

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee
adviesdienst vliissingen

nota WWKZ-82.V006

Ontwikkeling Vaarwater boven
Bath en Nauw van Bath c.a.
in samenhang met uitgevoerde
drempelverlaging en afvoer
van specie.

projectcode

V 8 2 4 9 A 1 0

auteur(s) : Ing. D. de Looff

datum : juni 1982

bijlagen : 8

samenvatting : De in de loop der jaren doorgevoerde verdieping van de in het bovenstroomse deel van de Westerschelde gelegen drempels door middel van baggerwerken is mede van invloed op de geuldoorsneden van het Nauw van Bath en het Vaarwater boven Bath gebleken. Naast de hiermee gepaard gaande toename van de geuldoorsneden van het hoofdvaarwater, blijkt tevens langs de onverdedigde schaaroevers van beide geulgedeelten een zekere inscharing te zijn opgetreden.

In het kader van de studie naar de gevolgen van een verdere verdieping van de drempels in de Westerschelde, wordt in de voorliggende notitie met name aan laatstgenoemd aspect in het bijzonder aandacht besteed. Hiertoe worden naast gegevens omtrent de opgetreden geulontwikkelingen tevens de beschikking staande geologische gegevens in de beschouwingen betrokken.

Tot 1955 beschouwd was de netto buiten het beschouwde gebied afgevoerde hoeveelheid specie relatief gering. Van 1955-1971 heeft de in het kader van baggerwerken jaarlijks afgevoerde hoeveelheid (in profiel gemeten) gemiddeld 2,8 mln m³/jaar bedragen. Voor de periode 1971-1980 kan deze afgevoerde hoeveelheid op 4,8 mln m³/jaar worden gesteld. Het blijkt dat in beide genoemde perioden ongeveer 50% van de afgevoerde hoeveelheid via "natuurlijk effect" weer in het betreffende gebied is afgezet. De inscharing van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath bleek vóór 1955 gering; nadien toeneming tot maximaal 5 respectievelijk 6 m/jaar (vóór respectievelijk na 1970). De inscharing van de rechteroever van het Nauw van Bath toonde voor wat het bovenstroomse deel betreft een toenemende inscharing van 1 m/jaar, via 2 m/jaar tot thans 3 m/jaar. Het stroomafwaartse deel van deze oever toont sinds 1960 een inscharing van 2 à 4 m/jaar; ter plaatse van dit gedeelte blijkt de inscharing de laatste jaren niet toe te nemen.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: i

Inhoudsopgave

	<u>blz</u>
1. Inleiding.	1
2. Westerschelde, omgeving Bath.	2
2.1 Situatie algemeen.	2
2.2 Bodemgesteldheid.	3
2.3 Baggerwerken.	5
3. Geulontwikkeling Nauw van Bath c.a. sedert 1860.	9
3.1 Ontwikkeling geulen en platen.	9
3.2 Drempelliging.	12
3.3 Inhoudsveranderingen.	14
4. Ontwikkeling schaaroevers.	16
4.1 Linkeroever Vaarwater boven Bath.	16
4.2 Rechteroever Nauw van Bath.	17
5. Samenvatting en conclusies.	19
Geraadpleegde literatuur.	23
Lijst van bijlagen.	24

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 1

1. Inleiding.

In het kader van de studie naar de gevolgen van de voorgenomen verdieping van de drempels in het hoofdvaarwater van de Westerschelde (z.g. programma 48'/43') is door de Studiedienst Vlissingen in 1980 de nota WWKZ-80.V018 uitgebracht [1]. Naast de gevolgen voor het verticale getij is in deze nota mede aan de verwachte invloed op de geulontwikkeling aandacht besteed. De verwachte geulveranderingen zijn hierbij overigens slechts globaal naar voren gebracht.

Met name voor het ter hoogte van Bath gelegen riviergedeelte wordt -in verband met de aldaar verwachte versterkte inscharing van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath en van de rechteroever van het Nauw van Bath- een gedetailleerder onderzoek naar de geulontwikkeling van belang geacht. Aan dit aspect wordt hiertoe in voorliggende nota in eerste aanleg aandacht besteed. Een beschrijving van de situatie in de omgeving van Bath in het algemeen, alsmede een beschouwing over de bodemgesteldheid en de verrichte baggerwerken wordt gegeven in par. 2. De geulontwikkeling in het bewuste gebied wordt in par. 3 ter sprake gebracht. Naast de ontwikkeling van geulen en platen worden in deze paragraaf ook de ligging van de drempels en de opgetreden inhoudsveranderingen in de beschouwingen betrokken. Vervolgens wordt de ontwikkeling van de te beschouwen schaaroevers besproken in par. 4. Een samenvatting van het verrichte onderzoek en enkele conclusies volgens tenslotte in par. 5.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 2

2. Westerschelde, omgeving Bath.

2.1 Situatie algemeen.

Een overzicht van het ter hoogte van Bath gelegen gedeelte van de Westerschelde geeft bijlage 1. In stroomafwaartse richting beschouwd wordt het hoofdvaarwater in dit gebied achtereenvolgens gevormd door het Vaarwater boven Bath, het Nauw van Bath en de Overloop van Valkenisse. Aan de bovenstroomse zijde van het Vaarwater boven Bath (ook wel Pas van Rilland genoemd) bevindt zich de drempel van Zandvliet. Respectievelijk stroomop- en stroomafwaarts van het Nauw van Bath zijn in het hoofdvaarwater de drempels van Bath en van Valkenisse gelegen. Tot in standhouding van de vaardiepten (en evt. verbetering) van deze drempels dienen aldaar regelmatig omvangrijke baggerwerken te worden uitgevoerd.

Het Vaarwater boven Bath is met de linkeroever over een aanzienlijke lengte (bovenstroomse deel) tegen de oostzijde van het Verdronken Land van Saaftinge gelegen. Ten noorden van laatstgenoemd hooggelegen schorregebied bevindt zich het Schaar van de Noord. Tussen dit vloodschaar en het reeds genoemde Nauw van Bath bevindt zich de Plaat van Saaftinge. De rechteroever van het Vaarwater boven Bath is gelegen tegen de Ballastplaat. Op het bovenstroomse (Belgische) deel van deze plaat is in de jaren 1968 - 1971 een leidam aangelegd. Aan de benedenstroomse zijde (nabij de Nederlands - Belgische grens) is deze deels overstroombare, in landwaartse richting oplopende dam op het peil van laagwater gelegen. Het Vaarwater boven Bath, alsmede de Ballastplaat en de ten oosten hiervan gelegen Appelzak (vloodschaar) worden ter hoogte van de Rijksgrens door een aantal in de jaren 1965, 1966 en 1970 gelegde zinkers gekruist. Deze zinkers zijn op een zodanige diepte in de rivierbodem ingebaggerd, dat hiervan ook bij eventuele toekomstige aanpassingen van het vaarwater (b.v. bochtafsnijding Nauw van Bath) voor de scheepvaart geen hinder behoeft te worden verwacht. Sinds het leggen van genoemde zinkers zijn ter bescherming hiervan overigens op enkele plaatsen zekere voorzieningen (bestortingen) noodzakelijk gebleken.

Ter hoogte van de drempel van Valkenisse is langs de rechteroever van dit vaarwater de uitloop van de Zimmermangeul gelegen. Met name bij maximum vloed wordt via dit geulgedeelte tijdens springtij een hinderlijke dwarsstroming in de hoofdgeul veroorzaakt [3].

Zowel het ter hoogte van Bath gelegen benedenstroomse deel van de Appelzak, als ook de westelijke inloop van het Schaar van de Noord, dienen reeds jaren lang als stortplaats voor specie afkomstig van de Belgische baggerwerken op de in het vaarwater gelegen drempels. Het gebruik van deze stortplaatsen is nader omschreven in par. 2.3.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 3

Ten behoeve van een aldaar voorziene en inmiddels opgerichte radartoren, is in de loop van 1974 in het Schaar van de Noord het z.g. radareiland aangelegd. Naast de betonning van het Nauw van Bath c.a. als hoofdvaarwater is het Schaar van de Noord als meevenaarwater betond. Bovendien zijn ten behoeve van de scheepvaart langs de buitenbochten van de diverse geulgedeelten een aantal lichtbakens geplaatst. Door inscharing en afkalving van de betreffende oevers is in de loop der jaren meermalen het over enkele tientallen meters verplaatsen van deze lichtopstanden in landwaartse richting noodzakelijk gebleken. Een overzicht van deze verplaatsingen geeft tabel I (zie blz 3a).

2.2 Bodemgesteldheid.

In 1959 is door de Geologische Stichting, afdeling Geologische Dienst (thans Rijks Geologische Dienst) in opdracht van en in samenwerking met de Studiedienst Vlissingen een geologisch onderzoek in het meest oostelijk gelegen deel van de Westerschelde uitgevoerd. De resultaten van dit in eerste aanleg vrij beperkt opgezette onderzoek (naar verhouding weinig boringen) zijn in een hiertoe in 1960 verschenen rapport [2] nader omschreven. In het kader van in 1961/62 verricht aanvullend onderzoek (bepaling veengrens) is de informatie over het bewuste gebied naderhand nog verder uitgebreid [2].

De ligging van de bij vorengenoemd geologisch onderzoek in beschouwing genomen raaien I-I', II-II', IV-IV' en V-V' is aangegeven op bijlage 1. Op deze bijlage zijn tevens de lokaties van de voor het samenstellen van de geologische profielen beschikbare grondboringen aangegeven. Hierbij valt op te merken dat de laatste jaren in de betreffende raaien op een aantal plaatsen aanvullende boringen zijn verricht. Ook van deze boringen zijn de lokaties op bijlage 1 aangegeven. Door de uitbreiding van het aantal beschikbare boringen zijn de in literatuur 2 opgenomen geologische profielen thans in feite vervallen. Aan de hand van de gegevens van alle thans beschikbare boringen is inmiddels bij het district Zuid van de Rijks Geologische Dienst de samenstelling van een nieuw geologisch rapport voor de hele Westerschelde in bewerking genomen. Vooruitlopend op het definitieve rapport zijn met betrekking tot de raaien I-I', II-II', IV-IV' en V-V' de hiervoor inmiddels nieuw samengestelde geologische profielen (samensteller ing. F.D. de Lang) aan de Adviesdienst ter beschikking gesteld. De desbetreffende profielen zijn op bijlage 2 weergegeven.

Beschouwing van bijlage 1 toont aan, dat bij het lokaliseren van de veengrens -behoudens een plaatselijke onderbreking tussen het zinkertracé "1970" en het licht Zuid Saaftinge- het Hollandveen in het oostelijk deel van het Verdrongen Land van

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 4

Saaftinge aanwezig is gebleken. Ter plaatse van genoemde onderbreking van het Hollandveen is het rivierbed blijkens profiel I-I' van bijlage 2, tot een diepte van ongeveer N.A.P. -12 m met Jong Zeezand (Afzetting van Duinkerke) opgevuld. Blijkens profiel I-I' dient het onder het in het bewuste gebied aanwezige Hollandveen gelegen zandige materiaal achter-eenvolgens tot het Pleistoceen (Formaties van Twente en Tegelen) en het Pliocceen (Formatie van Oosterhout) te worden gerekend. Laatstgenoemd bodemmateriaal dient als Tertiair te worden aangemerkt.

Profiel IV-IV' is ter hoogte van het noordoostelijk deel van het Verdronken Land van Saaftinge gelegen (bijlage 1). Aldaar blijkt de linkeroever uit Jong Zeezand (Afzetting van Duinkerke; bijlage 2) te zijn opgebouwd. In het op ongeveer 1,5 km boven- en benedenstrooms van raai IV-IV' gelegen deel van het Vaarwater boven Bath vinden de bodemveranderingen eveneens in Jong Zeezand plaats. Ter plaatse van het verder stroomopwaarts gelegen diepere deel van deze geul (omgeving gaszinkers) is de geulbodem mogelijk tot op of in de tot het Pleistoceen te rekenen bodemlagen uitgeschuurd.

Het noordelijk deel van profiel I-I' geeft een beeld van de bodemopbouw ter plaatse van de rechteroever van het Nauw van Bath. Blijkens deze gegevens is de bewuste oever onder het ter plaatse aanwezige Hollandveen uit oude (niet valgevoelige) kerngronden (Formaties van Twente en Tegelen) opgebouwd. Het aangrenzende Nauw van Bath is plaatselijk mogelijk tot op of in de Formatie van Tegelen uitgeschuurd. In het gebied van het zuidelijker gelegen Schaar van de Noord blijkt de geulbodem tot een diepte van ongeveer N.A.P. -15 m uit Jong Zeezand te zijn opgebouwd (Afzetting van Duinkerke).

Bij het in de jaren 1960/62 verrichte geologische onderzoek is het vaststellen van de veengrens langs de rechteroever van het Nauw van Bath tot het stroomafwaartse deel beperkt gebleven (bijlage 1). In de jaren 1972/73 is over de volle lengte van de bewuste oever aanvullend onderzoek ter vaststelling van de bovenkant van het Pleistoceen uitgevoerd. Hiertoe werden op afstanden van ongeveer 200 m een 20-tal betrekkelijk ondiepe boringen (maximaal N.A.P. -7 m) verricht. De resultaten van dit onderzoek zijn aangegeven op bijlage 3. Over een aanzienlijke lengte van de betreffende oever werd bij dit onderzoek de bovenkant van het Pleistoceen op een diepte van N.A.P. -4 a -4,5 m bepaald. Ter plaatse van het meest stroomopwaarts gelegen deel (nabij Bath) bleek over een lengte van ruim 500 m het Pleistoceen als gevolg van vroegere geulvorming aanzienlijk dieper te zijn gelegen. Bij een in 1981 in dit gebied verrichte steekboring (49D17-45; bijlage 3) werd de bovenkant van het Pleistoceen op N.A.P. -18,9 m vastgesteld. Het aan de hand van deze boorgegevens geschatte verloop van de bovenkant van het Pleistoceen is op bijlage 3 nader aangegeven. Ter plaatse van het bovenstroomse

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 5

deel van het beschouwde oevergedeelte is de bodem boven het Pleistoceen uit valgevoelig Jong Zeezand opgebouwd. Verder stroomafwaarts zijn boven het aldaar vrij hoog gelegen Pleistoceen achtereenvolgens het Hollandveen en verschillende Afzettingen van Duinkerke gelegen (profiel I-I'; bijlage 2).

Profiel II-II' is ter hoogte van de Drempel van Valkenisse gelegen (bijlage 1). De ter plaatse van deze raai tegen de noordzijde van het Verdronken Land van Saaftinge gelegen linkeroever blijkt tot een diepte van ruim N.A.P. -20 m uit valgevoelig Jong Zeezand te zijn opgebouwd. Blijkens de op bijlage 1 aangegeven veengrens is het Hollandveen ter hoogte van raai II-II' door vroegere geulvorming over een aanzienlijk gebied (Hondegat c.a.) opgeruimd. In het gebied van de drempel van Valkenisse vinden de diepteveranderingen uitsluitend in Jong Zeezand plaats. Aldaar kan tot een diepte van ruim N.A.P. -20 m op de aanwezigheid van dit materiaal worden gerekend (profiel II-II'; bijlage 2).

In samenhang met het langs de linkeroever van de verder stroomafwaarts gelegen Overloop van Valkenisse aangetroffen Hollandveen (bijlage 1) blijkt de linkeroever van deze geul ter hoogte van raai V-V' uit tot het Pleistoceen te rekenen oude kerngrond te zijn opgebouwd (Formaties van Twente en Tegelen). Het betreffende profiel op bijlage 2 geeft hiervan een overzicht. Overigens blijkt de geulbodem ter plaatse van raai V-V' (Overloop van Valkenisse) tot in de Formatie van Tegelen te zijn uitgeschuurd.

2.3 Baggerwerken.

In het navolgende worden de in de loop der jaren uitgevoerde baggerwerken (en speciéstortingen) beschouwd voor het tussen de Belgisch-Nederlandse grens en de coördinaat $x = -86.000$ gelegen riviergedeelte (gedeelte drempel van Zandvliet tot en met drempel van Valkenisse).

Op de drempel van Zandvliet worden volgens de beschikbare gegevens vanwege de Antwerpse Zeediensten sinds 1910 baggerwerken verricht. In het gebied van de drempel van Bath is dit reeds sinds 1905 het geval. Ter plaatse van de drempel van Valkenisse zijn de baggerwerken tot in stand houding van de vaargeul in 1907 aangevangen. Genoemde baggerwerken worden reeds sinds lange tijd vrij continue (soms met korte onderbrekingen) uitgevoerd.

In de hierna volgende tabellen II en III worden de in het kader van deze baggerwerken gebaggerde, gestorte en afgevoerde hoeveelheden specie nader vermeld. Tot en met 1971 zijn de in deze tabellen vermelde gegevens eerder weergegeven in de tabellen I en II van de in 1976 verschenen Rijkswaterstaatspublicatie nr. 22 [3]. Overi-

rijkswaterstaat

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: Juni 1982
 bladnr: 6

gens zijn de in deze tabellen aan door de Antwerpse Zeediensten verstrekte gegevens ontleend. De in de tabellen II en III vermelde hoeveelheden zijn afgerond in mln m³ en gemeten in midde-len van vervoer.

TABEL II: Baggerwerken Antwerpse Zeediensten (1905 - 1980).

baggerplaats	periode	mln m ³	periode	mln m ³	periode	mln m ³
Drempel van Zandvliet	1910-1938	7	1939-1971	25	1972-1980	17
Ballastplaat c.a.	-	-	1946-1962	3	1974-1977	1
Drempel van Bath	1905-1938	23	1939-1971	52	1972-1980	23
Drempel van Valkenisse	1907-1938	7	1939-1971	19	1972-1980	24
Totaal Zandvliet - Valkenisse	1905-1938	37	1939-1971	99	1972-1980	65
Totaal gebaggerd 1905-1980 :		201 mln m ³				
Totaal gebaggerd 1939-1980 :		164 mln m ³				

Gegevens omtrent het terugstorten en buiten de rivier afvoeren van specie staan met betrekking tot vorengenoemde baggerwerken eerst vanaf 1939 ter beschikking. In het beschouwde gebied bleef het storten van specie hoofdzakelijk tot het gebruik van de stortplaatsen Appelzak en Schaar van de Noord beperkt.

TABEL III: Stortplaatsen Antwerpse Zeediensten 1939 - 1980.

stortplaats	periode	totaal gestort (10 ⁶ .m ³)	periode	totaal gestort (10 ⁶ .m ³)	periode	totaal gestort (10 ⁶ .m ³)
Appelzak	1939-1971	13	1972-1980	2	1939-1980	15
Schaar van de Noord	1942-1968	24	1972-1980	10	1942-1980	34
Totaal gestort	1939-1971	37	1972-1980	12	1939-1980	49

rijkswaterstaat

behoort bij: nota

WWKZ nr. 82.V006

datum: juni

1982

bladnr: 7

Aan de gegevens van de tabellen II en III kan worden ontleend, dat gedurende het tijdvak 1939-1971 in totaal $99 - 37 = 62$ mln m^3 specie aan het beschouwde gebied is onttrokken. Deze specie is voor een aanzienlijk deel buiten het beschouwde gebied in de rivier teruggestort; een ander deel is buiten het rivierbed afgevoerd.

De gedurende de periode 1972-1980 aan het bewuste gebied onttrokken hoeveelheid specie kan volgens de gegevens van de tabellen II en III op $65 - 12 = 53$ mln m^3 worden gesteld. Ook deze hoeveelheid werd deels buiten de rivier afgevoerd, deels elders in de rivier terug gestort. Gedurende de in totaal beschouwde periode van 1939 tot en met 1980 werd 115 mln m^3 specie (gemeten in mid-delen van vervoer) aan genoemd, tussen de drempel van Zandvliet en de drempel van Valkenisse gelegen riviergedeelte onttrokken.

Ook ten behoeve van werken alsmede door concessiehouders zijn in de loop der jaren zekere hoeveelheden specie aan het ter hoogte van Bath gelegen riviergedeelte onttrokken. Over gegevens hieromtrent wordt overigens eerst vanaf 1950 beschikt. Naast het onttrekken van specie zijn in de loop van de tijd tevens beperkte hoeveelheden specie in de rivier teruggestort. Van genoemde gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie geeft tabel IV een overzicht. Tot en met 1971 beschouwd zijn deze gegevens eerder weergegeven in tabel III van lit. 3. De overige gegevens zijn overgenomen van de naderhand hieromtrent via de directie Zeeland ontvangen informatie.

TABEL IV: Overzicht baggeren en storten ten behoeve van werken e.d.

periode	gebaggerd en afgevoerd (m^3)	gestort (m^3)	win- respectievelijk stortplaats
1965/70	3 210 000	-	Vaarwater boven Bath (zinkers)
1969/70	675 000	-	Appelzak (oostzijde)
1971	27 050	-	Appelzak (concessiehouders)
1972/76	143 548	-	Appelzak (concessiehouders)
1975	80 579	-	Schaar van de Noord
1976	32 598	-	Plaat van Saaftinge
1976	-	41 000	Appelzak
1976	88 000	-	Appelzak
1979	527 092	-	Plaat van Saaftinge
1965-1971	3 912 050	-	netto afgevoerd: 3 912 050 m^3
1972-1980	871 817	41 000	netto afgevoerd: 830 817 m^3
1965-1980	4 783 867	41 000	netto afgevoerd: 4 742 867 m^3

behoort bij: nota

WWKZ nr. 82.V006

datum: juni

1982

bladnr: 8

Blijkens het voorafgaande is vanwege de Antwerpse Zeediensten gedurende het tijdvak 1939-1971 in totaal 62 mln m³ specie uit het in beschouwing genomen riviergedeelte afgevoerd. In deze periode werd ten behoeve van werken e.d. in totaal 4 mln m³ specie aan dit riviervak onttrokken (tabel IV). De totale aan het bewuste riviergedeelte van 1939 t/m 1971 onttrokken hoeveelheid specie kan derhalve op 66 mln m³ worden gesteld. Gerekend met hoeveelheden gemeten in profiel (uitlevering 20%) kan de onttrokken hoeveelheid specie tot 53 mln m³ worden teruggebracht.

In het tijdvak 1972-1980 werd vanwege de Antwerpse Zeediensten zoals hiervoor is gesteld in totaal 53 mln m³ specie aan het tussen de drempels van Zandvliet en Valkenisse gelegen gebied onttrokken. Naast deze hoeveelheid is ten behoeve van werken nog 1 mln m³ specie uit het betreffende gebied afgevoerd (tabel IV). In totaal is gedurende de periode 1972-1980 derhalve 54 mln m³ specie (gemeten in middelen van vervoer) aan het beschouwde gebied onttrokken. Gerekend met hoeveelheden gemeten in profiel (uitlevering 20%) kan deze hoeveelheid op 43 mln m³ worden gesteld.

Vergeleken met de ten behoeve van de Antwerpse Zeediensten gebaggerde, gestorte en buiten het beschouwde gebied afgevoerde hoeveelheden specie (tabellen II en III) waren de ten behoeve van de werken e.d. uitgevoerde baggerwerken betrekkelijk gering (tabel IV). Met name gedurende de laatst beschouwde periode (1972-1980) waarin vanwege de Antwerpse Zeediensten naar verhouding veel specie buiten het beschouwde gebied werd gebracht (42 mln m³ in profiel) was de afvoer van specie ten behoeve van werken gering (< 1 mln m³). Op grond van deze gegevens kan de in de periode 1972-1980 ten behoeve van werken e.d. afgevoerde hoeveelheid specie op ongeveer 2% van de vanwege de Antwerpse Zeediensten in dat tijdvak onttrokken hoeveelheid worden gesteld.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 9

3. Geulontwikkeling Nauw van Bath c.a. sedert 1860.

3.1 Ontwikkeling geulen en platen.

Een overzicht van de ligging van geulen en platen in het ter hoogte van Bath gelegen riviergedeelte wordt gegeven op bijlage 4. Voor de jaren 1860 t/m 1952 zijn de diverse situaties aan de gegevens van de verschillende hydrografische opnemingen (overwegend Hydrografische Dienst) ontleend. De kaartjes voor de jaren 1963 t/m 1979 zijn op basis van de gegevens van de rivierlodingen van de Rijkswaterstaat samengesteld. De geulveranderingen in de periode 1860 - 1979 worden aan de hand van de situaties van bijlage 4 in het navolgende nader beschouwd. De mede met de opgetreden ontwikkelingen samenhangende inscharing van de schaaroevers langs het Vaarwater boven Bath en het Nauw van Bath blijft hierbij buiten beschouwing. Deze ontwikkelingen worden in par. 4 afzonderlijk ter sprake gebracht.

Situaties 1860 en 1905.

De situaties van 1860 en 1905 (bijlage 4) tonen het oostelijk deel van de Westerschelde bij een nog niet door baggerwerken beïnvloede ligging. Zoals in par. 2.3 is gesteld (o.a. tabel II) zijn de baggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten op de drempel van Bath in 1905 aangevangen. Op de drempels van Valkenisse en Zandvliet was dit enkele jaren later (respectievelijk in 1907 en 1910) het geval.

Het Nauw van Bath was zoals uit de situatie blijkt reeds in 1860 ter plaatse van de bij Bath uitspringende hoek van de Reigersbergsche polder onmiddellijk tegen de oever gelegen. Overigens bleek in 1860 reeds een vrij sterk ontwikkeld Schaar van de Noord aanwezig. Dit vloodschaar werd bij deze situatie in de naar verhouding ondiepe oostelijke uitloop, beïnvloed door periodiek optredende, zich van zuidelijke in noordelijke richting verplaatsende ebschaartjes. De situatie van 1905 vertoont ten opzichte van die in 1860 wat de algemene geulligging betreft betrekkelijk weinig verschil, zij het dat stroomafwaarts van het Nauw van Bath langs de Zuidbevelandse oever het bij de huidige situatie als Zimmermangeul aan te merken geulgedeelte tot ontwikkeling blijkt te zijn gekomen. Overigens vertoonde de hoofdgeul in 1905 duidelijk een ondiepere ligging dan in 1860.

Situaties 1931 tot en met 1969.

Blijkens de in par. 2.3 vermelde gegevens is gedurende de periode 1905 - 1938 op de in het beschouwde gebied gelegen drempels van Zandvliet, van Bath en van Valkenisse in totaal 37 mln m³ specie gebaggerd (tabel II). Omtrent eventueel buiten dit gebied afgevoerde of binnen het betreffende riviergedeelte teruggestorte hoeveelheden specie staan geen volledige gegevens ter

rijkswaterstaat

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 10

beschikking. Wellicht in samenhang met de uitvoering van de verrichte baggerwerken vertoonde de drempel van Bath bij de opneming van 1931 een diepere ligging dan bij de in 1905 aanwezige situatie. In tegenstelling tot de situatie in 1905 vertoonde de bewuste drempel in 1931 n.l. een doorgaande, beneden het peil van g.l.l.w.s. -8 m gelegen ligging. Overigens waren de geulveranderingen in 1931 vergeleken met de situatie in 1905 betrekkelijk gering. In het Nauw van Bath blijkt enige verdieping in zuidwestelijke richting te zijn opgetreden.

Gedurende de periode 1939 - 1971 is in het beschouwde riviervak ter plaatse van de diverse drempels in totaal 99 mln m³ specie gebaggerd (par. 2.3, tabel II). Hiervan is 37 mln m³ in de stortplaatsen Appelzak en Schaar van de Noord teruggestort (tabel III). In totaal is derhalve in dat tijdvak in het kader van de onderhoudsbaggerwerken vanwege de Antwerpse Zeediensten 62 mln m³ specie (gemeten in middelen van vervoer) uit het betreffende gebied verwijderd. Blijkens de gegevens van par. 2.3 kan de in het tijdvak 1939 - 1971 aan het betreffende gebied netto onttrokken hoeveelheid specie (gemeten in profiel en inclusief 3 mln m³ baggerspecie ten behoeve van werken) op 53 mln m³ worden gesteld.

Wellicht in samenhang met een geleidelijk aan toenemende omvang van de baggerwerken op de diverse drempels vertoont met name het Vaarwater boven Bath een geleidelijke verdieping. Naast verdieping is bij de opneming van 1969 ter plaatse van dit geulgedeelte tevens van een zekere profielsverruiming sprake. Enige invloed op deze verruiming van de in de jaren 1968 - 1971 op de Ballastplaat aangelegde leidam (par. 2.1) lijkt hierbij nog nauwelijks aanwezig. De met de profielsverruiming van het Vaarwater boven Bath gepaard gaande inscharing van de linkeroever wordt in par. 4.1 nog nader ter sprake gebracht. Ook op de drempel van Bath valt een zekere verruiming waar te nemen. Dit in samenhang met het verrichten van baggerwerk langs de linkeroever. In het Nauw van Bath kan met name bij de opneming van 1969 (in vergelijking met de voorafgaande situaties) duidelijk van een zekere verruiming worden gesproken. Ter plaatse van het stroomafwaarts van de drempel van Valkenisse gelegen deel van de Overloop van Valkenisse blijkt na de ondiepe ligging in 1931 weer enige verdieping te zijn opgetreden.

Zoals uit een vergelijking van de diverse situaties blijkt vertoonde het Schaar van de Noord met name bij de situaties van 1952 en 1963 een naar verhouding ondiepe ligging. Zoals reeds bij eerder verricht onderzoek [3] naar voren is gebracht, dient als belangrijkste oorzaak hiervoor het intensieve gebruik van het Schaar van de Noord als stortplaats voor baggerspecie te worden gerekend. Uit tussentijds verrichte opnemingen valt namelijk af te leiden dat de omvang van het betreffende vloodschaar reeds spoedig na het verminderen van de speciestortingen aldaar

- blijkt -

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 11

blijkt toe te nemen. Ook uit de betrekkelijk sterke ontwikkeling van het Schaar van de Noord in 1969 komt de invloed van de speciéstortingen op dit gebied duidelijk naar voren. Gedurende de periode 1966 - 1971 werd door stortingen namelijk vrijwel geen specie in het bewuste gebied ingebracht [4].

Situaties 1975 en 1979.

De met name bij de opnemings van 1969 waar te nemen verruiming en verdieping van het hoofdvaarwater heeft zich blijkens de situatie van 1975 en 1979 naderhand duidelijk in versterkte mate voortgezet. Als oorzaak hiervoor zal vooral de sterk toegenomen baggeractiviteit in aanmerking dienen te worden gebracht. Blijkens de gegevens van par. 2.3 werd in de periode 1972 - 1980 aan het bewuste gebied, in het kader van de verrichte baggerwerken, een netto hoeveelheid van 43 mln m³ specie onttrokken. In het Vaarwater boven Bath zal de geconstateerde ontwikkeling (verruiming/verdieping) nog door de in de jaren 1968 - 1971 op de Ballastplaat aangelegde leidam (par. 2.1) zijn versterkt. Wellicht in samenhang met het achterwege blijven van speciéstortingen in het Schaar van de Noord in de jaren 1972 en 1973 en het slechts matige gebruik in 1974, vertoonde dit vloedschaar in 1975 een naar verhouding diepe ligging. Als oorzaak voor de zeer ondiepe ligging in 1979 dient ongetwijfeld het intensieve gebruik als stortplaats in de jaren 1975 t/m 1979 in aanmerking te worden gebracht. Opmerkelijk is overigens bij deze situatie dat het nog resterende deel van de vloedinloop van het bewuste vloedschaar een sterk op het noordoosten gerichte ligging heeft verkregen. Ook bij de naderhand in 1980 en 1981 verrichte peilingen bleek deze noordoostelijk gerichte ligging van de vloedinloop van het Schaar van de Noord nog duidelijk aanwezig.

De in het voorafgaande omschreven verruiming en verdieping van het hoofdvaarwater heeft geleidelijk aan tot een toeneming van de dwarsdoorsnede van het Vaarwater boven Bath en het Nauw van Bath geleid. In samenhang daarmee is ook het aandeel in de waterverdeling van deze geulgedeelten ten opzichte van de totale volumina toegenomen. In de reeds eerder genoemde publicatie nr. 22 [3] is aan dit aspect met betrekking tot de over het Nauw van Bath en het Schaar van de Noord geprojecteerde raai I-I' (bijlage 1) voor de periode 1951 - 1971 reeds aandacht besteed. Hierbij is destijds geconcludeerd dat voor de geulontwikkeling van het Nauw van Bath, naast de invloed van het baggeren op de drempels, mede de speciéstortingen in het Schaar van de Noord van invloed moeten worden geacht. Ten behoeve van het bewuste onderzoek zijn toendertijd ten opzichte van de peilen van g.h.w. en van g.l.w. ongeveer 2-jaarlijks de profieloppervlakten over het Nauw van Bath en het Schaar van de Noord bepaald. De verkregen gegevens zijn vervolgens (ook voor het totale profiel) grafisch in beeld gebracht. In het kader van het onderhavige onderzoek zijn de bewuste gegevens thans met die voor de aansluitende periode (tot en met 1981) aangevuld. Bedoelde grafieken zijn voor de periode 1951 - 1981 op bijlage 5 nader weergegeven.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 12

Zoals reeds in de publicatie nr. 22 [3] op basis van de toen (tot 1971) beschikbare gegevens werd geconcludeerd, komt de invloed van de speciëstortingen in het Schaar van de Noord op de profielontwikkeling van het Nauw van Bath ook uit de (uitgebreide) gegevens van bijlage 5 naar voren. De profielontwikkeling van het Schaar van de Noord blijkt ongeveer tegengesteld aan die over het Nauw van Bath, hetgeen duidelijk op een zekere samenhang tussen deze geulen wijst.

Tot en met 1965 was in het Schaar van de Noord regelmatig van het storten van vrij grote hoeveelheden specie sprake. Vanaf 1951 beschouwd vertoonde dit vloodschaar als gevolg daarvan een min of meer geleidelijke verondieping (bijlage 5). In het Nauw van Bath ging de achteruitgang van het Schaar van de Noord tot omstreeks 1966 duidelijk met een voortgaande profielverruiming gepaard. Gedurende de jaren 1966 tot en met 1971 is het storten van specie in het bewuste vloodschaar vrijwel achterwege gebleven. In deze periode vertoonde het Schaar van de Noord een opmerkelijk grote profielverruiming; ter plaatse van het Nauw van Bath ging deze ontwikkeling met een duidelijke teruggang van de geuldoorsnede gepaard. Van enige toeneming over dit gehele tijdvak beschouwd was in elk geval geen sprake.

Na het hervatten van de speciëstortingen in het Schaar van de Noord in 1972 is de geuldoorsnede van dit vloodschaar weer duidelijk in omvang afgenomen. Het Nauw van Bath vertoonde daarentegen weer enige toeneming.

De reeds eerder bepaalde samenhang tussen de ontwikkelingen in het Nauw van Bath en de speciëstortingen in het Schaar van de Noord komt derhalve ook uit de meer recente ontwikkelingen naar voren.

3.2 Drempelliging.

Zoals in par. 3.1 reeds is gesteld zijn de baggerwerken op de drempels van Zandvliet, Bath en Valkenisse met een verruiming en verdieping van deze drempels gepaard gegaan. Van het verloop van de minste diepten middenvaarwaters op deze drempels geeft bijlage 6 vanaf 1948 een grafisch overzicht. Bij de bepaling van deze diepten (over een strook ter breedte van ongeveer 100 m in de vaarrichting beschouwd) is van opnemingen van de Antwerpse Zeediensten gebruik gemaakt. Uit de betreffende grafieken, blijkt dat de minste diepten op de drempel van Zandvliet aanvankelijk (tot en met 1952) veelal op enkele decimeters boven het peil van g.l.l.w.s. -8 m was gelegen. Gedurende de periode 1953-1964 was de bewuste drempel op een gemiddelde diepte (met een zekere speling) van ruim g.l.l.w.s. -80 dm gelegen. In samenhang met het opvoeren van de baggeractiviteit was in de periode 1965 - 1971 op de drempel van Zandvliet een gemiddelde diepteligging van ongeveer g.l.l.w.s. -8,5 m aanwezig. Na 1971 vertoonde

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 13

de ligging van de drempel van Zandvliet een sterke verdieping. In 1976 bleek de gemiddelde diepte aldaar tot g.l.l.w.s. -11,5 m te zijn toegenomen. Gedurende de laatste jaren kan de gemiddelde diepte (minste diepte middenvaarwaters) op de drempel van Zandvliet op g.l.l.w.s. -12,5 m worden gesteld.

Aanvankelijk (tot en met 1951) bleken ook op de drempel van Bath de minste diepten veelal enkele decimeters boven het peil van g.l.l.w.s. -8 m gelegen. Gedurende de periode 1952 - 1966 kan de minste diepte op deze drempel over het algemeen op enkele decimeters beneden het peil van g.l.l.w.s. -8 m worden gesteld. Vanaf 1967 is op de drempel van Bath duidelijk van een geleidelijk aan voortgaande verdieping sprake. De in 1967 aanwezige gemiddelde diepteligging van ruim g.l.l.w.s. -8,5 m bleek in 1977 tot ruim g.l.l.w.s. -11 m te zijn toegenomen. De laatste jaren kan de diepteligging van de drempel van Bath op ongeveer g.l.l.w.s. -12 m worden gesteld.

Evenals de drempels van Zandvliet en Bath vertoonde ook de drempel van Valkenisse aanvankelijk (tot en met 1952) gedurende soms langere tijd een enkele decimeters boven het peil van g.l.l.w.s. -8 m gelegen ligging. Van 1953 tot en met 1965 was veelal van een enkele decimeters beneden het peil van g.l.l.w.s. -8 m gelegen ligging van de drempel van Valkenisse sprake. Na enige verdere verdieping gedurende de jaren 1966, 1967 en 1968, kan de gemiddelde ligging van de drempel van Valkenisse voor de jaren 1969 tot en met 1972 met een speling van + 0,5 m op g.l.l.w.s. -9 m worden gesteld. Vanaf 1973 was ter plaatse van de bewuste drempel van een duidelijk voortgaande verdieping sprake. Omstreeks 1977 bleek de gemiddelde diepteligging tot ongeveer g.l.l.w.s. -11,5 m te zijn toegenomen. Gedurende de jaren 1980 en 1981 werd de gemiddelde diepteligging op g.l.l.w.s. -12 m bepaald.

De verdieping van de drempels van Zandvliet, Bath en Valkenisse als gevolg van de verrichte baggerwerken vertoont volgens het voorafgaande met name gedurende de eerst beschouwde jaren (tot omstreeks 1967) een vrijwel overeenkomstig beeld. Op de drempel van Bath blijkt de verdieping van de drempel naar het peil van g.l.l.w.s. -12 m evenwel reeds enkele jaren eerder te zijn ingezet (vanaf een peil van ongeveer g.l.l.w.s. -8,5 m) dan op de beide andere drempels. Hierdoor vertoont de diepteligging van de drempel van Bath in de tijd beschouwd (bijlage 6) een geleidelijker verloop dan bij de drempels van Zandvliet en Valkenisse. Bij de drempels van Zandvliet en Valkenisse is vanaf 1971/72 van een sterk toenemende verdieping sprake.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 14

3.3 Inhoudsveranderingen.

De inhoudsveranderingen voor met name het oostelijk deel van de Westerschelde zijn destijds vrij uitvoerig in beschouwing genomen in de reeds eerder genoemde publicatie nr. 22 [3]. Voor de beschouwde tijdvakken 1955 - 1963 en 1963 - 1971 is hierbij gebruik van de vrij gedetailleerde gegevens van de rivierlodingen van de Westerschelde gemaakt.

In aansluiting op de inhoudsberekeningen over de periode 1955-1971 is in het kader van de werkzaamheden van de projectgroep VWZ (projectgroep Morfologie, Verdieping Westerschelde) een soortgelijke berekening voor de periode 1971 - 1980 uitgevoerd.

Op basis van genoemde gegevens worden in het navolgende de inhoudsveranderingen voor een beperkt deel van het oostelijk deel van de Westerschelde voor de periode 1955 - 1980 nader beschouwd. Ter onderscheiding van de verschillende riviergedeelten worden hierbij de gedeelten "A" en "B" afzonderlijk in beschouwing genomen. Binnen het als "A" aangemerkte gebied zijn de drempels van Zandvliet en Bath, alsmede het Vaarwater boven Bath en de Appelzak gelegen. De op bijlage 1 nader aangegeven bovenstroomse grens van vak "A" is ter hoogte van de Rijksgrens gelegen; de benedenstroomse grens van dit vak wordt door de eveneens aangegeven coördinaat $x = +82.500$ gevormd. Het stroomafwaarts gelegen vak "B" wordt enerzijds door genoemde coördinaat $x = -82.500$ en anderzijds door de coördinaat $x = -86.750$ begrensd. Langs de oeverranden (Zuidbevelandse oever, Verdronken Land van Saaftinge) wordt de begrenzing van het beschouwde gebied ongeveer door de N.A.P.-lijn gevormd.

TABEL V: Inhoudsveranderingen vakken "A" en "B" 1955 - 1980.

periode	inhoudstoename in mln m ³			
	vak "A"	vak "B"	vakken "A"+"B" (totaal)	vakken "A"+"B" (gem./jaar)
1955-1963	3,5	3,8	7,3	0,9
1963-1971	7,5	9,3	16,8	2,1
1971-1980	12,2	7,5	19,7	2,2
1955-1980	23,2	20,6	43,8	1,75

Blijkens de in par. 2.3 vermelde gegevens is gedurende de periode 1939 - 1971 in totaal 53 mln m³ specie (in profiel gemeten) buiten het gebied van de vakken "A" en "B" afgevoerd. Voor de

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 15

periode 1939 - 1954 heeft de uit dit gebied afgevoerde hoeveelheid specie volgens de beschikbare gegevens 8 mln m³ bedragen. De in het tijdvak 1955 - 1971 buiten de vakken "A" en "B" gebrachte hoeveelheid specie kan derhalve op 45 mln m³ worden gesteld. Volgens de gegevens van par. 2.3 werd in de periode 1971 - 1980 in totaal 43 mln m³ specie buiten het gebied van de vakken "A" en "B" gebracht. Blijkens deze gegevens is de buiten het beschouwde gebied gebrachte hoeveelheid specie de laatste jaren vrij sterk toegenomen. Voor de periode 1955 - 1971 kan de afgevoerde hoeveelheid op 2,8 mln m³/jr en voor de periode 1971 - 1980 op 4,8 mln m³/jr worden gesteld.

Uit de gegevens van tabel V volgt, dat de inhoudstoename in het gebied van de vakken "A" en "B" in de periode 1955 - 1971 in totaal 24 mln m³ heeft bedragen. Gelet op de omstandigheid dat, zoals hiervoor vermeld, in dezelfde periode 45 mln m³ buiten dit gebied werd afgevoerd, zal het zogenaamde "natuurlijke effect" (d.w.z. aanzanding van buiten het gebied) 21 mln m³ hebben bedragen (gemiddeld 1,3 mln m³/jr).

Voor de periode 1971 - 1980 kan de inhoudstoename volgens tabel V (afgerond) op 20 mln m³ worden gesteld. De buiten het gebied van de vakken "A" en "B" afgevoerde hoeveelheid heeft volgens de hiervoor vermelde gegevens in dat tijdvak 43 mln m³ bedragen. Op grond van deze gegevens kan de totale aanzanding van buiten het beschouwde gebied ("natuurlijk effect") op 23 mln m³ of gemiddeld op 2,6 mln m³/jr worden bepaald. In samenhang met een sterk toegenomen afvoer van specie buiten het gebied van de vakken "A" en "B" blijkt de aanzanding door "natuurlijk effect" in de periode 1971 - 1980 vergeleken met het tijdvak 1955 - 1971 te zijn verdubbeld (respectievelijk 2,6 en 1,3 mln m³/jr).

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 16

4. Ontwikkeling schaaroevers.

4.1 Linkeroever Vaarwater boven Bath.

Zoals in par. 2.2 is gesteld is de tegen de oostzijde van het Verdronken Land van Saaftinge gelegen vrij steile linkeroever van het Vaarwater boven Bath voor een belangrijk deel uit tot het Pleistoceen te rekenen bodemlagen (zogenaamde oude kerngronden) opgebouwd. Ter hoogte van het zinkertracé "1970" en het licht Zuid Saaftinge blijkt het betreffende niet valgevoelige materiaal door vroegere geulvorming plaatselijk tot een diepte van ten minste N.A.P. -12 m te zijn opgeruimd. De bewuste oude geulbedding blijkt thans met valgevoelig Jong Zeezand te zijn opgevuld. Een en ander betekent dat ter hoogte van laatstgenoemd oevergedeelte over enkele honderden meters met de aanwezigheid van naar verhouding minder stroombestendig, valgevoelig materiaal moet worden gerekend. De helling van het oeverbeloop blijkt ter plaatse van dit gedeelte overigens over het algemeen iets flauwer dan stroomop- en stroomafwaarts.

Een overzicht van de ontwikkeling van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath gedurende de periode 1922 - 1980 geven de diverse "bliksemgrafieken" op bijlage 7. Voor de samenstelling van deze grafieken is voor de periode 1922 - 1950 van de beschikbare hydrografische gegevens (hydrografische kaarten, minuutbladen hydrografie) gebruik gemaakt. Vanaf 1951/55 kan voor het betreffende gebied over de vollediger gegevens van de rivierlodingen van de Rijkswaterstaat worden beschikt.

De ligging van de op onderlinge afstanden van ongeveer 400 m gelegen, in beschouwing genomen raaien 1.1 t/m 1.37, is aangegeven op de inzettekening van bijlage 7. Voor de nummering van de in dit kader beschouwde rivierlodingraaien is de gebruikelijke aanduiding aangehouden.

Afgezien van zekere schommelingen in het verloop van de diverse dieptelijnen als gevolg van onnauwkeurigheden in de ter beschikking staande peilgegevens, kan tot omstreeks 1960 beschouwd nog slechts van een betrekkelijk geringe afnem~~ing~~ing van de bewuste oever (inscharing) worden gesproken. Met name de stroomafwaartse raaien 1.29, 1.33 en 1.37 vertonen hierbij een vrij onoverzichtelijk beeld. Wel blijkt in de beschouwde periode een zekere verstelling van de betreffende oever te zijn opgetreden. Dit in samenhang met een toeneming van de diepten langs de betreffende oever.

Wellicht in samenhang met de toegenomen baggeractiviteiten (par. 2.3) en de daarmee gepaard gaande profielsverruiming (par. 3.1) en ontzanding in het beschouwde gebied (par. 3.3) was gedurende de periode 1961 - 1970 ter plaatse van diverse raaien duidelijk

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 17

van een toegenomen inscharing sprake. De aanleg van de leidam op de Ballastplaat in de jaren 1968 - 1971 kan op deze ontwikkeling nog nauwelijks van invloed zijn geweest. Met name in het plaatselijk uit Jong Zeezand opgebouwde deel van de linkeroever (raai 1.17) was de afneming opmerkelijk (gemiddeld ongeveer 5 m/jr). Gedurende de periode 1971 - 1980 is de inscharing van de beschouwde oever terplaatse van de diverse raaien over het algemeen nog wat sterker dan in het voorafgaande decennium. Hierbij speelde aanleg van de leidam op de Ballastplaat wellicht mede een rol. Ter hoogte van de laagwaterlijn kan de gemiddelde inscharing dan op maximaal ongeveer 6 m/jr worden gesteld (raai 1.17). Over het algemeen kan gesteld worden dat de inscharing van het betreffende oevergedeelte in de loop van de tijd -in samenhang met het opvoeren van de baggeractiviteit en de aanleg van de leidam op de Ballastplaat- duidelijk is toegenomen. Overigens wordt de oeveraanval in dit gebied door de omstandigheid dat de geulbodem in het ter hoogte van de gaszinkers gelegen gebied wellicht tot op of in het Tertiair is uitgeschuurd (par. 2.2) mogelijk nog versterkt.

4.2 Rechteroever Nauw van Bath.

Op grond van de overeenkomstige gegevens als vermeld in par. 4.1 zijn ook voor een aantal raaien (1.34 t/m 1.60) langs de vrij steile rechteroever van het Nauw van Bath "bliksemgrafieken" samengesteld. Het verloop van de diverse dieptelijnen in de betreffende raaien is op bijlage 8 nader aangegeven. Deze raaien zijn ingetekend in de inzettekening van bijlage 8.

Evenals de linkeroever van het Vaarwater boven Bath (par. 4.1) is ook de rechteroever van het Nauw van Bath voor een belangrijk deel uit niet valgevoelige "oude kerngronden" opgebouwd. Onmiddellijk stroomafwaarts van de uitspringende hoek in de zeedijk bij Bath blijkt echter over een lengte van ongeveer 500 m een tot een diepte van maximaal ongeveer N.A.P. -19 m met Jong Zeezand opgevulde oude geulbedding aanwezig. Over deze lengte dient de bewuste rechteroever als gevoelig voor het optreden van vallen te worden aangemerkt.

Uit een beschouwing van bijlage 8 blijkt dat het Nauw van Bath gedurende de periode 1922 - 1960 een aanzienlijke inscharing van de rechteroever vertoonde. Afgezien van zekere schommelingen in het verloop der dieptelijnen als gevolg van mogelijke onnauwkeurigheden in de beschikbare peilingen, was ter plaatse van de meer stroomafwaarts gelegen raaien de inscharing het grootst. Ter plaatse van de in het valgevoelige gedeelte van de oever geprojecteerde raai 1.34 (ongeveer 300 m uit de uitspringende hoek bij Bath) bleek de inscharing in de periode 1922 - 1960 het kleinst (gemiddeld ongeveer 1 m/jr). Gedurende de periode 1961 - 1970 kon de gemiddelde inscharing in raai 1.34 op 2 m/jr worden gesteld. In het tijdvak 1971 - 1981 bleek deze waarde tot

behoort bij: nota

WWKZ nr. 82.V006

datum: juni

1982

bladnr: 18

3 m/jr te zijn toegenomen. Als belangrijkste oorzaken voor deze toeneming valt te wijzen op de toegenomen omvang van de baggerwerken op de drempels en de in samenhang daarmee in westwaartse richting verplaatste ligging van het benedenstroomse deel van de drempel van Bath (par. 3.1). Met name tijdens eb zal de stroomaanval op het oevergedeelte bij raai 1.34 door de gewijzigde ligging van de drempel van Bath zijn toegenomen. Door de opgetreden wijzigingen in de ligging van het Schaar van de Noord (par. 3.1) is dit overigens ook bij vloedstroom het geval. Hoewel de inscharing van de rechteroever van het Nauw van Bath zich na 1960 ook in de verder stroomafwaarts gelegen raaien heeft voortgezet kan aldaar niet van een duidelijke toeneming worden gesproken. De gemiddelde inscharing van dit oevergedeelte heeft sinds 1960 beschouwd 2 à 4 m/jr bedragen.

Zoals hiervoor reeds in par. 2.1 is vermeld maakte de inscharing van de beide beschouwde oevergedeelten (Vaarwater boven Bath (par. 4.1) en Nauw van Bath) in de loop van de tijd meermalen het verplaatsen van de langs de geulrand aanwezige lichtopstanden noodzakelijk. Langs de rechteroever van het Nauw van Bath is destijds in september 1964 (tabel I; par. 2.1) het lichtbaken Middenketel als gevolg van een opgetreden oeverafschuiving weggevallen en naderhand herplaatst. De schaaroevers langs het Vaarwater boven Bath en het Nauw van Bath vertonen mede in samenhang met de bodemgesteldheid ter plaatse (overwegend oude kerngronden) een vrij steile ligging. Bij voortgaande aanstroming en mogelijk verdere versteiling van deze oevers is het opgetreden van oevervallen ter plaatse van de uit Jong Zeezand opgebouwde oevergedeelten (omgeving licht Zuid Saaftinge; nabij Bath) in de toekomst zeker niet uitgesloten.

5. Samenvatting en conclusies.

Het ter hoogte van Bath gelegen bovenstroomse deel van de Westerschelde is vanaf 1860 beschouwd aan vrij sterke bodemveranderingen onderhevig gebleken. Vanaf 1905 worden de "natuurlijke" ontwikkelingen in dit gebied door baggerwerken op de verschillende drempels verstoord. Aanvankelijk is de invloed van deze baggerwerken echter nog vrij beperkt gebleven (par. 2.3), eerst na 1950 is de omvang van de baggerwerken vrij sterk toegenomen. De in de periode 1905 - 1980 vanwege de Antwerpse Zeediensten in totaal in het beschouwde gebied gebaggerde hoeveelheid specie kan (gemeten in middelen van vervoer) op 201 mln m³ worden gesteld (par. 2.3; tabel II). Voor het tijdvak 1939 - 1980 kan deze hoeveelheid op 164 mln m³ worden gehouden. Van vorengenoemde hoeveelheden gebaggerde specie werd in de periode 1939 - 1980 in totaal 49 mln m³ in de binnen het beschouwde gebied gelegen stortplaatsen Appellzak en Schaar van de Noord teruggestort. De overige hoeveelheid (115 mln m³) werd -door middel van storten elders in de rivier of volledige afvoer- buiten het bewuste gebied gebracht. De invloed van baggerwerken ten behoeve van werken e.d. is in verhouding tot de vanwege de Antwerpse Zeediensten gebaggerde hoeveelheden specie van geringe betekenis gebleken (ongeveer 4% van het totaal). Rekening houdend met deze hoeveelheden en gereduceerd tot hoeveelheden gemeten in profiel kan de netto in de periode 1939 - 1971 aan het beschouwde gebied onttrokken hoeveelheid specie op 53 mln m³ worden gesteld. Gedurende het tijdvak 1972 - 1980 heeft de netto onttrokken hoeveelheid specie 43 mln m³ bedragen.

Uit de resultaten van een voor het beschouwde gebied uitgevoerde inhoudsberekening over de periode 1955 - 1971 volgt een inhoudstoename van in totaal 24 mln m³ (tabel V; par. 3.3). De in deze periode buiten dit gebied netto afgevoerde hoeveelheid specie kan op 45 mln m³ worden gesteld, zodat de aanzanding door "natuurlijk effect" 21 mln m³ heeft bedragen (gemiddeld 1,3 mln m³/jr). Voor de periode 1971 - 1980 kan de inhoudstoename -bij een afgevoerde hoeveelheid van 43 mln m³- op 20 mln m³ worden gesteld (tabel V; par. 3.3). Een aanzanding van buiten het beschouwde gebied ("natuurlijk effect") derhalve van 23 mln m³ (gemiddeld 2,6 mln m³/jr). Globaal afgerond heeft de aanzanding van buiten het beschouwde gebied door "natuurlijk effect" zowel over de periode 1955 - 1971 als over de periode 1971 - 1980 ongeveer 50% van de buiten dit gebied gebrachte hoeveelheid specie (respectievelijk 45 en 43 mln m³) bedragen.

Conclusie 1:

De aanzanding van het ter hoogte van Bath gelegen riviergedeelte door "natuurlijk effect" kan globaal op ongeveer 50% van de buiten dit gebied afgevoerde hoeveelheid specie worden gesteld. Een verdubbeling van de afgevoerde hoeveelheid (gem./jr) in de periode 1971 - 1980 ten opzichte van het tijdvak 1955 - 1971 is op dit percentage niet van invloed gebleken.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 20

De in de loop der jaren als gevolg van baggerwerken (afvoer van specie) opgetreden inhoudstoename van het bovenstroomse deel van de Westerschelde komt voornamelijk tot uitdrukking in een aanzienlijke verruiming en verdieping van het hoofdvaarwater (par. 3). De wat afgenomen betekenis van de Appelzak zal mede in verband met de invloed van de leidam op de Ballastplaat dienen te worden gebracht. In samenhang met de toegenomen betekenis van het hoofdvaarwater heeft de vloedtak van het Schaar van de Noord vooral de laatste jaren een noordoostelijke (op het Nauw van Bath gerichte) ligging verkregen. Overigens is de ontwikkeling van dit vloodschaar sterk afhankelijk van de aldaar uitgevoerde speciéstortingen gebleken. Opvoeren van de stortactiviteiten in dit gebied houdt reeds spoedig een aanzienlijke achteruitgang van het bewuste vloodschaar in (par.3.1). In samenhang met deze achteruitgang blijkt de geuldoorsnede van het aangrenzende Nauw van Bath dan toe te nemen.

In samenhang met de ontwikkelingen in het ter hoogte van Bath gelegen gebied is steeds een zekere inscharing van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath (par. 4.1) en de rechteroever van het Nauw van Bath (par. 4.2) aanwezig gebleken.

De linkeroever van het Vaarwater boven Bath is over vrijwel de gehele lengte blijkens verricht geologisch onderzoek (par. 2.2) uit niet valgevoelige z.g. "oude kerngronden" opgebouwd. Plaatselijk (ter hoogte van het zinkertracé "1970" en het licht Zuid Saaftinge) is dit gebied echter door een met Jong Zeezand opgevulde oude geulbedding onderbroken (tot ten minste N.A.P. -12 m). Dit jonge materiaal dient naast minder stroombestendig (in vergelijking met oude kerngronden) tevens als valgevoelig te worden aangemerkt.

Conclusie 2:

De linkeroever van het Vaarwater boven Bath is lokaal (ter hoogte van de zinkers "1970" en het licht Zuid Saaftinge) over enkele honderden meters uit minder stroombestendig, valgevoelig Jong Zeezand opgebouwd. Overigens is langs de bewuste oever een pakket niet valgevoelige z.g. oude kerngronden aanwezig.

Aanvankelijk (tot omstreeks 1960) is de inscharing van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath betrekkelijk gering gebleken; de inscharing bleef in deze periode voor een aanzienlijk deel tot een zekere versteiling van het beloop beperkt (par. 4.1). Met het toenemen van de baggerwerken was echter duidelijk van een versterking van de inscharing sprake. Deze inscharing bleek overigens ter hoogte van het uit Jong Zeezand opgebouwde gebied (conclusie 2) het grootst. Over de periode 1961 - 1970 beschouwd werd de gemiddelde afneming aldaar op 5 m/jr en over de periode 1971 - 1980 op 6 m/jr vastgesteld.

behoort bij: nota

WWKZ nr. 82.V006

datum: juni

1982

bladnr: 21

Conclusie 3:

De inscharing van de linkeroever van het Vaarwater boven Bath blijkt met het opvoeren van de omvang van de baggerwerken op de drempels toe te nemen. In het laatste decennium moet hierbij ook de invloed van de leidam op de Ballastplaat van belang worden geacht. Overigens blijkt de inscharing ter plaatse van het met Jong Zeezand opgevulde oevergedeelte het grootst (gemiddeld 5 à 6 m/jr).

De rechteroever van het Nauw van Bath blijkt, evenals de linkeroever van het Vaarwater boven Bath, over een aanzienlijke lengte (het benedenstroomse deel) uit niet valgevoelige oude kerngronden te zijn opgebouwd (par. 2.2). Onmiddellijk stroomafwaarts van Bath blijkt de bewuste rechteroever over een lengte van ongeveer 500 m en tot een diepte van maximaal ongeveer N.A.P. -19 m uit Jong Zeezand te zijn opgebouwd.

Conclusie 4:

De rechteroever van het Nauw van Bath is onmiddellijk stroomafwaarts van Bath over een lengte van ongeveer 500 m en tot aanzienlijke diepte uit valgevoelig Jong Zeezand opgebouwd. Verder stroomafwaarts kan langs deze oever op de aanwezigheid van niet valgevoelige oude kerngronden worden gerekend.

Ondanks de aanwezigheid van oude kerngronden was de inscharing van het stroomafwaartse deel van de rechteroever van het Nauw van Bath aanvankelijk (tot 1960 beschouwd) vrij aanzienlijk (par. 4.2). In deze periode (1922 - 1960) bleek de inscharing ter plaatse van het als valgevoelig aan te merken gedeelte (conclusie 4) het kleinst (gemiddeld 1 m/jr). Ter plaatse van dit gebied was gedurende de periode 1961 - 1970 duidelijk van een toenemende inscharing sprake (gemiddeld 2 m/jr). Gedurende de periode 1971 - 1980 bleek de inscharing aldaar tot gemiddeld 3 m/jr te zijn toegenomen. Ter plaatse van het stroomafwaartse deel van de beschouwde rechteroever was vanaf 1960 beschouwd van een gemiddelde inscharing van 2 à 4 m/jr sprake. In vergelijking met de voorafgaande jaren kan aldaar niet van een toenemende inscharing worden gesproken.

Conclusie 5:

Vanaf 1960 beschouwd vertoont met name het onmiddellijk stroomafwaarts van Bath gelegen valgevoelige deel van de rechteroever van het Nauw van Bath een toenemende inscharing (gemiddeld 2 à 3 m/jr). Dit in samenhang met een als gevolg van verrichte baggerwerken toegenomen aanstroming van dit gebied (verlegging drempel van Bath; gewijzigde richting vloodschaar Schaar van de Noord).

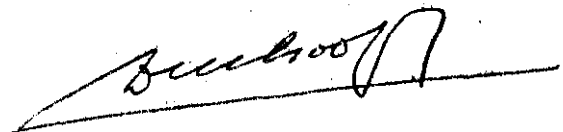
Over het algemeen beschouwd vertonen de linkeroever van het Vaarwater boven Bath en de rechteroever van het Nauw van Bath met name ook de laatste jaren een sterk aangestroomde ligging. Voortgang

rijkswaterstaat

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
datum: juni 1982
bladnr: 22

van deze ontwikkeling zou in de toekomst ter plaatse van de uit Jong Zeezand opgebouwde oeversgedeelten (nabij het licht Zuid Saaftinge en nabij Bath) tot het optreden van oevervallen kunnen leiden.

De technisch hoofdamtenaar
1e klasse,



ing. D. de Looff.

Gezien:
Het Hoofd van de Adviesdienst
Vlissingen,



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

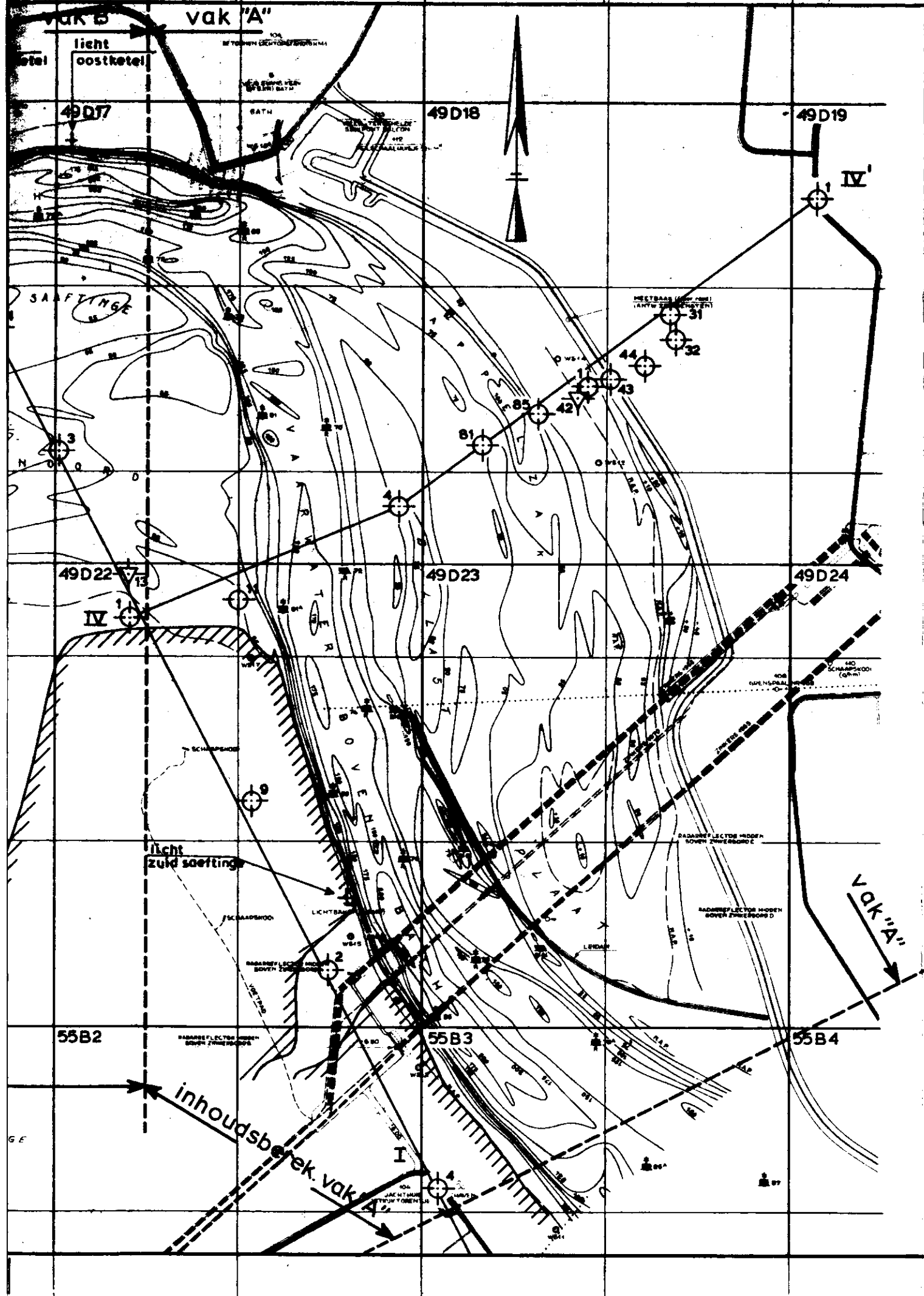
Geraadpleegde literatuur

- [1] Ing. D. de Looff.
Onderzoek gevolgen verdieping Westerschelde, met betrekking tot morfologie, zandhuishouding, stortplaatsen en stabiliteit oevers.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Studiedienst Vlissingen. Nota WWKZ-80.V018, december 1980.
- [2] Dr. F.F.F.E. van Rummelen.
Geologisch onderzoek Westerschelde.
Rapporten 233/59 en 233/61-62.
Geologische Stichting, afdeling Geologische Dienst, 1960 en 1962.
- [3] Ing. D. de Looff en ir. J. van Malde.
Over de cyclus der zogenaamde drempelgeulen in de oostelijke uitloop van de Zimmermangeul.
Rijkswaterstaatspublicatie nr. 22, Studiedienst Vlissingen, mei 1976.
Ook verschenen als nota 73.4 van de Studiedienst Vlissingen.
- [4] Ing. D.C. van Maldegem.
De bevaarbaarheid van de Westerschelde in 1980.
Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, Adviesdienst Vlissingen. Nota WWKZ-81.V001, december 1981.

behoort bij: nota WWKZ nr. 82.V006
 datum: juni 1982
 bladnr: 24

Lijst van bijlagen

bijlage nr.	omschrijving	tekening nr.
1	Omgeving Bath; algemeen overzicht. Situering geologische profielen I-I' t/m V-V' met boorlocaties.	A3-81.18
2	Westerschelde-omgeving Bath. Geologische profielen.	A5-82.160
3	Nauw van Bath. Situatie boorpunten, met profiel ligging bovenkant pleistoceen rechteroever.	B2-81.417
4	Westerschelde, omgeving Bath. Situaties 1860 - 1979.	A5-82.92
5	Omgeving Bath. Veranderingen geuldoorsneden in raai I-I' sedert 1951.	A1-82.159
6	Drempels van Zandvliet, Bath en Valkenisse. Verloop minimum drempeldiepten sedert 1948.	A3-82.158
7	Linkeroever Vaarwater boven Bath. Grafieken dieptelijnen ten opzichte van N.A.P. 1922 - 1980.	A6-81.93
8	Recheroever Nauw van Bath. Grafieken dieptelijnen ten opzichte van N.A.P. 1922 - 1980.	A5-81.92



toelichting:


situatie dieptelijnen (in dm t.o.v. N.A.P.) volgens opneming 1979
 rechthoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort

I-I' raai geologisch profiel met nr.

 boring met volgnummer (per vak)

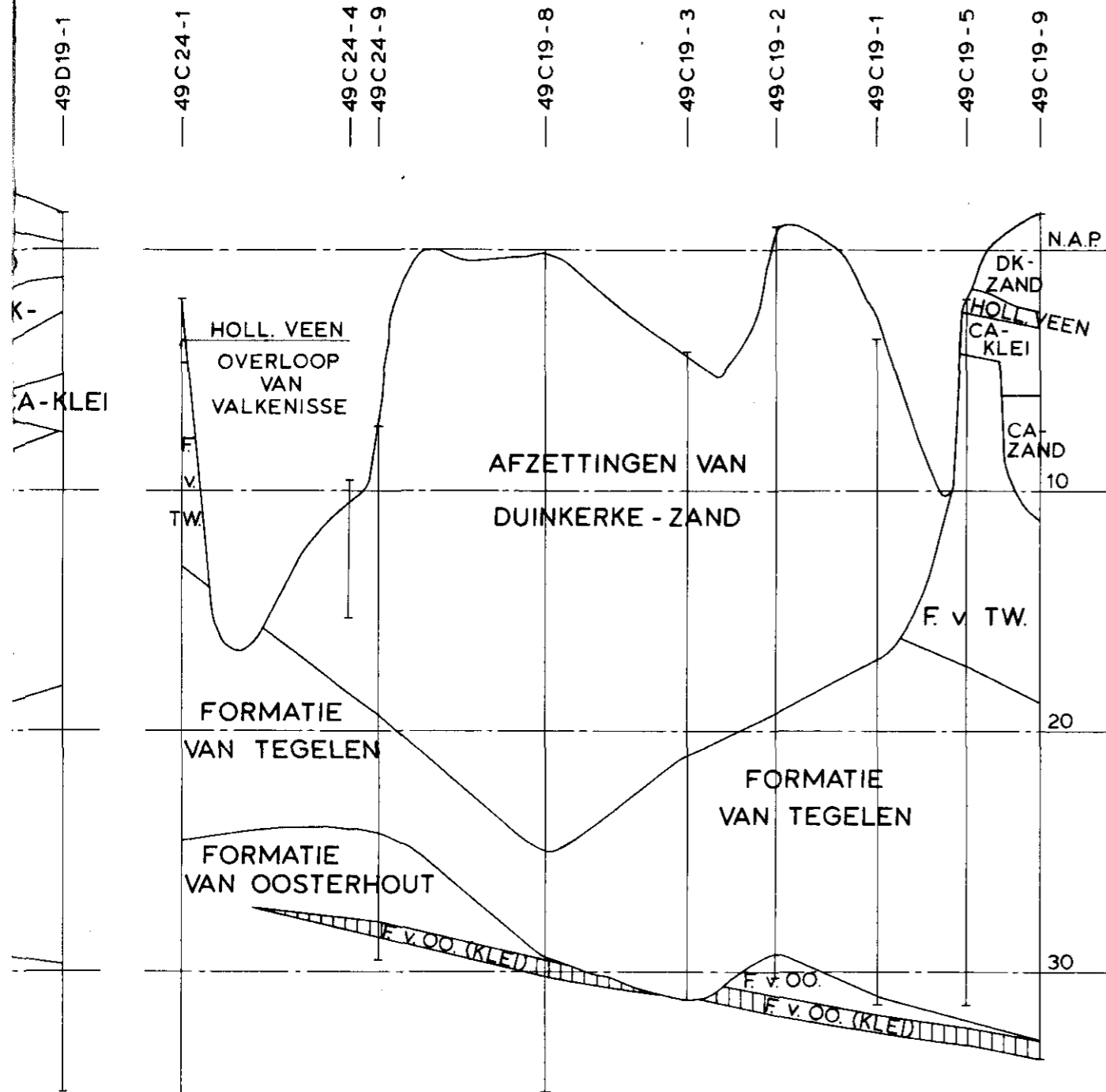
 sondering met volgnummer (per vak)

 49C20 topografische vakindeling codering boringen en sonderingen

 veengrens vastgesteld door rijks geologische dienst (rapport 233/61-62, bijlage 1) plaatselijk aangepast aan situatie 1979

voor overzicht geologische profielen I-I', II-II', IV-IV' en V-V' zie bijlage 2

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vlissingen	get.	MK.	bijl.1	
	gec.	E.		
westerschelde omgeving bath algemeen overzicht; -situering geologische profielen I-I' 1/4 m V-V' met boorlokatie	gez.	<i>[Signature]</i>	schaal 1:25 000	
	akk.	<i>[Signature]</i>	A3	nr. 81.18



PROFIEL V - V'

toelichting:		
DK-KLEI	afzetting van duinkerke (klei)	holoceen
DK-ZAND	afzetting van duinkerke (zand)	
DK-ZAVEL	afzetting van duinkerke (zavel)	
HOLL. VEEN	hollandveen	kwartair
CA-KLEI	afzetting van calais (klei)	
CA-ZAND	afzetting van calais (zand)	pleistoceen
F. v. TW.-ZAND	formatie van twente (zand)	
F. v. T.-ZAND	formatie van tegelen (zand)	
F. v. OO.-KLEI	formatie van oosterhout (klei)	plioceen
F. v. OO.-ZAND	formatie van oosterhout (zand)	
F. v. BR.	formatie van breda	tertiair
		----- mioceen

geologische profielen ontleend aan gegevens verstrekt door rijks geologische dienst - district zuid (dec 1980; project 7505)

bovenkant
 ← boring met nummer (49 C 24 - 4)
 benedenkant

als gevolg van wijzigingen in de geulligging komt de bovenkant van de destijds verrichte boringen somtijds niet meer overeen met de huidige geulbodern

voor situering raaien geologische profielen zie bijlage 1

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vliissingen	get.	MK	bijl. 2	
	gec.	E.		
westerschelde - omgeving bath geologische profielen	gez.	<i>[handwritten]</i>	schaal	hor. 1:25.000 vert. 1:250
	akk.	<i>[handwritten]</i>	A5	nr. 82.160

Z U I D B E V E L A N D

-82000

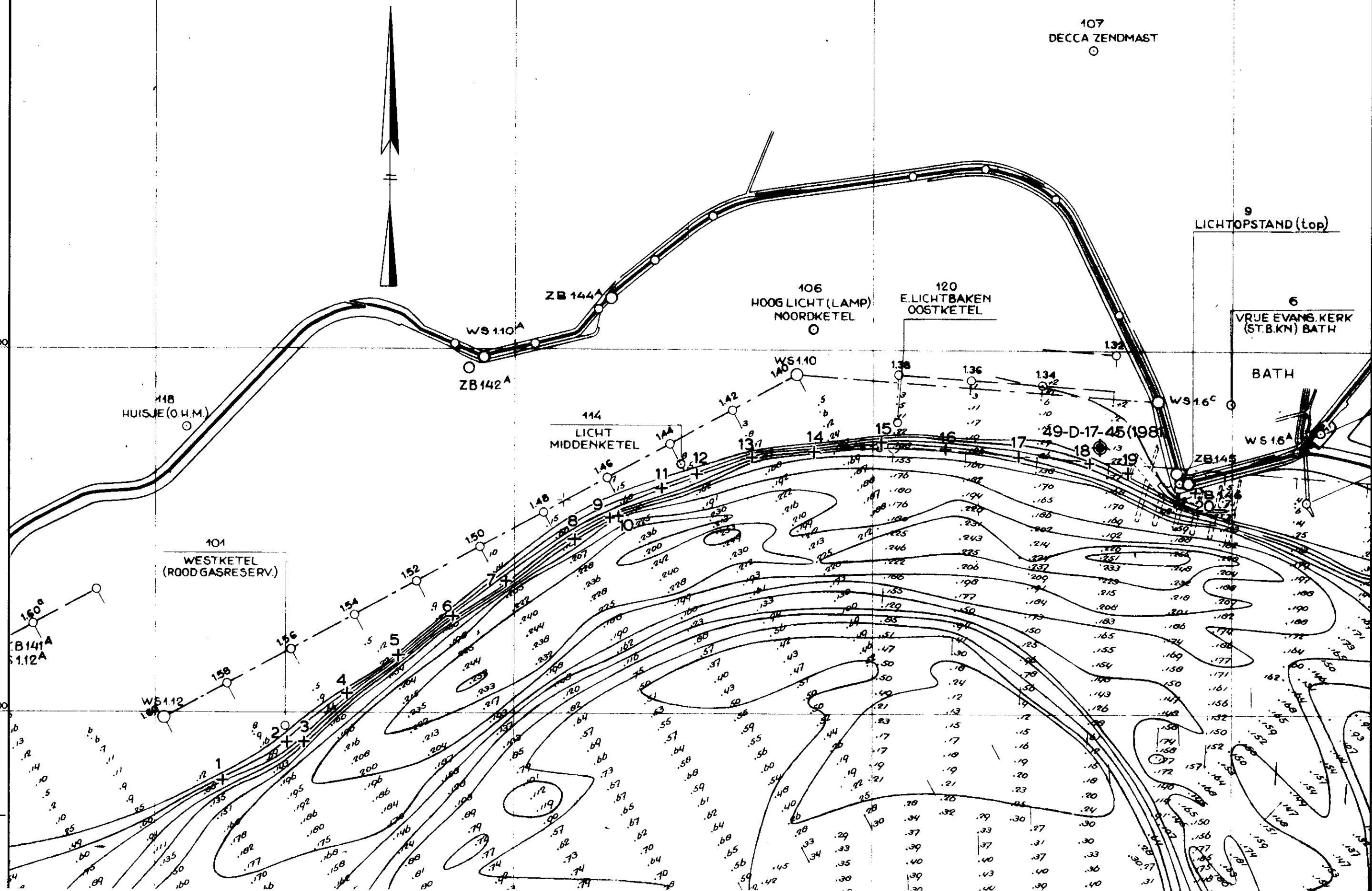
-82000

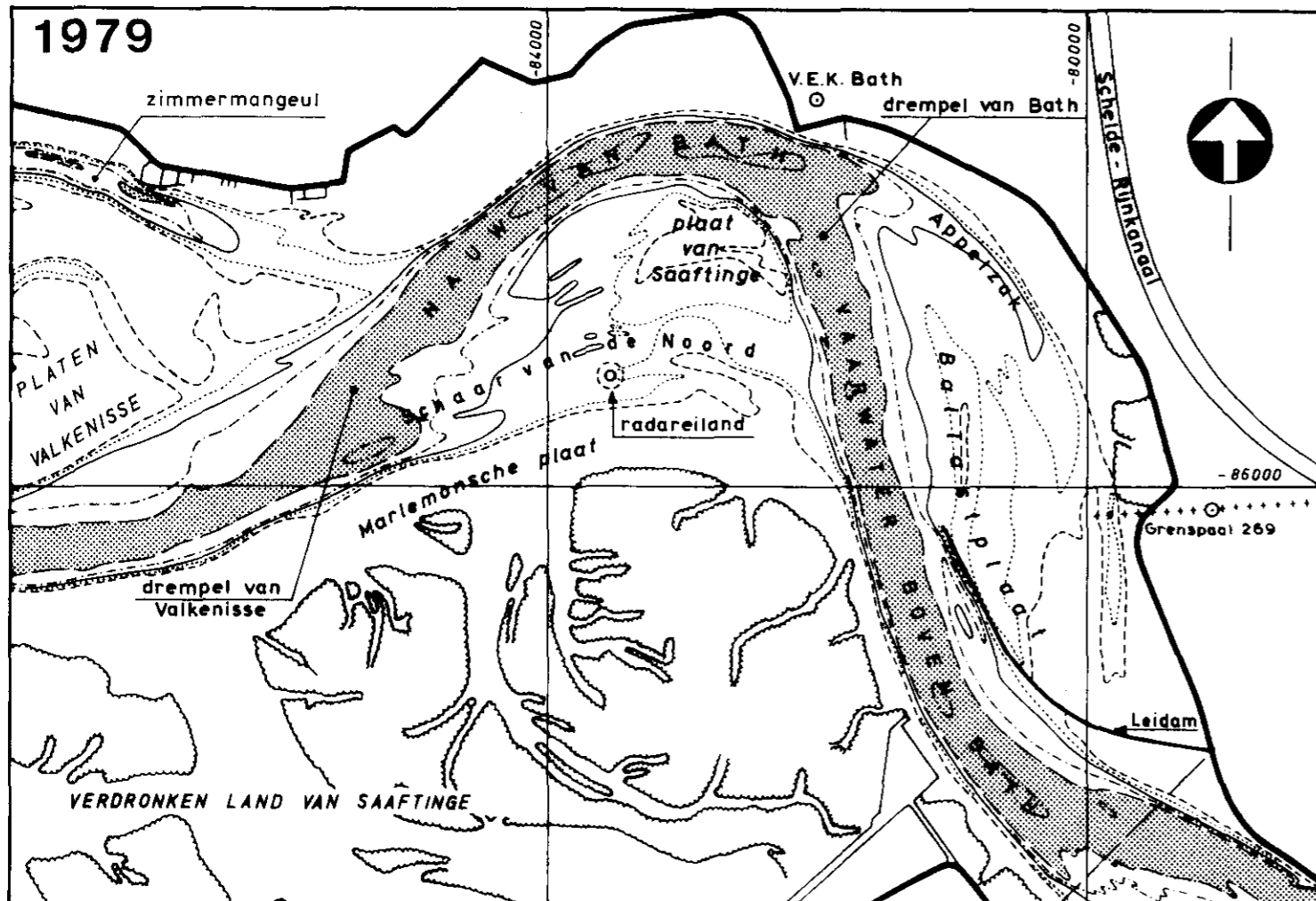
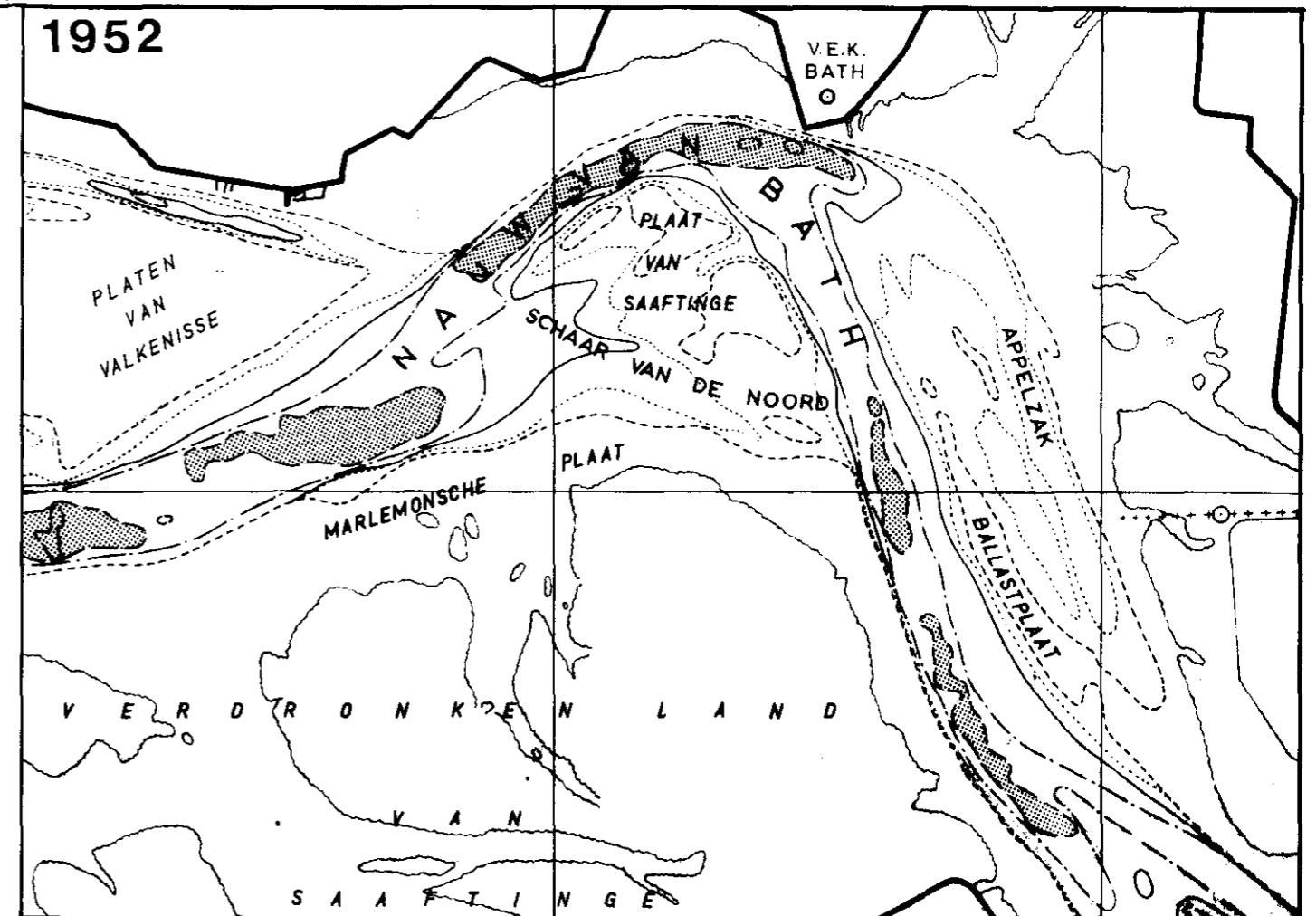
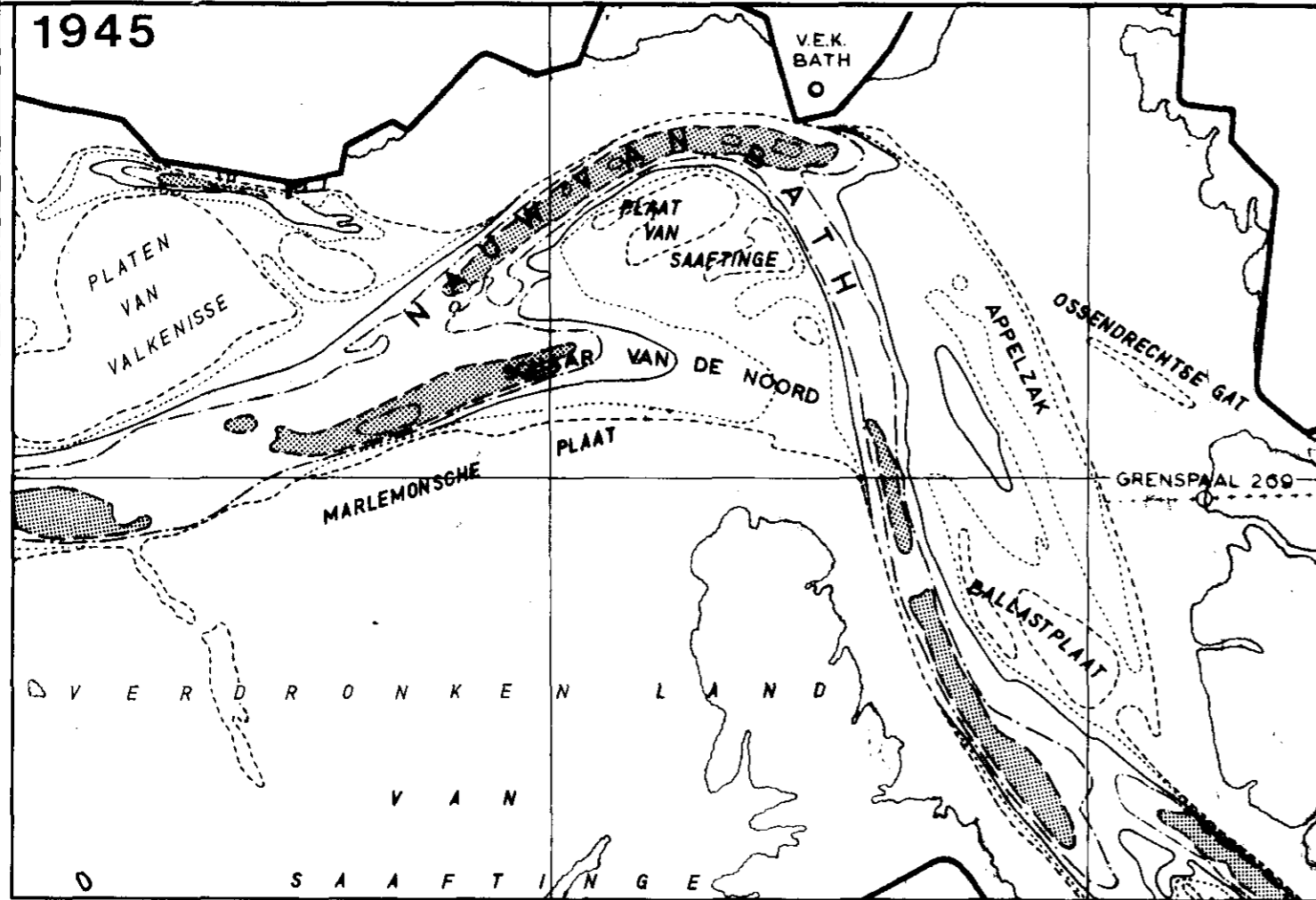
-83000

-83000

-84000

-84000





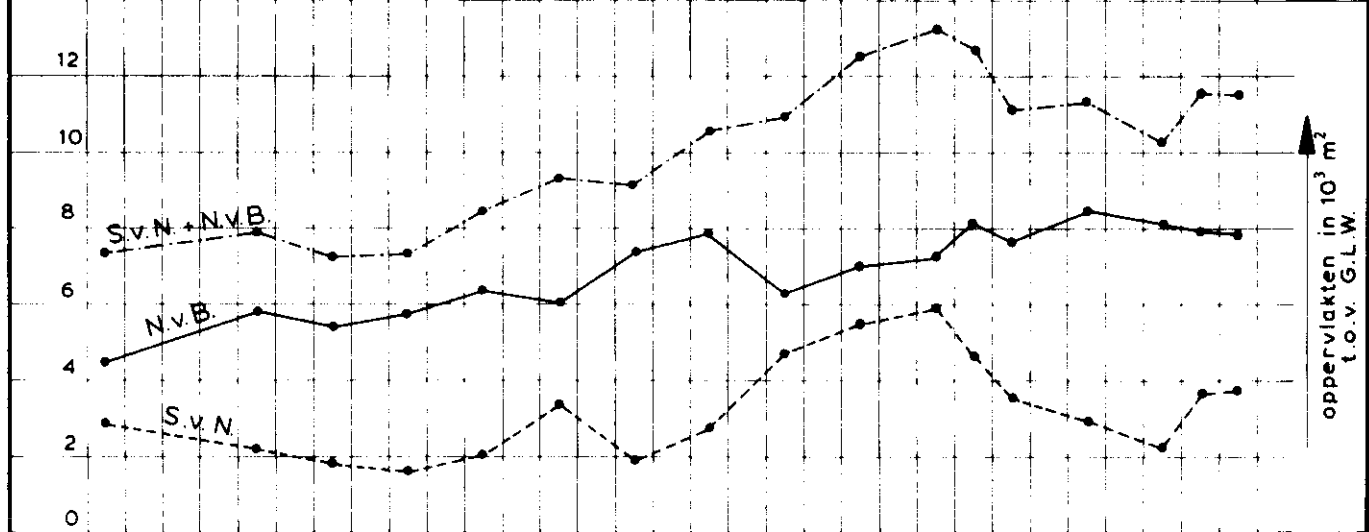
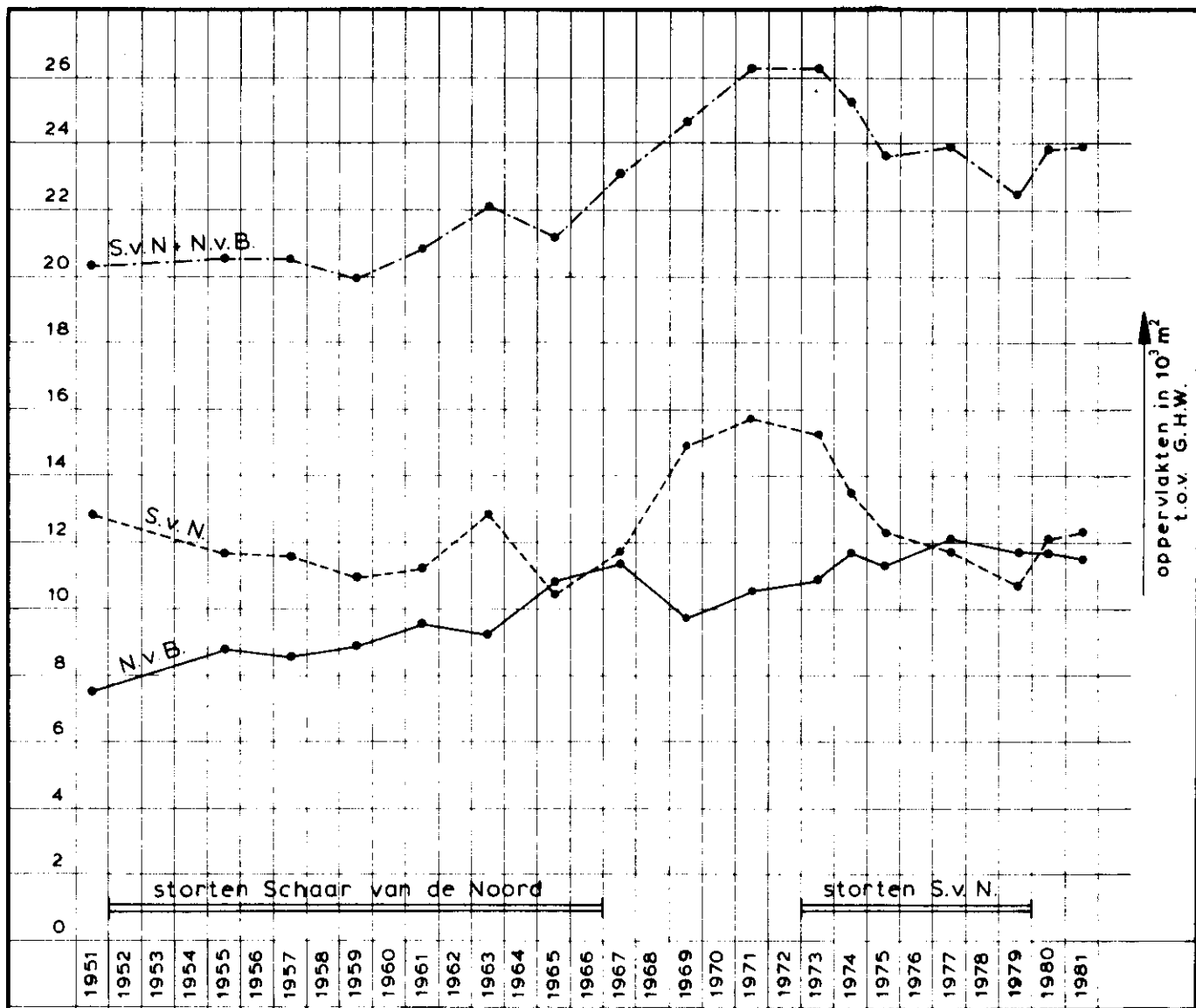
T O E L I C H T I N G

- dijk - en kustlijn
- - - kribben e. d.
- - - - - dieptelijn van g.l.l.w.s.
- " " " - 20 dm
- " " " - 50 dm
- " " " - 80 dm
- " " " - 120 dm
- " " " - 200 dm
- " " " - 300 dm
- " " " - 400 dm

situaties 1860 t/m 1979 samengesteld naar gegevens van de hydrografische dienst (t/m 1952) en de rijkswaterstaat (vanaf 1963)

rechthoekige coördinaten in m t.o.v. amersfoort

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vlissingen	get.	L.p.	bijl. 4
	gec.	E.	
westerscheide omgeving bath situaties dieptelijnen 1860-1979	gez.	schaal 1 : 50 000	
	akk.	A5 nr. 82.92	

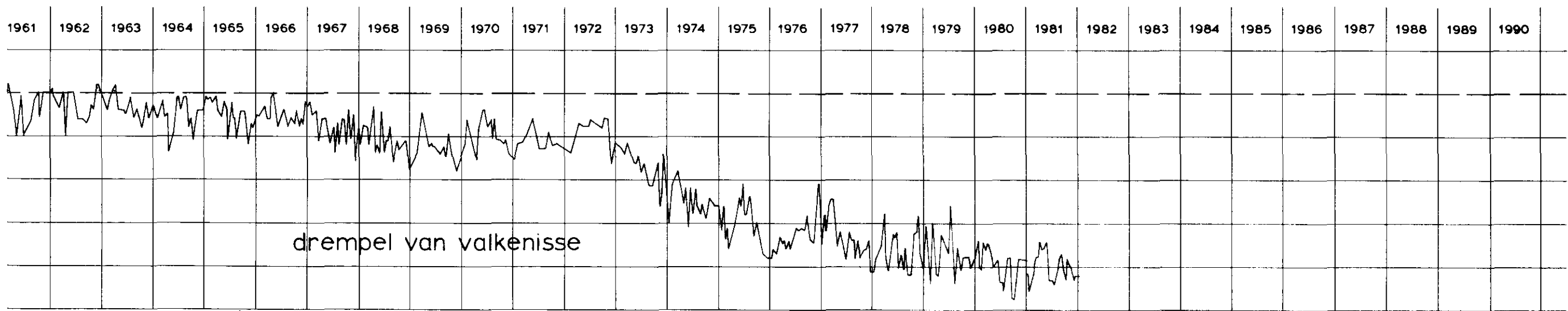
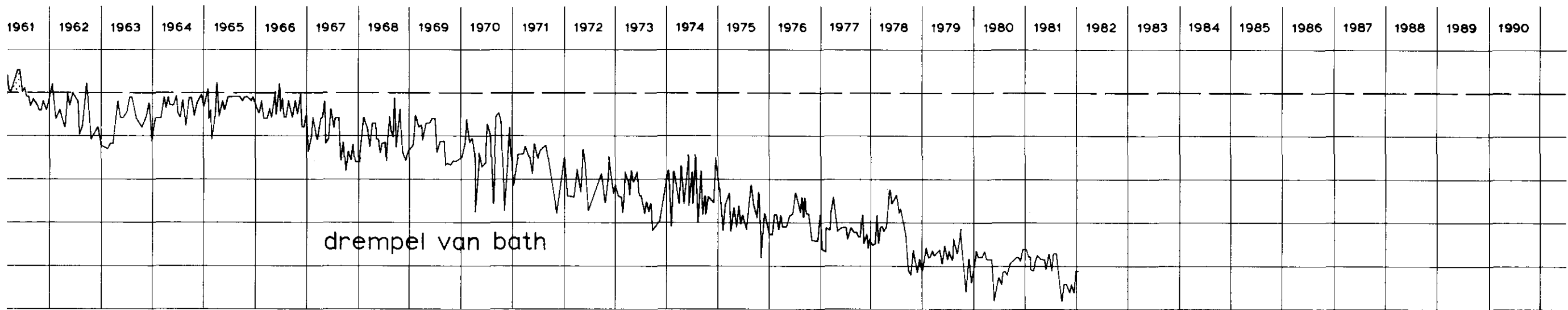
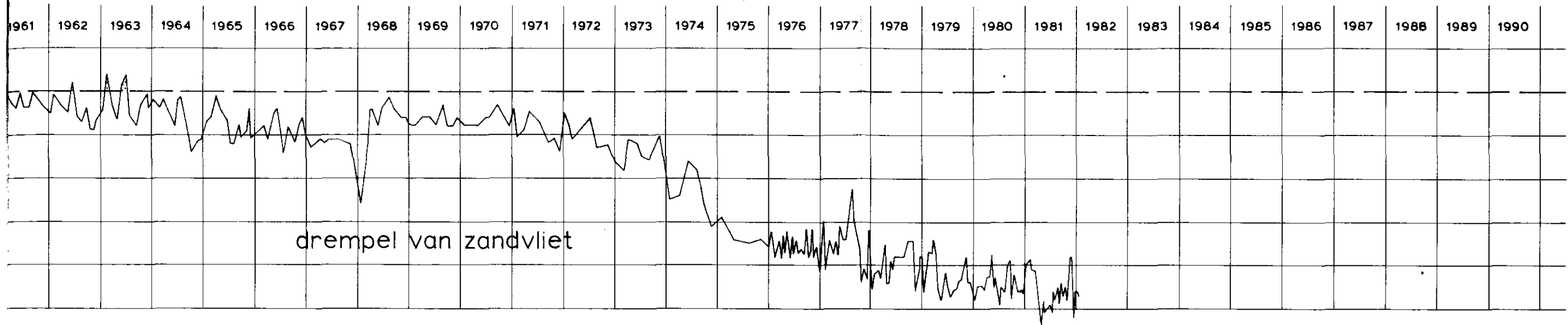


Toelichting:

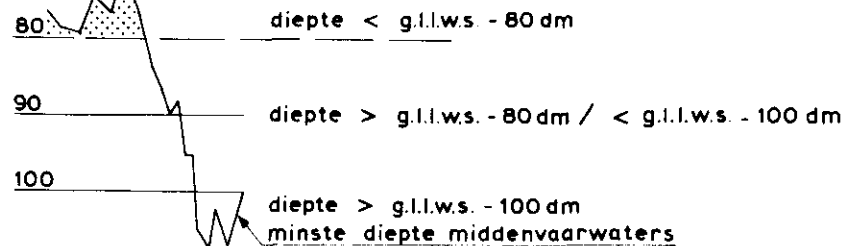
N v. B. = Nauw van Bath.
S v. N. = Schaar van de Noord

Voor situering naar I-I' zie bijlage 1
In de grafieken zijn de vastgestelde oppervlakten aangegeven met een dikke stip

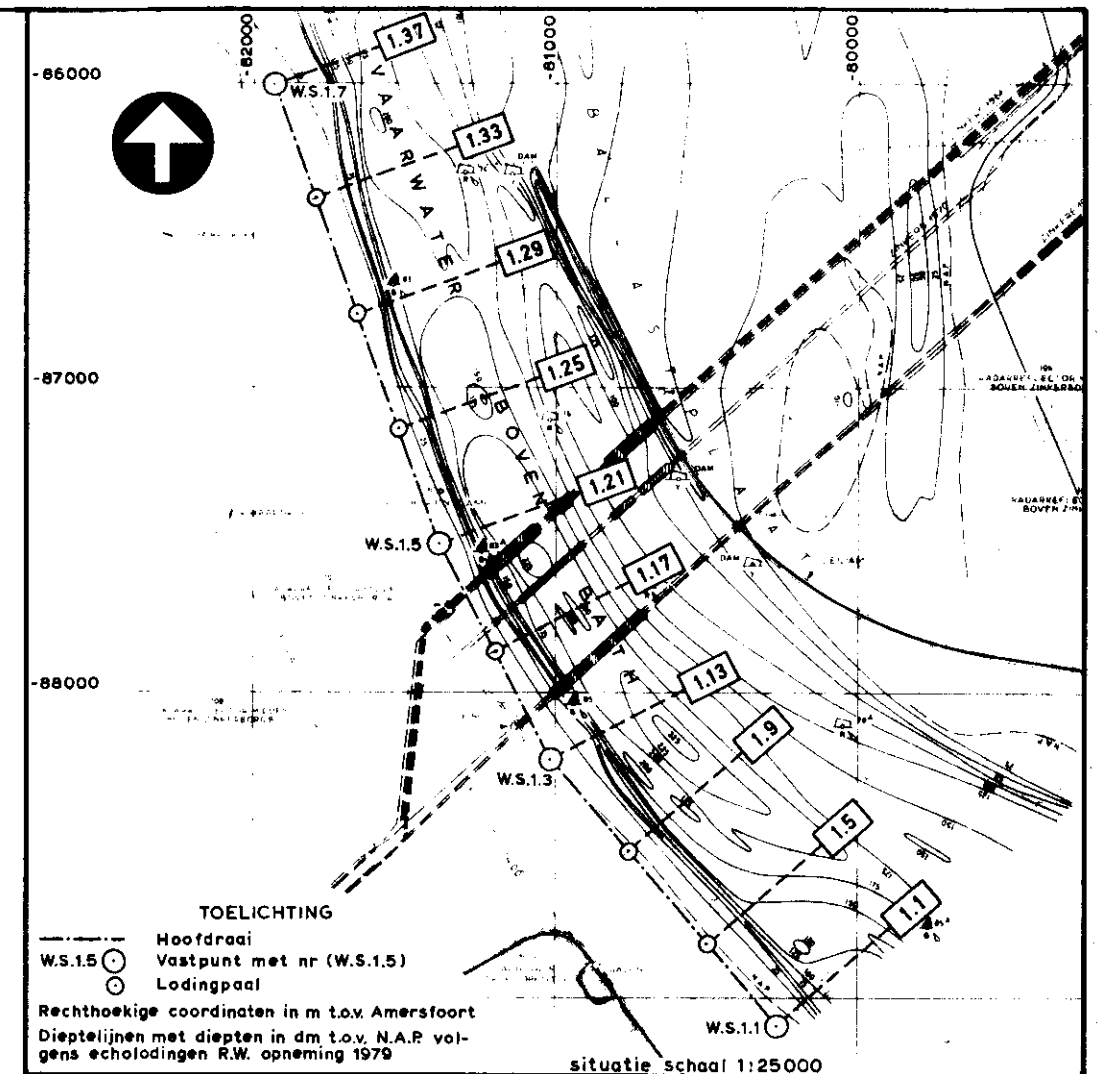
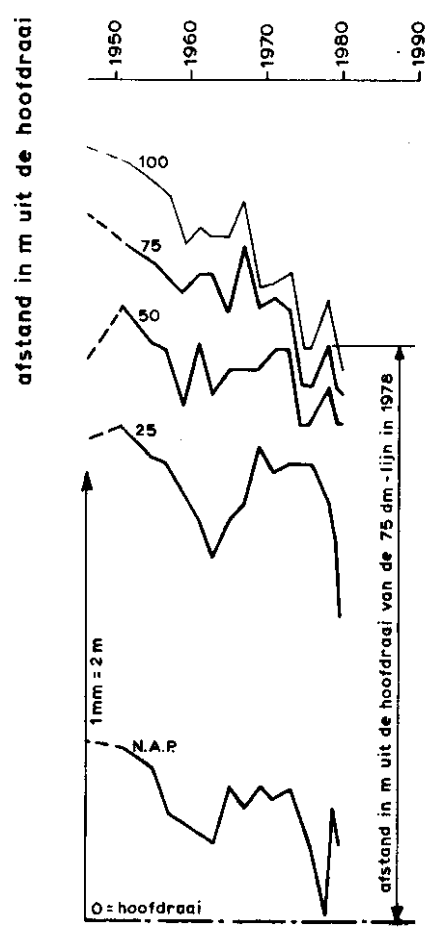
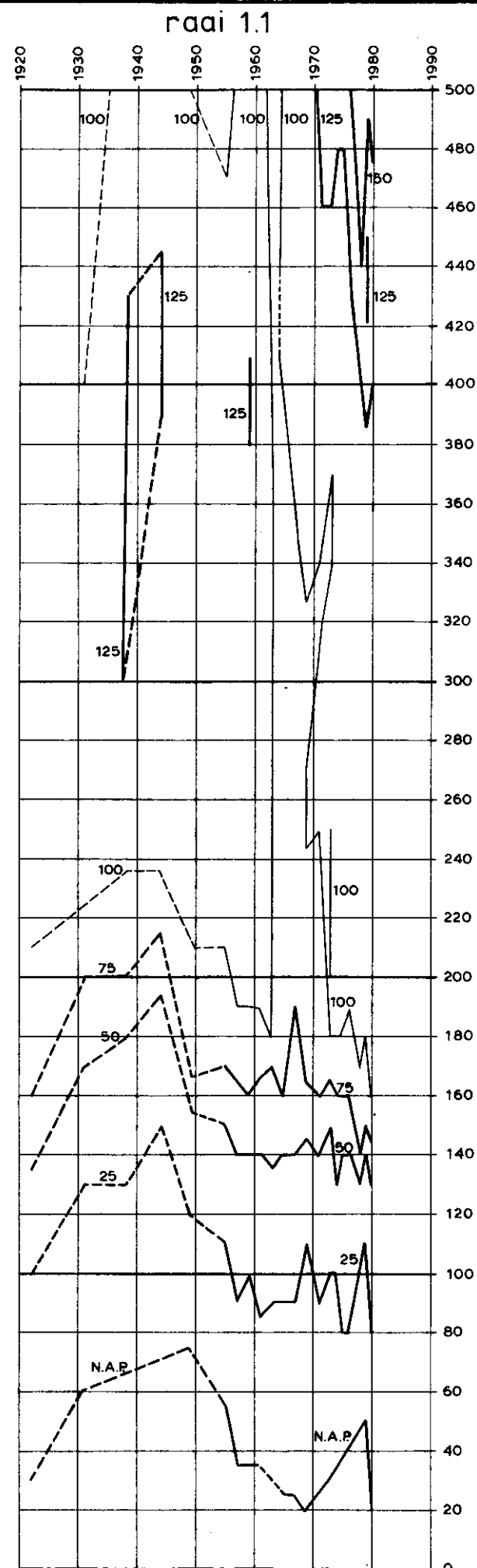
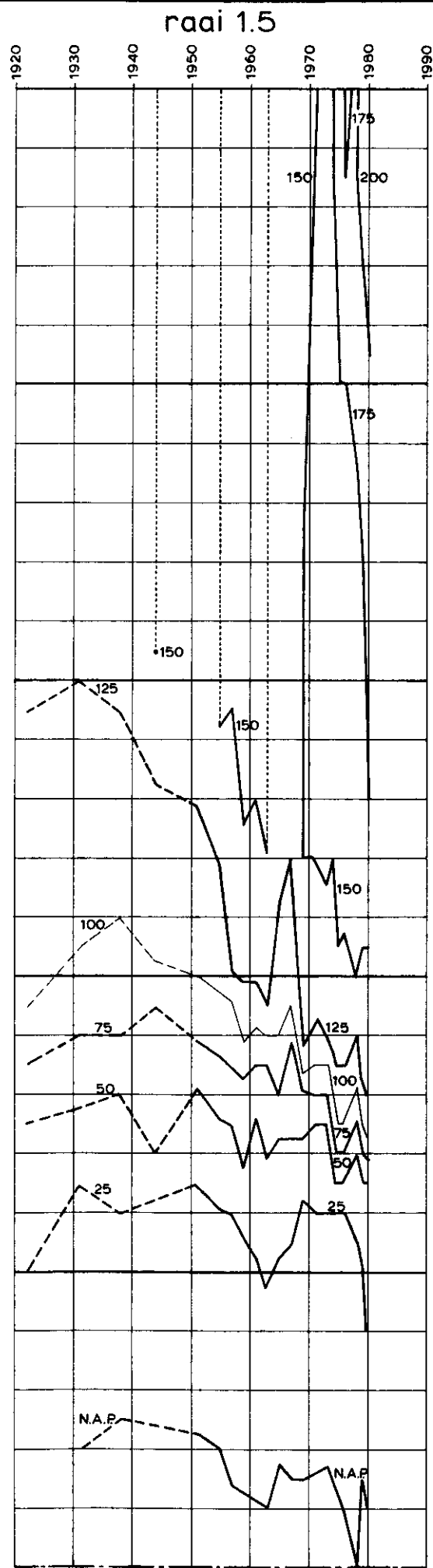
rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vliissingen	get.	j.h	bijl. 5	
	gec.	<i>E</i>		
westerschelde - omgeving bath veranderingen geuldoorsneden in raai I-I' sedert 1951	gez.	<i>duh</i>	schaal	
	akk.	<i>duh</i>	A1	nr. 82. 159



toelichting:



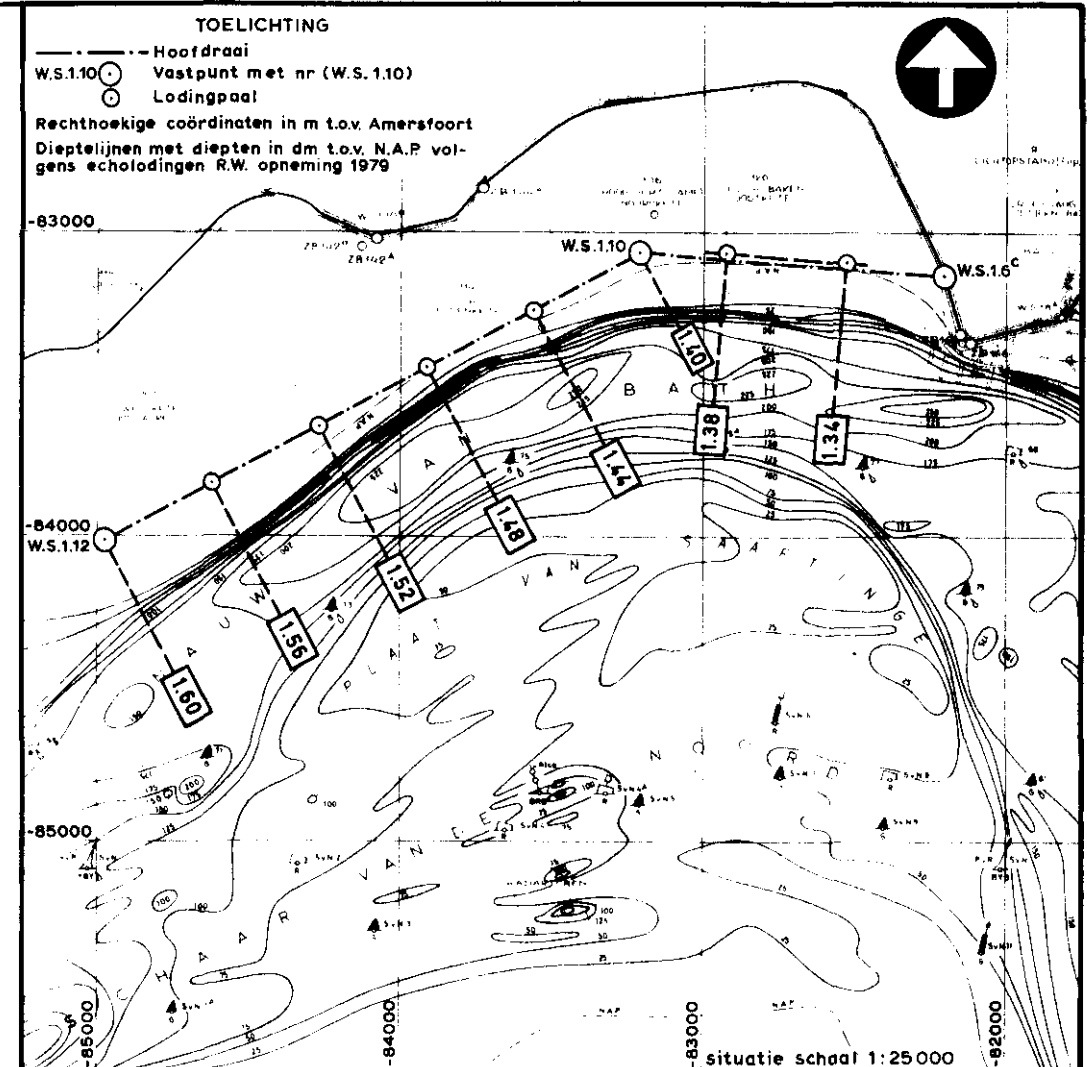
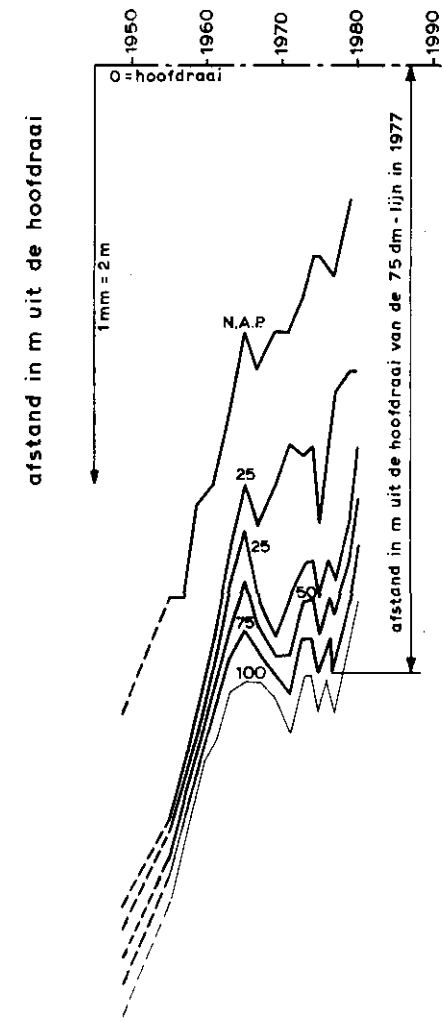
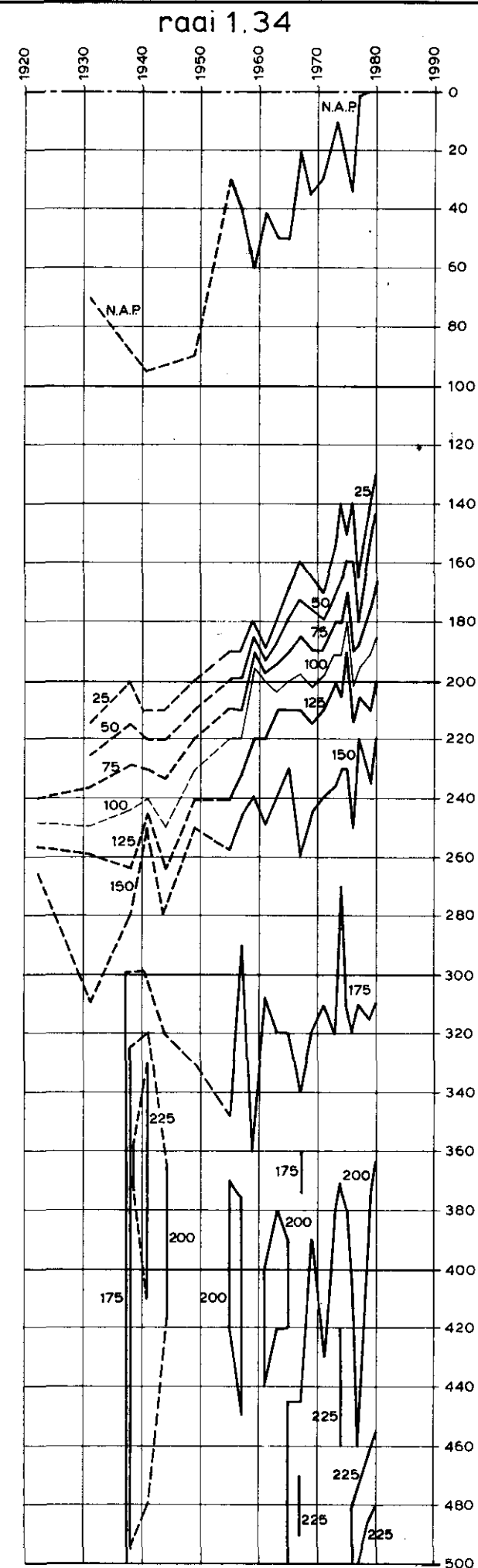
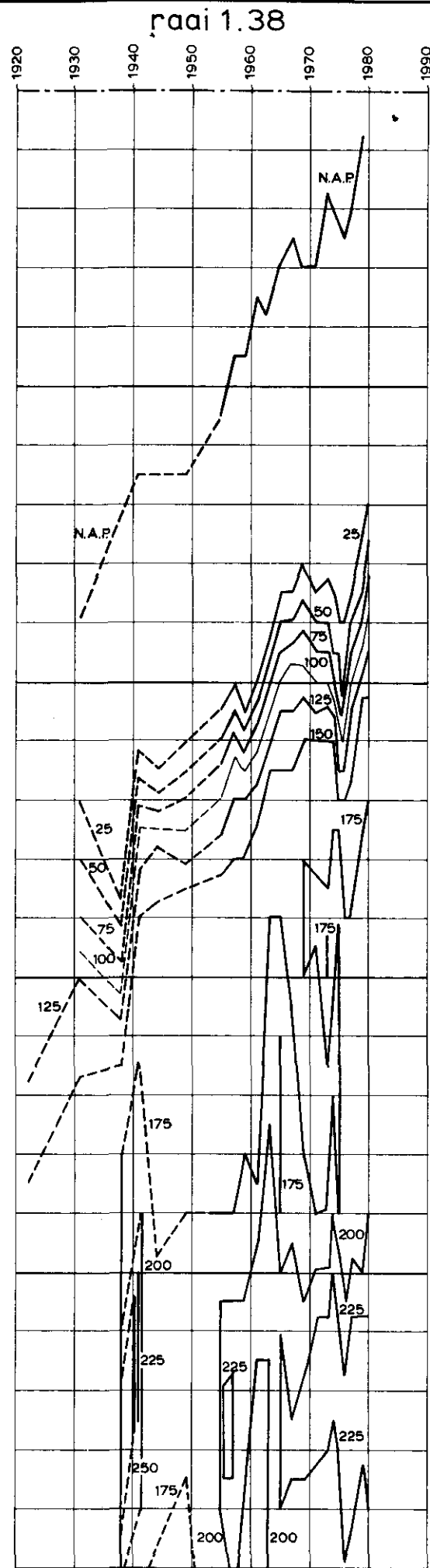
rijkswaterstaat		get.	MK.	bijl. 6	
directie waterhuishouding en waterbeweging		gec.	E.		
district kust en zee - adviesdienst vliissingen		gez.	<i>mkh</i>	schaal	
westerscheide		akk.	<i>mkh</i>	A3	nr. 82.158
drempels van zandvliet, bath en valkenisse					
verloop minimum drempeldiepten sedert 1948					



TOELICHTING
 - - - - - Hoofdraai
 W.S.1.5 Vastpunt met nr (W.S.1.5)
 O Lodingpaal
 Rechthoekige coördinaten in m t.o.v. Amersfoort
 Dieptelijnen met diepten in dm t.o.v. N.A.P. volgens echolodingen R.W. opnemng 1979

toelichting:
 - - - - - grafieken volgens minuutbladen hydrografie
 ————— grafieken volgens rivierlodingen rijkswaterstaat
 100 N.A.P. - 100 dm

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vliissingen westerscheide - linkeroever vaarwater boven bath grafieken dieptelijnen t.o.v. N.A.P. 1922 - 1980	get.	MK.	bijl. 7	
	gec.	E.		
	gez.	<i>[handwritten]</i>	schaal	
	akk.	<i>[handwritten]</i>	A6	nr. 81.93



toelichting:

- grafieken volgens minuutbladen hydrografie
- grafieken volgens rivierlodingen rijkswaterstaat

100 N.A.P. - 100 dm

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee - adviesdienst vliissingen westerschelde - rechteroever nauw van bath grafieken dieptelijnen t.o.v. N.A.P. 1922 - 1980	get.	MK.	bijl. 8
	gec.	ε.	
	gez.	<i>[handwritten]</i>	schaal
	akk.	<i>[handwritten]</i>	A5 nr. 81.92