

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSENGEN

Nota 72.6
met 17 bijlagen

ONDERZOEK NAAR DE BRUIKBAARHEID DER
DECCA VERSTELLE KETEN VOOR SCHEEPS-
MANOEUVREMETINGEN OP DE WESTERSCHELDE

Vlissingen, februari 1973.

ONDERZOEK NAAR DE BRUIKBAARHEID DER "DECCA VERSTELLIE KETEN"
VOOR SCHEEPSMANOEUVREMETINGEN OP DE WESTERSCHELDE.

Hoofdstuk 1: PROBLEEMSTELLING.

Vóór 1958 werd in Zeeland voor de plaatsbepaling bij ladingen, metingen e.d. uitsluitend gebruik gemaakt van terrestrische systemen (d.w.z. van sextant, afstandmeter of afstandlijn). Met de installatie van de Decca Delta Keten in 1958 werd de mogelijkheid geopend bij hydrometrische werkzaamheden in en vóór de zeearmen van Zuidwest-Nederland langs radio-elektronische weg de positie te water te bepalen. Deze keten, bestaande uit een hoofdzender (te Rilland-Bath) en twee volgzenders (te Schipluiden en te Sluis), werd in eerste aanleg opgericht ten behoeve van de uitvoering der Deltawerken, terwijl getracht is ook een deel van het werkgebied van de Studiedienst Vlissingen ermee te bestrijken. Voor de plaatsbepaling is speciale zgn. survey-ontvangapparatuur nodig. Een nadere beschrijving van deze Keten treft men o.a. aan in lit. 2.

In de jaren 1965 t/m 1969 zijn door de Studiedienst Vlissingen op de Westerschelde en in het aangrenzende mondingsgebied, op uitgebreide schaal ijkmetingen uitgevoerd, gericht op het onderzoek naar de nauwkeurigheid van de Decca Delta Keten. De resultaten van dit onderzoek zijn neergelegd in lit. 4. Hieruit blijkt, dat deze keten, hoewel bruikbaar in de Westerscheldemonde en in de omgeving van Vlissingen, in feite onvoldoende beantwoordt aan de eisen met betrekking tot de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling bij de hydrometrische werkzaamheden van de Studiedienst Vlissingen, terwijl de Decca Delta Keten in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde in de omgeving van Bath absoluut onbruikbaar is.

De Decca Delta Keten behoort tot de zogenaamde hydrometrische ("survey") ketens, die een relatief nauwkeurige plaatsbepaling mogelijk moeten maken. Men kent daarnaast ook zogenaamde navigatieketens; in uiteenlopende gebieden ter wereld treft men dergelijke ketens aan; voor zover zij afkomstig zijn van de firma Decca kan men met behulp van één zogenaamde universele Decca-navigatie-ontvanger in het werkgebied van elk dezer ketens zijn positie aflezen. De meeste zeeschepen zijn voorzien van een dergelijke ontvanger, die men echter niet kan gebruiken voor de

plaatsbepaling binnen een hydrometrische keten. Een voorbeeld van een navigatieketen is de zogenaamde "2E-keten", die speciaal ten behoeve van de vaart met supertankers via de aanlooproute naar Hoek van Holland (Europageul) is opgericht. Een bijkomstige functie van deze Keten is die van radionavigatiemiddel op het zuidelijk deel van de Noordzee; ze is in bedrijf gesteld in augustus 1969, aanvankelijk onder de naam "Decca Verstelle Keten" of "Decca Europoort Keten". Nadien (in juni 1972) is ze nader aangepast aan het gebruik en sinds 30 juni 1972 staat ze bekend als de "2E-Keten" of "Holland-Keten".

In 1971 is de Studiedienst Vliissingen in samenwerking met de Meetkundige Dienst en de Rijkshavendienst Westerschelde in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde begonnen met het uitvoeren van zogenaamde scheepsmanoeuvremetingen, dit ten behoeve van de voorgenomen grote werken in dit gebied (besltafsnijding Bath, vormgeving en dimensionering van de voorhaven van het Baalhoekkanaal). Bij deze metingen wordt o.a. de vaarbaan van het betrokken schip - tot op heden vanaf de wal - vastgelegd. Een aantal problemen zouden zijn opgelost, wanneer de plaatsbepaling van de desbetreffende zeeschepen tijdens hun vaart op de Westerschelde met voldoende nauwkeurigheid met behulp van de Decca Verstelle Keten (c.q. 2E-Keten) zou kunnen geschieden. Daar vrijwel alle grote zeeschepen zijn uitgerust met een universele Decca-ontvanger, zouden scheepsmanoeuvremetingen dan namelijk geheel aan boord met een minimum aan personeel en zonder extra apparatuur kunnen worden uitgevoerd.

De huidige methode voor het vastleggen van vaarbanen gaat gepaard met vele problemen. Deze vastlegging geschiedt namelijk voor het grootste deel der vaarbanen op basis van voorwaartse insnijdingen met behulp van theodolieten, die op een aantal punten langs de oever staan opgesteld¹⁾. Als nadelen van deze methode kunnen worden genoemd de relatief hoge arbeidsintensiteit, een zeer beperkte meetcapaciteit en een aantal problemen van organisatorische en weerkundige aard (beperkingen van zicht). Met name om deze redenen en vanwege het feit dat de Decca Delta Keten voor dit doel in het geheel niet en voor plaatsbepaling bij hydrometrische werkzaamheden op de Westerschelde slechts in beperkte mate kan worden gebruikt zijn met betrekking tot de Decca Verstelle Keten door de Studiedienst Vliissingen in augustus en september 1971 op de Westerschelde en in

- een -

1) Voor het meest oostelijke deel der Westerschelde wordt overigens mede gebruik gemaakt van radarwaarnemingen vanaf de sluis te Zandvliet.

een deel van het aangrenzende mondingsgebied op vrij uitgebreide schaal ijkmetingen ter bepaling van de locale patrooncorrecties, alsmede enkele fasestabiliteitsmetingen verricht.

Deze nota brengt verslag uit van dit onderzoek. Daarbij komen eerst (in hoofdstuk 2) de werking en de foutenbronnen van dit systeem aan de orde. In hoofdstuk 3 volgt daarop een bespreking van de metingen en hun resultaten. Hoofdstuk 4 behelst een beoordeling van de nauwkeurigheid, terwijl in hoofdstuk 5 een verwachting wordt uitgesproken over de bruikbaarheid der Holland-Keten voor de scheepsmannoeuvremetingen op de Westerschelde. De nota besluit met een samenvatting en conclusies (hoofdstuk 6), een opgave van de literatuur, waarnaar werd verwezen, een lijst der bijlagen en een lijst van symbolen en benamingen.

Hoofdstuk 2: KORTE BESCHRIJVING DER DECCA VERSTELLE KETEN.

2.1 Algemeen.

In het algemeen geldt dat het Decca-systeem werkt op basis van drie of vier op de wal opgestelde zenders, die tezamen een keten vormen. Een der zenders werkt als hoofdzender (Eng.: "Master") de andere werken als volgzender (Eng.: "Slaves").

De Decca Verstelle Keten behoorde tot de laagfrequente Decca-systemen; daar op het principe volgens hetwelk een dergelijk systeem werkt reeds uitvoerig is ingegaan in hoofdstuk 2 van nota 70.2 van de Studiedienst Vlissingen (d.i. lit. 4; verdere beschouwingen treft de lezer o.a. in lit. 2 en lit. 3) wordt hier volstaan met een zeer korte uiteenzetting van de werking van een laagfrequente Decca-Keten.

De hoofdzender zendt voortdurend radiogolven uit op een frequentie, die een veelvoud is van de zogenaamde basisfrequentie. Deze radiogolven worden door de ontvangstantenne van de volgzender opgevangen, getransformeerd en opnieuw uitgezonden op een andere frequentie, die eveneens een veelvoud is van de basisfrequentie. Een binnen het bereik der beide zenders opgestelde ontvanger kan hun signalen onderscheiden en transformeert beide golven tot eenzelfde nieuwe frequentie, de zogenaamde vergelijkingsfrequentie (deze vergelijkingsfrequentie is het kleinste Gemene Veelvoud der beide uitgezonden frequenties). De twee aldus getransformeerde radiosignalen zullen in het algemeen een zeker faseverschil hebben, dat op de ontvanger kan worden afgelezen; in beginsel is in één bepaald punt dit faseverschil constant.

De meetkundige plaats van punten met een constant faseverschil bestaat uit een omwentelingshyperbool met de zenders als brandpunten. De beide zenders wekken dus een stelsel van hyperboelen op; de doorsnijding van dit stelsel met het aardoppervlak komt met zeer grote benadering overeen met een bundel hyperbolen. Op soortgelijke manier ontstaat door samenwerking van de hoofdzender met een andere volgzender een tweede hyperbolenbundel. De hyperbolen, waarvoor het faseverschil gelijk is aan 0° , dan wel veelvouden van 360° , worden nulhyperbolen genoemd. De baan tussen twee nul-hyperbolen wordt laan (Eng.: "lane") genoemd. Een laan wordt onderverdeeld in honderd centilanen; per centilaan wordt een hyperbool (een z.g. positielijn) bepaald. De hyperbolen uit de ene bundel snijden die uit de andere bundel; de beide bundels vormen tezamen een net, welks configuratie het patroon vormt. Met behulp van de ontvanger kan nu per bundel het laannummer en het faseverschil tussen de getransformeerde signalen van de hoofdzender en de volgzender worden gemeten. Dit faseverschil ligt uiteraard tussen 0° en 360° ; de meting van dit faseverschil stelt in staat het nummer der positielijn af te lezen. Daar dit op de ontvanger voor beide bundels gelijktijdig kan geschieden kan men de positie van de ontvanger als het snijpunt der beide betrokken positielijnen vaststellen. Bij de aflezingen kan onder zeer gunstige omstandigheden nog worden geschat tot op tienden van een centilaan, d.w.z. in millilanen.

De Decca Verstelle Keten bestond uit één hoofdzender en twee volgzenders; de hyperbolenbundels tussen de hoofdzender en één der volgzenders werden de rode, resp. de groene hyperbolenbundel genoemd. Hierbij dient te worden aangetekend dat ten behoeve van het binnenlopen van Europoort door grote supertankers, bulk-carriers e.d., ook de zogenaamde bruine bundel, een hyperbolenbundel met de beide volgzenders als brandpunten, van belang was. Daar de bruine bundel slechts in het gebied vóór Europoort werd gebruikt blijft deze in het kader van deze nota verder onbesproken.

De Holland-Keten is uit de Verstelle-Keten ontstaan door een verplaatsing der zenders over relatief geringe afstanden zonder wijziging der frequenties. Zij voor beide systemen de basisfrequentie f ; dan zendt de hoofdzender, geplaatst te Gilze-Rijen

op de frequentie 6f, de zogenaamde rode volgzender (te Heiloo) op 8f en de zogenaamde groene volgzender (bij de Verstelle-Keten geplaatst te Sas van Gent, bij de Holland-Keten te Zuiddorpe) op 9f. De vergelijkingsfrequenties waren en zijn achtereenvolgens 24f voor de rode bundel en 18 f voor de groene. Nadere gegevens treft men aan op bijlage 1.

Elk der beide hyperbolenbundels is verdeeld in zones, die de letters A t/m J dragen. Elke zone van de rode bundel bestaat uit 24 lanen, genummerd 0 t/m 23; de lanen van elke zone van de groene bundel zijn genummerd 30 t/m 47. Op bijlage 2 is het (berekende) net van de Verstelle-Keten getekend. Het verbindingslijnstuk tussen hoofd- en volgzender heet de basis van die bundel.

Voor het meten van faseverschillen is een Decca-ontvanger uitgerust met faseverschilmeters (waarvan het wijzerinstrument decometer heet), één voor elke bundel. Elke ontvanger kan voor rood en voor groen gelijktijdig het faseverschil meten en per bundel het nummer der positielijn op de betrokken decometer aanwijzen. Elke decometer heeft hiervoor een lange en een korte wijzer, achtereenvolgens voor de aanwijzing van de laanonderdelen (centilanen) en van de laannummers van de nulhyperbolen. Een omwenteling van de kleine wijzer komt overeen met de verplaatsing over 100 laanonderdelen en doet de grote wijzer over één laan verplaatsen. De letter van de betreffende zone, wordt zichtbaar gemaakt door een venstertje in de wijzerplaat van de decometer. Op bijlage 3 zijn twee decometers in aanzicht weergegeven.

Evenals bij de Decca Delta Keten is in het systeem de zogenaamde laanherkenning (Eng. "lane-identification") opgenomen. Het beginsel hiervan berust op het regelmatig uitzenden door de hoofdzender en afwisselend één van de volgzenders van een bundel hyperbolen, waarvoor de vergelijkingsfrequentie gelijk is aan de basisfrequentie f. Tijdens deze faseverschilmeting kan op de zogenaamde laanidentificatiemeter worden afgelezen in welke laan van het standaardpatroon voor rood resp. groen men zich bevindt. Zonodig kan de stand van de laanwijzer van de decometers daarbij worden aangepast.

2.2 Berekening van het kaartpatroon.

Het kaartpatroon wordt bepaald door:

- a. De vergelijkingsfrequenties voor de rode en de groene bundel.
- b. De coördinaten van de zenders.
- c. De voortplantingsnelheid van de radiogolven.
- d. De nummering van de lanen.
- e. De keuze van de kaartprojectie en de berekeningsmethode van de positielijnen (voor een ellipsoïde, plat vlak of bol).

ad. a.: De vergelijkingsfrequenties van de beide bundels kwamen in par. 2.1 reeds ter sprake; om praktische redenen zijn zij verschillend gekozen.

ad. b.: De coördinaten van de zenders zijn bepaald volgens normen van de Rijksdriehoeksmeting.

ad. c.: De voortplantingsnelheid van elektromagnetische golven is voornamelijk afhankelijk van de gesteldheid van het aardoppervlak: boven zeewater beloopt ze ong. 299 675 km/s, boven land 299 300 à 299 500 km/s (laagste waarde voor droge ondergrond, b.v. duinen). Om praktische redenen wordt een kaartpatroon getekend op basis van een constante voortplantingsnelheid V. Verschillen tussen het kaartpatroon en het uitgestraalde patroon, die voortvloeien uit deze schematisering, kunnen met uit metingen bepaalde locale patrooncorrecties in rekening worden gebracht. In feite zijn deze correcties gemiddelden; door de veranderingen, die de ondergrond in de tijd ondergaat zijn de afwijkingen van het uitgestraalde patroon t.o.v. het berekende patroon niet constant. Een der belangrijkste oorzaken van deze veranderlijkheid ligt in het **dreegval-**len van de platen der Zeeuwse stromen bij lage waterstanden en het onderwaterlopen ervan tijdens de vloed. Ook deze veranderlijkheid kan door ijkmetingen worden vastgesteld.

ad. d.: Een decca-ontvanger meet het faseverschil tussen het hoofd- en het volgsignaal; aan het faseverschil $k \cdot 360^\circ$ wordt het laannummer L gegeven. Dit is toegestaan indien men aan het verlengde van de basis aan de zijde van de hoofdzender het laannummer nul geeft, waarmee voor de rode bundel geldig wordt de formule:

$$L_R = \frac{f_R}{V} (b_R + WM - WS_R)$$

- waarin -

waarin

L_R = het laannummer voor de rode positielijn.

f_R = vergelijkingsfrequentie van de rode bundel.

V = gemiddeld aangehouden voorplantingssnelheid.

b_R = afstand hoofdzender - rode volgzender.

WM = afstand waarnemingspunt - hoofdzender.

WS_R = afstand waarnemingspunt - rode volgzender.

Ten aanzien van het laannummer van de groene bundel geldt een soortgelijke formule.

Het aantal lanen op de basis bedraagt voor de rode en groene bundel achtereenvolgens:

$$N_R = 2 \frac{f_R}{V} \cdot b_R \text{ en } N_G = 2 \frac{f_G}{V} \cdot b_G$$

Voor het bewijs van deze formules en voor verdere beschouwingen zie men b.v. par. 2.5 t/m 2.7 van lit. 4.

ad. e.: Bij het tekenen van het kaartpatroon moeten nog correcties worden ingevoerd in verband met het feit dat het bolvormige aardoppervlak wordt gesneden door sferische hyperbolen. Hiertoe worden bij de berekening van het net een aantal zogenaamde "chain"- en kaartprojectieconstanten in rekening gebracht.

Onder inachtneming van de hiervoor besproken factoren worden door de Meetkundige Dienst voor de radioplaatsbepalingssystemen in Nederland de netten berekend. Bijlage 2 geeft het berekende net voor de Verstelle-Keten; op bijlage 3 treft men van dit berekende net aan het patroon, dat over Zeeland ligt.

2.3 Foutenbronnen.

Ter zake van dit rapport wordt onder het begrip "fout" of "afwijking" verstaan, het verschil tussen de volgens de decimeteraanwijzing gemeten waarde voor een bundel van het uitgestraalde patroon in een bepaalde positie en de berekende waarde van het kaartpatroon voor dezelfde positie. De afwijking is positief als de gemeten waarde groter is dan de berekende waarde en negatief als zij kleiner is. De afwijkingen worden uitgedrukt in duizendsten van de laanbreedte (millilanen). De

correctie, die men bij een decometeraflezing moet optellen om de kaartpositie te verkrijgen, is gelijk aan de fout maar met tegengesteld teken.

Voor het ontstaan van de afwijkingen kan een aantal factoren worden aangewezen. In hoofdstuk 3 van lit. 4 zijn zij uitvoerig behandeld zodat hier volstaan kan worden met een zeer korte bespreking. Achtereenvolgens kunnen worden onderscheiden:

- a. Menselijke factoren: bij de bediening, instelling en aflezing van de apparatuur voor de plaatsbepaling kunnen fouten worden gemaakt.
- b. Instrumentele factoren: hieronder vallen alle afwijkingen, ontstaan door storingen en/of onvolkomenheden aan zenders en ontvangers; dit zijn de
 - driftafwijking;
 - lineariteitsafwijking;
 - ontvangerafwijking (ten onrechte ook wel vaste ontvangerafwijking genoemd);
 - traagheidsafwijking;
 - monitorafwijking.

Ter vaststelling van de grootte van deze afwijkingen kunnen metingen worden verricht, die in par. 3.1.2 worden beschreven. In de par. 3.2.1 en 3.3 volgen daarop nog nadere bijzonderheden over de wijze van verwerking van deze metingen en over de interpretatie van hun uitkomsten.

- c. Atmosferische omstandigheden: hieronder vallen de verstoringen die optreden ten gevolge van het ruimtegolf-("skywave") effect en het buieneffect ("static") en die achtereenvolgens ruimte- en luchtstoring worden genoemd (men spreekt ook wel van atmosferische ruis).
- d. Geografische en geologische omstandigheden: vanwege de grillige geografische omstandigheden en de te verwachten veranderlijke geologische factoren van en in het operationele gebied van de Decca Verstelde Keten zal de voortplantingssnelheid van de radiogolven van plaats tot plaats verschillen. Bij het samenstellen van het hyperbolische kaartpatroon is zoals reeds vermeld om redenen van rekentechnische aard uitgegaan van een constante voortplantingssnelheid. Hierdoor zullen het uitge-

straalde en het kaartpatroon elkaar niet precies dekken. Bovendien zijn naar in par. 2.2 onder ad. c is uiteengezet ook de veranderingen in de waterstanden van invloed op de voortplantingssnelheid.

e. Diverse foutenbronnen, zoals

- storingen in de voeding van de zenders of de ontvangers;
- storingen door terugkaatsingen door en heruitstralingen van grote stalen voorwerpen en constructies in de omgeving van de zenders of de ontvangers;
- storingen ten gevolge van interferentie door andere zenders, die vallen onder de zogenaamde ruis-verschijnselen.

Hoofdstuk 3: DE IJKMETINGEN.

3.1 Bespreking van de metingen.

In augustus en september 1971 zijn op de Westerschelde en in een gedeelte van het aangrenzende mondingsgebied in een groot aantal punten (zie bijlage 4) ijkmetingen uitgevoerd, teneinde de nauwkeurigheid van het uitgestraalde patroon in dit gebied te kunnen beoordelen. Voor deze beoordeling is nodig dat de gemiddelde locale afwijkingen van het uitgestraalde patroon ten opzichte van het kaartpatroon en de stabiliteit van het uitgestraalde patroon bekend zijn.

3.1.1 Werkmethode.

Voor het uitvoeren van de ijkmetingen was de motorlading-vlet "Zwake" van de Studiedienst Vlissingen uitgerust met een Decca-ontvanger van het type 1844; de plaatsing van dit toestel was verzorgd door de leverancier in Nederland van de Decca-apparatuur, de N.V. I.N.A. De op deze ontvanger verrichte decca-waarnemingen zijn gekoppeld aan en gesynchroniseerd met de plaatsbepaling van het schip volgens een nauwkeurig systeem, te weten het inmeten vanaf de wal met twee of meer theodolieten. Om een aantal foutenbronnen zoals onvoldoende synchronisatie der metingen, traagheid van de decometers en instelfouten van de theodolieten, geheel of zoveel mogelijk uit te schakelen zijn alle metingen met een stilliggend vaartuig verricht, dat daartoe,

zonder te verankeren, bij benadering een vooraf vastgestelde positie had ingenomen. Voor het verkrijgen van zo gunstig mogelijke snijdingen zijn per groep meetpunten vooraf de theodolietopstellingen bepaald. Nadat het meetvaartuig de positie van een meetpunt had ingenomen zijn de rode en de groene deccometer van de decca-ontvanger gelijktijdig afgelezen, welke aflezing door middel van een aftelmethode via de VHF-radioverbinding was gesynchroniseerd met de theodolietmetingen. Per meetpunt zijn met tussenpozen van ongeveer één minuut drie van dergelijke metingen verricht. Daar de coördinaten van het meetpunt volgens de terrestrische plaatsbepaling als referentiewaarden zouden worden beschouwd is ernaar gestreefd om bij de theodolietmetingen drie theodolieten te gebruiken waardoor één zogenaamde overtollige waarneming werd verkregen. Met de theodolieten is gericht op een zwaailicht in de mast van het vaartuig, welk zwaailicht ten opzichte van de decca-antenne is ingemeten en onder normale zichtomstandigheden tot 4 à 5 km zichtbaar is.

3.1.2 Uitgevoerde metingen.

De metingen aan boord van het vaartuig alsmede de synchronisatie van de metingen zijn verzorgd door personeel van de Studiedienst Vlissingen, de theodolietmetingen zijn verricht door personeel van de Meetkundige Dienst. Voor een goede uitvoering van de hoofdmetingen (decometer- en theodolietaflezingen) dienden een aantal nevenmetingen te worden uitgevoerd. Voor wat betreft de theodolietmetingen zijn dat de oriëntaties op torens en andere kenbare punten ter bepaling van de nulwaarde van de hoekmetingen vóór, tijdens en na een serie metingen. Voor wat betreft de decca-metingen was aanvullend de volgende groep metingen noodzakelijk (voor nadere bijzonderheden raadplege men par. 3.3 van lit. 4):

- a. ter bepaling van de drift-afwijking van de ontvanger. Vóór, geregeld tijdens en na de metingen moet de drift- (of "reference") afwijking worden bepaald en genoteerd en indien nodig tot nul worden teruggebracht;

- b. bepaling van de lineariteitsfout van de decometers.
Dagelijks vóór aanvang en na het beëindigen van de metingen zijn de lineariteitsfouten van de rode en de groene decometer bepaald door met behulp van de zgn. gonioknop het inwendige faseverschil te variëren tussen 0° en 360° met intervallen van $0,05$ laan;
- c. bepaling van de ontvangerfout. Deze metingen zijn overigens niet uitgevoerd omdat desgevraagd van de zijde van de I.N.A. bij de aanvang der metingen werd medegedeeld dat de ontvangerafwijking van de ontvangers van het type 1844 verwaarloosbaar is en in ieder geval minder dan $0,002$ laan bedraagt; in par. 3.3, punt 4 komt dit nog nader ter sprake;
- d. bepaling van de monitorafwijking. Het uitgestraalde patroon van de rode en de groene bundel wordt zo nauwkeurig mogelijk constant gehouden met behulp van de verklikker in Hoek van Holland. Een verklikker of monitor is een ontvanger, opgesteld op een in coördinaten bekende plaats en voorzien van een schrijver. Eventuele geregistreerde afwijkingen ter grootte van $0,01$ laan of meer kunnen worden opgeheven door een faseverschuiving in de betreffende volgzender(s) te bewerkstelligen (zgn. bijsturen). De gegevens van de monitor in Hoek van Holland zijn toegevoegd aan en verwerkt in de ijkmetingen van de Studiedienst Vlissingen. Ter vergelijking zijn bovendien op enkele dagen simultane verklikkermetingen verricht in Vlissingen, resp. Ellewoutsdijk en Hoek van Holland;
- e. kompasaflezingen aan boord van de "Zwake". Deze aflezingen dienden voor de herleiding van de plaats van het terrestrisch ingemeten zwaailicht naar die van de Decca-antenne;
- f. waarnemingen ter onderkenning van bepaalde weerkundige effecten. Als zodanig kunnen worden genoemd: zicht, bewolking, neerslag, buienactiviteit, windanelheid en windrichting.

Rest nog te vermelden dat alle decca-aflezingen werden genoteerd in duizendsten van een laan (millilanen).

3.2 Nadere bijzonderheden.

3.2.1 De algemene ijkmetingen ter bepaling van de locale patrooncorrecties.

Om een indruk te krijgen van grootte en spreiding der locale patrooncorrecties zijn de resultaten per ladingvak bekeken. De ladingvakken zijn aangegeven op bijlage 4.

De theodolietmetingen zijn uitgewerkt door de Meetkundige Dienst in Delft; daarbij zijn de meetpunten vastgesteld in coördinaten t.o.v. Amersfoort (R.D.-coördinaten) en decca (kaart)coördinaten. Voor de herleiding van R.D.-coördinaten naar decca-coördinaten is gebruik gemaakt van de algemene gegevens van de Decca Verstelle Keten die vermeld zijn op bijlage 1. Voor een aantal meetpunten is de positie slechts met twee theodolieten bepaald en is dus geen controle op de nauwkeurigheid van deze positiebepaling mogelijk. Bij een deel van deze meetpunten (t.w. in vak 03) bleek de kaartpositie in decca-coördinaten sterk af te wijken van de decometeraflezingsen, wat gevolg geweest kan zijn van een fout bij deze theodolietmetingen; de betrokken meetpunten zijn na overleg met de Meetkundige Dienst niet in de bewerkingen opgenomen.

Per meting zijn de door de Meetkundige Dienst berekende coördinaten van het kaartpatroon vergeleken met de beide gecorrigeerde decometeraflezingsen. Deze gecorrigeerde waarden zijn gevonden door op de decometeraflezingsen de drift-, lineariteits- en verklikkercorrecties toe te passen (de ontvangercorrectie kon volgens par. 3.1.2 onder e. buiten beschouwing blijven). Per bundel is nu per meetpunt de locale correctie het gemiddelde verschil van het berekende patroon en de gecorrigeerde decometeraflezing.

Op bijlage 5 is voor de meetpunten 04.36 t/m 04.44 (bijlage 4) in tabelvorm de verwerking van de correcties weergegeven. Door per meting de algebraïsche som der correcties te tellen bij de in de tabel vermelde decometeraflezingsen vindt men de gecorrigeerde aflezingsen; om de locale correctie te vinden worden deze waarden vervolgens afgetrokken van de door de Meetkundige Dienst berekende deccawaarden volgens het kaartpatroon. Ook

de uitkomsten van deze beide bewerkingen zijn op bijlage 5 opgenomen.

De afzonderlijke correcties zijn bij de verwerkingen als volgt bepaald:

- de driftcorrecties zijn gevonden door lineaire interpolatie tussen de - veelvuldig - gemeten driftafwijkingen;
- voor de lineariteitscorrecties zijn aangehouden de waarden volgens de lijnen voor de gemiddelde lineariteitscorrecties, aangegeven op bijlage 6;
- de monitorcorrecties zijn afgeleid van de registraties en andere meetgegevens van de verklikker in Hoek van Holland; op bijlage 7 staan - zulks in overeenstemming met het gebruik in de praktijk - de monitorafwijkingen (met de verschillende bijbehorende gegevens) voor de op bijlage 5 vermelde meetpunten opgegeven.

In lit. 4, par. 3.3.1 is vermeld dat de drift nauw samenhangt met de temperatuursgevoeligheid van de ontvanger. Bij de onderhavige proeven is gebleken dat de gebruikte ontvanger ook een zekere gevoeligheid heeft voor trillingen, veroorzaakt door de hoofdmotor van het schip. Deze gevoeligheid is met name geconstateerd bij het achteruitslaan van de hoofdmotor, dat steeds plaatsvond om het schip zo bewegingsloos mogelijk in de positie van het meetpunt te doen zijn. Bij de verwerking der meetuitkomsten kon de invloed van deze factor niet gescheiden worden van de invloed van temperatuursveranderingen; de gezamenlijke uitwerking van beide factoren is voor het onderhavige onderzoek als zijnde de driftafwijking beschouwd.

In par. 3.3 zullen de lineariteits- en monitorcorrecties nog nader ter sprake komen.

3.2.2 De ijkmetingen ter bepaling van de locale correcties voor één bepaald gebied.

Ter bepaling van het verloop van de locale correcties in een beperkt gebied is een vijftal raaien intensief doorgemeten. Deze raaien (nrs. I t/m V van bijlage 4) waren ongeveer loodrecht t.o.v. de as van het rivierbed gelegen. De uitkomsten van deze metingen zijn op dezelfde wijze verwerkt als omschreven in par.

3.2.1. Met deze metingen werd tevens beoogd na te gaan of er sprake is van invloed van een nabij gelegen industriegebied (t.w. het fabriekscomplex van Dow Chemical Nederland N.V. in de Nieuw Neuzenpolder ter hoogte van het Pas van Terneuzen) op het verloop der lokale patrooncorrecties.

De resultaten van de metingen in deze raaien zijn overigens gewoon in de bewerkingen voor het betreffende vak opgenomen.

3.2.3 Simultane monitorwaarnemingen ter bepaling van de stabiliteit van het uitgestraalde patroon.

Om een indruk te krijgen van de stabiliteit van het uitgestraalde patroon in een meer uitgestrekt gebied, zijn op beperkte schaal vergelijkende simultane monitorwaarnemingen verricht: Hoek van Holland-Vlissingen op 30 augustus 1971 en Hoek van Holland-Ellewoutsdijk op 31 augustus 1971. De gegevens van deze metingen zijn weergegeven op de grafieken der bijlagen 8 en 9. Uit de tijgegevens op deze bijlagen blijkt dat deze metingen verricht zijn bij zeer zwak ontwikkelde getijden met lagere tijverschillen dan die, welke bij gemiddeld doottij behoren.

3.3 Aanvullende opmerkingen.

Als de belangrijkste oorzaken van de lokale patroonafwijkingen kunnen worden genoemd:

a. Het verschil in geleidingsvermogen van de voortplantingspaden. Het is niet eenvoudig om voor elke bodemsoort de juiste voortplantingssnelheid te bepalen (die nog aan een seizoenschommeling onderhevig kan zijn in verband met wisselende grondwaterstanden), terwijl bovendien de signalen van de volgzender in Heiloo op de Zeeuwsche stromen een verscheidenheid van land- en zeepaden passeren. Daarbij komen in dit gebied nog de veranderingen in voortplantingssnelheden ten gevolge van het onderlopen en droogvallen van platengebieden.

b. Abrupte overgangen tussen land en water nabij hoge dijken, dammen en duinen, waarbij overigens ook terugkaatsingseffecten mogelijk zijn. Bij de lokale correctiemetingen voor de Decca Delta Keten zijn in het Oostgat aan de westzijde van de

duinen van de Westwatering van Walcheren met name voor een der beide bundels (de rode) hierdoor relatief grote faseverschuivingen gemeten (lit. 4, bijlage 13 t/m 18). Het aantal meetpunten was bij de ijkmetingen der Decca Verstelle Keten overigens te gering om na te kunnen gaan of ook in haar patroon aldaar soortgelijke verschuivingen optreden (bijlage 4).

Verder spelen nog een min of meer belangrijke rol:

c. Het feit dat de lineariteitsafwijkingen van de faseverschilmeter nogal schommelen in waarde. Dit brengt mee dat bij de gevolgde - en meest geëigende - procedure (aanhouden der waarden volgens de lijnen der gemiddelde lineariteitscorrecties) fouten zijn ingevoerd, al zullen die vermoedelijk gering zijn. Het is overigens opmerkelijk dat het algemene beeld van de lineariteitscorrecties voor de rode bundel overeenstemt met dat voor de groene. Verder blijkt uit de grafiek dat de benaming lineariteitsafwijking misleidend is omdat er geen sprake is van een lineair verband tussen het inwendig faseverschil en de miswijzing van een decometer.

d. De verwaarlozing der ontvangerafwijking. Op grond van de aanvankelijke inlichtingen van de zijde van I.N.A. dat de ontvanger-afwijking zeer klein zou zijn (par. 3.1.2 onder c.) is afgezien van het verrichten van metingen hiernaar (organisatorisch en meettechnisch zijn die metingen trouwens niet eenvoudig). Achteraf wordt bij I.N.A. een veel hogere gemiddelde ontvangerfout (tot 1 centilaan) mogelijk geacht. In feite heeft elke ontvanger voor elke bundel zijn eigen gemiddelde ontvangerafwijking; doordat het onderhavige type ontvanger (nr. 1844) getransistoriseerd is zal de veranderlijkheid van de ontvangerafwijking van een bepaald toestel wel relatief klein zijn t.o.v. de veranderlijkheid van ontvangers, die op buizen werken (b.v. type 280, in gebruik bij de Decca Delta Keten). Dat bij verwerkingen van het onderhavige onderzoek de ontvangerafwijkingen verwaarloosd zijn betekent in feite dat ze zijn opgenomen in de locale patroonafwijkingen.

Tenslotte verdienen twee punten hier nog de aandacht. Op 30 en 31 augustus 1971 zijn te Hoek van Holland en achtereenvolgens Vlissingen en Ellewoutsdijk onder stabiele weerkundige omstandigheden gelijktijdig verklikkermetingen gedaan. Uit de weergave der registraties (bijl. 8 en 9) blijkt dat het

uitgestraalde patroon over een uitgestrekt gebied relatief stabiel was: de onderlinge verschillen volgens de beide registraties belopen overwegend niet meer dan 2 à 3 millilanen, maar grotere verschillen (5 à 8, max. 10 millilanen) komen ook voor. Bij minder gunstige weersomstandigheden mag dien-tengevolge een mindere mate van stabiliteit worden verwacht dan de bijlagen suggereren. Deze instabiliteit komt naar in par. 4.4.2 nader is uiteengezet, tot uitdrukking in de standaardafwijking voor de locale patroonafwijking.

Indien de verklikkerregistraties (een) te grote afwijking(en) vertonen kan men zoals reeds vermeld het net door geëigende maatregelen bij een of meer zenders "bijsturen" waardoor de afwijking(en) weer voldoende klein kan (kunnen) worden. Op de bijlagen 8 en 9 treft men hiervan voorbeelden voor de rode bundel aan (achtereenvolgens te 10.10h en 9.52h). In deze nota is nu verder aangenomen dat op deze wijze de invloed der seizoensschommelingen in de voortplantingssnelheid over de landpaden, genoemd onder a., deels opgeheven wordt.

Hoofdstuk 4:

BEOORDELING VAN DE NAUWKEURIGHEID DER VERSTELLE-KETEN.

4.1 Algemeen.

Voor de vaststelling van de nauwkeurigheid van een keten dient voor het gehele operationele gebied te worden nagegaan in welke mate de op een ontvanger afgelezen posities overeenkomen met de kaartposities van het getekende net. Hiertoe moet in het operationele gebied een groot aantal ijkmetingen worden verricht. De geschiktheid van de keten kan vervolgens worden beoordeeld door de gevonden nauwkeurigheid te toetsen aan de te stellen eisen, waarna nog de nauwkeurigheden en mogelijkheden van andere, al dan niet reeds in gebruik zijnde plaatsbepalingssystemen mede in beschouwing kunnen worden genomen.

De locale patroonafwijking, die op een willekeurig punt door een ijkmeting wordt gevonden, zal beïnvloed worden door de tijdens de meting optredende waterstand, dit tengevolge van

de invloed van het droogvallen der platen. Wil men de invloed van de veranderlijkheid van de waterstand voor dat punt nagaan dan dient men in of in de onmiddellijke omgeving van dat punt bij uiteenlopende waterstanden ijkmetingen te verrichten. Uiteraard zou men deze procedure voor een aantal meetpunten moeten volgen om de invloed der droogvellingen voor het gehele operationele gebied op deze wijze vast te leggen. De noodzakelijkerwijze beperkte opzet van de ijkmetingen der Decoa Verstelle Keten stond de uitvoering van een dergelijk naar verhouding omvangrijk meetprogramma niet toe.

Onvermijdelijkerwijze werden de verrichte ijkmetingen in de verschillende meetpunten bij uiteenlopende waterstanden gedaan. Om een indruk van de meetomstandigheden te bieden is bij de weergave van de meetuitkomsten (bijlagen 13 en 14) aangegeven of de metingen in het betreffende punt zijn verricht bij een waterstand

- lager dan N.A.P. - 1 m;
- tussen N.A.P. - 1 m en N.A.P. + 1 m;
- hoger dan N.A.P. + 1 m.

Afgezien van meetonnauwkeurigheden is de gemeten veranderlijkheid in de meetuitkomsten in beginsel dus gevolg zowel van de (over het operationele gebied veranderlijke) gemiddelde verschuiving van het (plaatselijke) patroon als van de variaties in de feitelijke verschuivingen ten gevolge van de droogvellingen. In het onderhavige geval is er overigens nog een complicatie doordat - naar in lid 4 van par. 3.3 is uiteengezet - nog van invloed kunnen zijn geweest op de meetuitkomsten:

- de gemiddelde ontvangerfouten van de gebruikte ontvanger en
- de veranderlijkheid van die ontvangerfouten, welke veranderlijkheid overigens losstaat van de droogvellingen.

Staat I biedt een samenvattend overzicht van de meetomstandigheden voor wat betreft de waterstanden; in elk der meetpunten zijn (zoals eerder vermeld) drie ijkmetingen verricht.

Staat I: INDELING IJKMETINGEN NAAR WATERSTANDEN.

loding- vak	aantal meetpunten			
	Totaal	bij waterstanden		
		boven N.A.P. + 1m	tussen N.A.P. $\pm$ 1m	beneden N.A.P. - 1m
01	42	10	32	-
02	37	24	13	-
03	19	8	11	-
04	62	17	25	20
05	69	20	27	22
06	32	3	7	22
mondings- gebied	24	5	18	1

Ten overvloede zij nog vermeld dat de herhaalbaarheid van het gemiddeld aanwezige net een eerste eis is; deze herhaalbaarheid wordt voornamelijk bepaald door de mate van stabiliteit van de elektronische apparatuur, zij het dat ook nog andere factoren van invloed zijn zoals seizoensfluctuaties (par. 3.3 onder a) en het bijsturen van het net (slot par. 3.3).

4.2 De locale patrooncorrecties en hun variaties in het operationele gebied.

De uitkomsten der berekeningen van de locale patrooncorrecties treft men aan op bijlage 10 voor de rode bundel en op bijlage 11 voor de groene. Op deze bijlagen zijn schetsmatig lijnen van gelijke locale patrooncorrecties ingetekend. Opvallend zijn de veel kleinere waarden onmiddellijk ten zuiden van Zuid-Beveland ter hoogte van Baarland ten opzichte van de waarden voor de even ten oosten daarvan gelegen punten (voor de rode bundel bovendien voor de ten zuiden daarvan gelegen punten). Het lijkt aannemelijk dat voor de rode bundel het op het N.O. georiënteerde dijkvak van Hoedekenskerke daarvan een oorzaak zal zijn omdat het voor dit deel der Westerschelde een relatief grote invloed heeft op de landpad-waterpad verhouding voor de radiogolven afkomstig van de volgzender te Heiloo.

Voor de gehele Westerschelde geldt dat de signalen van de groene volgzender te Sas van Gent praktisch alleen een landpad hebben gevolgd wanneer ze deze zeearm bereiken, op welk ogenblik ze versneld worden. Bij de berekening van het kaartpatroon is echter slechts in rekening gebracht één voortplantingssnelheid met de ene daarbij behorende golflengte ($V = \text{frequentie} \times \text{golflengte}$). Bij de (t.o.v. de berekening) te lage snelheid boven land behoort een "te kleine" golflengte; vanaf de groene volgzender is dus m.o.w. "iets meer" aan golven nodig om de zuidelijke oever der Westerschelde te bereiken dan volgens de berekening. Dit brengt uiteraard faseverschuivingen mee; laat men de invloed hierop van vergelijkbare effecten in de door de hoofdzender uitgezonden golven buiten beschouwing dan zou men moeten verwachten dat op lijnen gaande door de positie van de groene volgzender de waarden der locale patrooncorrecties vanaf de zuidelijke oever in rivierwaartse richting zullen afnemen. Het algemene beeld van bijlage 11 beantwoordt wel aan die te verwachten tendentie, zij het dat de grootte van de gradiënt sterk uiteenloopt (ze is zeer groot in het gebied, dat 5 à 8 km ten oosten van Hansweert is gelegen). Overigens zijn de waarden der berekende correcties en daarmee de grootten der gradiënten mede afhankelijk van de landpad-waterpad verhoudingen voor het hoofdsignaal en van de waterstanden, waarbij de metingen zijn verricht.

Nu kunnen naar de grootte van deze correcties voor een bepaalde waterstand wel oriënterende berekeningen worden uitgevoerd, maar deze zijn hier achterwege gebleven omdat zij niet essentieel zijn voor de beoordeling van de geschiktheid van het net, maar in par. 4.4 nog zal blijken.

De locale patrooncorrecties voor de beide bundels kunnen per meetpunt vectoriëel worden samengesteld; op de bijlagen 12, 13 en 14 is per meetpunt de totale locale patrooncorrectie aangegeven.

Teneinde een indruk te verkrijgen van de bruikbaarheid van een net ligt het voor de hand het operationele gebied te verdelen in vakken om vervolgens per vak voor elk der gebruikte bundels de gemiddelde locale patrooncorrectie en de standaardafwijking van die correctie te bepalen. Bij die verdeling in vakken dient men

naar uit het voorgaande reeds is gebleken eigenlijk uit te gaan van de configuratie van het operationele gebied; om praktische redenen en vanwege het relatief geringe aantal meetpunten is de bewerking in het kader van het onderhavige onderzoek verricht voor elk der ladingvakken 01 t/m 06 en voor het mondingsgebied.

Opmerking: Het hoge aantal meetpunten in de vakken 04 en 05 is (bijlage 4) goeddeels terug te brengen tot de aanwezigheid in elk der beide vakken van twee zeer intensief bemeten detailraaien. Laat men de dicht opeen gelegen meetpunten in die raaien buiten beschouwing dan is ook in deze vakken de dichtheid van het meetpuntenstelsel relatief gering.

Op zichzelf dient de grootte der gemiddelde locale patrooncorrectie in een vak uiteraard bekend te zijn, maar het doet er in wezen niet toe hoe groot ze is. Van groot belang daarentegen is de standaardafwijking van deze correctie, σ , die een indruk geeft omtrent de mate van homogeniteit van het patroon over het betrokken vak (naarmate het feitelijke aanwezige net over een bepaalde oppervlakte meer en grotere onregelmatigheden vertoont, des te inhomogener is het).

Staat II: LOCALE PATROONCORRECTIES IN MILLILANEN.

lading- vak	aantal meet- punten	rode bundel		groene bundel		gemiddelde laanbreedte in m	
		gem. G_R	σ_R	gem. G_G	σ_G	d_R	d_G
01	42	-82	6	-37	8	1080	590
02	37	-64	10	-26	15	1070	600
03	19	-41	10	-23	5	1050	650
04	62	-34	15	-12	7	1140	770
05	69	-29	7	-13	10	1170	1000
06	32	-43	7	-12	12	1140	1200
mondings- gebied	24	-65	18	- 7	11	1150	1510

Staat II geeft de uitkomsten der verrichte berekeningen. Uit de gegevens van staat I en van bijlage 4 volgt echter dat met name de standaardafwijkingen voor de verschillende vakken niet zonder meer vergelijkbaar zijn: het aantal meetpunten, hun verdeling over het gebied en hun dichtheid lopen per vak hiervoor te sterk uiteen, terwijl ook voor wat betreft de waterstanden tijdens de metingen de vakken opmerkelijke verschillen vertonen. De gegevens van staat II hebben dus een belangrijke waarde, doch deze is uitgesproken duidend en niet volstrekt. Ook met die beperking springen de vakken 02 en 04 uit de toon. De oorzaak van de relatief hoge waarden der standaardafwijkingen voor vak 02 ligt voor de rode bundel in de relatief grote spreiding der waarden (bijl. 10); voor de groene bundel in de ~~zeer~~ lage waarden voor de meetpunten even ten westen van het Verdrongen Land van Saaftinge (bijlage 11). Voor vak 04 speelt de eveneens reeds vermelde oriëntering van het dijkvak nabij Hoedekenskerke een belangrijke rol. Het mondingsgebied ten slotte omvat een relatief veel groter gebied dan welk der riviervakken ook en bevat slechts weinig meetpunten zodat de daarvoor berekende standaardafwijkingen zeker niet zonder meer met die der riviervakken te vergelijken zijn.

De gemiddelde waarden der locale patrooncorrecties ten slotte zijn hoog; dit geldt vooral voor de rode bundel. Zoals reeds vermeld doet dit feit voor de beoordeling der geschiktheid van een keten echter niet ter zake.

4.3 De locale patrooncorrecties en hun variaties in kleine gebieden.

Om een indruk te verkrijgen omtrent de nauwkeurigheid van de Verstellende Ketten in een klein gebied zijn in de raaien I t/m V (bijlage 4) een relatief groot aantal ijkmetingen verricht. Voor de raaien I en IV zou er sprake kunnen zijn van een relatief grote invloed van een fabriekscomplex (dat van Dow Chemical in de Nieuw Neuzenpolder bij Terneuzen), voor raai V leek er de minste kans op een dergelijke beïnvloeding gezien de ligging ten opzichte

van de zenders en van de toen aanwezige industrie in het Antwerpse. Per raai zijn weer de gemiddelde locale patrooncorrecties en hun standaardafwijkingen bepaald; de uitkomsten zijn met die van de vakken, waarin de raaien liggen, verzameld in staat III.

De berekende grootheden per raai zijn niet zonder meer vergelijkbaar met die voor het ladingvak, waarin de raai ligt. Een belangrijke reden hiervoor is dat de uitkomsten der metingen in de meetpunten van die raai in de bewerkingen voor het desbetreffende vak zijn opgenomen, terwijl die "raai meetpunten" een niet onbelangrijk deel uitmaken van het totale aantal meetpunten in het ladingvak. Ook de oriëntering t.o.v. de raailigging van de lijnen van gemiddelde correcties (per bundel verschillend) speelt een rol. Aan deze factor mag echter niet te veel gewicht worden toegekend in het onderhavige geval omdat de geschetste ligging dezer lijnen door de geringe dichtheid der meetpunten juist in belangrijke mate door de waarden der berekende locale patrooncorrecties in de meetpunten der raaien wordt bepaald (bijlagen 10 en 11). Overigens ligt voor wat dit betreft alleen raai II in de groene bundel ongunstig (bijlage 11).

Staat III: LOCALE PATROONCORRECTIES (in millilanen)
IN DE DETAILRAAIEN.

bundel:		rood		groene		aantal meetpunten			
raai	vak	gem G_R	σ_R	gem G_G	σ_G	To- taal	boven N.A.P. + 1 m	tussen N.A.P. ± 1 m	onder N.A.P. - 1 m
I		-28	5	-11	5	17	17	-	-
IV		-29	6	-10	5	13	-	13	-
	05	-29	7	-13	10	69	20	27	22
	05*	-29	9	-14	10	39	3	14	22
II		-16	5	-11	7	16	-	8	8
III		-42	5	-13	3	14	7	7	-
	04	-34	15	-12	7	62	17	25	20
	04*	-38	15	-12	9	35	10	13	12
V		-82	3	-36	5	13	-	13	-
	01	-82	6	-37	8	42	10	32	-
	01*	-82	8	-37	10	29	10	19	-

05*: vak 05, zonder de meetpunten der raaien I en IV.

Tenslotte de beïnvloeding van de meetuitkomsten in een detailraai op de grootheden van het ladingvak, waarin die raai ligt, zo goed mogelijk uit te schakelen zijn in staat III ook opgenomen de waarden der grootheden per vak, berekend zonder de meetpunten van de detailraaien in dat vak. Overigens geldt voor die gegevens dan nog dat zij bepaald zijn bij waterstanden, die niet zonder meer overeenstemmen met de waterstanden, waarbij de metingen in de raaien in het betrokken vak zijn verricht. Onder dit voorbehoud kan wel het volgende worden opgemerkt:

In het algemeen gesproken zou verwacht mogen worden dat de standaardafwijkingen in een relatief korte raai (wat elk der detailraaien is) kleiner zijn dan die in het naar verhouding grote vak, waarin die raai ligt. Voor de gemiddelde locale patroonafwijking kan in dit opzicht geen verwachting worden uitgesproken. De raaien III en V voldoen, vergeleken met achtereenvolgens vak 04* en vak 05*, het beste aan de uitgesproken verwachting, raai II het minste, terwijl de raaien I en IV een tussenpositie innemen. De beide raaien II en IV liggen echter op de grens der vakken 04 en 05 en vergelijkt men voor elk dezer raaien de standaardafwijkingen met die der vakken 04* en 05* dan worden de verschillen minder uitgesproken. Het is dus zeker niet uitgesloten dat het fabriekscomplex van Dow Chemical Nederland N.V. een storende invloed heeft, maar deze blijkt toch niet erg duidelijk uit de meetresultaten. Bijlage 15 brengt de totale locale patroonafwijkingen der meetpunten van raai IV vectoriëel in beeld, bijlage 16 geeft het verloop dezer afwijkingen per bundel voor de raaien I, IV en V. Beide bijlagen illustreren de zojuist geformuleerde gevolgtrekking.

4.4 De nauwkeurigheid der afzonderlijke plaatsbepaling.

4.4.1 Algemene opmerkingen.

In par. 4.2 en 4.3 is een eerste toetsing verricht van de bruikbaarheid van de Verstelle-Keten voor scheepsmanoeuvremetingen op de Westerschelde. De vraagstelling kwam daarbij neer op het

onderzoek naar de homogeniteit van het net en naar de veranderingen, die dat net ten gevolge van droogvellingen ondergaat. Het onderzoek was onvermijdelijkerwijze verre van volledig; naar in par. 4.2 is uiteengezet zijn de berekende standaardafwijkingen (staten II en III der beide paragrafen) zowel beïnvloed door de "deuken" in het feitelijke, gemiddeld aanwezige, patroon t.o.v. het berekende als door de gevoeligheid voor droogvellingen; bovendien konden bij de berekening der standaardafwijkingen de ontvangerfouten niet worden geëlimineerd.

De in het voorgaande weergegeven uitkomsten van het verrichte onderzoek geven dientengevolge van de bruikbaarheid der Verstelle-Keten niet meer dan een goede indruk, die overigens op grond van de berekende standaardafwijkingen voor de Westerschelde niet zonder meer ongunstig is.

Voor het werken onder operationele omstandigheden is het van belang de nauwkeurigheid der afzonderlijke plaatsbepaling te kennen; op die nauwkeurigheid zijn alle foutenbronnen van invloed. In deze paragraaf zal op deze aangelegenheid nader worden ingegaan.

Uitgangspunt hierbij is dat men het gehele operationele gebied verdeelt in vakken, voor elk waarvan men per bundel de gemiddelde afwijking t.o.v. het berekende kaartpatroon vaststelt, zodat correctie op deze afwijking mogelijk is. Voor zo'n "ijkvak" zijn er dan nog twee factoren van invloed op de locale patroonafwijking, te weten

- de inhomogeniteit binnen dat vak (die als gevolg van de gekozen vakkenverdeling relatief gering zal zijn) en
- de plaatselijke veranderlijkheid ten gevolge van de variaties in de waterstanden.

Wil de inhomogeniteit binnen een vak inderdaad relatief gering zijn dan dienen de begrenzingen van dat "ijkvak" zorgvuldig te worden gekozen. Dat is alleen mogelijk na een optimale ijking, die voor een bochtig en veranderlijk water als de Westerschelde een groot aantal ijkmetingen vereist, waaronder op vrij veel punten 13-uurs metingen. Aan deze eis voldoen de uitgevoerde ijkmetingen bepaald niet.

- Opmerking -

Opmerking: Indien de invloed der droogvellingen relatief groot is zal men niet kunnen volstaan met per bundel één serie correcties vast te stellen, maar zal men zo'n serie voor twee, wellicht zelfs drie bereiken van waterstanden moeten doen. Overigens blijven ook dan nog de twee zojuist genoemde factoren van invloed op de locale patroonafwijkingen.

De afleesfout voldoet uiteraard aan een rechthoekige verdeling. Voor elk der overige fouten is in het hiernavolgende uitgegaan van de - overigens zeer redelijke - veronderstelling dat ze voldoet aan een normale verdeling met als standaardafwijking σ_i . Daar de diverse foutenbronnen onafhankelijk van elkaar optreden moet nu per bundel voor de resulterende standaardafwijking σ_{res} van de waarnemingen in dat punt gelden: $\sigma_{res}^2 = \sum \sigma_i^2$

Zijn nu verder:

$$\sigma_R = (\sigma_{res}) \text{ rode bundel}$$

$$\sigma_G = (\sigma_{res}) \text{ groene bundel}$$

x_R en y_G : de coördinaten in het plaatselijke, door de positielijnen vastgelegde, schreefhoekige assenstelsel van de punten van een ellips met de waargenomen positie als middelpunt.

Volgens lit. 4, par. 4.11 geldt nu voor ieder punt in het operationele gebied dat 68% der in dat punt verrichte positiebepalingen liggen binnen of op een ellips, die voldoet aan de volgende vergelijking op twee toegevoegde middellijnen:

$$\frac{x_R^2}{(1,51 \sigma_R)^2} + \frac{y_G^2}{(1,51 \sigma_G)^2} = 1$$

De twee toegevoegde middellijnen zijn uiteraard de beide positielijnen in dat punt. Voor elk der in de par. 2.3 en 3.1.2 genoemde foutenbronnen dient de standaardafwijking σ_i bekend te zijn, waarna men voor een gewenst aantal punten de 68%-foutenellips kan construeren.

In het onderhavige geval is het niet mogelijk uit de beschikbare gegevens alle σ_i -waarden te bepalen. Voor de afwijkingen

t.g.v. de traagheid en atmosferische omstandigheden moet met schattingen worden volstaan, waarbij is aangesloten op de overwegingen uiteengezet in par. 4.11 van lit. 4; van de aldaar gevolgde gedachtengang bij de bepaling der overige standaarddeviaties wijkt overigens het hiernavolgende in menig opzicht af.

4.4.2 De berekening der 68%-foutenellipsen voor het geval van optimale ijking.

De standaardafwijkingen voor de driftafwijking zijn berekend uit alle gemeten driftafwijkingen; voor de rode bundel beliep ze vier millilanen, voor de groene drie. Naar in par. 3.2.1 is uiteengezet zijn de gevonden driftafwijkingen veelal aan de hoge kant geweest door de trillingen, veroorzaakt door het achteruitslaan van de hoofdmotor van het meetvaartuig. Daar dit achteruitslaan onder normale omstandigheden niet gebeurt is voor de standaardafwijking van de rode bundel aangehouden drie millilanen en voor de groene bundel twee millilanen.

Uit de grafieken van bijlage 6 blijken de lineariteitsafwijkingen vrij sterke schommelingen t.o.v. het desbetreffende gemiddelde verloop te vertonen. Voor de rode bundel lopen die schommelingen op tot 6 millilanen, voor de groene tot 5. Op grond daarvan zou men aan de hand van de gemeten waarden de standaardafwijkingen voor beide bundels op 2 millilanen kunnen stellen.

Zoals reeds vermeld in par. 3.1.2 onder c. zijn geen metingen verricht naar de waarden der ontvangerafwijking; achteraf is gebleken dat deze fouten niet zonder meer verwaarloosbaar zijn (par. 3.3 onder d.). Gezien het feit dat de standaardafwijkingen voor deze fouten kleiner zullen zijn dan die bij de (niet-getransistoriseerde) Decca Delta Keten (waarvoor ze volgens lit. 4, par. 4.11 op 5 en 7 millilanen kunnen worden gesteld) is hiervoor voor beide bundels een waarde van 2 millilanen aangehouden..

Volgens de leverancier zijn de traagheidsafwijkingen voor ontvangers van het gebruikte type 1844 enigermate kleiner dan die voor het type 280 der Decca Delta Keten. De standaardafwijkingen voor het laatstgenoemde type belopen volgens lit. 4, par. 4.11

elk één millililan, welke waarde ook hier is aangehouden.

Voor een schatting van de monitorafwijkingen dient te worden uitgegaan van de verwerkingen bij operationeel gebruik. Uiteraard werd het eventuele bijsturen der Verstelle-Keten alleen bepaald door de aanwijzingen van de verklikker te Hoek van Holland; bij operationeel gebruik van deze keten door de Studiedienst Vlissingen, d.w.z. bij gebruik voor scheepsmanoeuvresmetingen, zouden dan ook de registraties van deze ontvanger zijn geraadpleegd. De monitorfouten zijn zodoende terug te brengen tot registratie-, aflees- en verwaarlozingsfouten; de standaardafwijkingen zijn dientengevolge niet groot en een schatting van 2 millililanen lijkt eerder te hoog dan te laag.

Alleen bij geringe beïnvloeding van de zendersignalen door lucht- en ruimtestoringen zijn de decometeraanwijzingen voldoende rustig om waarnemingen te doen. Dan zijn echter de standaardafwijkingen klein; zij worden hier voor werkzaamheden aan boord van meetschepen op 2 millililanen geschat.

Ten behoeve van operationeel gebruik zou de invloed der droogvallingen het beste op een aantal plaatsen gemeten kunnen worden door langdurige registraties om op die wijze de standaarddeviaties voor de locale patroonafwijkingen op die plaatsen vast te stellen. Daarbij zou men uiteraard de registraties dienen te corrigeren op de monitorregistraties te Hoek van Holland. Bij het onderhavige onderzoek zijn dergelijke metingen alleen verricht te Vlissingen en Ellewoutsdijk (par. 4.2.3 en bijlagen 8 en 9). Voor beide plaatsen vindt men voor de op de verklikker Hoek van Holland gecorrigeerde monitorwaarnemingen bij aflezingen om de twee minuten de volgende standaardafwijkingen in millililanen:

	lood	lucht
Ellewoutsdijk minus Hoek van Holland	3,4	2,6
Vlissingen minus Hoek van Holland	1,8	3,0

- Deze waarden -

Deze waarden zijn echter zeker te laag: geen van beide heeft betrekking op een volledige periode van 13 uur, de getijden, waarbij de waarnemingen zijn verricht, werden gekenmerkt door een zeer lage amplitude en de seizoensschommeling in de voortplantingssnelheid over de landpaden (par. 3.3) heeft geen invloed kunnen hebben. Het feit dat beide meetposities zowel westelijk als aan de rechter oever der Westerschelde waren gelegen betekent verder dat ook voor de meetomstandigheden veralgemening der gevonden waarden niet zonder meer geoorloofd is. Om al deze omstandigheden in rekening te brengen zijn - vrij willekeurig - de gevonden grootste standaardafwijkingen met een factor $2\frac{1}{2}$ vermenigvuldigd, waarmee ze de waarden 8,5 (voor rood) en 7,5 (voor groen) verkrijgen.

Voorts moet nu nog de inhomogeniteit der (nog nader vast te stellen!) vakken in rekening worden gebracht, waartoe de standaardafwijkingen der raaien (staat III) - voor beide bundels groot 5 millilanen - een redelijke maatstaf lijken te bieden. De standaardafwijkingen voor de locale patroonafwijking vindt men nu door ook hier de kwadratenregel toe te passen, waarmee men voor rood en groen achtereenvolgens vindt $\sigma = 10 (= \sqrt{8,5^2 + 5^2})$ en $\sigma = 9$ millilanen.

Voor de standaardafwijking voor de afleesnauwkeurigheid kan men bij aflezingen in centilanen - naar in par. 4.10 van lit. 4 is aangetoond - de waarde 3,4 millilanen aanhouden.

In de tweede en derde kolom van staat IV zijn de standaardafwijkingen voor de onderscheidene foutenbronnen verzameld:

STAAT IV: GESCHATTE STANDAARDAFWIJKINGEN IN MILLILANEN.

Soort afwijking	Meetschepen		Zeeschepen	
	rood	groen	rood	groen
Driftafwijking	3	2	7½	5
Lineariteitsafwijking	2	2	5	5
Ontvangerafwijking	2	2	5	5
Traagheidsafwijking	1	1	1	1
Monitorafwijking	2	2	2	2
Afwijking t.g.v. atmosf. invloeden	2	2	5	5
Locale patroonafwijking	10	9	10	9
Afleeson nauwkeurigheid	3,4	3,4	5	5

Past men op deze waarden de kwadratenregel toe dan vindt men $\sigma_R = 12$ millilanen en $\sigma_G = 11$ millilaan. Substitueert men deze waarden in de vergelijking der 68%-foutenellips (par. 4.4.1) dan vindt men bij laanbreedten d_R en d_G als vergelijking

$$\frac{x_R^2}{3,28d_R^2} + \frac{y_G^2}{2,76d_G^2} = 10^{-4},$$

waarmee men voor een willekeurig punt op de Westerschelde de 68%-foutenellips kan construeren (de daartoe gebruikte werkwijze is beschreven in par. 4.11 van lit. 4). Op de bijlagen 12 en 13 is een aantal van deze ellipsen getekend.

De voorgaande afleiding van de formule voor de 68%-foutenellipsen berust in feite op een schattingsprocedure voor optimale omstandigheden; gekenmerkt door

- een veel uitvoeriger ijking dan in feite is verricht (par. 4.4.1);

- het werken met meetvaartuigen, waarop regelmatig de drift- en lineariteitsafwijkingen worden bepaald, de ontvangers regelmatig worden gecontroleerd e.d.

In het voorgaande is dus eigenlijk een schatting gemaakt van de nauwkeurigheid, die met de Verstelle-Keten bereikbaar is. Het onderzoek is echter ingesteld om de bruikbaarheid der Verstelle-Keten na te gaan voor het doen van waarnemingen aan boord van grote zeeschepen. Op zo'n schip wordt de Decca-ontvanger normaal gebruikt voor het navigeren op zee, waarbij de nauwkeurigheidseisen niet erg hoog liggen; op driftafwijkingen wordt nimmer of vrijwel nimmer gecorrigeerd en de toestellen worden zeker niet veelvuldig gecontroleerd. Bij gebruik van zo'n ontvanger voor scheepsmanoeuvremetingen zal de controle op de aflezingsen bij een of meer bekende punten niet nauwkeurig zijn (boeien!) en zal men voorts waarnemingen verrichten bij slechtere atmosferische omstandigheden dan die, welke men aan boord van een meetschip nog aanvaardbaar acht. Ten slotte is ook de aflees~~en~~nauwkeurigheid groter omdat de ontvangers uitgerust zijn met grovere wijzers dan aanwezig waren op de bij de proeven gebruikte ontvanger.

Om al deze redenen dienen de genoemde afwijkingen te worden herzien, wat slechts schattenderwijze en niet dan met een zekere willekeur kan geschieden. Aangenomen is nu dat de drift-, lineariteits- en ontvangerafwijking door de geschetste omstandigheden $2\frac{1}{2}$ x zo groot worden; voor de afleeson nauwkeurigheid lijkt een $1\frac{1}{2}$ x zo grote waarde reëel. De op deze wijze vastgestelde waarden zijn vermeld in de 4e en 5e kolom van staat IV; met de kwadratenregel vindt men vervolgens voor de standaardafwijkingen van de rode en groene bundel achtereenvolgens 16,2 en 14,5 millilanen; aangehouden is $\sigma_R = 17$ en $\sigma_G = 15$ millilanen. De vergelijking der 68%-foutenellips wordt hiermee:

$$\frac{x_R^2}{6,59d_R^2} + \frac{y_G^2}{5,13d_G^2} = 10^{-4}.$$

Ook van deze ellipsen is een aantal op de bijlagen 12 en 13 getekend.

4.4.3 Slotson.

Op bijlage 17 zijn tabellarisch, zowel voor meetvaartuigen als voor zeeschepen, verzameld (afgerond op hele meters):

- de halve aslengten der 68%-foutenellipsen;
- de halve lengten der middellijnen volgens de geulas en volgens een richting daar loodrecht op. Deze (berekende) halve middellijnen zijn als standaardafwijkingen aangehouden.

Voor scheepsmanoeuvremetingen moet de standaardafwijking in de richting haaks op de geulas kleiner zijn dan die in de richting van de geulas. Ten behoeve van hydro-nautische berekeningen worden volgens ingewonnen inlichtingen hiervoor achtereenvolgens 10 m en 25 m als grootste toelaatbare standaardafwijking beschouwd.

De gegevens van bijlage 17 kunnen aan deze eisen worden getoetst omdat zij een redelijk goed, zij het niet een volledig beeld geven van de ligging der 68%-foutenellipsen in het hoofdvaarwater van de Westerschelde. Er blijkt dan dat bij de plaatsbepaling m.b.v. de Verstelle-Keten aan boord van meetschepen in

de richting van de goulas overal, behalve ter hoogte van Vliëssingen, aan de nauwkeurigheidseis wordt voldaan, maar dat dit voor de richting haaks op de vaargeul slechts bij twee van de 12 berekende ellipsen het geval is. Bij waarnemingen aan boord van zeeschepen is alleen in de vaarrichting en dan nog slechts in 6 van de 12 gevallen aan de gestelde eisen voldaan.

Het ingestelde onderzoek geeft overigens geen uitsluitsel of en zo ja in welke mate de waarnemingen aan de ontvangers bij lage zonnestanden en des nachts ten achter staan bij die overdag. Onder de eerstgenoemde omstandigheden kunnen namelijk door ruimtestoringen verschuivingen in het net optreden; naar de omvang van dit verschijnsel bij deze keten zijn echter bij het oriënterende onderzoek geen metingen gedaan.

Voor een beoordeling van de geschiktheid der Verstello-Keten voor scheepsmanoeuvremetingen op de Westerschelde dient nu nog het volgende te worden overwogen:

A. Zoals reeds opgemerkt lijkt de berekening der 68%-fouten-ellipsen voor meetschepen redelijk betrouwbaar ook al berust ze gedeeltelijk op schattingen. Voor een nadere toetsing van haar juistheid zouden verdere metingen, waaronder een vrij groot aantal 13-uursmetingen, nodig zijn geweest. Daarmee zouden enerzijds de gemiddelde correcties voor de nog nader vast te stellen vakken, waarin de Westerschelde zou moeten worden verdeeld, kunnen worden bepaald en anderzijds de variabiliteit op een aantal plaatsen.

Een dergelijk omvangrijk onderzoek zou echter niet alleen hebben uitgewezen of de verrichte berekeningen een goede benadering vormen voor het beschouwde geval, waarin geen onderscheid naar de waterstanden is gemaakt, maar tevens voldoende gegevens hebben opgeleverd om eventueel een verfijning te verwezenlijken door wel een dergelijk onderscheid te maken. Men zou hiervoor bij voorbeeld kunnen denken aan een onderscheid tussen waterstanden boven en beneden N.A.P. of tussen waterstanden boven N.A.P.+1 m, waterstanden tussen N. .!+.1 m en N.A.P.-1 m en waterstanden beneden N.A.P.-1 m. Te verwachten valt dat de variabiliteit in de tijd hierdoor veel kleiner zal worden, waardoor ook de standaarddeviaties der locale patroonafwijkingen

belangrijk zouden dalen. Daar ten gevolge van de kwadratenregel nu juist deze standaardafwijkingen goeddeels de waarden σ_G en σ_R (par. 4.4.4, staat IV, bl 27) bepaalden zouden de foutenellipsen hierdoor kleiner worden.

B. Voor wat betreft de 68%-foutenellipsen voor de grote schepen, deze berusten in sterkere mate op schattingen dan die voor de meetschepen. Met name de gemaakte schattingen voor de standaarddeviaties van de drift-, lineariteits- en ontvangerafwijkingen en van de afleeson nauwkeurigheid zouden nadere toetsing behoeven (op zichzelf lijkt het b.v. niet zonder meer aannemelijk dat de standaarddeviatie van de driftafwijking voor de rode bundel $7\frac{1}{2}$ millilanen zou bedragen tegen $5\frac{1}{2}$ millilanen voor de groene). Voor een dergelijke toetsing zouden controlemetingen nodig zijn geweest, waarbij de vaarweg van een groot aantal schepen vastgelegd zou zijn, zowel vanaf de wal als door aflezing van de ontvanger op het desbetreffende schip.

Voor scheepsmanoeuvremetingen zou een onderscheid naar de waterstanden als genoemd onder A ook zeer zinrijk kunnen zijn. Een dergelijke meting neemt uiteraard niet meer tijd in beslag dan de vaartijd van het betrokken schip en het ligt uit dien hoofde voor de hand alleen variabiliteit van de locale patroonafwijkingen te beschouwen, die in die tijd kan optreden. Voor het tot dusverre beschouwde traject Hansweert-Wandvliet belooft deze vaartijd $1\frac{1}{2}$ à 2 uur. Een onderscheiding naar drie bereiken van waterstanden ligt derhalve in de rede en dit te meer waar de meeste scheepsmanoeuvremetingen omstreeks hoogwater verricht worden.

Het voorgaande samenvattend wettigen de beschikbare gegevens niet de gevolgtrekking dat met behulp van de Verstella-Keten een voldoende nauwkeurige plaatsbepaling van zeeschepen ten behoeve van scheepsmanoeuvremetingen op de Westerschelde mogelijk geweest zou zijn. Anderzijds lijkt het alleszins aannemelijk dat, na uitvoering van een omvangrijke optimale ijking van het net, door onderscheiding naar waterstanden voor de meetschepen en voor de grote schepen duidelijk betere 68%-foutenellipsen geconstrueerd zouden kunnen worden dan de op de bijlagen 12 en 13 voor deze schepen

getekende ellipsen; voor de grote schepen zouden overigens de onder B genoemde metingen vanaf de wal hiertoe eveneens nodig zijn. Een dergelijk omvangrijk onderzoek is echter niet mogelijk omdat de Verstelle-Keten is opgeheven. Afgezien daarvan lijkt het echter onwaarschijnlijk dat zo'n omvangrijk onderzoek de moeite zou hebben geloond zolang het aantal op de Westerschelde per jaar verrichte scheepsmanoeuvremetingen gering blijft, zodat men voorshands beter volstaan zou kunnen hebben met de hiervoor genoemde contrôlemetingen. De uitkomsten daarvan zouden misschien reeds uitsluitend gegeven hebben of de variabiliteit van het net en de grootte der onderscheidene instrumentele fouten niet toch zodanig waren dat de Verstelle-Keten zich wel zou lenen voor de plaatsbepaling van grote schepen bij scheepsmanoeuvremetingen. Daarna zou men alsnog hebben kunnen besluiten al dan niet een uitgebreide ijkmeting te verrichten.

Hoofdstuk 5: DE MOGELIJKE BRUIKBAARHEID DER HOLLAND-KETEN VOOR SCHEEPSMANOEUVREMETINGEN.

Sinds 30 juni 1972 is de Holland-Keten in gebruik, die de Verstelle-Keten vervangt; de gegevens van beide ketens staan vermeld op bijlage 1. Tussen deze ketens zijn geen of geen noemenswaardige verschillen voor wat betreft de frequenties, de golflengten en de laanbreedten op de basislijnen. Ook de verplaatsing van de hoofdzender te Gilze-Rijen en van de rode volgzender te Heiloo, die voor de indienststelling der Holland-Keten nodig werd geoordeeld, zal weinig invloed hebben (deze verplaatsing belooft achtereenvolgens ong. 220 m en ong. 275 m). De groene volgzender daarentegen is over een vrij grote afstand verplaatst (4 570 m) en staat thans te Zuiddorpe. Het lijkt aannemelijk dat hierdoor de dijk van de Nijss- en Hooglandpolders (aan de oostzijde van de Platen van Hulst) eenzelfde onregelmatigheid in het feitelijke patroon zal veroorzaken als de vrijwel noord-zuid gerichte dijk bij Hoedekenskerke.

De Holland-Keten heeft ook nog een 2 x zo groot zendvermogen als de Verstelle-Keten, wat betekent dat het uitgestraalde vermogen ook aanzienlijk groter is geworden. In eerste aanleg wordt hierdoor het gebied, waarin men deze keten kan gebruiken, groter, maar dat is voor de onderhavige aangelegenheid niet van belang. Een gunstige uitwerking van dit vergrote zendvermogen voor de Westerschelde is wel dat de invloed van alle ruis naar verhouding minder wordt, m.a.w. het net zal minder gevoelig zijn voor atmosferische storingen (luchtstoring) en voor interferentie door andere zenders.

Op grond van deze overwegingen is er geen reden aan te nemen dat de Holland-Keten zich beter leent voor een voldoende nauwkeurige plaatsbepaling aan boord van zeeschepen op de Westerschelde ten behoeve van scheepsmanoeuvremetingen dan de Verstelle-Keten. In aansluiting op de opmerkingen aan het slot van par. 4.4.3 is er dan ook geen aanleiding dit net door het uitvoeren van een zeer omvangrijk meetprogramma te ijken, terwijl het evenmin zin heeft een onderzoek, vergelijkbaar met dat van de Verstelle-Keten in te stellen. Dat neemt niet weg dat er alle reden is waar mogelijk in het kader der scheepsmanoeuvremetingen gelijktijdig met de waarnemingen vanaf de wal de posities van elk der betrokken zeeschepen te bepalen in coördinaten van de Holland-Keten door aflezing van de aan boord aanwezige ontvanger. Daarnaast zouden op enkele plaatsen ter oriëntering incidenteel 13-uurs waarnemingen kunnen worden verricht. Mocht uit een dergelijk beperkt onderzoek geen grote variabiliteit in de gevonden afwijkingen blijken dan zou alsnog overwogen kunnen worden de Holland-Keten op de Westerschelde uitvoerig te ijken. Wellicht zouden deze gegevens ook nog aanleiding geven na te gaan of de gestelde nauwkeurigheidseisen, vermeld aan het begin van par. 4.4.3, onverkort gehandhaafd moeten blijven.

Hoofdstuk 6: SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

In 1971 is de Studiedienst Vlissingen in samenwerking met twee andere Rijkswaterstaatsdiensten, te weten de Rijkshavendienst Westerschelde en de Meetkundige Dienst, begonnen met het

verrichten van scheepsmanoeuvremetingen in het oostelijk deel der Westerschelde, dit ten behoeve van de voor dit gebied be-
raamde grote werken (bochtafsnijding bij Bath, aanleg Baalhoek-
kanaal). Bij een dergelijke meting wordt o.a. de vaarbaan van
een groot schip vastgelegd door tijdens zijn vaart een groot
aantal malen zijn positie vanaf de wal in te meten, voornamelijk
met behulp van theodolieten en deels door radarwaarnemingen. De-
ze methode is arbeidsintensief, om welke reden het wenselijk ge-
oordeeld werd na te gaan of de vastlegging van de verschillende
posities van een dergelijk schip ook aan boord zou kunnen geschie-
den door middel van een radioplaatsbepalingssysteem. Daarvoor
kwam om praktische redenen alleen in aanmerking de zogenaamde
"Verstelle-Keten", die in 1969 is opgericht voor de aanlooproute
op Europeoort. Teneinde de geschiktheid van deze keten na te gaan
heeft de Studiedienst Vlissingen in samenwerking met de Meetkun-
dige Dienst in augustus en september 1971 een vrij groot aantal
ijkmetingen op de Westerschelde en voorts nog een betrekkelijk
gering aantal metingen in de Westerscheldemond verricht.

Deze nota brengt verslag uit van dit onderzoek en van de
bevindingen, waartoe het heeft geleid. Daar de Verstelle-Keten
in juni 1972 uit de lucht is gegaan en op 30 juni 1972 is opge-
volgd door de "Holland-Keten" (die als een verbetering van de
Verstelle-Keten kan worden beschouwd) is in deze nota tevens
een verwachting uitgesproken met betrekking tot de mogelijkhe-
den, die deze nieuwe keten biedt ten behoeve van scheepsmanoeuvre-
metingen. Een aantal gegevens betreffende beide ketens treft
men aan op bijlage 1; van de Verstelle-Keten zijn het berekende
net resp. het berekende kaartpatroon voor Zeeland weergegeven
op de bijlagen 2 en 3, terwijl bijlage 4 een overzicht biedt
van de verrichte metingen.

Het inleidende hoofdstuk 1 geeft de (zojuist hiervoor samen-
gevatte) probleemstelling, die tot het verrichten van het onder-
zoek heeft geleid, waarop in hoofdstuk 2 een korte beschrijving
volgt van het beginsel van de werking van een radioplaatsbe-
palingsysteem als de Verstelle-Keten, van de wijze van berekening

van het kaartpatroon en van de foutenbronnen. Deze laatste betreffen de oorzaken, waardoor het feitelijke aanwezige (uitgestraalde) net afwijkt van het berekende. Van een uitvoerige behandeling van deze materie is afgezien omdat dit reeds in een eerdere nota (nr. 70.2, d.o. lit. 4) van de Studiedienst Vlissingen is gedaan. Volledigheidshalve zij hier vermeld dat het onderzochte net bestond uit twee bundels hyperbolen, te weten de rode bundel opgewekt door de hoofdzender te Gilze-Rijen en de rode volgzender te Heiloo en de groene bundel, opgewekt door de hoofdzender en de groene volgzender te Sas van Gent.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de (uitsluitend overdag verrichte) ijkmetingen, d.w.z. van de werkwijze tijdens de metingen, van de wijzen van uitvoering en verwerking en van een aantal bijzonderheden, die in verband met de foutenbronnen en de wijze van verwerking van belang zijn.

De uitkomsten van het ingestelde onderzoek zijn besproken in hoofdstuk 4. Daarbij zijn in eerste aanleg de gevonden afwijkingen van het uitgestraalde net t.o.v. het berekende net per lo-dingvak beschouwd. Dit is een vrij grove toetsing van de bruikbaarheid van de Verstelle-Keten omdat de metingen in de verschillende vakken - naar in par. 4.1 is uiteengezet (men zie ook staat I van deze paragraaf) - niet onder geheel vergelijkbare omstandigheden zijn verricht. De genoemde afwijkingen zijn bepaald na correctie van de waarnemingen op een aantal gemeten fouten, waarmee de zogenaamde locale patroonafwijkingen worden gevonden. Deze locale patrooncorrecties treft men voor de rode bundel aan op bijlage 10, voor de groene op bijlage 11 en voor beide bundels gezamenlijk en vectoriëel uitgezet op de bijlagen 12, 13 en 14.

In par. 4.2 wordt vervolgens eerst ingegaan op mogelijke oorzaken van de gevonden veranderlijkheid der locale patroonafwijkingen (ongunstig georiënteerde dijkvakken en riviergedeelten, waarover een of meer der uitgezonden signalen een relatief grote afstand aflegt). Verder zijn in deze paragraaf per vak en per bundel de gemiddelde waarden der locale patroonafwijkingen en hun standaardafwijkingen in staat II verzameld.

Deze laatste zijn de belangrijkste factoren; zij liggen niet erg hoog, wat op zichzelf bemoedigend is. In par. 4.3 staat vervolgens een overeenkomstig overzicht van deze grootheden voor een vijftal raaien op de Westerschelde, die gedetailleerd doorgemeten zijn (staat III).

De beide zojuist genoemde paragrafen geven geen uitsluitel over de onnauwkeurigheid der afzonderlijke plaatsbepaling; hierover nu handelt par. 4.4. Hierin komen achtereenvolgens ter sprake

A: de wijze, waarop deze onnauwkeurigheid bepaald moet worden en met name de vergelijking der zgn. 68%-foutenellips voor een punt in het meetgebied. Binnen of op die ellips liggen 68% der in dat punt m.b.v. de desbetreffende keten verrichte positiebepalingen (par. 4.4.1);

B: per bundel de waarden van de standaardafwijkingen van elk der foutenbronnen afzonderlijk; deze waarden zijn geldig voor de enkele waarneming in een willekeurig punt op de Westerschelde. Tezamen bepalen zij (volgens de zgn. kwadratenregel) de totale standaardafwijking in het bewuste punt. Deze totale standaardafwijkingen zijn nodig om de 68%-foutenellips te kunnen berekenen. Zij zijn uit de verzamelde gegevens met een redelijke nauwkeurigheid af te leiden voor meetschepen; voor waarnemingen aan boord van zeeschepen is in dit opzicht de onzekerheidsmarge bepaald groter (par. 4.4.2; in staat IV van deze onderparagraaf staan alle desbetreffende grootheden verzameld);

C: de vergelijkingen der 68%-foutenellipsen, zowel voor meetvaartuigen als voor zeeschepen (par. 4.4.2; voor 12 posities zijn deze ellipsen getekend op de bijlagen 12 en 13, terwijl bijlage 17 van de belangrijkste gegevens dezer ellipsen een tabellarisch overzicht biedt);

D: een toetsing der bevindingen aan de eisen die vanuit hydro-nautisch oogpunt aan de nauwkeurigheid der positiebepaling van grote schepen moeten worden gesteld. Volgens deze eisen is de maximaal toelaatbare totale standaardafwijking in de afzonderlijke positiebepaling in de vaarrichting (geulas) 25 m en in de richting dwars op de geulas 10 m. (par. 4.4.3).

- Zoals reeds -

Zoals reeds vermeld is de Verstelle-Keten inmiddels vervangen door de Holland-Keten. Door de gegevens der laatste keten met die der eerste te vergelijken kon in hoofdstuk 5 een verwachting worden uitgesproken aangaande de geschiktheid der Holland-Keten voor de positiebepaling van grote schepen op de Westerschelde ten behoeve van scheepsmanoeuvremetingen. Overigens verdient nog vermelding dat de in par. 4.4.2 gevolgde berekening der totale standaarddeviaties in bepaalde opzichten afwijkt van die, gegeven in nota 70.2. (lit. 4).

De bevindingen, waartoe het ingestelde onderzoek heeft geleid kunnen worden samengevat in onderstaande gevolgtrekkingen:

Conclusie 1: De homogeniteit en stabiliteit van het feitelijke net waren volgens de toetsing met behulp van alle ijkmetingen per ladingvak naar verhouding gunstig.

De gebruikte toetsingsprocedure is overigens verre van volmaakt zodat aan deze eerste gevolgtrekking geen verdere consequenties verbonden kunnen worden.

Conclusie 2: Uitgevoerde detailmetingen konden geen plaatselijke beïnvloeding van het patroon door het industriegebied Nieuw Neuzenpolder (van Dow Chemical Nederland N.V.) aantonen. Als er toch sprake is van zo'n beïnvloeding zal ze weinig uitgesproken zijn.

Conclusie 3: Op zichzelf genomen wijzen de verrichte metingen er niet op dat bij plaatsbepaling met behulp van de Verstelle-Keten op de Westerschelde bij de zorgvuldige waarnemingen aan boord van meetvaartuigen voldaan zou zijn aan de vanuit hydro-nautisch oogpunt te stellen nauwkeurigheidseisen.

Over de mogelijkheden des nachts positiebepalingen m.b.v. de Verstelle-Keten op de Westerschelde te doen staan geen gegevens ter beschikking. De omstandigheden des nachts zullen echter op zijn best even gunstig zijn als overdag.

Conclusie 4: Er is alle reden te stellen dat op de Westerschelde plaatsbepaling aan boord van zeeschepen met behulp van de Verstelle-Keten alleen met een duidelijk geringere nauwkeurigheid verricht zou kunnen zijn dan die aan boord van meeschepen.

- Conclusie 5: -

Conclusie 5: Het is mogelijk dat uitvoering van een zeer uitvoerig meetprogramma in staat gesteld zou hebben positiebepalingen m.b.v. de Verstelle-Keten te verrichten met een grotere nauwkeurigheid dan uit het ingestelde onderzoek zou volgen. Vermoedelijk zou daarbij onderscheid gemaakt moeten zijn tussen verschillende bereiken van waterstanden. Een dergelijke arbeidsintensieve ijking zou echter niet de moeite lonen voordat veelvuldig scheepsmanoeuvremetingen op de Westerschelde worden uitgevoerd.

Conclusie 6: De nieuwe Holland-Keten zal t.o.v. de Verstelle-Keten

- een enigszins afwijkend patroon hebben;
- niet in staat stellen posities nauwkeuriger te bepalen;
- minder gevoelig zijn voor atmosferische en andere ruis.

Uit de conclusies 3 t/m 6 volgt dat het voorlopig geen zin heeft voor de Holland-Keten een uitvoerig en veel arbeid vergend ijkprogramma op te stellen en uit te voeren. Wel is er reden om tijdens scheepsmanoeuvremetingen aan boord van het betrokken zeeschip aflezingen te doen van de Decca-ontvanger (uiteraard: indien aanwezig) en om zo mogelijk enkele oriënterende 15-uursmetingen betreffende deze keten te verrichten. Mochten de resultaten daarvan na vergelijking met de terrestisch bepaalde posities toch wijzen op een zekere bruikbaarheid van dit net dan zou alsnog tot ijking kunnen worden besloten. Het is niet onmogelijk dat deze resultaten ook aanleiding zouden geven na te gaan of de hiervoor onder D vermelde nauwkeurigheidseisen onverkort gehandhaafd moeten worden.

Naschrift: Het organiseren der metingen, de uitwerking ervan en het bewerken der meetuitkomsten geschieden onder leiding van assistent F.A.J. Minneboo, hoofd der Sectie Loden van de Studiedienst Vlissingen, die verder zelf veel voorbereidend werk ten behoeve van de samenstelling dezer nota heeft verricht.

Een eerdere versie van deze nota is verder kritisch doorgenomen door de heren ir. M. Meulenberg van de Studiedienst

Vlissingen en ir. A. de Visser (thans werkzaam bij de Afdeling Havenmonden der Directie Benedenrivieren, tot juni 1972 verbonden aan de Studiedienst Vlissingen), die destijds betrokken was bij het beramen van het plan voor het onderzoek van de Verstell-Keten. Naar aanleiding van hun suggesties is de tekst der nota op een aantal plaatsen verbeterd en/of aangevuld.

De Hoofdingenieur "A",



(ir. J. van Malde)

Vlissingen, februari 1973.

Literatuur.

1. ir. F.J. Sprenger: De toepassingsmogelijkheden van het Decca Survey System voor plaatsbepaling bij hydrografische opnemingen van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Stroom en het daarvoor gelegen kustgebied. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Studiedienst Vlissingen, nota 57.2 (april 1957).
2. J. Th. Verstelle: Rapport Deltachain (september 1958).
3. G.J. Sonnenberg: Moderne Radio-Navigatiemiddelen (1964).
4. ir. A. de Visser: De Decca Delta Keten. Haar operationele nauwkeurigheid op de Westerschelde en in het aangrenzende kustgebied. Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 70.2 (augustus 1971).
5. ir. A. de Visser e.a.: Onderzoek naar de operationele nauwkeurigheid van terrestrische plaatsbepaling op de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 72.3 (nota in voorbereiding).

Lijst van bijlagen behorende bij nota 72.6.

Bijlage nr.	Omschrijving	fer- maat	stamboek nrs.
1	Algemene Gegevens. Decca Verstelde Keten/ Decca Holland Keten.	A 1	72.281
2	Berekend net van nulhyperbolen, Decca Verstelde Keten.	C 3	72.282
3	Berekend kaartpatroon Decca Verstelde Keten voor Zeeland.	A 2	72.283
4	Overzicht meetpunten en -opstellingen.	A 4	72.284
5	Voorbeeld verwerking correctiemetingen.	A 2	72.285
6	Lineariteitscorrecties.	A 1	72.286
7	Voorbeeld verwerking monitormeting.	A 1	72.287
8	Monitorafwijkingen d.d. 30-8-1971 van simul- tane metingen.	A 2	72.288
9	Monitorafwijkingen d.d. 31-8-1971 van simul- tane metingen.	A 2	72.289
10	Gemeten locale patrooncorrecties voor de rode bundel.	A 4	72.290
11	Gemeten locale patrooncorrecties voor de groe- ne bundel.	A 4	72.291
12	Westerschelde. Oostelijk gedeelte. Gemeten locale patrooncorrecties.	B 5	72.292
13	Westerschelde. Westelijk gedeelte. Gemeten locale patrooncorrecties.	B 5	72.293
14	Mond Westerschelde. Gemeten locale patroon- correcties.	• 4	72.294
15	Gemeten locale patrooncorrecties nabij een industriegebied.	A 2	72.295
16	Verloop locale correcties in raaien I, IV en V.	A 2	72.296
17	Gegevens 68%-foutenellipsen.	A 1	72.297

Lijst van symbolen en benamingen.

b	basis = verbindingslijnstuk tussen hoofd- en volgzender
d	laanbreedte; 0,01d = 1 centilaan
f	basisfrequentie
G	aanduiding voor de groene bundel
L	laannummer van een positielijn
M	hoofdzender ("Master")
N	aantal lanen per bundel
R	aanduiding voor de rode bundel
S	volgzender ("Slave")
V	voortplantingssnelheid van radiogolven
WM	afstand waarnemingspunt - hoofdzender
WS _R	afstand waarnemingspunt - rode volgzender
σ	standaardafwijking
bundel	: hyperbolenstelsel met twee zenders als brandpunten;
drift	: faseverschuiving in een ontvanger t.g.v. temperatuursinvloeden;
hyperbool	: meetkundige plaats van alle punten binnen een keten, waarvoor per bundel gelijke faseverschillen gelden;
interferentie:	storing van het zendersignaal door vreemde zender(s);
keten	: combinatie van één hoofdzender en twee of meer volgzenders;
laan	: baan tussen twee opeenvolgende nulhyperbolen;
laanherkenning:	("lane-identification") toetsing van het laannummer;
monitor	: op een vaste plaats opgestelde ontvanger met schrijver voor controle van het uitgestraalde patroon;
net	: de gezamenlijke hyperbolenbundels van een keten;
nulhyperbool	: hyperbool waarvoor het faseverschil gelijk is aan 0° of aan een veelvoud van 360°;

patroon : de configuratie van een net;

positielijn : één der hyperbolen van een in centilanen
onderverdeelde baan;

R.D. coördinaten: coördinaten volgens de normen van de Rijks-
driehoekmeting;

verklikker : zie monitor.

Hoofdstuk 1: Probleemstelling.	blz. 1
Hoofdstuk 2: Korte beschrijving der Decca Verstelde Keten.	" 3
2.1 Algemeen.	" 3
2.2 Berekening van het kaartpatroon.	" 6
2.3 Foutenbronnen.	" 7
Hoofdstuk 3: De ijkmetingen.	" 9
3.1 Bespreking van de metingen.	" 9
3.1.1 Werkmethode.	" 9
3.1.2 Uitgevoerde metingen.	" 10
3.2 Nadere bijzonderheden.	" 12
3.2.1 De algemene ijkmetingen ter bepaling van de locale patrooncorrecties.	" 12
3.2.2 De ijkmetingen ter bepaling van de locale correcties voor één bepaald gebied.	" 13
3.2.3 Simultane monitorwaarnemingen ter bepaling van de stabiliteit van het uitgestraalde patroon.	" 14
3.3 Aanvullende opmerkingen.	" 14
Hoofdstuk 4: Beoordeling van de nauwkeurigheid der Verstelde Keten.	" 16
4.1 Algemeen.	" 16
4.2 De locale patrooncorrecties en hun variaties in het operationele gebied.	" 18
4.3 De locale patrooncorrecties en hun variaties in kleine gebieden.	" 21
4.4 De nauwkeurigheid der afzonderlijke plaatsbepaling.	" 23
4.4.1 Algemene opmerkingen.	" 23
4.4.2 De berekening der 68%-foutenellipsen voor het geval van optimale ijking.	" 26
4.4.3 Slotson.	" 30
Hoofdstuk 5: De mogelijke bruikbaarheid der Holland-Keten voor scheepsmanoeuvremetingen.	" 33
Hoofdstuk 6: Samenvatting en Conclusies.	" 34
Literatuur.	" 41
Lijst van bijlagen behorende bij nota 72.6.	" 42
Lijst van symbolen en benamingen.	" 43

POSITIES ZENDERS IN COORDINATEN TEN OPZICHTE VAN AMERSFOORT

Plaats	Zender	X		Y	
		Verstelle Keten	Holland Keten	Verstelle Keten	Holland Keten
Gilze-Rijen	Hoofdzender	- 32182,48	- 31978,52	- 60544,00	- 60622,14
Heiloo	Volgzender (rood)	- 43944,15	- 43700,13	+ 48370,04	+ 48499,94
Sas van Gent	Volgzender (groen)	-106283,72	-106671,28	- 97986,19	-102538,81

*voor de Holland-Keten: Zuiddorpe

OPERATIONELE FREQUENTIES VERSTELLE KETEN EN HOLLAND KETEN

Basisfrequentie	14,092 kHz	f
Frequentie hoofdzender	84,550 kHz	6f
Frequentie rode volgzender	112,733 kHz	8f
Frequentie groene volgzender	126,825 kHz	9f
Vergelijkingsfrequentie rood	338,200 kHz	24f
Vergelijkingsfrequentie groen	253,650 kHz	18f

GEGEVENS DER BEIDE NETTEN

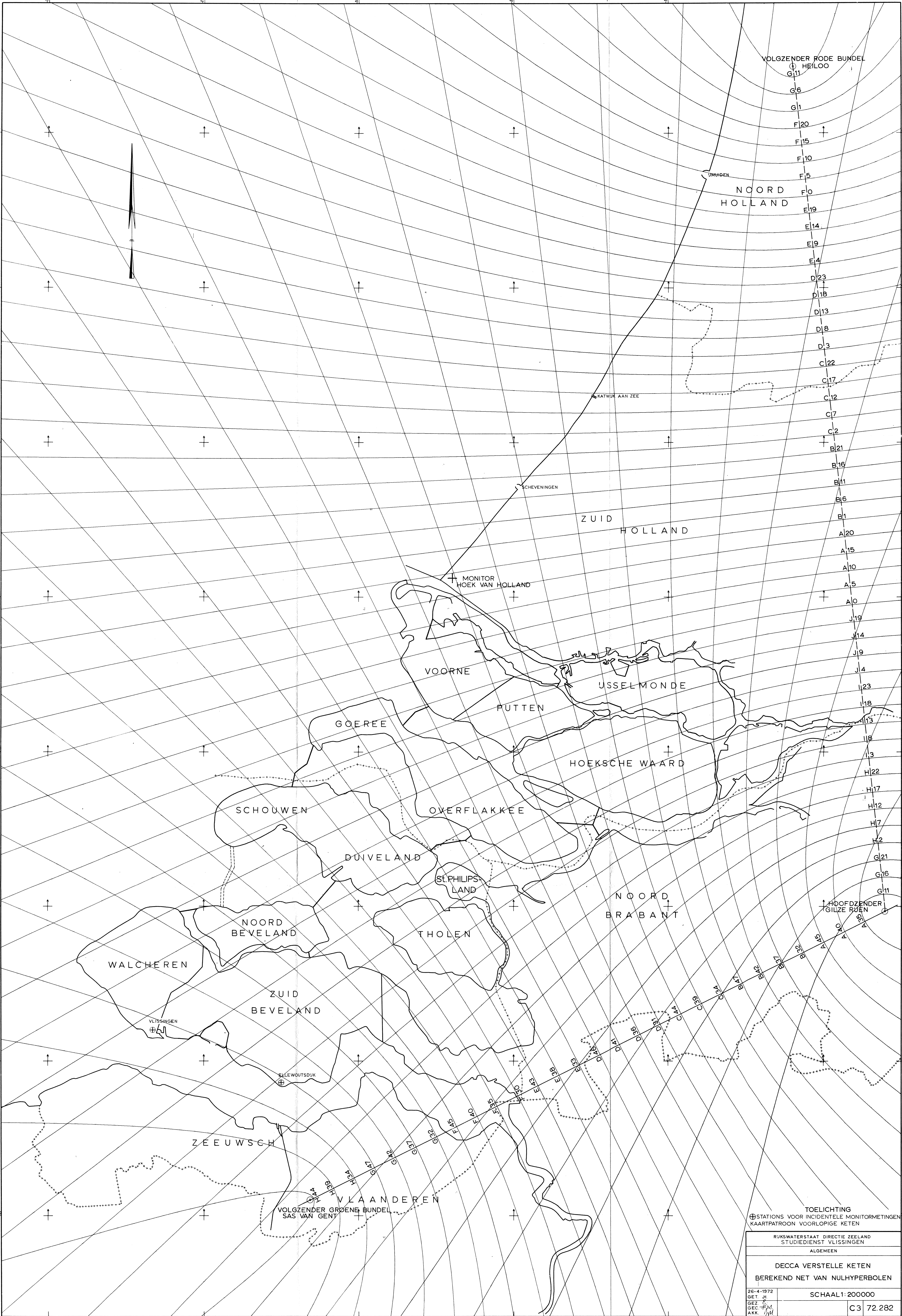
	Rode bundel		Groene bundel	
	Verstelle Keten	Holland Keten	Verstelle Keten	Holland Keten
Lengte basislijnen:				
in kaartprojectie	109547,27m	109749,83m	83023,56m	85650,54m
via aardoppervlak	109556,10m	109758,61m	83025,08m	85651,95m
Laanbreedte op de basislijn	442,704 m	442,824 m	590,272m	590,469m
Golflengte	885,409 m	885,648 m	1180,545m	1180,939m
Aantal lanen	247,450	247,841	140,653	145,055

OVERIGE GEGEVENS.

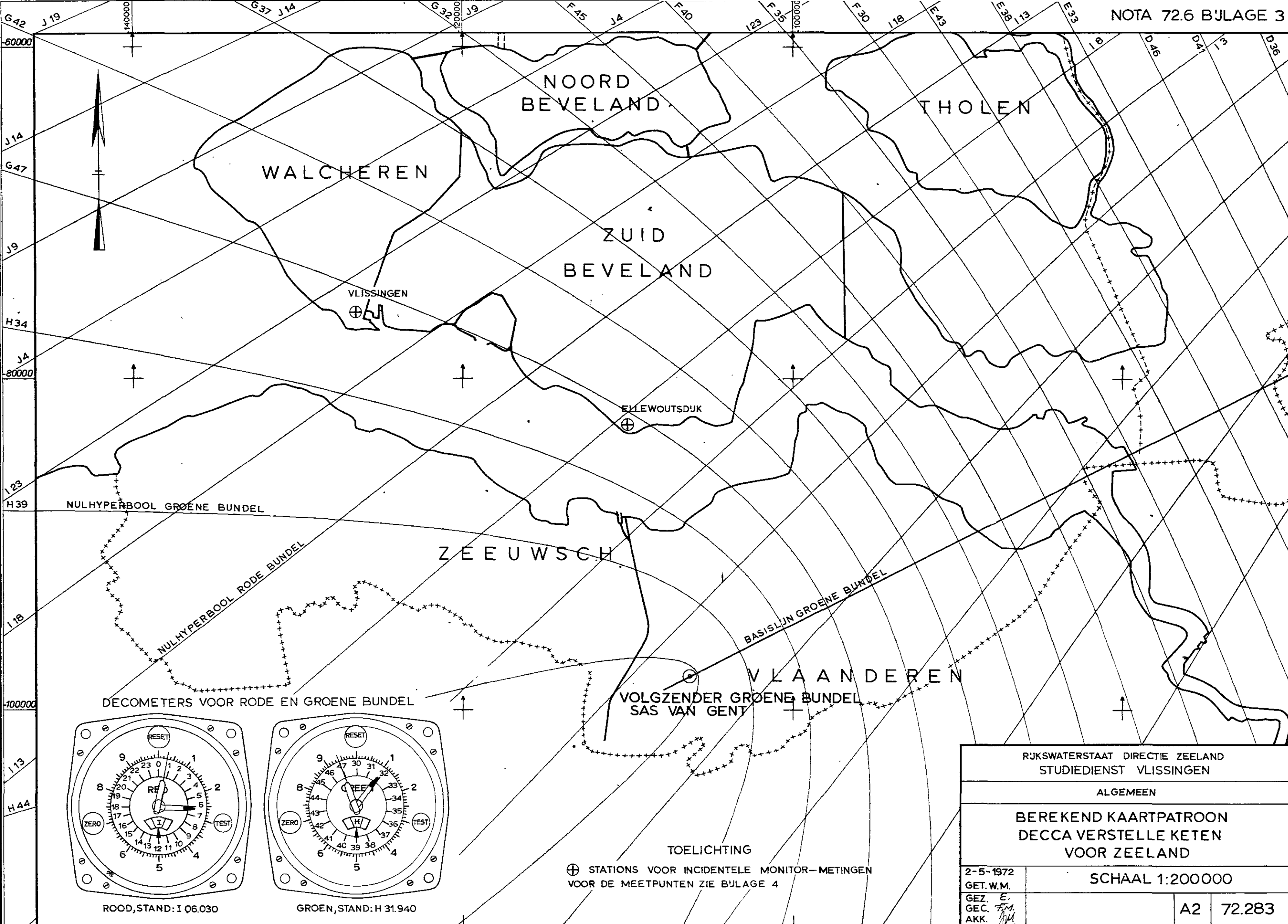
	Verstelle Keten	Holland Keten
Zendvermogen	600 W	1200 W
Operationele periode	aug. 1969-juni 1972	v.a. juni 1972
Aanvullende voorzieningen	laan-identificatie	laan-identificatie

Bron: Meetk. Dienst Delft en I.N.A. Rotterdam.

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN	
NOV. '72 H.d.J.	E.	F.M.	<i>[Handwritten Signature]</i>	DECCA VERSTELLE KETEN / DECCA HOLLAND KETEN ALGEMENE GEGEVENS	A1 72.281



TOELICHTING	
STATIONS VOOR INCIDENTELE MONITORMETINGEN	
KAARTPATROON VOORLOPIGE KETEN	
RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND	
STUDIEDIENST VLISSINGEN	
ALGEMEEN	
DECCA VERSTELLE KETEN	
BEREKEND NET VAN NULHYPERBOLEN	
26-4-1972	SCHAAL 1:200000
GET. J.	
GEZ. F.M.	
AKK. J.H.	C3 72.282



RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

DECCA VERSTELLE KETEN
OVERZICHT MEETPUNTEN EN-OPSTELLINGEN

APR. 1972
GET. H.d.J.
GEZ. *E*
GEC. *W*
AKK. *W*

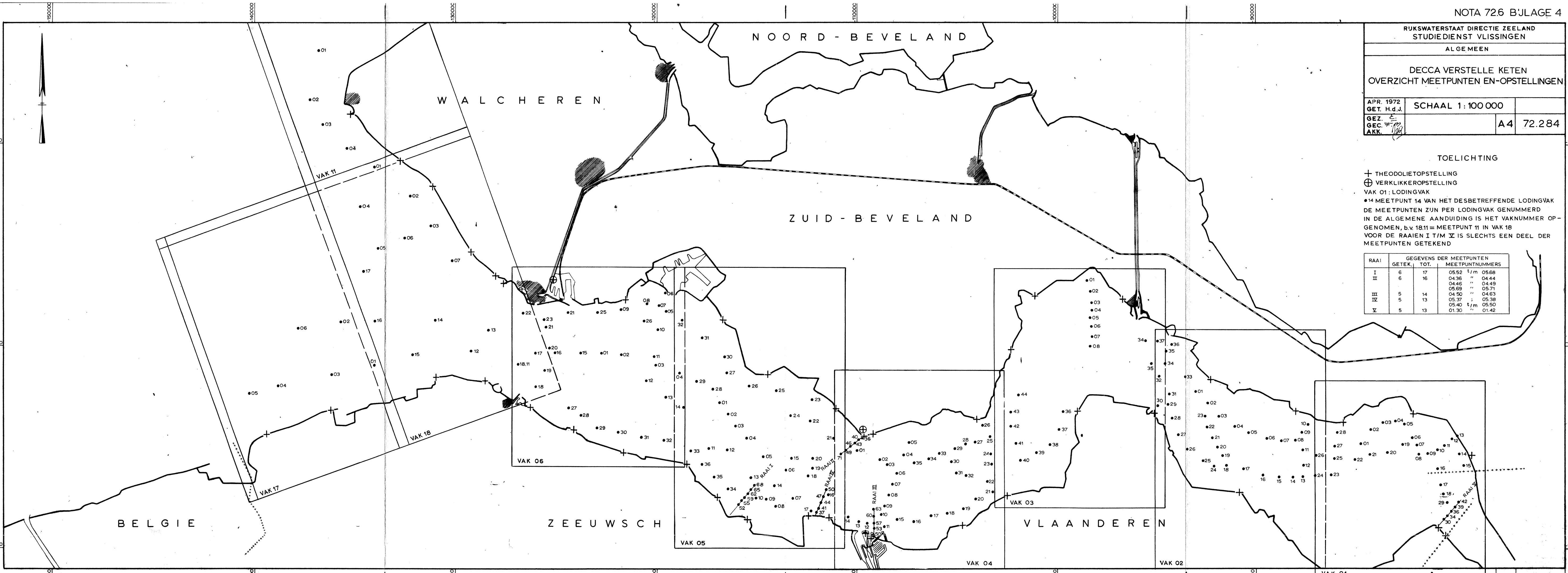
SCHAAL 1:100 000

A4 72.284

TOELICHTING

+ THEODOLIETOPSTELLING
⊕ VERKLIKKEROPSTELLING
VAK 01: LODINGVAK
•14 MEETPUNT 14 VAN HET DESBETREFFENDE LODINGVAK
DE MEETPUNTEN ZIJN PER LODINGVAK GENUMMERD
IN DE ALGEMENE AANDUIDING IS HET VAKNUMMER OP-
GENOMEN, b.v. 18.11= MEETPUNT 11 IN VAK 18
VOOR DE RAAIEN I T/M V IS SLECHTS EEN DEEL DER
MEETPUNTEN GETEKEND

RAAI	GEGEVENS DER MEETPUNTEN			
	GETEK.	TOT.	MEETPUNTNUMMERS	
I	6	17	05.52 t/m	05.68
II	6	16	04.36 "	04.44
			04.46 "	04.49
			05.69 "	05.71
III	5	14	04.50 "	04.63
IV	5	13	05.37 "	05.38
V	5	13	05.40 t/m	05.50
			01.30 "	01.42



meetpunt nr (1)	datum (2)	m.e.t. (3)	decometer- aflezingen		drift corr		lineariteits- correctie		monitor- correctie		som correcties		gecorrigeerde decometer aflezingen		ingemeten positie, herleid tot het berekende patroon		lokale correctie	
			rood (4)	groen (5)	rood (6)	groen (7)	rood (8)	groen (9)	rood (10)	groen (11)	rood (12)=(6)+(8)+(10) (13)=(7)+(9)+(11)	groen (14)=(4)+(12) (15)=(5)+(13)	rood (16)	groen (17)	rood (18)=(16)-(14) (19)=(17)-(15)	groen (20)=(17)-(15)		
	20-09-'71	10.35 ^h	bepaling driftcorr.		0	0												
04.36.01		10.36 ^h	I06.102	H31.388	0	0	-7	+1	0	-4	-7	-3	I16.095	H31.385	I6.074	H31.353	-21	-32
.02		.37	.102	.388	0	0	-7	+1	0	-4	-7	-3	.095	.385	.074	.353	-21	-32
.03		.38	.102	.388	0	0	-7	+1	0	-4	-7	-3	.095	.385	.074	.353	-21	-32
04.37.01		10.40 ^h	I06.063	H31.432	0	0	-1	0	0	-4	-1	-4	I 6.062	H31.428	I6.043	H31.410	-19	-18
.02		.41	.057	.433	0	0	-1	0	0	-4	-1	-4	.056	.429	.038	.415	-18	-14
.03		.42	.053	.441	-1	0	0	0	0	-4	-1	-4	.052	.437	.034	.422	-18	-15
04.38.01		10.45 ^h	I06.053	H31.543	-1	0	0	+5	0	-5	-1	0	I 6.052	H31.543	I6.036	H31.534	-16	-9
.02		.46	.050	.561	-1	0	0	+4	0	-5	-1	-1	.049	.560	.026	.552	-23	-8
.03		.46	.043	.568	-1	0	0	+4	0	-5	-1	-1	.042	.567	.022	.558	-20	-9
04.39.01		10.48 ^h	I06.070	H31.480	-1	0	-3	+1	0	-5	-4	-4	I 6.066	H31.476	I6.048	H31.460	-18	-16
.02		.48	.071	.473	-2	0	-3	+1	0	-5	-5	-4	.066	.469	.049	.455	-17	-14
.03		.49	.070	.478	-2	0	-3	+1	0	-5	-5	-4	.065	.474	.049	.462	-16	-12
04.40.01		10.50 ^h	I06.032	H31.612	-2	0	0	+2	0	-5	-2	-3	I 6.030	H31.609	I6.011	H31.600	-19	-9
.02		51	.026	.620	-2	0	0	+1	0	+5	-2	-4	.024	.616	.010	.606	-14	-10
.03		51	.025	.624	-2	-1	0	0	0	-5	-2	-6	.023	.618	.007	.611	-16	-7
04.41.01		10.54 ^h	I06.049	H31.706	-3	-1	0	-4	0	-5	-3	-10	I 6.046	H31.696	I6.035	H31.677	-11	-19
.02		.55	.053	.695	-3	-1	0	-4	0	-5	-3	-10	.050	.685	.039	.669	-11	-16
.03		.55	.053	.693	-3	-1	0	-4	0	-5	-3	-10	.050	.683	.040	.669	-10	-14
04.42.01		10.56 ^h	I06.043	H31.031	-3	-1	0	+4	0	-5	-3	-2	I 6.040	H31.829	I6.025	H31.821	-15	-8
.02		.57	.031	.848	-4	-1	0	+5	0	-5	-4	-1	.027	.847	.014	.833	-13	-14
.03		.57	.031	.859	-4	-1	0	+4	0	-5	-4	-2	.027	.857	.016	.843	-11	-14
04.43.01		10.59 ^h	I06.031	H31.936	-4	-1	0	0	0	-5	-4	-6	I 6.027	H31.930	I6.018	H31.920	-9	-10
.02		.59	.032	.941	-4	-1	0	0	0	-5	-4	-6	.028	.935	.017	.923	-11	-12
.03		11.01	.031	.942	-5	-1	0	0	0	-5	-5	-6	.026	.936	.015	.923	-11	-13
04.44.01		11.02 ^h	I06.052	H32.053	-5	-1	0	+2	0	-5	-5	-4	I6.047	H32.049	I6.038	H32.040	-9	-9
.02		.03	.054	.049	-5	-1	0	+2	0	-5	-5	-4	.049	.045	.043	.036	-6	-9
.03		.03	.062	.051	-5	-1	-1	+2	0	-5	-6	-4	.056	.047	.047	.039	-9	-8
		11.04	bepaling driftcorr.		-5	-1												

TJEGEGEVENS TERNEUZEN 20 SEP '72

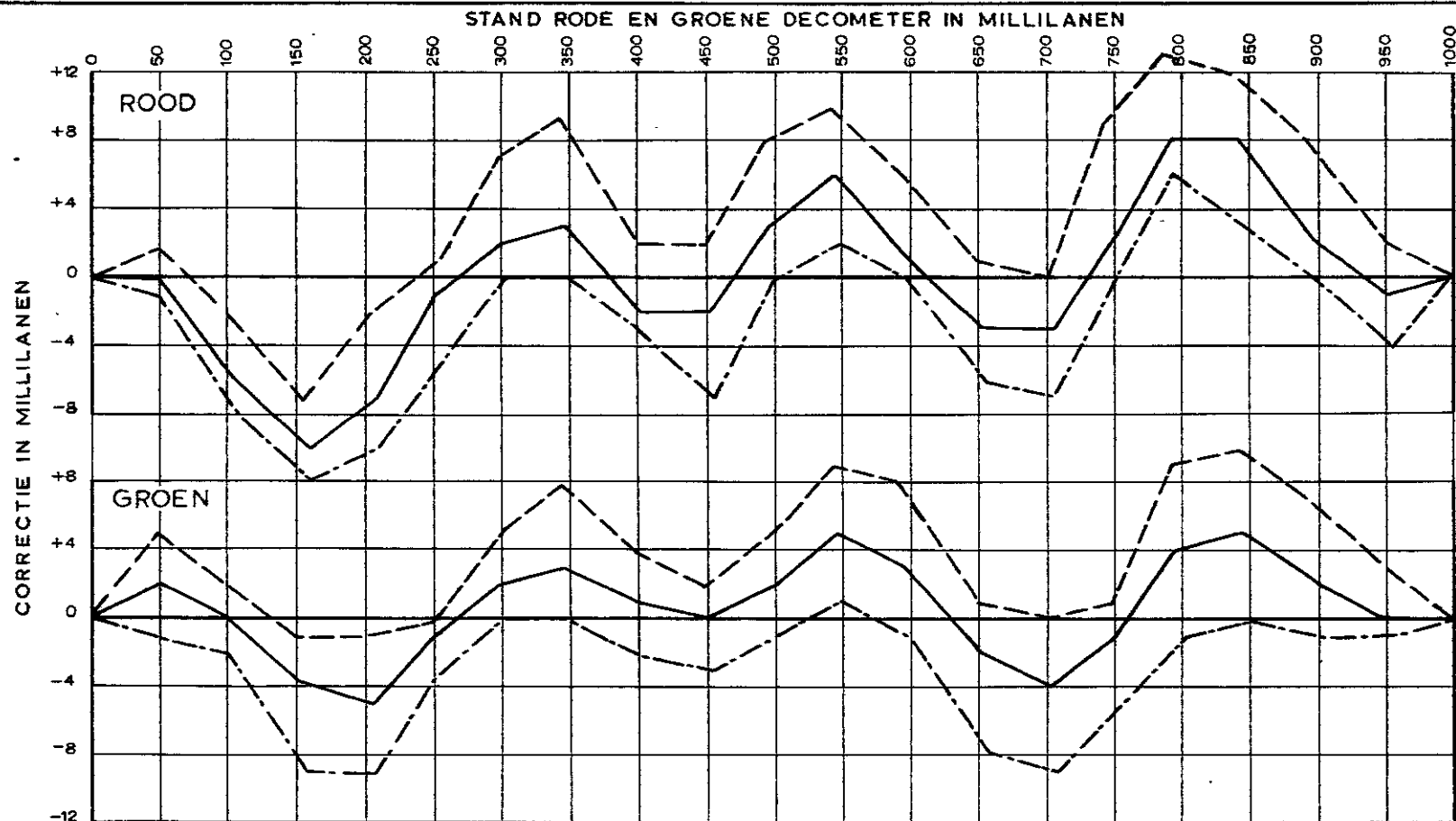
L.W.	09.00 h	N.A.P. - 2,08 m
H.W.	15.00 h	N.A.P. + 2,42 m

ALLE CORRECTIES IN MILLILANEN

04.43.03: 3^e METING IN MEETPUNT 04.43

DE MEETPUNTEN STAAN AANGEGEVEN OP BULAGE 4

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RIJSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN	
J.B. 27-4-'72	E	F.M.	W	DECCA VERSTELLE KETEN VOORBEELD VERWERKING CORRECTIEMETINGEN	
				A2	72.285



TOELICHTING

DECCAONTVANGER TYPE 1844 (A. B. VAN DE „ZWAKE“).

MEETPERIODE: 30-8-71 TOT 20-9-71 (14 MEETDAGEN).

IN BEGINSSEL ZIJN DE LINEARITEITSAFWIKINGEN VOOR ELK
DER BEIDE BUNDELS EN MET INTERVALLLEN VAN 50 MILLILANEN
AAN HET BEGIN EN HET EINDE VAN IEDERE MEETDAG BEPAALD.
DEZE BEPALINGEN ZIJN IN TOTAAL 27 MAAL VERRICHT.

----- OMHULLENDE DER MAXIMALE LINEARITEITSCORRECTIES;

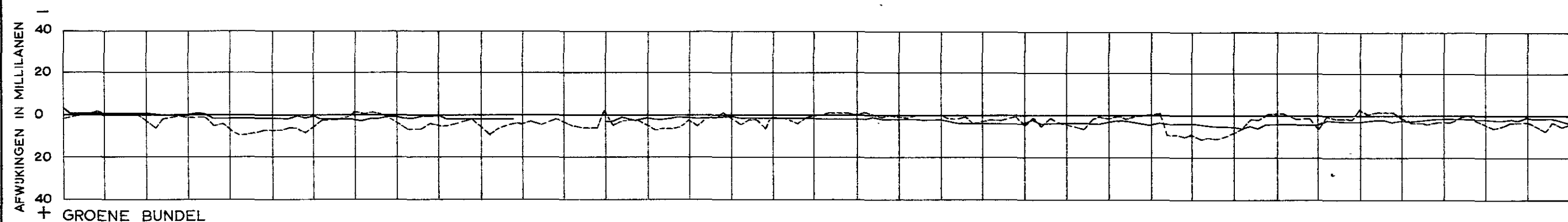
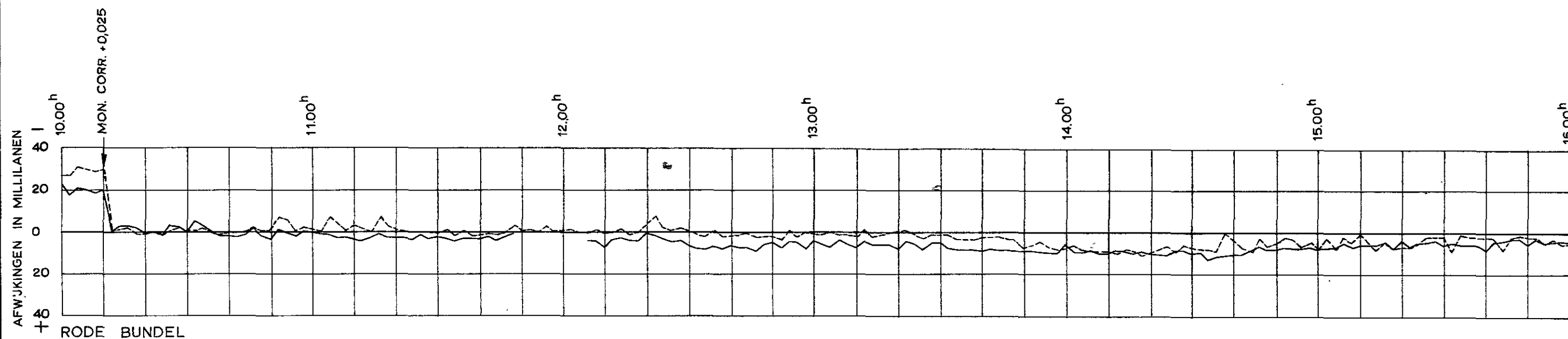
- . - . - . - . OMHULLENDE DER MINIMALE LINEARITEITSCORRECTIES;

————— LIJN VOOR DE GEMIDDELDE LINEARITEITSCORRECTIE OVER DE MEETPERIODE.

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN				A1 72.286	
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	DECCA VERSTELLE KETEN LINEARITEITS CORRECTIES	
APR. '72 H.d.J.	ε.	#M.	W.		

Monitorafwijkingen Hoek van Holland in millilanen

meetpunt nr	datum	m.e.t.	afgelezen registratiewaarde van de monitor		driftcorrectie		correctie voor de schrijver volgens de decometer- aanwijzingen		gecorrigeerde registratiewaarde van de monitor	
			rood	groen	rood	groen	rood	groen	rood	groen
04.36.01	20-09-'71	10.36 ^h	+3	+6	0	0	-3	-2	0	+4
.02		.37	+2	+6	0	0	-2	-2	0	+4
.03		.38	+2	+6	0	0	-2	-2	0	+4
04.37.01		10.40 ^h	+3	+6	0	0	-3	-2	0	+4
.02		.41	+3	+6	0	0	-3	-2	0	+4
.03		.42	+3	+6	0	0	-3	-2	0	+4
04.38.01		10.45 ^h	+2	+7	0	0	-2	-2	0	+5
.02		.46	+2	+7	0	0	-2	-2	0	+5
.03		.46	+2	+7	0	0	-2	-2	0	+5
04.39.01		10.48 ^h	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
.02		.48	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
.03		.49	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
04.40.01		10.50 ^h	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
.02		.51	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
.03		.51	+2	+6	0	0	-2	-1	0	+5
04.41.01		10.54 ^h	+1	+5	0	0	-1	0	0	+5
.02		.55	+1	+5	0	0	-1	0	0	+5
.03		.55	+1	+5	0	0	-1	0	0	+5
04.42.01		10.56 ^h	+2	+5	0	0	-2	0	0	+5
.02		.57	0	+5	0	0	0	0	0	+5
.03		.57	0	+5	0	0	0	0	0	+5
04.43.01		10.59 ^h	0	+2	0	0	0	+3	0	+5
.02		.59	0	+2	0	0	0	+3	0	+5
.03		11.01 ^h	-2	+3	0	0	+2	+2	0	+5
04.44.01		11.02 ^h	-2	+3	0	0	+2	+2	0	+5
.02		.03	+2	+3	0	0	-2	+2	0	+5
.03		.03	+2	+3	0	0	-2	+2	0	+5
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN						
L.P. 27-4-'72	E.	F.M.	J.B.	DECCA VERSTELLE KETEN VOORBEELD VERWERKING MONITORMETING					A1	72.287



TOELICHTING

——— MONITOR HOEK VAN HOLLAND
 - - - - - MONITOR VLISSINGEN

OPM. PRECIES OP IEDER VOL UUR IS AAN DE VER-
 KLIKKER HOEK VAN HOLLAND EEN DRIFTMETING
 VERRICHT.

TJ- EN MEETOMSTANDIGHEDEN

H.W. VLISSINGEN		MEETPERIODE	L.W. VLISSINGEN		GEM. DOODTJ VLISSINGEN STANDEN T.O.V. N.A.P.	
TJdstip	STAND T.O.V. N.A.P.		TJdstip	STAND T.O.V. N.A.P.	H.W.	L.W.
07.30 ^h 20.00 ^h	+ 1,57 m + 1,40 m	09.20 ^h - 17.00 ^h	13.50 ^h	- 1,20 m	+ 1,41 m	- 1,50 m

RJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

DECCA VERSTELLE KETEN
 MONITORAFWIJKINGEN d.d. 30-8-1971
 VAN SIMULTANE METINGEN

26-4-1972

GET. W.M.

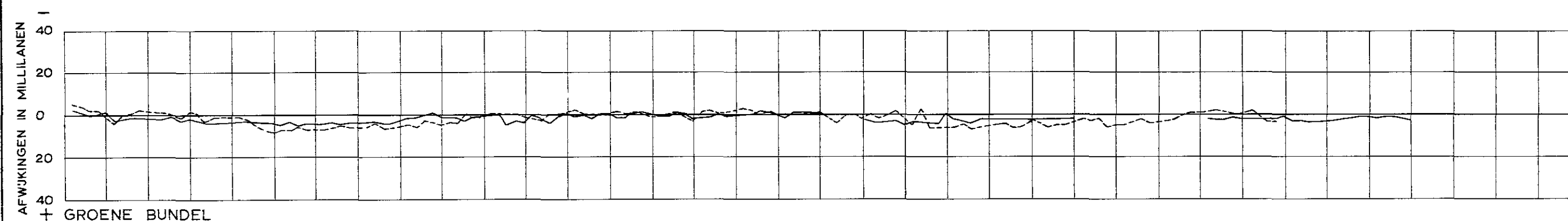
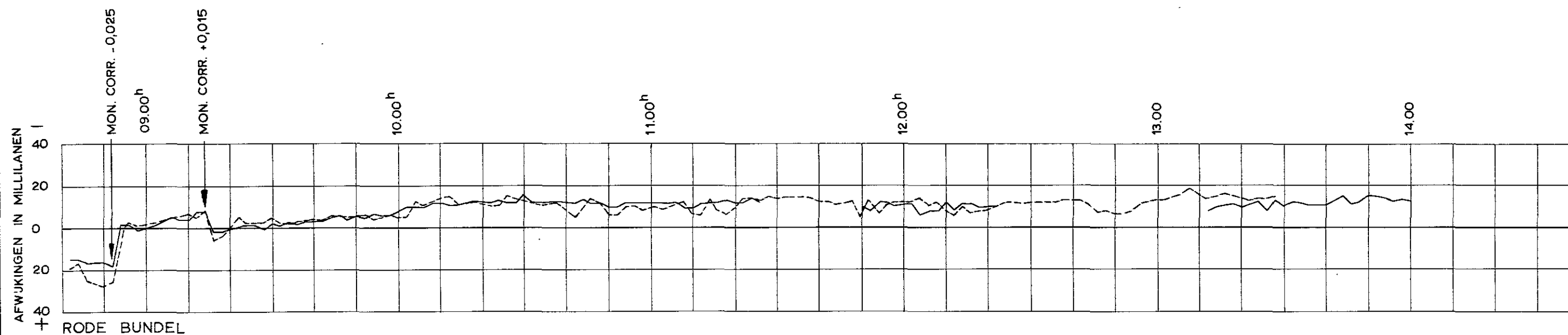
GEZ. E.

GEC. *[Signature]*

AKK. *[Signature]*

A2

72.288



TOELICHTING

——— MONITOR HOEK VAN HOLLAND
 - - - - - MONITOR ELLEWOUTSDUK
 OPM. PRECIES OP IEDER VOL UUR IS AAN DE VER-
 KLIKKER HOEK VAN HOLLAND EEN DRIFTMETING
 VERRICHT.

TJ- EN MEETOMSTANDIGHEDEN

H.W. TERNEUZEN		MEETPERIODE	L.W. TERNEUZEN		GEM. DOODTJ. TERNEUZEN	
TJdstip	Stand t.o.v. N.A.P.		TJdstip	Stand t.o.v. N.A.P.	Standen t.o.v. N.A.P.	
09.10 ^h	+ 1,48 m	09.00 ^h - 13.20 ^h	15.45 ^h	- 1,32 m	H.W. + 1,64 m	L.W. - 1,64 m

RJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

DECCA VERSTELLE KETEN
 MONITORAFWJINGEN d.d. 31-8-1971
 VAN SIMULTANE METINGEN

27-4-1970
 GET. W.M.
 GEZ. E.
 GEC. F.M.
 AKK. M.

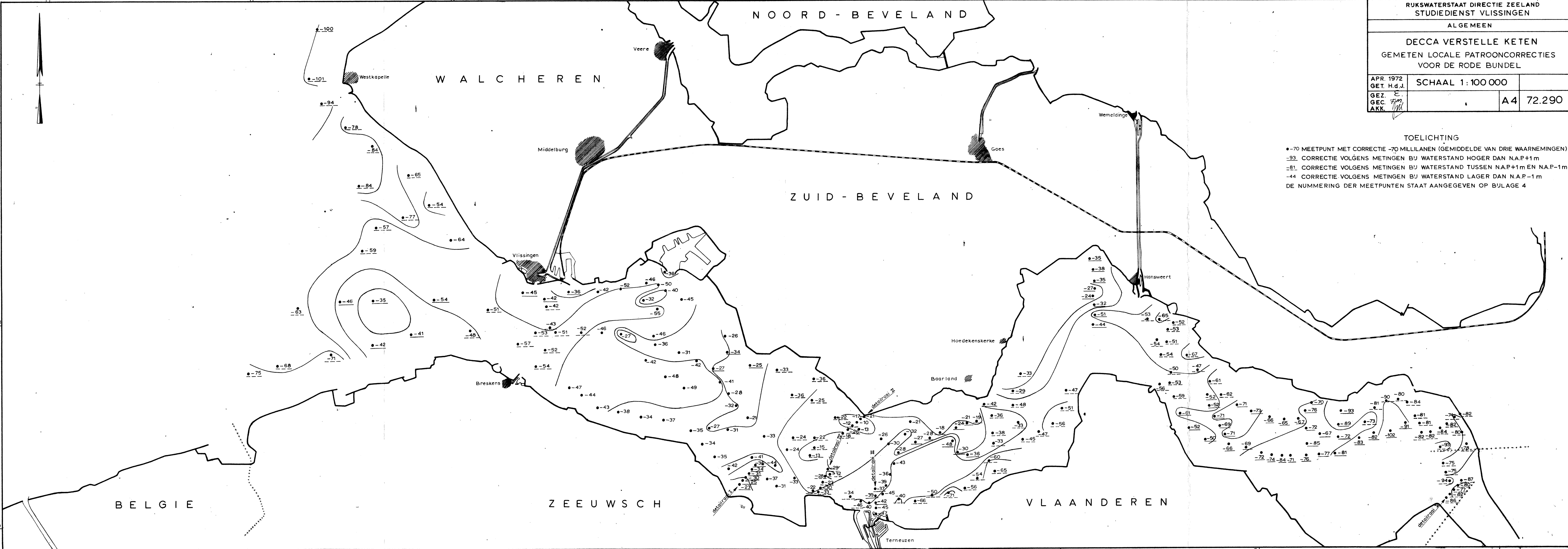
A2

72.289

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND		
STUDIEDIENST VLISSINGEN		
ALGEMEEN		
DECCA VERSTELLE KETEN		
GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES		
VOOR DE RODE BUNDEL		
APR. 1972	SCHAAL 1:100 000	
GET. H.d.J.		
GEZ. E.		
GEZ. J.M.		
AKK. J.M.		
	A4	72.290

TOELICHTING

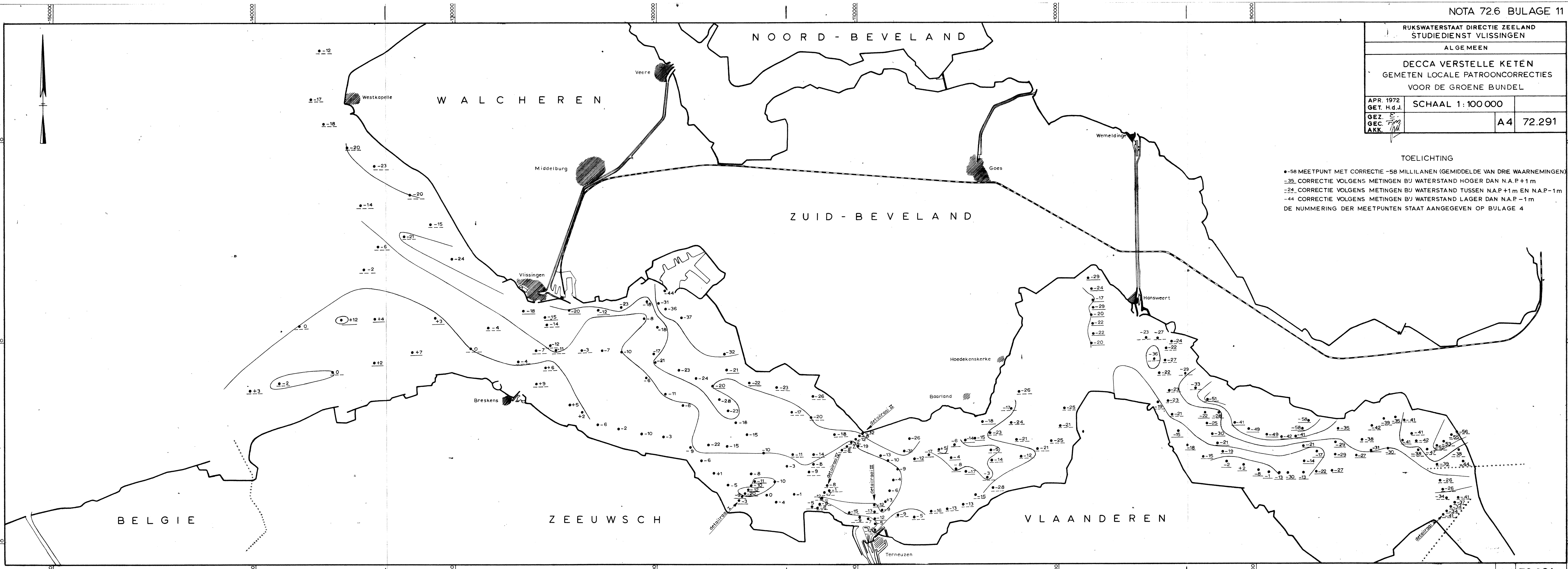
- 70 MEETPUNT MET CORRECTIE -70 MILLILANEN (GEMIDDELDE VAN DRIE WAARNEMINGEN)
 - 93 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND HOGER DAN N.A.P.+1m
 - 81 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND TUSSEN N.A.P.+1m EN N.A.P.-1m
 - 44 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND LAGER DAN N.A.P.-1m
- DE NUMMERING DER MEETPUNTEN STAAT AANGEGEVEN OP B'JLAGE 4



RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
ALGEMEEN		
DECCA VERSTELLE KETEN GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES VOOR DE GROENE BUNDEL		
APR. 1972	SCHAAL 1:100 000	
GET. H.d.J.		
GEZ. E		A4 72.291
GEC. F		
AKK. J		

TOELICHTING

- 58 MEETPUNT MET CORRECTIE -58 MILLILANEN (GEMIDDELDE VAN DRIE WAARNEMINGEN)
 - 35 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND HOGER DAN N.A.P.+1m
 - 24 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND TUSSEN N.A.P.+1m EN N.A.P.-1m
 - 44 CORRECTIE VOLGENS METINGEN BIJ WATERSTAND LAGER DAN N.A.P.-1m
- DE NUMMERING DER MEETPUNTEN STAAT AANGEGEVEN OP BULAGE 4



RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

DECCA VERSTELLE KETEN
WESTERSCHDEL OOSTELUK GEDEELTE
GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES

APR. 1972
GET. H.G.J.
GEZ. C
GEC. F.M.
AKK.

SCHAAL 1: 25000

B5 72.292

TOELICHTING

MOEDERCALQUE TEK. NR. B5-70566

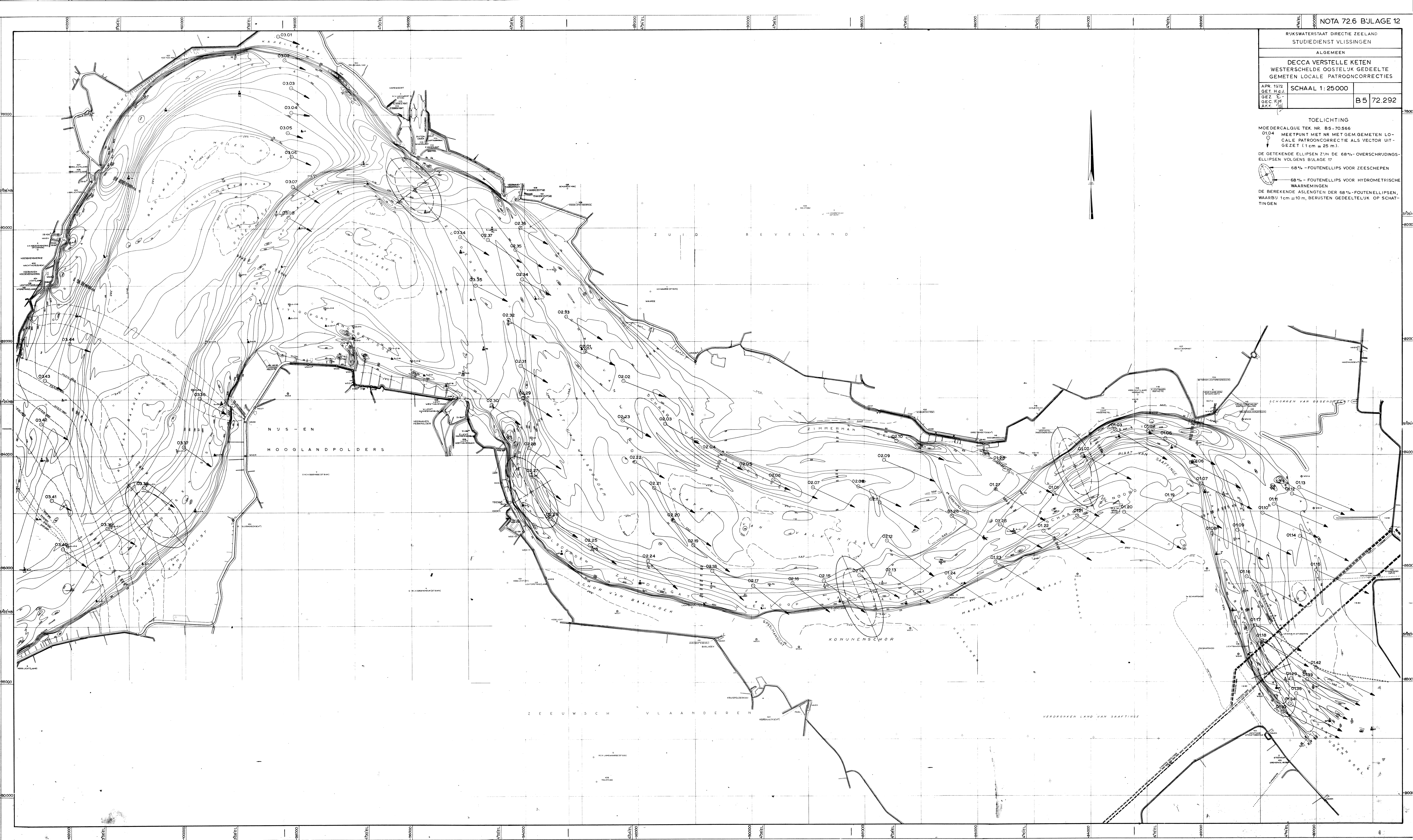
0104 MEETPUNT MET NR. MET GEM. GEMETEN LO-
CALE PATROONCORRECTIE ALS VECTOR UIT
GEZET (1 cm = 25 m)

DE GETEKENDE ELLIPSEN ZIJN DE 68%-OVERSCHRUDINGS-
ELLIPSEN VOLGENS B'JLAGE 17

68% - FOUTENELLIPS VOOR ZEE-SCHIEPEN

68% - FOUTENELLIPS VOOR HYDROMETRISCHE
WAARNEMINGEN

DE BEREKENDE ASLENGTEN DER 68%-FOUTENELLIPSEN,
WAARBU 1 cm = 10 m, BERUSTEN GEDEELTELUK OP SCHAT-
TINGEN



RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN		
ALGEMEEN		
DECCA VERSTELLE KETEN WESTERSCHDEL WESTELUK GEDEELTE GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES		
APR 1972 GET. H.G.J. GEK. E.H. AKK. E.H.	SCHAAL 1:25000	CODE B5 72.293

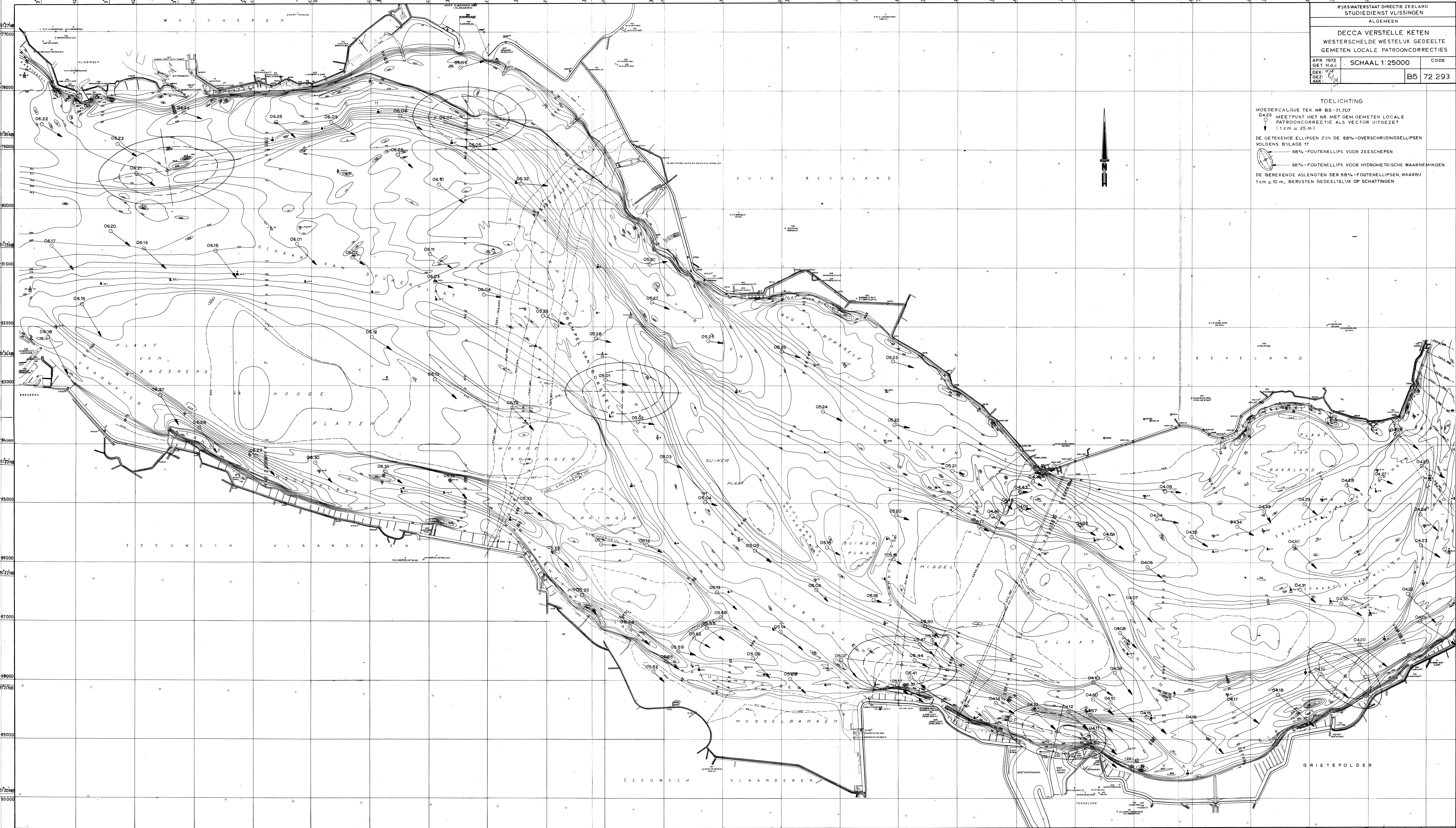
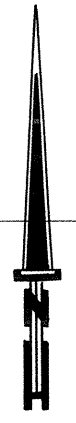
TOELICHTING

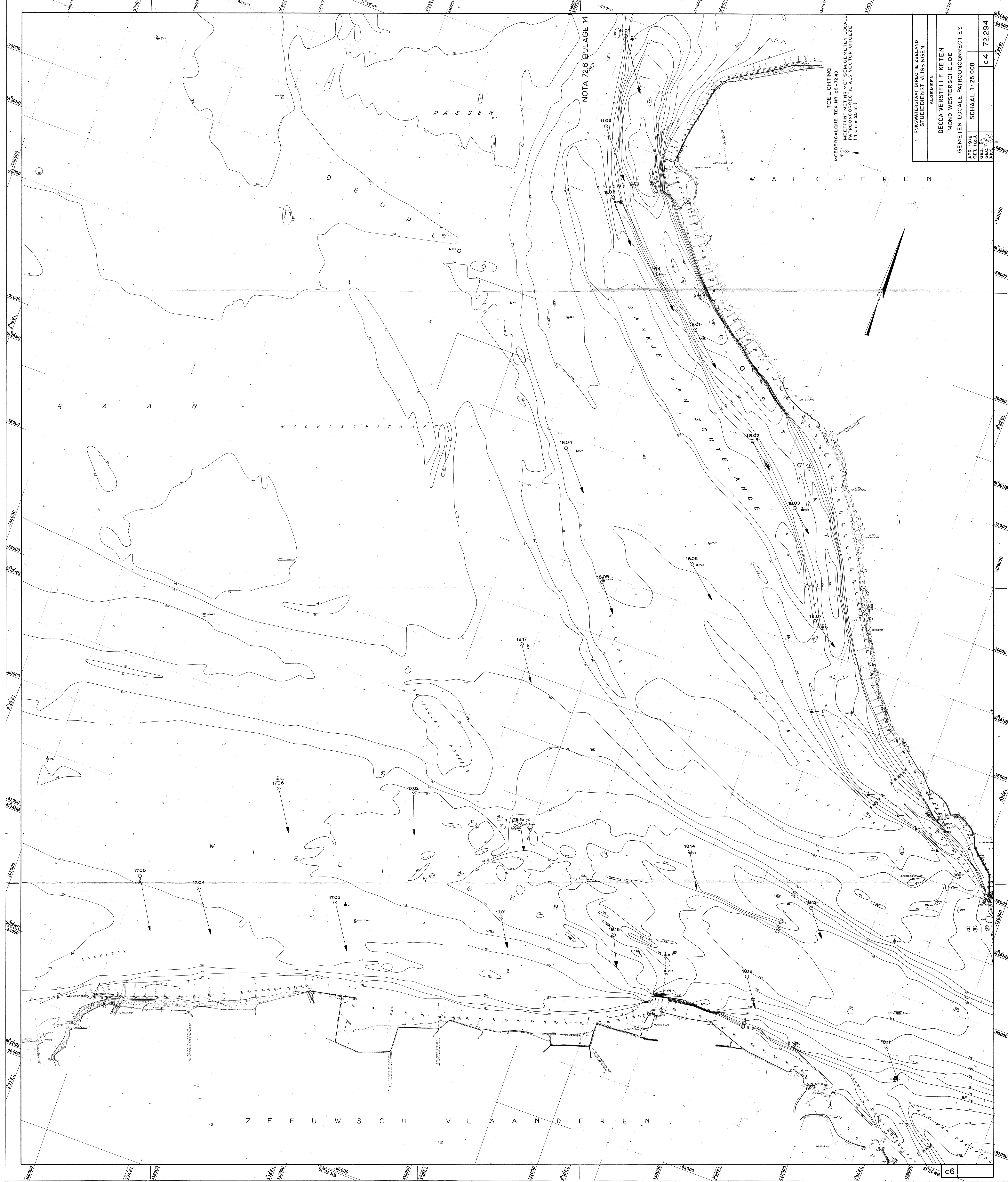
MOEDERCALQUE TEK. NR B5-71.707
04.26 MEETPUNT MET NR. MET GEM. GEMETEN LOCALE
PATROONCORRECTIE ALS VECTOR UITGEZET
(1 cm = 25 m)

DE GETEKENDE ELLIPSEN ZUN DE 68%-OVERSCHRIJDINGSELLIPSEN
VOLGENS BULAGE 17

68%-FOUTENELLIPS VOOR ZEESCHEPEN
68%-FOUTENELLIPS VOOR HYDROMETRISCHE WAARNEMINGEN

DE BEREKENDE ASLENGTEN DER 68%-FOUTENELLIPSEN, WAARBU
1 cm = 10 m, BERUSTEN GEDEELTELUK OP SCHATTINGEN

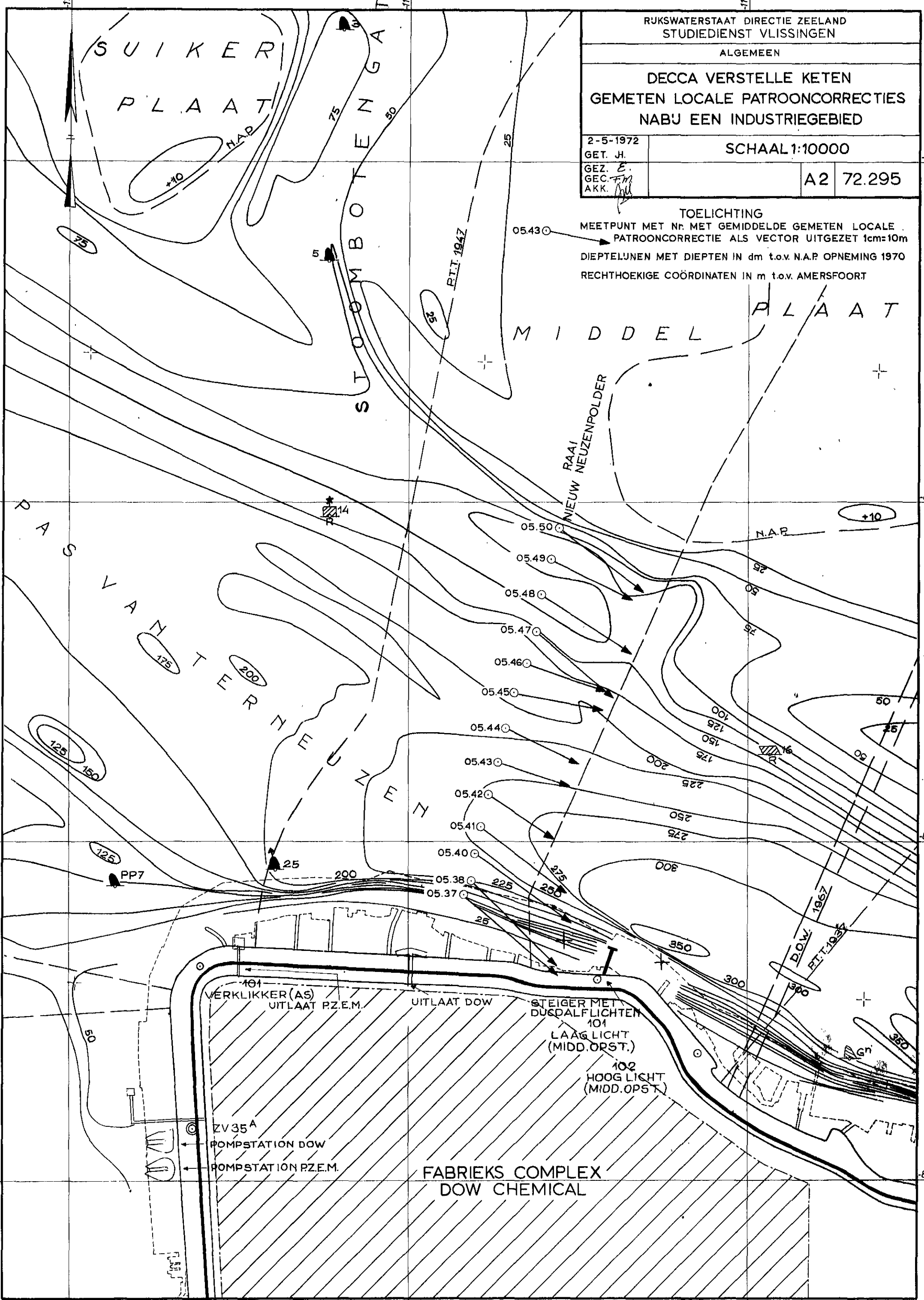


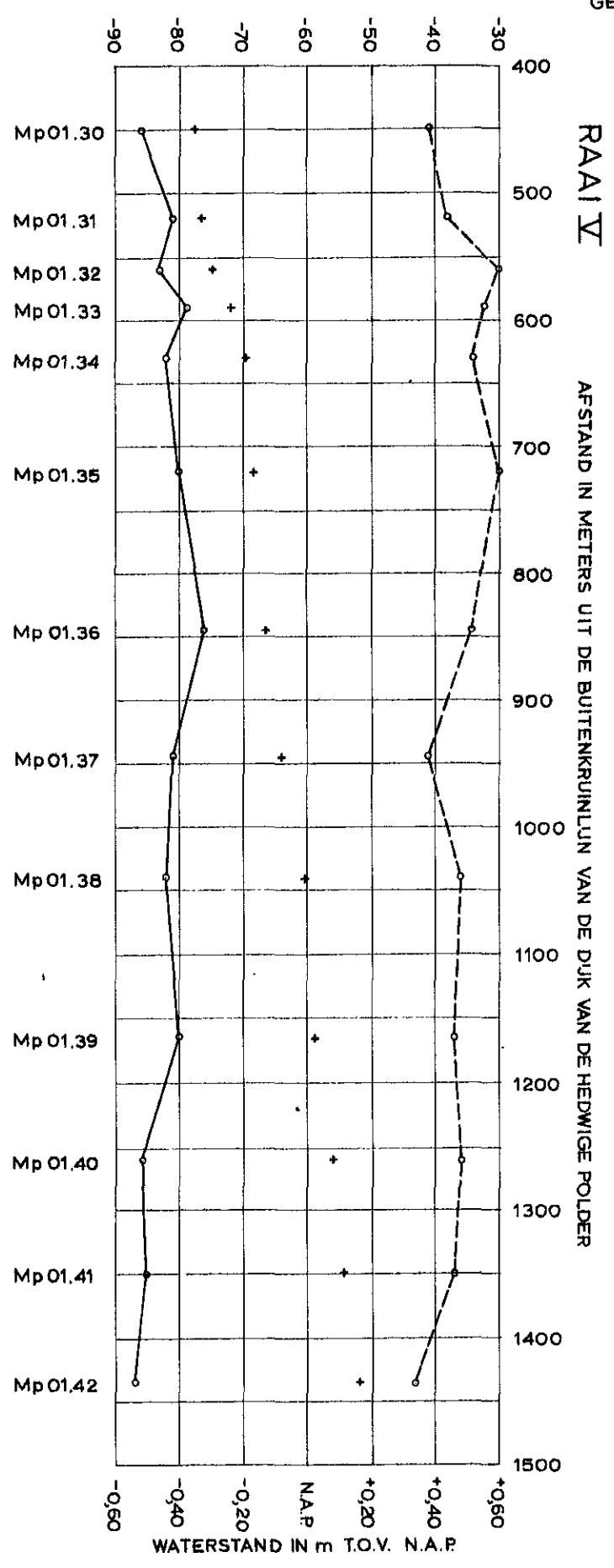
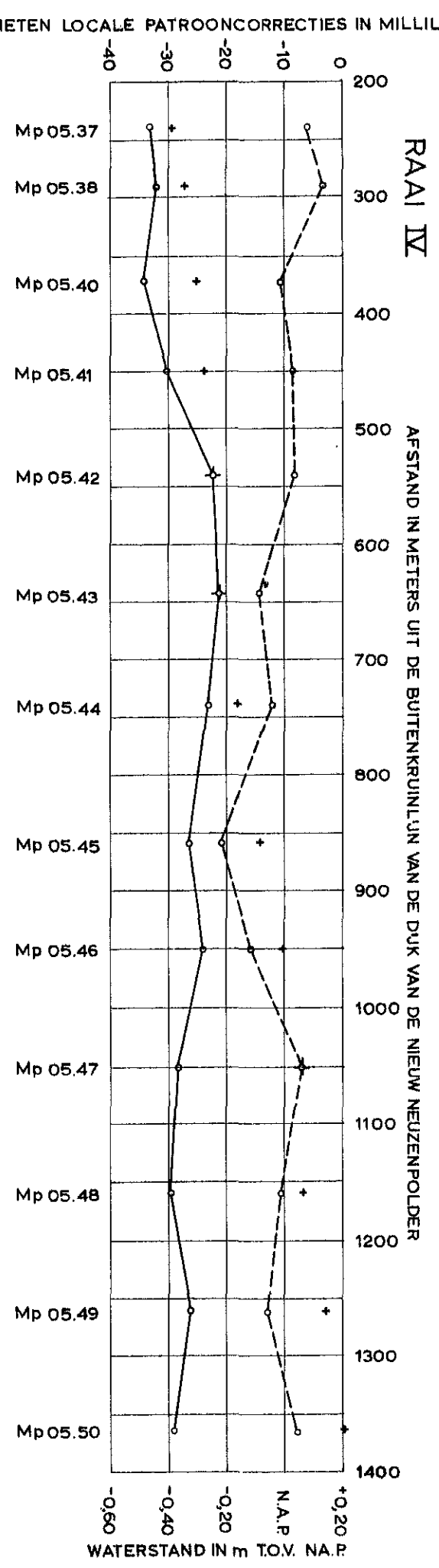
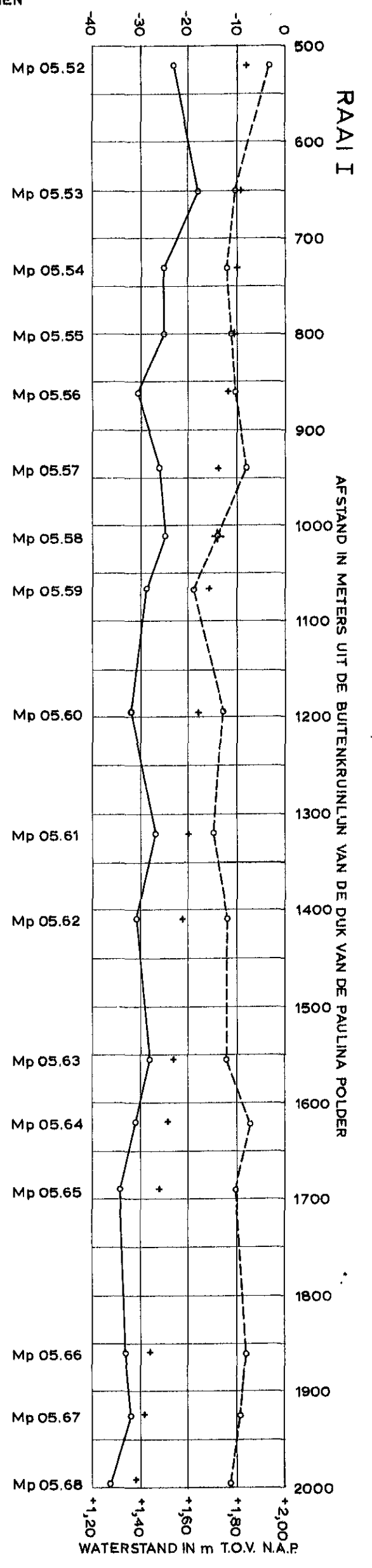


RIJKNUTTERSTAD DIRECTIE ZEELAND
STUDIEDIENST VLISSINGEN
ALGEMEEN
DECCA VERSTELLE KETEN
MOND WESTERSCHDELDE
GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES
NOTA 72.6
GET 14.1
GUK 14.1
C 4 72.294
SCHAAL 1:25 000

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND STUDIEDIENST VLISSINGEN			
ALGEMEEN			
DECCA VERSTELLE KETEN GEMETEN LOCALE PATROONCORRECTIES NABU EEN INDUSTRIEGEBIED			
2-5-1972 GET. J.		SCHAAL 1:10000	
GEZ. E. GEC. F. AKK. <i>[Handwritten]</i>		A2	72.295

TOELICHTING
MEETPUNT MET Nr. MET GEMIDDELDE GEMETEN LOCALE
PATROONCORRECTIE ALS VECTOR UITGEZET 1cm=10m
DIEPTELIJNEN MET DIEPTEN IN dm t.o.v. N.A.P. OPNEMING 1970
RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN IN m t.o.v. AMERSFOORT





TOELICHTING

— VERLOOP LOCALE CORRECTIES VOOR DE RODE
— BUNDEL TUSSEN TWEE MEETPUNTEN

— VERLOOP LOCALE CORRECTIES VOOR DE GROENE
— BUNDEL TUSSEN TWEE MEETPUNTEN

+ WATERSTAND VOOR HET BETREFFENDE MEETPUNT

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND	
STUDIEDIENST VLISSINGEN	
ALGEMEEN	
DECCA VERSTELLE KETEN	
VERLOOP LOCALE CORRECTIES	
IN RAAIEN I, IV en V	
15-12-1972	
GET. J.L.B.	
GEZ. <i>[Signature]</i>	
GECC. <i>[Signature]</i>	
ARK.	
A2	72.296

Vak	Plaats	halve aslengten				standaardafwijkingen				Bijlage nr.
		lange as		korte as		geulas		geulbreedte		
		M	Z	M	Z	M	Z	M	Z	
01	grens	24		10		19		10		12
	Nauw van Bath		34		13		27		14	
		21	30	10	13	10	14	19	26	id.
02	Konijnenschor	22		10		10		18		id.
	Walsoorden		31		13		14		26	
		20	29	10	14	20	28	10	14	id.
03	Hansweert	19		11		16		11		id.
	Platen van Hulst		26		15		23		15	
		20	29	11	15	11	15	20	28	id.
04	Grietepolder	21		11		12		17		13
	Terneuzen		30		15		17		24	
		24	34	13	18	24	34	13	18	id.
05	Nieuw Neuzenpolder	26		14		23		15		id.
	Drempel van Borsselle		37		19		32		20	
		28	39	15	21	15	21	26	36	id.
06	Sloehaven	28		15		23		16		id.
	Vlissingen		39		21		32		22	
		33	46	16	22	31	43	16	23	id.

M = waarden voor een meetschip in meters

Z = waarden voor een zeeschip in meters

 RUKSWATERSTAAT DIRECTIE ZEELAND
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

ALGEMEEN

 DECCA VERSTELLE KETEN
 GEGEVENS 68% - FOUTENELLIPSEN

GET. K.B.

GEZ.

GEC. *[Handwritten signature]*

AKK.

A1

72.297