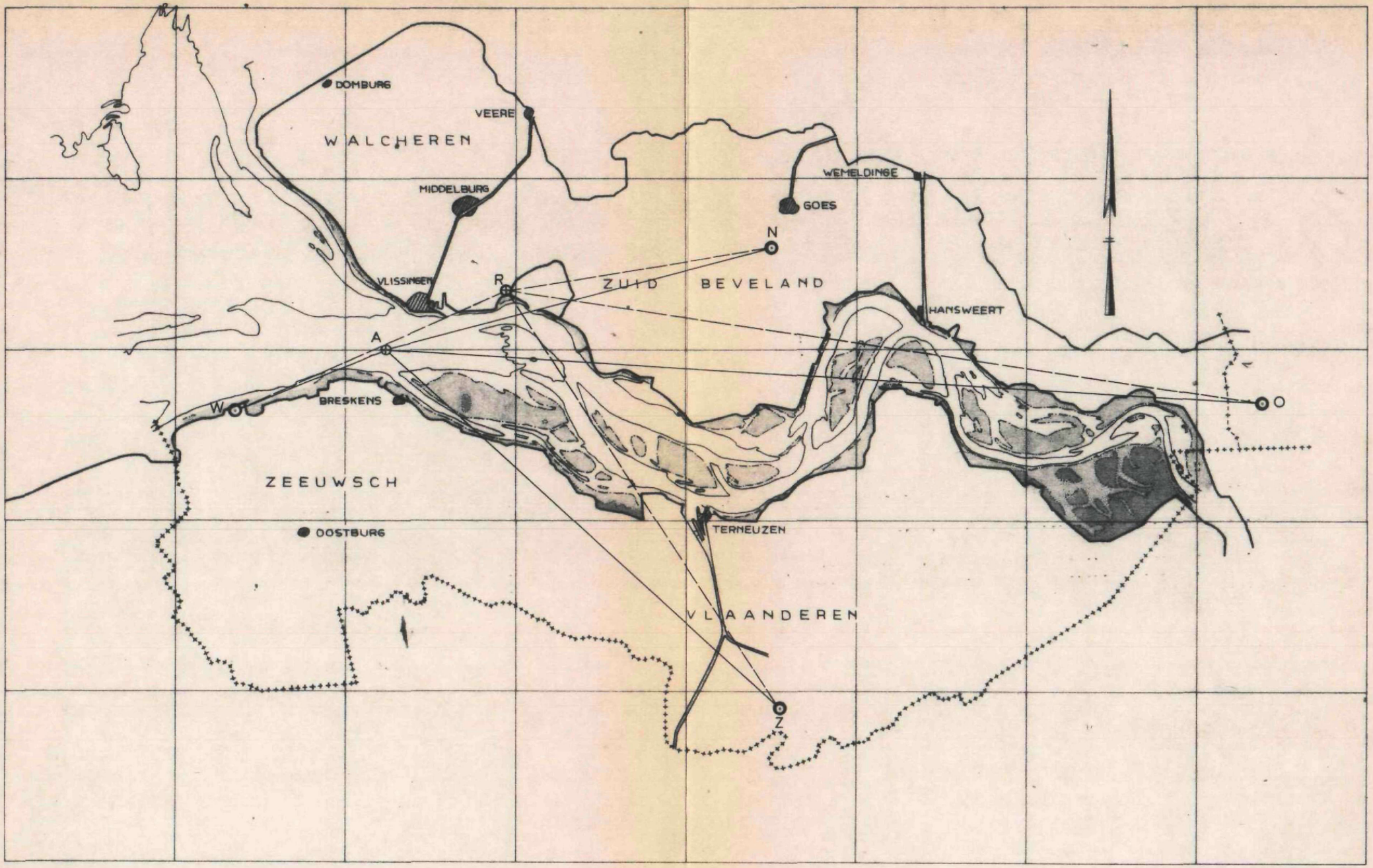
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

SEA-FIXKETEN

MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT C

2-4-1973 GET. K.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.352



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR REF. STATION IN km				MAATGEVEND	MAATGEVEND
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER	PLAATPAD IN km	LANDPAD IN km
NA	14,3		9,2	NR	15,9			$(NA-ZA)_P-(NR-ZR)_P$	$(NA-ZA)_L-(NR-ZR)_L$
ZA	23,7	2,5	5,2	ZR	15,1	0,3	14,0	$=-2,2$	$=-10,2$
WA	0,6	2,2	6,9	WR	3,7	2,2	11,5	$(WA-OA)_P-(WR-OR)_P$	$(WA-OA)_L-(WR-OR)_L$
OA	24,4	7,0	20,4	OR	36,2	3,1	5,9	$=-3,7$	$=-8,7$

TOELICHTING

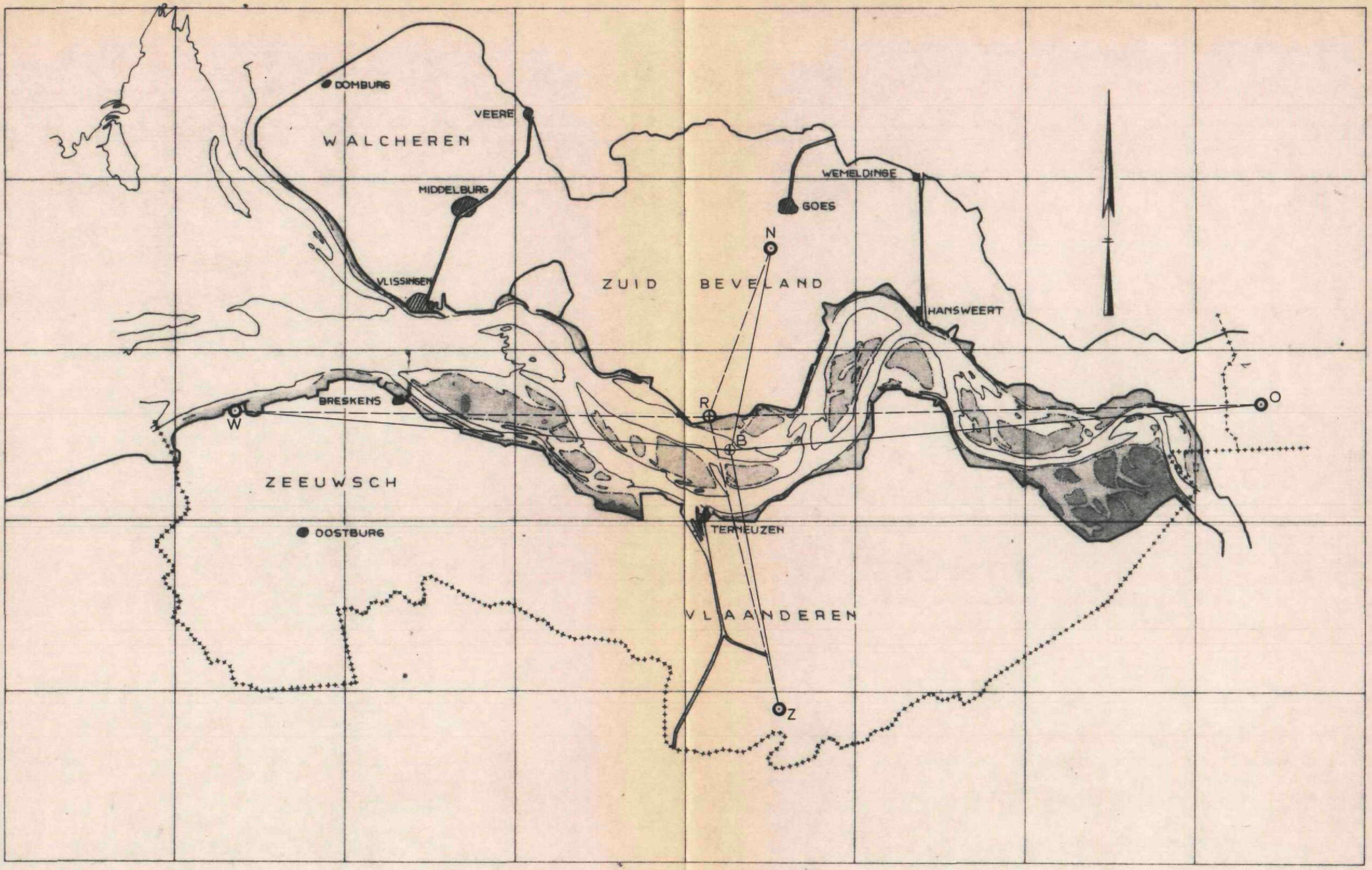
- N.A.P.– 10m
- N.A.P.– 2m
- N.A.P.+2,5m
- O ZENDERPOSITIE
- $\oplus^R$ PLAATS REFERENTIESTATION
- $\oplus$ PLAATS ONTVANGER

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE–RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

TORANKETEN
MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT A

2-4-1973 GET. K.B.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.353



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR REF. STATION IN km.				MAATGEVEND	MAATGEVEND
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER	PLAATPAD IN km	LANDPAD IN km
NB	10,1	0,8	1,3	NR	10,5			$(NB-ZB)_P-(NR-ZR)_P$	$(NB-ZB)_L-(NR-ZR)_L$
ZB	11,3	1,6	2,7	ZR	11,8	0,7	17,9	=0,1	=0,1
WB	12,5	4,9	11,8	WR	11,4	8,2	8,3	$(WB-OB)_P-(WR-OR)_P$	$(WB-OB)_L-(WR-OR)_L$
OB	9,3	5,6	16,4	OR	12,4	8,5	11,5	=0,4	=4,2

Toelichting

- N.A.P. – 10m
- N.A.P. – 2 m
- N.A.P. + 2,5m
- O ZENDERPOSITIE
- $\oplus^R$ PLAATS REFERENTIESTATION
- $\oplus$ PLAATS ONTVANGER

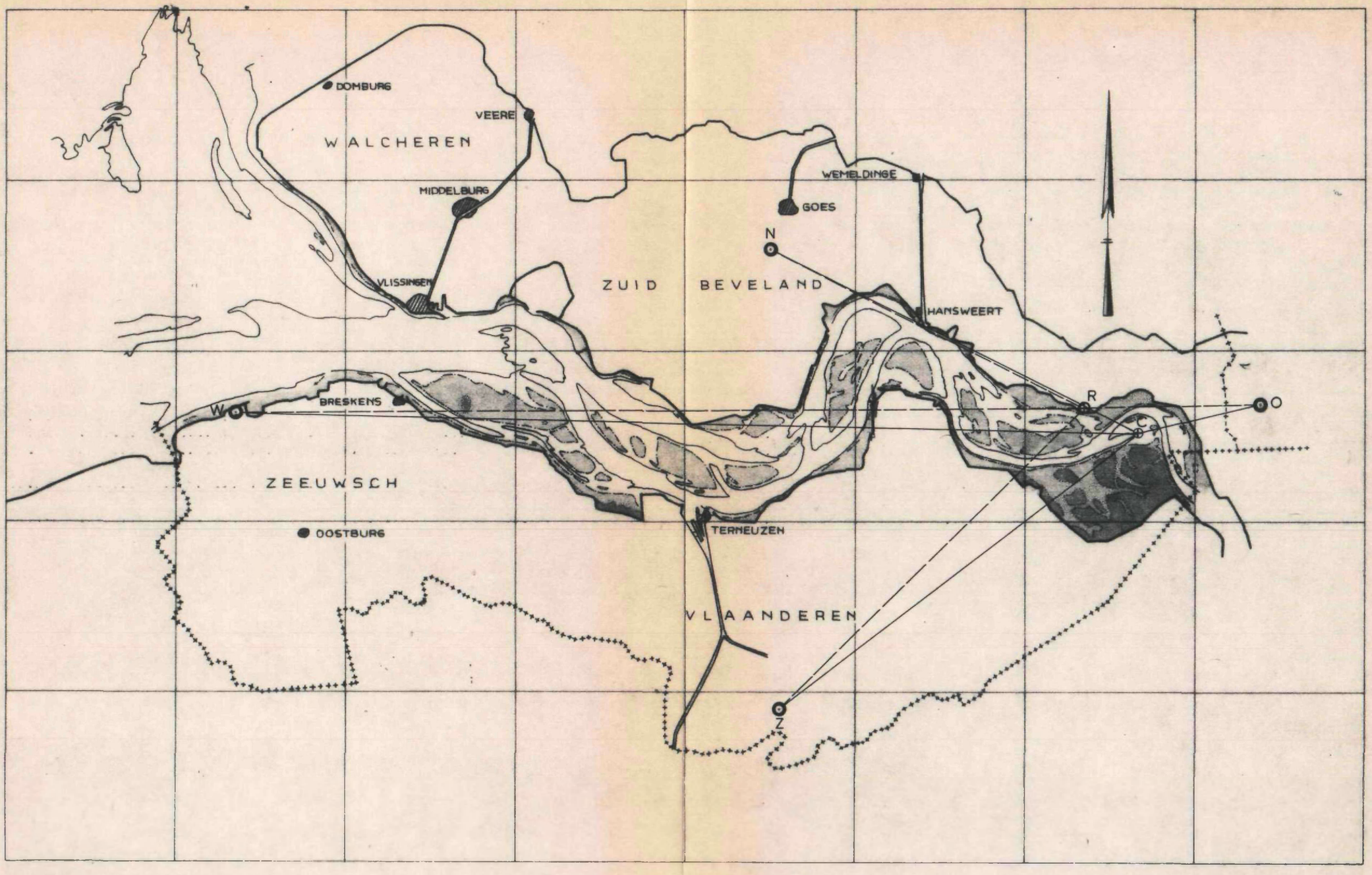
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

TORANKETEN

MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT B

MRT. 1973 GET. M.D.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. C. GEC. AKK.		A2	73.354



PADEN NAAR ONTVANGER IN km				PADEN NAAR REF. STATION IN km.				MAATGEVEND PLAATPAD IN km	MAATGEVEND LANDPAD IN km
PAD	LAND	PLAAT	WATER	PAD	LAND	PLAAT	WATER		
NC	14,3	5,1	5,0	NR	13,3	3,5	4,0	$(NC-ZC)_P-(NR-ZR)_P$	$(NC-ZC)_L-(NR-ZR)_L$
ZC	22,1	3,5	1,1	ZR	20,2	3,0	2,2	$=1,1$	$=-0,9$
WC	15,9	17,5	20,1	WR	20,1	13,5	16,9	$(WC-OC)_P-(WR-OR)_P$	$(WC-OC)_L-(WR-OR)_L$
OC	4,3	0,4	2,7	OR	5,7	3,0	1,7	$=6,6$	$=2,8$

TOELICHTING

- N.A.P.–10m
- N.A.P.– 2m
- N.A.P. +2,5m
- O ZENDERPOSITIE
- $\oplus^R$ PLAATS REFERENTIESTATION
- $\oplus$ PLAATS ONTVANGER

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE-RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

TORANKETEN
MAATGEVENDE PADEN VOOR TRAGE INSTABILITEIT IN PUNT C

30-3-1973 GET. M.D.	SCHAAL 1 : 250 000		
GEZ. GEC. AKK.		A2	73.355

SEA-FIXKETEN WESTERSCHELDE

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. GETIJWERKING EN PLAATGEBIEDEN (bijl. 10 t/m 12)

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND PLAATPAD IN km			TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN		
	BUNDEL MZ: MZ+ZP−MP	BUNDEL MO: MO+OP−MP	BUNDEL WZ: (MW+WP)-(MZ+ZP)	BUNDEL MZ:	BUNDEL MO:	BUNDEL WZ:
A	4,4		2,9	2		1
B	2,7		6,5	1		2
C	0,3	−3,1		0	1	

TORANKETEN WESTERSCHELDE

MET 3 REFERENTIESTATIONS (R)

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. GETIJWERKING EN PLAATGEBIEDEN (bijl. 13 t/m 15)

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND PLAATPAD IN km		TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN	
	BUNDEL NZ: (NP−ZP)-(NR−ZR)	BUNDEL WO: (WP−OP)−(WR−OR)	BUNDEL NZ:	BUNDEL WO:
A	− 2,2	−3,7	1	1
B	− 0,1	−0,4	0	0
C	1,1	6,6	0	2

TORANKETEN WESTERSCHELDE

MET 1 REFERENTIESTATION (R) NABIJ PUNT B

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. GETIJWERKING EN PLAATGEBIEDEN

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND PLAATPAD IN km		TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN	
	BUNDEL NZ: (NP−ZP)−(NR−ZR)	BUNDEL WO: (WP−OP)−(WR−OR)	BUNDEL NZ:	BUNDEL WO:
A	−1,8	−4,5	1	2
B	−0,1	−0,4	0	0
C	2,3	17,4	1	6

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
MRT 1973 A.S.B.				THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. HET GETIJ	A1	73.356

SEA-FIXKETEN WESTERSCHELDE

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. WEERS- EN SEIZOENINVLOEDEN

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND LANDPAD IN km			TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN		
	BUNDEL MZ: MZ+ZP-MP	BUNDEL MO: MO+OP-MP	BUNDEL WZ: (MW+WP)-(MZ+ZP)	BUNDEL MZ:	BUNDEL MO:	BUNDEL WZ:
A	31,2		-29,7	3		2
B	23,0		+ 5,4	2		0
C	29,6	18,8		2	2	

TORANKETEN WESTERSCHELDE

MET 3 REFERENTIESTATIONS (R)

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. WEERS- EN SEIZOENINVLOEDEN

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND LANDPAD IN km		TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN	
	BUNDEL NZ: (NP-ZP)-(NR-ZR)	BUNDEL WO: (WP-OP)-(WR-OR)	BUNDEL NZ:	BUNDEL WO:
A	-10,2	8,7	1	1
B	0,1	4,2	0	0
C	-0,9	2,8	0	0

TORANKETEN WESTERSCHELDE

MET 1 REFERENTIESTATION (R) NABIJ PUNT B

THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. WEERS- EN SEIZOENINVLOEDEN

PLAATS ONTVANGER (P)	MAATGEVEND LANDPAD IN km		TRAGE INSTABILITEIT IN CENTILANEN	
	BUNDEL NZ: (NP-ZP)-(NR-ZR)	BUNDEL WO: (WP-OP)-(WR-OR)	BUNDEL NZ:	BUNDEL WO:
A	-8,1	-22,8	1	2
B	0,1	-4,2	0	0
C	-6,5	12,6	1	1

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
MRT. 1973 A.S.B.	E.			THEOR. TRAGE INSTABILITEIT T.G.V. WEERS- EN SEIZOENINVLOEDEN	A1	73.357

apparatuur	aantal	eenheidsprijs offerte 10-6-'71	eenheidsprijs offerte 3-5-'72	eenheidsprijs offerte 27-2-'73	subtotaal offerte 10-6-'71	subtotaal offerte 3-5-'72	subtotaal offerte 27-2-'73
KETEN							
hoofdzender	1	f 43 830	f 33 900	f 30 580	f 43 830	f 33 900	f 30 580
volgzender	3	f 51 055	f 39 400	f 35 650	f 153 165	f 118 200	f 106 950
bewakingsstation ("monitor")	1	f 45 575	f 35 600	f 32 120	f 45 575	35 600	f 32 120
reserveonderdelen	1 set	f 42 835	f 40 000 (richtprijs)	f 44 000	f 42 835	f 40 000	f 44 000
testapparatuur	1 set	f 14 445		f 9 580	f 14 445		f 9 580
							f 223 230
SCHEEPSAPPARATUUR							
ontvanger	5	f 39 850 (type 9435)	f 30 950 (type 9435)	f 30 400 (type INTERIM)	f 199 250	f 154 750	f 152 000
reserve ontvanger	1	f 39 850 (type 9435)	f 30 950 (type 9435)	f 30 400 (type INTERIM)	f 39 850	f 30 950	f 30 400
dwarswijzer ("left-right indicator")	5		f 2 500	f 2 500 (3-5-'72)		f 12 500	f 12 500
baanschrijver	1	f 34 370 (type 8991)	f 12 850 (type350TS)	f 11 500	f 34 370	f 12 850	f 11 500
reserveonderdelen	1 set	f 10 475		f 3 000 (geschat)	f 10 475		f 3 000
							f 209 400
JAARLIJKSE KOSTEN							
onderhoudscontract			f 65 000 (richtprijs)	f 24 300		f 65 000	f 24 300
vervanging onderdelen				f 300 (geschat)			f 300
							f 24 600
alle prijzen zijn zonder invoerrechten en B.T.W.							
totaal zender, bewakingsstation en vijf ontvangers					f 441 820	f 342 450	f 321 650
totaal aanschafkosten apparatuur							f 432 630
jaarlijkse onderhoudskosten						f 65 000	f 24 600

Jaarlijkse bedrijfskosten aan rente, afschrijving en onderhoud apparatuur bij afschrijving over 10 jaar en een rentevoet van 9% volgens offerte 27-2-'73.

KETEN:

afschrijving: 0,156 x f 223 230 = f 34 800
onderhoud : 0,50 x f 24 600 = f 12 300
f 47 100

SCHEEPSAPPARATUUR:

afschrijving: 0,156 x f 209 400 = f 32 650
onderhoud : 0,50 x f 24 600 = f 12 300
f 44 950

TOTAAL KETEN EN SCHEEPSAPPARATUUR (zonder invoerrechten en B.T.W.):

f 92 050

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

PRIJSAANBIEDINGEN SEA-FIXAPPARATUUR

APRIL 1973
GET. A.S.B.
GEZ.
GEC.
AKK.

A2 | 73.358

apparatuur	aantal	eenheidsprijs offerte 10-9-'71	eenheidsprijs offerte 6-4-'72	eenheidsprijs offerte 1-3-'73	subtotaal offerte 10-9-'71	subtotaal offerte 6-4-'72	subtotaal offerte 1-3-'73
KETEN							
zender	4	f 22 075	f 20 900	f 19 230	f 88 300	f 83 600	f 76 920
reserveonderdelen 4 zenders	1 set			f 3 740			f 3 740
U.H.F. referentie-station	3	f 11 600	f 22 575	f 21 450	f 34 800	f 67 625	f 64 350
reserveonderdelen	2 sets			f 2 060			f 4 120
referentiestation bewakingsstation ("monitor")	1			f 45 605			f 45 605
testapparatuur	1 set			f 7 385			f 7 385
							f 202 120
SCHEEPSAPPARATUUR							
ontvanger	5	f 41 600	f 39 240	f 35 950	f 208 000	f 196 200	f 179 750
reserveonderdelen ontvanger	2 sets			f 1 175			f 2 350
extra dwarswijzer ("left-right indicator")	5	f 3 850	f 4 760	f 4 875	f 19 250	f 23 800	f 24 375
baanschrijver	1	f 31 450 (type T5)	f 22 000 (type T6)	f 21 700 (type T6)	f 31 450	f 22 000	f 21 700
reserveonderdelen baanschrijver	1 set			f 2 060			f 2 060
							f 230 235
JAARLIJKSE KOSTEN							
onderhoudscontract		f 13 000 (richtprijs)	f 13 000 (richtprijs)	f 15 000	f 13 000	f 13 000	f 15 000

Jaarlijkse bedrijfskosten aan rente, afschrijving en onderhoud apparatuur bij afschrijving over 10 jaar en een rentevoet van 9% volgens offerte 1-3-'73

KETEN:
afschrijving: 0,156 x f 202 120 = f 31 600
onderhoud : 0,50 x f 15 000 = f 7 500
f 39 100

SCHEEPSAPPARATUUR:
afschrijving: 0,156 x f 230 235 = f 36 000
onderhoud : 0,50 x f 15 000 = f 7 500
f 43 500

TOTAAL KETEN EN SCHEEPSAPPARATUUR
(zonder kosten invoerrechten en B.T.W.):
f 82 600

Radio Holland zal zelf eveneens reserveonderdelen en reserve-eenheden aanschaffen i.v.m. bedrijfszekerheid en onderhoud. Het onderhoudscontract voorziet in aanvulling van vervangen onderdelen door Radio Holland.

alle prijzen zijn zonder invoerrechten en B.T.W.

totaal zenders, referentiestations en ontvangers	f 331 100	f 347 425	f 321 020
totaal aanschafkosten apparatuur			f 432 355
jaarlijkse onderhoudskosten	f 13 000	f 13 000	f 15 000

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE – RADIOPLAATSBEPALINGSSYSTEEM

PRIJSAANBIEDINGEN TORANAPPARATUUR

APRIL 1973			
GET. A.S.B.			
GEZ.		A2	73.359
GEC.			
AKK.			

BEOORDEELDE EIGENSCHAP	SEA-FIXKETEN	TORANKETEN met 3 referentiestations	VOORKEUR
Kans op ernstige storingen in periode 0,5 uur voor zonsondergang tot 0,5 uur na zonsopgang.	aanwezig (zeker bij een zendfrequentie rond 2,9 MHz)	zeer klein	sterke voorkeur voor TORANKETEN
Bedrijfskosten per jaar aan afschrijving en onderhoud apparatuur	ong. f 92 000,--	ong. f 82 500,--	voorkeur voor TORANKETEN
Concurrentieoverwegingen	aangeboden apparatuur in één jaar bijna 25% in prijs gedaald		voorkeur voor TORANKETEN
Trage instabiliteit t.g.v. seizoeninvloeden bij variatie v_{land} = 25 km/s	1 tot 3 centilanen	0 tot 1 centilanen	lichte voorkeur voor TORANKETEN
Patroon	goed	goed maar snijding positielijnen met dieptelijnen wat minder goed dan bij Sea-Fixketen	lichte voorkeur voor SEA-FIXKETEN
Gradiënt in patrooncorrecties t.g.v. de geografie	0,5 tot 1 centilanen per km	0,5 tot 1 centilanen per km maar in westelijk der Westerschelde voor één der bundels ong. 2 centilanen per km	lichte voorkeur voor SEA-FIXKETEN
Trage instabiliteit t.g.v. het getij	0 tot 2 centilanen	0 tot 2 centilanen	geen voorkeur
Kans op ernstige storingen in periode 0,5 uur na zonsopgang tot 0,5 uur voor zonsondergang	zeer klein	zeer klein	geen voorkeur

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

VERGELIJKING SEA-FIX- EN TORANKETEN VOOR DE WESTERSCHELDE

GET.	6-4-1973 A.S.B.	
GEZ.		
GEC.		
AKK.		

A1 73.360