

31545.0897

januari 1976

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen.

DE INVLOED VAN EEN WIJZIGING IN HET AFWATERINGSSYSTEEM
OP HET ZWAK BRAKKE MILIEU VAN DE KREEK IN DE
HOLLE MARE (VOORNE, Z.H.)

ing. B. van der Weerd

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.



JSN 314506-04

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. UITVOERINGSWIJZE	3
3. GEBRUIKTE GEGEVENS	3
4. DE PEILGEBIEDEN BINNEN DE BEMALINGSEENHEID	3
5. ZOUTGEHALTEN VAN HET OPEN WATER	5
6. BODEMGESTELDHEID	6
7. OORSPRONG EN ZOUTGEHALTE VAN DE KWEL	6
8. ZOUTGEHALTEN VAN HET INGELATEN WATER	7
9. NEERSLAG EN VERDAMPING	7
10. KWELINTENSITEIT EN WATERINLAAT	8
11. RESULTATEN SLOOTBEDDEBIETMETINGEN	11
12. TE VERWACHTEN VERANDERINGEN IN HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPEN WATER IN DE HOLLE MARE	12
12.1. HET CHLORIDEGEHALTE DAT GEMIDDELD IN 1973 EN 1974 IN DE KREEK ZOU ZIJN VOORGEKOMEN INDIEN GEEN WATER UIT ANDERE POLDERS OP DE HOLLE MARE WAS GELOOSD	12
12.2. DE FLUCTUATIES IN HET CHLOORGEHALTE VAN DE KREEK GEZIEN OP KORTE TERMIJN	13
13. HET EFFECT VAN HET INLATEN VAN WATER OP HET CHLORIDEGEHALTE	17
14. SAMENVATTING EN CONCLUSIE	20

1. INLEIDING

In het kader van de ruilverkaveling Voorne - Putten zal de afwatering van de polders, die behoren tot de bemalingseenheid "De Holle Mare" worden gewijzigd. Deze afwateringseenheid beslaat thans een oppervlakte van 1695 ha en voert zijn overtollige polderwater af door middel van het gemaal bij Zwartewaal aan de noord-oostzijde van de gemeenschappelijke boezem "De Holle Mare".

Na de ruilverkaveling zal dit gemaal komen te vervallen en zal een gedeelte van dit gebied (zie overzichtskaart 1) zijn water op het Kanaal door Voorne lozen via een gemaal in de Nieuwenhoorn West.

In de huidige situatie wordt op De Holle Mareboezem die een oppervlakte heeft van 56 ha, waarvan de kreek ca 30 % in beslag neemt, via een viertal duikers het overtollige water geloosd uit de rest van de bemalingseenheid (1639 ha). In de nieuwe situatie vervalt deze lozing en gaat De Holle Mare afwateren op de Derryvliet waardoor de afwateringsrichting tegengesteld wordt aan de huidige. Voorts wordt in een aantal polders van het bemalingsgebied het winterpeil veranderd.

De kreek in De Holle Mare heeft met zijn zwak brakke karakter een belangrijke natuur-wetenschappelijke waarde. Er is de ontwerpers van het ruilverkavelingsplan veel aan gelegen het milieu in de kreek zo weinig mogelijk te verstoren. In verband hiermede is door de Cultuurtechnische Dienst afd. Zuid-Holland verzocht geïnformeerd te worden over de zoutwaterhuishouding die bepalend is voor het brakke milieu van het gebied De Holle Mare en de veranderingen die hierin zijn te verwachten bij een uitvoering van de ruilverkavelingsplannen.

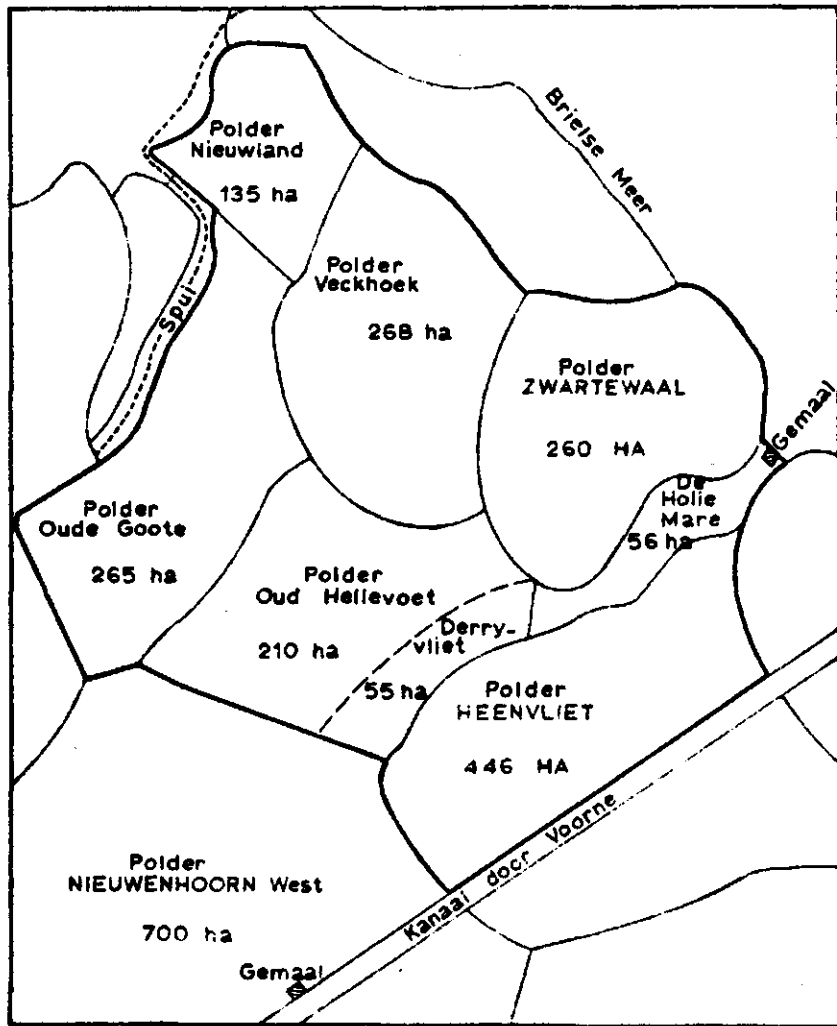


Fig.1. Bemalingsgebied "De Holle Mare".

2. UITVOERINGSWIJZE

Om de mogelijke veranderingen in het brakke milieu van De Holle Mare, die uit het gewijzigde afwateringsplan kunnen voortvloeien vast te stellen, is een inzicht vereist in de grootte en onderlinge samenhang van de factoren die in belangrijke mate bepalend zijn voor dit brakke milieu te weten: kwel; ingelaten hoeveelheid water; neerslag en verdamping.

Naast de gegevens over de door het gemaal uitgeslagen hoeveelheden water en zout waren vanaf april 1973 ook gegevens beschikbaar over de chloridegehalten van het polderwater bij de lozingspunten op De Holle Mare. Dit is aanleiding geweest om de jaren 1973 en 1974 te gebruiken voor de berekening van de kwel en de ingelaten hoeveelheid water. Deze grootheden zijn bepaald aan de hand van de water- en zoutbalans van het gebied. In 1973 lag de hoeveelheid neerslag onder het meerjaren gemiddelde, in 1974 lag zij er ongeveer even boven. Gesteld mag derhalve worden dat gemiddeld over deze beide jaren de bergingsverandering in de grond vrijwel nihil zal zijn geweest.

Ook door middel van slootbeddebietmetingen is een inzicht verkregen inzake het kwel- en zoutbezwaar dat via de bodem van De Holle Marekreek optreedt. Voortbouwende op de aldus verkregen gegevens is een prognose gemaakt van de te verwachten situatie na uitvoering van de gewijzigde afwatering.

3. GEBRUIKTE GEGEVENS

Ten behoeve van het onderzoek zijn in maart en juni 1975 op respectievelijk 11 en 10 plaatsen in De Holle Marekreek metingen met de slootbeddebietmeter verricht naar de hoeveelheid water die ondergronds naar de kreek afstroomt en zijn de zoutgehalten van dit water bepaald. Naast de gegevens van deze metingen zijn gegevens gebruikt van de jaren 1973 en 1974 van het Waterschap De Brielse Dijkkring, het Archief van Grondwaterstanden en de Cultuurtechnische Dienst, inzake uitgeslagen hoeveelheden door het gemaal, chloridegehalten van het open water en stijghoogten van het diepe grondwater.

4. DE PEILGEBIEDEN BINNEN DE BEMALINGSEENHEID

Het bemalingsgebied omvat de volgende polders: -Nieuwland; - Veckhoek; -Oude

Gote; -Oud Helvoet waarvan Derryvliet een deel is dat als een afzonderlijk peilgebied staat vermeld en die worden samengevat onder de naam Vierpolders. Voorts de polders: -Zwartewaal; -Heenvliet westelijk van het Kanaal door Voorne en De Holle Mare. In fig.2 is een overzicht gegeven van de zomer- en winterpeilen die in deze polders worden nagestreefd. De peilen variëren van - 1,45 m tot - 2,50 m - NAP in de zomer. De cursieve waarden geven de toekomstige peilen aan zoals die in het ruilverkavelingsplan zijn vastgesteld.

Aan de noord-oostzijde grenst het gebied deels aan het Brielse Meer waarin het peil varieert van 0,00 tot - 0,40 m NAP en deels aan de Nieuwe Ondernemingspolder, die een eigen bemaling heeft.

Aan de zuid-oostzijde vormt het Kanaal door Voorne de grens van het bemalingsgebied. Hierin wordt een peil gehandhaafd van gemiddeld - 0,20 m NAP.

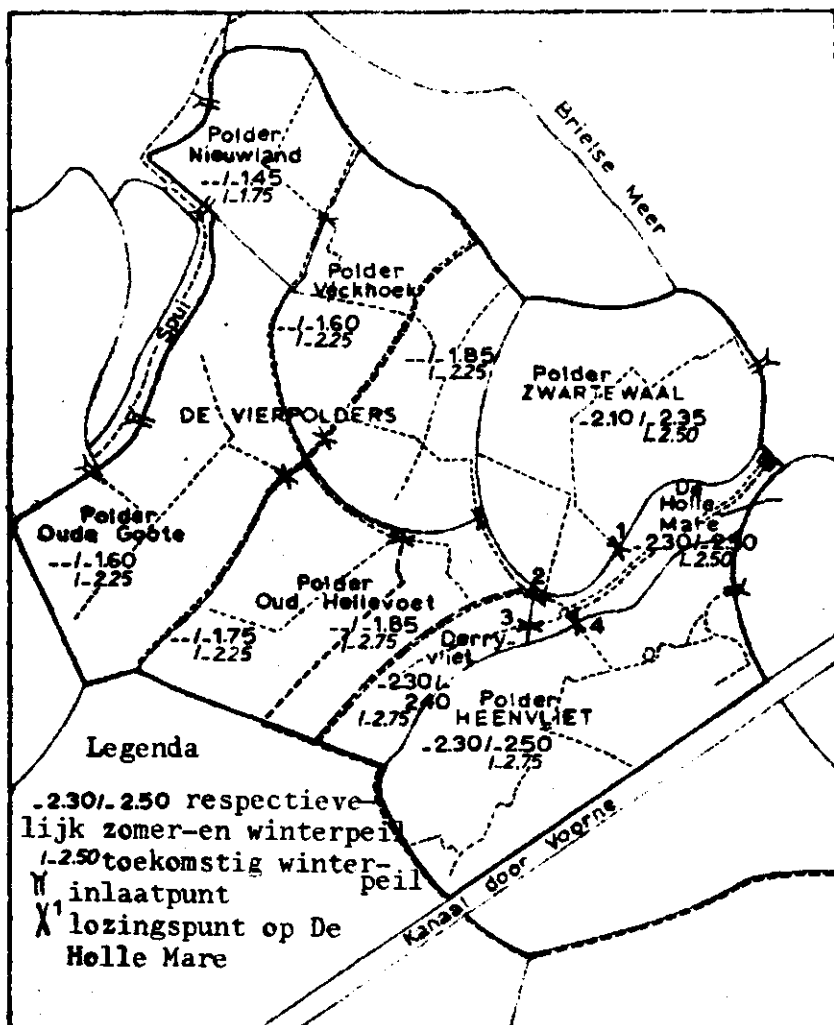


Fig.2. Peilgebieden binnen de bemalingseenheid.

Het overtollige water in het bemalingsgebied wordt via De Holle Mare geloosd op het Brielse Meer door middel van een gemaal met een capaciteit van 140 m³ / min. De maalstaten geven een inzicht in de uitgeslagen hoeveelheden. Het polderwater stroomt via een viertal duikers naar De Holle Mare (fig.2). Duiker nr.1 is het lozingspunt van de polder Zwartewaal (260 ha). Via duiker nr.2 loost het grootste deel van de Vierpolders (878 ha) en voor duiker nr.3 is aangenomen dat hier door de lozing van een gedeelte van de Oud Hellevoetpolder met name Derryvliet (55 ha) plaatsvindt. Heenvliet Westzijde (448 ha) loost via duiker nr.4. Gedurende het groeiseizoen wordt op 6 verschillende plaatsen in het gebied (zie fig.2) direct en indirect via het Spui en het recreatiegebied bij Heenvliet water uit het Brielse Meer ingelaten. Over de hoeveelheden, die worden ingelaten is niets bekend.

5. ZOUTGEHALTEN VAN HET OPEN WATER.

Vanaf april 1973 zijn van het open water bij de duikers 1 t/m 4 en van het door het gemaal uitgeslagen water chloridegehalten berekend uit wekelijks door het waterschap verrichte metingen.

Aan de hand van deze cijfers zijn maandgemiddelden vastgesteld die met de door het gemaal uitgeslagen hoeveelheid zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 1.

	1973							1974						
	Afvoergemaal		mg chloor per liter duiker nr.					Afvoergemaal		mg chloor per liter duiker nr.				
	x10 ³ m ³	mm	ge- maal	1	2	3	4	x10 ³ m ³	mm	ge- maal	1	2	3	4
jan.	431	25,4	528					783	46,2	548	1157	352	550	645
febr.	1009	59,5	492					671	39,6	523	1133	340	533	515
mrt.	270	15,9	502					656	38,7	571	1179	325	534	646
april	321	18,9	551	1056	384	470	576	137	8,1	670	1059	386	517	550
mei	209	12,3	603	1175	366	412	623	140	8,3	674	756	298	692	667
juni	153	9,0	777	898	362	543	667	44	2,6	534	753	306	572	572
juli	133	7,8	693	518	270	390	475	234	13,8	548	714	325	452	452
aug.	167	9,9	571	721	315	437	545	264	15,6	570	604	323	594	594
sept.	324	19,1	465	554	380	344	451	1061	62,6	514	653	326	446	446
okt.	818	48,3	519	794	373	477	476	2300	135,7	346	632	247	401	401
nov.	756	44,6	653	1252	372	751	696	1813	107,0	373	856	274	369	369
dec.	1306	77,1	528	1058	332	493	554	1347	79,5	405	909	270	312	312

6. BODEMGESTELDHEID

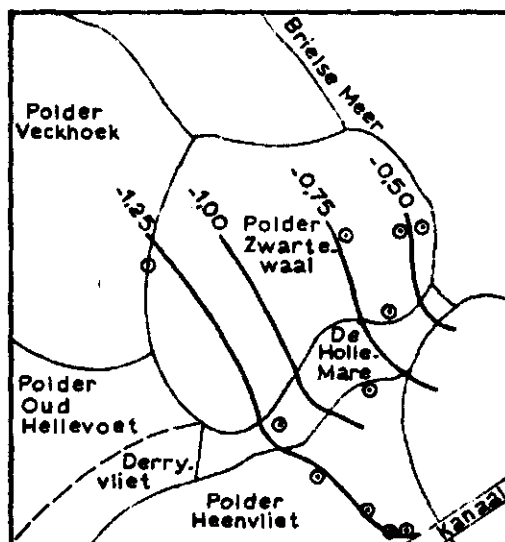
Uit de beschikbare boorprofielen blijkt dat de onderkant van het watervoerend pakket reikt tot ca 50 meter beneden maaiveld. Dit grofzandige pakket heeft een dikte van ongeveer 30 meter. Daarboven bevindt zich een gelaagd pakket van overwegend fijn zand, verspoeld veen en dunne kleiafzettingen. De 3 tot 8 meter dikke afdekkende bovenlaag bestaat uit klei en veen.

7. OORSPRONG EN ZOUTGEHALTE VAN DE KWEL

Het feit dat de polders brak water afvoeren duidt er op dat in het gebied zoute kwel optreedt. Gelet op het potentiaalverschil dat er bestaat tussen het Brielse Meer en het Kanaal door Voorne enerzijds en de ontwateringsdiepten binnen de bemalingseenheid anderzijds kan de kwel zowel vanuit de richting van het meer als van het kanaal afkomstig zijn. Het isohypsenbeeld in fig.3, waarin de gemiddelde stijghoogte in 1974 van het grondwater op 30 meter diepte is weergegeven, toont echter aan, dat de kwel hoofdzakelijk zijn oorsprong vindt in het Brielse Meer en dat de kwel vanuit het kanaal van weinig betekenis moet zijn.

Van de direct aan De Holle Mare grenzende gebieden heeft alleen de Polder Zwartewaal een afwijkend peilbeheer (zie fig.2). In de zomer wordt hier ten opzichte van De Holle Mare een 20 cm hoger open waterpeil gehandhaafd en in de winter bedraagt dit verschil 15 cm. Gelet op dit geringe peilverschil zal de ondergrondse afstroming vanuit deze polder naar De Holle Mare te verwaarlozen zijn en is dan ook niet te onderkennen uit de beschikbare gegevens.

Fig.3. Isohypsenkaart van de gemiddelde stijghoogte van het grondwater in 1974 op ca 30 m - NAP.



⊙ Peilbuis.

Het zoutgehalte van het grondwater in de watervoerende laag kan representatief gesteld worden voor het nog niet met neerslag vermengde vertikaal opstijgende kwelwater. Slechts van 1 boring waren de gegevens van de waterkwaliteit tot voldoende diepte beschikbaar. Deze gaven voor de watervoerende laag op 29 meter diepte beneden maaiveld een chloridegehalte aan van 3100 / mg / l en op 37 meter een chloridegehalte van 3900 mg / l. Bij de berekeningen van de kwel is het gemiddelde van deze beide waarden ingevoerd.

8. ZOUTGEHALTEN VAN HET INGELATEN WATER

Via de op fig.2 aangegeven duikers wordt gedurende het groeiseizoen water uit het Brielse Meer ingelaten. Het chloridegehalte van dit water varieert tussen de 200 en 300 mg / l. De door het Waterschap bij het inlaatpunt van de polder Oude Gote aan het Spui gemeten chloridegehalten geven voor de zomermaanden een gemiddelde waarde aan van 220 mg / l. Dit gehalte is aangehouden bij de berekening van de kwel en de ingelaten hoeveelheid.

9. NEERSLAG EN VERDAMPING

De neerslagcijfers hebben betrekking op het gemiddelde van de regenstations Nieuw Helvoet, Brielle en Poortugaal.

Voor het verkrijgen van een inzicht in de werkelijke verdamping (E_w) zijn de gegevens van de volgens Penman berekende open water verdamping (E_o) van het K.N.M.I.-station te Oudenbosch gebruikt en vermenigvuldigd met de reductiefactor 0,75.

Tabel 2 geeft een overzicht van de maandcijfers van 1973 en 1974.

Tabel 2. Neerslag- en verdampingsoverschotten in 1973 en 1974.

	1973			1974		
	N	0,75 E _o	N-0,75 E _o	N	0,75 E _o	N-0,75 E _o
jan.	35,8	3,8	32,0	55,4	9,8	45,6
febr.	74,9	11,3	63,6	41,5	15,8	25,7
mrt.	10,3	31,5	-21,2	57,1	29,3	27,8
april	63,4	52,5	10,9	19,5	66,8	-47,3
mei	70,9	84,0	-13,1	26,3	84,0	-57,7
juni	45,4	105,8	-60,4	81,2	95,3	-14,1
juli	79,8	87,8	- 8,0	100,3	81,0	19,3
aug.	29,3	83,3	-54,0	83,7	74,3	9,4
sept.	79,2	48,0	31,2	148,7	43,5	105,2
okt.	114,8	21,0	93,8	174,8	18,0	156,8
nov.	86,1	12,0	74,1	121,3	7,5	113,8
dec.	75,6	4,5	71,1	81,7	10,5	71,2

10. KWELINTENSITEIT EN WATERINLAAT

Voor het bemalingsgebied geldt:

$$I_{oo} = A_{oo} - (N - E_w) - K_{oo} \quad (1)$$

waarin: K_{oo} = de kwel in het bemalingsgebied

A_{oo} = de afvoer via het gemaal

I_{oo} = de totale in het bemalingsgebied ingelaten hoeveelheid water

N = neerslag

$E_w = 0,75 E_o$ = verdamping.

Voor de zoutbalans kan worden geschreven:

$$K_{oo} \cdot Cl_k + I_{oo} \cdot Cl_i = A_{oo} \cdot Cl_{oo} \quad (2)$$

waarin: Cl_{oo} = het chloridegehalte van het door het gemaal uitgeslagen water

Cl_k = het chloridegehalte van het kwelwater

Cl_i = het chloridegehalte van het ingelaten water.

Door elimineren van I_{oo} uit de vergelijkingen 1 en 2 volgt voor de to-

tale kwel in het bemalingsgebied:

$$K_{\infty} = \frac{A_{\infty} (Cl_{\infty} - Cl_i) + (N - E_w) Cl_i}{Cl_k - Cl_i} \quad (3)$$

Uit tabel 1 zijn voor 1973 en 1974 de volgende gemiddelden bepaald:

$$\bar{A}_{\infty} = 453 \text{ mm}$$

$$\bar{A}_{\infty} \bar{Cl}_{\infty} = 3714 \times 10^3 \text{ kg Cl}^-$$

$$Cl_{\infty} = 484 \text{ mg Cl}^- / \text{l.}$$

Uit tabel 2 volgt voor $\bar{N} - \bar{E}_w = \bar{N} - 0,75 E_o = 333 \text{ mm} / \text{jaar.}$

Voorts is gesteld:

$$Cl_k = 3500 \text{ mg Cl}^- / \text{l}$$

$$\bar{Cl}_i = 220 \text{ mg Cl}^- / \text{l.}$$

Substitutie van deze waarden in verg.3 geeft:

$$K_{\infty} = \frac{453 (484 - 220) + 333 \cdot 220}{3500 - 220} = 59 \text{ mm} / \text{jaar} = 4,9 \text{ mm} / \text{maand.}$$

Voor de gemiddelde hoeveelheid ingelaten water wordt nu met verg.1 gevonden:

$$I_{\infty} = 453 - (333 + 59) = 61 \text{ mm} / \text{jaar.}$$

De periode waarover water wordt ingelaten loopt volgens het bedienend personeel ongeveer van half april tot half september.

De hoeveelheid zal van jaar tot jaar kunnen verschillen en sterk afhankelijk zijn van de behoefte. In een zomer met veel neerslag zal men minder water inlaten dan in een droge zomer.

Indien wordt aangenomen dat de hoeveelheid water die in de verschillende polders wordt ingelaten, per oppervlakte-eenheid ongeveer gelijk is, dan kan voor iedere polder afzonderlijk de kwel worden berekend aan de hand van de volgende vergelijking:

$$K_p \cdot Cl_k + I_p \cdot Cl_i = (N - E_w + I_p + K_p) Cl_p \quad (4)$$

waarin: K_p = de kwel in de polder

I_p = de inlaat in de polder

Cl_p = het chloridegehalte van de polderafvoer.

Met behulp van de in tabel 1 weergegeven maandcijfers van de chloridegehalten van de uitlaatpunten van de op De Hollelaare lozende polders en de gemaalafvoer is het gemiddelde jaarcijfer van het chloridegehalte over 1973 en 1974

vastgesteld. Aangenomen hierbij is dat tussen de polderafdelingen van tabel 1 geen grote kwelverschillen bestaan (uit tabel 3 zal blijken dat deze veronderstelling juist is). Het gemiddelde chloorgehalte van elke polderafdeling kan dan worden berekend door telkens opnieuw de waarden van de gemaalafvoer te gebruiken, alsof de afvoerintensiteiten zich over alle afdelingen per maand in gelijke verhouding zouden wijzigen.

Omdat in 1973 voor de maanden januari t/m maart de gegevens van het polderwater ontbraken is om toch tot een representatief chloorgehalte voor dit jaar te komen de gemiddelde zoutafvoer van de overige maanden van ditzelfde jaar vermenigvuldigd met een correctiefactor van 1,36. Deze correctiefactor is vastgesteld met behulp van de zoutuitslag van het gemaal.

De verkregen waarden zijn vermeld in tabel 3, 3e kolom. Door substitutie in verg.4 van deze waarden en die van het neerslagoverschot, de ingelaten hoeveelheid water en de chloridegehalten daarvan en van de kwel is een uitkomst verkregen voor de kwel in de diverse polders met uitzondering voor De Holle Mare.

Voor verg.1 kan ook worden geschreven:

$$N - E_w + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + I_{\infty} = A_{\infty} \quad (5)$$

waarin: K_1 t/m K_5 = de kwel in de verschillende polders uitgedrukt in mm over de bemalingseenheid ($K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 = K_{\infty}$).

Verg.5 is gebruikt voor het berekenen van de kwel in De Holle Mare. Deze volgt uit het verschil tussen de som van de kwel in de afdelingen: Zwartewaal; Vierpolders en Heenvliet West met de berekende kwel voor het totale bemalingsgebied. Binnen de Vierpolders is het gedeelte Derryvliet nog apart onderscheiden. De kweluitkomsten zijn weergegeven in tabel 3, kolommen 4 t/m 7.

Tabel 3. Gemiddeld chloridegehalte en kwel over 1973 en 1974.

	Opp. in ha	Chloridegeh. mg / l	Kwel in mm over			Bemalingsopp. per jaar
			Polderopp. p/jr.	p/mnd	p/dag	
Bemalingsgebied	1695	484	59,0	4,9	0,16	59,0
Zwartewaal	260	881	127,4	10,6	0,35	18,1
Vierpolders m.u.v.						
Derryvliet	933	312	34,4	2,9	0,09	19,0
Heenvliet West	448	484	58,8	4,9	0,16	14,4
De Holle Mare	56	484	189,5	15,8	0,52	5,8
Derryvliet	55	462	55,5	4,6	0,15	1,7

De kwel blijkt binnen de bemalingseenheid te variëren van ongeveer 0,1 mm / dag in de Vierpolders tot 0,5 mm / dag in De Holle Mare.

11. RESULTATEN SLOOTBEDDEBIETMETINGEN

Naast de uit de water- en zoutbalans berekende kwel is voor De Holle Mare getracht ook via een andere weg een inzicht in de kwel te verkrijgen. Hiertoe is op 11 plaatsen in de kreek (zie fig.4) het slootbeddebiëet gemeten en het chloridegehalte hiervan bepaald. Het slootbeddebiëet is de ondergrondse afstroming naar het open water van neerslag en kwel.

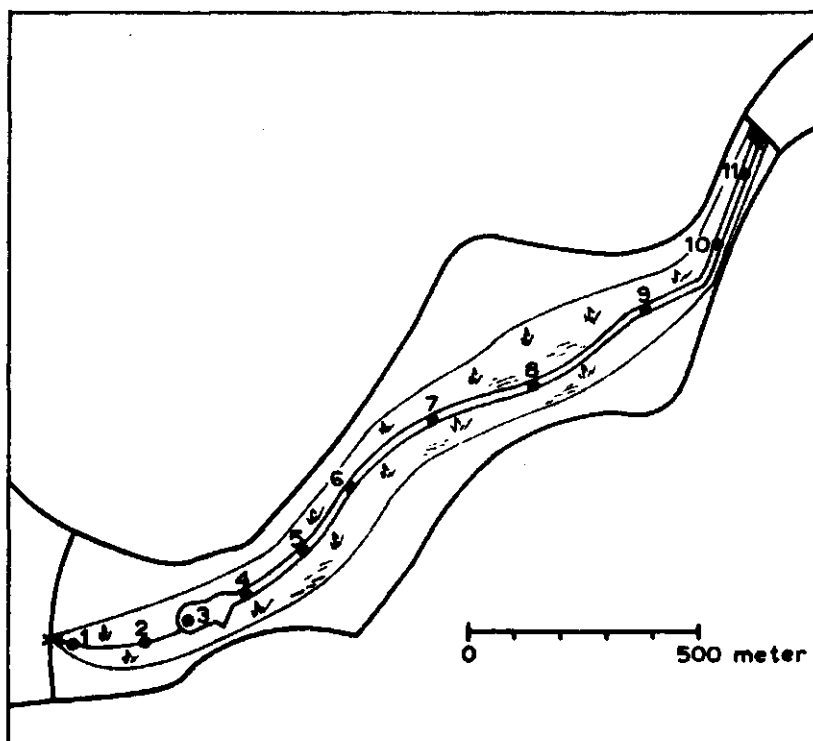


Fig.4. De Holle Marekreek.

Overzicht meetpunten van het slootbeddebiëet.

De metingen zijn uitgevoerd op 24 maart en 13 juni 1975 en gelden respectievelijk voor een natte en droge situatie. Wat betreft de plaats zijn de junimetingen geen zuivere herhalingen van de maart-metingen. De herhaling is op ongeveer dezelfde plaats gebeurd. De afstand tussen de maart- en junimeting is per plek niet meer dan enkele tientallen meters. Alle metingen

zijn in het midden van de kreek uitgevoerd.

Het resultaat van de metingen is weergegeven in tabel 4.

Gewoonlijk worden de uitkomsten opgegeven als flux per oppervlakte-eenheid van de bodem. Om vergelijking met de voorgaande gegevens gemakkelijker te maken zijn de resultaten hier uitgedrukt in mm over het polderoppervlak.

Tabel 4. Gemeten slootbeddebiet, chloridegehalte en zoutbezwaar in De Holle Mare.

Nr. meetp.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24 t/m 27 maart '75	Slootbeddebiet in mm / etm	6,3	0,6	1,4	1,9	1,0	1,1	2,6	0,3	1,2	3,4	7,7
	g Cl ⁻ / l	0,3	0,2	0,6	0,4	2,4	1,4	2,4	0,8	0,8	1,0	0,5
	kg Cl ⁻ /etm . ha	18,9	1,2	8,5	7,7	23,8	16,0	61,9	2,4	9,6	34,0	38,5
12 tot 13 juni '75	Slootbeddebiet in mm / etm	1,0	1,0	1,6	0,2	0,5	1,1	1,0	0,8	3,1	0,5	-
	g Cl ⁻ / l	0,8	0,7	2,3	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	-
	kg Cl ⁻ /etm . ha	8,0	7,0	37,3	2,0	4,5	8,8	9,0	7,2	27,9	5,0	-

Er blijken ten opzichte van de plaats vrij grote variaties in het debiet en het chloridegehalte voor te komen, iets wat ook bij metingen elders herhaaldelijk wordt geconstateerd. Als het gemiddelde van de metingen representatief wordt gesteld voor de gemiddelde afstroming van zout op het open water in De Holle Mare dan kan de gemiddelde kwel worden berekend met:

$$\bar{K}_p = \frac{\bar{Z}_p}{Cl_k} \quad (6)$$

Daar $Cl_k = 3,5 \text{ g Cl}^- / \text{l}$ en \bar{Z}_p de gemiddelde zoutbelasting is op de kreek waarvoor door middel van de in tabel 4 vermelde uitkomsten een waarde is gevonden van $16 \text{ kg Cl}^- / \text{etm} . \text{ha}$ volgt uit substitutie van deze gegevens in verg.6 een kwel van ca $0,5 \text{ mm} / \text{etm}$, een waarde die overeenkomt met de uit de water- en zoutbalans berekende kwel.

12. TE VERWACHTEN VERANDERINGEN IN HET CHLORIDEGEHALTE VAN HET OPEN WATER IN DE HOLLE MARE

12.1. Het chloridegehalte dat gemiddeld in 1973 en 1974 in de kreek zou zijn voorgekomen indien geen water uit andere polders op De Holle Mare was geloosd.

Het chloridegehalte van het door het gemaal uitgeslagen water is representatief voor het chloridegehalte van het open water in De Holle Mare. De hoeveelheden en gehalten van het polderwater die via de lozingspunten 1 t/m 4 naar De Holle Mare afstromen zijn voornamelijk bepalend voor het chloridegehalte in de kreek. Indien er geen polderwater op De Holle Marekreek was geloosd en er weer geen bergingsverandering over genoemde 2 jaren wordt verondersteld, kan met de volgende formule worden berekend wat dan het chloridegehalte gemiddeld over 1973 en 1974 zou zijn geweest:

$$\bar{Cl}_p = \frac{K_p Cl_k}{N - E_w + K_p} = \frac{189,5 \times 3500}{333 + 189,5} = 1269 \text{ mg Cl}^- / \text{l} \quad (7)$$

Volgens tabel 3 was het chloridegehalte onder de huidige omstandigheden 484 mg / l. Een vergelijking van beide gehalten maakt duidelijk dat de hier geschetste wijziging in het afwateringsstelsel een toename van de chloorconcentratie in de kreek zou veroorzaken.

12.2. De fluctuaties in het chloorgehalte van de kreek gezien op korte termijn.

In een gemiddeld jaar zal de gemiddelde hoeveelheid zout die met het polderwater wordt afgevoerd gelijk zijn aan de hoeveelheid zout die door de kwel wordt aangevoerd. Met andere woorden de afvoer aan zout bedraagt in dit geval 100 % van de invoer aan kwel.

Als gevolg van ongelijke neerslagverdeling en verdampingsverschillen zullen de chloridegehalten van het open water op korte termijn gezien nogal af kunnen wijken van het over 2 jaar berekende gemiddelde. De hoeveelheid zout die vanuit de percelen ondergronds naar het open water afstroomt is namelijk, indien geen water wordt ingelaten, in belangrijke mate bepalend voor de kwaliteit van dit open water. Deze zoutafstroming zal in de zomer als gevolg van de dan voorkomende lagere grondwaterstanden minder zijn dan de gemiddelde invoer aan zout in de bodem. In de natte maanden wordt het geborgen zout weer uitgespoeld. De zoutafvoer is dan meer dan 100 % van de kwelinvoer. Met welke intensiteit en in welke verhouding met de neerslag het zout tot afstroming komt is onder meer afhankelijk van de geo-hydrologische eigenschappen van de grond, verdamping, neerslagverdeling en intensiteit. Indien voor de polders binnen de bemalingseenheid deze factoren gelijkwaardig worden verondersteld dan is alleen de kwel de factor die de tussen de polders voorkomende onderlinge verschillen in de zoutafvoer kan veroorzaken. Van deze hypothese

is uitgegaan bij de hierna volgende berekeningen van maandelijks gemiddelde chloridegehalten van het open water in De Holle Mare die in 1973 en 1974 zouden zijn voorgekomen als geen water uit andere polders op dit gebied zou zijn geloosd en ook geen water vanuit het Brielse Meer was ingelaten.

Als uitgangsgegeven heeft gediend de in fig.5 afgebeelde relatie tussen de gemaalafvoer en de hoeveelheid uitgeslagen zout. Bij het trekken van de regressielijn is rekening gehouden met de invloeden van het ingelaten water. Uit de figuur blijkt dat de zoutafvoer toeneemt met een toename van de neerslagafvoer. De toename is echter niet lineair. Dit wijst er op dat het chloridegehalte van het polderwater bij toename van de afvoer lager wordt.

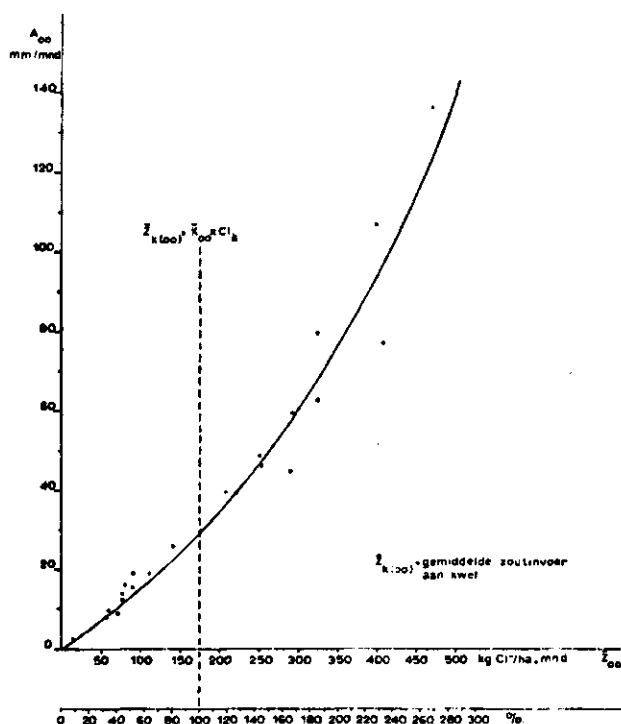


Fig.5. Relatie van door het gemaal uitgeslagen hoeveelheid polderwater met de zoutafvoer uitgedrukt in $\text{kg Cl}^- / \text{ha} \cdot \text{mnd}$ en in procenten van de gemiddelde kwel invoer.

In fig.5 is op de horizontale as een tweede schaal uitgezet die de zoutafvoer in procenten van de gemiddelde kwel weergeeft. Volgens tabel 3 is de kwel K_{oo} in het bemalingsgebied $4,9 \text{ mm} / \text{maand}$. Het chloridegehalte van de kwel Cl_k is $3,5 \text{ g} / \text{liter}$ en de zoutinvoer $Z_{k(oo)}$ derhalve $171,5 \text{ kg Cl}^- / \text{maand} \cdot \text{ha}$. De zoutafvoer die hieraan gelijk is, is in de figuur op 100% gesteld.

Bij de oorsprong van de grafiek in fig.5 is de zoutafvoer nul $\%$. De afstand

tussen de oorsprong en de 100 % is als maatstaf gebruikt voor het uitzetten van de procenten-schaal in fig.5. Aan de hand van de op deze wijze verkregen en voor het totale bemalingsgebied geldende relatie tussen de zoutafvoer in procenten van de gemiddelde kwelinvoer met de afvoer van polderwater in mm / mnd kan nu voor iedere polder binnen de bemalingseenheid dezelfde relatie worden vastgesteld. Dit is gedaan in fig.6 voor De Holle Mare. Allereerst is op de x-as een zoutschaal in kg uitgezet. De kwel in deze polder bedraagt volgens tabel 3 15,8 mm / mnd. Dit betekent een zoutinvoer van $158 \times 3,5 = 553 \text{ kg Cl}^- / \text{mnd} \cdot \text{ha}$. De zoutafvoer die hiermede overeenkomt is weer op 100 % gesteld. Aan de hand van de afstand tussen de oorsprong en het punt op de x-as waarmede deze 100 % samenvalt is de procenten-schaal uitgezet. Vervolgens zijn in fig.5 bij willekeurig gekozen zoutafvoer-percentages de bijbehorende afvoeren in mm afgelezen. Deze waarden gecorrigeerd op het verschil in kwelintensiteit van de bemalingseenheid en De Holle Mare zijn vervolgens in fig.6 op de y-as uitgezet tegen dezelfde zoutpercentages die voor aflezing van de afvoer (A_{00}) in fig.5 zijn gebruikt. Door de aldus verkregen punten is de regressielijn getrokken. Van de hoeveelheid polderwater die wordt afgevoerd is namelijk aangenomen dat deze identiek is gerelateerd aan de procentuele zoutafvoer als is vastgesteld voor de bemalingseenheid (fig.5). Met dien verstande dat de afgevoerde hoeveelheid polderwater in fig.6 evenredig is toegenomen met de toename van de kwel.

Met behulp van de in tabel 1 vermelde gegevens betreffende de via het ge-
maal afgevoerde hoeveelheid water en de chloorconcentraties daarvan is de
zoutafvoer in $\text{kg Cl}^- / \text{ha} \cdot \text{mnd}$ berekend (tabel 5, kolom 2). Vervolgens
zijn deze gegevens gecorrigeerd op de ingelaten hoeveelheid zout, waarbij
in het tijdvak van 15 april t/m 15 aug. een gemiddelde inlaat van 12 mm /
mnd met een chloridegehalte van 0,22 g / liter in mindering is gebracht
(tabel 5, kolom 3). In kolom 4 van de tabel is de gecorrigeerde zoutafvoer
uitgedrukt in procenten van de gemiddelde invoer aan zoute kwel. Met behulp
van dit percentage is vervolgens in fig.6 de afvoer van zout polderwater
afgelezen. De aldus verkregen gegevens staan respectievelijk vermeld in de
kolommen 5 en 6 van tabel 5. Door deling van deze waarden is het chloridege-
halte van het polderwater berekend (kolom 7). De chloridegehalten zouden in-
dien geen water vanuit de andere polders op De Holle Mare was geloosd in
1973 en 1974 volgens tabel 5 geschommeld hebben tussen de 0,8 en $1,9 \text{ Cl}^- / \text{l}$.

Tabel 5. Op inlaat gecorrigeerde zoutafvoeren via het gemaal en de afgeleide zoutafvoer en chloridegehalte voor De Holle Mare bij een gewijzigde afwatering.

1	2 Afvoer van het gemaal			4	5 Afvoer van De Holle Mare			8
	3	3	in % van de gemiddelde invoer aan kwel		6	7	chloridegehalte	
	Z _{oo} kg Cl ⁻ / ha	Z _{oo} gecorrigeerd op inlaat		Z _{p(HM)} kg Cl ⁻ /ha	A _{p(HM)} polderwater mm	mg / liter zonder inlaat	liter met inlaat	
1973								
jan.	134	134	78,2	432	31	1,4	1,4	
febr.	293	293	170,7	944	90	1,1	1,1	
mrt.	80	80	46,5	257	16	1,6	1,6	
april	104	91	53,0	293	19	1,5	1,0	
mei	74	48	27,9	154	9	1,7	0,6	
juni	70	44	25,4	140	8,5	1,7	0,4	
juli	54	28	16,2	90	5	1,8	0,3	
aug.	57	30	17,6	97	5,5	1,9	0,3	
sept.	89	76	44,1	244	15,5	1,5	0,4	
okt.	251	251	146,2	808	71	1,1	0,7	
nov.	291	291	169,8	939	88	1,1	0,9	
dec.	407	407	237,4	1313	145	0,9	0,9	
1974								
jan.	253		147,6	816	72	1,1	1,1	
febr.	207		120,8	986	94	1,1	1,1	
mrt.	221		128,9	713	59,5	1,2	1,2	
april	54	42	24,5	135	8	1,7	1,1	
mei	56	30	17,2	95	5,5	1,7	0,6	
juni	14	0	0	0	0	1,9 ^x	0,4	
juli	76	37	21,4	118	7	1,7	0,3	
aug.	89	63	36,4	201	12	1,7	0,3	
sept.	322	309	179,9	995	99	1,0	0,6	
okt.	470		273,8	1514	177	0,9	0,8	
nov.	399		332,7	1840	232	0,8	0,8	
dec.	322		187,8	1039	103	1,0	1,0	

^x Wegens het ontbreken van afvoer berekend aan de hand van een open wateroppervlakte van 30 % met een gemiddelde diepte van 0,30 m.

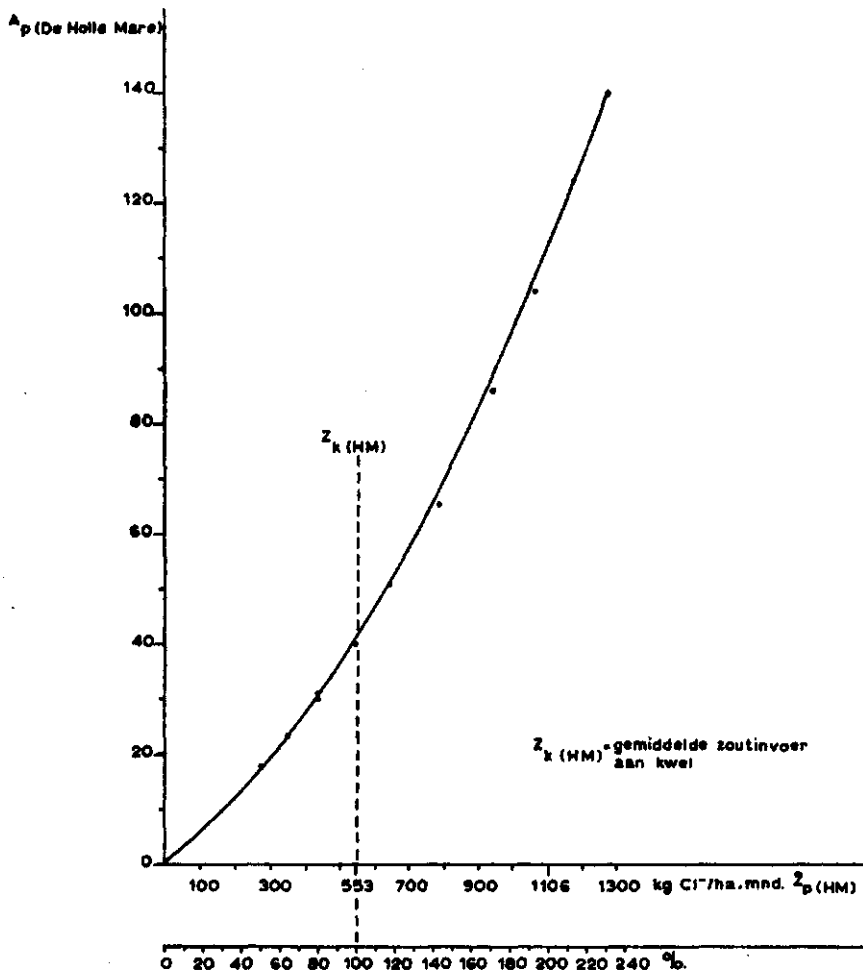


Fig.6. Van fig.5 voor De Holle Mare afgeleide relatie tussen afvoer polderwater en zoutafvoer uitgedrukt in $\text{kg Cl}^- / \text{ha} . \text{mnd}$ en in procenten van de gemiddelde invoer aan kwel.

Volgens tabel 1 (kolommen 4 en 11), variëren de chloridegehalten van het polderwater in De Holle Mare onder de huidige omstandigheden van 0,3 tot 0,8 g $\text{Cl}^- / \text{liter}$. Hieruit wordt wel duidelijk dat ook gedifferentieerd per maand de zoutconcentratie van het water in De Holle Mare ten gevolge van de gewijzigde afwatering beduidend zal toenemen als geen water vanuit het Brielse Meer wordt ingelaten.

13. HET EFFECT VAN HET INLATEN VAN WATER OP HET CHLORIDEGEHALTE

In de nieuwe situatie die ontstaat door de ruilverkaveling wordt gedacht aan waterinlaat, via de gemeenschappelijke boezem De Holle Mare, voor ca 650 ha er achter liggend land. Het hiervoor benodigde water zal gedurende het groeiseizoen vanuit het Brielse Meer bij het oude gemaal in De Holle Mare worden

ingelaten en aan de westzijde bij Derryvliet de boezem verlaten. Ten gevolge hiervan zal de zoutconcentratie in De Holle Mare veranderen. Over de mate van beïnvloeding kan een indicatie worden verkregen door berekening van de chloridegehalten die in 1973 en 1974 zouden zijn voorgekomen indien tijdens die jaren gedurende het groeiseizoen water was ingelaten en geen lozing uit de andere polders op De Holle Mare had plaatsgevonden. Door de berekeningen uit te voeren voor genoemde jaren, waarvan concrete gegevens inzake polderwater en zoutafvoer bekend zijn, worden moeilijk vast te stellen invloeden op de zoutbalans zoals -ongelijke neerslagverdeling, -intensiteit, -voorgeschiedenis, -nauwlijng en dergelijke geëlimineerd. Aangenomen mag worden dat het chloridegehalte van het water in de kreek gelijk is aan dat van het afgevoerde water ($Cl_p = Cl_o$).

Wordt voorts gesteld dat:

- gedurende de inlaatperiode een constant kreekpeil wordt gehandhaafd;
- een volledige vermenging van het ingelaten water met het polderwater plaatsvindt;
- open wateroppervlakte in De Holle Mare = 30 % (16 ha) en gemiddelde diepte = 0,30 m;
- inlaatperiode 15 april begint en 15 september eindigt;
- intensiteit inlaat = 12 mm / maand;
- chloridegehalte ingelaten water = 0,22 g / liter;
- door te spoelen oppervlakte = 650 ha,

dan kan het chloridegehalte aan het eind van elke maand ter plaatse van het lozingspunt berekend worden met:

$$\bar{Cl}_p = \frac{Z_o + Z_i + Z_p (HM)}{V_o + Q_i + Q_p (HM)} \quad (8)$$

waarbij: V_o = waterinhoud van De Holle Marekreek = 48000 m³;

Q_i = hoeveelheid per maand ingelaten water in m³ = 650 x 12 x 10 = 78000 m³.

Voor de maanden april en september geldt de helft van deze hoeveelheid;

$Q_p (HM)$ = het aandeel van De Holle Mare in de afvoer van polderwater in 1973 en 1974 in m³ / maand = 10 F . A_p . Hierbij is F de boezemoppervlakte in ha en A_p de in tabel 5, kolom 6 vermelde afvoer in mm;

Z_o = zoutinhoud kreek in kg Cl⁻ = $V_o \times Cl_o$;

Z_i = ingelaten hoeveelheid zout = $Q_i \times Cl_i = 17160 \text{ kg Cl}^- / \text{ maand}$.

Voor de maanden april en september geldt de helft van deze hoeveelheid.

$Z_p \text{ (HM)}$ = het aandeel van De Holle Mare in de zoutafvoer in 1973 en 1974 in $\text{kg Cl}^- = Q_p \text{ (HM)} \times Cl_p \text{ (HM)}$, waarbij $Cl_p \text{ (HM)} = Cl_o$.

De berekening is gestart met april 1973, de maand waarin begonnen werd met het inlaten van water. Op deze wijze is een chloridegehalte verkregen dat geldt voor het einde van april. Dit gegeven heeft weer gediend voor berekening van Z_o en Z_p in mei. Q_p (mei) is afgeleid uit kolom 6 van tabel 5. Daar V_o , Q_i en Z_i als constant worden beschouwd is door substitutie van de verkregen waarden in verg. 8 vervolgens \bar{Cl}_p (mei) berekend. Dit gegeven is weer gebruikt voor de berekening van \bar{Cl}_p (juni) en zo vervolgens voor de daarop volgende maanden. De resultaten zijn weergegeven in kolom 8 van tabel 5. Het blijkt dat onder invloed van de inlaat, het zoutgehalte van het water in De Holle Marekreek in de zomer aanzienlijk daalt en geleidelijk het zoutgehalte van het ingelaten water benadert. De hoge concentraties komen nu in de winter en het voorjaar voor, die wegens het ontbreken van inlaat onveranderd uit kolom 7 zijn overgenomen. Gedurende beide jaren zou het chloridegehalte geschommeld hebben tussen 0,3 en 1,6 g Cl^- / l .

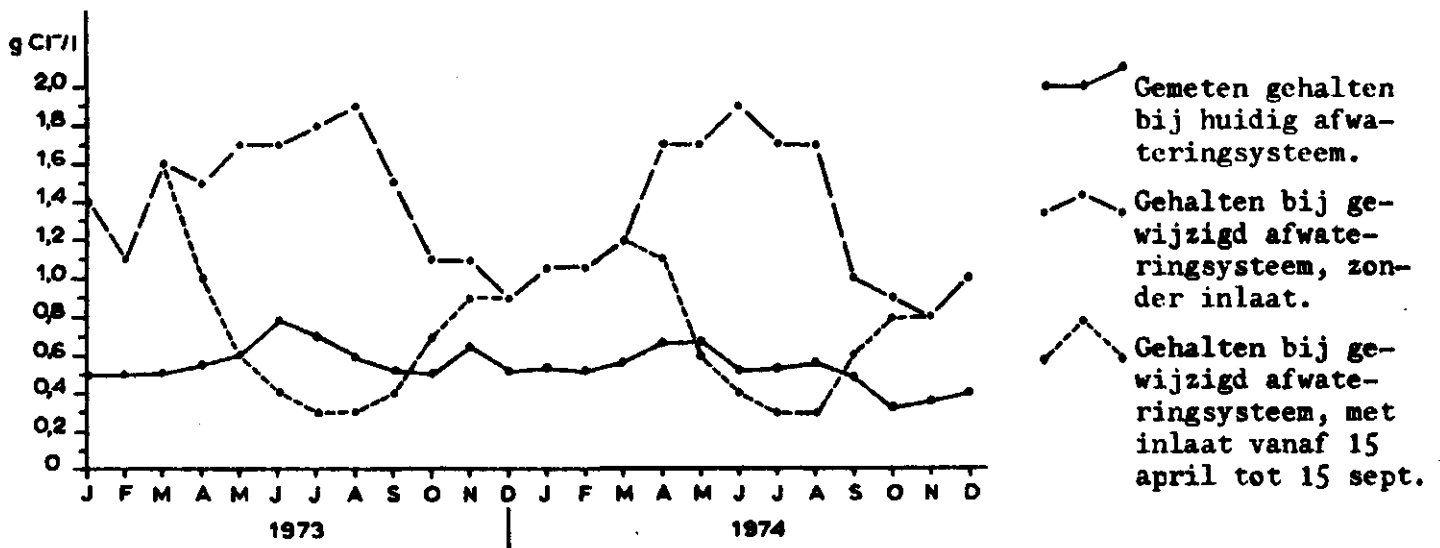


Fig.7. Het chloridegehalte in de kreek van De Holle Mare.

In fig.7 is nog eens een vergelijkend overzicht gegeven van de chloorconcentraties die in de kreek in 1973 en 1974 zijn voorgekomen en de berekende waarden, die zouden zijn voorgekomen bij het veronderstelde gewijzigde afwateringsstelsel.

14. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Aan de hand van de water- en zoutbalans en door middel van slootbeddebietmetingen is een inzicht verkregen inzake de kwelintensiteit en de zoutbelasting in de polders van de bemalingseenheid. Door gebruikmaking van de ter beschikking staande maalgegevens van 1973 en 1974 kon voor het bemalingsgebied de relatie worden vastgelegd tussen afvoer van polderwater en zout. Uitgaande van de veronderstelling dat de factoren die deze relatie beïnvloeden met uitzondering van de kwel voor de polders binnen de bemalingseenheid gelijkwaardig zijn, kon vervolgens de relatie tussen afvoer van polderwater en zout worden afgeleid voor De Holle Mare. Op deze wijze zijn de chloridegehalten van De Holle Marekreek berekend die in 1973 en 1974 zouden zijn voorgekomen als in die jaren de geplande wijziging in het afwateringsstelsel reeds was gerealiseerd. Daar overwogen wordt om in de nieuwe situatie water uit het Brielse Meer ter hoogte van het huidige gemaal in De Holle Mare in te laten voor doorspoeling van een aantal achterliggende polders met een totale oppervlakte van 650 ha is tevens nagegaan wat het effect hiervan op het zoutgehalte van het open water in De Holle Mare zou zijn. Een en ander is weergegeven in tabel 5 terwijl fig.7 een vergelijkend overzicht met de huidige situatie geeft. De figuur illustreert duidelijk de verschillen in fluctuaties. Bij het huidige afwateringsstelsel varieerden de maandgemiddelden van ruim 0,3 tot bijna 0,8 g Cl⁻ / l. Bij het in het kader van de ruilverkaveling geplande afwateringsstelsel zou het zoutgehalte aanzienlijk hoger liggen en hebben geschommeld tussen 0,8 en 1,9 g Cl⁻ / l. Indien voor doorspoeling van het achterliggende gebied gedurende het groeiseizoen water wordt ingelaten dan wordt de kwaliteit van het open water in De Holle Mare hierdoor in belangrijke mate bepaald. Het zoutgehalte benadert in dat geval geleidelijk dat van het ingelaten water. Gelet op dit gegeven zou men bij de uitvoering van het nieuwe afwateringsplan kunnen overwegen voorzieningen te treffen, die het mogelijk maken de inlaat van water te regelen,

afhankelijk van het gewenste chloridegehalte in de kreek.

Het proces van zoutuitspoeling en vermenging met neerslag is vrij gecompliceerd en sterk variabele factoren spelen hierin een rol. Deels is dat in de berekening ondervangen door deze toe te passen op de 2 jaren waarvoor ook de relatie afvoer polderwater en zout is vastgelegd. Hierdoor zijn de niet te onderschatten invloeden van de mate van zoutuitspoeling in de voorafgaande periode geëlimineerd. Voorts is gemakshalve een volledige vermenging van het ingelaten water met het polderwater verondersteld. In de praktijk zal meestal geen totale vermenging plaatsvinden. Nabij de bodem zal men op vele plaatsen hogere zoutgehalten aantreffen dan aan de oppervlakte van het open water. De voor het chloridegehalte berekende waarden hebben betrekking op het lozingspunt van De Holle Mare. Dichter bij het inlaatpunt zal men dan ook lagere concentraties kunnen verwachten.