oosterschelde-project

Stormvloedkering Oosterschelde

SURVEY

INHOUD

Redaktie: L.P.H. Teune
Tekstverwerking: H. Fonteine-van Weele
Tekeningen: J.M. Tournier
W. de Ruyter

1. INLEIDING

De stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde wordt opgebouwd uit grote geprefabriceerde onderdelen, welke zo nauwkeurig mogelijk in de stroomgeulen worden gepositioneerd.

Bij deze geavanceerde bouwmethode is het snel en nauwkeurig waarnemen, presenteren en registreren van de meetgegevens van essentieel belang. De te bereiken meetnauwkeurigheden zijn mede bepalend voor de bouwmethode van de S.V.K.O. en geintegreerd in de uitvoering. Dezelfde meetsystemen hebben zowel de procesbesturingsfunktie voor de uitvoering (aannemerstaak) als de kontrolefunktie op de bereikte positioneringsnauwkeurigheden (opdrachtgeverstaak).

De meetsystemen zijn ontwikkeld in een vergaande samenwerking tussen Rijkswaterstaat-diensten en de aannemerskombinatie Dosbouw v.o.f.

Een groot aantal Survey- en automatiseringsbedrijven is als toeleverancier van personeel, onderdelen of complete meetsystemen direkt of indirekt betrokken (geweest) bij de ontwikkeling van de meetsystemen.

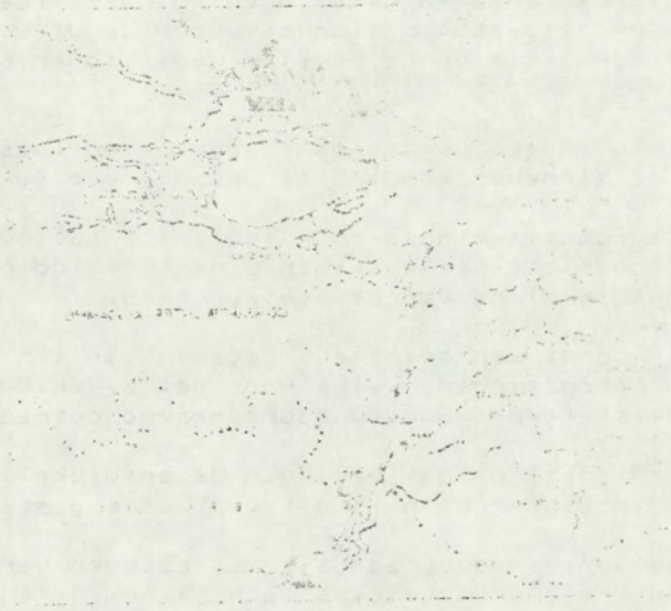
In de volgende verhandelingen wordt een overzicht gegeven van een groot aantal meetsystemen en toepassingen, welke voor het S.V.K.O. projekt ontwikkeld zijn en waarbij de stafgroep Survey coordinerend optrad.

Omdat betrokkenen ervan overtuigd zijn, dat veel van de ontwikkelingen ook voor andere toepassingen inzetbaar zijn is dit werk samengesteld.

Wij menen, dat de inhoud zowel voor hydrograaf als waterbouwer van belang is, temeer daar er een toenemende tendens waar te nemen is om offshore werk met onshore nauwkeurigheid uit te voeren.

De inhoud pretendeert zeker niet kompleet te zijn voor wat alle Oosterschelde Survey aktiviteiten betreft. Er wordt slechts een overzicht gegeven van van een aantal specifieke ontwikkelingen en toepassingen.

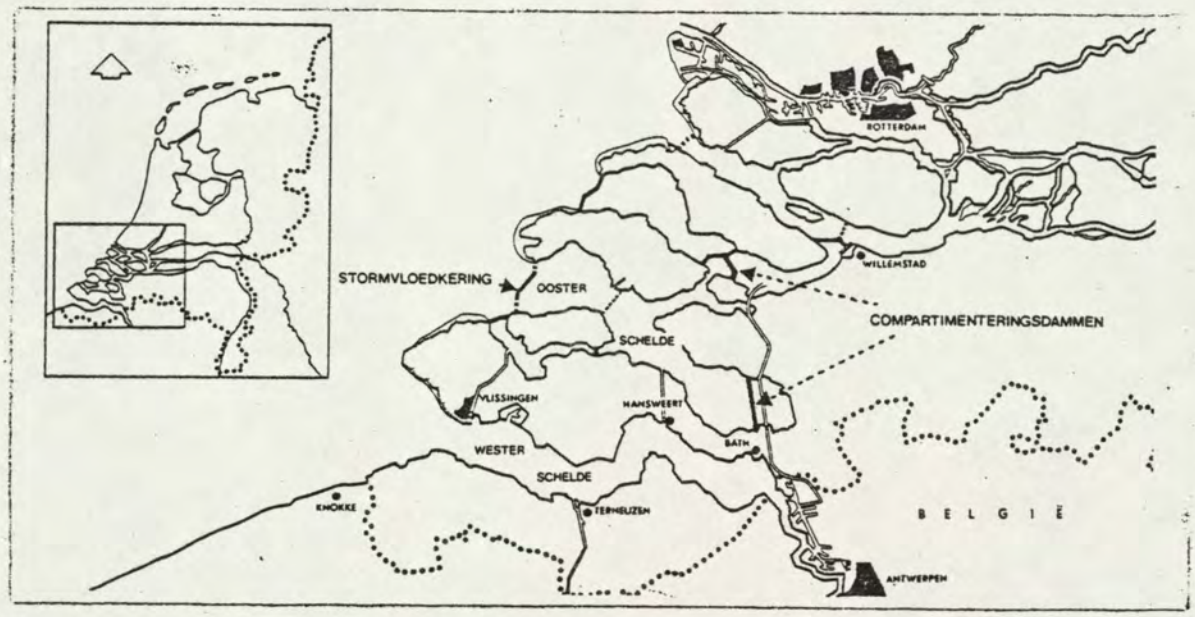
Nadere informatie wordt gaarne door de stafgroep Survey van de projektorganisatie Oosterschelde Stormvloedkering verstrekt.



2. SURVEY-ASPEKTEN BINNEN HET STORMVLOEDKERING OOSTERSCHELDE PROJEKT

2.1 Inleiding

Als gevolg van de stormvloedramp van 1953 is in 1956 de Deltawet aangenomen, welke o.a. de afsluiting van de zeearmen in zuid-west Nederland tussen de Westerschelde en de Rotterdamse Waterweg inhield.(figuur 2.1) (figuur 2.1).



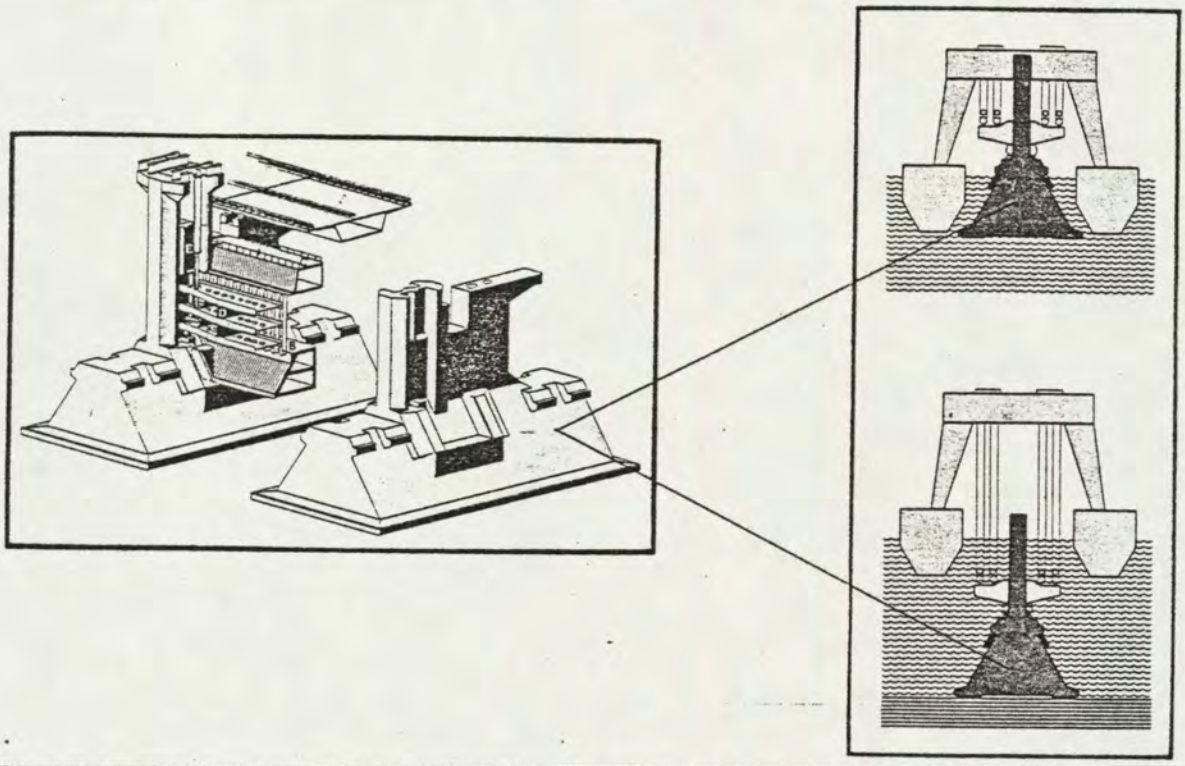
FIGUUR 2.1 Deltagebied in Nederland.

Inmiddels zijn drie dammen, te weten in het Veerse Gat, in het Brouwershavense Gat en in het Haringvliet voltooid, terwijl de afsluiting van de Oosterschelde in 1986 gereed moet komen.

In 1968 werd met de bouw van de 9 km lange Oosterscheldedam begonnen. Op de ondiepe delen werden werkeilanden, damvakken en werkhavens aangelegd, van waaruit de afsluiting van de drie diepe stroomgeulen Hammen, Schaar en Roggenplaat en Roompot uitgevoerd zou worden.(figuur 2.2)

Oorspronkelijk was het de bedoeling de Oosterschelde volledig af te sluiten met een dichte dam, waarin uitsluitend een relatief kleine stroomsluis (in werkeiland Noordland) voor zoet water afvoer was opgenomen.
Om echter aan de wensen van milieu en visserij voor het behoud van een zoutwater getijdegebied in de Oosterschelde tegemoet te komen, werd in de periode 1974 - 1976 besloten de Oosterschelde niet volledig af te sluiten.
In de mond van de Oosterschelde diende een stormvloedkering te komen, welke onder normale hydro-meteorologische omstandigheden de getijbeweging op de Oosterschelde zou handhaven en tijdens stormvloeden de Oosterschelde tijdelijk zou afsluiten.

Bij de stormvloedkering in de Oosterscheldemonding is dus gekozen voor een bouwmethode, waarbij zoveel mogelijk onderdelen geprefabriceerd worden. Dit geldt zowel voor de stalen schuiven, als voor de betonnen pijlers, de onder- en bovenbalken en de brugliggers.
Zelfs wordt de filterkonstruktie, waarop de pijlers komen te staan, geprefabriceerd als fundatiematten.(figuur 2.3)



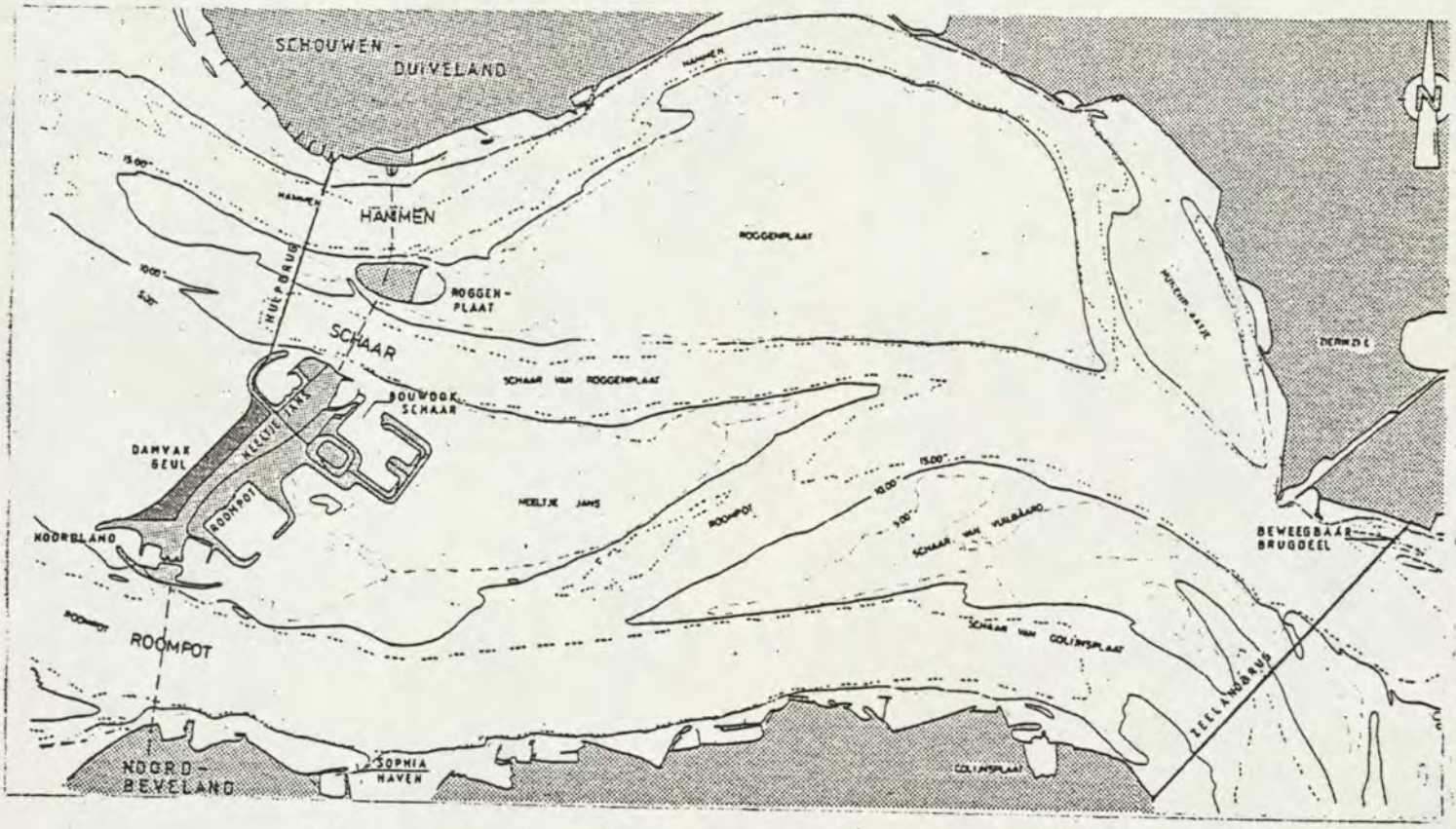
FIGUUR 2.3
Deze bouwmethode is gekozen om het kritieke montagewerk in de drie stroomgeulen zo kort mogelijk te laten duren.

De stormvloedkering krijgt een totale lengte van ruim 2800 meter en 63 afsluitbare openingen. Daartoe moet in de drie stroomgeulen gezamenlijk 66 pijlers van voorgespannen beton worden geplaatst: in de Hammen 16, in de Schaar van Roggenplaat 17 en in de Roompot 33 stuks. Deze pijlers hebben een voetplaat van 25 x 50 meter en hoogten, die varieren tussen 35 en 45 meter. Het maximum gewicht is 17.500 ton. De afstand tussen de pijlers is 45 meter (h.o.h.).

Voor het montagewerk in de geulen is speciaal materieel gebouwd, te weten:

- De Ostrea voor het plaatsen van de pijlers.
  Tijdens het plaatsen van de pijlers ligt de Ostrea afgemeerd aan het afmeerponton Macoma, welke met een dustpan zuigmond de aanzanding op de fundatiematten kan verwijderen.

- Met behulp van het mattenlegponton Cardium (fig 2.4) wordt het cunet van een sluitgat op diepte bewerkt door dustpannen. Binnen dezelfde kentering, waarin zandbodem van het cunet op het juiste profiel is gezogen en op de juiste diepte is, wordt in dat deel van het cunet de onderste fundatiemat gelegd. Deze fundatiemat sluit aan op de reeds aanwezige bodembeschermingskonstrukties (betonblokkenmat met erop stortebedden van gietasfalt).



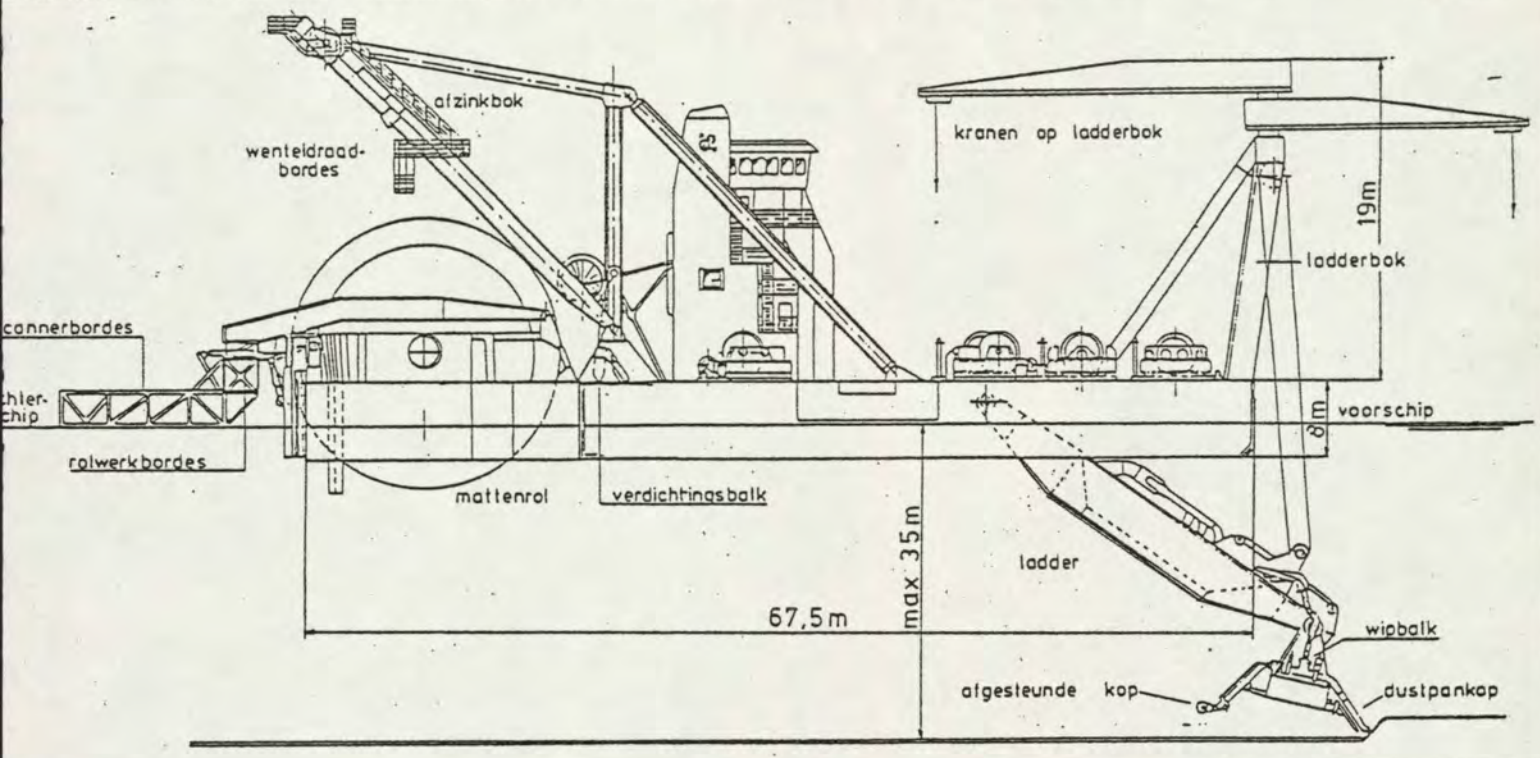
FIGUUR 2.2 Monding Oosterschelde.

2.2 Ontwerp van de S.V.K.O.

Het eerste ontwerp van de stormvloedkering bestond uit een kering, die geheel gebouwd in den droge: in een bouwput, zoals bij de Haringvlietsluizen, gesitueerd in de ondiepe gebieden. De maatvoering hierbij zou in den droge kunnen plaatsvinden.
Omdat een stormvloedkering in de plateaugebieden de morfologie geheel zou verstoren, en omdat bouwputten in de stroomgeulen deze geheel zouden afsluiten, is gezocht naar ontwerpen, welke uitgingen van prefabricage van hoofdonderdelen en montage ervan in de geulen.

Achtereenvolgens werden stormvloedkeringen ontworpen van afsluitbare caissons op een drempel, van caissons, gefundeerd op palen en putten, en van pijlers, gefundeerd op putten.
Uiteindelijk is gekozen voor een stormvloedkering bestaande uit pijlers uit een stuk, waartussen de bodem door een drempel van steenachtig materiaal en dorpelbalken wordt opgehoogd. De pijlers, de drempel, de dorpel- en de bovenbalken vormen als het ware de kozijnen, waarin stalen schuiven op en neer kunnen worden bewogen. Bij normale weersomstandigheden zijn de schuiven geheven, zodat het water in het belang van het behoud van het zoute getijdemilieu door de kering in de Oosterschelde kan stromen. Bij stormweer worden de schuiven neergelaten.

Qua toleranties en maatvoering zou een ontwerp bestaande uit caissons, waarbij schuiven binnen een stijf frame moeten bewegen, favoriet zijn.
Omdat bij deze bouwmethode grotere eenheden, en dus grotere fundatieproblemen werden verwacht, is besloten voor het afzonderlijk samenbouwen van de pijlers, dorpelbalken en bovenbalken.



FIGUUR 2.4

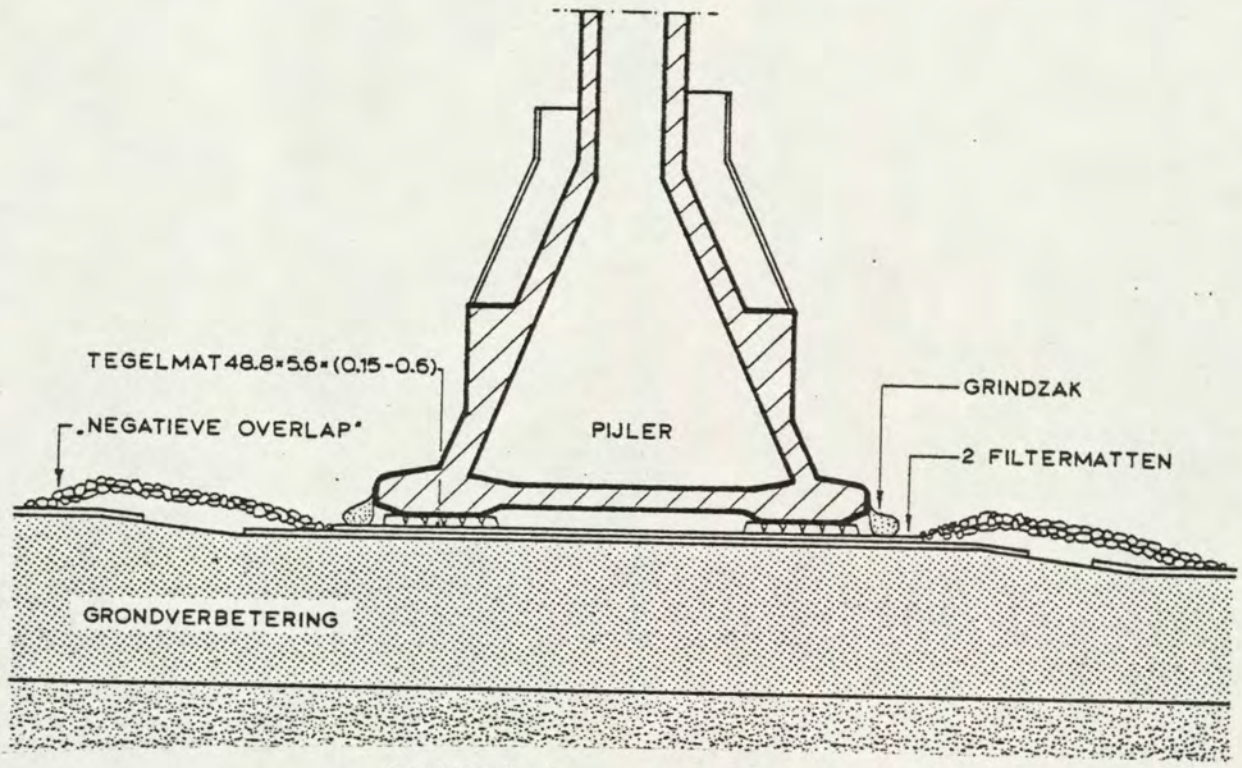
De lengte van de onderste fundatiemat, welke is opgebouwd uit 3 filterlagen zand, kif en grind, bedraagt 200 m, de breedte 42 m en de dikte 0,36 m.
Na het leggen volgt verdichten van de mat, waardoor een betere aansluiting en de dikte van de mat zal afnemen tot ca. 0,32 m.

- Tussen de fundatiematten ontstaat een "naad" met een breedte van gemiddeld 3 m, waarin grind wordt gestort via een stortpijp aan boord van de Jan Heijmans.

Ter bescherming van de filterconstructie in de ondermat, wordt hier bovenop een tweede kleinere mat gelegd door de Cardium.
De afmetingen hiervan zijn 60 x 32 x 0,36 m. De drie lagen van de mat bestaan uit grind (80 - 40 mm).
Tussen ondermat en bovenmat mag slechts een zeer geringe hoeveelheid zand aanwezig zijn. Dit zand, dat als rest van het opschoonproces op de ondermat kan zijn achtergebleven (zgn. "mors") en eventueel uit zandtransport kan neerslaan, dient qua laagdikte gemeten te worden voordat de bovenmat wordt neergelegd.
Zijn zandlaagjes met een dikte groter dan gem. 1 a 2 cm. aanwezig, dan dient de ondermat opnieuw te worden opgeschoond door de vertikale opschoonunits van de Cardium.

Tussen de bovenmat en de onderkant van de pijler bestaat de mogelijkheid, als contramal, tegelmatten te leggen.
Deze bestaan uit twee stroken tegels, welke afhankelijk van de vlakheidsmeting van de bovenmat in dikte kunnen varieren van 0,15 m tot 0,60 m. De lengte bedraagt ca. 49 m en de breedte 5,6 m per tegelstrook (figuur 2.5).
Deze dienen om de resterende onvlakheid na het leggen van de bovenste fundatiemat uit te vullen. De tegelmatten worden afgerold vanaf een rol in het ponton DOS I, welke, evenals de Ostrea, in het sluitgat wordt afgemeerd aan de Macoma.

Een consequentie van de gekozen bouwmethode is, dat de kontrole voor het montagewerk in de geulen plaats moet vinden. Waar mogelijk gebeurt dit met meetsystemen, waarmee het speciale materieel is uitgerust. Voor een deel van de kontrole is echter een afzonderlijke onderwater-inspektie noodzakelijk.



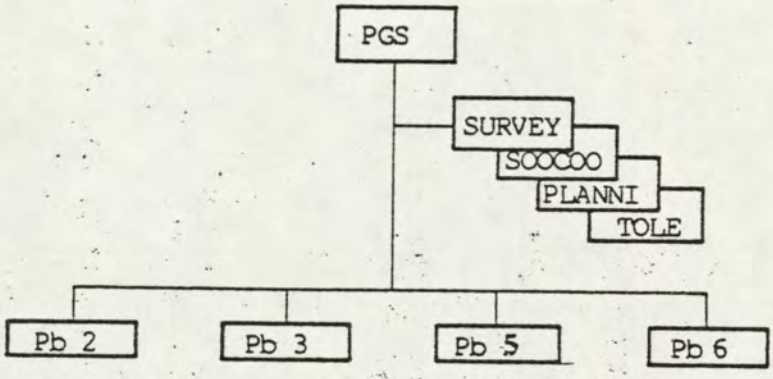
FIGUUR 2.4

Het passingsprobleem van de diverse onderdelen kan hierbij als volgt worden onderverdeeld:

- het nagaan van de faktoren, welke een goede passing beinvloeden (bijv. zetting ondergrond, vlakheid fundatie, aanzanding e.d.)
- het bepalen van de uitvoerings- en montagemethoden en de bijbehorende toleranties en deformaties (bijv. fundatiematten leggen en pijlers plaatsen).
- het bepalen van de meetmethoden en de invloed op de totale toleranties
- het vaststellen van de kontrole- en inspektiemethode tijdens het samenbouwen (bijv. vlakheidsmetingen en zanddetektie ondermatten en pijlers).
- het voorbereiden van maatregelen voor het geval van tegenvallende resultaten (bijv. herplaatsen pijlers, aanpassen schuifgeleidingsbreedten en aanpassen schuiven).

2.3 Het SURVEY-projekt als onderdeel van het SVKO-projekt

Om de bouw van de Stormvloedkering te realiseren, is een projektorganisatie opgericht. De organisatiestruktuur daarvan ziet er als volgt uit (figuur 2.5):



FIGUUR 2.5

In de projektbureau's (Pb's) wordt het ontwerp van de verschillende onderdelen van de kering uitgewerkt.

In de stafgroep SURVEY zijn RWS en Dosbouw v.o.f. vertegenwoordigd om de kennis ten aanzien van de te gebruiken meetsystemen te bundelen. De werkzaamheden van de stafgroep SURVEY lopen van het ontwerpen en het (begeleiden van het) realiseren van de meetsystemen tot en met het in gebruik stellen daarvan.

Deze meetsystemen zijn in veel gevallen in de door SURVEY te ontwerpen configuratie nog niet eerder gebruikt. Ze bestaan uit bestaande of voor dit projekt speciaal ontwikkelde apparatuur, die geintegreerd is in een systeem.

In de ontwerpfase van de kering participeert Dosbouw v.o.f. in de RWS-projekt-organisatie als partner binnen stafgroepen en projektbureau's en de daaruit gevormde werkgroepen.

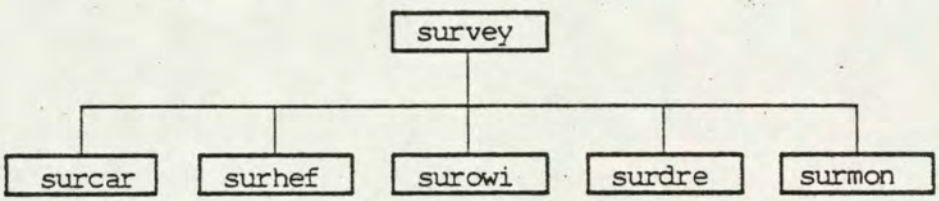
In de operationele fase staan de RWS-organisatie en Dosbouw v.o.f. los van elkaar, en wordt, in het kader van deelovereenkomsten binnen de raamovereenkomst voor de bouw van de SVK, tussen beide overleg gevoerd als resp. Direktie en Aannemer.

Voor de operationele fase is er tussen Rijkwaterstaat en Dosbouw v.o.f. een afzonderlijke overeenkomst voor de exploitatie, instandhouding en eventueel het modificeren of uitbreiden van de aan de aannemer ter beschikking gestelde meetsystemen gesloten.

Deze overeenkomst heeft een regie-karakter.

2.4 Organisatie en taakomschrijving stafgroep SURVEY

Ter uitvoering van het hiervoor omschreven projekt is t.b.v. de ontwikkeling (studiefase t/m realisatiefase) van de meetsystemen de stafgroep SURVEY opgericht.
De organisatie van deze stafgroep bestaat uit een coordinerende groep en verscheidene werkgroepen t.b.v. het uitvoeren van deelprojekten (zie figuur 2.7). Enkele van deze werkgroepen vormen op ad hoc-basis subwerkgroepen, welke bepaalde onderdelen van deelprojekten uitvoeren.



FIGUUR 2.7

2.4.1 Algemene taken

De stafgroep SURVEY heeft de volgende taken:

- het coordineren en bewaken van de werkzaamheden ten aanzien van de kwaliteits-, tijds- en kostenaspekten, ook als de werkzaamheden door derden uitgevoerd worden.
- het doen van onderzoeksvoorstellen. Hierbij dienen de te verwachten resultaten, de kosten en de tijdsduur tegen elkaar te worden afgewogen. Taak van de lijnorganisatie in deze is het daadwerkelijk opdragen van het onderzoek. De begeleiding en interpretatie, alsmede de rapportage aan de stafgroep is een taak van de onder de de stafgroep ressorterende werkgroepen.
- het zorgdragen voor het opstellen van ontwerpalternatieven en het voorbereiden van een beslissing over het definitief ontwerp door de PGS.
- het voorbereiden van bestekken en het opstellen van de randvoorwaarden die de lijnorganisaties hanteren bij het schrijven van bestekken.
- het bepalen van de behoefte aan (meet-)systemen c.q. apparatuur. Indien speciale systemen/apparaten ontwikkeld moeten worden heeft de stafgroep tot taak het programma van eisen op te (laten) stellen.
- het systematisch voorbereiden en op elkaar afstemmen van de werkzaamheden van de onder de stafgroep ressorterende werkgroepen en subwerkgroepen, binnen de door de PGS opgelegde randvoorwaarden, resulterend in een plan (het projektplan), dat ten behoeve van het verrichten van verdere werkzaamheden als leidraad dient.
- het vierwekelijks opstellen van een bijdrage voor het voortgangsrapport van de projektbureau's aan de PGS volgens de door de stafgroep planning opgestelde richtlijnen.

2.4.2 Specifieke taken

In de ontwikkelingsfase (studie-, ontwerp- en realisatiefase):

- het tijdig onderkennen van de behoefte aan Survey-technieken in de projektorganisatie en het adviseren t.a.v. de toepassing van de onderscheide technieken.
- het zorgdragen voor de tijdige ontwikkeling van meetsystemen met name ten behoeve van het bijzonder materieel.
- het tijdig bepalen van de benodigde capaciteit voor het uitvoeren en verwerken van peilingen, sonaropnamen en duikwerkzaamheden, het adviseren omtrent toe te passen meetapparatuur in het algemeen.
- het zorgdragen voor de ontwikkeling van een onderwaterinspektie-systeeem en voor het ter beschikking komen van benodigde apparatuur.
- het zorgdragen voor de ontwikkeling van een systeem (mankracht en materieel) ten behoeve van de opslag, registratie, bewerking, analyse en verstrekking van (meet-)gegevens.

In de operationele fase :

- het introduceren van de toe te passen meetsystemen, waarbij de instructie van bedienend - en toezichthoudend personeel een belangrijk onderdeel vormt.
- het koordineren van de inzet van apparatuur en personeel. De werkregeling zelf vindt plaats in de uitvoeringsorganisaties van Dosbouw v.o.f. en Rijkswaterstaat.
- het koordineren van het onderhoud, inclusief het bepalen van de behoefte aan reserve-onderdelen en onderhoudskontrakten. Het opstellen en afsluiten daarvan vindt in de lijnorganisatie plaats.
- het inspelen op in het Meetdienst-overleg gesignaleerde problemen die om een gezamenlijke aanpak vragen.
- het verrichten van evaluaties t.a.v. het ontwerp en functioneren van meetsystemen, voor zover deze evaluaties voldoen aan een toekomstige behoefte.
- het koordineren en bewaken van zendfrequenties.

Beslissingsbevoegdheid.

De stafgroep is bevoegd tot het nemen van beslissingen aangaande de interne organisatie van de stafgroep en techniek voorzover deze beslisssingen:

- aan de door de PGS opgedragen randvoorwaarden voldoen
- geen gevolgen hebben voor andere projectbureau's
- en voorzover de aan deze beslissingen verbonden kosten dfl. 50.000,-- niet te boven gaan of binnen een vantevoren vastgesteld budget vallen.

Als aan een of meerdere van deze voorwaarden niet voldaan wordt, bereidt de stafgroep deze beslissingen voor en beslist de PGS.

2.5 Taken van de werkgroepen

Om de genoemde taken naar behoren te kunnen uitvoeren ressorteren onder de stafgroep SURVEY een vijftal werkgroepen t.b.v. verschillende door SURVEY gedelegeerde taken.

Deze werkgroepen zijn:

2.5.1 Werkgroepen Bijzonder materieel:

SURCAR, ten behoeve van het meetsysteem op de Cardium en de Jan Heijmans.
SURHEF, ten behoeve van het meetsysteem op de Ostrea, de Macoma en de DOS I.
SURDRE, ten behoeve van het meetsysteem op de toplaagstorter, steenstorters, het opschoon- en verdichtingsponton en het surveyponton.

De taken van deze werkgroepen zijn :

- het opstellen van het programma van eisen in overleg met de gebruikers
- het doen van onderzoek naar de toe te passen meetsystemen
- het opstellen van een gespecificeerd meetvoorstel
- het voorbereiden van het aanvragen van offertes
- het beoordelen van offertes
- het adviseren van het hoofd van het bouwteam van het vaartuig met begrekking tot het survey-systeem
- het namens het hoofd van het bouwteam houden van het dagelijks toezicht op de leveranciers
- het begeleiden van de leveranciers tijdens de ontwikkeling van de meetsystemen
- introductie en overdracht van de meetsystemen aan de gebruikers

2.5.2 Werkgroep Onderwaterinspektie: SUROWI

- het inventariseren van de behoefte asan onderwaterinspectie bij de projektbureau's en de uitvoeringsorganisaties
- het begeleiden van de leverancier tijdens de ontwikkeling van de systemen
- het invoeren van de onderwaterinspektietuigen in de cycli van het bijzonder materieel en de introductie en de overdracht aan de gebruikers
- het inventariseren van de benodigde duikersinzet tijdens de operationele fase van het bijzonder materieel
- het inventariseren van de mogelijkheden voor verbeterde presentatie van sonaropnames en het eventueel doorvoeren daarvan.

2.5.3 Werkgroep metingen aan geplaatste pijlers/Taklift IV: SURMON

- het opstellen van het programma van eisen in overleg met de gebruikers van het materieel voor het plaatsen van de elementen
- het opstellen van het programma van eisen in overleg met de gebruikers t.a.v. de metingen aan geplaatste onderdelen van de S.V.K.O.
- het doen van onderzoek naar toe te passen meetsystemen
- het namens de opdrachtgever houden van het dagelijks toezicht op de leveranciers van het meetsysteem voor de metingen aan de geplaatste onderdelen van de S.V.K.O.
- introduktie en overdracht van de meetsystemen aan de gebruikers

Beslissingsbevoegdheid werkgroepen:

Na goedkeuring van een meetvoorstel door de stafgroep en eventueel door de PGS is de verdere detaillering aan de werkgroep gedelegeerd. Als aanpassingen met betrekking tot tijd, geld of kwaliteit nodig zijn, wordt een voorstel bij de stafgroep SURVEY ingediend.

2.6 Tijdelijke of ad hoc relaties van stafgroep SURVEY met andere organisaties c.q. organisatie-onderdelen

De samenstelling van de stafgroep en haar werkgroepen is zo gekozen, dat de meest betrokken organisaties in het overleg van staf- en werkgroepen zijn vertegenwoordigd.
Dit is niet het geval met de leveranciers van apparatuur en software. Het contact met deze leveranciers (bouwbegeleiding) wordt als regel door enkele leden van de werkgroepen of in sommige gevallen, van de stafgroep onderhouden. Als aan een leverancier een opdracht is verleend, verloopt het contact via de vertegenwoordiger in de werkgroep van de opdrachtgevende lijnorganisatie.

2.7 Organisatie en taakomschrijving m.b.t. gebruik van (meet-)-systemen in de operationele fase

2.7.1 Overleg

In het algemeen wordt het overleg ten aanzien van het functioneren en het gebruik van (meet-)systemen ingepast in de uitvoeringsbespreking.
Deze uitvoeringsbesprekingen vinden plaats per (deel-)overeenkomst. In deze besprekingen zijn de verschillende lijnorganisaties vertegenwoordigd t.b.v. het afstemmen van de uitvoering van hun taken.

2.7.2 Globale taakverdeling lijnorganisaties

De bij het gebruik van (meet-)systemen betrokken organisaties zijn:

aan RWS-zijde	: sectie Meten WWW-Deltadienst sectie 2 en 3 WWW-Deltadienst uitvoering Sluizen en Stuwen en Bruggen
aan Dosbouw-zijde	: Meetdienst Dosbouw Uitvoeringsorganisaties Dosbouw

Een korte karakterisering van de RWS Sectie METEN (personeelsbestand 50 a 60 man) luidt als volgt :

De afdelingen Instrumentatie en Geodosie werken als specialisten t.b.v. het bijzonder materieel. Zij zijn alleen aanwezig op kritieke momenten in de uitvoeringscycli. De specialisten rapporteren direkt aan de uitvoeringsorganisatie.

De afdeling Onderwaterinspektie werkt onder een projektleider t.b.v. de inspekties bij het bijzonder materieel.

De afdelingen Duikwerk, Peilen/Sonar, Droog Meten, Plaatsbepaling en Operationele Waterloopkundige begeleiding, verrichte de aktiviteiten waarnaar de afdelingen vernoemd zijn. Deze afdelingen hebben een zelfstandige taak binnen het uitvoeringsproces.

De afdeling Automatisering zal, nauw gekoppeld aan de afdeling Instrumentatie, specialistische ondersteuning geven in de uitvoeringsprocessen.

De aanvragen voor te verrichten werkzaamheden komen in het algemeen bij de bovengenoemde afdelingen via de projektleiders van RWS binnen of bij de vertegenwoordigers van de projektbureau's. T.b.v. de uitvoering is er werkelijks en/of maandelijks overleg met de Pb's en de secties.

Een korte karakterisering van de Meetdienst Dosbouw (personeelsbestand 80 a 90 man) ziet er als volgt uit:

De afdeling Werkvoorbereiding is voornamelijk werkzaam t.b.v. de stafgroep SURVEY en haar werkgroepen.

De afdelingen Uitvoering Nat en Uitvoering Droog verrichten alle voorkomende landmeetkundige werkzaamheden in de bouwputten en op de overige werkplekken.

De afdeling Algemene ploeg Mytilus/Johan V is werkzaam t.b.v. de meetwagens en t.b.v. de positionering van de Mytilus en de Johan V.

De afdeling Ostrea/Macoma/DOS I is werkzaam t.b.v. de meetsystemen van de Ostrea, de Macoma en de DOS I.

De afdelingen Uitvoering Nat, Uitvoering Droog, Algemene ploeg Mytilus/Johan V en Ostrea/Macoma/DOS I werken onder een projektleider van de Meetdienst.
De betreffende ploegleiders rapporteren direkt aan de uitvoeringsorganisatie.

De afdeling Cardium werkt onder een projektleider van de Meetdienst t.b.v. het meetsysteem en het verhaalsysteem van de Cardium.
De ploegleiders rapporteren direkt aan de uitvoeringsorganisatie.
De kwaliteitsbewaking van het meetsysteem van de Jan Heijmans ressorteert ook onder de projektleider Cardium.

De afeling ComMeet werkt onder een projektleider van de Meetdienst t.b.v. het informatieverwerkingscentrum. De afdeling rapporteert direkt aan de uitvoeringsorganisatie.

2.7.3 Verantwoordelijkheden

De hiervoor omschreven taken van de stafgroep en de werkgroepen vragen nog om een nadere verklaring voor wat betreft de verantwoordelijkheid voor de uitvoering ervan.
In het algemeen is de projektorganisatie (en dus ook SURVEY) verantwoordelijk voor de realisering van het (deel-)projekt binnen de gestelde randvoorwaarden van kwaliteit, tijd en geld.
De lijnorganisaties, waaruit de projektorganisatie gevormd is, dragen zorg voor technisch voldoende inbreng aan mensen en materieel.
Tevens dragen zij de primaire verantwoordelijkheid voor zowel het funktioneren en het gebruik van vaartuigen en (meet-)systemen, als ook voor het onderhoud ervan.

2.7.4 Verantwoordelijkheden per projectonderdeel

Uitgangspunten :

* Tijdens de ontwerpfase :

  - de stafgroep is verantwoordelijk voor de ontwikkeling en realisatie van de genoemde (meet-)systemen, waarbij overeenstemming tussen Rijk en Aannemer vereist is.

- de daartoe behorende werkzaamheden worden door Rijk en Aannemer gezamenlijk, in onder de stafgroep ressorterende werkgroepen, uitgevoerd.
- de betrokken lijnorganisatie vervult in de ontwerpfase de voortrekkersfunktie en is verantwoordelijk voor technisch voldoende inbreng, zowel kwalitatief als kwantitatief, aan mensen en materieel.

* Tijdens de uitvoeringsfase :

- de lijnorganisaties zijn verantwoordelijk voor het functioneren en het gebruik van de (meet-)systemen, inklusief het onderhoud ervan, die ze in de ontwerpfase hebben voorgetrokken.
  Een en ander volgens de bepalingen van de dan geldende bestekken/overeenkomsten.
- Aannemer en Rijk doen geen dubbel werk : hetzelfde systeem dat de Aannemer gebruikt voor procesbesturing, gebruikt het Rijk voor kontrole.

In de laatste fase is er sprake van verschil in verantwoordelijkheden tussen Aannemer en Rijk.
In de volgende tabel is dit per projectonderdeel weergegeven.(figuur 2.8)

SYSTEMEN	Eventueel te onderscheiden in:	Primaire verantwoordelijheid voor het werken van het (meet)-systeem ligt bij:	Verantwoordelijkheid voor interpretatie van gegevens, voor zover zij gebruikt worden voor proces-	
			besturing	kontrole
Meetsysteem tbv bijzonder materieel.	-peilwerk en stroommetingen vanaf het bijz materieel.	Aannemer	Aannemer	Rijk
	-"in- en uitmetingen" tbv elementen en leggen matten.	Aannemer	Aannemer	Rijk
Plaatsbepalingsystemen.	-radioplaatsbepaling a.b. van peil- en duikvaartuigen incl. walunits	Rijk	Aannemer	Rijk
	-plaatsbepaling a.b. van bijz. vaartuigen.	Aannemer	Aannemer	Rijk
Systemen tbv onderwater inspektie en detektie.	-duikers en duikvaartuigen	Rijk	Aannemer	Rijk
	-Portunus/Wijker Rib.	Aannemer/Onderaannemer	Aannemer	Rijk
Systemen tbv het "natte" peilen en meten excl. peilen en meten vanaf bijz. materieel	-uitvoeringspeilingen ("vert.")	Rijk	Aannemer	Rijk/Aannemer
	-stroom- en andere metingen ("hor.")	Rijk	Aannemer	Rijk
Systemen tbv "droge" meten.	-uitzetten	Aannemer	Aannemer	Rijk
	-maatvoeren	Aannemer	Aannemer	Rijk
Informatieverwerking op uitvoeringsdata.		Aannemer	Aannemer	Rijk

FIGUUR 2.8

3. MEETFILOSOFIE

3.1 Inleiding

Tijdens de ontwikkeling van meetsystemen voor de SVKO kon men niet terugvallen op ervaringen. De toe te passen filosofie werd gebaseerd op de noodzaak, de verschillende meet- en automatiseringsapparatuur gedurende relatief korte perioden te gebruiken.

Dit verhaal is dan ook geen diepgaande theorie, maar een opsomming van hoe meetsystemen zijn gebouwd met de daarbij behorende nauwkeurigheid, automatisering en apparatuur.

De bouw van de S.V.K.O. is verdeeld in een groot aantal deelprojekten. Ieder project heeft de behoefte aan metingen, waarbij het een gewoonte is geworden, dat de Meetdienst bijna:

- iedere translatie en rotatie meting verzorgt.
- alle registratie en automatisering verzorgt.

Diverse meetsystemen zijn zodoende ontstaan en aangepast door de ervaringen opgedaan bij voorgaande projekten.

Het bijzondere van een aantal meetsystemen ligt in aspekten, zoals hoge nauwkeurigheid, veel automatisering of het "real time" verwerken van honderden sensoren met snelle up-dating.
Een bijkomend aspekt is, dat door de vaak zeer korte beschikbare tijd voor een operatie, back-up mogelijkheden noodzakelijk zijn. Deze meten bij voorkeur volgens andere principes. Deze back-up wordt op zijn beurt vaak weer ingezet als kontrole op de metingen met het hoofdsysteem.

De soms zeer complexe meetsystemen, die hierdoor zijn ontstaan, zijn niet eenvoudig vast te leggen in een filosofie.
Wel zijn in de loop van de jaren een aantal hulpmiddelen gegroeid om een meetsysteem te ontwerpen, te bouwen, te testen en te gebruiken. Hierbij zijn nauwkeurigheid, automatisering en apparatuur praktisch geheel geintegreerd.

3.2 Opbouw van een meetsysteem

Uit het ontwerp van de S.V.K. volgt het verrichten van een bepaalde aktie waarvoor meten vereist is, zoals baggeren, storten en matleggen.

In de hoek van de werkvoorbereiding zijn dan een aantal ontwerpeisen van ontwerpeisen van de gewenste handeling bekend en wordt nagedacht over aspekten zoals aanvoer, overslag, transport produktie, cycli, materiaal, materieel en detailhandelingen.

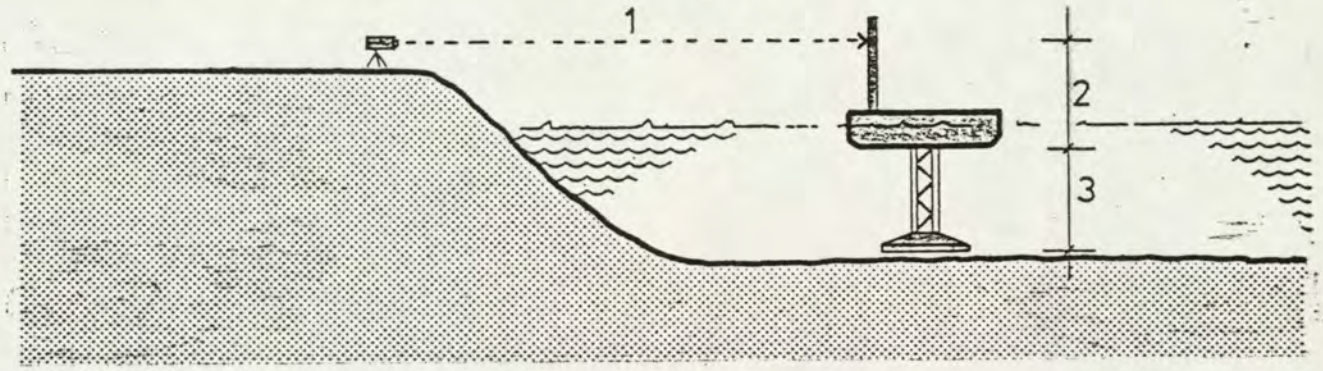
Metingen spelen hierbij al snel een belangrijke rol, omdat:

- veel werkzaamheden zich onderwater afspelen en niet visueel gekontroleerd kunnen worden.
- regelmatig door prefabricatie passing problemen op het water ontstaan.
- de ontwerpeisen voor een waterbouwkundig werk in het algemeen hoog zijn.

Waar waterbouwers gewend zijn te denken in meters of decimeters, vereist dit projekt een centimeter nauwkeurigheid in het horizontale en vertikale vlak. Ruwweg halverwege de werkvoorbereidingsfase, als meer bekend is over werkwijze en materieel, wordt in relatie met de ontwerpeisen een afschatting gemaakt van de gewenste maak- en meetnauwkeurigheden.
Vrij snel ontstaan dan al discussies over toleranties, optelling van fouten en kansbeschouwingen.

Survey heeft zich hierbij op het standpunt gesteld van:

hoe aan de gewenste meetnauwkeurigheid kan worden voldaan en koppel dit regelmatig terug ten aanzien van constructies, kosten, planning en reali-
Het bepalen van de meetnauwkeurigheid wordt vervolgens gezien als diverse metingen en een meetsysteem waarbij metingen verlopen volgens stappen, zoals in figuur 3.1 is afgebeeld.



Stap 1. Meet het schip in ten opzichte van de landelijke coordinaten.
Stap 2. Meet constructies aan boord in ten opzichte van het schip.
Stap 3. Meet "het gewenste doel" in ten opzichte van de constructie.

FIGUUR 3.1

Met behulp van deze stappen, onderlinge verbindingen en twee- of drie-dimensionale berekeningen, zoals transformaties, kunnen dan de werkzaamheden onder water gerelateerd worden aan de aarde.

Het is daarbij nodig de meetstappen nauwkeurig, op een bepaalde tijd, in een bepaald aantal en in een bepaalde combinatie te verrichten, wil de uiteindelijke meetfout acceptabel zijn.

Bij de 3 stappen wordt, voor wat betreft de apparatuur, vervolgens gebruik gemaakt van een tabel (figuur 3.2).

	KONTAKT	ENERGIE
STAP 1	Draadmeetsystemen.	Licht- of elektromagnetische golven.
STAP 2	Hoek- en hellingmeters.	Lichtgolven.
STAP 3	Draadmeetsystemen, hoek-meters, tasters.	Geluidsgolven, drukdoos.

FIGUUR 3.2

De detaillering van de mogelijkheden in de tabel zijn in principe onbegrensd. Na verloop van tijd en dus na enige systemen spelen factoren als ervaring en uniformiteit hierbij een grote rol.

In de beginfase van de bouw van de S.V.K. is echter voor ieder meetsysteem een scala van apparatuur bekeken en beproefd.

Vaak heeft dit geleid tot aanpassingen aan bestaande apparatuur of zelfs het "buiten de deur" laten ontwikkelen van geheel nieuwe apparatuur volgens onze specificaties.

Tegelijkertijd met de keuze van de apparatuur zijn fabrieks-, test- of ervaringsgegevens bekend over o.a. de nauwkeurigheid.
Het maken van een nauwkeurigheidsbeschouwing is dan de volgende stap, waarbij in absolute en/of relatieve zin gedacht moet worden.

Als na verloop van enige tijd meer bekend geworden is over werkwijze en het te gebruiken materieel, kan met een idee van de haalbare nauwkeurigheden de apparatuur en een nog vaag idee van het meetsysteem, van de automatisering van de kosten en planning worden teruggekoppeld of het juiste spoor nog gevolgd wordt.

Indien dit het geval is, wordt, door een verdere detaillering, meer greep op de diverse aspekten verkregen. Verscheidene testen worden dan nog uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in apparatuur of een bepaalde meetmethode. Een groot probleem is daarbij altijd geweest de juiste nauwkeurigheden te vinden, zodat dit aspekt vaak zwaar telde bij de keuze van apparatuur.

Voor het meetverhaal worden vervolgens de randvoorwaarden vastgesteld met aspekten zoals de minimale en maximale werkafstand, de weerskondities en de konstruktie stijfheden. Per deel van het meetsysteem worden de eisen opgesomd en de metingen in detail beschreven.
Als gebruik wordt gemaakt van nieuwe meetinzichten of nieuwe meetmethoden wordt een samenvatting van de test resultaten toegevoegd.
voegd. Tevens wordt per deelsysteem een beschrijving gemaakt van de toe te passen back-up methode en de uit te voeren kontroles en kalibraties.
Het totaal van deelsystemen met bijbehorende apparatuur en konstrukties geeft daarna een aantal overzichten. Zo onstaat uit een regelmatig overleg met de gebruikers een overzicht van de gewenste presentaties van de meetgegevens. Bij de nauwkeurigheidsbeschouwing worden de hiervoor beschreven uitgangspunten opgesomd voor de interpretatie van de eindresultaten.
Verder worden hardware schema's toegevoegd, die in detail latem zien hoe back-up kan worden toegepast.
De software beschrijving geeft een overzicht van de gewenste programma's.
Een personeels inschatting, een begroting en een bouwplanning completeren daarna het geheel.

Het gevormde meetverhaal gaat de organisatie in, waar diverse commentaarronden en een definitieve goedkeuring plaatsvinden.

Vooral bij de grote werkschepen zijn, parallel aan het meetverhaal, meetdienst aktiviteiten nodig om meetvoorzieningen te treffen aan boord.
Deze moeten bij de bouw van de schepen worden meegenomen.
Men denke hierbij aan obstakel vrije zone's, bordessen, kabelkokers, een survey ruimte op de brug, etc.
Ondersteuning vanuit de meetdienst bij het maken en goedkeuren van de bestekken is dan ook een noodzaak.

Bij de grotere meetsystemen is de bouw van de software en de hardwarekonfiguratie tevens een onderdeel van het pontonbestek, waarbij echter wel wordt gewerkt met aangewezen onderaannemers.

De bouwer van het survey systeem wordt gekozen uit een offerte- en selektieprocedure, waarbij vooral aspecten als ervaring en vakmanschap een rol spelen.
Voor de bouw wordt een team samengesteld, dat als hoofdtaken heeft:

- bouwbegeleiding.
- installatie.
- invoering operationele fase.

Bouwbegeleiding behelst:

- het helpen opstellen van de functionele specificatie voor de software.
- het aankopen en afnemen van apparatuur.
- kosten- en planningbewaking.
- het doorvoeren van aanpassingen.
- het in house afnemen van de software.

De installatie taak betekent:

- betrokken zijn bij de bouw van het ponton en daarbij de survey konstrukties detailleerd en later afneemt.
- in overleg met de werf, de survey systeembouwer, de elektrische installateur en de apparatuur leverancier installatieschema's opstellen en afspraken maken over taakafbakening.
  Vooral d.m.v. test protocollen wordt een greep gehouden op de verscheidenheid van de te werk gestelden.

De invoering in de operationele fase omvat:

- het afnemen van en kunnen werken met het totale systeem.
- afnametestprotocollen opstellen, waarmee aangetoond kan worden, dat het systeem, na alle apparatuur-, hardware- en softwareinstallaties, onder alle omstandigheden kan werken.

En dit dan gecombineerd met het totale scheepsgebeuren.

Bij het kunnen werken met het totale systeem wordt allereerst een een draaiboek opgesteld en wordt in handleidingen voorzien.
Het draaiboek vertelt in detail hoe het systeem werkt en geeft o.a. de juiste werkprocedure aan d.m.v. uitgebreide check-lists.

Als laatste punt wordt dan het personeel getraind en lopen zij mee vanaf de on-site acceptatie testen om de operationele fase goed opgeleid in te gaan.

Een samenvatting van deze paragraaf is in figuur 3.3 opgenomen.

Fasen (volgtijdig)	Werkzaamheden gedetailleerd
Studie/ ontwerpfase	- opstellen PROGRAMMA VAN EISEN in overleg met gebruiker. - ONTWIKKELING van het MEETSYSTEEM, resulterend in een gespecificeerd meetvoorstel. - parallel hieraan kan ONDERZOEK worden verricht naar het toe te passen meetsysteem en eventueel naar specificatie apparatuur. - EVALUATIE, gevolgd door een DEFINITIEVE KEUZE van het toe te passen meetsysteem. - tenslotte kan het bestek voor de SURVEY-apparatuur worden geschreven.
Realisatiefase	* ONTWIKKELING van SOFTWARE en HARDWARE. - opstellen van FUNCTIONELE en hardware SPECIFICATIES. - systeem/programma ONTWERP: het ontwerpen en maken van het systeem + "inhouse tests" en acceptatietests. - INBOUW en testen : inbouw op het vaartuig = "field test" en acceptatietest. - overdracht aan en BEGELEIDING van de gebruiker. * VERWERVING APPARATUUR - (zonodig) opstellen van SPECIFICATIES. - aanvraag, beoordeling en goedkeuring van offerten, resulterend in een opdracht tot levering. Dit alles wordt aangeduid met PROCEDURE. - bouw en LEVERING van de apparatuur + evt. begeleiding van de leverancier. inbouw en calibratie/testen.

FIGUUR 3.3

3.3 Nauwkeurigheidsbeschouwing

Wij praten over nauwkeurigheid omdat wij iets willen maken, en wij kunnen door middel van nauwkeurigheidsbeschouwing meer zekerheid verkrijgen over de maakmethode. Dit is vooral bij "prefab", zoals bij de S.V.K.O, van belang.

Wij verstaan onder nauwkeurigheid de mate waarin de werkelijkheid overeenkomt met de eis, met andere woorden de afwijking.
Nauwkeurigheid wordt normaliter in maateenheden uitgedrukt, maar men kan ook spreken over absolute en relatieve nauwkeurigheid, of over de kansen van nauwkeurigheid, zoals gezien in de statistiek.

Absolute nauwkeurigheid wordt bij S.V.K.O. vastgelegd bij metingen van in tijd en plaats variabele punten t.o.v. een in tijd en plaats vast staand punt.

Relatieve nauwkeurigheid is gedefinieerd bij metingen of bij het bepalen van onderlinge relaties tussen meerdere in tijd en plaats variabele punten.

In de statistiek spreekt men dan meer over fouten dan over nauwkeurigheden.

Vandaar dat wij ook werken met de begrippen :

- systematische fout.
- toevallige fout.

Systematische fouten zijn fouten, die een meetuitkomst eenzijdig beinvloeden.

Als de afwijking, zowel wat grootte als teken betreft, door het toeval wordt bepaald, dan spreken wij over toevallige fouten.

In een nauwkeurigheidsbeschouwing van een meetmethode zit zowel het effekt van de systematische fout als van de toevallige fout. Wij zien de totale fout als een sommatie van beide type fouten en wij hebben dus al vrij snel getracht een afschatting hiertussen te maken. Hulpmiddelen hierbij zijn geweest de ervaring en de testen, maar vooral het noodzakelijke inzicht in de opzet en het verloop van de metingen.
Bij de survey instrumenten heeft dit geleid tot tabellen, waarin de twee-sigma waarde van de toevallige fouten zijn vastgelegd.
De gemaakte beschouwingen zijn ook nooit als iets absoluuts bekenen, maar veel meer indicatief voor haalbare nauwkeurigheden en als middel om aan te geven waar grote invloeden worden uitgeoefend op het eindgetal.

Om een indruk te krijgen met welke meetnauwkeurigheid in de verschillende procesfasen, de voor die procesfase meest relevante punten kunnen worden bepaald, zijn de standaardafwijkingen van de coordinaten van die punten berekend. Hiertoe zijn per punt de wiskundige relaties opgesteld tussen de te berekenen coordinaten en de waarnemingen.
Vervolgens worden deze relaties lineair gemaakt, waarna door invulling van de twee-sigma waarden van de waarnemingen, de twee-sigma waarden van de koordinaten berekend worden.
Omdat tussen de diverse meetfouten de correlatie vaak onbekend was, is bij het optellen van de fouten gewerkt met:

twee-sigma(AB)=SQR((twee-sigma(A)^2)+(twee-sigma(B)^2)

In woorden : De som van de fouten is gelijk aan de wortel uit de som van de kwadraten van de afzonderlijke fouten.

Ter verbetering van de nauwkeurigheid worden de volgende "regels" gehanteerd :

1. De toevallige fout is te verkleinen door het nemen van gemiddelden.
2. De systematische fout is te verkleinen c.q. te voorkomen door :
   - 2.1 een goede opzet van de meting
   - 2.2 een goede keuze van de meetinstrumenten
   - 2.3 een goed gebruik van de meetinstrumenten
   - 2.4 regelmatige calibratie van meetinstrumenten
   - 2.5 regelmatige controle op meetresultaten
   - 2.6 vereffenen
3. De grove fout is te voorkomen c.q. te verkleinen door :

3.1 het onderkennen van vermoeidheid en nonchalance (de menselijke fout of blunder)
3.2 onafhankelijke metingen uit te voeren

Toelichting

ad. 1 Veel apparatuur is in staat in hoog tempo gegevens te leveren. In de software wordt in middelingsprocessen voorzien ter verkleining van de toevallige fouten.

ad. 2.1 Een goede opzert van de metingen, wat, waarvoor, groot naar klein, enz. ligt besloten in de opbouw van onze meetsystemen.

ad. 2.2 Bij de keuze van de instrumenten hebben wij ons vooral laten leiden door de gewenste nauwkeurigheid van elke fase van de meting.

ad. 2.3 Het gebruik van de instrumenten vraagt goede voorzieningen, kennis bij het bedienend personeel, duidelijke handleidingen.

ad. 2.4 Het calibreren, het "bijstellen" van het istrument door controlemetingen, wordt bij ons tot vervelens toe gedaan, omdat vaak aan de grenzen van de haalbare nauwkeurigheden wordt gewerkt.

ad. 2.5 Het uitvoeren van controles gebeurt vaak drievoudig nl. :
* met andere apparatuur en/of meetmethode
* in de apparatuur en/of meetmethode
* m.b.v. de tijd en/of het aantal

ad. 2.6 In een aantal gevallen wordt vereffening toegepast. Bijvoorbeeld bij de opbouw van de coordinatenstelsels en het plaatsen van de pijlers.
Tijdens het plaatsen van de pijlers is in verband met controles en voorkoming van stagnatie een overvloed aan waarnemingen aanwezig. Aangezien de verschillende controle berekeningen complex en tijdrovend zijn, en ook omdat een hogere nauwkeurigheid haalbaar was, is besloten tot integrale vereffening.
De voordelen, die wij hierdoor krijgen zijn :
* hogere nauwkeurigheid
* eenvoudige kontrole
* snel anticiperen op de aanwezigheid van het aantal waarnemingen.

ad. 3.1 Of voldoende maatregelen getroffen zijn, om menselijke fouten te voorkomen is nog een open vraag. Bijna dagelijks veranderen patronen. Nonchalance vereist onafhankelijke controles en soms lichte, soms zware automatisering.
Afdoende kan deze factor nooit bestreden worden.

ad. 3.2 Naast menselijke factoren kan ook apparatuur grove fouten veroorzaken.
Calibraties zijn momentopnames en controles zijn nooit 100% waterdicht.
De remedie hiervoor is, voor wat de S.V.K.O. betreft, het gebruik van goede, en dus vaak dure, apparatuur en zoveel mogelijk onafhankelijke controlemetingen.

3.4 Automatiseringsnoodzaak

Kort samengevat kan men zeggen dat wij automatisering nodig hebben voor het kunnen werken met enorme hoeveelheden gegevens in korte tijdsbestekken.
Een van onze mensen heeft eens zeer treffend gezegd dat als de "chip" niet bestond deze voor dit werk zou zijn uitgevonden.
Het zijn natuurlijk geen ruimtevaart problemen die wij tegenkomen, maar oplossen met logarithme tafels lukt ook niet meer.
Toen dit projekt is gestart, waren er slechts een paar klene rekentuigen. Hierna er een groei ontstaan die alle kenmerken en fouten heeft gehad, zoals dezé ook zijn voorgekomen bij andere maatschappijen.
Men dacht echt aan zwarte doosjes, die het grootste deel van de tijd uit zichzelf werkten met slechts 1 grote knop erop nl. AAN en UIT.
De complexheid en noodzaak van automatisering begon met de peilingen.
M.b.v. tafelcalculators werden kleine peilingen uitgevoerd.
Men verwachtte van deze systemen echter wonderen in de vorm van betere en nauwkeuriger peilingen, hogere producties en minder personeel.
Maar voor echte expansie was zo'n systeem niet flexibel genoeg en hogere produkties werden alleen gehaald door harder en langer te werken.
De wonderen verschenen dus niet maar wel regelmatige kwaliteit en een snellere presentatie.
Naarmate het werk meer eisen ging stellen is steeds verder geautomatiseerd geautomatiseerd om redenen van kosten, snelheid en overzicht.
Vandaag varen er dan ook drie peilboten en is er een groot rekencentrum dat dagelijks kilometers peilraai verwerkt in kaarten, profielen en hoeveelheden.
Ook is er in de beginfase gestart met terminal aansluitingen op grote, centraal in Nederland gelegen computers.
Deze waren nodig in de afdelingen van werkvoorbereiding i.v.m. technische berekeningen, simulatie van proces cycli etc.
Echter proeven die steeds complexer werden, vereisten maanden aan uitwerking, zodat toen calculators werden gebruikt die geschikt waren voor interfacing en gemakkelijke programmering.
Uit deze ontwikkeling zijn de systemen gegroeid, die wij nu toepassen aan boord van de schepen.
Automatisering die nodig was omdat :

* hoge nauwkeurigheid wordt vereist, i.v.m. pre-fabricage en kosten
* hoge betrouwbaarheid wordt vereist, i.v.m. kosten
* stagnatie slechts minimaal mag zijn, i.v.m. korte kenteringstijden
* veel registratie gewenst is, i.v.m. proces analyse en data uitwisseling

De toegepaste automatisering is bijna nooit direct procesbesturend zodat aan boord van de schepen in dit opzicht decentralisatie is toegepast.
Onze ervaringen m.b.t. keuze, bouw enz. zijn elders genoemd.

3.5 Diversiteit van systemen en apparatuur

De diversiteit van systemen wordt aangegeven door de volgende indeling projektonderdelen :

1. meetsytemen ten behoeve van het bijzonder materieel
2. plaatsbepalingssystemen
3. systemen ten behoeve van de onderwaterinspectie/detectie
4. systemen ten behoeve van het "natte" peilen ("verticaal") en meten ("horizontaal")
5. systemen ten behoeve van het "droge" meten
6. informatiesysteem ten behoeve van registratie, opslag en verstrekking van (meet-)gegevens.

Toelichting.

ad. 1

Voor de uitvoering van allerlei werkzaamheden in de sluitgaten, zijn of worden een aantal bijzondere vaartuigen ver- of gebouwd.

Achtereenvolgens zijn dat :

Naam/omschrijving	Doel
DOS I	: Leggen van de blokkenmatten.
Sliedrecht 27	: Verwijderen van "slechte" zandlagen.
Hoppers	: Aanbrengen van "goede" zandlagen.
Mytilus	: Verdichten van de grondverbetering.
Johan V	: Grondonderzoek.
Cardium	: Opschonen en leggen van de funderingsmatten.
Jan Heijmans	: Storten van de zogenaamde "negatieve overlap".
DOS I en Sepia	: Leggen van de tegelmatten en "negatieve overlap matten".
Kleine duikerklok	: Inspectie en reparatie van matten.
Macoma	: Opschonen van de tegelmatten en positioneren van de Ostrea en DOS I.
Ostrea	: Oppakken, transporteren en plaatsen van de pijlers.
Toplaagstorter en steenstorters	: Aanbrengen van de toplaag van de drempel en de aanstortingen.
Afmeerpontons	: Positioneren van de toplaagstorter en het andere drempelmateriaal.
Taklift 4	: Plaatsen van de dorpelbalken.
Ankerbehandelingsvaartuig	: Omzetten van verankeringen van alle werkvaartuigen.
Baggermolens; hoppers splijtbakken	: Onderhoudswerk.

Om deze werkzaamheden met de vereiste nauwkeurigheden te kunnen uitvoeren moeten onder meer de volgende gegevens verkregen worden :

- de positie van het vaartuig (X, Y en Z)
- de plaats van uitvoering in het sluitgat
- de positie van het te leggen/te plaatsen onderdeel (mat, pijler, element) tijdens het proces.

ad.2

Ten behoeve van de positiebepaling op de werkschepen zijn (behalve "normale" navigatiemiddelen) meerdere systemen in gebruik, waarvan de belangrijkste momenteel zijn :

- de Minilir/AGA 112 combinatie (hoek- en afstandmeting)
- het Trident III-systeem (radiografische afstandmetingen)

Het laatstgenoemde systeem is relatief goedkoop en in de meeste gevallen meeste gevallen nauwkeurig genoeg (1 - 2 m). Echter voor het fijnpositioneren van een aantal bijzondere vaartuigen voldoet het niet aan de nauwkeurigheidseisen.
In die gevallen is gekozen voor de Minilir/AGA 112 kombinatie (erg duur, maar zeer nauwkeurig). Als back-up (reserve) funktioneert onder andere de Tachymeter.
Gerekend is op het gebruik van totaal 6 Minilir/AGA 112 kombinaties en 10 Tridentsystemen.

ad. 3
De uitvoeringsactiviteiten spelen zich voor een groot deel "in den natte" af. Daar het ontwerp voor de pijlerdam strenge eisen stelt aan de positie en vooral ook aan de konditie van de funderings- en tegelmatten, is een (in de verschillende cycli geintegreerd) systeem voor onderwaterinspektie en -detektie onontbeerlijk.

Het gaat met name om :

- inspectie van de matten op beschadigingen (scheuren, afgesprongen snaplocks, verkeerde tegelligging, beschadigde naden etc.)
- detektie van zand
- detektie van grind
- inspektie op aangroei.

Momenteel vindt ook onderwaterkontrole (van bijvoorbeeld stortebedden, ankerpalen en damaanzetten) plaats door duikers, soms met kamera-ondersteuning. Er spelen echter in dit verband drie problemen, namelijk :

- de inspectie/detectie met thans bestaande apparatuur en/of duikers is, onder de zicht- en stroomcondities, die zich tijdens de uitvoering voordien, nauwelijks mogelijk.
- de inspectie/detectie zal moeten worden ingepast in de cycli van het bijzonder materieel (en niet andersom), wat met zich meebrengt, dat de beschikbare tijd voor sommige taken zeer beperkt is.
- de werkruimte voor een inspectie/detectie-apparaat is beperkt door de aanwezigheid (onder water) van matten/pijlers bedradingen, etc. en dientengevolge (boven water) van het drijvend materieel met de vele ankerdraden.

Het ontwikkelde systeem bevat :

- apparatuur * ten behoeve van de inwinning van gegevens.
  * waarop de sensoren zijn gemonteerd en waarmee de sensoren naar de te inspekteren elementen worden gebracht : de drager/crawler.
  * ten behoeve van verwerking en presentatie.
- drijvend materieel van waaruit de drager opereert : een ondersteuningsvaartuig met een Launch en Recovery-systeem.

ad. 4

Zowel ten behoeve van het ontwerp als van de uitvoering worden regelmatig peilingen uitgevoerd in een gebied van ca. 30 vierkante kilometer. In dit gebied wijzigen de bodemsituaties snel, vooral ook onder invloed van sluitgatwerkzaamheden.
Deze wijzigingen worden gevolgd via de zogenaamde bewakingspeilingen, die ca. 75 lijn km per week belopen.
De uitvoeringswerkzaamheden zelf worden voorafgegaan en gevolgd door peilingen (in- en uitpeilingen en kontrolepeilingen): ongeveer 200 lijn km per week.
De peilingen worden volledig automatisch verricht door peilvletten, terwijl de "op schijf" opgenomen gegevens door een geautomatiseerd walsysteem verwerkt worden tot peilkaarten, profielen, volumes etc. Deze produkten worden gewoonlijk 24 uur na opname verstrekt; voor bepaalde onderdelen zonodig binnen 8 uur.
Tot slot zijn nog vermeld, dat 24 dagen per jaar lodingen worden verricht voor de bewaking van de hulpbrug.
Het natte meetwerk heeft vooral betrekking op de stroom- en zandtransportmetingen ten behoeve van de uitvoering.

ad. 5

Voor het uitzetten en maatvoeren van de werken "op het droge" en op de land/watergrens is een groep uitzetters met modern materieel werkzaam. Ook de pijlerbouw wordt qua vormbepaling en maatvoering begeleid door deze mensen.

ad. 6

Bij de totstandkoming van de S.V.K.O. worden gegegevens gebruikt c.q. verkregen uit van allerlei metingen, meetsystemen, onderzoeken, bereke-ningen en tekeningen.
Deze gegevens zijn enerzijds van direkte invloed op de bouw, zoals

- gegevens ten behoeve van het ontwerp van de opvolgende bouwfasen
- gegevens ten behoeve van de uitvoering
- gegevens ter bepaling van nauwkeurigheden
- gegevens ter bijstelling van afkeurcriteria etc.

anderzijds zijn ze van belang voor zaken als :

- konditiebewaking van de S.V.K.O. (die een officiele levensduur van 200 jaar moeten hebben)
- het toekomstige beheer
- de geschiedschrijving etc.

Het besef is ontstaan, dat een gestruktureerde vorm van registratie, op-slag en verstrekking van gegevens, inklusief de bijbehorende procedures noodzakelijk is.
Algemeen kan het doel van zo'n informatie-systeem als volgt geformuleerd worden :
Het analyseren en struktureren van datastromen, teneinde een soepele overgang van data tussen aktiviteiten te bewerkstelligen.
Dat wil zeggen :

- verzorgen van het verzamelen van juiste informatie (kwalitatief en kwantitatief).
- verzorgen van het terugvinden van informatie.
- opzetten van procedures om tijdig in de behoefte te kunnen voorzien.

Waar mogelijk zijn daarom universele datadragers en kode systemen ge-bruikt zodat een wal computercentrum met de gegevens kan werken.
D.m.v. zoveel als mogelijk standaard programmatuur kan snel een gewenste verwerking uitgevoerd worden op de vele miljoenen "bytes".

3.6 Apparatuur

Zoals reeds eerder is aangegeven zijn voor het waarnemen van voorwerpen voorwerpen uit onze omgeving in principe contact en het gebruik van energie de mogelijkheden.
Kontakt is daarbij vaak moeilijk door de stroming en deining in de Oosterschelde.
Een analyse van de "stap 1" apparatuur geeft een onderscheid in :

- X, Y nauwkeurigheid kleiner dan 0,10 m, vaak gekoppeld met de "Z", omdat dan direkt gedacht moet worden aan hoek- en afstandmeters zoals de Tachymeter.
- X, Y nauwkeurigheid van 0,1 - 1,0 m, vaak systemen waarbij kontinue up-dating aanwezig is, zoals Artemis, Atlas Ralog en Tellurometer, maar ook is hier positionering uit ankerdraadlengte meting mogelijk.
- X, Y nauwkeurigheid groter dan 1 m, denk aan radiografische plaats-bepaling en raaien/sextanten.

De "stap 2" en "stap 3" apparatuur waarbij aan boord vanaf een antenne of prisma unit wordt gemeten naar een bepaalde konstruktie of de bodem zijn te verdelen in :

- Hoek- en hellingmeting, hierbij wordt de koers gyro gezien als een t.o.v. het gyro Noorden georienteerde hoekmeter.
- Lengte-meting.

Ter verduidelijking van een en ander is een tabel opgenomen waarbij

tevens is aangegeven welke meetapparatuur bij de S.V.K.O. wordt gebruikt (figuur 3.4).

	Naar ponton	Konstrukties	Bodem
Kontaktloos visueel	Theodolieten Wild T1A,T16,T2 Waterpasinstr. Wild N1,NK2 Sextanten/raaien	Kamera's (inspektie)	Kamera's (inspektie)
Kontaktloos elektr./magn.	Trident 3 Miniranger 16c Artemis multi user Tellurometer MRA 3 Atlas Ralog 10 Wild TC1, HP 3820 A Minilir Wild Di3S, AGA120, AGA112 Atlas		
Kontaktloos akoestisch		Honeywell USB Simrad SSBL UDI, Obstacle avoidance sonar Profilers Mesotech 952, 965 en Ulvertech Akoestische afst. meters	Echoloden Atlas, Simrad, Raytheon, Navitronic Multi channel navitronic Zanddiktemeters Side scan sonar + K. Maps
Bestaand of aangebracht kontakt	Ankerdraadlengtemeting	Draadlengtemeting Taut-wire principe Cilinder lengte meting Diverse type helling- en hoekmeter Borrelpuntsystemen Drukdozen Robertson gyrokompas	Tasters

	Naar ponton	Konstrukties	Bodem
Diversen		Getij- en stroom-snelheids/richting meters	
Automa-tisering en ver-werking	Hewlett Packard : 41C, 97, 85, 9825, 9835, 9845. Digital : PDP11/04, 11/03, 11/23, 11/34, 11/44 Hewlett Packard : Plotter 9872, Printer 9876, 7310 Hewlett Packard : I/O Expanders, Multiprogrammers, interfaces Overige : Plotters van Houston Corp., Calcomp, printers van Printronix		

FIGUUR 3.4.

4. PEILSYSTEEM

4.1 Inleiding

Toen in 1968 begonnen werd met de aanleg van de Oosterscheldedam, kon niet voorzien worden, dat uiteindelijk geen dichte dam gebouwd zou worden, maar een open Stormvloedkering. De ommezwaai, die de beslissing een open Stormvloedkering te bouwen, heeft teweeggebracht, was enorm en is wel als oorzaak aan te wijzen van de bouw van een aantal unieke meetsystemen.
Een van deze systemen is het peilsysteem. Qua ontstaan is dit een logisch gevolg van reeds in gang zijnde ontwikkelingen.
Qua omvang en toepassing heeft dit systeem zeer zeker zijn formaat te danken aan de duidelijk aanwezige behoefte.

Het peilsysteem kan in zijn huidige vorm ook elders toegepast worden. Oorspronkelijk is begonnen met een standaard verkrijgbaar lodingssysteem, Interplot van Intersite Surveys.
In de loop van de tijd is dit systeem uitgegroeid en is vooral qua kapaciteit en mogelijkheden van verwerking waarschijnlijk het grootste ter wereld. Dit is mede te danken aan de zeer goede relatie en wisselwerking tussen enerzijds de gebruikers en anderzijds de bouwer/ontwerper van het systeem. Eigenlijk fungeerde de gebruiker vanuit zijn praktische inzicht en ervaring somstijds als research afdeling van de leverancier.
De projektmatige aanpak binnen de totale organisatie zorgde door middel van een goede kostenafweging ten opzichte van het nut van de noodzakelijk gedachte uitbreidingen en aanpassingen voor een goede toetsing. Deze werkwijze heeft er zeer zeker toe bijgedragen dat er uiteindelijk een zeer goed werkend en in de praktijk nuttig systeem is ontstaan.

4.2 Geschiedenis van het peilwerk bij de Oosterscheldewerken

Ten tijde van het ontwerpen van het trace van de Oosterscheldedam en bij het begin van de bouw in het eind van de zestiger jaren werd er gepeild met behulp van een echolood (Kelvin Hughes) en werd als plaatsbepaling de Decca Delta keten gebruikt. De Decca Delta keten was in 1959 speciaal voor de Deltawerken opgezet. Als raai werden de lanes (hyperbolen) van de Decca gevaren en handmatig werd geplot op de lane doorgangen. De verdere verwerking vond volledig handmatig plaats.

Vanwege de nauwkeurigheid van het plaatsbepalingssysteem, vooral in het overgangsgebied land-water, ging men zodra de werkeilanden waren aangelegd over op raai en sextant als plaatsbepaling. Het schip vaart op zicht in een raai, uitgezet door bakens op de wal en de afstandsmeting vindt plaats door hoekmeting op een vaste basis of cirkelnet.

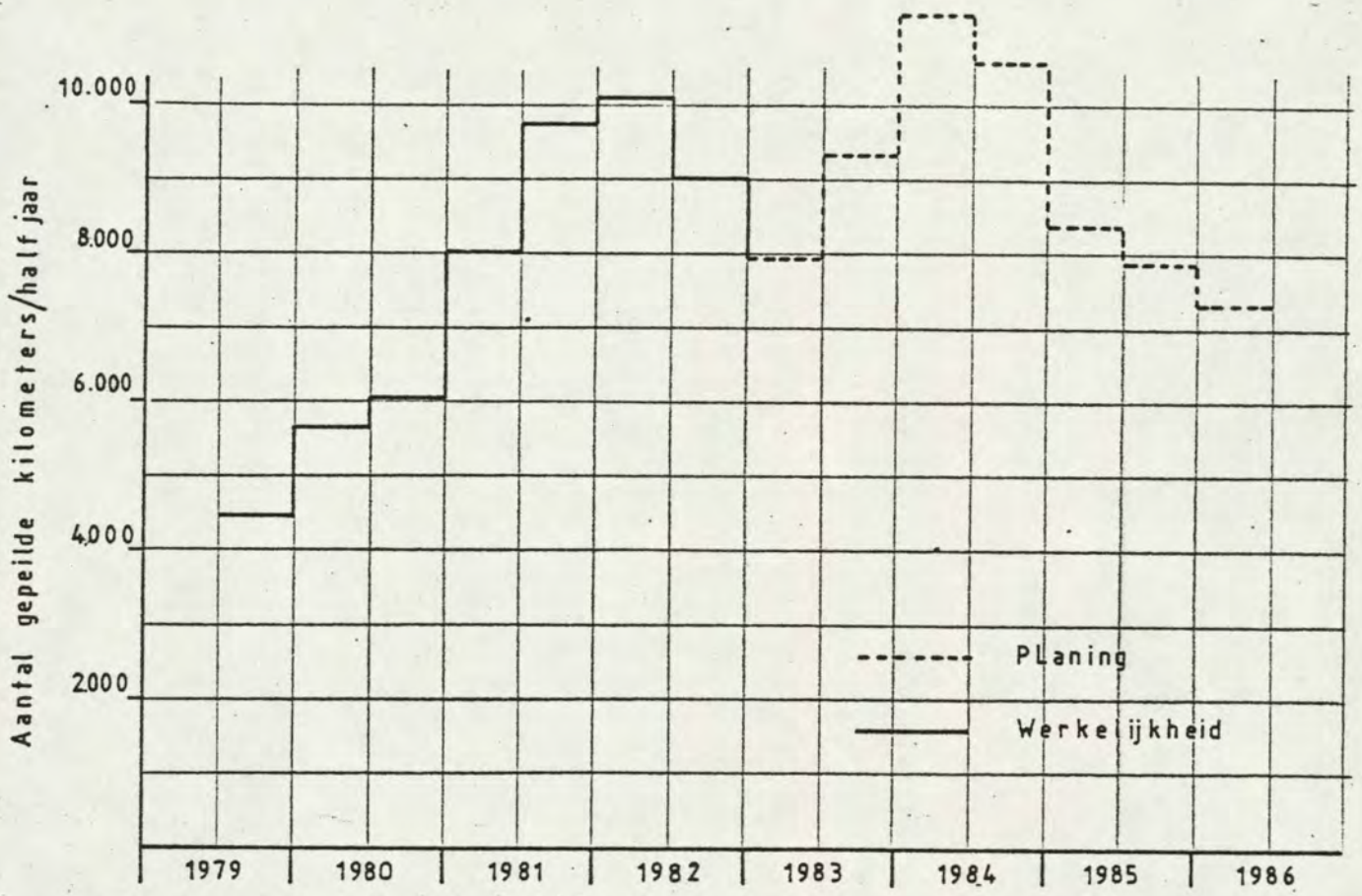
Begin jaren zeventig werd de hoekmeting met sextant vervangen door de radiografische afstandsmeting met behulp van het Radiolog systeem. Hierdoor werd het mogelijk om op vaste afstanden te plotten en in kombinatie met het Atlas Deso 10 echolood om terstond tijdens de opname een profiel op schaal te presenteren.
Men ging er dan vanuit dat het schip zo goed mogelijk in de raai voer. Deze afstandsmeting hield op zich een grote nauwkeurigheidsverbetering in (max. afstandsfout = 25 cm) hoewel de uitwijkingen uit de raai nog steeds niet vastgelegd konden worden.

De komst van het Interplot peilsysteem in 1976, in kombinatie met het Miniranger III plaatsbepalingssysteem, betekende in de tijd gezien wel de grootste verandering, zowel voor de opname aan boord als de verwerking aan de wal.

Tengevolge van het plaatsbepalingssystem werd het bestaande raaipalen systeem overbodig, terwijl het aflezen van echoloodrollen, het korrigeren van het getij en het tekenen van cijferkaarten en profielen door het systeem werd uitgevoerd.

In de periode na 1976 zijn steeds kleine of grote aanpassingen of uitbreidingen aangebracht in de programmatuur, vooral in die van het verwerkingssysteem.

Toen in 1979 een begin werd gemaakt met de werkelijke bouw van de Stormvloedkering en de hoeveelheid peilwerk sterk toenam (zie fig. 4.1) bleek de snelheid van de presentatie van het verwerkingssysteem te laag te zijn. In kombinatie met een aantal andere knelpunten is een opdracht gegeven een kompleet nieuw verwerkingssysteem te laten bouwen.

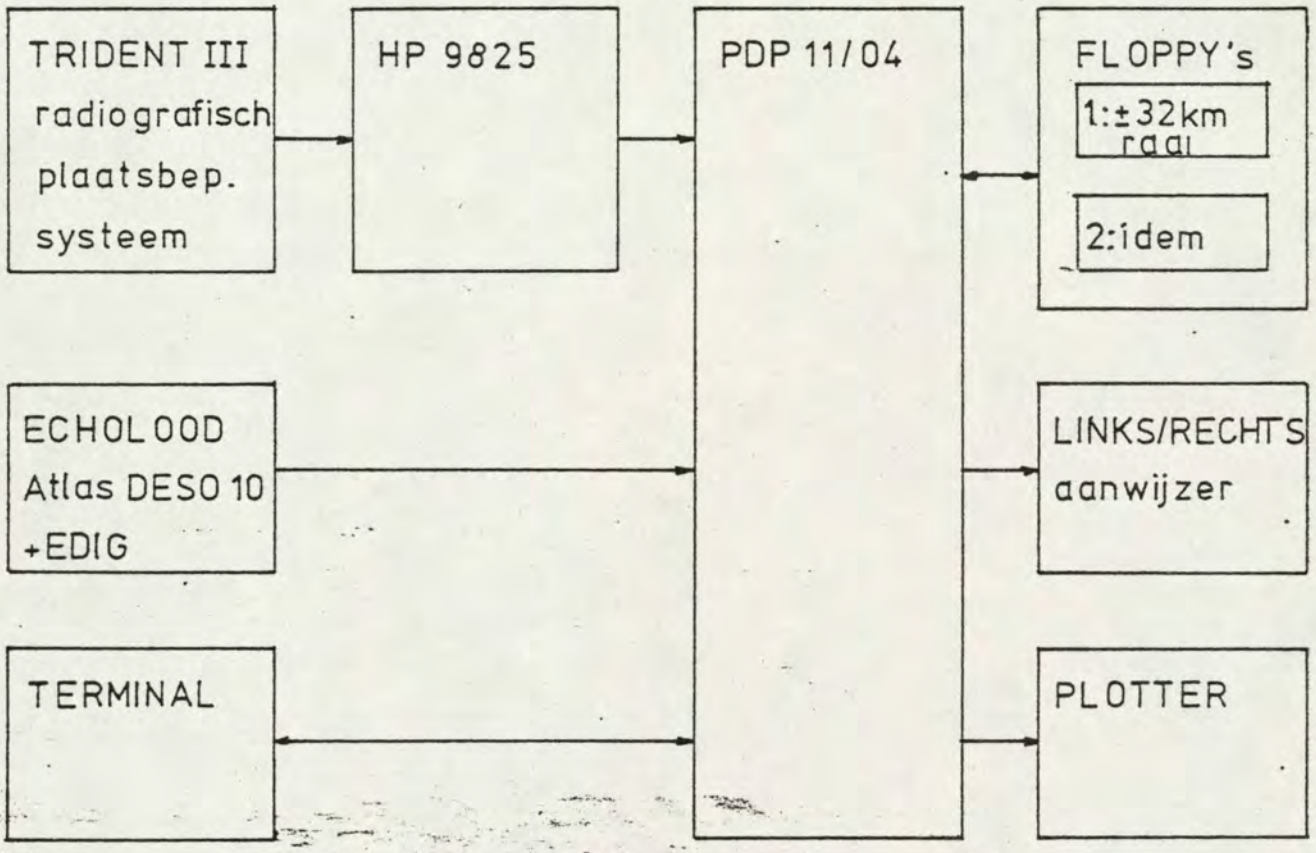


FIGUUR 4.1

Dit multi-user systeem is eind 1981 in gebruik genomen en heeft de mogelijkheid om, zoals gesteld was in de afname specifikaties, 250 km raailengte binnen 8 uur te verwerken en te presenteren in 475 profielen. Onder een profiel wordt in de tekening verstaan 2 werkelijke opnames en een theoretisch profiel.
Het Miniranger III plaatsbepalingssysteem dat slechts 2 afstanden meet werd in 1980 vervangen door het Trident III systeem waarbij 4 afstanden gemeten worden. Ter verduidelijking dient nog vermeld te worden dat het het Miniranger systeem als interim oplossing is gebruikt alleen voor het peilwerk en dat het Trident III systeem als overall-systeem voor het gehele gbied in gebruik genomen is.

4.3 Het boord- of opname systeem

Het Interplot boordsysteem verzorgt de datakollektie van de benodigde diepte- en plaatsgegevens. Ten behoeve van de navigatie krijgt de schipper een aanwijzing op de links/rechts aanwijzer. De gevaren baan, wordt weergegeven op een trackplotter, waarmee ook de theoretische raaien en de kontouren van het gebied getekend kunnen worden.
De operator kan via een aantal beschikbare kommando's en hulpprogramma's de noodzakelijke kontroles uitvoeren of gebruikte parameters wijzigen.
De konfiguratie van het boordsysteem is weergegeven in figuur 4.2.

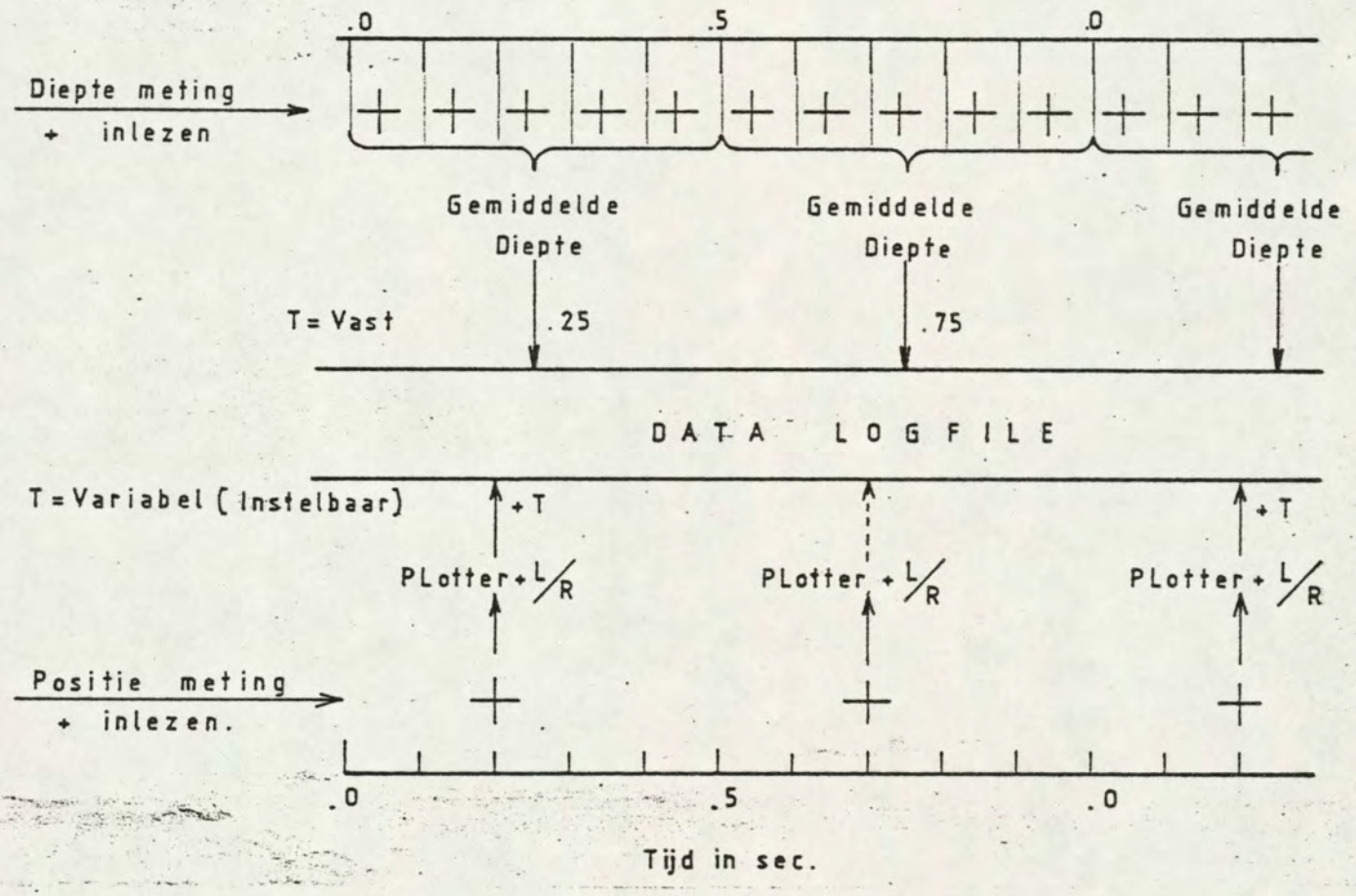


FIGUUR 4.2

Voordat een opname kan plaatsvinden, is het noodzakelijk, dat de vaste gegevens, waardoor een raai vastgelegd wordt, ingevoerd worden in het walverwerkingssysteem en opgeslagen in een z.g. survey-file.
Deze vaste gegevens worden dan op een floppy overgezet en deze kan in het boordsysteem dan ingelezen worden.

Het inwinprincipe berust op het 1 maal per sekonde inlezen van een positie op een vast ingestelde tijd. Omdat het Trident systeem 32 maal per sekonde meet, kan gesteld worden, dat de meting direkt, dus zonder tijdsvertraging beschikbaar is. Uit de vier gemeten afstanden wordt een positie berekend met een vereffening volgens de kleinste kwadraten methode. Deze berekening wordt in het geschetste systeem uitgevoerd door de HP 9825, doch zou ook door de PDP 11/04 kunnen worden gedaan. De reden hiervan is, dat dit historisch zo gegroeid is en heeft te maken met de tussentijdse wijziging van plaatsbepalingssysteem, dat altijd gepaard gaat met een aantal problemen, waarvan de oplossing heeft plaatsgevonden binnen de HP 9825. Tussen twee werkelijke metingen ten behoeve van de data opslag vindt nog een meting plaats, die alleen voor de navigatie wordt gebruikt.

Het echolood meet 10 maal per sekonde een diepte die door het boordsysteem wordt ingelezen. Via een door de operator in te stellen venster worden de opeenvolgende meetwaarden getoetst d.w.z. de laatst ingelezen waarde mag niet meer dan de ingevoerde waarde afwijken van de voorafgaande. De als goed aangemerkte dieptes, die binnen een halve sekonde zijn ingelezen, worden gemiddeld en dit gemiddelde wordt opgeslagen in de datafile. Bij een gemiddelde diepte behoren dus respektievelijk de tijden .25 en .75 sekonde. Een en ander wordt weergegeven in figuur 4.3.



FIGUUR 4.3

Ter verduidelijking moet nog vermeld worden dat de gegevensafhandeling van plaats en diepte volledig gescheiden plaats vindt. De daadwerkelijke koppeling van gegevens gebeurt tijdens de verwerking. Ten behoeve van de kontrole achteraf wordt elke 10 sekonden een plotstreep op het echolood gegeven en een kruisje in de gevaren track op de plotter.

BLOCKTYPE 3 NR OF BYTES 508
TIME OF BLOCK 14: 2:38

TIME	E	N	D(1)	H	D(2)	H
14: 2:36.70	9725.38	7241.74	1963	0	1974	0
14: 2:37.70	9727.63	7238.44	1973	0	1953	0
14: 2:39.20	9731.82	7234.07	1956	0	1967	0
14: 2:40.20	9734.32	7232.19	1958	0	1942	0
14: 2:40.70	9736.50	7232.55	1966	0	1947	0
14: 2:42.20	9742.86	7228.54	1944	0	1924	0
14: 2:43.20	9745.92	7225.83	1911	0	1898	0
14: 2:44.20	9750.34	7222.88	1892	0	1899	0
14: 2:45.20	9753.64	7221.58	1907	0	1906	0
14: 2:46.20	9756.70	7218.87	1910	0	1931	0
14: 2:47.20	9761.12	7215.91	1929	0	1938	0
14: 2:48.20	9764.17	7213.20	1950	0	1923	0
14: 2:49.20	9767.71	7213.32	1903	0	1904	0

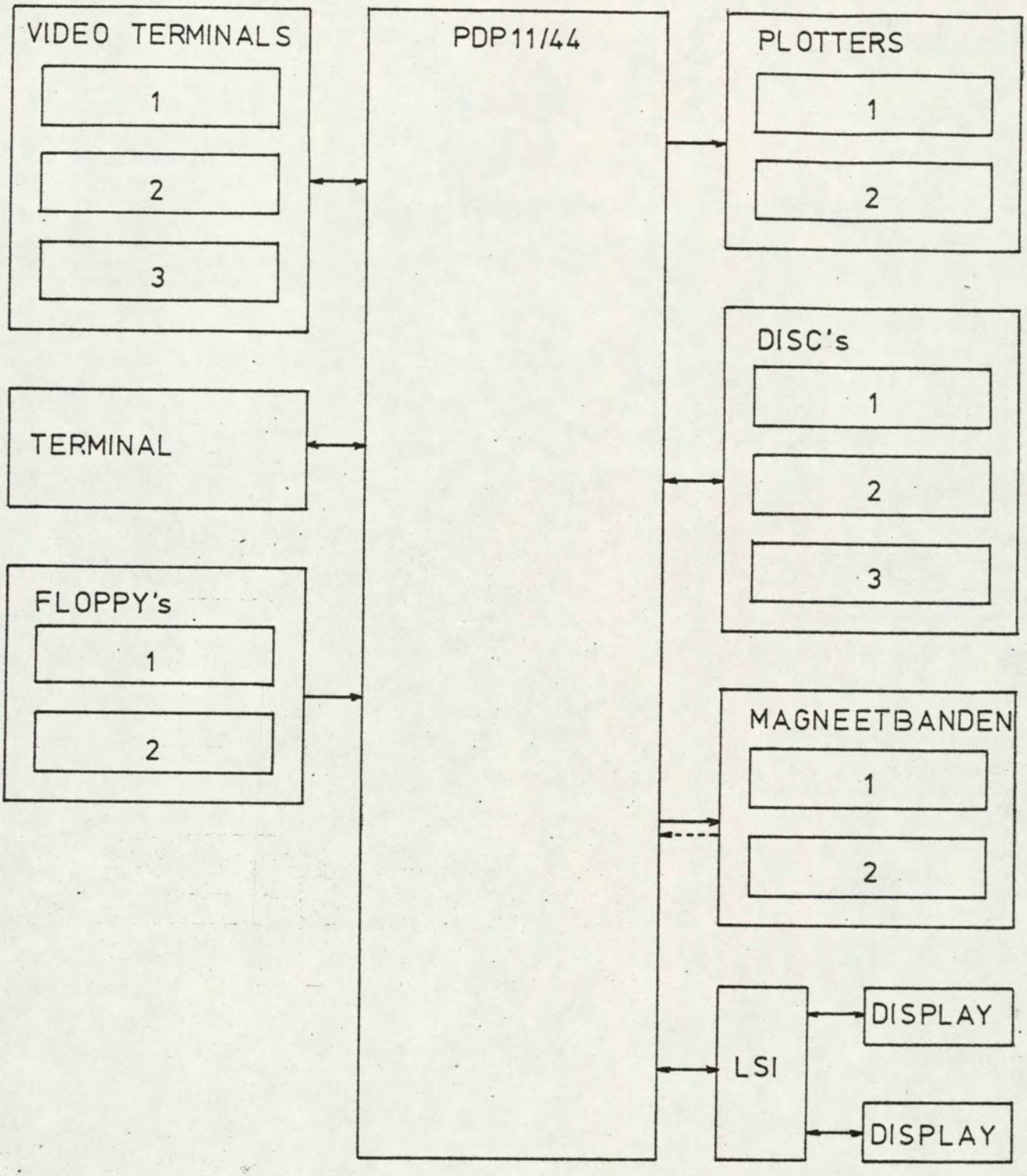
Time in uren:minuten:sekonden.
E = Easting = gereduceerde X
N = Northing = gereduceerde Y
D(1) = diepte op tijdstip .25 sekonde in cm
D(2) = diepte op tijdstip .75 sekonde in cm
v.b. 1963 is gemiddelde diepte op tijdstip 14: 2:38.25
H = gereserveerde plaats voor heave. Wordt niet gebruikt.

FIGUUR 4.4 Voorbeeld data opslag boordsysteem.

Uit het voorbeeld van de data opslag (figuur 4) blijkt dat soms een positie voorkomt mat tijd .7 sek. Dit is een gevolg van het niet op tijd beschikbaar zijn van de positie op .2 sek. waarvoor diverse oorzaken zijn aan te wijzen, doch de meest waarschijnlijke in dit geval is, dat de HP 9825 niet tijdig zijn gegevens berekend heeft, waardoor de op dat moment laatst berekende waarden worden opgeslagen dus van 0,5 sek. vroeger.

4.4 Het wal- of verwerkingssysteem

De op floppy opgeslagen gegevens kunnen verwerkt worden op het boordsysteem, zij het in beperkte mate. Voor een goede verwerking met meer mogelijkheden is een apart verwerkingssysteem onontbeerlijk.
In figuur 5 is schematisch de konfiguratie weergegeven van het (wal) verwerkingssysteem zoals dat momenteel in gebruik is.


VIDEO TERMINALS
1
2
3
TERMINAL
FLOPPY's
1
2
PDP11/44
PLOTTERS
1
2
DISC's
1
2
3
MAGNEETBANDEN
1
2
LSI
DISPLAY
DISPLAY

FIGUUR 4.5

Het systeem biedt de mogelijkheid om maximaal vier operators tegelijkertijd de diverse handelingen te laten uitvoeren. In de praktijk wordt echter alleen gewerkt op de 3 video-terminals en is de terminal 4 alleen in gebruik als systeem-console voor het opstarten en stoppen van het systeem en de weergave van systeem boodschappen, waaronder foutmeldingen.

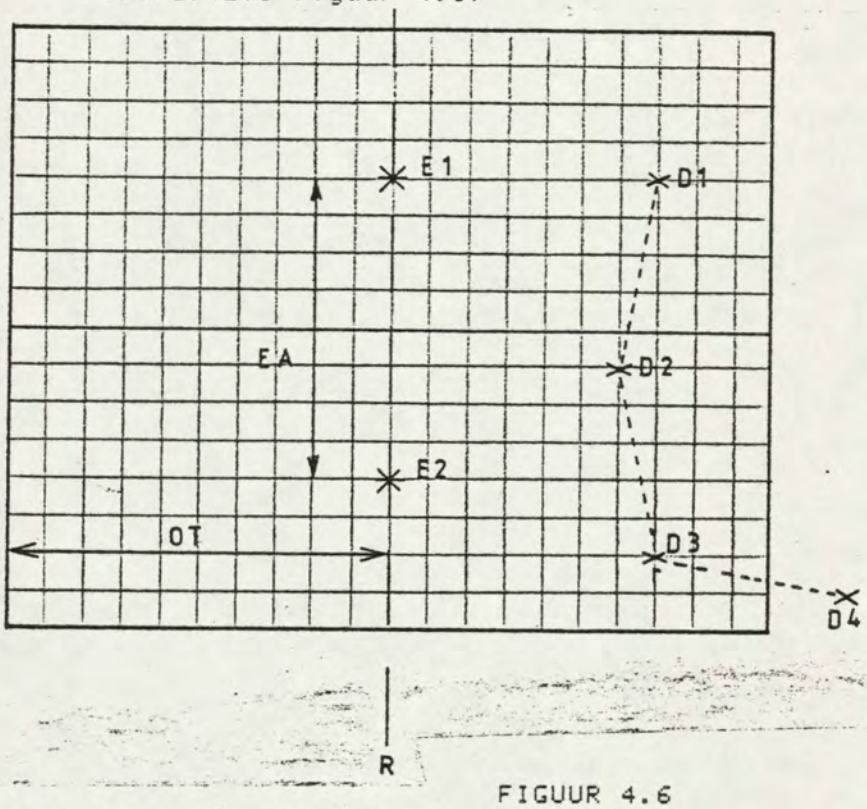
Van de drie disk-drives is er een voor een groot deel bezet met het operating-systeem (RSX-11M), de applikatie software en de zogenaamde Mapdescriptor file. Hierin zijn alle kontouren van het werkgebied en de kaartgegevens eenmalig met de hand ingevoerd en hieruit kunnen de benodigde gegevens voor de presentatie van een bepaalde kaart uitgelezen worden. De overblijvende disk-ruimte is opgevuld met een werkbestand en omvat een aantal zogenaamde survey-files waarin de vaste raaigegevens en de variabele diepte gegevens met de bijbehorende posities zijn opgeslagen. Elke nieuwe opname die ingelezen wordt overschrijft de vorige opname, tenzij het anders wordt opgegeven. In principe zit dus in het werkbestand de meest recente opname van het totale gebied.
De magneetbandeenheid wordt gebruikt voor de opslag van de gegevens op langere termijn.

De floppy disk dient voor de overdracht van gegevens van en naar het boordsysteem.

De met het boordsysteem opgenomen gegevens worden dus vanaf de floppy disk ingelezen en overgezet naar de survey-files op disk.
Tegelijkertijd wordt bij het inlezen gekorrigeerd voor de waterstand volgens een vast op te geven verhouding tussen 2 getij-meetstations.
De meetwaarden hiervan zijn on-line beschikbaar en worden via het in gebruik zijnde snelpeil-gegevenspresentatie systeem ingelezen in het verwerkingssysteem. De meetwaarden worden vanaf het meetpunt radiografisch overgestuurd en na een voorbewerking en kontrole op een centraal inwinstation (Zierikzee) weer uitgezonden.
Naar keuze kunnen de gewenste meetwaarden (max. 40) van een aantal stations automatisch ingelezen worden.
Bij het inlezen van de peildata kan tevens een korrektie voor de variatie in de geluidssnelheid verkregen uit de meting ervan of via ijking met een plaat, de zg. barcheck, uitgevoerd worden.
De uiteindelijke gegevens die in de survey-file komen te staan zijn een diepte met de daarbij behorende XY-waarde. De opgenomen gegevens worden daartoe als volgt omgerekend. Door 3 gemeten posities wordt een tweedegraads kromme berekend. Op deze kromme wordt met behulp van de tijd de positie bepaald van de gemeten dieptes. Intern in het systeem wordt gewerkt met gereduceerde systeem koordinaten.
De opslag van de uiteindelijke bepaalde positie vindt plaats in meters i.v.m. de benodigde ruimte. Zou de opslag in dm of cm plaats vinden, dan zou voor de posities 2x zo veel opslagruimte nodig zijn.

Gemeten dieptes worden na korrektie opgeslagen in dm.
De eerste bewerking van de gegevens in de survey-file is kontrole op de juistheid van de gegevens. Via een programma kunnen de opgenomen gegevens op een grafisch display gepresenteerd worden in profiel, waarbij op dezelfde lengte schaal de gevaren track wordt getoond. Via een kommando kunnen die gegevens, die als foutief aangemerkt worden, verwijderd worden.
Vooropgesteld dat het in een gegeven geval duidelijk is dat er sprake is van een storing in de plaatsbepaling, dan kan tussen 2 als goed aangenomen posities de tussenliggende posities door rechtlijnige interpolatie gewijzigd worden.
Op bovengenoemde wijze worden alle opgenomen gegevens gekontroleerd.
De op deze wijze gekontroleerde data blijft bewaard in de survey-file en wordt ruwe data genoemd. Uit deze ruwe data ontstaat door evaluatie geevalueerde data, afgekort Eval-data.

Het evaluatie proces omvat het sommeren van alle diepte data binnen een vakje met een op te geven afstand, de z.g. off-track-tolerance, vanuit de theoretische raai en met een eveneens op te geven onderlinge afstand in de raai, de evaluatie afstand. In het midden van het vakje, het Evaluatiepunt, wordt de gemiddelde diepte in dat vakje gepresenteerd.(zie figuur 4.6)



R = Theoretische raai
r = Gevaren raai
Dn = Werkelijke opgenomen diepte
En = Diepte in Evaluatiepunt
EA = Evaluatie punt afstand
OT = Afstand tot de theoretische raai waarbinnen diepte nog meegerekend wordt voor En, z.g. Offtrack-tolerance.
E1 = D1
E2 = (D2 + D3) / 2

FIGUUR 4.6

In figuur 4.7 wordt een stukje ruwe data kaart getoond en van hetzelfde stukje de geevalueerde data.

16.8	18.7	19.7
16.9	18.6	19.7
16.7	18.8	19.6
16.9	18.8	19.8
16.8	19.0	19.8
16.9	19.0	19.8
17.0	19.5	
17.0	19.2	19.5
17.1	19.1	19.8
17.0	19.0	
17.1	19.2	19.8
17.0	19.1	20.0
		19.7
17.1	19.4	19.9
16.8	19.5	20.1
16.9	19.1	19.8
16.8		19.6
16.6	19.1	19.8
16.8	19.3	19.6
16.6	19.2	19.4
	19.1	19.3
16.6	19.1	19.0
16.5	18.8	
	18.9	19.0
16.6	18.6	19.0
16.4	18.6	19.2

700

16.8	18.7	19.7
16.7	18.7	19.7
16.9	18.8	19.8
16.9	19.1	19.8
16.9	19.2	
17.0	19.2	19.6
17.1	19.0	19.8
17.1	19.2	19.9
17.0	19.2	19.8
17.1	19.4	19.9
16.9	19.5	19.9
16.8	19.2	19.7
16.7	19.2	19.6
16.8	19.2	19.4
16.6	19.1	19.2
16.7	19.1	19.0
16.5	18.9	19.1
16.7	18.7	19.1
16.4	18.5	19.5

700

FIGUUR 4.7

Uit het aldus ontstane data-bestand kan geput worden voor de diverse presentaties en berekeningen die mogelijk zijn, zoals :

- trackplotter kaarten
- dieptecijferkaarten met ruwe data
- dieptecijferkaarten met geevalueerde data
- dieptecijferkaarten met ruwe of geevalueerde data tussen een op te geven max. en min. diepte
- verschilkaarten uit de geevalueerde data van twee verschillende opnames
- verschilkaarten tussen de opgenomen data en een theoretisch profiel

In al deze presentaties kunnen naar keuze de kontouren en/of de theoretische lijnen van het te maken werk getekend worden.
Uit de geevalueerde data kunnen profielen gepresenteerd worden op een te kiezen vertikale en horizontale schaal met max. 10 opgenomen profielen door elkaar en een aantal theoretische profielen.
Tevens kunnen hoeveelheden berekend worden tussen 2 opnames, 1 opname en een theoretisch profiel en 2 opnames rekening houdende met het te maken theoretische profiel en de daarop toegestane baggertolerantie.
Zowel de ontgraven als de opgehoogde hoeveelheden worden berekend.

Ten behoeve van de morfologische ontwikkelingen in het gebied rondom de te bouwen kering worden bij de Dienst Informatie Verwerking van de Rijkswaterstaat uit de opgenomen ruwe data gegevens, die daar op tape aangeleverd worden, dieptelijnkaarten geproduceerd.

4.5 Organisatie, planning en produktie

Het was gebruikelijk dat bij in uitvoering zijnde werken de aannemer zijn eigen peildienst had ten behoeve van voortgangskontrole op zijn eigen werk en dat Rijkswaterstaat ook een eigen peildienst op het werk had ten behoeve van de kontrole voor de direktie.

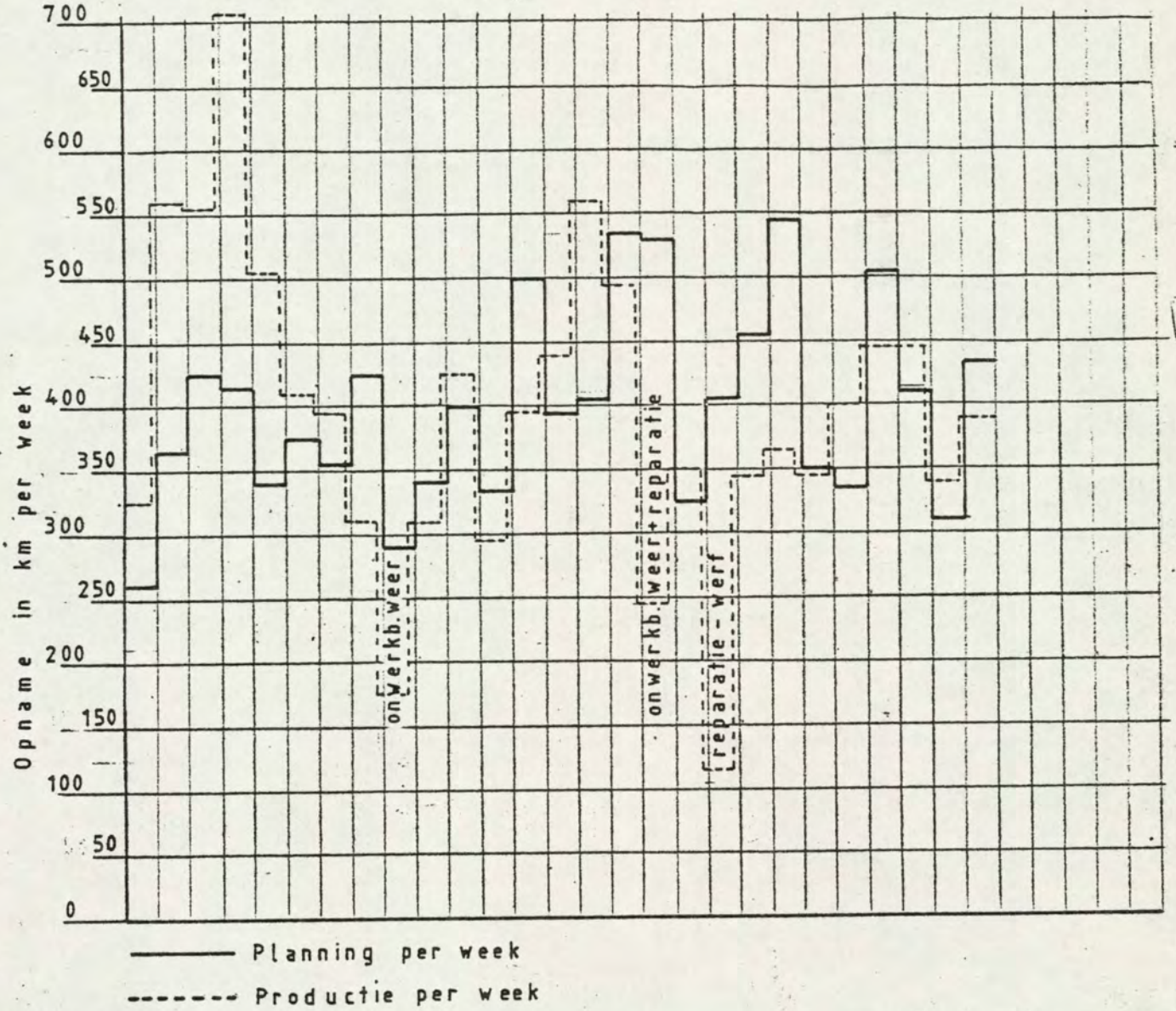
Bij de uitvoering van de Oosterscheldewerken is dit spoor verlaten en is, mede dank zij de aanpak in projektverband, gekozen voor 1 peildienst, die al het peilwerk uitvoert, zowel voor de aannemer als voor de direktie. Dit heeft in ieder geval als groot voordeel, dat alles in principe slechts eenmaal gepeild zal worden en dat beide belanghebbenden van dezelfde gegevens gebruik maken.

Door het dienstverlenende karakter van het soort werk is de inzet sterk afhankelijk van de voortgang van het te maken werk.
Elke wijziging in de planning of vertraging in de werkzaamheden heeft dan ook bijna altijd direkt konsekwenties voor het peilbedrijf.
Aan de hand van de vigerende overall planning is dan ook getracht een lange termijn planning op te stellen om daaruit met behulp van de bekende produktie cijfers een schatting te kunnen geven van de benodigde in te zetten mensen en middelen.
Per kwartaal wordt in overleg met de direkt betrokkenen van Rijkswaterstaat en de aannemer een korte termijnplanning opgezet, waarbij de eventuele knelpunten om een beslissing vragen in de vorm van het wijzigen van de frekwentie van peilen, raaiafstand en raailengtes.

Binnen de peildienst wordt dan nog aan de hand van deze kwartaalplanning een weekplanning opgezet aan de hand van de meest aktuele stand van zaken.

Hoe moeilijk voorspelbaar de gevraagde inzet is ondanks al de bovengenoemde aktiviteiten moge blijke uit figuur 4.8 de 4e kolom, waarbij gepland was een produktie van ca. 400 km per week en uiteindelijk de werkelijke produktie ca. 700 km bleek te zijn.
Dit vergt enorm veel flexibiliteit van betrokkenen en is alleen te verwezenlijken bij een goede kommunikatie tussen alle betrokkenen.

Vermeld dient nog te worden dat in de gevallen waar de produktie lager was dan de geplande produktie de oorzaak te vinden is in onwerkbaar weer (ca. 10% van de tijd) of in reparatie aan schepen of instrumentarium.



FIGUUR 4.8

5. MEETSYSTEEM CARDIUM

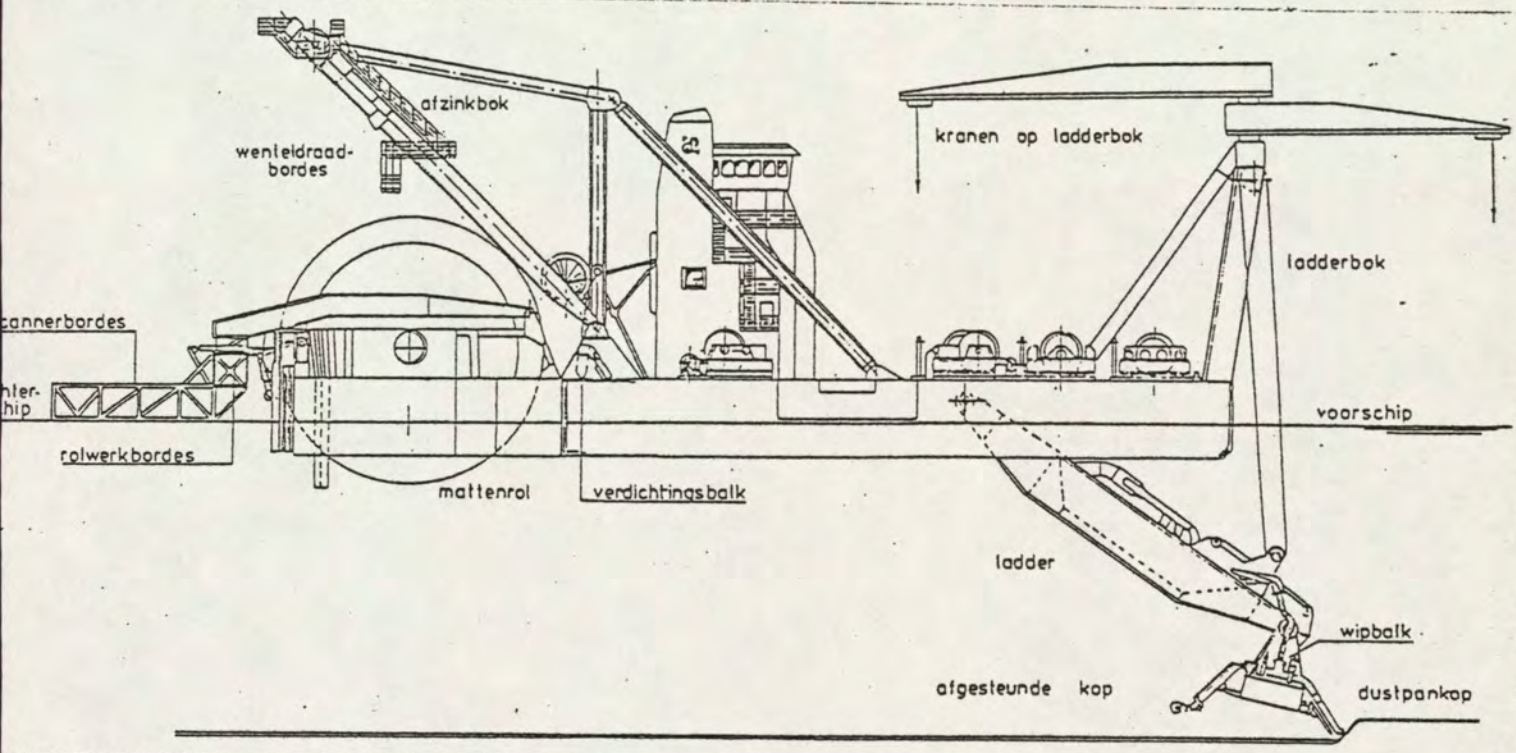
5.1 Inleiding

De Cardium (fig. 5.1) is een ponton met de volgende hoofdafmetingen :

Lengte ponton	:	50,0/72,0 meter
Breedte ponton	:	82,0 meter
Holte	:	5,8 meter
Diepgang	:	2,5 meter

De Cardium kan de volgende hoofdfuncties verrichten :

- dustpannen
- matleggen
- verdichten
- peilen
- opschonen



FIGUUR 5.1

5.1.1 Dustpannen

Aan de voorzijde van het ponton is een ladder met wipbalk gemonteerd. Aan de wipbalk zijn de dustpan koppen bevestigd. Met waterstralen wordt de bodem losgespoten en met de dustpanmond opgezogen.
De wipbalk is kantelbaar aan de ladder gemonteerd. Hierdoor is het mogelijk om de zuigkoppen onder een bepaalde hoek t.o.v. de bodem te plaatsen. De buitenste koppen zijn tevens kantelbaar in dwarsrichting. Op deze manier is het mogelijk om het gewenste dwarstalud te verkrijgen.
Om het baggermengsel af te voeren wordt een drijvende leiding aan het ponton gekoppeld. De maximale diepte waarop gebaggerd kan worden is ca. - 35 meter.
Een laag zand, dik ca. 2 m en breed 44 m, kan in een slag weggezogen worden bij een snelheid van 2 m/min..

5.1.2 Matleggen

Aan de achterzijde van het ponton kan een matrol bevestigd worden. Deze rol is geschikt om matten van 200 m lengte en 42 m breedte te dragen. Aan het begin van de mat wordt een kopbalk bevestigd om een stabiele verankering van de kop van de mat te verkrijgen. Met behulp van wentel- en afzinklieren wordt de mat afgerold. Als de mat afgerold is wordt de kopbalk teruggewonnen om deze bij de volgende mat wederom te gebruiken. Aan het einde van de mat is een staartbalk bevestigd, welke eveneens teruggewonnen wordt na het matleggen.
De Cardium legt ondermatten : 200 m lang, 42 m breed, 0,35 m dik
en bovenmatten : 60 m lang, 30 m breed, 0,35 m dik.

5.1.3 Verdichten

Achter het dekhuis is de verdichtingsbalk geplaatst. Deze bestaat uit een balk waarop units zijn gemonteerd welke in trilling worden gebracht om de mat te verdichten.

5.1.4 Peilen

Aan de wipbalk zijn 24 echoloden bevestigd, waarmee in een slag over 42 m breedte gepeild kan worden. Naast de gebruikelijke in- en uitpeilingen van het gemaakte werk is de installatie van belang om de vlakheid van de gelegde en verdichte mat te meten.
Met deze gegevens wordt een korrektie-mat gemaakt om de uiteindelijke scheefstand van de pijler minimaal te houden.

5.1.5 Opschonen

Aan de achterzijde van de wipbalk zijn 10 opschoonkoppen gemonteerd. Deze kunnen over de bodem rijden met een rubber rol.
Met deze opschoonkoppen wordt een mat zand- en grindvrij gemaakt.
De ondermat dient schoon te zijn voordat verdicht wordt en voordat de vlakheidsmeting uitgevoerd wordt.

5.2 Normen voor de werkzaamheden van de Cardium

De normen waaraan de eindresultaten van de processen van de Cardium moeten voldoen staan in onderstaande tabel vermeld tezamen met de meetnauwkeurigheden (figuur 5.2).

	RESULTAAT		PROCES	METEN
1	Vlakheid bovenmat dwarsrichting		8 mm/m	2 mm/m
	langsrichting		4 mm/m	1 mm/m
2	Hoogte ligging mat		15 cm	6 cm
3	Grove positie zuigmonden	X	100 cm	18 cm
		Y	100 cm	8 cm
		Z	15 cm	12 cm
4	Fijne positie zuigmonden bij matleggen	X	50 cm	18 cm
		Y	50 cm	8 cm
		Z	<15 cm	12 cm
5	Positie kopbalk	X	100 cm	50 cm
		Y	50 cm	35 cm
		Z	20cm/40m	
6	Positie zijkant mat	Y	50 cm	40 cm
7	Positie verdichtingsbalk	X	50 cm	40 cm
		Y	50 cm	40 cm

FIGUUR 5.2

5.3 Meetprincipe

Zoals in de inleiding is gesteld zijn de taken van de Cardium

- baggeren
- matleggen
- peilen
- verdichten

Hiertoe moeten punten op de verschillende onderdelen van het ponton in sluitgatkoordinaten worden bepaald.
Het principe van de berekening van een punt van de Cardium (of van een met een sonar gemeten punt van de mat of bodem) in sluitgatkoordinaten is als volgt (zie ook het schema in figuur 5.3).

- Uit de horizontale hoek en de vertikale hoek, die de Minilir bepaald heeft, plus de afstand bepaald door de AGA worden de koordinaten van de reflektorunit (rfu) op het ponton t.o.v. het opstelpunt van de Minilir/AGA berekend (delta X, delta Y en delta Z).
  Deze koordinaten worden opgeteld bij de koordinaten van het opstelpunt, zodat de positie van de reflektorunit in sluitgatstelsel bekend is.
- Indien met twee Minilir/AGA kombinaties gemeten wordt, kan uit de posities van beide rfu's de koers berekend worden. In dit geval wordt voor verdere berekeningen deze berekende koers gebruikt.
  Indien met een Minilir/AGA kombinatie gemeten wordt, wordt de gyrokoers gebruikt voor verdere berekeningen.
- Van alle punten die men in sluitgatgrid wil kennen, worden de Cardium koordinaten (t.o.v. de rfu) geroteerd ter korrektie van de slagzij, de trim en de koers (Rx, Ry en Rz). Het resultaat wordt opgeteld bij de koordinaten van de reflektorunits.
- Punten op bewegende delen van de Cardium (ladder, wipbalk, zijsekties, opschoonkoppen) moeten daarvoor al in Cardiumgrid berekend zijn.
  Deze bewegende delen hebben daartoe ieder een eigen grid.
  Punten van de zijsektie worden eerst in wipbalkgrid uitgedrukt.
  Daarna worden zij, samen met de andere punten van de wipbalk omgerekend in Cardiumgrid.
- Nu zijn alle punten op of aan de Cardium in sluitgatgrid bekend.
  De meetresultaten van de diverse sonarapparatuur (LTO, profilers, USB) worden nu omgerekend tot koordinaten van het aangemeten punt t.o.v. de sensor.
  Deze koordinaten, opgeteld bij de koordinaten van de betreffende sensor in sluitgatgrid, geven de koordinaten van een aangemeten punt (bodem, mat, kopbalk) in sluitgatgrid.

Voorbeeld: LTO 10 geeft een diepte van 7,50 m.

Dus :	koord. t.o.v. transducers	: (0, 0, - 7,5)
	koord. transducers (sluitgatgrid)	: (1500, 7600, -15)
	koord. bodempunt	: (1500, 7600, -22,5)

5.4 Meetsysteem

Het meetsysteem van de Cardium is zodanig uitgelegd, dat elke komponent kan uitvallen zonder dat hiervoor een kritisch proces afgebroken moet worden. Dit geldt voor de sensoren, voor de komputer en zijn randapparatuur en voor de uitvoer van de bewerkte gegevens (zie figuur 5.4).
Het meetsysteem maakt voor de bewerking van alle gegevens gebruik van een PDP 11/44 komputer, waarop aangesloten is een LSI-MPI systeem op basis van de PDP 11/23, dat als preprocessor fungeert en een data akwisitie systeem ANDS 5400, dat analoge en digitale signalen geschikt maakt voor de PDP 11/44.
Onder normale omstandigheden is systeem 1 in bedrijf en staat systeem 2 "warm" stand-by. Hierdoor kan systeem 2 in geval van een storing in systeem 1 onmiddellijk de taak van systeem 1 overnemen.

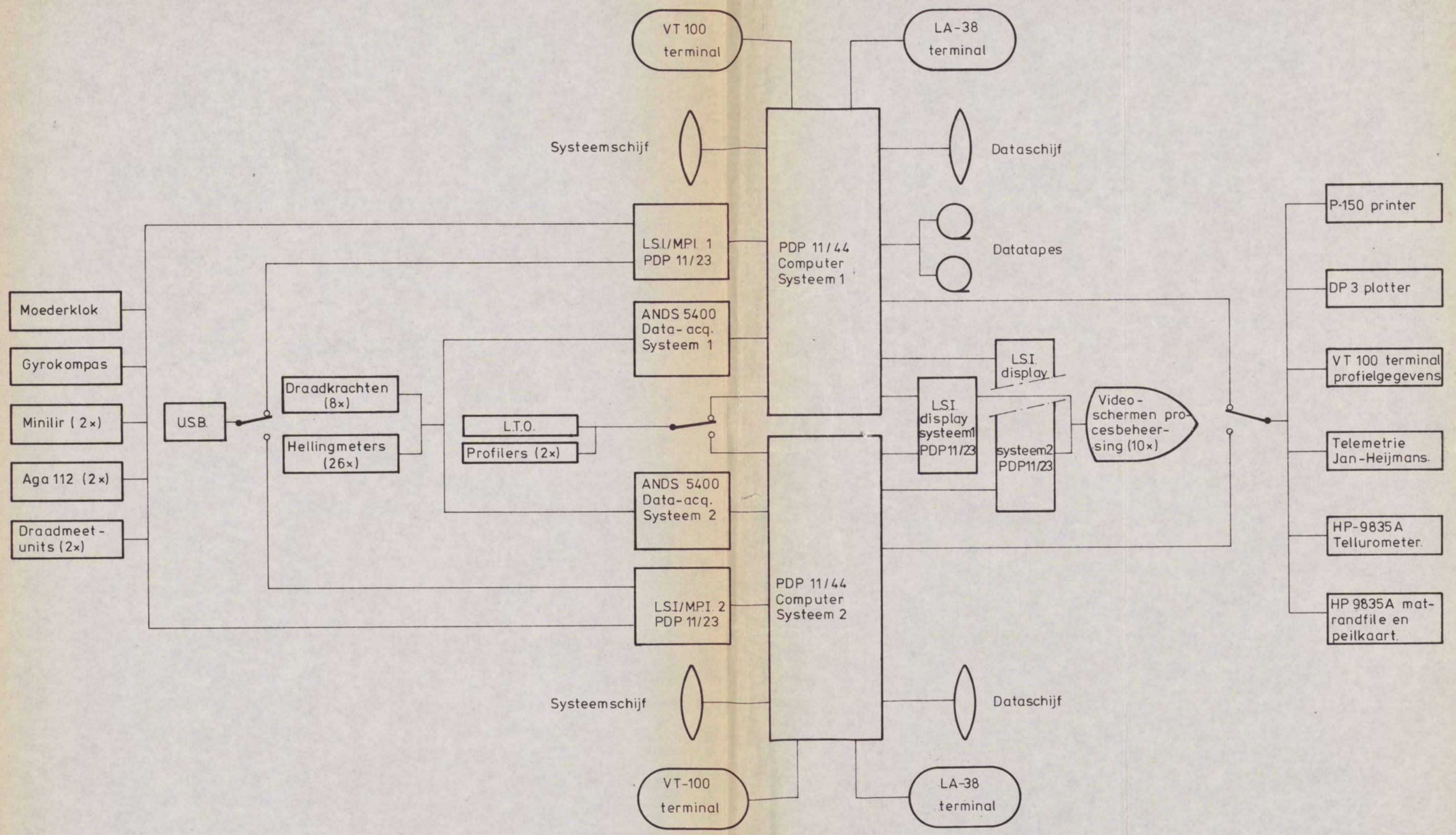
Dit wordt als volgt gerealiseerd :

- bij het opstarten van de beide systemen wordt in elke komputer vanaf magnetische schijf de database geladen. Deze database is voor beide komputers identiek en wordt gevormd door alle in het Survey systeem aanwezige gegevens.
- tijdens bedrijf lezen beide systemen alle relevante sensoren uit, zodat beide databases steeds gelijk blijven.
- tijdens bedrijf worden alle opdrachten, die de operator aan systeem 1 geeft, door systeem 1 aan systeem 2 doorgegeven. Ook hierdoor blijven beide databases identiek.
- tijdens bedrijf wordt door beide systemen hun database met regelmatige tussenpozen op magnetsiche schijf gekopieerd, zodat, na een kortstondige onderbreking in de energievoorziening van de komputers als gevolg van een storing, deze met een geldige database hun werk kunnen vervolgen.

Teneinde de gevolgen van een storing van de energievoorziening zoveel mogelijk te beperken zijn de volgende maatregelen getroffen :

- de beide komputersystemen zijn aangesloten op een gestabiliseerde voedingsbron, die, na uitvallen van de scheepsenergie voorziening, het komputersysteem gedurende 15 minuten in bedrijf houdt.
- het gyrokompas wordt gevoed door een gelijkstroom akku, die kontinue vanuit het scheepsnet wordt geladen.
- alle sensoren zijn verdeeld in primaire en sekundaire sensoren, die identiek zijn. Voor zover mogelijk worden zij door verschillende groepen vanuit het scheepsnet gevoed.

Indien het systeem onverhoopt naar systeem 2 omschakelt is het niet mogelijk registratie van procesgegevens op de tape eenheden uit te voeren, aangezien deze slechts op systeem 1 zijn aangesloten.
Door het systeem bestuurde sensoren als profilers en LTO worden met een schakelaar op systeem 2 overgezet. De overige worden in beide systemen ingelezen.
De informatie op de videoschermen van de proces lessenaars, te weten de verhaal-, de bagger- en de matleg- en verdichtingslessenaar, wordt elke drie sekonden ververst.



figuur 5.4

MEETSYSTEEM „CARDIUM"

(hardware)

5.5 Betrouwbaarheid van meetresultaten

Het kunnen voldoen aan de hoge nauwkeurigheidseisen, die aan de Cardium zijn gesteld, hangt af van :
- een goede programmering van de komputer.
- een juist funktioneren van de sensoren.
- het beschikken over goed opgeleid personeel.
- het handhaven van procedures, met name in dit licht bezien van ijk-procedures.

De procedures, die ten aanzien van de betrouwbaarheid van de meetresultaten inhet leven zijn geroepen zijn :

- voor de sensoren :
  * periodieke ijking van elke sensor.
  * periodieke kontrole op eindresultaten van metinge, verricht door kombinaties van sensoren.
  * vormbepaling van het ponton.
  * periodiek onderhoud van elke sensor.
- voor het proces :
  * kontrole op aanwezigheid van individuele sensorsignalen.
  * kalibratie van het data akwisitiesysteem.
  * kalibratie van sensorwaarde t.o.v. gemeten waarde, en van berekende waarde t.o.v. werkelijke waarde.
  * opgeven van maximale toegestane afwijkingen van de invoersignalen en de standaardafwijking.
- tijdens het proces :
  * testen op betrouwbaarheid van de berekening.
  * kontrole op tussenresultaten door vergelijking met overtallige meetresultaten.
  * testen op sluitfouten.
  * kontrole op de stabiliteit van gemeten waarden.

5.6 Bouw van het meetsysteem.

Een complex meetsysteem, zoals dit op de Cardium nu operationeel is, vereist een bepaalde voorbereidingstijd. Het meetsysteem is te onderscheiden in een aantal delen, te weten :

- software, waaronder in dit geval verstaan wordt de probleemdefinitie, het meetverhaal, de funktionele specifikatie, het systeem ontwerp, de uiteindelijke programmering en de begeleiding van de bouwer.
- hardware, waaronder in dit geval verstaan wordt de keuze van de komputer, de benodigde randapparatuur, bedieningsapparatuur, uitvoermedia, apparatuur afname en installatie.
- sensoren, waaronder in dit geval verstaan wordt de keuze van de sensoren, het eventueel testen op geschiktheid, het eventueel ontwikkelen van een sensor.
- sensor hardware, waaronder in dit geval verstaan wordt de installatie van de sensor en de daarvoor benodigde hulpkonstrukties, de bekabeling, spanningsvoorziening.
- sensor afname, waaronder in dit geval verstaan wordt het inmeten en ijken van de sensor en de juistheid van het afgegeven signaal t.p.v. einklemmen.
- hardware integratie, waaronder in dit geval verstaan wordt het aansluiten van de sensorhardware op de komputerhardware.
- software afname, waaronder in dit geval verstaan wordt het afnemen van de software bij de bouwer ervan en de afname aan boord.
- training van personeel, hetgeen voor zich zelf spreekt.

Het oorspronkelijke ontwerp heeft tijdens de bouw relatief forse wijzigingen ondergaan. De benodigde computerkapaciteit bleek te gering zodat op grotere computers overgegaan is. In een later stadium is de opzet

veranderd. In plaats van een groot systeem werden het er een drietal. Verder werd de hoeveelheid metingen beperkt door presentaties te vereenvoudigen.

5.7 Operationele ervaring

Na 10 maanden werken met de systemen aan boord kunnen de volgende konklusies getrokken worden:

- De op grond van proeven en theoretische waarden bepaalde nauwkeurigheden blijken ruim gehaald te worden.
- De keuze van een multi user systeem heeft het mogelijk gemaakt tijdens processen te doen en kalibraties uit te voeren. Dit verhoogt de produktiviteit van het sdchip.
- De akoestische meetsystemen geven aanleiding tot voortdurende aandacht en kontrole.

6. MEETSYSTEEM WIJKER RIB/PORTUNUS

6.1 Inleiding

Het ontwerp van de S.V.K.O gaat uit van geprefabriceerde elementen. Tussen het aanbrengen van de verschillende elementen ligt, soms veel soms weinig, tijd. Het is dan ook noodzakelijk, dat reeds geplaatste elementen bewaakt worden op aangroei, en beschadiging Ook is tijdens het aanbrengen ervan kontrole vereist op het schadevrij verlopen ervan, als ook op insluiting van zand.

In 1980 is begonnen met de ontwikkeling van een speciaal voertuig, ten behoeve van onderwaterinspekties. Een voertuig, omdat onder ongunstige omgevingskondities, zoals zeer beperkt zicht en relatief hoge stroomsnelheden, binnen zeer korte tijd grote oppervlakken geinspekteerd moeten worden.

De inspektietaken van het voertuig zijn:

- vaststellen van eventuele beschadigingen aan de fundatiematten en tegelmatten, nadat deze gelegd zijn.
- detektie van aanzanding op de onderste fundatiemat vlak voor het leggen van de bovenste fundatiemat en op de tegelmat vlak voor het plaatsen van de pijler.
- vaststellen van eventuele ontgronding direkt naast de gelegde fundatiematten.

6.2 Randvoorwaarden en omgevingskondities

Het inspektievoertuig, Portunus genaamd, voldoet kwa ontwerp aan de volgende voorwaarden :

- het mag geen schade veroorzaken aan enig element van de S.V.K.O.
- het mag geen vertraging veroorzaken van de processen van het Bijzonder Materieel.
- het moet onder alle kondities beheersbaar zijn.
- de inspektie resultaten moeten binnen een uur na de inspektie ter beschikking van de procesbegeleiders van het funderingsmat- en plaatsen pijlers bedrijf gesteld kunnen worden.

De omgevingskondities, waaronder de Portunus moet werken, zijn:

- stroomsnelheid: maximaal 2.5 m/s
- zicht : in het zomerseizoen enkele meters
  in het winterseizoen minder dan 0.05 m
- golfhoogte : H significant 0.75 m, periode 4 - 6 s
- deining : H significant 0.3 m, periode 6 - 7 s

De eisen, die aan de positionering en de plaatsbepaling van de Portunus gesteld zijn, zijn zeer hoog, omdat:

- eenmaal opgespoorde beschadigingen ook onder ongunstige zichtkondities teruggevonden moeten kunnen worden, zodat reparatie uitgevoerd kunnen worden.
  Hiertoe wordt gebruik gemaakt van de diensten van duikers, al dan niet in een duik/reparatiekamer (met een bodemafmeting van 3 bij bij 6 meter.
- het werken met en van de Portunus onder alle omstandigheden veilig gedaan moet kunnen worden.

6.3 Inspektiesysteem Wijker Rib/Portunus

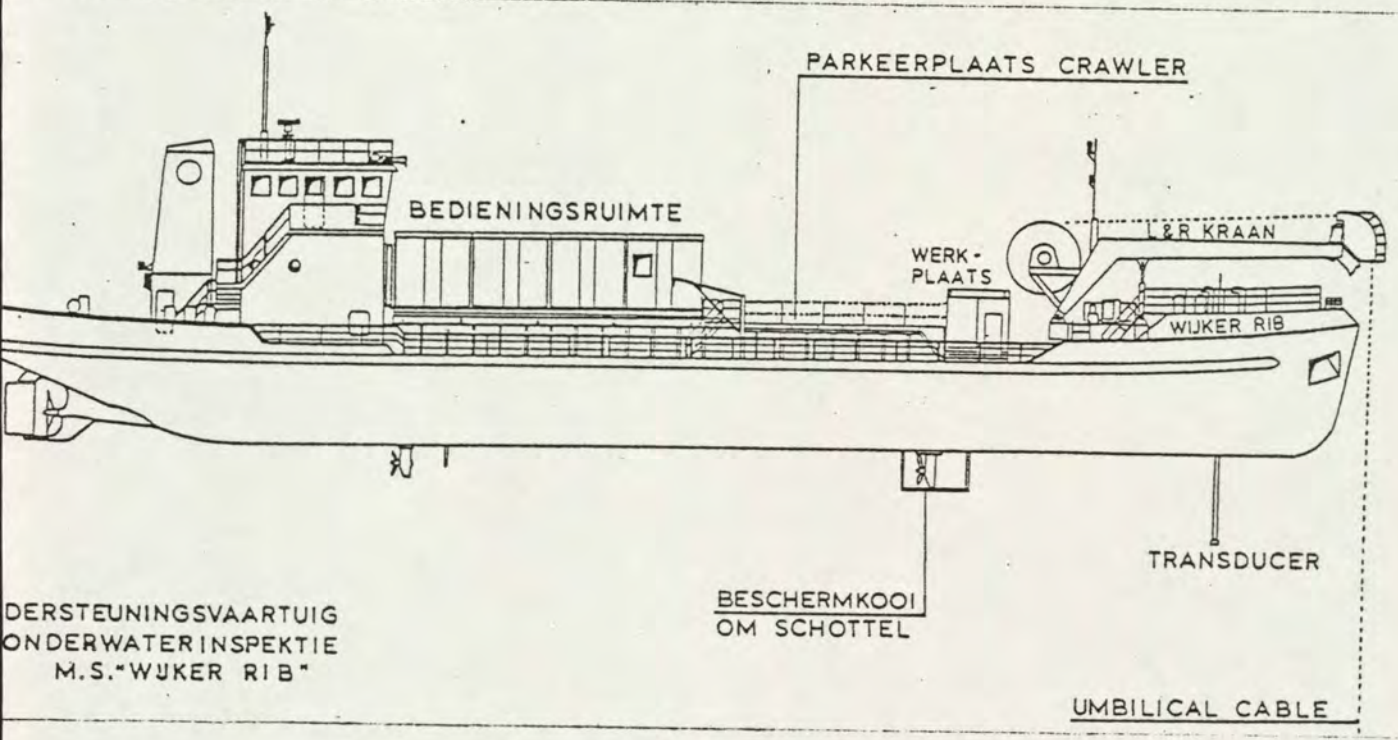
Binnen het onderwater inspektie systeem zijn drie subsystemen te onderscheiden, namelijk:

- het ondersteuningsvaartuig Wijker Rib voorzien van een speciale kraan en werkruimtes voor bediening en onderhoud van de Portunus.
- de Portunus zelf met zijn besturings- en navigatiehulpmiddelen.
- de inspektieapparatuur op de Portunus met de bijbehorende verwerkings- en presentatiemiddelen.

De drie subsystemen zullen hierna kort beschreven worden.

6.3.1 Wijker Rib

De in 1960 gebouwde Wijker Rib begon haar loopbaan als steenstorter, werd vevolgens verbouwd tot karteringsvaartuig en tenslotte aangepast voor de funktie van ondersteuningsvaartuig voor de Portunus. De afmetingen van het vaartuig zijn 54 m lang, 9.5 m breed en een gemiddelde diepgang van 1.80 m. De Wijker Rib is een dubbelschroefs motorschip en voorzien van twee extra roerpropellors, een voorin en een achterin het oorspronkelijke laadruim.



FIGUUR 6.1

De akkomodatie omvat, behalve de brug en het dagverblijf, ten behoeve van de Portunus een portacabin, waarin de monitor- en de computerruimte is opgenomen, en een container, die als werkplaats voor het onderhoud aan de Portunus is ingericht.

Juist achter het bakdek is een speciale kraan opgesteld, waarmee de Portunus op de bodem wordt geplaatst, dan wel teruggezet op het werkdek. De hijsdraad is met vermogens- en signaalkabels geintegreerd tot een Umbilical kabel (navelstreng) van 250 m. Onder de kraantop is een werkdek aangebracht, waarop de Portunus geparkeerd kan worden.

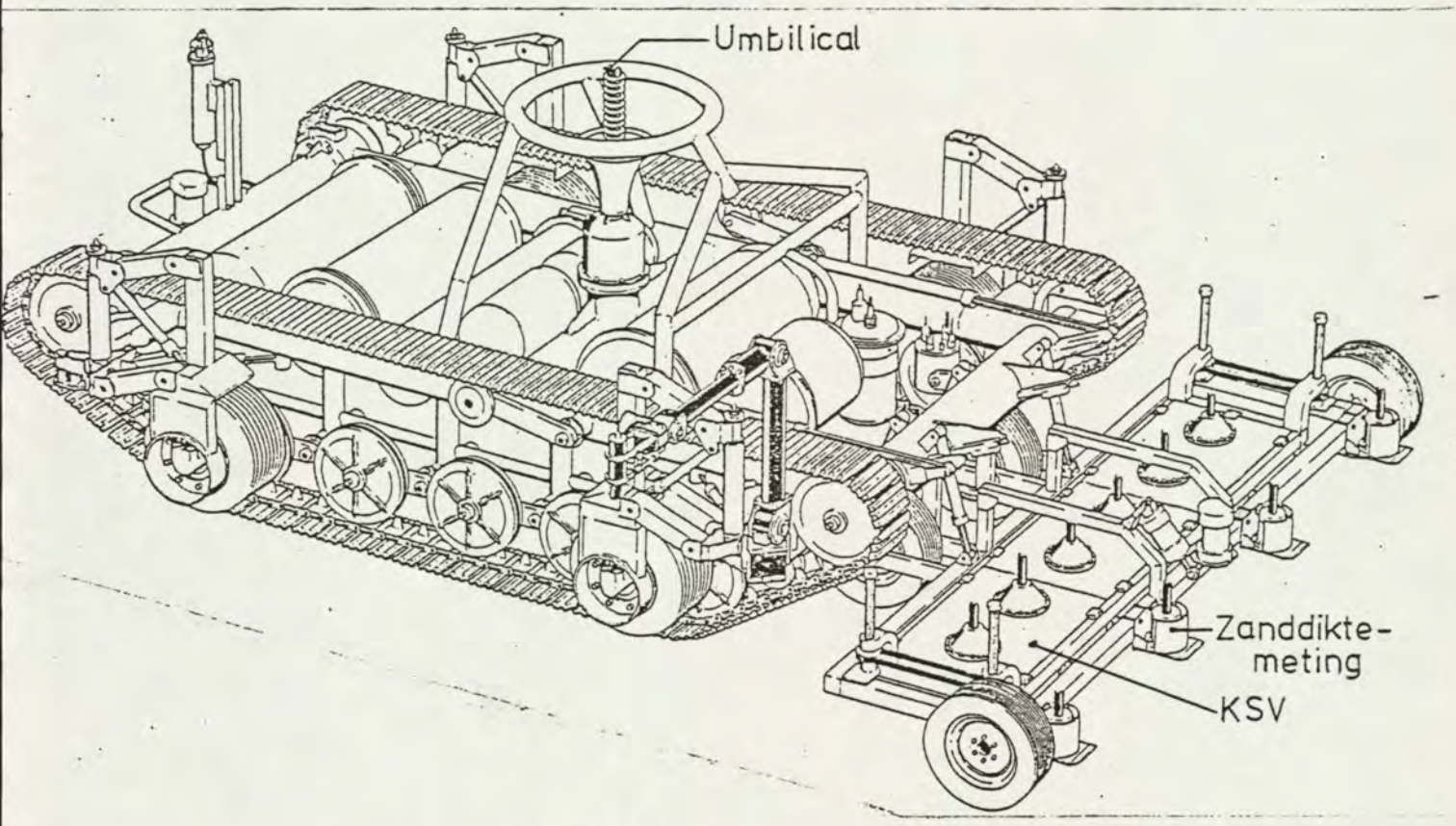
De Wijker Rib is uitgerust met het Trident III radiografisch

oppervlakte plaatsbepalingssysteem en een gyrokompas, terwijl voor plaatsbepaling van de Portunus het Simrad HPR akoestische onder water plaatsbepalingssysteem is geinstalleerd. De transducer van dit systeem wordt bij gebruik ca. 4 m onder het vlak van het schip gebracht.

6.3.2 Portunus

De Portunus is een rupsvoertuig, dat voor grote richtingsveranderingen op vier wielen gezet kan worden die vooraf in een bepaalde stand gezet worden. Voorkomen wordt zodoende, dat door schranken op de rupsen de fundatiematten beschadigd worden.

De afmetingen van de Portunus zijn ca. 6 m bij 4 m, terwijl het gewicht boven water ca. 9 ton bedraagt (onder water ca. 5 ton).



FIGUUR 6.2

De besturing van de Portunus en de bediening van de sensoren geschiedt middels de umbilical cable vanuit de monitor ruimte aan boord van de Wijker Rib.

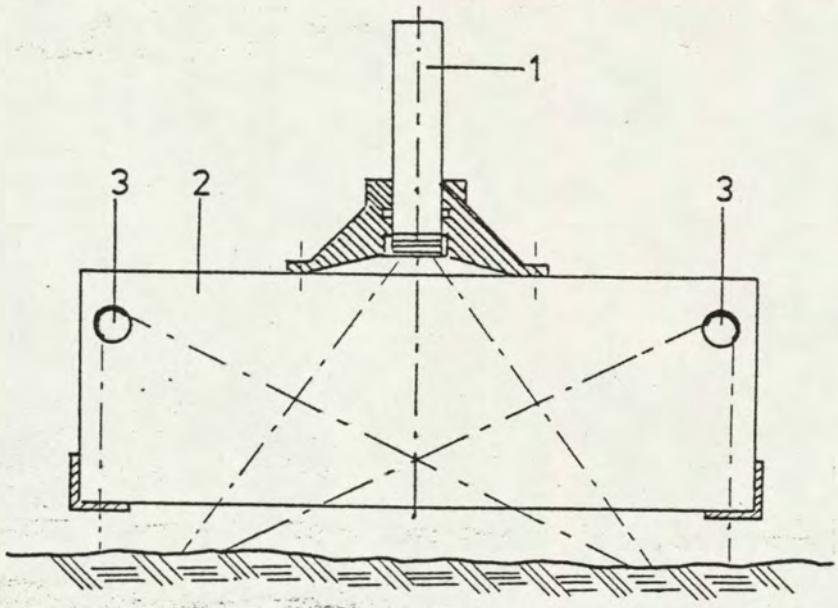
Voor navigatiedoeleinden is de Portunus uitgerust met:

- een akoestische responder voor het Simrad HPR systeem.
- een gyrokompas.
- ODO meters op beide rupsen ter bepaling va de afgelegde weg.
- een Obstacle Avoidance Sonar waarvan een transducer aan voor- en achterzijde gemonteerd is.

Voor zijn inspektietaken is de Portunus utgerust met:

- zes T.V.-kamera's, gemonteerd op dre perspexblokken waarin verlichting is aangebracht. Deze blokken vormen de zgn. Klar Sicht Vorsatz, waarmee bij geringe zichtafstand tot de bodem toch nog

voldoende beeldoppervlak verkregen wordt. De kamera's en KSV zijn gemonteerd in ee apart op wielen afgesteunde wagen die in z'n geheel achterover op de Portunus geklapt kan worden zodat het zwaartepunt van de Crawler bij het hijsen en neerlaten onder het ophangpunt ligt. Hiermee wordt voorkomen dat de Portunus scheef hangt.



1. Kamera 2. KSV 3. Verlichting

FIGUUR 6.3

- vier sensoren voor zanddiktemeting.
- een master-slave manipulator, waaraan voor inspekties in voor de Portunus niet of zeer moeilijk toegankelijke gebieden bevestigd kunnen worden:

  * een T.V. kamera
  * een profiler (profielopnemer)
  * een stroomsnelheidsmeter.

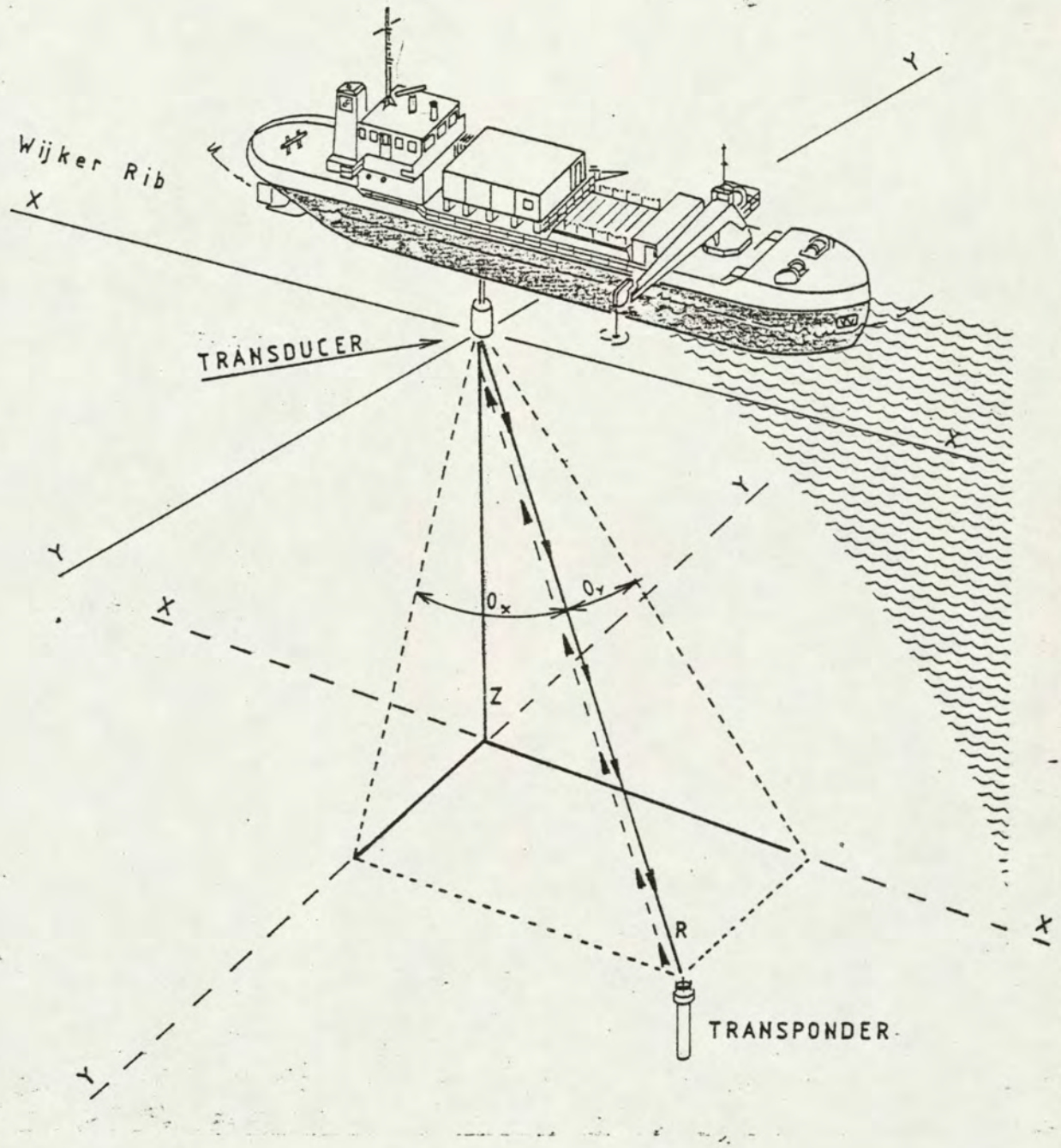
6.4 Het navigatie en positioneringssysteem

De navigatie en positie nauwkeurigheid van de Portunus worden bepaald door twee eisen, die va de veilige handling en die betreffende het eenvoudig terug kunnen vinden van gedetekteerde schades.

De plaatsbepaling vindt plaats met behulp van de volgende middelen :

- een onderwater akoestisch plaatsbepalingssysteem, HPR systeem genaamd (Hydro-acoustic Position Reference)
- het bovenwater radiografisch plaatsbepalingssysteem, Trident III.
- een Dead reckoning systeem waartoe o.a. tachometers en een op de Portunus geplaatste koersgyro behoren.

De met deze systemen gemeten waarden worden ingelezen in een minicomputer, die de posities van schip en seabed crawler berekent en op beeldschermen presenteert.



FIGUUR 6.4

Het HPR systeem

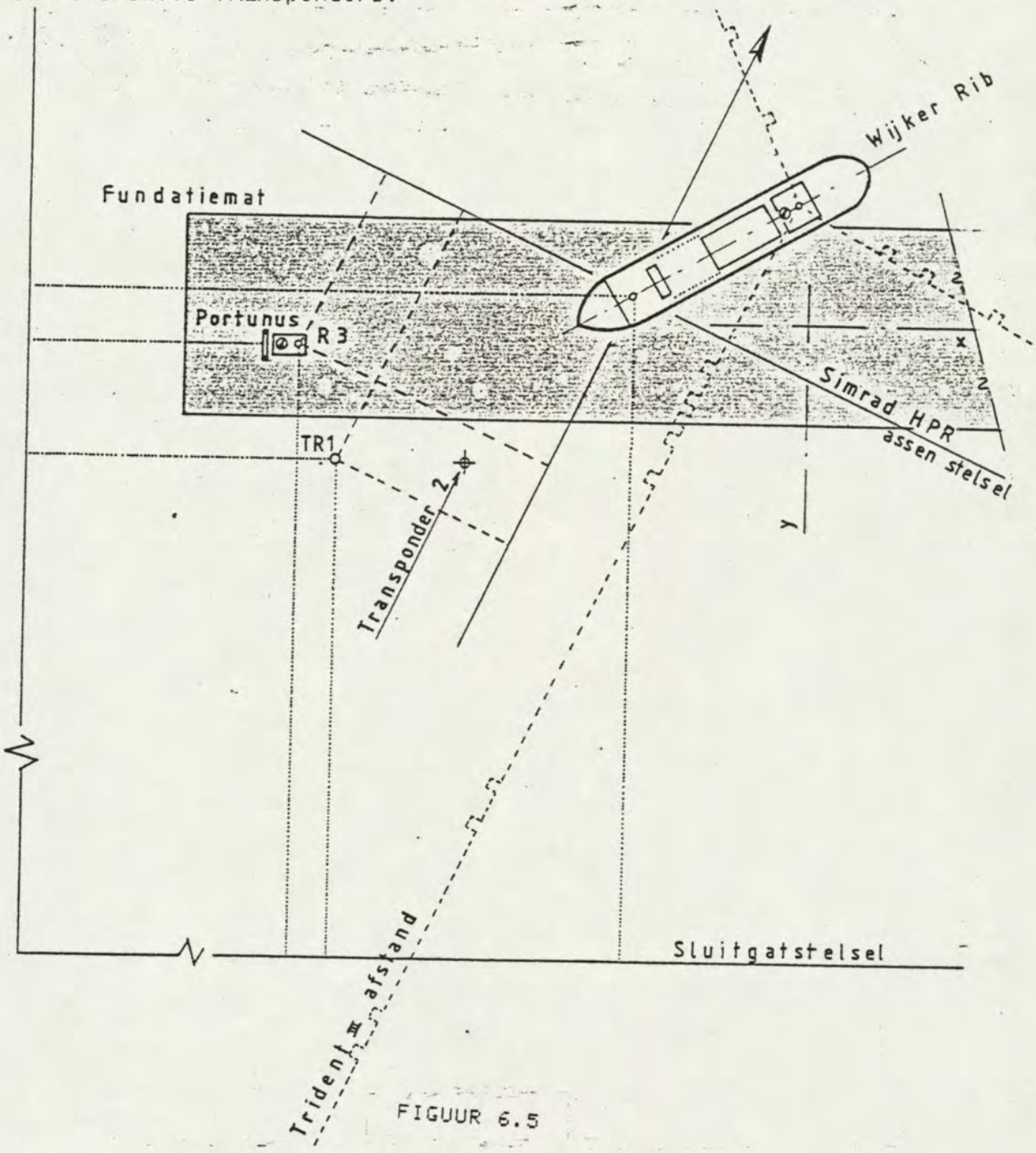
Dit systeem heeft tot taak de positie van de Portunus en de Wijker Rib te meten t.o.v. twee referentie transponders, die op de bodem geplaatst zijn. Zijn de posities van de twee transponders bekend, dan zijn de posities van Portunus en Wijker Rib uit de metingen te bepalen, zij het met de onvermijdelijke meet-onnauwkeurigheden.

Wanneer over slechts 1 referentie transponder beschikt kan worden is het niet mogelijk een eenduidige positie in het sluitgatstelsel te bepalen. Omdat gemeten wordt in een stelsel, gevormd door de transducer als oorsprong en de lengteas van het schip als Y-as. Wordt dit stelsel noord georienteerd, dan wordt het nadeel ondervangen. Daartoe is op de Wijker Rib een koersgyro aangebracht die

met het HPR systeem is gekoppeld.
Een zgn. Vertical Reference Unit korrigeert voor de trim en slagzij bewegingen van het schip.

Het Trident III systeem

Dit systeem is een circulair systeem dat afstanden van het in te meten objekt (de Wijker Rib) meet ten opzichte van bakens op de wal. Uit deze afstanden wordt vervolgens de positie van het schip bepaald. De Trident III wordt uitgelezen door een HP 9825 computer die enerzijds een beeldscherm voorziet van de berekende scheepspositie (een hulpmiddel bij de besturing van het schip), anderzijds de berekende waarden doorzendt naar de mini-komputer. Daar worden ze gebruikt voor een kontrole op de HPR metingen en berekeningen.
Ook is de kombinatie van het Trident III systeem met het HPR systeem een skundair systeem bij het om welke oorzaak ook niet kunnen meten naar de referentie transponders.



FIGUUR 6.5

Het Dead Reckoning systeem

Het dead reckoning systeem bestaat uit twee verplaatsingsopnemers en een koersgyro op de Portunus.
De gegevens van deze sensoren worden gebruikt om via koers en verplaatsing de positie van de Portunus te bepalen t.o.v. een beginpositie.

Het systeem wordt als volgt gebruikt :

- wanneer bij de plaatsbepaling de HPR en Trident uitvallen, kan de positie van de Portunus geschat worden met behulp van de ontbonden deadreckoning gegevens.
- in de zgn. automatic mode ; een "mode" waarbij volledig automatisch na eenmalige invoer van afstanden en een hoek, een bepaald patroon kan worden afgelegd.
- de deadreckoning gegevens tenslotte dienen om de relatieve nauwkeurigheden van de afzonderlijke positiemetingen te vergroten via de zgn. Kalmanfiltering techniek, waarbij de fouten door het meten op verschillende tijdstippen geminimaliseerd worden. (Tussen twee metingen verplaatsen zowel de Portunus als de Wijker Rib zich.)

Visuele plaatsbepaling

Wanneer op een schone filter- of tegelmat gereden wordt is het mogelijk de positie van de Portunus met behulp van de videobeelden te bepalen.
Hiertoe zijn op de fundatiematten gekodeerde vakken aangebracht.
Ook op iedere tegelstrook zijn visuele kenmerken aangebracht.
Iedere tegel van de tegelmat heeft bovendien een apart nummer.
Deze vorm van plaatsbepaling is alleen mogelijk met neergeklapte kamerawagen, en dan nog alleen als de matten niet aangezand zijn.

De plaatsbepalingsmiddelen zijn zo gekozen, dat onder nagenoeg alle omstandigheden informatie over de positie beschikbaar is.
In onderstaand overzicht worden alle mogelijke plaatsbepalingssysteem kombinaties opgesomd.

In figuur 6.6 zijn de bijbehorende nauwkeurigheden voor de belangrijkste inspektietaken weergegeven.

Simrad HPR met twee referentie transponders en gyrokompas

- kontrole en middeling met Simrad HPR meting naar twee referentie transponders
- kontrole met Trident III systeem
- kontrole met Dead Reckoning Systeem
- kontrole met videobeelden

Simrad HPR met een referentie transponder en gyrokompas

- kontrole met Trident III systeem
- kontrole met Dead Reckoning Systeem
- kontrole met videobeelden

Simrad HPR, Trident III, geen referentie transponders

- kontrole met Dead Reckoning Systeem
- kontrole met videobeelden

Dead Reckoning, geen Simrad HPR, geen Trident III

- beginpositie moet bekend zijn
- kontrole met videobeelden

T.V.-kamera's

- kontrole met videobeelden

In dit overzicht zijn alleen de hoofdfunkties aangegeven. Iedere tussenliggende variant is ook mogelijk.

In de microcomputer zijn 32 funkties geprogrammeerd. De keuze van een funktie gebeurt in de microcomputer en hangt af van welke gegevens betrouwbaar zijn.

		Positioneringsnauwkeurigheid (2 sigma-waarden) in meters					
		S Y S T E E M					
	INSPEKTIE	1	2	3	4	5	6
ONDERMAT	Bovenzijde ondermat na leggen	0.76	1.15	2.02	1.46	0.56	7.23
	Bovenzijde ondermat na verd.	0.91/1.01	1.39/1.65	2.27/2.54	2.08/2.36	0.56	6.82/7.50
	Bovenzijde ondermat v. leggen bovenmat	1.19	1.78	3.89	3.77	0.56	5.8250
BOVENMAT	Bovenmat na het verdichten	0.91/1.01	1.39/1.65	2.27/2.54	2.08/2.36	0.56	6.05/6.62
	Bovenmat na storten neg.overl.	0.78	1.22	2.02	1.59	0.56	6.23
	Bovenmat v. leggen tegelmat	0.78	1.22			0.56	6.23
TEGELMAT	Bovenmat tydens leggen tegelm	0.71	1.04	1.68	1.40	0.56	4.88
	Bovenmat na leggen tegelmat	0.60	0.76	1.12	0.64	0.56	0.50
	Tegelmat na leggen tegelmat	0.50	0.87	1.18	0.57	0.56	0.66
	Tegelmat voor pyler plaatsen	0.56	1.02	1.26	0.85	0.56	1.11
MANIPULATOR	Ondermat na het leggen	1.06	1.61	3.25	3.12	0.56	3.46
	Aanliggende mat	1.20/0.63	2.10/0.84	1.72/1.11	1.46/0.61	0.56	1.29
	Ondermat na leggen bovenmat	0.50	0.87	1.08	0.57	0.56	0.77
	Tegelmat voor pyler plaatsen	0.56	1.02	1.26	0.85	0.56	1.11

Systeem 1: Simrad HPR met twee transponders op bodem
Systeem 2: Simrad HPR met een transponder op bodem
Systeem 3: Trident III geen transponders op bodem
Systeem 4: Tachymeter, Simrad HPR geen transponders op bodem
Systeem 5: Visuele plaatsbepaling
Systeem 6: Dead Reckoning vanuit startpositie

FIGUUR 6.6

6.5 Automatisering

De computerapparatuur ten behoeve van automatische gegevensopslag en verwerking bestaat uit :

- een HP 9825 : positiebepaling van de Wijker Rib
- een PDP 11/34 : positiebepaling Portunus, registratie, verwerking en presentatie van inspektiegegevens, zichtbaar maken van essentiele gegevens.
- microcomputer : besturing van de Portunus

De taak van de HP 9825 is reeds eerder besproken. De PDP 11/34 verzorgt naast rekentaken het aan de hand van data uit de microcomputer zichtbaar maken voor de piloot :

- op het navigatiescherm de positie van de Portunus met de bijbehorende koordinaten.
- op het tracking info scherm de links/rechts afwijking van de Portunus ten opzichte van een gewenste baan, de af te leggen afstand en de langs- en dwarshelling van de Portunus.
- op het gyroscherm de koers van de Portunus in grafische vorm.

Daarnaast verkrijgt de piloot uit de PDP 11/34 op een status display een gedetailleerd overzicht van de aktuele status van elk onderdeel van de Portunus. Op dit display zijn ook de resultaten van de ingevoerde kommando's zichtbaar. Voor de beheersing van het proces wordt op tijdbasis een zgn kolom log afgedrukt, waarop alle wijzigingen in status, positie en alarmeringen vermeld staan.

De inspektiegegevens worden voor verwerking op een magnetische schijf weggeschreven en later op een magnetische band gekopieerd. Deze band wordt voor procesevaluatie en optimalisatie naar de walverwerking verzonden.

Het videosysteem wordt gebruikt door de waarnemers. Konstateren zij tijdens de voortgang van de Portunus een schade, dan wordt middels een voetschakelaar de videoband "gemerkt". Gelijktijdig wordt in de PDP 11/34 de erbij behorende positie van het voertuig opgeslagen. Nadat de inspektie uitgevoerd is, wordt een zoekprocedure gestart, waarmee op hoge snelheid de "merken" op de videobanden opgespoord worden. De schade wordt nauwgezet beoordeeld en de positie ervan met alle relevante gegevens wordt ingevoerd op de PDP 11/34. Deze plot vervolgens een kaart, waarop alle beschadigingen vermeld staan.

De vier zanddiktesensoren op de Portunus meten de zanddikte. Na middeling van de gemeten waarden over 0.5 m wordt de zanddikte op op real time basis geplot. In het geval, dat zanddiktemeting op de tegelmat uitgevoerd wordt, worden de zanddiktes met telemetrie ook rechtstreeks naar de Macoma gezonden.

6.6 Samenvatting

De Portunus is een onderwater inspektevoertuig, gebouwd om, onder de bij de S.V.K.O heersende ongunstige omgevingskondities, in korte tijd grote oppervlakken te kunnen inspekteren.

De gegevens, die de Portunus inwint, vereisen, vooral omdat deze door andere meetsystemen gereproduceerd moeten kunnen worden, een nauwkeurig meetsysteem.

De opgedane ervaringen met het inspektiesysteem Wijker Rib/Portunus zijn zodanig, dat het systeem volledig aan de verwachtingen en de eisen, die het S.V.K.O projekt stellen, beantwoordt.

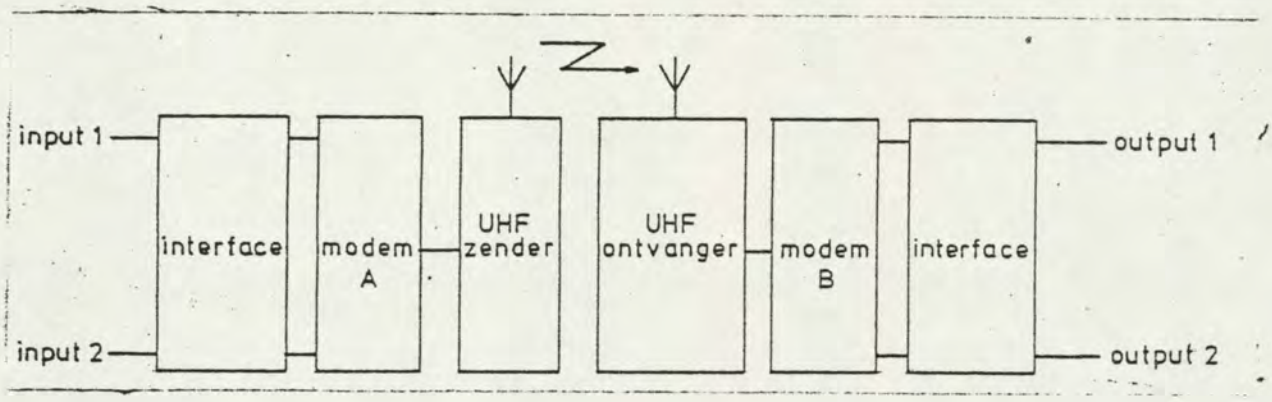
7. VISUELE PLAATSBEPALING

7.1 Inleiding

Tijdens de uitvoering van diverse werkzaamheden met de werkschepen is een bijzonder hoge positioneringsnauwkeurigheid vereist.
De vereiste nauwkeurigheid ligt rond de 0,10 m of nog hoger.
Om deze nauwkeurigheden te kunnen realiseren, is gekozen voor tachymetrie met instrumentopstelling op de wal of op reeds geplaatste pijlers.
Opstelling van instrumenten op de werkschepen bleek praktisch niet haalbaar, mede uit overwegingen van onderhoud en flexibele inzet.
Opstelling op de wal betekende echter wel voor elke opstelling een bemande meetpost met een aggregaat voor de energievoorziening.
De instrumenten in een meetwagen (op de wal) worden ingezet voor een bereik van ongeveer 1 km. De instrumenten in de meetkabine (op een geplaatste pijler) worden ingezet tot 400 m in verband met de hogere nauwkeurigheidseisen. In de meetwagen of meetkabine is, behalve het instrumentarium ook een telemetriezender opgesteld, waarmee de meetgegevens overgezonden worden naar een telemetrieontvanger aan boord van een werkschip. Via deze telemeontvanger worden de meetgegevens direkt ter verwerking in een computersysteem ingevoerd.
Met betrekking tot toegepaste tachymeters wordt hier onderscheid gemaakt tussen de automatisch-volgende tachymeters en de handbediende (d.w.z. niet automatisch volgende) tachymeter.
Alvorens hier dieper op in te gaan, worden eerst telemetrie, en de diverse reflektorunits behandeld.
Tot slot worden enkele aspekten van het gebruik nader belicht.

7.2 Telemetrie

Om continu aan boord van de werkschepen te kunnen beschikken over de meetgegevens van de tachymeters, is het, gezien de walopstelling van de instrumenten, noodzakelijk om gebruik te maken van telemetrie.
In figuur 7.1 is de opbouw van het telemetriesysteem schematisch weergegeven.



FIGUUR 7.1

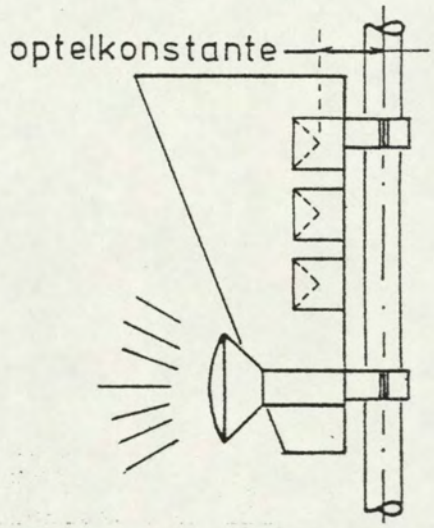
De meetgegevens van de tachymeter worden via twee inputkanalen (een voor de afstanden, een voor de hoeken) via een interface naar een modem doorgegeven. Dit interface brengt de verbinding tot stand tussen de tachymeter en het zendmodem. In het modem worden de datasignalen van worden de datasignalen van kontrolesignalen voorzien, op een draaggolf gemoduleerd en uitgezonden.
Dit uitgezonden signaal wordt ontvangen en gekontroleerd door een ont-

vang-modem aan boord van het werkschip.
Via een interface wordt het datasignaal weer geschikt gemaakt voor invoering in het computersysteem. Door de zeer strenge eisen die de PTT aan deze verbindingen stelt, zijn de kapaciteit en de snelheid van het data-transmissie systeem beperkt.Door toepassing van time division multiplexing (TCM), gekombineerd met frekwentie multiplexing (FM), is het mogelijk met een radioverbinding twee informatiestromen over te brengen met een snelheid van 600 Baud.
Teneinde een uniform systeem te krijgen,is gekozen voor standaard in serie aangeboden informatie te verwerken.

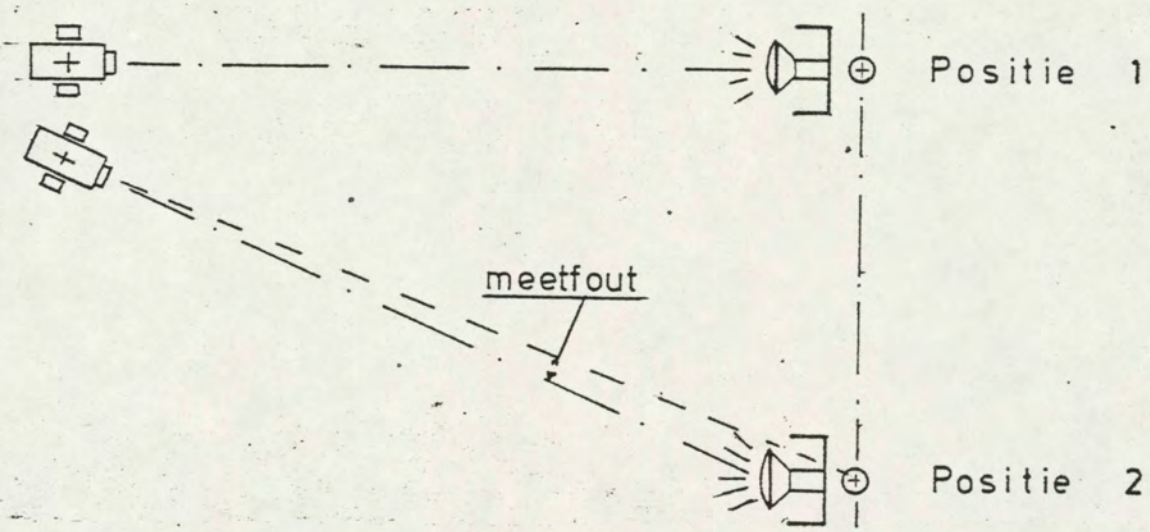
7.3 Reflektor unit

Zoals eerder vermeld, wordt onderscheid gemaakt tussen wel- en niet-automatisch volgende tachymeters.
De opbouw van de reflector unit als richtpunt voor de tachymeter is echter niet afhankelijk van dit verschil.
Een reflektor unit bestaat uit een kombinatie van een of twee lampen dient als infraroodbron voor de automatisch volgende tachymeter, en als richtpunt voor de met de hand bediende tachymeter.
De prisma reflektoren dienen voor de elektro-optische afstandmeting van de tachymeters.

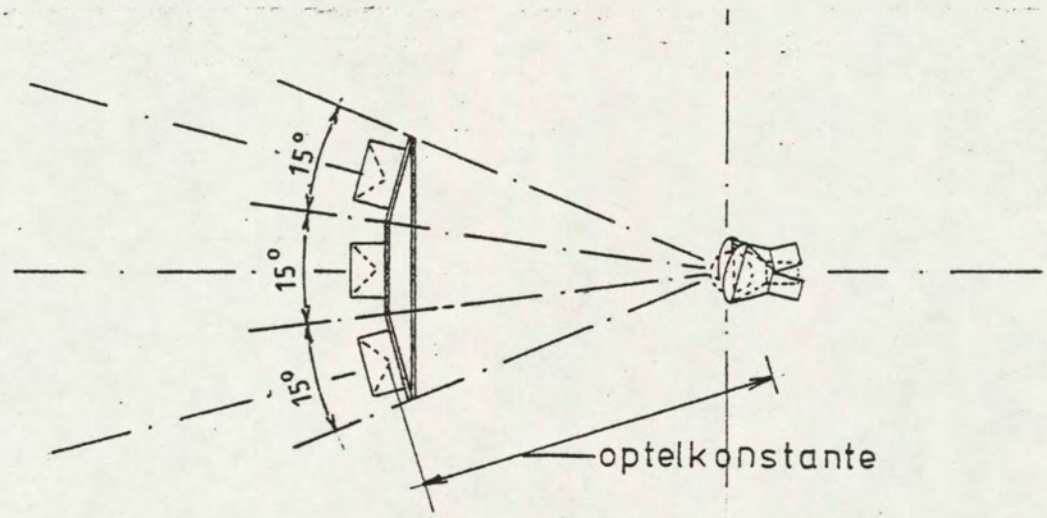
In figuur 7.2 zijn de diverse uitvoeringen van de reflector units geschetst. Voor de positiebepaling van werkschepen, die slechts over korte afstanden verplaatsen, wordt gebruik gemaakt van het opstelpunt aan boord van het werkschip staan opgesteld (figuur 7.2.1).
Behalve de fout, zoals geschetst in figuur 7.2.2, kan het door het prisma teruggekaatste signaal van de afstandmeter verzwakt ontvangen worden.
Om dit te voorkomen wordt de richting van de reflector unit regelmatig gekontroleerd en zonodig bijgesteld. Bij verplaatsinsingen over grote afstanden is dit echter onpraktisch, zodat hier gekozen is voor het model reflector unit volgens figuur 7.2.3.
De gloeilamp staat nu in het hart van het opstelpunt, en de prisma reflektoren staan in een (gedeeltelijke) cirkel om het opstelpunt.
Voor een groot bereik (1 km) of verplaatsingen over korte afstanden wordt gebruik gemaakt van een 150 Watt gloeilamp, een zogenaamde "spot" met een beperkte bundelhoek. Voor verplaatsingen over lange afstanden en voor een groot bereik worden twee spots genomen, die boven elkaar onder een hoek ten opzichte van elkaar, gemonteerd zijn (figuur 7.2.3).
Van deze twee spots is er altijd maar een in bedrijf.
Voor een kort bereik wordt een rondomstralende 100 Watt halogeen lamp geomen, welke tevens door de kleinere afmetngen een scherper gedefinieerd richtpunt heeft.
Het aantal benodigde prismareflektoren kan oplopen tot maximaal zes en dertig. De prisma's en de lampen worden opgesteld in een speciaal voor dit doel ontwikkelde houder. In verband met agressieve omstandigheden als temperatuurverschillen, regen, wind, zand en zout, is gekozen voor de Wild prisma's.



FIGUUR 7.2.1



FIGUUR 7.2.2



FIGUUR 7.2.3

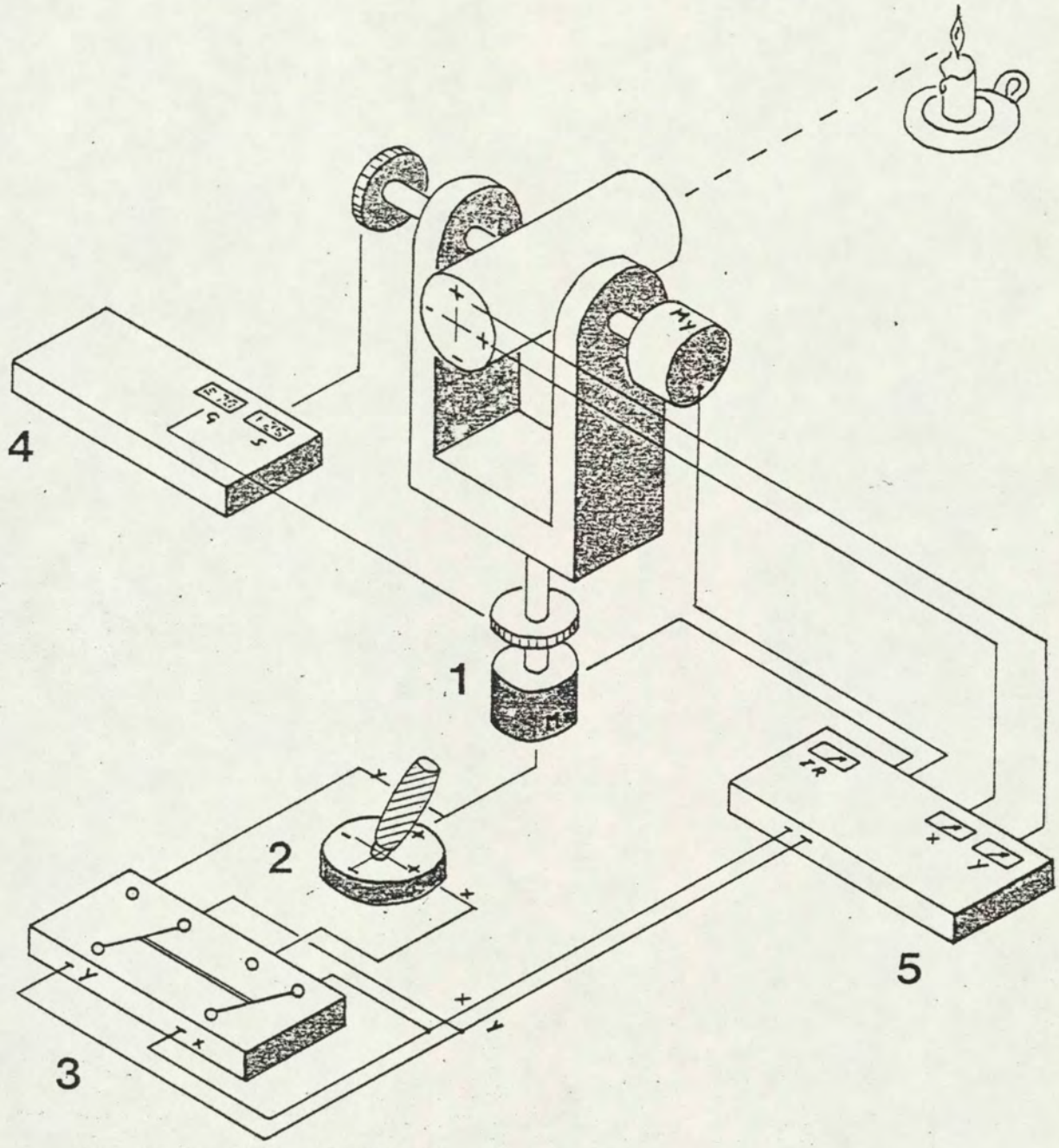
7.4 De automatisch volgende tachymeter

Deze is opgebouwd uit een kombinatie van twee instrumenten, nl. een automatisch volgende "theodoliet", de Minilir, en een elektro-optische afstandmeter, de AGA Geodimeter 112. Voor het principe van de Minilir wordt verwezen naar figuur 7.3.
Eenmaal gericht op een infrarood bron, blijft de Minilir deze kontinu volgen. Elke 0.2 seconde wordt beurtelings een horizontale of vertikale hoek gemeten.
Zoals in figuur 7.3 schematisch is aangegeven, bestaat de Minilir uit de "kijker", joystick, coderingsunit en de infrarood (IR) unit.
Met de joystick kan de kijker bestuurd worden om het instrument op een bepaalde IR bron gericht te krijgen. Eenmaal op de IR bron gericht, gericht, wordt in de kijkerbuis iedere beweging van de IR bron gedetekteerd en omgezet in een besturingssignaal voor de beide servomotoren. Dit signaal loopt via de IR unit. Op de IR unit wordt de sterkte van van het ontvangen IR licht aangegeven (IR wijzer), en de mate waarin de kijker de IR bron kan volgen. Dit laatste is zichtbaar op de X, Y wijzers, de X voor de horizontale beweging, de Y voor de vertikale beweging. De koderingsunit geeft de horizontale en vertikale hoek af, welke ke via de telemetriezender naar het werkschip worden verstuurd.
De hoekmeting wordt gerealiseerd door een resolver, waarvan het signaal wordt omgezet in een BCD signaal (resolutie 0.01 deg.) met een aanvullende 3 bits code (respectievelijk 18", 9" en 4.5") waarmee de resolutie van de hoekmeting dus 4,5" is. De volgsnelsnelheid van de Minilir is max. 36 deg/s., de volgversnelling 10 deg/s2. De bundelhoek, waarbinnen de Minilir kijker een IR bron detekteert, bedraagt 8mrad.
De bij de S.V.K.O.gekonstateerde nauwkeurigheden van de hoekmeting bedragen (bij IR bron bewegingen van max. 0,25 m/sec) 0.0013 deg.
Voor het centreren van de Minilir boven het gewenste opstelpunt is een apart stelschroevenblok met optisch lood ontwikkeld.
Met het optisch lood wordt het stelschroevenblok zodanig gecentreerd boven het opstelpunt, dat de Minilir gecentreerd staat boven het opstelpunt waarvan de coordinaten bekend zijn in het Rijksdriehoeks Net.
De AGA 112 wordt met behulp van een speciale mal/kontramal-konstruktie op de kijkerbuis van de Minilir bevestigd. De tracking snelheid van de AGA 112 is 0.4 sec. De nauwkeurigheid van de afstandmeting bedraagt dan 0.03 m.
Op de AGA is voor visuele kontrole een eenvoudige richtkijker aangebracht waarmee de combinatie ook op de reflectorunit gericht wordt.
Momenteel zijn er 6 Minilir/AGA combinaties in bedrijf.

7.5 Overige tachymeters

De overige bij de S.V.K.O. in gebruik zijn de tachymeters zijn niet automatisch-volgend, maar moeten met de hand gericht worden.
Wel wordt er gebruik gemaakt van zelf-registrerende automatische tachymeters. Een van de eerste was de HP 3820 A. Door de nieuwe ontwikkelingen op dit gebied is later gekozen voor de Wild TC 1.
Deze is in veel opzichten vergelijkbaar met de HP 3820 A.
Daarom wordt de verdere bespreking van deze tachymeters aan de hand van de Wild TC 1 gedaan.

I.R. bron



1=Minilir "kijker"
2=Joystick
3=Schakelunit
4=Coderings unit
5=Infrarood unit

FIGUUR 7.3

De Wild TC 1 heeft in de normale uitvoering een cassette-recorder voor voor de opslag van meetgegevens. De bij de S.V.K.O. in gebruik zijnde instrumenten zijn echter in plaats van een cassette-recorder uitgevoerd met een speciaal interface.
Via deze interface worden gegevens aan de telemetriezender afgegeven voor verzending naar het werkschip. Voor de positiebepaling van de werkschepen wordt alleen gebruik gemaakt van de niet-gereduceerde afstandmeting en horizontale en vertikale hoekmeting, in tracking mode.
De tracking snelheid is hierdoor 4 seconden.
De hoekmeting berust op de incrementele methode, en heeft een resolutie van 0.001 deg. De bij de S.V.K.O. gerealiseerde nauwkeurigheden zijn, zonder doorslaan, voor de horizontale hoek ongeveer 0.002 deg., en voor de vertikale hoek ongeveer 0.004 deg..
Voor de afstandmeting in tracking mode is de nauwkeurigheid beter dan 0.03 m. De haalbare nauwkeurigheid met het volgen van een richtpunt is sterk afhankelijk van de operator.
Afgezien van de haalbare nauwkeurigheid bij het richten op een bewegend objekt, speelt op den duur ook vermoeidheid van de operator een rol.
Deze tachymeters worden daarom alleen ingezet voor kortstondige (kontrole)metingen en als back-up voor de Minilir/AGA kombinatie.
Het huidige aantal tachymeters bedraagt 5 stuks.

7.6 Toepassing

7.6.1 Werksituatie

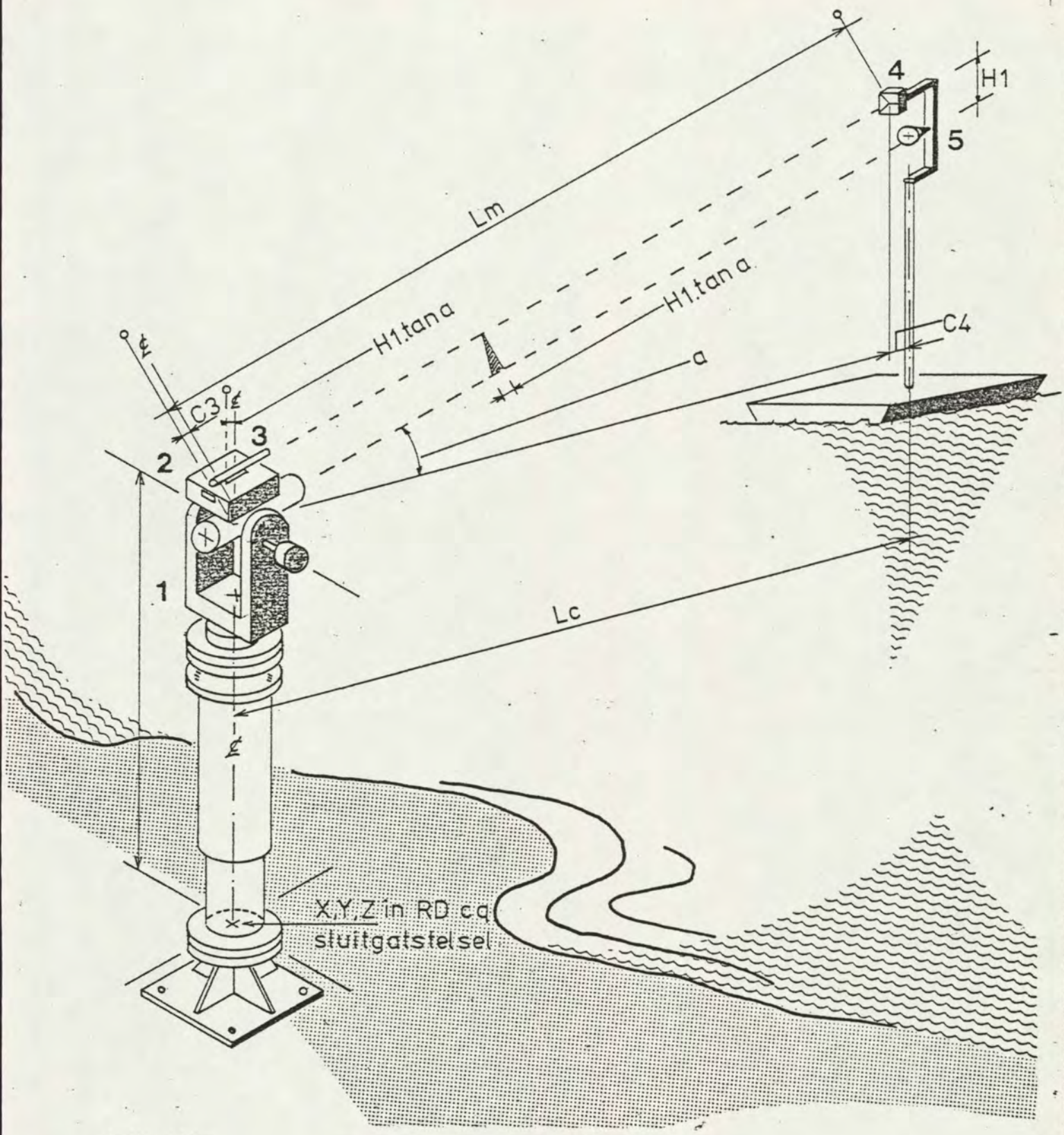
Zoals reeds ter sprake kwam, worden tachymeters ingezet voor de nauwkeurige plaatsbepaling van de werkschepen.
In figuur 7.4 is een schematisch overzicht gegeven van een Minilir/AGA opstelling.
In principe kan de Minilir/AGA door een andere tachymeter vervangen worden. Duidelijk wordt echter, welke bewerkingen nodig zijn om een bepaald punt van een werkschip in te meten. In figuur 7.4 is de opstelling van de IR bron in het hart van de steun gekozen.
De onnauwkeurigheid in de definiering van het midden van de lamp bedraagt voor de "spot" ca. 0.02 m, en voor de halogeenlamp ca. 0.05 m.
Omdat de afstandmeter niet meer dan 7,5 graden uit de prisma-lijn mag afwijken, staat er een (gedeeltelijke) cirkel van prismareflektoren opgesteld rond het hart van de steun. Om nu de korrekte afstand van het opstelpunt naar het werkschip te verkrijgen, wordt gebruik gemaakt van de volgende formule :

$$Lc = ((Lm + C2 - C3 - H1.tg\ a).\ cos\ a) + C4$$

waarbij :
a = de verticale (elevatie-)hoek
Lm = de door het instrument afgegeven afstand
H1 = de afstand tussen de optische assen van de Minilir en AGA
C2 = de instrumentele korrektie
C3 = de afstand tussen de vertikale assen van de Minilir en AGA
C4 = de afstand tussen het prisma en het hart van de steun

De bevestigingsconstructie van de AGA op de Minilir is echter zodanig zodanig gekozen, dat C3 verwaarloosbaar klein is. Voor de Wild TC 1 worden tevens H1 en C2 niet gebruikt. Wel wordt bij elke afstadmeting de aardkromming in correctie gebracht, zijnde

$$(Lc^2)/2R \quad \text{met } R = 6400 \text{ km.}$$



1=Minilir
2=Aga
3=Richtkijker

4=Reflektor
5=Lamp

FIGUUR 7.4

7.6.2 Orienteringen

Voorafgaande aan een werkproces dient het tachymetersysteem goed afgeafgeregeld te zijn (centrering, niveau's).Een ander aspect levert het feit, dat de hoeken, die de Minilir afgeeft, nog geen argumenten en elevatiehoeken zijn. Deze worden verkregen door bij de respektieveljk gemeten horizontale en vertikale hoeken bepaalde konstanten op te tellen. Deze zogenaamde optelconstanten worden verkregen in een orienterings procedure, die vooraf gaat aan elk werkproces.
De optelkonstante wordt bepaald door met de Minilir te richten op een orienteringspunt aan de wal.
Van elk orienteringspunt zijn de X, Y en Z-coordinaten bekend.
Omdat ook de X, Y en Z-coordinaten van het Minilir opstelpunt bekend zijn, kan men uit beide coordinaten het argument en de elevatiehoek berekenen en vergelijken met de gemeten horizontale en vertikale hoek van de Minilir.
De optelkonstante wordt dan bepaald door het verschil van het berekende argument en de gemeten horizontale hoek, en voor het vertikale vlak het verschil tussen de berekende elevatiehoek en de gemeten vertikale hoek + aardkrommingskorrektie.
In de praktijk richt men voor het bepalen van de optelkonstanten op tenminste drie orienteringspunten.
Van elk orienteringspunt worden dan de horizontale en vertikale optelkonstante bepaald.
In principe moeten deze voor de verschillende orienteringspunten gelijk zijn.
Door o.a. meetonnauwkeurigheden zullen ze iets verschillen.
De te gebruiken optelkonstante wordt berekend door het gemiddelde te nemen van de verschillende optelkonstanten, m.b.v. toegekende gewichten, die een funktie zijn van de afstand tussen het gewicht.
De meting op een orienteringspunt moet zeer zorgvuldig verricht worden.
Van de overblijvende metingen wordt het gemiddelde en de standaardafwijking bepaald. De standaardafwijking geeft een indikatie van de nauwkeurigheid van de meting.
Een grote standaardafwijking wijst op een lage nauwkeurigheid.
Als de stadaardafwijking te groot is, telt het orienteringspunt niet mee de bepaling van de optelkonstanten.

7.6.3 Kontrole

Tijdens een werkproces kunnen er een aantal metingen overtollig uitgevoerd worden. Door met twee tachymeters twee punten van een werkschip in te meten, kunnen daaruit tevens de koers en een helling bepaald worden. Indien deze gegevens tegelijkertijd door respektievelijk een koersgyro en een hellingmeter gemeten worden, is er kontrole mogelijk.
Tevens ontstaan er "reserve" mogelijkheden, "back-up".
De hoeveelheid en de tijdsduur van kontrolemetingen/back-up is sterk sterk afhankelijk van de al of niet kritische gevolgen van geen of verkeerde meetgegevens.
Bij de Wild TC 1 en de HP 3820 A kunnen de optelkonstanten in het instrument ingevoerd worden, zodat de afgegeven data direct een argument of een elevatiehoek is.

7.6.4 Onderhoud

Preventief onderhoud wordt een maal per jaar verricht aan de telemetrieunits, de Wild TC 1's en de Minilir's, waarbij mede juiste werking wordt getest aan de hand van de specifikaties.
Voor de AGA 112 is een reserve eenheid aanwezig, evenals voor de telemetrie units.
Korrektief onderhoud wordt alleen verricht bij de telemetrie units (geheel), de AGA 112 (alleen electronisch) en de Minilir (eveneens elektronisch). Voor het onderhoud is vaak specialistische apparatuur en kennis onmisbaar.

Bij ernstige storingen moet de apparatuur meestal naar de leverancier of fabrikant voor reparatie. In het algemeen werkt de apparatuur echter naar volle tevredenheid.

7.7 Samenvatting

Voor de nauwkeurige plaatsbepaling van de werkschepen wordt gebruik gemaakt van tachymetrie vanaf de wal of vanaf de geplaatste pijlers. Met behulp van telemetrie worden de meetgegevens naar een werkship verzonden. De tachymeter wordt gericht op een werkschip opgestelde reflektor unit, welke bestaat uit een kombinatie van prisma reflektoren en een gloeilamp. De gloeilamp dient als IR bron voor de automatisch volgende tachymeter, en als richtpunt voor de visueel te richten tachy-tachymeters.
De automatisch volgende tachymeter bestaat uit een kombinatie van een automatisch volgende "theodoliet", de Minilir, en de elektro-optische afstandmeter AGA Geodimeter 112.
Van de overige tachymeters wordt gebruik gemaakt van de HP 3820 A en de Wild TC 1.
Bij de positieberekening van de werkschepen moet rekening gehouden worden met de diverse aspecten van de meetinstrument- en reflektor opstellingen. Voor elk werkproces dient de tachymeter georienteerd te worden. Door overtollige metingen te verrichten, ontstaan back-up- en kontrolemogelijkheden.
Onderhoud en reparatie van het meetinstrumentarium vereist specialistische kennis en apparatuur, waardoor dit slechts tot een bepaald niveau in eigen beheer uitgevoerd wordt.
Van de overige tachymeters wordt gebruik gemaakt van de HP 3820 A en de de Wild TC 1.

8. RADIOGRAFISCHE PLAATSBEPALING

8.1 Inleiding

Bij het S.V.K.O. projekt worden een aantal radiografische plaatsbepalingssystemen gebruikt, namelijk:

- het Artemis baken systeem
- het Trident III systeem
- het Tellurometer MRA 3 systeem

Het Artemis baken systeem is een polair plaatsbepalingssysteem, ontwikkeld uit een antenne volgsysteem door het Christiaan Huygens Laboratorium te Noordwijk.
Het Artemis baken systeem werkt in de frequentieband van 9.2 - 9.3 GHz.

Het Trident III systeem is een circulair plaatsbepalingssysteem ontwikkeld door Thompson-CSF in Frankrijk. Het in Nederland gebruikte systeem werkt in de 1219 MHz band, terwijl in andere landen ook op 450 MHz gewerkt wordt.

Het Tellurometer MRA 3 systeem kan tot de circulaire plaatsbepaling gerekend worden. Het systeem is vele jaren geleden al ontwikkeld door Plessey en bedoeld voor zuiver landmeetkundige toepassing. Het werkt in de frekwentie band van 10,6 GHz.

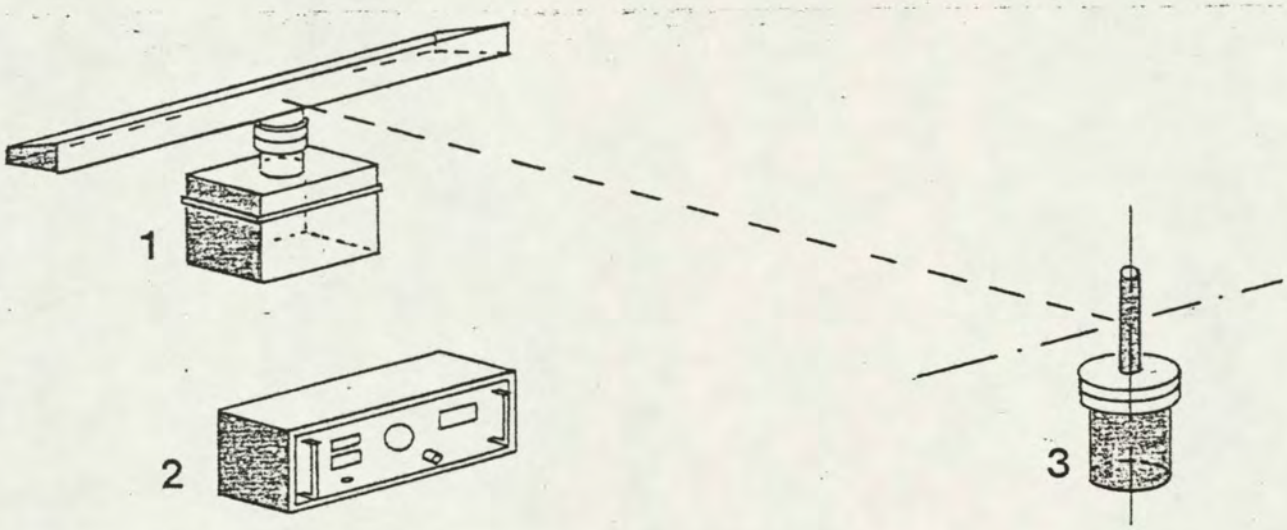
8.2 Artemis baken syteem

8.2.1 Inleiding

Het bij het S.V.K.O. projekt toegepaste systeem is ten opzichte van het standaardsysteem uitgebreid met de volgende punten :

- multi user voor 10 gebruikers per systeem
- twee systemen kunnen tegelijk operationeel zijn
- verhoogde afstand nauwkeurigheid.

Het systeem bestaat uit de componenten zoals afgebeeld in figuur 8.1.



1. Scheepsantenne 2. Uitleeseenheid 3. Walbaken

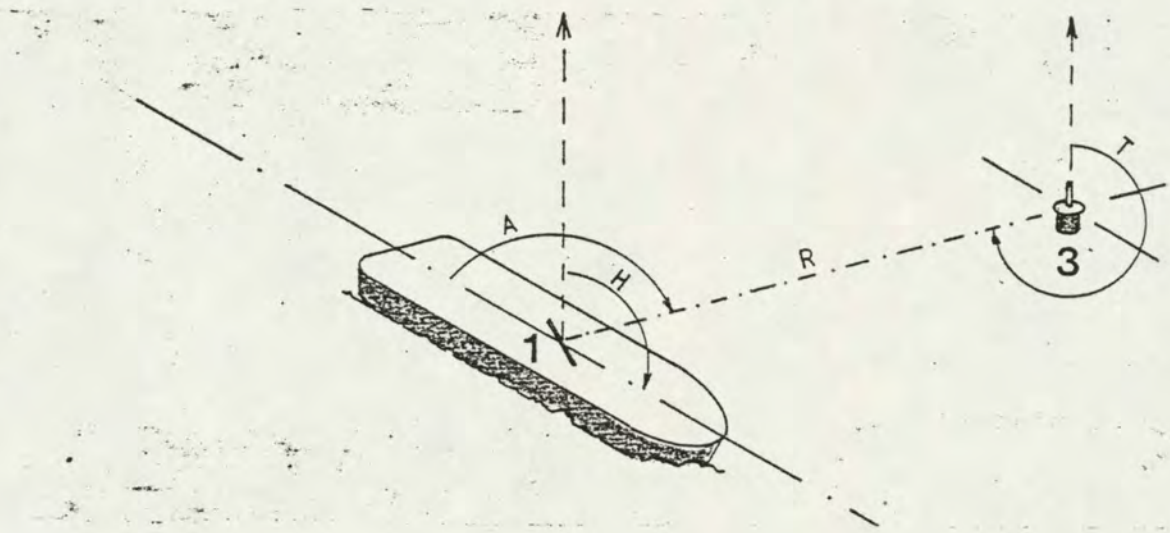
FIGUUR 8.1

8.2.2 Principe van het systeem

8.2.2.1 Plaatsbepaling

Het systeem bestaat uit een rondomstralende vast opgestelde antenne, het baken, en een sleufstraler antenne op het vaartuig, mobiel genoemd.
De mobiel heeft de eigenschap gericht te blijven op het vast opgestelde baken ongeacht de bewegingen van het schip.
De hoek die de mobielantenne maakt t.o.v. de lengte as van het schip wordt gemeten door een op de antenne as gemonteerde hoekopnemer (synchro of resolver).
Deze hoek wordt gerefereerd aan de koers van het schip (langs-scheepse as), die door een Robertson gyro kompas wordt gemeten.
Op deze wijze is de richting van het schip (mobiel) naar de wal (baken) en dus ook omgekeerd bekend.
De afstand tussen mobiel en baken wordt bepaald door looptijd meting van een puls.

Het principe is schetsmatig weergegeven in figuur 8.2.



FIGUUR 8.2

Hierin is : A de Artemishoek
H de koers in het 400 gr. systeem
R de Artemis afstand
T = H - (200 - A) + 200 = H + A

8.2.2.2 Multi user aspekt

Schepen, die met hetzelfde walbaken werken, gebruiken dezelfde frequentie. De zendfrequenties van het baken ligt enigszins verschoven ten opzichte van de mobiel zendfrequentie. Dit is noodzakelijk om tegelijk in beide richtingen een verbinding in stand te kunnen houden.

8.2.2.3 Volgsysteem

Het baken zendt voortdurend signalen uit, waarmee de mobiel antennes zich kontinu gericht houden op het baken. De mobielantennes behoeven om zichzelf gericht te houden niet te zenden. De mobielantenne bestaat elektrisch uit een linker en rechter helft die elk apart de fase van het o.03 m mikro golfsignaal meten. Uit de vergelijking van deze twee signalen wordt een stuurspanning voor een servomotor afgeleid, die de antenne zodanig stuurt dat het faseverschil, gemeten in de beide antenne delen nul is. De antenne staat dan loodrecht op de verbindingslijn

mobiel-baken.
De hoekinformatie van de hoek synchro staat kontinu ter beschikking.

8.2.2.4 Afstandmeetsysteem

Het baken kan 10 verschillende adressen in 10 tijdsloten per seconde uitzenden. Vooraf moet intern in het baken worden ingesteld, welke adressen worden gebruikt. Dezelfde adressen kunnen echter niet direkt op elkaar volgend. Er moet steeds een ander adres tussen liggen.

De afstandsverversing is maximaal eenmaal per 0,2 sek. voor een entwee mobielen en minimaal eenmaal per sek. voor 10 verschillende mobielen. De mobiel, waarvan het ingestelde adres korrespondeert met het door het walbaken uitgezonden adres, antwoordt met het vormen van een puls op een mikro golfsignaal, dat alleen tijdens de afstandmeting naar het baken wordt uitgezonden.

Het baken ontvangt deze puls en vormt een nieuwe puls op het al aanwezige mikrogolfsignaal.

Voor de vaste tijdsvertraging bij het baken wordt intern een korrektie toegepast.
De looptijd is een maat voor de afstand, die als gemiddelde van een aantal metingen (2000) bepaald wordt.

Op deze wijze doen de verschillende mobiel systemen hun afstandmetingen, op een moment binnen de 1 sek. cyclus afhankelijk van de ingestelde adressen (tijdsloten) op het baken.

Het kiezen van de adressen op de verschillende mobielen dient met grote zorg te gebeuren, aangezien nooit dezelfde adressen mogen worden gekozen.

8.2.2.5 Twee frequentie banden

Binnen de beschikbare ruimte in de frequentieband zijn voor de S.V.K.O. systemen in feite twee multi-user systemen ondergebracht. De reden hiervoor is, dat het gebied, waarin de vereiste nauwkeurigheid bereikt moet worden, door het gebruik van het relatief onnauwkeurige gyrokompas, vrij klein is en toch op verschillende lokaties tegelijk gewerkt moet kunnen worden.

Bij het werken met verschillende bakens dient men het volgende in acht te nemen :

- bakens met dezelfde frequenties dienen 600 m uit elkaar te staan waarbij dan toch met een, weliswaar klein, onwerkbaar gebied in het verlengde van de bakens rekening moet worden gehouden.
- bakens met ongelijke frequenties moeten 300 m uit elkaar staan.

8.3 Toepassing in het S.V.K.O. projekt

8.3.1 Bakenopstelling

Aangezien de nauwkeurigheid van het Artemis Baken Systeem in combinatie met een gyrokompas als referentiebron voor de richting, voor het hier gestelde doel een bereik heeft van 200 m, zullen verschillende opstelpunten in de sluitgaten nodig zijn. Deze worden gevonden op geplaatste pijlers.
Het totale bereik van het systeem bedraagt overigens ca. 1250 m.

8.3.2 Werkschepen

Vooralsnog zullen twee Artemis Baken Systemen ingezet worden. Deze

worden geinstalleerd op de stortschepen Libra en HAM 601, welke het drempelmateriaal gaan aanbrengen.
Deze schepen maken onderdeel uit van de drempeltrein, die volgt op het plaatsen van de pijlers.

8.3.3 Survey systeem.

Het computer systeem bestaat uit een HP 9835 A met 2 beeldschermen van het type HP 7671, op elke brugvleugel een.
Het computersysteem verzorgt de navigatie gegevens voor het varen naar de stortgebieden en geeft nauwkeurige informatie om de opgedragen vaarpatronen binnen het stortgebied te kunnen uitvoeren. Daarnaast heeft het systeem nog een administratieve funktie die bestaat uit het vastleggen op tape van allerlei procesgegevens.

Het Artemis Baken Systeem waarin het gyrokompas een onmisbaar onderdeel is, vormt met een hellingmeter voor slagzij en een Hewlett Packard computersysteem het steenstorter survey systeem.
De hellingmeter is nodig om bij slagzij toch de juiste coordinaten van het hartpunt en de stortpunten van de steenstorter te kunnen berekenen.

8.4 Testen van het systeem

Het standaard Artemis Baken Systeem is beproefd in het pijlerbouwdok van het werkeiland Neeltje Jans in de Oosterschelde.
Doel was te onderzoeken, hoe het Artemis Baken Systeem funktioneerde te midden van een aantal voor het projekt representatieve obstakels.
Uit de proeven bleek, dat het richtgedrag voldeed aan de gestelde eisen. De afstandsmeting bleek niet te voldoen aan de gestelde eisen, ondanks dat het systeem op zich goed werkte.
Voor de afstandsmeting waren wijzigingen aan het systeem noodzakelijk. Deze bestonden uit :

- opvoeren van de ondervraagfrequentie
- verhogen van het aantal metingen van 1000 naar 2000
- aanpassen van de afstandsresolutie naar decimeter.

Om met verschillende vaartuigen op hetzelfde systeem en op verschillende lokaties te kunnen werken, waren nog twee aanpassingen noodzakelijk. Deze bestonden uit :

- multi user systeem, waarbij de afstandsmetingen door de verschillende schepen na elkaar plaatsvinden onder kontrole van het baken.
- het gebruik van twee multi user systemen, werkend uiterst links en uiterst rechts in de door het Artemis Baken Systeem gebruikte frequentieband.

Na de beproeving van het gewijzigde Artemis Baken Systeem is dit systeem besteld.

8.4.1 Afname

De afname testen voor de aangekochte apparatuur bestonden uit een :

- in house test bij de leverancier
- on site test op het werk.

Het zou te ver voeren deze testen te beschrijven. Volstaan wordt met het noemen van de hoofdzaken in de beide afname testen.

8.4.1.1 In House test

- Hardware testen, waterdichtheid, elektronische uitvoering
- Funktionele systeemtest van de mobiel-baken combinaties
- Funktionele test van de synchro/digitaal converter en de hoekbepaling
- Interfacing ten behoeve van verwerking met een Hewlett Packard computer.

8.4.1.2 On Site test

- Test op werking en de vereiste hoek + afstand nauwkeurigheid in het gebied van 10 tot 200 m van het baken.
- Test op volgsnelheid in het gebied van 10 tot 200 m van het baken, waarin er op gelet is of het systeem in lock (mobiel antenne gegericht op het baken) blijft en relevante afstanden afgeeft.

8.4.2 Testwijze

Van de Artemishoek is het richtgedrag beoordeeld met behulp van de richtkijker, de hoekwaarden zijn getest door met een theodoliet, gemonteerd op de mobiel antenne, mede de hoeken te meten. Dit is een zeer doeltreffende kontrole (van het C.H.-lab.) om synchro- en montage fouten op te sporen.
De afstandnauwkeurigheid is onder dynamische omstandigheden bepaald door gelijktijdig met de ruwe Artemis afstanden en de tijd ook de afstanden van een op de mobiel gerichte Minilir/AGA kombinatie eveneens met de tijd te laten uitprinten.

8.4.3 Interne apparatuurtesten.

Wanneer de apparatuur operationeel is, kunnen de volgende kontroles gedaan worden :

- frequentie afstemming
- signaalsterkte, welke een indicatie is voor de "in lock" situatie
- servo sturing, fluktueert bij een "in lock" situatie
- baken check, welke aangeeft dat er ondervraging plaatsvindt
- intern gebruikte voedingsspanningen
- alarm als de baken voedingsspanning onvoldoende is
- alarm als de mobiel voedingsspanning onvoldoende is
- bij een "in lock" situatie mag, met de schakelaar "lock/search" de mobielantenne niet bewogen kunnen worden, als dit toch wordt geprobeerd
- kristalspanningen

8.5 Nauwkeurigheid

De waarden die hieronder staan vermeld zijn gemeten tijdens de on site test.
Het referentie systeem was hierbij een Minilir/AGA combinatie, gericht op een lamp met reflector, direkt gemonteerd op de mobiel antenne. De gegevens zijn op tijdbasis vastgelegd.
De waarden geven te zien dat in het gebied van 10 tot 200 m een nauwkeurigheid mogelijk is van (2 sigma waarden) :

X < 0,5 m
Y < 0,5 m

Hierbij moet voor alle duidelijkheid worden opgemerkt dat de toename van de onnauwkeurigheid bij grotere afstanden tot het baken voornamelijk veroorzaakt wordt door onnauwkeurigheid van het gyrokompas (2 sigma = ca. 0,3 gr.).

8.5.1 Bereik

In de praktijk blijkt het bereik van het volgsysteem ca. 1500 m te zijn. Intern zijn de mobiel data unit zo afgesteld, dat waarden

groter dan 1250 m niet zullen worden afgebeeld.

8.6 Kalibratie

Door de gebruiker moeten de volgende punten gekontroleerd worden :

- richtgedrag van de mobielantenne
- orientering van de mobiel-antenne op het schip
- afstand mobiel-walbaken
- gyrokompas, deze calibratie valt buiten het bestek van dit verhaal

8.6.1 Richtgedrag

Het richtgedrag is eenvoudig te kontroleren door middel van een visuele inspektie met behulp van een kijker, waarbij men nagaat of de optische as van de kijker samenvalt met de elektro-magnetische as van de mobiel antenne. Belangrijk is daarbij te weten, dat als de mobielantenne het baken binnen haar vanghoek van 2 graden heeft, zodat locking kan optreden.
Krachtige servo's houden de antenne dan gericht op het baken.
Het heeft alleen zin deze kontrole uit te voeren onder gunstige radiografische omstandigheden. Dit wil zeggen, er mogen beslist geen objekten of andere storende elementen in het pad tussen mobiel en baken liggen, die het "kijken" van de mobiel naar het baken op enigerlei wijze zouden kunnen verstoren.
Als er verschil optreedt is het noodzakelijk ook de onder punt 8.6.2 behandelde kalibratie uit te voeren. Er kan namelijk ook een afwijking zijn ontstaan in de evenwijdigheid tussen de optische en de elektro-magnetische as.
Mocht een eventueel verschil gevonden worden in de elektro-magnetische as, dan is bijstelling door de specialist nodig.

8.6.2 Orientering van de mobielantenne

8.6.2.1 Meetomstandigheden

Om geen al te grote fouten te introduceren tijdens de hoekmeting is het gewenst dat de vertikale as waarom de mobiel antenne draait, geen grotere afwijkingen vertoont dan 2 graden t.o.v. de vertikaal.
Dit betekent niet kalibreren op een schip met trim en slagzij, tenzij men de helling van de as kent en hiervoor korrigeert. Op de steenstorters wordt echter alleen de slagzij gemeten.
Een scheve stand betekent namelijk, dat men niet de hoek in de horizontale projektie meet. De invloed van de fout is afwezig, als men ervoor kan zorgen, dat zowel het baken als de mobiel antenne in hetzelfde vlak liggen, dus even hoog.

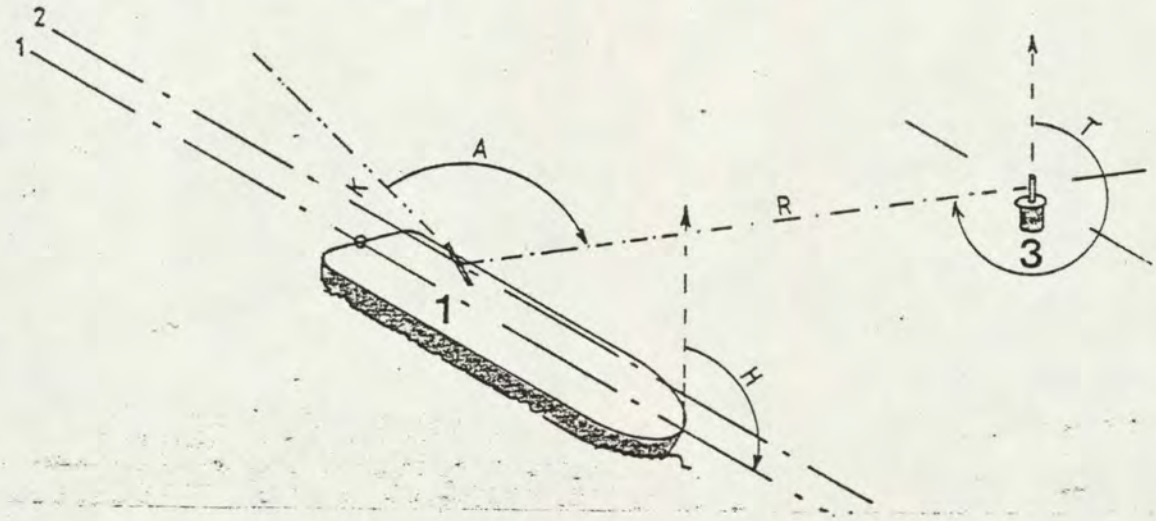
8.6.2.2 Procedure

De vraag bij het orienteren is, waarvan moet de richting bepaald worden. Meestal zal dit de langsas van het vaartuig zijn.
De procedure is als volgt :

- twee punten op het schip worden gedefinieerd als zijnde de langsas waarvan de richting direkt of indirekt door inmeting en berekening wordt vastgesteld.
- de hierbij behorende Artemishoek wordt, terwijl het systeem "gelocked" is, uitgelezen.
- het hart van de mobielantenne wordt eveneens ingemeten en de koordinaten ervan bepaald.
- gekontroleerd wordt met de richtkijker of de mobielantenne gericht is op het baken. Indien dit onmogelijk is, moet zeker worden nagegaan of de omstandigheden voor een foutloos richtgedrag aanwezig zijn.

8.6.2.3 Berekening

Het verschil tussen de uit koordinaten berekende richting van mobiel naar baken met de som van de berekende richting van de langs-as + de Artemishoek is in feite de nulpuntsfout in de orientering van de mobiel antenne (zie figuur 8.3).



FIGUUR 8.3

Wanneer eenmaal de nulpuntsfout in de orientering is vastgesteld, kan daarna de richting van de langsas van het schip worden bepaald met behulp van het gyrokompas, mits er voldoende vertrouwen is in de nauwkeurigheid van het gyrokompas.

8.6.3 Afstand

Deze kalibratie is noodzakelijk om eenmalig de nulpuntsfout vast te stellen. Latere kalibraties dienen als kontrole op de juiste werking van de apparatuur. De bepaling kan gelijktijdig plaatsvinden bij de kalibratie en de orientering. Op het moment dat het hart van de mobiel antenne wordt ingemeten, wordt ook de afstand uitgelezen.
Het verschil tussen de berekende en gemeten waarde is de nulpuntsfout.
De kalibratiefout wordt hier beschouwd als een konstante gezien het meetprincipe, de korte afstand en omdat bij testmetingen is gebleken dat er geen afstandsafhankelike punten optreden. Met 2e orde effecten wordt dus geen rekening gehouden.
Indien wel aanwezig dan zou er op verschillende afstanden gekalibreerd moeten worden. Om redenen van betrouwbaarheid is het wel verstandig om op verschillende afstanden (plaatsen) te kalibreren om eventuele lokale invloeden op het Artemis gedrag te kunnen onderkennen.

8.6.4 Uitvoering

De wijze die de minste onzekerheden heeft is die waarbij de kalibratie plaatsvindt in het werkgebied zelf. Dit geeft echter enkele praktische uitvoeringsproblemen bij de inmeting van de punten op een schip met een dynamisch gedrag, denk hierbij aan de synchronisatie van meet- en referentie systeem.
Aangezien de mobiel data unit gebruikt kan worden met twee bakens op verschillende frequenties, zullen ook beide combinaties gekalibreerd moeten worden.
De praktische uitvoering van de kalibraties is echter, in afwachting van de ontwikkelingen hoe het stortbedrijf zal gaan werken, nog in

studie.

Voor de proefperiode, waarbij Artemis tijdelijk geplaatst is op het voormalige stortschip Wijker Rib, isin de direkte nabijheid van haar ligplaats in Schelphoek een bakenopstelling gemaakt. Hier kunnen voor deze mobiel-baken combinatie veel ervaringen worden opgedaan ten nutte van het gebruik van Artemis op de stortschepen.
Kalibratie metingen op andere lokaties onder dynamische omstandigheden kunnen worden verricht met behulp van de Minilir/AGA combinaties , die opgesteld staan ten behoeve van de plaatsbepaling van het bijzonder materieel.

8.7 Ervaringen

Met het systeem zijn tot nu toe geen operationele ervaringen opgedaan bij het S.V.K.O. projekt. De enige ervaringen zijn die van de proefnemingen en de afname testen.

8.7.1 Richtgedrag

Van het richtgedrag, het "in lock" blijven, kan toch al worden gezegd dat dit niet kritisch is zolang in het blik-veld (2 gr.) van de mobiel-antenne geen obstakes zijn, die het golffront verstoren. Dit heeft tot nu toe nog geen onwerkbare situaties opgeleverd.

8.7.2 Interferentie

Ook voor dit systeem geldt dat ernstig rekening gehouden moet worden met interferentie verschijnselen.
Vanwege het feit dat een rondomstralende baken-antenne moet worden toegepast, ontvangt de mobiel-antenne minder vermogen in vergelijking met een single user systeem, waarbij op de wal ook een mobiel-antenne staat. Dit betekent, dat het fase meetsysteem, dat de mobiel-antenne gericht houdt op het walbaken, tamelijk gevoelig is voor interferentie verschijnselen. Door een zorgvuldige keuze van de mobiel- en baken-antenne hoogten heeft men in het voor de stormvloedkering belangrijke werkgebied van 10-200 m afstand tot het baken geen problemen. Echter bij het varen naar de stortplaats, zullen ook de afstanden tussen 200 en 1400 m gepasseerd worden en daar moet wel degelijk rekening gehouden worden met het voornamelijk tijdelijk uitvallen van de afstandinformatie. Het volgsysteem blijft volgens de opgedane ervaringen "in lock", zij het met een wat grotere richtonnauwkeurigheid.

8.8 Onderhoud

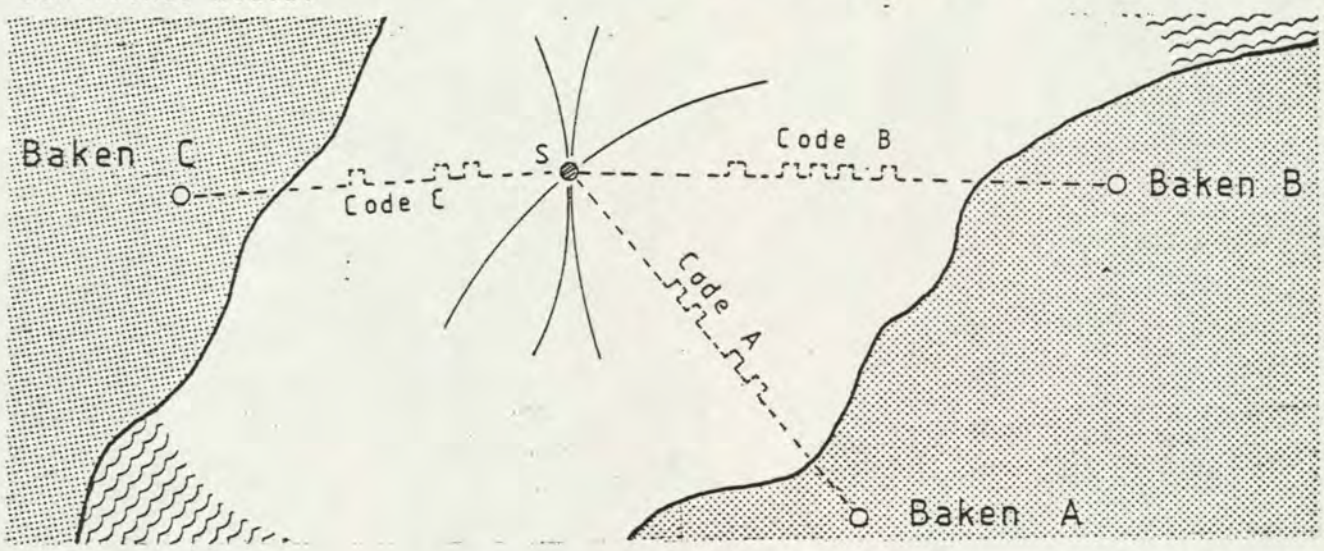
De apparatuur zal niet op de schepen worden gerepareerd.
Bij storingen zullen komplete units worden vervangen. Daartoe is een reserve mobiel- en bakeneenheid aanwezig.
Het preventief korrektief onderhoud is niet via een kontrakt geregeld. Wel worden onderdelen met een lange levertijd in voorraad genomen en ter beschikking gesteld aan de reparatie werkplaats.
De grote onderhoudsbeurten, die vooralsnog tweemaal per jaar zijn gepland, zullen tijdens de bouwvakvakantie en rond de jaarwisseling uitgevoerd worden door de leverancier van het systeem.

8.9 Trident III systeem

8.9.1 Principe

Het Trident III systeem is ontworpen voor plaatsbepaling van een schip of vliegtuig ten opzichte van geografisch nauwkeurig bepaalde Trident walbakens.
De positie van het schip of vliegtuig wordt bepaald door het snijpunt

van tenminste twee of meer cirkels, die elk een baken als middelpunt hebben (zie figuur 8.4).
Het boordinstrument, de interrogator, is geschikt om een, twee, drie of vier bakens semi-simultaan te ondervragen.
De respektievelijke afstanden tot de bakens worden bepaald door een nauwkeurige meting van de tijd die, de door de interrogator uitgezonden, pulstreinen nodig hebben om de weg tussen interrogator en baken af te leggen. Door deze tijd vervolgens te vermenigvuldigen met de bekende voortplantingssnelheid van elektromagnetische golven verkrijgt men de dubbele afstand interrogator-baken.
In het S.V.K.O. systeem kan gekozen worden uit acht bakens met verschillende kodes.



FIGUUR 8.4

De interrogator en het baken maken beide gebruik van een enkelvoudige frequentie van 1219 MHz. Amplitude gemoduleerde pulstreinen, die een kode vormen, worden op bovengenoemde draaggolffrequentie door de interrogator uitgezonden met een instelbare herhalingsfrequentie van 16, 32, 64 of 128 Hz (bij het S.V.K.O. systeem wordt 32 keer per sekonde een z.g. "acquisition" uitgevoerd).
Achtereenvolgens worden vier verschillend gekodeerde signalen uitgezonden die elk door het baken, dat op een van deze kodes is ingesteld, moet worden herkend.
De vier bakens zenden, na dekodering en herkenning van hun respektievelijke kodes, op dezelfde draaggolffrequentie van 1219 MHz elk hun specifieke bakenkode uit, die op hun beurt weer door de interrogator worden gedetekteerd. Afstandsbepaling kan nu plaatsvinden.

Onder andere ter bescherming tegen onechte signalen, zoals reflekties die altijd later aankomen dan rechtstreekse antwoordsignalen, is de interrogator-ontvanger slechts aktief gedurende het korte tijdsbestek waarbinnen het antwoord van het baken wordt verwacht.
Voor dit doel wordt een tracking gate toegepast, welke slechts aktief is op de verwachte aankomsttijd van een bakensignaal.
De plaatsing van deze tracking gate in de tijd wordt steeds opnieuw bepaald aan de hand van de vorige meting.
De gate zal zich dus even snel verplaatsen als de snelheid van het schip t.o.v. de respektievelijke bakens.
baken netwerk.
Hiertoe wordt, mede om interferentie te voorkomen, de herhalingsfrequentie van elke interrogator met 10% willekeurig gevarieerd.
Dit, samen met bovengenoemd tracking systeem, zorgt ervoor dat een interrogator slechts dat bakenantwoord herkent, dat door hemzelf opgeroepen is.
Rekening houdend met onderbroken ontvangst van signalen is aan het