

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

Stormvloedkering Oosterschelde

Voorstudie betreffende prototypemetingen
in het kader van Conditiebewaking Staal
met een gedifferentieerde opstelling van
werkzaamheden en kosten.

R 1975-01

mei 1984

Stormvloedkering Oosterschelde

Voorstudie betreffende prototypemetingen
in het kader van Conditiebewaking Staal
met een gedifferentieerde opstelling van
werkzaamheden en kosten.

R 1975-01

mei 1984

Inhoud

pag.

Inleiding	
Conditiebewaking Staal	
<u>1 Doelstelling</u>	1
<u>2 Meetbehoeften Conditiebewaking Staal</u>	1
<u>3 Opzet metingen Conditiebewaking Staal</u>	9
<u>4 Nadere uitwerking meetbehoeften Conditiebewaking Staal</u>	10
<u>5 Prioriteit van de metingen Conditiebewaking Staal</u>	15
<u>6 Overzicht meetsignalen Conditiebewaking Staal en opzet data-acquisitiesysteem</u>	17
6.1 Meetsignalen.....	17
6.2 Data-acquisitiesysteem.....	19
<u>7 Tijdsplanning voor realisering meetsysteem Conditie- bewaking Staal</u>	22
<u>8 Kostenraming voor realisering meetsysteem Conditiebewaking Staal</u>	24
<u>9 Uitvoering van de metingen Conditiebewaking Staal; onderhoud van het meetsysteem; verwerking en analyse resultaten</u>	39
<u>10 Kostenraming voor uitvoering, analyse en rapportage metingen Conditiebewaking Staal</u>	43

Inhoud (vervolg)

Tabel 1 Overzicht metingen

Figuur 1 Overzichtstekening vakwerkschuif

Figuur 2 Positie schuifliggers t.o.v. zeewaterstand bij API sluiting

Figuur 3 Overzicht meetinstrumenten C.S. op schuif R22

Figuur 4 Overzicht meetinstrumenten C.S. op schuif S13

Inleiding

Wanneer de stormvloedkering in de Oosterschelde straks zal zijn gerealiseerd, zal er teruggekeken kunnen worden op een complex en langdurig ontwerp- en bouwproces. De ontwerpfase heeft zich gekenmerkt door een groot aantal studies en onderzoeken, met name onderzoeken die in schaalmodellen hebben plaatsgevonden.

De bij het ontwerp gebruikte rekenmethodieken en de aannamen en uitgangspunten die daarbij nodig waren, zijn zoveel als mogelijk is getoetst en er zijn zo goed mogelijke verwachtingswaarden afgeschat. Desondanks blijven er onzekerheden bestaan en de Rijkswaterstaat heeft daarom gemeend om een kwaliteitsbewaking voor de stormvloedkering gedurende de beheersfase in te moeten stellen. Deze kwaliteitsbewaking zal uit twee delen bestaan n.l. een deel onderhoud en een deel conditiebewaking. In het projectplan Conditiebewaking Stormvloedkering van de projectgroep HISCON van RWS wordt Conditiebewaking omschreven als: "Het analyseren alsmede evalueren van het voorspelde gedrag van de constructie en zijn voor het ontwerp opgelegde randvoorwaarden, gehanteerde schematisaties en extrapolaties teneinde een oordeel te kunnen vormen over de mate waarin de constructie zijn functie kan vervullen binnen de gestelde en eventueel gedurende zijn levensduur nog te stellen randvoorwaarden (aan de hand van het waargenomen gedrag van de constructie)."

De Conditiebewaking Stormvloedkering bestaat uit de volgende delen:

- conditiebewaking natuurrandvoorwaarden
- conditiebewaking grondmechanica
- conditiebewaking constructie.

Deze laatste bestaat weer uit de delen natte werken, beton en staal. De Conditiebewaking Staal is het onderwerp van deze nota. In de werkgroep HOS (Hydraulisch onderzoek sluitingsmiddelen), waarin vertegenwoordigers van de Delta-dienst, Dir. Bruggen en Dir. Sluizen en Stuwen zitting hebben, is reeds in 1980 een voorstel uitgewerkt voor het doen van metingen aan de schuiven van de stormvloedkering. Onlangs is dit voorstel in belangrijke mate aangevuld; het volledige voorstel is weergegeven in notitie 6 PROBU-M-83077 van Dir. Bruggen (dd. 15 februari 1984).

In deze nota wordt het onderzoeksvoorstel Conditiebewaking Staal nader uitge-

werkt. De paragrafen 1, 2 en 3 zijn een nagenoeg integrale weergave van notitie 6-PROBU-M-83077. In de volgende paragrafen (par. 4 t/m par. 8) worden de metingen nader gespecificeerd (een overzicht wordt gegeven in tabel 1) en er wordt een tijdsschema en een kostenraming gegeven voor realisering van het meetsysteem. Gemeten zal worden aan een lage (2-regelige) schuif, de S13, aan een hoge (3-regelige) schuif, de R22, en aan het bewegingswerk van schuif R13. Het data- en acquisitiesysteem wordt door het Laboratorium voor Grondmechanica in overleg met het Waterloopkundig Laboratorium opgezet. Dit systeem voorziet in centrale registratie van alle meetsignalen vanuit Conditiebewaking Grondmechanica, Staal en ten dele Natuurrandvoorwaarden.

In paragraaf 9 wordt ingegaan op de uitvoering van de metingen Conditiebewaking Staal, op het onderhoud van het meetsysteem en op de wijze van verwerken van de meetresultaten. Daarna wordt een kostenraming gegeven voor de uitvoering, de analyse en de rapportage van de metingen Conditiebewaking Staal.

De realisering van meetplan en meetsysteem Conditiebewaking Stormvloedkering valt onder de projectgroep HISCON van de Rijkswaterstaat. In de projectorganisatie valt HISCON onder HISTOS (Hydro-meteo Informatie Systeem Oosterschelde), terwijl HISTOS weer onder SOOCO0 ressorteert.

De projectgroeporganisatie van de stormvloedkering houdt op te bestaan nadat de kering is opgeleverd. De verantwoordelijke instantie voor het beheer van de kering zal Directie Zeeland worden. Alle metingen in het kader van de Conditiebewaking Stormvloedkering zullen onder deze Directie vallen.

De opdracht voor de in nota R 1975-00 (februari 1984) weergegeven voorstudie voor metingen Conditiebewaking Staal is gegeven door de Hoofdafdeling Waterloopkunde van de Deltadienst (brief WT2429 dd. 22 november 1983). Daarna is een aanvullende opdracht gegeven om de werkzaamheden en kosten meer gedifferentieerd weer te geven. Deze aanvulling is in deze nieuwe nota R 1975-01 verwerkt. Nota R 1975-00 komt hiermee te vervallen. De verrichte werkzaamheden maken deel uit van project F 8350 S00.

Deze nota is opgesteld door ir. Th.H.G. Jongeling.

CONDITIEBEWAKING STAAL (CS)

1 Doelstelling

Hieronder zal worden aangegeven, welke metingen aan de schuiven en de bewegingswerken nodig zijn in het kader van de Conditiebewaking Staal (CS). Onder Conditiebewaking Staal wordt verstaan een niet-continue meetcampagne gedurende een beperkte periode van 2 à 3 jaar ter verifikatie van het uitgevoerde modelonderzoek en ter controle van ontwerpuitgangspunten, welke niet in een schaalmodel zijn of konden worden geverifieerd. Metingen, welke nodig zijn om de schuiven in een goede staat (conditie) te houden, zoals het inspekteren van lasverbindingen m.b.v. bepaalde meettechnieken, vallen buiten bovengenoemde Conditiebewaking. Dergelijke metingen worden verricht in het kader van het onderhoud en de inspectie van de schuiven. Ditzelfde geldt voor de bewegingswerken, waar voortdurend informatie is vereist betreffende standen van hydraulische stuurschuiven, functioneren van motoren/pompen van het hydraulische systeem en het conserveringssysteem, vervuiling van de filters (weerstandsignalering), lekken van afdichtingen, optreden van slangbreuk en synchroon lopen van beide bewegingswerken.

2 Meetbehoeften Conditiebewaking Staal

Voor de conditiebewaking van de schuiven en de bewegingswerken zijn de volgende aspecten van belang:

- a. de eigenfrekwenties van de schuiven
- b. de responsie van de staven en van de schuiven op stromingsexcitatie
- c. de vermoeiingssterkte van de knooppunten
- d. de grootte van de golfklapdrukken
- e. horizontale en verticale dwarsbelastingen op de schuiven
- f. langsbelastingen op de schuiven en botskrachten bij botsen schuif tegen de pijlers, alsmede de hierbij optredende versnellingen van de hydraulische cilinders (doorzweepen van de cilinders)
- g. het dynamische gedrag van het hydraulische systeem van de bewegingswerken.

ad a. De eigenfrekwenties van de schuiven bepalen in sterke mate het tril-

lingsgedrag. Het trillingsonderzoek van de schuiven is uitgevoerd met modellen van de plaatliggerschuif, waarvan de stijfheden en de massa zijn afgeleid uit het voorontwerp. Op grond van de resultaten van het golfklaponderzoek is naderhand besloten het hoofddraagsysteem (zie fig. 1) van het definitieve schuifontwerp uit te voeren in vakwerkliggers. Hierbij is er naar gestreefd de laagste eigenfrequenties van de vakwerkschuif zoveel mogelijk gelijk te houden aan die van de plaatliggerschuif.

Bij de beoordeling van het trillingsgedrag van de vakwerkschuif is gebruik gemaakt van de resultaten van het trillingsonderzoek voor de plaatliggerschuif. Voor de situatie, waarbij de schuif gesloten is, zijn de resultaten van de plaatliggerschuif goed bruikbaar. Voor situaties tijdens het sluiten van de schuiven zijn de resultaten van de plaatliggerschuif, vanwege de andere vormgeving van de vakwerkschuif, maar beperkt bruikbaar.

Zowel de profilering van de plaatliggerschuif als die van de vakwerkschuif zijn bij de verdere uitwerking van het voorontwerp geoptimaliseerd, waardoor de stijfheden van het prototype niet meer overeenkomen met die van de modellen. Een andere factor die een verschil geeft tussen model en prototype, is de schematisatie van het rekenmodel, waarmee de stijfheden zijn berekend. In het rekenmodel van de vakwerkschuif is aangenomen, dat de staafverbindingen oneindig stijf zijn. In werkelijkheid hebben de staafverbindingen een eindige stijfheid, waardoor de constructie slapper en dus de eigenfrequenties lager zijn dan is berekend. In het rekenmodel was het ook niet mogelijk om de stijfheid van de schuifaanslagen op de juiste wijze te schematiseren. Hetzelfde geldt ten aanzien van de veerstijfheid van het bewegingswerk.

Bovengenoemde factoren maken het noodzakelijk om van een hoge (3-regelige) en een lage (2-regelige) schuif zowel de droge als de natte eigenfrequenties te meten. (In model zijn een hoge en een lage plaatliggerschuif onderzocht). Bij het trekken van conclusies uit de vergelijking van de model- en de prototypefrequenties en de in het model gemeten excitatiespectra moet worden bedacht, dat de excitatiespectra bij de vakwerkschuif anders zullen zijn dan bij de plaatliggerschuif en dat in het modelonderzoek de invloed van de wrijving op het trillingsgedrag niet is meegenomen.

ad b. Tengevolge van de stroming door de schuif kunnen trillingen in de afzonderlijke vakwerkstaven optreden. Uit een bureaustudie is gebleken, dat de laagste eigenfrequentie van de staven een factor 2 à 3 hoger is dan de belangrijkste excitatiefrequenties.

Bij deze studie zijn voor het excitatiebeeld van de buizen aannamen gedaan met betrekking tot Reynolds-effekten en de onderlinge beïnvloeding via "zogstromen". De berekende faktor tussen de laagste eigenfrequentie van de staven en de belangrijkste excitatiefrequenties moet met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

Uit bovengenoemde studie is ook gebleken dat, behalve de staven zelf, ook de gehele schuif door excitatie van de staven in trilling kan komen als de excitatiefrequenties en eigenfrequenties van de schuif dicht bij elkaar liggen. Hoewel, vanwege de eerder genoemde aannamen, slechts een globale berekening van de responsie mogelijk is, blijkt hieruit wel dat enige responsie van de schuif is te verwachten. Teneinde te kunnen bepalen of aan de vakwerkstaven voorzieningen nodig zijn, die het excitatiebeeld verstoren, en daarmee een reductie van de responsie geven, is het noodzakelijk om tijdens het sluiten van de schuiven de responsie van een aantal kritische vakwerkstaven en de responsie van de betreffende schuif te meten. Deze metingen dienen te worden uitgevoerd aan een lage (2-regelige) schuif bij een "groot" verval over de kering tijdens het sluiten. (De lage schuif wordt gekozen omdat deze in model (plaatliggerschuif) het meest trillingsgevoelig bleek.)

ad c. Voor het berekenen van de vermoeiingssterkte van de knooppunten in de vakwerkschuif zijn berekeningen gemaakt van het aantal en de grootte van de golfbelastingen bij een gesloten schuif. Bij deze berekening is een, via het elastisch gelijkvormig modelonderzoek bepaalde, overdrachtsfunctie gebruikt om uit het golfspektrum de belasting op de schuif te kunnen bepalen.

Als ontwerpfilosofie voor de vermoeiingsberekeningen wordt gehanteerd dat:

- na 25 jaar een begin van scheurvorming in een knooppunt kan gaan optreden (de kans hierop is, zoals uit algemene statistische informatie blijkt, zeer gering);
- na iedere storm de schuiven daarom vooral ter plaatse van de zwaarst

belaste zones moeten worden geïnspekteerd en een eventueel begin van scheuren moet worden gerepareerd.

Uit vermoeiingsonderzoek van soortgelijke knooppunten is gebleken, dat tussen scheurinitiatie en bezwijken (= overschrijden van de statische sterkte van de gescheurde verbinding) 10^4 à 10^5 belastingswisselingen liggen.

Het aantal golven dat op een gesloten schuif tijdens een storm een bijdrage aan de vermoeiing levert, bedraagt ca. 1000, zodat na scheurinitiatie circa tien stormen kunnen optreden, voordat de verbinding bezwijkt.

Teneinde meer inzicht te krijgen in de werkelijke "vermoeiingssterkte" van de zwaarst belaste knooppunten is, naast informatie over de geometrie van de knooppunten en de uitvoering van de lassen, informatie nodig over het aantal en de grootte van de spanningswisselingen in deze knooppunten. Door de grootte en het aantal van de spanningswisselingen te meten kan de opgetreden "schade" met de regel van Palmgren-Miner worden berekend.

Uit het belastingsonderzoek van de vakwerkschuiven is gebleken dat er geen eenduidige relatie is vast te stellen tussen de horizontale en de verticale golfbelasting. Voor het ontwerp van de schuiven is daarom, binnen de range van gemeten faseverschillen, het meest ongunstige faseverschil aangehouden.

Door nu voor de zwaarste belaste knooppunten de overdrachtsfunctie tussen de spanningen en de golfhoogte te bepalen kan met behulp van gemeten golfspektra een verbeterde berekening van de vermoeiingssterkte c.q. levensduur van de knooppunten worden gemaakt.

Als de overdrachtsfunctie tussen de golven voor de kering en de spanning in één knooppunt bekend is, dan kan de opgetreden "schade" c.q. de te verwachten levensduur van dit knooppunt worden berekend aan de hand van de gemeten golfhoogte, golfperiode en golfrichting en het aantal golven voor de kering. Spanningsmetingen in andere knooppunten zijn niet nodig, omdat deze m.b.v. overdrachtsfuncties aan het meetknooppunt kunnen worden gerelateerd.

Er bestaat geen duidelijke voorkeur voor een hoge of een lage schuif. Omdat echter de knooppuntsmeting gerelateerd moet kunnen worden aan de

meting van de dwarsbelasting op de schuif (zie bij ad e), wordt gekozen voor een lage (2-regelige) schuif.

ad d. Het meten van (lokale) golfklapdrukken is zowel vanuit het oogpunt van Conditiebewaking als vanuit wetenschappelijke kennisverwerving zinvol. In het modelonderzoek van de vakwerkschuif zijn de golfklapdrukken op de buisprofielen gemeten bij te grote buisdiameters, omdat dit model was gebaseerd op een voorontwerp van de vakwerkschuif. De golfklapdrukken die gemeten zijn, zijn daardoor waarschijnlijk aan de hoge kant. Voor de "vertaling" van de meetresultaten naar prototype moeten schaalfactoren worden bepaald. Daar het met name bij golfklaponderzoek moeilijk is deze schaalfactor eenduidig te bepalen en de metingen in sterk geschematiseerde modellen zijn uitgevoerd, is voor de vertaling naar prototype-golfklapdrukken een conservatieve berekening voor de schaalfactor gemaakt.

Als uit de metingen blijkt dat de golfklapdrukken hoger zijn dan die, waarop in het ontwerp is gerekend, dan kan de situatie, waarin de grootste golfklapdrukken optreden, worden vermeden door aanpassing van het beheer; b.v. door het aanpassen van de sluitingsstrategie. Golfklappen tegen de vakwerkliggers zijn te verwachten als de z.g. stilwaterlijn $\pm 0,5$ m onder of boven een ligger staat, zie fig. 2. Door nu tijdens het sluiten of openen van de kering de schuifstanden, waarbij golfklappen kunnen optreden, zo snel mogelijk te doorlopen en bij reductorstrategieën te vermijden (d.w.z. de schuif uit het golfklapgevaarlijke gebied te halen, het z.g. "dompelen"), wordt de kans op optreden van ontoelaatbare golfklapdrukken verkleind. Daarnaast geeft de vergelijking van de model- en prototypesresultaten inzicht in bijvoorbeeld de juistheid van de toegepaste schaalregels, hetgeen voor volgende projecten van belang is. Ook voor de eindkoker (zie fig. 1) is vergelijking van de ontwerp-uitgangspunten c.q. modelresultaten met de werkelijk optredende golfklapdrukken van belang, gezien de complexe vormgeving van de eindkoker. Indien uit deze metingen blijkt, dat de optredende golfklapdrukken onder extreme situaties hoger zullen zijn dan ten behoeve van het ontwerp is aangehouden, dan kunnen voor de eindkoker alsnog constructieve maatregelen en/of beheersmaatregelen worden genomen, teneinde schade t.g.v. te hoge golfklapdrukken te voorkomen. De metingen dienen te worden verricht

aan een hoge (3-regelige) schuif, omdat voor een dergelijke schuif onderzoek in een schaalmodel is verricht en omdat bij een diep voorland de grootste golven en daarmee samenhangend de zwaarste golfklapbelastingen worden verwacht.

In het geval dat de schuiven als regelschuiven worden gebruikt, verdient het aanbeveling om ook drukmetingen aan de onderzijde van de betonnen bovenbalken uit te voeren.

ad e. In een schaalmodel van een sectie van de vakwerkschuif zijn verticale golf- en stromingsbelastingen gemeten. Omdat er schaaleffekten kunnen optreden bij stroming rond ronde buizen, zijn er onzekerheden in de naar het prototype vertaalde belastingen.

Deze onzekerheden zijn zoveel als mogelijk is opgeheven door het maken van berekeningen volgens Morison, waarbij coëfficiënten zijn ingevoerd afkomstig uit de literatuur.

Horizontale belastingen op de vakwerkschuif zijn niet in een schaalmodel gemeten, maar zijn berekend, waarbij ook is vergeleken met modelresultaten van de plaatliggerschuif. De faserelatie tussen horizontale en verticale belastingen is niet duidelijk geworden; voor de ontwerpbelasting van de schuif is uitgegaan van een ongunstige fasehoek. Het is vanuit wetenschappelijk oogpunt gewenst dat een controle van horizontale en verticale belasting op de schuif wordt verkregen.

De belastingen op de schuif zijn het grootst bij loodrecht inkomende golven. Bij de ontwerpbelasting is hiervan uitgegaan. In werkelijkheid komen golven niet steeds uit deze richting; bovendien vindt er een variatie plaats om de gemiddelde golfrichting (golfrichtingspreiding). Door dit laatste is aanname van langkammigheid minder correct en vindt er mogelijk een reductie plaats van de golfbelastingen. Om de relatie tussen golfrichtingspreiding en golfbelastingen te leren kennen is het gewenst dat golfrichtingspectrum, golfspectrum en belastingen op de schuif worden gemeten. Op dit moment loopt er een dergelijk onderzoek voor de Haringvlietsluizen. Het hier voorgestelde onderzoek sluit daar op aan.

De belastingen op de schuif kunnen, naar het zich laat aanzien, het best

worden bepaald door optredende krachten in staven van het vakwerk te meten. Deze staafkrachten moeten vervolgens m.b.v. een rekenmodel van de schuif worden teruggerekend naar belastingen. Een 2-regelige (lage) schuif leent zich hiertoe het beste.

ad f. Bij scheef inlopende golven zal er, voornamelijk doordat er waterstandsverschillen over de eindkokers van de schuif ontstaan, een kracht in lengterichting van de schuif werken. Als gevolg hiervan kan de schuif in lengterichting gaan bewegen en een stootbelasting op de pijler uitoefenen.

De langsbelasting op de schuif en de optredende stootbelasting zijn niet in een schaalmodel gemeten, maar zijn rekenenderwijs bepaald.

Het is zowel vanuit het oogpunt van Conditiebewaking (optredende krachten in de eindgeleiding) als vanuit een wetenschappelijk oogpunt (toetsing van gebruikte rekenmodellen) gewenst, dat zowel de langsbelasting op de schuif als de stootbelasting worden gemeten.

Gekozen wordt voor een meting aan een hoge (3-regelige) schuif, omdat hier de grootste stootbelasting is te verwachten.

De langsbelasting op de schuif kan niet direkt worden gemeten, maar zal worden afgeleid uit metingen van waterstandsverschillen over de eindkokers en uit drukmetingen. Omdat, wanneer de schuif in beweging is, ook hydrodynamische krachten deel uitmaken van de langsbelasting, zal voor een beter begrijpen van de optredende verschijnselen een uitsplitsing gewenst zijn. Hiertoe is nodig dat de langs beweging van de schuif wordt gemeten, maar ook dat de schuif in langsrichting zo mogelijk een keer wordt vastgezet. Wanneer de relatie langsbelasting-stootbelasting duidelijk is, kan het bestaande rekenmodel worden gebruikt om voor andere schuiven in andere situaties controleberekeningen te maken.

Bij het ontwerp is op basis van de resultaten van het bovengenoemde rekenmodel aangenomen, dat er bij stoten van de schuif tegen de pijler een maximale vertraging van 3 m/s^2 optreedt ter plaatse van het bevestigingspunt van de zuigerstang aan de schuif. Als gevolg hiervan ontstaat er een buigend moment in de zuigerstang, want de hydraulische cilinder zal onder invloed van massa traagheidskrachten willen door-

buigen. Voorgesteld wordt om na te gaan of het ontwerpuitgangspunt wordt overschreden.

ad g Bij het bewegen van de schuif over zijn geleidingen treedt t.g.v. het verschil tussen de statische en dynamische wrijvingscoëfficiënt en door toedoen van de verende ophanging stick-slip op. De schuif krijgt daardoor een schokkende beweging. Stick-slip kan ook optreden t.p.v. de zuigerstang en de zuigerstangafdichtingen bij toepassing van lage zuigersnelheden. Mede door de materiaalkeuze voor deze afdichtingen levert deze bron van stick-slip geen bijdrage van betekenis aan het totale stick-slipgebeuren.

De stick-slip wordt beïnvloed door de uitwendige (wisselende) belastingen op de schuif. Daarbij gedraagt de schuif zich met zijn ophanging aan de relatief elastische cylinders (oliekolommen!) als een meervoudig massa-veersysteem met demping, waarbij ook nog met speling rekening gehouden moet worden.

Via het ophangpunt van de schuif worden frequent wisselende krachten in de hydraulische cylinder geïntroduceerd. In de cylinder resulteert dit in frequent wisselende oliedrukken. Aangezien er zorg bestond omtrent een ongunstige beïnvloeding van de drukgestuurde componenten in het hydraulische systeem door deze wisselende oliedrukken, werd het drukverloop in het systeem bepaald d.m.v. een mathematisch model.

De TH in Eindhoven voerde daartoe een dynamische analyse uit voor het grootste type cylinder, omdat deze, met het bijbehorende systeem, het meest gevoelig is voor de beschouwde verschijnselen. Als resultaat van de studie zijn op relevante plaatsen in het hydraulische systeem drukken en drukvariaties berekend. Mede i.v.m. toekomstige toepassingen van een dergelijke dynamische analyse is het zinvol de resultaten van de studies te vergelijken met de werkelijk optredende dynamische drukken.

Voor de metingen genoemd onder a t/m g is het nodig dat de positie van de schuif wordt gemeten. Hiervoor zijn geen extra voorzieningen nodig, want ter controle van het gelijklopen van beide schuifeinden wordt bij iedere schuif een 3-voudig uitgevoerd schuifstand-meldingssysteem aangebracht. Met behulp hiervan kan met hoge betrouwbaarheid het gelijklopen van beide schuifeinden

worden vastgesteld. Ook de schuifpositie kan hieruit worden afgeleid. De signalen van het schuifstand meldingssysteem worden naar het centrale bedieningsgebouw gevoerd.

Naast schuifpositie zijn ook de hydraulische randvoorwaarden (golfrichtingspectrum, golfhoogtespectrum en waterstand) op enige afstand van de kering aan zeezijde nodig en de waterstand op enige afstand van de kering aan Oosterscheldezijde. Deze metingen vallen onder Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden (CN).

3 Opzet metingen Conditiebewaking Staal

Voor de metingen genoemd onder ad a wordt gedacht aan ad hoc metingen aan een lage (2-regelige) en een hoge (3-regelige) schuif. Deze metingen zullen afhankelijk van o.a. weersomstandigheden in een periode van 1 à 2 maanden uitgevoerd kunnen worden. De metingen genoemd onder ad b, c en e betreffen een lage (2-regelige) schuif; metingen ad d en f hebben betrekking op een hoge (3-regelige) schuif. De metingen strekken zich uit over een langere periode, namelijk 2 à 3 jaar. Deze tijdsduur is minimaal nodig om bij het waarschijnlijke beheer van de kering verzekerd te zijn van statistisch voldoende betrouwbare meetgegevens. Voor de metingen aan een lage schuif wordt de S13 gekozen, voor de metingen aan de hoge schuif de R22. Deze laatste schuif bevindt zich naast de HISCON pijler R22.

De meting genoemd onder ad g dient aan het grootste bewegingswerk te worden uitgevoerd. Gekozen wordt voor de R13. Gedacht wordt aan drie korte meetcampagnes van elk één week bij verschillende weersomstandigheden. De bekabeling kan een tijdelijk karakter hebben.

Over het algemeen zullen de metingen gelijktijdig met het sluiten, gesloten zijn en openen van de schuiven plaatsvinden. Er wordt gedacht aan een opzet, waarbij de meetsignalen tezamen met de meetsignalen van Conditiebewaking Grondmechanica (CG) en Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden (CN) naar een centraal meet- en commandostation worden gebracht.

De meetsignalen worden in deze opzet in gedigitaliseerde vorm naar het centrale bedieningsgebouw geleid. Het is de bedoeling dat de operateur van de kering op eenvoudige wijze de apparatuur in werking kan stellen.

Metingen met een ad hoc karakter (metingen a en g) worden decentraal uitge-

voerd. Ter plaatse van de te bemeten schuif wordt daartoe gedurende de duur van de meting registratieapparatuur geplaatst.

Bij de keuze van meetapparatuur en de wijze van bevestigen op de schuif van deze apparatuur zal, evenals bij het opstellen van het meetprogramma, gebruik worden gemaakt van de ervaringen die zijn opgedaan bij de metingen aan de Haringvlietsluizen.

4 Nadere uitwerking meetbehoeften Conditiebewaking Staal

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van alle voorgestelde metingen. Deze metingen worden hier verder uitgewerkt. Meetpunten en meetinstrumenten staan in de figuren 3 en 4 aangegeven. Het is mogelijk dat in het definitieve ontwerp stadium nog wijzigingen worden aangebracht.

CS-1 Meting van eigenfrequenties en eigenbewegingen schuiven

De metingen zullen worden verricht aan schuif S13 en schuif R22. De metingen hebben een ad hoc karakter d.w.z. er wordt een rustig weer periode afgewacht (bv. de zomermaanden) en zo gauw de gelegenheid zich voordoet wordt er gemeten. Per schuif wordt gerekend op orde 1 week voorbereidings- en meettijd, zodat de gehele meting binnen een tijdsbeslag van orde 1 maand kan plaatsvinden.

Bij de meting gaat het om zowel eigenfrequenties als eigenbewegingen van de schuiven, echter niet om de eigenfrequenties en eigenbewegingen van onderdelen zoals bijv. vakwerkstaven. Gedacht wordt aan het meten van versnellingen m.b.v. versnellingsopnemers. Wanneer op 3 plaatsen in een vormvaste verticale doorsnede wordt gemeten, ligt het beweeggedrag van deze doorsnede vast. Het beweeggedrag van de gehele schuif wordt nu bepaald door in 3 afzonderlijke verticale doorsnedes (zie fig. 3 en 4) te meten en deze doorsnedes aan elkaar te relateren. Dit gebeurt per gemeten frequentie.

De meting vindt plaats zowel met de schuif geheel boven water als met de schuif geheel neergelaten (tijdens kentering zodat er geen verval over de schuif aanwezig is). Mogelijk kunnen deze laatste metingen gekombineerd worden met periodieke sluitingen van de kering.

Om het beweeggedrag van de schuiven met voldoende nauwkeurigheid te kunnen meten, dienen de schuiven met voldoende grote kracht te worden aangestoten.

Gedacht wordt om de schuif m.b.v. een spankabel een uitbuiging te geven van orde 2 cm. Door de kabel m.b.v. een slipkoppeling plotseling te laten ontspannen, wordt er een sprongvormige excitatie opgelegd. De spankabel kan naar bestaande ankerpalen worden afgespannen. Omdat de kabel onder een hoek met de horizontaal wordt afgespannen, zal de schuif zowel in horizontale als in verticale richting en dus ook in torsiezin worden geëxciteerd.

Een andere mogelijkheid die ter plaatse kan worden onderzocht, is het exciteren van de schuif door middel van het plotseling op gang brengen of stoppen van de schuif. Omdat deze excitatie voornamelijk vertikaal is gericht, kan dit geen alternatief betekenen voor de spankabelmethode maar wel een aanvulling.

De werkelijke meetduur is zeer kort: orde enkele tientallen sekonden (onder water minder). De meetsignalen worden ter plaatse op een bandrecorder vastgelegd.

CS-2 Meting van de responsie van vakwerkstaven en van de gehele schuif op stromingsexcitatie

De responsiemetingen zullen worden verricht aan schuif S13. Op twee staven van het vakwerk zullen daartoe twee versnellingsopnemers worden aangebracht, welke in twee onderling loodrechte richtingen worden geplaatst. Gekozen wordt voor slanke staven met een relatief lage eigenfrequentie. In aanmerking komen een diagonaalstaaf van het onderste horizontale vakwerk en een diagonaalstaaf van het verticale dwarsverband. Zie fig. 4. De responsie van de gehele schuif wordt gemeten met de versnellingsopnemers genoemd onder CS-1.

Om de responsie van staven en schuif te kunnen relateren aan de excitatiebron zal het lokale verval over de schuif worden gemeten. Gedacht wordt aan een drukopnemer aan Oosterscheldezijde van de schuif en een capacitieve meetdraad aan zeezijde. De stroomsnelheid nabij één van de vakwerkstaven zal worden gemeten met een watersnelheidsmeter. Metingen zullen alleen worden verricht tijdens het neerlaten van de schuif en in reductorstanden. De duur van de meting is orde $\frac{1}{2}$ uur. De meetsignalen zullen in gedigitaliseerde vorm naar het centrale meetstation worden geleid.

Meetperiode 2 à 3 jaar (ca. 10 stormsluitingen).

CS-3 Meting van staafkrachten i.v.m. knooppuntsvermoeding

Deze metingen zullen worden verricht aan schuif S13. Het gaat hierbij om het meten van krachten in een vijftal staven, welke in één knooppunt samenkomen. Het knooppunt is gekozen in het onderste horizontale vakwerk (zie fig. 4). Het niveau van de wisselende krachten en de frekwentie van spanningswisselingen vormen voor het betreffende knooppunt een maat voor de vermoeiingsbelasting.

De krachten in de staven worden gemeten m.b.v. rekstrookjes, welke op 4 platen langs de omtrek van de staven worden aangebracht. Deze rekstrookjes worden in een brug van Wheatstone geschakeld tot één staafkrachtsignaal.

De metingen zullen worden verricht tijdens de gehele duur van de storm, dus tijdens het neerlaten van de schuif en gedurende de periode dat de schuif is neergelaten. Duur van de meting orde één dag. De meetsignalen zullen in gedigitaliseerde vorm naar het centrale meetstation worden geleid. Meetperiode 2 à 3 jaar (ca. 10 stormsluitingen).

CS-4 Meting van golfklappen op vakwerkstaven en op schotten in eindkoker

De metingen zullen worden verricht aan schuif R22. Golfklappen zullen worden gemeten op twee langsstaven van het bovenste horizontale vakwerk en op schotten op twee niveau's in de zuidelijke eindkoker. (Bij de overheersende windrichting worden hier de grootste golfbewegingen en de grootste golfklappen verwacht). De meetpunten worden gekozen in overeenstemming met meetpunten in schaalmodellen van vakwerk en eindkoker. D.w.z. op beide vakwerkstaven worden verdeeld over de onderzijde 3 drukopnemers aangebracht en in de eindkoker worden zowel op het niveau van de onderste als van de middelste hoofdligger drukmeetplaatsen op uitkraging en horizontale schotten ingericht. Begonnen wordt met het meten van drukken op het niveau van de onderste hoofdligger en na ca. één jaar worden de drukdozen verplaatst naar het niveau van de middelste hoofdligger. Omdat niet alleen de grootte van de lokale golfklapdrukken van belang is maar ook de totale golfklapbelasting, zal ook de responsie van de vakwerkstaven en van de horizontale schotten in de eindkoker worden gemeten. Gedacht wordt aan het plaatsen van een tweetal versnellingsopnemers op elk van beide vakwerkstaven en een tweetal versnellingsopnemers in de eindkoker. Zie fig. 3.

Bij de analyse van de gemeten signalen is het van belang dat er gegevens

bekend zijn over het waterspiegeloppervlak dat de golfklap veroorzaakt. Onder beide vakwerkstaven en in de eindkoker zal daarom de waterspiegelbeweging als functie van de tijd worden gemeten. Dit gebeurt met behulp van capacitieve meetdraden. Zo mogelijk zal ook t.p.v. de vakwerkstaven en in de eindkoker de geluidssnelheid in water worden gemeten; de geluidssnelheid is een maat voor de hoeveelheid in water aanwezige lucht en is dus een maat voor de "hardheid" van het water.

Golfklappen treden alleen op als de schuif neergelaten wordt en door de waterspiegel heen gaat. Het niveau van de schuif waarop golfklappen plaatsvinden verplaatst zich dus van de onderzijde van de schuif naar boven toe. Het is daarom niet strikt nodig om gedurende de gehele periode dat de schuif wordt neergelaten te meten. In reductor situaties is een langduriger meetperiode wellicht nodig.

Alle meetsignalen zullen in gedigitaliseerde vorm naar het centrale meetstation worden geleid. De meetperiode bedraagt 2 à 3 jaar (ca. 10 stormsluitingen).

CS-5 Meting van horizontale en verticale dwarsbelasting

Deze metingen zullen worden verricht aan schuif S13. De horizontale en verticale dwarsbelasting op de schuif worden op indirecte wijze gemeten: de krachten die optreden in de einddiagonaalstaven van het vakwerk worden gemeten en vervolgens worden deze krachten m.b.v. een rekenmodel van de schuif terugge-rekend naar geschematiseerde belastingen. Op de einddiagonaalstaven (4 staven in de horizontale vakwerkliggers en 2 staven in het verticale langsverband) worden daartoe op 4 plaatsen langs de omtrek van de staven rekstrookjes aangebracht (zie fig. 4). De rekstrookjes worden in een brug van Wheatstone samengesteld tot één staafkrachtsignaal per staaf.

Gemeten wordt wanneer de schuif neergelaten wordt maar ook gedurende de periode dat de schuif neergelaten is. In deze periode is continue meting evenwel niet strikt noodzakelijk. De meetsignalen worden in gedigitaliseerde vorm naar

het centrale meetstation geleid. De meetperiode bedraagt 2 à 3 jaar (ca. 10 stormsluitingen).

CS-6 Meting van langsbelasting en stootkrachten bij stoten schuif tegen
pijlers en meting van daarbij optredende versnellingen in hydraulische
cilinders

Deze metingen zullen worden verricht aan schuif R22. De langsbelasting op de schuif wordt op indirecte wijze gemeten. Aangenomen kan worden dat de langsbelasting voornamelijk het resultaat is van vervallen over de beide eindkokers. Het momentane verval zal worden gemeten m.b.v. capacatieve meetdraden: één in de sponning in de pijler, één aan de andere zijde van de eindkoker. (Aan beide zijden van de schuif). Omdat het drukverloop in de vertikaal niet hydro-statisch behoeft te zijn (dit is zeker het geval wanneer de schuif in langsrichting beweegt) zullen er op 3 plaatsen in de vertikaal drukken worden gemeten, zowel in beide schuifspinningen, als aan de buitenzijde van de eindkokers. Zie fig. 3. Wanneer de schuif in langsrichting beweegt ontstaan er extra hydrodynamische krachten. Om deze krachten te kunnen afsplitsen van de langsbelasting op de schuif moet de langsbeweging van de schuif worden gemeten. Tussen pijlerwand en eindhar van de schuif zullen daarom verplaatsingsopnemers worden geplaatst, zodat de positie van de schuif t.o.v. de pijlers en de snelheid van de schuif als functie van de tijd kunnen worden bepaald.

De kracht die bij stoten van de schuif tegen de pijlers in de stootblokken ontstaat, zal zo mogelijk op directe wijze worden gemeten. Gedacht wordt aan het aanbrengen van rekstrookjes op de mantel van het stootblok. De definitieve vormgeving van het stootblok is op dit moment echter nog niet bekend. Het is daarom mogelijk dat er niet voldoende ruimte is voor het aanbrengen van rekstrookjes. De gedachte is om in dat geval op indirecte wijze de stootkracht te meten, n.l. door de vervorming (indrukking) van het stootblok te meten en m.b.v. de stijfheidskarakteristiek van het stootblok de kracht af te leiden. Bij het stoten van de schuif tegen de pijlers zullen de hydraulische cilinders onder invloed van massatraagheidskrachten door willen buigen. Een maat hiervoor is de vertraging die optreedt t.p.v. het bevestigingspunt van de schuif met de cilinderstang. De optredende vertraging zal met behulp van versnellingsopnemers worden gemeten: aan beide zijden van de schuif zal bij het ophangpunt een versnellingsopnemer worden aangebracht. De metingen zullen worden verricht tijdens het neerlaten van de schuif. Alle meetsignalen worden in gedigitaliseerde vorm naar het centrale meetstation geleid. De meetperiode

bedraagt 2 à 3 jaar (ca. 10 stormsluitingen).

CS-7 Meting van dynamische drukken in het hydraulische systeem van het grootste bewegingswerk

Deze metingen zullen worden verricht aan het bewegingswerk van schuif R13. Het gaat hier om het meten van dynamische drukken in het oliesysteem. De gedachte is om op een 10-tal plaatsen in het systeem drukmeetpunten in te richten. De metingen hebben een ad-hoc karakter; het ligt in de bedoeling om de metingen bij verschillende omstandigheden uit te voeren. Gedacht wordt aan een 3-tal kortdurende meetcampagnes van orde één week elk. De gehele meting kan daardoor binnen een tijdsbeslag van orde een half jaar plaatsvinden. De meetsignalen worden ter plaatse m.b.v. een recorder vastgelegd. De metingen zullen door Dir. Bruggen worden uitgevoerd.

Meting van natuurrandvoorwaarden en schuifstand

Voor de metingen CS-2 t/m CS-6 is het nodig dat de zeewaterstand en Oosterscheldewaterstand op enige afstand van de kering worden gemeten, alsmede het inkomende golfbeeld (golfrichting en golfhoogte) aan zeezijde. Deze metingen vallen onder Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden (CN). Een aantal van deze meetsignalen zal synchroon met de meetsignalen CS worden geregistreerd. De betreffende signalen zullen in gedigitaliseerde vorm naar het centrale meetstelsel worden geleid. Het gaat hier voorlopig om de signalen van 3 golfbaken, 2 vector akwa's en 2 waveriders voor zowel schuif R22 als schuif S13.

De positie van iedere schuif wordt tijdens het vertikaal bewegen van de schuiven gemeten en doorgegeven aan het centrale bedieningsgebouw. Voor schuiven S13 en R22 is een voorziening nodig zodanig, dat de schuifstand synchroon met de signalen CS kan worden geregistreerd.

5 Prioriteit van de metingen Conditiebewaking Staal

Op de vergadering van 4 mei j.l., waaraan deelnamen vertegenwoordigers, van Directie Bruggen, Deltadienst en Waterloopkundig Laboratorium, is vanuit verschillende invalshoeken een prioriteitenlijst voor de metingen opgesteld. Deze prioriteitenlijst wordt hieronder weergegeven.

De verschillende invalshoeken zijn: ontwerp van de schuiven, waterloopkundig onderzoek en beheer van de kering.

Meting CS-7 wordt niet benoemd. Deze meting valt onder Dir. Bruggen.

Prioriteit van de metingen gezien vanuit het ontwerp van de schuiven

- 1e prioriteit: meting CS-1 (meting van eigenfrekwenties en eigenbewegingen) en meting CS-2 (meting van de responsie van een schuif en van vakwerkstaven op stromingsexcitatie)
- 2e prioriteit: meting CS-3 (meting van staafkrachten i.v.m. vermoeiingsterkte van een knooppunt) en meting CS-5 (meting van horizontale en verticale dwarsbelasting op een schuif)
- 3e prioriteit: meting CS-6 (meting van langsbelasting op een schuif, stootkrachten en versnellingen van hefcylinders)
- 4e prioriteit: meting CS-4 (meting van golfklappen op vakwerkstaven en op schotten in de eindkoker van een schuif)

Prioriteit van de metingen gezien vanuit Waterloopkundig onderzoek

- 1e prioriteit: meting CS-4
- 2e prioriteit: meting CS-5 en meting CS-6
- 3e prioriteit: meting CS-1 en meting CS-2

Prioriteit van de metingen gezien vanuit het beheer

- 1e prioriteit: meting CS-4
- 2e prioriteit: meting CS-6
- 3e prioriteit: meting CS-3

De verschillende prioriteitenlijsten blijken niet met elkaar overeen te stemmen. Wanneer vanwege kostenoverwegingen of anderszins bepaalde metingen geen doorgang kunnen vinden, zal nader overleg moeten plaatsvinden over de volgorde van voorrang van de metingen.

Overigens is het ook mogelijk om de omvang van bepaalde metingen enigszins te reduceren zie bij par. 8.

meting CS-2.1	4 versnellingsignalen	max. frekwentie 10 à 20 Hz
	2 lokale waterstanden	max. frekwentie 1 à 2 Hz
	1 lokale watersnelheid	max. frekwentie 1 à 2 Hz
meting CS-2.2	9 versnellingsignalen	max. frekwentie 10 Hz
meting CS-3	5 samengestelde rekstrooksignalen	max. frekwentie 10 Hz
meting CS-5	6 samengestelde rekstrooksignalen	max. frekwentie 10 Hz

Schuif S13 Metingen tijdens neergelaten schuif (duur van de storm)

meting CS-3	5 samengestelde rekstrooksignalen	max. frekwentie 1 à 2 Hz
meting CS-5	6 samengestelde rekstrooksignalen	max. frekwentie 1 à 2 Hz

Schuif R22 Metingen tijdens neerlaten schuif (duur ca. 1 uur)

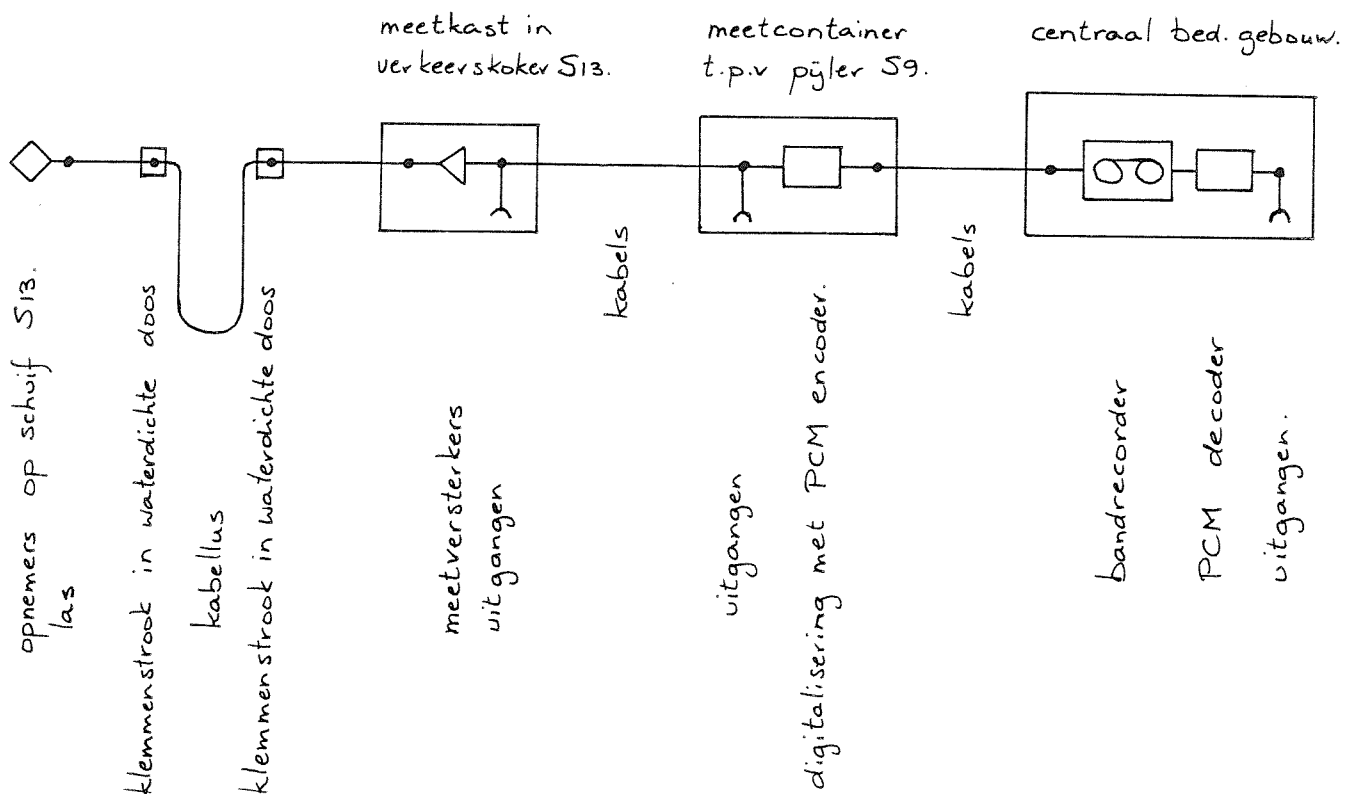
meting CS-4.1	6 druksignalen	max. frekwentie 200 Hz
	4 versnellingsignalen	max. frekwentie 50 à 100 Hz
	2 lokale waterstanden	max. frekwentie 1 à 2 Hz
	1 lokale geluidssnelheid in water	max. frekwentie 1 à 2 Hz
meting CS-4.2	5 druksignalen	max. frekwentie 200 Hz
	2 versnellingsignalen	max. frekwentie 50 à 200 Hz
	2 lokale waterstanden	max. frekwentie 1 à 2 Hz
	1 lokale geluidssnelheid in water	max. frekwentie 1 à 2 Hz
meting CS-6.1	12 druksignalen	max. frekwentie 1 à 2 Hz
	2 verplaatsingsignalen	max. frekwentie 10 Hz
	4 lokale waterstanden	1 à 2 Hz
meting CS-6.2	2 samengestelde rekstrooksignalen	max. frekwentie 10 Hz
	2 versnellingsignalen	max. frekwentie 10 Hz

6.2 Data-acquisitie systeem

Ten behoeve van Conditiebewaking Grondmechanica wordt een data-acquisitiesysteem opgezet dat gedurende zeer lange tijd (orde 20 à 30 jaar) in stand zal worden gehouden. De metingen van Conditiebewaking Grondmechanica concentreren zich ter plaatse van de pijlers S9 en R22. Het gaat hierbij om de stabiliteit van de pijlers. (Ook wel aangeduid met totaal evenwichtssysteem T.E.S.) Er zijn plannen om ook krachten op deze pijlers en verplaatsingen van deze pijlers te meten. De plannen zijn echter nog niet volledig uitgewerkt.

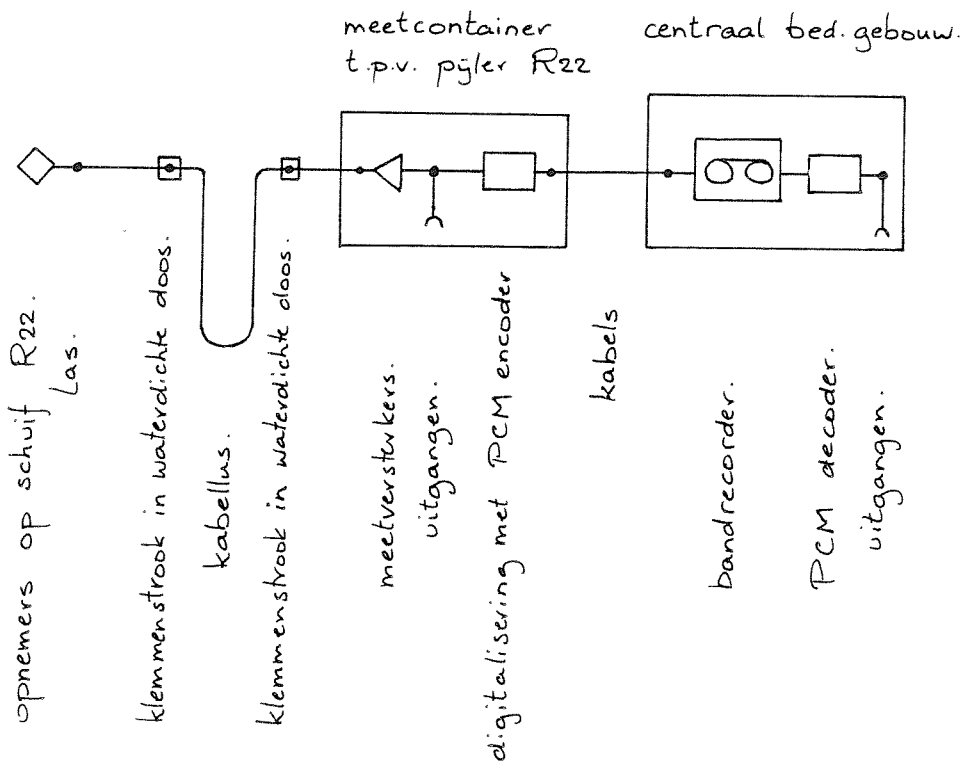
De opzet van het data-acquisitiesysteem is zodanig dat de meetsignalen van Conditiebewaking Staal en relevante signalen van Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden kunnen worden ingevoegd. De uitwerking van het data-acquisitiesysteem valt onder Conditiebewaking Grondmechanica.

De opzet van het meetsysteem t.b.v. Conditiebewaking Staal is relatief eenvoudig. In onderstaande figuur is het meetschema aangegeven voor schuif S13.



Alle kabels van de meetinstrumenten op schuif S13 worden naar een waterdichte doos in de zuidelijke eindkoker van de schuif geleid. Deze doos heeft bescheiden afmetingen. Vanuit deze doos gaat een enkele kabel naar de pijler (pijler S13). Omdat de schuif op en neer moet kunnen bewegen is een overlengte aan kabel nodig. De kabel komt in de vorm van een verstevigde lus tussen schuif en pijler te hangen. Op de pijler wordt een tweede waterdichte doos aangebracht. Vanaf de pijler wordt de kabel verkeerskoker S13 ingeleid, waar aan de noordelijke zijde ruimte is voor het plaatsen van een gekonditioneerde kast met meetversterkers. Vanaf deze kast gaan de versterkte meetsignalen via kabels naar de meetcontainer t.p.v. pijler S9. In deze container staat apparatuur opgesteld t.b.v. de metingen Conditiebewaking Grondmechanica. De meetsignalen worden hier gedigitaliseerd en gecodeerd met behulp van een PCM (pulse code modulation) encoder. In gedigitaliseerde vorm gaan de meetsignalen vervolgens via kabels naar het centrale meet- en commandostation in het bedieningsgebouw van de SVKO, alwaar zij op een bandrecorder worden opgeslagen. M.b.v. een PCM decoder kunnen de signalen worden uitgelezen en eventueel m.b.v. een schrijver worden gevisualiseerd.

Het meetschema voor schuif R22 is wat eenvoudiger, omdat de meetversterkers niet in een afzonderlijke kast maar in de meetcontainer t.p.v. pijler R22 (Conditiebewaking Grondmechanica) zullen worden geplaatst. Zie onderstaand schema.



T.p.v. schuif S13, pijler R22 en pijler S9 dient t.b.v. de apparatuur een "schone" 220 V voeding aanwezig te zijn. De kabels in de verkeerskokers zullen op een voldoende grote afstand van hoogspanningskabels worden aangelegd, teneinde storingen te voorkomen. Beide meetcontainers (t.p.v. R22 en S9) en de meetkast (t.p.v. S13) zullen worden voorzien van verwarming, verlichting en communicatieapparatuur. In het centrale meet- en commandostation in het bedieningsgebouw van de SVKO zal een mini-computer worden opgesteld, welke dient voor sturing van het meetsysteem. De uitwerking hiervan valt onder Conditiebewaking Grondmechanica.

Alle meetsignalen worden ter plaatse van de pijlers S9 en R22 m.b.v. PCM apparatuur gedigitaliseerd. Om een voldoende grote nauwkeurigheid te verkrijgen dient de bemonsteringsfrequentie ca. een factor 5 hoger te liggen dan de hoogste frequentie in het meetsignaal. Hiermee rekening houdend worden de volgende bemonsteringsfrequenties gevonden voor de signalen van Conditiebewaking Staal. (globale indeling in 3 groepen: 10 Hz, 100 Hz, 1000 Hz).

<u>Schuif S13</u>	Tijdens neerlaten schuif (duur ca. $\frac{1}{2}$ uur)	
	24 signalen met bemonsteringsfrequentie	100 Hz
	3 signalen met bemonsteringsfrequentie	10 Hz
<u>Schuif S13</u>	Tijdens neergelaten schuif (duur van de storm)	
	11 signalen met bemonsteringsfrequentie	10 Hz
<u>Schuif R22</u>	Tijdens neerlaten schuif (duur ca. 1 uur)	
	17 signalen met bemonsteringsfrequentie	1000 Hz
	6 signalen met bemonsteringsfrequentie	100 Hz
	22 signalen met bemonsteringsfrequentie	10 Hz

Vanuit Conditiebewaking Grondmechanica komen daarbij:

pijler S9 Tijdens de duur van de storm

ca. 160 signalen met bemonsteringsfrequentie 10 Hz

pijler R22 Tijdens de duur van de storm

ca. 160 signalen met bemonsteringsfrequentie 10 Hz

In deze aantallen zijn nog niet begrepen de eventuele signalen van de metingen totaal evenwichtssysteem pijlers (T.E.S.).

Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden levert per schuif (S13 en R22) signalen van 3 golfbaken, 2 vector akwa's en 2 waveriders. Vector akwa's geven 4 signalen af, golfbaken en waveriders 1 signaal. Tussen waveriders en PCM apparatuur is een interface nodig om de door de waveriders uitgezonden radiosignalen op de juiste wijze te kunnen aanbieden.

Het aantal signalen is:

Schuif S13 Tijdens de duur van de storm

13 signalen met bemonsteringsfrequentie 10 Hz

Schuif R22 Tijdens de duur van de storm

13 signalen met bemonsteringsfrequentie 10 Hz

Per schuif (S13 en R22) wordt voorts rekening gehouden met een extra signaal voor indicatie van de schuifpositie.

7 Tijdsplanning voor realisering meetsysteem Conditiebewaking Staal

Wanneer toestemming wordt verleend tot het geheel of gedeeltelijk uitvoeren van het meetplan Conditiebewaking Staal, zullen de volgende werkzaamheden moeten worden verricht tot aan oplevering van het meetsysteem:

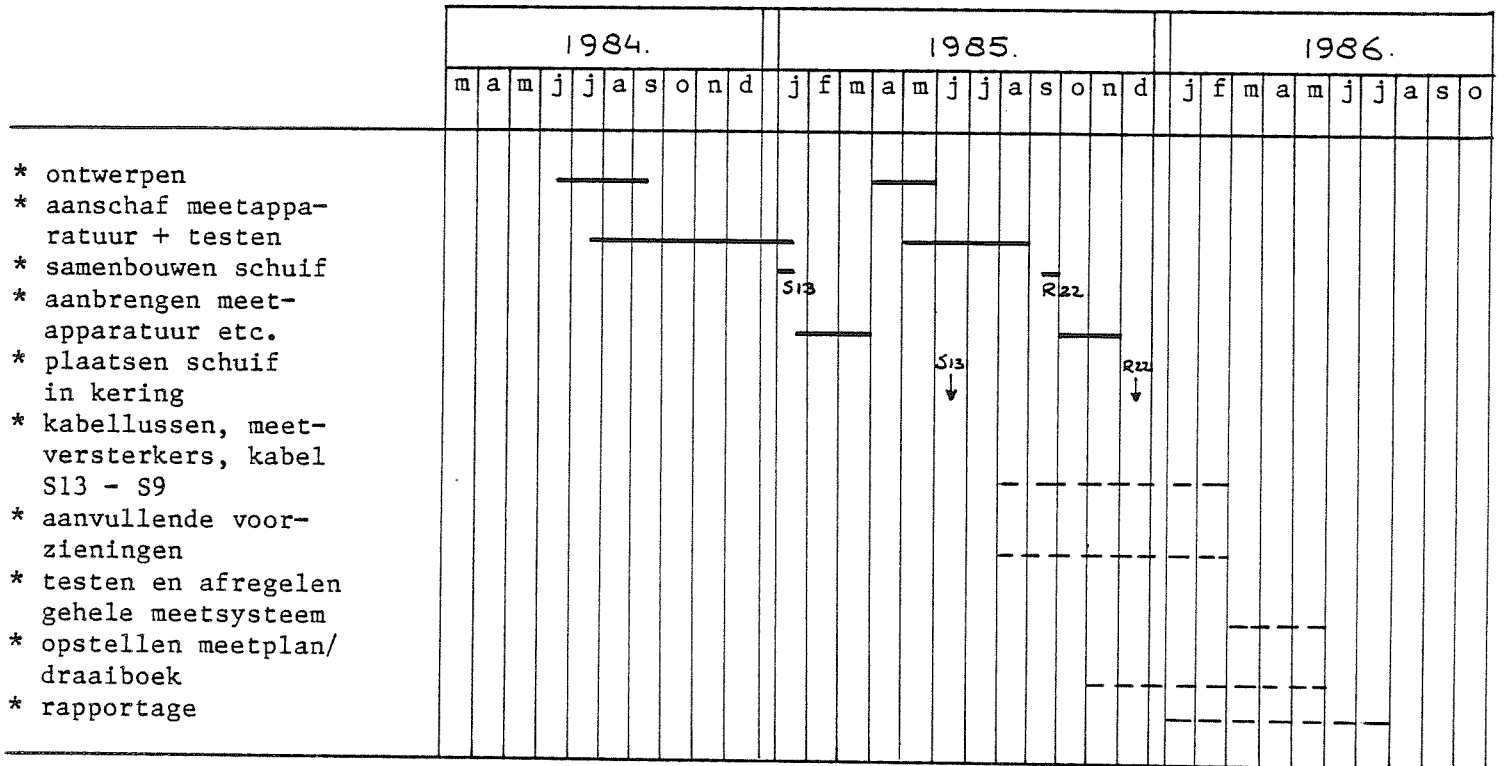
1. Definitief ontwerp maken van het meetsysteem.
2. Kiezen en aanschaffen meetapparatuur, versterkers, bekabeling.
3. Testen en afijken apparatuur, eventueel ontwikkelen apparatuur.

4. Vervaardiging behuizingen en bevestigingskonstrukties voor meetapparatuur.
5. Aanbrengen meetapparatuur en bekabeling op schuiven (in de fabriek).
6. Na plaatsen schuiven: aanbrengen kabellus tussen schuif en pijler. (S13 en R22).
7. Plaatsen meetversterkers in verkeerskoker. T.p.v. schuif S13 worden de meetversterkers in een gekonditioneerde kast geplaatst; t.p.v. schuif R22 in de meetcontainer t.b.v. Conditiebewaking Grondmechanica.
8. Aanleggen kabels tussen meetkast t.p.v. schuif S13 en meetcontainer t.p.v. pijler S9.
n.b. Het plaatsen en inrichten van de meetcontainers t.p.v. de pijlers S9 en R22, het aanleggen van kabels tussen de meetcontainers en het bedieningsgebouw alsmede het inrichten van het centrale meet- en commandostation valt onder Conditiebewaking Grondmechanica.
9. Aanbrengen van voorzieningen op de schuiven die in een eerder stadium nog niet konden worden aangebracht.
10. Invoegen van schuifpositie-melding in het meetsysteem.
n.b. Het plaatsen en invoegen van meetapparatuur t.b.v. natuurrandvoorwaarden valt onder Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden.
11. Uittesten en afregelen van het gehele meetsysteem.
12. Opstellen van een definitief meetplan en van een draaiboek.
13. Rapportage.

In bovengenoemde rij van werkzaamheden is het aanbrengen van meetapparatuur en bekabeling op de schuiven het meest kritisch, omdat dit dient te gebeuren in de periode die ligt tussen het samenbouwen van het hoofddraagsysteem met de eindkokers en het transport vanaf de montagehal van de firma de Groot te Zwijndrecht naar de Oosterschelde. Zoals uit het onderstaande schema blijkt, dient het aanbrengen van apparatuur op schuif S13 al op vrij korte termijn plaats te vinden, n.l. in de periode jan. 1985 tot en met maart 1985. Er is dus niet veel tijd meer beschikbaar om het meetsysteem te ontwerpen en om meetapparatuur aan te schaffen.

Voor schuif R22 is een kortere periode beschikbaar om meetapparatuur aan te brengen dan voor schuif S13. Deze periode ligt echter verder weg in de tijd. Het aanbrengen van meetapparatuur vindt voor alle twee de schuiven plaats in de wintermaanden. In overleg met de aannemer zal door Dir. Bruggen worden nagegaan of deze werkzaamheden in de montagehal kunnen plaatsvinden. In het

overleg zal ook worden betrokken het plaatsen van steigerwerk e.d. en het aanbrengen van voorzieningen t.b.v. het bevestigen van de meetinstrumenten.



----- periode nu nog niet duidelijk aan te geven; hangt voor sommige activiteiten ook samen met overige werkzaamheden aan de kering

8 Kostenraming voor realisering meetsysteem Conditiebewaking Staal

In deze paragraaf wordt een raming gegeven van de kosten die tot aan het opleveren van het meetsysteem zullen worden gemaakt. De kosten zijn onderverdeeld in algemene kosten en kosten die aan een specifieke meting moeten worden toegeschreven. Verder zijn er aparte posten gemaakt voor leiding en organisatie, reis- en verblijfskosten, opstellen gedetailleerd meetplan/draaiboek en rapportage.

Niet inbegrepen zijn de kosten voor plaatsen en inrichten van meetcontainers t.p.v. pijlers S9 en R22, de kosten van aanleg van kabels tussen deze containers en het bedieningsgebouw, de kosten voor inrichten van het centrale meet- en commandostation en de kosten van aanschaf van het data-acquisitiesysteem.

Al deze kosten vallen onder Conditiebewaking Grondmechanica.

Ook niet inbegrepen zijn de kosten voor aanschaf of huur van golfbaken, vector akwa's en waveriders en de kosten van invoegen van deze metingen in het meet-systeem. Deze kosten vallen onder Conditiebewaking Natuurrandvoorwaarden.

De hier aangegeven kosten betreffen uitsluitend de kosten die door het Waterloopkundig Laboratorium of in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium worden gemaakt. Kosten te maken door RWS zijn niet inbegrepen, evenmin als de eventueel extra door de schuiffabrikant te maken kosten i.v.m. het aanbrengen van meetapparatuur op de schuiven. Dit betreft het boren van gaten, het aanbrengen van speciale voorzieningen in de vakwerkstaven, laswerk i.v.m. bevestigen van meetapparatuur en het opnieuw aanbrengen van een conserveringslaag. Ook eventuele speciale voorzieningen zoals het plaatsen van een tent met verwarming (wanneer de schuiven in de open lucht staan), het plaatsen van steigerwerk en het treffen van bijzondere transportmaatregelen vallen onder RWS.

De indeling van de kolommen op de volgende bladzijden is: apparatuur, bekabeling, overige kosten en personele kosten.

Onder apparatuur wordt verstaan de aanschafkosten c.q. vervaardigingskosten van meetinstrumenten en behuizingen, meetversterkers, waterdichte dozen op schuiven en pijlers, 19" meetrekken, een meetkast t.p.v. schuif S13 en montagematerialen.

Onder bekabeling vallen alle kosten die door een onderaannemer gemaakt zullen worden voor het aanbrengen van kabels op de schuiven en voor het aanbrengen van kabels tussen de schuiven en de meetcontainers t.p.v. de pijlers S9 en R22. De kosten bestaan uit personele kosten (ontwerpen, monteren) en materiaalkosten (kabels, kabelpijpen, kabelgoten, kabellussen, montagematerialen). Voor het begroten van deze kosten zijn de standaardtarieven van Van Rietschoten & Houwens genomen. Deze zijn na telefonisch overleg met Van Rietschoten & Houwens iets verhoogd vanwege de moeilijke toegankelijkheid van de schuiven en van de kering. In de tarieven zijn reiskosten inbegrepen.

De OSTEM tarievenlijst, zoals verstrekt door Dir. Bruggen, geeft wat lagere tarieven, vermoedelijk vanwege het niet in rekening brengen van de moeilijke toegankelijkheid.

Begroten volgens de OSTEM tarievenlijst kan mogelijk tot ca. 20% reductie geven op de personele kosten (d.w.z. tot ca. f 35.000,-- à f 40.000,-- incl. BTW).

Besloten is om de hier gehanteerde, iets verhoogde tarieven van Van Rietschoten & Houwens aan te houden. (De OSTEM tarievenlijst is niet zozeer op de hier bedoelde werkzaamheden afgestemd.) Nadat een beslissing is genomen over de omvang van de metingen Conditiebewaking Staal zal voor het dan nauwkeurig te omschrijven werkpakket bekabeling een offerte worden aangevraagd.

De derde kolom in de tabellen op de volgende bladzijden bestaat uit overige kosten. Dit zijn voornamelijk reis- en verblijfskosten, papierkosten e.d.

De vierde kolom geeft de personele kosten van WL.

Met TNO-IWECO is overleg gevoerd over het aanbrengen van rekstrookjes. Een globale kostenraming van TNO-IWECO komt orde f 10.000,-- à f 25.000,-- (incl. BTW) hoger uit dan de WL-begroting. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de kosten voor beïnstrumenteren en ijken van twee stootblokken. E.e.a. hangt ook samen met het feit dat het ontwerp van de stootblokken nog niet rond is. In de hier gepresenteerde kostenopstelling wordt de WL-raming aangehouden.

Het is mogelijk dat bij het maken van het definitieve ontwerp wijzigingen zullen optreden, welke invloed hebben op de kosten van de betreffende meting. De totale kosten zullen echter niet veel meer veranderen, tenzij bepaalde metingen in zijn geheel worden geschrapt of wanneer de omvang van afzonderlijke metingen wordt teruggebracht. Mogelijkheden voor dit laatste zijn beperkt aanwezig; genoemd kunnen bijvoorbeeld worden de metingen CS-4 (golfklapmetingen op schuif R22) en CS-2.1 (responsiemeting vakwerkstaven schuif S13). In het eerste geval zou kunnen worden overwogen om het aantal meetpunten voor golfklapdrukken te reduceren; in het tweede geval zou aan één vakwerkstaaf in plaats van aan twee gemeten kunnen worden.

De voorstellen van de T.P.D. om van een gefaseerde aanpak uit te gaan, worden voor wat betreft het aanbrengen van instrumenten en bekabeling, niet haalbaar geacht. (Het voorstel is, om een volledige instrumentatie pas aan te brengen,

nadat gebleken is dat de meetinstrumenten zinvolle informatie opleveren, dwz. nadat gebleken is dat verwachte verschijnselen inderdaad optreden.)

De reden voor deze afwijzing is, dat de schuiven zeer moeilijk toegankelijk zijn wanneer ze eenmaal tussen de pijlers zijn ingehangen. De kosten zullen daarom zeer hoog zijn en niet in verhouding staan tot een besparing nu.

Een reële besparing op apparatuurkosten kan - zoals hiervoor reeds is aangegeven - worden verkregen, door bepaalde metingen te schrappen of - in beperkte mate - door de omvang van metingen terug te brengen. Bij dit laatste moet overigens bedacht worden, dat bij de opzet van het meetsysteem uitgegaan is van een hoeveelheid instrumenten, die juist geschikt is om de meting én de analyse goed uit te kunnen voeren. Reduceren van het aantal instrumenten zal daarom de analyse aanzienlijk kunnen bemoeilijken, terwijl bovendien het risico groter is dat een instrument net niet op de goede plaats is aangebracht.

Een gefaseerde aanpak voor uitvoering, analyse en rapportage van de metingen is wel goed mogelijk. Wanneer blijkt dat bepaalde metingen geen resultaten opleveren, kan hier onmiddellijk mee worden gestopt. Zie ook bij par. 10.

Het voorstel van de T.P.D. om de bekabeling voor meting CS-1 provisorisch aan te brengen, moet van de hand worden gewezen. De bekabeling wordt bij de firma de Groot te Zwijndrecht op de schuiven aangebracht en moet dus het transport naar de SVKO goed kunnen doorstaan. Vervolgens worden de schuiven geplaatst, waarna het geruime tijd kan duren voordat meting CS-1 daadwerkelijk plaatsvindt. Ook gedurende deze periode moet de bekabeling intact blijven. Reden waarom voor een goed bevestigde bekabeling wordt gekozen.

Alle hieronder gegeven kosten zijn inclusief 19% BTW, tarieven 1984.

I Kosten tot oplevering meetsysteem

A. Algemene kosten

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
<u>Leiding en organisatie</u>					
- algemene werkzaamheden om het project op te starten en draaiende te houden, kostenbewaking en voortgangsbewaking, voortgangsrapportage			500,--	25.500,--	
- intern en extern overleg (niet het overleg i.v.m. ontwerp), bespreekrapporten.				19.750,--	
- kosten toe te kennen aan afzonderlijke metingen voor leiding en organisatie					
meting CS-1				3.000,--	
meting CS-2				6.000,--	
meting CS-3				4.000,--	
meting CS-4				6.500,--	
meting CS-5				4.000,--	
meting CS-6				6.500,--	
Totaal			500,--	75.250,--	75.750,--
<u>Reis- en verblijfkosten (WL)</u>					
- reis- en verblijfkosten voor werkzaamheden algemeen deel op lokatie SVKO.			10.750,--		
- reis- en verblijfkosten toe te kennen aan					
meting CS-1			850,--		
meting CS-2			2.800,--		
meting CS-3			2.400,--		
meting CS-4			4.300,--		
meting CS-5			2.400,--		
meting CS-6			4.300,--		
Totaal			27.800,--		27.800,--

A. Algemene kosten (vervolg)

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
<u>Opstellen gedetailleerd meetplan/ draaiboek</u>					
- d.w.z. hoe, wanneer en op welke wijze metingen uitgevoerd moeten worden.			700,--	9.300,--	
- kosten toe te kennen aan afzonderlijke metingen voor meetplan/ draaiboek.					
meting CS-1			75,--	3.000,--	
meting CS-2			100,--	2.500,--	
meting CS-3			50,--	2.000,--	
meting CS-4			100,--	2.500,--	
meting CS-5			50,--	2.000,--	
meting CS-6			100,--	2.500,--	
Totaal			1.175,--	23.800,--	24.975,--
<u>Rapportage</u>					
- verslag opzet metingen, verslag uitvoering en inrichting meet-systeem, verslag relatie met vroeger verrichte studies en modelonderzoekingen			1.400,--	23.600,--	
- kosten toe te kennen aan afzonderlijke metingen voor rapportage					
meting CS-1			75,--	1.500,--	
meting CS-2			100,--	2.000,--	
meting CS-3			50,--	2.000,--	
meting CS-4			100,--	2.500,--	
meting CS-5			50,--	2.000,--	
meting CS-6			100,--	2.500,--	
Totaal			1.875,--	36.100,--	37.975,--

B. Algemene kosten meetsysteem

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen; overleg i.v.m. ontwerp (algemeen deel van het ontwerp: algehele meetopzet, meetrekken, meetkast, waterdichte dozen op schuiven en pijlers, kabellussen tussen schuiven en pijlers, kabels op pijlers en doorvoer naar verkeerskokers, kabel tussen S13 en S9, communicatiemogelijkheid in meetkast, schuifpositiementingen, toelevering i.v.m. natuurrandvoorwaarden en totaal evenwicht.)		7.000,--		56.500,--	63.500,--
2. Ondersteuning LGM bij ontwerp data-acquisitiesysteem, d.w.z. inbrengen WL-wensen en uitwerking daarvan.				10.000,--	10.000,--
3. a. Aanschaf 2 stuks 19" rekken voor R22 en 1 stuks 19" rek voor S9; meetkast tpv. S13; installatiemateriaal. b. Voormontage en installeren meetrekken en -kast.	21.000,--			29.000,--	50.000,--
4. a. Aanschaf en montage kabellussen b. Aanschaf en aanleg van kabels + kabelgoten vanaf kabellussen, over de pijlers in de verkeerskokers naar meetkast S13 en meetcontainer R22 (750 m kabel, 150 m kabelgoot) c. Vervaardiging en montage waterdichte dozen op schuiven en pijlers.		70.000,--	aanschaf montage		155.000,--
5. Aanschaf en aanleg van 2 kabels (2x250 m) en kabelgoot tussen S13 en S9, bevestigingsvoorzieningen		24.000,--	aanschaf		55.000,--
6. Aansluiten op het centrale data-acquisitiesysteem. Controle van het gehele systeem Uitvoeren van proefmetingen.		31.000,--	montage	60.000,--	60.000,--

B. Algemene kosten meetsysteem (vervolg)

	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
7. Algemene montagematerialen en reserveapparatuur 2 versnellingsopnemers, 2 drukopnemers, 1 lokale waterstandsmeter, 5 meetversterkers	45.000,--				45.000,--
Totaal	80.000,--	203.000,--		155.500,--	438.500,--

C. Kosten per meting

Meting CS-1 Meting van eigenfrequenties en eigenbewegingen van schuiven S13 en R22

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen + tekenen (keuze instrumenten (type versnel.opn.), plaats instr.+ bekabeling, uitwerken bevestigingsmiddelen en behuizingen instr., uitwerken bevestiging kabels) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp.		1.400,--		8.600,--	10.000,--
2a. Aanschaf 9 versn.opnemers voor R 22 en vervaardiging behuizingen, bevestigingsmiddelen (opm. versterkers R22 op huur-basis; instr.+ versterkers S13: zie meting CS-2)	28.000,--				
2b. Controle opnemers				2.000,--	30.000,--
3a. Aanschaf bekabeling (450 m) en pijpen (115 m) en bevestigingsmiddelen		9.500,--			
3b. Montage pijpen en kabels, afmonteren in waterdichte dozen.		14.000,--		3.500,--	
3c. Monteren 9 versn. opnemers en waterdicht aansluiten. (rekening houden met transport schuiven)				11.500,--	
3d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				1.500,--	40.000,--
Totaal	28.000,--	24.900,--		27.100,--	80.000,--

Meting CS-2 Meting van de responsie van vakwerkstaven en van gehele schuif
(S13) op stromingsexcitatie

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen (Zie omschrijving bij CS-1) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp		1.400,--		18.600,--	20.000,-
2a. Aanschaf 13 versn. opnemers + vervaardiging behuizingen en bevestigingsmiddelen. Voorts: lokale waterstandsmeter en 1 drukopnemer met beves- tigingsbeugels, 1 elektro-mag- netische snelheidsmeter met pot voor elektronika en bevesti- gingsmiddelen. Aanschaf 13 meetversterkers	40.500,-- 48.800,-- 36.500,--				
2b. Controle opnemers en versterkers				4.200,--	130.000,-
3a. Aanschaf bekabeling (850 m) en pijpen (200 m) en bevesti- gingsmiddelen.		19.500,--			
3b. Monteren pijpen en kabels, af- monteren in waterdichte dozen		28.300,--		6.800,--	
3c. Monteren 13 versn. opnemers, 1 lokale waterstandsmeter, 1 drukdoos en waterdicht aan- sluiten (waterstandsmeter na plaatsen schuif)				31.900,--	
3d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				3.500,--	90.000,-
Totaal	125.800,--	49.200,--		65.000,--	240.000,-

Meting CS-3 Meting van staafkrachten i.v.m. knooppuntsvermoeding (S13)

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen (Zie omschrijving bij CS-1) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp		1.400,--		8.600,--	10.000,--
2a. Aanschaf rekstrookjes afdek- materialen etc. Aanschaf 5 meetversterkers	5.600,-- 14 000,--			10.400,--	30.000,--
2b. Beproeven rekstrookjes					
3a. Aanschaf bekabeling (250 m) en pijpen (62,5 m) en bevesti- gingsmiddelen.		5.300,--			
3b. Monteren pijpen en kabels, af- monteren in waterdichte dozen		7.600,--		2.100,--	
3c. Aanbrengen rekstrookjes en waterdicht afwerken en aan- sluiten.				28.500,--	
3d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				1.500,--	45.000,--
Totaal	19.600,--	14.300,--		51.100,--	85.000,--

Meting CS-4 Meting van golfklappen op vakwerkstaven en op schotten in
eindkoker schuif (R22)

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen (Zie omschrijving bij CS-1) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp		2.800,--		22.200,--	25.000,--
2a. Aanschaf 11 drukopnemers en vervaardiging behuizingen en bevestigingsmiddelen. Aanschaf 6 versn. opnemers en vervaardiging behuizingen, be- vestigingsmiddelen. Vervaardiging 4 lokale water- standsmeters met beugels Aanschaf 17 meetversterkers	38.500,-- 21.000,-- 56.000,-- 47.600,--				
2b. Controle opnemers en versterkers				6.900,--	170.000,--
3a. Aanschaf bekabeling (1150 m) en pijpen (290 m) en bevesti- gingsmiddelen.		24.200,--			
3b. Monteren pijpen en kabels, af- monteren in waterdichte dozen		32.500,--		7.800,--	
3c. Monteren drukopnemers, ver- snellingsopnemers, waterstands- meters (gedeeltelijk na plaat- sen schuif) en waterdicht aan- sluiten.				27.000,--	
3d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				3.500,--	95.000,--
Totaal	163.100,--	59.500,--		67.400,--	290.000,--

Meting CS-5 Meting van horizontale en verticale dwarsbelasting op schuif S13

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen (Zie omschrijving bij CS-1) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp		1.400,--		8.600,--	10.000,-
2a. Aanschaf afdekmiddelen en rekstrookjes.	5.600,--				
2b. Beproeven rekstrookjes	16.800,--			7.600,--	30.000,-
3a. Aanschaf bekabeling (300 m) en pijpen (75 m) en bevesti- gingsmiddelen.		6.300,--			
3b. Monteren pijpen en kabels, af- monteren in waterdichte dozen		9.200,--		2.000,--	
3c. Aanbrengen rekstrookjes en waterdicht afwerken en aan- sluiten.				26.000,--	
3d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				1.500,--	45.000,-
Totaal	22.400,--	16.900,--		45.700,--	85.000,-

Meting CS-6 Meting van langsbelasting en stootkrachten bij stoten schuif R22 tegen pijlers en meting van daarbij optredenden versnellingen in de hydraulische cylinders.

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
1. Ontwerpen en tekenen (Zie omschrijving bij CS-1) Intern + extern overleg i.v.m. ontwerp		2.800,--		22.200,--	25.000,--
2a. Aanschaf 12 drukopnemers en vervaardiging montageblokjes Vervaardiging 2 verplaatsingsopnemers in behuizing, bevestigingsmiddelen. Vervaardiging 4 lokale waterstandsmeters + beugels. Aanschaf rekstrookjes (2 stootblokken) en afdekmiddelen Aanschaf 2 versnellingsopnemers en behuizing. Aanschaf 16 brugversterkers	38.600,-- 18.600,-- 56.000,-- 3.500,-- 7.000,-- 44.800,--				
2b. Controle opnemers en versterkers				6.500,--	175.000,--
3. IJken en proefbelasten stootblokken. Transport van blokken en vervaardiging hulpstukken			8.400,--	1.600,--	10.000,--
4a. Aanschaf bekabeling (1100 m) en pijpen (275 m) en bevestigingsmiddelen.		23.100,--			
4b. Monteren pijpen en kabels, afmonteren in waterdichte dozen		33.800,--		7.400,--	
4c. Monteren drukopnemers, verplaatsingsopnemers en waterstandsmeters (gedeeltelijk na plaatsen schuif), rekstrookjes op stootblokken en versnellingsopnemers en waterdicht aansluiten.				32.200,--	
4d. Na plaatsen schuif in SVKO: aansluiten op versterkers en doormeten.				3.500,--	100.000,--
Totaal	168.500,--	59.700,--	8.400,--	73.400,--	310.000,--

I. Recapitulatie kosten tot oplevering meetsysteem

Aktiviteit	apparatuur	bekabeling	overige kosten	personele kosten	totaal
<u>A. Algemene kosten</u>					
Leiding en organisatie			500,--	75.250,--	75.750,--
Reis- en verblijfkosten			27.800,--		27.800,--
Opstellen meetplan/draaiboek			1.175,--	23.800,--	24.975,--
Rapportage			1.875,--	36.100,--	37.975,--
<u>B. Algemene kosten meet- systeem</u>	80.000,--	203.000,--		155.500,--	438.500,--
<u>C. Kosten per meting</u> CS-1	28.000,--	24.900,--		27.100,--	80.000,--
CS-2	125.800,--	49.200,--		65.000,--	240.000,--
CS-3	19.600,--	14.300,--		51.100,--	85.000,--
CS-4	163.100,--	59.500,--		67.400,--	290.000,--
CS-5	22.400,--	16.900,--		45.700,--	85.000,--
CS-6	168.500,--	59.700,--	8.400,--	73.400,--	310.000,--
Totaal	607.400,--	427.500,--	39.750,--	620.350,--	1.695.000,--
	= 35,8%	= 25,2%	= 2,3%	= 36,6%	

(alle kosten incl. 19% BTW, tarieven 1984)

9 Uitvoering van de metingen Conditiebewaking Staal; onderhoud van het meetsysteem; verwerking en analyse meetresultaten

Afgezien van de ad-hoc metingen CS-1 en CS-7 strekken de metingen Conditiebewaking Staal zich uit over een periode van 2 à 3 jaar. In beginsel wordt er gemeten zodra de schuiven neergelaten worden. Er wordt op dit moment vanuitgegaan, dat meting gedurende ca. 10 sluitingen voldoende informatie zal opleveren om een statistisch betrouwbaar beeld te verkrijgen. De metingen zullen naar verwachting worden uitgevoerd in de jaren '87, '88 en '89. Het meetsysteem wordt zodanig opgezet dat de operateur bij sluiting van de kering op eenvoudige wijze het meetsysteem in werking kan stellen. (Dit betreft tevens de metingen Conditiebewaking Grondmechanica). Een deskundige van het Laboratorium voor Grondmechanica of van het Waterloopkundig Laboratorium zal tijdens de metingen zo mogelijk aanwezig zijn om controle uit te oefenen op de kwaliteit van de metingen en om zonedig m.b.v. een tot het data-acquisitiesysteem behorende micro-computer commando's aan het meetsysteem te geven. (Voor de uitwerking van het data-acquisitiesysteem zie bij Conditiebewaking Grondmechanica).

Aangezien het meetsysteem op ieder moment gebruikt moet kunnen worden, dient er veel zorg besteed te worden aan periodieke controle van het systeem en aan onderhoud van meetinstrumenten en achterliggende apparatuur. Meetinstrumenten dienen - indien nodig - gereinigd te worden van aangroei en wanneer defekten optreden gerepareerd of vervangen te worden.

Voor de golfklapmetingen CS-4 geldt dat de meetapparatuur in de eindkoker op het niveau van de onderste hoofdligger na ca. 1 jaar verplaatst moet worden naar het niveau van de middelste hoofdligger.

Regelmatige controle van de nulwaarde van de meetinstrumenten is noodzakelijk.

Wanneer de metingen zijn verricht zullen de op magneetband opgenomen meetsignalen geanalyseerd en verwerkt moeten worden. Op dit moment is het niet mogelijk om in detail de bij iedere meting behorende verwerking en analyse aan te geven, omdat dit, zoals de ervaring leert, pas in de verwerkings- en analyse fase volledig duidelijk wordt. Wel kan per meting worden aangegeven tot welk resultaat de analyse moet leiden en welke stappen daar naar verwachting voor nodig zijn. Zie ook het overzicht in tabel 1.

CS-1. Meting van eigenfrequenties en eigenbewegingen schuiven

Per schuif (S13 en R22) worden 9 versnellingsignalen gemeten. Wegens het ad-hoc karakter van de metingen worden schuifstand en waterstanden waarschijnlijk niet centraal gemeten en moeten daarom ter plaatse worden genoteerd. De analyse is gericht op het vaststellen van eigenbewegingen en eigenfrequenties van de schuiven en op verschijnselen als demping en toegevoegde watermassa.

De gemeten signalen zullen worden uitgeschreven en de onderlinge fase-relaties zullen worden bepaald m.b.v. een spectrum analysator. De resultaten zullen worden vergeleken met modelonderzoek voor de plaatliggerschuif en met de berekeningswaarde van het rekenmodel van Dir. Bruggen. De meting maakt een betere interpretatie van de andere metingen mogelijk.

CS-2. Meting van de responsie van vakwerkstaven en van de gehele schuif (S13) op stromingsexcitatie

Er wordt gemeten tijdens het neerlaten van de schuif. Excitatiebron is het stromende water. De responsie van 2 vakwerkstaven wordt met een 4-tal versnellingsopnemers gemeten; de responsie van de gehele schuif wordt gemeten met 3x3 versnellingsopnemers in 3 verticale schuifdoorsneden. Daarnaast wordt bij één vakwerkstaaf de snelheid in de aanstroming gemeten en het lokale verval over de schuif wordt gemeten.

De analyse is allereerst gericht op het responsiegedrag van beide vakwerkstaven en van de gehele schuif, dus op responsiespectrum, frequenties en bewegingen.

De gemeten signalen zullen worden uitgeschreven en van relevante delen zullen energiespectra worden gemaakt. Fase-relaties zullen worden bepaald (t.b.v. het bewegingsgedrag) en er zal een analyse worden gemaakt van de relatie aanstroming-responsie. Indien nodig zullen maatregelen worden bedacht om te sterke responsie tegen te gaan. De resultaten zullen voorzover mogelijk worden vergeleken met de resultaten van het modelonderzoek voor de plaatliggerschuif.

CS-3. Meting van staafkrachten i.v.m. knooppuntsvermoeiing (Schuif S13)

Tijdens de gehele storm worden de wisselende krachten in een 5-tal staven, welke in één knooppunt samenkomen, gemeten.

Bij de analyse gaat het om de spanningswisselingen in de staven en om de relatie met het inkomende golfspectrum. Van de gemeten signalen zullen overschrijdingsverdelingen worden gemaakt en er zullen overdrachtsfuncties worden gemaakt tussen inkomend golfspektrum en spanningsspectrum. Op basis hiervan kan de verwachting voor de levensduur van het betreffende knooppunt worden gecontroleerd en eventueel worden bijgesteld. Ook de verwachte levensduur van andere knooppunten kan hieraan worden getoetst. Er zal tevens een relatie worden gelegd met de richting van de inkomende golven.

CS-4. Meting van golfklappen op vakwerkstaven en op schotten in eindkoker
schuif R22

Golfklapdrukken worden gemeten aan de onderzijde van de langsstaven van de bovenste hoofdligger en aan de onderzijde van horizontale schotten in de eindkokers (in totaal 11 druksignalen). Tevens wordt de responsie gemeten van de betreffende onderdelen (in totaal 6 versnellingsignalen), lokale waterspiegelbewegingen (op 4 plaatsen) worden gemeten en zo mogelijk de geluidssnelheid in water (op 2 plaatsen).

De golfklapproblematiek is - zoals in model is gebleken - tamelijk complex en zal daarom relatief veel analysetijd vergen. De gemeten golfklapsignalen zullen worden uitgeschreven en er zullen overschrijdingsverdelingen worden gemaakt van golfklapdrukken. Er zal worden nagegaan of er lucht wordt ingesloten tussen waterspiegeloppervlak en constructie en welke invloed dit heeft op de golfklappen. Zo mogelijk zal worden nagegaan welke invloed de in water aanwezige lucht heeft op de golfklappen. Door de gemeten golfklapdrukken te relateren aan de responsie van het betreffende onderdeel, wordt inzicht verkregen in de grootte van de golfklappen. Er zal worden nagegaan of er een relatie bestaat met het inkomende golfspectrum en met de golfrichting.

Verder zal worden vergeleken met de resultaten van het in een schaalmodel uitgevoerde golfklaponderzoek. Het accent zal daarbij liggen op luchtbelproblematiek en op schaling van modelwaarden naar prototypewaarden.

Wanneer uit de metingen blijkt dat golfklappen in bepaalde situaties onaanvaardbaar hoog zijn, dan kunnen maatregelen worden getroffen om deze situaties zoveel mogelijk te vermijden (beheersmaatregelen).

CS-5 .Meting van horizontale en vertikale dwarsbelasting op schuif S13

De horizontale en vertikale dwarsbelasting op de schuif wordt op indirecte wijze gemeten door het meten van optredende krachten in de einddiagonaalstaven van het vakwerk (in totaal 6 staafkrachten). Bij de analyse zullen relevante delen van de gedurende de gehele storm uitgevoerde meting worden uitgeschreven.

Discrete waarden van de gemeten staafkrachten zullen in een rekenmodel van Dir. Bruggen worden ingevoerd, waarna een geschematiseerde belasting zal worden teruggerekend. De hoofdrichting van de golven zal hierbij worden betrokken. Dit levert een beeld op van de optredende belastingen en van faserelaties tussen de horizontale en vertikale component van de belastingen.

Interessant is vooral ook of er reductie van de belasting optreedt als gevolg van golfrichtingspreiding. Eén of enkele karakteristieke staafkrachten zullen daarom worden gerelateerd aan het gekoppelde golfrichting-golfhoogtespectrum. De relaties zullen zo mogelijk worden gelegd d.m.v. overdrachtsfuncties. Van relevante staafkrachten zullen overschrijdingsverdelingen worden gemaakt. De resultaten van de analyse zullen worden vergeleken met de resultaten van het in een schaalmodel uitgevoerde golfbelastingsonderzoek (horizontale belastingen).

Wanneer blijkt dat de vertaling van gemeten staafkrachten naar dwarsbelastingen voldoende nauwkeurig is, kan de toetsing van de invloed van golfrichtingspreiding worden uitgebreid tot de dwarsbelasting zelf. In de kostenraming is hier vooralsnog geen rekening mee gehouden.

CS-6 .Meting van langsbelasting en stootkrachten bij stoten schuif R22
tegen de pijlers en meting van daarbij optredende versnellingen in
de hydraulische cilindrs

De langsbelasting op de schuif wordt op indirecte wijze gemeten: de belasting wordt afgeleid uit de meting van waterspiegelbeweging en drukverloop in de vertikaal t.p.v. de eindkokers (in totaal 12 druksignalen en 4 waterspiegelmetingen).

De analyse is zeer complex omdat een deel van de langsbelasting ontstaat als gevolg van het bewegen van de schuif in langsrichting (hydrodynamische krachten). Situaties met bewegende schuif en stilstaande schuif zullen daarom met

elkaar moeten worden vergeleken. Om deze analyse mogelijk te maken wordt steeds de positie van de schuif t.o.v. de pijlers gemeten.

Wanneer de grootte van de hydrodynamische krachten als functie van schuifpositie en schuifsnelheid bekend zijn, kan een afschatting worden gemaakt van de werkelijk optredende langsbelasting. Mogelijk kan er een overschrijdingsverdeling worden gemaakt en kan er wellicht een relatie worden gelegd met het inkomende golfspectrum en de golfrichting. Wanneer de schuif in voldoende sterke mate in langsrichting beweegt, stoot de schuif tegen de pijlers aan. De gemeten stootkrachten zullen worden uitgeschreven en er zal een overschrijdingsverdeling worden gemaakt. Bij de analyse gaat het er vooral om, om een verband te leggen tussen langsbelasting, langsbeweging, hydrodynamische krachten, stootblokeigenschappen en optredende stootkrachten. De resultaten van de analyse zullen worden vergeleken met vroeger gemaakte stootkrachtberekeningen. Het rekenmodel kan op deze wijze worden gecontroleerd en er kunnen eventueel nieuwe berekeningen worden gemaakt voor andere situaties.

Bij stoten van de schuif tegen de pijlers treden er versnellingen op in de hefcylinders van de schuiven. Gecontroleerd zal worden of de optredende versnellingen binnen het ontwerpuitgangspunt blijven.

CS-7 .Meting van dynamische drukken in het hydraulische systeem van het grootste bewegingswerk (Schuif R13).

Bij deze ad-hoc meting worden op een 10-tal plaatsen de optredende drukken gemeten in het hydraulische systeem van één van de bewegingswerken van schuif R13.

De analyse zal vooral gericht zijn op de dynamische component van de drukken. Vergeleken zal worden met de resultaten van een rekenmodel dat bij het ontwerp van de bewegingswerken is gebruikt. Meting CS-7 wordt door Dir. Bruggen uitgevoerd.

10 .Kostenraming voor uitvoering, analyse en rapportage metingen Conditiebewaking Staal

Hieronder wordt een kostenraming gegeven van de kosten die zullen worden gemaakt i.v.m. onderhoud van het meetsysteem, uitvoering van de metingen en analyse en rapportage van de meetresultaten. De kosten zijn onderverdeeld in

algemene kosten en kosten die aan een specifieke meting moeten worden toegeschreven. Voorts zijn er afzonderlijke posten gemaakt voor leiding en organisatie, reis- en verblijfkosten en voor het algemene deel van de rapportage en analyse.

De hier aangegeven kosten betreffen uitsluitend de kosten die door het Waterloopkundig Laboratorium of in opdracht van het Waterloopkundig Laboratorium zullen worden gemaakt. Door Dir. Bruggen zal een afschatting worden gemaakt van de kosten die door derden zullen worden gemaakt i.v.m. het aanstoten van de schuiven bij meting CS-1. Deze kosten zijn hieronder nog niet inbegrepen.

Wanneer de opzet van de metingen veranderd wordt, b.v. wanneer de omvang van een bepaalde meting wordt gereduceerd, of wanneer een bepaalde meting wordt geschrapt, spreekt dit natuurlijk door in de hieronder gegeven kosten.

Bij de opstelling van de kosten is ervan uitgegaan, dat alle metingen de gewenste resultaten opleveren. De kosten zijn zodanig afgeschat dat het grootste deel van de gegevensverwerking en een beperkt deel van de analyse en verslaggeving kan plaatsvinden. Het eindprodukt is dan een soort meetverslag. Afzonderlijk daarvan zijn extra kosten aangegeven die zullen worden gemaakt wanneer dieper op gemeten verschijnselen wordt ingegaan en wanneer een terugkoppeling wordt gemaakt met vroeger verricht (model)onderzoek.

Overigens geldt dat wanneer metingen geen resultaten opleveren, onmiddellijk met de metingen kan worden gestopt. Dit zal dan een aanzienlijke reductie geven in de kosten.

Alle kosten zijn op basis van de tarieven 1984 afgeschat en zijn verhoogd met 19% BTW. Naar verwachting zullen de kosten redelijk gespreid over de jaren '87, '88 en '89 worden gemaakt.

II Kosten na oplevering meetsysteem

A. Algemene kosten

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
<u>Leiding & Organisatie</u>				
- alg. werkzaamheden om projekt op te starten en draaiende te houden, kostenbewaking en voortgangsbewaking, voortgangsrapportage	41.500,--		500,--	
- intern en extern overleg, besprekkingsrapporten	25.000,--			
Totaal	66.500,--		500,--	67.000,--
<u>Reis- en verblijfkosten</u>				
- reis- en verblijfkosten voor werkzaamheden algemeen deel (op lokatie SVKO)			9.500,--	
- reis- en verblijfkosten toe te schrijven aan				
meting CS-1			2.500,--	
CS-2			500,--	
CS-3			500,--	
CS-4			2.000,--	
CS-5			500,--	
CS-6			500,--	
Totaal			16.000,--	16.000,--
<u>Algemeen deel rapportage en analyse</u>				
- evaluatie functioneren meetsysteem				
- aanpassingen en vernieuwingen	38.500,--		1.500,--	
- verslaggeving i.v.m. toeleveringen t.b.v. natuurrandvoorwaarden en totaal evenwicht				
Totaal	38.500,--		1.500,--	40.000,--

B. Algemene kosten uitvoering metingen

Aktiviteit	personele kosten	verwerkingskosten	overige kosten	totaal
1. Controle en normaal onderhoud van het gehele meetsysteem. Reparaties en vervangingen (reserve apparatuur is onder I begroot). Diverse materialen. Bijstelling versterkers Alles gedurende 3 operationele jaren.	106.500,--		7.000,--	113.500,--
2. Demontage van diverse meetinstrumenten en voorzieningen (geen restwaarde)	35.000,--			35.000,--
3. Toelevering meetgegevens t.b.v. conditiebewaking natuurrandvoorwaarden, totaal evenwichtssysteem	6.000,--	4.000,--		10.000,--
Totaal	147.500,--	4.000,--	7.000,--	158.500,--

C. Kosten per meting

Per meting worden aangegeven de kosten voor uitvoering, verwerking en analyse, en rapportage. Vooralsnog wordt hier uitgegaan van een beperkte analyse en verslaggeving, d.w.z. er wordt gedacht aan de produktie van een soort meetverslag. Voor een meer uitgebreide analyse en rapportage, die gericht is op het begrijpen van gemeten verschijnselen en het terugkoppelen met vroeger verricht (model) onderzoek worden hierachter extra bedragen afgeschat. Overigens geldt dat de omvang van deze meer uitgebreide analyse en rapportage niet goed te overzien valt, omdat dit voor een belangrijk deel afhankelijk is van de meetresultaten.

Meting CS-1 Meting van eigenfrekwenties en eigenbewegingen van schuiven
S13 en R22

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
1a. Uitvoering meting (CS-1 is een ad-hoc meting) Exciteren schuif is niet begroot. Meetperiode (i.v.m. huur apparatuur) 15 dagen	35.000,--			
1b. Huur van 9 meetversterkers (R22) 1 schrijver, 14 kanaals bandrecorder; tapes		12.500,--		47.500,--
2. Analyse en verwerking meetsignalen	6.000,--	3.000,--		9.000,--
3. Rapportage	4.500,--		250,--	4.750,--
Totaal	45.500,--	15.500,--	250,--	61.250,--

Meting CS-2 Meting van de responsie van vakwerkstaven en van gehele schuif (S13) op stromingsexcitatie

Aktiviteit	personele kosten	verwerkingskosten	overige kosten	totaal
1. Uitvoering metingen, overleg	4.500,--			4.500,--
2a. Analyse meetsignalen en verwerking	10.000,--			
2b. Huur analyzer en schrijver, materialen		8.000,--		18.000,--
3. Rapportage	7.000,--		250,--	7.250,--
Totaal	21.500,--	8.000,--	250,--	29.750,--

Meting CS-3 Meting van staafkrachten i.v.m. knooppuntsvermoeding (S13)

Aktiviteit	personele kosten	verwerkingskosten	overige kosten	totaal
1. Uitvoering metingen en overleg	9.500,--			9.500,--
2a. Analyse meetsignalen en verwerking	30.000,--			
2b. Gebruik computer voor golfspectra, overschrijdingsverdelingen, overdrachtsfuncties Huur schrijver, tapes		25.000,--		55.000,--
3. Rapportage	12.000,--		500,--	12.500,--
Totaal	51.500,--	25.000,--	500,--	77.000,--

Meting CS-4 Meting van golfklappen op vakwerkstaven en op schotten in
eindkoker schuif (R22)

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
1. Uitvoering metingen Verplaatsen drukopnemers en versnellingsopnemers, materialen en overleg	32.000,--	1.000,--		33.000,--
2a. Analyse meetsignalen en verwerking (Verwerking o.a. via peakdetector en golfhoogteanalysator)	45.000,--			
2b. Huur 8-kan.schrijver en HP-digital analyzer Tapes en registratiepapier		10.600,--		55.600,--
3. Rapportage	15.000,--		1.000,--	16.000,--
Totaal	92.000,--	11.600,--	1.000,--	104.600,--

Meting CS-5 Meting van horizontale en verticale dwarsbelasting op schuif S13

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
1. Uitvoering metingen, overleg	9.500,--			9.500,--
2a. Analyse meetsignalen en verwerking	20.000,--			
2b. Vervaardiging golfspektra, over- schrijdingsverdelingen, over- drachtsfuncties Huur 8-kanaalsschrijver Tapes en registratiepapier		20.000,--		40.000,--
3. Rapportage	15.000,--		500,--	15.500,--
Totaal	44.500,--	20.000,--	500,--	65.000,--

Meting CS-6 Meting van langsbelasting en stootkrachten bij stoten schuif R22 tegen
pijlers en meting van daarbij optredende versnellingen in de hydraulische
cilinders

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
1. Uitvoering metingen, overleg	9.500,--			9.500,--
2a. Analyse meetsignalen en verwerking	40.000,--			
2b. Vervaardiging golfspektra, over- schrijdingsverdelingen, overdrachtsfuncties Huur 8-kanaalsschrijver Tapes en registratiepapier		25.000,--		65.000,--
3. Rapportage	20.000,--		1.000,--	21.000,--
Totaal	69.500,--	25.000,--	1.000,--	95.500,--

D. Extra kosten voor meer uitgebreide analyse en rapportage i.v.m. uitdiepen gemeten verschijnselen en terugkoppeling met vroeger verricht (model) onderzoek.

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
Meting CS-1 analyse en verwerking rapportage	6.000,-- 5.000,--		250,--	
Totaal	11.000,--		250,--	11.250,--
Meting CS-2 analyse en verwerking rapportage	14.400,-- 7.500,--	2.600,--	250,--	
Totaal	21.900,--	2.600,--	250,--	24.750,--
Meting CS-3 analyse en verwerking rapportage	17.500,-- 7.000,--	7.500,--	500,--	
Totaal	24.500,--	7.500,--	500,--	32.500,--
Meting CS-4 analyse en verwerking rapportage	59.400,-- 23.000,--		1.000,--	
Totaal	82.400,--		1.000,--	83.400,--
Meting CS-5 analyse en verwerking rapportage	35.000,-- 14.000,--	5.000,--	500,--	
Totaal	49.000,--	5.000,--	500,--	54.500,--
Meting CS-6 analyse en verwerking rapportage	54.000,-- 23.000,--	6.000,--	1.000,--	
Totaal	77.000,--	6.000,--	1.000,--	84.000,--

II Recapitulatie kosten na oplevering meetsysteem

Kosten inclusief 19% BTW, tarieven 1984

Aktiviteit	personele kosten	verwerkings- kosten	overige kosten	totaal
<u>A. Algemene kosten</u>				
Leiding & Organisatie	66.500,--		500,--	67.000,--
Reis- en verblijfskosten			16.000,--	16.000,--
Algemeen deel rapportage en analyse	38.500,--		1.500,--	40.000,--
<u>B. Algemene kosten uitvoering</u>				
<u>metingen</u>	147.500,--	4.000,--	7.000,--	158.500,--
<u>C. Kosten per meting</u>				
CS-1	45.500,--	15.500,--	250,--	61.250,--
CS-2	21.500,--	8.000,--	250,--	29.750,--
CS-3	51.500,--	25.000,--	500,--	77.000,--
CS-4	92.000,--	11.600,--	1.000,--	104.600,--
CS-5	44.500,--	20.000,--	500,--	65.000,--
CS-6	69.500,--	25.000,--	1.000,--	95.500,--
Subtotaal	577.000,--	109.100,--	28.500,--	714.600,--
<u>D. Extra kosten per meting voor meer</u>				
<u>uitgebreide analyse en rapportage</u>				
CS-1	11.000,--		250,--	11.250,--
CS-2	21.900,--	2.600,--	250,--	24.750,--
CS-3	24.500,--	7.500,--	500,--	32.500,--
CS-4	82.400,--		1.000,--	83.400,--
CS-5	49.000,--	5.000,--	500,--	54.500,--
CS-6	77.000,--	6.000,--	1.000,--	84.000,--
Totaal	842.800,--	130.200,--	32.000,--	1.005.000,--
	≡ 83,9%	≡ 13,0%	≡ 3,1%	

Tabel 1: Overzicht metingen Conditiebewaking Staal (CS)

Soort meting	Schijf	meet-periode	meetomstandigheden	wat meten, welke instrumenten	door anderen te meten	duur meting	verwerking, doel van de analyse
CS-1	R22 SB	Ad-hoc metingen ca. 1 maand	Rustig weer. Schuif boven water Schuif onder water Excitatie d.m.v. spankabel en plotseling stoppen schuif.	Versnellingen in 3 vertikale dwarsdoorsnedes. Totaal 3x3=9 versnellingsopnemers per schuif. Noteren: schuifstand, zeewaterstand, Oosterschelde waterstand.	Indien nodig: schuifpositie, zeewaterstand O.S. waterstand	Orde: 1 min.	Uitschrijven signalen. Faserelaties, demping bepalen m.b.v. analyzer. Spectrum analyse → Eigenbewegingen, eigen-frekwenties, demping, toegevoegde watermassa. → Vergelijken met model-onderzoek.
CS-2	SB	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Stroming door en onderlangs de schuif.	Trillingen van 2 ongunstig belaste vakwerkstaven. Per staaf 2 versnellingsopnemers. Tevens wordt gemeten: lokaal verval (zee w.s. en O.S. w.s.) en snelheid in aanstroming.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings-spectrum golfhoogte-spectrum	Ca. 1/2 uur (= duur neerlaten schuif)	Uitschrijven signalen. Spectrum analyse. Faserelaties bepalen. → Beweeggedrag vakwerkstaven, frekwenties. → Relatie met aanstroming. → Eventueel treffen van maatregelen om te hoog trillingsniveau te reduceren.
	SB	2 à 3 jaar	Sluiten schuif. Stroming door en onderlangs de schuif.	Responsie gehele schuif. Meten van versnellingen in 3 vertikale doorsnedes. Totaal 9 versnellingsopnemers. Zie bij CS-1. Meting van lokaal verval en lokale snelheid. Zie bij CS-2.1.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings-spectrum golfhoogte-spectrum.	Ca. 1/2 uur. (= duur neerlaten schuif)	Uitschrijven signalen. Spectrum analyse. Faserelaties bepalen. → Beweeggedrag schuif, frekwenties, demping, toegevoegde massa. → Relatie met aanstroming. → Vergelijken met model-onderzoek.
CS-3	SB	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Neergelaten schuif. Storm.	Meting krachten in 5 staven die in één knooppunt samenkomen. Rekstrookmetingen. Totaal 5 samengestelde signalen.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings-spectrum golfhoogte-spectrum.	Orde 1 dag (= duur van de storm)	Overschrijdingsverdeling. Overdrachtsfuncties tussen staafkrachten en inkomend golfspectrum. → Relatie met golven en golfrichting → Levensduur knooppunten. Dir. Bruggen

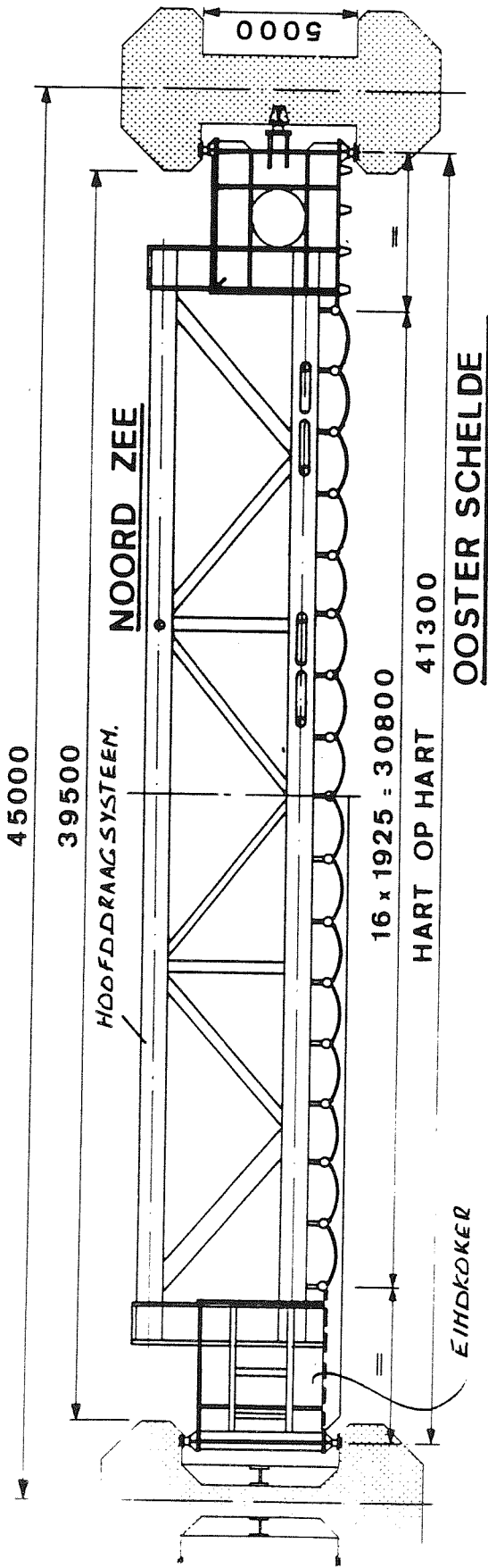
Tabel 1: vervolg

Soort meting	schuif	meet- periode	meestomstandigheden	wat meten, welke instrumenten	door anderen te meten	duur meting	verwerking, doel van de analyse
CS-4	R22	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Storm.	Golfklapdrukken op 2 langs- staven bovenste hoofdlijger. Totaal 2x3=6 drukopnemers. Vergelijk onderzoek M 1723. Tevens 2x2=4 versnellingsop- nemers. Verder lokale water- spiegelbeweging op 2 plaatsen en zo mogelijk lokale geluidssnelheid in water. Drukopnemers flush aan te brengen.	Schuifpositie. Op afstand kering zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings- spectrum golfhoogte- spectrum.	Ca. 1 uur (= duur neer- laten schuif)	Uitschrijven signalen. Overschrijdingsverdelingen. Nagaan luchtaanwezigheid. Koppeling drukken en responsie. → Grootte van de golfklappen → Relatie met golven en golfrichting. → Invloed lucht. → Vergelijken met model- onderzoek. → Schalingsproblematiek. → Zo nodig beheersmaat- regelen.
	R22	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Storm.	Zuidelijke eindkoker. Golfklapdrukken op 5-tal plaatsen op horizontale schotten en op uitkraging. Tevens 2 versnellingsop- nemers. Vergelijk onderzoek M 1835. Verder lokale water- spiegelbeweging in de eind- koker en ter plaatse uitkra- ging. Zo mogelijk lokale geluidssnelheid. Drukopnemers flush aan te brengen. Te verplaatsen van niveau onderste hoofdlijger naar niveau middelste hoofd- lijger.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings- spectrum golfhoogte- spectrum.	Ca. 1 uur (= duur neer- laten schuif)	Uitschrijven signalen. Overschrijdingsverdelingen. Nagaan luchtaanwezigheid. Koppeling drukken en responsie. → Grootte van de golfklappen → Relatie met golven en golfrichting. → Invloed lucht. → Vergelijken met modelonder- zoek. → Schalingsproblematiek. → Zo nodig beheersmaatregelen treffen.
CS-5	S3	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Neergelaten schuif. Storm.	Indirekte meting. Krachten in einddiagonaalstaven (4 staven in horizontale liggers, 2 staven in vertikaal langsver- band). Rekstrookmetingen. Totaal 6 samengestelde signalen.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings- spectrum golfhoogte- spectrum.	Orde 1 dag (= duur storm)	Uitschrijven signalen. Discrete waarden staaf- krachten invloeren in rekenmodel (Dir. Bruggen) Overschrijdingsverdelingen. Overdrachtsfuncties. → Dwaarsbelastingen → Faserelatie hor. en vert. belasting. → Invloed golfrichtings- spreiding → Vergelijken met model- onderzoek.

Tabel 1: vervolg

Soort meting	Schuit	meet-periode	meetomstandigheden	wat meten, welke instrumenten	door anderen te meten	duur meting	verwerking, doel van de analyse
CS-6 1. Meting van de langsbelasting	R22	2 à 3 jaar	Sluitende schuif. Storm.	Indirekte meting. Meting van lokale waterspiegelbewegingen in schuifspanningen en naast eindkokers. (4 plaatsens) Tevens meting van drukverloop in de vertikaal. Totaal 4x3=12 drukopnemers. Metings langsbeweging schuif met 2 verplaatsingsopnemers.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings-spectrum golfhoogte-spectrum.	Ca. 1 uur (= duur neerlaten schuif)	Uitschrijven signalen. Zo mogelijk afsplitsen hydrodynamische krachten. Afschatten langsbelasting. Indien mogelijk: overschrijningsverdeling en relatieren aan golven. → Schatting langsbelasting. → Inzicht in hydrodynamische krachten. → Relatie met golven en golfrichting.
2. Meting van stootkrachten bij stoten schuif tegen pijlers en versnellingen in hefcylinders	R22	2 à 3 jaar	Sluitende schuif Storm.	Meting van optredende stootkracht in stootblokken (aan beide kanten schuif). Zo mogelijk direkte meting m.b.v. rekstrookjes op stootblok. Anders indrukking stootblok meten. Tevens meting van horizontale versnelling t.p.v. ophangpunten schuif aan hefcylinders.	Schuifpositie. Op afstand kering: zee w.s. O.S. w.s. golfrichtings-spectrum golfhoogte-spectrum.	Ca. 1 uur (= duur neerlaten schuif)	Uitschrijven signalen. Overschrijningsverdeling. Stootkrachten zo mogelijk relatieren aan langsbelasting en langsbeweging schuif. → Grootte stootkrachten. → Relatie stootkrachten - langsbelasting - hydrodynamische krachten - langsbeweging. → Vergelijken met rekenmodel → Grootte versnellingen cylinders
CS-7 Meting van dynamische drukken in hydraulische systeem bewegingswerk.	R13	Ad-hoc metingen Ca. 1/2 jaar	Bewegende schuif. Diverse omstandigheden.	Meting van drukken op een 10-tal plaatsens in het hydraulische systeem.	Indien nodig: schuifpositie.		De gehele meting en de verwerking en analyse worden door Dir.Bruggen uitgevoerd. Analyse gericht op dynamische verschuifjnselen. → Invloed drukwisselingen op sturing. → Vergelijken met rekenmodel.

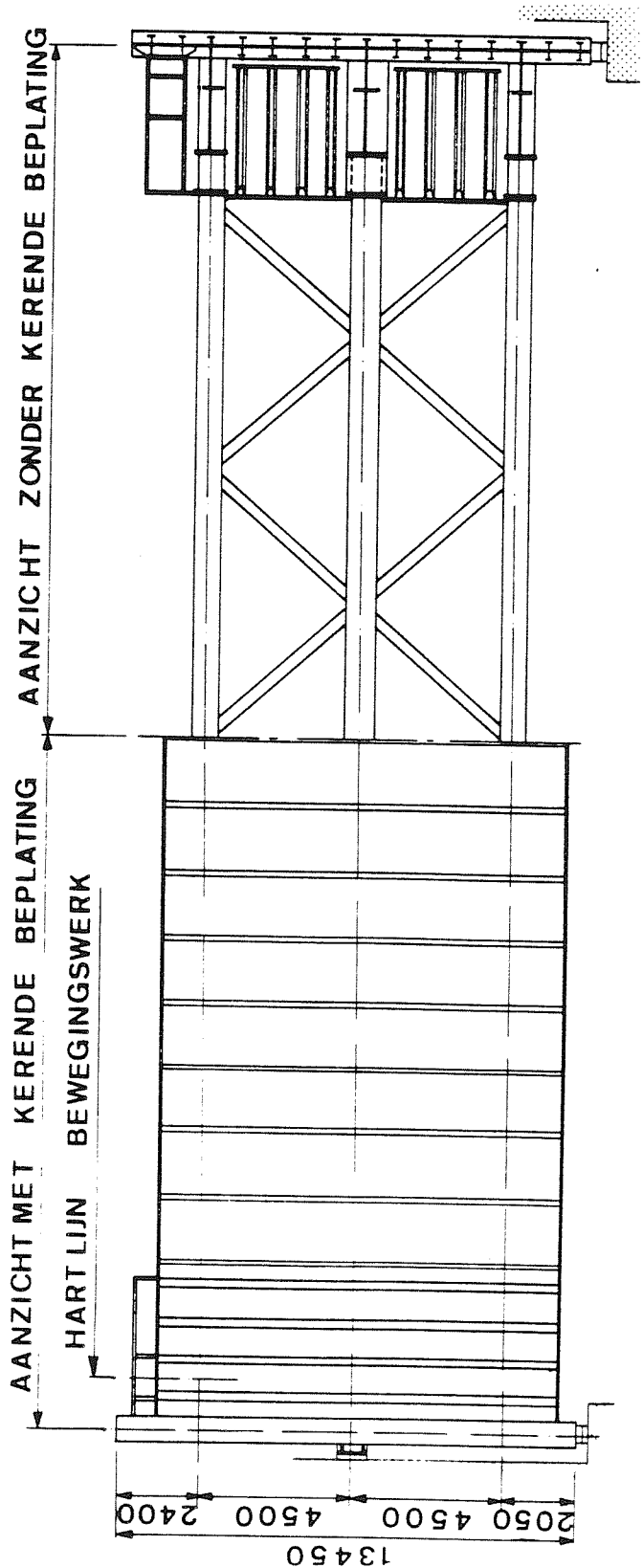
BOVENAANZICHT



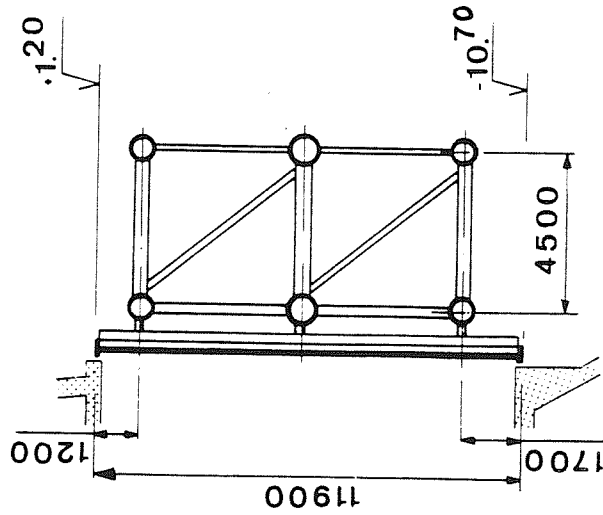
ONDERKANT	SCHUIF	SCHUIF NUMMER	HOOG in mm
- 4.70 m	16	6	5900
- 5.70 m	6	8	6900
- 6.70 m	8	9	7900
- 7.70 m	9	6	8900
- 8.70 m	6	11	9900
- 9.70 m	11	7	10900
- 10.70 m	7		11900

Schuijf S3 : hoogte 5,9 m
 R22 : hoogte 10,9 m

VOORAANZICHT



DWARS DOORSNEDE



Figuur 1

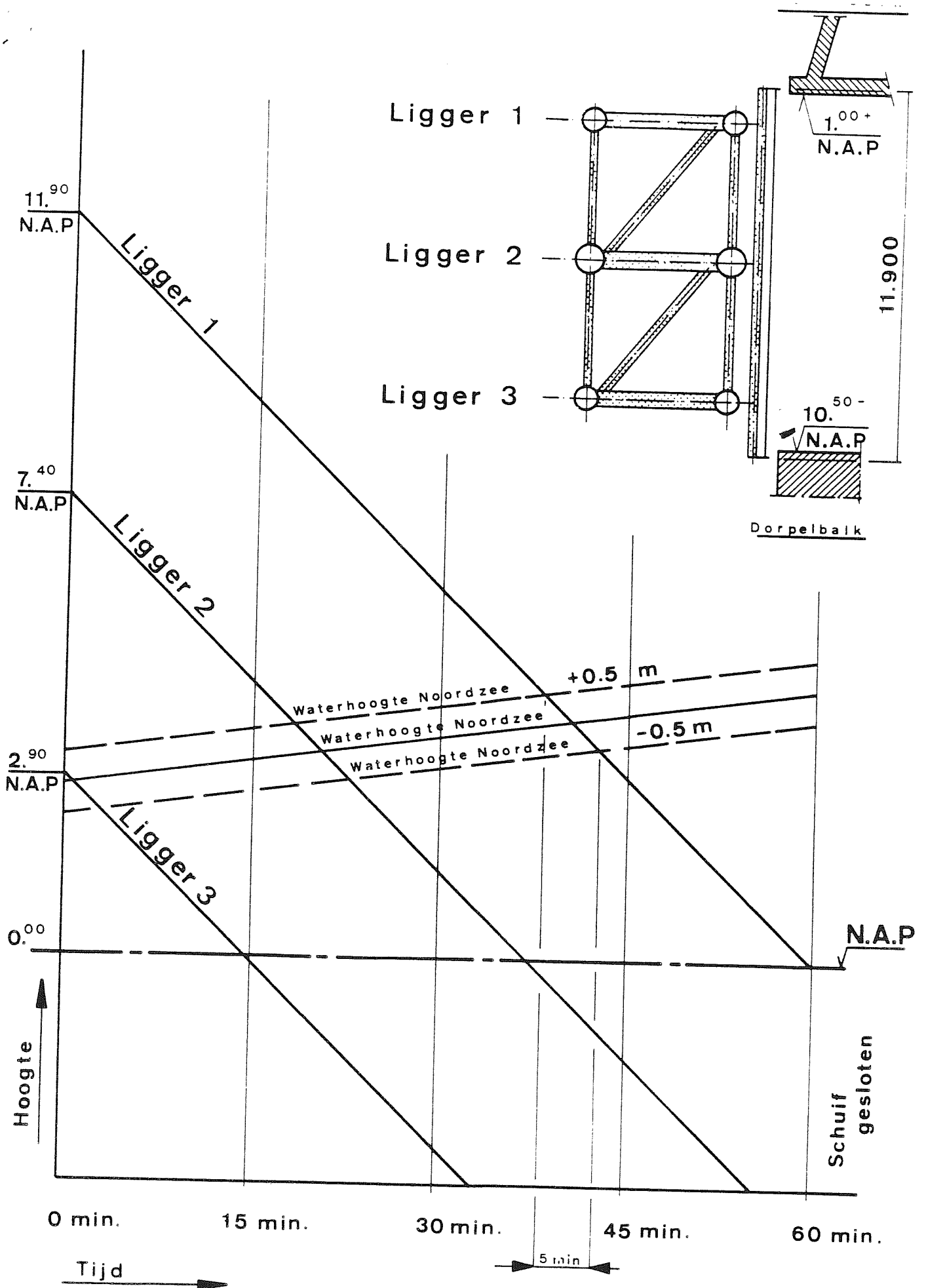
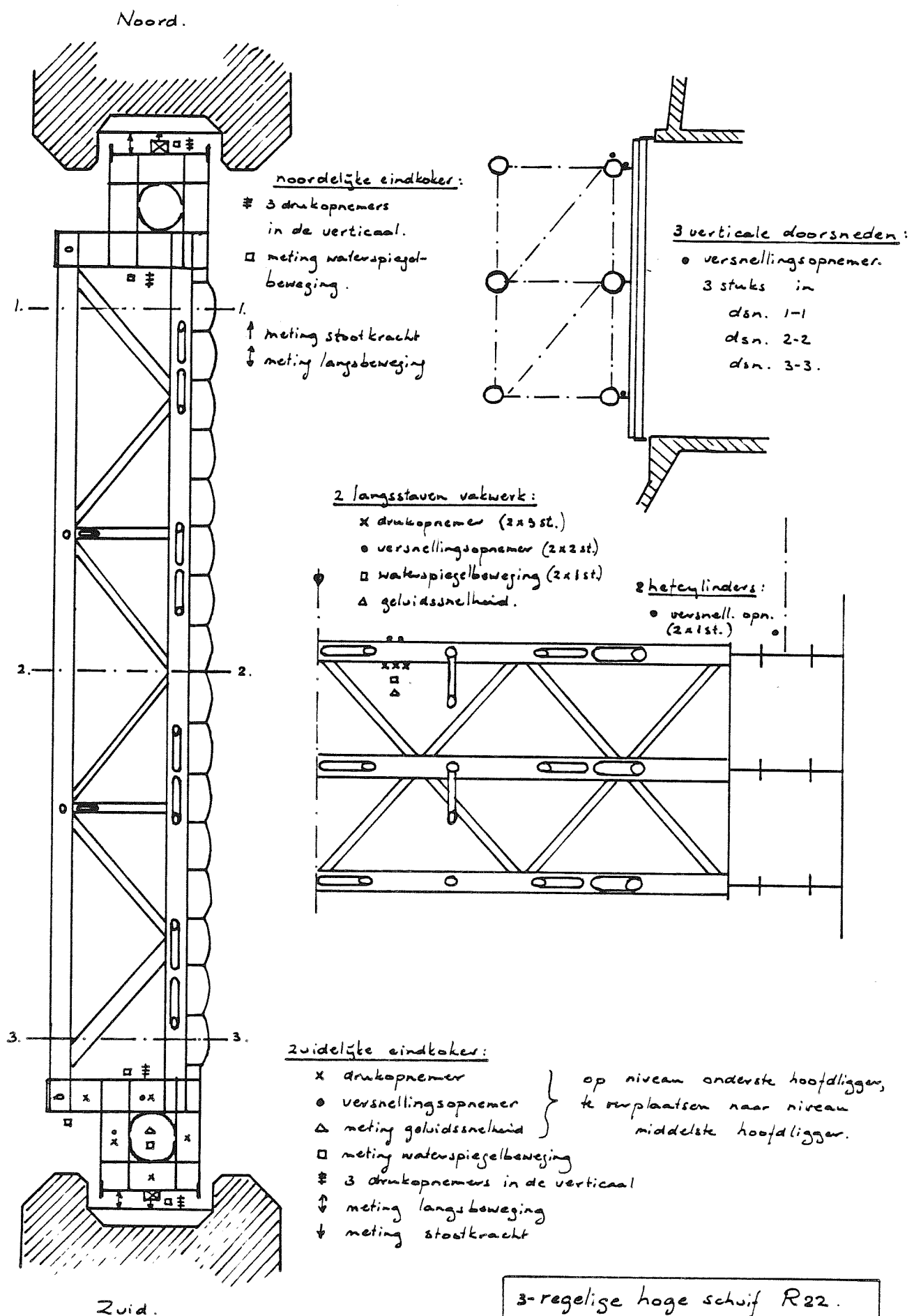


FIG. 2 Positie ligger vakwerkschuif en waterstand Noordzee t.o.v. N.A.P. tijdens A.P. I sluiting.



Noord.

noordelijke eindkoker:

- # 3 drukkopeners in de verticaal.
- meting waterspiegelbeweging.
- ↑ meting stootkracht
- ↓ meting langsbeweging

3 verticale doorsneden:

- versnellingsopnemer. 3 stuks in
- dsn. 1-1
- dsn. 2-2
- dsn. 3-3.

2 langsstaven vakwerk:

- x drukkopenner (2x3 st.)
- versnellingsopnemer (2x2 st.)
- waterspiegelbeweging (2x1 st.)
- Δ geluidssnelheid.

2 hetecylinders:

- versnell. opn. (2x1 st.)

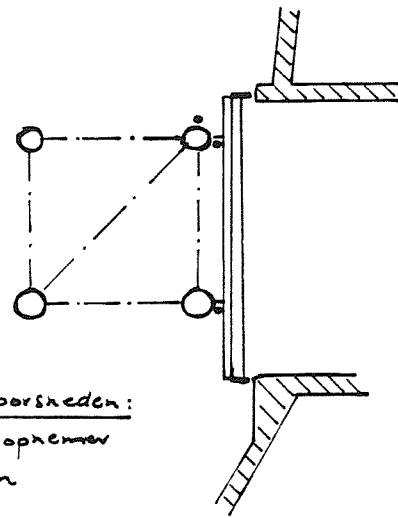
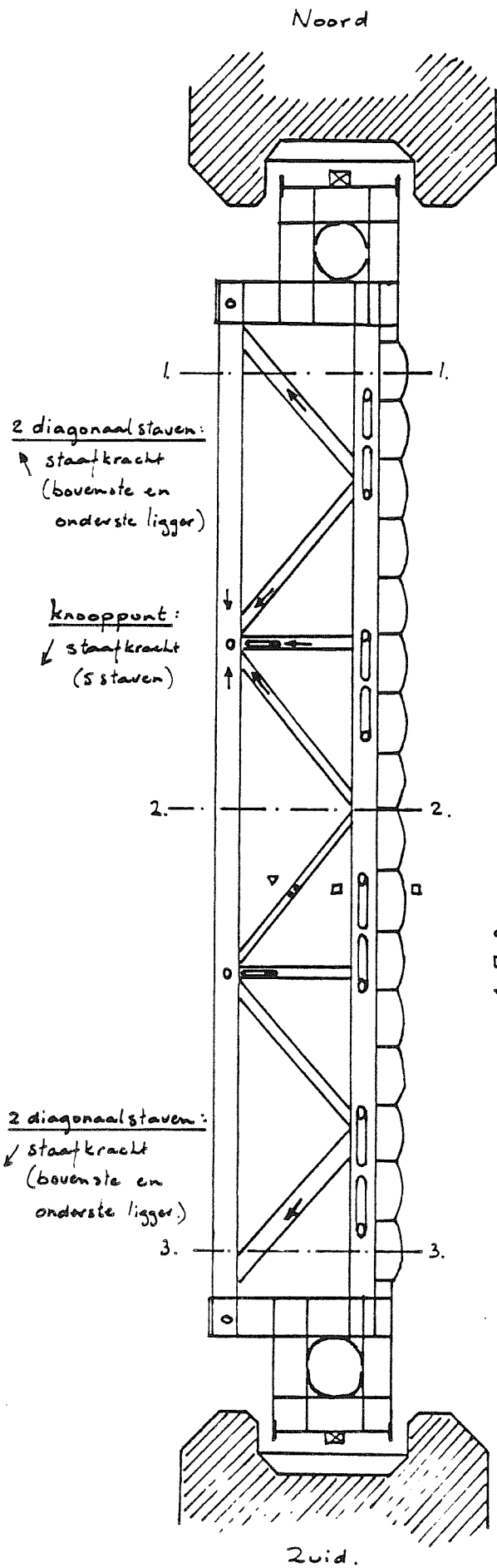
zuidelijke eindkoker:

- x drukkopenner
 - versnellingsopnemer
 - Δ meting geluidssnelheid
 - meting waterspiegelbeweging
 - # 3 drukkopeners in de verticaal
 - ↑ meting langsbeweging
 - ↓ meting stootkracht
- } op niveau onderste hoofdligger, te verplaatsen naar niveau middelste hoofdligger.

Zuid.

3-regelige hoge schuif R22.
meetpunten en meetinstrumenten

Figuur 3.

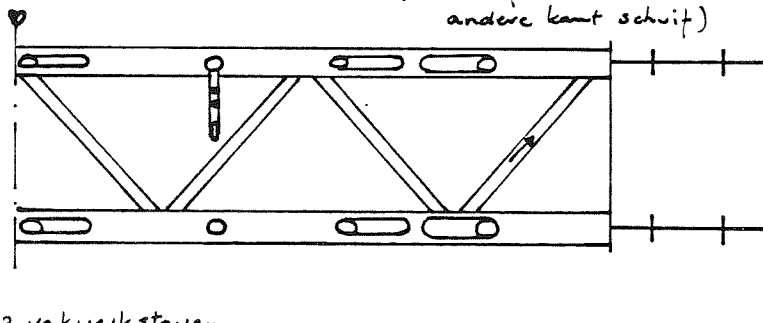


3 verticale doorsneden:

- versnellingsopnemer
- 3 stuks in
- dsn. 1-1
- dsn. 2-2
- dsn. 3-3

2 diagonaal staven:

- ↗ staafkracht. (ook aan andere kant schuif)



2 vakwerkstaven

- versnellingsopnemer (2 st. per staaf)
- lokale waterstand (locaal verval)
- ▽ meting snelheid in aanstroming.

2-regelige lage schuif S13.
 meetpunten en meetinstrumenten.

Figuur 4.

