

Directie Waterhuishouding

en Waterbeweging

Studiedienst Vlissingen

~~WOTOK 2 7 1 1010~~

De gevolgen van het lozen van het door-
spoeldebiet van het Zoommeer op de zout-
gehalten van de Westerschelde.

Vlissingen, oktober 1977

INHOUD

		<u>blz.</u>
hfst. 1	Inleiding	1
" 2	Beschikbare gegevens betreffende debieten en zoutgehalten van de Westerschelde	3
" 2.1	Gegevens van debieten	3
" 2.2	Gegevens van zoutgehalten	3
" 3	Afvoeren van de Schelde en het Zoommeer	7
" 4	Het verband tussen Scheldeafvoer en zoutgehalte	10
" 4.1	Eerder bepaalde verbanden tussen afvoer en zoutgehalte	10
" 4.2	Het verband bepaald uit de waarnemingen van 1973 t/m 1975	11
" 4.3	Korte termijn fluctuaties van het zoutgehalte	13
" 5	Gevolgen van de lozing van het Zoommeer op het zoutgehalte	15
" 5.1	Het gebruik van de relatie tussen zoutgehalte en afvoer te Schelle	15
" 5.2	De veranderingen van de zoutgehalten door de lozing	17
" 5.3	Overige veranderingen van de zoutgehalten	19
" 6	De invloed van de Bochtafsnijding bij Bath	21
" 6.1	De toestand zonder lozing	21
" 6.2	De toestand met lozing	23
" 6.2.1	Lozing stroomopwaarts van de grens	23
" 6.2.2	Lozing in het bekken noordelijk van de leidam	23
" 6.3	De invloed op het Verdronken Land van Saaftinge	24
" 7	Conclusies	25
	Litteratuur	27
	Staat van bijlagen	29

1. INLEIDING.

In het kader van de Compartimenteringswerken Oosterschelde wordt er onderzoek gepleegd naar de beheersing van de waterhuishouding van het toekomstige Zoommeer. Vanwege de waterkwaliteitseisen die aan het water gesteld worden en de te verwachten zoutbelasting via verschillende sluizen wordt overwogen om het Zoommeer door te spoelen met water vanuit het Hollands Diep naar de Westerschelde.

Dit onderzoek wordt verricht door de Werkgroep Waterhuishouding van de Compartimenteringscommissie Oosterschelde (C.C.O.). De Werkgroep heeft in dit verband de Studiedienst Vlissingen verzocht om na te gaan wat de gevolgen van een eventuele lozing voor het zoutgehalte op de Westerschelde zijn.

De volgende toestanden zijn hiertoe onderzocht:

- a Huidige toestand (zonder invloed spuiverliezen);
- b Idem met de invloed van spuiverliezen bij de Kreekraksluizen van $20 \text{ m}^3/\text{s}$;
- c Voor het geval van doorspoelen volgens programma C3.IV met een maximum van $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (zie voor omschrijving hfst. 3, 1e alinea), inclusief de afvoer van overtollig water en een spuiverlies van $20 \text{ m}^3/\text{s}$;
- d Voor het geval van doorspoelen met een constant debiet van $50 \text{ m}^3/\text{s}$ respectievelijk $100 \text{ m}^3/\text{s}$ inclusief het spuiverlies van $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

In hoofdstuk 2 is een overzicht van bestaande rapporten en publicaties aangaande Scheldeafvoeren, zoutgehalten en vroegere berekeningen aangaande de gevolgen van zoetwaterlozingen gegeven.

In hoofdstuk 3 zijn de Scheldeafvoeren van de jaren 1949 t/m 1974 geanalyseerd samen met de lozingshoeveelheden van dezelfde periode die zijn bepaald door het District Zuidwest van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging volgens het programma C3.IV.

Het verband tussen zoutgehalte en Scheldeafvoer is onderzocht in hoofdstuk 4.

In hoofdstuk 5 zijn de gevolgen van de lözing van doorspoeldebiet bepaald:

De invloed van de eventuele uitvoering van de Bochtafsnijding bij Bath is besproken in hoofdstuk 6.

De belangrijkste conclusies zijn samengevat in hoofdstuk 7.

2. BESCHIKBARE GEGEVENS BETREFFENDE DEBIETEN EN ZOUTGEHALTEN VAN DE WESTERSCHELDE.

Voor de overzichtelijkheid zijn alle rapporten en publicaties betreffende debieten en zoutgehalten in de Westerschelde waarvan het bestaan bekend is bij de Studiedienst in dit hoofdstuk opgesomd.

2.1 Gegevens van debieten.

De Antwerpse Zeediensten hebben sinds 1949 de maandgemiddelden en sinds 1959 ook de 10-daagse gemiddelden van de Scheldeafvoer te Schelle bepaald.

De volgende rapporten van de Antwerpse Zeediensten hebben betrekking op deze gegevens:

- Debieten van het Scheldebekken. Periode 1959-1972. [1]
- Debieten Scheldebekken 1973.
- Debieten Scheldebekken 1974.
- Debieten Scheldebekken 1975.

2.2 Gegevens van zoutgehalten.

Van de Antwerpse Zeediensten zijn de volgende rapporten bekend:

- ir. I. Coen (1971) [2]
Chloride-gehaltemetingen in de Westerschelde, samenvattend verslag over de metingen van 1942 tot 1970.
- Scheldebekken, Chloridgehalte 1975. [3]
Verslag nr. AZ 76.7.

De resultaten van de bemonsteringen van het R.I.Z.A. worden gepubliceerd in kwartaalrapporten:

- Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren. [4]
Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid,
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

De zoutgehaltegegevens van de Westerschelde in deze rapporten zijn verkregen uit monsters genomen rondom laagwaterkentering tijdens springtij.

De Studiedienst Vlissingen heeft de volgende rapporten gepubliceerd:

- ir. M. Meulenberg. [5]

De zoutgehalten in de Westerschelde en het mondingsgebied en de veranderingen ervan ten gevolge van de Deltawerken.

Eerste bericht. Nota 74.2, maart 1974.

- ir. W.T. Bakker. [6]

Stationaire, ééndimensionale diffusie in getij-estuarium in het algemeen en in het Westerschelde-estuarium in het bijzonder. Memo 75.5.

In deze rapporten zijn van de Westerschelde gegevens van de jaren '53 - '55 en in nota 74.2 bovendien van de rede van Vlissingen van de jaren '69 - '72 verwerkt en geanalyseerd.

Door de Afdeling V van de Waterloopkundige Hoofdafdeling van de Deltadienst [7]:

- Welke zijn de gevolgen van een permanente zoetwaterlozing groot 10-20 of 30 m³/s en een extra periodieke lozing groot 50 of 100 m³/s op de Westerschelde, voor het zoutgehalte.

Nota DD-WT - 77.046 Intern, mei 1977.

Zoutgehaltemetingen en afvoeren van de jaren '53 - '55 zijn verwerkt met een z.g. stochastisch input-output model. Met dit model kunnen voor een bepaalde periode uit de Scheldeafvoeren de maandgemiddelden van de zoutgehalten van het oostelijk deel voorspeld worden.

Door de Afdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst zijn in het kader van de compartimenteringswerken de volgende rapporten gepubliceerd:

- De milieukundige aspecten van de compartimentering van de Oosterschelde. [8]

C.C.O., Werkgroep Milieu, november 1975.

Gegevens van zoutgehaltemetingen "uit de 50-er en 60-er jaren" en afvoergegevens van de Schelde zijn in hoofdstuk 7.2 van dit rapport gebruikt. Deze gegevens zijn ten behoeve van dit rapport verwerkt door het District Zuidwest van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging (Tabel 17).

- De Waterhuishoudkundige aspecten van de compartimentering van de Oosterschelde.

C.C.O., Werkgroep Waterhuishouding, april 1975. [9]

Gegevens van zoutgehaltemetingen met de daarbij optredende Scheldeafvoeren van de jaren 1973 en 1974 afkomstig van de Studiedienst Vlissingen zijn gegeven in bijlage 4.5, terwijl in bijlage 4.4 de overschrijdingsfrequenties van Scheldeafvoeren zijn gegeven. De verwerking van deze gegevens (tabel 5.1) komt min of meer overeen met die van het voornoemde rapport [8] van november 1975.

- Interim nota. [10]

C.C.O., Projectgroep Waterhuishouding Oostmeer, nota 76.28.

In hoofdstuk 9.5 zijn gegevens betreffende zoutgehaltemetingen van de jaren '53 - '55 en '73 - '74 samen met afvoergegevens van de Schelde en gegevens van het lozingsprogramma C3.IV bewerkt (tabel 13) door de Studiedienst Vlissingen.

Hierover is door de Studiedienst gerapporteerd in brief 760 van 15 maart 1976 en brief 1205 van 26 april 1976 aan de Afdeling Milieu en Inrichtingszaken. Dit betrof een globale bewerking waarbij de afvoer van het overschot aan regenwatertoevoer op het Zoommeer niet bij de berekeningen is betrokken.

- Verder -

Verder zijn nog de volgende publicaties bekend die in het kader van dit project niet zijn geraadpleegd:

- ir. J.J. Peters.

Les mecanismes de melange des eaux dans l'estuaire de l'Escaut.

Tijdschrift der Openbare Werken van België.

- ir. J.L. Kleinjan.

Verslag over de in 1930, 1931 en 1932 op de Westerschelde verrichte metingen en waarnemingen.

Directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat, december 1934.

- R. Peelen.

Isohalines in the delta area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt.

Netherlands Journal of Sea Reserach, nr. 3, 1967.

- ir. R. Codde.

Het verloop van het zoutgehalte in de Zeeschelde.

Revue C - Tijdschrift, nr. 6, 1958.

3. AFVOEREN VAN DE SCHELDE EN HET ZOOMMEER.

Van de jaren 1949 t/m 1974 zijn de maandgemiddelden van de afvoeren van de Schelde te Schelle bepaald door de Antwerpse Zeediensten (zie hoofdstuk 2.1). Over dezelfde periode zijn de afvoeren van het Zoommeer ingeval van toepassing van het lozingsprogramma C3.IV eveneens bekend van berekeningen van het District Zuidwest van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging. Het lozingsprogramma C3.IV wordt nader omschreven in [10] en betreft het lozingsprogramma ingeval van compartimentering volgens model C3.IV, waarbij doorspoeling plaatsvindt om het chloridegehalte op het noordelijk deel niet groter dan 300 mg/l te laten worden, het in te laten water van het Hollands Diep niet zouter mag zijn dan 275 mg/l en het doorspoeldebiet maximaal 100 m³/s mag zijn.

Om de toestand met en zonder lozing van het Zoommeer te kunnen vergelijken zijn overschrijdingsfrequenties van de Scheldeafvoer en van de Scheldeafvoer + lozingsdebiet berekend. Dit is zowel voor het zomerseizoen (april t/m september) als voor het winterseizoen (oktober t/m maart) gedaan met de bovengenoemde gegevens van de jaren 1949 t/m 1974.

Een extra zoetwaterbelasting van 20 m³/s schutverlies van de Kreekraksluizen is eveneens in rekening gebracht. Voor het geval van lozing zijn drie gevallen onderscheiden; lozing volgens programma C3.IV, een continue lozing van 50 m³/s en een continue lozing van 100 m³/s.

De berekende overschrijdingsfrequenties zijn bepaald voor de voortschrijdende gemiddelden over 3 maanden en dus niet voor maandgemiddelden of 10-daagse gemiddelden. Dit is gedaan vanwege de in hoofdstuk 4 nader besproken mogelijkheid tot voorspelling van het zoutgehalte uit de afvoeren.

De overschrijdingsfrequenties zijn weergegeven in grafieken met een lineaire schaal voor het debiet en een logaritmische schaal voor de frequentie en benaderd

- door -

door rechte lijnen (bijlagen 3 t/m 6).

Bij de grafiek voor het winterseizoen (bijlage 4) valt op dat bij een afvoer van ca $220 \text{ m}^3/\text{s}$ van de Schelde de benaderende lijn een knik vertoont. Dit houdt mogelijk verband met het in België gevoerde waterhuishoudkundige beleid bij hoge afvoeren. Er is hier geen nader onderzoek naar gepleegd.

Voor het lozingsprogramma C3.IV blijkt dat in het zomerseizoen voor lage afvoeren ($< 40 \text{ m}^3/\text{s}$) de invloed van de lozing op het zoutgehalte overeenkomt met die van het continue lozen van $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (bijlage 3). Naarmate de Scheldeafvoer groter is neemt de invloed af tot praktisch nihil bij afvoeren van $260 \text{ m}^3/\text{s}$ of meer. Dit is als volgt te verklaren:

De natuurlijke afvoer naar het Zoommeer hangt af van de regenval van het stroomgebied. Aannemelijk is dat er enig verband bestaat met de regenval in het stroomgebied van de Schelde. Verder wordt er vanwege het bij programma C3.IV gehanteerde criterium van beperking van het zoutgehalte op het Zoommeer tot een bepaalde waarde meer doorgespoeld naarmate de natuurlijke toevoer geringer is. Eén en ander betekent dat lage Scheldeafvoeren samengaan met relatief grote doorspoeldebieten en hoge Scheldeafvoeren samengaan met geen of relatief geringe doorspoeldebieten.

Voor het winterseizoen blijkt eveneens een tendens tot afnemen van de invloed van de lozingen volgens C3.IV naarmate de Scheldeafvoer toeneemt (bijlage 4). Hier is dit effect geringer dan in de zomer, omdat het in de winter aanwezige overschot aan natuurlijke aanvoer ook afgevoerd moet worden.

Hierbij komt bij lage Scheldeafvoeren ($< 40 \text{ m}^3/\text{s}$) de lozing volgens C3.IV overeen met een continue lozing van $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij een Scheldeafvoer van $260 \text{ m}^3/\text{s}$ komt dit overeen met een continue afvoer van $20 \text{ m}^3/\text{s}$ en bij een

- Scheldeafvoer -

Scheldeafvoer van $360 \text{ m}^3/\text{s}$ met een continue afvoer van $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Uit bovenstaande blijkt dat continue lozingen van $50 \text{ m}^3/\text{s}$ of $100 \text{ m}^3/\text{s}$ een ten opzichte van het lozingsprogramma C3.IV zeer grote invloed op de zoetwater afvoer hebben vooral bij hoge Scheldeafvoeren.

Eén en ander is nog eens in onderstaand tabelletje samengevat.

Afvoer te Schelle	$40 \text{ m}^3/\text{s}$	$260 \text{ m}^3/\text{s}$	$360 \text{ m}^3/\text{s}$
Surplus t.g.v. lozen volgens C3.IV			
zomer	20	0	0
winter	40	20	10
Surplus t.g.v. continue lozen van $50 \text{ m}^3/\text{s}$	50	50	50
$100 \text{ m}^3/\text{s}$	100	100	100

Door de grotere lozing tijdens lagere Scheldeafvoeren wordt bij lozen volgens programma C3.IV de variatie van de totale zoetwaterafvoer in de tijd verminderd.

Geconcludeerd kan worden dat de in het voorgaande besproken overschrijdingsfrequenties een goed beeld geven van de in de jaren 1949 t/m 1974 opgetreden variatie in Scheldeafvoeren en de verhoging van deze afvoeren ingeval van lozing. De verschillen tussen de effecten op de totale zoetwaterafvoer van lozing volgens programma C3.IV en het continue lozen van 50 respectievelijk $100 \text{ m}^3/\text{s}$ komen duidelijk tot uiting in de overschrijdingsfrequentieverdelingen. Met de afvoeren en de in hoofdstuk 4 afgeleide relaties tussen zoutgehalte en afvoer wordt in hoofdstuk 5 de verandering van de zoutgehalten ten gevolge van de lozing bepaald.

4. HET VERBAND TUSSEN SCHELDEAFVOER EN ZOUTGEHALTE.

4.1 Eerder bepaalde verbanden tussen afvoer en zoutgehalte.

In het verleden zijn al redelijke schattingen gemaakt van het verband tussen Scheldeafvoer en zoutgehalte.

Voor de Belgische Schelde is dit gedaan door de Antwerpse Zeediensten [1]. De Studiedienst Vlissingen heeft dit met waarnemingen van de periode 1953 - 1955 uitgevoerd voor enkele punten in het mondingsgebied van de Westerschelde [5]. Deze relaties zijn gelegd tussen de maandgemiddelden van de zoutgehalten en het gemiddelde van de Scheldeafvoer van dezelfde maand of van een voorgaande maand. Er bleek nog een behoorlijke spreiding tussen de waarnemingen te bestaan mede door de invloed van de afvoeren van andere maanden.

De Afdeling Vloeistofmechanica van de Waterloopkundige Hoofdafdeling van de Deltadienst heeft met behulp van een stochastisch input-output model een verband afgeleid voor het oostelijke deel van de Westerschelde uit waarnemingen van de periode 1953 - 1955 [7]. Dit verband luidt als volgt:

$$C_i(x) = C_0(x) + \sum_{K=1}^u r_K(x) \cdot Q_{i-K+1}^1 \quad \text{waarbij}$$

$C_i(x)$ = het zoutgehalte in de kalendermaand i op de plaats x (bijv. Bath)

$C_0(x)$ = een constante die afhankelijk is van de plaats x in het beschouwde deel van de Westerschelde (b.v. Bath en Hansweert)

$Q_1^1, \dots, Q_{i-K+1}^1$ zijn de verschillen met de gemiddelde Scheldeafvoer in de kalendermaand i t/m $i-K+1$

$r_1(x), \dots, r_K(x)$ zijn parameters van het systeem op de plaats x , die gegenereerd zijn met behulp van tijdreeksen uit de periode september '53 t/m oktober '55.

U = "geheugen" van het systeem in maanden.

Een beperking van de toepasbaarheid is dat door de beperktheid van de waarnemingsreeks (geen afvoeren groter dan $200 \text{ m}^3/\text{s}$) het gebruik van de relatie voor hoge afvoeren niet zonder meer toegestaan is. Voor de onderzochte waarnemingsreeks bleek de bovenomschreven lineaire relatie voldoende betrouwbaar. In hoofdstuk 4.2 zal echter blijken dat bij een waarnemingsreeks met hogere afvoeren de relatie niet meer met een lineair verband benaderd kan worden.

In de toekomst kan dit model mogelijk zinvol gebruikt worden door in plaats van het zoutgehalte C hiervoor $\log C$ in te voeren in het model. Het is namelijk gebleken dat het verband tussen afvoer en $\log C$ wel lineair is.

4.2 Het verband bepaald uit de waarnemingen van 1973-1975.

Deze waarnemingen betreffen oppervlaktebemonsteringen op de Westerschelde (zie voor situatie bemonsteringspunten bijlage 1) en zijn weergegeven in bijlage 2 samen met de Scheldeafvoeren. Per maand is het geschatte maandgemiddelde aangegeven. Het betreft hier oppervlaktebemonsteringen. Uit verticaalmetingen blijkt dat in het algemeen het water aan de bodem iets zouter is. De verschillen zijn zo gering dat dit voor het aangeven van het verschil van de toestand met en zonder lozing geen enkele rol speelt. Doordat de bemonsteringen op onregelmatige tijdstippen zijn uitgevoerd is niet zonder meer een over het getij gemiddelde waarde af te lezen. Het achteraf omrekenen van de waarnemingen naar een getijgemiddelde is achterwege gebleven omdat dit veel werkcapaciteit zou vergen. De onnauwkeurigheid van de schattingen wordt teruggevonden in de spreiding van de verbanden tussen afvoer en zoutgehalte.

In verband met de beschikbare werkcapaciteit is verder niet voor ieder bemonsteringspunt afzonderlijk het meest optimale verband (d.i. verband met de kleinste standaardafwijking) gezocht maar is voor alle punten het

- verband -

verband tussen het maandgemiddelde van het zoutgehalte en het gemiddelde van het debiet van dezelfde + de 2 voorgaande maanden (= het voortschrijdend gemiddelde over 3 maanden) bepaald. Deze relatie bleek over het geheel het beste te voldoen.

Door het aanhouden van éénzelfde relatie konden voor alle punten de afvoergegevens omgerekend naar voortschrijdende gemiddelden over 3 maanden, zoals omschreven in hoofdstuk 3 gehanteerd worden, zodat de afvoeren slechts éénmaal bewerkt behoeften te worden.

De volgens het voorgaande afgeleide verbanden zijn weer gegeven op bijlage 7 t/m 12.

Naast een uit de waarnemingspunten visueel geschatte lijn is tevens de lineaire regressielijn gegeven. De standaardafwijking van de regressielijn is kleiner dan 1000 mg Cl/l. Verwacht kan worden dat de standaardafwijking van de geschatte lijn nog kleiner zal zijn. Hoewel de spreiding van de lineaire regressielijn aanvaardbaar is, is gebruik van deze lijn niet juist. Een voorwaarde voor een goede lineaire regressie is een homogene verdeling van de waarnemingen. Dit is in het bijzonder van belang, als zoals in dit geval lineariteit niet om fysische redenen voor de hand ligt.

Zoals blijkt uit bijlage 7 wordt aan de voorwaarde van homogeniteit niet voldaan, maar zijn er relatief veel waarnemingen met een afvoer tussen 20 en 70 m³/s. Ter nadere illustratie van het bezwaar van toepassen van lineaire regressie kan het volgende dienen:

Van de waarnemingen van de jaren 1953-1955 (niet in dit memo gegeven) zijn geen waarnemingen met een debiet groter dan 160 m³/s beschikbaar. Het gevolg is dat bij lineaire regressie een lijn wordt gevonden die steiler loopt dan de lijn van bijlage 7. Dit is duidelijk voorstelbaar indien men bij de waarnemingen van bijlage 7 de waarden met een debiet groter dan 160 m³/s wegdenkt.

In de verdere bijlagen betreffende de relaties tussen zoutgehaltes en afvoer blijkt dat naarmate de waarnemingspunten westelijker liggen het bezwaar van lineaire regressie geringer is.

Onderzocht is verder de relatie tussen de logarithme van het zoutgehalte en de afvoer. Deze zijn niet gegeven in dit memo. Hiermee wordt een goede lineaire relatie verkregen die bovendien verklaard kan worden uit het te verwachten verband volgens de formule voor één dimensionale stationaire diffusie van memo 75.5 van de Studiedienst (zie hoofdstuk 2.2). Dit logaritmisch verband is in dit memo nog niet gebruikt omdat dit in eerste instantie niet onderzocht is en de verbanden van bijlage 7 t/m 12 voldoende goed bruikbaar zijn.

4.3 Korte termijn fluctuaties van het zoutgehalte.

De variatie van de maandgemiddelden van de zoutgehaltes ten gevolge van de variatie van de Scheldeafvoer kan zoals blijkt in hoofdstuk 4.1 goed voorspeld worden. Volledigheidshalve moet ook de mogelijke variatie binnen een bepaalde maand worden beschouwd. Hierbij gaat het voornamelijk om variaties ten gevolge van afvoervariaties binnen een maand en om variaties ten gevolge van het getij. Variaties ten gevolge van windinvloeden worden geacht zeer gering te zijn of zeer incidenteel bij stormopzet op te treden en zijn buiten beschouwing gebleven.

Uit slechts beperkt beschikbare metingen in de verticaal zijn de variaties ten gevolge van het getij bepaald terwijl van de totale variatie door getij + afvoervariatie een indruk wordt verkregen uit bijlage 2. De volgende waarden zijn globaal bepaald:

- tabel -

Monsterpunt	Maximale afwijking t.o.v. het maand-gemiddelde		
	door het getij	door afvoer- variatie	totaal
boei 76	1000 mg ⁻ Cl/l	1000 mg ⁻ Cl/l	2000 mg ⁻ Cl/l
" 59 ^A			
" 49	1000 "	1000 "	2000 "
" G.v.O.2			
" 10	700 "	800 "	1500 "
" SS/VH	700 "	800 "	1500 "

De invloed van de afvoervariatie is overwegend het sterkst bij hoge afvoeren.

De afwijking ten gevolge van de afvoervariatie is bepaald als het verschil van de totale afwijking en de afwijking door het getij.

5. GEVOLGEN VAN DE LOZING VAN HET ZOOMMEER OP HET ZOUT-
GEHALTE.

5.1 Het gebruik van de relatie tussen zoutgehalte en af-
voer te Schelle.

In hoofdstuk 4 is de relatie tussen zoutgehalte en afvoer te Schelle omschreven. Het ligt nu voor de hand om zonder meer deze relatie toe te passen bij de bepaling van de invloed van extra lozingen door de afvoer van de Schelde te vermeerderen met het extra debiet van de lozing. Het zoutgehalte van het geloosde water kan hierbij verwaarloosd worden. In principe is zeewaarts van het lozingspunt de plaats van lozing niet van invloed op het zoutgehalte (memo 75.5, zie hoofdstuk 2.2). Echter de relatie tussen zoutgehalte en afvoer is bepaald zonder de reeds bestaande lozingen door poldergemalen en rioolzuiveringsinstallaties e.d. hierbij te betrekken.

Dit laatste betekent dat bepaling van de verandering van het zoutgehalte ten gevolge van de verandering van het debiet uit bijlage 7 t/m 12 niet zonder meer toegestaan is. Op korte termijn kunnen de beschikbare gegevens betreffende deze bestaande lozingen niet zodanig bewerkt worden dat deze ook in rekening kunnen worden gebracht. Het beschikbare materiaal is beperkt, niet uniform, verspreid over vele instanties en het moet intensief omgewerkt worden.

Voorlopig is daarom met de in hoofdstuk 4 afgeleide relaties gewerkt. Over de mogelijke onnauwkeurigheden van de voorspelling van de gevolgen van lozing met deze relaties kan het volgende gezegd worden:

De lozingen betreffen in hoofdzaak uitslag van polderwater en afvoer van al dan niet gezuiverd afvalwater. De afvoeren van industrieel en ander afvalwater kunnen bij benadering geacht worden onafhankelijk van de regenval te zijn en kunnen dan voor de periode 1973-1975 als constant worden aangenomen. Op de schaal van de debieten

- van -

van de bijlagen 7 t/m 12 zou dan een constante waarde moeten worden bijgeteld om deze afvoeren in rekening te brengen. Omdat bij gebruik van de aldus gecorrigeerde relatie de waarden voor afvoeren met lozing met dezelfde constante waarde moeten worden vermeerderd, worden in principe dezelfde zoutgehalten gevonden als met de ongecorrigeerde relatie. Gebruik van de in hoofdstuk 4 omschreven relatie ter bepaling van het gevolg van de lozingen zou dus vanwege het niet in beschouwing nemen van de lozingen van afvalwater geen beletsel zijn.

De uitslag van polderwater en de afvoer van regenwater via afvalwaterleidingen is wel min of meer afhankelijk van de regenval. Evenzo is de afvoer van de Schelde min of meer afhankelijk van de regenval in het stroomgebied. Indien wordt aangenomen dat op lange termijn er een lineair verband bestaat tussen de regenval in het stroomgebied van de Schelde en de regenval in de polders rondom de Westerschelde kan een lineair verband tussen Scheldeafvoer en polderuitslag van zoetwater verwacht worden.

Om de uitslagen van zoetwater bij de relaties van hoofdstuk 4 te betrekken moeten de debieten van de Schelde Q op de horizontale as vermeerderd worden met een hoeveelheid $\alpha \cdot Q$ waarbij α = de verhouding tussen de totale polderafvoer landwaarts van het bemonsteringspunt tot Schelle en de Scheldeafvoer. Bij inachtneming van de polderlozingen kan dus verwacht worden dat bij de relatie van hoofdstuk 4 de lijn een vlakker verloop zal krijgen (zie bijlage 7). Dit betekent dat bij toename van de totale afvoer het zoutgehalte minder zal afnemen dan blijkt bij gebruik van de relatie van hoofdstuk 4. Bij benadering wordt dan de afname van het zoutgehalte ΔC met een hoeveelheid $\alpha \cdot \Delta C$ overschat. Er wordt thans nagegaan in hoeverre bepaling van de totale afvoer van zoetwater op de Westerschelde uit de beschikbare gegevens

zinnig is en hoe dit uitgevoerd kan worden.

Een voorlopige indicatie van de waarde van α wordt als volgt verkregen. Het totale stroomgebied van de Schelde is ca. 15 000 km² en het totale polderoppervlakte dat afwatert op de Westerschelde is ca. 2 300 km². Indien afwijkingen ten gevolge van verschil in begroeiing, oppervlakte aan open water etc. buiten beschouwing worden gelaten zou een waarde van $\alpha = 2\,300/15\,000 = 0,15$ kunnen worden geschat. Deze lage waarde impliceert dat de waarde van de overschatting van de daling van het zoutgehalte door de lozing bij gebruik van de relaties van hoofdstuk 4 vrij gering is (ca. 15%).

5.2 De veranderingen van de zoutgehalten door de lozing.

Zoals beredeneerd in hoofdstuk 5.1 kan de verandering van het zoutgehalte voldoende nauwkeurig bepaald worden met behulp van de overschrijdingsfrequentielijnen van bijlage 3 t/m 6 en de in hoofdstuk 4 beschouwde verbanden tussen zoutgehalte en afvoer van bijlage 7 t/m 12.

De voor de in de inleiding genoemde toestanden met en zonder lozing bepaalde zoutgehalten zijn weergegeven als functie van de afstand langs de Westerschelde op bijlage 13 t/m 18. Dit is apart gedaan voor zomer- en winterseizoen en voor de overschrijdingsfrequenties van 50%, 16% en 5%.

In deze bijlagen kan men per punt de verandering van zoutgehalten met een bepaalde overschrijdingsfrequentie aflezen en tevens de afstand aflezen waarover het zoutgehalte met een bepaalde overschrijdingsfrequentie zeewaarts verschuift.

In de tabellen van bijlage 19 en 20 worden de voor de verschillende overschrijdingsfrequenties bepaalde waarden gegeven.

Het blijkt dat de verandering ten gevolge van de lozing geringer is naarmate het zoutgehalte geringer is.

- Dit -

Dit kan verklaard worden uit het feit dat er meer doorgespoeld wordt in droge tijden (zie ook hfst. 3) en dat de verandering van het zoutgehalte geringer is naarmate de afvoer hoger is (zie bijlage 3, 4 en 7). Vooral in de zomer is dit verschijnsel heel duidelijk. In de winter kan ook in natte perioden lozing nodig zijn vanwege de afvoer van overtollig water en is dit verschijnsel iets minder duidelijk. Door dit effect wordt tevens de variatie van het zoutgehalte ten gevolge van de variatie van de Scheldeafvoer verminderd door lozing volgens programma C3.IV.

Verder blijkt lozing volgens programma C3.IV een ten opzichte van een continue lozing van $50 \text{ m}^3/\text{s}$ of $100 \text{ m}^3/\text{s}$ relatief geringe invloed te hebben. Dit blijkt ook uit de afvoergegevens (hfst. 3).

Ter illustratie is verder nog voor een droog en een nat jaar het verloop van het zoutgehalte weergegeven voor boei 76 en boei SS/VH (bijlage 21). Ook hier blijkt duidelijk de grotere invloed van de lozing tijdens een droge periode en blijkt eveneens dat door de lozing de variatie van het zoutgehalte in de tijd geringer wordt.

In bijlage 22 en 23 zijn de onderschrijdingsfrequenties van $13\ 000 \text{ mg-Cl/l}$ gegeven voor de verschillende toestanden. Dit is gedaan omdat in het verleden de waarde van $13\ 000 \text{ mg-Cl/l}$ als een kritische milieugrens is gehanteerd [8].

Verwacht wordt dat de in hoofdstuk 4.2 besproken korte termijn variaties van het zoutgehalte door getij, hetzelfde blijven en de korte termijn variaties door variatie van afvoer binnen een maand mogelijk zullen verminderen. Dit laatste is te verwachten uit de in hoofdstuk 4.1 geconstateerde vermindering van lozing bij vermeerdering van de Scheldeafvoer.

teggestelde werking van de grotere invloed van zuidelijke windrichtingen en de grotere afvoer van de Rijn. De geringere zoutgehalten van de periode '53-'55 kunnen verklaard worden uit de geringere invloed van wind uit zuidelijke richting.

De voorlopige conclusie aangaande een eventuele invloed van de uitgevoerde Deltawerken op de zoutgehalten is derhalve dat uit de metingen van de perioden '53-'55, '69-'72 en '73-'75 deze invloed niet aantoonbaar is en dat waarschijnlijk bij hoge Scheldeafvoeren deze invloed gering is.

Na de bouw van de stormvloedkering in de Oosterscheldemond wordt geen vermindering van zoutgehalte bij Vlissingen verwacht. Noordelijk en zuidelijk van de Oosterscheldemond zal de stromingstoestand nauwelijks veranderen, zodat ook het transport van Rijnwater langs de kust niet of nauwelijks zal veranderen.

Een derde verandering kan optreden ten gevolge van de verandering van de morfologische toestand. Door intensief baggerwerk in de hoofdgeulen is de stromingstoestand de laatste jaren plaatselijk sterk gewijzigd. Dit kan invloed op de uitwisselingsmechanismen en het verloop van het zoutgehalte hebben. Dit kan met name in het oostelijk deel van de Westerschelde een rol spelen. Dit aspect is niet onderzocht.

6. DE INVLOED VAN DE BOCHTAFSNIJDING BIJ BATH.

6.1 De toestand zonder lozing.

Bij uitvoering van de z.g. Bochtafsnijding bij Bath wordt een leidam gelegd vanaf de huidige leidam bij de Ballastplaat tot Walspoorden (zie bijlage 23).

Bij het noordelijke einde van de huidige leidam bij de Ballastplaat wordt een overlaat gemaakt op N.A.P. -6,40 m met een breedte van 200 m. De aan te leggen leidam wordt van oost naar west meer overstroombaar terwijl zuidelijk hiervan de nieuwe vaargeul wordt gebaggerd.

In de oostelijke zone (oostelijk van de coördinaat $x = -86\ 000$) ligt de bovenkant van de aan te leggen leidam op N.A.P. +4,60 m. De bovenkant van de bestaande leidam ligt op N.A.P. De bovenkant van de leidam westelijk van de coördinaat $x = +86\ 000$ ligt eveneens op N.A.P. Globaal kan het gebied verdeeld worden in een westelijke zone waar de stromingstoestand weinig verandert en in een oostelijke zone waar de stroomsnelheden noordelijk van de leidam sterk afnemen en zuidelijk van de leidam de nieuw te graven scheepvaartgeul ligt. Bij de huidige toestand zonder Bochtafsnijding is er relatief veel watertransport tijdens vloed in het Schaar van de Noord (vloedschaar) en relatief veel watertransport tijdens eb in het Nauw van Bath (ebgeul). Door dit verschijnsel wordt de uitwisseling van water tussen gebieden stroomopwaarts en gebieden stroomafwaarts bevorderd. Naarmate deze uitwisseling groter is, is het verschil in zoutgehalte tussen bovengenoemde gebieden geringer.

Bij de toestand met Bochtafsnijding is nu zowel bij eb als bij vloed het watertransport in de vaargeul zuidelijk van de leidam overheersend.

Hierdoor wordt het omschreven systeem van uitwisseling voor een deel teniet gedaan. Hierdoor kan verwacht worden dat tussen $x = -86\ 000$ en de Nederlands-Belgische grens er een groter verschil in zoutgehalte

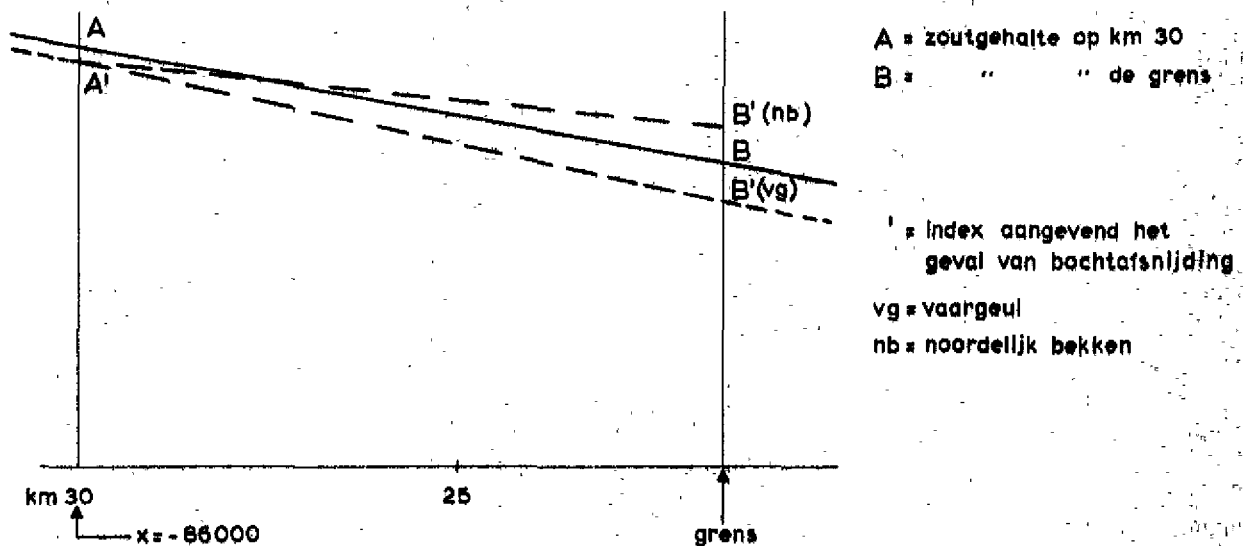
- zal -

zal bestaan. Omdat het zoutgehalte in een bepaald punt afhangt van de zoetwaterafvoer stroomopwaarts, de stromings-toestand stroomafwaarts en de afstand tot de zee kan ver-wacht worden dat het zoutgehalte tussen Walsoorden en $x = -86\ 000$ weinig of niet verandert, omdat zoals eerder gesteld, daar de stromingstoestand weinig verandert.

Bij de grens zal er dan een kleiner zoutgehalte op-treden door het voornoemde grotere verschil tussen $x = -86\ 000$ en de grens.

In het gebied noordelijk van de leidam en oostelijk van $x = -86\ 000$ komt meer water van stroomafwaarts dan in het geval zonder Bochtafsnijding. Hierdoor wordt het water daar zouter.

In onderstaand schetsje zijn de te verwachten ver-anderingen van het zoutgehalte schematisch weergegeven.

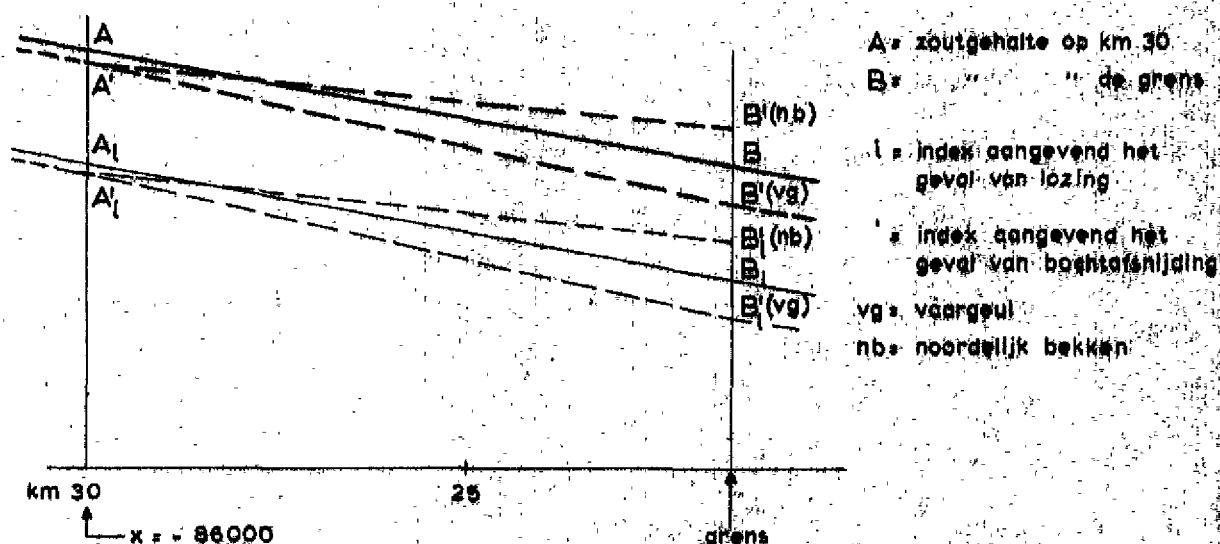


De orde van grootte van de verandering van het zoutgehalte bij boei 76 ten gevolge van de Bochtaf-snijding wordt voorlopig geschat op $+1\ 500\ \text{mg}\ \text{Cl}/\text{l}$ voor het noordelijk bekken en $-1\ 500\ \text{mg}\ \text{Cl}/\text{l}$ voor de vaargeul.

6.2 De toestand met lozing.

6.2.1 Lozing stroomopwaarts van de grens.

In dit geval veranderen de zoutgehalten met dezelfde hoeveelheden als in het geval zonder Bochtafsnijding.



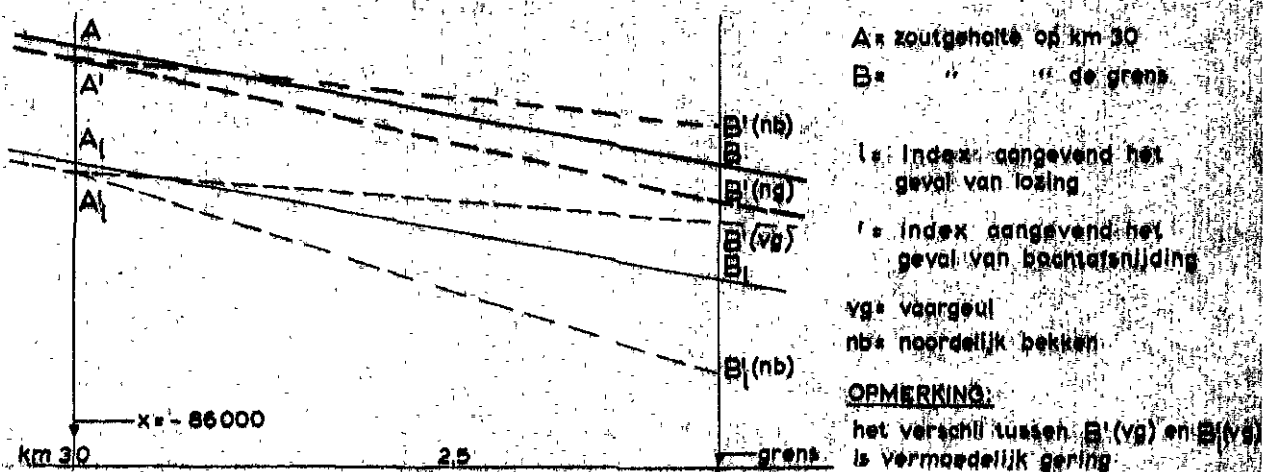
De orde van grootte van de verandering van het zoutgehalte bij boei 76 ten gevolge van de Bochtafsnijding wordt voorlopig geschat op +1 500 mg Cl/l voor het noordelijk bekken en -1 500 mg Cl/l voor de vaargeul.

6.2.2 Lozing in het bekken noordelijk van de leidam en oostelijk van x = -86 000.

Hierbij is stroomopwaarts van de grens de toestand als bij het geval zonder lozing en is bij x = -86 000 de toestand ongeveer overeenkomstig de toestand met lozing stroomopwaarts van de grens.

Het bekken noordelijk van de leidam en oostelijk van x = -86 000 zal door de lozing verzoeten. Tussen x = -86 000 en het lozingspunt zal een zoutgradiënt ontstaan. Vanwege de uit de stromingstoestand te verwachten beperkte uitwisseling (zie 6.1) zal deze gradiënt steiler lopen dan de huidige volgens bijlage 13 en 16.

- schetsje -



De orde van grootte van de verandering van het zoutgehalte bij boei 76 ten gevolge van de Bochtafsnijding wordt voorlopig geschat op $-1\,500\text{ mg Cl/l}$ in het noordelijk bekken en $+1\,000\text{ mg Cl/l}$ in de vaargeul. Rondom het lozingspunt kunnen lokaal grotere veranderingen optreden.

6.3 De invloed op het Verdronken Land van Saaftinge.

Volgens het voorgaande zal door de Bochtafsnijding het water in de vaargeul zoeter worden behalve ingeval van lozen in het noordelijk bekken. In alle gevallen wordt het Verdronken Land van Saaftinge echter hoofdzakelijk tijdens de laatste fase van de vloed met water overspoeld. Dit water zal van de zone westelijk van $x = -86\,000$ afkomstig zijn en daarom weinig verschillend zijn van de situatie zonder Bochtafsnijding. Dit betekent dat de Bochtafsnijding relatief geringe invloed heeft op het zoutgehalte van het water dat het Verdronken Land van Saaftinge overspoelt.

7. CONCLUSIES.

1. De overschrijdingsfrequenties van de afvoeren van de Schelde met en zonder lozingsdebiten volgens het lozingsprogramma C3.IV van de periode 1949 t/m 1974 of wegens continue lozingen geven een goede indruk van de mogelijke variatie van de Scheldeafvoeren en de verhoging van deze afvoeren in geval van lozing (bijlagen 3 t/m 6). Vanwege de mogelijkheid tot bepaling van het zoutgehalte uit de afvoeren zijn de overschrijdingsfrequenties bepaald van het voortschrijdende gemiddelde van de afvoer over 3 maanden.
2. Uit de overschrijdingsfrequentielijnen van de afvoeren blijkt dat bij het lozingsprogramma C3.IV in de zomer en in mindere mate in de winter de grootste lozingen plaats vinden bij lage Scheldeafvoeren. Dit is te verklaren uit de grotere doorspoeling van het Zoommeer in droge perioden. Door de afvoer van overtollig regenwater tijdens natte perioden is in de winter dit verschijnsel minder duidelijk aanwezig.
3. Voor de bemonsteringspunten langs de Westerschelde (zie bijlage 1) zijn verbanden tussen het voortschrijdende gemiddelde van de Scheldeafvoer over 3 maanden en het zoutgehalte gevonden met een standaardafwijking kleiner dan 1 000 mg Cl/l (bijlage 7 t/m 12). Bij gebruik van deze verbanden moet rekening gehouden worden met korte termijn fluctuaties ten gevolge van het getij en de variaties in de afvoer. Globaal bepaalde waarden van deze fluctuaties zijn aangegeven in een tabel op blz.14.
4. De gevolgen van de lozing van het doorspoeldebit op de zoutgehalten van de Westerschelde zijn bepaald met behulp van de in punt 2 genoemde verbanden tussen Scheldeafvoer en zoutgehalte. Doordat de invloed van afvoer van polderwater en afvoerleidingen e.d. niet in deze

- verbanden -

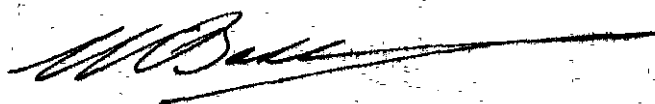
verbanden tot uiting komt kunnen de voorspelde waarden van daling van het zoutgehalte door de lozing met ca. 15% zijn overschat (hfst. 5.1). De veranderingen van de zoutgehalten door de lozing zijn aangegeven op bijlage 13 t/m 20.

5. De verlaging van het zoutgehalte door de lozing volgens programma C3.IV is geringer naarmate het zoutgehalte zonder lozing lager is. Dit is verklaarbaar vanwege het feit dat er meer doorgespoeld wordt in droge tijden (zie punt 3) en doordat bij hoge zoutgehalten de verlaging ten gevolge van verhoging van de afvoer relatief groot is (bijlagen 3,4 en 7). Dit verschijnsel is minder duidelijk in de winter door de lozing van overtollig regenwater in natte perioden.
6. De invloed van de eventueel uit te voeren Bochtafsnijding bij Bath is kwalitatief aangegeven in hfst. 6.1 en 6.2. Van de orde van grootte van de invloed van de Bochtafsnijding op de zoutgehalten bij boei 76 zijn voorlopige schattingen gegeven.
7. Het Verdrongen Land van Saafdinge wordt hoofdzakelijk tijdens de laatste fase van de vloed overspoeld. Daardoor is de invloed van de Bochtafsnijding op het zoutgehalte van het water dat het Verdrongen Land overspoelt relatief gering.

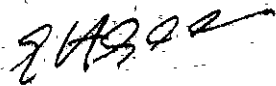
Gezien:

Het Hoofd van de Studiedienst
Vlissingen,

De ingenieur 1^e klasse,



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



(ir. E.H. Ebbens)

LITTERATUUR.

- [1] Rapporten van de Antwerpse Zeediensten:
 - Debiëten van het Scheldebekken. Periode 1959-1972.
 - Debiëten Scheldebekken 1973.
 - Debiëten Scheldebekken 1974.
 - Debiëten Scheldebekken 1975.

- [2] Ir. I. Coen (1971)
Chloridegehaltemetingen in de Westerschelde, samenvat-
tend verslag over de metingen van 1942 tot 1970.

- [3] Scheldebekken, Chloridegehalte 1975.
Verslag nr. AZ 76.7

- [4] Kwaliteitsonderzoek in de Rijkswateren.
Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid,
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

- [5] Ir. M. Meulenberg
De zoutgehalten in de Westerschelde en het mondingsgebied
en de veranderingen ervan ten gevolge van de Delta-
werken.
Eerste Bericht. Nota 74.2, maart 1974.

- [6] Ir. W.T. Bakker
Stationaire, ééndimensionale diffusie in getij-estuarium
in het algemeen en in het Westerschelde-estuarium in
het bijzonder. Memo 75.5

- [7] Welke zijn de gevolgen van een permanente zoetwater-
lozing groot 10-20 of 30 m³/s en een extra periodieke
lozing groot 50 of 100 m³/s op de Westerschelde, voor
het zoutgehalte.
Nota DD WP - 77.046 Intern, mei 1977

- [8] De milieukundige aspecten van de compartimentering van de Oosterschelde.
C.C.O., Werkgroep Milieu, november 1975
- [9] De Waterhuishoudkundige aspecten van de compartimentering van de Oosterschelde.
C.C.O., Werkgroep Waterhuishouding, april 1975
- [10] Interim nota.
C.C.O., Projectgroep Waterhuishouding Oostmeer,
nota 76.28

Staat van bijlagen behorende bij memo Vl. 77.10 van
oktober 1977.

Bijlage nr.	Omschrijving	For- maat	Stamboek nr.
1	Situatie bemonsteringspunten	A4	77.1084
2	Zoutgehalten en Scheldeafvoer 1973 t/m 1975	B4	77.1085
3	Overschrijdingslijn van het debiet te Schelle, +20 m ³ /s + doorspoeling C3.IV, zomerseizoen (april t/m september)	A2	77.1086
4	Idem, Winterseizoen (oktober t/m maart)	A2	77.1087
5	Overschrijdingslijn van het debiet te Schelle, +20 m ³ /s, +50 m ³ /s en 100 m ³ /s, zomerseizoen (april t/m september)	A2	77.1088
6	Idem, Winterseizoen (oktober t/m maart)	A2	77.1089
7	Relatie tussen zoutgehalte vaarwater boven Bath (boei 76) en afvoer te Schelle	A1	77.1090
8	Idem, Zuidergat (boei 59 ^A)	A1	77.1091
9	Idem, Zuidergat (boei 49)	A1	77.1092
10	Idem, Gat van Ossenissee (boei 12)	A1	77.1093
11	Idem, Pas van Terneuzen (boei 10)	A1	77.1094
12	Idem, Vaarwater langs Hoofdplaat (boei SS/VH)	A1	77.1095
13	Verloop zoutgehalte langs de Westerschelde Zomerseizoen (april-september), huidige toestand, huidige toestand +20 m ³ /s (schutverlies), huidige toestand+doorspoeling C3.IV	A1	77.1096
14	Idem, huidige toestand+doorspoeling C3.IV +20 m ³ /s (schutverlies), huidige toestand +50 m ³ /s + 20 m ³ /s (schutverlies)	A1	77.1097
15	Idem, huidige toestand + 100 m ³ /s+20 m ³ /s (schutverlies)	A1	77.1098
16	Verloop zoutgehalte langs de Westerschelde Winterseizoen (oktober-maart), huidige toestand, huidige toestand + 20 m ³ /s (schutverlies), huidige toestand + doorspoeling C3.IV	A1	77.1099
17	Idem, huidige toestand + doorspoeling C3.IV + 20 m ³ /s (schutverlies), huidige toestand + 50 m ³ /s + 20 m ³ /s (schutverlies)	A1	77.1100
18	Idem, huidige toestand + 100 m ³ /s + 20 m ³ /s (schutverlies)	A1	77.1101

- vervolg -

Staat van bijlagen behorende bij memo Vl. 77.10 van
oktober 1977. (vervolg)

Bijlage nr.	Omschrijving	For- maat	Stamboek nr.
19	Chloridegehalten met bepaalde onderschrij- dingsfrequenties in mg-Cl/l, Zomerseizoen (april t/m september)	tabel	-
20	Idem, Winterseizoen (oktober t/m maart)	tabel	-
21	Verloop afvoer en zoutgehalte voor een droog jaar (1959) en een nat jaar (1965)	A1	77.1102
22	Onderschrijdingsfrequentie van het chloride- gehalte van 13 000 mg-Cl/l, Zomerseizoen (april t/m september)	tabel	-
23	Idem, Winterseizoen (oktober t/m maart)	tabel	-
24	Bochtafsnijding Bath, Plan modelsituatie T 51	A2	77.1103

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE-MOND WESTERSCHELDE

SITUATIE

BEMONSTERINGS POSITIES

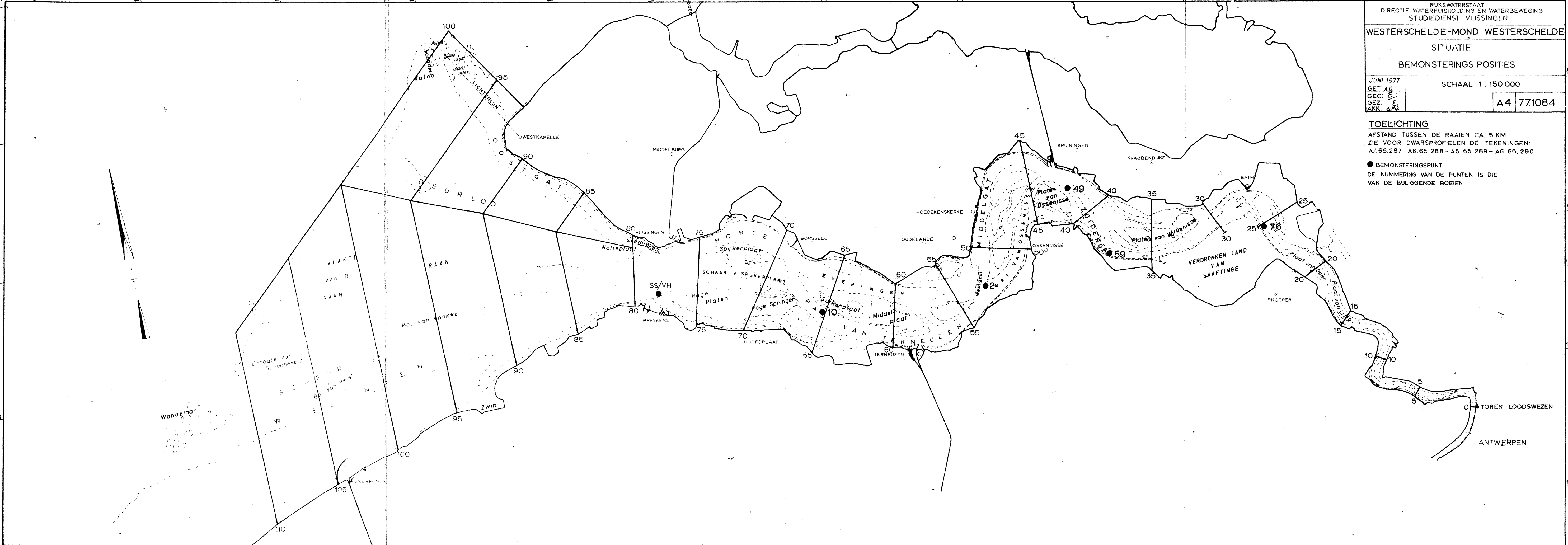
JUNI 1977
GET: AD
GEC: E
GEZ: E
AKK: WJ

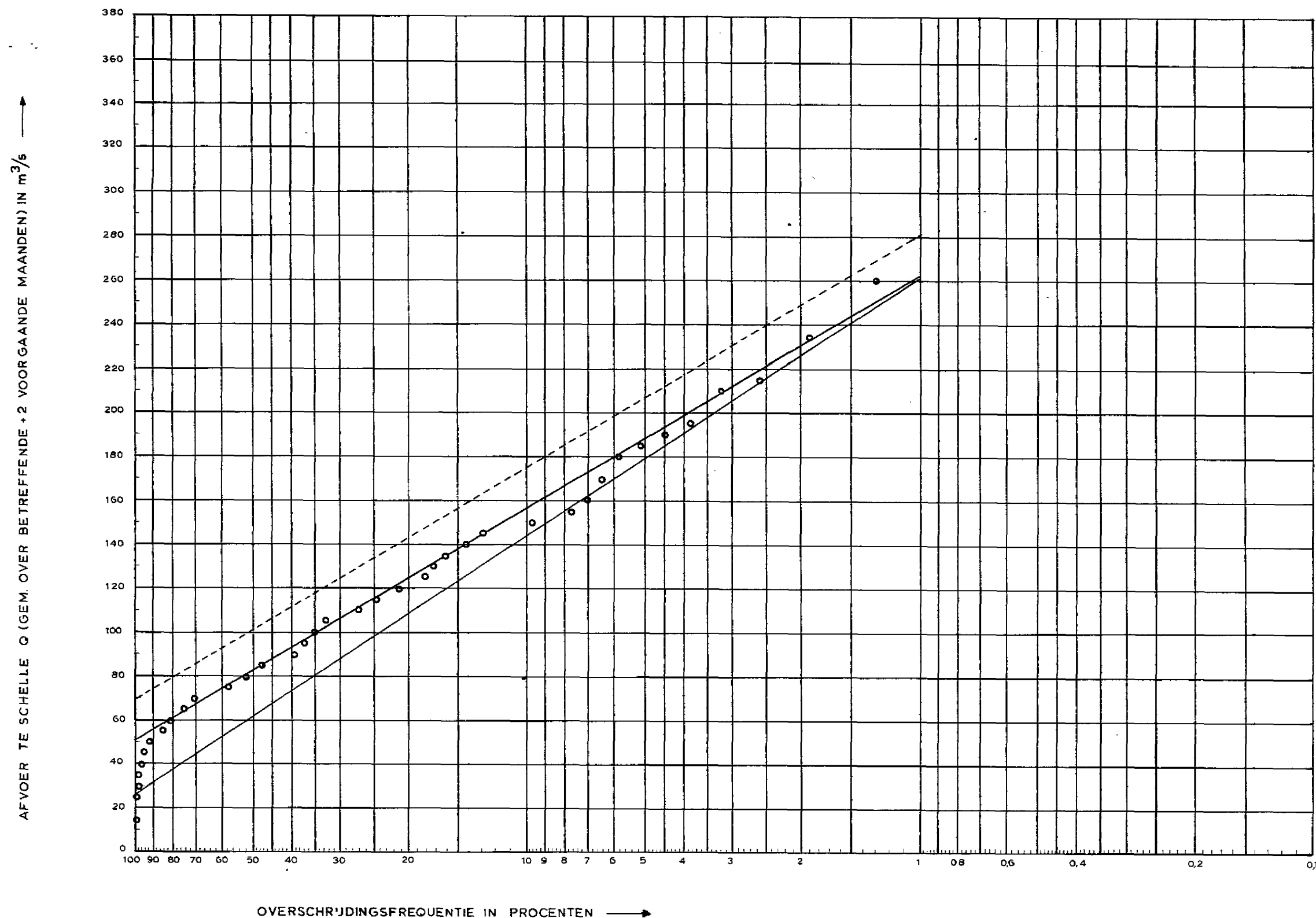
SCHAAL 1: 150 000

A4 77.1084

TOELICHTING
AFSTAND TUSSEN DE RAAIEN CA. 5 KM.
ZIE VOOR DWARSPROFIELEN DE TEKENINGEN:
A7.65.287 - A6.65.288 - A5.65.289 - A6.65.290.

● BEMONSTERINGSPUNT
DE NUMMERING VAN DE PUNTEN IS DIE
VAN DE BULIGGENDE BOEIEN





TOELICHTING

- DEBIET TE SCHELLE
 —— DEBIET TE SCHELLE + DOORspoeling C3.IV
 - - - - DEBIET TE SCHELLE + DOORspoeling C3.IV + $20 m^3/s$ (SCHUTVERLIES)

NAAR GEGEVENS VAN DE ANTWERPSE
 ZEEDIENSTEN EN DISTRICT ZUIDWEST
 VAN DE DIR. W. EN W.

PERIODE: 1949 t/m 1974

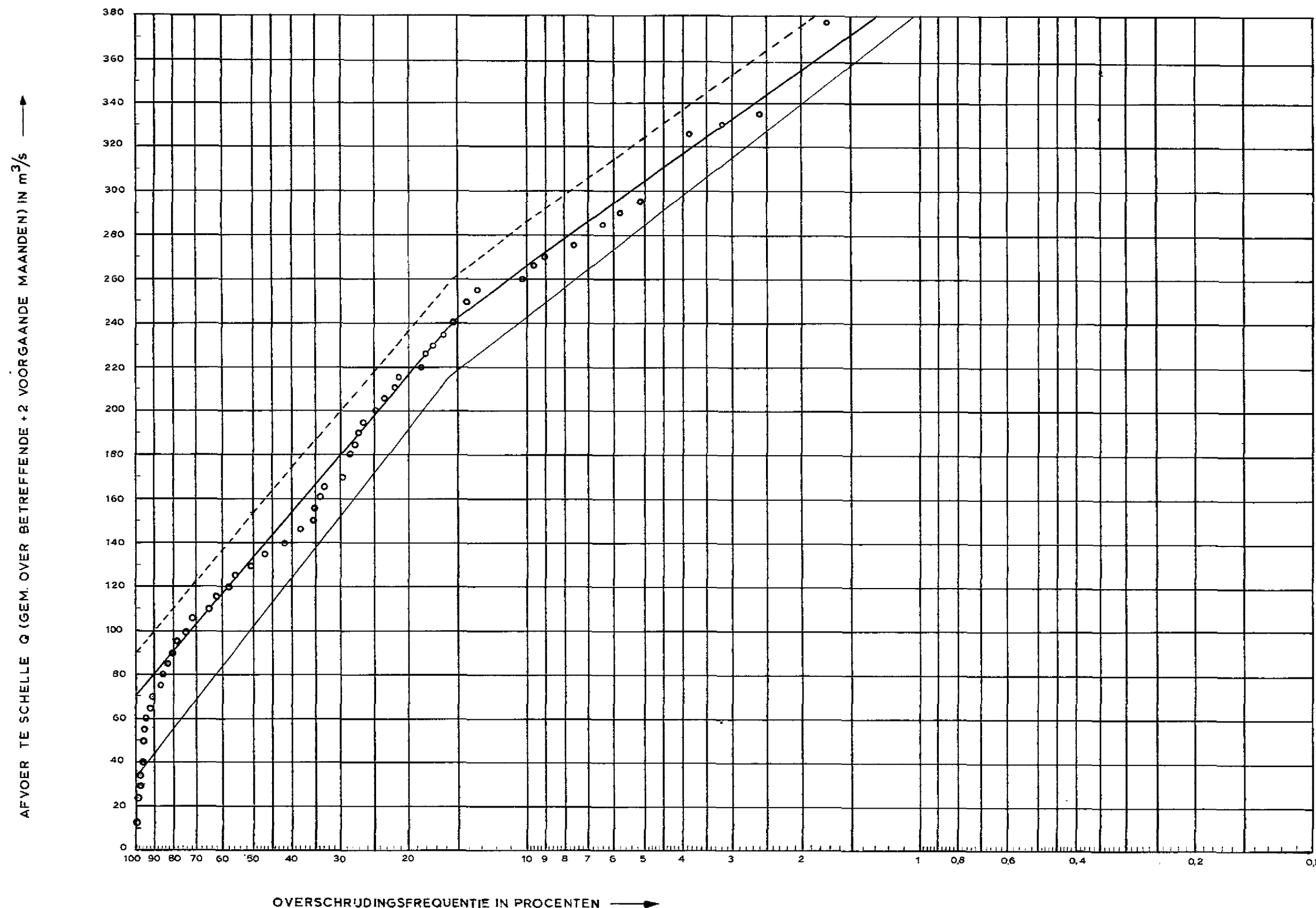
RUKSWATERSTAAT
 DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

OVERSCHRJDINGSLIJN VAN HET DEBIET
 TE SCHELLE, + $20 m^3/s$, + DOORspoeling C3.IV
 ZOMERSEIZOEN (APRIL t/m SEPTEMBER)

GET. P.K.
 GEZ. E.
 GEC. E.
 AKK. 1005

A2 77.1086



TOELICHTING

- DEBIET TE SCHELLE
 - - - DEBIET TE SCHELLE + DOORSPOELING C3.IV
 . . . DEBIET TE SCHELLE + DOORSPOELING C3.IV + $20 m^3/s$ (SCHUTVERLIES)

NAAR GEGEVENS VAN DE
 ANTWERPSE ZEEDIENSTEN EN
 DISTRICT ZUIDWEST VAN DIR. W. EN W.
 PERIODE: 1949 t/m 1974

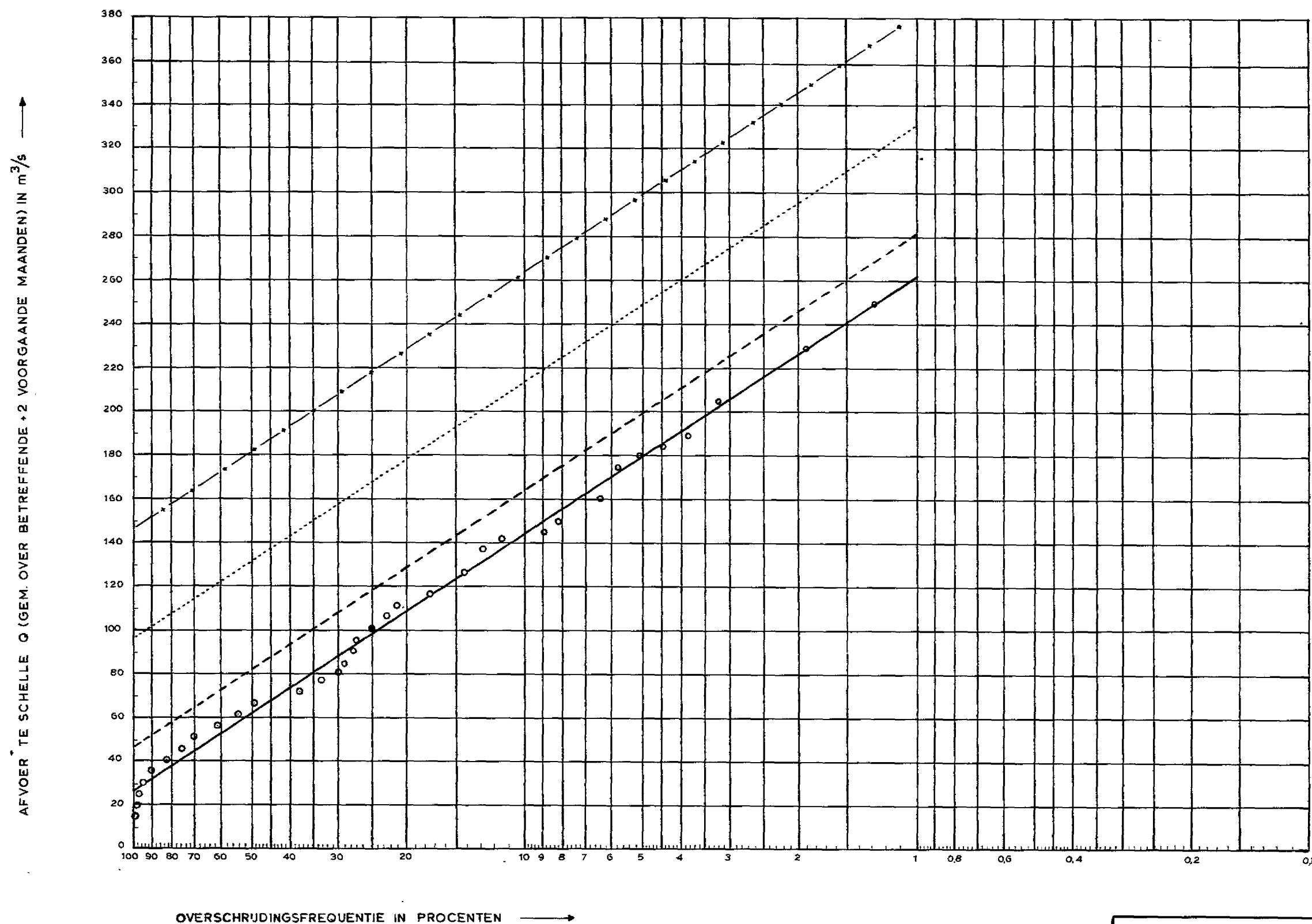
RIJSWATERSTAAT
 DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
 STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

OVERSCHRUDINGSLIJN VAN HET DEBIET
 TE SCHELLE, + $20 m^3/s$, + DOORSPOELING C3.IV
 WINTERSEIZOEN (OKTOBER t/m MAART)

GET. PK.
 GEZ. E.
 GEC. E.
 AKK. 1002

A2 77.1087



TOELICHTING

- DEBIET SCHELLE
- - - DEBIET SCHELLE + 20 m³/s (SCHUTVERLIES)
- DEBIET SCHELLE + 20 m³/s (SCHUTVERLIES) + 50 m³/s
- · - DEBIET SCHELLE + 20 m³/s (SCHUTVERLIES) + 100 m³/s

NAAR GEGEVENS VAN DE ANTWERPSE
ZEEDIENSTEN.

PERIODE : 1949 t/m 1974

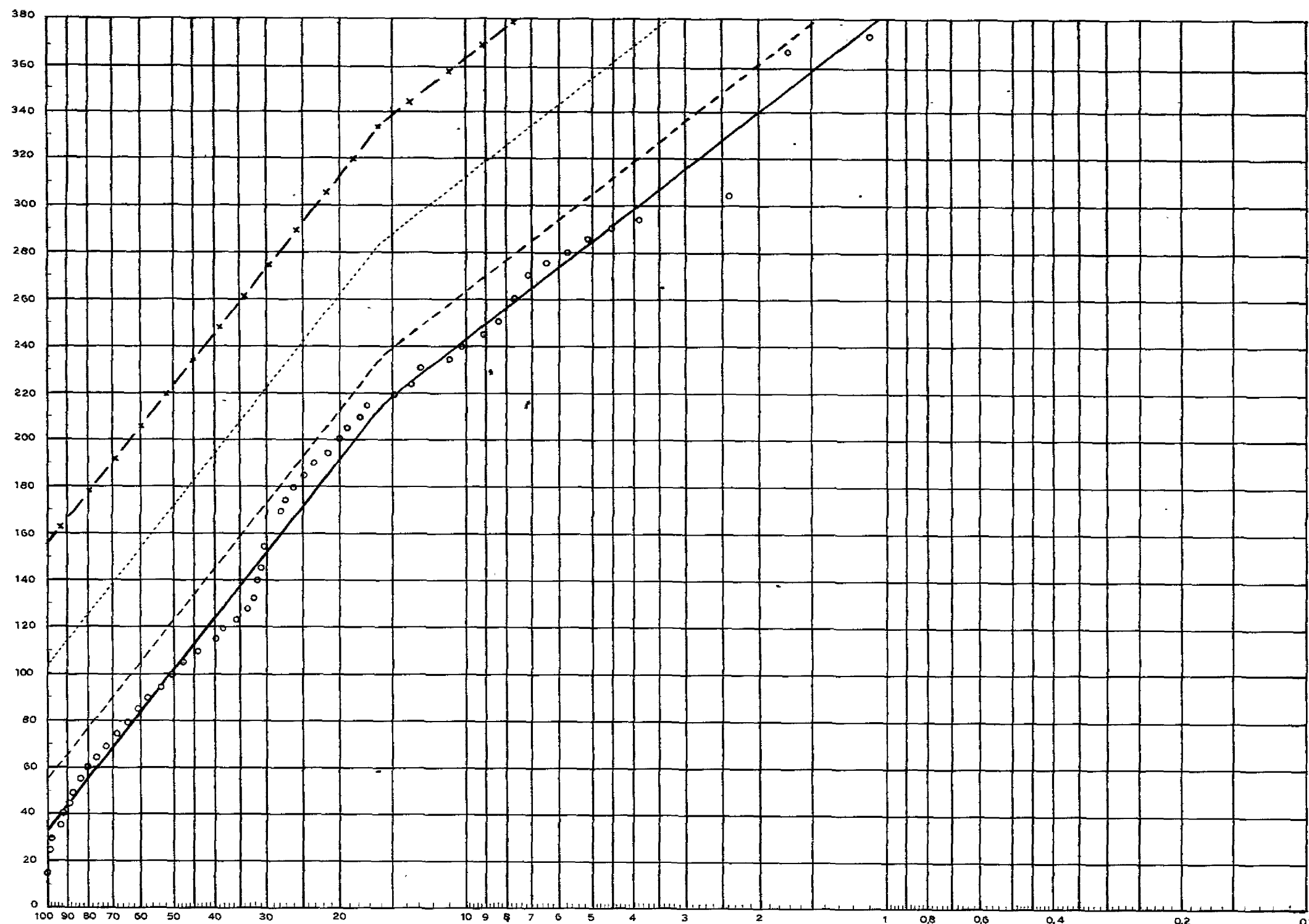
RIKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN
WESTERSCHDELDE

OVERSCHRUDINGSLIJN VAN HET DEBIET
TE SCHELLE, +20 m³/s, 50 m³/s en 100 m³/s
ZOMERSEIZOEN (APRIL t/m SEPTEMBER)

GET. PK.
GEZ. E.
GEC. E.
AKK. 1162

A2 771088

AFVOER TE SCHELLE Q (GEM. OVER BETREFFENDE +2 VOORGAANDE MAANDEN) IN m^3/s →



OVERSCHRJDINGSFREQUENTIE IN PROCENTEN →

TOELICHTING

- DEBIET SCHELLE
- - - DEBIET SCHELLE + $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (SCHUTVERLIES)
- ... DEBIET SCHELLE + $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (SCHUTVERLIES) + $50 \text{ m}^3/\text{s}$
- + - DEBIET SCHELLE + $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (SCHUTVERLIES) + $100 \text{ m}^3/\text{s}$

NAAR GEGEVENS VAN DE ANTWERPSE-
ZEEDIENSTEN.

PERIODE: 1949 t/m 1974

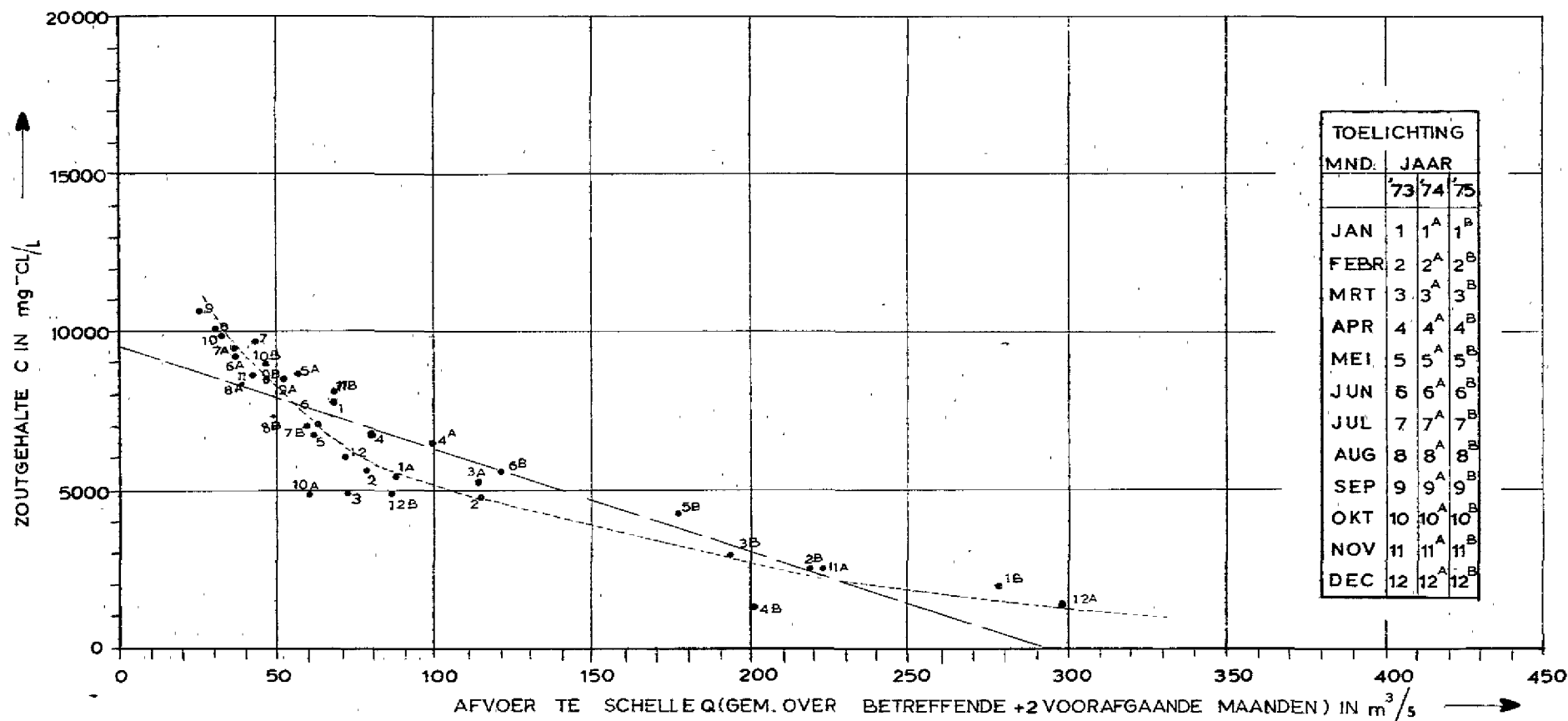
RIKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHELDE

OVERSCHRJDINGSLIJN VAN HET DEBIET
TE SCHELLE, + $20 \text{ m}^3/\text{s}$, + $50 \text{ m}^3/\text{s}$, + $100 \text{ m}^3/\text{s}$
WINTERSEIZOEN (OKTOBER t/m MAART)

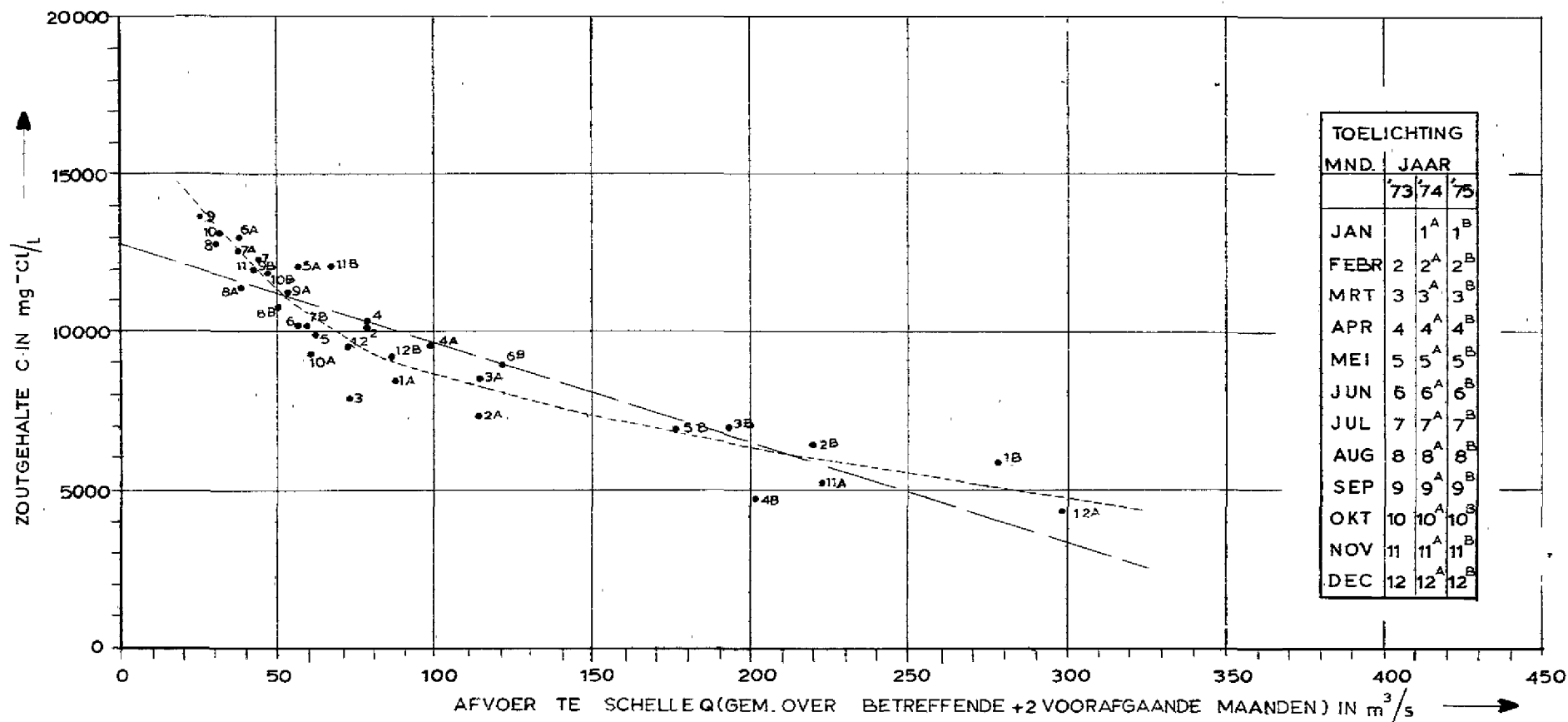
GET. PK.
GEZ. E.
GEC. E.
AKK. *W.D.*

A2 77.1089



MND.	TOELICHTING		
	73	74	75
JAN	1	1 ^A	1 ^B
FEBR	2	2 ^A	2 ^B
MRT	3	3 ^A	3 ^B
APR	4	4 ^A	4 ^B
MEI	5	5 ^A	5 ^B
JUN	6	6 ^A	6 ^B
JUL	7	7 ^A	7 ^B
AUG	8	8 ^A	8 ^B
SEP	9	9 ^A	9 ^B
OKT	10	10 ^A	10 ^B
NOV	11	11 ^A	11 ^B
DEC	12	12 ^A	12 ^B

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE VAARWATER	
A.D.	E.	E	W5	BOVEN BATH (BOEI 76) EN AFVOER TE SCHELLE	
				A1	771090



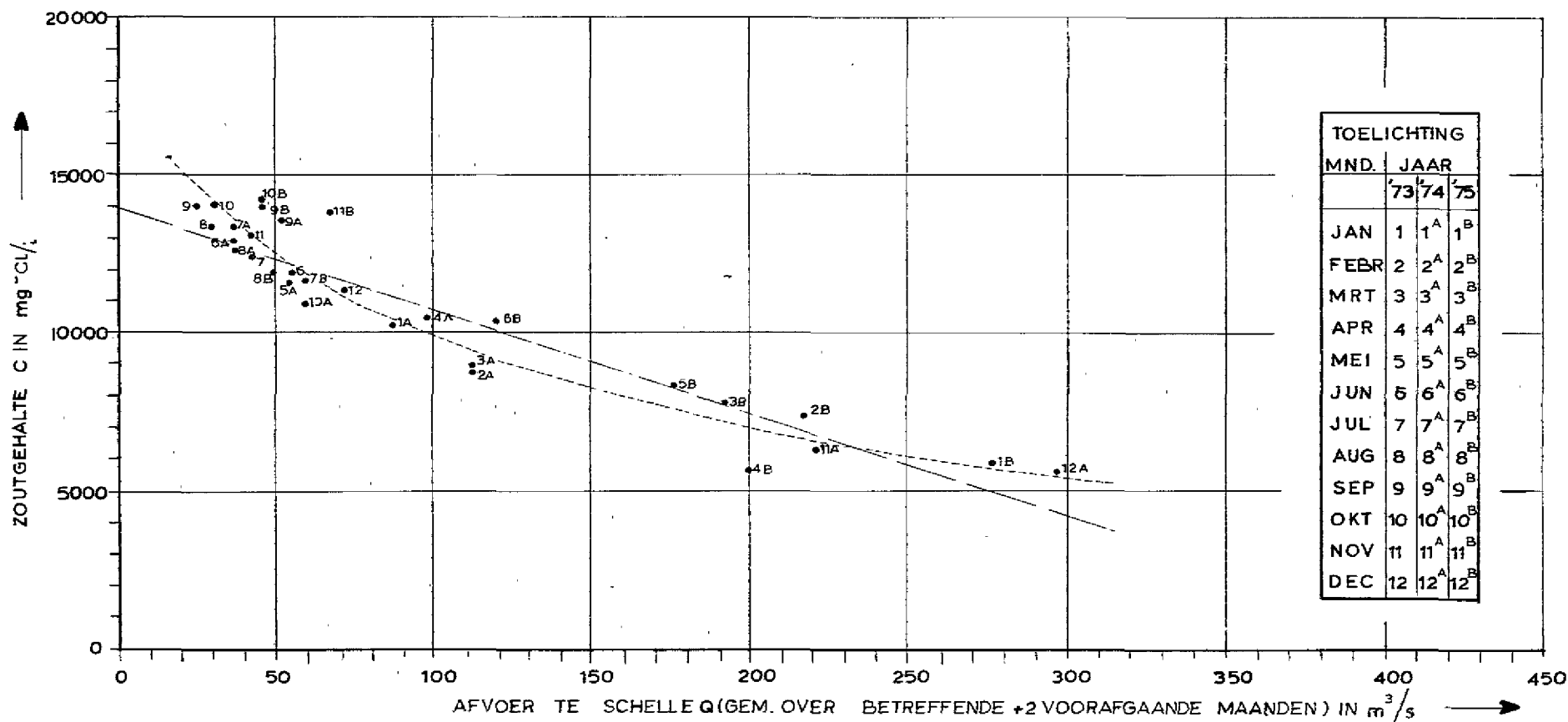
TOELICHTING

----- VISUEEL BEPAALD GEMIDDELD VERBAND

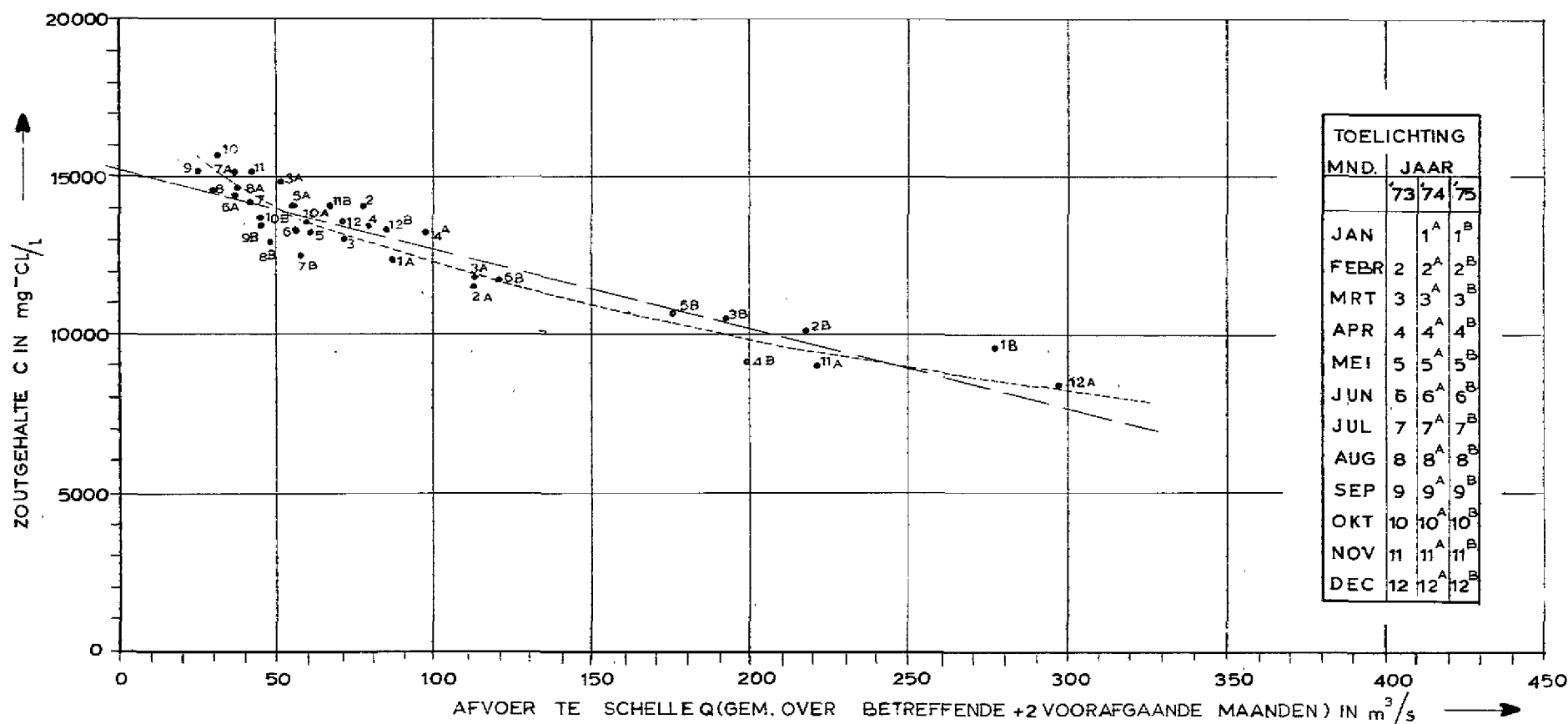
————— REGRESSIELIJN $C = -31,301 + 12781,3 Q$; CORRELATIE COEFFICIENT = 0,811

STANDAARDAFWUKING = 1081 mg-Cl/L

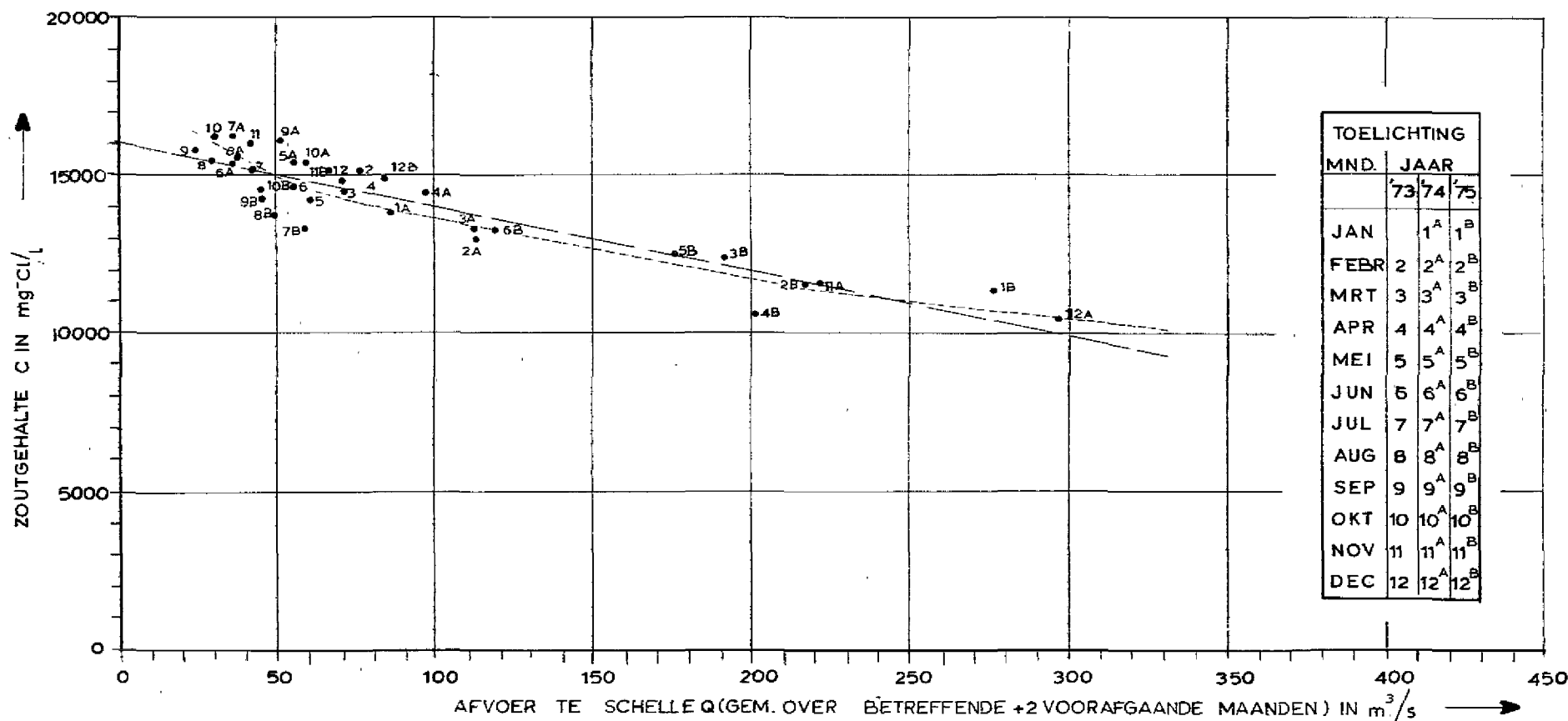
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE ZUIDERGAT (BAALHOEK BOEI 59 ^A) EN AFVOERTE SCHELLE	
A.D.	E.	E.	<i>100%</i>	A1	77.1091



GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE MIDDELGAT/ ZUIDERGAT (BOEI 49) EN AFVOER TE SCHELLE	
A.D.	E.	E	W.B.	A1	77.1092

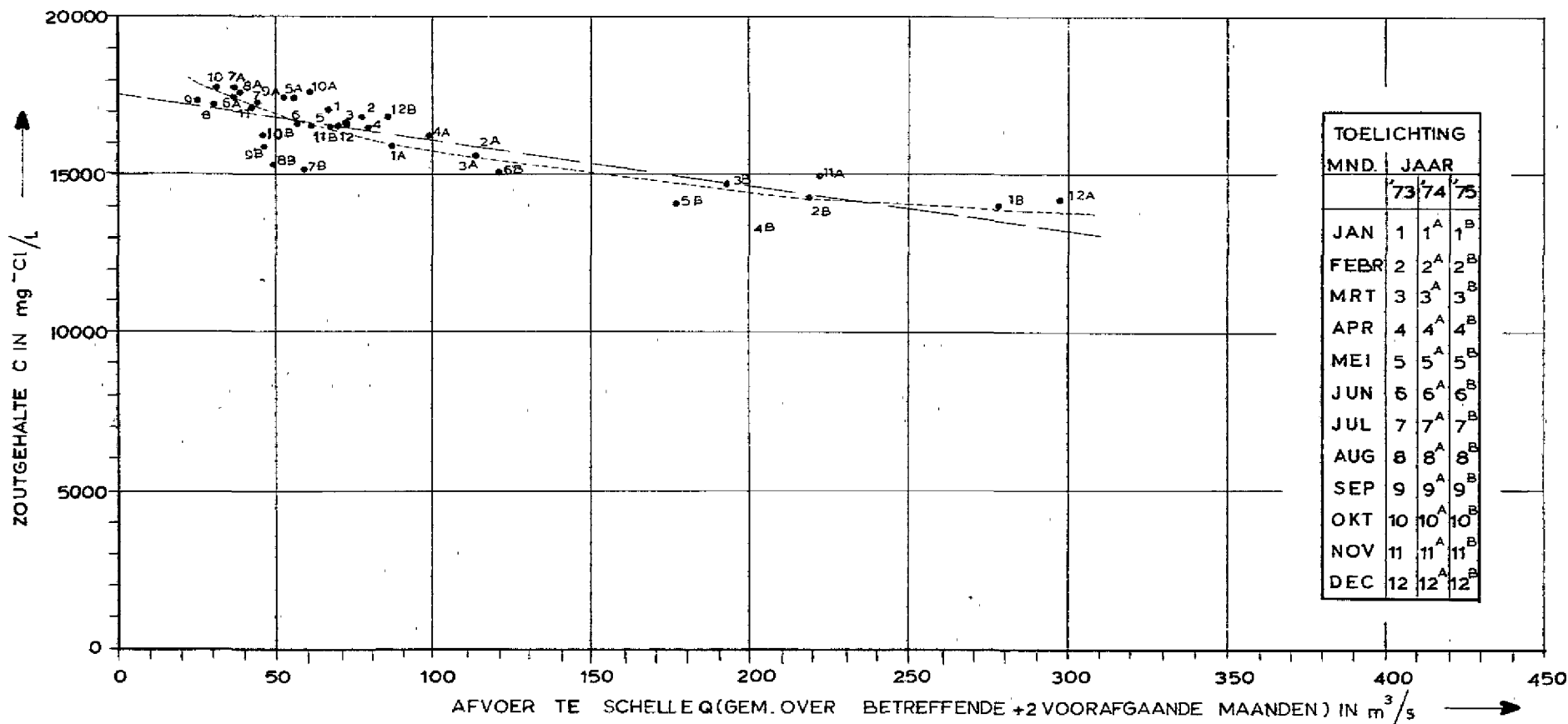


GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE GAT.V.OSSENISSE	
AD	E.	E	Wb	(BOEI 2) EN AFVOER TE SCHELLE	
				A1	77.1093



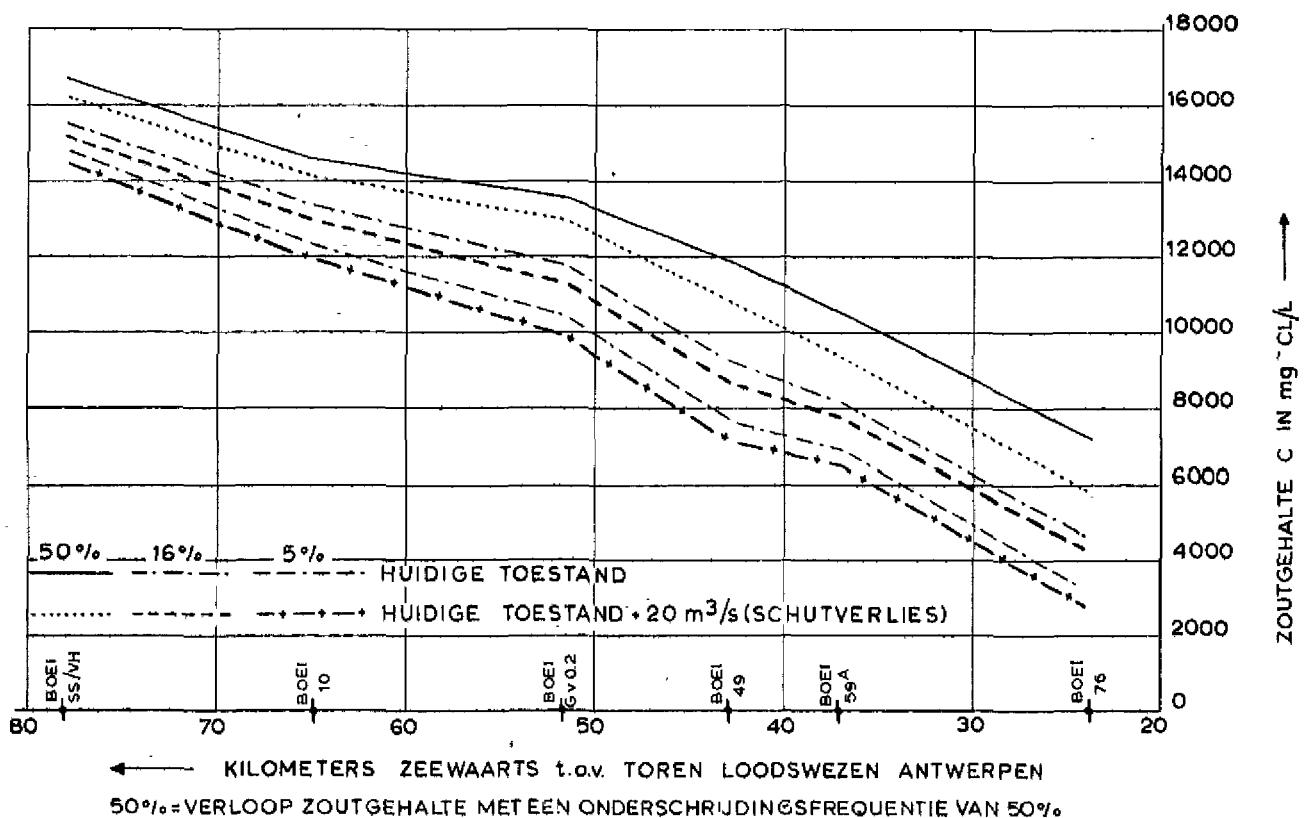
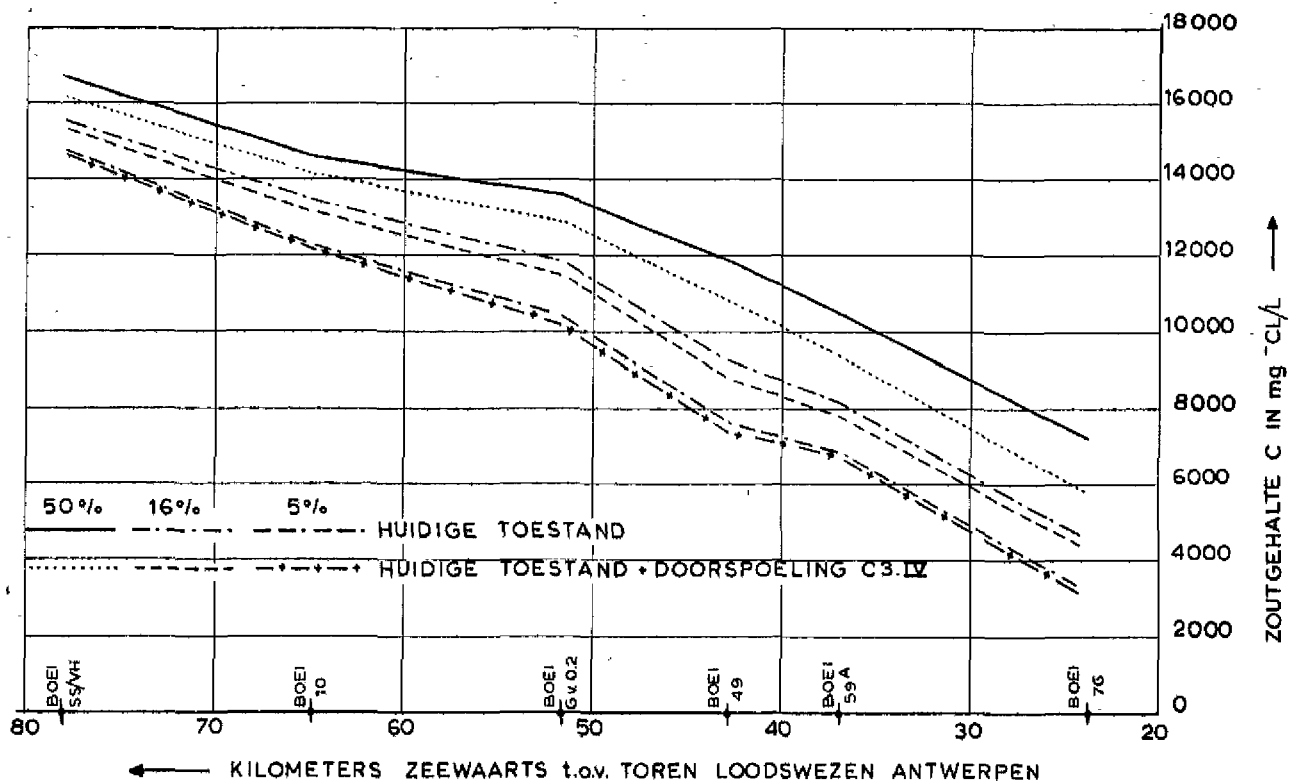
MND.	JAAR		
	73	74	75
JAN		1 ^A	1 ^B
FEBR	2	2 ^A	2 ^B
MRT	3	3 ^A	3 ^B
APR	4	4 ^A	4 ^B
MEI	5	5 ^A	5 ^B
JUN	6	6 ^A	6 ^B
JUL	7	7 ^A	7 ^B
AUG	8	8 ^A	8 ^B
SEP	9	9 ^A	9 ^B
OKT	10	10 ^A	10 ^B
NOV	11	11 ^A	11 ^B
DEC	12	12 ^A	12 ^B

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE PAS v TERNEUZEN	
A.D.	E.	E	WJZ	(BOEI 10) EN AFVOER TE SCHELLE	A1 771094

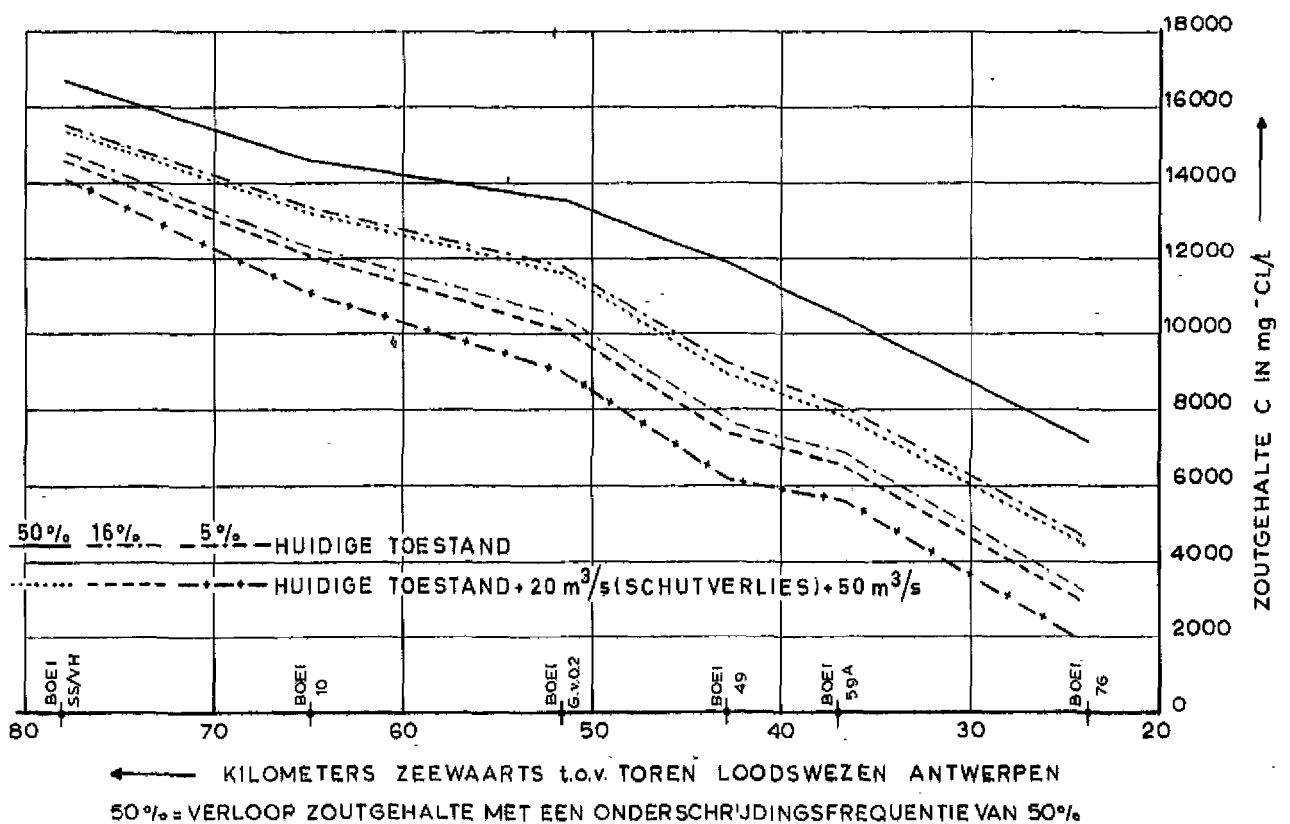
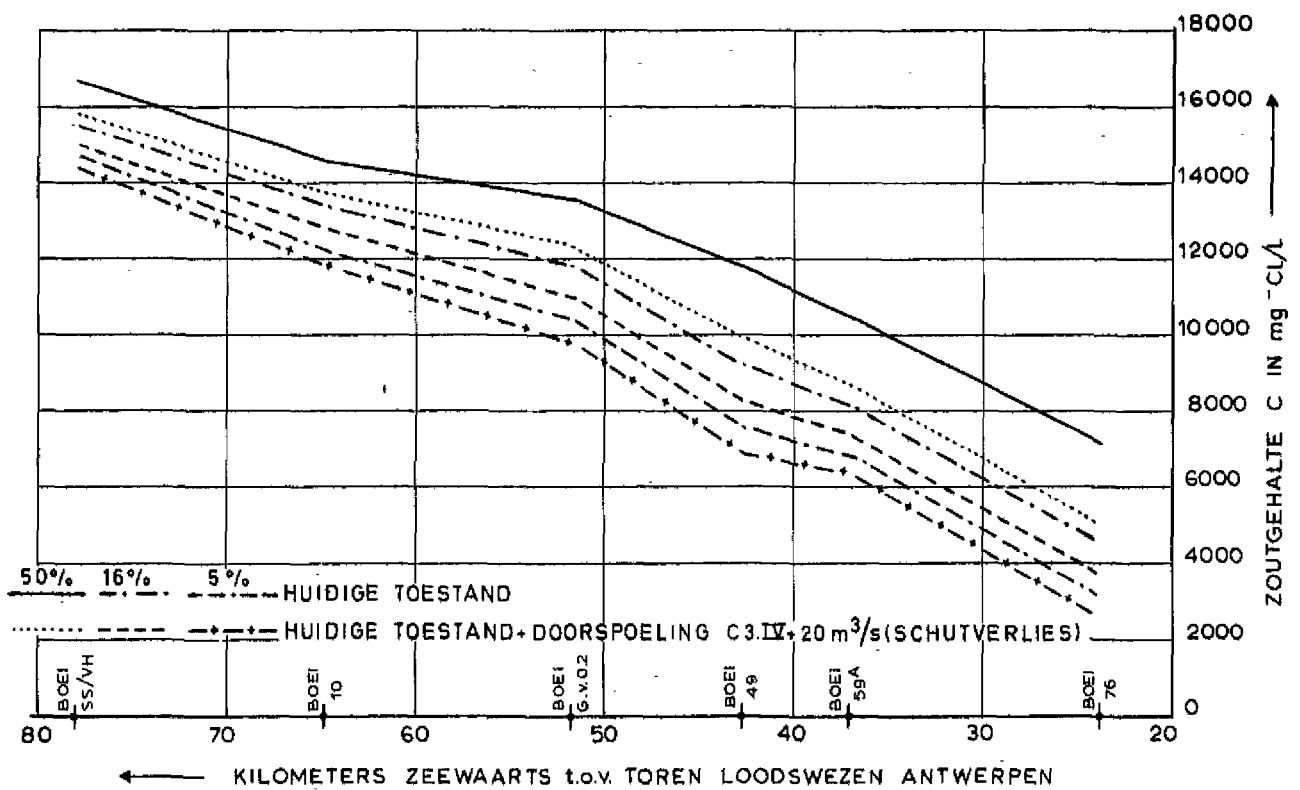


MND.	JAAR		
	73	74	75
JAN	1	1 ^A	1 ^B
FEBR	2	2 ^A	2 ^B
MRT	3	3 ^A	3 ^B
APR	4	4 ^A	4 ^B
MEI	5	5 ^A	5 ^B
JUN	6	6 ^A	6 ^B
JUL	7	7 ^A	7 ^B
AUG	8	8 ^A	8 ^B
SEP	9	9 ^A	9 ^B
OKT	10	10 ^A	10 ^B
NOV	11	11 ^A	11 ^B
DEC	12	12 ^A	12 ^B

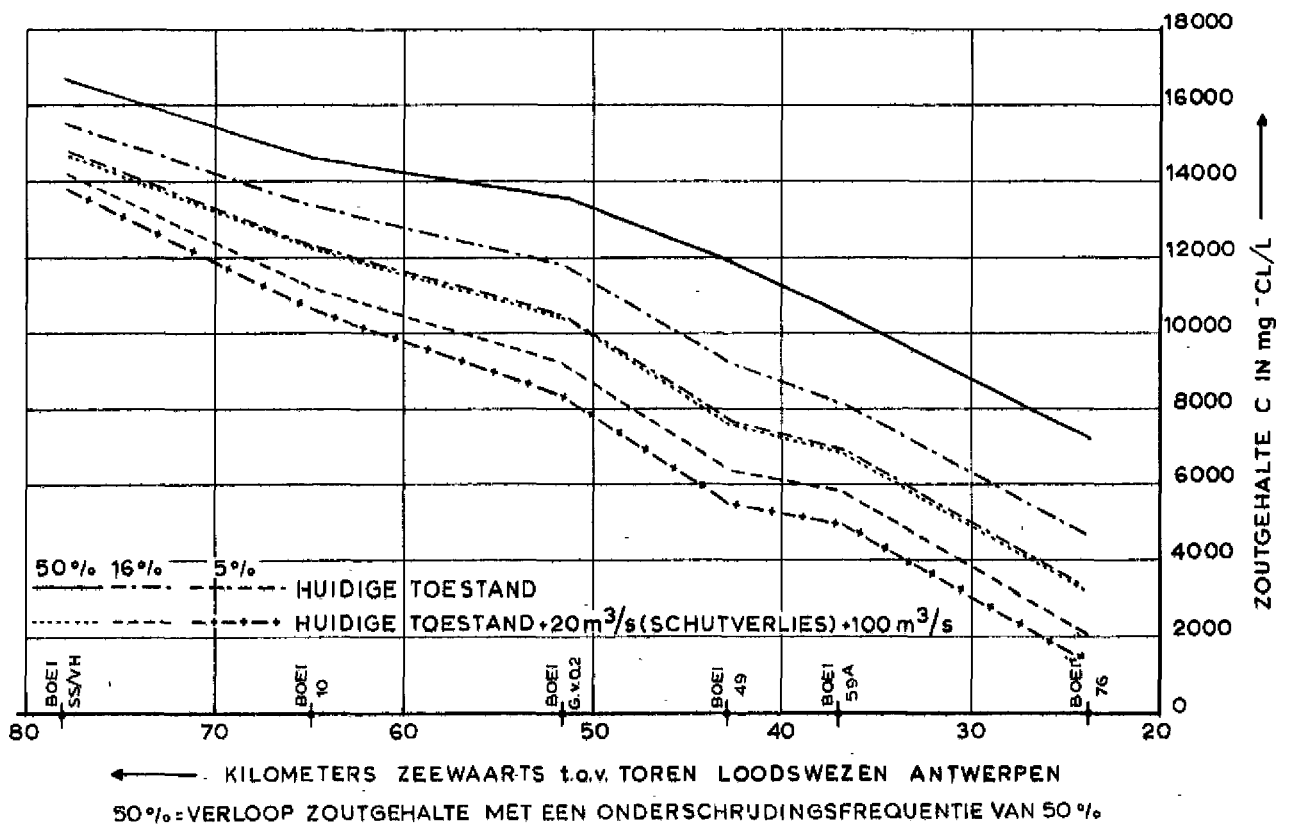
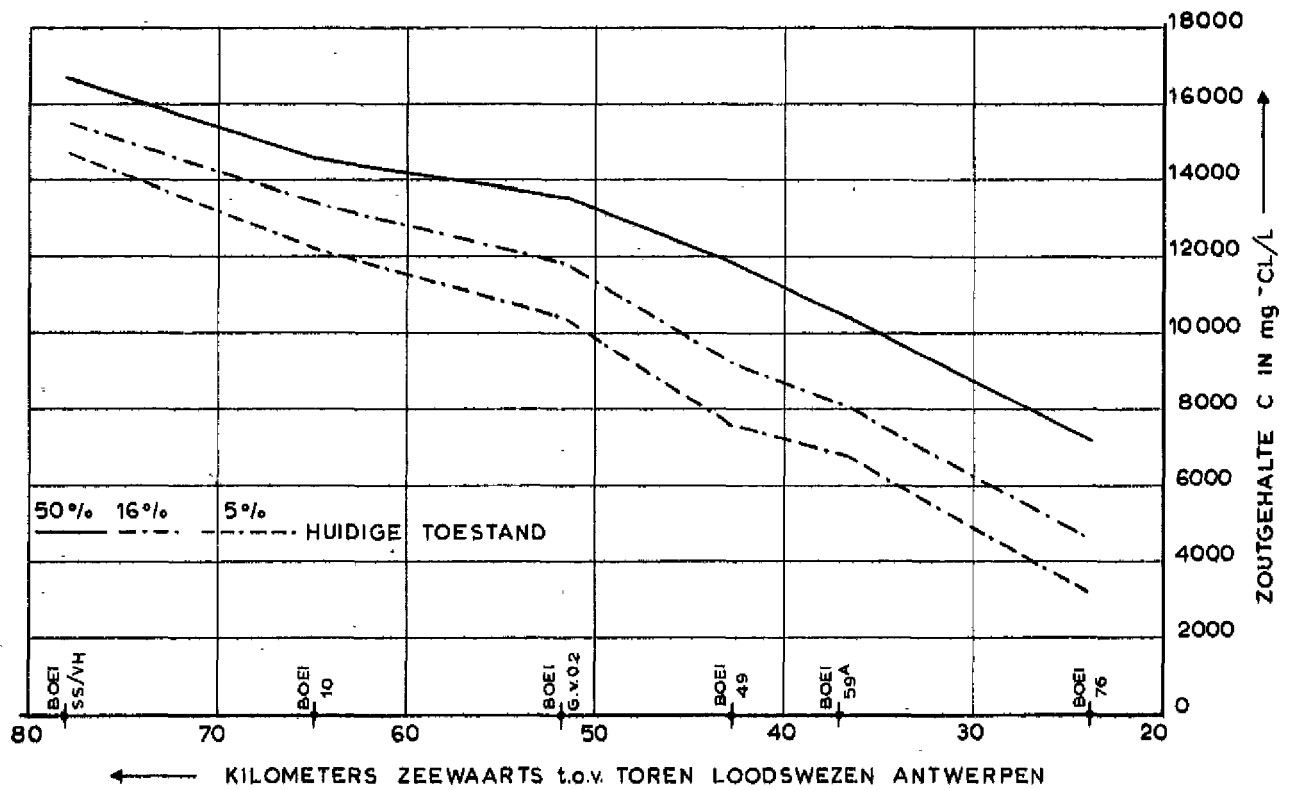
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	RELATIE TUSSEN ZOUTGEHALTE SCHAARV SPUKERPLAAT VAARW. L. HOOFDPLAAT (BOEI SS/VH) EN AFVOER TE SCHELLE	
AD.	E.	E	<i>W</i>		
				A1	77.1095



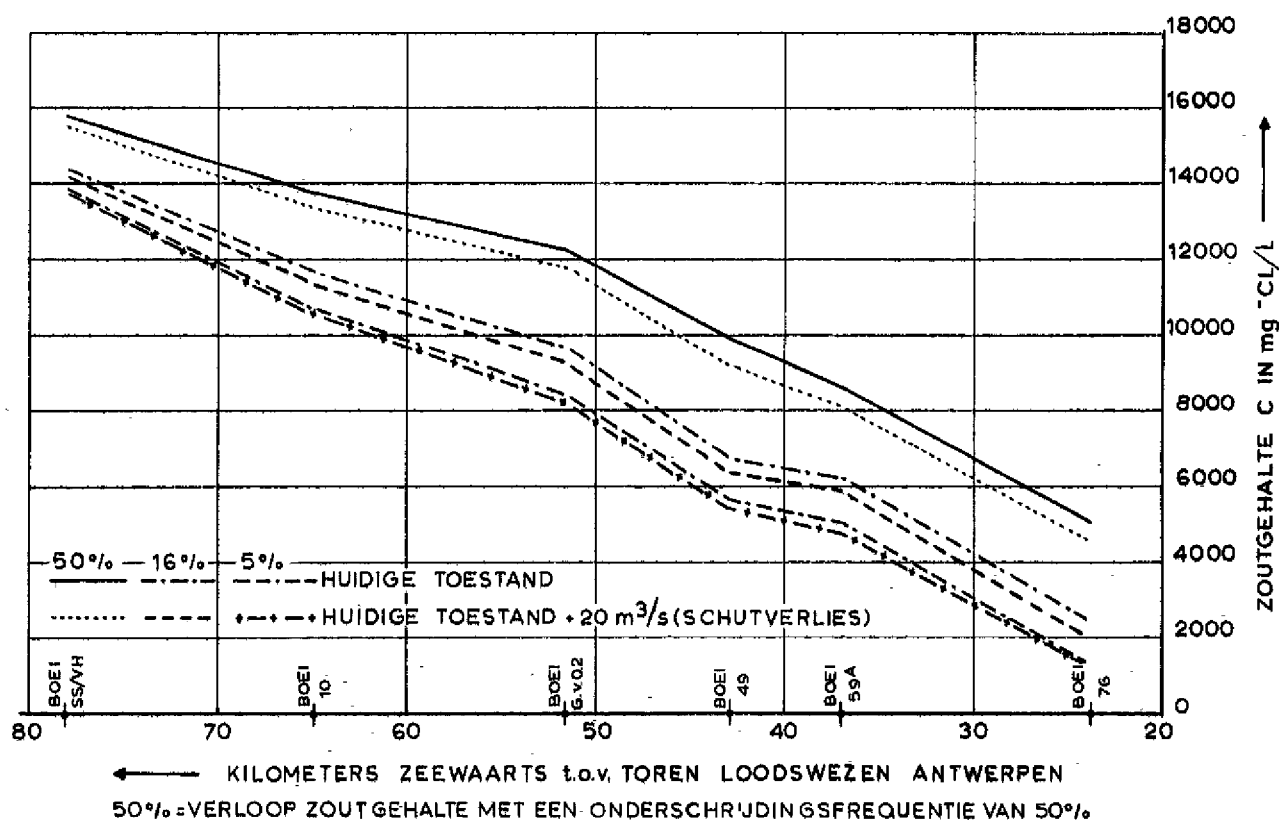
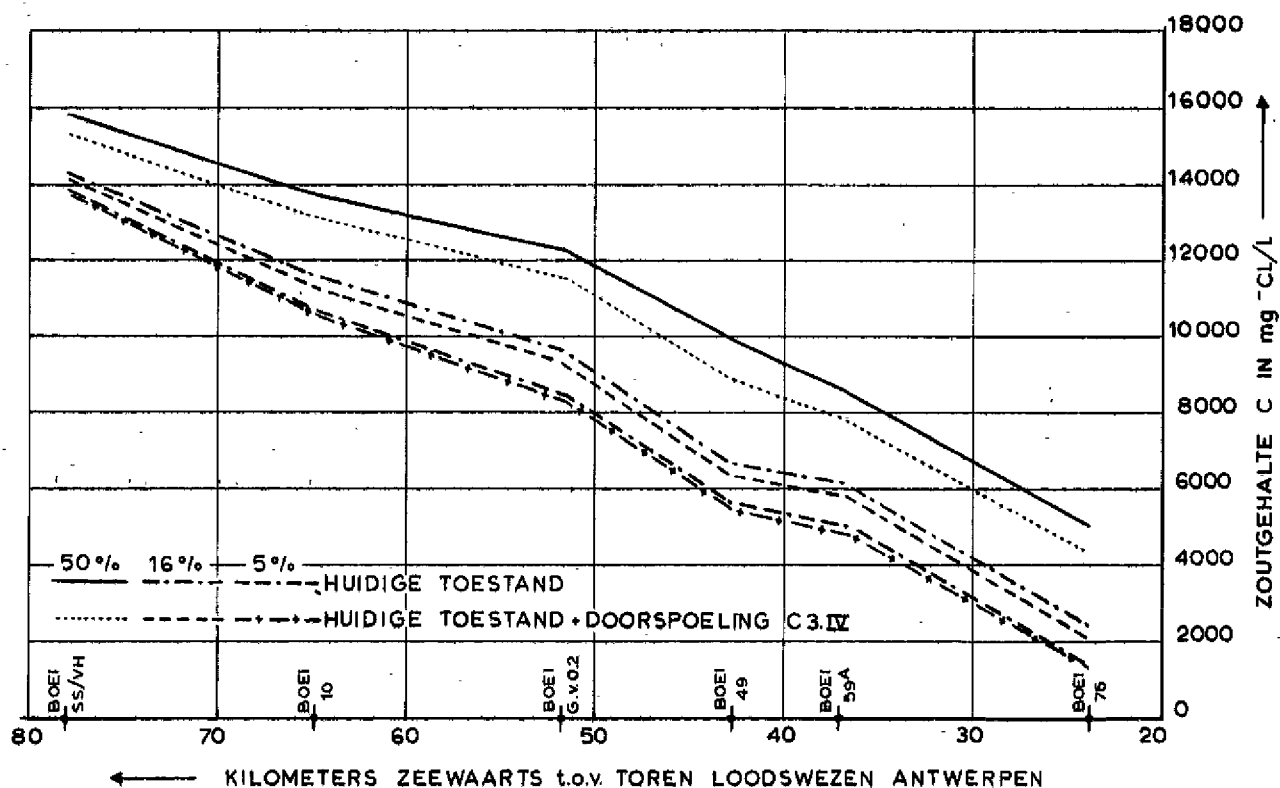
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHDELDE ZOMERSEIZOEN (APRIL - SEPTEMBER)	CODE	
P.K.	E.	E	<i>WDP</i>		A1	77.1096



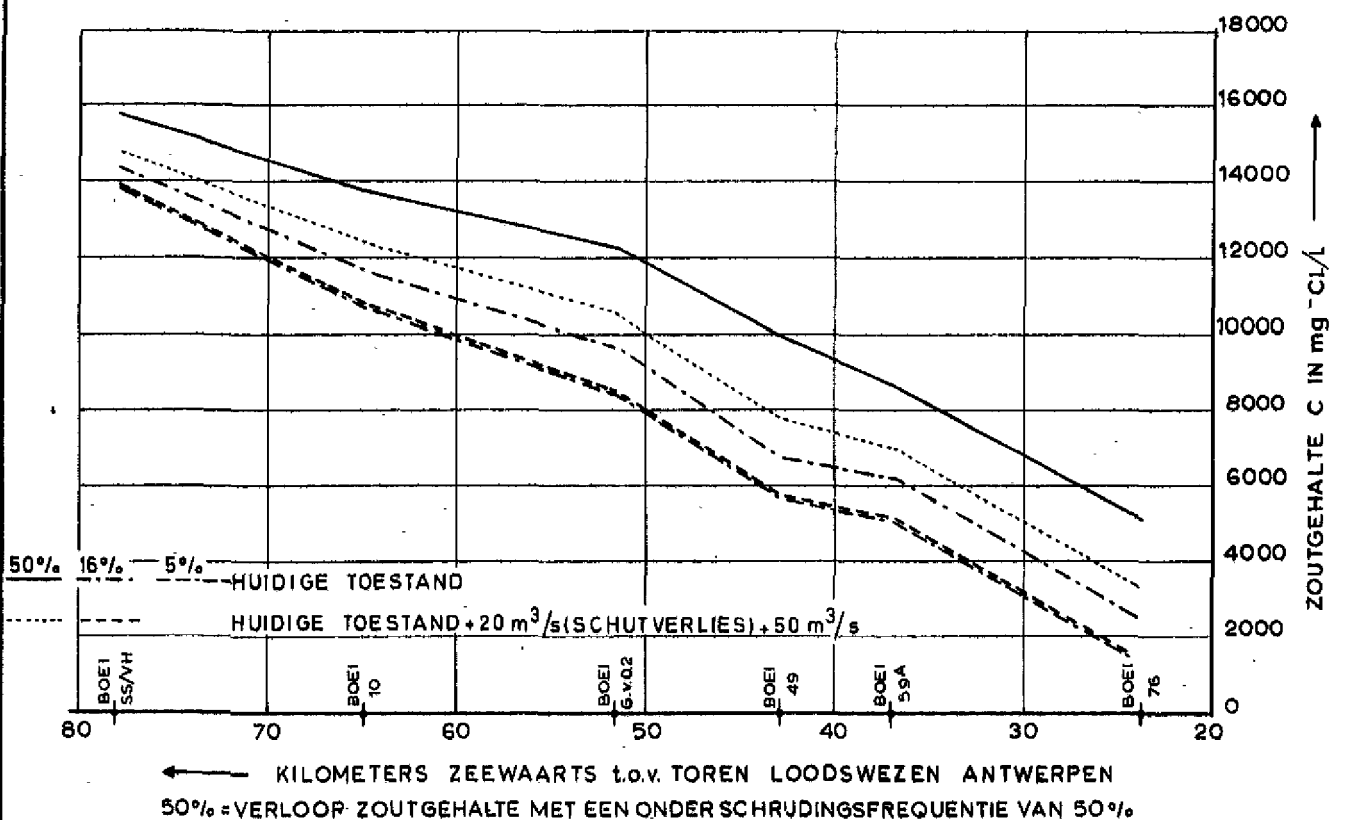
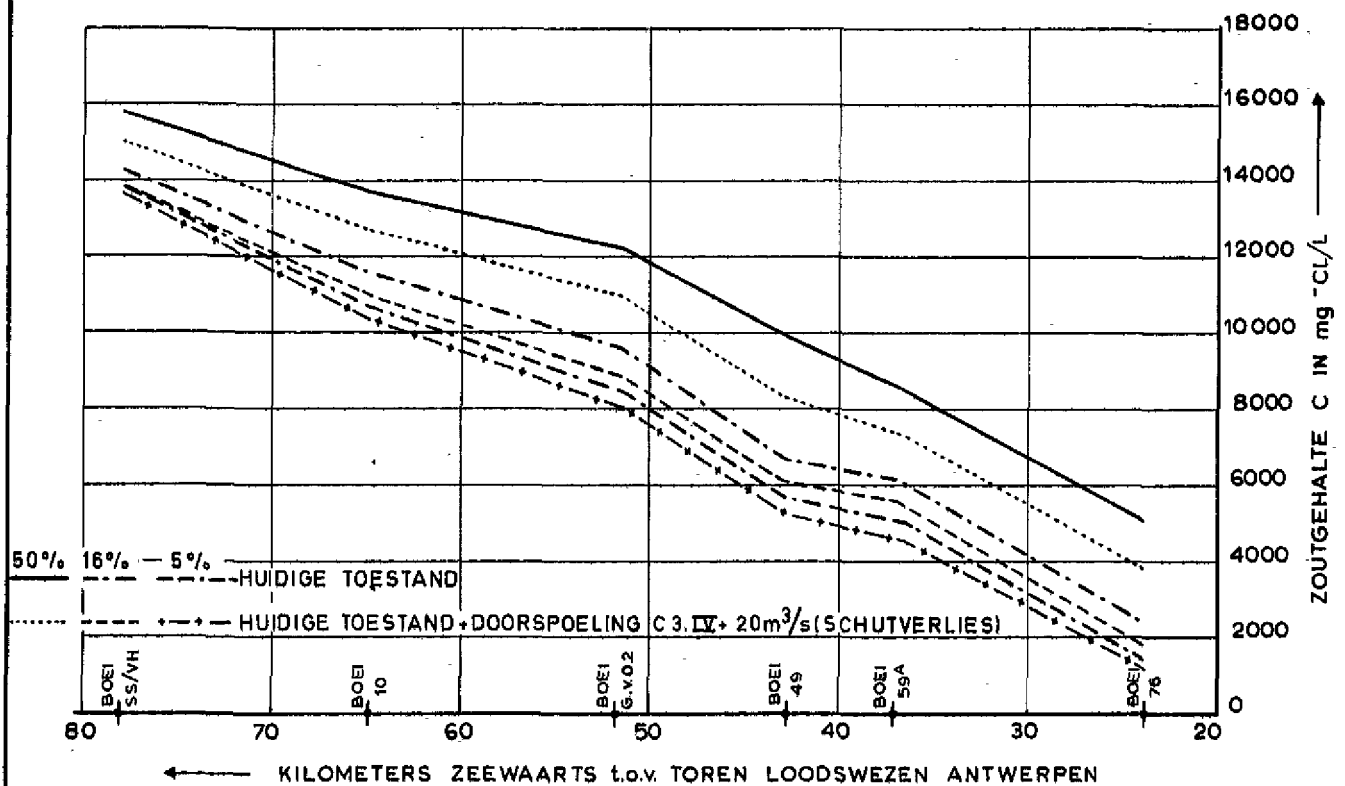
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHELDE	CODE	
P.K.	E.	E.	<i>W</i>		A1	771097



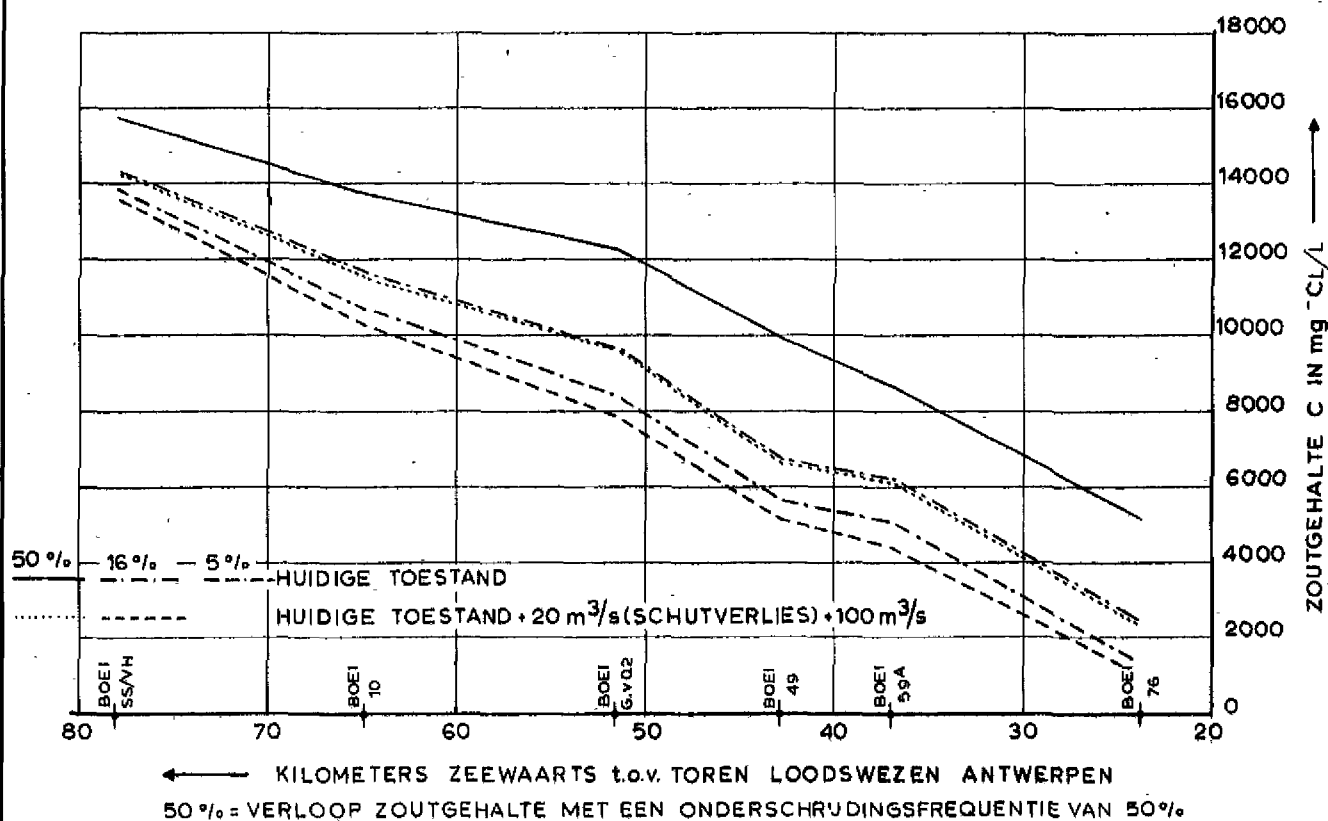
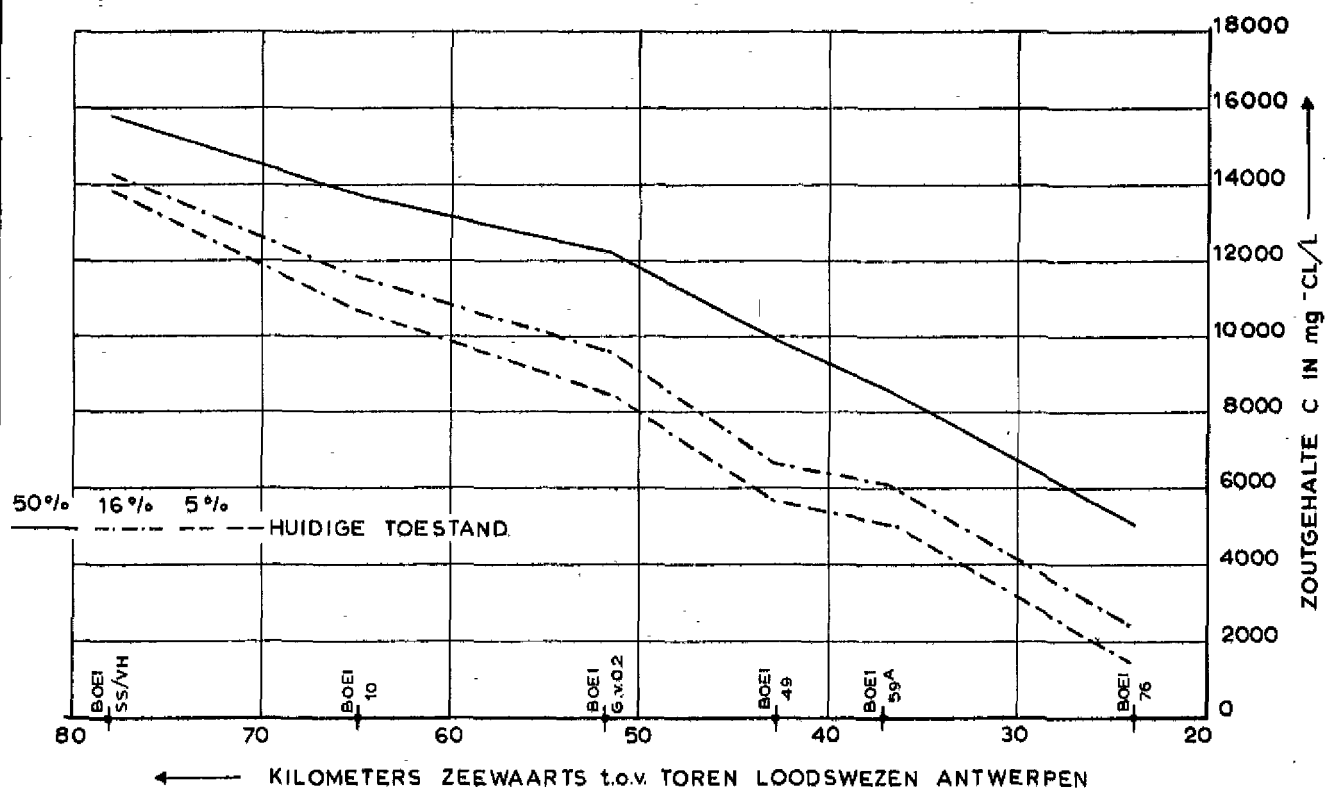
GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHELDE ZOMERSEIZOEN (APRIL - SEPTEMBER)	CODE	
P.K.	E.	E	<i>W</i>		A1	77.1098



GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHELDE WINTERSEIZOEN (OKTOBER - MAART)		CODE	
RK.	E	E	W			A1	77.1099



GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHELDE WINTERSEIZOEN (OKTOBER-MAART)	CODE	
RK.	E.	E	Wb		A1	77.1100



GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	VERLOOP ZOUTGEHALTE LANGS DE WESTERSCHELDE		CODE	
RK.	E.	E	<i>WJ</i>	WINTERSEIZOEN (OKTOBER - MAART)		A1	77.1101

Chloride gehalten met bepaalde onderschrijdings frequenties in
mg Cl/l .

Zomerseizoen (april t/m september)

	onderschrij- dings frequ- enties	T_0 (huidige toestand)	T_0+20	$C3.IV$ $+3$ $20m^3/s$	T_0+50 $+3$ $20m^3/s$	T_0+100 $+3$ $20m^3/s$
Vaarwater boven Bath (boei 76)	95%	10800	8400	6100	5200	3950
	84%	9900	7800	5900	5000	3800
	50%	7200	5800	5100	4400	3100
	16%	4600	4150	3800	2900	2000
	5%	3150	2700	2500	1800	1300
Zuidergat (boei 59 ^a)	95%	13650	11600	9850	8750	7500
	84%	12900	11100	9500	8550	7350
	50%	10550	9400	8600	7900	6800
	16%	8150	7700	7400	6650	5800
	5%	6850	6500	6300	5650	4850
Middelgat (boei 49)	95%	14500	12800	11200	10050	8350
	84%	13900	12300	10850	9800	8200
	50%	11900	10850	9900	8900	7550
	16%	9200	8700	8250	7350	6350
	5%	7600	7100	6900	6200	5500
Gat van Ossenisse (boei 2)	95%	15500	14200	13250	12400	11100
	84%	15000	13900	13050	12250	10950
	50%	13650	12950	12300	11600	10400
	16%	11850	11350	11000	10150	9200
	5%	10400	9950	9800	9000	8300
Pas van Terneuzen (boei 10)	95%	16200	15200	14250	13850	12850
	84%	15900	14850	14100	13650	12700
	50%	14600	14100	13700	13150	12200
	16%	13350	13000	12700	12000	11150
	5%	12200	11850	11700	11050	10600
Schaar van Spijkerplaat/ Vaarwater lange Hoofd- plaat (boei SS/VH)	95%	17850	17050	16400	15850	15100
	84%	17650	16800	16250	15750	15050
	50%	16700	16200	15800	15350	14700
	16%	15550	15250	15050	14600	14150
	5%	14750	14500	14400	14150	13800

Chloride gehalten met bepaalde onderschrijdings frequenties in mg Cl/l .

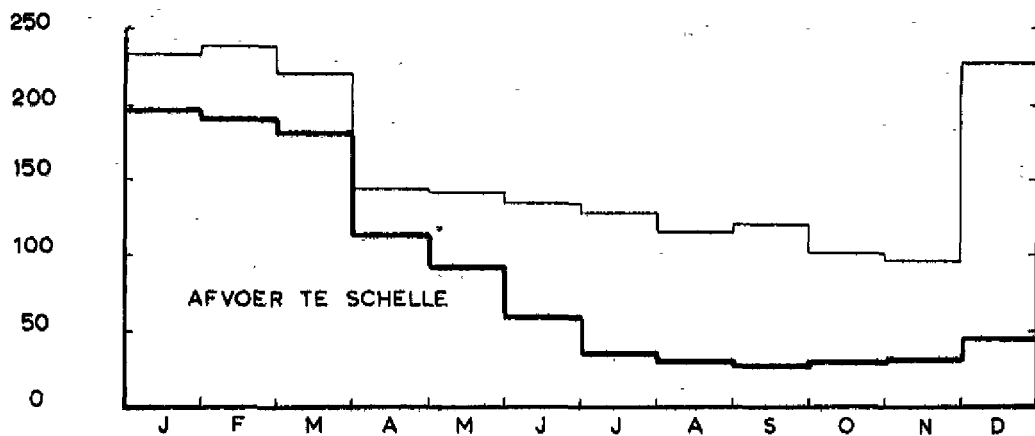
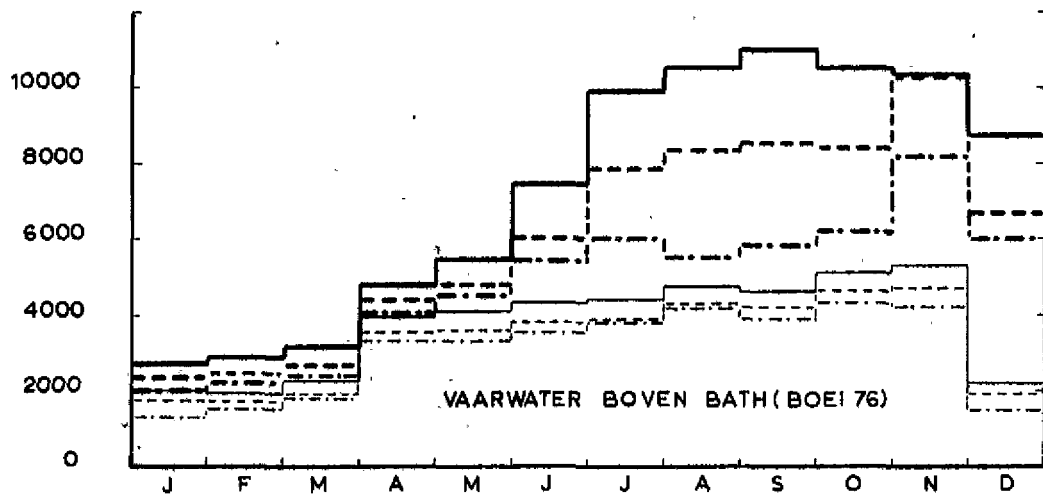
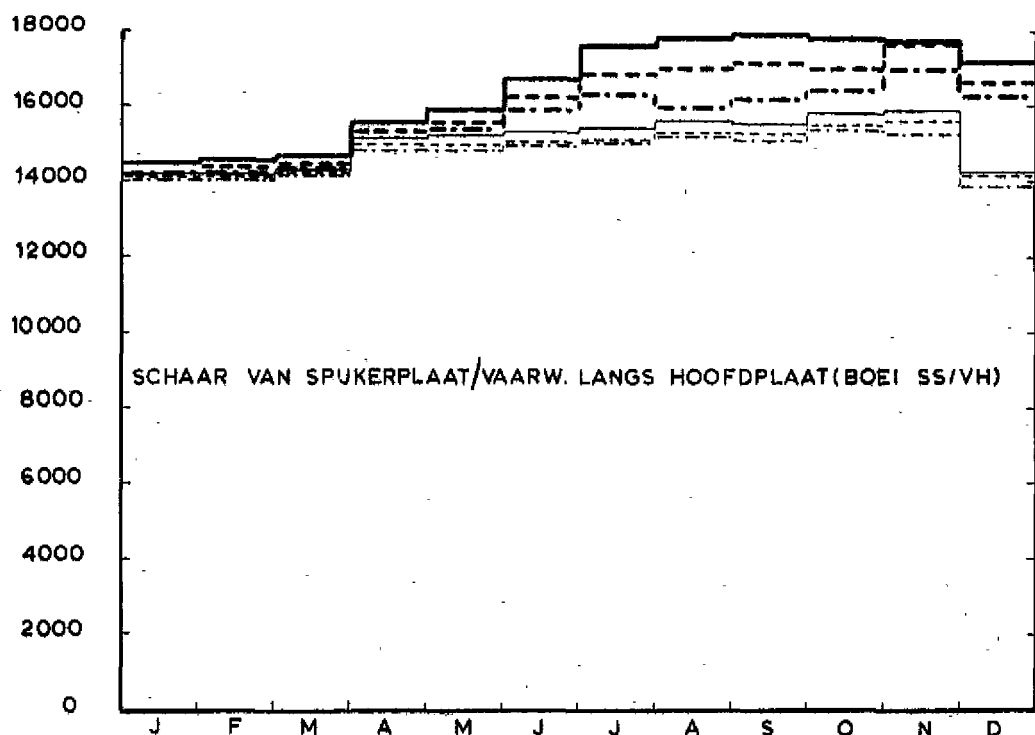
Winterseizoen (oktober t/m maart)

	onderschrijdings frequenties	T_o (huidige toestand)	$T_o + 20$	C3.IV $\frac{+3}{20\text{m}^3/\text{s}}$	$T_o + 50$ $\frac{+3}{20\text{m}^3/\text{s}}$	$T_o + 100$ $\frac{+3}{20\text{m}^3/\text{s}}$
Vaarwater boven Bath (boei 76)	95%	9500	7450	5400	4900	3700
	84%	8300	6300	5000	4650	3400
	50%	5100	4600	3850	3300	2300
	16%	2400	2000	1800	1450	1050*
	5%	1400	1300	1200	900 Δ	-
Zuidergat (boei 59 ^a)	95%	12500	10700	8850	8400	7300
	84%	11500	10050	8550	8150	7000
	50%	8650	8100	7450	7000	6100
	16%	6200	5950	5600	5150	4400*
	5%	5100	4800	4550	4100 Δ	-
Middelgat (boei 49)	95%	13450	12000	10200	9650	8200
	84%	12650	11350	9800	9250	7850
	50%	9950	9200	8300	7800	6650
	16%	6850	6450	6130	5750	5200
	5%	5700	5450	5250*	5100 Δ	-
Gat van Ossenisse (boei 2)	95%	14750	13750	12500	12100	10850
	84%	14100	13300	12250	11850	10600
	50%	12350	11800	11050	10550	9550
	16%	9700	9350	8950	8500	7900*
	5%	8500	8250	8050*	7650 Δ	-
Pas van Terneuzen (boei 10)	95%	15650	14650	13900	13550	12600
	84%	15100	14350	13650	13350	12400
	50%	13700	13300	12800	12400	11450
	16%	11600	11300	11000	10750	10400*
	5%	10700	10600	10400	10100 Δ	-
Schaar van Spijkerplaat/ Vaarwater langs Hoofd- plaat (boei SS/VH)	95%	17400	16700	15900	15700	15000
	84%	17000	16500	15750	15550	14850
	50%	15800	15500	15100	14850	14250
	16%	14350	14200	14100	13950	13700*
	5%	13900	13800	13750	13600 Δ	-

* geschat (kleine extrapolatie)

Δ geschat door extrapolatie (afwijking $< 400 \text{ mg } \text{Cl/l}$)

- debiet $> 400 \text{ m}^3/\text{s}$ (niet te bepalen)

DEBIET SCHELLE IN m^3/s ZOUTGEHALTE IN $mg \cdot Cl/l$ ZOUTGEHALTE IN $mg \cdot Cl/l$ 

TOELICHTING

DROOG
SEIZOEN
(1959)NAT
SEIZOEN
(1965)

ZOUTGEHALTE BIJ ONGESTOORD DEBIET SCHELLE

ZOUTGEHALTE BIJ DEBIET SCHELLE + $20 m^3/s$ (SCHUTVERLIES)ZOUTGEHALTE BIJ DEBIET SCHELLE + $20 m^3/s$ (SCHUTVERLIES) + DOORspoeling C3.IV

GET.	GEZ.	GEC.	AKK.	WESTERSCHELDE	
				VERLOOP AFVOER EN ZOUTGEHALTE VOOR EEN	
P.K.	E.	E	<i>W</i>	DROOG JAAR (1959) EN EEN NAT JAAR (1965)	
				A1	77.1102

Onderschrijdings frequentie van het chloridegehalte van 13000 mg Cl^-/l .
Zomerseizoen (april t/m september).

	debiet in m^3/s	T_o (huidige toestand)	$T_o + 20$ m^3/s	C3.IV m^3/s	$T_o + 50$ m^3/s	$T_o + 100$ m^3/s
Vaarwater boven Bath (boei 76)	18,5*	100%	100%	100%	100%	100%
Zuidergat (boei 59 ^a)	34,5	85%	100%	100%	100%	100%
Middelgat (boei 49)	45,5	69%	99%	100%	100%	100%
Gat van Ossenisse (boei 2)	81	34%	50%	79%	100%	100%
Pas van Terneuzen (boei 10)	141	10,6%	15,7%	23%	42%	100%
Schaar van Spijker- plaat/Vaarwater langs Hoofdplaat (boei SS/VH)	ca. 400	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%	< 1%

* vrij nauwkeurig geschat (extrapolatie)

boei SS/VH tamelijk grof geschat vanwege de benodigde
extrapolatie

Onderschrijdings frequentie van het chloridegehalte van 13000 mg Cl^-/l .
Winterseizoen (oktober t/m maart)

	debiet in m^3/s	T_o (huidige toestand)	$T_o +$ $20\text{m}^3/\text{s}$	C3.IV $20\text{m}^3/\text{s}$	$T_o + 50$ $20\text{m}^3/\text{s}$	$T_o + 100$ $20\text{m}^3/\text{s}$
Vaarwater boven Bath (boei 76)	18,5*	100%	100%	100%	100%	100%
Zuidergat (boei 59 ^a)	34,5	99%	100%	100%	100%	100%
Middelgat (boei 49)	45,5	89%	100%	100%	100%	100%
Gat van Ossenissee (boei 2)	81	61,5%	76%	100%	100%	100%
Pas van Terneuzen (boei 10)	141	33,5%	41%	56,5%	68%	100%
Schaar van Spijker- plaat/Vaarwater langs Hoofdplaat (boei SS/VH)	ca.400	<1%	ca.1%	ca.1,6%	ca.2,5%	ca.5,5%

- vrij nauwkeurig geschat (extrapolatie)
boei SS/VH tamelijk grof geschat vanwege de benodigde
extrapolatie

RJKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN

WESTERSCHDELDE

BOCHTAFSNIJDING BATH
PLAN MODELSITUATIE T51
MET SITUATIE VAN ENIGE RAAIEN

10-11-1972

GET W.M.

SCHAAL 1:50 000

GEZ E

GEC E

AKK 142

A2 77.1103

TOELICHTING

—	DJK - EN KUSTLUN
—	STRANDHOOFDEN EN KADEN
---	DIEPTELUN VAN G.L.L.W.S.
---	" " " - 20 dm
---	" " " - 50 "
---	" " " - 80 "
---	" " " - 120 "
---	" " " - 200 "
---	" " " - 300 "

DIEPTELUNEN VOLGENS LODINGEN R.W. 1971

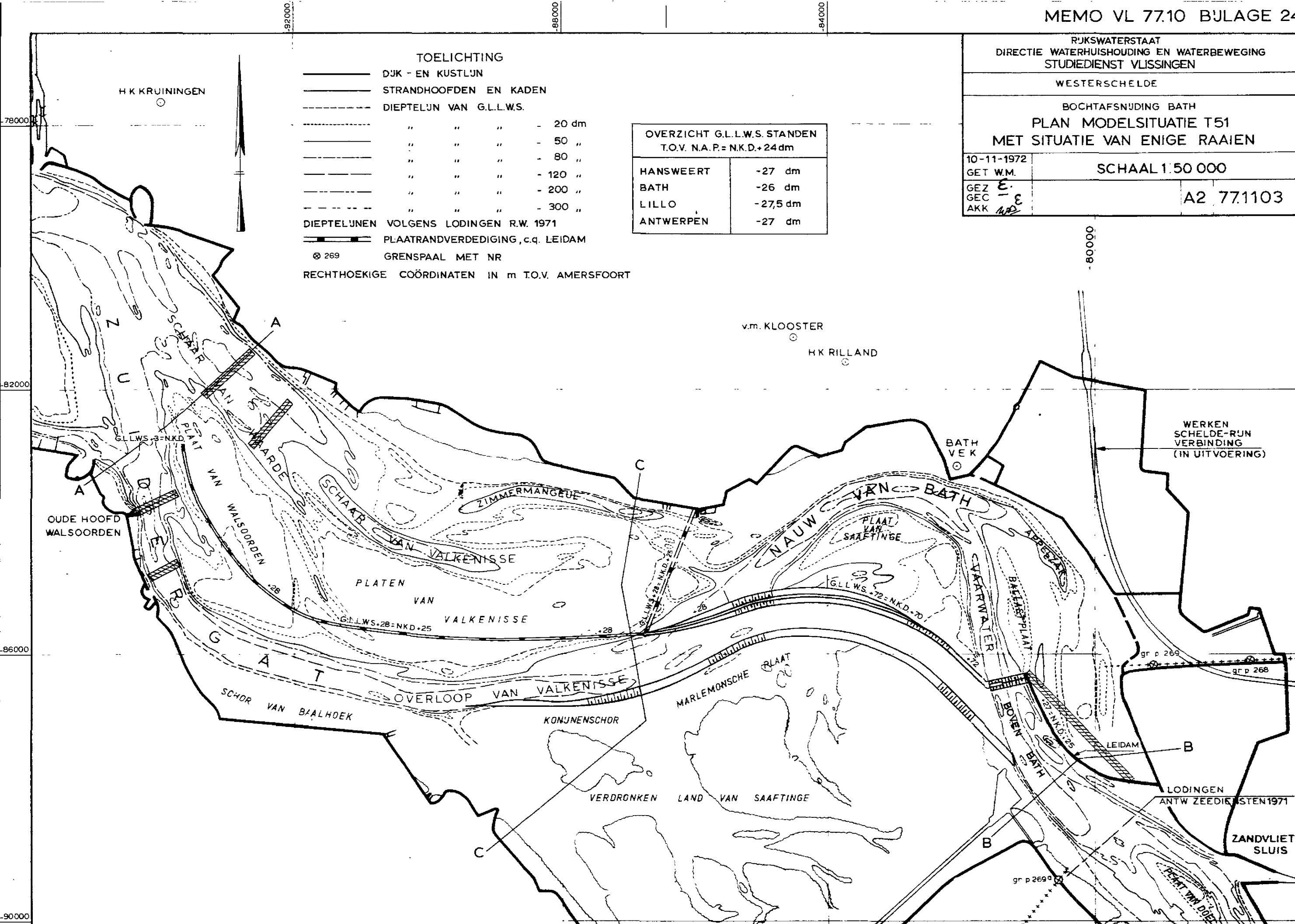
— PLAATRANDVERDEDIGING, c.q. LEIDAM

⊗ 269 GRENSPAAL MET NR

RECHTHOEKIGE COÖRDINATEN IN m T.O.V. AMERSFOORT

OVERZICHT G.L.L.W.S. STANDEN T.O.V. N.A.P. = N.K.D. + 24 dm

HANSWEERT	-27 dm
BATH	-26 dm
LILLO	-27,5 dm
ANTWERPEN	-27 dm



A2 77.1103