

DI 76808

DT: 7680P

RIJKSWATERSTAAT

Directie Noordzee

Bibliotheek en Documentatie

Signatuur: C 3154

EVALUATIESTUDIE (fase I)
VOOR DE ONTWIKKELING VAN EEN
BEUNMEETSYSTEEM.

SAMENVATTING

Code : 103.02-W8121^a

Ir. J. Boender	- KVS
*Ir. S.E.M. de Bree	- KBW, proj.1.
Ing. A.J.W. Buiteweg	- KBW
Ir. L.J. Droppert	- KVS
Ing. A. de Hoog	- RWS
*Dhr. C. van Rijt	- GW
Ing. H.R. Slob	- KVS
*Ir. J.E. Stada	- KBW
*Ir. W. Wijmans	- RWS

17 juli 1981

* Rapportage van dit deel.

INHOUD

NOTATIES

VOORWOORD

INLEIDING

1. DOELSTELLING

- 1.1 Doel
- 1.2 Randvoorwaarden
- 1.3 Diskussie

2. IDENTIFIKATIE

- 2.1 Probleemstelling
- 2.2 Hoofdgroepindeling
- 2.3 Storende invloeden

3. EVALUATIE

- 3A Evaluatiemethode
 - 3A.1 Oorspronkelijke evaluatiemethode
 - 3A.2 Nieuwe evaluatiemethode
- 3B Evaluatie basismetingen
- 3C Evaluatie samengestelde systemen
 - 3C.1 Gevoeligheidsanalyse
 - 3C.2 Evaluatieresultaat

4. ONTWIKKELINGSVOORSTEL

- 4.1 Nadere selectie
- 4.2 Voorstel voor de ontwikkeling van een beunmeetsysteem in fase II
- 4.3 Verdere aanbevelingen

5. PROJEKTVERANTWOORDING

- 5.1 Projektverloop
- 5.2 Projektresultaat
- 5.3 Oorzaken voor afwijkingen

DANKWOORD

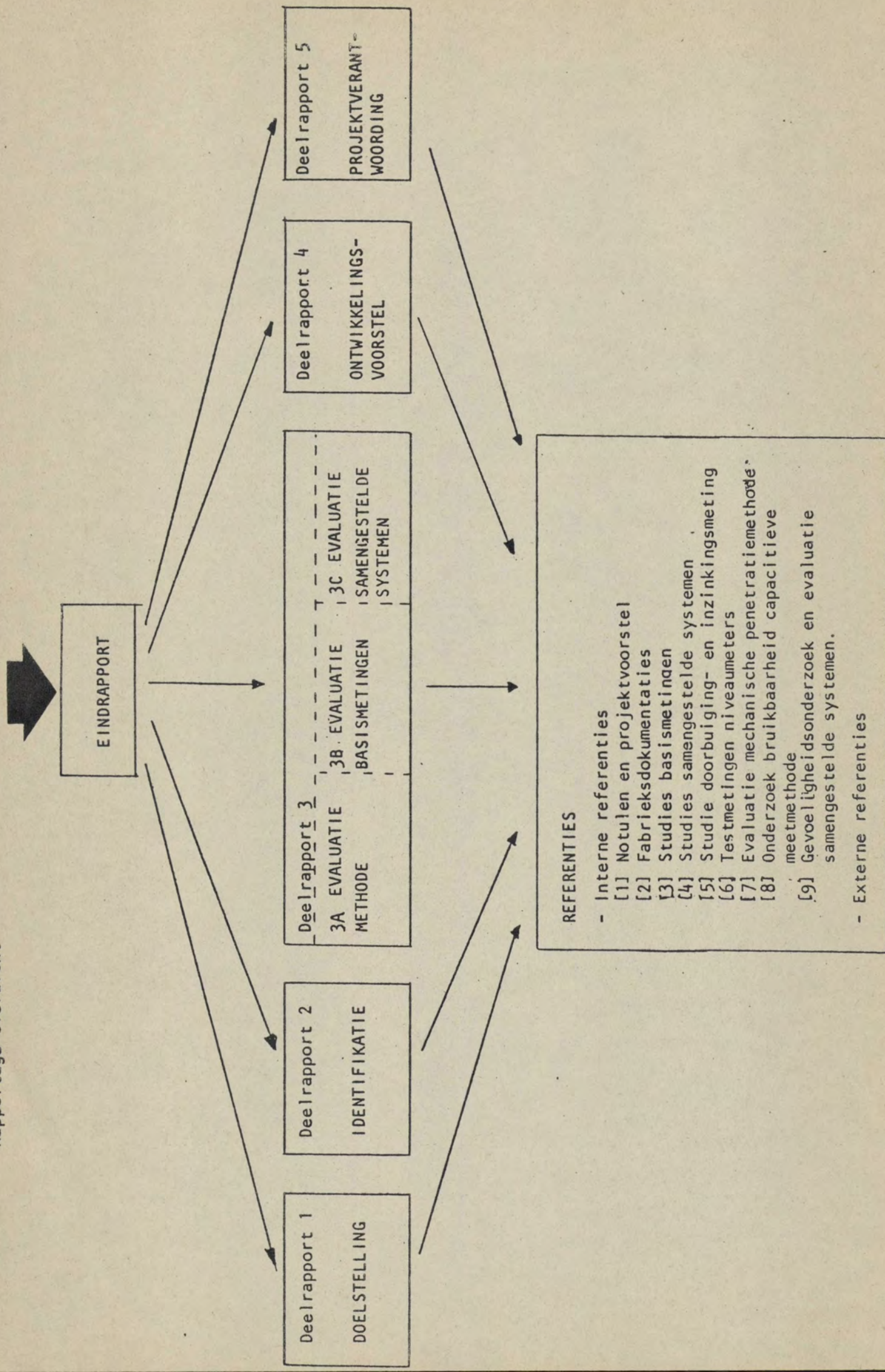
REFERENTIES

BIJLAGEN

1. Organisatievorm
2. Schematische weergave van een hopper
3. Overzicht hoofdgroepindeling
4. Overzicht van de wijze van bemonstering
5. Overzicht van geëvalueerde en afgekeurde meetprincipes
6. Aandeel basismetingen in totaal fout
7. Diagram kleinste maximale systematische fout versus aanschaffingskosten
8. De "beste" systemen uit de evaluatie
9. Optimaal aantal beunvertikalen voor de basismetingen c, d en 1
10. Specificaties gekozen systeem uit hoofdgroep 5
11. Specificaties gekozen systeem uit hoofdgroep 3
12. Samenstelling Projekt- en evaluatieteam
13. Overzicht van de besluitvorming
14. Diagram geplande en bestede tijd versus doorlooptijd
15. Overzicht van uitbesteed werk

NOTATIES.

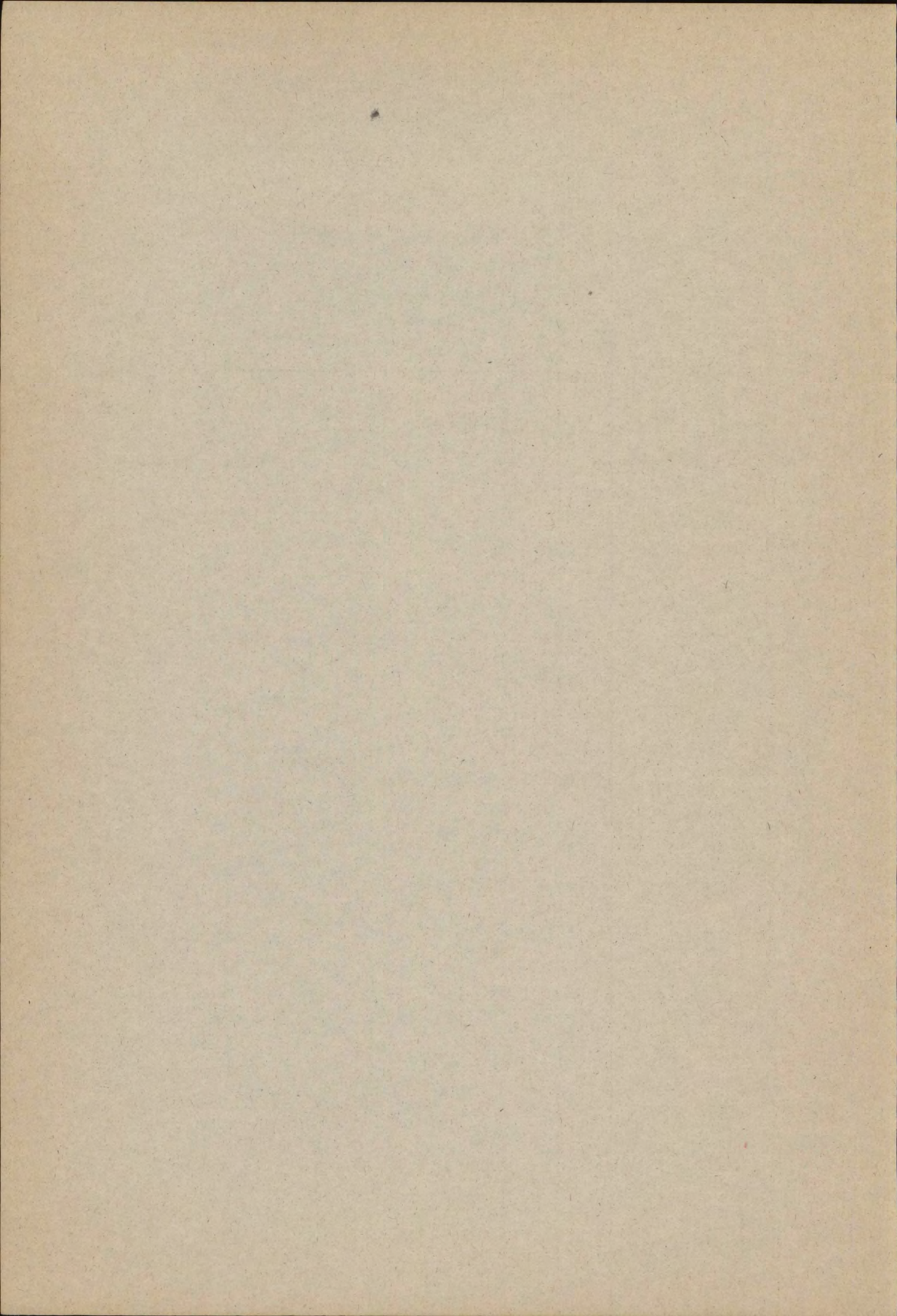
G_b	Gewicht beuninhoud	(tonf)
G_s	Gewicht droge stof	(tonf)
G_{slib}	Gewicht vloeibare laag	(tonf)
G_{zand}	Gewicht vaste laag	(tonf)
G_{ss}	Gewicht droge stof slib	(tonf)
G_{sz}	Gewicht droge stof zand	(tonf)
$G_{s\ in}$	Gewicht ingaande droge stof	(tonf)
$G_{s\ uit}$	Gewicht uitgaande droge stof	(tonf)
$G_{s\ beun}$	Gewicht droge stof in beun	(tonf)
L	Gasfraktie	(--)
$Q(t)_{in}$	Totale momentele ingaande debiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{uit}$	Totale momentele uitgaande debiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{g\ in}$	Momentele ingaande gasdebiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{g\ uit}$	Momentele uitgaande gasdebiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{w\ in}$	Momentele ingaande waterdebiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{w\ uit}$	Momentele uitgaande waterdebiet	(m ³ /s)
$Q(t)_{s\ in}$	Momentele hoeveelheid ingaande droge stof	(m ³ /s)
$Q(t)_{s\ uit}$	Momentele hoeveelheid uitgaande droge stof	(m ³ /s)
V_b	Volume beun in gebruik	(m ³)
V_g	Volume gas	(m ³)
V_{slib}	Volume vloeibare laag	(m ³)
V_{zand}	Volume vaste laag	(m ³)
γ_b	Gemiddelde soortelijk gewicht beuninhoud	(tonf/m ³)
γ_{ss}	Soortelijk gewicht slibdeeltjes	(tonf/m ³)
γ_{sz}	Soortelijk gewicht zanddeeltjes	(tonf/m ³)
γ_{slib}	Gemiddelde soortelijk gewicht vloeibare laag	(tonf/m ³)
γ_{zand}	Gemiddelde soortelijk gewicht vaste laag	(tonf/m ³)
γ_w	Soortelijk gewicht water	(tonf/m ³)
$\gamma(t)_{in}$	Momentele ingaande soortelijk gewicht	(tonf/m ³)
$\gamma(t)_{uit}$	Momentele uitgaande soortelijk gewicht	(tonf/m ³)
γ_{mn}	Soortelijk gewicht van het n ^e monster	(tonf/m ³)
$\gamma_{s\ in}$	Gemiddelde soortelijk gewicht ingaande droge stof	(tonf/m ³)
$\gamma_{s\ uit}$	Gemiddelde soortelijk gewicht uitgaande droge stof	(tonf/m ³)
$\gamma_{s\ beun}$	Gemiddelde soortelijk gewicht droge stof in het beun	(tonf/m ³)



VOORWOORD.

Dit rapport is een samenvatting van de rapportage van het projekt "Evaluatie-studie (fase I) voor de ontwikkeling van een beunmeetsysteem".

Voor de lezer, die dieper op bepaalde aspecten wenst in te gaan, wordt verwezen naar de uitgebreide rapportage. Deze bestaat uit 5 deelrapporten, waarvan de titels en de nummering overeenkomen met die van de hoofdstukken van deze samenvatting.



INLEIDING.

Naar aanleiding van de grote stijging in het onderhoudsbaggerwerk in Nederland en de daarmee samenhangende kosten over de laatste decennia, is het project "Minimalisering Kosten Onderhoudsbaggerwerk" door Rijkswaterstaat (RWS) en de Gemeente Rotterdam (GWR) opgericht. De subprojectgroep "Beunmeetsysteem" vormde een onderdeel van dit MKO-project.

De voorbereidende werkzaamheden voor het hier gerapporteerde project vangen eerst later aan, namelijk in het begin van het jaar 1977. Toen werd in principe overeengekomen tussen RWS en GWR enerzijds en de Combinatie Waterweg, vertegenwoordiger van de Koninklijke Boskalis Westminster (KBW) en de Koninklijke Volker Stevin (KVS) anderzijds, om de ontwikkeling van een beunmeetsysteem gezamenlijk (verder) te realiseren.

Voor de verdere uitwerking van deze afspraken en om de ontwikkeling in goede banen te geleiden, werd de begeleidingsgroep "Beunmeetsysteem" opgericht. Voor de samenstelling van deze begeleidingsgroep zie bijlage 1.

Na langdurig overleg werd door de begeleidingsgroep in augustus 1979 uiteindelijk besloten om:

- de bestaande ontwikkeling binnen MKO (subprojectgroep "Beunmeetsysteem") te continueren en de reeds bestaande MKO-projectgroep "Beunmeetsysteem" aangevuld met een tweetal specialisten van KBW en KVS projectgroep I te noemen.
- naast projectgroep I de ontwikkeling van een beunmeetsysteem opnieuw aan te pakken, waarbij deze ontwikkeling volgens een voorstel van KBW en KVS was gesplitst in twee fasen:
 - 1. fase I, een ^{haalbaarheid} feasibilitystudie om te bepalen welke systemen het beste ^{haalbaar} feasible zouden zijn
 - 2. fase II, de werkelijke ontwikkeling van één of meer beunmeetsystemen op basis van de aanbevelingen uit fase I.

Besloten werd om met het hier gerapporteerde project, aan te laten vangen door een gezamenlijke projectgroep II.

Organisatie (zie bijlage 1) werkzijze, financiering (iedere partij draagt de eigen manuurkosten; externe kosten worden in een verhouding 50/50 tussen overheden en aannemers verrekend) geheimhouding en octrooi-procedures werden tevens vastgelegd.

Het projektvoorstel voor projektgroep II valt in twee delen uiteen:

- deel I omvattende . globale projektomschrijving
 - . profielschets teamleden
 - . globale inzet en looptijdplanninguitgebracht door de projektleider eind september 1979.

- deel II omvattende . doelstelling
 - . werkzaamheden
 - . tijdbegroting
 - . looptijdplanning en
 - . kostenraming

uitgebracht door het projektteam eind januari 1980.

In de maanden oktober en november 1979 werden de teamleden benoemd. Het projekt startte op 30 november 1979 met een eerste bijeenkomst van het projektteam.

1. DOELSTELLING

1.1 DOEL VAN HET PROJECT

Het doel van het project is het onderzoeken van de haalbaarheid van het creëren van een beunmeetsysteem waarmee de gewichtshoeveelheid droge stof aan grond, die getransporteerd wordt in de hopper van een sleephopperzuiger, kan worden bepaald.

Het systeem moet de volgende gebruiksdoeleinden hebben:

- primair : afrekening van de hopperbelading aan de hand van de bepaalde hoeveelheid droge stof in die hopper na de belading;
- secundair : indiceren van de beladingsgraad van de hopper tijdens het laadproces, indien mogelijk;
- tertiair : gebruik van de beladingsindikatie voor de laadprocesregeling in de toekomst, indien haalbaar.

Het beunmeetsysteem zal worden uitgevoerd in de vorm van een geautomatiseerd meetsysteem.

1.2 RANDVOORWAARDEN

1.2.1 Nauwkeurigheid

- De systematische fout in het gewicht aan droge stof bij één hopperlading moet liggen tussen +20% en -20%.
- De toevallige fout mag niet groter zijn dan $\pm 45\%$.

Opmerking:

Om tot een reële vergelijking, qua nauwkeurigheid en kosten te komen van de toe te passen samengestelde beunmeetsystemen, is uitgegaan van een voor de grote havens in Nederland gebruikelijk type hopperzuiger met een:

- hopperinhoud van ca. 6.000 m³.
- maximale nuttige hopperlading van ca. 12.000 ton.

1.2.2 Meetkondities.

Gedurende het projekt is gebleken dat gemeten moet worden onder bepaalde kondities, te weten:

- nadat het baggerproces beëindigd is
- nadat de overvloedischil is afgelopen
- met de zuigbuizen binnenboord
- bij lage snelheid op een rechte voorwaartse koers varende (meten tijdens het manoeuvreren is niet toegestaan).

1.2.3 Geschiktheid systeem

- Het systeem moet zowel geschikt zijn voor de grondsoorten:

- . slib als
- . slib en zand als
- . zand

waarbij de gemiddelde korrelgrootte (dmf) van het zand niet groter dan 450 à 600 μm is.

Opmerking:

Bij deze grondsoorten zullen gekombineerde hopperladingen van slib en zand met een ordegrootte van 70 à 80 volumepercenten aan slib en 20 à 30 volumepercenten aan zand het meeste voorkomen.

1.2.4 Gewichtsbepaling aan droge stof van slib en zand

Definitie: In het vervolg van deze studie zal gemakshalve bij een gekombineerde lading van slib en zand het vloeibare gedeelte altijd als het slibdeel en het vaste gedeelte als het zanddeel worden aangeduid.

Alleen het slibdeel kan gas bevatten.

Gedurende het onderzoek is gebleken, dat een afzonderlijke gewichtsbepaling van de droge stof van resp. het vloeibare en het vaste deel van een slib/zand lading noodzakelijk is voor de bepaling van het totale gewicht aan droge stof van de hopperlading. Dit wordt veroorzaakt doordat:

- het slib gas kan bevatten en
- de slib- en zanddeeltjes verschillen in soortelijk gewicht.

1.2.5 Eenduidigheid meetresultaat

Doordat de beunmeetsystemen het gewicht aan droge stof in de hopperlading, voor gekombineerde ladingen van slib en zand kunnen bepalen, is het mogelijk voor hopperladingen van alleen slib of alleen zand om het gewicht aan droge stof op verschillende manieren vast te stellen.

- Indien het gewicht aan droge stof op meer dan één methode door het beunmeetsysteem kan worden bepaald, zal automatisch het resultaat met de kleinste systematische fout worden gepresenteerd.
- Bij slib/zand. ladingen waarbij het systeem, tevens het droge stof gehalte van slib en zand globaal zal presenteren, zal de som van deze twee componenten gelijk zijn aan het totaal gewicht aan droge stof.

1.2.6 Veiligheid

Het systeem moet voldoen aan alle wettelijk vereiste veiligheidsvoorschriften.

1.2.7 Ontwikkelingsaspecten

- De kans van slagen van de ontwikkeling mag niet kleiner zijn dan 70%.
- De ontwikkelingskosten mogen niet hoger zijn dan fl. 2.000.000,--.
- De ontwikkelingstijd mag de drie jaar niet overschrijden.

1.2.8 Systeemprijs

Deze mag de fl. 1.000.000,-- niet te boven gaan.

1.3 DISKUSSIE

De zin van het projekt bestaat volgens de opdrachtgever uit een viertal aspecten:

1. De afrekening geschiedt op basis van een fysisch te bepalen grootheid namelijk het gewicht aan droge stof van de grond in een hopperlading.
2. De vergroting van de nauwkeurigheid van de bepaling van de hopperlading.
3. Het gebruik van het beladingssignaal als indikatie voor het beladingsproces.
4. Het gebruik in de toekomst van de beladingsindikatie voor automatische laadprocesregeling.

Hiervan bleken alleen de aspecten 1 en 2 realiseerbaar.

Het nieuwe beunmeetsysteem zal door aspekt 1 een grote verbetering ten opzichte van de bestaande systemen inhouden. Echter niet alle problemen zullen dan zijn opgelost.

- A. De bepaling van het droge stof gewicht is gekompliceerd, waardoor toch meningsverschillen over het resultaat niet uitgesloten zijn.
- B. Getracht is menselijke beïnvloeding uit te sluiten. In de praktijk zal deze toch af en toe weer blijken op te treden.
- C. Na de eerste ervaringen met de prototype systemen zal blijken dat verdere ontwikkeling noodzakelijk is.

Aspekt 2 gaat over de nauwkeurigheidskriteria.

Verwacht wordt, dat de toevallige fout nu ca. $\pm 45\%$ bedraagt. Verkleining van de toevallige fout is van belang om een korte huurtijd van een hopperzuiger (bijv. 1 week) te kunnen realiseren. Door het grote aantal reizen in een week wordt de toevallige fout echter toch zo klein dat zij van sekundair belang blijkt.

De systematische fout is de echte maatstaf voor toetsing. De opdrachtgever denkt dat de systematische fout van het huidige systeem ca. $+20\%$ bedraagt.

Aspekt 3 wordt niet realiseerbaar geacht, omdat het beunmeetsysteem op zijn gunstigst gedurende het laadproces een globale indikatie van de belading aan droge stof geeft.

Maatregelen nemen op basis hiervan is zeer gevaarlijk, omdat:

- de hopper meestal door meer dan 1 zuigbuisinstallatie geladen wordt, terwijl het indikatiesignaal van het beunmeetsysteem de totale hopperbelading aangeeft
- de aanwijzing van het beunmeetsysteem beïnvloed kan worden door het baggerproces
- het signaal tijdens het laadproces slechts een globale indikatie is
- de informatie voor het nemen van maatregelen in het baggerproces veel te laat wordt ontvangen.

Wel zijn de uitkomsten van het beunmeetsysteem geschikt voor optimalisering van het verdere baggerprogramma.

Aspekt 4 blijkt niet haalbaar gezien de bezwaren die voor aspekt 3 reeds zijn aangevoerd.

De voor- en nadelen bij het invoeren van het nieuwe beunmeetsysteem zijn:

	voordeel	nadeel
Opdrachtgever	als systematische fout nu voor opdrachtgever ongunstig is	hogere prijs per m3
Aannemer	als systematische fout nu voor aannemers ongunstiger is	m3 prijs stijgt voor levensduur werktuig door grotere investering en onderhoud

Het projekt kan als zeer zinvol beoordeeld worden, indien het beunmeetsysteem een onderdeel is van een veel groter systeem dat een aanmerkelijke efficiëncy verbetering van het baggeren door sleephopperzuigers zou inhouden. Dit grotere systeem houdt in dat men:

- van te voren bepaalt hoe de droge stof, die gezogen moet worden "in-situ" ligt. Dit kan geschieden door inpeilingen en metingen.
- de momentane zuigplaats in de ruimte en de daarbij behorende momentane hoeveelheid droge stof, die wordt gezogen vaststelt.
- het droge stof gewicht in de hopperlading bepaalt.
- uitpeilt en het droge stof gewicht "in-situ" meet na afloop van het baggerproces.

Het grote voordeel van een dergelijk systeem is, dat uitsluitend de te baggeren grond wordt weggehaald. De te baggeren m3 zullen wel aanmerkelijk duurder zijn, maar dit is toegestaan omdat de totale hoeveelheid te baggeren grond aanmerkelijk zal verminderen.

2. IDENTIFIKATIE

2.1 PROBLEEMSTELLING

In bijlage 2 worden de grootheden waarmee gewerkt wordt nader verklaard en gedefinieerd.

Het blijkt mogelijk te zijn de gewichtshoeveelheid aan droge stof (G_s) in het beem volgens drie principieel verschillende methoden te bepalen:

A. Door middel van een "weegmethode".

B. Door middel van een "monsternamemethode".

C. Door middel van een "integrale methode" door het bepalen van G_s in en G_s uit via integratie van de inkomende en uitgaande produkten.

2.2 HOOFDGROEPINDELING

Bij de "weegmethode" zijn acht parameters nodig, om het gewicht droge stof te bepalen. Er kunnen negen parameters gemeten worden. Dit resulteert in drie varianten, de drie hoofdgroepen. Deze hoofdgroepen zijn terug te vinden op bijlage 3.

Bij de "monsternamemethode" zijn twee varianten, dus 2 hoofdgroepen mogelijk. De tweede variant is ontstaan doordat er één instrument bestaat dat vier parameters kan meten.

De "integrale methode" kent slechts één variant (= 1 hoofdgroep).

Bij elke methode worden een aantal parameters door middel van basismetingen bepaald, zie bijlage 3. Door middel van sterretjes is aangegeven welke basismetingen in een hoofdgroep nodig zijn. Achter de basismetingen is vermeld hoeveel verschillende soorten uitvoeringsvormen per basismeting onderkend zijn. Onder deze soorten worden ook de varianten, ontstaan uit de verschillende bemonsteringssystemen met dezelfde uitvoeringsvormen van een basismeting begrepen. Voor een overzicht van de verschillende bemonsteringssystemen wordt verwezen naar bijlage 4.

2.3 STORENDE INVLOEDEN

Van invloed op de meting naast de altijd voorkomende storingssignalen zijn:

- zeegang - effect op de basismeting "gewicht totaal" bij de "weegmethode"
- effect op de basismeting "niveau beun"
- voorwaartse snelheid in ondiep water (squat) bij de "weegmethode"
- schuim in de hopper
- vervuiling van de instrumenten door baggerspecie
- kans op beschadiging van de instrumenten
- trillingen
- temperatuur.

3. EVALUATIE

3A EVALUATIEMETHODE

3A.1 OORSPRONKELIJKE EVALUATIEMETHODE

De evaluatiemethode is het middel om uit alle mogelijkheden, die voorhanden zijn het beunmeetsysteem te selekteren, dat het beste resultaat volgens de doelstelling zal geven.

Het probleem hierbij is van tweeërlei aard:

1. Wat is de juiste definitie van "het beste resultaat"
2. Welk middel leidt tot de selectie van "het beste resultaat"

Wat het "beste" beunmeetsysteem is, kon niet in kwantitatieve vorm worden vastgelegd door de opdrachtgever.

De evaluatiemethode werd dientengevolge gebaseerd op een vergelijking van alle mogelijke systemen volgens een twaalfstal door de projectgroep van tevoren vastgestelde criteria. Deze criteria zijn:

- nauwkeurigheid
- betrouwbaarheid
- reparatiemogelijkheden
- onderhoudsaspekten
- dimensionering
- ontwikkelingsaspekten
- operationele kosten
- koppeling procesbeheersing
- ijking
- systeemprijs

Per criterium was een viertal niveaus voor de toetsing gedefinieerd. Voor sommige criteria is tevens een afkeurniveau vastgesteld (zie randvoorwaarden).

Na het samenstellen van de evaluatieresultaten van de basismetingen tot een samengesteld evaluatieresultaat voor de samengestelde beunmeet-systemen bleek, dat geen bruikbaar resultaat ontstond.

3A.2 NIEUWE EVALUATIEMETHODE.

Ideaal zou zijn om voor de toetsing uit te gaan van de maximale systematische fout versus de jaarexploitatiekosten van de beunmeetsystemen.

De systematische fout van een beunmeetsysteem kan ook worden geassocieerd met een kostenpost, voortvloeiende uit de verrekening van de hopperlading. Informatie over deze kostenpost bleek echter niet ter beschikking van de projectgroep.

Optimalisering zou anders een kwestie van het bepalen van het systeem zijn geweest, waaraan minimale kosten zowel voor het systeem zelf als voor de verrekening, op jaarbasis, zijn verbonden volgens de formule:

$$\begin{array}{llll} \text{jaarkosten ten gevolge van} & & \text{jaarexploitatiekosten} & \\ \text{aanwezigheid syst. fout} & + & \text{beunmeetsysteem} & = \text{minimaal} \end{array}$$

Om de systematische fout en de jaarexploitatiekosten van alle beunmeetsystemen te bepalen zijn de evaluatieresultaten van alle basismetingen voor het criterium nauwkeurigheid in foutpercentages omgezet en zijn de evaluatieresultaten van een aantal andere criteria uitgedrukt in de werkelijke kosten.

Het samenstellen van de systematische fout van de beunmeetsystemen uit de systematische fouten van de basismetingen bleek zeer goed mogelijk.

Het samenstellen van de kostenposten voor de verschillende uitvoeringsvormen tot de jaarexploitatiekosten van een beunmeetsysteem bleek niet goed mogelijk. Dit werd veroorzaakt doordat voor een aantal kostenposten (onderhoud en reparatie) geen éénduidige sommatiemethode kon worden vastgesteld. De systeemprijs en de ontwikkelingskosten voor de samengestelde beunmeetsystemen bleken wel redelijk bepaald te kunnen worden uit de sommatie van de kostenposten van de uitvoeringsvormen.

Door de korte afschrijvingstermijn (gerekend is met 5 jaar) die zeker zal gelden voor de eerste systemen in verband met de snelle veroudering, worden de jaarexploitatiekosten overwegend bepaald door de systeemprijs en door de ontwikkelingskosten.

3A.3 BEPALING VAN HET "BESTE" SYSTEEM

Voor toetsing van de beunmeetsystemen is uiteindelijk van de maximale systematische fout versus de aanschaffingsprijs c.q. in tweede instantie aanschaffingsprijs + ontwikkelingskosten voor gekombineerde hopperladingen van slib (80%) en zand (20%) uitgegaan.

Verdere selectie bleek mogelijk op basis van:

- de waarden voor de maximale systematische fout voor hopperladingen van puur slib en puur zand
- alle waarden voor de toevallige fout voor hopperladingen van alle genoemde grondsoorten
- de waarden (in niveaus en/of kosten) van een aantal evaluatiecriteria

Tijdens de uitwerking van het ontwikkelingsvoorstel is getracht rekening te houden met de werkelijke optredende situaties in het onderhoudsbaggerwerk in Nederland, te weten:

- pure slib ladingen en gekombineerde slib/zand ladingen met veel slib worden bijna altijd in beschermd water gemeten
- pure zand ladingen en gekombineerde slib/zand ladingen met weinig slib worden zowel in beschermd water als in zeegang gemeten.

3B EVALUATIE BASISMETINGEN

Het deelrapport 3B bevat alle informatie en is als volgt ingedeeld:

- . per basismeting wordt een algemene bespreking gegeven van de karakteristieke eigenschappen, technische specificaties, ervaringen en toepassingsmogelijkheden,
- . daarna wordt voor elk meetprincipe en/of uitvoeringsvorm een nadere uitwerking gegeven, toegespitst op de desbetreffende bepaalde basismeting,
- . tot slot worden per basismeting de evaluatieresultaten weergegeven zoals die door de projectgroep zijn bepaald. Verschillen in de beoordeling in verband met de 3 hoofdgrondsoorten slib, slib + zand resp. zand zijn in deze resultaten aangegeven.

Het resultaat van de evaluatie uitgedrukt in goed- en afgekeurde uitvoeringsvormen, gegroepeerd per basismeting, is weergegeven op bijlage 5.

Op bijlage 3, is het aantal mogelijke beunmeetsystemen voor en na evaluatie aangegeven.

3C EVALUATIE SAMENGESTELDE SYSTEMEN

Vanwege het grote belang van de nauwkeurigheid (systematische- en, in mindere mate, toevallige fout) bij de selectie van de beste systemen is, alvorens met de evaluatie van de samengestelde systemen aan te vangen, een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

Beide werkzaamheden, gevoeligheidsanalyse en evaluatie van samengestelde systemen, zijn wegens het gekompliceerde karakter van de berekeningen, uitgevoerd in samenwerking met het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

3C.1 GEVOELIGHEIDSONDERZOEK

3C1.1 Doel gevoeligheidsonderzoek

Het doel van het gevoeligheidsonderzoek is het bepalen van de invloed van de fouten in elk der basismetingen afzonderlijk op de totale fout van het samengestelde beunmeetsysteem.

De resultaten van het gevoeligheidsonderzoek geven een inzicht in de relatieve belangrijkheid van elk der basismetingen in het totaal systeem, en kunnen aldus als leidraad dienen voor het bepalen van de aandacht (= kosten) die aan een basismeting besteed zou moeten worden.

3C1.2 Methode van onderzoek

Uit de kansverdelingen van de individuele basismetingen dient de samengestelde kansverdeling van de gemeten hoeveelheid droge stof voor het totale systeem gekonstrueerd te worden.

De kansverdeling van de gemeten hoeveelheid droge stof is bepaald door middel van een per computer uitgevoerde "Monte Carlo" simulatie. De resultaten konden later geverifieerd worden met behulp van differentiaalrekening.

Er werd uitgegaan van:

- door de projectgroep geschatte nauwkeurigheidscijfers per basismeting
- nominale waarden voor de basismetingen (hopperinhoud: 6000 m³; γ slib = 1.2 tonf/m³; hoppervulling: 20 en 50% volumepercenten zand met resp. 80 en 50 volumepercenten slib).

3C1.3 Resultaten gevoeligheidsonderzoek

- Onafhankelijkheid systematische- en toevallige fout

Omdat in de formules ter bepaling van de totale hoeveelheid droge stof quotiënten voorkomen, is het mogelijk dat uitsluitend toevallige fouten (dus geen systematische) in de basismetingen, een systematische fout in de einduitkomst veroorzaken.

Gevonden werd echter dat in alle beschouwingen systematische- en toevallige fout onafhankelijk van elkaar behandeld kunnen worden.

- Aandeel fouten van basismetingen in de fout van het totaalsysteem

De procentuele verdeling over de basismetingen van de fout in de totale hoeveelheid droge stof is weergegeven op bijlage 6.

- Nauwkeurigheid slib/zand fraktie apart

Tot nu toe is gesproken over de nauwkeurigheid waarmee het samengestelde beunmeetsysteem het totale gewicht vaste stof meet (slib zowel als zand). Daarnaast kan het van belang zijn te weten met welke nauwkeurigheid de slib- en zand frakties apart worden gemeten.

Het blijkt dat, bij een redelijke totale nauwkeurigheid, de "weegsystemen" (hoofdgroepen 1, 2 en 3) de slib- en zand fraktie apart slecht meten, terwijl daarentegen bij de "monstername systemen" (hoofdgroepen 4 en 5) de slib- en zand frakties apart met een redelijke nauwkeurigheid gemeten worden.

3C 2 EVALUATIERESULTAAT

3C2.1 Selektie van systemen

In het diagram maximale systematische fout versus aanschaffingskosten (c.q. aanschaffingskosten + ontwikkelingskosten) op bijlage 7 wordt elk samengesteld beunmeetsysteem door een punt in het vlak voorgesteld. Men moet zich het gehele vlak opgevuld denken door 225.712 punten.

De grafiek toont voor alle hoofdgroepen die systemen, die bij gegeven prijs de laagste systematische fout hebben.

Voor hoofdgroep 1, 2 en 3 ("weegmethode") is onderscheid gemaakt tussen het wel en niet kunnen meten in zeegang. Voor hoofdgroep 4 en 5 ("monstername methode") heeft het wel of niet kunnen meten in zeegang nagenoeg geen invloed, waardoor een onderscheid niet nodig is.

Uit de beste samengestelde systemen, qua kosten en nauwkeurigheid, die aldus worden gevonden is een representatieve selektie gemaakt.

(Het aantal mogelijke systemen van hoofdgroep 5 is uitgebreid door het instrument voor de meting soortelijk gewicht water of het instrument voor de meting van het gasgehalte, of beide weg te laten; weglating van deze instrumenten bij de andere hoofdgroepen is niet mogelijk daar dan de nauwkeurigheid van het samengestelde systeem te slecht zou worden).

Geselekteerd voor nadere bestudering zijn aldus:

- 5 systemen uit hoofdgroep 1
- 5 systemen uit hoofdgroep 2
- 10 systemen uit hoofdgroep 3
- 5 systemen uit hoofdgroep 4
- 8 systemen uit hoofdgroep 5

De 33 geselekteerde systemen vormen het uitgangspunt voor hoofdstuk 4.

3C2.2 Konklusies evaluatieresultaat

Enkele algemene konklusies kunnen hier reeds worden vermeld:

- Optimale meetprincipes en uitvoeringsvormen

Bij een analyse van de geselekteerde samengestelde systemen blijken een aantal meetprincipes en uitvoeringsvormen voor de basismetingen steeds weer voor te komen.

Deze meetprincipes en uitvoeringsvormen, waaruit voor elk der basismetingen een optimale keus gemaakt zou moeten worden, zijn aangegeven op bijlage 8.

- Optimaal aantal vertikalen

Voor de basismetingen: c. γ slib

d. γ zand en

1. niveau vaste laag

kan gemeten worden in één of meer beunvertikalen. Een groter aantal beunvertikalen maakt de meting nauwkeuriger, echter ook duurder.

De resultaten van de evaluatie maken duidelijk wat ongeveer het optimale aantal beunvertikalen is voor elk der hoofdgroepen (zie bijlage 9).

4. NADERE SELEKTIE EN ONTWIKKELINGSVOORSTEL

4.1 NADERE SELEKTIE

4.1.1 Algemeen

Voor de nadere selectie van de systemen die voor verdere ontwikkeling in aanmerking komen, is uitgegaan van een onderlinge vergelijking van de 5 hoofdgroepen. Dit is in eerste instantie geschied aan de hand van de grafische weergave van bijlage 7.

4.1.2 Hoofdgroepen 1, 2 en 3 ("weegmethode")

Onderlinge vergelijking van deze drie hoofdgroepen geeft:

- hoofdgroepen 1 en 2 zijn bij een gelijkblijvende maximale systematische fout duurder dan hoofdgroep 3. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt doordat de vaste laag in de hopper moet worden aangepeild in hoofdgroep 1 en 2
- hoofdgroepen 1 en 2 bevatten een groter ontwikkelingsrisiko dan hoofdgroep 3. Dit wordt eveneens veroorzaakt door de basismeting niveau vaste laag
- nadere bestudering van de hoofdgroepen 1 tot en met 3 resulteert in het feit dat de nauwkeurigheid voor slibladings van hoofdgroep 2 onaanvaardbaar laag is.

Dientengevolge blijft van de beunmeetsystemen werkend volgens de "weegmethode" alleen hoofdgroep 3 over. Uit deze hoofdgroep waren 10 systemen als representatieve doorsnede voor verdere selectie gekozen.

Er is besloten om voor de verdere selectie uit te gaan van die beunmeetsystemen, waarin de verschillende uitvoeringsvormen naar voren komen en die in de onmiddellijke nabijheid liggen van de systemen die in hoofdgroep 5 worden geselecteerd. Dit resulteert in een viertal systemen.

4.1.3 Hoofdgroepen 4 en 5 ("monstername methode")

Onderlinge vergelijking van deze twee hoofdgroepen geeft:

- hoofdgroep 4 is veel duurder en onnauwkeuriger dan hoofdgroep 5. Dit wordt veroorzaakt doordat, om een redelijke nauwkeurigheid met de basismetingen van hoofdgroep 4 te behalen, reeds metingen in een groot aantal vertikalen nodig zijn. Zo dient minimaal:
 - . het soortelijk gewicht vloeibare laag in 4 vertikalen
 - . het soortelijk gewicht vaste laag in 2 vertikalen en
 - . het niveau vaste laag in 4 vertikalente worden gemeten.
- hoofdgroep 4 bevat wederom de basismeting niveau vaste laag, die duur is, onnauwkeurig en een hoog ontwikkelingsrisiko bevat. Bij de beunmeetsystemen van hoofdgroep 4 wordt de fout in het eindresultaat aan droge stof gewicht voor een zeer hoog percentage (ca. 50%) door de basismeting niveau vaste laag bepaald.
- hoofdgroep 5 wordt gekenmerkt, doordat alle beunmeetsystemen in deze hoofdgroep zijn opgebouwd met behulp van één uitvoeringsvorm, die 4 basismetingen vervangt. Deze basismeting bepaalt:
 - . het niveau beun,
 - . het soortelijk gewicht vloeibare laag,
 - . het soortelijk gewicht vaste laag,
 - . het niveau vaste laag

De aanpeiling van het niveau vaste laag geschiedt hierbij aanmerkelijk nauwkeuriger dan bij de alternatieve methodes, die in de andere hoofdgroepen (1, 2 en 4) zijn toegepast.

Het beunmeetsysteem bestaat dan ook slechts uit 3 uitvoeringsvormen, waarmee de 6 basismetingen worden gerealiseerd. Alle andere hoofdgroepen zijn samengesteld uit 6 uitvoeringsvormen.

Dientengevolge blijft van de beunmeetsystemen werkend volgens de "monstername methode" alleen hoofdgroep 5 over. Uit deze hoofdgroep komen na nadere onderlinge vergelijking 8 systemen voor verdere selectie in aanmerking.

4.1.4 Onderlinge vergelijking van hoofdgroepen 3 en 5

Onderlinge vergelijking van de hoofdgroepen 3 en 5 geeft:

- Hoofdgroep 3 is alleen concurrerend met 5 als er niet in zeegang gemeten hoeft te worden voor slib/zand ladingen (80%/20%). Voor deze ladingen zal er ook weinig in zeegang gemeten moeten worden.
- Voor pure zand ladingen, waar wel o.a. in zeegang gewerkt wordt is hoofdgroep 3 toch wat gunstiger dan hoofdgroep 5.
- De ontwikkelingskosten van hoofdgroep 3 (fl. 1.100.000,--) zijn aanmerkelijk hoger dan van hoofdgroep 5 (fl. 85.000,--). Dit wordt gunstiger indien het beunmeetsysteem niet onder zeegangsomstandigheden behoeft te werken, maar de kosten voor hoofdgroep 3 (fl. 600.000,--) blijven toch aanmerkelijk ongunstiger ten opzichte van hoofdgroep 5
- Hoofdgroep 5 biedt betere mogelijkheden om een indicatie tijdens het beladingsproces te realiseren.
- Veiligheidsaspecten: hoofdgroep 5 maakt gebruik van een aantal grote, bewegende radioactieve bronnen, hoofdgroep 3 van één radioactieve concentratiemeter.
- Er is betrekkelijk weinig informatie over radioactieve hoeveelheidsmeting in hoppers.
- De nauwkeurigheid kan bij hoofdgroep 5 nog verbeterd worden door meer vertikalen toe te passen. Dit kan bij hoofdgroep 3 niet.

Onderlinge vergelijking van de 4 systemen uit hoofdgroep 3 en de 8 systemen uit hoofdgroep 5 op alle beschikbare gegevens resulteert in het navolgende ontwikkelingsvoorstel.

4.2 VOORSTEL VOOR DE ONTWIKKELING VAN EEN BEUNMEETSYSTEEM IN FASE II.

- A. Indien de opdrachtgever, aanvullende informatie zou verstrekken in de vorm van een grafiek, die het verband weergeeft tussen enerzijds de systematische nauwkeurigheid van de bepaling van het gehalte aan droge stof en anderzijds de kosten, die voortvloeien uit de verrekening van de hopperladingen kan het team, dat wordt belast met de volgende fase (II) van de ontwikkeling van een beunmeetsysteem een optimale keuze maken uit de systemen van hoofdgroep 3 en 5.

Hierbij geldt wel dat de geschatte specificaties van de zogenaamde optimale systemen aan de hand van proeven en metingen moeten worden gecontroleerd. Bovendien dienen oplossingen te worden gevonden voor de aangegeven probleemgebieden, zoals vermeld in deelrapport 3B. De alternatieve beunmeetsystemen, die rond het optimale systeem liggen, kunnen hierdoor toch tot een beter resultaat leiden. Zij dienen daarom mede in het nadere onderzoek voor de controle van de specificaties en het oplossen van de probleemgebieden te worden betrokken.

Pas daarna kan een definitief systeem, gebaseerd op een systeem of volgens hoofdgroep 3 of volgens hoofdgroep 5 tot in detail worden uitgewerkt.

B. Indien nu een systeem gekozen zou moeten worden, adviseert de projectgroep het volgende:

1. Het geselecteerde samengestelde beunmeetsysteem 5.08 uit hoofdgroep 5 te realiseren (zie bijlage 10). Het te kiezen systeem berust op een meting in vier vertikalen door middel van radioactieve verstrooiingssondes in buisvormige glijgoten. Tevens is het beunmeetsysteem uitgerust met een gasgehaltemeting en een meting van het soortelijk gewicht van het poriënwater.

2. Een alternatief systeem uit hoofdgroep 3 te realiseren.

Dit systeem zal, voor slib en voor gekombineerde ladingen van slib en zand, alleen goed in betrekkelijk rustig water kunnen werken. Aangezien onderhoudsbaggerwerk met sleephopperzuigers gewoonlijk op rivieren en in beschermde havenmonden plaats vindt, zal er over het algemeen weinig last van zeegang worden ondervonden. Een systeem uit hoofdgroep 3 is dan een goed alternatief.

Belangrijk bij de keuze is de ligging van dit systeem ten opzichte van de ligging van het gekozen systeem uit hoofdgroep 5, wat betreft prijs en systematische fout. Systeem 3.07 (zie bijlage 11) is het gunstigst.

Hierbij geldt evenals onder A, dat de voor de evaluatie ingeschatte specificaties en aangegeven probleemgebieden, zowel voor systeem 5.08, 3.07 als voor een klein aantal systemen die in de onmiddellijke nabijheid liggen, moeten worden gecontroleerd, respectievelijk opgelost.

De projectgroep geeft de voorkeur aan het ontwikkelingsvoorstel A.

Zou één of meer systemen definitief voor verdere ontwikkeling (in fase II) vastgesteld zijn, dan kan het opstellen van een ontwikkelingsprogramma plaats vinden. Dit wordt dan gevolgd door een bouw- en testprogramma, waarna een fieldresearchprogramma met eventuele modificaties volgt. Uitzoeking zal kunnen leiden tot een operationeel goed werkend beunmeetsysteem.

4.3 VERDERE AANBEVELINGEN

Gedurende het project is een aantal meetprincipes naar voren gekomen, die nu nog niet bruikbaar zijn, maar waarvan de verdere ontwikkeling er veelbelovend uitziet.

De uitvoeringsvormen kunnen van belang worden voor:

- beunmeetsystemen in de toekomst
- andere toepassingen in de baggerindustrie
- toepassing in . het slurrytransport
 - . de zeemijnbouw
 - . de scheepsbouw
 - . de scheepvaart
 - . de waterbouw

De projectgroep vindt, dat de ontwikkeling van deze uitvoeringsvormen gevolgd en gestimuleerd dient te worden.

Deze uitvoeringsvormen zijn:

A. Kapacitieve dichtheidsmeting.

Deze methode is ontwikkeld door de Pool Keska, voor mengselkoncentratiemeting in coalslurrytransportsystemen.

B. Vibratiebuis als dichtheidsmeting.

Deze methode werkt niet in slib; verwacht wordt dat zij wel geschikt te maken is voor het bepalen van het soortelijk gewicht van mengsels.

C. Laser als inzinkings-, niveau-, getijde- en golfhoogtemeting.

Deze methode werkt nu voor de gedachte toepassingen te onnauwkeurig. Verwacht wordt dat aanmerkelijke verbetering mogelijk is. Installatie/montage van zo'n instrument lijkt veel eenvoudiger dan bij alle andere uitvoeringsvormen.

D. Spannings-/verplaatsings c.q. inzinkingsmeting voor de bepaling van de scheepsbelading.

Voor het meten van de scheepsbelading kan gebruik gemaakt worden van de spanningen in de scheepskonstructie of van de inzinking van het schip.

Storende invloeden zijn:

- . zeegang
- . squat bij voorwaartse snelheid

Relatief weinig is over de spanningen bij belading en over het effect van de storende invloeden , ook op de inzinking, bekend.

E. Echoloden als akoustische gasgehaltemeting.

Nader onderzoek heeft geleid tot de gedachte dat de toepassing van een niet-lineair echolood voor de meting van het gasgehalte mogelijk zou zijn.

5. PROJEKTVERANTWOORDING

5.1 PROJEKTVERLOOP

De projectwerkzaamheden komen tot uiting in het bijgevoegde rapportageschema.

De samenstelling van het evaluatieteam is vermeld op bijlage 12.

Gedurende het project hebben, behalve een begin- en een eindbijeenkomst, een achttal bijeenkomsten met de begeleidingsgroep "Beunmeetsysteem" plaats gevonden. Op deze 8 bijeenkomsten werd de stand van zaken gerapporteerd over het gehele project.

Op bijlage 13 is een overzicht van alle bijeenkomsten van de begeleidingsgroep met de daarbij behorende genomen besluiten gegeven.

Gedurende het project is een aantal malen de oorspronkelijke projectplanning aangepast en is éénmaal de planning geheel herzien.

Het projectverloop wordt weergegeven aan de hand van de in de begeleidingsgroep besproken standen van zaken met behulp van:

- het diagram geplande en werkelijk bestede mandagen versus doorlooptijd van het project van start- tot einddatum (30-11-1979 / 17-07-1981) (zie bijlage 14).
- de tabel van uitbesteed werk en de daaraan verbonden kosten (zie bijlage 15).

5.2 PROJEKTRESULTAAT

Van de in hoofdstuk 1 geformuleerde doelstellingen werd het primaire doel bereikt.

Het optimale beunmeetsysteem voor verdere ontwikkeling kon niet worden geselecteerd door het ontbreken van informatie over de kostenpost voortvloeiend uit de verrekening van de hopperladingen en veroorzaakt door de aanwezigheid van een systematische fout.

Het projektteam heeft op verzoek van de opdrachtgever een ontwikkelingsvoorstel opgesteld. Hierin vindt men enerzijds de ideale voortgang omschreven, terwijl anderzijds - indien nu gekozen moet worden - een 2-tal systemen voor verdere ontwikkeling is geselecteerd (zie hoofdstuk 4).

Het sekundaire en tertiaire doel wordt door het projektteam op dit moment als niet haalbaar en zinvol beschouwd.

Het totaaloverzicht van het projekt qua

- inzet van het team
 - doorlooptijd
 - uitbesteede hoeveelheid geld
- is als volgt:

	Inzet team in mandagen	Doorlooptijd in weken	Uitbesteed werk in guldens
1. Oorspronkelijk projektvoorstel d.d. 31-1-1980	463 (+44)	48	210.000
2. Herziene planning d.d. 7-11-1980	644	60	210.000
3. Werkelijk totaal besteed	957	85	190.735
Afwijking van 3 t.o.v. 1, (in%) [t.o.v. 2, (in%)]	Overschrijding 450 (89) [313 (49)]	Overschrijding 37 (64) [25 (42)]	Onderschrijding 19.265 (9) [19.265 (9)]

5.3 OORZAKEN VOOR AFWIJKINGEN

Oorzaken voor afwijkingen, ten opzichte van het oorspronkelijke projektvoorstel met zijn aanpassingen zijn:

1. Het gereed maken van het projektvoorstel was niet in dit projektvoorstel opgenomen.
2. De presentatie van de projektgroep op de MKO-dag d.d. 13-12-1979 was niet in het projektvoorstel opgenomen. De tijd, die hieraan werd besteed bedroeg 23 mandagen.
3. Voortdurende wijzigingen in de samenstelling van het projektteam, zie bijlage 12, samenhangende met voortdurende wijzigingen in de inzetbaarheid van de teamleden.

Bij de werkzaamheden: evaluatie en rapportage, konden geen nieuwe teamleden worden ingezet. Ondanks toezeggingen van de leden van de begeleidingsgroep "Beunmeetsysteem" omtrent de inzetbaarheid van de teamleden, werden deze toezeggingen vaak niet gekonkretiseerd, waardoor grote vertragingen ontstonden.

4. De noodzakelijke afzonderlijke bepaling van het gewicht aan slib en het gewicht aan zand bij gekombineerde slib/zand ladingen was niet voorzien. Dit is toegelicht in hoofdstuk 1.
5. Veel te weinig kennis van het hopperlaadproces, verkregen uit metingen, bleek voorhanden ten opzichte van het veronderstelde bij het opstellen van het projektvoorstel.
Wel waren veel metingen verricht, maar deze bleken in bijna alle gevallen inkompleet.
6. Er bleken ontzettend veel meer mogelijkheden voor een beunmeetsysteem voorhanden te zijn dan oorspronkelijk was begroot.
7. De oorspronkelijke evaluatiemethode bleek niet haalbaar.
Dit is toegelicht in hoofdstuk 3A.
8. De rapportage bleek veel meer omvattend te zijn, voornamelijk ten gevolge van de punten 4 t/m 7.

DANKWOORD

Dit projekt is mede tot stand gekomen door de medewerking c.q. bijdragen van specialisten buiten het projektteam.

Mede namens het projektteam, wens ik mijn dank uit te spreken aan:

- Ir. W. van Donselaar (KBW), voor de waardevolle adviezen op het gebied van de numerieke verwerking en begeleiding van het uitbestede werk bij het Mathematisch Centrum.
- Ir. A.J.J. Dijksman (KBW) en dhr. J. v.d. Weyden (volontair), voor het verzorgen van de input voor de numerieke verwerking.
- De Instituten en Laboratoria, voor de door hen verrichte studies en proeven.
- Dhr. J.W.M. Kamphuis (KBW), voor de verzorging van het lay-out werk van de rapportage.
- Ing. L. Nederlof (GWR), Ir. W.H.A. van Oostrum (RWS) en hun medewerkers, voor de beantwoording van een aantal vragen over de definitie van het projekt en de verstrekking van gegevens.
- Ing. F.A.H. Petersen (RWS), voor het begeleiden en uitwerken van de controleproeven voor de beunniveaumetingen.
- De Repro-afdeling van KBW en de Centrale typekamer van de Deltadienst Zierikzee.
- Ir. H.C. Wels (KBW), voor de begeleiding van het uitbestede werk bij het N.S.P.
- Alle anderen die meewerkten aan dit projekt, zonder dat zij met name hier genoemd zijn.

Een apart woord van dank wens ik uit te spreken aan mevr. B.J.B.J. Vlasblom (KBW), voor het verrichte sekretariaatswerk voor het projekt en het verzorgen van de gehele rapportage en het grootste deel van het typewerk.

Ir. S.E.M. de Bree
projektleider.

REFERENTIES.

De referenties zijn opgesplitst in:

- interne referenties; dit zijn nota's en rapportages, die door of in opdracht van het projektteam zijn samengesteld
- externe referenties
- bibliografie.

Met een referentie-aanduiding van bijv. [3/11] wordt verwezen naar het 11e dokument uit referentie 3. (Zie hiervoor ook de inhoudsopgave van het betreffende referentie deel).

Interne referentie.

- [1] Notulen en projektvoorstel
- [2] Fabrieksdokumentatie
- [3] Studies basismetingen
- [4] Studies samengestelde systemen
- [5] Studie doorbuiging- en inzinkingsmeting (NSP-rapport d.d. okt. 1980)
- [6] Testmetingen niveaumeters (RWS-rapport d.d. 15 jan. 1981)
- [7] Evaluatie mechanische penetratiemethode (LGM-rapport d.d. 15 dec. 1980)
- [8] Onderzoek bruikbaarheid capacitieve meetmethode (WL-rapport d.d. okt. 1980)
- [9] Gevoeligheidsonderzoek en evaluatie samengestelde systemen (totale M.C. rapportage)

Externe referenties.

- [10] Beunmeetsysteem projektgroep I.
Verslag van proeven aan boord H.A.M. 308, MKO-R-81-1.
- [11] Gemeentewerken Rotterdam, Ingenieursbureau havenwerken.
Verrekeningssystemen sleepopperzuigers; relatie tussen verrekenbare hoeveelheid en dichtheid voor Botleklib, aug. 1979, code 103.02.R7922.
- [12] Hellema, J.A.
Dichtheidsmetingen van slib in Europoort, 25 sept. 1980, De Ingenieur nr. 39.

[13] Keska, J.

The practical aspects of the measurements of solids with aid of the capacity-density meter by the process of hydrotransport, 1978, 5th Conference on hydraulic Transport of Solids in Pipes, Hannover, BHRA Fluid Engineering Bedford U.K.

[14] Keska, J.

Ueber Probleme der Optimierung und Messung der Parameter beim hydraulischen Transport von Gemische in Rohrleitungen, febr. 1979, Neu Bergbautechnik Jahrgang heft 2.

[15] Keska, J.

Passive Water phenomenon in experimental Investigations of Hydrotransport process, sept. 1979, 6th Conference on Hydraulic Transport of Solids in Pipes, BHRA Fluid Engineering Bedford U.K.

[16] Keska, J.

Konzentration des Feststoffen in einem inhomogenen Gemisch methodisch, metrologische und Apparatur Problemen, sept. 1979, Erstes Intern. Kolloquium über Hydromechanisation, Ungarn.

[17] Keska, J.

Kapazitive Verfahren zur Konzentrationsmessung in einem raumlichen zeitlichen System bei Transport von Gemischen in Rohrleitungen, 1981, 4 Kolloquium Messenguttransport durch Rohrleitungen, Universität Gesamthochschule Paderborn, Abteilung Meschede.

[18] Koninklijke Volker Stevin, Koninklijke Boskalis Westminster.

Voorstudie beunmeetsystemen ten behoeve van MKO-project, maart 1979.

[19] Laboratorium voor Grondmechanica.

Dichtheidsmetingen in het beun van de sleepzuiger W.D. Gateway, maart 1974, rapport CO-22001-0-IV.

[20] Laboratorium voor Grondmechanica.

Dichtheidsmetingen in het beun van de sleepzuiger Geopotes X, juni 1974, rapport CO-22001-1-VI.

[21] Laboratorium voor Grondmechanica.

Radiometrische dichtheidsmetingen in gebaggerd zand op de bak "Negeb", juni 1979, rapport CO-247040/8-I.

[22] NEN 3114.

Terminologie voor het beschrijven van meetnauwkeurigheid, sept. 1973.

[23] Ruygrok, P.

Handleiding Troxler 3411 gekombineerde oppervlakte sonde, mei 1977,
Laboratorium voor Grondmechanica rapport 690011/339.

[24] RWS Directie Benedenrivieren, afdeling metingen.

Dichtheidsmetingen in situ aan boord van de sleepzuiger H.A.M. 308, 1980.

[25] Slibloding/Consolidatie Werkgroep.

Modifikaties met betrekking tot de gaskompressie-volumemeter, nov. 1979,
L.G.N. rapport CO-227294/21.

BIBLIOGRAFIE.

- Agneus, L.A.
Het fotometrisch meten van concentraties en troebelheid, nov. 1977, Pt Elektrotechniek 32.
- Automatic.
Niveau en concentratiemetingen met behulp van radioactieve isotopen, mei 1979, Automatic.
- Baker, R.C./Hemp, J.
A review of concentration meters for granular slurries, sept. 1979, 6th Conference on hydraulic transport of solids in pipes, BHRA Fluid Engineering Bedford U.K.
- Bochove, G. van/Nederlof, L.
Vaargedrag van diepstekende schepen in slibrijke gebieden, juli 1979, De Ingenieur nrs. 30 en 31.
- Boot, J.L.J./Vlugt, A.J.M. van der.
Golfbaakonderzoek, tussentijds rapport, juni 1978, RWS.
- Exalto, J.A.
Meting van gezogen en gebaggerde hoeveelheden specie door middel van centrifuge, mei 1974, Pt - bouwkunde.
- Garside, J./Mullin, J.W.
Continuous measurement of solution concentration in a crystalliser, 1966, Chemistry and Industry.
- Gemeentewerken Rotterdam, afdeling Havenwerken.
Volumegewicht bepaling sleepopperzuiger, maart 1977, code 63-77-35.
- Gemeentewerken Rotterdam, afdeling Havenwerken.
Echolodgingen in slappe bodemspecie, juni 1968, code 41.20-R6814.
- Hakkeling, B.
Een studie ofwel plan betreffende het maken van een slib/zand doorvoerput, 1980.

- IHC.

Beunmeting, nov. 1979, registratienr. 5880715.

- Keska, J.

A further contribution to paper G5 and authors reply to questions from G.S. Gupta, May 1978, 5th Conference on hydraulic transport of solids in pipes, BHRA Fluid Engineering, Bedford U.K.

- Laboratorium voor Grondmechanica.

Density measurement in situ and critical density.

- Mahood, K.

Study of a density cell to measure suspended load, January 1979, George Washington University, Civil, Mechanical and Environmental engineering department, report EWR-79-1.

- MKO-projekt.

Verrekenbare hoeveelheden in baggerkontrakten, registratienr. 7705 619.

- MKO-projekt B103.

Evaluatie konsolidatie-onderzoek van slib onder water, sept. 1979, Code 59.00-R7929.

- Nekker, J. de.

Grondslagen voor verrekening. Cursus opspuiten van terreinen, 1970, Stichting Postdoctoraal Onderwijs in de Civiele Technieken 70/71.

- Nestum II N.V.

Verfahren und Vorrichtung zum Unter-Wasser-Messen der Stärke einer Schlammsicht, Nov. 1971, Offenlegungsschrift 1798178.

- Observator B.V.

Efficiencybepaling.

- Ouwehand, P.A.J.

Beproeving van twee E + H akoustische niveaumeters, febr. 1976, RWS Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, hydro-instrumentatie, code 9.10.7508.

- RWS Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Distrikt Z.W.

De bepaling van de chlorositeit uit gemeten geleidendheid en temperatuur, aug. 1978, notanr. 71.001.22.

- Sage, P.K.

Industrial Measurement of Liquid Density, 1968, Industrial Practice vol. 22.

- Simpson, W.A.

Determination of the spoil content in a suction hopper dredger.

- Slibloding, Werkgroep.

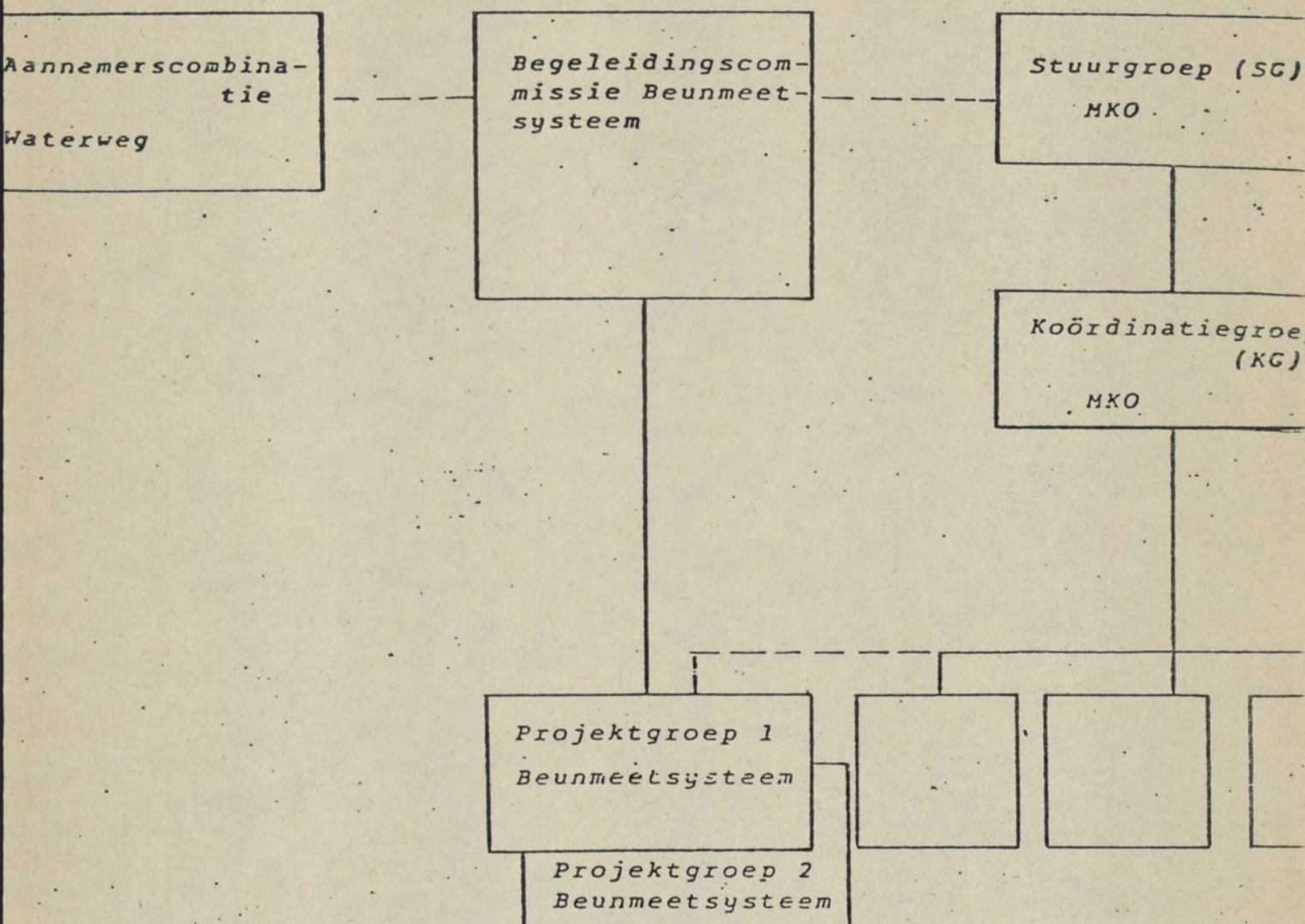
Slibdichtheidsmeting, code CO-22729-1/17.

- Summers, L.

Dredging in alluvial muds, Sept. 1975, 1st international Symposium on Dredging Technology, BHRA Fluid Engineering, Bedford U.K.

- Thorn, M.F.C.

Loading and consolidation of dredged silt in a trailer suction hopper dredger, Sept. 1975, 1st International Symposium on Dredging Technology, BHRA Fluid Engineering, Bedford U.K.



Samenstelling:

Begeleidingscommissie

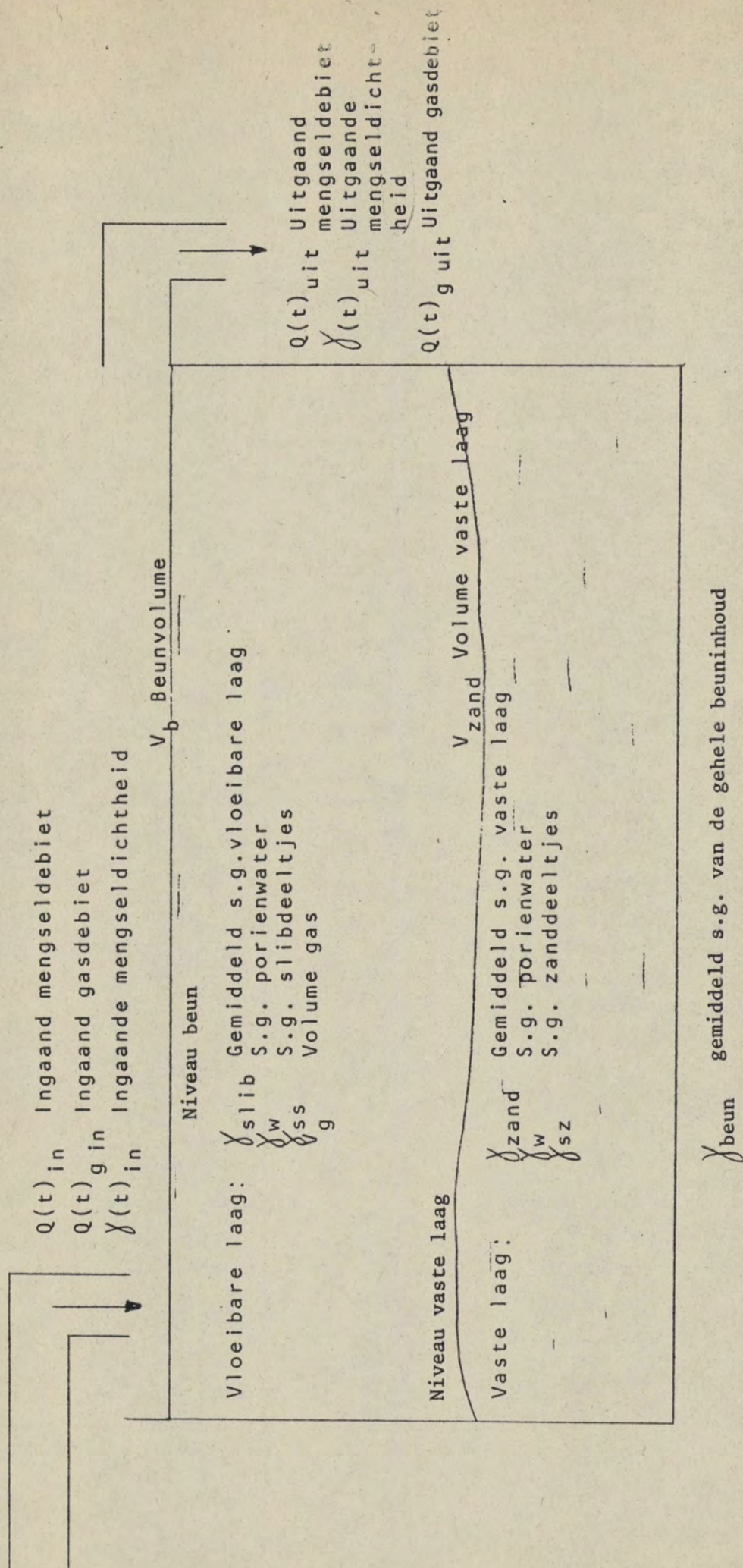
ir. J. Bovenberg (BER, lid SG)
 ir. N. van Ginkel (AV)
 ir. L. van Gunsteren (Boka)
 ir. J. de Nekker (GWR, lid SG)
 ir. C. van Veelen (NZ, lid SG)

Projektgroep 1

ing. G. Ottevanger (NZ)
 teamleden

Projektgroep 2

ir. S. de Bree (Bok)
 teamleden



OVERZICHT HOOFD GROEP INDELING.

BASISMETING	AANTAL UITV. VORMEN			WEEGMETHODE				MONSTERNAMEMETHODE			INTEGRALE METHODE
	Voor	Na	Evaluatie	Hoofdgroep 1	Hoofdgroep 2	Hoofdgroep 3	Hoofdgroep 4	Hoofdgroep 5	Hoofdgroep 6		
gewicht totaal	17	7		*	*	*					
niveau beun	10	3		*	*	*	*				
s.g. vloeibare laag	100	37		*		*	*	*	*	*	*
s.g. vaste laag	60	8			*	*	*	*	*	*	*
gasgehalte	4	2		*	*	*	*	*	*	*	*
s.g. water	4	4		*	*	*	*	*	*	*	*
niveau vaste laag	24	12		*	*		*	*	*	*	*
s.g. slibdeeltjes	3	0		*	*	*	*	*	*	*	*
s.g. zanddeeltjes	3	0		*	*	*	*	*	*	*	*
beun verticaal	4	2						*			
mengselsnelheid in	2	0								*	*
mengselsnelheid uit	2	0								*	*
mengseldichtheid in	3	0								*	*
mengseldichtheid uit	3	0								*	*
gasgehalte in	0	0								*	*
gasgehalte uit	0	0								*	*
aantal principeel mogelijke beunmeetsystemen				58.752.000	35.251.200	146.880.000	207.360.000	576		0	
aantal mogelijke samengest. beunmeetsyst. na evaluatie van de basismetingen				74.592	16.128	49.728	85.248	16		0	

BASIS- METINGEN		WIJZE VAN BEMONSTERING														
				1 monster in 1 vertikaal	3 monsters in 1 vertikaal	1 monster in 2 vertikalen	3 monsters in 2 vertikalen	1 monster in 4 vertikalen	3 monsters in 4 vertikalen	1 monster in 8 vertikalen	3 monsters in 8 vertikalen	1 vertikaal	2 vertikalen	3 vertikalen	4 vertikalen	8 vertikalen
Gewicht totaal	(a)														X	
Niveau beun	(b)													X		
S.g. vloeib. laag	(c)	X	X		X		X		X		X					
S.g. vaste laag	(d)	X		X		X		X		X						
Gasgeh. vloeib. laag	(e)		X													
S.g. water	(f)	X														
Niveau vaste laag	(l)										X	X		X	X	
S.g. slibdeeltjes	(m)															X
S.g. zanddeeltjes	(n)															X
Dichtheidsverl. beunvert.	(p)												X	X		
Mengselsnelheid in	(q)															X
Mengselsnelheid uit	(r)															X
Mengseldichtheid in	(s)															X
Mengseldichtheid uit	(t)															X
Gasgehalte in	(u)															X
Gasgehalte uit	(v)															X

Overzicht van de per basismeting gekozen wijze van bemonstering.

BASISHETING: gewicht toernoi [a]

	GEVALUEERD	AFGEKEURD
a.1.1.1.0.0	echosounders	x
a.1.1.2.0.0	radar	x
a.1.1.3.0.0	laser	x
a.1.1.4.0.0	borrelbuis	x
a.1.1.5.1.0	drukmeting in bodem	x
a.1.1.5.2.0	drukmeting in bodem differentiaal	x
a.1.1.5.3.0	drukmeting in zijwand	x
a.1.1.6.0.0	mechanische drijflichamen	x
a.1.1.7.1.0	elektrisch capaciteif	x
a.1.1.7.2.0	elektrisch inductief	x
a.1.1.7.3.0	elektrisch stappenbask	x
a.1.1.7.4.0	elektrisch weerstand	x
a.1.1.8.0.0	metritape	x
a.1.2.1.0.0	spannings/verplaatsingsmeting loadcell	x
a.1.2.2.0.0	spannings/verplaatsingsmeting magnetoelectrie	x
a.1.2.3.0.0	doorbuigingsmeting optisch	x
a.1.2.4.0.0	doorbuigingsmeting laser	x

BASISHETING niveau baan [b]

b.N.1.1.0.0	echosounders	x
b.N.1.2.0.0	radar	x
b.N.1.3.0.0	laser	x
b.N.1.4.0.0	borrelbuis	x
b.N.1.5.0.0	drukmeting	x
b.N.1.6.0.0	mechanische drijflichamen	x
b.N.1.7.1.0	elektrisch capaciteif	x
b.N.1.7.2.0	elektrisch inductief	x
b.N.1.7.3.0	elektrisch geleiding	x
b.N.1.8.0.0	metritape	x

BASISHETING soortelijk gewicht vloeibare laag [c]

c.S.1.1.0.0	akoustische absorptie	x
c.S.1.2.0.0	akoustische verstrooiing	x
c.S.1.3.1.0	akoustisch voortplantingsnelheid vibratiebuis	x
c.S.1.3.2.0	akoustisch voortplantingsnelheid sound velocity meter	x
c.S.2.1.0.0	optische absorptie	x
c.S.2.2.0.0	optische verstrooiing	x
c.S.3.0.0.0	drijflichamen	x
c.S.4.1.1.0	drukverschil over vaste afstand aan prikker	x
c.S.4.1.2.0	drukverschil over vaste afstand aan prikker (6 opn.)	x
c.S.4.1.3.0	drukverschil over vaste afstand vast opgesteld (6 opn.)	x
c.S.4.2.1.0	drukverschil over gehele baan (6 opn.)	x
c.S.4.2.2.0	drukverschil over gehele baan (6 opn.) in zijkast	x
c.S.4.2.3.0	drukverschil van der Veen-methode	x
c.S.5.1.1.0	radioactieve absorptie los systeem aan prikker	x
c.S.5.2.1.0	radioactieve verstrooiing los systeem aan prikker	x
c.S.6.1.0.0	elektrisch weerstand	x
c.S.6.2.0.0	elektrisch capaciteif	x
c.S.7.1.2.0	monstername	x
c.S.7.2.1.0	door concentratiemeter stromen vast systeem 6 pcn	x
c.S.7.2.2.0	door concentratiemeter stromen klokomp. aan prikker	x

BASISHETING soortelijk gewicht vaste laag [d]

d.S.1.1.0.0	akoustische absorptie	x
d.S.1.2.0.0	akoustische verstrooiing	x
d.S.1.3.1.0	akoustisch voortplantingsnelheid vibratiebuis	x
d.S.1.3.2.0	akoustisch voortplantingsnelheid sound velocity meter	x
d.S.2.1.0.0	optische absorptie	x
d.S.2.2.0.0	optische verstrooiing	x
d.S.4.1.2.0	drukverschil over vaste afstand aan prikker (6 opn.)	x
d.S.4.1.3.0	drukverschil over vaste afstand vast opgesteld (6 opn.)	x
d.S.4.2.1.0	drukverschil over gehele baan (6 opn.)	x
d.S.4.2.2.0	drukverschil over gehele baan (6 opn.) in zijkast	x
d.S.4.2.3.0	drukverschil van der Veen-methode	x
d.S.5.1.3.0	radioactieve absorptie in kippenkool	x
d.S.6.1.0.0	elektrisch weerstand	x
d.S.6.2.0.0	elektrisch capaciteif	x
d.S.7.1.5.0	monstername + wegen	x

BASISHETING gasgehalte vloeibare laag [e]

e.G.1.1.0.0	kompressiemeting 3 vaste opstellingen in luchtkast	x
e.G.1.2.0.0	kompressiemeting aan prikker	x
e.G.2.1.0.0	akoustisch 3 vaste opstellingen	x
e.G.2.2.0.0	akoustisch aan prikker	x

BASISHETING soortelijk gewicht vaster [f]

f.W.1.1.0.0	geluidendheid/inductief	x
f.W.2.1.0.0	laboratorium analyse + citratie	x
f.W.2.2.0.0	wegen	x
f.W.2.3.0.0	areometer	x
f.W.3.3.0.0	vibratiebuis	x
f.W.3.4.0.0	sound velocity meter	x

BASISHETING niveau vaste laag [1]

1.Z.1.1.0.0	echolood niet lineair	x
1.Z.1.2.0.0	echolood lineair (normaal)	x
1.Z.2.0.0.0	mechanisch loden	x
1.Z.3.1.0.0	sonderen vast systeem	x
1.Z.3.2.0.0	sonderen mobiel systeem	x
1.Z.4.0.0.0	drukmeting	x

BASISHETING soortelijk gewicht slijbdeeltjes [m]

m.K.1.0.0.0	pyknometer	x
m.K.2.0.0.0	hydrostatische balans	x
m.K.3.0.0.0	radioactieve bron in kast	x

BASISHETING soortelijk gewicht zanddeeltjes [n]

n.K.1.0.0.0	pyknometer	x
n.K.2.0.0.0	hydrostatische balans	x
n.K.3.0.0.0	radioactieve bron in kast	x

BASISHETING dichtheidsverloop gehele baanverkeer [p]

p.S.5.1.0.0	radio-actieve absorptie in glijgootsysteem	x
p.S.5.2.0.0	radio-actieve verstrooiing in glijgootsysteem	x

BASISHETING mengselnelheid ingaand produkt [q]

q.I.3.1.0.0	elektromagnetisch	x
q.I.3.2.0.0	akoustisch (Doppler)	x

BASISHETING mengselnelheid uitgaand produkt [r]

r.I.3.1.0.0	elektromagnetische snelheidsmeter	x
r.I.3.2.0.0	akoustisch (Doppler)	x

BASISHETING mengseldichtheid ingaand produkt [s]

s.I.3.3.1.0	radio-actieve absorptie geigermüller buizen	x
s.I.3.3.2.0	radio-actieve absorptie scintillatie teller	x
s.I.3.4.0.0	capaciteif (Keska)	x

BASISHETING mengseldichtheid uitgaand produkt [t]

t.I.3.3.1.0	radio-actieve absorptie geigermüller buizen	x
t.I.3.3.2.0	radio-actieve absorptie scintillatie teller	x
t.I.3.4.0.0	capaciteif (Keska)	x

BASISHETING gasgehalte ingaand produkt [u]

Er zijn geen instrumenten gevonden, die deze basismetings kunnen uitvoeren. Evenmin zijn de vooruitzichten zodanig dat zo'n instrument op redelijke termijn ontwikkeld kan worden.

BASISHETING gasgehalte uitgaand produkt [v]

Er zijn geen instrumenten gevonden, die deze basismetings kunnen uitvoeren. Evenmin zijn de vooruitzichten zodanig dat zo'n instrument op redelijke termijn ontwikkeld kan worden.

AANDEEL BASISMETINGEN IN TOTAALFOOT

BIJLAGE 6

TABEL:

PROCENTUELE VERDELING MAX. SYST. FOOT IN G_s

GROND- SOORT	HOOFD- GROEP	G_B	V_B	ν_{SLIB}	ν_{ZAND}	L	ν_W	V_{ZAND}	ν_{SS}	ν_{SZ}	ABSOLU MAX. SYST. FOOT
I (SLIB)	1	68	28			1	3		0		24.4
	4		16	73		1	10		0		8.7
II (SLIB/ZAND)	1	65	26	4		1	3	1	0	0	14.2
	2	65	27		1	1	3	3	0	0	15.0
	3	64	25	6	1	1	3		0	0	13.8
	4		6	54	8	1	3	28	0	0	14.3
III (ZAND)	1	72	26				2			0	7.1
	4		3	15	38		3	41		0	5.3

TABEL:

PROCENTUELE VERDELING VARIANTIE IN G_s

											ABSOLU TOEV. FOOT (%)
I (SLIB)	1	76	22			1	0		1		43.0
	4		4	93		2	1		0		21.6
II (SLIB/ZAND)	1	76	23	0		1	0	0	0	0	23.8
	2	75	24		0	1	0	0	0	0	25.5
	3	76	23	0	0	1	0		0	0	22.6
	4		3	47	11	1	1	37	0	0	16.2
III (ZAND)	1	78	22				0			0	12.1
	4		0	1	74		0	25		0	11.5

*** = INCLUSIEF
ONTWIKK. KOSTEN
--- = ZONDER
ZEEGANG

HOOFDGRÖEP 1,2
INCLUSIEF ONTW.
> f 2.000.000

incl. ontw.

5 → (ontwikk. kosten gering)

(zeegang speelt practisch geen rol
by hoofdgroep 4 en 5)

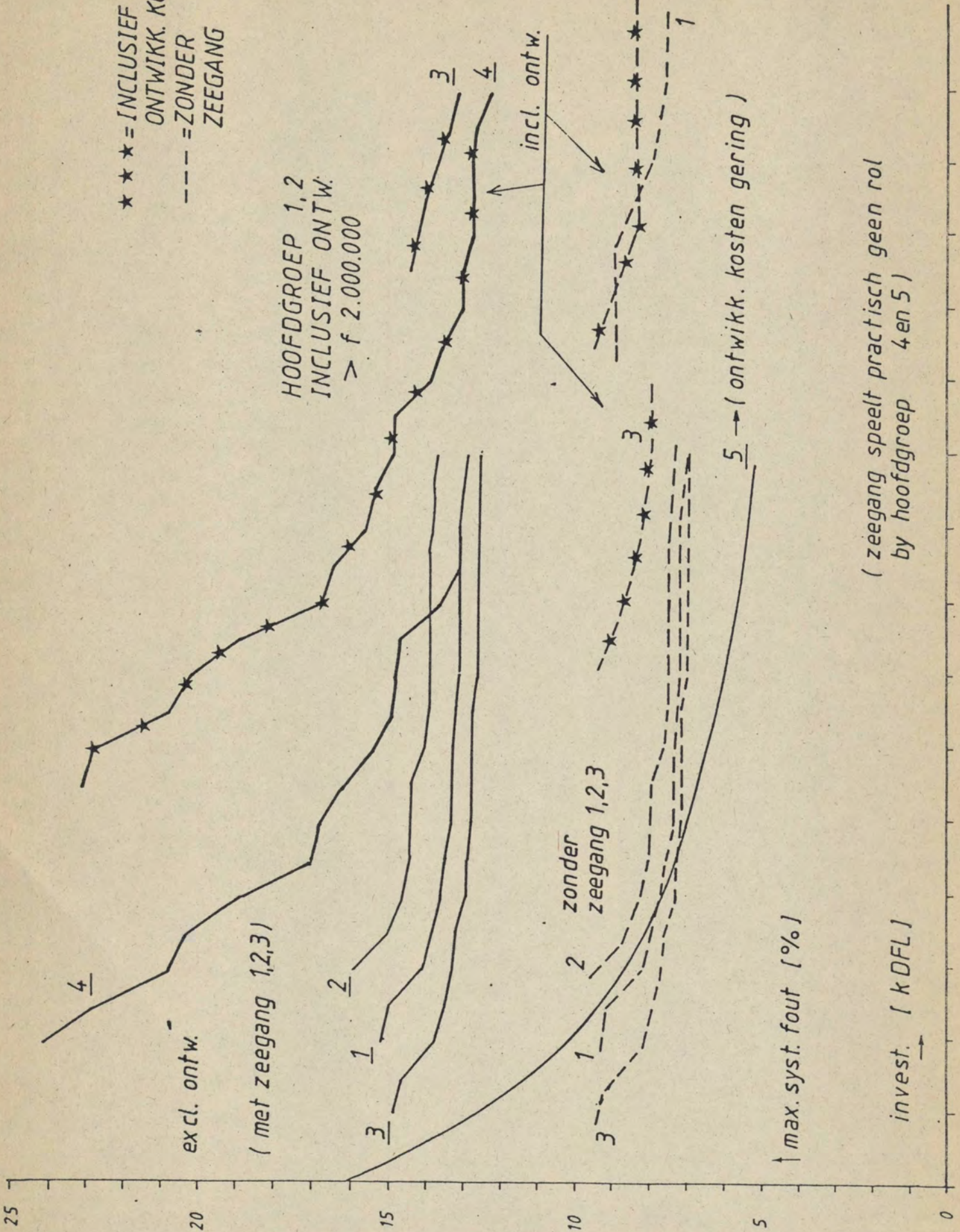


Diagram kleinste maximale systematische fout versus aanschaffingskosten.

DE BESTE MEETSYSTEMEN UIT DE EVALUATIEHOOFDGROEPEN 1 t/m 4

A. GEWICHT TOTAAL	METRITAPE OF P_{BODEM}
B. NIVEAU BEUN	METRITAPE OF VLISSINGENBAAK
C. γ SLIB	6 DRUKOPNEMERS IN ZIJKASTEN OF ΔP OVER DEEL BEUNVERTIKAAL
D. γ ZAND	RADIOAKTIEF IN KIPPEKOOI
E. GASGEHALTE	VASTE OPSTELLING OF PRIKKER COMPRESSIE METING
F. γ WATER	GELEIDENDHEID OF SOUND VELOCITY METER
- L. NIVEAU VASTE LAAG	GEWOON ECHOLOOD

HOOFDGROEP 5

P. BEUNVERTIKAAL + EVENTUEEL	RADIOAKTIEF VERSTROOIING IN GLIJGOOT
F. γ WATER	GELEIDENDHEID OF SOUND VELOCITY METER
G. GASGEHALTE	VASTE OPSTELLING COMPRESSIE METING

BASISMETINGEN	HOOFD GROEP	
	1 - 3	4 EN 5
(GEWICHTSMETINGEN)		
A		
B		
C	} 1 À 2	$\geq 3 \text{ À } 4$
D		
E		
F		
L		
NIVEAU		
VASTE LAAG	~ 2	$\geq 3 \text{ À } 4$

OPTIMAAL AANTAL BEUNVERTIKALEN VOOR DE BASISMETINGEN c, d EN l.

GEKOZEN SYSTEEM UIT HOOFD GROEP 5.

Dit systeem 5.08 bestaat uit de volgende basismetingen:

- niveau beun
- soortelijk gewicht vloeibare laag
- soortelijk gewicht vaste laag
- niveau vaste laag

Deze grootheden worden in ca. 4 vertikalen gemeten met behulp van radio-aktieve verstrooiingssonden in glijgoten.

- soortelijk gewicht poriënwater. Hiervoor zijn 2 mogelijkheden: geleidendheid, of sound velocity meter, met een bemonsterings- en filtersysteem.

Van deze 2 mogelijkheden wordt de geleidendheidsmethode voorgesteld wegens de grote ervaring die reeds aanwezig is.

- gasgehalte vloeibare laag. Dit gebeurt met drie kompressiemeters, vast opgesteld in de luchtkast.

Kosten: ontwikkeling	fl. 88.000,--
systeemprijs	fl. 710.000,--
onderhoud	fl. 99.000,--

Nauwkeurigheid: systematisch		toevallig	
slib	8.2%	slib	17.2%
slib/zand	8.1%	slib/zand	12.4%
zand	5.8%	zand	8.0%

GEKOZEN SYSTEEM UIT HOOFDGROEP 3.

Dit systeem , nr. 3.07 bestaat uit de volgende basismeetsystemen:

- gewicht totaal;
wordt gemeten via de inzinkingsmethode met behulp van druk in de bodem of met metritape en een soortelijk gewichtsmeting van het zeewater.
- niveau beun;
gebeurt met metritape .
- soortelijk gewicht vloeibare laag;
met drukverschilmeting met 6 opnemers in de zijkast in één vertikaal
- soortelijk gewicht vaste laag;
met radio-aktieve absorptiesonde in de kippekooi
- gasgehalte vloeibare laag;
met drie kompressiemeters in de luchtkast.
- soortelijk gewicht poriënwater.

Kosten ontwikkeling	fl. 1.060.000,--
systeemprijs	fl. 648.000,--
onderhoud	fl. 119.000,--

SAMENSTELLING PROJEKT- EN EVALUATIETEAM.

	Projekt- team	Evaluatie- team		
Ir. S.E.M. de Bree		x	projektleider	KBW
Ir. J. Boender	+			KVS
Ing. A.J.W. Buiteweg		x		KBW
Ir. L.J. Droppert		x		KVS
Ing. A. de Hoog	o	x		RWS
Ir. F.J. Parker Verboom	*			RWS
Dhr. C. van Rijt		x		GWR
Ing. H.R. Slob	o	x		KVS
Ir. J.E. Stada		x		KBW
Ing. N. Tulling	*			KVS
Ir. W. Wijmans	o	x		RWS

* Alleen beginfase

o Later lid geworden

+ Later lid geworden, vóór eindrapportage weggegaan

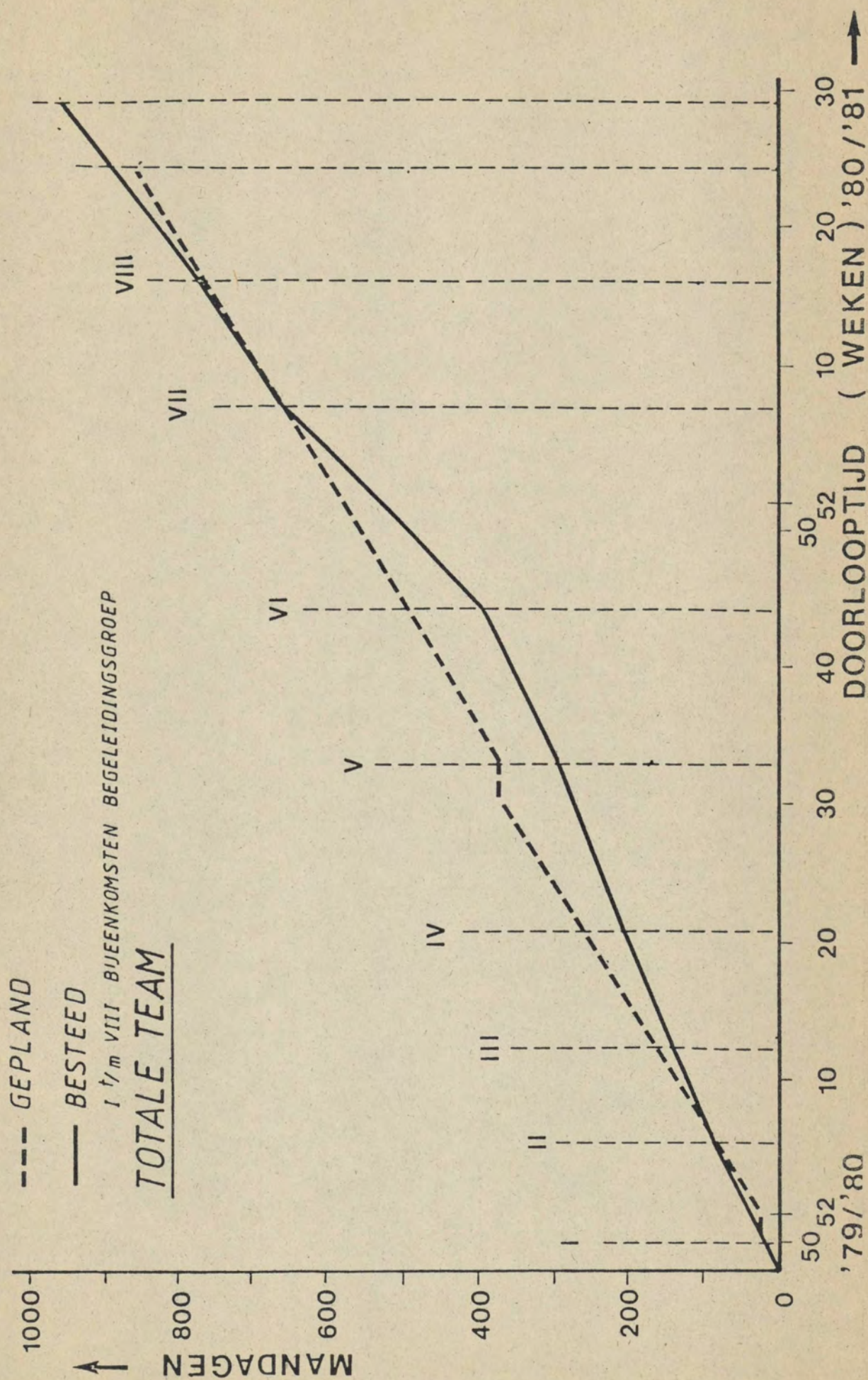
OVERZICHT VAN DE BESLUITVORMING

Datum	Bijeenkomst van de begeleidingsgroep	Besluitvorming
15 aug. 1979	1e bijeenkomst	besluit tot opstarten van het projekt
27 sept. 1979	-----	projektvoorstel deel 1 gereed
18 okt. 1979	2e bijeenkomst	projektvoorstel deel 1 akkoord bevonden
30 nov. 1979	-----	start van het projekt
11 dec. 1979	3e bijeenkomst	-----
31 jan. 1980	-----	projektvoorstel deel 2 gereed
7 febr. 1980	4e bijeenkomst	aanpassing van de planning i.v.m. de MKO presentatiedag
27 maart 1980	5e bijeenkomst	projektvoorstel deel 2 akkoord bevonden
28 mei 1980	6e bijeenkomst	-----
28 aug. 1980	7e bijeenkomst	aanpassing planning i.v.m. bepaling van de scheiding slib/zand
7 nov. 1980	8e bijeenkomst	aanpassing planning en looptijd t/m 5e week (30 jan. 81)
25 febr. 1981	9e bijeenkomst	-----
27 april 1981	10 bijeenkomst	projektpresentatie; aanpassing planning tot 853 mandagen en looptijd tot medio mei 1981 *
17 juli 1981	-----	einde van het projekt

*

Deze datum was afgesproken onder de voorwaarde dat het gehele team 14 dagen ter beschikking zou staan voor het afmaken van de rapportage.

Ondanks toezeggingen van de leden van de Begeleidingsgroep, werd deze toezegging niet gekonkretiseerd, waardoor de einddatum 17-7-1981 werd.



UITBESTEED WERK

<u>OMSCHRIJVING</u>	<u>REF.NO.</u>	<u>LABORATORIUM</u>	<u>OPMERKINGEN</u>
Inzinkingsmeting	I 1 } I 2 }	N.S.P.	F. 38.400,--
Spannings- en verplaatsingsmeting			
S.g. korrel bepaling	K 3	L.G.M.	geen
Akoustische gasmeting	G 2	T.P.D.	geen
Vaste laag bepaling door sonderen	Z 3	L.G.M.	F. 5.000,--
Capacitieve dichtheidsmeting	S 6.2	W.L.	F. 12.920,--
Controlemetingen van de specificatie van een groot aantal meetinstrumenten	"TELEGA" 61473	RBKW Lab.	F. 64.280,--
Numerieke uitwerking-evaluatie		Math. Centrum	F. 60.660,--
Diversen			F. 9.475,--
Totaal besteed			F. 190.735,-- =====
Totaal budget			F. 210.000,--

* Exklusief BTW.

