

Morfologische parameterisatie van de Westerschelde

Deel 1: Basisgegevens, parameters en de GIS applicatie ProfielGIS

Drs. L.A. Uit den Bogaard

**Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee**

Universiteit Utrecht

December, 1993

Voorwoord

De volgende mensen wil ik graag expliciet bedanken voor hun aandeel bij het tot stand komen van dit rapport:

- Drs. K. Storm (RIKZ) en Dr. J. H. Van den Berg (Universiteit Utrecht) voor hun begeleiding en het nakijken van de concept versies van dit rapport.
- Drs. A.W. Van Kleef (Directie Zeeland), drs. M.C.J.L. Jeuken (Directie Zeeland) en Ir. A. Langerak (RIKZ) voor het snel becommentariëren van de concept versies van dit rapport.
- Van de afdeling IO van het RIKZ te Middelburg: J. Van Dienst voor het vertalen van mijn Pascal programma's in het C zodat zij op de HP9000 computer konden draaien en W. Bil voor het enthousiasme waarmee hij ervoor zorgde dat Arc-Info (bijna) altijd bleef draaien.
- Drs. M. Westerink voor de discussies die wij voerden over AML en Arc-Info.

Inhoudsopgave

Lijst van figuren	3
1 Inleiding	4
2 Het genereren van de basisbestanden	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Basisgegevens	5
2.3 Interpolaties	6
2.4 Datafusie	8
2.5 Zoekdiepte en gradiëntdiepte	9
2.6 Effect verschillen hardware	9
3 Morfologische parameters uit dieptebeelden	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Parameters	11
3.2.1 Dwarsprofielen geul (verticale analyse)	11
3.2.2 Dwarsprofielen over de hele breedte van het estuarium.	14
3.2.3 Vakken	14
3.3 Opmerkingen en discussie parameters	15
4 Morfologische parameters in empirische relaties	17
5 De GIS applicatie: ProfielGIS	19
5.1 Inleiding	19
5.2 Opstarten en randvoorwaarden	19
5.3 Structuur database	20
5.4 Beschrijving menu's ProfielGIS	22
6 Literatuur	26

Figuren

Lijst van figuren

- 2.1 Komberging vak 3, 1985. Raaien en Bodkarpunten plus dieptelijnen (29 m)
- 2.2 Komberging vak 3, 1985. Raaien en Bodkarpunten
- 2.3 Komberging vak 3, 1985. Raaien en Bodkarpunten plus dieptelijnen (150 m)
- 2.4 Komberging vak 3, 1985. Raaien, Bodkarpunten en Bodkarpunten plus dieptelijnen (29 en 150 m)
- 2.5 Westerschelde 1985, vak 3. Raaibeeld min Bodkar en dieptelijnenbeeld
- 2.6 Westerschelde 1985, vak 3. Raaibeeld min Bodkar en dieptelijnenbeeld en lokaties Bodkarpunten
- 2.7 Westerschelde 1985, vak 3. Raaibeeld min Bodkarbeeld
- 2.8 Westerschelde 1985, vak 3. $|R - BD| - |R - B|$
- 2.9 Westerschelde 1985, vak 3. Bodkarbeeld min Bodkar en dieptelijnenbeeld
- 2.10 Westerschelde 1985, vak 3. $|R - B20| - |R - B17|$
- 2.11 Westerschelde 1985, deel van vak 3. Verschil interpolaties TPD en DGW

- 3.1 Definitieschets oppervlakte parameters dwarsdoorsnede estuarium, $r = 0$
- 3.2 Definitieschets oppervlakte parameters dwarsdoorsnede estuarium, $r = -4$
- 3.3 Definitieschets overige parameters dwarsdoorsnede estuarium (GHW = +2m)
- 3.4 Doorstroomoppervlak ($A_{o,r}$)
- 3.5 Natte omtrek geul (O_r)
- 3.6 Breedte geul (B_r)
- 3.7 Maximale diepte geul (D_r)
- 3.8 Ligging diepste punt ($AS_{D,r}$)
- 3.9 Ligging zwaartepunt ($AS_{A_o,r}$)
- 3.10 Definitie geulas (naar: Richards in Huijs, 1993)
- 3.11 Definitie schets dwarsprofielen (Eysink en Biegel, 1992)

- 4.1 Correlatie P en $A_{o, NAP}$ met $S2$ (Eysink en Biegel, 1992)
- 4.2 Correlatie van P en $A_{o, NAP}$ met $S1$ (Eysink en Biegel, 1992)
- 4.3 Schets parameters intergetijdegebied (Eysink en Biegel, 1992)
- 4.4 Correlatie van gemiddelde hoogte platen met de grootte van de vloedkom en GHW en GLW

- 5.1 Overzicht lokaties dwarsprofielen Westerschelde
- 5.2 Dwarsdoorsnede profiel, ligging en parameters
- 5.3 ProfielGIS, menu: Kies grid
- 5.4 ProfielGIS, menu: Kies database
- 5.5 ProfielGIS, menu: Hoofdmenu
- 5.6 ProfielGIS, menu: Dubbel nummer

1 Inleiding

Het project OostWest is een samenwerkingsproject van de Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland. Het doel van het project is het ontwikkelen van kennis en methoden om het functioneren van de Westerschelde te kunnen verklaren, monitoren en voorspellen. Alsmede het adviseren van de watersysteembeheerder over de effecten van ingrepen in het estuarium.

De werkgroep Zand vormt een onderdeel van het project Oostwest. De doelstellingen van werkgroep Zand zijn onder andere (ZA-93.83):

- Het geven van een empirische beschrijving van de interactie tussen getij en morfologie, zowel in ruimte als in de tijd.
- Het opzetten van een morfologisch model gebruikmakende van een raamwerk hetgeen geleverd wordt door DYNASTAR/ISOS2.

Dit rapport is geschreven in het kader van de doelstelling van de werkgroep zand. Het beschrijft de te onderzoeken geul (en plaat) parameters (hoofdstuk 3) en een aantal empirische relaties (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 2 bespreekt de wijze waarop de basisbestanden zijn gemaakt (dieptegegevens) en hun nauwkeurigheden. In hoofdstuk 5 komt de uitvoering van de parameterisatie met behulp van de GIS applicatie ProfielGIS aan bod. De parameterisatie vindt plaats ter ondersteuning van de morfologische kennis van het systeem en de ontwikkeling van morfologische modellen.

In januari 1994 zal een data rapport uitgebracht worden (Morfologische parameterisatie, deel 2) met ongeveer 45 dwarsprofielen in de Westerschelde. Hierin zijn gegevens met betrekking tot een aantal morfologische basisparameters opgenomen voor de jaren (1931,) 1960/61, 1967/68, 1977/78, 1986 en 1992. Gelijktijdig zal een atlas uitkomen met de volgende kaarten en gegevens:

- Overzichtskaarten van de gehele Westerschelde schaal 1:50.000 voor 12 jaren vanaf 1931.
- Volume berekeningen voor een aantal grote vakken voor dezelfde jaren.
- Vijf verschilkaarten van de gehele Westerschelde.
- Komberginsgrafieken voor een paar vakken en jaren.

2 Het genereren van de basisbestanden

2.1 Inleiding

Voor de morfologische analyse is het essentieel te beschikken over goede digitale basisbestanden die een zo nauwkeurig mogelijke weergave van de bodemtopografie van de Westerschelde geven. Gekozen werd voor Arc-Info (GIS) bestanden met een rechthoekige gridgrootte van 20 meter. Als basis voor deze bestanden dienen lodings- of Bodkar bestanden die geïnterpoleerd zijn met het interpolatie programma van Digibeeld. Digibeeld is een programma voor het analyseren van geulen en platen (TPD-TNO).

In de volgende paragraaf wordt besproken welke gegevens aanwezig zijn en welke bewerkingen hieraan hebben plaatsgevonden voordat de interpolatie werd uitgevoerd. Hierna wordt kort besproken welke interpolaties zijn uitgevoerd, gevolgd door drie paragrafen waarin het effect van datafusie, de zoekdiepte parameter en het interpoleren op verschillende computers nader wordt beschreven en gekwantificeerd.

2.2 Basisgegevens

Van de periode 1965 tot en met 1985 zijn voor elke 5 jaar zogenaamde Bodkar bestanden beschikbaar. Deze bestanden bevatten om de 200 meter een handmatig uit lodingskaarten geïnterpoleerd punt volgens een rechthoekig raster. Van dezelfde jaren zijn binnen Arc-Info dieptelijnen (-2.5, -5, -10, -15, -20 en -40 meter) digitaal beschikbaar. Deze dieptelijnen zijn afkomstig uit dezelfde lodingskaarten (1:10.000) als de Bodkar punten. De dieptelijnen kunnen omgezet worden naar punten met een bepaalde onderlinge afstand. De Bodkarpunten en de dieptelijnen punten kunnen in Digibeeld als niet raaigebonden data worden ingelezen en geïnterpoleerd.

Voor interpolatie zijn de invoergegevens eerst nog gecontroleerd. Hierbij zijn de volgende fouten ontdekt en waar mogelijk gecorrigeerd:

- Het grootste deel van de Bodkarpunten vertoonde een verschuiving van 141 meter in zuidelijke richting ten opzichte van de dieptelijnen. Dit bleek het gevolg te zijn van een verschuiving van de oorsprong van de Bodkar gegevens.
- In de Bodkarbestanden traden discontinuïteiten op. Het probleem ontstaat doordat de Bodkarpunten zijn opgeslagen volgens sectoren die niet samenvallen met kaartbladen en doordat de kaartbladen niet allemaal op hetzelfde moment gelood zijn. Op sommige plaatsen zit er meer dan een jaar tussen de loding van aangrenzende kaartbladen. Op plaatsen waar de kaartbladen overlappen kunnen daardoor op dezelfde plaats verschillende Bodkarpunten voorkomen. Hoe overlappende kaartbladen met verschillende dieptecijfers binnen één Bodkar sector vroeger behandeld zijn is niet helemaal duidelijk. Indien overlappende kaartbladen samenvielen met overlappende sectoren zijn de Bodkarpunten gekozen van 1 van de twee kaartbladen en zijn de overeenkomende punten op het andere blad weggegooid. Er is niet gemiddeld, dit om te voorkomen dat vervlaking van het profiel zou optreden. Het nadeel dat op kaartbladgrenzen discontinuïteiten op kunnen treden is geaccepteerd.
- Incidenteel zijn Bodkarpunten in de bestanden ontdekt die andere waarden hadden dan de overeenkomende punten op de lodingskaarten. Deze zijn gecorrigeerd.

- Incidenteel zijn in de bestanden ontbrekende Bodkarpunten, die wel op de lodingskaarten te vinden waren, toegevoegd.
- Lokaal kwamen soms verschuivingen voor van één rij Bodkarpunten. Deze zijn aan de hand van de lodingskaarten gecorrigeerd.
- De dieptelijnen zijn vrij grof gedigitaliseerd. Dit heeft tot gevolg dat de lijnen hoekig verlopen en bochten iets afsnijden. Het nadeel hiervan is dat na het samenvoegen van dieptelijnen en Bodkarpunten de dieptelijnen soms langs de verkeerde kant van een Bodkarpunt lopen. Correctie hiervan was te bewerkelijk en is daarom achterwege gebleven.

Vanaf 1986 (vak 3 vanaf 1985) zijn digitale lodingsbestanden beschikbaar die rechtstreeks kunnen worden geïnterpoleerd binnen Digibeeld. In 1985 vak 3 ontbrak raai 51, hiervan waren bij de meetdienst geen digitale bestanden beschikbaar. Raai 51 staat echter wel op de lodingskaart. Deze kaart is gebruikt om de raai te digitaliseren en toe te voegen aan de Digibeeld raaifiles voor de interpolatie.

2.3 Interpolaties

In afwachting van een onderzoek naar de invloed van datafusie en een foutenanalyse door C. van Eijnsbergen (Stagiair TPD-TNO, TU-Delft) is begonnen met het interpoleren van de basisgegevens tot grids van 20 bij 20 meter. In eerste instantie zijn de jaren 1965 tot 1980 geïnterpoleerd met versie 16 van Digibeeld. Omdat de Bodkarpunten een lage dichtheid hebben (200 m) in vergelijking met de gewenste gridgrootte van 20 meter werden de Bodkarpunten aangevuld met dieptelijnen. De dieptelijnen werden omgezet naar punten met een onderlinge afstand van 29 meter (maximaal 1 punt per gridcel). De zoekdiepte werd bij deze interpolatie ingesteld op 17 cellen (340 meter) omdat dan vrijwel het gehele beeld gevuld werd. Alle andere invoer parameters werden standaard gehouden. In tabel 1 staat een overzicht van alle interpolaties die in dit hoofdstuk beschreven worden. In de tabel staan ook de voor de interpolatie belangrijke instelparameters van Digibeeld (Zie ook rapport over Digibeeld van de TPD, in voorbereiding):

- Zoekdiepte: Afstand waarover maximaal geïnterpoleerd wordt.
- Gradiëntdiepte: Gebied waarbinnen de lokale gradiënten worden berekend om tot een optimale zoekellips te komen.
- Ellipsratio: Maximale vervorming van de zoekellips (afhankelijk van de gradiënten).
- Iteraties: Het aantal keren dat wordt geïnterpoleerd en de gradienten opnieuw worden berekend.
- Hoeken: Het aantal richtingen dat wordt onderscheiden.
- Oversize: Het aantal cellen dat voorbij de rand van het interpolatievak wordt gekeken om randeffecten te reduceren.

Tijdens het interpoleren van 1980 werd ontdekt dat in Digibeeld een fout zat die op steile geulhellingen tot flinke afwijkingen (orde meters) kon leiden. Dit had tot gevolg dat de interpolatie opnieuw moest gebeuren. Op grond van voorlopige (foute) conclusies van het onderzoek naar de gevolgen van datafusie werden voor de nieuwe interpolatie (2) met de verbeterde Digibeeld versie (17) alleen Bodkarpunten gebruikt. Alleen aan de rand, waar geen Bodkarinformatie aanwezig is, werden de Bodkarpunten aangevuld met dieptelijnen.

Tabel 1: Overzicht van de voor dit onderzoek uitgevoerde Digibeeld interpolaties.

	De-fault	Raaien	Raaien (alles vullen)	Interpolatie 1	Interpolatie 2	Interpolatie 3
Digibeeld versie	-	16, 17	16, 17	16	17	18
Data	-	Lodings-data	Lodings-data	Bodkarpunten + dieptelijnen (29)	Bodkarpunten + dieptelijnen aan de rand (50)	Bodkarpunten + dieptelijnen aan de rand (50) + dieptelijnen (150)
Geïnterpoleerde jaren en vakken	-	85 v 3 86 v 1-6 90 v 1-6, 18	85 v 3 86 v 1-5 90 v 1-6, 18	65, 70, 75 v 1-6, 12-19, 44 80 v 1,4,18 85 v 3	65, 70, 75, 80, 85 v 1-6, 18	65, 70, 75, 80, 85 v 1-6, 18
Zoek diepte	13	15	25	17	20	20
Gradiënt diepte	13	15	25	17	20	17
Ellips ratio	6	7	8	6	6	6
Iteraties	8	8	8	8	8	8
Hoeken	32	32	32	32	32	32
Oversize	64	64	64	64	64	64

De uiteindelijke, gecorrigeerde conclusies die getrokken kunnen worden uit de foutenanalyse (Van Eijnsbergen, 1993) geven aan dat de beste combinatie van invoergegevens afhangt van het doel waarvoor ze gebruikt worden. We kunnen 2 doelen onderscheiden:

- 1 - Morfologische analyse (dwarsprofielen, oppervlakten, verschuiving dieptelijnen), hiervoor is een bodemtopografie die (lokaal) zo weinig mogelijk afwijkt van de 'ground truth' het meest optimaal.
- 2 - Berekenen zandbalans (inhoudsveranderingen per vak), hiervoor is een bodemtopografie die zoveel mogelijk dezelfde inhoud heeft als de 'ground truth' het best.

De 'ground truth' is in dit geval de bodemligging die verkregen wordt uit interpolatie van de lodingsdata, die voor vak 3 1985 naast de Bodkar informatie beschikbaar zijn.

In de volgende paragraaf wordt het effect van het toevoegen van dieptelijnen besproken (Van Eijnsbergen, 1993). Het blijkt dat voor zandbalansen (doel 2) het volstaat om alleen Bodkar punten te interpoleren (interpolatie 2). Door uitmiddeling levert dit voor grote vakken de beste inhoud op. Voor morfologische analyse (doel 1) moeten dieptelijnen toegevoegd worden. Deze dieptelijnen zijn in interpolatie 3 toegevoegd als punten met een onderlinge afstand van 150 meter in plaats van 29 meter. Dit heeft als voordeel dat in de kombergingsgrafiek kleinere sprongen optreden op de dieptelijnen niveaus, zie figuur 2.1 t/m 2.4.

2.4 Datafusie

Van vak 3 1985 zijn naast de Bodkarpunten ook raaidata beschikbaar. Het effect van het toevoegen van dieptelijnen aan Bodkar bestanden kan op 2 manieren onderzocht worden:

- Het vergelijken van de inhoud (gemiddelde diepte) van B (zie tabel 2) met R en het vergelijken van de inhoud van BD met R.
- Het vergelijken van de afwijkingen van B van R en de afwijkingen van BD van R. Voor het onderzoeken van de afwijkingen wordt de absolute waarde van de verschillen genomen omdat anders over het beeld uitmiddeling optreedt.

De berekeningen en resultaten staan in tabel 2. De figuur nummers verwijzen naar de figuren achterin. De resultaten komen vrijwel overeen met de resultaten van Van Eijnsbergen (1993), maar zijn niet exact hetzelfde. Dit kan verklaard worden uit verschillen in het beschouwde gebied, verschillen in de gebruikte zoekdiepte tijdens de interpolaties en verschillen in de rand.

Deze berekeningen zijn hier nogmaals uitgevoerd om de volgende reden: om de interpolaties 2 en 3 te checken werd een aantal verschilkaarten gemaakt waaruit leek te volgen dat het toevoegen van dieptelijnen een positief effect heeft op het dieptebeeld. Omdat het onderzoek van Van Eijnsbergen op dat moment een tegengestelde (achteraf foute) conclusie leek te gaan opleveren zijn de in tabel 2 staande berekeningen (en de hierbij betrokken interpolaties) opnieuw uitgevoerd hetgeen de in deze tabel staande (juiste) resultaten opleverde.

Tabel 2: Vergelijking B BL en R.

operatie	gemiddeld over vak (cm)	Figuur in bijlage	Resultaat
R - B	-5.907	2.7	De gemiddelde diepte van alleen geïnterpoleerde Bodkarpunten zonder dieptelijnen lijkt het meest op het raaienbeeld (grote vakken I)
R - BD	-8.700	2.5, 2.6	
(R - BD) - (R - B)	-2.703	-	
R - B	67.619	-	Het beeld uit bodkarpunten aangevuld met dieptelijnen wijkt lokaal minder af van het raaibeeld dan het bodkarbeeld
R - BD	56.667	-	
R - BD - R - B	-10.952	2.8	

Hierin is:

R	Raaibeeld (geïnterpoleerde lodingsraaien)
B	Bodkarbeeld (geïnterpoleerde Bodkarpunten, interpolatie 2)
BD	Geïnterpoleerde Bodkarpunten aangevuld met dieptelijnen (interpolatie 3)

Uit de figuren (2.2 en 2.7) kan geconcludeerd worden dat het Bodkarbeeld ten opzichte van het raaibeeld te vlak is: te lage platen en te ondiepe geulen.

Het toevoegen van dieptelijnen heeft tot gevolg dat de plaatranden omhoog komen en de geulen lager komen te liggen (fig 2.9). Bovenin het profiel worden meer lijnen toegevoegd dan onderin zodat de platen meer omhoog komen dan de geulen omlaag gaan. Hierdoor wordt de waterinhoud van BD systematisch te klein. De inhoud van het B lijkt meer op de inhoud van de inhoud van R.

De topografie zoals die beschreven wordt door R wordt door BD wel beter gevolgd dan door B. De berekende afwijkingen van B ten opzichte van R ($|R - B|$) zijn groter dan die van BD ten opzichte van R ($|R - BD|$) (Tabel 1 en figuren 2.2, 2.3, 2.4 en 2.8).

Geconcludeerd kan worden:

- Voor morfologische analyse kan het beste BD gebruikt worden (kleinste afwijkingen t.o.v. R) .
- Voor de zandbalans kan het beste B gebruikt worden (inhoud lijkt het meest op R).

2.5 Zoekdiepte en gradiëntdiepte

In versie 16 van Digibeeld was de zoekdiepte altijd gelijk aan de gradiënt diepte. In versie 17 bestaat de mogelijkheid voor beide verschillende waarden te nemen. De zoekdiepte geeft aan hoe groot het gebied is waarin naar datapunten wordt gezocht voor de interpolatie. De gradiëntdiepte geeft aan binnen welk gebied een gemiddelde gradiënt wordt berekend voor het bepalen van de hoofdrichting voor de interpolatie. De gradiëntdiepte heeft een grote invloed op alle geïnterpoleerde waarden, de zoekdiepte heeft alleen invloed op het aantal gridcellen dat geïnterpoleerd wordt (G. van Antwerpen, TPD-TNO pers. comm.).

Voor interpolatie 1 met Digibeeld versie 16 (zie tabel 1) is gekozen voor een zoekdiepte (en gradiëntdiepte) van 17 cellen omdat dit de kleinste afstand is waarbij vrijwel alle cellen geïnterpoleerd worden.

Omdat niet alle cellen geïnterpoleerd werden en onder bepaalde omstandigheden, als gevolg van de regelmatige rangschikking van de Bodkarpunten, in het geïnterpoleerde beeld lijnen met onderlinge hoeken van 45 graden gezien worden, is geprobeerd de zoekdiepte en gradiëntdiepte te vergroten tot 20 cellen. De resultaten staan in tabel 3. Hoewel de verschillen minimaal zijn kan uit de tabel geconcludeerd worden dat voor morfologische analyse en voor de zandbalans beter een gradiëntdiepte van 17 dan van 20 gebruikt kan worden bij de interpolatie van Bodkarpunten. Dit was de reden om bij interpolatie 3 te kiezen voor een gradiëntdiepte van 17 cellen. De zoekdiepte is ingesteld op 20 om te voorkomen dat incidenteel lege cellen in het geïnterpoleerde beeld voorkomen.

2.6 Effect verschillen hardware

De interpolaties 2 en 3 zijn uitgevoerd door de TPD te Delft. Tijdens controle van de resultaten bleek dat precies dezelfde interpolatie (3, Bodkarpunten aangevuld met dieptelijnen) voor vak 3 1985 bij DGW andere resultaten opleverde dan bij de TPD. Invoer gegevens en instel parameters waren in beide gevallen identiek. In figuur 2.11 is een verschilkaart gegeven tussen de interpolatie van de TPD en DGW. Van alle cellen heeft 99% de waarde 0 (geen verschil), 0.5% heeft de

Tabel 3: Vergelijking B17, B20 en R

operatie	gemiddeld over vak	Figuur in bijlage	Resultaat
R - B17	-2.636	-	De gemiddelde diepte van B17 lijkt het meest op R
R - B20	-2.678	-	
(R - B20) - (R - B17)	-0.042	-	
R - B17	67.351	-	De afwijking van B17 t.o.v R is kleiner dan B20 t.o.v. R
R - B20	67.644	-	
R - B20 - R - B17	0.293	2.10	

Hierin is:

R	Geïnterpoleerde lodingsraaien
B17	Bodkarpunten geïnterpoleerd met zoek en gradiëntdiepte 17
B20	Bodkarpunten geïnterpoleerd met zoek en gradiëntdiepte 20

waarde -1 cm of +1 cm en de rest (0.5%) heeft een waarde tussen 730 en 2 cm of -2 en -424 cm. Gemiddeld over alle cellen ligt het TPD vlak 0.183 cm hoger dan het DGW vlak.

Na onderzoek bij DGW en TPD lijkt het erop dat de verschillen veroorzaakt worden door verschillen in afronding door verschillende computers. De grote afwijkingen (meters) zijn waarschijnlijk het gevolg van een andere afronding bij het bepalen van de afstand tot datapunten. Als gevolg hiervan kan het voorkomen dat op de ene computer een ander punt gebruikt wordt voor de interpolatie dan op de andere computer. Dit treedt vooral op bij regelmatig gerangschikte invoerpunten. In een dergelijk geval kan niet gezegd worden dat één van de twee interpolaties het beste is. In versie 18 zijn een aantal afrondingsproblemen verholpen.

3 Morfologische parameters uit dieptebeelden

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bespreekt de parameters die voor de parameterisatie van de Westerschelde (kunnen) worden berekend. In paragraaf 3.2 worden alle te bepalen parameters gegeven en in paragraaf 3.3 worden deze parameters nader besproken. Hoofdstuk 4 gaat over een aantal morfologische empirische relaties uit het ISOS Wadden onderzoek die gebruik maken van de in paragraaf 3.2 genoemde parameters.

Alle te onderzoeken parameters worden berekend ten opzichte van een aantal referentievlakken (-2.5 m NAP, NAP en +2.5 m NAP). Dit referentievlak wordt aangegeven door het subscript r bij vrijwel alle parameters. De geulrand wordt gedefinieerd op hetzelfde niveau r .

Horizontaal wordt het gebied waarover de meeste parameters berekend worden, begrensd door de geulrand of de eerste coördinaat van het profiel. In de applicatie ProfielGIS (zie hoofdstuk 5) worden deze parameters altijd berekend ten opzichte van de eerste coördinaat van het profiel en wordt de afstand tussen de eerste coördinaat en de geulrand gegeven zodat de parameters eenvoudig om te rekenen zijn.

Definitieschetsen van de basisparameters staan in de figuren 3.1 tot en met 3.9. De overige parameters kunnen uit de basisparameters worden afgeleid.

3.2 Parameters

3.2.1 Dwarsprofielen geul (verticale analyse)

Standaard parameters die in een dwarsprofiel kunnen worden onderscheiden zijn (r = hoogte referentievlak in meters t.o.v. NAP):

$A_{o,r}$	Oppervlak dwarsdoorsnede geul onder niveau r (m^2) (fig. 3.4).
B_r	Breedte geul op hoogte r (m) (fig. 3.6).
D_r	Maximale diepte geul onder niveau r (m) (fig 3.7).
O_r	Natte omtrek (bijna gelijk aan B_r) (m) (fig. 3.5).

Van deze standaard parameters kunnen vele afgeleide parameters bepaald worden. Bijvoorbeeld:

$D_{gem,r} = A_{o,r} / B_r$	Gemiddelde diepte geul (m).
$B_{gem,r} = A_{o,r} / D_r$	Gemiddelde breedte geul (m).
$R_r = A_{o,r} / O$	Hydraulische straal (m).

$SG = B_r / (2 * D_r)$ Gemiddelde helling links en rechts van de geul tot het referentievlak (-).

B_r / D_r Breedte / diepte verhouding.

Ten opzichte van de geulas, gedefinieerd als het zwaartepunt (links en rechts hetzelfde doorstroomoppervlak) van het profiel kunnen de volgende parameters worden onderscheiden:

$AS_{Ao,r}$ Afstand van zwaartepunt profiel tot linkse geulrand op hoogte r (m) (fig. 3.9).

$ASr_{Ao,r} = B_r - AS_{Ao,r}$ Afstand van zwaartepunt profiel tot rechtse geulrand op hoogte r (m).

$SI_{Ao,r} = (B_r/2 - AS_{Ao,r}) / B_r$ Scheefheidsindex, als positief dan rechts de steilste helling (-).

$SL_{Ao,r} = AS_{Ao,r} / D_r$ Gemiddelde helling links (-).

$SR_{Ao,r} = ASr_{Ao,r} / D_r$ Gemiddelde helling rechts (-).

Gelijksoortige parameters kunnen worden gedefinieerd als de geulas wordt gedefinieerd als het punt in het profiel met de maximale diepte:

$AS_{D,r}$ Horizontale afstand van het punt met de maximale diepte tot de linkse geulrand op hoogte r (m) (fig. 3.8).

$ASr_{D,r} = B_r - AS_{D,r}$ Horizontale afstand van het punt met de maximale diepte tot de rechtse geulrand op hoogte r (m).

$SI_{D,r} = (B_r/2 - AS_{D,r}) / B_r$ Scheefheidsindex, als positief dan rechts de steilste helling (-).

$SL_{D,r} = AS_{D,r} / D_r$ Gemiddelde helling links (-).

$SR_{D,r} = ASr_{D,r} / D_r$ Gemiddelde helling rechts (-).

Voor het intergetijdegebied aan de geulranden kunnen, indien het profiel hoog genoeg doorloopt, de volgende 2 parameters berekend worden.

$S1 = (B_{GHW} - B_{NAP}) / (2 * (GHW - NAP))$
Gemiddelde (links en rechts) helling geul tussen GHW en NAP (-),
(Eysink en Biegel, 1992, fig. 3.11).

$S2 = (B_{NAP} - B_{GLW}) / (2 * (NAP - GLW))$
Gemiddelde helling (links en rechts) geul tussen NAP en GLW (-),
(Eysink en Biegel, 1992, fig. 3.11).

Uit het geulprofiel kan het doorstroomvermogen Q afgeleid worden (Svasek, 1993):

$$Q = \text{const.} \int_0^b h_y^{\frac{5}{3}} dy$$

Met:

Q	doorstroomvermogen
b	breedte geul
y	afstand vanaf geulrand (y max. = b)
h	waterdiepte op afstand y

In het profiel zijn nu de punten y_1 , y_2 en y_3 als volgt gedefinieerd:

$$\int_0^{y_1} h_y^{\frac{5}{3}} dy = 0.05 * Q$$

$$\int_0^{y_2} h_y^{\frac{5}{3}} dy = 0.5 * Q$$

$$\int_0^{y_3} h_y^{\frac{5}{3}} dy = 0.95 * Q$$

Nu kunnen de volgende parameters berekend worden:

$B_Q = y_3 - y_1$	Stroomvoerende breedte
$A_Q = \int_{y_1}^{y_3} h_y dy$	Stroomvoerend oppervlak
$H_Q = A_Q / B_Q$	Stroomvoerende gemiddelde diepte
$S_Q = (y_3 - y_2) / B_Q$	Scheefheid geul
$AS_Q = y_2$	Geulas

3.2.2 *Dwarsprofielen over de hele breedte van het estuarium.*

V_r	Volume (waterinhoud) van het profiel tot aan de grens, beneden niveau r .
$A_{b,r}$	Natte oppervlak van het estuarium van het profiel tot aan de grens, op niveau r .
$A_{o,r}$	Doorstroomoppervlak profiel beneden niveau r (fig 3.1 en 3.2).
$A_{o,GHW} / A_{o,NAP}$	Verhouding natte doorstroomoppervlak: beneden GHW / beneden NAP
$A_{o,NAP} / A_{o,OLW}$	Verhouding natte doorstroomoppervlak: beneden NAP / beneden GLW
$A_{o,GHW} / A_{o,OLW}$	Verhouding natte doorstroomoppervlak beneden: GHW / beneden GLW
$A_{o,geul,r}$	Doorstroomoppervlak (beneden GHW) van de geulen met de grens geul-plaat op niveau r (m^2) (fig 3.1 en 3.2). $A_{o,geul,r} = A_{o,r} + (GHW - r) * B_r$
$A_{o,plaat,r}$	Doorstroomoppervlak (beneden GHW) boven platen met de grens geul-plaat op niveau r (m^2) (fig 3.1 en 3.2).
$A_{o,plaat,r} / A_{o,geul,r}$	Verhouding plaat-geul oppervlak (-).
B_{GHW}	Breedte dwarsprofiel estuarium (m) (fig. 3.3).
O_{GHW}	Natte omtrek dwarsprofiel estuarium (m) (fig. 3.3).
D_{NAP}	Maximale diepte dwarsprofiel estuarium (m) (fig. 3.3).
$HP_{max,NAP}$	Maximale hoogte platen
NG_r	Aantal geulen (-), eventueel met onderscheid hoofdgeulen en kortsluitgeulen.

3.2.3 *Vakken (horizontale analyse)*

Kombergingsgrafiek (diepte-oppervlak en diepte-volume) met hieruit afgeleide parameters:

$A_{b,r}$	Geul oppervlak
$V_{b,r}$	Geulvolume (water)
$A_{f,r}$	Plaatoppervlak
$V_{f,r}$	Plaatvolume (zand)
$HP_{gem,r}$	Gemiddelde plaathoogte (boven GLW en NAP)
$HP_{max,NAP}$	Maximale hoogte plaat

3.3 Opmerkingen en discussie parameters

- Het handmatig leggen van profielen levert voor het natte doorstroomoppervlak een gemiddelde fout op van 1%. De maximale verschillen tussen 5 proefpersonen bedroeg 4% (Van Eijnsbergen, 1993). Gezocht wordt nog naar een goede methode om het aanwijzen van profielen te automatiseren.
- De natte omtrek (O) is bij relatief brede geulen zoals in de Westerschelde vrijwel gelijk aan de breedte zodat de hydraulische straal vrijwel gelijk is aan de gemiddelde diepte.
- Een deel van de parameters is gebaseerd op de ligging van de geulas. Het is van belang dat alle variabelen zo eenduidig mogelijk gedefinieerd zijn en dat ze uit het profiel te berekenen zijn. De ligging van de geulas wordt hier op drie manieren gedefinieerd:
 - AS_{D,r} Het diepste punt in het profiel, heeft als nadeel dat bij een redelijk vlakke geulbodem het diepste punt nogal heen en weer kan springen.
 - AS_{Ao,r} Het zwaartepunt van het profiel, waarbij links en rechts 50% van het totale doorstroomoppervlak ligt.
 - AS_{Q,r} Het stroomvoerende zwaartepunt van het profiel. Links en rechts van dit punt is het doorstroomvermogen gelijk.
- De parameters S1 en S2 leveren problemen op als de profielen niet hoog genoeg doorlopen. Dit kan het geval zijn aan de rand van het beeld (nodata) of als de 'platen' beneden hoogwater of beneden NAP liggen. Door Eysink en Biegel (1992) is het profiel op platen, indien nodig, ter plaatse van de waterscheiding verticaal omhoog doorgetrokken en is dus een fictieve helling met de waterscheiding berekend. In de Waddenzee kan in een aantal gevallen nog over een waterscheiding tussen geulen gesproken worden vanwege de dentritische vertakkingen van het geulenstelsel. In de Westerschelde is veel meer sprake van parallel lopende geulen met soms aanzienlijke transporten over de platen van de ene geul naar de andere zodat geen sprake is van een waterscheiding tussen de geulen. Beide parameters zullen dan ook alleen meegenomen worden als het werkelijke profiel tot NAP of GHW doorloopt. In praktijk zal S1 maar zelden worden berekend omdat slechts weinig gegevens boven NAP bekend zijn en de meeste platen niet tot GHW reiken.
- Als de geulas bekend is kan de bochtstraal langs de geulas tussen 2 punten berekend worden zoals in figuur 3.11 is weergegeven (naar Richards in: Huijs, 1993).

- Indien uit de profielen blijkt dat een onderscheid kan worden gemaakt tussen het vloed gedomineerd deel en het eb-gedomineerd deel van de geul kunnen hiervoor nog enkele aanvullende parameters berekend worden zoals $B_{\text{vloed}} / B_{\text{eb}}$ en $A_{\text{o, vloed}} / A_{\text{o, eb}}$
- Alle in §3.2.1 gedefinieerde basisparameters kunnen berekend worden met de GIS applicatie ProfielGIS (hoofdstuk 5). De overige profielparameters kunnen hieruit eenvoudig afgeleid worden. Vrijwel alle parameters uit §3.2.2 (profiel over de hele breedte van het estuarium) kunnen bepaald worden door het combineren van profielen en parameters die gemaakt zijn met ProfielGIS. De horizontale analyse (§3.2.3) (kombergingsgrafieken van vakken) kan worden uitgevoerd met behulp van de GIS applicatie VakGIS.
- Voor de analyse van platen kunnen handmatig vakken gemaakt worden die 1 'bepaalde' plaat begrenzen. Hiervan kan dan een kombergingsgrafiek gemaakt worden, waaruit oppervlak, maximale hoogte en volume kunnen worden bepaald (VakGIS).

4 Morfologische parameters in empirische relaties

Alle standaard profiel parameters uit paragraaf 3.2.1 worden onder andere door Eysink en Biegel (1992) in vele empirische relaties gebruikt. Hierbij gaat het met name om relaties tussen geulparameters en hydraulische parameters.

De beste empirische relaties worden gevonden tussen het doorstroomoppervlak van een geul en een lokale hydraulische parameter zoals bijvoorbeeld het getijvolume. Vormparameters van een geul zoals maximale diepte of breedte vertonen veel zwakkere relaties met hydraulische parameters (Eysink en Biegel, 1992). Dit wordt veroorzaakt doordat een geul in zijn vorm een vrijheidsgraad meer heeft om te compenseren voor het effect van allerlei factoren die invloed hebben op het geulprofiel. Indien bijvoorbeeld harde lagen aanwezig zijn en het getijvolume toeneemt kan het doorstroomoppervlak door de geul vergroot worden door in de breedte en niet in de diepte uit te breiden.

Tussen vormparameters onderling kunnen ook weer relaties gevonden worden (van belang voor morfologische modellering). De meeste relaties echter zijn zwak, bijvoorbeeld de relatie die door Eysink en Biegel (1992) gevonden wordt tussen de gemiddelde diepte beneden NAP en de breedte op NAP vertoont een zeer lage correlatie (Waddenzee). Betrouwbare relaties tussen geul breedte en gemiddelde of maximale diepte worden ook door anderen niet gevonden (Eysink en Biegel (1992). Deze parameters zijn te afhankelijk van lokale stromings- en bodemcondities. En moeten dat ook alleen gebruikt worden om een idee te krijgen van een geulprofiel van een bepaalde grootte.

Tussen B_{NAP} en B_{GLW} vinden Eysink en Biegel (1992, form. 4.2) wel een redelijke relatie:

$$B_{NAP} = (1.25 \text{ tot } 1.5) B_{GLW} + 250$$

Dit betekent in feite dat hoe breder de geul is hoe flauwer de plaathellingen zijn. Rekening houdend met de geometrie van een geul en de definitie van S2 geldt dan dat S2 afhankelijk is van de breedte van de geul (Eysink en Biegel, 1992, form. 4.17):

$$S2 = \{ (0.25 \text{ tot } 0.5) B_{GLW} + 250 \} / \{ 2 * (NAP - GLW) \}$$

Wanneer S2 berekend wordt uit de definitie (fig. 3.11) en uitgezet tegen bijvoorbeeld A_0 , dan is er geen redelijke correlatie te vinden. Voor S1 is de spreiding zo mogelijk nog groter. (Eysink en Biegel, 1992, fig. 4.1 en 4.2). Geconcludeerd kan worden dat de relaties die Eysink en Biegel vinden tussen A_0 , B en S2 zeer zwak zijn.

De gemiddelde hoogteligging van platen is afhankelijk van vele factoren bijvoorbeeld: golven, verplaatsing van kortsluitgeulen, sediment aanvoer en getijslag. Als gevolg hiervan is de hoogteligging van platen weinig constant. Volgens Eysink en Biegel is de plaathoogte toch gecorreleerd aan gemiddeld hoogwater, ze varieert in het algemeen tussen GHW -1.1 en GHW -1.5 meter met een gemiddelde van 1.3 meter beneden GHW (Eysink en Biegel, 1992, fig. 4.3). Het is echter waar-

schijnlijk dat de in figuur 4.3 gevonden resultaten meer opgesloten liggen in de definitie van platen (tussen GLW (geulrand) en GHW (begin schor)) dan in de platen zelf.

Volgens Eysink en Biegel (1992) zijn de gemiddelde plaathoogte en het gemiddelde plaatoppervlak (A_p) gerelateerd aan het oppervlak van een vloedkom (A_b):

$$A_p/A_b = 1 - 10.3 \cdot 10^{-4} A_b^{0.31}$$

en voor de gemiddelde plaathoogte vinden zij:

$$\alpha_f = 0.41 - 0.24 \cdot 10^{-9} A_b$$

α_f is de gemiddelde hoogte van het intergetijdegebied boven GLW relatief ten opzichte van de getijslag (Eysink en Biegel 1992, fig 4.4).

De hierboven vermelde relatie tussen het plaatoppervlak (A_p) en het totale oppervlak van geulen en platen ($A_{b, GHW}$) is opgesteld voor de Wadden. Een gelijksoortige relatie kan voor de Zeeuwse delta verwacht worden hoewel de coëfficiënten duidelijk zullen verschillen als gevolg van de totaal andere vorm van het Westerschelde estuarium.

De parameters die de (a)symetrie van een geul beschrijven met behulp van de ligging van de geulas zijn door Eysink en Biegel niet beschouwd. Deze parameters zullen voornamelijk beschrijvend zijn. Hun bruikbaarheid in empirische relaties moet nog worden afgewacht.

5 De GIS applicatie: ProfielGIS

5.1 Inleiding

Om de in §3.2.1 beschreven basisparameters te berekenen is binnen GIS een menu gestuurde gebruikersinterface gebouwd (ProfielGIS) waarmee profielen kunnen worden gelegd, parameters berekend en gepresenteerd. Overzichtskaarten met dieptezones of lijnen en profiellokaties kunnen worden gepresenteerd met behulp van de menugestuurde GIS applicatie PlotGIS. Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 5.1

In §5.2 wordt het in gebruik nemen van de applicatie besproken. §5.3 Beschrijft de structuur van het database bestand dat door ProfielGIS wordt gegenereerd en alle variabelen die hierin worden opgeslagen. Een beschrijving van alle menuopties staat in §5.4.

5.2 Opstarten en randvoorwaarden

Om de GIS applicatie ProfielGIS te kunnen opstarten moet voor RIKZ Middelburg aan de volgende randvoorwaarden voldaan worden (voor andere vestigingen binnen en buiten het RIKZ is de applicatie met een paar kleine aanpassingen ook te gebruiken):

- Men moet beschikken over een werkdirectory met schrijfpermissie op één van de GIS werkstations bij RIKZ Middelburg.
- Men moet Arc-Info kunnen opstarten in de werkdirectory en deze directory moet een Arc-Info workspace zijn. Een directory is een Arc-Info workspace indien deze een subdirectory 'info' bevat.
- In de \$HOME directory moet een .arc file staan met daarin ten minste de volgende regels:


```
&terminal 9999 &mouse
display 9999 1
&fullscreen &popup
&amlpath $DIRG/aml61
&menupath $DIRG/menu61
&atool $DIRG/atool61
```
- In de .cshrc file (in de \$HOME directory) moeten de volgende twee regels toegevoegd worden:


```
setenv DIRG /gwmcae02/oostwest/bogaard
set path=( $path $DIRG $DIRG/atool61)
```

 Naar verloop van tijd zal de applicatie ProfielGIS bij de Arc-Info basisbestanden terecht komen. In dat geval hoeft alleen de environment variable \$DIRG veranderd te worden, bijvoorbeeld:


```
setenv DIRG /gwmcae02/autexploalg/applicaties/profielgis
```


- In principe moet men beschikken over ten minste 1 Arc-Info grid met de bodemtopografie van de te analyseren geulen (en platen). Een grid is in feite een matrix van dieptegegevens waarin de ligging van elke cel geografisch gedefinieerd is. De inhoud van elke cel van het grid geeft de hoogte van het oppervlak in cm ten opzichte van NAP voor een vierkant van 20 * 20 meter weer. De grids zijn met behulp van Digibeeld geïnterpoleerd uit lodingsraaien of Bodkar schematisaties (zie hoofdstuk 1) en opgeslagen in Arc-Info. Per januari 1994 komen deze grids onder de algemene directory met Arc-Info bestanden te staan.

Als aan bovenstaande voorwaarden is voldaan kan de applicatie opgestart worden door in te tikken:

gwmcae: profielgis

Nadat het programma Arc-Info heeft opgestart verschijnt het menu - KIES GRID -, hierin wordt om een gridnaam gevraagd. Sluit het menu af door 'OK' te kiezen.

Nadat een grid gekozen is verschijnt het menu - KIES DATABASE -. De eerste keer zal geen file aanwezig zijn en wordt deze aangemaakt door de optie 'MAAK EEN NIEUWE INFOFILE AAN' aan te klikken.

Hierna verschijnt het - HOOFDMENU -. Dit is het menu van waaruit de applicatie ProfielGIS wordt bestuurd. Nadat een optie uit dit menu wordt gekozen wordt de betreffende actie uitgevoerd. Zolang de actie duurt verandert de muisaanwijzer in een klokje en wordt het menu inactief, als de actie afgerond is wordt het menu weer actief. Het menu wordt definitief afgesloten door 'QUIT' te kiezen.

Een omschrijving van alle menu's en opties staat in §5.4

5.3 Structuur database

ProfielGIS genereert een Info database bestand waarin alle gegevens van elk profiel worden opgeslagen. De structuur en alle in dit bestand voorkomende variabelen staan genoemd in tabel 4. Deze variabelen en hun relaties met de in §3.2.1 voorkomende parameters en de in figuur 5.2 genoemde parameters worden hieronder kort besproken.

Direct na het leggen van een profiel worden de eerste 10 variabelen vastgelegd:

NR	Een uniek nummer, kan voor één grid maximaal bij één profiel voorkomen. De profielen worden normaal automatische genummerd in de volgorde waarin ze worden opgegeven, beginnend bij nummer 1.
GRIDNAAM	Het grid dat gebruikt wordt het profiel uit af te leiden.
NIVEAU	Het referentieniveau waaraan de berekende parameters worden opgehangen. Indien 1 profiel voor meerdere referentieniveau's wordt berekend dan wordt voor elk niveau een eigen record (met NR, GRIDNAAM, etc) gecreëerd.
TIME	De dag en tijd waarop het profiel werd gemaakt. Dit kan eventueel gebruikt worden om elk profiel uniek te onderscheiden.
X1, Y1	De ruimtelijke coördinaten (meters t.o.v. Parijs) van het beginpunt van het profiel. Dit is het meest noordelijk gelegen punt van het profiel.

Z1 De verticale coördinaat van dit punt, in centimeters boven NAP.
 X2, Y2, Z2 Eindpunt van het profiel

Nadat de parameters van het profiel zijn berekend worden de resterende items in de database gevuld.

Alle geulparameters worden berekend ten opzichte van een referentievlak. De snijpunten van het profiel met dit referentievlak worden berekend en opgeslagen. Indien het profiel het referentievlak niet snijdt wordt het begin en/of eindpunt van het profiel genomen.

BX De X coördinaat van het eerste snijpunt van het profiel met het referentievlak. De X coördinaat is de afstand in meters langs de profiellijn vanaf het beginpunt (X1,Y1) van het profiel.
 BZ De bij BX behorende hoogte in cm t.o.v. NAP.
 EX De X coördinaat van het laatste snijpunt van het profiel met het referentievlak.
 EZ De bij EX behorende hoogte in cm t.o.v. NAP.

De ten opzichte van het referentieniveau berekende en opgeslagen basisparameters worden besproken in §3.2.1:

AC Natte oppervlak dwarsdoorsnede = $A_{o,r}$
 B Breedte geul = $B_r = EX - BX$
 O Natte omtrek geul = O_r
 D Maximale diepte geul = D_r
 BZLX X coördinaat van het zwaartepunt van het profiel = $AS_{A_o} + BX$
 BZLZ De bij BZLX behorende hoogte = $AS_{A_o,z}$
 BMLX De X coördinaat van het diepste punt van het profiel = $AS_p + BX$. De bij BMLX behorende hoogte = D

Tabel 4: Structuur INFO database bestand PROF...

COLUMN	ITEM NAME	WIDTH	TYPE	N.DEC
1	NR	3	I	-
4	GRIDNAAM	12	C	-
16	NIVEAU	6	N	2
22	TIME	13	N	6
35	X1	10	N	3
45	Y1	10	N	3
55	Z1	10	N	3
65	X2	10	N	3
75	Y2	10	N	3
85	Z2	10	N	3
95	BX	8	N	3
103	BZ	7	N	3
110	EX	8	N	3
118	EZ	7	N	3
125	AC	11	N	4
136	B	8	N	3
144	O	8	N	3
152	D	7	N	3
159	BZLX	8	N	3
167	BZLZ	7	N	3
174	BMLX	8	N	3
182	BXQ	8	N	3
190	BZQ	7	N	2
197	EXQ	8	N	3
205	EZQ	7	N	3
212	YYBXQ	10	N	3
222	YYBYQ	10	N	3
232	YYEXQ	10	N	3
242	YYEYQ	10	N	3
252	YY1	8	N	3
260	YY2	8	N	3
268	YY3	8	N	3
276	YY1X	10	N	3
286	YY1Y	10	N	3
296	YY2X	10	N	3
306	YY2Y	10	N	3
316	YY3X	10	N	3
326	YY3Y	10	N	3
336	ACQ	11	N	3
347	BQ	8	N	3
355	HQ	7	N	3
362	SQ	6	N	4
368	ASQ	8	N	3
376	ROT	1	I	-

In §3.2.1 zijn een aantal parameters gedefinieerd ten opzichte van het doorstroomvermogen Q. Voor de berekening van Q wordt als er geen snijpunt met het referentie niveau is als rand het hoogst gelegen punt van het profiel genomen.

BXQ X coördinaat van het beginpunt van het profiel = BX_Q . Dit is het snijpunt met het referentie niveau of het hoogste punt in het profiel.
 YYBXQ,YYBYQ De ruimtelijke coördinaten in meters t.o.v. Parijs van punt BXQ.
 BZQ De bij BXQ behorende hoogte.
 EXQ X coördinaat van het eindpunt van het profiel = EX_Q .
 YYEXQ,YYEYQ De ruimtelijke coördinaten in meters t.o.v. Parijs van punt EXQ.
 EZQ De bij EXQ behorende hoogte.

Als stroomvoerend deel van de geul wordt dat deel van de geul gedefinieerd dat 90% van het totale doorstroomvermogen omvat. Nu zijn gedefinieerd (zie ook §3.2.1):

YY1	X coördinaat begin stroomvoerende deel geul ($= y_1 = Y1_Q$)
YY1X, YY1Y	De ruimtelijke (Parijse) coördinaten van punt YY1.
YY2	X coördinaat zwaartepunt van het profiel ($= Y2_Q = AS_Q + BX_Q$)
YY2X, YY2Y	De ruimtelijke (Parijse) coördinaten van punt YY2.
YY3	X coördinaat einde stroomvoerende deel geul ($= y_3 = Y3_Q$)
YY3X, YY3Y	De ruimtelijke (Parijse) coördinaten van punt YY3.
ACQ	Oppervlak stroomvoerende deel geul ($= A_Q$)
BQ	Stroomvoerende breedte ($= B_Q = YY3 - YY1$)
HQ	Gemiddelde stroomvoerende diepte geul ($= H_Q = ACQ / BQ$)
SQ	Scheefheid geul $= S_Q = (YY3 - YY2) / BQ$
ASQ	Zwaartepunt geul $= YY2 - BX_Q$

De laatste variabele die per profiel wordt bijgehouden is ROT, deze is 0 als het profiel met de hand is aangeklikt en is 1 als het profiel automatisch is geroteerd naar een kleinste doorstroomoppervlak (zie §5.4).

5.4 Beschrijving menu's ProfielGIS

In deze paragraaf worden alle menu's en opties van de GIS applicatie ProfielGIS besproken.

Menu: - KIES GRID -

De lay-out van dit menu staat in figuur 5.3. In de lijst van mogelijkheden, in het onderste deel van het menu, verschijnen alle namen van grids in die in de werkdirectory voorkomen.

Indien een grid uit een andere directory gebruikt moet worden kan met het bovenste deel van het menu naar de goede directory gezocht worden. Door een directory uit de keuzelijst (indien aanwezig) te kiezen gaat men dieper in de structuur, door '..' in te tikken gaat men een directory terug. Ook kan men direct de volledige padnaam intikken van de gewenste directory. Voorwaarde is dat de directory een geldige Arc-Info workspace is.

Indien de applicatie wordt opgestart om verder te werken met een bestaande database is het niet altijd nodig om een grid te kiezen. Sluit het menu af door 'OK' te kiezen.

Menu: - KIES DATABASE -

De lay-out van dit menu staat in figuur 5.4. De eerste keer dat dit menu verschijnt zal er meestal geen database voor ProfielGIS aanwezig zijn. Een database kan aangemaakt worden door de optie 'MAAK EEN NIEUWE INFOFILE AAN' aan te klikken. Op precies dezelfde manier als bij het vorige menu kan door de directory structuur gelopen worden. Sluit het menu af met 'OK'

Menu: - HOOFDMENU -

De lay-out van het hoofdmenu staat in figuur 5.5. Bovenaan staan een aantal instellingen die naar keuze gewijzigd kunnen worden:

'HPLASERJETIISI PS A4 | CALCOMP HCBS A4'

Standaard wordt de HPLaserjetIISI printer gekozen vanwege de zeer goede kwaliteit van de plots en de lage kostprijs. De Calcomp printer wordt alleen gebruikt als kleurenplots noodzakelijk zijn.

'GRID IN KLEUR | ZWART WIT GRID'

Standaard staat deze optie op kleur omdat dit op het scherm het prettigst werkt. Als een HPLaserjetIISI plot gemaakt wordt, verandert de optie automatisch in zwart-wit.

'PROFIELLIJNEN IN KLEUR | ZWART WIT PROFIELLIJNEN'

idem

'500 M | 1 KM | 5 KM | 10 KM | 100 KM | NONE'

Deze optie zorgt ervoor dat met het aangegeven interval coördinaten ten opzichte van Parijs worden weergegeven.

Het grid en de database waarmee wordt gewerkt kunnen tussentijds veranderd worden door respectievelijk 'ANDER GRID' en 'ANDERE DATABASE' aan te klikken, waarna het menu - KIES GRID - of - KIES DATABASE - verschijnt. In beide gevallen wordt sterk aanbevolen om na het kiezen van andere basisgegevens 'UPDATE KAART' te kiezen.

'PROFIELNUMMER'

Geeft nummer aan van het profiel waar op dat moment mee wordt gewerkt. Standaard is dit nummer 1 hoger dan het hoogste profielnummer dat in de database onder de betreffende gridnaam voorkomt. Als het nummer wordt gewijzigd in een bestaand nummer verschijnt het menu - DUBBEL NUMMER -.

'KLIK PROFIEL AAN'

Geef op het scherm het begin en eindpunt aan van het een profiel met het huidige Profielnummer. Deze optie wordt gebruikt op het begin en eindpunt van een nieuw profiel op te geven of de ligging van een bestaand profiel te wijzigen. Een profiel mag slechts uit 2 punten bestaan. Geef het begin en eindpunt op met de linker muisknop. Sluit af door gelijktijdig de rechter muisknop en de CTRL toets ingedrukt te houden.

'OPTIMALISEER HOEK PROFIEL'

Het opgeven van deze actie heeft tot gevolg dat in een hoek van +/-15 graden rond het zwaartepunt van het huidige profiel gezocht wordt naar een profiel met een kleinere doorstroomoppervlakte. Dit levert in theorie een profiel op dat zoveel mogelijk loodrecht op de geulas staat. In praktijk is het resulterende profiel niet altijd beter. Vooral als het doorstroomoppervlak langs de geulas, in de lengterichting van de geul, varieert kan de aanleiding geven tot ongewenst draaien van het profiel.

'BEREKEN PARAMETERS PROFIEL'

Deze optie berekent van het huidige profiel alle variabelen die in de database worden geregistreerd (§5.3). De resultaten worden pas opgeslagen als 'SAVE PROFIEL' wordt gekozen.

'SAVE PROFIEL'

Slaat van het huidige profiel het begin en eindpunt op en eventueel de resultaten van 'BEREKEN PARAMETERS PROFIEL'. Hierna wordt automatisch het profielnummer opgehoogd en kan een nieuw profiel worden opgegeven.

'TEKEN PROFIEL'

Opent een nieuw window op het scherm waarin het huidige dwarsprofiel wordt getekend.

'UPDATE KAART'

Wist het scherm en tekent hierna het geselecteerde grid opnieuw alsmede de lokaties van alle in de database voorkomende profielen. Van de profielen waarvan parameters berekend zijn worden y_1 , y_2 en y_3 ook aangegeven op de profielen.

'EXPORTEER PROFIEL'

Exporteert het huidige profiel naar een ASCII bestand (r_prof.asc) met X,Z coördinaten.

'PLOT PROFIEL MET PARAMETERS'

Plot het huidige profiel samen met de berekende parameters en een overzichtskaartje met de profiel lokaties. Het plotten gebeurt op de in het menu gekozen printer in kleur of zwart-wit op A4 formaat (zie figuur 5.2)

'BEREKEN ALLE ONTBREKENDE PARAMETERS IN DATABASE'

Berekend voor alle eerder aangeklikte (en opgeslagen) profielen waarvan de parameters nog niet berekend zijn ($AC < 0$) de parameters en slaat deze op in de database. Na het aanklikken van deze optie wordt gevraagd of gestopt moet worden bij foute profielen. Foute profielen kunnen profielen zijn waarin missing value's voorkomen tussen de data. Van een dergelijk profiel kunnen geen parameters worden berekend. Indien niet gestopt wordt dan blijven dezen profielen 'leeg'. Anders wordt als een incompleet profiel wordt gevonden gestopt en heeft men de mogelijkheid om dit profiel opnieuw te leggen ('KLIK PROFIEL AAN')

'BEREKEN ALLE ONTBREKENDE PARAMETERS IN DATABASE EN PLOT PROFIELEN'

Heeft hetzelfde resultaat als het punt hiervoor en print tevens al deze profielen (zie bijvoorbeeld figuur 5.2).

'RESET BEREKENDE PARAMETERS'

Met deze optie kan van de profielen van één grid of van alle grids de parameter AC op -99 teruggezet worden zodat de profielen waarvan de parameters al eens waren berekend uitgeprint kunnen worden met de optie 'BEREKEN ALLE ONTBREKENDE PARAMETERS IN DATABASE EN PLOT PROFIELEN'

'EXPORTEER DATASET'

Exporteert de gehele dataset of een deel daarvan naar een ascii file (r_params.asc) die daarna bijvoorbeeld in een spreadsheet programma gebruikt kan worden.

'QUIT'

Verlaat de GIS applicatie ProfielGIS

Menu: - DUBBEL NUMMER -

Dit menu (figuur 5.6) verschijnt als een profielnummer wordt gekozen dat al in de database bij het huidige grid voorkomt. Dit is noodzakelijk omdat elk profiel een uniek nummer moet hebben.

'GEEF EEN ANDER PROFIELNUMMER'

Heeft hetzelfde effect als 'PROFIELNUMMER' in het hoofdmenu.

'AUTOMATISCHE NIEUW PROFIEL NUMMER'

Genereert een uniek nummer dat nog niet in de database voorkomt. Dit nummer is altijd 1 groter dan het tot dan toe hoogste nummer in de database.

'WIS BESTAANDE PROFIEL NUMMER MET DATA UIT DE DATABASE'

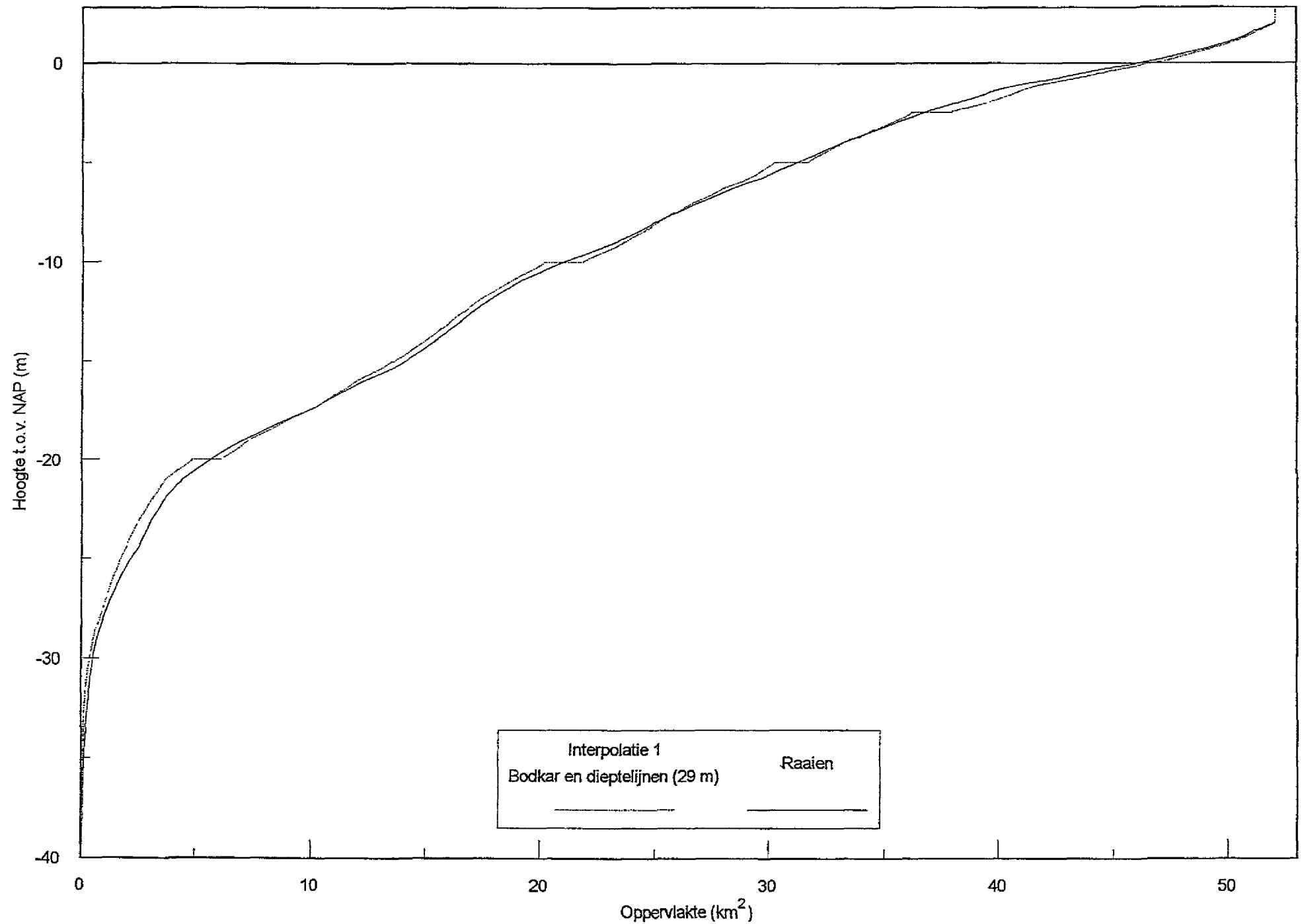
Verwijdert het huidige nummer uit de database. Dit nummer kan nu eventueel opnieuw gebruikt worden om een ander profiel te maken.

'LEES BESTAANDE NUMMER UIT DATABASE'

Deze optie kan gebruikt worden om een bestaand profiel (eventueel met parameters) uit de database in te lezen en eventueel te plotten. Dit profiel wordt nu het huidige profielnummer waarop alle acties uit het hoofdmenu weer mogelijk zijn.

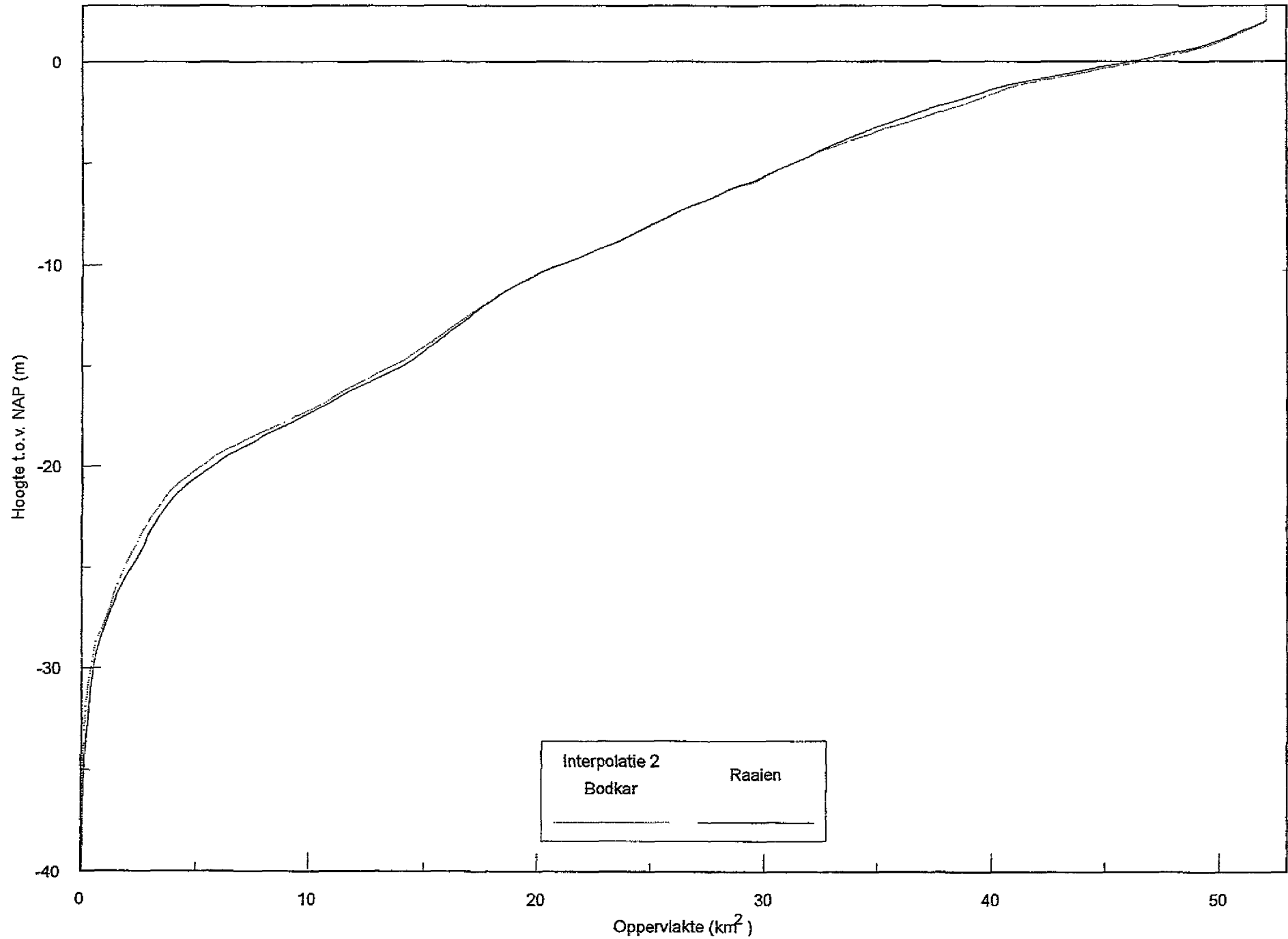
6 Literatuur

- Eijnsbergen, C. (1993)**, Nauwkeurighedsanalyse van dieptegegevens in de Westerschelde. Afstudeerscriptie, Faculteit der Geodesie, Technische Universiteit Delft.
- Eysink, W.D. en E.J. Biegel (1992)**, Impact of sea level rise on the morphology of the Wadden Sea in the scope of its ecological function, ISOS*2 Project, Phase 2. Investigations on morphological relations, Delft Hydraulics, H1300, Sept. 1992.
- Huijs, S.W.E. (1993)**, Geulmigratie op de Buitendelta, Het Friese zeegat en het Amelanders Gat, Met bijdrage van J.J.P. Lambeek. Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek Utrecht, R 93-1.
- Svasek (1993)**, Drempelonderzoek Westerschelde, Eerste voortgangrapport. Ingenieursbureau Svasek b.v. Project nr. 940.



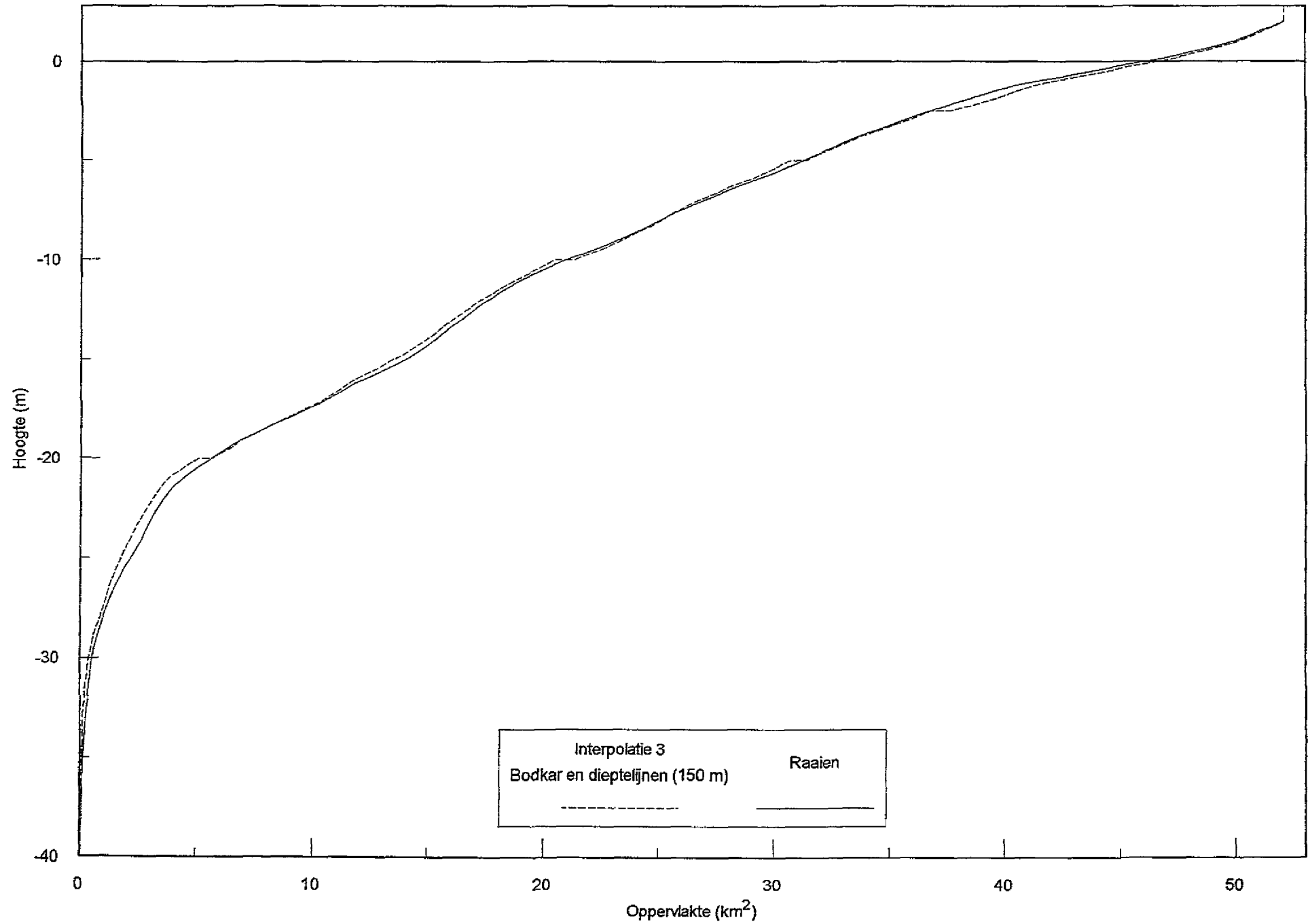
Figuur 2.1

Komberging vak 3 1985



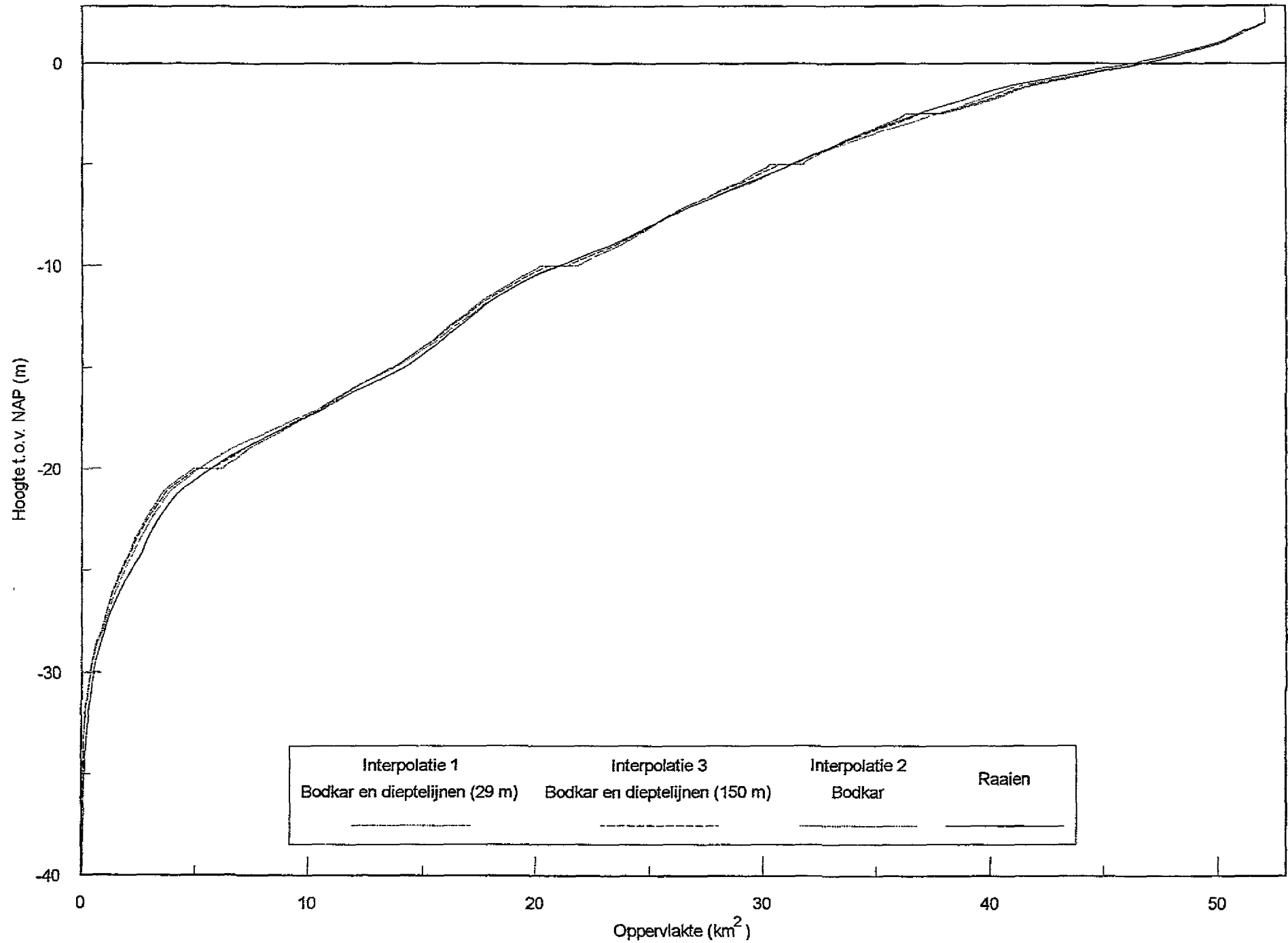
Figuur 2.2

Komberging vak 3 1985

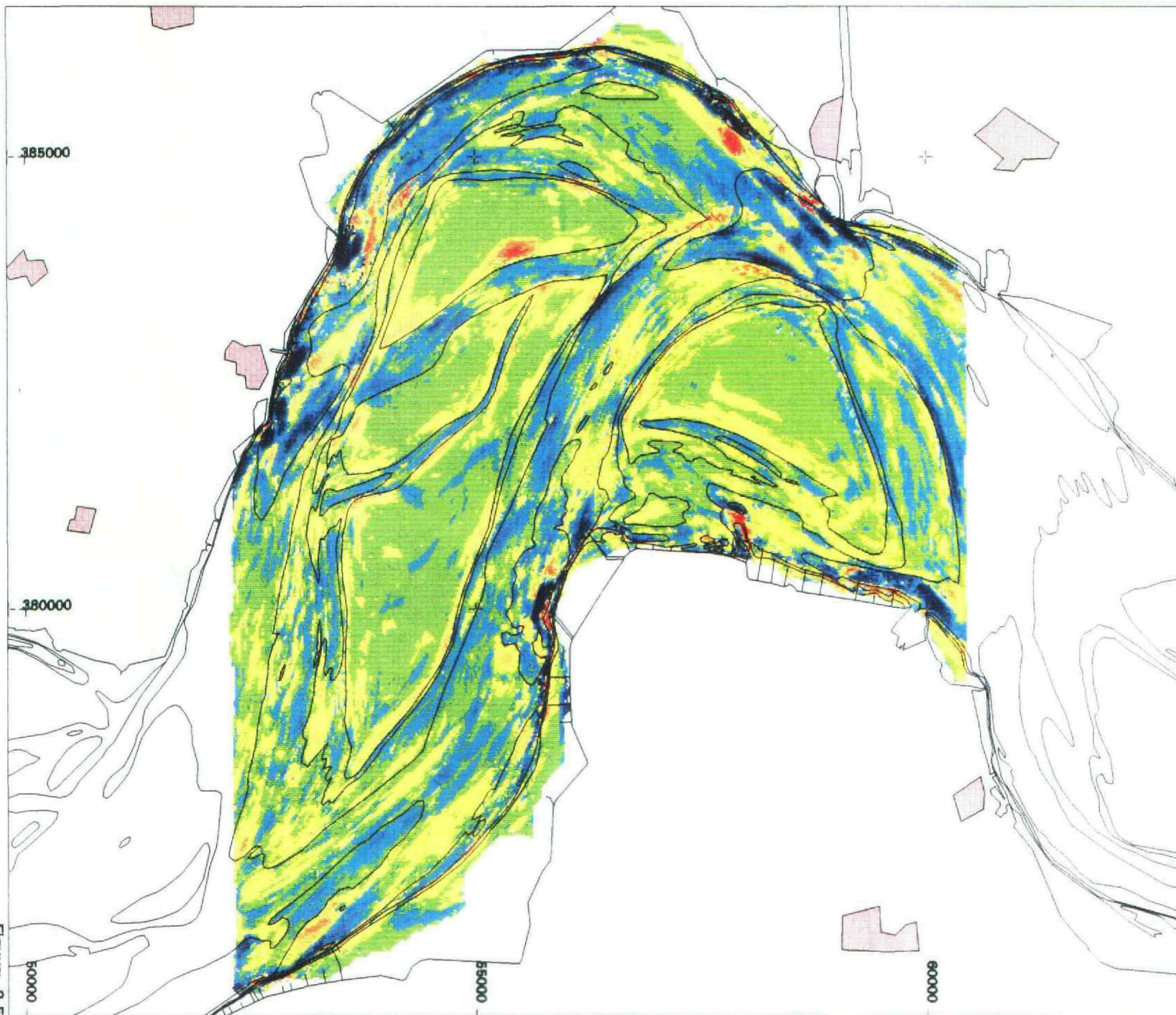


Figuur 2.3

Komberging vak 3 1985



Figuur 2.4



Westerschelde R - BD

R - BD mean -8.7

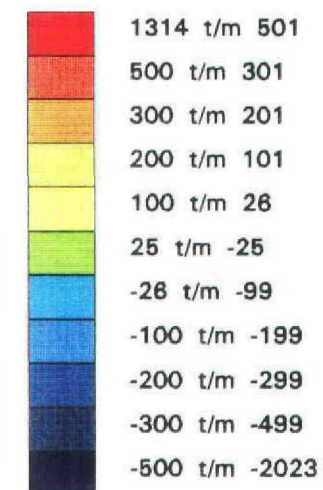
|R - BD| mean 56.7

R geïnterpoleerde lodingsraalen
BD geïnterpoleerde diepte-
lijnen en Bodkarpunten

Diepte is negatief !

Legenda

cm



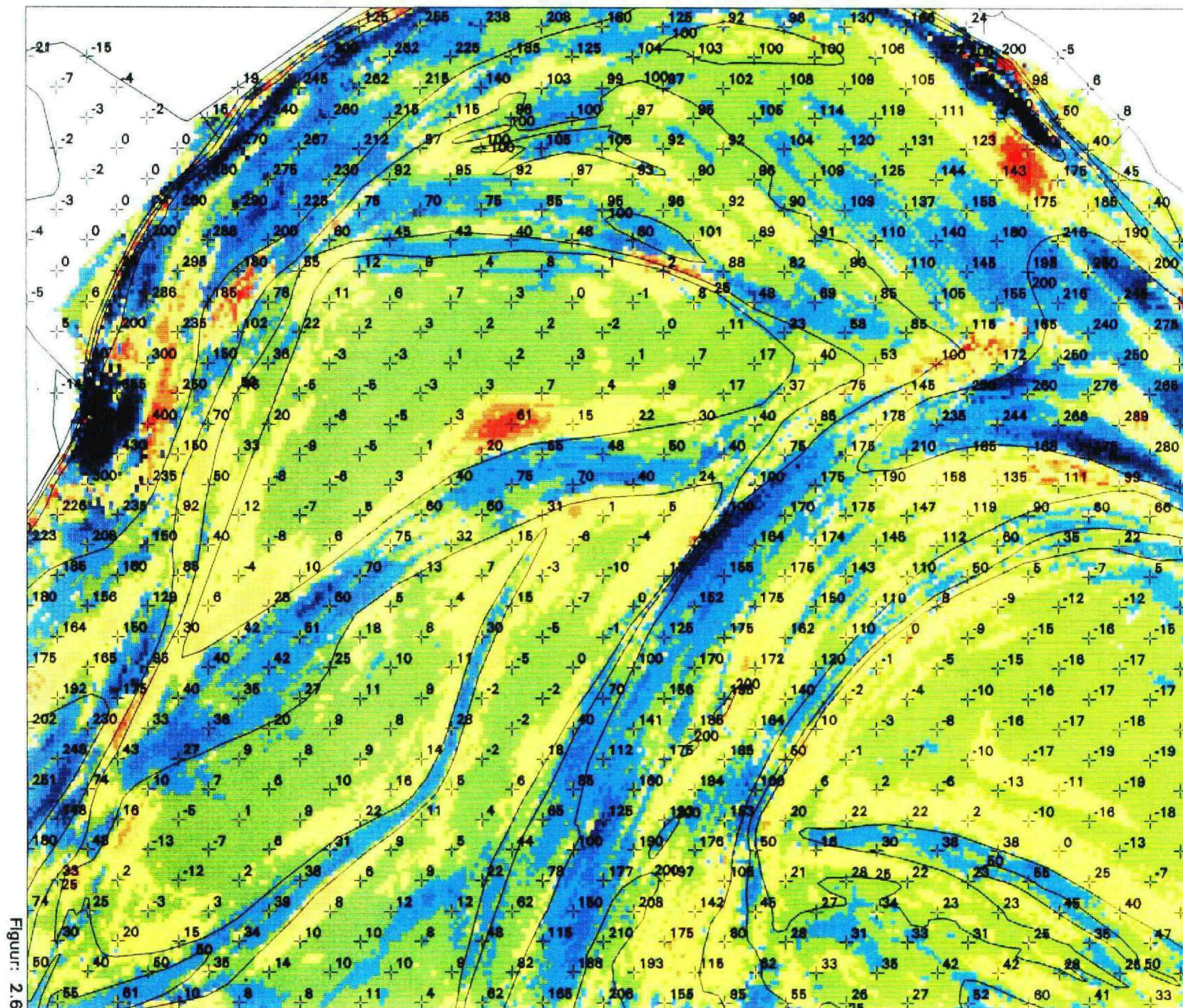
Scale: 1:60000

Oostwest



Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



Westerschelde R - BD

R - BD mean -8.7

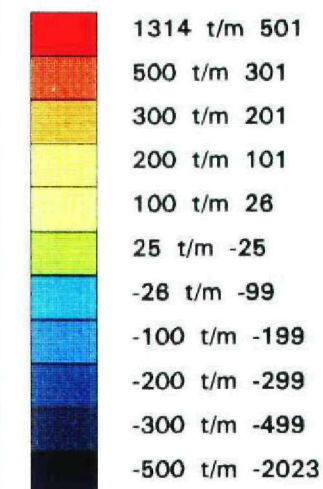
|R - BD| mean 56.7

R geïnterpoleerde lodingsraaien
BD geïnterpoleerde diepte-
lijnen en Bodkarpunten

Diepte is negatief !

Legenda

cm



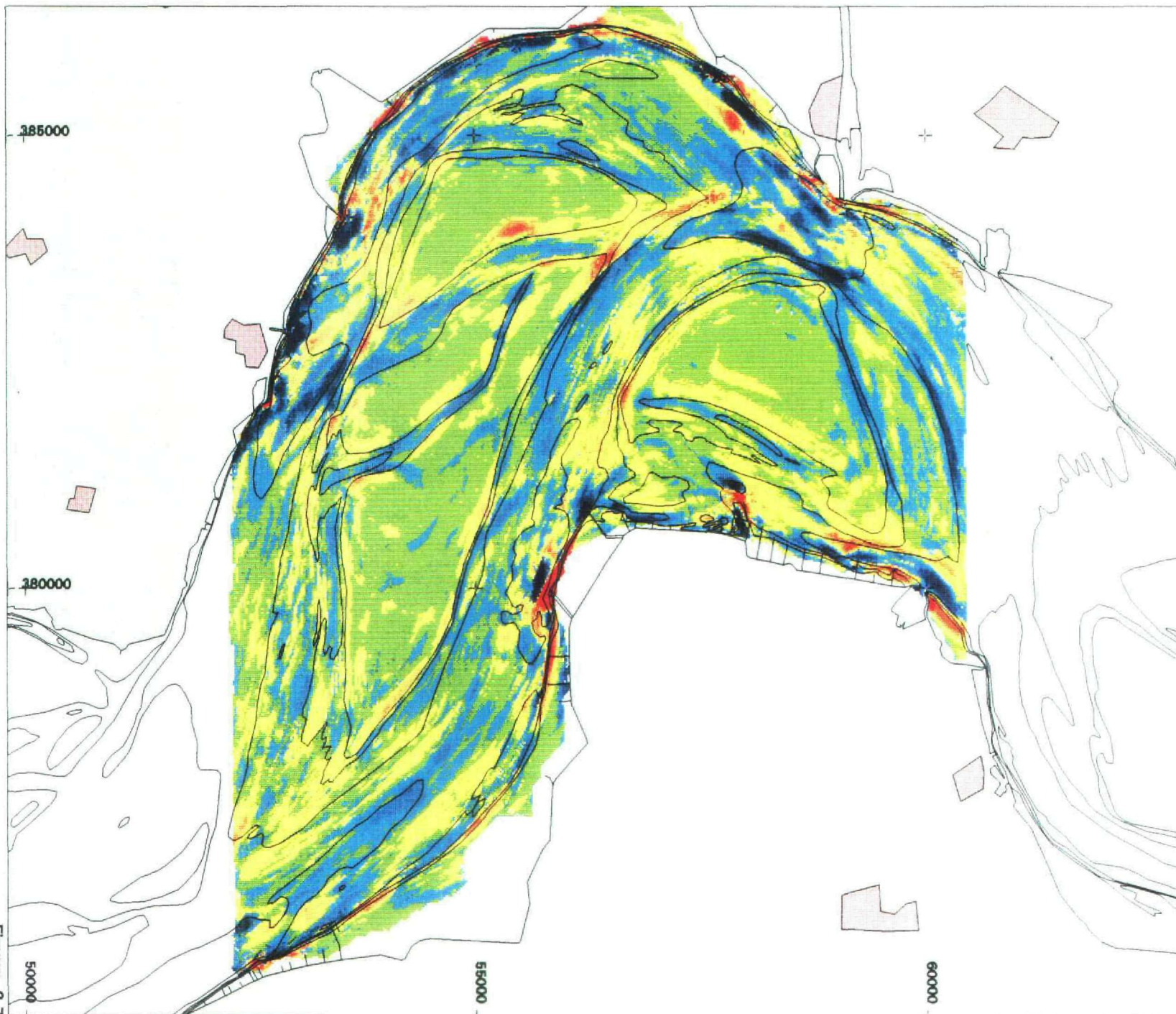
Scale: 1:25000

Oostwest



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



Westerschelde R - B

R - B mean -5.9

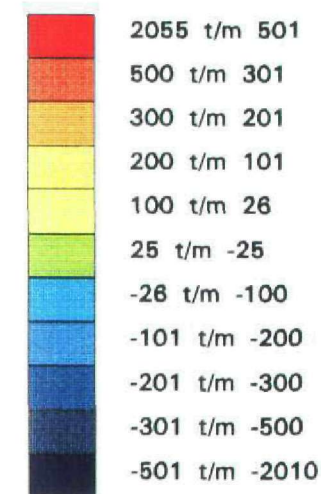
|R - B| mean 67.6

R geïnterpoleerde lodingsraalen
B geïnterpoleerde Bodkarpunten

Diepte is negatief

Legenda

cm



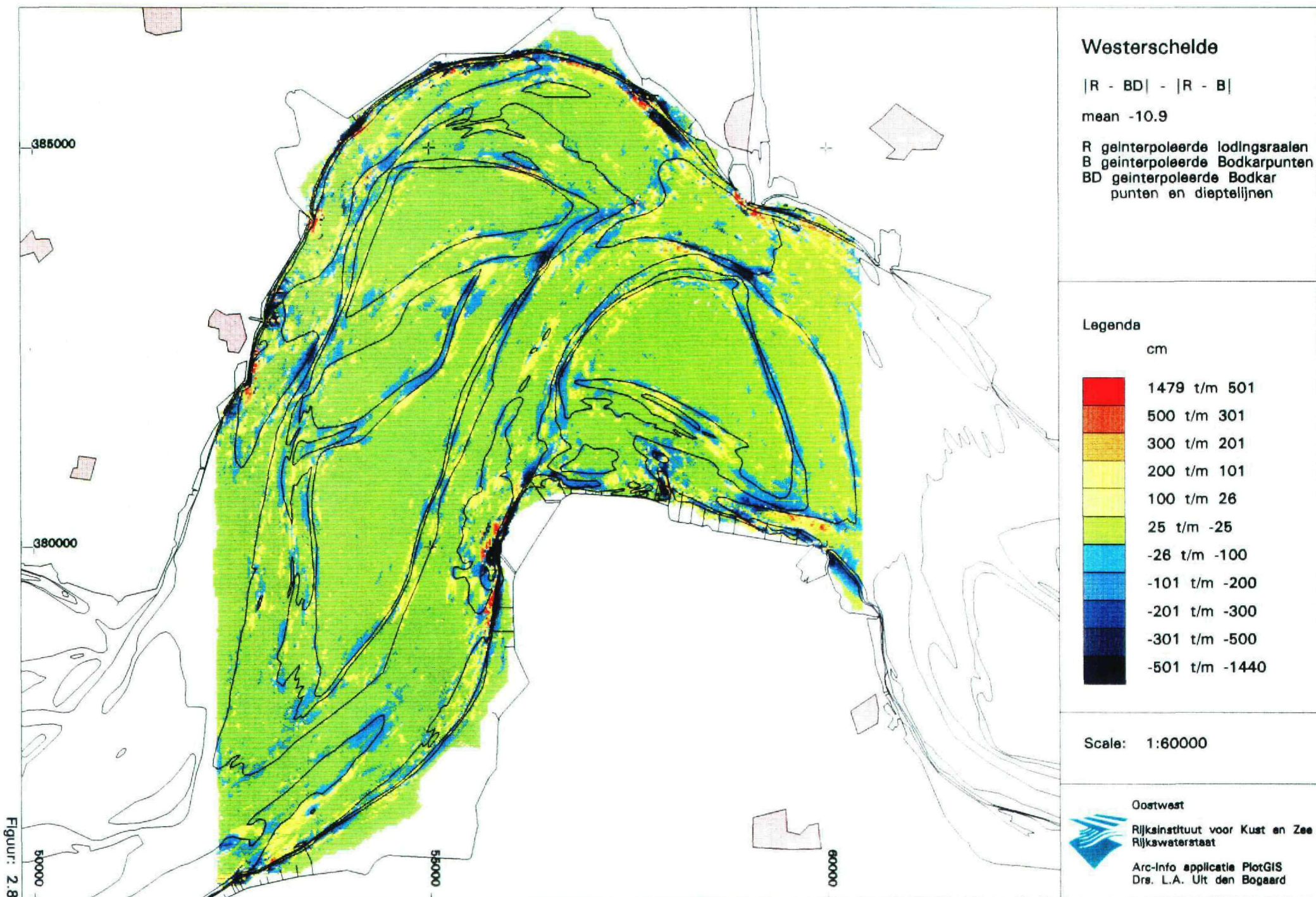
Scale: 1:60000

Oostwest



Rijkswaterstaat voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



Westerschelde

$|R - BD| - |R - B|$

mean -10.9

R geïnterpoleerde lodingsraalen
B geïnterpoleerde Bodkarpunten
BD geïnterpoleerde Bodkar
punten en dieptelijnen

Legenda

cm

1479 t/m	501
500 t/m	301
300 t/m	201
200 t/m	101
100 t/m	28
25 t/m	-25
-26 t/m	-100
-101 t/m	-200
-201 t/m	-300
-301 t/m	-500
-501 t/m	-1440

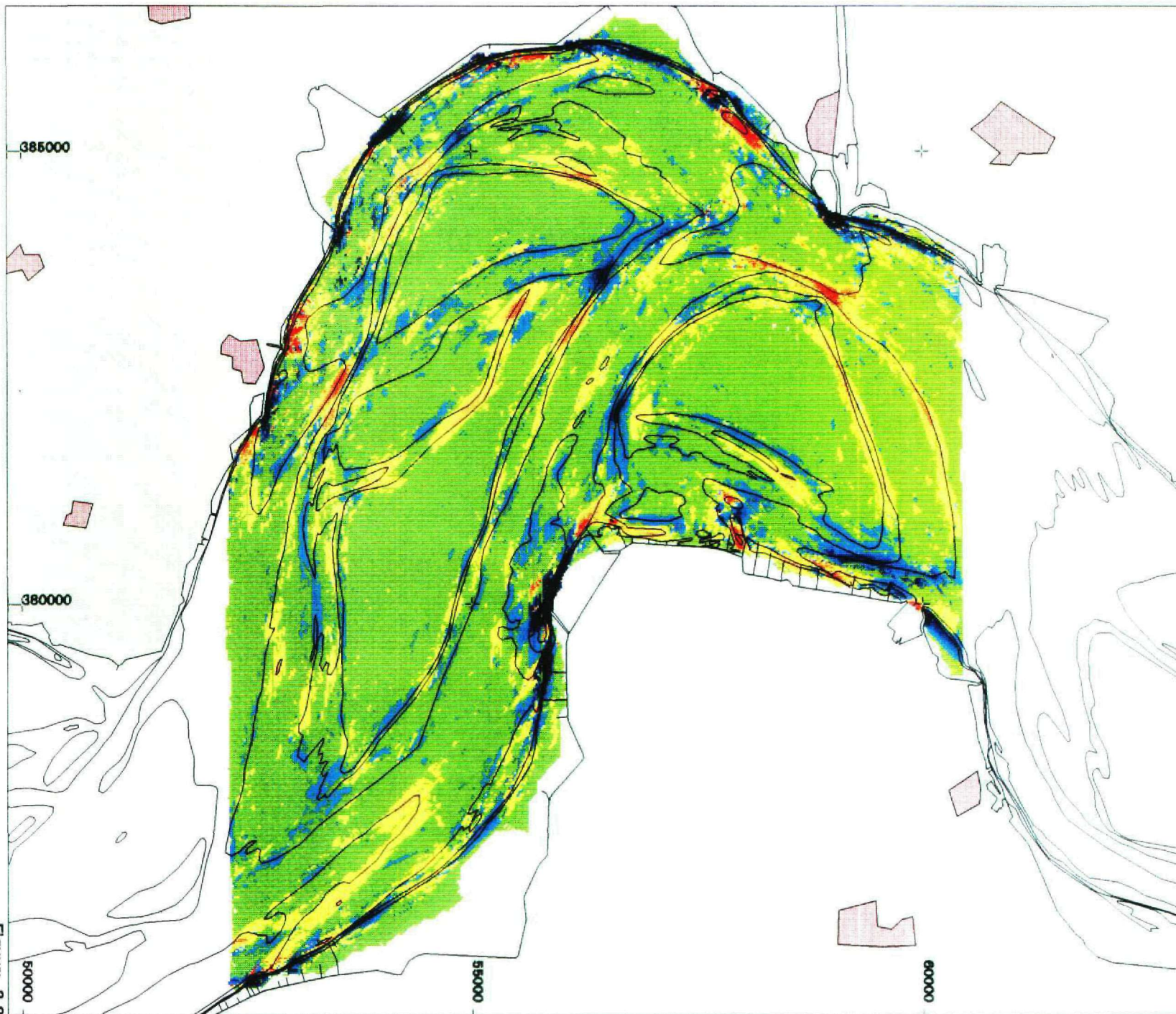
Scale: 1:60000

Oostwest



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



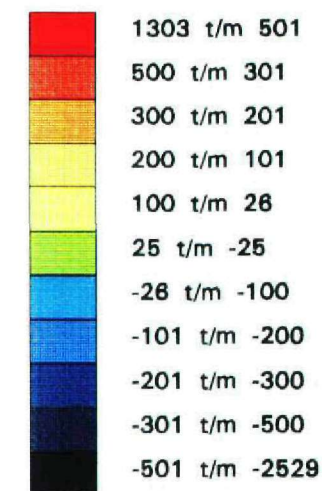
Westerschelde B - BD

mean -2.8

B geïnterpoleerde Bodkarpunten
BD geïnterpoleerde Bodkar
punten en dieptelijnen

Legenda

cm



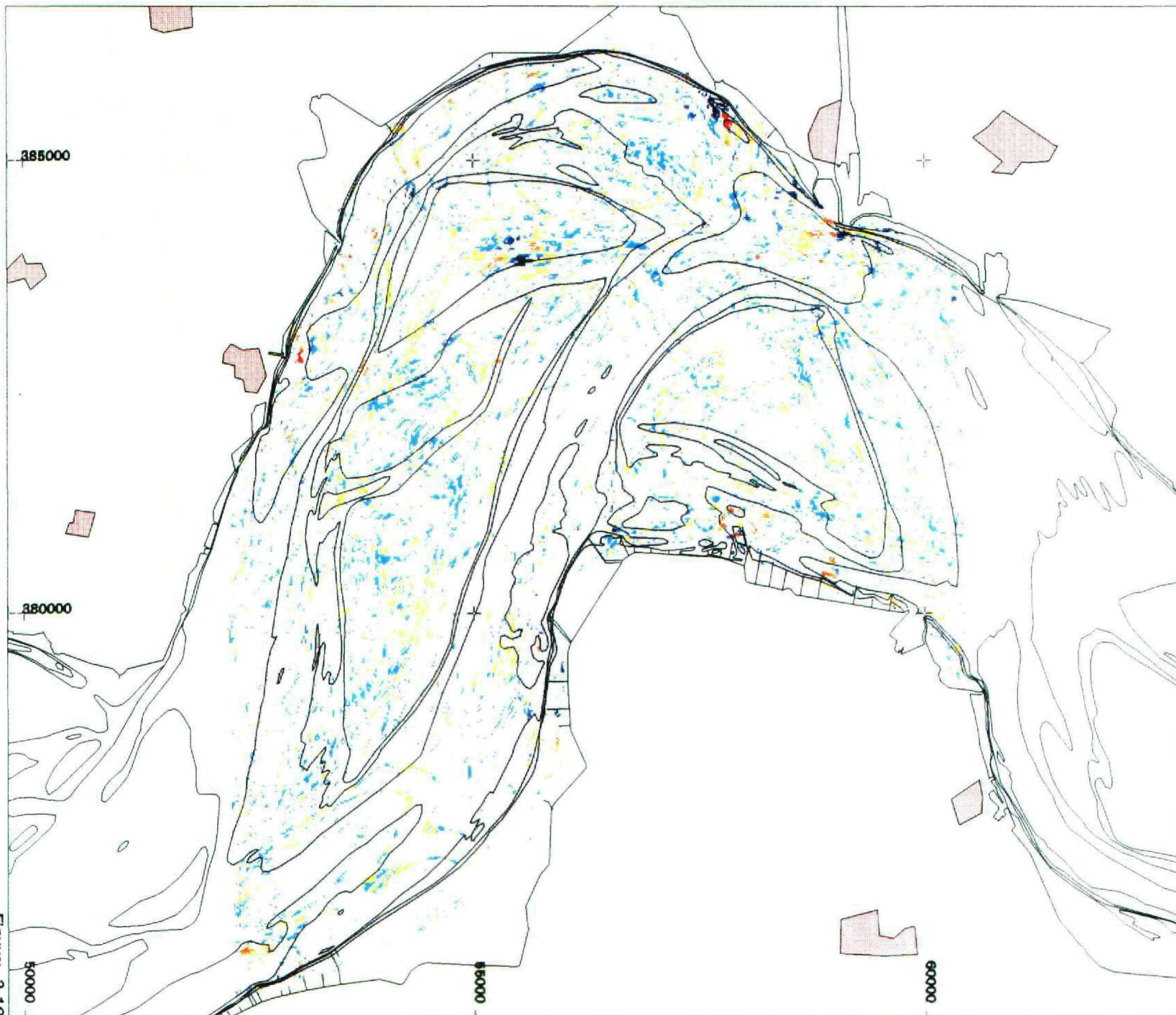
Scale: 1:60000

Oostwest



Rijkswaterstaat
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



Westerschelde 85 v 3

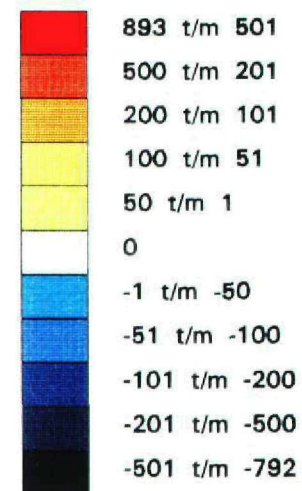
|R - B20| - |R - B17|

mean -0.293 cm

R geïnterpoleerde lodingsraalen
B20 geïnterpoleerde Bodkar-
punten, zoekstraal 20
B17 idem, zoekstraal 17

Legenda

cm



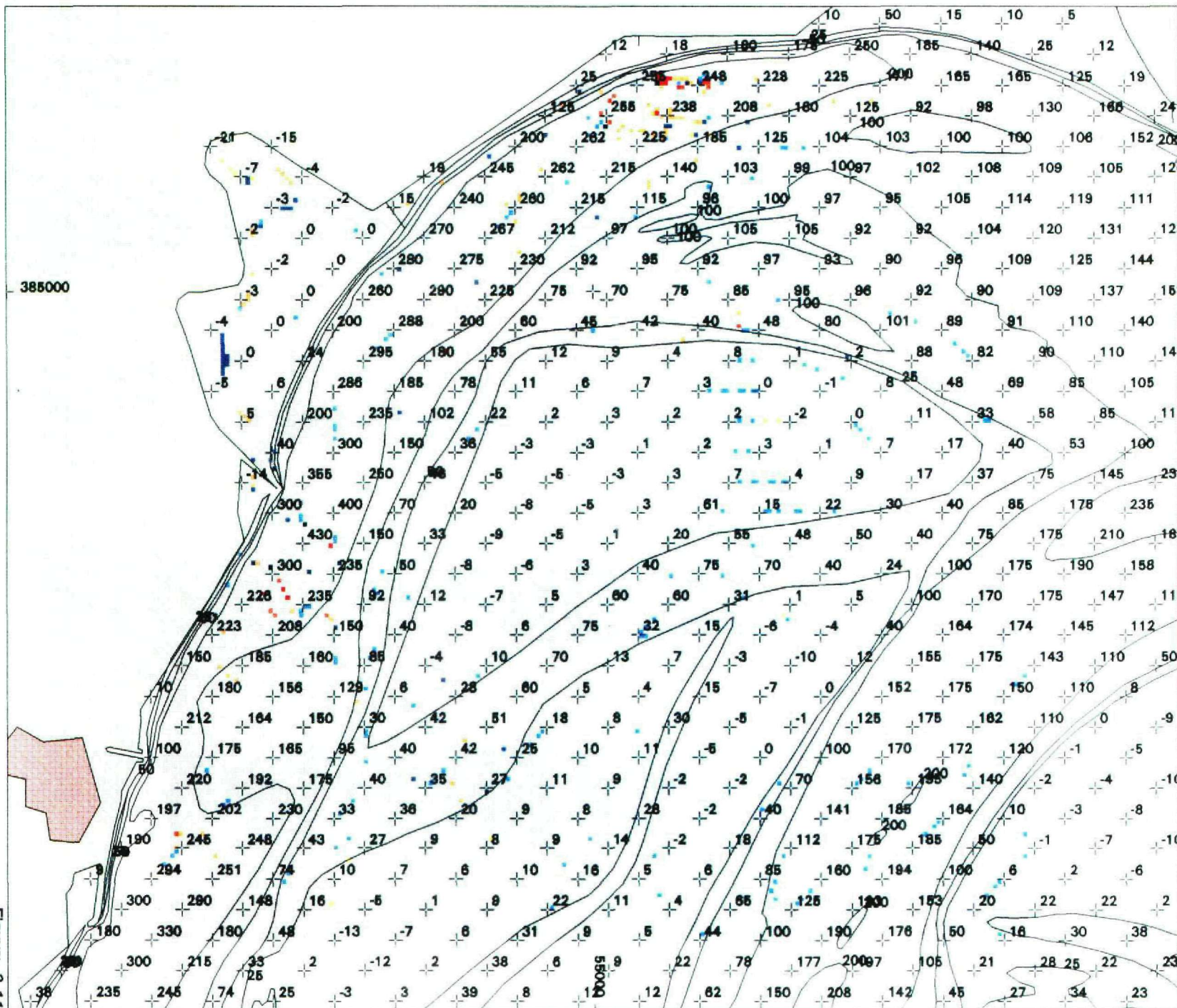
Scale: 1:60000

Oostwest



Rijkswaterstaat voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



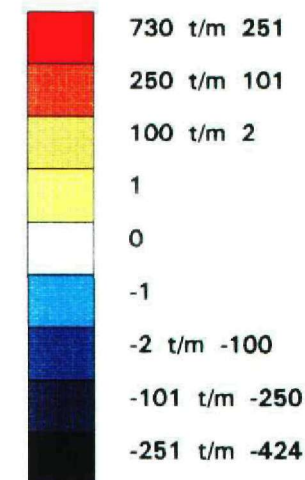
Westerschelde 85 v 3

Verschil interpolaties:
TPD - DGW
mean 0.183 cm

Oorspronkelijke Bodkarpunten
en dieptelijnen in dm

Legenda

cm



Scale: 1:25000

Oostwest

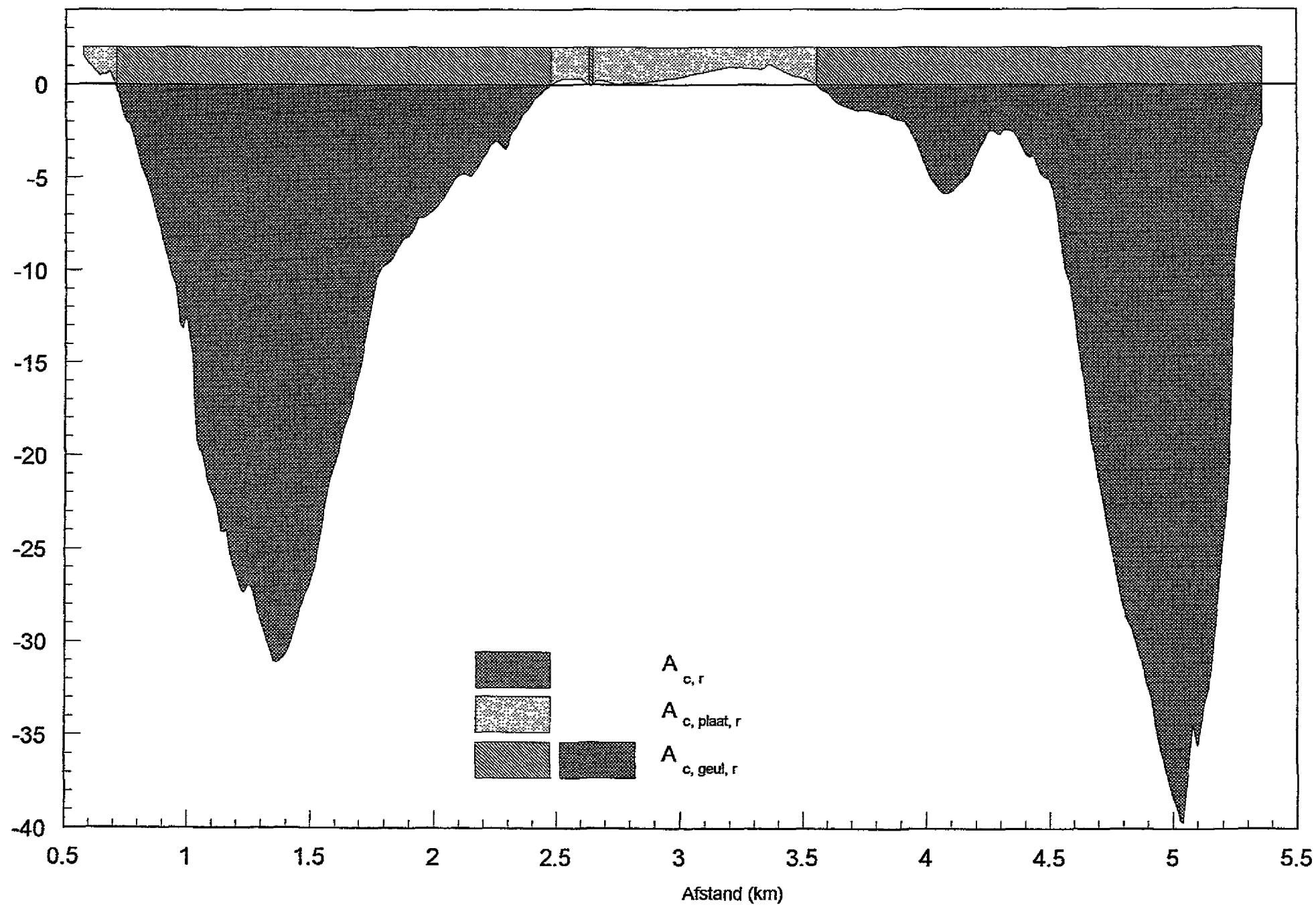


Rijkswaterstaat voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Definitie schets oppervlakken dwarsdoorsnede estuarium

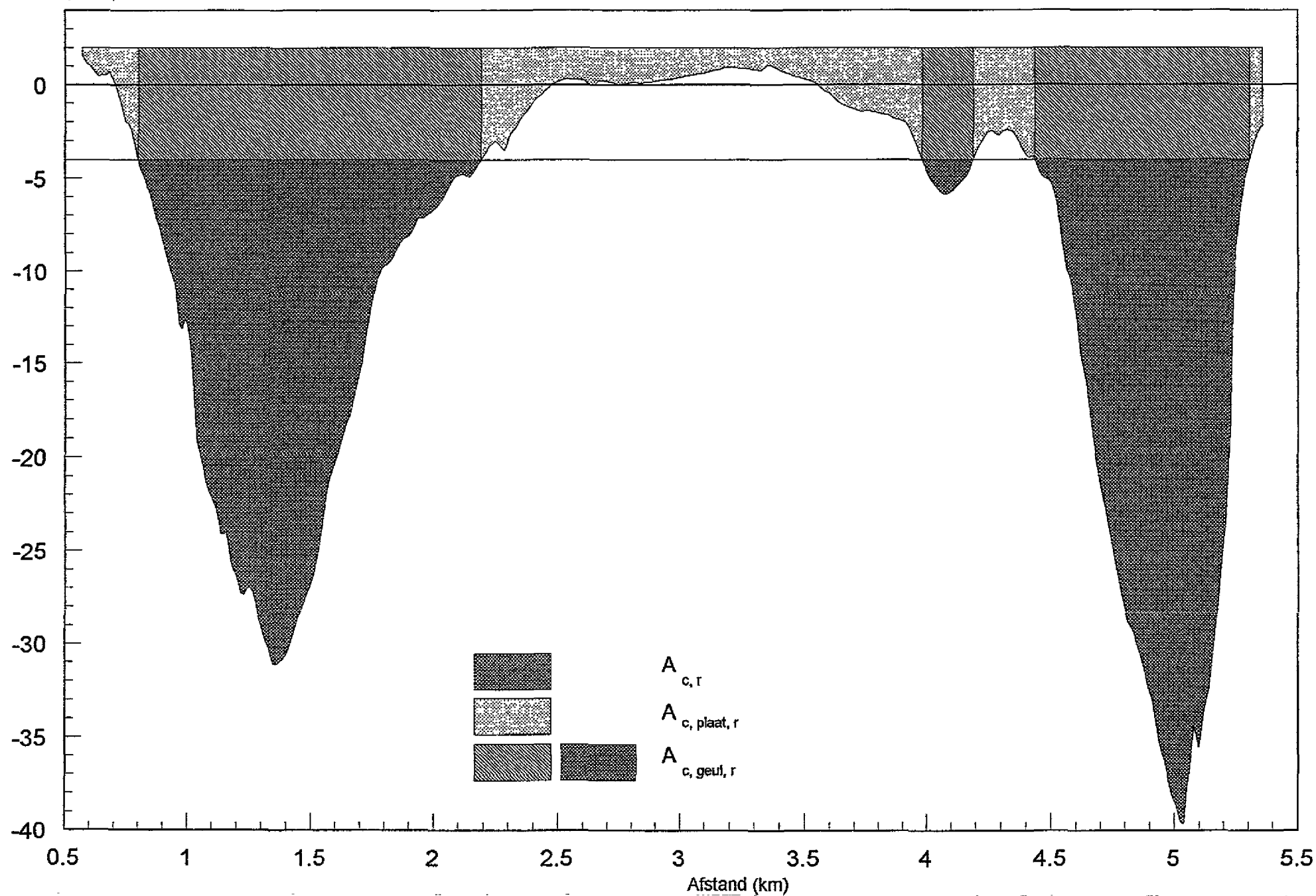
$r = 0$



Figuur 3.1

Definitie schets oppervlakken dwarsdoorsnede estuarium

$r = -4$

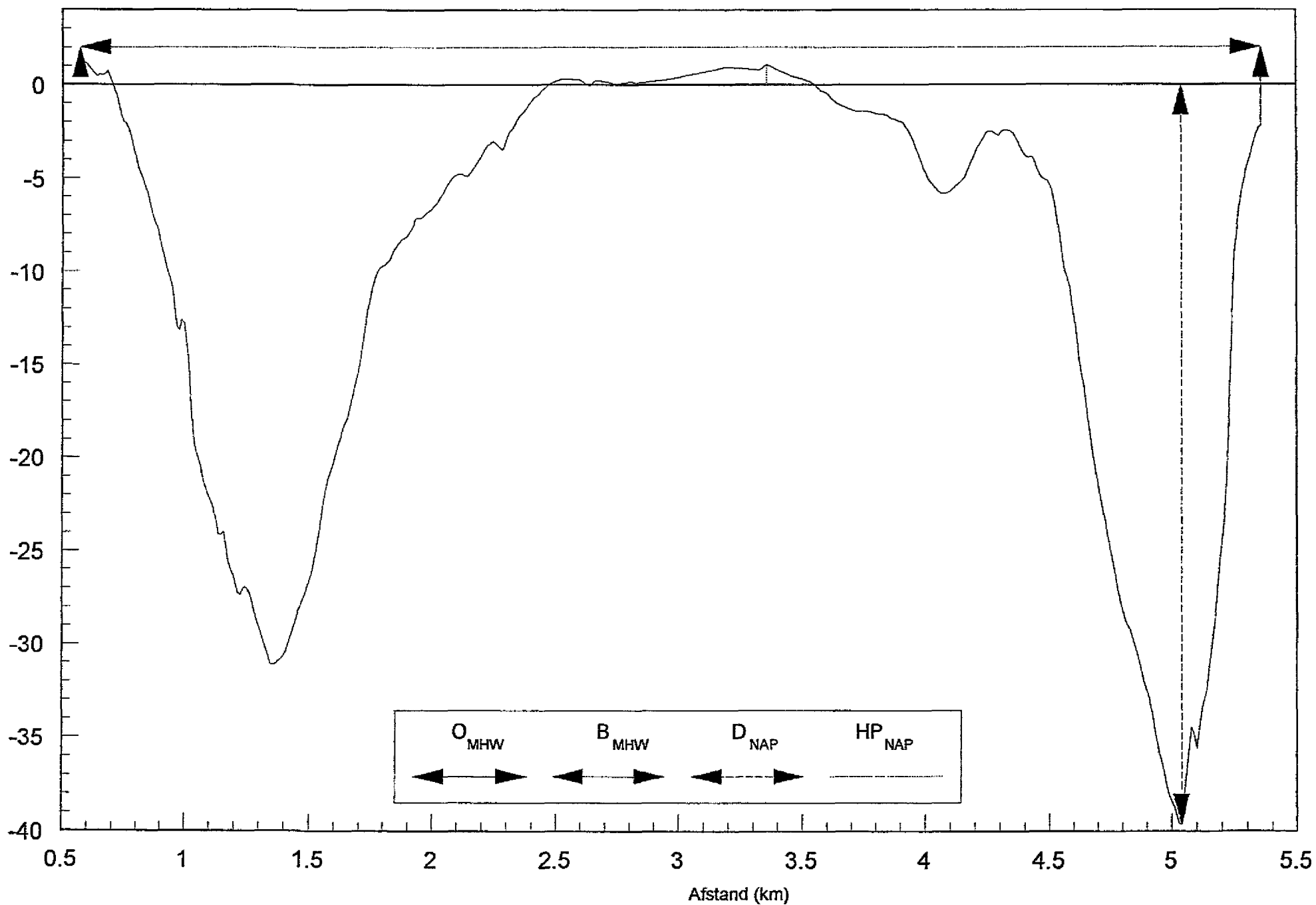


Figuur 3.2

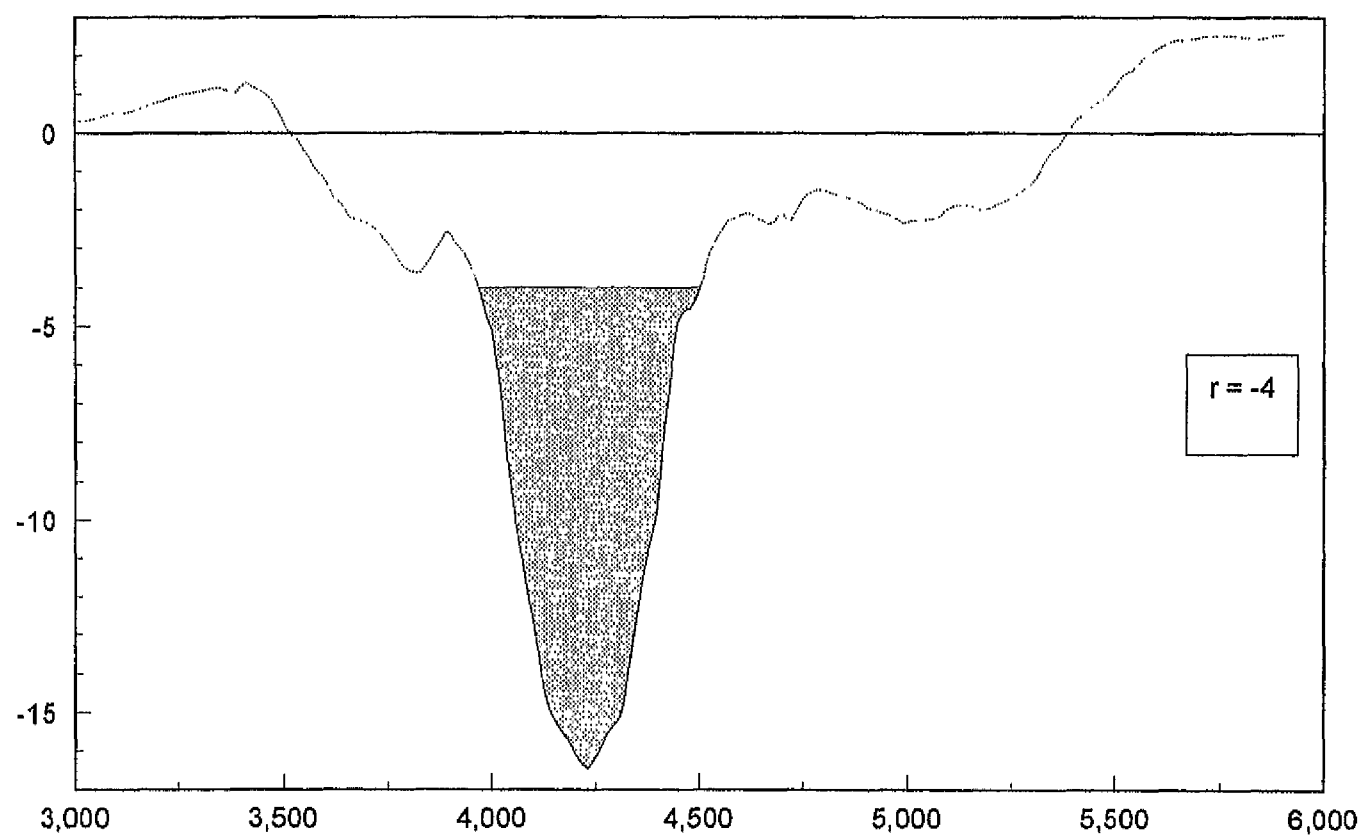
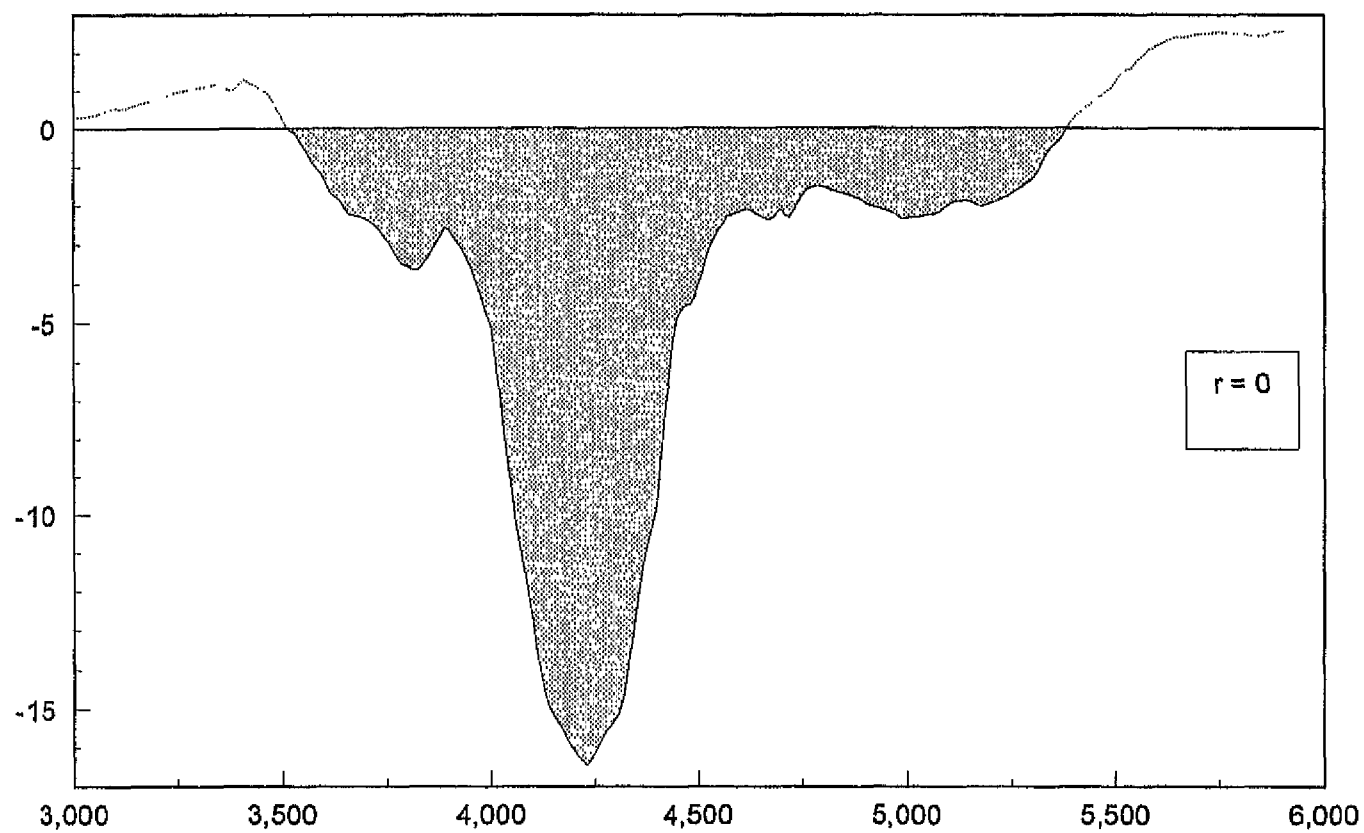
Definitie schets overige parameters dwarsdoorsnede estuarium

MHW = +2m

Figuur 3.3

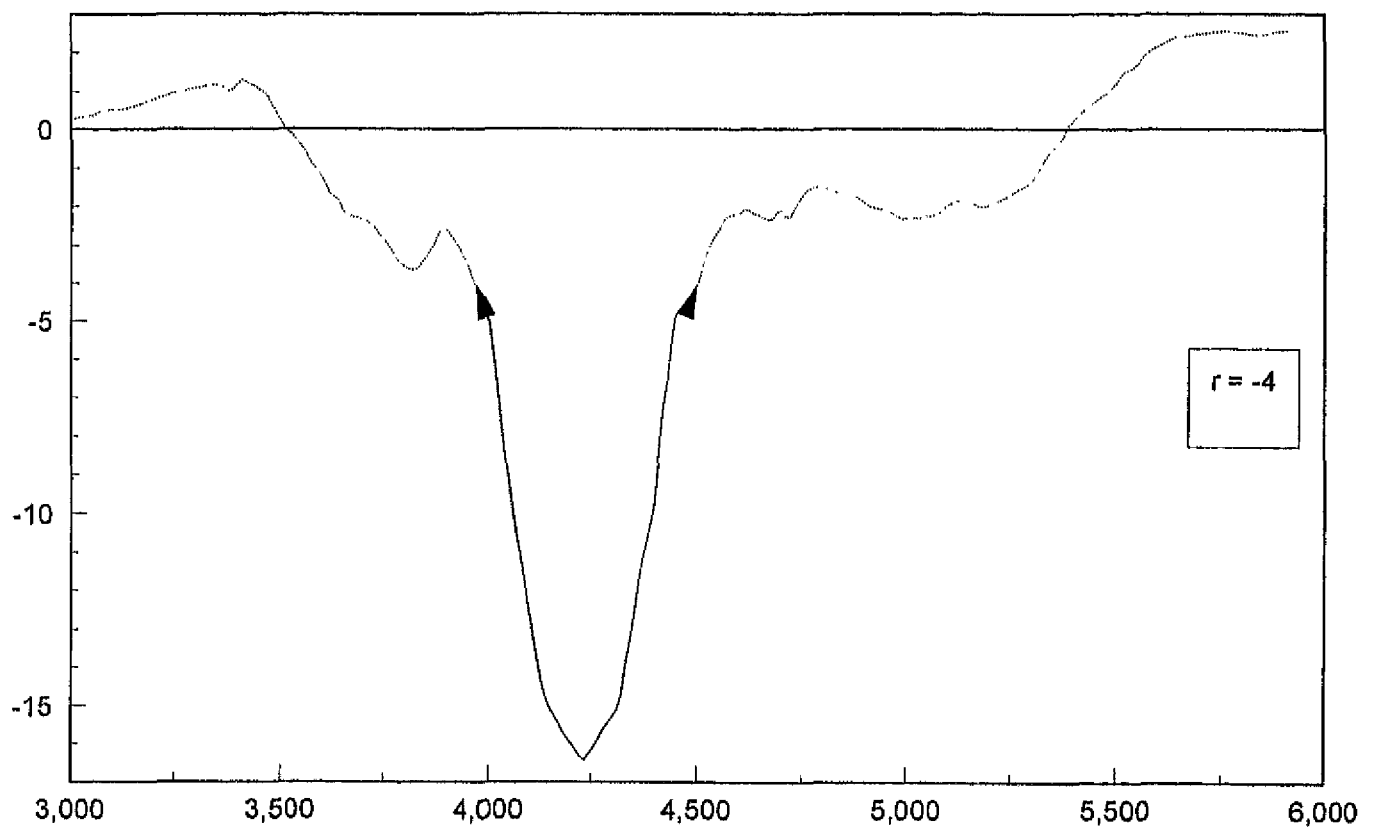
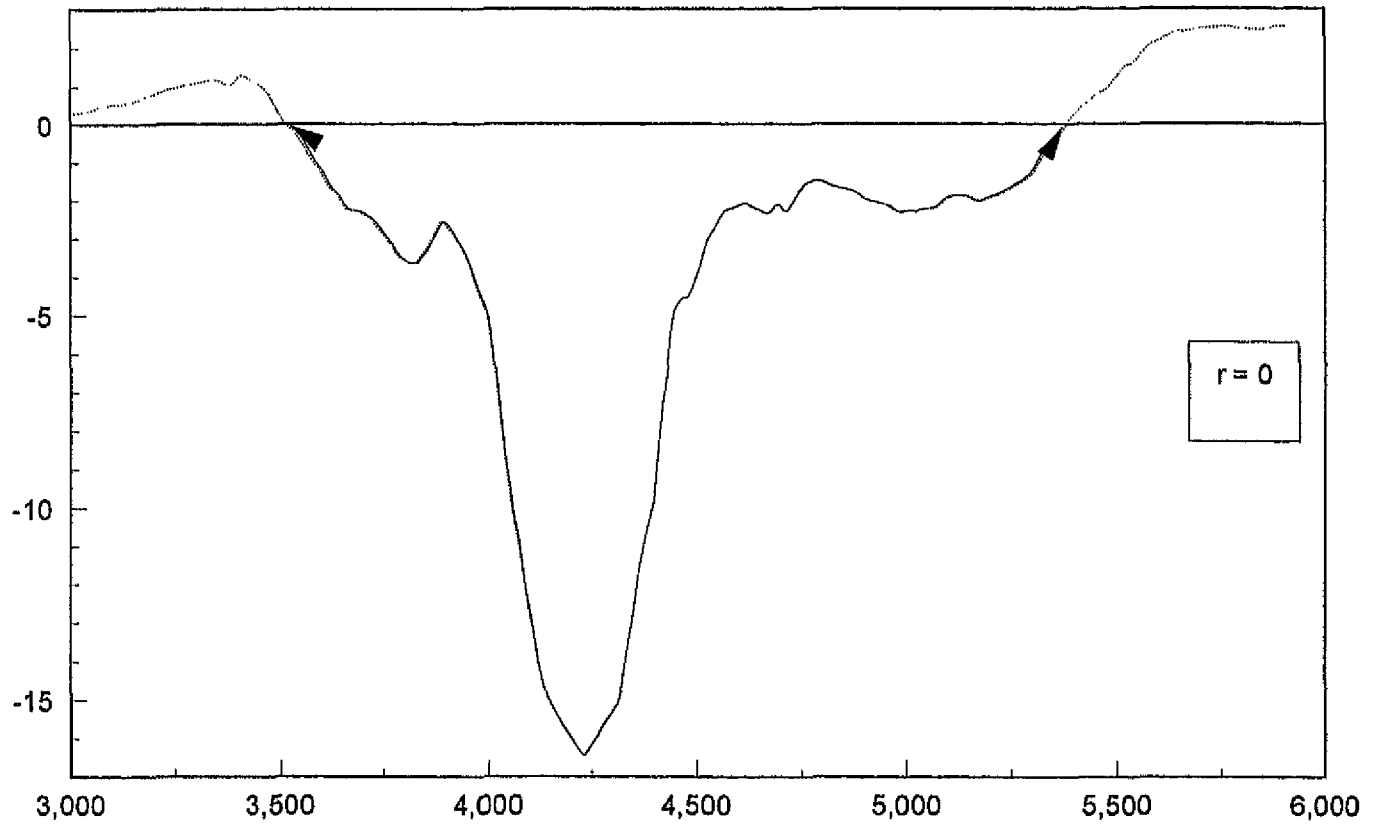


Doorstroom oppervlak ($A_{c,r}$)



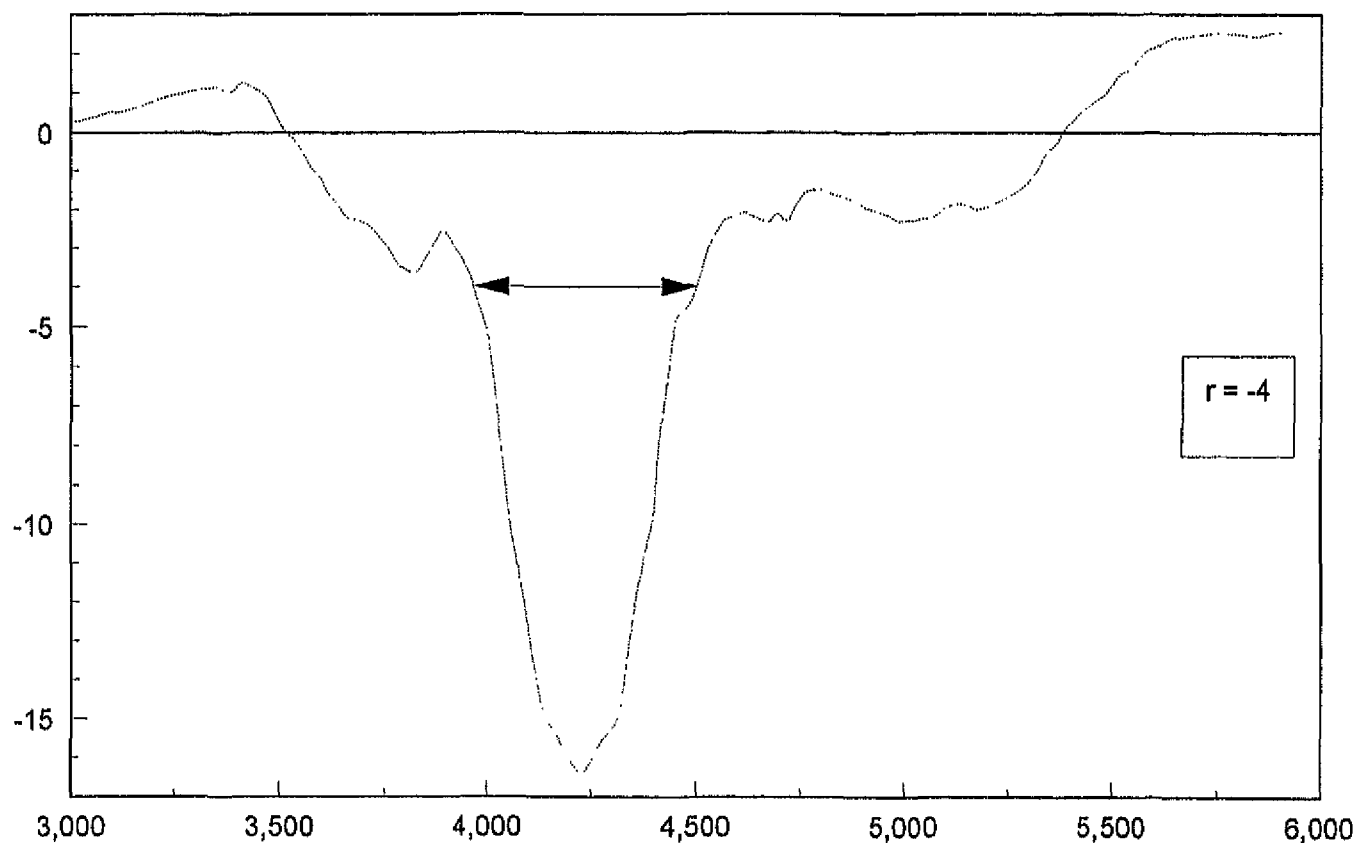
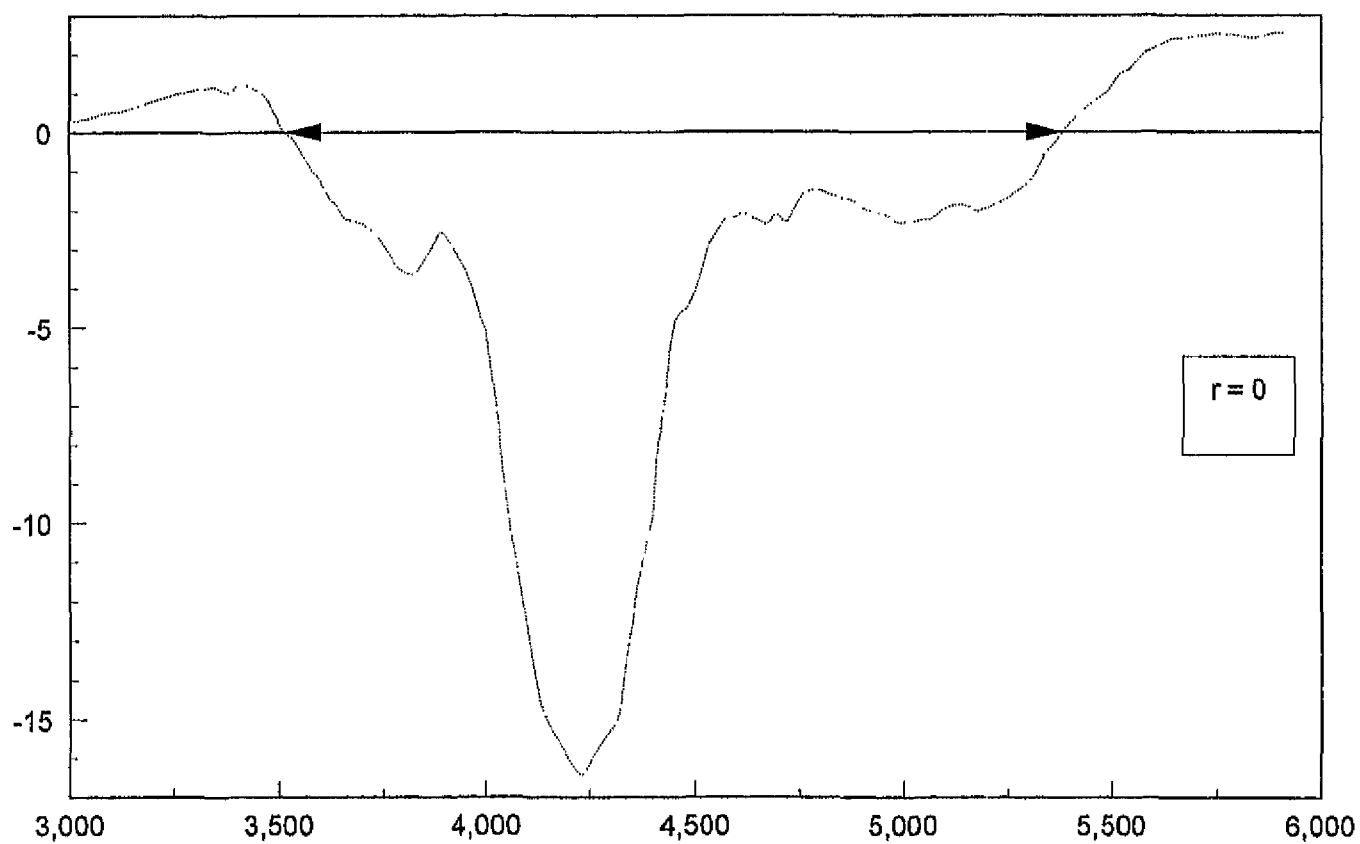
Figuur 3.4

Natte omtrek geul (O_r)



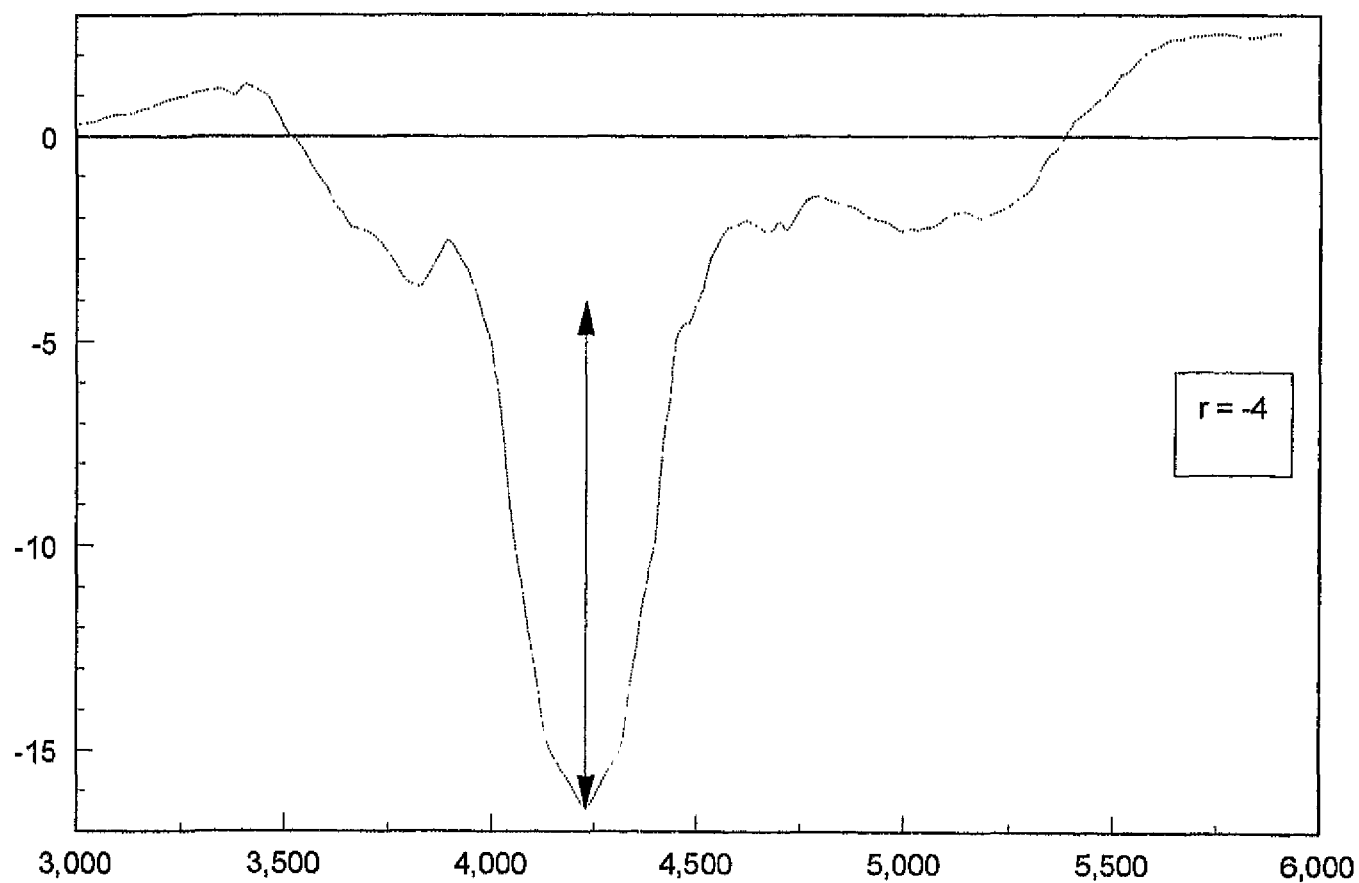
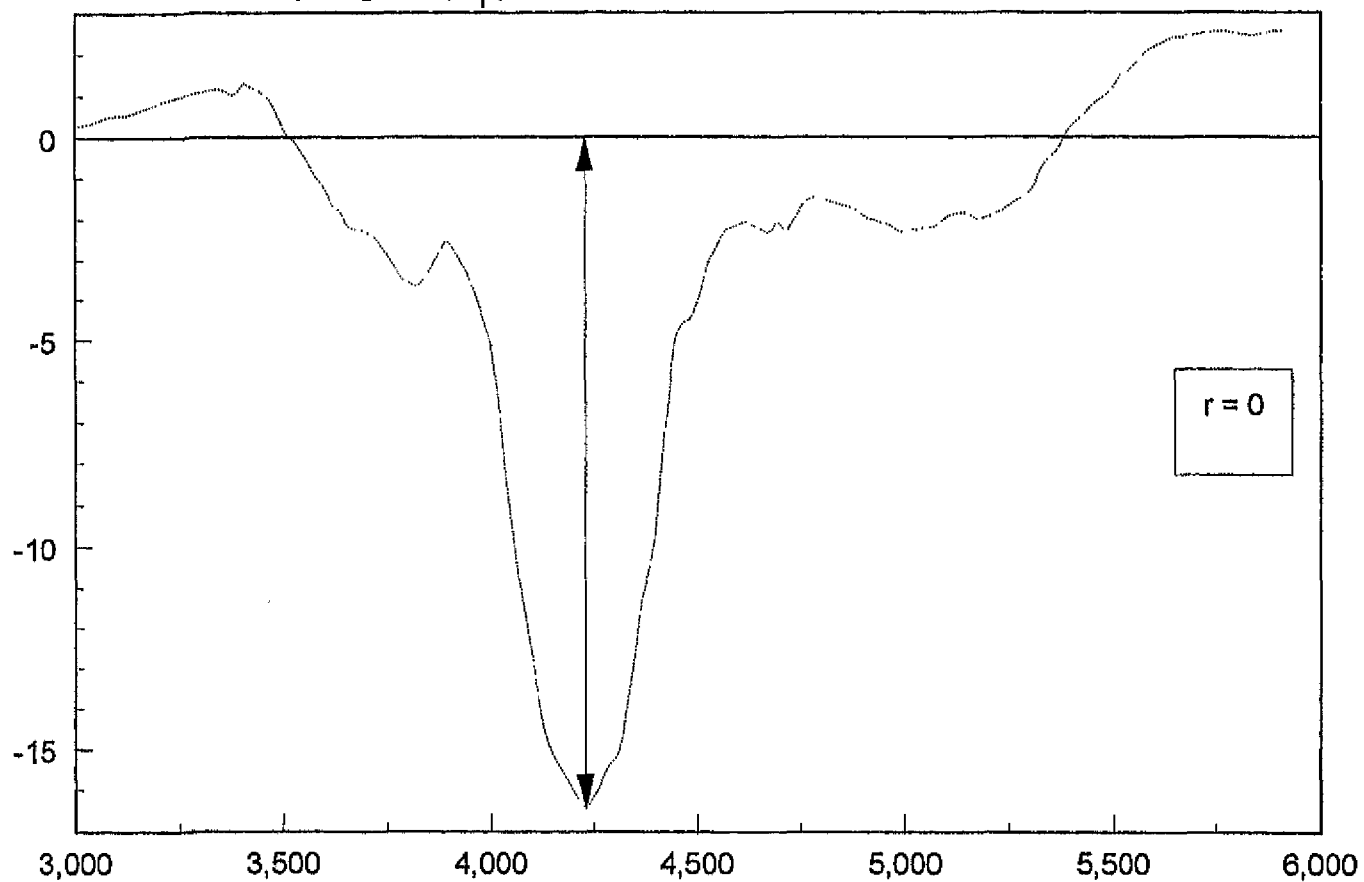
Figuur 3.5

Breedte geul (B_r)



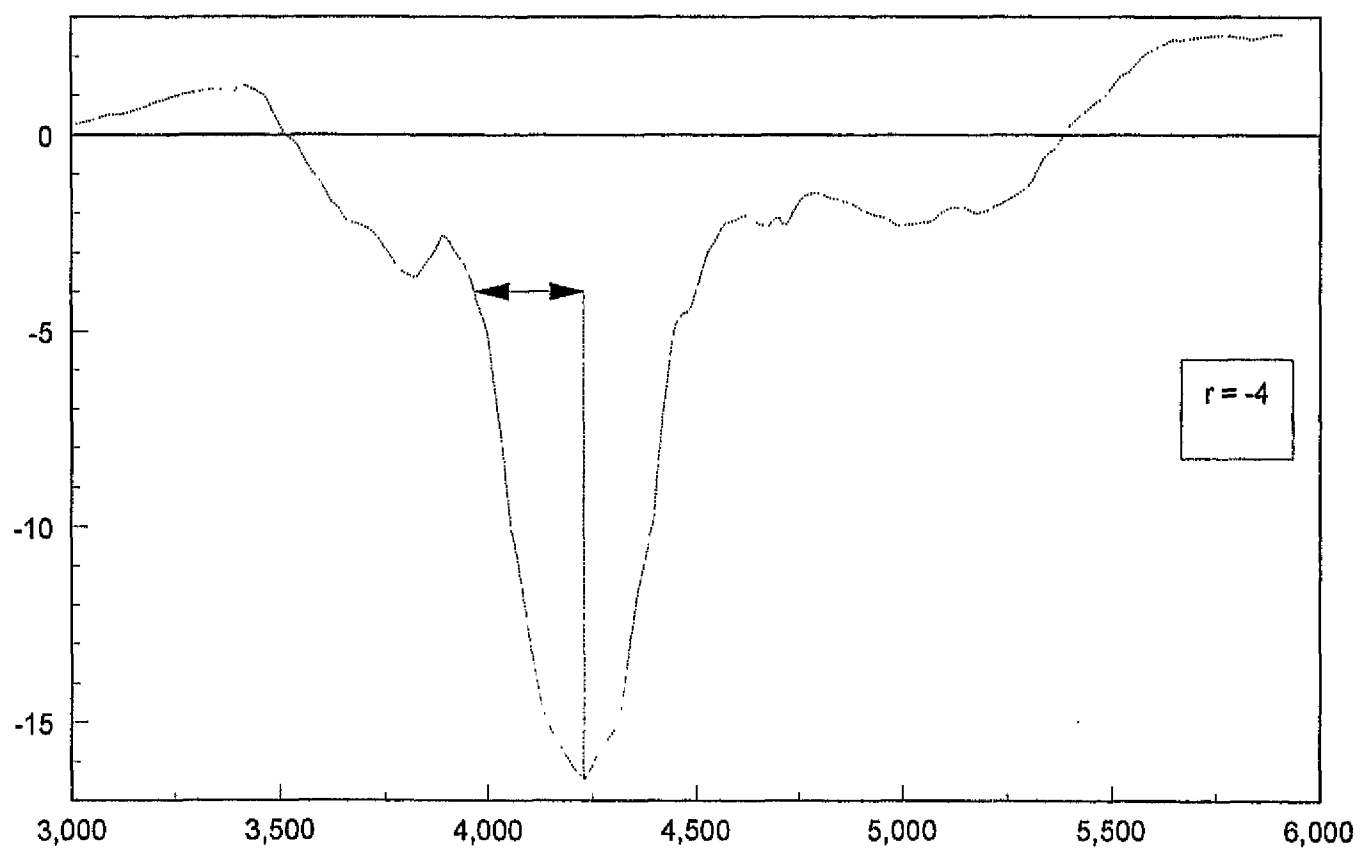
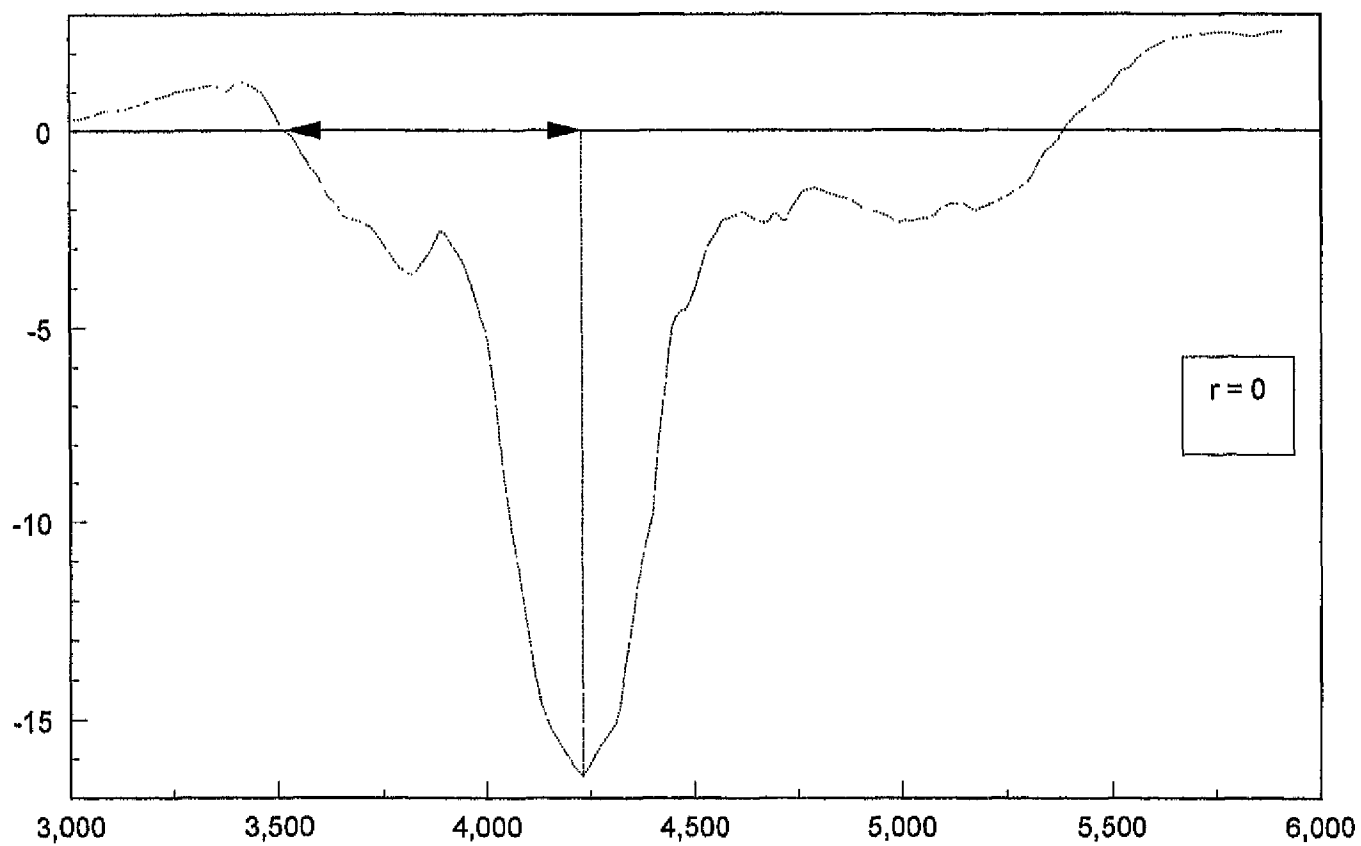
Figuur 3.6

Maximale diepte geul (D_r)



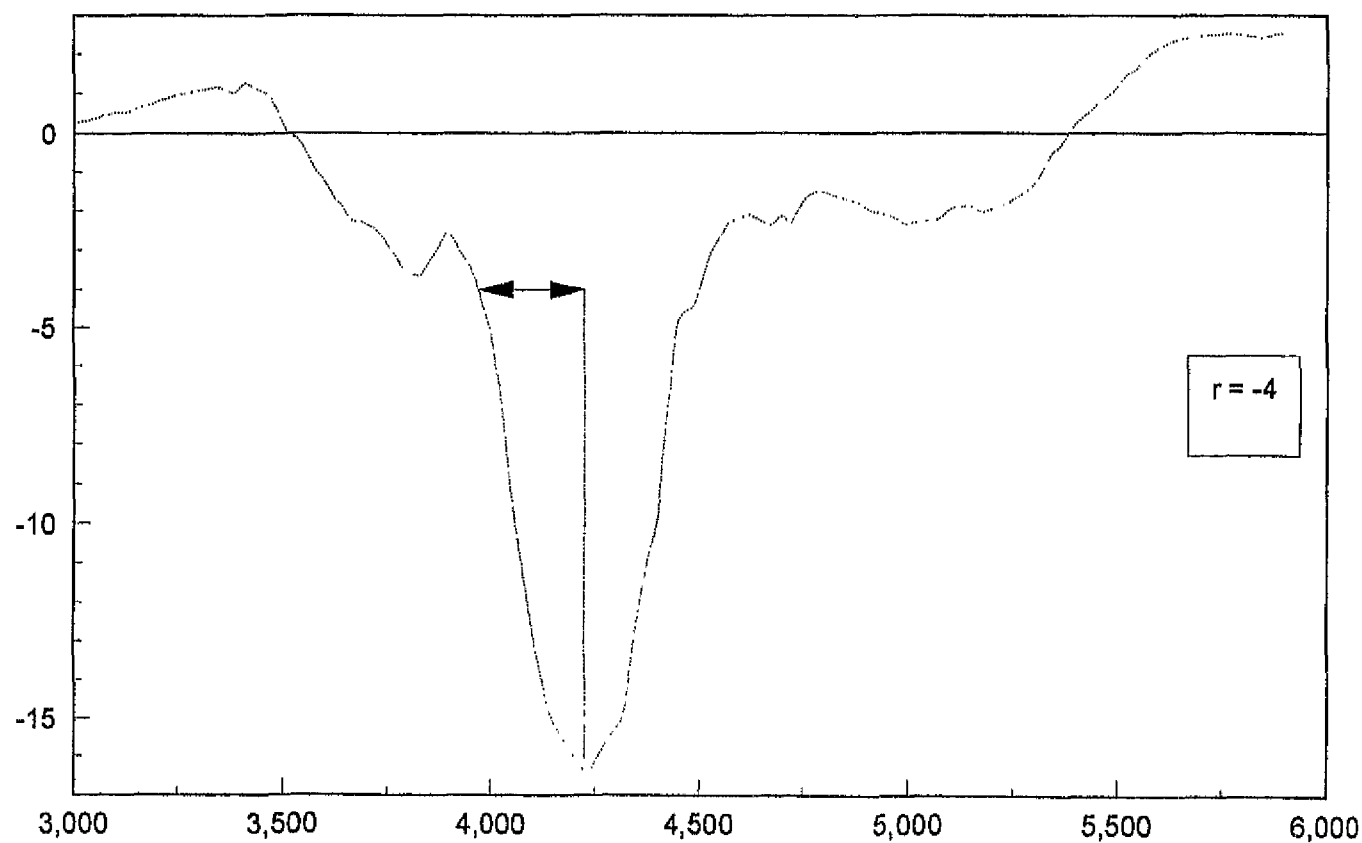
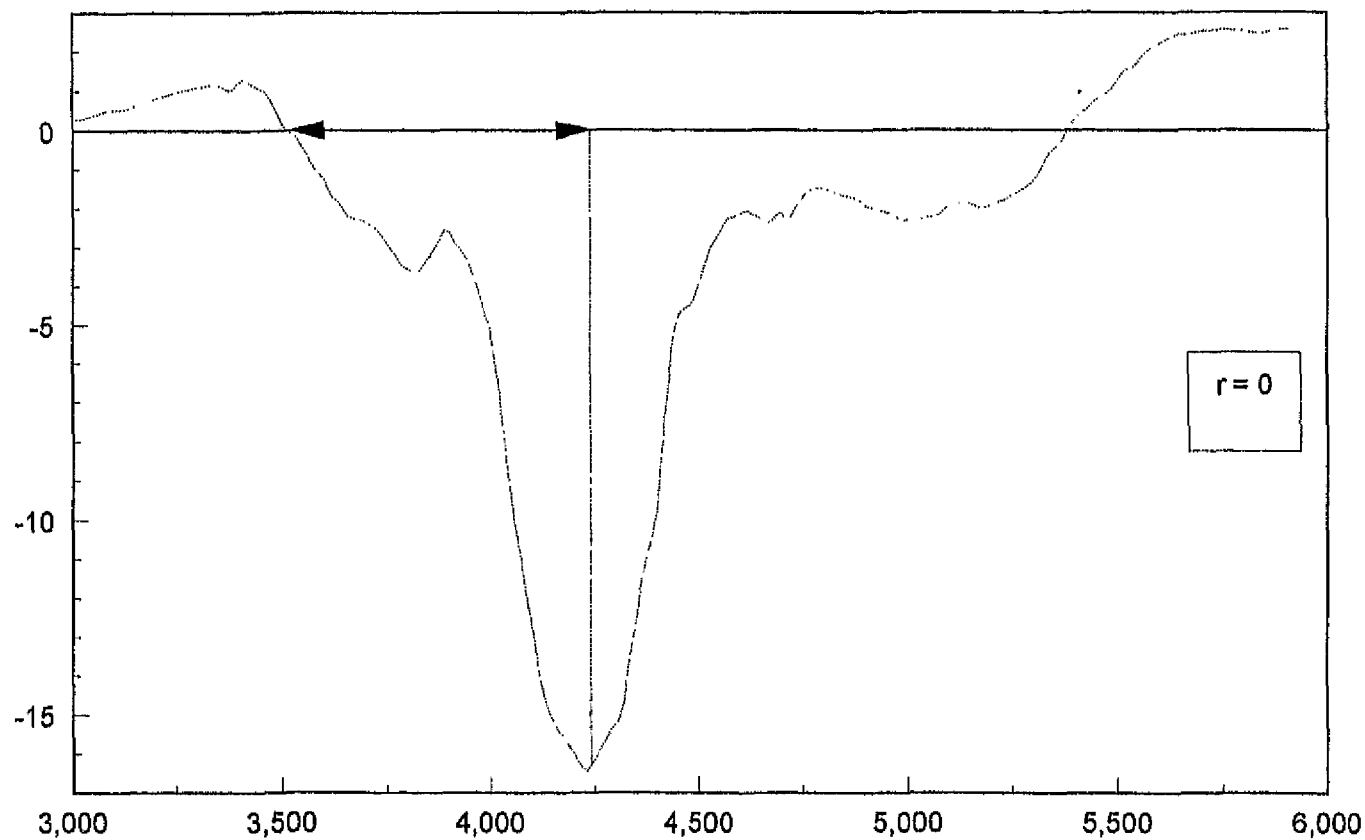
Figuur 3.7

Ligging diepste punt ($AS_{D,r}$)

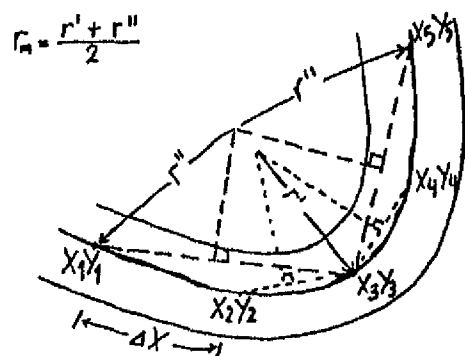


Figuur 3.8

Ligging zwaartepunt ($AS_{Ac, r}$)

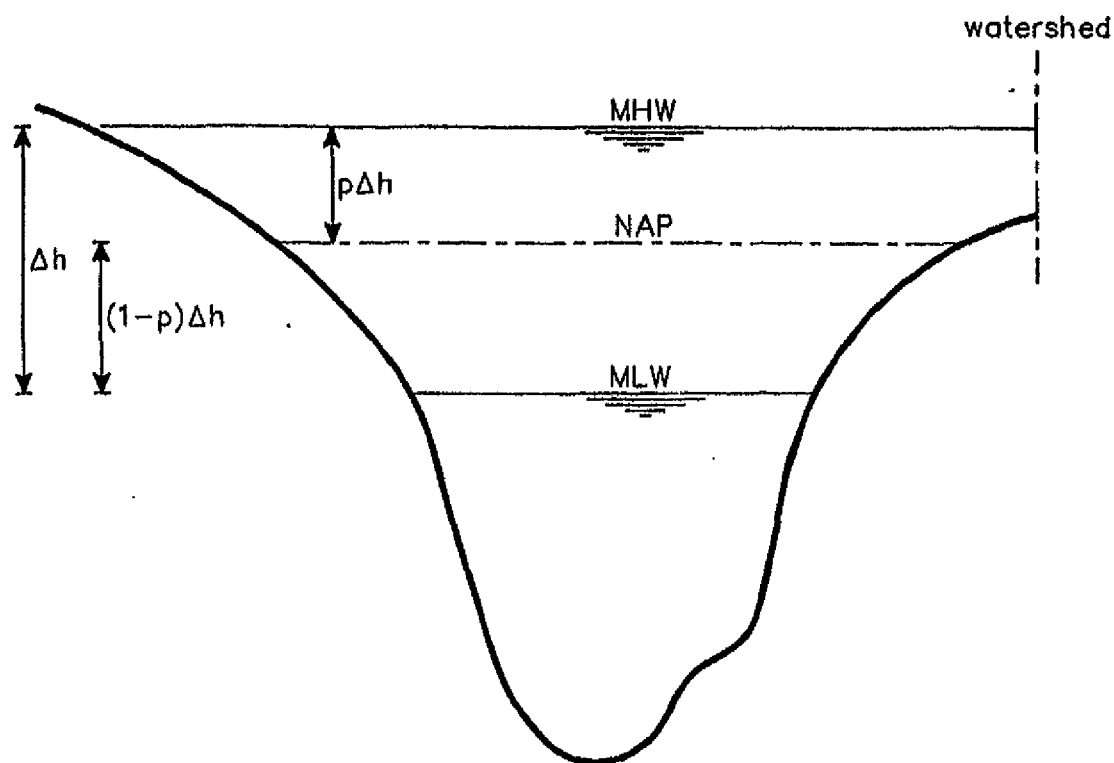


Figuur 3.9



Definitie van de kromtestraal, r . Bepaal het snijpunt van de loodlijnen op de verbindingsstukken (XY)1 - (XY)3 en (XY)5 - (XY)3. De afstand van het snijpunt tot het punt (XY)3 op de geulas is de kromtestraal.

Figuur: 3.10



definition: $S1 = (W_{MHW} - W_{NAP}) / 2p\Delta h$

$S2 = (W_{NAP} - W_{MLW}) / 2(1-p)\Delta h$

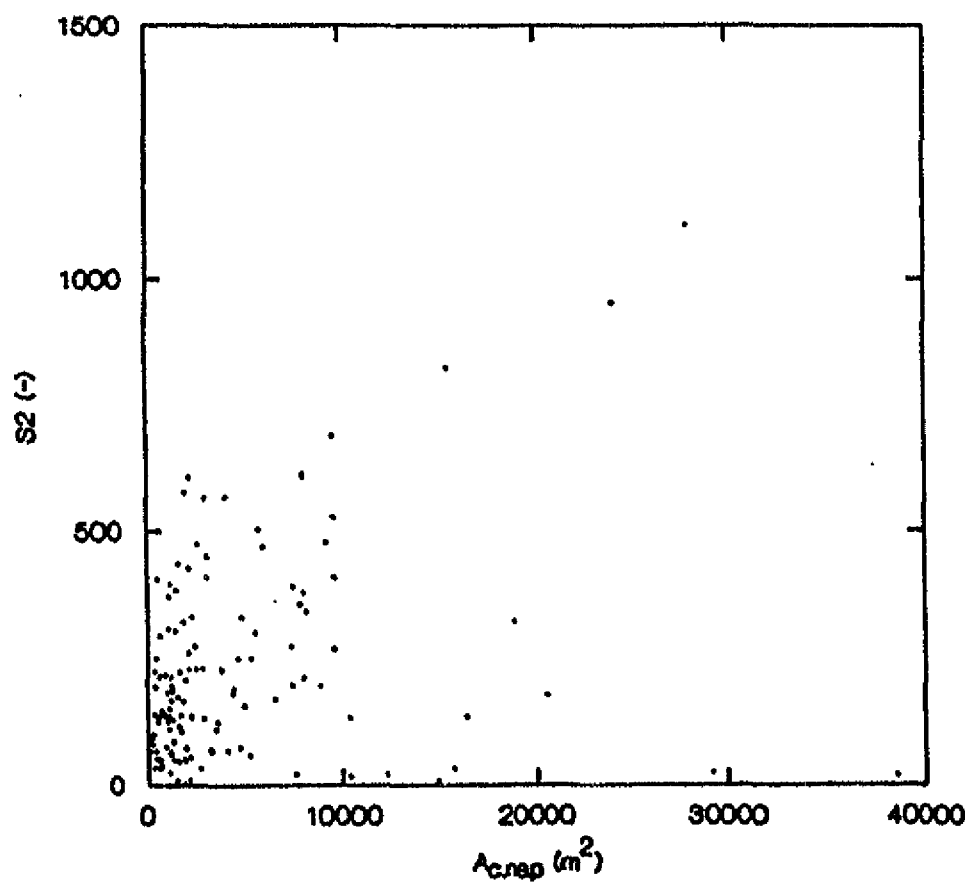
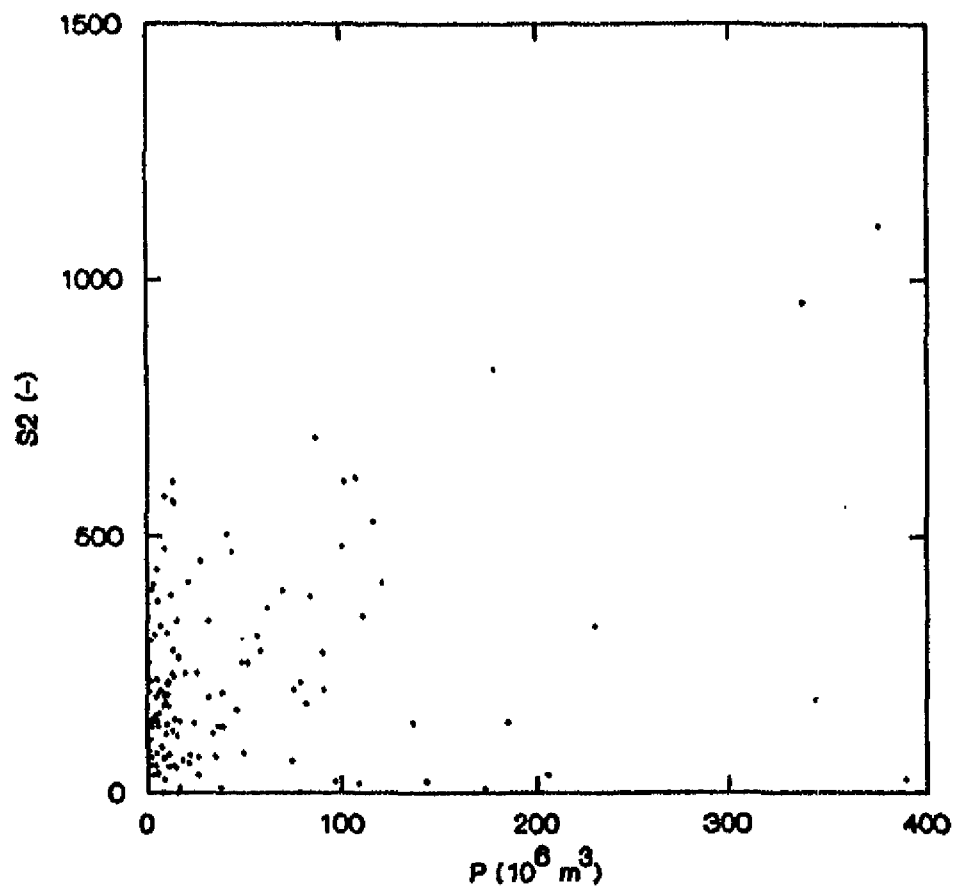
due to the presence of watersheds especially S1 will be an approximation of reality

DEFINITION SKETCH CROSS-SECTIONAL
CHANNEL PROFILES

DELFT HYDRAULICS

H 1300

FIG. 3.33



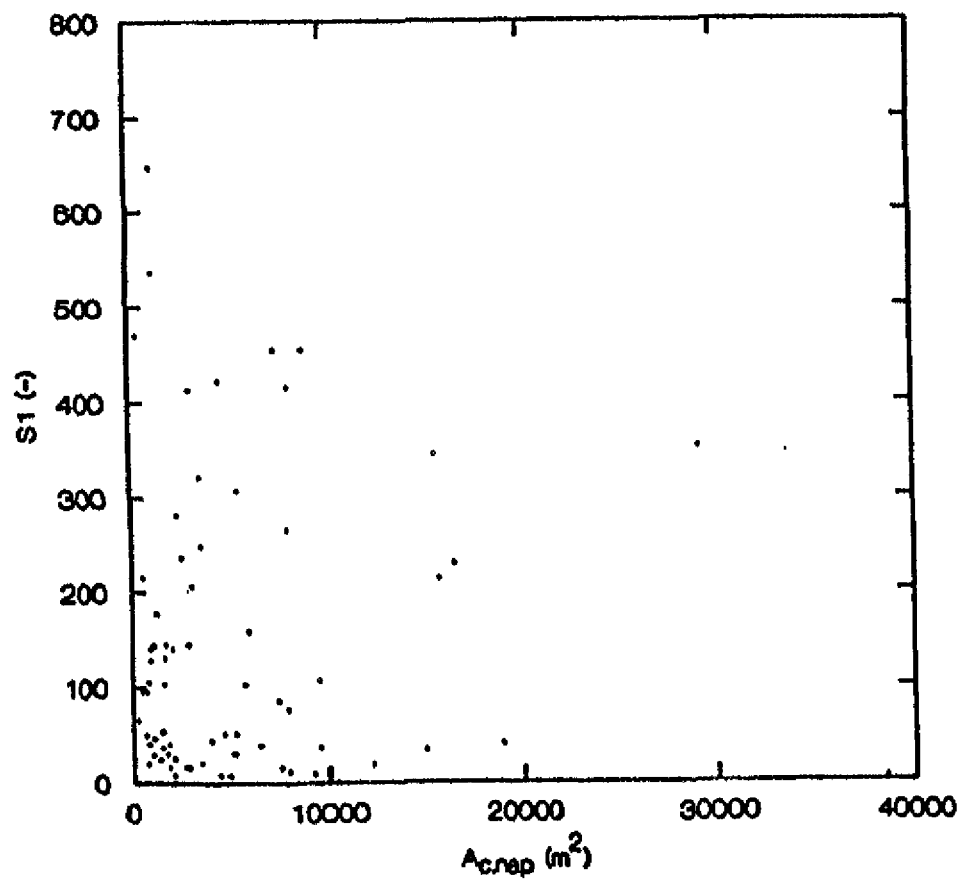
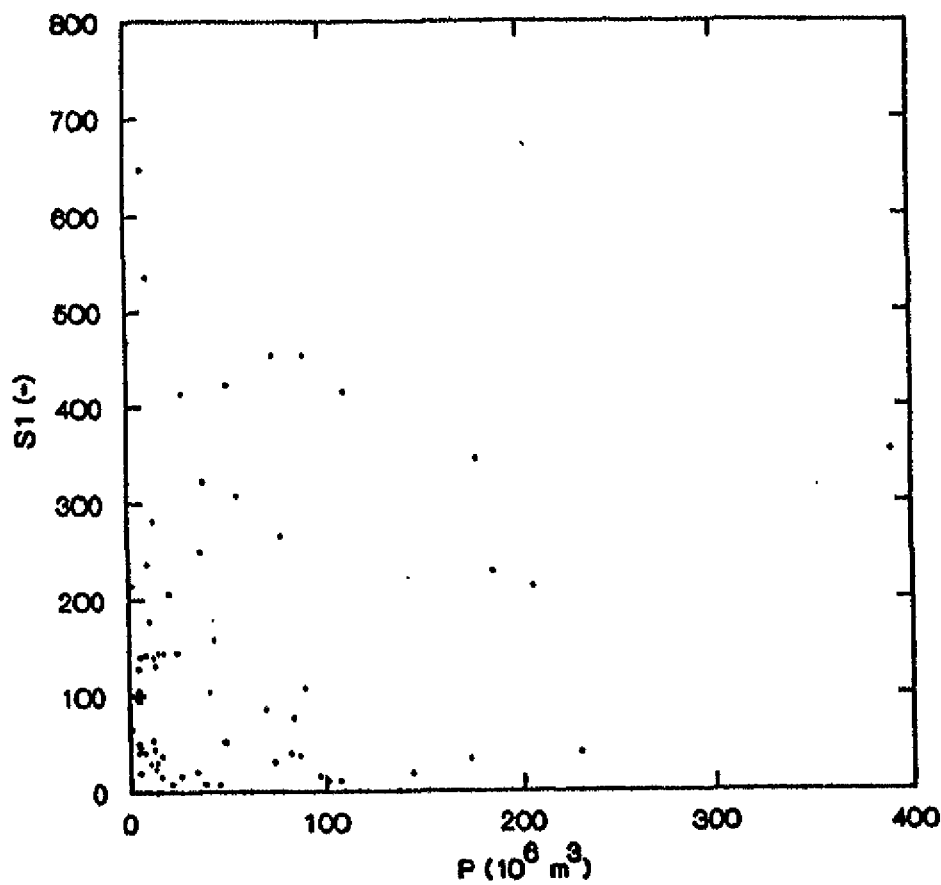
CORRELATION OF P AND A_{cnap} WITH $S2$

DELFT HYDRAULICS

H 1300

FIG. 4.14

Figuur: 4.1



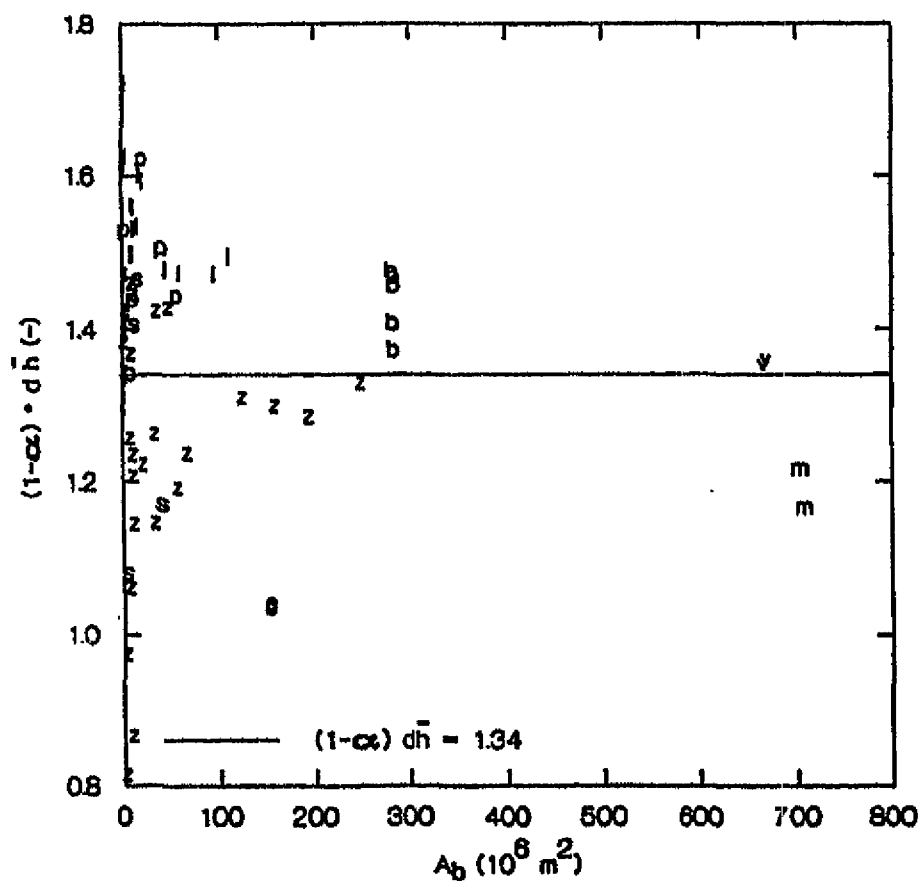
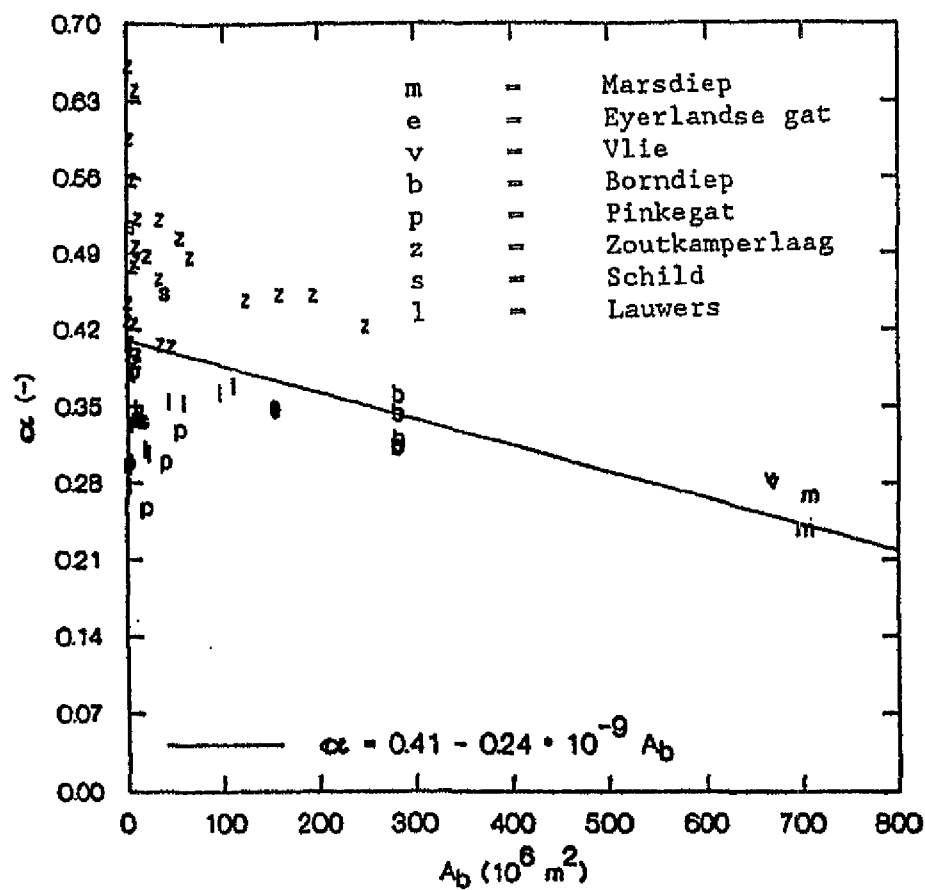
CORRELATION OF P AND A_{cnap} WITH $S1$

DELFT HYDRAULICS

H 1300

FIG 4.15

Figuur: 4.2



CORRELATION OF AVERAGE LEVEL OF TIDAL FLATS
WITH SIZE OF BASIN AND MHW AND MLW

DELFT HYDRAULICS

H 1300

FIG. 7.16

Figuur: 4.3



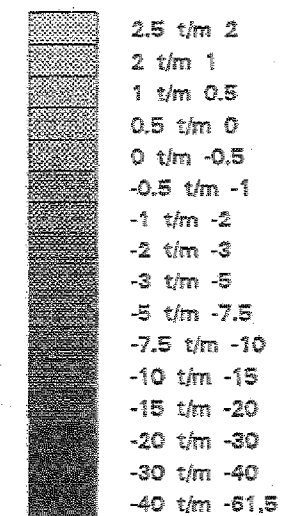
Westerschelde 1992

Lokaties dwarsprofielen

Database:
infolocalprofsv

Legende

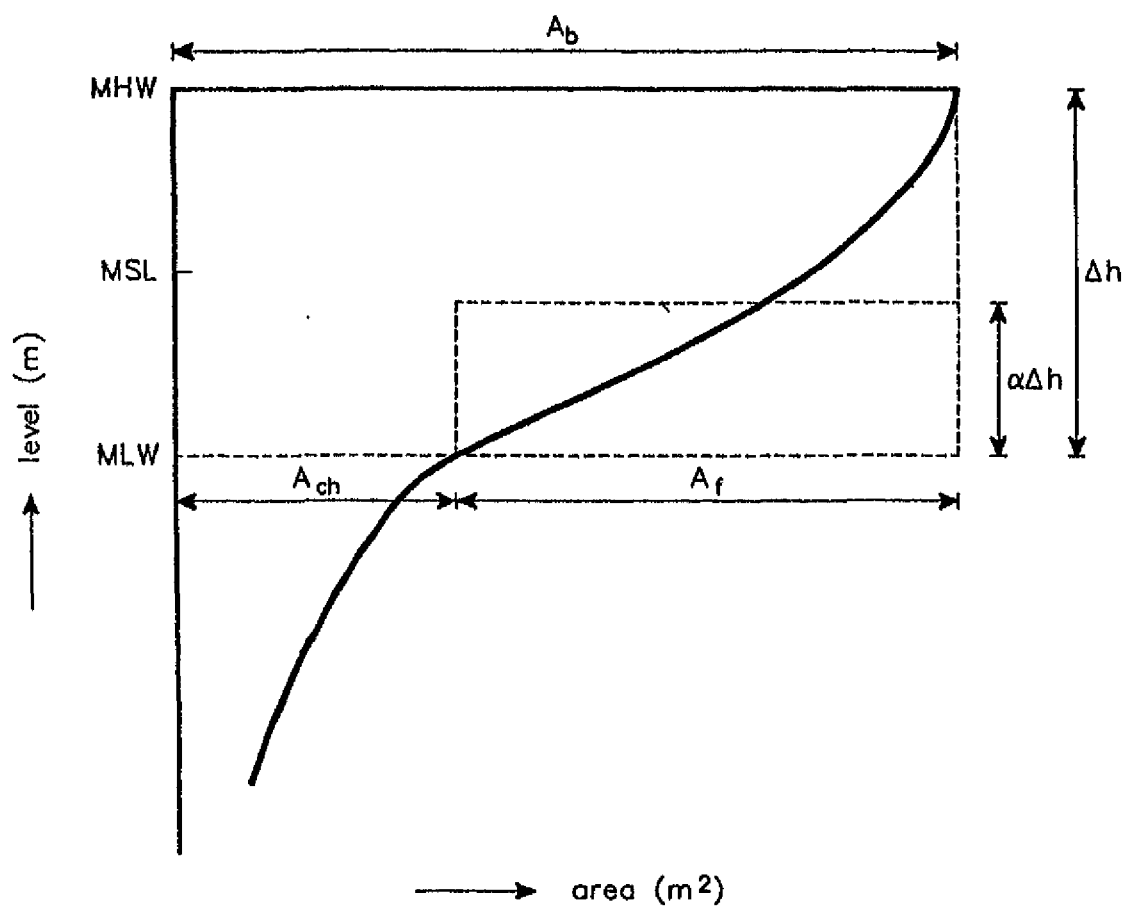
m



- △ Definitie geulrand (NAP)
- Grens stroomvoerende deel geul
- Zwaartepunt (NAP)

Scale: 1:50000

Oostwest
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat
Arc-Info applicatie PlotGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



$$P \approx A_b \Delta h - A_f \alpha \Delta h = (1 - \alpha A_f / A_b) A_b \Delta h$$

$\alpha \Delta h$: average height of tidal flats above MLW

REDUCTION OF TIDAL PRISM OF
A BASIN DUE TO TIDAL FLATS

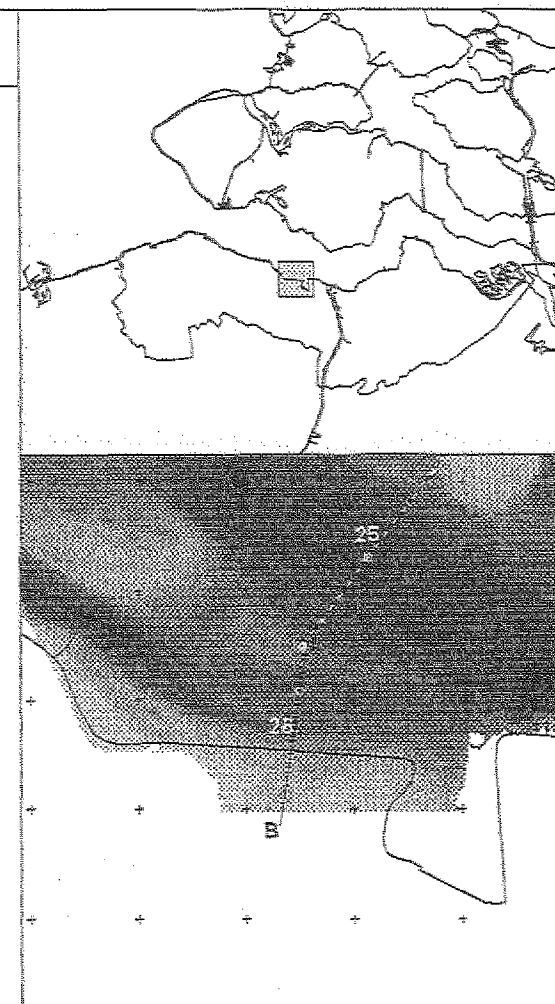
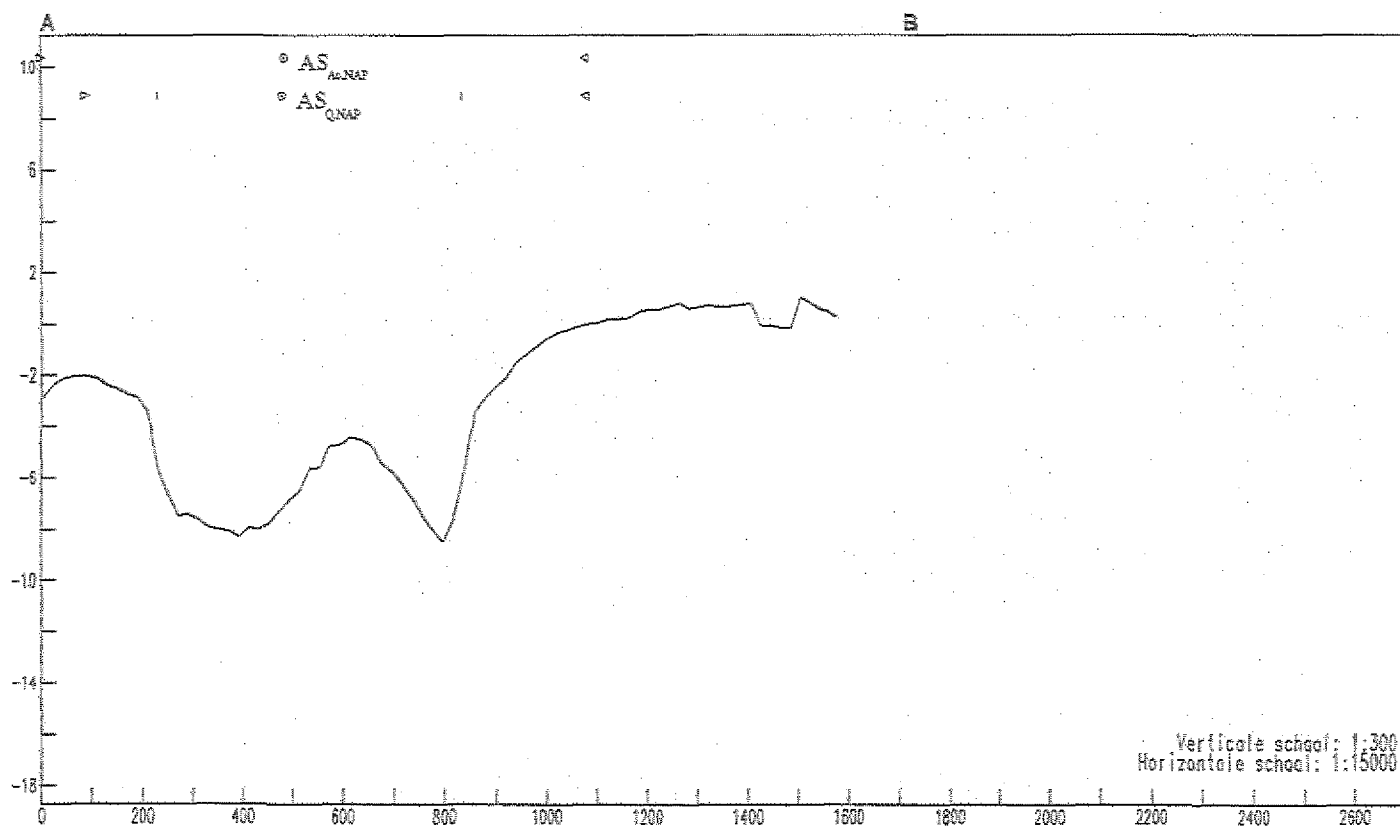
DELFT HYDRAULICS

H 1300

FIG. 7.1

Profiel 26 van grid GR196061

'931115.130119'



r	BX	BZ	EX	EZ	Ac	B	D	O	AS _{Ac}	AS _{Acz}	AS _D
m	m	m	m	m	m ²	m	m	m	m	m	m
-2.5	149.6	-2.50	895.5	-2.50	2677	746.0	-5.97	746.5	480.2	-4.63	798.0
0.0	0.0	-2.97	1076.0	-2.97	5053	1076.0	-8.47	1076.6	423.6	-7.06	798.0
2.5	0.0	-2.97	1576.0	-2.97	8774	1576.0	-10.97	1576.6	558.6	-7.90	798.0

Q = Theoretische debiet. Stroomvoerende deel geul = 0.9 x Q

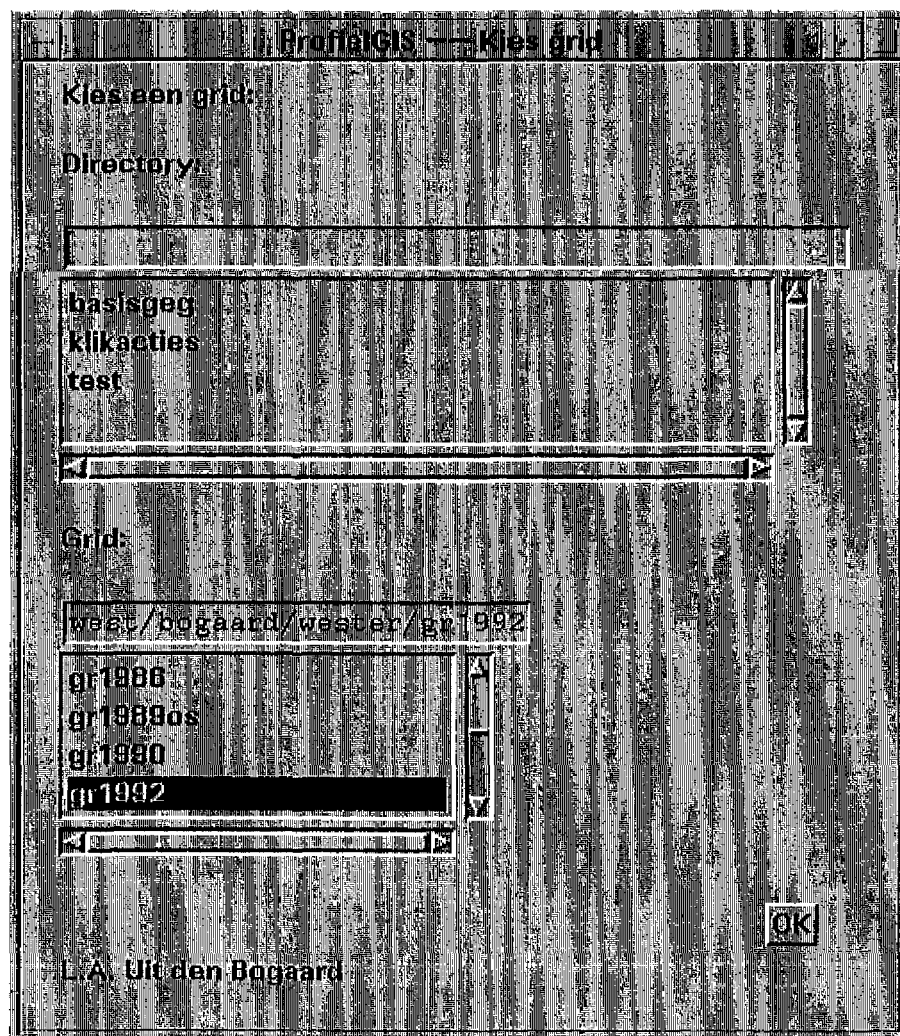
r	BX _Q	BZ _Q	EX _Q	EZ _Q	Y1 _Q	Y2 _Q	Y3 _Q	A _Q	B _Q	H _Q	S _Q	AS _Q
m	m	m	m	m	m	m	m	m ²	m	m	-	m
-2.5	149.6	-2.50	895.5	-2.50	259.7	457.8	814.6	2342	554.9	4.22	0.6429	308.3
0.0	88.0	-2.03	1076.0	0.00	229.0	478.2	832.8	4051	603.8	6.71	0.5873	390.2
2.5	88.0	-2.03	1508.0	1.03	196.3	516.2	1061.2	6749	864.9	7.80	0.6301	428.2



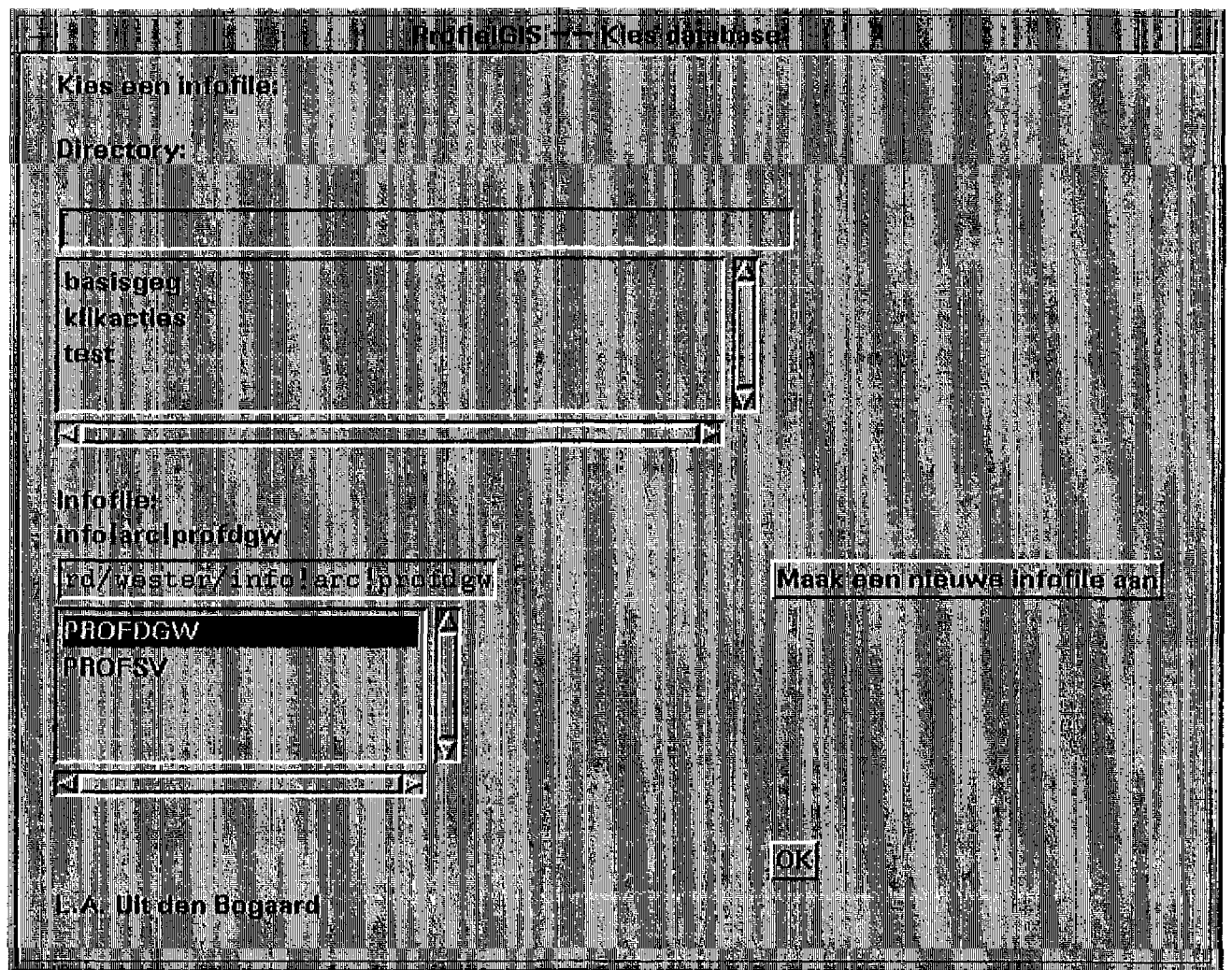
OostWest

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

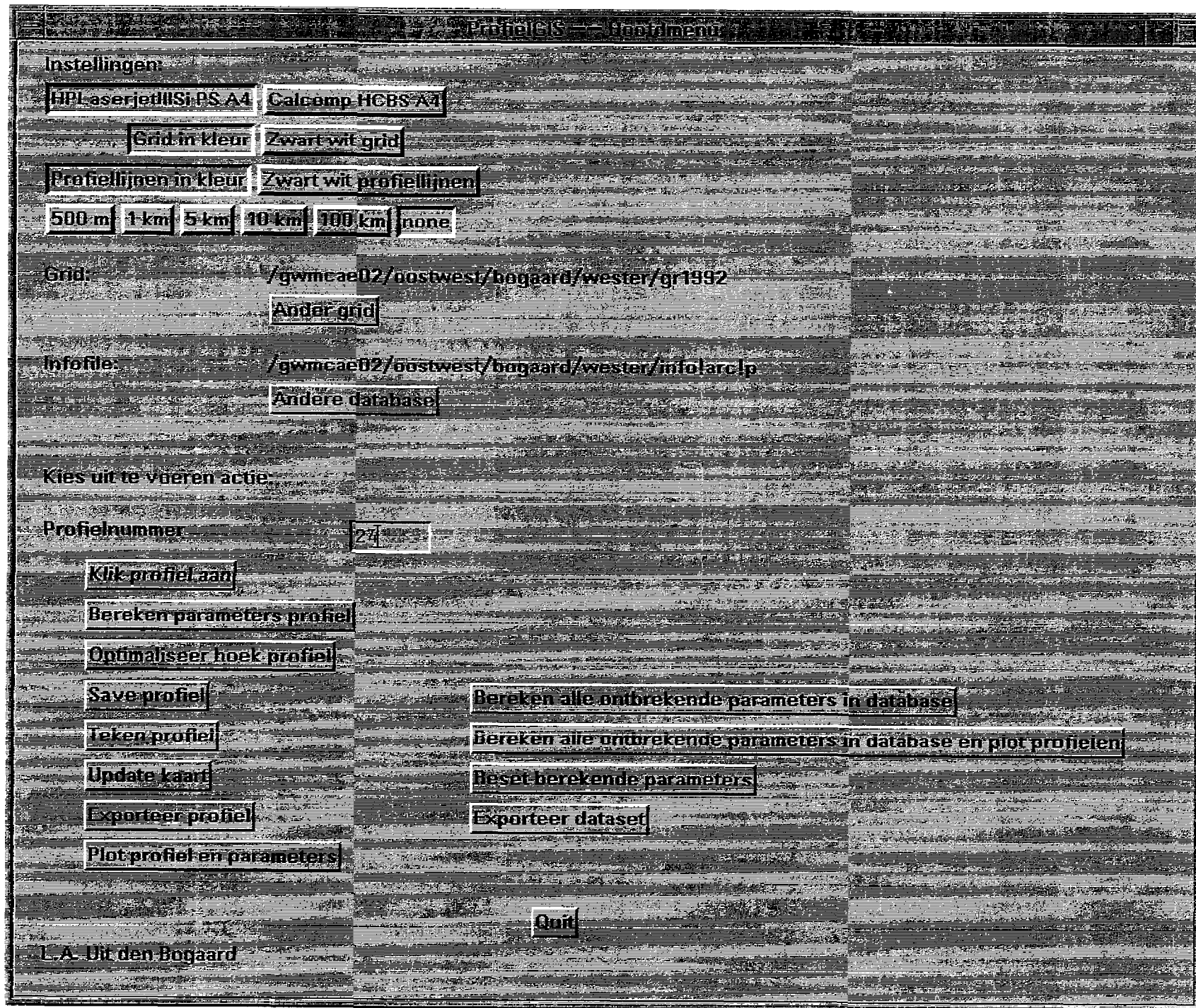
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard



Figuur 5.3



Figuur 5.4



Figuur 5.5

ProfielGIS -> Dubbel nummer

Dit profielnummer komt al voor

Geef ander profiel nummer

24

of:

Automatisch nieuw profiel nummer

of:

Wis bestaande profiel nummer met data uit de database

of:

Lees bestaande profiel uit database

L.A. Uit den Bogaard

Figuur 5.6