

Een prognose van de hoeveelheid in te laten zoet water ter ont-
ziltig van de polderleidingen in het afwateringsgebied 't Sas
(Schouwen) na de verzoeting van het toekomstige Deltameer

B. van der Weerd

Inleiding

Het verkrijgen van een inzicht over de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater voor het terugdringen van de zoutconcentratie van het polderwater tot een voor agrarische doeleinden aanvaardbare grens is gewenst omdat met behulp van dit gegeven een conclusie kan worden getrokken of doorspoeling van een polder of gedeelten hiervan technisch uitvoerbaar en economisch verantwoord is. Het zal namelijk niet bij alle polders mogelijk zijn het polderwater zodanig te ontzilten, dat het bruikbaar wordt voor de gewenste doeleinden.

De mate van ontziltig hangt van verschillende factoren af, te weten:

- 1) de hoeveelheid doorspoelingswater
- 2) het zoutgehalte van het doorspoelingswater
- 3) de intensiteit van de slootkwel
- 4) het zoutgehalte van het kwelwater.

Ten aanzien van deze vier factoren dient het volgende te worden bedacht:

1. De hoeveelheid in te laten doorspoelingswater zal niet onbeperkt kunnen worden opgevoerd, maar afhankelijk zijn van de capaciteit van het leidingenstelsel en de bereidheid de toenemende kosten van uitmalen van het doorspoelingswater te aanvaarden.

2. Het zoutgehalte van het doorspoelingswater zal afhankelijk zijn van de mate van verzoeting van het toekomstige Deltameer.
3. De intensiteit van de kwel hangt van vele factoren af en varieert van plaats tot plaats.
4. Het zoutgehalte van het kwelwater hangt nauw samen met het zoutgehalte van het diepe grondwater.

Indien reële waarden kunnen worden verkregen over de kwelintensiteit en het zoutgehalte van het kwelwater, dan is het mogelijk de hoeveelheid doorspoelingswater die nodig is om het zoutgehalte van het polderwater tot de gewenste limiet terug te dringen, te berekenen.

In deze nota wordt achtereenvolgens behandeld op welke wijze het onderzoek naar de kwelintensiteit en het zoutgehalte van de kwel is uitgevoerd, tot welke resultaten dit heeft geleid en hoe de verkregen gegevens zijn gebruikt voor het berekenen van de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater. De uiteindelijk verkregen uitkomsten kunnen vervolgens als richtlijn dienen bij het ontwerpen van een doorspoelingsplan waarbij zo nodig aan de hand van de bijgevoegde overzichtskaarten wijzigingen en technische voorzieningen in het bestaande leidingenstelsel kunnen worden aangebracht.

Methode van onderzoek

Indien uitgegaan wordt van volledige vermenging van het doorspoelingswater met het kwel- en polderwater, kan de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater berekend worden met de formule:

$$Q_i = \frac{Q_k (c_k - c)}{c - c_i} \quad (1)$$

Hierbij is:

Q_i = hoeveelheid doorspoelingswater in m^3 /etmaal

Q_k = hoeveelheid kwel in m^3 /etmaal

c_k = chloridegehalte kwelwater in grammen Cl^- /liter

c_i = chloridegehalte doorspoelingswater in grammen Cl^- /liter

c = chloridegehalte van het polderwater na doorspoeling.

Bij invoeging van de tijdsfactor is kennis van de open waterberging eveneens noodzakelijk. Door middel van een berekening op grond van een differentiaal vergelijking wordt de volgende vergelijking verkregen (VAN 't LEVEN, 1961):

$$c = \frac{Q_i c_i + Q_k c_k}{Q_i + Q_k} + \left(c_o - \frac{Q_i c_i + Q_k c_k}{Q_i + Q_k} \right) e^{-\frac{Q_i + Q_k}{V} t} \quad (2)$$

Hierbij is:

V = in de sloten geborgen hoeveelheid water in m^3

t = aantal dagen, dat doorspoeling nodig is om het chloridegehalte tot het gewenste limiet terug te brengen

c_o = chloridegehalte van het polderwater vóór de doorspoeling.

Voor het berekenen van de hoeveelheid doorspoelingswater benodigd voor het terugdringen van het zoutgehalte van het polderwater tot een te stellen limiet, kan worden volstaan met vergelijking (1). Hiervoor is een inzicht noodzakelijk over het chloridegehalte van het doorspoelings- en kwelwater, alsmede over de kwelintensiteit.

Chloridegehalte doorspoelingswater (c_i)

Aan de hand van de verwachtingen is bij dit onderzoek verondersteld dat het chloridegehalte van het water in het toekomstige Deltameer 300 mg zal bedragen.

Kwel (Q_k)

Recente onderzoeken hebben bevestigd wat voordien ook reeds werd vermoed, dat de kwel- en zoutbelasting dient te worden onderscheiden in de hoeveelheid die via de drains op de sloten komt en de hoeveelheid die rechtstreeks via de slootbodem binnenkomt (VAN DER WEERD, 1962). In de zomer heeft men in het algemeen alleen met het laatste te maken. Gedurende de herfst, de winter en het vroege voorjaar zal met het oog op het gevaar van waterover-

last geen doorspoeling kunnen plaatsvinden en ook minder noodzakelijk zijn. Voor dit onderzoek is dan ook vooral de slootkwel van belang.

Voor het verzamelen van de gegevens over het slootdebiet is gebruik gemaakt van slootkwelmeters. (zie voor een beschrijving van deze apparatuur, VAN DER WEERD, 1962)

Uitvoering van het veldonderzoek

In mei en juni 1963 zijn in het onderzoeksgebied, dat een oppervlakte heeft van ongeveer 2200 ha, op 480 verschillende plaatsen in de sloten kwelmetingen uitgevoerd. Gelijktijdig met de slootkwelmetingen zijn monsters genomen van het kwelwater ter bepaling van het chloridegehalte.

Voor het berekenen van de kwelintensiteit en het zoutbezwaar in respectievelijk m^3/etmaal en $\text{kg Cl}^-/\text{etmaal}$ is kennis van de natte slootbodempervlakte noodzakelijk. In verband hiermede is ter plaatse waar de kwelmetingen zijn uitgevoerd de natte slootbodembreedte gemeten.

Resultaten van het onderzoek

De slootkwel (Q_k)

De resultaten van de slootkwelmetingen zijn weergegeven op de kaart van fig. 1. De slootkwelintensiteit is hier uitgedrukt in mm/etmaal of $\text{m}^3/1000 \text{ m}^2$ nat slootbodempervlak/ etmaal .

Tussen de gemeten waarden zijn lijnen van gelijke kwelintensiteit geïnterpoleerd, waardoor verschillende intensiteitsklassen zijn ontstaan. Uit het kaartbeeld blijkt, wat ook reeds voor andere gebieden is gevonden, dat er een grote variatie in kwelintensiteit op zeer korte afstand kan optreden. De meeste kwel blijkt voor te komen in de Nieuw Bommeneepolder.

Chloridegehalte van het kwelwater

Een overzicht van de gemeten chloridegehalten wordt weergegeven in fig. 2. Tussen de waarnemingen zijn isohalinen geïnterpoleerd. De hoge

zoutconcentraties worden vooral aangetroffen in het noordelijk deel van het bemalingsgebied, in het oostelijk deel van de polder Noordgouwe (onderbemaling) en in de Gouweveerpolder.

Gemiddelden van de kwel, chloridegehalten en het zoutbezwaar per leidinggedeelte

De kaarten in fig. 1 en 2 geven een duidelijk overzicht van de bestaande toestand. Zij zijn echter minder geschikt voor rechtstreeks gebruik bij de berekening van de hoeveelheid doorspoelingswater. Bij doorspoeling van de sloten en leidingen is het immers vooral van belang voor elke sloot te kunnen voorspellen wat het gevolg van doorspoeling zal zijn en hoeveel water daartoe beschikbaar moet zijn.

Van belang is het daarom van de door te spoelen leidinggedeelten de gemiddelde kwel en het gemiddelde zoutbezwaar te kennen. In verband hiermee zijn overzichten gemaakt van de gemiddelde kwel, het gemiddelde chloridegehalte en het gemiddelde zoutbezwaar per leidinggedeelte. De gemiddelde kwel is uitgedrukt in mm/etm of $m^3/1000 m^2$ nat slootbodoppervlak (fig. 3). Het produkt van de tussen haakjes aangegeven omrekeningsfactor met de kwelwaarde geeft de werkelijke kwel in $m^3/etmaal$ in het betreffende leidinggedeelte.* Het gemiddelde chloridegehalte in gr $Cl^-/1$ per leidinggedeelte is weergegeven in fig. 4. Uit het produkt van de gemiddelde kwel op fig. 3 met het gemiddeld chloridegehalte weergegeven op fig. 4 is een relatieve waarde verkregen voor het gemiddelde zoutbezwaar per leidinggedeelte in kg $Cl^-/etmaal$ (fig. 5). Door vermenigvuldiging met de omrekeningsfactor wordt het werkelijke zoutbezwaar verkregen.

Verwerking van de resultaten

Met de op deze wijze verkregen gegevens zijn per poldereenheid de hoeveelheden doorspoelingswater berekend, die bij de huidige toestand nodig zouden zijn om het chloridegehalte van het polderwater tot de gewenste limiet terug te brengen. De berekeningen zijn voor verschillende waarden van laatstgenoemd gegeven uitgevoerd. De samenhang tussen de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater en het uiteindelijk gemiddelde chloridegehalte van het

* De omrekeningsfactor geeft het natte oppervlak van het leidingvak - lengte maal slootbreedte - in $1000 m^2$ aan.

polderwater is vervolgens per polder grafisch weergegeven.

Voor iedere polder is daarna in de grafiek het punt bepaald waar verhoging van de hoeveelheid doorspoelwater geen noemenswaardige verandering meer in de zoutconcentratie van het polderwater veroorzaakt. Voor dit punt is berekend hoeveel dagen er doorgespoeld moet worden alvorens de zoutconcentratie van het polderwater tot het aangegeven chloridegehalte is teruggebracht, indien 10% meer dan de berekende hoeveelheid doorspoelingswater wordt ingelaten.

Omdat namelijk bij de berekening van de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater is gebruik gemaakt van formule (1) en deze gebaseerd is op $t = \infty$, dient om de zoutconcentratie van het polderwater tot de gewenste limiet te kunnen terugdringen een toeslag op de berekende hoeveelheid doorspoelingswater te worden gegeven. Deze extra hoeveelheid is alleen nodig tot het moment dat het polderwater de gewenste zoutconcentratie heeft verkregen.

Voor de berekening is t uit formule (2) afgeleid:

$$t = \frac{\log \frac{c - A}{c_0 - A}}{-B \log e} \quad (3)$$

Hierbij is:

t = aantal doorspoelingsdagen nodig om het zoutgehalte van het polderwater tot de gewenste limiet terug te brengen

c = gewenste chloridegehalte van het polderwater

c_0 = chloridegehalte van het polderwater vóór de doorspoeling

$$A = \frac{Q_i c_i + Q_k c_k}{Q_i + Q_k}$$

$$B = \frac{Q_i + Q_k}{V}$$

V = in de sloten geborgen hoeveelheid water in m^3 /etmaal

Bij het berekenen van V is verondersteld dat de gemiddelde waterdiepte van leidingen, kavel- en wegsloten 0,50 m is. Voorts is gesteld dat $c_0 = c_k$. De totale natte slootbodempoppervlakte per polder is verkregen door sommatie van de omrekeningsfactor x 1000 (fig. 3). Eveneens is met behulp van de

gegevens van deze kaart het totale slootdebiet per polder berekend. Het totale slootdebiet is de som van de produkten van omrekeningsfactor met slootdebiet/1000 m² nat slootbodempoppervlak.

Het totale zoutbezwaar per polder is verkregen uit de overzichtskaart van het zoutbezwaar/1000 m² nat slootbodempoppervlak per leidinggedeelte (fig. 5) en vormt de som van de produkten van dit gegeven met de bijbehorende omrekeningsfactor.

Om een vergelijking mogelijk te maken van het bij de berekening gebruikte gemiddelde slootdebiet met dat van de overzichtskaart van fig. 3 is het bij de berekening van de hoeveelheid doorspoeling gebruikte gegeven over het slootdebiet ook omgerekend in een voor de betreffende polder gemiddeld slootdebiet per 1000 m² nat slootbodempoppervlak. Aan de hand van een vergelijking van deze gegevens en die van het bij de berekening gebruikte gemiddelde chloridegehalte met het chloridegehalte van een bepaald leidinggedeelte (fig. 4) kan worden vastgesteld welk leidinggedeelte meer en welk leidinggedeelte minder doorspoelingswater nodig heeft dan de berekende hoeveelheid.

Bemalingsgebied 't Sas

Door sommatie van de per polder berekende gegevens kan een indruk worden verkregen over de totale slootkwel, het totale zoutbezwaar via de slootbodempoppervlak en de hoeveelheid doorspoelingswater die voor het bemalingsgebied nodig is om het chloridegehalte van het polderwater tot de in de bijlagen vermelde concentraties terug te brengen.

Naam polder	Slootkwel in m ³ /etm	Zoutbezwaar via slootb. in kg Cl ⁻ /etmaal	Benodigde hoef. doorspoelings- water in m ³ /etm
Borrebrood *	94	1054	1955
Nw. Bommenee	592	4928	8019
Bloois en Oud Bommenee	459	4476	6809
Zonnemaire (ged.)	182	712	3094
Noordgouwe	767	2339	10355
Kleine polders	353	1949	4235
Groot Bettewaarde	121	391	2215
Gouweveer	464	4069	6104
Totale bemalingsopp.	3000 = 0,14 mm/etm	20000	43000 = 2 mm/etmaal

* met uitsluiting van de grote kreek

Samenvatting en conclusie

Door op uitgebreide schaal slootkwelmetingen en zoutgehaltebepalingen van het kwelwater te verrichten, alsmede door het meten van de natte slootbodembreedten kon in het onderzoeksgebied voor elke polder de hoeveelheid doorspoelingswater worden berekend, die nodig is om de zoutconcentratie van het polderwater tot een bepaalde limiet terug te brengen. Bij de berekeningen is aangenomen, dat het na de afdamming van de zeearmen ontstane en eenmaal verzoete Deltameer niet meer dan 300 mg $\text{Cl}^-/1$ zal bevatten,

De samenhang tussen de hoeveelheid doorspoelingswater en het uiteindelijke chloridegehalte van het polderwater is voor elke polder grafisch weergegeven. Met behulp van deze grafieken is het punt bepaald waar verhoging van de hoeveelheid doorspoelingswater weinig effect meer heeft op de zoutconcentratie van het polderwater. Voor de met dit punt corresponderende hoeveelheid doorspoelingswater en chloridegehalte van het polderwater is het aantal dagen van doorspoeling berekend, dat nodig is om dit zoutgehalte te bereiken, indien gedurende deze tijd de doorspoeling met 10% wordt opgevoerd. Deze 10% is willekeurig gekozen en dient, waar de berekeningen daarvoor aanleiding geven, eventueel te worden verhoogd. Een samenvattend overzicht van genoemde hoeveelheid doorspoelingswater en het daarmee corresponderende chloridegehalte alsmede van het aantal dagen dat nodig is om met 110% van de vermelde hoeveelheid het chloridegehalte van het polderwater tot het eveneens vermelde gehalte terug te brengen, wordt weergegeven op de kaart van fig. 6.

Het blijkt dat bij de huidige situatie alleen in de polders Zonnemaire (ged.), Noordgouwe en Groot Bettewaarde het chloridegehalte van het polderwater tot 0,5 gr $\text{Cl}^-/1$ of minder kan worden teruggebracht. De grote leidingen in de Kleine polders zijn er de oorzaak van, dat hier het chloridegehalte maar tot 0,7 gr $\text{Cl}^-/1$ kan worden gereduceerd. In de overige polders van het bemalingsgebied ligt de zoutconcentratie van het polderwater na de doorspoeling tussen 0,8 en 0,9 gr $\text{Cl}^-/1$. Indien in de polder Nieuw Bommenee de grote kreek eveneens in de doorspoeling werd opgenomen zou het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater niet beneden 1,3 gr $\text{Cl}^-/1$ dalen.

Het aantal dagen van doorspoeling, nodig om het chloridegehalte tot de vermelde limiet terug te brengen, ligt voor alle polders met uitzondering van de Kleine polders tussen 11 en 18 dagen. In de Kleine polders zou het een maand duren alvorens het gewenste zoutgehalte is bereikt. Bij het beoordelen van de getalwaarden voor de doorspoelingsduur, nodig om een bepaalde achterstand in te halen, moet men wel duidelijk voor ogen houden wat de rekenmethode uitwijst en wat de uitkomsten betekenen. De uitkomst geeft aan wat gemiddeld gebeurt over het gehele gebied, waarvan men de zoutbezwaarcijfers in de berekening betrok. Is dit de gehele polder, dan wil het zeggen dat het zoutgehalte vanaf het inlaatpunt tot het uitlaatpunt de gewenste waarde zal bezitten. De doorspoeling bij het inlaatpunt zal echter reeds veel eerder plaats hebben gevonden. Het aantal dagen van doorspoeling, ten bedrage van 11 tot 18 voor de gehele polder, zal voor het bovineind van de polder slechts enkele dagen bedragen. Hoe de lijn van voldoende doorgespoeld zijn van dag tot dag zich door de polder beweegt, volgt niet uit het berekende getal. Een lange duur, eer het uitlaatpunt door deze lijn bereikt wordt, wil niet zeggen dat een voldoende groot deel van de polder niet na redelijke tijd al voldoende ontzilt is.

Bij het vervaardigen van de overzichtskaarten van de gemiddelde kwel, het chloridegehalte en de natte slootbodempoppervlakte per leidinggedeelte zijn de leidinggedeelten zodanig gekozen dat ze de mogelijkheid openhouden een bepaald gedeelte van doorspoeling uit te sluiten. Dit kan bijvoorbeeld nodig zijn indien uit de overzichtskaarten blijkt, dat het betreffende stuk een extravagante zoutbelasting heeft.

Bij het berekenen van de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater is geen rekening gehouden met de al of niet praktische uitvoerbaarheid. De opzet van dit onderzoek is geweest de eerste basisgegevens te leveren voor de verdere uitwerking van een doorspoelingsplan.

De in deze nota vastgelegde gegevens kunnen een steun zijn voor het bepalen van de te volgen methodiek bij het doorspoelen van de polders. Voorts wordt het thans mogelijk aan de hand van de verkregen uitkomsten en de overzichtskaarten vast te stellen welke polders of gedeelten hiervan van doorspoeling uitgesloten moeten worden en indien soms plaatselijk nieuwe leidingen moeten worden gegraven, waar deze dan het beste kunnen worden geprojecteerd.

Indien tenslotte een vrijwel definitief doorspoelingsplan is uitgewerkt, dat ook voldoet aan de eisen van praktische uitvoerbaarheid, dan zal aan de hand van dit plan nogmaals moeten worden bepaald: het chloridegehalte tot waar de zoutconcentratie van het polderwater kan worden teruggebracht en de hoeveelheid doorspoelingswater, die nodig is om deze limiet te bereiken. In deze laatste fase van het onderzoek kan dan ook neerslag en verdamping en de te verwachten waterbehoefte in de berekeningen worden betrokken.

Verklaring van gebruikte symbolen

Q_i = benodigde hoeveelheid doorspoelingswater in m^3/etm

Q_k = slootkwel in m^3/etm

c_o = chloridegehalte van het polderwater in $gr Cl^-/l$ vóór de doorspoeling

c = chloridegehalte van het polderwater in $gr Cl^-/l$ na de doorspoeling

c_k = chloridegehalte van het kwelwater in $gr Cl^-/l$

c_i = chloridegehalte van het doorspoelingswater in $gr Cl^-/l$

V = in de open leidingen geborgen hoeveelheid water in m^3

t = aantal dagen dat doorspoeling nodig is alvorens de zoutconcentratie de gewenste limiet heeft bereikt

Substituties:

$$A = \frac{Q_i c_i + Q_k c_k}{Q_i + Q_k}$$

$$B = \frac{Q_i + Q_k}{V}$$

Literatuur

LEVEN, J.A. VAN 't. 1961. Doorspoeling van zoute polderwaterleidingen.
Nota 105 I. C. W.

WEERD, B. VAN DER. 1962. Een benaderingsmethodiek voor het bepalen en lokaliseren van zoute kwel en de toepassing hiervan op het onderbemalingsgebied Prunje. Nota 146 I. C. W.

fig. 2

BEMALINGSGEBIED GEMAAL „t SAS”

Chloridegehalte van de slootkwel in gr.Cl⁻/l

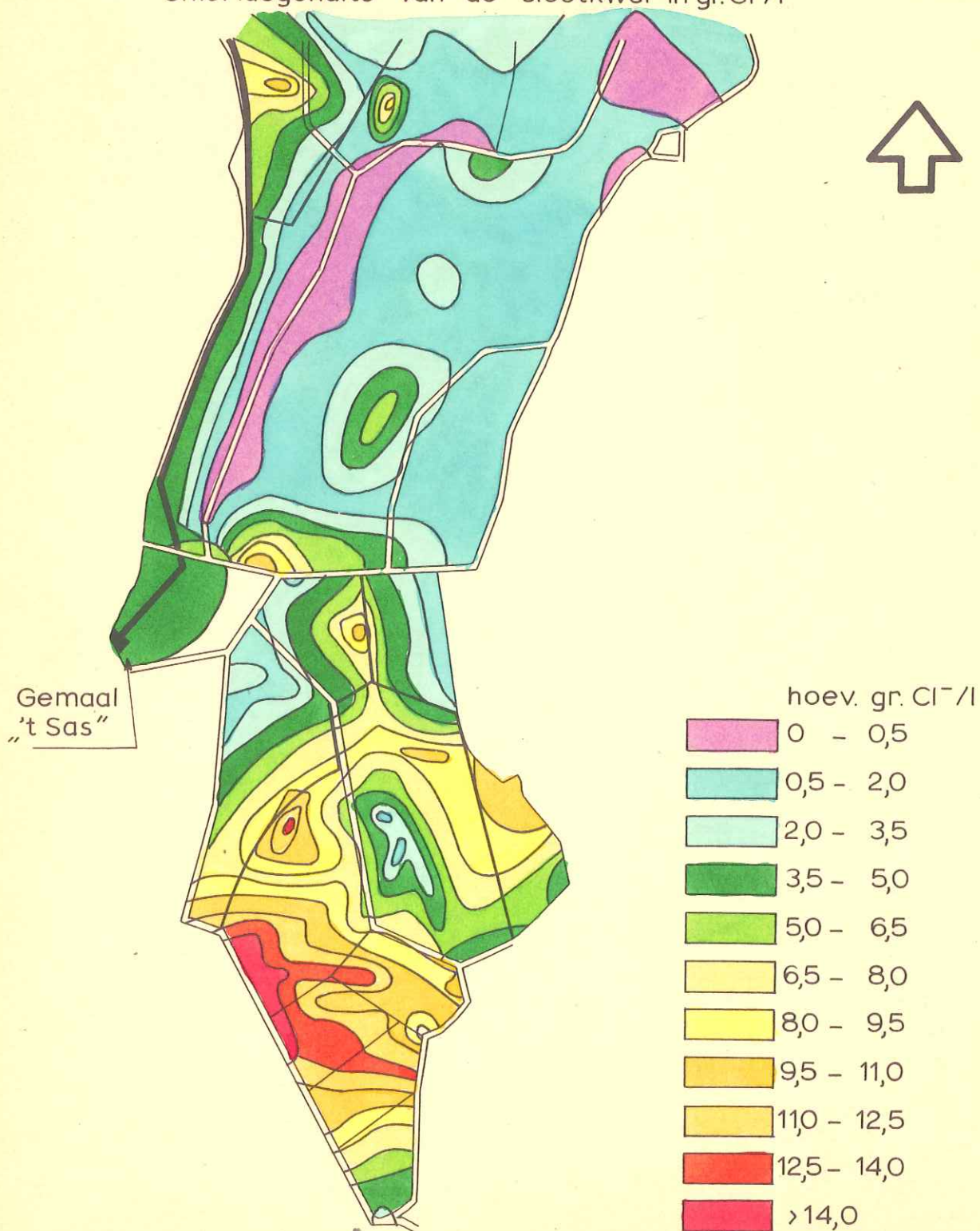
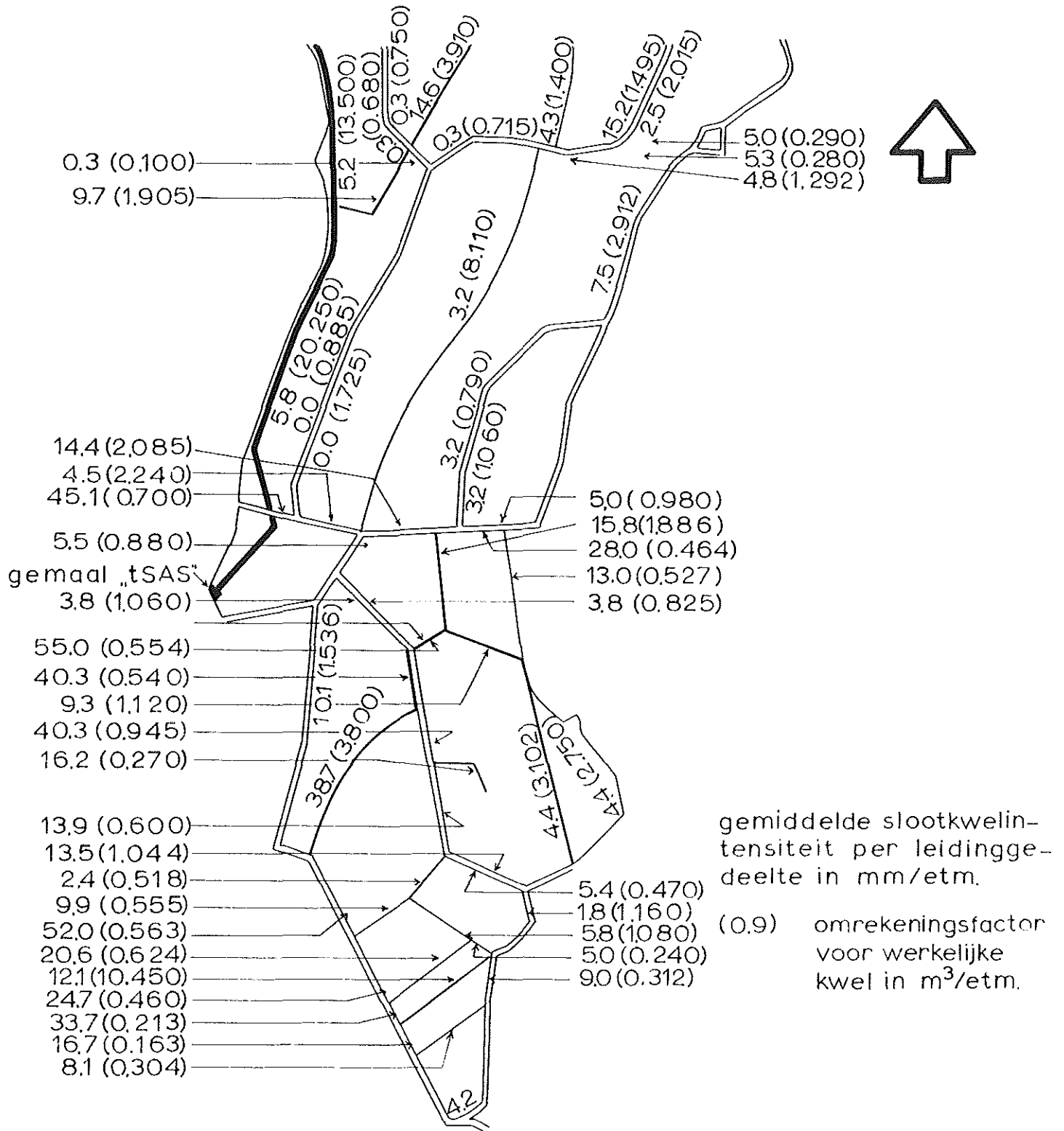


fig. 3

BEMALINGSGEBIED GEMAAL „t SAS“



BEMALINGSGEBIED GEMAAL „t SAS“

Gem. chloridegehalte per leidinggedeelte

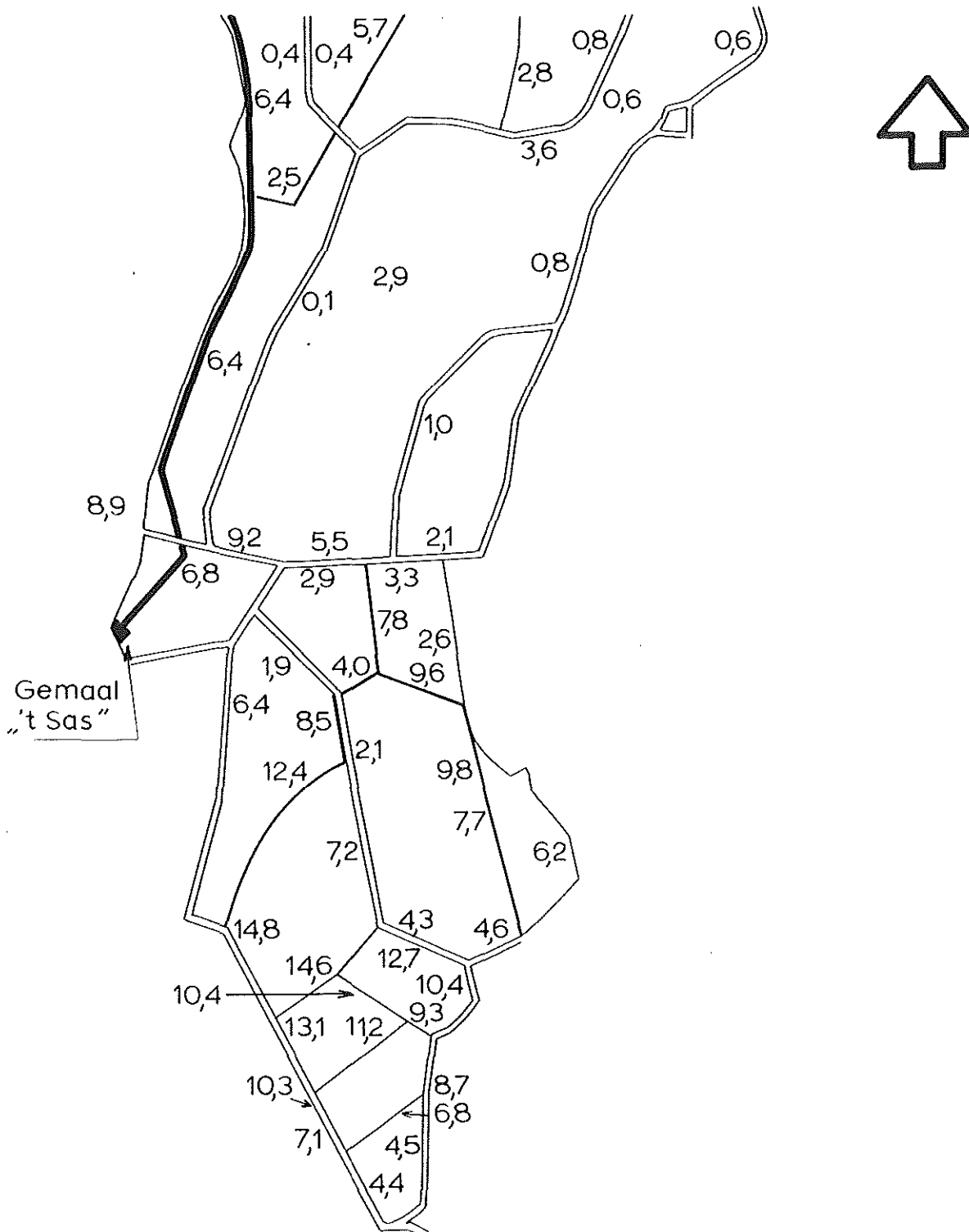
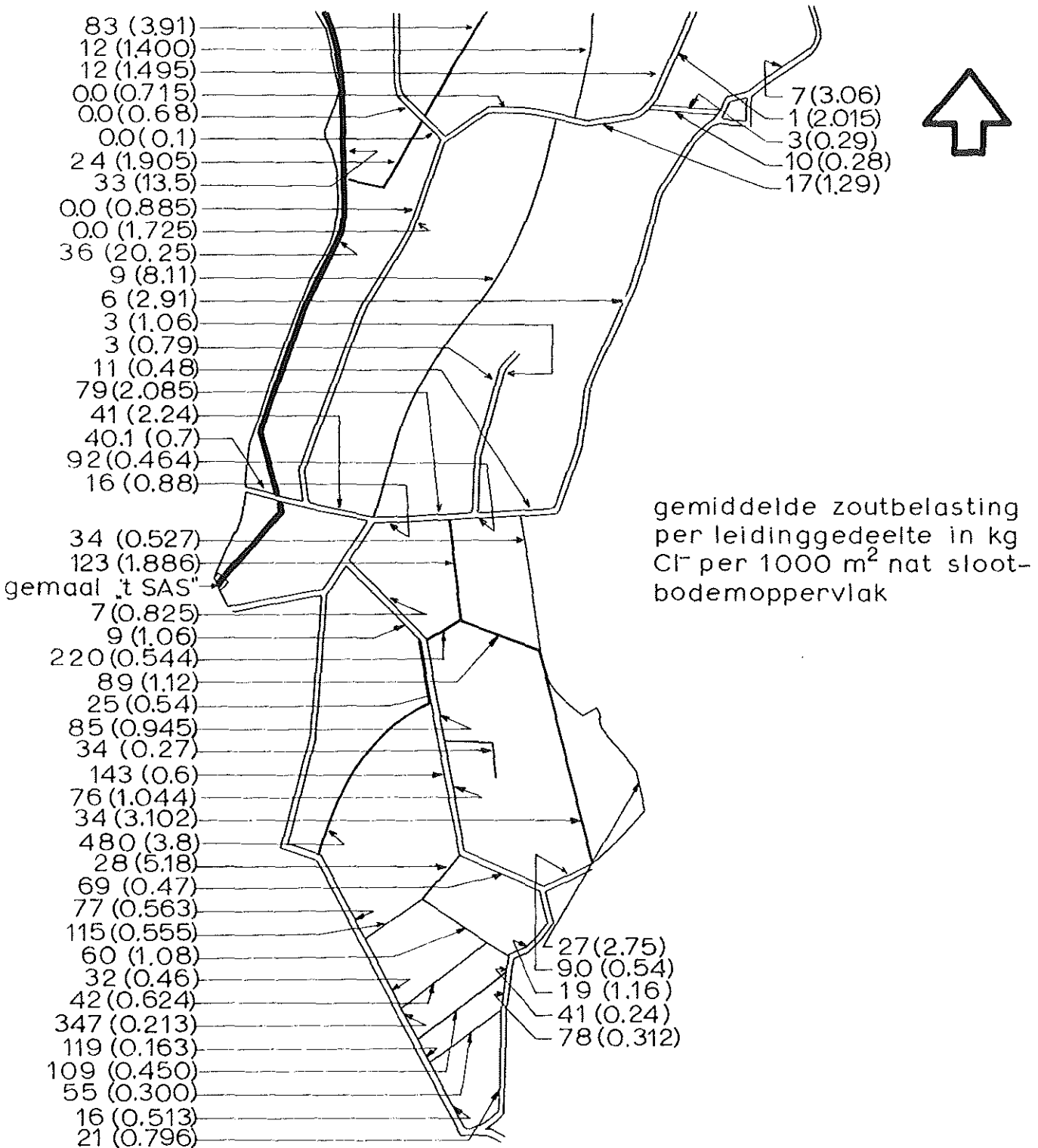


fig. 4

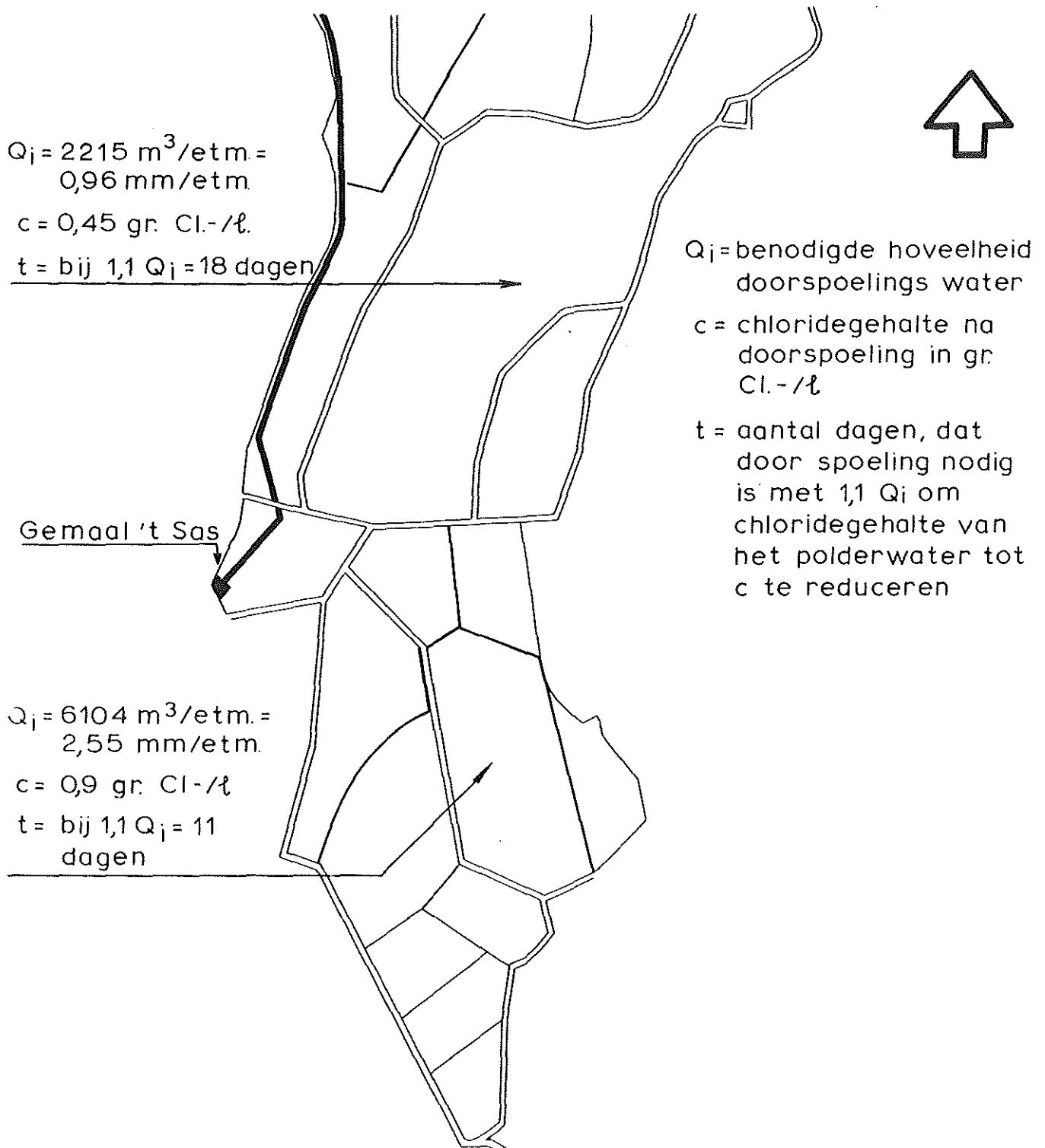
BEMALINGSGEBIED GEMAAL „t SAS”



630.170.4/7°

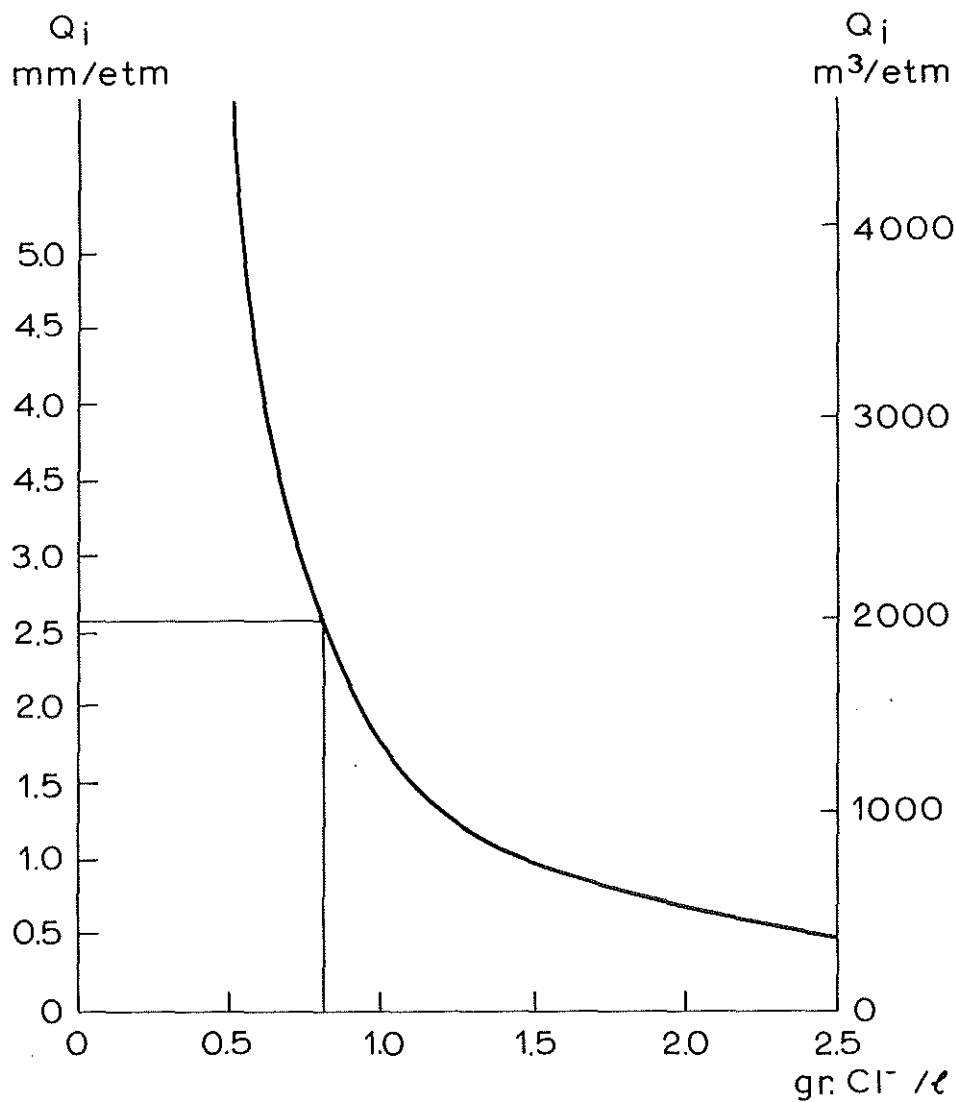
BEMALINGSGEBIED GEMAAL „t SAS“

Samenvattend overzicht

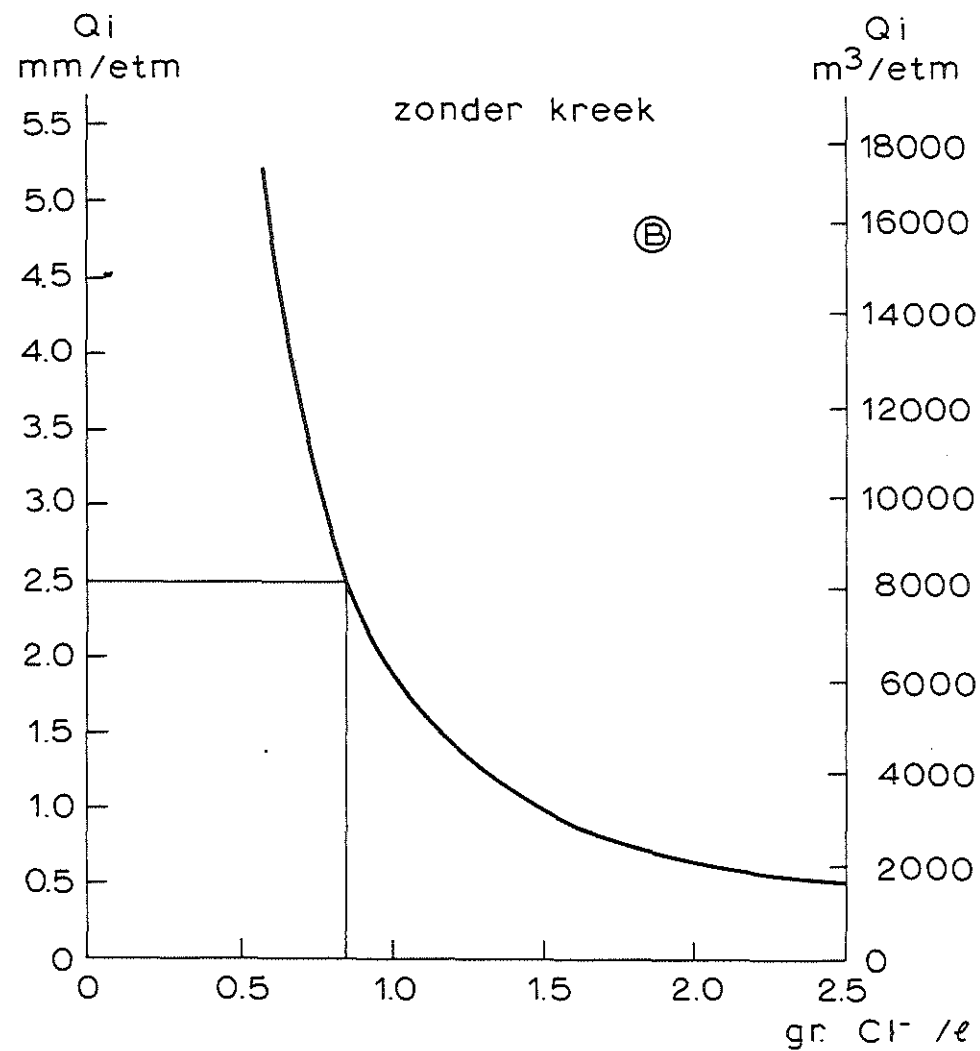
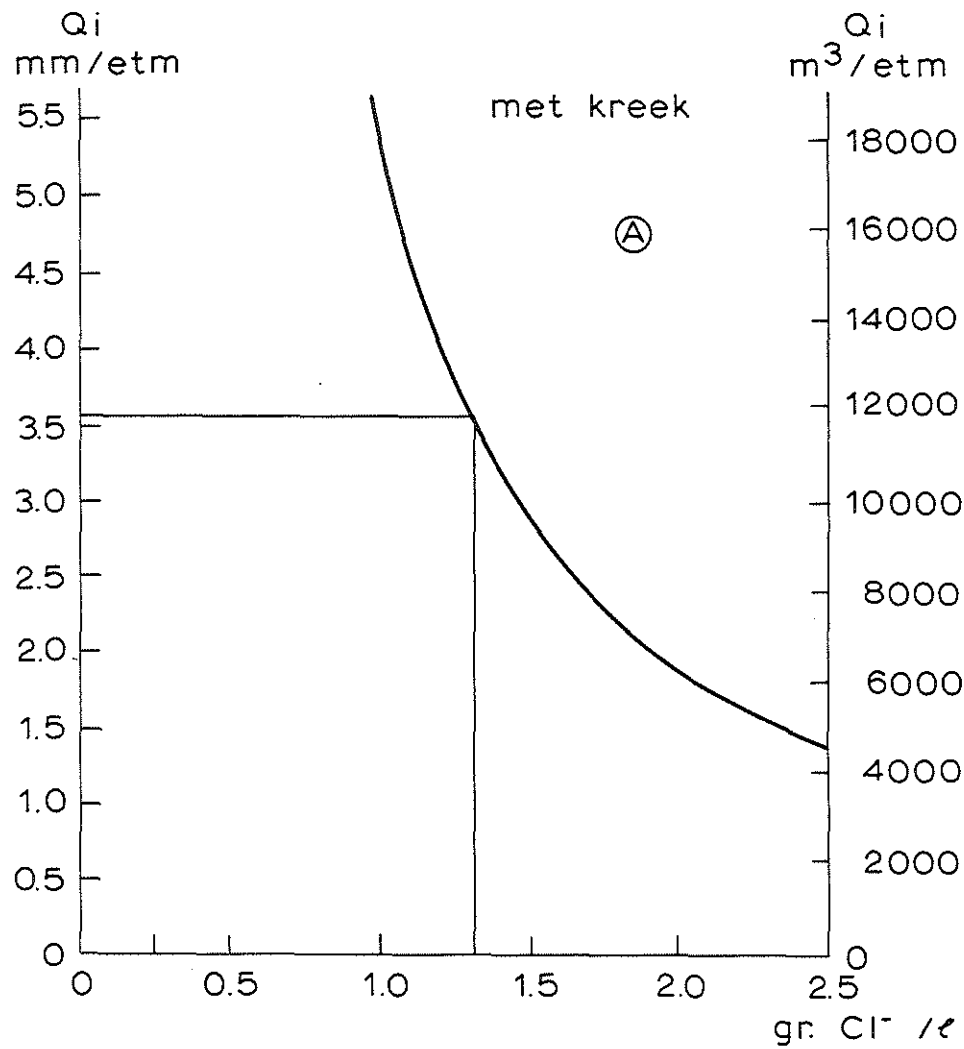


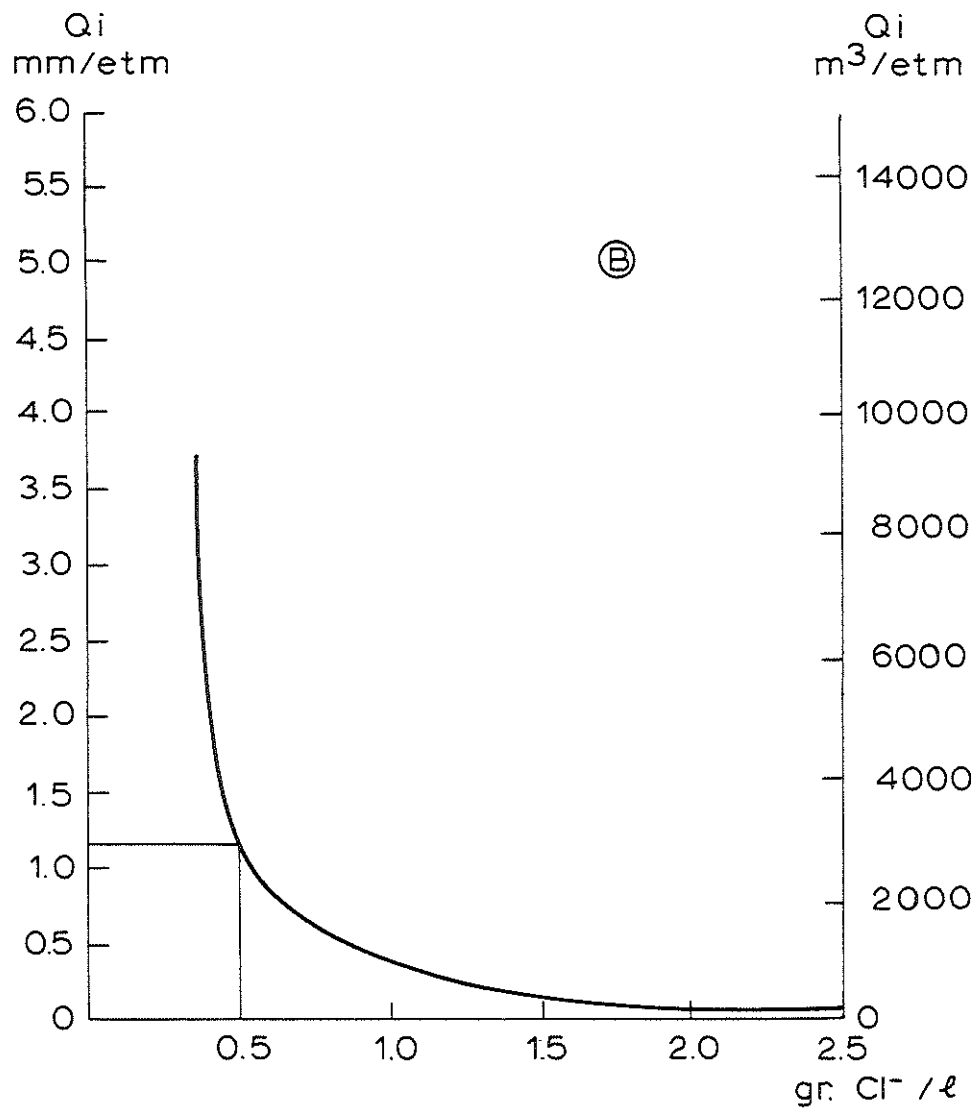
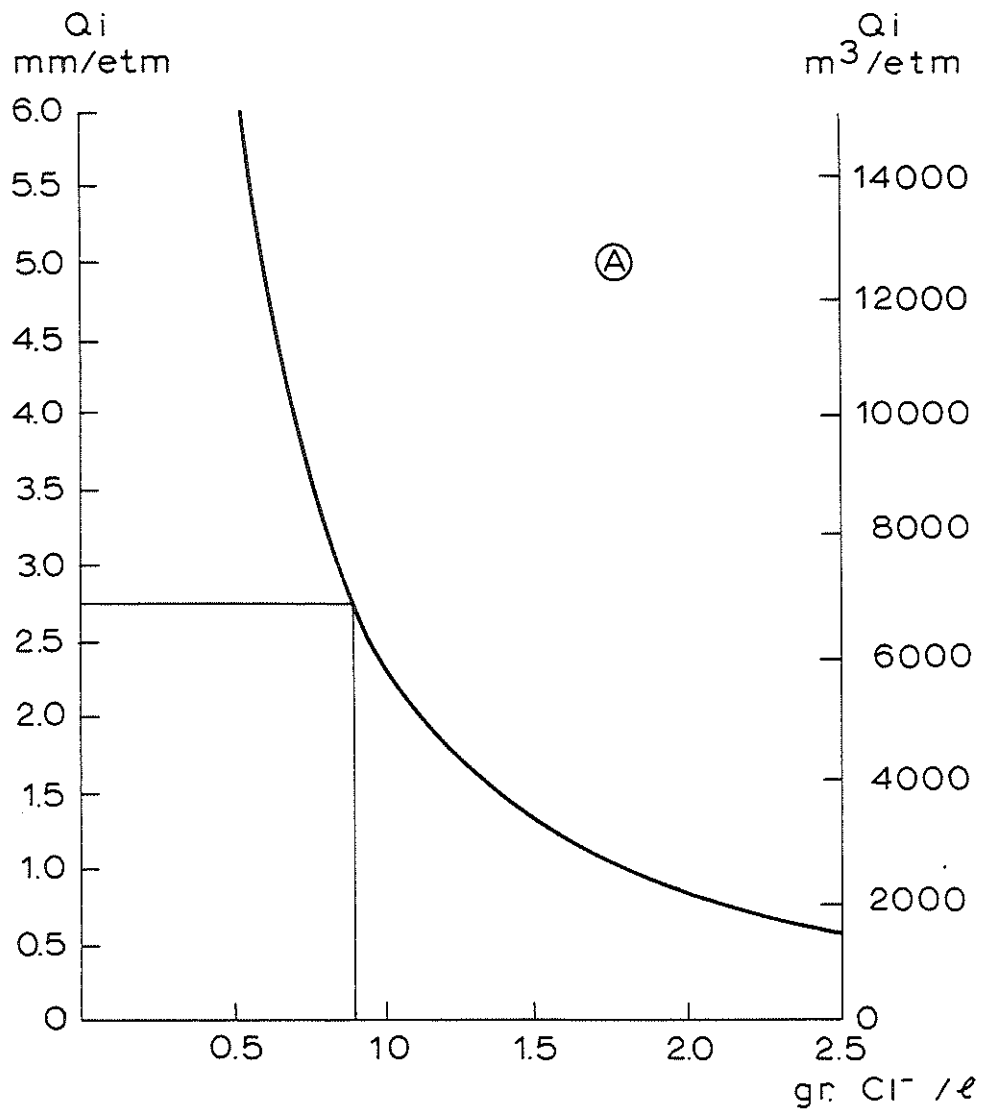
ALTERRA
 Wageningen Universiteit & Research centre
 Omgevingswetenschappen
 Centrum Water & Klimaat
 Team Integraal Waterbeheer

Relatie chloridegehalte polderwater en in te
 laten hoeveelheid doorspoelingswater in de
POLDER BORREBROOD

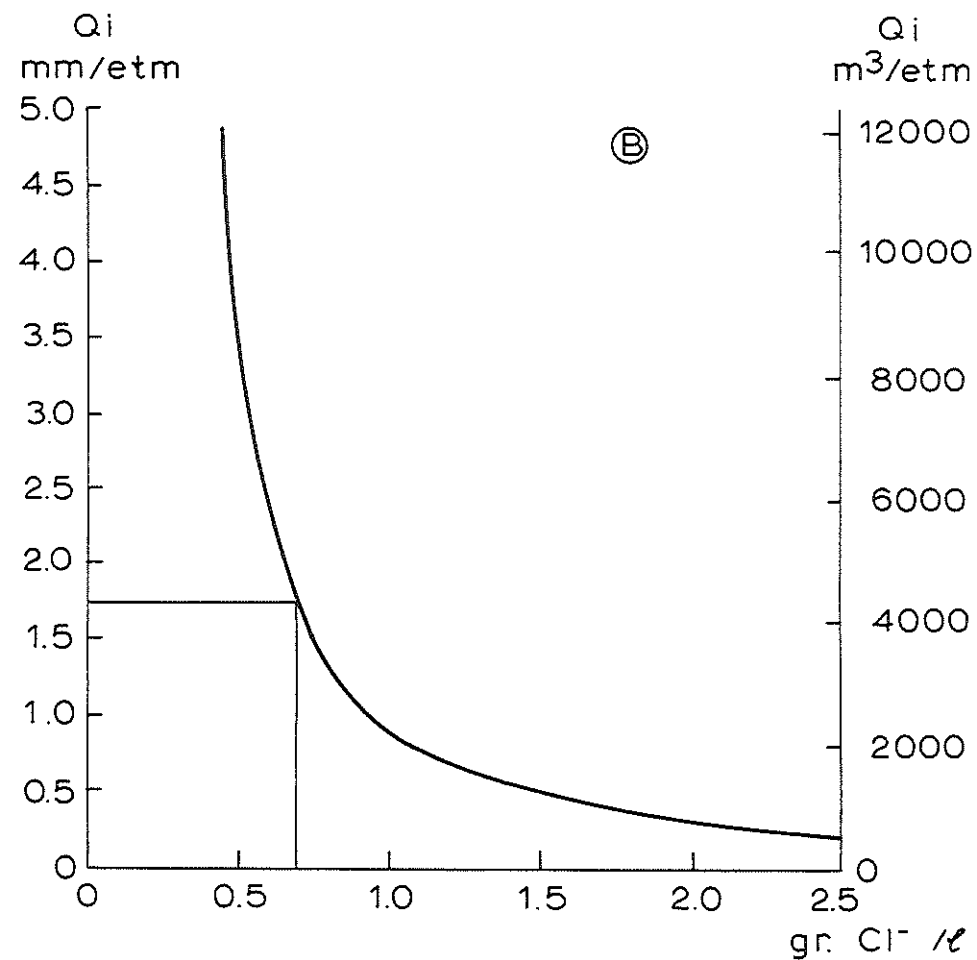
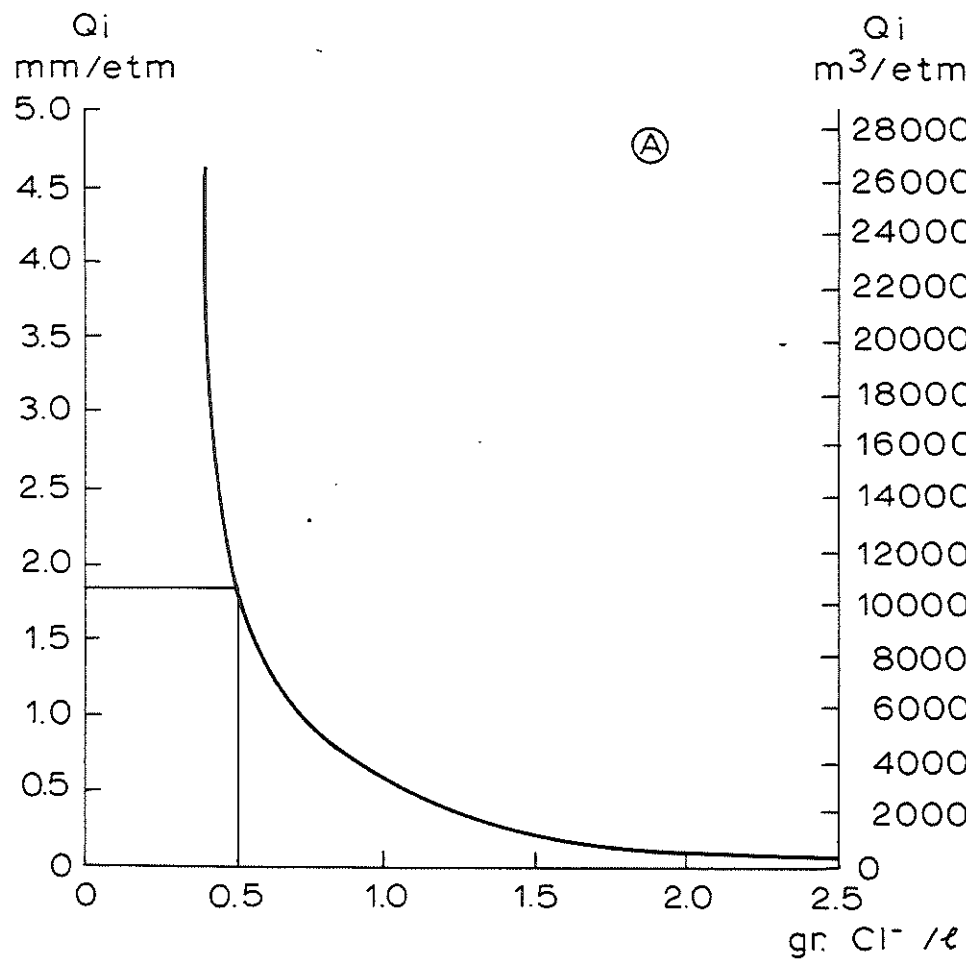


Relatie chloridegehalte polderwater en in te laten hoeveelheid doorspoelingswater in de
 POLDER NIEUW BOMMENE

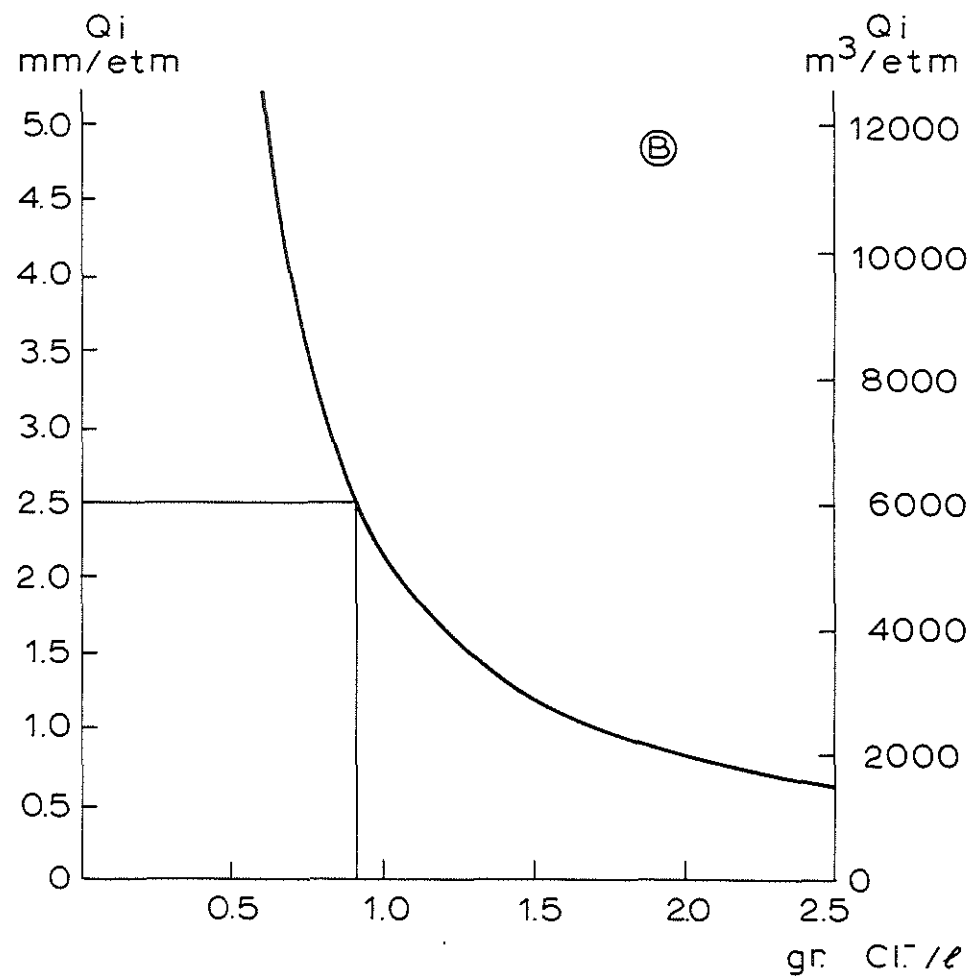
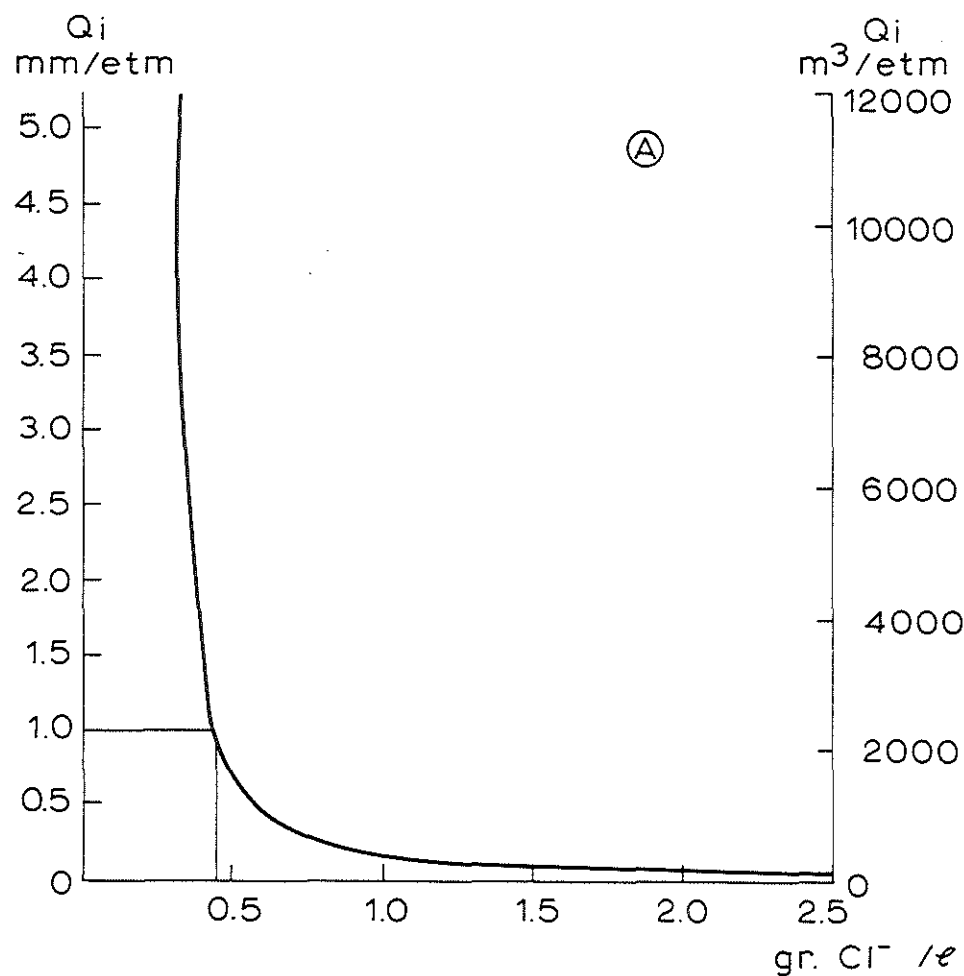




Relatie chloridegehalte polderwater en in te laten hoeveelheid doorspoelingswater in de
 POLDER NOORDGOUWE KLEINE POLDERS



Relatie chloridegehalte polderwater en in te laten hoeveelheid doorspoelingswater in de
POLDER GROOT BETTEWAARDE **GOUWEVEERPOLDER**



Polder Borrebrood

Oppervlakte polder = 77 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 9846 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 94 m³/etmaal (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = 1054 kg Cl⁻/etmaal (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² natte slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{9846} \times 94 = 9,5$ m³/etmaal

Gemiddeld zoutbezwaar/1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{9846} \times 1054 = 107$ kg Cl⁻/etmaal

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel (c_k) = $\frac{1054}{94} = 11,2$ gr Cl⁻/l

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{94(11,2 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 372 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,48 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{94(11,2 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 760 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,0 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{94(11,2 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 1370 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,8 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,7 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{94(11,2 - 0,7)}{0,7 - 0,3} = 2445 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,2 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{94(11,2 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 5029 \text{ m}^3/\text{etm} = 6,5 \text{ mm}/\text{etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in de figuur van bijlage 1. Het punt waarbij opvoering van de hoeveelheid doorspoeling weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater blijkt te liggen bij $c = 0,8$ gr Cl⁻/l en $Q_i = 1955$ m³/etm = 2,5 mm/etm.

Het aantal dagen (t) dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,8 gr Cl⁻/l terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, kan worden berekend met formule (3).

$$t = \frac{\log \frac{0,8 - 0,76}{11,2 - 0,76}}{-0,1978} = 12 \text{ dagen}$$

Polder Nieuw Bommenee

Oppervlakte polder = 333 ha

In verband met het feit, dat zich in deze polder aan de oostzijde een kreek bevindt, die 55% van het totale natte slootbodempoppervlak beslaat en die 64% van het totale zoutbezwaar geeft, zijn voor het bepalen van de hoeveelheid doorspoelingswater 2 berekeningen uitgevoerd. Bij de eerste berekening is aangenomen, dat de kreek eveneens wordt doorgespoeld, bij de tweede berekening niet.

Bij doorspoeling met inbegrip van de kreek

De totale natte slootbodempoppervlakte = 100971 m^2 (uit fig. 3)

De totale slootkwel (Q_k) = $1511 \text{ m}^3/\text{etm}$ (uit fig. 3)

Het totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = $13728 \text{ kg Cl}^-/\text{etm}$ (uit fig. 5)

De gemiddelde slootkwel per 1000 m^2 nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{10097} \times 1511 = 15,0 \text{ m}^3/\text{etm}$

Het gemiddelde zoutbezwaar per 1000 m^2 nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{10097} \times 13728 = 136 \text{ kg Cl}^-/\text{etm}$

Het gemiddeld chloridegehalte van de slootkwel = $\frac{13728}{1511} = 9,1 \text{ gr Cl}^-/\text{l}$

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoelingswater berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_1 = \frac{1511(9,1 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 4533 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,4 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 2,0 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_1 = \frac{1511(9,1 - 2,0)}{2,0 - 0,3} = 6369 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,9 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_1 = \frac{1511(9,1 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 9570 \text{ m}^3/\text{etm} = 2,9 \text{ mm}/\text{etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_1 = \frac{1511(9,1 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 17484 \text{ m}^3/\text{etm} = 5,3 \text{ mm}/\text{etm}$$

De relatie tussen c en Q_1 is grafisch weergegeven in fig. A van bijlage 2. Het punt waar opvoering van de hoeveelheid doorspoeling weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater blijkt te liggen bij $c = 1,3 \text{ gr Cl}^-/\text{l}$ en $Q_1 = 11786 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,5 \text{ mm}/\text{etm}$.

Het aantal dagen (t) dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 1,3 gr Cl⁻/l terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan

$$t = \frac{\log \frac{1,3 - 1,2}{9,1 - 1,2}}{-0,29 \times 0,43} = 16 \text{ dagen}$$

Bij doorspoeling met uitsluiting van de kreek

Totale natte slootbodempoppervlakte = 45971 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 592 m³/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar (Q_kc_k) = 4928 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{45971} \times 592 = 12,9 \text{ m}^3/\text{etm}$

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{4928}{592} = 8,1 \text{ gr Cl}^-/\text{l}$

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

Bij c = 2,5 gr Cl⁻/l is Q_i = $\frac{592(8,1 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 1507 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,46 \text{ mm}/\text{etm}$

Bij c = 1,5 gr Cl⁻/l is Q_i = $\frac{592(8,1 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 3256 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,0 \text{ mm}/\text{etm}$

Bij c = 1,0 gr Cl⁻/l is Q_i = $\frac{592(8,1 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 6005 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,8 \text{ mm}/\text{etm}$

Bij c = 0,5 gr Cl⁻/l is Q_i = $\frac{592(8,1 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 22496 \text{ m}^3/\text{etm} = 6,9 \text{ mm}/\text{etm}$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. B van bijlage 2. Uit deze grafiek blijkt, dat het punt waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater, ongeveer ligt bij c = 0,85 gr Cl⁻/l en Q_i = 8019 m³/etm = 2,4 mm/etm.

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,85 gr Cl⁻/l terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,85 - 0,80}{8,3 - 0,8}}{-0,4 \times 0,43} = 16 \text{ dagen}$$

Polder Bloois en Oud Bommenee

Oppervlakte polder = 249 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 34384 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 459 m³/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = 4476 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{34384} \times 459 = 13,3$ m³/etm

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{34384} \times 4446 = 129$ kg Cl⁻/etm

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{4476}{459} = 9,8$ gr Cl⁻/l

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{459(9,8 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 1523 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,6 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{459(9,8 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 3175 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,3 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{459(9,8 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 5785 \text{ m}^3/\text{etm} = 2,3 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{459(9,8 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 21344 \text{ m}^3/\text{etm} = 8,6 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. A van bijlage 3. Uit deze grafiek blijkt dat het punt waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater ongeveer ligt bij $c = 0,9$ gr Cl⁻/l en $Q_i = 6809$ m³/etm = 2,7 mm/etm.

Het aantal dagen, dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,9 gr Cl⁻/l terug te brengen indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan

$$t = \frac{\log \frac{0,9 - 0,85}{9,8 - 0,85}}{-0,46 \times 0,43} = 11 \text{ dagen}$$

Polder Zonnemaire (gedeeltelijk)

Oppervlakte polder = 267 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 24553 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 182 m³/etm = 0,07 mm/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar = 712 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{24553} \times 182 = 7,4 \text{ m}^3/\text{etm}$

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootoppervlak = $\frac{1000}{24553} \times 712 = 29 \text{ kg Cl}^-/\text{etm}$

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{712}{182} = 3,9 \text{ gr Cl}^-/1$

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{182(3,9 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 116 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,04 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{182(3,9 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 364 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,14 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{182(3,9 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 3094 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,2 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,4 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{182(3,9 - 0,4)}{0,4 - 0,3} = 6370 \text{ m}^3/\text{etm} = 2,4 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. B van bijlage 3. Uit deze grafiek blijkt dat het punt, waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater, ongeveer ligt bij $c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/1$ en $Q_i = 3094 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,2 \text{ mm/etm}$.

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,5 gr Cl⁻/1 terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,5 - 0,48}{3,9 - 0,48}}{-0,29 \times 0,43} = 17 \text{ dagen}$$

Polder Noordgouwe

Oppervlakte polder = 566 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 83337 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 767 m³/etm = 0,14 mm/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = 2339 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{83337} \times 767 = 9,2 \text{ m}^3/\text{etm}$

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{83337} \times 2339 = 28,1 \text{ kg Cl}^-/\text{etm}$

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{2339}{767} = 3,2 \text{ gr Cl}^-/1$

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{767(3,2 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 244 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,04 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{767(3,2 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 1087 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,19 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{767(3,2 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 10355 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,8 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,4 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{767(3,2 - 0,4)}{0,4 - 0,3} = 21476 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,8 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. A van bijlage 4. Het punt waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater blijkt in deze grafiek ongeveer te liggen bij $c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/1$ en $Q_i = 10355 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,8 \text{ mm/etm}$.

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,5 gr Cl⁻/1 terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,5 - 0,48}{3,2 - 0,48}}{-0,29 \times 0,43} = 17 \text{ dagen}$$

Kleine polders

Oppervlakte polder = 246 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 52202 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 353 m³/etm = 0,14 mm/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = 1949 kg Cl⁻/l (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{52202} \times 353 = 6,7$ m³/etm

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootbodempoppervlakte = $\frac{1000}{52202} \times 1949 = 33$ kg/etm

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{1949}{353} = 5,5$ gr Cl⁻/l

Met formule (4) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^{-}/\text{l is } Q_i = \frac{353(5,5 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 481 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,2 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^{-}/\text{l is } Q_i = \frac{353(5,5 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 1177 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,48 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^{-}/\text{l is } Q_i = \frac{353(5,5 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 2269 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,92 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^{-}/\text{l is } Q_i = \frac{353(5,5 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 8825 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,6 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. B van bijlage 4. Het punt waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater ligt in deze grafiek ongeveer bij c = 0,7 gr Cl⁻/l en $Q_i = 4235$ m³/etm = 1,8 mm/etm.

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,7 gr Cl⁻/l terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,7 - 0,67}{5,5 - 0,67}}{-0,19 \times 0,43} = 27 \text{ dagen}$$

Polder Groot Bettewaarde

Oppervlakte polder = 230 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 26335 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 121 m³ = 0,05 mm/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar (Q_k c_k) = 391 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{26335} \times 121 = 4,6 \text{ m}^3/\text{etm}$

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{26335} \times 391 = 15 \text{ kg Cl}^-/\text{etm}$

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{391}{121} = 3,2 \text{ gr Cl}^-/1$

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{121(3,2 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 39 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,02 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{121(3,2 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 380 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,17 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,5 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{121(3,2 - 0,5)}{0,5 - 0,3} = 1634 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,71 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,35 \text{ gr Cl}^-/1 \text{ is } Q_i = \frac{121(3,2 - 0,35)}{0,35 - 0,3} = 6897 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,0 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. A van bijlage 5. Het punt, waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater blijkt in deze grafiek ongeveer te liggen bij c = 0,45 gr Cl⁻/1 en Q_i = 2215 m³/etm = 1 mm/etm.

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,45 gr Cl⁻/1 terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,45 - 0,44}{3,2 - 0,44}}{-0,19 \times 0,43} = 18 \text{ dagen}$$

Polder Gouweveer

Oppervlakte polder = 239 ha

Totale natte slootbodempoppervlakte = 30857 m² (uit fig. 3)

Totale slootkwel (Q_k) = 464 m³/etm = 0,19 mm/etm (uit fig. 3)

Totaal zoutbezwaar ($Q_k c_k$) = 4069 kg Cl⁻/etm (uit fig. 5)

Gemiddelde slootkwel per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{30857} \times 464 = 1,5$ m³/etm

Gemiddeld zoutbezwaar per 1000 m² nat slootbodempoppervlak = $\frac{1000}{30857} \times 4069 = 132$ kg Cl⁻/etm

Gemiddeld chloridegehalte slootkwel = $\frac{4069}{464} = 8,8$ gr Cl⁻/l

Met formule (1) is de benodigde hoeveelheid doorspoeling berekend voor verschillende waarden van c.

$$\text{Bij } c = 2,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{464(8,8 - 2,5)}{2,5 - 0,3} = 1329 \text{ m}^3/\text{etm} = 0,6 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,5 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{464(8,8 - 1,5)}{1,5 - 0,3} = 2832 \text{ m}^3/\text{etm} = 1,2 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 1,0 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{464(8,8 - 1,0)}{1,0 - 0,3} = 5170 \text{ m}^3/\text{etm} = 2,2 \text{ mm/etm}$$

$$\text{Bij } c = 0,75 \text{ gr Cl}^-/\text{l is } Q_i = \frac{464(8,8 - 0,75)}{0,75 - 0,3} = 8300 \text{ m}^3/\text{etm} = 3,5 \text{ mm/etm}$$

De relatie tussen c en Q_i is grafisch weergegeven in fig. B van bijlage 5. Het punt waar opvoering van Q_i weinig effect meer heeft op het chloridegehalte van het polderwater ligt ongeveer bij $c = 0,9$ gr Cl⁻/l en $Q_i = 6104$ m³/etm = 2,6 mm/etm

Het aantal dagen dat nodig is om het gemiddelde chloridegehalte van het polderwater tot 0,9 gr Cl⁻/l terug te brengen, indien Q_i gedurende deze tijd met 10% wordt verhoogd, is gelijk aan:

$$t = \frac{\log \frac{0,9 - 0,85}{8,8 - 0,85}}{-0,47 \times 0,43} = 11 \text{ dagen}$$