

R 758

DELTADIENST
WATERLOOPK. AFD.

DE ONTZILTING VAN HET HARINGVLIET
BIJ VOLTOOID DELTAPLAN

door H. J. Stroband

STUDIEDIENST
DIRECTIE BENEDENRIVIEREN
RIJSWATERSTAAT

RAPPORT No. 8

MAART 1955

"DOWT - BEN - 1955.08

R 750

DELTADIENST
WATERLOOPK. AFD.

De ontziltling van het Haringvliet bij voltooid Deltaplan.

Vraag 1.

Teneinde de aanzanding in de benedenmond van het Haringvliet (zeegat van Goeree) na het tot standkomen van het Deltaplan te beperken, zou men gedurende de wintermaanden de sluisen in de omgeving van Hellevoetsluis geheel kunnen openzetten.

Tijdens deze maanden zal de landbouw geen behoefte hebben aan zoetwater. De landbouw streeft er naar om gedurende de wintermaanden de waterstand in de landbouwgebieden zo laag mogelijk te houden.

Gevraagd wordt een inzicht te geven in de tijdsduur, welke nodig zal zijn om het Haringvliet - Vuile Gat - Hollandsch Diep na afloop van de winterperiode te ontziltten tot bruikbaar water voor de landbouw. Als maat voor de Rijnafvoer ware te nemen de gemiddelde Boven-Rijnafvoeren over de wintermaanden December t/m Maart.

Vraag 2.

Indien het sluisencomplex bij Hellevoetsluis alleen gedurende een ijsperiode wordt opengezet, wat zal dan de ontziltingsduur van het Haringvliet - Vuile Gat - Hollandsch Diep zijn? Hierbij ware als maat voor de Rijnafvoer weer te nemen de gemiddelde Boven-Rijnafvoer over de wintermaanden December t/m Maart en als variant de lage Rijnafvoeren, welke op de ijsperiode van 1954 volgde.

Beantwoording vraag 1:

Volgens het Tienjarig overzicht 1941/50 zijn de gemiddelde waterstanden te Lobith en Visé in de wintermaanden als volgt:

Tabel 1

Wintermaanden	Gem. waterstand te Lobith	Gem. waterstand te Visé
December	10.41 m+	48.60 m+
Januari	10.86 m+	48.81 m+
Februari	12.01 m+	49.06 m+
Maart	11.32 m+	48.68 m+

In een dergelijke afvoerperiode is te verwachten dat de stuwen in de gekanaliseerde Nederrijn-Lek getrokken zullen zijn. Bij de bovengenoemde waterstanden kunnen de afvoeren van Lek en Waal bepaald worden voor de thans geldende verdeling na de Lekkanalisatie. De gegevens hiervoor zijn verstrekt door Ir Tops van de Studiedienst der Bovenrivieren. De bij de waterstanden te Visé behorende afvoeren te Borgharen zijn afgeleid uit gegevens van de Algemene Dienst van de Rijkswaterstaat. In de volgende tabel zijn de hierbovenbedoelde afvoeren vermeld.

Tabel 2

Wintermaanden	Afvoer Boven-Rijn	Afvoer Lek	Afvoer Waal	Maasafvoer te Borgharen
December	1880 m ³ /sec	370 m ³ /sec	1240 m ³ /sec	300 m ³ /sec
Januari	2145 "	430 "	1410 "	359 "
Februari	3000 "	610 "	2000 "	428 "
Maart	2455 "	500 "	1620 "	322 "

Wordt in verband met de ligging der 300 mg Cl/l grens op de N.Maas ten tijde van HW-kentering (bodem) de afvoer ook tijdens de ontziltingsperiode langs de Nieuwe Maas constant gehouden op 725 m³/sec, dan blijft voor de ontziltiging van het Hollandsch Diep - Haringvliet - Vuile Gat de in onderstaande tabel opgegeven afvoeren over. In deze afvoeren is een mogelijke zijdelingse afvoer via de Volkerakstuw naar het Zeeuwsche Meer verrekend.

Tabel 3

Wintermaanden	Afvoer langs het Haringvliet.
December	1185 m ³ /sec
Januari	1474 "
Februari	2313 "
Maart	1717 "
Gem.Dec.t/m Maart	1680 "

Uit deze tabel blijkt, dat de gemiddelde afvoer in de wintermaanden beschikbaar voor de ontziltiging van het Hollandsch Diep - Haringvliet - Vuile Gat gesteld kan worden op 1680 m³/sec.

Bij de huidige situatie ligt de 300 mg Cl/l-grens ten tijde van HW-kentering (bodem), en overeenkomstige afvoeren momenteel ten naaste bij voor Willemstad, terwijl de overeenkomstige grens ten tijde van LW-kentering in het Vuile Gat is gelegen.

Zowel uit het modelonderzoek te Delft als uit berekeningen blijkt, dat tengevolge van de afdamming van het Volkerak de verticale getijbeweging op het Haringvliet- Vuile Gat - Hollandsch Diep afneemt.

Bij de huidige toestand wordt volgens verrichte stroommetingen en uitgevoerde berekeningen via het Volkerak bij normale bovenafvoeren brakwater naar het Haringvliet getransporteerd.

Door de afdamming van het Volkerak is deze aanvoer afgelopen en mede in verband met de afname van de verticale getijbeweging is te verwachten, dat bij geopende sluizen gedurende de vloed- en eb de 300 mg Cl/l-grens in zeewaartse richting zal verschuiven. Deze verschuiving zal bovendien nog versterkt worden daar ook wegens de afsluiting der Oude Maas de oppervlatafvoer langs het Hollandsch Diep en Haringvliet zal toenemen.

Wordt derhalve voor het nagaan van de ontziltingsduur van het Haringvliet uitgegaan van de 300 mg Cl/l-grens ten tijde van HW-kentering (bodem) voor Willemstad, dan is deze aanname zeker te ongunstig.

Volgens gegevens, samengesteld door de technisch-ambtenaar 1e klasse, J. Haring, is de totale rivierinhoud van het Haringvliet + Vuile Gat te stellen op $\pm 560 \cdot 10^6$ m³.

Om een dergelijke hoeveelheid water aan te voeren zal bij een afvoer van 1680 m³/sec langs het Hollandsch Diep derhalve:

$$\frac{560 \cdot 10^6 \text{ m}^3}{1680 \text{ m}^3/\text{sec} \cdot 86400 \text{ sec}} = 3,85/\text{etmaal nodig zijn.}$$

Volgens ervaringen opgedaan bij het Noordzeekanaal, en rekening houdend met de ongunstige vorm van het Haringvliet in vergelijking met het Noordzeekanaal, zou bij de invoering van een 4 à 5 maal langere tijdsduur een ontziltingsduur gevonden worden van 15 à 20 dagen.

De oppervlakte van het dwarsprofiel in het Haringvliet resp. Haringvliet + Vuile Gat varieert volgens de gegevens van Haring van 12000 m² tot 20.000 m², d.w.z. 12000 m² even beoosten de oostpunt van Tiengemeten en 20.000 m² bij Goeree.

Houdt men 15000 m² aan voor het bepalen van de gedachte, dan bedraagt de gemiddelde stroomsnelheid in het dwarsprofiel 1680/15000 = ± 11 cm/sec.

De max. snelheid zal wegens de aluiting der sluizen gedurende de vloed en volgens het sinusoidaal verloop van het horizontaal getij bij benadering te stellen zijn op $\frac{4}{2} \cdot \frac{12^{25}}{7} = \pm 30$ cm/sec. Deze snelheid is vrij laag, zodat niet te verwachten is, dat het zoete bovenwater het verzilte water van het Haringvliet - Vuile Gat onmiddellijk verdringt. Meer is te verwachten, dat het zoetewater over het verzilte water zal heenglijden en dit laatste slechts geleidelijk zal meesleuren. Te verwachten is dan ook, dat de ontziltingsduur van het oppervlaktewater korter zal duren en van het bodemwater langer.

Het ontziltingsverschijnsel kan men ook als volgt opvatten. We weten, dat de totale waterinhoud beneden NAP 560.10⁶ m³ bedraagt voor het riviergedeelte beneden Willemstad.

Stellen we het gemiddelde Cl-gehalte bij Hollevoetsluis bij normale afvoeren op 10.000 mg Cl/l, en het gemiddelde Cl-gehalte bij Willemstad op 300 mg Cl/l, dan zou bij een lineaire afname van het Cl-gehalte in stroomopwaartse richting het gemiddelde Cl-gehalte per getij en gemiddelde over de totale lengte van het beschouwde riviervak te stellen zijn op $\frac{10.000 + 300}{2} = 5150$ mg Cl/l.

Het Cl-gehalte van het aangevoerde bovenwater is te stellen op 150 mg Cl/l.

Na één getij zal dan, indien niet geloosd zou worden, het gemiddelde Cl-gehalte:

$$\frac{5150 \times 560.10^6 + 44700 \times 1680 \cdot 150}{560.10^6 + 75.10^6} = 4580 \text{ mg Cl/l bedragen.}$$

Tengevolge van de spuiing zal nu 75.10⁶ m³ geloosd worden met een gemiddeld Cl-gehalte van 4580 mg Cl/l. Het volgende getij wordt weer 75.10⁶ m³ water aangevoerd met een gemiddelde Cl-gehalte van 150 mg Cl/l en dit water gaat zich weer opnieuw mengen met het nu aanwezige water n.l. 560.10⁶m³ met een gemiddeld Cl-gehalte van 4580 mg Cl/l.

Na het tweede getij bedraagt het gemiddelde Cl-gehalte:

$$\frac{560.10^6 \cdot 4580 + 75.10^6 \cdot 150}{560.10^6 + 75.10^6} = 4020 \text{ mg Cl/l.}$$

Op deze wijze kan men doorgaan en nagaan hoeveel getijden het zal duren voordat het gemiddelde Cl-gehalte 300 mg Cl/l bedraagt. Men vindt dan tenslotte, dat volgens bovenbeschreven rekenwijze het 28 getijden of ± 15 dagen zal duren voordat het gemiddelde Cl-gehalte 300 mg/l bedraagt. Het verloop van het gemiddelde Cl-gehalte gedurende deze 15 dagen vindt men grafisch voorgesteld op bijlage 1.

Voor de bovenstaande berekeningsmethode kan ook een algemene formule opgesteld worden, welke als volgt kan worden opgesteld:

Voor n=0	$Cl_0 = Cl_0$
Voor n=1	$Cl_1 = \frac{Cl_0 + P_1 \cdot Cl_p}{1 + P_1}$
Voor n=2	$Cl_2 = \frac{Cl_1 + P_1 \cdot Cl_p}{1 + P_1}$

Na substitutie van de uitdrukking voor Cl_1 vindt men

$$Cl_2 = \frac{Cl_0}{(1 + \frac{P}{I})^2} + \frac{P}{I} \cdot \frac{Cl_p}{(1 + \frac{P}{I})} + \frac{P}{I} \cdot \frac{Cl_p}{(1 + \frac{P}{I})^2}$$

Herhaald men deze handelwijze, dan vindt men voor:

$$Cl_n = \frac{Cl_0}{(1 + \frac{P}{I})^n} + \frac{P}{I} \cdot Cl_p \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + \frac{P}{I})^i}$$

De laatste term is een meetkundige reeks met reden $\frac{1}{1 + \frac{P}{I}} < 1$.
Vervangt men deze reeks door de uitdrukking voor de som dan kan men schrijven:

$$Cl_n = \frac{Cl_0}{(1 + \frac{P}{I})^n} + \frac{P}{I} \cdot Cl_p \cdot \frac{1}{1 + \frac{P}{I}} \cdot \frac{1 - (\frac{1}{1 + \frac{P}{I}})^n}{\frac{1}{1 + \frac{P}{I}}}$$
 of

$$Cl_n = \frac{Cl_0}{(1 + \frac{P}{I})^n} + Cl_p \left(1 - \frac{1}{(1 + \frac{P}{I})^n} \right) =$$

$$Cl_n = \frac{Cl_0 - Cl_p}{(1 + \frac{P}{I})^n} + Cl_p$$

In deze formule is:

I = de inhoud in m^3 van het beschouwde riviergedeelte beneden het gemiddelde peil.

P = de aanvoer van opperwater in m^3 per getij.

Cl_0 = het gemiddelde Cl -gehalte in $mg Cl/l$ van het rivierwater van het beschouwde riviervak, waarvan de inhoud I is op het tijdstip, dat met de ontziltng wordt begonnen.

Cl_p = het Cl -gehalte in $mg Cl/l$ van het opperwater.

n = het aantal getijden vanaf het moment, dat met de ontziltng wordt begonnen.

Bovenstaande formule voor Cl_n kan men nog als volgt opwerken:

Voor P kan men schrijven:

$P = 44700 \cdot F \cdot V_0$, waarin V_0 de driftsnelheid is tengevolge van de opperwaterafvoer.

$I =$ lengte $\times F$, waarin de lengte die van het beschouwde riviertraject is en F het gemiddelde oppervlakte van het profiel.

$$\text{Dus } \frac{P}{I} = \frac{44700 \cdot F \cdot V_0}{F \cdot I}$$

Stelt men $l = 44700 \cdot V_1$, waarin V_1 de snelheid is waarmee een waterdeeltje juist in één getij het riviertraject met lengte l zou doorlopen, dan kan voor P/I worden geschreven $\frac{V_0}{V_1}$

$$\text{Dus } Cl_n = \frac{(Cl_0 - Cl_p)}{\left(1 + \frac{V_0}{V_1}\right)^n} + Cl_p$$

Toepassing.

$$\text{Stel } I = 560 \cdot 10^6 m^3$$

$$Cl_p = 150 \text{ mg Cl/l}$$

$$Cl_0 = 5150 \text{ mg Cl/l}$$

$$P = 75 \cdot 10^6 m^3$$

Gevraagd na hoeveel getijden is het gemiddelde Cl -gehalte 300 mg Cl/l .

Uit de formule voor Cl_n volgt:

$$300 = \frac{5150 - 150}{\left(1 + \frac{75 \cdot 10^6}{560 \cdot 10^6}\right)^n} + 150$$

Lossen we hieruit n op dan vinden we

$n = \pm 28$ getijden of ± 15 dagen.

Volgens de 1e methode na invoering van een 4 à 5 maal langere tijdsduur 15 à 20 dagen en volgens de tweede methode ± 15 dagen.

Beantwoording vraag 2.

Daar gedurende een ijsperiode de afvoer van de Rijn laag zal zijn, zal vooral in de omgeving van Hellevoetsluis het Cl-gehalte hoog zijn. Houdt men hiervoor 16000 mg Cl/l aan, dan zal de 300 mg Cl/l-grens gemiddeld in de omgeving van de Moerdijk zijn gelegen. Het gemiddelde Cl-gehalte op het riviertraject Hellevoetsluis-Moerdijk ware dan te stellen op ten naaste bij 8150 mg Cl/l.

Volgens gegevens van Haring is de totale inhoud beneden NAP van het Hollandsch Diep+Haringvliet+Vuile Gat te stellen op $70010^6 m^3$.

Uitgaande van de onderstelling, dat voor de ontziltingsduur na een ijsperiode de gemiddelde waterafvoer van de Boven-Rijn beschikbaar is, dan kan weer met de afgeleide formule het aantal getijden berekend worden om het gemiddeld Cl-gehalte te doen dalen tot gemiddeld 300 mg Cl/l.

Uit de afgeleide formule volgt:

$$Cl_n = 300 = \frac{8000}{\left(1 + \frac{75 \cdot 10^6}{700 \cdot 10^6}\right)^n} + 150 \text{ of}$$
$$150 = \frac{8000}{\left(1 + \frac{75 \cdot 10^6}{700 \cdot 10^6}\right)^n} \text{ of}$$

$$n \log \left(1 + \frac{75}{700}\right) = \log \frac{8000}{150} = \log 53,3.$$

$$\text{Dus } n = \frac{\log 53,3}{\log \left(1 + \frac{75}{700}\right)} = \frac{1,72673}{0,04415} = \pm 39.$$

Dus na 39 getijden of 20 dagen zal dit riviertraject (Moerdijk-Hellevoetsluis) verzoet zijn tot 300 mg Cl/l.

Voor de beantwoording van het laatste gedeelte van vraag 2 is nagegaan, hoe de standen te Lobith verlopen gedurende 20 dagen na een ijsperiode.

Op bijlage 2 is voor een aantal 20-dagen perioden het verloop van de waterstanden te Lobith grafisch voorgesteld, nl. na de ijsperiode van 1917, 1929, 1938/39, 1940, 1941, 1942, 1947 en 1954.

Voor de 20-dagen perioden 1940, 1941, 1942 en 1947 liggen de waterstanden aanmerkelijk boven de gemiddelde waterstand te Lobith (10,39+NAP, 1941-1950).

De tijd volgende op de ijsperiode 1954 kenmerkte zich echter door langdurige lage afvoeren van de Bovenrijn. In de volgende tabel is een overzicht gegeven van de Rijnafvoeren volgende op de ijsperiode 1954 en de daarbij behorende afvoeren van Waal, Lek, Noord en Hollandsch Diep, indien reeds in 1954 het kleine Deltaplan en de kanalisatie in werking waren van de Nederrijn. (stuwplan 250 m³/sec langs de IJssel).

Bij het vaststellen van de oppervlaktewaterafvoer langs het Hollandsch Diep - Haringvliet werd aangenomen, dat er 725 m³/sec oppervlaktewater langs de Nieuwe Maas gestuwd moet worden. Er is geen rekening gehouden met wateronttrekking door polders of voor de watervoorziening van het Zeeuwse Meer.

Met behulp van de afgeleide formule zullen we nu nagaan hoeveel dagen het geduurd zou hebben, totdat het gemiddelde Cl-gehalte op het Hollandsch Diop-Haringvliet 300 mg Cl bedraagt.

In verband met de variatie van de bovenafvoer werden telkens perioden van 7 dagen beschouwd (zie ook tabel 4).

De noodzakelijke gegevens zijn nu:

$$I = 700 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

$$Cl_0 = 8150 \text{ mg Cl/l}$$

$$P = \text{zie tabel blz. 6 a}$$

$$Cl_p = \text{zie tabel blz. 6 b}$$

Berekening:

$$Cl_{7d} = \frac{(8150-194)}{\left(1 + \frac{14,5}{700}\right)^4} + 194 = 6165$$

$$Cl_{14d} = \frac{(6165-205)}{\left(1 + \frac{4}{700}\right)^4} + 205 = 5708$$

$$Cl_{21d} = \frac{(5708-178)}{\left(1 + \frac{37,8}{700}\right)^3} + 178 = 2969$$

$$Cl_{28d} = \frac{(2969-137)}{\left(1 + \frac{32,1}{700}\right)^4} + 137 = 1649$$

$$Cl_{35d} = \frac{(1649-167)}{\left(1 + \frac{14,7}{700}\right)^4} + 167 = 1275$$

$$Cl_{42d} = \frac{(1275-169)}{\left(1 + \frac{19}{700}\right)^3} + 169 = 950$$

$$Cl_{49d} = \frac{(950-163)}{\left(1 + \frac{30,2}{700}\right)^4} + 163 = 617$$

$$Cl_{56d} = \frac{(617-131)}{\left(1 + \frac{59}{700}\right)^4} + 131 = 288$$

$$Cl_{63d} = \frac{(288-119)}{\left(1 + \frac{44}{700}\right)^3} + 119 = 196$$

$$Cl_{70d} = \frac{(196-135)}{\left(1 + \frac{27,8}{700}\right)^4} + 135 = 170$$

Tabel 4.

Periode	Stand te Lobith na Lekkan. (250 m ³ /sec langs Gelderse IJssel)	Rijnafvoer in m ³ /sec	Waalafvoer in m ³ /sec	Lekafvoer in m ³ /sec	Maasafvoer in m ³ /sec	Noordafvoer in m ³ /sec	Afvoer langs het Holl. diep in m ³ /sec	P ₄ in Haring- vliet Holl. diep	Cl-gehal- te Rijn- water
16/2 t/m 22/2	906	1220	895	60	95	665	325	14,5 ¹⁰⁶	194
23/2 t/m 1/3	848	975	705	50	60	675	90	4,1 ⁰⁶	205
2/3 t/m 8/3	995	1635	1165	245	165	480	850	37,8 ¹⁰⁶	178
9/3 t/m 15/3	970	1515	1105	195	145	530	720	32,1 ¹⁰⁶	137
16/3 t/m 22/3	907	1225	900	60	95	665	330	14,7 ¹⁰⁶	167
23/3 t/m 29/3	921	1290	950	95	105	630	425	19,0 ¹⁰⁶	169
30/3 t/m 5/4	945	1400	1030	145	125	580	675	30,2 ¹⁰⁶	163
6/4 t/m 12/4	1074	2070	1375	410	265	315	1325	59,0 ¹⁰⁶	131
13/4 t/m 19/4	1020	1765	1215	305	190	420	985	44,0 ¹⁰⁶	119
20/4 t/m 26/4	955	1440	1055	165	130	560	625	27,8 ¹⁰⁶	135
27/4 t/m 3/5	934	1345	990	120	115	605	500	22,3 ¹⁰⁶	149
4/5 t/m 10/5	903	1210	890	55	95	670	315	14,1 ¹⁰⁶	157
11/5 t/m 17/5	900	1195	880	50	95	675	300	13,4 ¹⁰⁶	177
18/5 t/m 24/5	910	1240	910	70	100	655	355	15,8 ¹⁰⁶	171
25/5 t/m 31/5	953	1435	1050	160	130	565	615	27,4 ¹⁰⁶	148

Toetsing van de afgeleide formule op blz.4.

Tengevolge van de stormvloed 1953 werd de Brielse Maasboezem in sterke mate verzilt.

Juist voor de ramp bedroeg het gemiddelde Cl-gehalte van het boezemwater (het kanaal door Voorne en het Spuikanaal door Rozenburg niet meegerekend) 200 mg Cl/l. Veertien dagen na de ramp bedroeg het gemiddelde Cl-gehalte 2380 mg Cl/l en op 16 Maart was het gestegen tot 4405 mg Cl/l. Daarna neemt het Cl-gehalte af om eerst met 1 Juli 1953 weer gedaald te zijn onder de 300 mg Cl/l. Het verloop van de gem. Cl-gehalten op de boezem en de daarbij behorende waterstanden te Lobith, welke een maat voor de inlaatmogelijkheden bij Spijkeniase zijn, vindt men op de grafiek van bijlage 4a (zie ook bijlage 4b).

In verband met de droogmaking van Voorne-Putten werd de ontziltingsduur van de Brielse Maasboezem verdeeld in 2 perioden n.l.

15 Maart t/m 30 April (1e periode)
1 Mei t/m 30 Juni (2e periode)

Voor beide perioden werd een water- en chloorbalans samengesteld (zie bijlage 5). Hieruit blijkt, dat voor beide perioden de waterbalansen vrijwel kloppen. Minder fraai is het echter gesteld met de chloorbalansen. Zowel voor de 1e-als 2e periode blijkt er een aanzienlijk grotere hoeveelheid chloor geloofd te zijn dan volgt uit de som van het op de boezem gebracht chloor en de vermindering van het chloorgehalte van de boezem.

Voor de verklaring van deze posten moet men echter onderstaande punten bedenken n.l.

- a. dat de Cl-inlaat via de scheepvaartsluizen buiten beschouwing zijn gelaten.
- b. dat de Cl-inhoud in de boezem op 15 Maart waarschijnlijk groter is geweest, dan werd aangenomen.

Bij het bepalen van deze inhoud werd n.l. van de bodemfiguratie uitgegaan, zoals deze vlak na de afsluiting op 3 Juli 1950 was. Door de zandwinning is de boezeminhoud toegenomen.

In onderstaande tabel zijn de gebaggerde zandhoeveelheden opgegeven:

1950	467000 m ³
1951	1420000 m ³
1952	325000 m ³
1953	1331000 m ³

Stel dat er tot de beschouwde perioden $\pm 2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ zand uit de boezem is verwijderd. Dan is op 15 Maart 1953, $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 4,4 \text{ kg/m}^3 = 11 \cdot 10^6 \text{ kg Cl.}$ meer aanwezig geweest en op 30 April $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 1,26 \text{ kg/m}^3 = 3,15 \cdot 10^6 \text{ kg Cl.}$ Een verschil derhalve reeds van $\pm 8 \cdot 10^6 \text{ kg Cl.}$ Op de waterbalans heeft deze vermeerdering van de bodeminhoud geen invloed.

- c. dat de zoute kwel en ontziltiging van de bodem mede tengevolge van het baggeren in het Brielse Meer buiten beschouwing werden gelaten.

Voor de toetsing van de afgeleide formule hebben we de volgende cijfers beschikbaar, zoals deze uit de resp. balansen volgen.

1e periode

$Cl_o = 4253 \text{ mg Cl/l}$
 $Cl_p = 1323 \text{ mg Cl/l}$
 $I = 27.575 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 $P = 1.281 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (beschikbaar voor de boezem).

$$Cl_{46} = \frac{4253 - 1323}{(1 + \frac{1.281}{27.575})^{46}} + 1323 = 1686 \text{ mg Cl/l.}$$

2e periode

$Cl_o = 1686 \text{ mg Cl/l}$
 $Cl_p = 196 \text{ mg Cl/l}$
 $I = 30,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 $P = 1,034 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (beschikbaar voor de boezem).

$$Cl_{61} = \frac{1686 - 196}{(1 + \frac{1,034}{30,1})^{61}} + 196 = 386 \text{ mg Cl.}$$

Met behulp van de afgeleide formule vindt men voor het einde van de 1e periode een Cl-gehalte van 1686 mg Cl/l. Gemeten werd op 30 April, 1426 mg Cl/l.

Op 1 Juli 1953 vindt men volgens de afgeleide formule 315 mg Cl/l, in plaats van 333 mg Cl/l, dat op 1 Juli 1953 werd gemeten. De met deze formules berekende uitkomsten blijken dus ongunstiger te zijn dan die, welke uit de Cl-gehalten metingen volgen.

Samenvatting.

Uitgaande van de onderstelling, dat de aangevoerde hoeveelheid bovenwater zich met het aanwezige water in Hollandsch Diep, Haringvliet en Vuile Gat mengt, werd een formule opgesteld, waarmee de duur van de ontziltling, na het sluiten van het sluisencomplex in het Haringvliet nabij Hellevoetsluis over de vloed, kan worden benaderd.

Daar bij het opstellen van deze formule uitgegaan werd van een volkomen menging van zout- en zoet water, zal na een berekend aantal dagen het water nabij de oppervlakte in werkelijkheid zoeter zijn, dan het berekende gem. Cl-gehalte en nabij de bodem uiteraard der zaak zouter. Op den duur echter zal het rivierwater over de gehele diepte hetzelfde Cl-gehalte verkrijgen als dat van het toegevoegde bovenwater. Het water nabij de oppervlakte zal natuurlijk nooit lager Cl-gehalte kunnen bezitten dan het bovenwater.

Beantwoording vraag 1.

Uitgaande van de gemiddelde winterafvoer zal het ± 15 dagen duren voordat het gemiddelde Cl-gehalte op het Haringvliet-Vuile Gat gedaald is tot 300 mg Cl/l.

Beantwoording vraag 2.

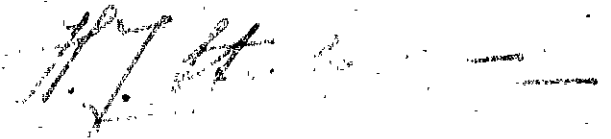
Waren in 1954 de Deltaplannen en de Rijkkanalisatie reeds voltooid geweest en zou men 725 m³/sec langs de Nieuwe Maas gestuwd hebben, dan zou bij het voorgekomen verloop van de Rijnafvoer na de ijsperiode 1954 met de hierbij behorende Cl-gehalten van het bovenwater, het ± 56 dagen geduurd hebben, voordat op het Haringvliet, Vuile Gat, Hollandsch Diep de 300 mg Cl/l-grens (gemiddeld) bereikt zou zijn geworden.

Voor de ontziltling met bovenafvoeren van de Rijn, overeenkomende met de gemiddelde winterafvoer (Jan. t/m Maart), zullen \pm 20 dagen nodig zijn om na een ijsperiode het gemiddelde Cl-gehalte terug te brengen op 300 mg Cl/l.

Daar vooral bij lage afvoeren het zout sterk zal opdringen, indien de sluisen in het Haringvliet gedurende het gehele getij worden opgehouden zou het misschien voorkeur verdienen om de inlaat in het Volkerak te voorzien van een onder- en bovenschuif. Ook een spui-inrichting bij de bodem in de Haringvlietsluisen zal voor de ontziltling gunstig werken.

's-Gravenhage, 11 Maart 1955.

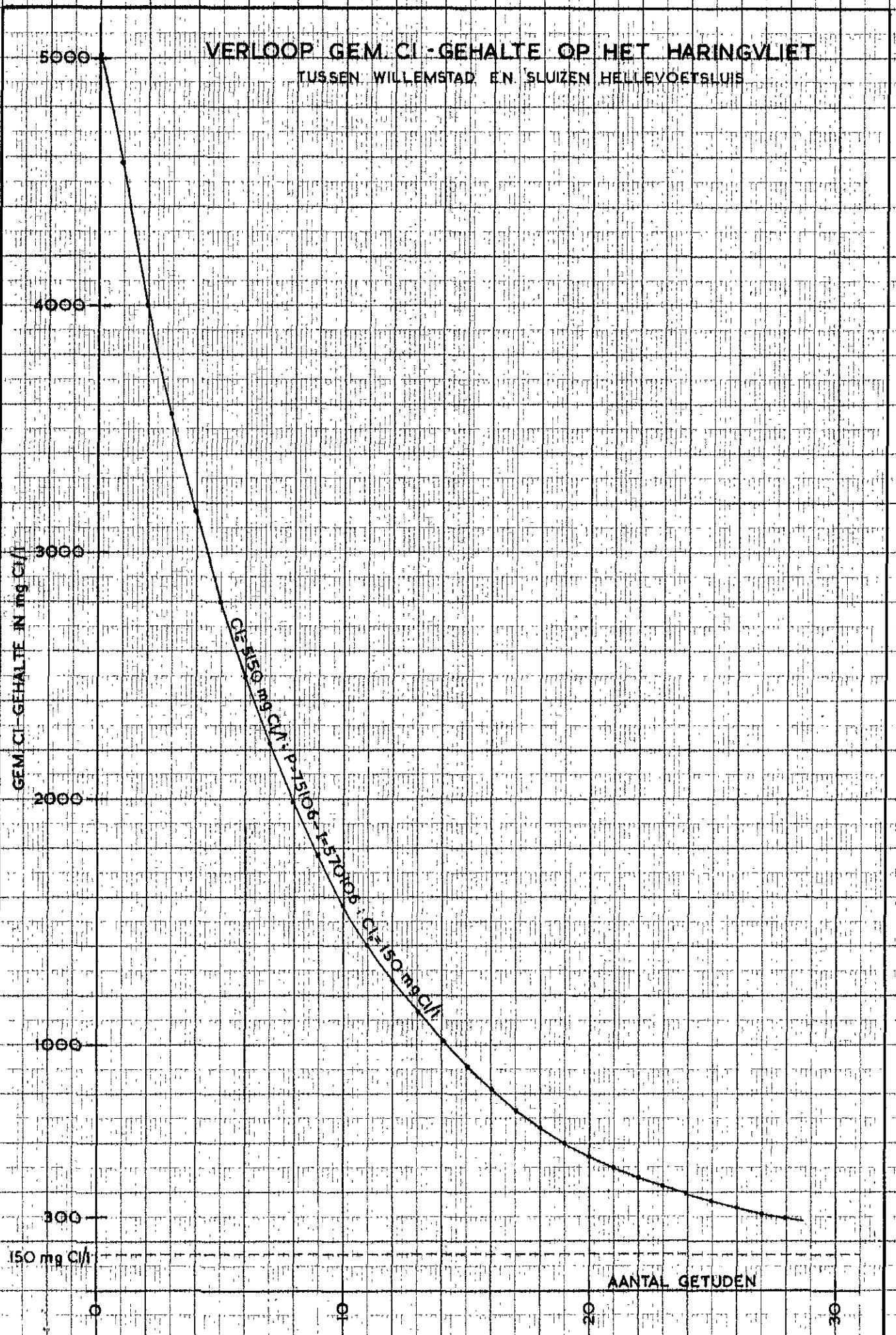
De Technisch-Hoofdambtenaar 1e kl.,

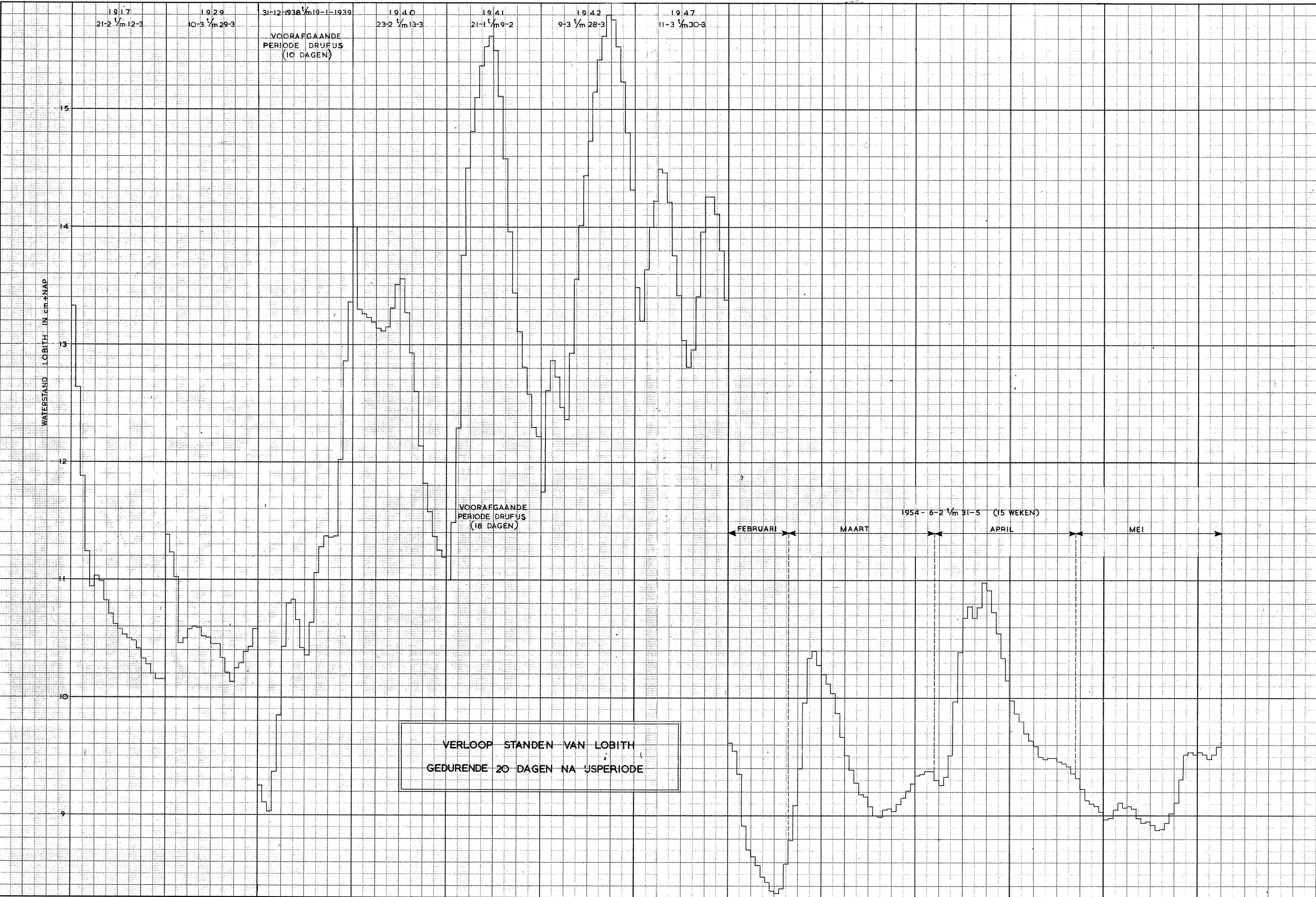
A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'J. J. ...', is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and difficult to read precisely.

Lijst van bijlagen.

- Bijlage 1. A1-55.121 Verloop gem. Cl-gehalte op het Haringvliet
- Bijlage 2. B2-55.122 Verloop standen van Lobith gedurende 20 dagen na ijsperiode
- Bijlage 3. A1-55.123 Verloop gem. Cl-gehalte op Hollands Diep - Haringvliet na uitvoering Deltaplan
- Bijlage 4a Gem. Cl-gehalte Brielsche Maasboezem met waterstanden te Lobith
- Bijlage 4b Staat; Brielsche Maas, inhoud per raai (volgens peilingen 1950) bepaling van het gem.Cl-gehalte.
- Bijlage 5 2 staten: Water- en chloorbalans Brielsche Maasboezem.
-

VERLOOP GEM. Cl-GEHALTE OP HET HARINGVLJET
TUSSEN WILLEMSTAD EN SLUIZEN HELLEVOETSLUIS





1917 21-2 1/2 m 12-3
 1929 10-3 1/2 m 29-3
 31-12-1938 1/2 m 19-1-1939
 1940 23-2 1/2 m 13-3
 1941 21-1 1/2 m 9-2
 1942 9-3 1/2 m 28-3
 1947 11-3 1/2 m 30-3

VOORAFGAANDE
 PERIODE DRUFUS
 (10 DAGEN)

VOORAFGAANDE
 PERIODE DRUFUS
 (18 DAGEN)

1954-6-2 1/2 m 31-5 (15 WEKEN)

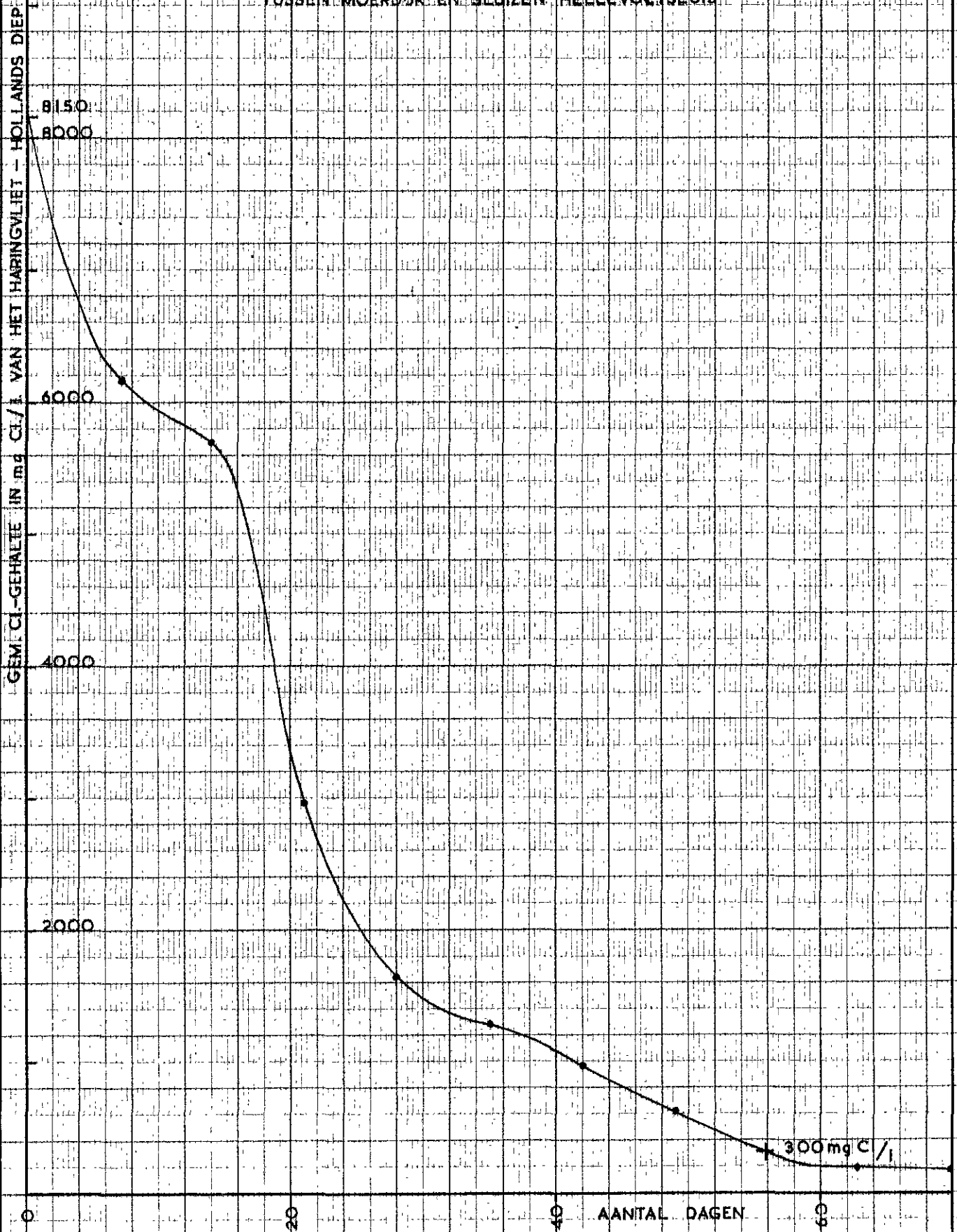
FEBRUARI MAART APRIL MEI

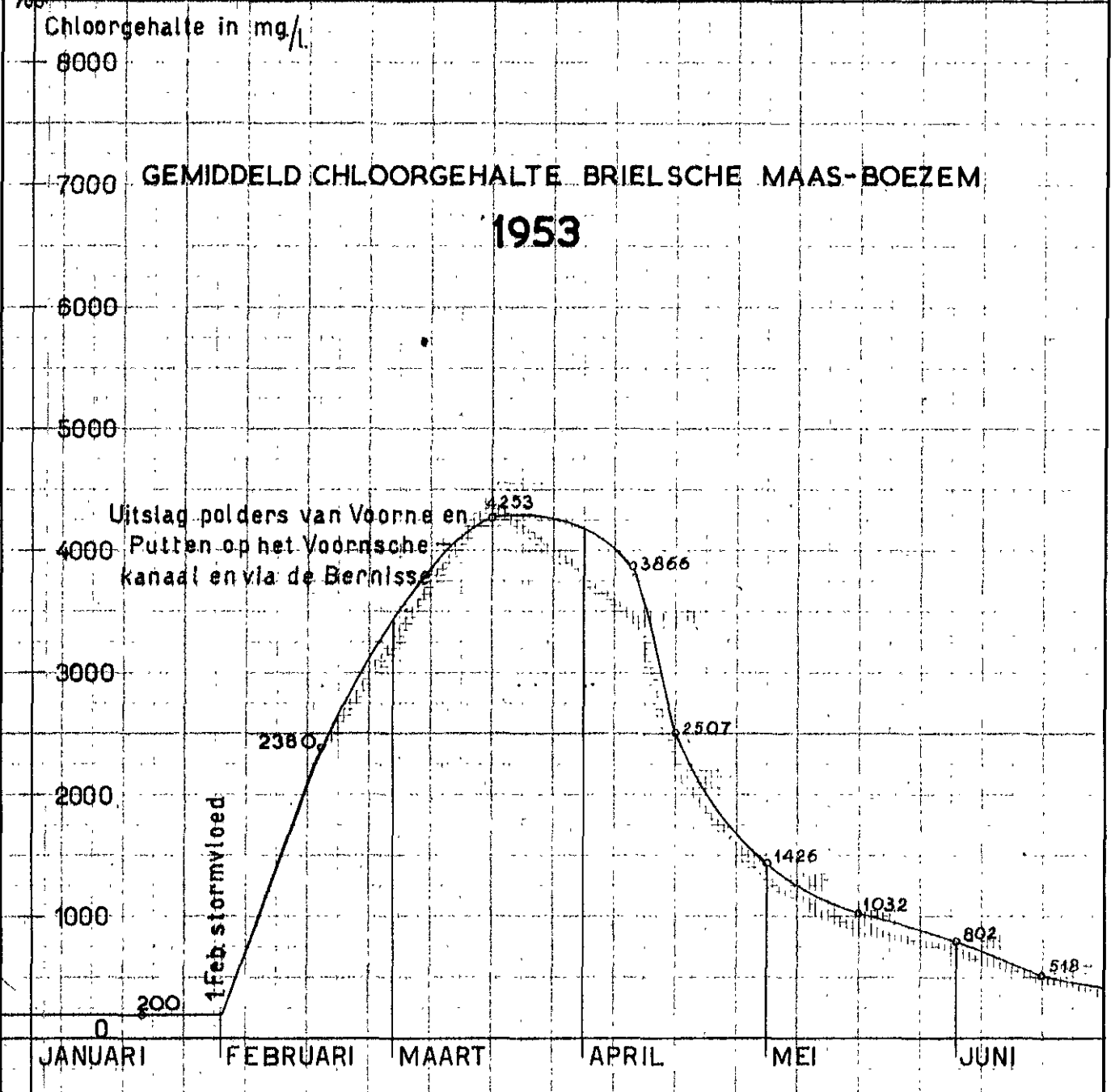
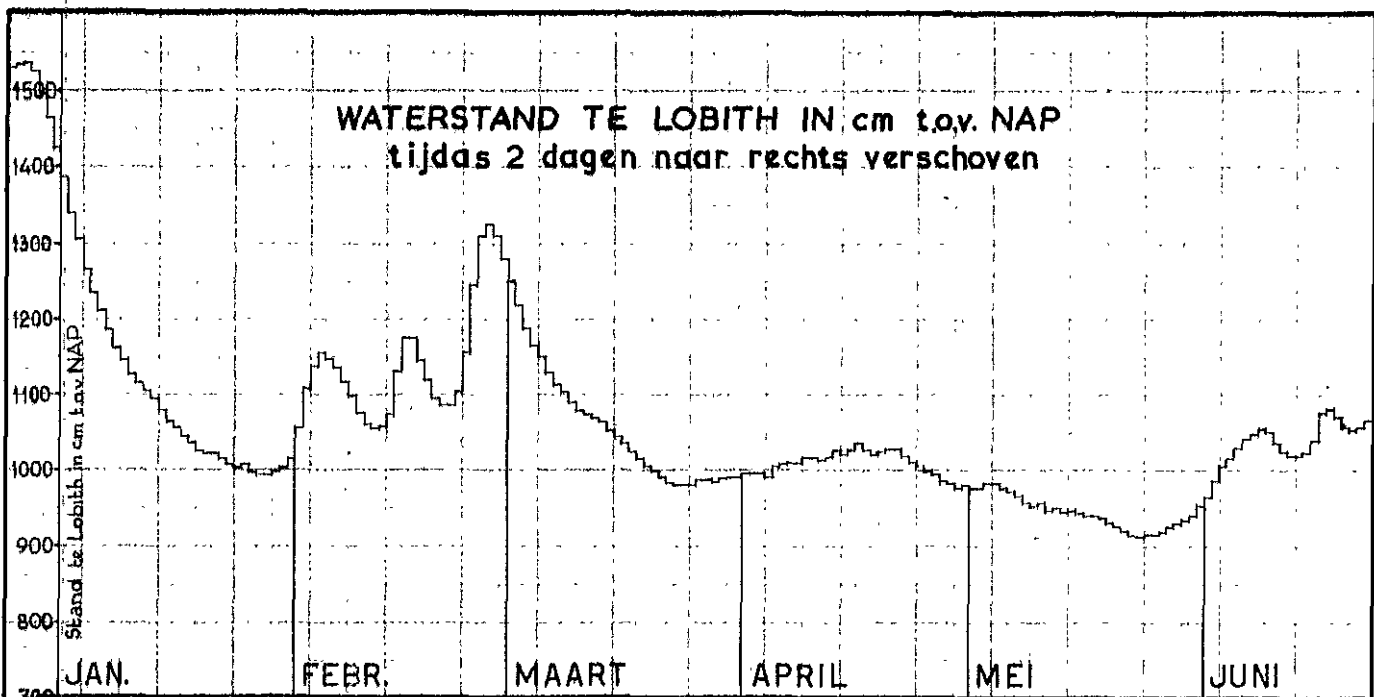
VERLOOP STANDEN VAN LOBITH
 GEDURENDE 20 DAGEN NA USPERIODE

BULAGE 2
 B
 B2 N° 55.122

VERLOOP GEM. Cl-GEHALTE OP HET HOLL. DIEP-
 HARINGVLIET NA UITVOERING VAN HET Δ PLAN,
 INDIEN NA EEN USPERIODE DE RUNAFVOEREN
 VERLOPEN ZOALS DEZE NA DE USPERIODEN VAN
 1954 ZUN VOORGEKOMEN

TUSSEN MOERDIJK EN SLUIZEN HELLEVOETSLUIS





BRIELSE MAAS INHOUD PER RAAI (VOLGENS PEILINGEN 1950) BEPALING VAN HET GEN. CHLOORGEHALTE

De inhoud der raaie 1019 t/m 1021 wordt per 1953 verhoogd elk met 1 mill.m³ tengevolge van zandwinning in de jaren 1950 t/m 1952.

	16/3 - '53	8/4 - '53	16/4 - '53	1/5 - '53	15/5 - '53	1/6 - '53	15/6 - '53	1/7 - '53										
Raai nr.	N.A.P. inhoud in 10 ⁶ m ³	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	Chloor geh. mg Cl/l	Chloor inh. 10 ⁶ kg	
1008	0.97150	5060	4.908	3325	3.230	1252	1.216	930	0.903	720	0.699	570	0.554	339	0.321	230	0.223	
1009	1.00475	5180	55.230	3222	3.238	1280	1.286	958	0.963	720	0.723	570	0.573	315	0.316	230	0.231	
1010	1.09825	4972	5.718	3053	3.354	1245	1.368	977	1.073	720	0.791	520	0.571	310	0.341	210	0.231	
1011	1.29700	5138	6.679	2400	3.113	1638	2.124	863	1.119	802	1.040	475	0.616	278	0.361	180	0.233	
1012	1.43600	5003	7.204	3055	4.387	1342	1.927	1047	1.503	788	1.132	412	0.592	285	0.409	175	0.251	
1013	1.26425	4828	6.083	2993	3.384	1635	2.067	1022	1.292	838	1.059	570	0.721	353	0.446	203	0.257	
1014	1.84275	4870	8.961	3385	6.238	1940	3.575	1030	1.898	880	1.622	650	1.198	360	0.663	210	0.387	
1015	1.74100	4762	8.286	3483	6.064	1842	3.207	1160	2.020	898	1.563	670	1.166	360	0.627	218	0.380	
1016	1.90750	4570	8.729	3300	6.295	1880	3.586	1180	2.251	963	1.837	700	1.335	362	0.691	267	0.509	
1017	1.61850	4142	6.710	3188	5.160	1927	3.119	1080	1.748	933	1.510	720	1.105	363	0.588	260	0.421	
1018	1.71875	3847	6.617	3467	5.959	2302	3.957	1387	2.384	940	1.616	800	1.375	515	0.885	283	0.486	
1019	2.90275	3975	11.538	3678	10.676	2763	8.020	1517	4.403	1180	3.425	830	2.409	502	1.457	317	0.920	
1020	3.05225	3448	10.524	3900	11.904	2943	8.983	1493	4.557	960	2.930	850	2.594	595	1.816	332	1.013	
1021	3.10725	3245	10.083	4340	13.485	3075	9.555	1598	4.965	1070	3.325	900	2.797	573	1.780	390	1.212	
1022	2.58025	3275	8.450	4340	11.198	3250	8.386	1745	4.503	1090	2.812	970	2.503	642	1.657	433	1.117	
1023	2.82375	3160	8.911	4535	12.806	3250	9.177	1842	5.201	1240	3.501	980	2.767	765	2.160	542	1.530	
	1.4118	3210	4.526	4610	6.508	3230	4.588	1790	2.527	1240	1.751	1000	1.412	803	1.221	510	0.720	
1008 t/m 1023.5	30.367		129.157		117.399		76.141		43.310		31.336		24.348		15.739		10.121	Totaal Cl-hoez veelheid in 10 ⁶ Gem.Cl.gehalte in mg Cl/l.
		4253		3866		2507		1426		1032		802		518		333		

WATER EN CHLOORBALANS BRIELSE MAASBOEZEM

1e periode 15 Maart - 30 April 1953

	Chloorgem. in mg Cl/l	Water in 10 ⁶ m ³	Chloor in 10 ⁶ kg		Chloorgem. in mg Cl/l	Water in 10 ⁶ m ³	Chloor in 10 ⁶ kg
Inhoud v.d. Brielse Maasboezem 15 Maart '53	4253	25.150	106.963	Uitslag Rozenburg		57.400	189.500
Inhoud Kanaal door Voorne	6125	1.089	6.670	Uitslag Hellevoetsluis		7.106	17.947
Inlaat Spijkenisse		56.430	24.050	Inhoud Brielse Maasboezem 1 Mei '53	1686	30.000	50.580
Uitslag Heenvliet hulpgem.	6900	1.080	7.452	Inhoud Kanaal door Voorne		1.050	1.958
" 3 pompen Bosman	4950	2.808	13.900	Waterverlies		1.563	
" Neptunus	6440	7.920	51.005				
" Heenvliet 15 Maart - 1 April	6900	0.691	4.768				
" Heenvliet 1 April - 7 April	3400	0.294	1.000				
" Heenvliet 8 April - 30 April		0.216	0.690				
" "Watergeus"		0.813	0.565				
" "Zwartewaal"		0.364	0.330				
" "De Klomp"		0.152	0.127				
" I.W. Hein"		0.112	0.190				
teveel Chlooruitslag			42.275				
		97.119	259.985			97.119	259.985
<hr/>							
Totale inlaat		70.880	104.077	Gespuid te Hellevoetsluis		7.106	17.947
				Meerberging per 1 Mei 1953	1685	4.850	8.172
		11.956	26.119	Transport		11.956	26.119
		58.924	77.957				

$$Cl_p = \frac{77.957}{58.924} = 1323 \text{ mg Cl/l}$$

$$Cl_n = \frac{Cl_o + Cl_p}{(1 + P)^n} + Cl_p$$

- Cl_o = begin Chloorgehalte ; 4253 mg Cl/l
 Cl_p = chloorgehalte door te spuien water ; 1323 mg Cl/l
 P = gem. waterinlaat per dag ; 1,281 · 10⁶ m³
 I = gem. boezeminhoud ; 27.575 · 10⁶ m³
 n = aantal dagen ; 46
 Cl_n = gem. Cl. gehalte na n dagen ; 1686 mg Cl/l (1 Mei 1953)