

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee
adviesdienst vllssingen.

nota WWKZ-84.V032

De bepaling van de toelaatbare
maximum lozing via de Bathse spui-
sluis bij operationeel beheer.

projectcode							
V	8	3	2	6	A	2	5

auteur(s): F.O.B. Lefèvre

datum: november 1984

bijlagen: 7

samenvatting: In het kader van het onderzoek ten behoeve van de coördinatiegroep Zoommeer is aandacht besteed aan de vraag hoeveel water vanuit het Zoommeer maximaal geloosd mag worden, zodanig dat de chloridegehalten op de Westerschelde niet beneden een bepaalde norm dalen.

In een eerdere nota (WWKZ-84.V009) is aangetoond dat men mag gebruikmaken van het feit dat er een goed verband is tussen de seizoengemiddelde lozing vanuit het Zoommeer en de gemiddelde en minimale chloridegehalten per seizoen op de Westerschelde.

In deze nota wordt een methode aan de hand gedaan om bij het toekomstig operationeel sluisbeheer aan het begin van een 10-daagse periode (decade) te kunnen bepalen hoeveel er in deze decade vanuit het Zoommeer naar de Westerschelde mag worden geloosd zonder dat de chloridenorm op de Westerschelde wordt overschreden.

De methode is geschikt om gebruikt te worden in een semi-automatisch sluisbesturingssysteem.

1. INLEIDING.

Om tot een optimaal beheer van het Volkerak-Zoommeerbekken te komen is ten behoeve van de Coördinatiegroep Zoommeer door de Adviesdienst Vlissingen een onderzoek ingesteld naar het effect van Zoommeerlozingen op de chloridegehalten op de Westerschelde (lit. 1).

Daartoe zijn een zestal lozingsreeksen, afkomstig uit simulaties van het beheer van het Zoommeer voor de periode 1975 - 1980, doorgerekend met het ééndimensionaal niet-stationair waterkwaliteitsmodel Vedwam (lit. 2).

Uit de berekeningsresultaten bleek een duidelijk lineair verband te bestaan tussen de seizoen-gemiddelde lozingsdebieten van het Zoommeer naar de Westerschelde en de seizoen-gemiddelde chloridegehalten op de Westerschelde. Aan de hand van dit verband zijn de maximaal toelaatbare seizoen-gemiddelde spuidebieten van de spuisluis te Bath naar de Westerschelde berekend die aan de chloridecriteria (zie tabel 1) op de Westerschelde voldoen. De situatie van de meetlokaties is weergegeven op bijlage 1. De in bovengenoemde nota gevonden berekeningsresultaten zijn nogmaals samengevat in tabel 2.

behoort bij: nota
datum: november 1984
bladnr: 2

nr. WWKZ-84.V032

Tabel 1.

Chloridecriteria Westerschelde in g/l.

Toelichting:

Op basis van milieu-onderzoek zijn de minimale chloridegehalten waaraan moet worden voldaan teneinde een bepaald ecosysteem in de Westerschelde te kunnen handhaven vastgesteld.

Dit is gedaan voor twee maatgevende plaatsen: Lamswaarde (criterium WS0) en Vlissingen. Bij Vlissingen zijn 2 alternatieve criteria gesteld: een streng criterium (WS1) en een minder streng criterium (WS2).

Elk criterium geeft een minimum waarde voor het gemiddeld chloridegehalte per zomer- en winterseizoen; het werkelijk optredend seizoengemiddeld chloridegehalte mag niet lager worden dan deze minimumwaarde.

Daarnaast geeft elk criterium een minimumwaarde voor het chloridegehalte (absoluut minimum) waar het werkelijk chloridegehalte op geen enkel moment onder mag dalen. Dit laatste minimum is vooralsnog gebaseerd op de 10-daags gemiddelde zoutgehalten (decadewaarden).

Dan volgen nu de bij de criteria geldende chloridegehalten in g/l:

		gemiddeld per seizoen		absoluut minimum (laagste decade- waarde)	
plaats	criterium	zomer	winter	zomer	winter
Lamswaarde	WS0	≥ 9,5	≥ 7,0	≥ 4	≥ 0,5
Vlissingen	WS1	≥ 16	≥ 15	≥ 13,5	≥ 13,5
Vlissingen	WS2	≥ 15	≥ 14	≥ 13,5	≥ 13,5

Tabel 2.

Maximaal toelaatbare spuidebieten (in m^3/s), behorend bij de in tabel 1 vermelde criteria.

Toelichting:

In lit. 1 is aan de hand van berekeningen een grote correlatie gevonden tussen het gemiddeld lozingsdebiet per seizoen en de chloridegehalten op de Westerschelde. Dit gold zowel voor de seizoengemiddelde chloridegehalten als voor de minimum chloridegehalten per seizoen. Op grond daarvan kon worden aangegeven hoeveel er gemiddeld per seizoen mag worden geloosd vanuit het Zoommeer zonder dat de chloridecriteria worden onderschreden. De getallen omvatten de totale toelaatbare lozing, dus inclusief het zoetwaterverlies naar de Westerschelde via de Kreekrak-sluizen ($20 m^3/s$).

Maximum toelaatbare lozing (m^3/s) bij:	zomer			winter		
	WS0	WS1	WS2	WS0	WS1	WS2
handhaven absoluut minimum-gehaltenorm.	65	154	154	196	84	84
handhaven seizoengemiddelde norm.	48	60	118	52	85	138

Uit tabel 2 ziet men dat men, teneinde aan de thans gestelde criteria te voldoen, een beheer moet kiezen waarbij in de zomer niet meer dan $48 m^3/s$ en in de winter niet meer dan $52 m^3/s$ wordt geloosd. Het blijkt dat het seizoengemiddeld chloridegehalte te Lamswaarde (WS0) maatgevend is voor het lozingsbeheer.

behoort bij: nota

nr. WWKZ-84.V032

datum: november 1984

bladnr: 4

Al deze rekenresultaten zijn gebaseerd op seizoengemiddelde waarden voor de lozing naar het Zoommeer. Dat betekent dat ze voor het operationeel sluisbeheer niet direct bruikbaar zijn: de sluiswachter dient aan het begin van een periode (dag, week of decade) te weten hoeveel water hij gemiddeld over deze komende periode zal mogen spuien.

Aangenomen is nu dat alvorens een keuze voor een beheersscenario voor het Zoommeer wordt gedaan uit berekeningen met grote zekerheid is afgeleid dat bij dit te kiezen scenario de seizoengemiddelde chloridegehalten op de Westerschelde aan de criteria zullen voldoen. Bij het operationeel beheer hoeft daar dan niet meer op getoetst te worden.

In dat geval moet nog wel nagegaan worden of ook de absoluut toelaatbare minimumgehalten niet worden overschreden: ondanks het feit dat de seizoengemiddelde lozing laag is zou namelijk binnen dat seizoen door de combinatie van hoge Scheldeafvoer en tijdelijk hoge spuidebieten tijdelijk nog een onderschrijding van de minimaal toelaatbare chloridegehalten kunnen optreden.

In deze nota wordt een methode aan de hand gedaan om in de toekomst - uitgaande van een gekozen beheersscenario voor het Zoommeer waarbij voldaan wordt aan de norm voor het seizoengemiddelde chloridegehalte op de Westerschelde - voor het operationeel sluisbeheer te kunnen bepalen welke lozing toelaatbaar is teneinde ook aan de normen voor het minimum chloridegehalte op de Westerschelde te voldoen.

2. BEREKENING TE LOZEN SPUIDEBIETEN OP BASIS VAN DE RELATIE TUSSEN AFVOER EN CHLORIDEGEHALTE.

2.1 LINEAIRE RELATIES TUSSEN CHLORIDEGEHALTE EN AFVOER.

In eerste instantie zijn de beschikbare gegevens gebruikt om te zoeken naar een lineair verband tussen chloridegehalte en afvoer door middel van multiple correlatie.

De algemene formule hiervoor luidt:

$$Cl^-_x(t) = Cl^-_x(o) + \sum_{k=0}^8 \alpha_{t-k} Q_{t-k}$$

Waarin:

$Cl^-_x(t)$ = chloridegehalte op plaats x in decade t.

$Cl^-_x(o)$ = constante.

k = teller, tevens "geheugen" van de relatie.

α_{t-k} = constante.

Q_{t-k} = decade-gemiddelde afvoer in decade t-k.

De volgende relaties zijn bepaald (alleen voor de locatie Lams-
waarde, boei 59a):

1. tussen gemeten chloridegehalten en gemeten afvoeren te Schelle.
2. tussen met VEDWAM berekende chloridegehalten en gemeten afvoeren te Schelle zonder lozing vanuit het Zoommeer.

behoort bij: nota
datum: november 1984
bladnr: 6

nr. WWKZ-84.V032

3. tussen met VEDWAM berekende chloridegehalten mét lozing van het Zoommeer en de daarbij behorende afvoeren. In dit laatste geval bestaat de gebruikte afvoer Q uit de som van de afvoer te Schelle, het zoetwaterverlies via de Kreekrak-sluizen en het lozingsdebiet te Bath.

De hierbij gevonden coëfficiënten zijn weergegeven in tabel 3 op bijlage 2.

In alle 3 de gevallen bedraagt de correlatiecoëfficiënt $R=0,95$. Het "geheugen" k is gesteld op 8 decaden omdat de correlatiecoëfficiënten bij een groter geheugen nauwelijks meer toenamen.

2.2 NAUWKEURIGHEID LINIAIRE REGRESSIEMODELLEN.

Om een indruk te krijgen van de nauwkeurigheid van de lineaire regressiemodellen is op bijlage 3A het verloop van het chloridegehalte over de periode 1975 - 1980 weergegeven zoals dat volgens de metingen c.q. volgens de berekeningen van het waterkwaliteitsmodel Vedwam en zoals dat volgens de statistische modellen 1 en 2 zou zijn.

Het blijkt dat er flinke verschillen, oplopend tot ca. 3.5 g/l tussen de oorspronkelijke reeksen chloridegehalten en de met behulp van de regressiemodellen gereproduceerde reeksen bestaan. Dit ondanks de hoge correlatiecoëfficiënten die bij de regressiemodellen behoren. De verschillen treden met name op in perioden met hoge afvoeren en lage chloridegehalten (januari - april 1980). Uit het voorgaande blijkt dat genoemde lineaire benadering een minder goede basis vormt om spuidebieten voor operationeel beheer te bepalen.

behoort bij. nota nr. WWKZ-84.V032
datum: november 1984
bladnr: 7

Op bijlage 3B is het verloop van het chloridegehalte over de periode 1975 - 1980 weergegeven voor het geval er een lozing vanuit het Zoommeer plaats vindt. Van deze situatie bestaan uiteraard geen meetgegevens: gepresenteerd is het resultaat van VEDWAM en het resultaat van de regressiemodellen 1 en 3.

2.3 BESCHOUWING LOGARITMISCHE RELATIE TUSSEN AFVOER EN CHLORIDEGEHALTE MET BEHULP VAN MULTIPLE CORRELATIE.

Een meer nauwkeurige benadering om op basis van afvoeren en chloridegehalten het toelaatbare spuidebiet van de spuisluis voor operationeel beheer te bepalen is de logaritmische benadering die gebaseerd is op de formule:

$$Cl^-_x = a * e^{-bQ} \quad (1) \quad 5$$

Hierin is:

Cl^-_x = het chloridegehalte op plaats x
Q = rivierafvoer

Formule (1) is afgeleid uit:

$$\ln \frac{C}{C_0} = \ln \frac{C}{C_0} - \frac{xQf}{\lambda D_{xt}} \quad (lit. 4)$$

behoort bij	nota	nr.	WWKZ-84.V032
datum:	november 1984		
bladnr:	8		

De onbekenden a en b uit formule (1) zijn bepaald aan de hand van de relatie tussen het maandgemiddelde chloridegehalte bij Lamswaarde en de driemaandsgemiddelde afvoer van de Schelde bij Schelle. De puntenwolk van deze relatie is weergegeven op bijlage 4.

Voor Lamswaarde geldt nu:

$$Cl^- = 17530,63 * e^{-0,005942Q} \quad (2)$$

Op basis hiervan is voor het station Lamswaarde een multiple correlatieverband volgens de volgende formule bepaald:

$$Cl^-_x(t) = Cl^-_x(o) + \sum_{k=0}^8 \alpha_{t-k} * 17530,63 e^{-0,005942Q_{t-k}}$$

Ook hier zijn weer voor het station Lamswaarde 3 relaties bepaald (bijlage 2 tabel 4):

3

relatie nr.

4. tussen gemeten chloridegehalten en gemeten afvoeren te Schelle.
5. tussen berekende chloridegehalten (VEDWAM) en gemeten afvoeren te Schelle.
6. tussen berekende chloridegehalten (VEDWAM) en de som van de gemeten afvoeren te Schelle + de Zoommeerlozing inclusief zoetwaterverlies volgens lozingsscenario 2 (lit. 1).

De correlatiecoëfficiënten bedragen respectievelijk 0,97, 0,97 en 0,98.

behoort bij. nota

nr. WWKZ-84.V032

datum: november 1984

bladnr: 9

2.4 NAUWKEURIGHEID LOGARITMISCHE REGRESSIEMODELLEN.

Het verloop van het chloridegehalte over de periode 1975 - 1980 zoals dat volgens metingen c.q. volgens berekeningen van het waterkwaliteitsmodel Vedwam en zoals dat volgens de logaritmische regressiemodellen 4 en 5 zou zijn is weergegeven op bijlage 5A.

Hieruit blijkt dat de logaritmische benadering nauwkeuriger is dan de lineaire benadering. De verschillen tussen de oorspronkelijke reeksen chloridegehalten en de met behulp van de regressiemodellen gereproduceerde reeksen bedragen hier minder dan 2 g/l.

Op bijlage 5b is het verloop van het chloridegehalte te Lamswaarde in de periode 1975 - 1980 weergegeven bij een bepaalde lozing van het Zoommeer volgens de VEDWAM-berekeningen en volgens de relaties 4 en 6.

behoort bij: nota

nr. WWKZ-84.V032

datum: november 1984

bladnr: 10

3. BEPALEN MAXIMAAL PER DECADE TE LOZEN SPUIDEBIETEN MET BEHULP VAN EEN LOGARITMISCH REGRESSIEMODEL.

Aan de hand van het logaritmisch regressiemodel, bepaald uit de relatie tussen de gemeten afvoer en het gemeten chloridegehalte (zie bijlage 2, tabel 3 relatie 4) is, uitgaande van het WS0 - criterium, een reeks "maximaal te lozen spuidebieten" gegenereerd voor de periode 1975 - 1980. Deze reeks is als volgt opgesteld: Per decade wordt op basis van de afvoer in de voorafgaande periode berekend hoeveel er de volgende decade - bij gelijkblijvende afvoer te Schelle - geloosd mag worden opdat het Cl^- normgehalte niet onderschreden wordt.

Deze toelaatbare lozing wordt dan ook daadwerkelijk "geloosd" met een minimum van 0 en een maximum van $100 \text{ m}^3/\text{sec}$. Daarna wordt de volgende decade berekend; daarbij wordt de bovengenoemde "lozing" in rekening gebracht.

Het op minimaal $0 \text{ m}^3/\text{s}$ en op maximaal $100 \text{ m}^3/\text{s}$ stellen van de afvoeren van deze reeks betekent dat de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ zoetwaterverlies bij de Kreekraksluizen (via Zandvlietsluizen geloosd) niet altijd gehaald wordt. Er is bij het genereren van de lozingsreeks aangenomen dat het effect van de lozing van het Zoommeer in het statistisch model kan worden gesimuleerd door deze lozing op te tellen bij de afvoer van de Schelde bij Schelle. Dit betekent dat aangenomen is dat ondanks de verhoogde afvoer met dezelfde regressievergelijking kan worden gewerkt.

Bijlage 6 geeft de gegenereerde reeks "maximaal toelaatbare lozingsdebieten" weer, evenals de lozingsreeks uit "lozingsscenario 2" (lit 1). De streeplijn in bijlage 6 geeft dus de met behulp van het regressiemodel bepaalde maximaal toelaatbare lozing per decade met een minimum van 0 en een maximum van $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

behoort bij: nota
datum: november 1984
bladnr: 11

nr. WWKZ-84.V032

Bij het beoordelen van bijlage 7 moet bedacht worden dat deze maximaal toelaatbare hoeveelheid ook steeds daadwerkelijk is geloosd.

Bijlage 7 geeft de berekeningsresultaten van het waterkwaliteitsmodel weer van de T0-situatie en van de met behulp van het logaritmisch regressiemodel gegenereerde reeks "maximaal toelaatbare lozingsdebieten". De hier ingetekende criteria zijn gecorrigeerd voor modelresultaten, dat wil zeggen het verschil tussen natuur en model is verdisconteerd in de waarden van WS0 en WS1 (lit. 1). Het blijkt dat zowel het WS0- als het WS1-criterium slechts driemaal licht onderschreden wordt wanneer in de periode 1975 - 1980 met de eerdergenoemde "maximaal toelaatbare lozingsdebieten" zou zijn geloosd.

De onderschijdingen van het WS0-criterium vinden steeds plaats op het moment dat er een overgang plaats vindt van het winterseizoen naar het zomerseizoen, waarmee het chloridecriterium overgaat van $\geq 4,0$ naar $\geq 0,5$ g/l.

Uit het voorgaande blijkt dat er op basis van een logaritmisch verband tussen decadegemiddelde afvoeren van de Schelde bij Schelle en decadegemiddelde chloridegehalten bij Lamswaarde een redelijke methode ontwikkeld is om het toelaatbare decadegemiddelde spuidebiet van de spuisluis te Bath naar de Westerschelde te kunnen bepalen.

De methode kan verbeterd worden door:

- 1e. bij het bepalen van het maximum lozingsdebiet tevens te kijken naar WS1- criterium;
- 2e. bij het genereren van de reeks "maximum toelaatbare lozing" uit te gaan van een constant debiet van $20 \text{ m}^3/\text{s}$, voor het schutwaterverlies Kreekraksluizen;

rijkswaterstaat

behoort bij:	nota	nr	WWKZ-84.V032
datum:	november 1984		
bladnr.	12		

- 3e. de schoksgewijze overgang van winter- en zomergehalte van het criterium geleidelijker laten verlopen;
- 4e. de gehanteerde zeer eenvoudige voorspelling van de boven afvoer te Schelle te verbeteren met behulp van tijdreeks-analyse;
- 5e. de gehanteerde relatie $Cl^- = a e^{-bQ}$ te optimaliseren (in dit geval zijn de waarden van a en b geschat met behulp van de relatie tussen maandgemiddelde chloridegehalten en 3-maandsgemiddelde afvoeren terwijl de relatie wordt gebruikt voor decadegemiddelde chloridegehalten en afvoeren).

4. PRINCIPE - OPZET VOOR OPERATIONEEL SLUISBEHEERPROGRAMMA.

Op basis van de voorgaande resultaten kan men nu een principe - opzet maken voor het onderdeel van de sluisbesturing dat de toelaatbare lozing naar de Westerschelde regelt.

Uitgegaan wordt van een systeem waarbinnen op basis van het gekozen beheersscenario en de daadwerkelijk optredende peilen en/of chloridegehalten op het Zoommeer aan het begin van een willekeurige decade het gewenste lozingsdebiet bekend is.

De afweging tussen belangen op Westerschelde, Zoommeer en Oosterschelde heeft reeds plaatsgevonden bij de keuze van het beheersscenario waarbij is gesteld dat de criteria WS0 en WS1 niet onderschreden mogen worden.

Uitgaande van gebruik van een klein computersysteem wordt het toelaatbare debiet $Q_{l_{max}}$ naar de Westerschelde als volgt bepaald:

- start = opdracht maximaal debietberekening geven. Computer vraagt decadenummer t en zoekt het bijbehorende WS0 en WS1 criterium.
- invoer = debiet te Schelle over afgelopen decade $t-1$ plus het lozingsdebiet via de spuisluis over de afgelopen decade (optie: zoetwaterverlies Kreekraksluizen apart invoeren, defaultwaarde $20 \text{ m}^3/\text{s}$).
- computer berekent $Q_{l_{max}}$ voor de volgende decade, hiervoor zijn 2 varianten mogelijk.

a) eenvoudige methode.

a1) De bovenafvoer te Schelle Q_S in decade t wordt gelijkgesteld aan de bovenafvoer in decade $t-1$, dus $Q_S(t) = Q_S(t-1)$.

a2) De Q_{lmax} voor decade t wordt berekend met behulp van een regressiemodel; het regressiemodel luidt in principe:

$$C(t) = C_0 + \sum_{k=0}^8 \alpha_{t-k} e^{-bQ_{t-k}}$$

Hieruit volgt:

$$C(t) = C_0 + \alpha_t e^{-bQ_t} + \sum_{k=1}^8 \alpha_{t-k} e^{-bQ_{t-k}}$$

Dus geldt:

$$Q_t = -\frac{1}{b} \ln \frac{1}{\alpha_t} \left(C(t) - C_0 - \sum_{k=1}^8 \alpha_{t-k} e^{-bQ_{t-k}} \right) \quad (3)$$

Vul in voor $C(t)$ het criterium $WS0$, dan is Q_t te berekenen, zodat $Q_{lmax} = Q_t - Q_S(t)$. (4)

b) Uitgebreide methode.

- De bovenafvoer te Schelle in decade t $Q_S(t)$ wordt voorspeld met behulp van een model, gebaseerd op analyse van de afvoerreeks.

behoort bij: nota
datum: november 1984
bladnr. 15

nr. WWKZ-84.V032

Dit model kan bijvoorbeeld zijn van de vorm

$$Q_S(t) = Q_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{t-k} Q_S(t-k)$$

Maar kan ook gebaseerd zijn op een ARMA of ARIMA - model van de afvoerreeks.

Op eenzelfde wijze als bij de eenvoudige methode wordt de bovenafvoer $Q_S(t+1)$ bepaald.

- De $Q_1 \max 1$ voor decade t wordt weer berekend met behulp van (4).

- Daarna wordt gecontroleerd of in decade $t+1$ de zoetwaterlast van de Kreekraksluizen ($20 \text{ m}^3/\text{s}$) nog geloosd kan worden; dit ook weer met behulp van formule (3):

$$C(t+1) = C_0 + \alpha_{t+1} e^{-bQ} t+1 + \alpha_t e^{-bQ} t + \sum_{k=1}^7 \alpha_{t-k} e^{-bQ} t-k$$

na enig omwerken volgt hieruit:

$$Q(t) = -\frac{1}{b} \ln \frac{1}{\alpha_t} \left(C(t+1) - C_0 - \alpha_{t+1} e^{-bQ} t+1 - \sum_{k=1}^7 \alpha_{t-k} e^{-bQ} t-k \right)$$

Vul in: $C(t+1) = WS0$ en $Q(t+1) = 20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hieruit volgt: $Q(t) 2 \max$ en

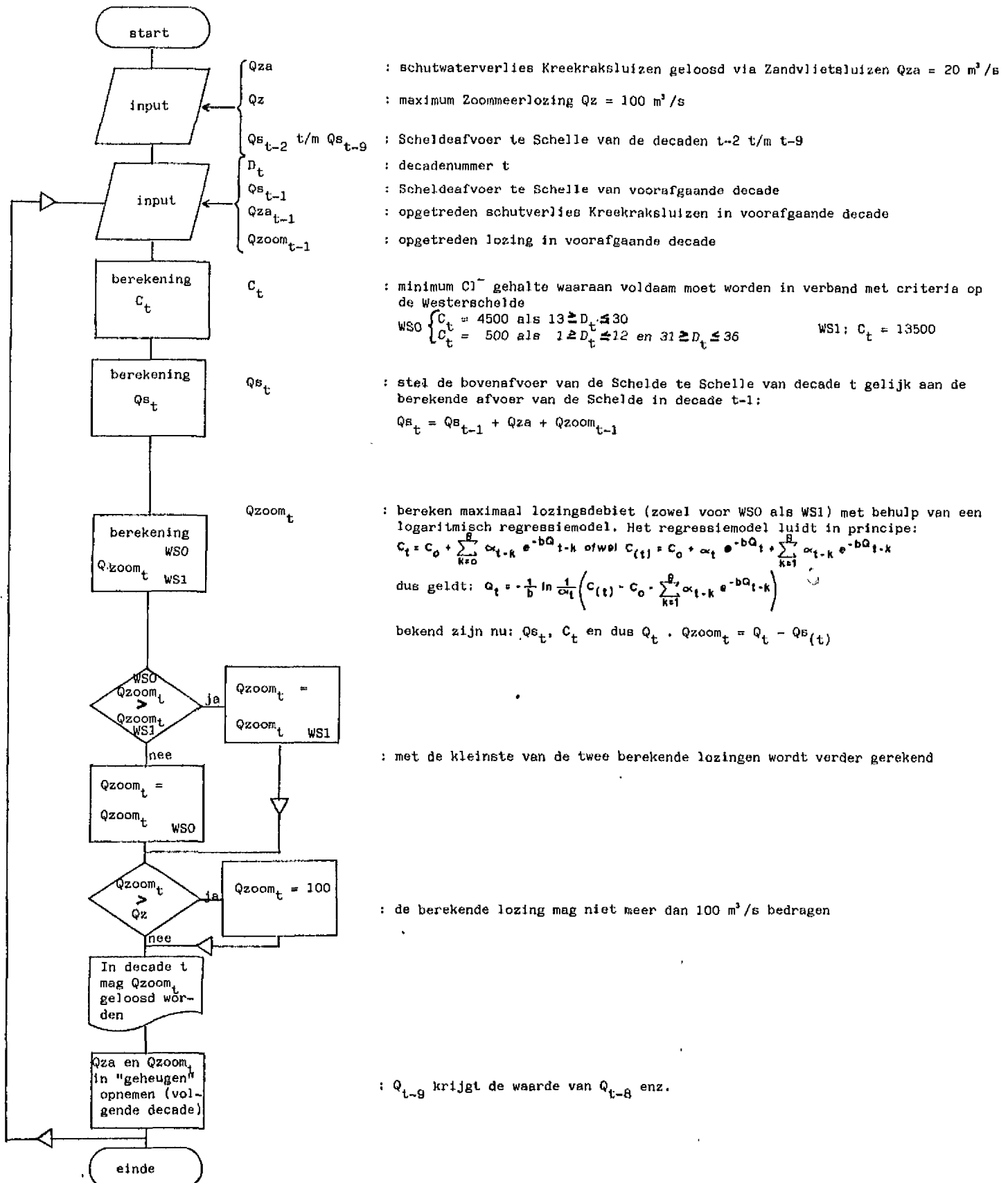
$$Q_1 \max 2(t) = Q(t) \max - Q_S(t).$$

- De kleinste van de twee waarden $Q_1 \max 1$ en $Q_1 \max 2$ bepaalt het toelaatbaar lozingsdebiet in decade t .

De aangegeven principeberekeningen zijn in de navolgende schema's nog eens op een andere wijze weergegeven.

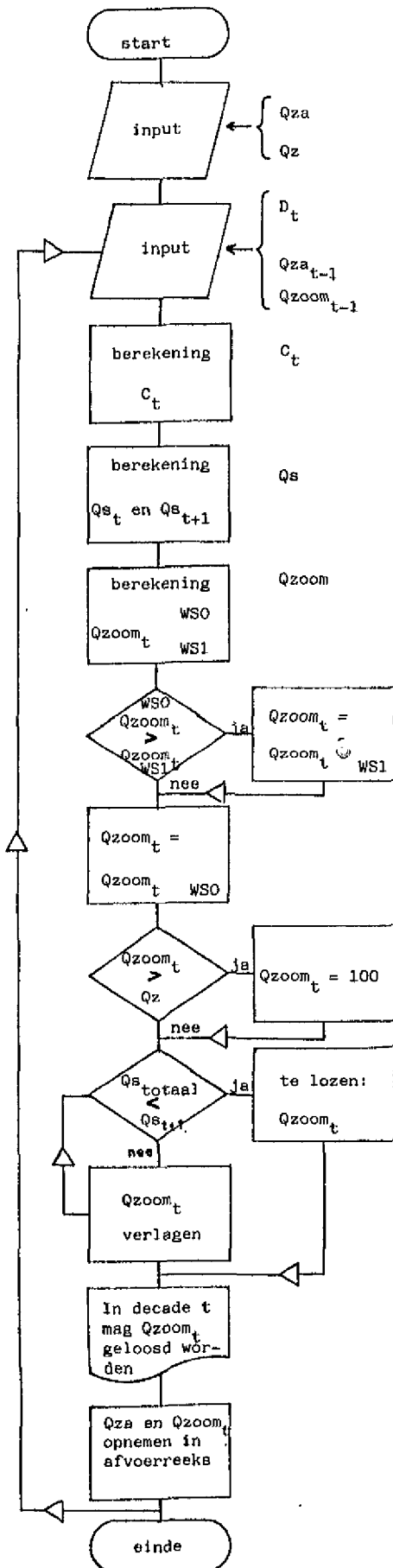
SCHEMA 1

Principe opzet eenvoudige methode.



SCHEMA 2

Principe opzet uitgebreide methode.



: schutwaterverlies Kreekraksluizen geloozd via Zandvlietalsluizen. $Q_{za} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$
 : maximum Zoommeerlozing. $Q_z = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

: decadenummer t
 : afvoerreeks van de Schelde te Schelle ($t/m \text{ } Q_{s_{t-1}}$)
 : opgetreden schutwaterverlies Kreekraksluizen in decade $t-1$
 : opgetreden lozingsdebiet in decade $t-1$

: minimum Cl^- gehalte waaraan voldaan moet worden in verband met criteria op de Westerschelde

$$\text{WSO } \begin{cases} C_t = 4500 & \text{als } 13 \leq D_t \leq 30 \\ C_t = 500 & \text{als } 1 \leq D_t \leq 12 \text{ en } 31 \leq D_t \leq 36 \end{cases} \quad \text{WS1: } C_t = 13500$$

: berekening (op tijdstip $t-1$) Scheldeafvoeren Q_{s_t} en $Q_{s_{t+1}}$ met behulp van tijdreeksanalyse van de Scheldeafvoerreeks

: berekening maximaal lozingsdebiet (zowel voor WSO als voor WS1) op tijdstip t met behulp van een logaritmisch regressiemodel

$$Q_t = -\frac{1}{b} \ln \frac{1}{C_t \cdot C_0} - \sum_{k=1}^B \alpha_{t-k} e^{-bQ_{t-k}} \quad \text{dus } Q_{\text{zoom}_t} = Q_t - Q_{s_t}$$

: met de kleinste van de twee berekende lozingen op tijdstip t wordt verder gewerkt

: de berekende lozing mag niet meer dan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ bedragen

: nagaan of in decade $t+1$ Q_{za} geloozd kan worden

$$Q_{s_{\text{totaal}}} = Q_{s_t} + Q_{\text{zoom}_t} + 2Q_{za}$$

LITERATUUROPGAVE:

(1) F.O.B. Lefèvre.

Het effect van lozingen van het Zoommeer op de chloridegehalten op de Westerschelde (voorlopige lozingsscenario's).

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

Adviesdienst Vlissingen.

Nota WWKZ-84.V009.

(2) P. v.d. Stap.

A branched one-dimensional waterquality model.

Directie Waterhuishouding en Waterbeweging.

Fysische Afdeling.

Nota FA 8102.

(3) Nie, Hull, Jenkins, Steinbrenner en Bent.

Statistical Package for the Social Sciences (manual second edition).

(4) Rijkswaterstaat Communications No. 26.

Salt distribution in estuaries.

LIJST VAN BIJLAGEN:

Bijlagenr.	Omschrijving	Tekeningnummer
1	Situatie Westerschelde en diverse meetlokaties.	A4-85.47
2	Tabellen met gegevens multiple-correlatie.	
3a	Verloop van gemeten, met VEDWAM en door de lineaire regressie-modellen berekende chloridegehalten. Lokatie Lamswaarde.	A2-85.48
3b	Verloop van met VEDWAM en met lineaire regressiemodellen berekende chloridegehalten. Lokatie Lamswaarde.	A2-85.49
4	Verband chloridegehalte Lamswaarde-afvoer Schelde te Schelle over de periode 1975 - 1980 voor de lokatie Lamswaarde.	A4-85.50

rijkswaterstaat

behoort bij: nota

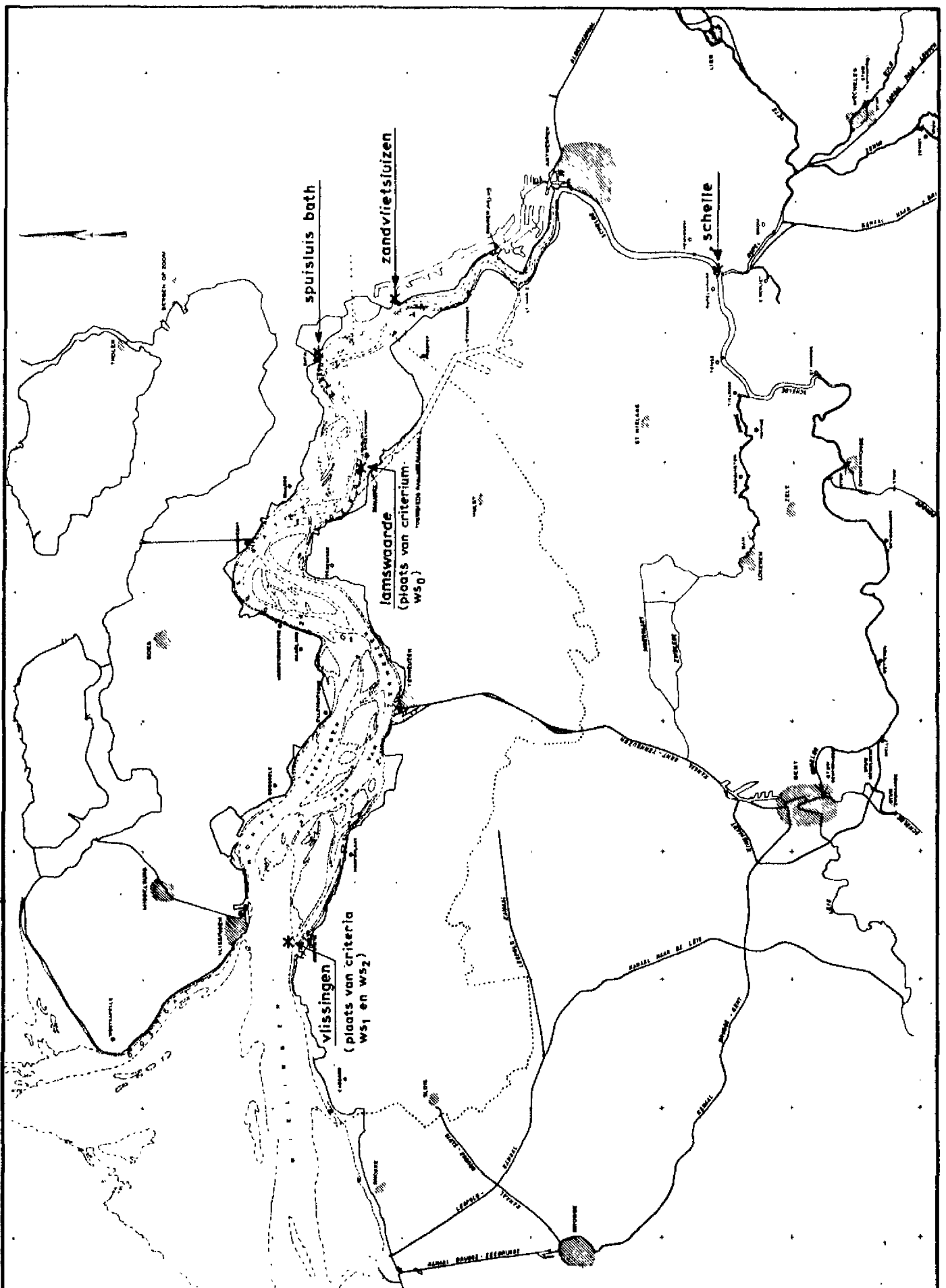
nr. WWKZ-84.V032

datum: november 1984

bladnr: 20

LIJST VAN BIJLAGEN:

Bijlagenr.	Omschrijving	Tekeningnummer
5a	Verloop van gemeten, met VEDWAM en door de logaritmische regressiemodellen berekende chloridegehalten Lokatie Lamswaarde.	A2-85.51
5b	Verloop van met VEDWAM en met logaritmische regressiemodellen berekende chloridegehalten. Lokatie Lamswaarde.	A2-85.52
6	Lozingssimulaties Zoommeer. Reeks "maximaal toelaatbare lozingen" periode 1975 - 1980.	A2-85.53
7	Berekeningsresultaten van een met behulp van logaritmisch regressiemodel gegenereerde reeks "maximaal toelaatbare lozingen".	A2-85.54


rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vlissingen

westerschelde - schelde
situatie meetlokaties

get. MK.

gec. *[handwritten signature]*

gez. *[handwritten signature]*

akk. *[handwritten signature]*

bijl. 1

schaal 1 : 400 000

A 4 nr. 85.47

TABELLEN MET GEGEVENS MULTIPLE-CORRELATIE.

Bijlage 2 blad 1.

Tabel 3:

Parameters meervoudige regressie (lineair model) voor de periode 1975 - 1980.

Lokatie: Lamswaarde.

$$\text{Model: } Cl_x(t) = Cl_x(o) + \sum_{k=0}^8 \alpha_{t-k} Q_{t-k}$$

	nr	$Cl_x(o)$	α_t	α_{t-1}	α_{t-2}	α_{t-3}	α_{t-4}	α_{t-5}	α_{t-6}	α_{t-7}	α_{t-8}	G	R	R ²
a	1	1689	-10,97	-13,37	-10,06	-6,90	-4,22	-3,34	-4,01	-1,46	-3,68	994	0,95	0,90
b	2	15319	-12,58	- 9,23	- 5,53	-6,05	-3,02	-2,47	-3,34	-0,66	-2,48	804	0,95	0,89
c	3	13909	-10,32	- 7,27	- 4,56	-4,52	-2,52	-2,09	-2,63	-0,80	-1,82	592	0,95	0,91

Toelichting: zie bijlage 2 blad 2.

Bijlage 2 blad 2.

Tabel 4:

Parameters meervoudige regressie (logaritmisch model) voor de periode 1975 -1980.

Lokatie: Lamswaarde.

$$\text{Model: } \text{Cl}^-_x(t) = \text{Cl}^-_x(o) + \sum_{k=0}^8 \alpha_{t-k} * 17530,63 \cdot e^{-0,05942 Q_{t-k}}$$

	nr	$\text{Cl}^-_x(o)$	α_t	α_{t-1}	α_{t-2}	α_{t-3}	α_{t-4}	α_{t-5}	α_{t-6}	α_{t-7}	α_{t-8}	σ	R	R^2
a	4	-2319	0,198	0,289	0,222	0,112	0,092	0,082	0,076	0,052	0,097	742	0,97	0,95
b	5	804	0,248	0,183	0,115	0,110	0,080	0,065	0,071	0,035	0,050	578	0,97	0,95
c	6	720	0,272	0,185	0,124	0,106	0,087	0,070	0,059	0,040	0,049	424	0,98	0,96

Toelichting:

a = relatie tussen gemeten chloride gehalten en de gemeten afvoeren te Schelle (To)

b = relatie tussen Vedwam resultaten en de gemeten afvoeren te Schelle (To).

c = relatie tussen Vedwam resultaten en de Scheldeafvoeren inclusief lozing Zoommeer volgens lozingsgeval 2 (T1).

$\text{Cl}^-_x(t)$ = chloridegehalte Lamswaarde in decade t.

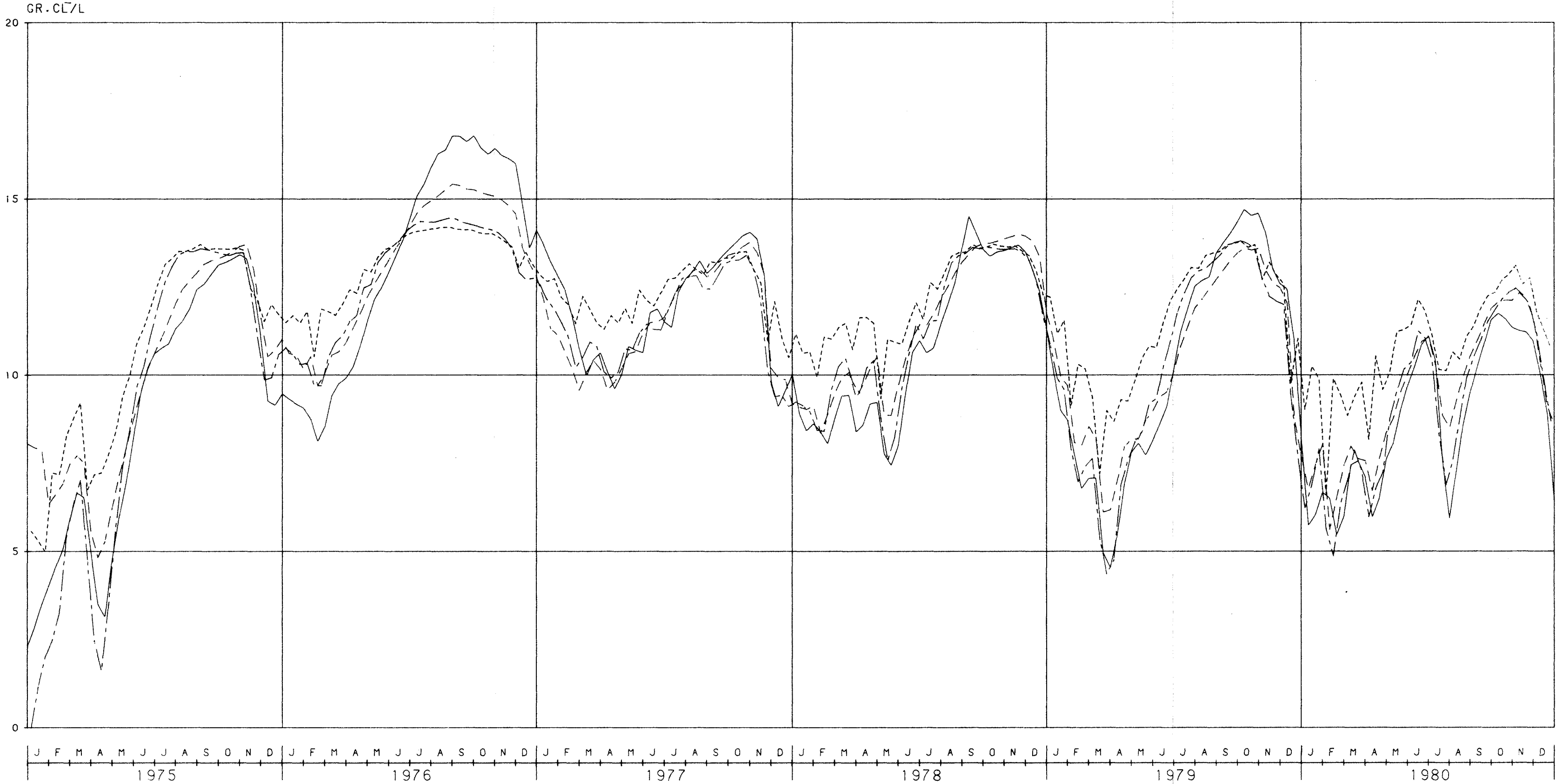
$\text{Cl}^-_x(o)$ = constante.

α_{t-k} = constante.

k = teller; tevens "geheugen" van de relatie.

Q_{t-k} = decadegemiddelde afvoer in decade t-k.

CHLORIDEGEHALTEN OP DE WESTERSCHELDE

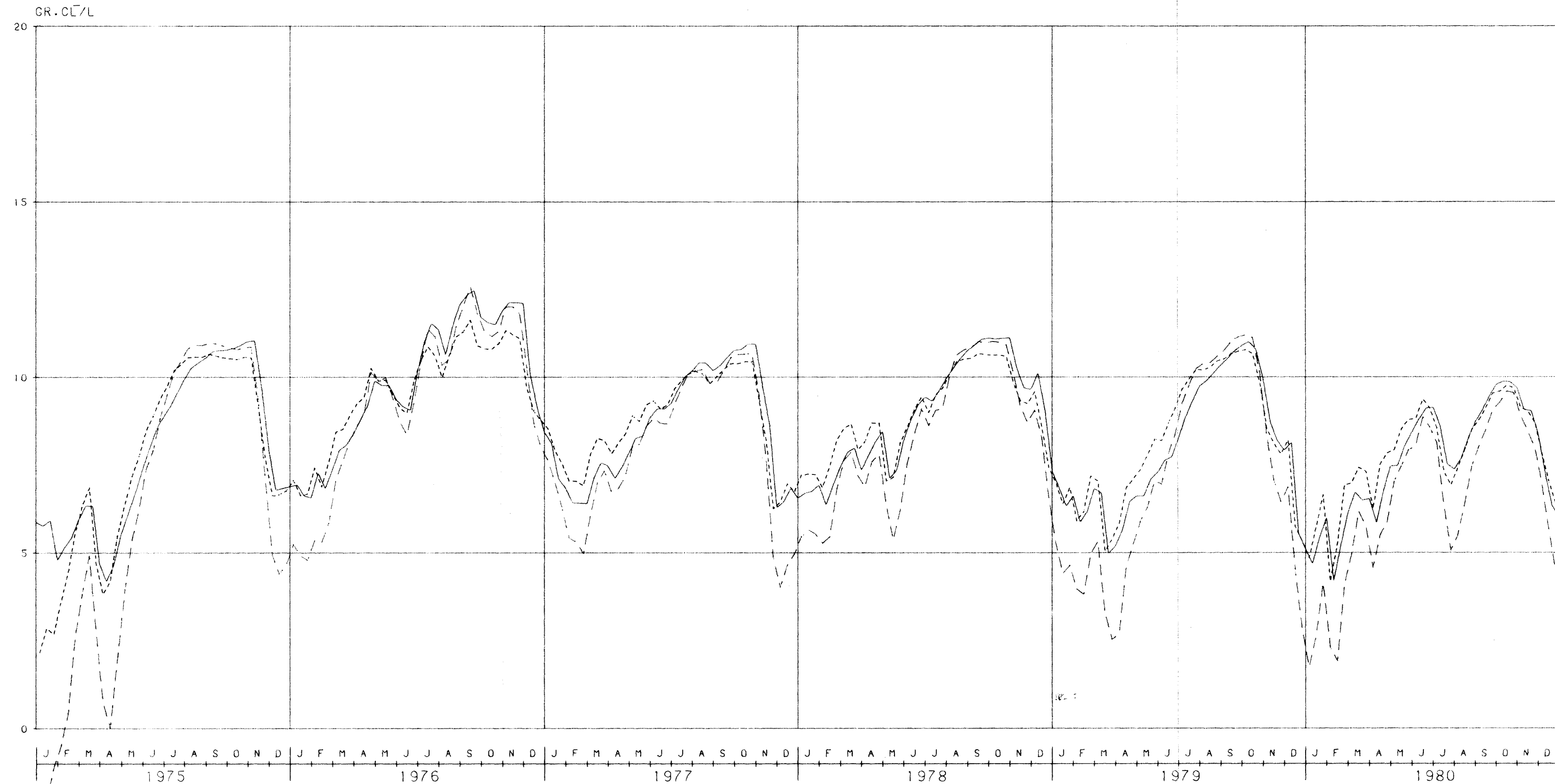


TOELICHTING: PERIODE 1975-1980 ZONDER LOZING ZOOMMEER (TO)

- GEMETEN CHLORIDEGEHALTEN (TO) DEKADEGEMIDDELD
- - - BEREKENINGSRESULTATEN DIFFUSIEMODEL VEDWAM (TO)
- BEREKENINGSRESULTATEN LINEAIR REGRESSIEMODEL NR 1 (BIJLAGE 2)
- . - . BEREKENINGSRESULTATEN LINEAIR REGRESSIEMODEL NR 2 (BIJLAGE 2)

rijkswaterstaat				get		bijl. 3A	
directie waterhuishouding en waterbeweging				gec	☒		
distrikt kust en zee - adviesdienst vlissingen				gez	☒		
verloop van gemeten , met vedwam en door				akk	☒		
lineaire regressiemodellen berekende						A2	85.48
chloridegehalten. lokatie: Iemswaarde							

CHLORIDEGEHALTEN OP DE WESTERSCHELDE



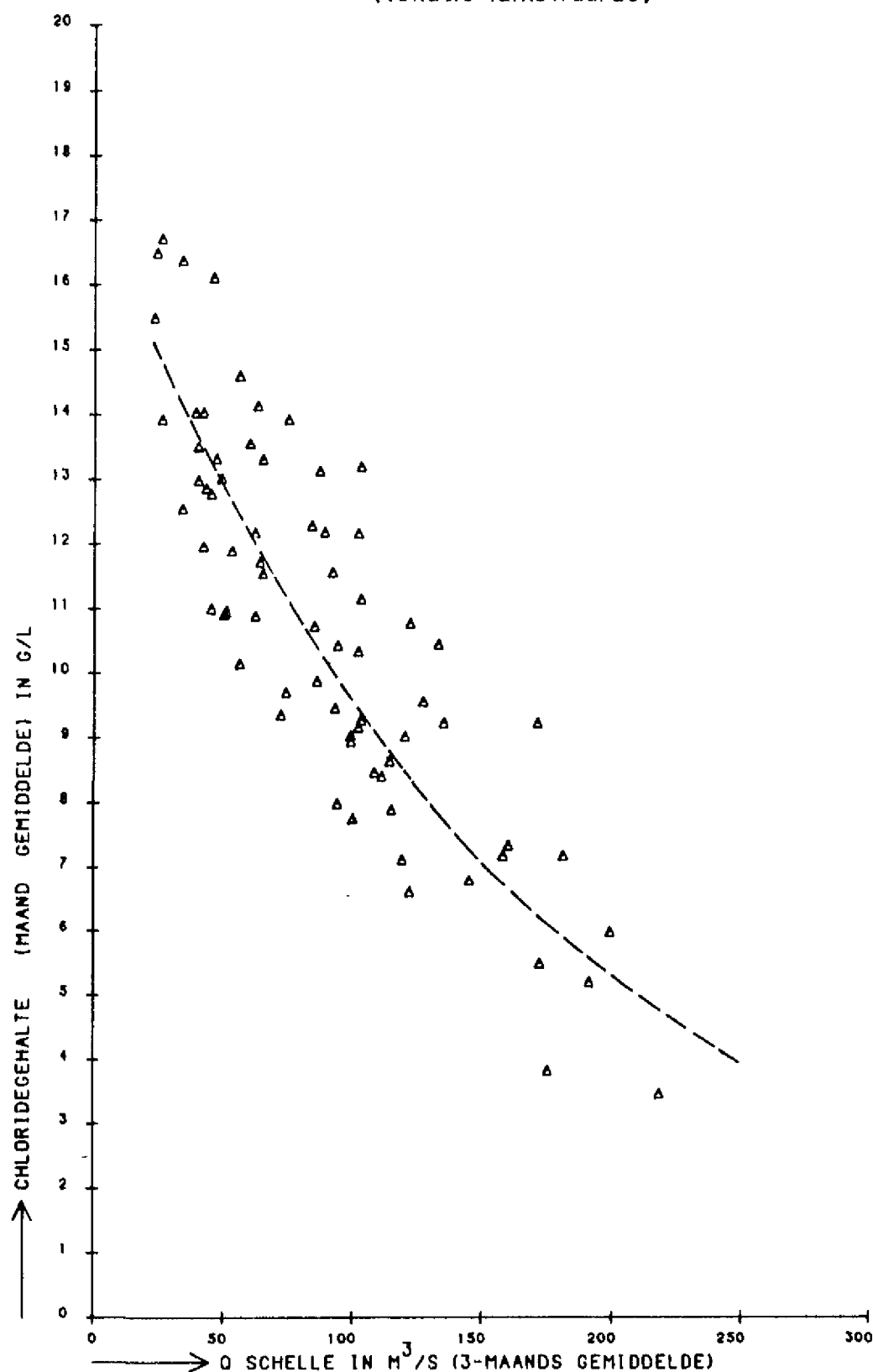
rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
 distrikt kust en zee - adviesdienst vliissingen
 verloop van met vedwam en met lineaire regres-
 siemodellen berekende chloridegehalten
 lokatie: Iamswaarde

get				bijl. 3B
gec	72			
gez	2			
akk	2	A2	85.49	

BOEI 59a

(lokatie Iamswaarde)

**rijkswaterstaat**directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee - adviesdienst vliissingenwesterschelde - schelde
verband chloridegehalte Iamswaarde-afvoer
schelde te schelle over de periode 1975 - 1980

get. MK.

gec. *M/M*gez. *de*akk. *de*

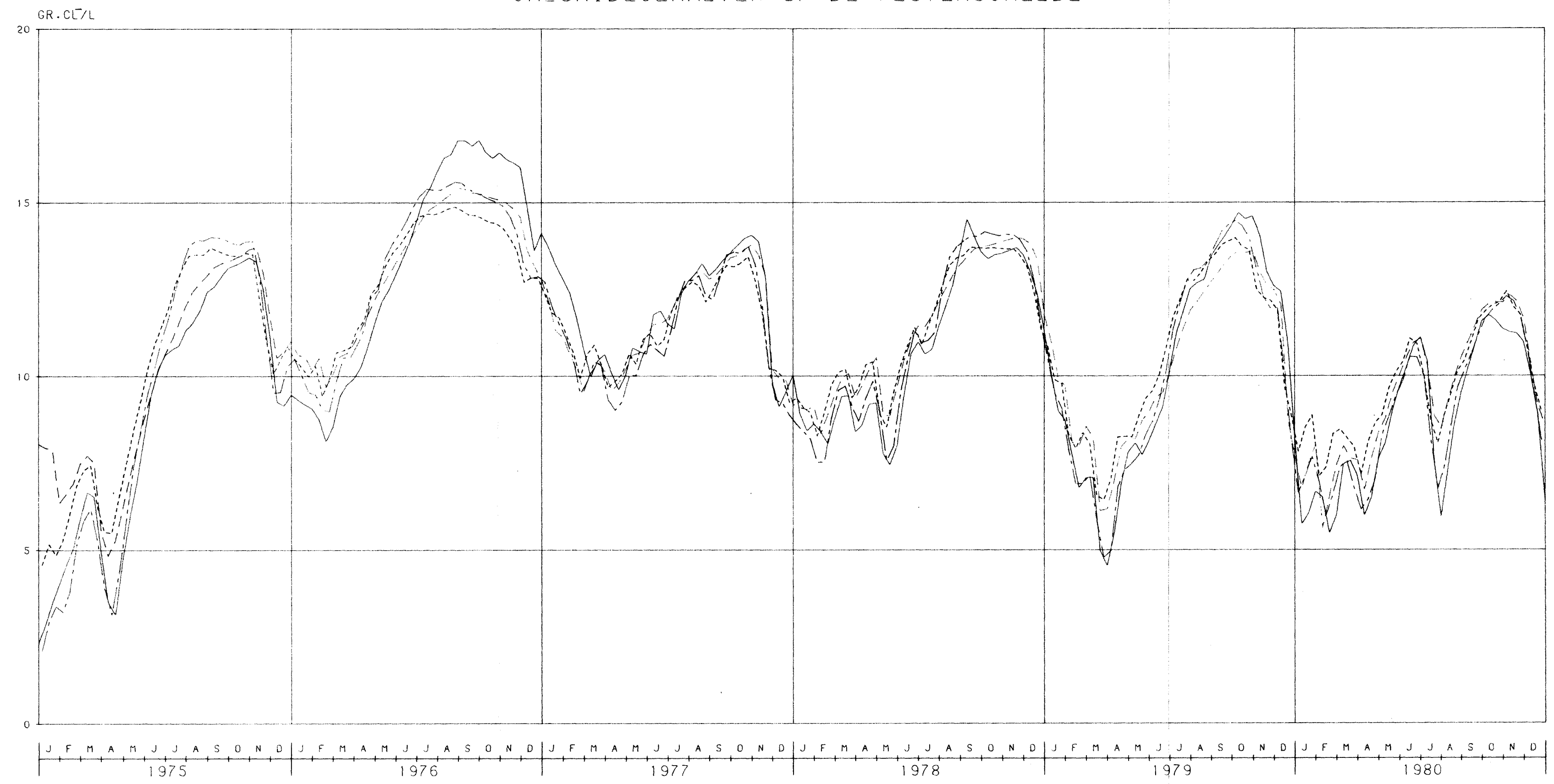
bijl. 4

schaal

A4

nr. 85.50

CHLORIDEGEHALTEN OP DE WESTERSCHELDE

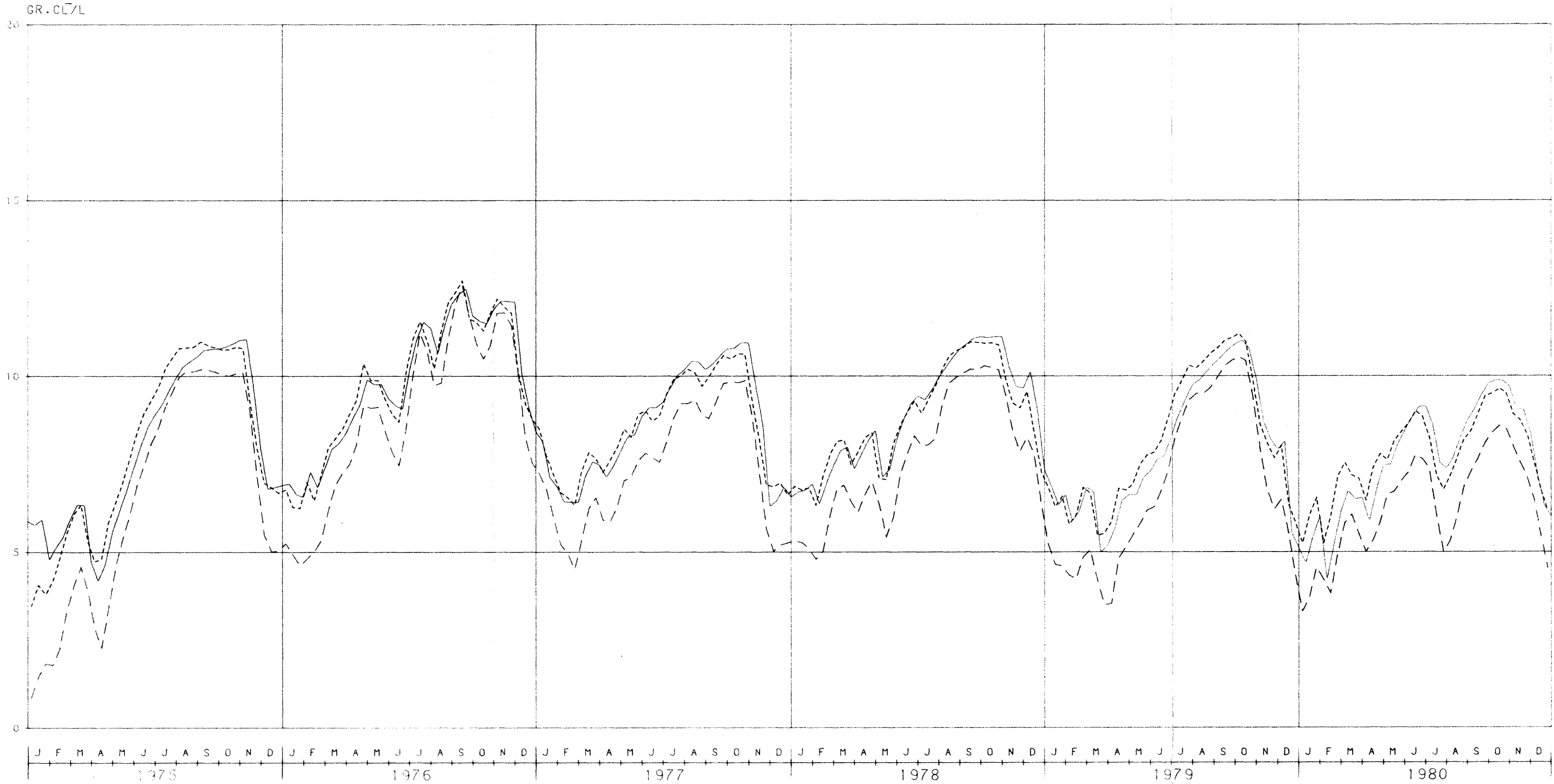


TOELICHTING: PERIODE 1975-1980 ZONDER LOZING ZOOMMEER (TO)

- GEMETEN CHLORIDEGEHALTEN (TO) DEKADEGEMIDDELD
- - - BEREKENINGSRESULTATEN DIFFUSIEMODEL VEDWAM (TO)
- BEREKENINGSRESULTATEN LOGARITHMISCH REGRESSIEMODEL NR 4 (BIJLAGE 2)
- . - . BEREKENINGSRESULTATEN LOGARITHMISCH REGRESSIEMODEL NR 5 (BIJLAGE 2)

rijkswaterstaat				get		bijl. 5A	
directie waterhuishouding en waterbeweging				gec	<i>[handwritten]</i>		
distrikt kust en zee - adviesdienst vliissingen				gez	<i>[handwritten]</i>		
verloop van gemeten - met vedwam en door				akk	<i>[handwritten]</i>	A2	85.51
logaritmische regressiemodellen berekende							
chloridegehalten - lokatie: Iamswaarde							

CHLORIDEGEHALTEN OP DE WESTERSCHELDE

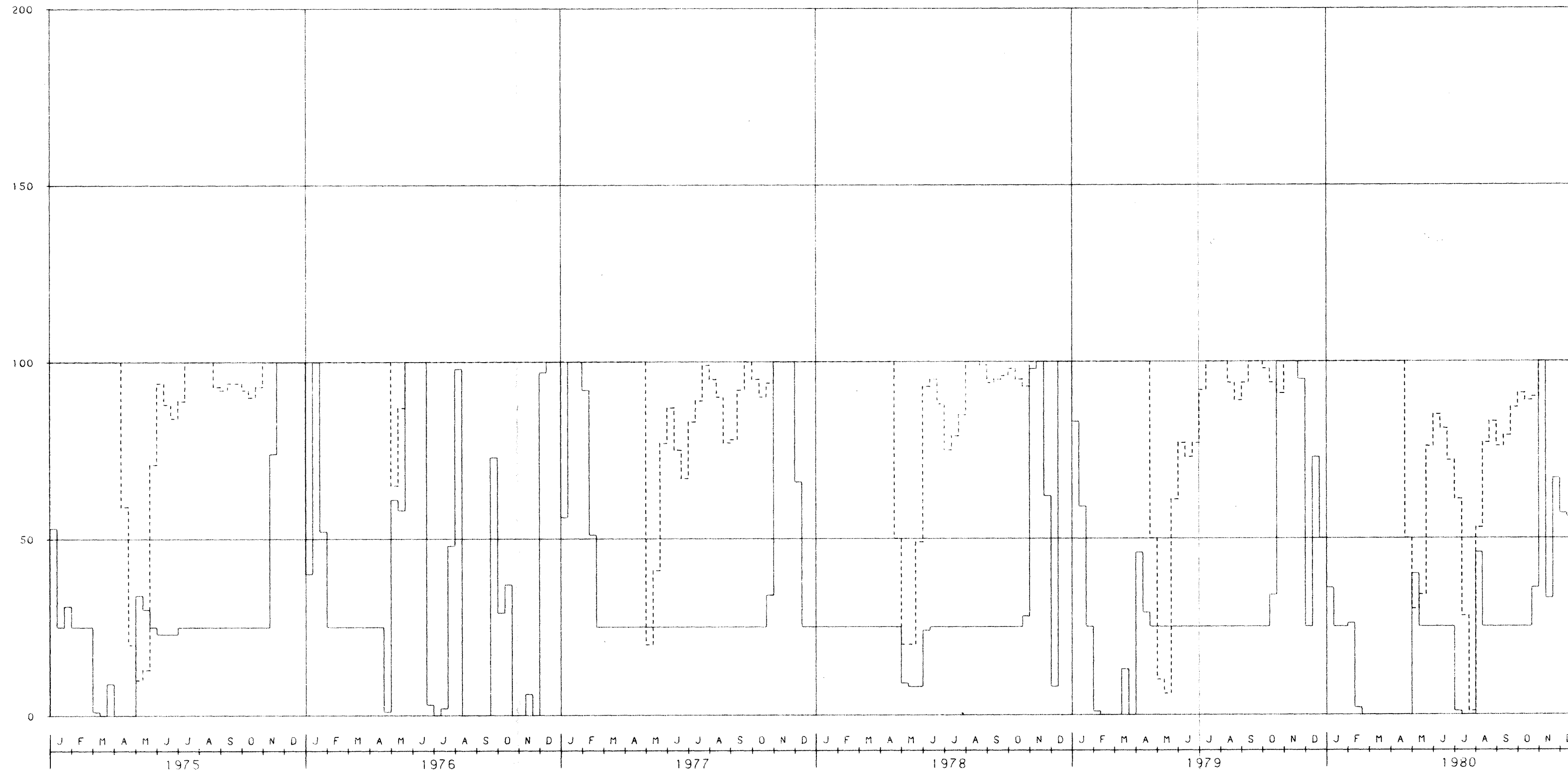


TOELICHTING: PERIODE 1975-1980 MET LOZINGSDEBIET ZOONMEER VOLGENS SCENARIO 2 (LIT.1). TOESTAND T1

- BEREKENINGSRESULTATEN DIFFUSIEMODEL VEDWAM (T1)
- - - BEREKENINGSRESULTATEN LOGARITHMISCH REGRESSIEMODEL NR 4 (BIJLAGE 2)
- BEREKENINGSRESULTATEN LOGARITHMISCH REGRESSIEMODEL NR 6 (BIJLAGE 2)

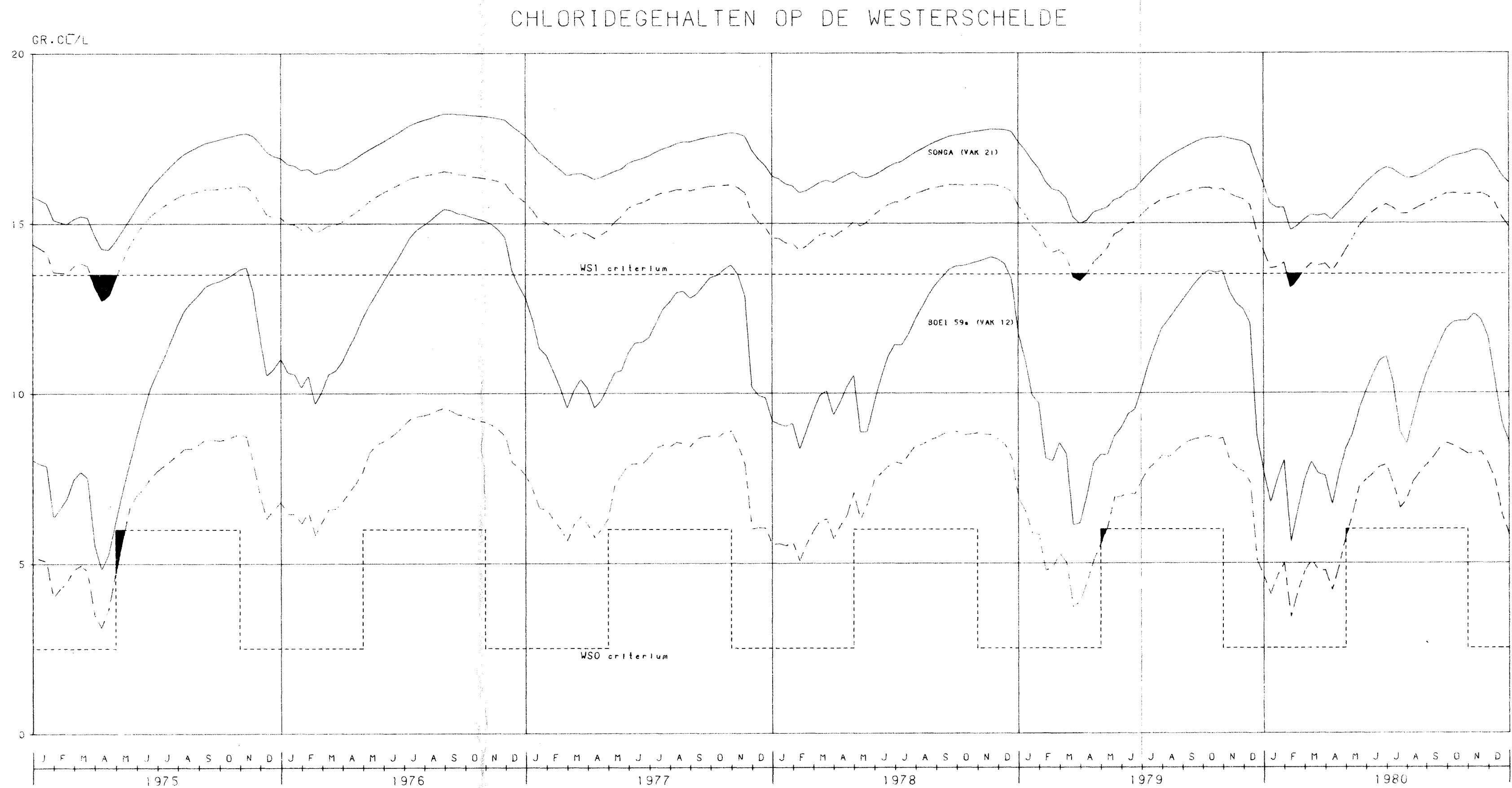
rijkswaterstaat		get		bijl. 5B	
directie waterhuishouding en waterbeweging		gec	th		
distrikt kust en zee - adviesdienst vliissingen		gez	z		
verloop van met vedwam en met logaritmsche regressiemodellen berekende chloridegehalten		akk	z	A2	85.52
lokatie: Iamswaarde					

LOZINGSDEBIET IN m^3/s



TOELICHTING: — LOZINGSREEKS GEVAL 2 (LIT. 1)
 ---- MAXIMAAL TOELAATBARE LOZING VOLGENS LOGARITMISCH REGRESSIEMODEL NR 3

rijkswaterstaat	get			bijl. 6
directie waterhuishouding en waterbeweging	gec	sk		
distrikt kust en zee - adviesdienst vissingen	gez	1		
westerschelde-schelde	gez	1		
lozingssimulaties zoommeer reeks 'maximaal toelaatbare lozingen'. periode 1975-1980	akk		A2	85.53



TOELICHTING: ——— BEREKENINGSRESULTATEN DIFFUSIE MODEL VEDWAM TO-SITUATIE
- - - BEREKENINGSRESULTATEN LOGARITMISCH REGRESSIEMODEL NR 3 (MET MAXIMAAL TOELAATBARE LOZING)
CRITERIA GECORRIGEERD VOOR MODELRESULTATEN
■ PERIODEN WAARIN HET CHLORIDECRITERIUM WORDT ONDERSCHREDEN

rijkswaterstaat		get		bijl. 7	
directie waterhuishouding en waterbeweging		gec	✓		
district kust en zee - adviesdienst vliissingen		gez	✓		
berekeningsresultaten van een m.b.v. logaritmisch regressiemodel gegenereerde reeks 'maximaal toelaatbare lozingen'		akk	✓	A2	85.54