

Waterbouwkundig Laboratorium
Bergerhout

BIBLIOTHEEK

MEMO 75.1

JANUARI 1975

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE NAUWKEURIGHEID
VAN DE BIJ DE INHOUDSBEREKENINGEN VOOR
DE WESTERSCHELDE TOEGEPASTE METHODE

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING
EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

memo 75.1
met 5 bijlagen

277503

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE NAUWKEURIGHEID VAN
DE BIJ DE INHOUDSBEREKENINGEN VOOR DE WESTER-
SCHELDE TOEGEPASTE METHODE.

Vlissingen januari 1975

INHOUD

par. 1	Inleiding	blz. 1
par. 2	Inhoudsberekeningen 1800 - 1952	blz. 2
par. 3	Inhoudsberekeningen 1955 - 1971/72	blz. 4
par. 4	Onderzoek invloed raai-afstand op resultaat inhoudsberekening	blz. 6
4.1	Berekeningen Studiedienst Vlissingen	blz. 6
4.2	Berekeningen Antwerpse Zeediensten	blz. 10
4.3	Nadere beschouwing verricht onderzoek	blz. 11
par. 5	Bepaling der diepten in vaste punten door interpolatie tussen beschikbare peilgegevens	blz. 12
5.1	Onderlinge afstand tussen de punten	blz. 12
5.2	Persoonlijke invloed bij interpolatie	blz. 15
par. 6	Inhoudsbepaling met gebruikmaking van ruitennet	blz. 16
par. 7	Samenvatting en conclusies	blz. 18
	Geraadpleegde literatuur	blz. 24
	Staat van bijlagen	blz. 25

ENKELE OPMERKINGEN OVER DE NAUWKEURIGHEID VAN DE BIJ DE IN-
HOUDSBEREKENINGEN VOOR DE WESTERSCHELDE TOEGEPASTE METHODE.

par. 1 INLEIDING.

In het kader van het onderzoek ter voorbereiding van de bochtafsnijding bij Bath is eind 1972 door de Studiedienst Vlissingen een nota uitgebracht betreffende een voorlopige schatting van de te verwachten aanzanding in het toekomstige noordelijk bekken van de Westerschelde (lit. 1). Naar aanleiding van deze nota is de problematiek met betrekking tot dit vraagstuk aan de orde gesteld in de vergadering d.d. 10 oktober 1973 van de Technische Scheldecommissie. In deze commissie was men algemeen van oordeel dat het onderzoek van het bewuste probleem verder in samenwerking tussen de Belgische en Nederlandse instanties diende te worden voortgezet.

In de naderhand ter verdere bestudering van genoemd probleem ingestelde Belgische-Nederlandse werkgroep zijn van Belgische zijde verschillende bedenkingen tegen de door de Studiedienst Vlissingen uitgebrachte nota naar voren gebracht. Zo werd -op grond van de resultaten van zelf verricht onderzoek (par. 6) met name de betrouwbaarheid van de met behulp van de peilgegevens van 1963 en 1971 bepaalde inhoudsverandering voor het oostelijk deel van de Westerschelde (gebied tussen de debietraaien A-A en B-B; bijlage 1) in twijfel getrokken. Vooral de onderlinge afstand tussen de bij de berekeningen van de Studiedienst in beschouwing genomen raaien (500 m) werd als te groot verondersteld. Door deze veronderstelling komen vraagtekens te staan bij de juistheid van de waarde die in de bewuste nota voor de bij de berekende zandtransporten toe te passen kortingscoëfficiënt α is vastgesteld. Bij de bepaling van α is immers mede van de berekende aanzanding in het in beschouwing genomen gebied gebruik gemaakt.

Van het naderhand verrichte onderzoek naar de nauwkeurigheid van de voor de bepaling van de inhoudsveranderingen gebruikte berekeningsmethode wordt in deze memo verslag uitgebracht. De inhoudsberekeningen voor de perioden 1800-1952 en 1955-1971/72 worden achtereenvolgens besproken in de paragrafen 2 en 3. Het onderzoek naar de invloed van de raaiafstand wordt in beschouwing genomen

in par. 4. Par. 5 geeft de resultaten weer van een beperkt onderzoek naar de invloed van de bij de geïnterpoleerde diepten gebruikte tussenafstanden. Een korte beschouwing over het gebruik van een ruitennet bij het bepalen van de inhoudsveranderingen wordt gegeven in par. 6. De nota besluit met een samenvatting en enkele conclusies.

par. 2 INHOUDSBEREKENINGEN 1800-1952.

De resultaten van een eerste onderzoek naar de omvang van de inhoudsveranderingen in de Westerschelde zijn opgenomen in een in 1933 door de Directie Benedenrivieren uitgebracht rapport van de hand van ir. I.L. Kleinjan over de ontwikkelingen in deze rivier en haar mondingsgebied gedurende de periode 1800-1931 (lit. 2). Bij de hiertoe voor een aantal opnemingen met gebruikmaking van hydrografische kaarten of minuutbladen uitgevoerde inhoudsberekeningen werd de Westerschelde -rekening houdend met de grote bochten in het hoofdvaarwater- in een vijftal nauwkeurig vastgelegde vakken ingedeeld (bijlage 2). De nevenvloedkommen (Sloe, Braakman e.d.) bleven geheel buiten beschouwing. De waterinhouden van de diverse vakken werden (beneden het peil van gem. l.w.) per opneming vastgesteld op grond van de voor enkele dieptelijnen door middel van planimetrering bepaalde natte oppervlakten. Deze berekeningsmethode houdt in dat het diepteverloop tussen de beschouwde dieptelijnen als regelmatig verlopend wordt verondersteld. De nauwkeurigheid van deze methode neemt derhalve bij een veelal onregelmatig verloop der diepten toe naarmate van een groter aantal dieptelijnen gebruik wordt gemaakt. In het onderhavige geval werd van slechts enkele dieptelijnen gebruik gemaakt; de desbetreffende resultaten dienen dan ook als vrij globaal te worden aangemerkt.

Ter verkrijging van een nauwkeuriger inzicht in de inhoudsveranderingen in het rivierbed van de Westerschelde zijn naderhand door de Directie Benedenrivieren nieuwe inhoudsberekeningen volgens een geheel gewijzigde opzet uitgevoerd. De resultaten van dit voor het tijdvak 1878-1931 door J. Haring verrichte onder-

zoek zijn weergegeven in een hiertoe in 1949 door genoemde dienst uitgebracht rapport (lit. 3). Het hierop aansluitende rapport voor de periode 1931-1952 verscheen in 1955 (lit. 4).

Met het oog op een mogelijke vergelijking met de resultaten van het in 1933 uitgebrachte rapport (lit. 2) is bij de berekeningen voor het tijdvak 1878-1952 een overeenkomstige vakindeling aangehouden (bijlage 2). Wel zijn voor de nevenvloedkommen (Sloe enz.) vijf extra vakken ingevoerd. Voor alle vakken zijn (in afwijking van de berekeningen van Kleinjan) de inhoudsveranderingen zowel beneden het peil van gem. l.w. als dat van gem. h.w. vastgesteld.

De berekeningen voor het tijdvak 1878-1952 zijn uitgevoerd volgens de z.g. "profielmethode". Hierbij dienden voor een groot aantal binnen de diverse vakken op onderlinge afstanden van 500 m geprojecteerde raaien de profielen te worden getekend en geplanimetreerd. De profielen (lengteschaal 1 : 25 000, hoogteschaal 1 : 200) werden voor het jaar 1878 ontleend aan de hydrografische kaart van dat jaar (schaal 1 : 50 000) en voor de jaren 1931 en 1952 hoofdzakelijk aan de minuutbladen van de Hydrografische Dienst (schaal 1 : 25 000). Binnen de vastgestelde vakken zijn de in beschouwing genomen raaien zo goed mogelijk loodrecht op de geulrichting geöriënteerd.

Met betrekking tot de inhoudsbepaling staat in het voor de periode 1878-1931 samengestelde rapport (lit. 3) o.a. het volgende vermeld:

"De oppervlakte van een raaiprofiel wordt bij de berekening steeds vermenigvuldigd met de raai breedte, dit is de afstand tussen de raaien onderling, dus 500 m, met dien verstande echter dat naar weerszijden van de raai een breedte van 250 m gedacht wordt. Zo'n raaiprofiel wordt dus steeds verondersteld te gelden voor een strook van 250 m breedte aan weerszijden van de raai". Van de samensteller van het rapport is bij navraag vernomen dat bij de samenstelling van de profielen tevens rekening is gehouden met de diepten ter weerszijden van de raaien; de bewuste profielen geven dus in feite het gemiddelde diepteverloop in de beschouwde strook van 500 m breedte weer.

Gezien de grote zorgvuldigheid waarmee de inhoudsberekeningen voor de periode 1878-1952 zijn uitgevoerd mag verwacht worden dat de verkregen resultaten een redelijk goed beeld van de opgetreden veranderingen geven; exacte gegevens omtrent de bereikte nauwkeurigheid staan evenwel niet ter beschikking. Met zekere onnauwkeurigheden in het tekenen en planimetreren van de profielen dient uiteraard te worden gerekend. De verkregen resultaten kunnen bovendien nog in ongunstige zin beïnvloed zijn door de beperkingen van het gebruikte kaartmateriaal. Vooral de kaart van 1878 bevatte naar verhouding weinig peilgegevens.

par. 3 INHOUDSBEREKENINGEN 1955-1971/72.

Vanaf 1955 worden door de Studiedienst Vlissingen tweejaarlijkse rivierlodingen (echolodingen) in de Westerschelde uitgevoerd. De resultaten van deze peilingen worden weergegeven op tekeningen schaal 1 : 10 000. Het op deze kaarten getekende aantal dieptecijfers (onderlinge afstand tussen de raaien maximaal 200 m, tussen de lodingcijfers 25 à 50 m) is vele malen groter dan dat op de bij de inhoudsberekeningen 1878-1952 gebruikte kaarten (par. 2).

Overwogen wordt de resultaten van de rivierlodingen (vanaf 1955) in de toekomst eventueel door middel van een computer te doen verwerken. Gezien het grote aantal beschikbare dieptegegevens zou hierbij zonder enig bezwaar van een verdicht raaienstelsel (b.v. 200 m in plaats van 500 m) gebruik kunnen worden gemaakt; dit ter verkrijging van een wellicht nauwkeuriger resultaat. De uitkomsten van een dergelijke bij wijze van proef voor een beperkt gebied uitgevoerde berekening komen voor een deel ter sprake in par. 4.1.

Teneinde op wat kortere termijn een inzicht in de inhoudsveranderingen in het rivierbed van de Westerschelde gedurende de laatste jaren te kunnen verkrijgen zijn -vooruitlopend op de hiervoor genoemde berekeningen met behulp van een computer- de veranderingen voor de perioden 1955-1963/64 en 1963/64-1971/72 met behulp van een "met de hand" uitgevoerde (overigens op verschillende

punten van de "profielmethode" afwijkende) berekening bepaald. Hierbij is er naar gestreefd een zelfde nauwkeurigheid als bij de berekeningen voor de periode 1878-1952 te verkrijgen (par. 2).

Over het algemeen worden bij de rivierlodingen de langs de linker- en rechterrivieroever boven het peil van N.A.P. gelegen gedeelten niet opgenomen. Dit betekent dat de bewuste berekeningen tot het tussen deze "grenzen" gelegen gebied (ongeveer de lijn van N.A.P. aan beide oevers) beperkt zijn gebleven. Evenmin zijn de nevenvloedkommen en de hooggelegen schorgebieden in beschouwing genomen.

Overigens is bij de berekeningen voor de periode 1955-1971/72 de navolgende methode gevolgd:

- a Uitgegaan is van een vakindeling waarbij voor de boven- en benedenstroomse grenzen veelal de noord-zuidrichting is aangehouden (bijlage 2).
- b Binnen de vastgestelde vakken zijn op onderlinge afstanden van 500 m (in overeenstemming met de "profielmethode") de veelal eveneens volgens de noord-zuidrichting geöriënteerde raaien geprojecteerd; op enkele plaatsen is in verband met een zo goed mogelijke haakse snijding der geulen een afwijkende raai-richting aangehouden.
- c In de onder b genoemde raaien zijn op onderlinge afstanden van 50 m vaste punten bepaald, waarvoor per beschouwde opneming door middel van interpolatie (uitsluitend in de lengterichting van de raai) een diepte werd vastgesteld. Gelet op de bij de "profielmethode" gebruikte lengteschaal (1 : 25 000) en het hierbij gebruikte kaartmateriaal (par. 2) mag bij de aangenomen afstand tussen de punten van 50 m een goede aansluiting op de profielen "1878-1952" worden verwacht.
- d Per raai zijn voor de opeenvolgende punten de diepteverschillen tussen de beschouwde opnemingen bepaald.
- e Door vermenigvuldiging van de per raai gesommeerde diepteverschillen met de tussenafstand van 50 m werden de oppervlakte verschillen per raai tussen twee opnemingen verkregen.
- f Uit de oppervlakte verschillen werden tenslotte (rekening houdend met de "werkende" raai breedte) de inhoudsverschillen per "raai" en per vak vastgesteld.

De volgens bovenstaande werkwijze uitgevoerde berekeningen geven de totale inhoudsverandering binnen het in beschouwing genomen gebied als resultaat. Dit in afwijking van de "profiel-methode", waarbij zowel de veranderingen beneden g.h.w. als g.l.w. kunnen worden verkregen. In feite komen de voor de periode 1955-1971/72 berekende inhoudsveranderingen overeen met de veranderingen beneden het peil van g.h.w.

Van de resultaten van de inhoudsberekeningen "1955-1971/72" is zoals reeds vermeld gebruik gemaakt in de nota over de aan-zanding van het noordelijk bekken (lit. 1). Deze gegevens zijn tevens in beschouwing genomen in de nota over de ontwikkelingen in het gebied van de Zimmermangeul (lit. 5) en in de aan de Hoofdingenieur-Directeur van de Rijkswaterstaat in de directie Zeeland met betrekking tot de nota speciebergiging Baalhoek-Bath (onderzoek bochtafsnijding Nauw van Bath - Baalhoekproject) uitgebrachte brief nr. 1947 d.d. 6 augustus 1973.

par. 4 ONDERZOEK INVLOED RAAIAFSTAND OP RESULTAAT INHOUDSBEREKENING.

4.1 Berekeningen Studiedienst Vlissingen.

Het onderzoek naar de nauwkeurigheid van de in par. 3 omschreven inhoudsberekeningen heeft zich met name gericht op de invloed van de afstand tussen de in beschouwing genomen raaien. Zoals reeds in de inleiding is vermeld (par. 1) waren de bezwaren van Belgische zijde tegen de gebruikte methode vooral op de toegepaste raaiafstand (500 m) gericht. Voor het bewuste onderzoek is gebruik gemaakt van een deel van de resultaten van de in par. 3 reeds eerder genoemde met behulp van een computer uitgevoerde inhoudsberekeningen. Deze berekeningen zijn verricht voor een ter hoogte van Baalhoek gelegen deel van de Westerschelde. Dit ong. 6 km lange riviergedeelte omvat o.a. de Overloop van Valkenisse, de Platen van Valkenisse, het Schaar van Valkenisse en de Zimmermangeul. Overigens is gebruik gemaakt van de resultaten van de rivierlodingen van 1955 en 1971. De ligging van het in beschouwing genomen gebied blijkt uit bijlage 1

- (algemeen overzicht), -

(algemeen overzicht), terwijl bijlage 3 (rivierlodingen 1971 schaal 1 : 10 000) de ligging der raaien toont.

Zoals uit bijlage 3 blijkt is voor de op onderlinge afstanden van 200 m geprojecteerde raaien (nrs. 1 t/m 32) de noord-zuidrichting aangehouden. In deze raaien zijn (evenals bij de in par. 3 genoemde berekeningen "1955-1971/72") voor op onderlinge afstanden van 50 m gelegen vaste punten de diepten door middel van interpolatie (met "de hand") bepaald. Uit deze gegevens zijn voor de beide in beschouwing genomen opnemingen (1955 en 1971) de profieloppervlakten van de diverse raaien met behulp van de computer vastgesteld. Als referentievlak is hierbij in het kader van het uitgevoerde rekenprogramma het peil van N.A.P. +3 m aangehouden.

Op grond van de voor de diverse raaien bepaalde profieloppervlakten zijn voor het tussen de raaien 1 en 31 gelegen gebied de waterinhouden ter onderlinge vergelijking bij verschillende raai breedten bepaald (200, 400 en 600 m). Voor de raai breedte van 400 m konden hiertoe twee raai combinaties worden berekend, nl. 1, 3, 5 enz. en 2, 4, 6 enz.; bij de raai breedte van 600 m waren drie raai combinaties mogelijk t.w. 1, 4, 7 enz., 2, 5, 8 enz. en 3, 6, 9 enz.

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn samengevat in het navolgende staatje (tabel I). Voor de berekening van de gemiddelde diepten is de oppervlakte van het tussen de raaien 1 en 31 gelegen gebied telkens aangepast aan de gebruikte raai combinatie. Dit was nodig in verband met de verschillen in de werkende lengte van de diverse raaien. (zie bijlage 3).

Tabel I: Inhoudsberekeningen bij N.A.P. +3 m (raaien 1 t/m 31).

raai-afstand (m)	raai-combinatie	opper-vlakte (km ²)	waterinhouden (mln m ³)			gem.diepte (m)		gem.aan-zanding (m)	Verschil t.o.v. raai-breedte 200 m		
									gem.diepte (cm)		aan-zanding (cm)
			1955	1971	versch. 1955/71	1955	1971	1955/71	1955	1971	1955/71
200	1,2,3	26,265	227,69	209,67	18,02	8,669	7,983	0,686	0	0	0
400	1,3,5	26,23	227,86	209,53	18,33	8,687	7,988	0,699	+1,8	+0,5	+1,3
400	2,4,6	26,30	227,51	209,80	17,71	8,650	7,977	0,673	-1,9	-0,6	-1,3
600	1,4,7	26,385	228,68	209,43	19,25	8,667	7,937	0,730	-0,2	-4,6	+4,4
600	2,5,8	26,285	227,32	210,29	17,03	8,648	8,000	0,648	-2,1	+1,7	-3,8
600	3,6,9	26,115	227,82	209,51	18,31	8,724	8,023	0,701	+5,5	+4,0	+1,5

Opmerkingen:

- + = gem. diepte/aanzanding groter
- = gem. diepte/aanzanding kleiner

Uit tabel I blijkt het volgende:

- a De verschillen tussen de per opneming voor de diverse raai-afstanden berekende waterinhouden zijn naar verhouding vrij klein; voor 1955 tussen 227,32 en 228,68 mln m³ en voor 1971 tussen 209,43 en 210,29 mln m³. Een verschil derhalve van minder dan 1% van de waterinhoud.
- b De verschillen tussen de uit de waterinhouden berekende totale aanzanding over de periode 1955-1971 zijn het grootst bij de raai-breedte van 600 m (kleinste aanzanding 17,03 mln m³, grootste aanzanding 19,25 mln m³). Ten opzichte van de kleinste aanzanding betekent dit een verschil van 2,22 mln m³. Voor de raai-breedten van 200 en 400 m is een aanzanding berekend die tussen de hiervoor genoemde waarden in is gelegen. Op te merken valt dat destijds voor het overeenkomstige gebied bij

- de berekeningen -

de berekeningen voor de periode 1955-1971/72 (raaiafstand 500 m; par. 3) een aanzanding van 19,1 mln m³ werd vastgesteld; een goede overeenstemming derhalve met de thans verkregen uitkomsten.

- c Omgerekend tot gemiddelde diepten (telkens berekend t.o.v. de beschouwde oppervlakte) zijn de verschillen tussen de in beschouwing genomen raaibreedten eveneens klein. Voor 1955 zijn deze diepten bepaald tussen 8,648 en 8,724 m en voor 1971 tussen 7,937 m en 8,023 m; voor beide opnemingen bedraagt het maximale verschil tussen de bepaalde gemiddelde diepten dus ong. 1%.
- d De minimum- en de maximumwaarden voor de gemiddelde aanzanding werden bepaald bij de raaibreedte van 600 m, t.w. respectievelijk 0,648 m en 0,73 m; een verschil derhalve van 0,082 m. Bij de raaibreedte van 400 m was tussen de beide vastgestelde waarden sprake van een verschil van 0,026 m.
- e Uit een vergelijking van de voor de raaibreedten van 400 m en 600 m bepaalde gemiddelde diepten en aanzandingen met de overeenkomstige waarden voor de raaibreedte van 200 m blijkt dat de verschillen toenemen met de raaibreedte. In beide gevallen is zowel sprake van een afwijking boven als beneden de voor een raaibreedte van 200 m bepaalde waarden.

Op bijlage 4 zijn de voor de raaibreedten van 400 m en 600 m ten opzichte van de raaibreedte van 200 m bepaalde diepte- en aanzandingsverschillen (tabel I) grafisch weergegeven. Blijkens deze grafiek vertonen de voor de aanzanding bepaalde grootste verschillen (boven en beneden de voor de raaibreedte van 200 m bepaalde waarde) een regelmatig verloop. Uit deze grafiek kan voor een raaibreedte van 500 m een afwijking van maximaal ong. 2,5 cm boven en beneden de voor een raaibreedte van 200 m geldende aanzanding worden afgeleid. Voor het beschouwde gebied (raaien 1 t/m 31) kan de raaibreedte van 200 m (vergeleken met die van 400 en 600 m) als de nauwkeurigste worden aangemerkt.

4.2 BEREKENINGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN.

Volgens de in par. 3 omschreven methode werd de aanzanding van het tussen de debietmeetraaien A-A en B-B gelegen rivierge-deelte (bijlage 1) voor de periode 1963-1971 destijds bij de Studiedienst Vlissingen berekend op 3,65 mln m³. Zoals reeds in de inleiding is gesteld werd deze waarde ingevoerd bij de berekeningen ter vaststelling van de bij de berekende zandtransporten toe te passen kortingscoëfficiënt α (lit. 1). Op grond van de resultaten van een met behulp van een ruitennet voor het overeenkomstige gebied uitgevoerde inhoudsberekening (nader beschreven in par. 6) werd de nauwkeurigheid van de door de Studiedienst vastgestelde aanzanding van Belgische zijde in twijfel getrokken. De resultaten van een naderhand door de Antwerpse Zeediensten verrichte uitvoerige studie naar de inhoudsveranderingen in het bewuste gebied zijn neergelegd in de nota "Evolutie noordelijk bekken na realisatie van doorsteek van Saeftinge" (lit. 6). Het voornaamste deel van dit onderzoek (beschreven onder punt "B" van de bewuste nota) is voor de jaren 1963 en 1971 verricht met gebruikmaking van een groot aantal op onderlinge afstanden van 100 m gelegen evenwijdige raaien (raaien 1 t/m 189). De inhoudsveranderingen zijn bepaald uit de sommatie van de verschillen der natte secties van de diverse raaien en de vermenigvuldiging van deze som met de gebruikte raai-afstand.

Evenals bij het in par. 4.1 vermelde onderzoek is ook bij de onderhavige berekeningen nagegaan in hoeverre de raai-breedte van invloed is op het resultaat van de inhoudsberekeningen. Hiertoe zijn alle raai-combinaties onderzocht voor de raai-breedten van 100, 200, 300, 400 en 500 m. De desbetreffende resultaten zijn weergegeven op bijlage 5; deze gegevens zijn ontleend aan blz. 3 van het hiervoor genoemde rapport van de Antwerpse Zeediensten (lit. 6).

Blijkens bijlage 5 was bij alle onderzochte raai-combinaties van een zekere aanzanding in het beschouwde gebied sprake (tussen 0,3 en 4,7 mln m³). In tegenstelling tot de in par. 4.1 genoemde berekeningen namen de onderlinge verschillen tussen de per raai-

breedte berekende aanzandingen met het toenemen van de raai-breedte echter niet regelmatig toe. Bij een raai-breedte van 400 m werd de kleinste gem. aanzanding op 0,7 cm bepaald, de grootste op 9,4 cm; voor de raai-breedte van 500 m werden deze waarden op respectievelijk 2,9 cm en 7,2 cm vastgesteld. Dit houdt in dat bij de raai-breedte van 400 m een grotere speling tussen de berekende gem. diepten aanwezig was (8,7 cm) dan bij de raai-breedte van 500 m (4,3 cm). Vergelijken met de voor de raai-breedte van 100 m berekende gem. aanzanding (4,3 cm) waren de uiterste waarden bij de raai-breedte van 400 m resp. 3,6 cm beneden en 5,1 cm boven de voor de raai-breedte van 100 m bepaalde gem. aanzanding gelegen.

De grootste aanzanding werd berekend bij een raai-breedte van 400 m (raai-combinatie 4-8 enz.); de hierbij vastgestelde hoeveelheid ($4,7 \text{ mln m}^3$) is ong. 1 mln m^3 groter dan de destijds voor het overeenkomstige gebied door de Studiedienst bij een raai-breedte van 500 m bepaalde hoeveelheid ($3,65 \text{ mln m}^3$).

4.3 NADERE BESCHOUWING VERRICHT ONDERZOEK.

De resultaten van de in par. 4.1 en 4.2 omschreven berekeningen vertonen een opmerkelijk verschil. Bij de voor het beperkte gebied (raaien 1 t/m 31; par. 4.1) door de Studiedienst uitgevoerde berekeningen was een duidelijke achteruitgang in de nauwkeurigheid van de verkregen resultaten bij een toenemende raai-breedte aanwezig. Uit de resultaten van het door de Antwerpse Zeediensten voor het tussen de debietmeetraaien A-A en B-B gelegen gebied verrichte uitgebreide onderzoek komt een dergelijk verband minder duidelijk naar voren (par. 4.2).

Genoemd verschil zou het gevolg kunnen zijn van de meer of minder gunstige bodemligging in de beschouwde riviergedeelten. Het in par. 4.1 beschouwde gebied (bijlage 1) kan nl. als een riviergedeelte met een tamelijk gunstige geulligging worden aangemerkt (min of meer rechtdoorgaande vrij regelmatig verlopende geulen). In het tussen de debietmeetraaien A-A en B-B gelegen gedeelte (par. 4.2) van de rivier bevinden zich daarentegen enkele zeer bochtige en bovendien vrij diepe geulgedeelten. In dit verband

valt op te merken dat bij de berekeningen van de Antwerpse Zee-diensten voor het gebied tussen de raaien 1 en 31 eveneens een achteruitgang van de nauwkeurigheid bij een toenemende raai-breedte aanwezig bleek.

Bij de voor het beperkte gebied uitgevoerde contrôle-berekeningen is gebleken dat bij een raai breedte van 500 m (vergeleken met een raai breedte van 200 m) op een onnauwkeurigheid in de berekende gem. diepte veranderingen van ong. 2,5 cm (naar boven en naar beneden) moet worden gerekend (par. 4.1). De berekeningen van de Antwerpse Zeediensten toonden bij een raai breedte van 400 m een speling tussen de berekende uiterste waarden van de gem. diepte veranderingen aan van 8,7 cm (par. 4.2). Op grond van deze uitkomsten zou gesteld kunnen worden dat bij de met een raai-breedte van 500 m uitgevoerde inhoudsberekeningen de vastgestelde gemiddelde diepte veranderingen -in vergelijking met die bij een raai breedte van 200 à 100 m- tot op 2,5 à 5 cm nauwkeurig (naar boven en naar beneden) kunnen worden benaderd. In hoeverre een dergelijk verschil acceptabel kan worden geacht is afhankelijk van het doel van de berekeningen. Voor algemene berekeningen waarbij de tendenties binnen bepaalde riviergedeelten over langere perioden worden beschouwd- en waarbinnen veelal vrij grote veranderingen optreden- lijkt deze nauwkeurigheid zeker voldoende. Bij gebruik van de verkregen resultaten voor speciaal gericht onderzoek (zoals b.v. de berekening van de kortingscoëfficiënt α in lit. 1) is een zo groot mogelijke nauwkeurigheid gewenst. Het blijft evenwel de vraag -gezien de andere factoren die de berekeningen ongunstig kunnen beïnvloeden (par. 5)- welke mate van nauwkeurigheid bij gebruikmaking van een kleinere raai afstand kan worden bereikt.

par. 5 BEPALING DER DIEPTEN IN VASTE PUNTEN DOOR INTERPOLATIE TUSSEN BESCHIKBARE PEILGEGEVENS.

5.1 Onderlinge afstand tussen de punten.

Zoals in de par. 3 en 4 is vermeld wordt bij de inhoudsberekeningen van de Studiedienst bij de in beschouwing genomen raaien een tussenafstand tussen de door interpolatie bepaalde

diepten van 50 m aangehouden. Deze afstand is destijds gekozen om een zo goed mogelijke aansluiting te verkrijgen op de z.g. "profielmethode". Bij de "profielmethode" werden de profielen nl. getekend op schaal 1 : 25 000; op deze schaal komt een afstand van 50 m derhalve overeen met 2 mm op de tekening, hetgeen een goede weergave van het profiel zeker mogelijk maakt. Voor het vaststellen van de door interpolatie te bepalen diepten staan op de beschikbare peilkaarten (schaal 1 : 10 000) voor de verschillende peilraaien dieptecijfers ter beschikking op onregelmatige afstanden van 25 à 50 m. Overigens vallen de desbetreffende peilraaien (onderlinge afstand maximaal 200 m) veelal niet samen met het ten behoeve van de inhoudsberekeningen geprojecteerde raaienstelsel. Gezien het beschikbare lodingmateriaal zou het aanhouden van een kleinere tussenafstand (b.v. 25 m) voor de geïnterpoleerde diepten wellicht tot een schijnnaauwkeurigheid leiden.

Voor een drietal ter hoogte van Ossenissee gelegen rivierlodingraaien (3.33, 3.69 en 3.123) is een beperkt onderzoek verricht naar de invloed van de onderlinge afstand tussen de geïnterpoleerde punten op de gemiddelde diepte van het dwarsprofiel. De beschouwde lodingraaien (lengte 4 à 6 km) omvatten het gehele tussen de Zuidbevelandse en Zeeuwsch-Vlaamse oever gelegen geulen- en platenstelsel. In de hoofdgeulen werden grootste diepten van 20 à 25 m vastgesteld. In eerste aanleg zijn voor de bewuste raaien de diepten bepaald op onderlinge afstanden van 50 m; dit zowel voor de opname van 1965 als die van 1967. Door sommatie van de dieptecijfers en vermenigvuldiging met de tussenafstand konden de profieloppervlakten worden bepaald; hieruit werden tenslotte de gemiddelde diepten vastgesteld. Deze bewerking is vervolgens herhaald voor tussenafstanden tussen de diepten van 100, 150 en 200 m. De voor de diverse tussenafstanden bepaalde gemiddelde diepten zijn vermeld in tabel II.

Tabel II: Gemiddelde diepten raaien 3.33, 3.69 en 3.123.

tussen-afstan- den (m)	Gem. diepten (m)						Verschillen t.o.v. gem. diepte bij tussenafstanden 50 m (cm)						
	Raai 3.33		Raai 3.69		Raai 3.123		Raai 3.33		Raai 3.69		Raai 3.123		gem. ver- schil
	1965	1967	1965	1967	1965	1967	1965	1967	1965	1967	1965	1967	
50	6,37	6,74	7,51	7,54	9,57	9,43	0	0	0	0	0	0	0
100	6,42	6,72	7,60	7,60	9,63	9,57	+5	-2	+9	+6	+6	+14	+6
150	6,29	6,70	7,50	7,52	9,48	9,25	-8	-4	-1	-2	-9	-18	-7
200	6,47	6,75	7,66	7,54	9,64	9,71	+10	+1	+15	0	+7	+28	+10

Opmerkingen:

+ = verschillen gem. diepten groter

- = verschillen gem. diepte kleiner

Zoals uit tabel II blijkt lopen de verschillen in de gem. diepte bij de verschillende tussenafstanden (t.o.v. tussenafstand 50 m) per raai en per opneming vrij sterk uiteen. In raai 3.33 (opneming 1967) blijken deze verschillen het kleinst (tussen +1 en -4 cm), in raai 3.123 (opneming 1967) het grootst (tussen +28 en -18 cm). Deze vrij grote onderlinge verschillen zijn wellicht het gevolg van het meer of minder regelmatige bodemverloop in de beschouwde profielen. Het gem. verschil t.o.v. de gem. diepte bij de tussenafstand van 50 m (berekend uit de voor de jaren 1965 en 1967 beschouwde raaien) is het kleinst bij de tussenafstand van 100 m (+6 cm) en het grootst bij de tussenafstand van 200 m (+10 cm). Gerekend dient te worden dat met het vergroten van de tussenafstand tussen de geïnterpoleerde diepten de onnauwkeurigheid in de berekende inhoudsveranderingen toeneemt. Bij het beschikbare kaartmateriaal voor de Westerschelde (schaal 1 : 10 000) zal de tot nu toe aangehouden tussenafstand van 50 m zeker als een maximum moeten worden beschouwd. Zoals reeds gesteld wordt om praktische redenen van een kleinere tussenafstand (b.v. 25 m) geen verbetering van

het resultaat verwacht.

5.2 Persoonlijke invloed bij interpolatie.

Afgezien van de eventuele onnauwkeurigheden in de in beschouwing genomen peilingen speelt ook de persoonlijke invloed bij het verrichten van inhoudsberekeningen volgens de bij de Studiedienst toegepaste methode (par. 3 en 4.1) een zekere rol. Dit geldt met name voor het op vaste afstanden van 50 m vaststellen van de diepten door middel van interpolatie uit de beschikbare dieptegegevens.

Ter verkrijging van enig inzicht in de hierbij mogelijk optredende verschillen zijn de gemiddelde diepten van de raaien 1 t/m 5 van het in par. 4.1 beschouwde object door een viertal overigens in deze werkzaamheden bedreven personen (A, B, C en D) onafhankelijk van elkaar vastgesteld. De lengte van de voor de opnemings 1971 (bijlage 3) beschouwde raaien bedroeg ong. 3 500 m. Tabel III geeft van de verkregen resultaten een overzicht.

Tabel III: Overzicht gemiddelde diepten raaien 1 t/m 5.

raai	Gem. diepte (m)					verschil met gem. (A+B+C+D) in cm.			
	A	B	C	D	A+B+C+D	A	B	C	D
					4				
1	7,533	7,525	7,579	7,549	7,547	-1,4	-2,2	+3,2	+0,2
2	7,684	7,721	7,754	7,617	7,694	-1,0	+2,7	+6,0	-7,7
3	7,711	7,663	7,670	7,701	7,686	+2,5	-2,3	-1,6	+1,5
4	7,538	7,511	7,484	7,505	7,510	+2,8	+0,1	-2,6	-0,5
5	7,298	7,315	7,357	7,318	7,322	-2,4	-0,7	+3,5	-0,4
gem. 1 t/m 5	7,553	7,547	7,569	7,538	7,552	+0,1	-0,5	+1,7	-1,4

opmerkingen:

+ = verschillen met gem. diepte groter

- = verschillen met gem. diepte kleiner

- Nadere -

Nadere beschouwing van tabel III toont het volgende:

- a Gerekend met het gemiddelde van de door A, B, C en D per raai berekende gem. diepten vertonen de bepalingen van "C" en "D" in raai 2 de belangrijkste afwijkingen. Bij "C" was de gem. diepte in deze raai 6 cm groter, bij "D" 7,7 cm kleiner.
- b Beschouwd over het totaal van de raaien 1 t/m 5 zijn de verschillen tussen de door A, B, C en D bepaalde gemiddelde diepten belangrijk kleiner. Ook hier tonen "C" en "D" echter ook het grootste verschil (resp. 1,7 cm groter en 1,4 cm kleiner).

Over de raaien 1 t/m 5 beschouwd blijkt enige persoonlijke invloed op de bepaling van de gem. diepten aanwezig. Te verwachten valt dat deze invloed kleiner zal zijn naarmate het gemiddelde over een groter aantal raaien wordt vastgesteld. De verschillen bij de gemiddelden over de raaien 1 t/m 5 zijn immers reeds belangrijk kleiner dan de verschillen bij elk dezer raaien afzonderlijk. Van belang is uiteraard dat de diepten in de op vaste afstanden van elkaar gelegen punten steeds met een zo groot mogelijke zorg worden vastgesteld. De alsdan door persoonlijke invloeden optredende afwijkingen bij de bepaling van de gem. diepten (over een groter gebied beschouwd) zijn wellicht gering.

par. 6 INHOUDSBEPALING MET GEBRUIKMAKING RUITENNET.

De laatste inhoudsberekening voor de Oosterschelde met gebruikmaking van de "profielmethode" (evenwijdige raaien om de 500 m; par. 2) is toegepast voor de lodingen van 1968. Voor de opnemingen van 1967, 1969 en 1971/72 is ter verkrijging van tijdsbesparing van een gewijzigde methode gebruik gemaakt. De in drie hoofdvakken verdeelde Oosterschelde werd hiertoe onderverdeeld in een aantal vierkanten van 400 x 400 m. Voor deze vierkanten werden de gemiddelde diepten bepaald. Hieruit konden ten slotte (na vaststelling van de waterinhouden beneden N.A.P.) de inhoudsveranderingen voor de in beschouwing genomen jaren worden berekend.

De resultaten van vorengenoemde berekeningen zijn in beschouwing genomen in de hiertoe door de Deltadienst samengestelde

nota W-73.145 (lit. 7). Op blz. 3 van deze nota staat het volgende vermeld:

"De gevonden resultaten van de inhouden beneden N.A.P. van de drie vakken voor 1968 (oude methode) en voor 1967 en 1969 (nieuwe methode) komen dermate goed met elkaar overeen, dat aan beide methoden een grote mate van betrouwbaarheid kan worden toegekend".

Bij telefonische navraag bij één der samenstellers van de bewuste nota (ing. J. Haring) is gebleken dat de gemiddelde diepten van de in beschouwing genomen vierkanten met grote zorgvuldigheid zijn bepaald. Voor een negental punten van elk der vierkanten zijn in eerste instantie de "gewogen" diepten vastgesteld (afgeleid uit de ter beschikking staande dieptecijfers). Uit de bewuste punten zijn tenslotte de gemiddelde diepten berekend.

Op te merken valt dat de voor de Oosterschelde beschikbare lodingen (situaties schaal 1 : 10 000) zich goed lenen voor de methode met gebruikmaking van vierkanten. Het gebied van de Oosterschelde wordt immers opgenomen met gebruikmaking van de Decca Deltachain. De Deccalanen vertonen in dit gebied een vrijwel evenwijdige ligging; bovendien zijn de diepten in de deccaraaien regelmatig verdeeld.

Voorafgaand aan het in par. 4.2 omschreven onderzoek van de Antwerpse Zeediensten (inhoudsberekeningen met evenwijdige raaien op afstanden van 100 à 500 m) is door deze dienst blijkens een in september 1973 uitgebracht verslag een eerste controleberekening voor het tussen de debietmeetraaien A-A en B-B gelegen gebied uitgevoerd met behulp van een ruitennet. Op grond van de gegevens van de rivierlodingen van de Studiedienst Vlissingen voor de jaren 1963 en 1971 werden voor de geprojecteerde vierkanten (1 000 x 1 000 m) de gemiddelde diepten vastgesteld. Hierbij werden de gemiddelde diepten per vak vastgesteld door middeling van de som der in elk vak aanwezige dieptecijfers. Het verkregen resultaat toonde een belangrijk verschil met de met evenwijdige raaien (500 m) uitgevoerde berekening van de Studiedienst. De uitkomsten van de Antwerpse Zeediensten toonden

voor het beschouwde gebied een erosie aan van $3,5 \text{ mln m}^3$, terwijl door de Studiedienst zoals hiervoor reeds eerder vermeld (par. 4.2) een aanzanding van $3,65 \text{ mln m}^3$ was vastgesteld.

Voor een beperkt gebied -gelegen tussen de debietmeetraai B-B en de lijn $x = -83 \text{ 000-}$ is naderhand door de Antwerpse Zeediensten voor de jaren 1963 en 1971 een controleberekening uitgevoerd met vierkanten van $1 \text{ 000} \times 1 \text{ 000 m}$ en $500 \times 500 m$ (bijlage 1). De resultaten van dit onderzoek staan onder punt "A" vermeld in het reeds genoemde rapport "Evolutie noordelijk bekken na realisatie van doorsteek van Saeftinge (lit. 6). Het beschouwde gebied toonde volgens de berekening met vierkanten van $1 \text{ 000} \times 1 \text{ 000 m}$ een erosie aan van $14,7 \text{ mln m}^3$, tegen $12,4 \text{ mln m}^3$ met vierkanten van $500 \times 500 m$. De voor dit gebied eveneens uitgevoerde berekeningen met evenwijdige raaien toonden een belangrijk kleinere erosie aan. Voor de raaiafstand van $500 m$ werd door de Antwerpse Zeediensten een verdieping van $6,0 \text{ mln m}^3$ berekend en door de Studiedienst van $6,9 \text{ mln m}^3$; de berekening van de Antwerpse Zeediensten voor een raaiafstand van $100 m$ toonde een erosie aan van $8,3 \text{ mln m}^3$. Hoewel ook bij de verschillende met behulp van evenwijdige raaien vastgestelde inhoudsveranderingen een zeker onderling verschil aanwezig blijkt is bij de met behulp van een ruitennet vastgestelde waarde sprake van een opmerkelijk grote afwijking. De oorzaak hiervan zal zijn gelegen in het feit dat de gemiddelde diepten uit een middeling van de som der dieptecijfers (binnen de vakken) zijn bepaald. In dit gebied zijn de diepten nl. zeer onregelmatig -zowel wat de ligging der raaien als de diepten in de raaien betreft- over de desbetreffende vakken verdeeld. Zoals hiervoor reeds vermeld (beschouwing berekening Deltadienst) is voor een nauwkeurige bepaling van de inhoudsveranderingen met behulp van vierkanten in feite het vaststellen van "gewogen" diepten binnen de bewuste vierkanten (op grond van de beschikbare dieptecijfers) vereist.

par. 7 SAMENVATTING EN CONCLUSIES.

Het door de Studiedienst uitgebrachte rapport betreffende een voorlopige schatting van de te verwachten aanzanding in het toekomstige noordelijk bekken van de Westerschelde (lit. 1) heeft

aanleiding gegeven een onderzoek in te stellen naar de nauwkeurigheid van de voor de Westerschelde uitgevoerde inhoudsberekeningen (par. 1).

De eerste inhoudsberekeningen voor de Westerschelde zijn door de Directie Benedenrivieren verricht voor het tijdvak 1800-1931 (par. 2). Hierbij werden de waterinhouden van de beschouwde riviervakken bepaald door planimetrering van enkele dieptelijnen (lit. 2). De verkregen resultaten dienen als gevolg van het feit dat slechts weinig dieptelijnen in beschouwing zijn genomen als vrij globaal te worden beschouwd.

In aansluiting op de berekeningen "1800-1931" zijn voor de perioden 1878-1931 en 1931-1952 door dezelfde dienst naderhand nauwkeuriger inhoudsberekeningen uitgevoerd (lit. 3 en 4). Hierbij werd gebruik gemaakt van een stelsel van op onderlinge afstanden van 500 m gelegen raaien (par. 2). Voor alle geprojecteerde raaien werden profielen getekend en geplanimetreerd; uit deze gegevens werden tenslotte de inhoudsveranderingen vastgesteld. Gezien de grote zorgvuldigheid waarmee de verschillende bewerkingen met gebruikmaking van het ter beschikking staande kaartmateriaal destijds zijn uitgevoerd mag verwacht worden dat de verkregen resultaten een goed beeld geven van de opgetreden veranderingen.

Voor de inhoudsberekeningen over de periode 1955-1971/72 is bij de Studiedienst Vlissingen gebruik gemaakt van een op laatstgenoemde methode aansluitende wijze van berekening (par. 3). De bewuste berekeningen zijn eveneens verricht met gebruikmaking van een stelsel van op onderlinge afstanden van 500 m gelegen raaien. In afwijking van de hiervoor genoemde methode zijn voor de diverse raaien echter geen profielen getekend en geplanimetreerd. In plaats daarvan zijn de inhoudsveranderingen tussen twee beschouwde opnemingen door middel van sommatie berekend uit de voor de diverse raaien op onderlinge afstanden van 50 m bepaalde diepteverschillen.

De nauwkeurigheid van de bij de berekeningen van de Studiedienst aangehouden raaiafstand van 500 m is nader in beschouwing genomen in par. 4.1. Vergelijkende berekeningen zijn hiertoe met

betrekking tot de opneming van 1955 en 1971 voor een beperkt proefvak (raaien 1 t/m 31, bijlagen 1 en 3) uitgevoerd voor raai-afstanden van 200, 400 en 600 m. De voor de diverse raai-combinaties verkregen resultaten tonen een min of meer regelmatig toenemende onnauwkeurigheid in de uitkomsten aan bij het toenemen van de raai-breedte. Voor de raai-breedte van 500 m kon (door interpolatie) een afwijking van ong. 2,5 cm boven en beneden de voor de raai-breedte van 200 m vastgestelde waarde worden bepaald.

Bij de voor het tussen de debietmeetraaien A-A en B-B gelegen gebied (bijlage 1) door de Antwerpse Zeediensten met gebruikmaking van evenwijdige raaien verrichte controleberekeningen is een verband tussen de toegepaste raai-breedte en de verkregen nauwkeurigheid minder duidelijk aanwezig gebleken (par. 4.2). Voor de jaren 1963 en 1971 zijn bij dit onderzoek voor alle mogelijke raai-combinaties berekeningen verricht voor de raai-breedten van 100, 200, 300, 400 en 500 m (bijlage 5). Bij alle onderzochte raai-combinaties werd voor het beschouwde gebied een zekere gem. aanzanding vastgesteld (tussen 0,7 en 9,4 cm). De grootste afwijkingen t.o.v. de kleinste beschouwde raai-breedte (100 m) bleken aanwezig bij de raai-breedte van 400 m; de uiterste waarden bleken hierbij te liggen op resp. 3,6 cm beneden en 5,1 cm boven de voor de raai-breedte van 100 m bepaalde gem. aanzanding. Bij de onderzochte raai-breedte van 500 m waren de uiterste waarden van de gem. aanzanding wat dichterbij de gem. aanzanding van de raai-breedte van 100 m gelegen.

De minder duidelijke regelmatigheid in de toenemende onnauwkeurigheid van de uitkomsten bij gebruikmaking van een grotere raai-afstand bij de berekeningen van de Antwerpse Zeediensten t.o.v. die van de Studiedienst is wellicht een gevolg van de minder of meer regelmatige bodemligging in het beschouwde gebied (bijlage 1).

Gelet op de resultaten van het door de Studiedienst en de Antwerpse Zeediensten verrichte onderzoek zou met betrekking tot de bij een raai-breedte van 500 m verrichte inhoudsberekeningen de volgende conclusie kunnen worden getrokken:

- Conclusie 1. -

Conclusie 1. Bij een inhoudsberekening met een raai breedte van 500 m kunnen de gemiddelde diepte veranderingen in vergelijking met die bij een raai breedte van 200 à 100 m tot op 2,5 à 5 cm nauwkeurig (naar boven en naar beneden) worden benaderd.

Gezien de grote tijdsbesparing is bij een voor algemene doeleinden opgezette inhoudsberekening een raai afstand van 500 m wellicht acceptabel, dit mede gezien het feit dat ook andere onnauwkeurigheden het resultaat van de berekeningen ongunstig kunnen beïnvloeden (par. 5). In een enkel geval zal het aanbeveling verdienen een kleinere raai afstand (b.v. 200 m) in overweging te nemen.

Voor de tussenafstanden tussen de geïnterpoleerde diepten in de beschouwde raaien is destijds ter verkrijging van een zo goed mogelijke aansluiting op de z.g. "profielmethode" (par. 2) een afstand van 50 m aangehouden. Overigens leek ook gelet op het ter beschikking staande ladingmateriaal (rivierladingen schaal 1 : 10 000) een kleinere afstand weinig zinvol. Uit het in par. 5.1 omschreven onderzoek is gebleken dat bij toepassing van een grotere afstand (resp. 100, 150 en 200 m) tussen de geïnterpoleerde diepten in de in beschouwing genomen raaien, de in deze raaien geconstateerde verschillen t.o.v. de gem. diepte bij een tussenafstand van 50 m onderling vrij belangrijke afwijkingen kunnen vertonen. Dit is wellicht het gevolg van de meer of minder regelmatige bodemligging in de betreffende raaien. De gemiddelde afwijking ten opzichte van de tussenafstand van 50 m (over de 6 beschouwde raaien berekend) was bij de tussenafstand van 100 m bijna de helft kleiner dan bij 200 m. Zo was de gem. diepte voor de tussenafstand van 100 m 6 cm en voor de tussenafstand van 200 m 10 cm groter dan bij een tussenafstand van 50 m.

Gelet op het voorafgaande en rekening houdend met het ter beschikking staande ladingmateriaal kan met betrekking tot de bij de te interpoleren diepten aan te houden tussenafstand het volgende worden geconcludeerd:

Conclusie 2. Het is van belang dat de afstand tussen de te interpoleren diepten zo klein mogelijk wordt gehouden. De bij de beschouwde berekeningen toegepaste afstand van 50 m moet als een maximum worden beschouwd.

- Voor een -

Voor een vijftal raaien zijn door vier met deze werkzaamheden bekende personen de gem. diepten op onderlinge afstanden van 50 m onafhankelijk van elkaar vastgesteld. Door elk van deze personen is er hierbij naar gestreefd de dagelijkse praktijk van deze werkzaamheden zo goed mogelijk te benaderen. Per raai beschouwd blijken de onderlinge verschillen tussen de vastgestelde gem. diepten nog van enige betekenis (maximaal 6 cm boven en 7,7 cm onder de gem. diepte). Gemiddeld over het totaal van de vijf beschouwde raaien blijkt de persoonlijke invloed echter reeds veel kleiner. Hierbij lagen de grootste afwijkingen resp. 1,7 cm boven en 1,4 cm onder de uit de vier waarnemingen bepaalde gemiddelde diepte. Naarmate een groter aantal raaien wordt beschouwd is de persoonlijke invloed wellicht nog kleiner dan uit het onderhavige in feite beperkte onderzoek blijkt.

Conclusie 3. Over een groter aantal raaien beschouwd is de persoonlijke invloed op het resultaat van een door middel van interpolatie der diepten uitgevoerde inhoudsberekening -mits over een zekere deskundigheid voor het verrichten van deze werkzaamheden wordt beschikt- wellicht gering.

Naar gebleken is geeft de uitvoering van inhoudsberekeningen met gebruikmaking van vierkanten niet zonder meer een goed resultaat. De resultaten van enkele door de Antwerpse Zeediensten volgens dit systeem uitgevoerde berekeningen waren onbevredigend (par. 6). Oorzaak hiervan is wellicht het feit dat de gem. diepten van de diverse vierkanten bepaald zijn door middeling van alle onregelmatig over deze vakken verspreide dieptecijfers. Volgens berekeningen van de Deltadienst zou bij gebruikmaking van een vierkantennet (vakken 400 x 400 m) eenzelfde nauwkeurigheid te bereiken zijn als met een stelsel

van op onderlinge afstanden van 500 m gelegen evenwijdige
raaien. Bij deze berekeningen werd echter -ten behoeve van de
bepaling van de gemiddelde diepten per vak- aan een aantal
regelmatig over deze vakken verdeelde punten een "gewogen"
waarde toegekend.

De technisch hoofdamtenaar
1^e Klasse,



(ing. D. de Looff)

Gezien:

Het Hoofd van de Studiedienst
Vlissingen,



(ir. W.Th.J.N.P. Bakker)

Vlissingen, januari 1975

Geraadpleegde literatuur.

- lit. 1 ir. M. Meulenberg: Voorlopige schatting der aanzanding van het toekomstig noordelijk bekken der Westerschelde na voltooiing der bochtafsnijding bij Bath. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 72.10; 1972.
- lit. 2 ir. I.L. Kleinjan: Beschouwingen en berekeningen over de ontwikkeling van de Westerschelde en haar mondingsgebied sedert 1800 op grond van de beschikbare hydrografische kaarten. Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren; 1933.
- lit. 3 J. Haring: Inhouds- en diepteveranderingen in de Westerschelde over de periode 1878-1931. Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren; 1949.
- lit. 4 J. Haring: Inhouds- en diepteveranderingen Westerschelde 1931-1952. Rijkswaterstaat Directie Benedenrivieren; 1955.
- lit. 5 ing. D. de Looff en ir. J. van Malde: Over de cyclus der zogenaamde drempelgeulen in de oostelijke uitloop van de Zimmermangeul. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Studiedienst Vlissingen, nota 73.4; 1973.
- lit. 6 ir. H. Belmans: Evolutie noordelijk bekken na realisatie van doorsteek van Saeftinge. Antwerpse Zeediensten; 1974.
- lit. 7 W. Hesselink, K. Schreuder en ing. J. Haring: Inhoudsveranderingen van de Oosterschelde na afsluiting Volkerak in april 1969 en bodemveranderingen in de mond als gevolg van de afsluitingswerken. Inhouden tevens als functie van de diepte. Rijkswaterstaat, Deltadienst, Waterloopkundige Afdeling, nota W-73.145; 1973.

Staat van bijlagen behorende bij memo 75.1

Bijlage nr.	Omschrijving	Formaat	Stamboek nr.
1	Overloop van Valkenisse c.a. Kuberingen 1955-1971 (raaien 1-31). Algemeen overzicht.	A2	75.20
2	Inhoudsberekeningen Westerschelde Vakindeling.	A2	75.15
3	Kuberingen 1971. Situatie raaien 1 t/m 32.	C6	74.760
4	Overloop van Valkenisse c.a. Kuberingen 1955-1971 (raaien 1 t/m 31). Onderzoek invloed raai breedte.	A1	75.44
5	Inhoudsberekeningen tussen debietmeet-raaien A-A en B-B gelegen gebied bij diverse raai breedten. (Resultaten berekeningen Antwerpse Zeediensten).	A1	-

Rijkswaterstaat
DIRECTIE WATERHuishouding EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISINGEN

WESTERSCHDELDE (O)

OVERLOOP VAN VALKENISSE ca
KUBERINGEN 1955-1971 (raden 1-31)
ALGEMEEN OVERZICHT

10-1-75
GET JdB

SCHAAL 1:50 000

GEZ
GEC.
AKK

A2 75.20

TOELICHTING

---	DIEPTELIJN VAN G.L.L.W.S.	- 20 d m
---	"	" - 50 "
---	"	" - 80 "
---	"	" - 120 "
---	"	" - 200 "
---	"	" - 300 "
---	"	" - 400 "

DIEPTELIJNEN VOLGENS OPNEMING 1971

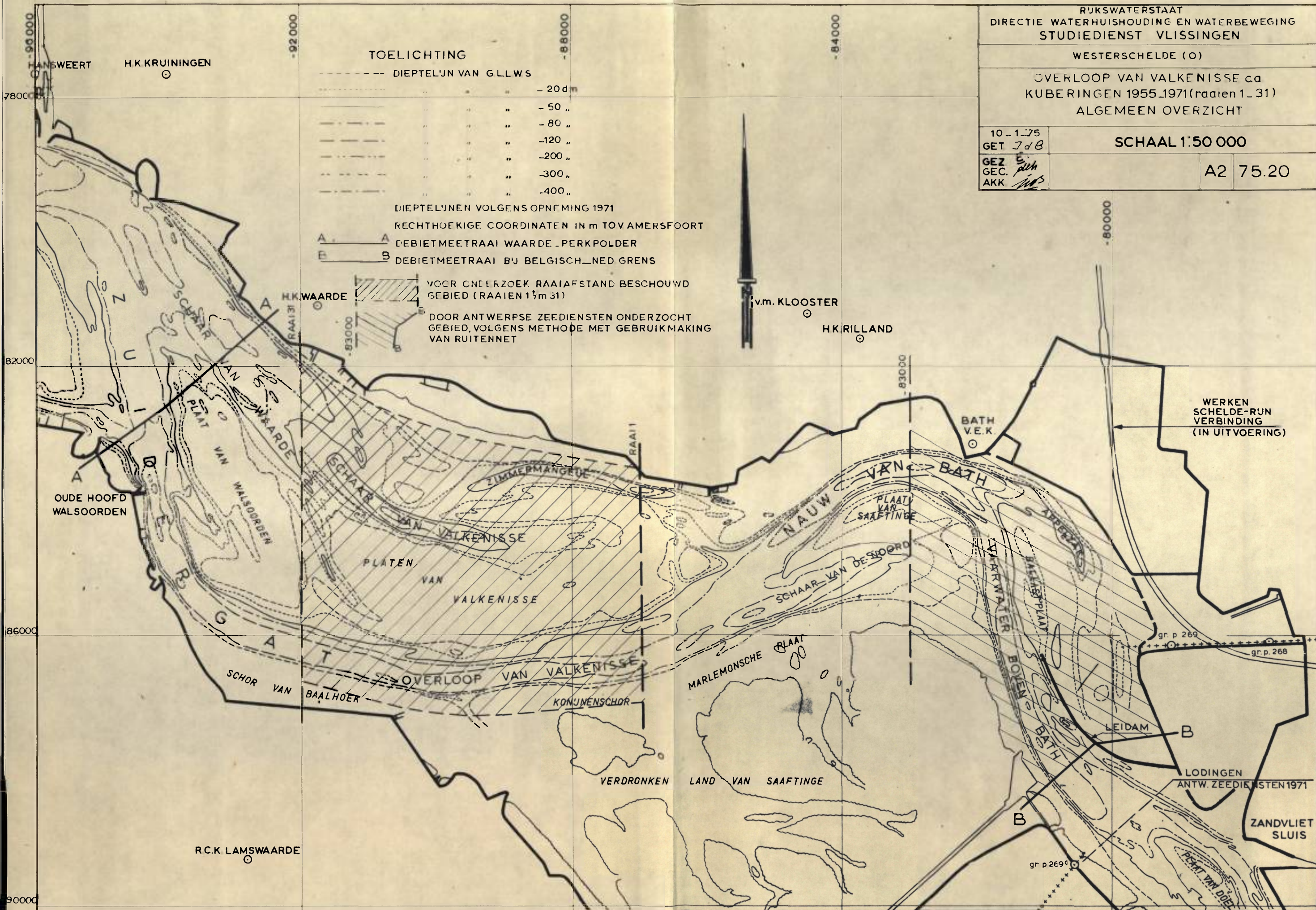
RECHTHOEKIGE COORDINATEN IN m TOVAMERSFOORT

A A DEBIETMEETRAAI WAARDE - PERK POLDER

E B DEBIETMEETRAAI BIJ BELGISCH-NED. GREN

VOOR ONDERZOEK RAAIAFSTAND BESCHOUWD
GEBIED (RAAIEN 1-31)

DOOR ANTWERPSE ZEEDIENSTEN ONDERZOEKT
GEBIED, VOLGENS METHODE MET GEBRUIKMAKING
VAN RUITENNET



A2 75.20



1800-1931



1931-1952



1955-1971/72



TOELICHTING

1800 - 1931 : VAKINDELING VLGS. RAPPORT IR KLEINJAN (1933)
1931 - 1952 : " " " J. HARING (1949 EN 1955)
1955 - 1971/72 : " " " BEREKENINGEN STUDIEDIENST VLISSINGEN

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

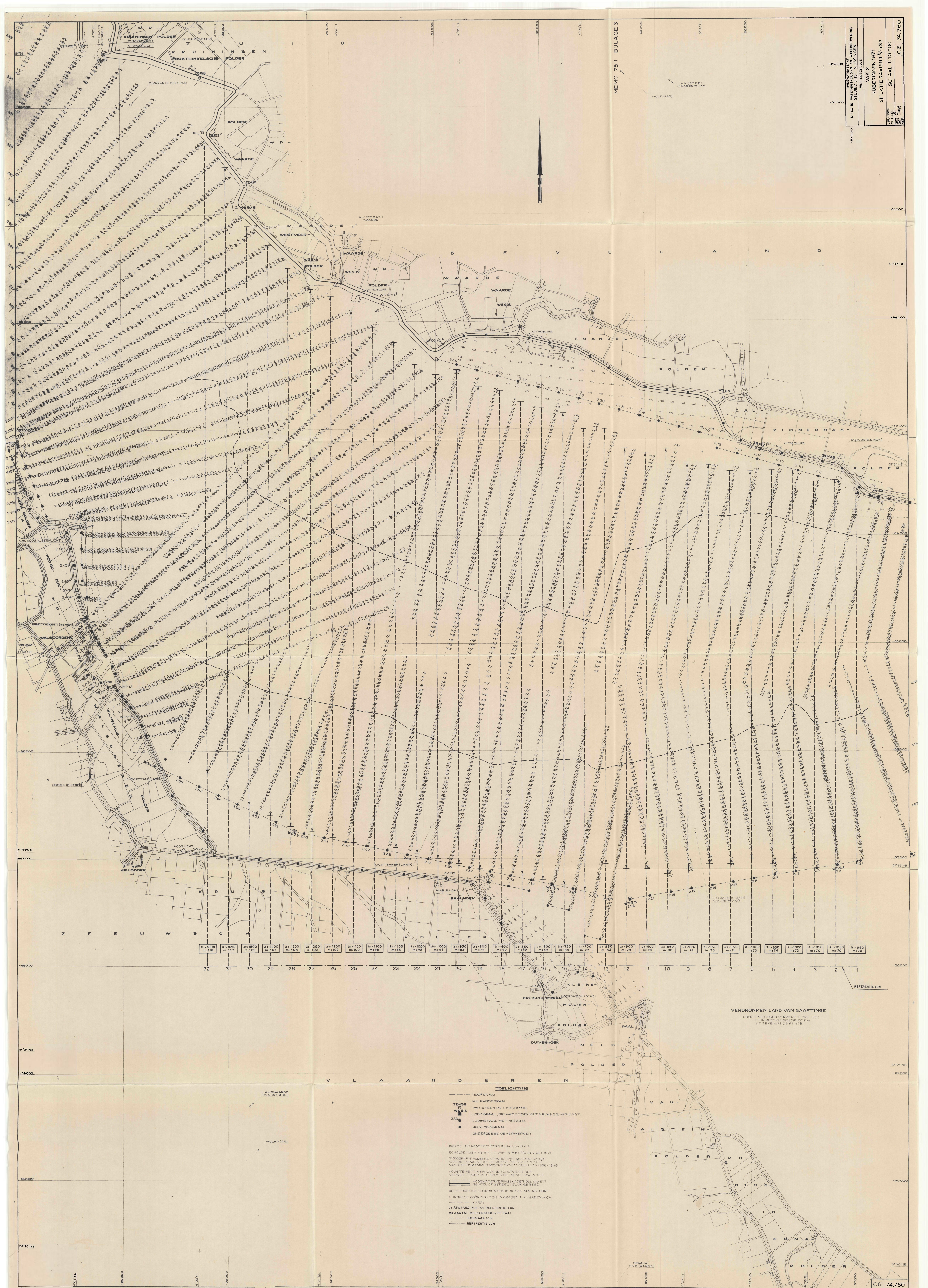
INHOUDSBEREKENINGEN
WESTERSCHELDE
VAKINDELING

10-1-75
GET.H.J.E.

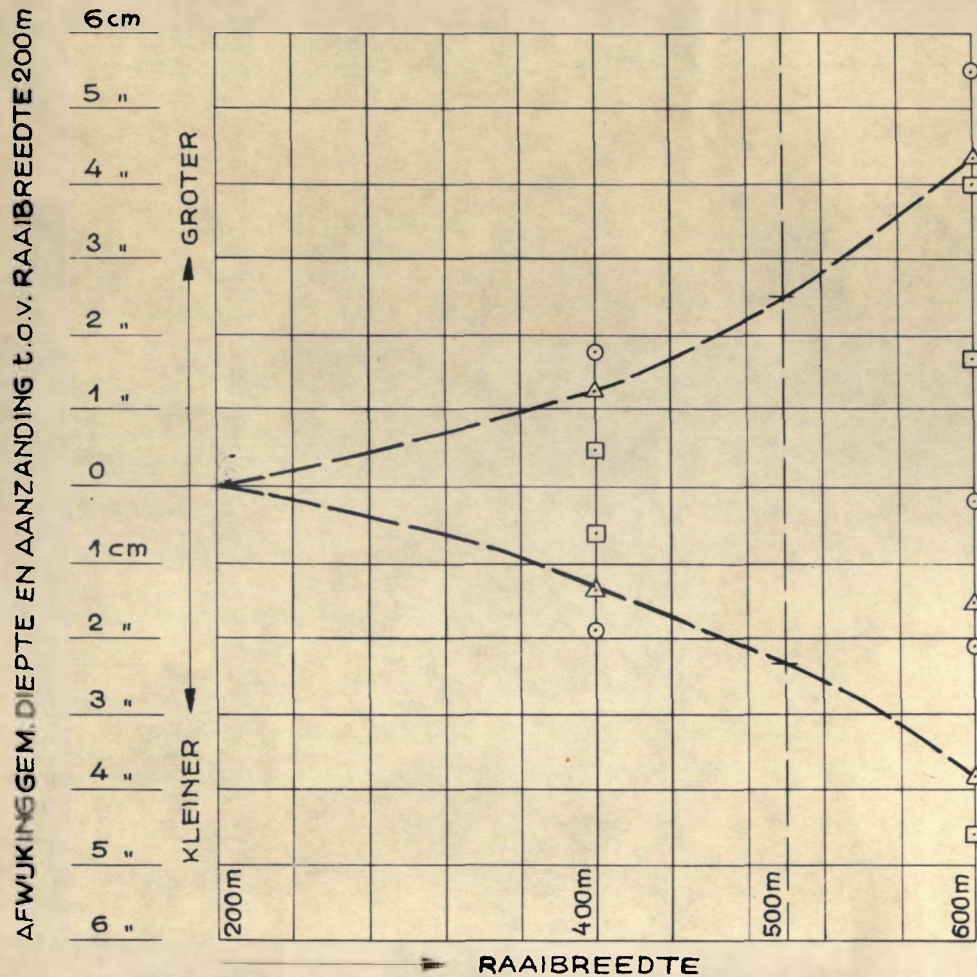
SCHAAL 1:200 000

GEZ. C.
GEC. 124
AKK. 1073

A2 75.15



INVLOED RAAIBREEDTE OP GEM. DIEPTE EN AANZANDING



GEGEVENS ONLEEND AAN TABEL I MEMO 75.1

- AFWIJKING GEM. DIEPTE VLGS. OPNEMING 1955
- " " " " " " 1971
- △ " " AANZANDING 1955 - 1971

VOOR ALGEMENE LIGGING GEBIED RAAIEN 1 t/m 31 ZIE BIJLAGE 2

VOOR LIGGING DER RAAIEN 1 t/m 31 ZIE BIJLAGE 3

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

OVERLOOP VAN VALKENISSE C.A.
KUBERINGEN 1955 - 1971 (RAAIEN 1-31)
ONDERZOEK INVLOED RAAIBREEDTE

14-02-'75
GET. H.J.E.

GEZ. E.
GEC. *dm*
AKK. *dm*

A1 75.44

Inhoudsberekeningen tussen debietmeettraaien A-A en B-B gelegen gebied bij diverse raai breedten.

Tussenafstand (m)	Totale natte inhoud t.o.v. N.A.P. (m ³)		Verschil (m ³) aanzanding (+) erosie (-)	Gem. aanzanding (+) of erosie (-) tot. gebied (cm.)
	1963	1971		
a) <u>100 m</u>	320.016.750	317.866.975	+ 2.149.775	+ 4,3
b) <u>200 m</u>				
pr. 1 - 3	319.798.487	318.026.250	+ 1.772.237	+ 3,5
2 - 4	320.248.337	317.737.575	+ 2.510.762	+ 5,0
c) <u>300 m</u>				
pr. 1 - 4	319.846.600	318.230.425	+ 1.616.175	+ 3,3
2 - 5	320.732.350	318.859.500	+ 1.872.850	+ 3,7
3 - 6	319.520.575	316.597.050	+ 2.923.525	+ 5,8
d) <u>400 m</u>				
pr. 1 - 5	319.401.687	317.830.325	+ 1.571.362	+ 3,1
2 - 6	319.581.725	319.247.075	+ 334.650	+ 0,7
3 - 7	320.105.237	318.147.825	+ 1.957.412	+ 3,9
4 - 8	320.848.312	316.130.825	+ 4.717.487	+ 9,4
e) <u>500 m</u>				
pr. 1 - 6	321.962.625	318.339.400	+ 3.623.225	+ 7,2
2 - 7	322.412.375	319.644.825	+ 2.767.550	+ 5,5
3 - 8	320.763.450	318.713.625	+ 2.049.825	+ 4,1
4 - 9	318.058.300	316.526.500	+ 1.531.800	+ 3,1
5 - 10	318.592.600	317.152.250	+ 1.440.350	+ 2,9

N.B.: Gegevens ontleend aan blz. 3 van de nota "Evolutie noordelijk bekken na realisatie van doorsteek van Saeftinge" van de Antwerpse Zeediensten.