



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie IJsselmeergebied  
RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling  
Directie Zeeland

# Planten in de peiling

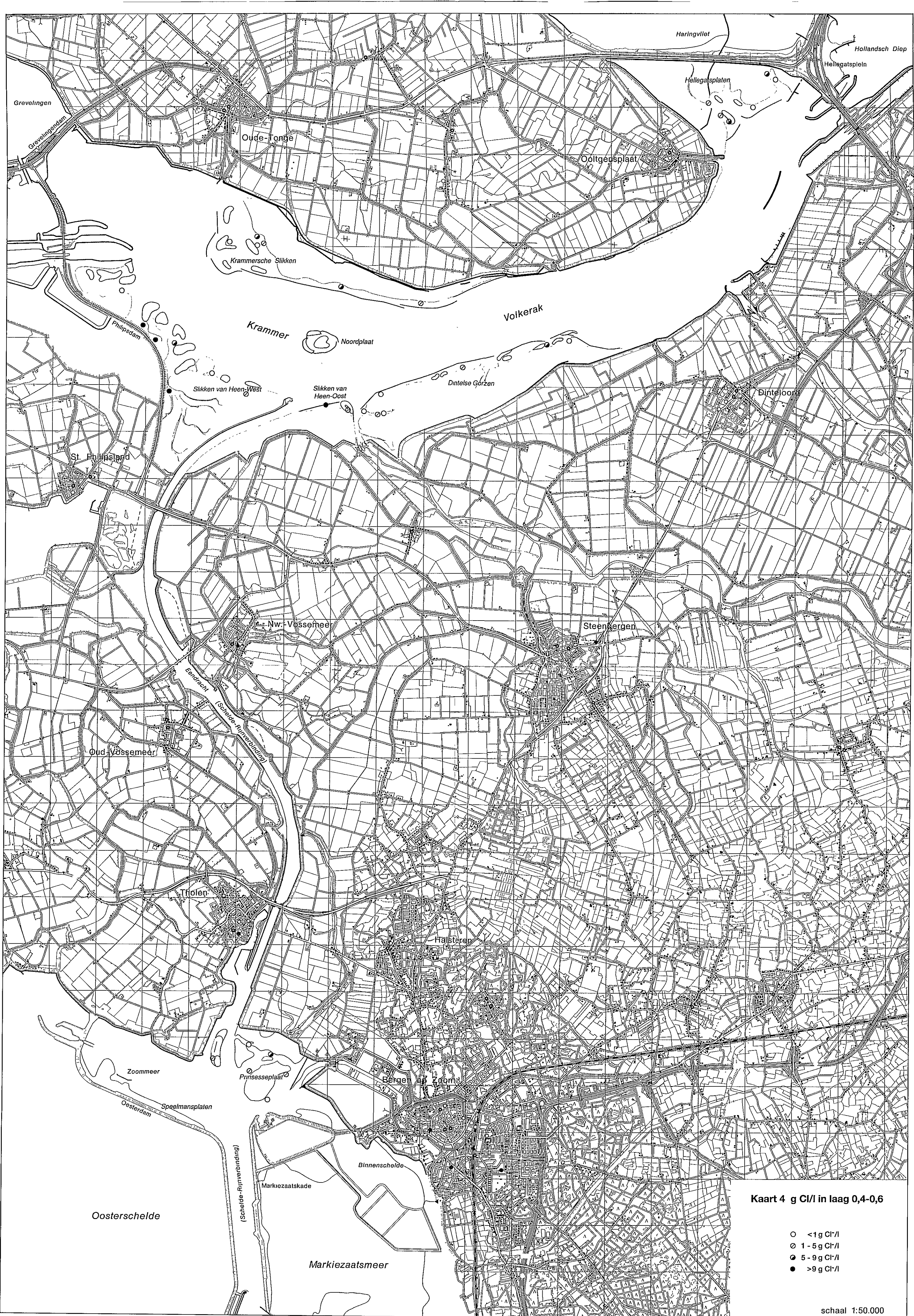
## Zoutdynamiek in de bodem langs de oevers van het Volkerak-Zoommeer

H. Slager & K.P. Groen

Notanr. 95.042







Kaart 4 g Cl/l in laag 0,4-0,6

- <1 g Cl/l
- ◐ 1 - 5 g Cl/l
- ◑ 5 - 9 g Cl/l
- >9 g Cl/l

schaal 1:50.000





Kaart 3 g Cl/l in laag 0-0,1m

- <1 g Cl/l
- ◐ 1 - 3 g Cl/l
- ◑ 3 - 9 g Cl/l
- >9 g Cl/l

schaal 1:50.000





Kaart 1 De onderzoeksplekken



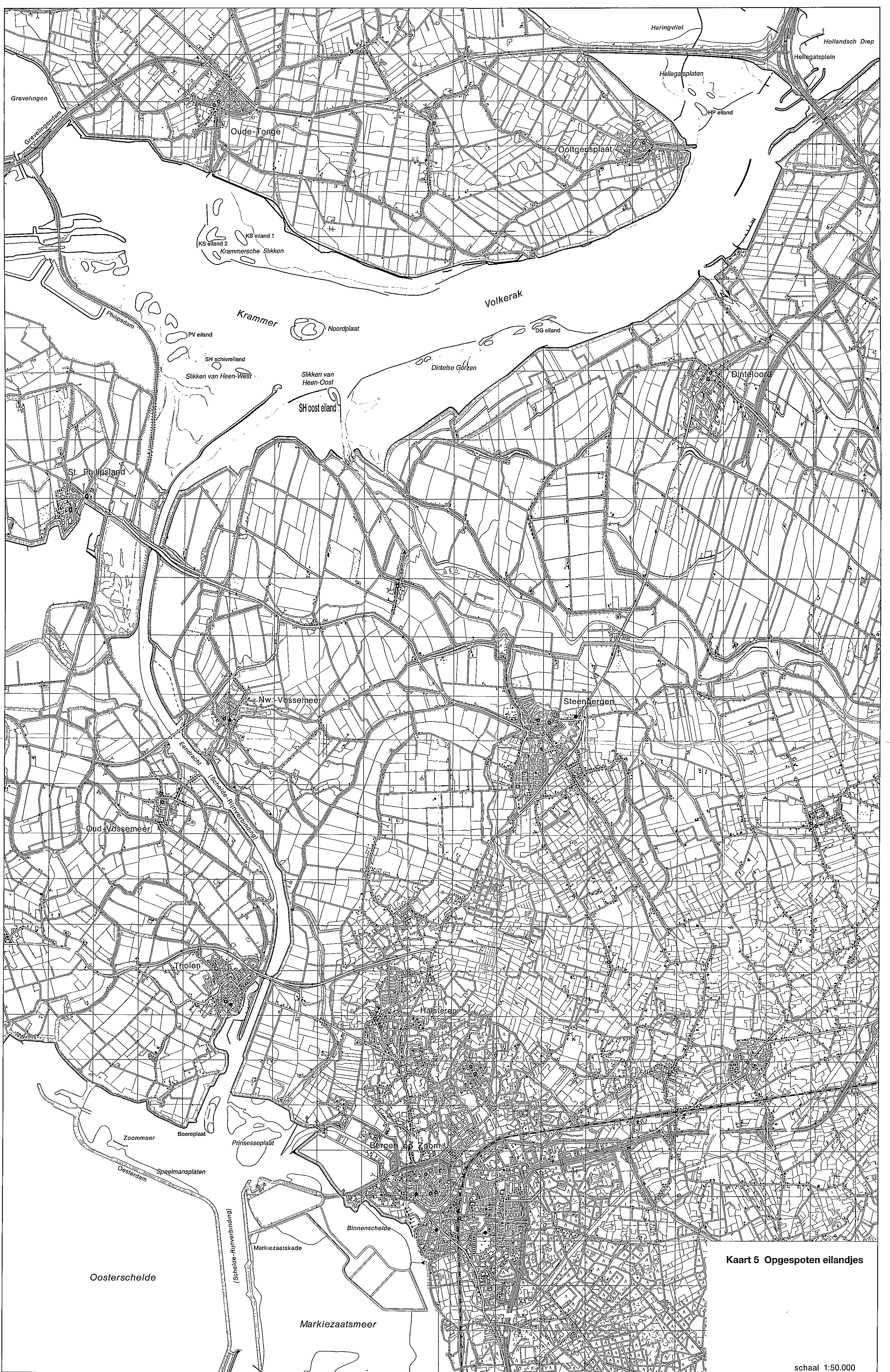


Kaart 2 % lutum in laag 0-0,2m

- <3%
- ▨ 3 - 5%
- ▧ 5 - 8%
- >8%

schaal 1:50.000





Kaart 5 Opgespoten eilandjes

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Project "Planten in de Peiling" - Ontwikkeling van oeverplanten in het Volkerak-Zoommeer onder invloed van peilbebeer- dat wordt uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland.

Dit rapport is te bestellen bij Hageman Verpakkers, Postbus 281, 2700 AG Zoetermeer à f 25,- per stuk.  
Betaling na levering; een acceptgiro wordt bijgevoegd.  
Het rapport is gratis voor dienstonderdelen van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

This publication can be ordered through Hageman Verpakkers, PO Box 281, 2700 AG Zoetermeer,  
The Netherlands at DFL 25,- per copy. Payment on delivery.





Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie IJsselmeergebied  
RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling  
Directie Zeeland

# Planten in de peiling

## Zoutdynamiek in de bodem langs de oevers van het Volkerak-Zoommeer

RIZA Notanr. 95.042  
ISBN 90-369-4553-4  
Auteur: H. Slager & K.P. Groen

Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied

Lelystad, juli 1995



---



**Summary 5**

**Samenvatting 7**

**1. Inleiding 9**

**2 Veldonderzoek 11**

2.1 Methode van het veldonderzoek 11

2.2 Resultaten van het veldonderzoek 12

**3 Berekening van de veranderingen in chlorideconcentraties 19**

3.1 Methode van de berekeningen 19

3.2 Gebruikte invoergegevens 19

3.3 Resultaten van de berekeningen 21

3.4 Verloop van de chlorideconcentratie op langere termijn 27

**4 Bespreking 29**

4.1 Resultaten van het veldonderzoek en de berekeningen 29

4.2 Te verwachten risico's voor de ontwikkeling van helofyten 31

**5 Conclusies 31**

**6 Literatuur 37**

**Bijlage 1 Analyseresultaten van alle plekken 39**

**Bijlage 2 Vegetatiegegevens op de oever bij de plekken 43**

**Kaart 1 De onderzoeksplekken**

**Kaart 2 Lutumgehalte in de bodemlaag 0-0,1 m**

**Kaart 3 Chlorideconcentratie in de bodemlaag 0-0,1 m**

**Kaart 4 Chlorideconcentratie in de bodemlaag 0,4-0,6 m**

**Kaart 5 Opgespoten eilandjes**



---



---

## Summary

---

After closure of the Philipsdam in 1987 the Krammer-Volkerak was separated from the Oosterschelde and the tidal movement of the Krammer-Volkerak was finished. The target level of the new lake was set on 0.0 metre Ordnance Datum. At this level the area of the lake is 6,400 hectares. *Due to the lake level approximately 1,900 hectares of land emerged from the sea.* The emerged land mainly consists of marches, mud flats and sand flats.

Transforming a tidal estuary into a fresh water lake with a permanent level caused a drastic change. In 1994 the water of the lake was still reasonable clear. However, it is expected that in the nearby future problems may occur with respect to the water quality of the lake (e.g. troubled water and algae blooms (Poorter et. al., 1989; Van Nes et. al., 1991; De Jong, 1994)). In order to create a clear lake with a balanced ecosystem, emerging vegetation (helophytes) is needed along the shore of the Krammer-Volkerak.

In order to set going of the vegetation, the target level of the lake should be lowered (by approximately 0.3 m). On the emerging bottom of the lake, the seeds of helophytes can germinate. After a number of years the target level of the lake should be restore to its original conditions. This process should be repeated if necessary.

Originally both the emerged land and bottom of the lake were saline. Due to the process of diffusion (fresh water above a saline bottom), salinity levels of the bottom of the lake decrease considerably during the period 1988-1994, particular in the upper layers of the soil. However, the possibility exists that the salt still plays an important roll and it could stunt the development of the vegetation.

Field research showed that in some parts of the Krammer-Volkerak, the bottom of the lake the salinity levels still are very high. In the present situation, the lowering of the target level of the lake is still under consideration. In order to evaluate the fate of salts in the emerged bottom of the lake and to determine mobility and persistence, the deterministic, one-dimensional model *SWATRE* is used (Belmans et. al., 1983). In previous studies this model was already calibrated (Groen and Slager, 1994). Calculations were executed for various meteorological conditions, salinity profiles, soil and drainage conditions.

Results of the calculations show that salinity levels may rise enormous under dry whether conditions (up to 10 - 90 g chloride per litre in the top layer dependent on the initial conditions). For wet summer period the salinity levels are less extreme (up to 15 g chloride per litre). The rise of the salinity levels is a combined effect of both decreasing soil moisture content and capillary rise.



---

High salinity levels do have a negative effect on the development of helophytes, particularly during the period of germination. Research showed that 9 g chloride per litre can be taken as a limit value for the development of helophytes (Van Nes e.a., 1991). During dry summer periods salinity levels may rise above this value for approximately half of the surface of the emerged bottom of the lake. During wet summers, this area would be reduced to 25% of the surface.



---

# Samenvatting

---

Om de ontwikkeling van oevervegetatie in het voormalig getijdegebied Volkerak-Zoommeer te bevorderen is een integrale peilverlaging van 0,3 m ten opzichte van het huidige peil van NAP + 0,0 m gedurende enkele jaren voorgesteld. Op het droogvallende oevergedeelte kunnen zich helofyten vestigen. Na de periode van integrale peilverlaging zal een meer natuurlijk peilbeheer moeten worden ingesteld.

Omdat weinig bekend is van het effect van peilverlaging op de vestiging van helofyten is in 1994 in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland een onderzoek gestart. Naar aanleiding van dit onderzoek zullen een reeks van nota's verschijnen, waarin de resultaten zijn vastgelegd. Dit rapport geeft de huidige zouttoestand op het droogvallende oevergedeelte en beschrijft de mogelijke invloed van het zout op de ontwikkeling van helofyten.

Op een droogvallende oever in dit oorspronkelijk zoute gebied kan door verdamping de chlorideconcentratie in de bovenlaag oplopen. Dat hangt vooral af van de chlorideconcentratie in de bodem op het moment van de peilverlaging. In een veldonderzoek is in het hele Volkerak-Zoommeer de huidige chlorideconcentratie in de onderwaterbodem, die bij peilverlaging droog zou vallen, onderzocht.

Bij een verlaging van het peil bestaat de kans dat het oorspronkelijk aanwezige zout in de onderwaterbodem belemmerend werkt op de vegetatieontwikkeling. Uit metingen is gebleken dat vergeleken met de situatie bij de afsluiting van het gebied in 1987 het grootste deel van het zout uit de onderwaterbodem verdwenen is. Er zijn echter nog plekken waar het zout invloed zal hebben op de vegetatieontwikkeling.

Met behulp van het hydrologisch model SWATRE is berekend welke concentraties in de bovenlaag zijn te verwachten na een droge periode. Als invoer zijn de huidige chlorideconcentraties gebruikt van drie plekken die verschillen in beginconcentraties. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een droog jaar en een jaar met een vrij normaal neerslagpatroon. In een droog jaar kunnen de chlorideconcentraties langdurig hoog oplopen. Afhankelijk van de beginconcentraties bedraagt de chlorideconcentratie in de bovenlaag dan 10 tot 90 g chloride per liter. In een zomer met een normaal neerslagpatroon is dat aanmerkelijk minder hoog, en is de chlorideconcentratie maximaal 15 gram per liter. De berekeningen zijn niet uitgevoerd voor de gedeelten waar zoute kwel een rol speelt. Daar zijn hogere chlorideconcentraties te verwachten. Zoute kwel komt op slechts een gering deel van de oeverlengte voor.

Hoewel niet alle helofyten even gevoelig zijn voor zout, is gebleken dat chlorideconcentraties hoger dan 3 g/l een nadelig effect kunnen hebben op de kieming en chlorideconcentraties hoger dan 9 g/l een nadelig effect kunnen hebben op de verdere ontwikkeling (Ter Heerdt, 1995).



---

Uit combinatie van veldonderzoek en de modelberekeningen kan worden geconcludeerd dat in een jaar met een normaal neerslagpatroon op het grootste deel van de oevers het nog aanwezige zout weinig belemmerend zal werken op de ontwikkeling van helofyten. Echter, in een droog jaar zal op ongeveer 50 % van de droogvallende oevers de chlorideconcentratie hoger zijn dan 9 gram per liter. Dit zal remmend werken op de ontwikkeling van helofyten. In een normaal jaar is de oppervlakte met dergelijk hoge chlorideconcentraties gereduceerd tot ongeveer 25 %. In een natte zomer zijn hoge chlorideconcentraties beperkt tot de gedeelten met zoute kwel, zoals dat langs de Philipsdam voorkomt.

---

# 1 Inleiding

---

Het Volkerak-Zoommeer is een voormalig getijdegebied. Het gebied is definitief van de getijdebeweging afgesloten door de Philipsdam die in 1987 voltooid is. De oppervlakte bedraagt circa 8300 ha. Daarvan is ongeveer 1900 ha drooggevallen bij het huidige peil van NAP+0,0 m. Het drooggevallen deel bestaat uit schorren, platen en slikken. Het gebied heeft een uitgestrekte oeverlengte, die extra groot is doordat sommige diepe waterhoudende kreken ver de droge oevergebieden inlopen.

Op het moment van afsluiting in 1987 was het zoutgehalte in de bodem hoog. Het water in het meer was na enkele maanden zoet, met een chlorideconcentratie van ongeveer 0,3 g Cl<sup>-</sup>/l (Van Nes e.a., 1991). Op de drooggevallen oevers verliep de ontzilting plaatselijk (vooral op de slikken) heel langzaam. Uit incidentele metingen in de onderwaterbodem enkele jaren na de afsluiting bleek dat in de bovenlaag een deel van het zout was verdwenen. Deze ontzilting is opgetreden door diffusie met het bovenstaande zoete water. Dieper in het profiel is nog vrij veel zout aanwezig.

Om in het Volkerak-Zoommeer een hoge natuurwaarde te krijgen en te houden is een gezond, helder en zelfregulerend ecosysteem nodig (Poorter e.a., 1989; Van Nes e.a., 1991, De Jong, 1994). Daarvoor is een zone oevervegetatie gewenst. De ontwikkeling van een oevervegetatie van helofyten in het ondiepe water gaat echter langzaam en lijkt belemmerd te worden door onder andere het huidige peilbeheer met een vast peil op NAP, vraat en zout in de bodem. Om de ontwikkeling van oevervegetatie met helofyten te stimuleren is een peilverlaging gedurende enkele jaren voorgesteld, zodat op de dan droogvallende onderwaterbodem kieming van helofyten kan plaatsvinden. Daaropvolgend zou een meer natuurlijk peilbeheer met hoge winter- en lage zomerwaterstanden moeten worden ingesteld.

De ontwikkeling van de oevervegetatie op de droogvallende onderwaterbodem kan beïnvloed worden door biotische (b.v. vraat) en abiotische factoren (b.v. peilfluctuaties, grondwaterstandsverloop, grondwaterkwaliteit (zout), bodemopbouw). Om antwoord te krijgen op de vraag in hoeverre deze factoren invloed hebben op de kieming en ontwikkeling van helofyten, is door Rijkswaterstaat Directie Zeeland in 1994 besloten tot een onderzoek op een proeflokatie op de Krammerse Slikken (Vulink en Coops, 1994). De duur van dit onderzoeksproject is drie jaar (juni 1994 - juni 1997). Einddoel van het project is een advies voor het peilbeheer van het Krammer-Volkerak voor een periode van ca. 10 jaar met daarbij een operationeel monitoringsprogramma. In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van een deelonderzoek naar huidige zouttoestand en de mogelijke ontwikkelingen na de peilverlaging.

Bij een verlaging van het peil kan op de dan droogvallende oever het aanwezige zout een rol gaan spelen. Zeker bij lange droge periodes kan door verdamping en capillair transport de zoutconcentratie in de bovenlaag fors oplopen. Dit kan van invloed zijn op kieming van zaad en ontwikkeling van jonge helofyten. Als vooronderzoek en bepaling van de uitgangstoestand is een verkenning naar de zoutgehalten in de onderwaterbodem in het hele gebied uitgevoerd. Uit incidentele metingen in 1991 (Slager, 1993) bleek



---

dat een deel van het zout door diffusie met het bovenstaande zoete water was verdwenen. Het was echter niet bekend in welke mate dit proces zich in de periode 1991-1994 had voortgezet. De diffusiesnelheid is afhankelijk van de bodemopbouw. Er kunnen bovendien plekken zijn waar nog betrekkelijk veel zout in de bodem zit.

Om de huidige zouttoestand langs de oevers in het Volkerak-Zoommeer in beeld te brengen is een bemonstering van de bodem uitgevoerd. De daaruit verkregen gegevens over bodemopbouw en zoutgehalten hebben gediend om een berekening naar het water- en zouttransport in de bodem uit te voeren.

In dit rapport wordt ingegaan op de volgende zaken:

- de chloridegehalten in de onderwaterbodem en op de oevers in 1994;
- het oplopen van de chloridegehalten in de droogvallende oevers in natte, normale en droge zomers (modelberekeningen);
- de ontwikkelingen van het chlorideprofiel in de komende jaren (modelberekeningen).

In andere rapporten die in het kader van dit onderzoek zullen verschijnen zal ondermeer worden ingegaan op de relaties tussen zoutgehalten en ontwikkeling van vegetatie.

## 2 Veldonderzoek

---

Het veldonderzoek is uitgevoerd om de huidige chlorideconcentraties in de onderwaterbodem vast te leggen. In dit hoofdstuk worden de methode en de resultaten van het in 1994 uitgevoerde veldonderzoek besproken. De resultaten worden vergeleken met gegevens uit eerder onderzoek naar het ontziltingsverloop op de hogere oevers (Slager, 1989, 1990 en 1993). Tevens zijn meetresultaten uit recent onderzoek, waarbij is gekeken naar de chlorideconcentraties in de zomer, weergegeven.

### 2.1 Methode van het veldonderzoek

In de tweede helft van augustus 1994 is een eerste bemonstering van de onderwateroever in het Volkerak-Zoommeer uitgevoerd. In november 1994 is een vervolgbemonstering uitgevoerd. Toen is deels in de onderwateroever bemonsterd, maar daarnaast zijn ook monsters genomen op de waterlijn en op sommige plekken op de droge oever. In totaal zijn ruim 30 plekken gekozen. Tevens is op een achttal opgespoten eilandjes een bemonstering uitgevoerd. Elke plek is op 1 tot 4 hoogteniveaus bemonsterd. De plekkeuze is zo gemaakt dat de totale bemonstering redelijk gebiedsdekkend is. De keuze is gemaakt op grond van gebiedskennis en bodemkaarten. Op kaart 1 zijn de bemonsteringsplekken langs de oevers aangegeven. Op kaart 1A staan alle tot nu aangelegde eilandjes met de plekken weergegeven. De plekkencodering is dezelfde als in de tabel met analysesresultaten.

De grondmonsters van de onderwaterbodem zijn genomen met een zuigerboor. Daarmee kon in één boring tot de gekozen diepte worden geboord. De uitgeschoven grondkolom werd daarna verdeeld in de gewenste lagen en het monster verzameld in glazen potten. Op deze manier zijn op elke plek de volgende bodemlagen bemonsterd: 0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8 m beneden maaiveld.





---

In het laboratorium zijn de volgende analyses in de monsters uitgevoerd:

- lutumgehalte in % van de droge stof;
- A-cijfer (g water/100 g droge grond);
- B-cijfer (g NaCl/100 g droge grond);
- C-cijfer (g NaCl/l bodemvocht).

De A- en B-cijfers worden bepaald en daaruit wordt vervolgens het C-cijfer berekend met de formule:  $C = 1000 * B / A$ .

Het C-cijfer (g NaCl/l) is omgerekend naar de concentratie chloride per liter (g Cl<sup>-</sup>/l) met de formule:  $g \text{ NaCl} * 0,6 = g \text{ Cl}^{-}/l$ . Met de chlorideconcentratie wordt in dit rapport verder gewerkt.

Bij alle plekken is ook globaal vastgelegd welke vegetatie aanwezig was langs de waterlijn en op de hogere oever ten tijde van de bemonstering.

## 2.2 Resultaten van het veldonderzoek

De analyseresultaten per plek en per hoogteniveau zijn weergegeven in bijlage 1. Per plek is het gemiddelde lutumgehalte van twee lagen vermeld (0-0,2 m-maaiveld en 0,4-0,8 m-maaiveld). Deze twee lagen zijn gekozen omdat verwacht wordt dat het lutumgehalte in de laag 0-0,2 m-maaiveld de voedselrijkdom bepaalt en het lutumgehalte in de laag 0,4-0,8 m-maaiveld tevens van belang is voor doorlatendheid en diffusiesnelheid.

De chlorideconcentratie is gegeven van alle vijf lagen (0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8). De geschatte uitgangstoestand in 1987 is ook vermeld. Deze uitgangstoestand is ontleend aan eerdere zoutmetingen (Slager, 1988, 1993).

### *De zwaarte van de grond*

De onderwaterbodem is over het algemeen niet erg zwaar, zeker niet in de bovenste 0,20 m. Meer dan 8 % lutum komt maar weinig voor. Heel arme gronden met minder dan 1,5 % lutum zijn er nauwelijks. Op de opgespoten eilanden komen de laagste lutumgehaltenes voor. Dat zal een gevolg zijn van het opspuiten waarbij de kleine lutumdeeltjes minder snel bezinken en door de waterbeweging ergens worden afgevoerd.

Op kaart 2 is per plek het lutumgehalte in de laag 0-0,2 m aangegeven. In de diepere lagen zit in het algemeen iets meer lutum, maar ook daar is het gehalte zelden hoger dan 12 %.

### *De chlorideconcentratie*

Van de onderwaterbodem (waterdiepte 0,1 en 0,3 m) is vrijwel overal de bovenlaag van 0-0,1 m ontzilt. Dat houdt in dat de chlorideconcentratie lager is dan 1 g Cl<sup>-</sup>/l. Enkele plekken bevatten nog wel veel zout. Dat zijn met name de plekken waar kwel uit het naastliggende getijdegebied een rol speelt. Hier is zout tot bovenin het profiel aanwezig.

Op kaart 3 is de zouttoestand van de bovenlaag weergegeven, ingedeeld in 4 klassen: < 1 g Cl<sup>-</sup>/l, 1-3 g Cl<sup>-</sup>/l, 3-9 g Cl<sup>-</sup>/l en > 9 g Cl<sup>-</sup>/l. Deze klassen zijn gekozen op grond van een literatuurstudie naar de invloed van zout op de ontwikkeling van helofyten (Ter Heerdt, 1995).

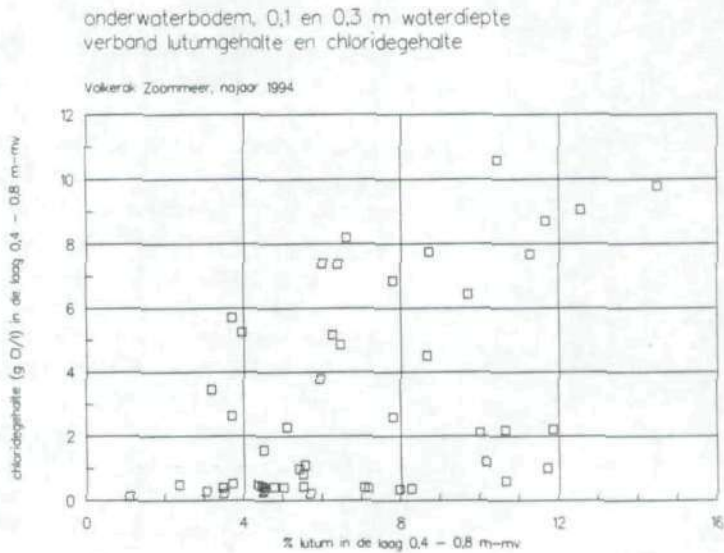
Op sommige plekken is de bodem tot de bemonsterde diepte van 0,8 m volledig ontzilt. Op de meeste plekken neemt de chlorideconcentratie met de diepte toe, maar overal is in vergelijking met de uitgangstoestand het meeste zout toch verdwenen. Er is wel een groot verschil tussen de plekken.

Figuur 1 geeft het verband tussen het gemiddelde lutumgehalte in de laag 0,4-0,8 m en de chlorideconcentratie in diezelfde laag. Het betreft hier plekken die nu een waterdiepte hebben van 0,1 of 0,3 m en waar geen kwel is. Er lijkt enig verband te zijn, maar de spreiding is erg groot.

De zoutgehalten in de diepere lagen zijn mee bepalend voor de chlorideconcentratie in de bovenlaag. Daarom zijn de zoutgehalten in de laag 0,4-0,6 m-mv in kaart gebracht (kaart 4). Indien de chlorideconcentratie lager is dan 1 g Cl<sup>-</sup>/l is er vanuit de diepere laag geen invloed op het gehalte in de bovenlaag te verwachten. Indien de chlorideconcentratie tussen 1 en 5 g Cl<sup>-</sup>/l ligt, kan dit mogelijk een geringe verhoging van de chlorideconcentratie in de bovenlaag veroorzaken. Bij een concentratie van 5 tot 9 g Cl<sup>-</sup>/l neemt deze invloed toe en bij een chlorideconcentratie hoger dan 9 g Cl<sup>-</sup>/l, is deze invloed in nog sterkere mate aanwezig.

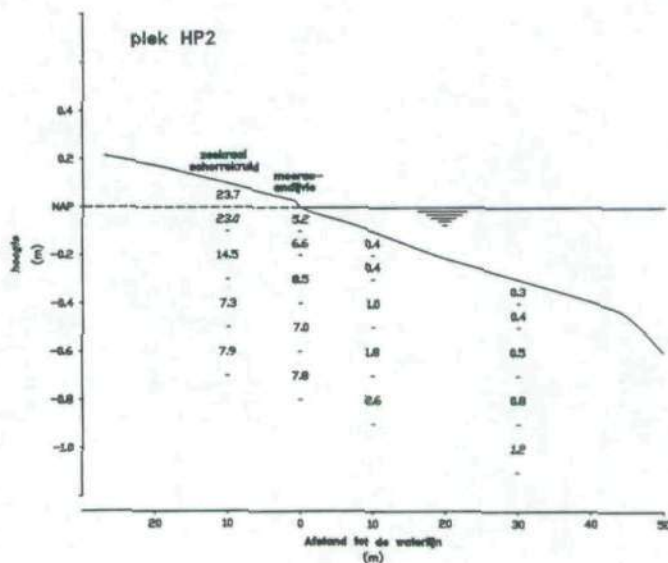
**Figuur 1.**

Het verband tussen het lutumgehalte en de chlorideconcentratie in de onderwaterbodem (laag 0,4-0,8 m-mv) bij waterdieptes van 0,1 en 0,3 m in het Volkerak-Zoommeer. Metingen in het najaar van 1994.



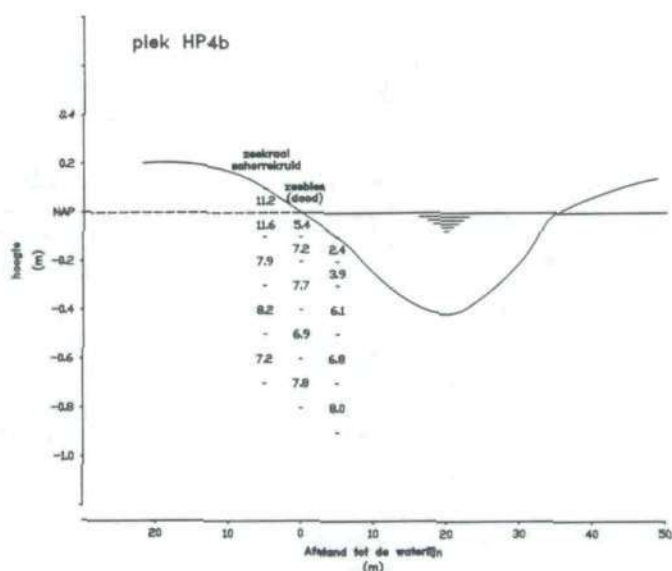
**Figuur 2.**

Doorsnede van de oeverzone met gemeten chlorideconcentraties (g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek HP 2. Metingen najaar 1994.





Figuur 3.  
Doorsnede van de oeverzone met  
gemeten chlorideconcentraties  
(g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek HP  
4B. Metingen najaar 1994.



Van enkele plekken, waar op 3 of 4 hoogteniveaus is bemonsterd, is een verticale doorsnede van de plek gemaakt waarin de bodemhoogtes en de chlorideconcentraties zijn aangegeven (figuren 2 - 8). Ook de vegetatie op de oever is in deze figuren vermeld.

Op plek HP 2 blijkt dat in de onderwaterbodem het zout grotendeels is verdwenen, maar op de waterlijn nog veel zout aanwezig is. Op de oever is in de bovenlaag de concentratie zelfs heel hoog. Daar is in de zomer opwaarts zouttransport geweest. Door oppervlakkige afstroming percoleert het water hier niet door de bodem en treedt geen neerwaarts zouttransport op. Plek HP 4B ligt in een ondiepe geul. De zoutgehalten zijn hier bij alle niveaus vrij hoog. In de onderwaterbodem bij 0,1 m water is in de bovenlaag wel iets minder zout. De hoge gehalten hier zijn een gevolg van kweldruk uit het Haringvliet waar het peil iets hoger is. Op de waterlijn stonden enkele jaren geleden zeebiespollen. Na instelling van de begrazing zijn deze afgevreten en daarna doodgegaan.

Op plek SH 3 is op de waterlijn en bij ondiep water nog wel wat zout aanwezig. In het diepere water is het zout verdwenen. De oever ligt wat hoger. Er heeft afslag plaatsgevonden. Hier is de chlorideconcentratie niet zo hoog meer. Vanuit het naastliggende hogere deel verdringt sinds 1991 zoet water het zoute water uit de bovenste meter. Daar beneden zijn de gehalten nog wel hoog. Dat blijkt uit figuur 9. In 1991 was op deze plek tot een diepte van 0,2 m ontzilting opgetreden. Dieper in het profiel was de concentratie nog heel hoog. In 1993 blijkt de ontzilting opeens tot een diepte van minstens 1,2 m te gaan.

Plek PP 4 ligt op de Prinsesseplaat in een ondiepe geul. Hier is bij 0,3 m waterdiepte de chlorideconcentratie hoger dan bij een waterdiepte van 0,1 m. De ondergrond is er ook zwaarder. Op de oever is het nog zout. Dat komt overeen met de resultaten van eerder onderzoek op deze plek (figuur 10, Slager, 1993). Toch groeit hier tussen zeebies en zeeaster wel riet. Kennelijk kan het riet hier het zout verdragen. Het is niet bekend hoe hoog de chlorideconcentraties hier in een lange droge zomerperiode oplopen.

---

Er is ook bemonsterd op enkele opgespoten eilandjes. Van drie plekken is een doorsnede gemaakt van de oever met de gemeten chlorideconcentraties.

Het eiland bij de Hellegatsplaten (HP eiland) ligt er sinds april 1991. Op het lage deel van het eiland was de chlorideconcentratie nog hoog. In de zomer zullen deze chlorideconcentraties hoog oplopen. Op een iets hoger deel van de oever was de chlorideconcentratie aanmerkelijk lager. Dat grote verschil is niet eenvoudig te verklaren. Op het lage deel stond nog een zoute tot brakke vegetatie. In die zoute vegetatie stonden evenwel ook enkele jonge rietplantjes. In de onderwaterbodem is de chlorideconcentratie nog behoorlijk zout. Ervaren is dat de pakking van de grond hier, evenals op de meeste andere eilandjes, erg dicht is. Dat zal de snelheid van diffusie waarschijnlijk beperken.

Het eiland bij de Plaat van de Vliet (PV eiland) langs de Philipsdam is aangelegd in 1993/1994. Hier zit nog veel zout in de bodem. Er is een enclosure met rietaanplant. De hoogste monsterplek ligt direct naast de rietaanplant.

Op de Boereplaat (aangelegd in 1992) is de chlorideconcentratie in de bodem onder het ondiepe water niet zo hoog. Hier is ook een rietaanplant waarin bemonsterd is. De chlorideconcentratie is hier blijkbaar niet beperkend. Het riet is hier fors ontwikkeld. Binnen de enclosure gaan uitlopers het water in. Buiten het gaas worden deze waarschijnlijk weggevreten.

Op de plekken waar zoute kwel vanuit het naastliggende getijdegebied aanwezig is, zoals op de plekken SH 4, PV2 en PV 3 langs de Philipsdam, is vooral in de diepere lagen het gehalte nog hoog.  
*Een peilverlaging zal op die plaatsen de zoute kwel doen toenemen.*

#### *De vegetatie op de oevers*

De waarnemingen over het beheer en de vegetatie op de oeverrand en de hogere oever bij de onderzoeksplekken zijn weergegeven in bijlage 2.

*Op heel veel plekken is vlak langs de waterlijn op de oeverrand moerasandijvie overheersend. Slechts zelden staan vlak rond de waterlijn andere planten. Iets hoger dan de waterlijn komen het vaakst wilgeroosje, zeeaster en kamille voor. Op veel plaatsen is de droogliggende oever nog begroeid met een vegetatie bestaande uit zouttolerante soorten.*

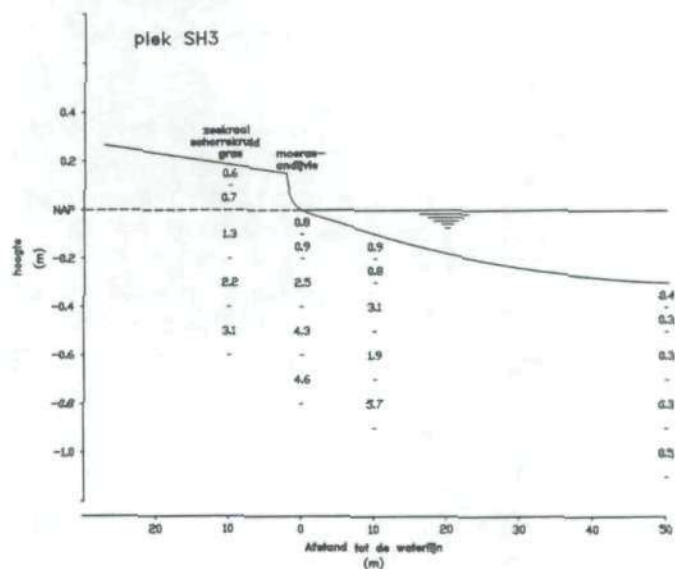
Op de plekken met een duidelijke afslagrand is de bodem veelal zandig en ligt de oever wat hoger. Deze plekken zijn meestal ontzilt. Daar zijn kamille, grassen, distel en duinriet meer vertegenwoordigd. In de gebieden waar begraaasd wordt krijgen hoger opgaande planten weinig kans.

Bij de onderzoeksplekken op de opgespoten eilandjes komt nog maar heel weinig spontane ontwikkeling van helofyten voor. Op de laatst opgespoten eilandjes (eind 1993, begin 1994) is de spontane vegetatiebedekking nog heel gering.

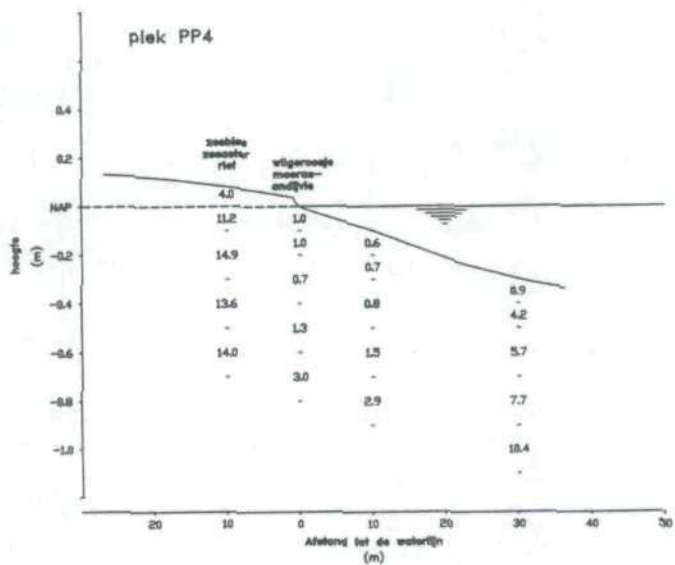
Op sommige eilandjes is, in een tegen vraat beschermde enclosure, riet en bies aangeplant om na te gaan hoe deze aangeplante helofyten zich ontwikkelen. In de exclusures is de ontwikkeling over het algemeen goed.



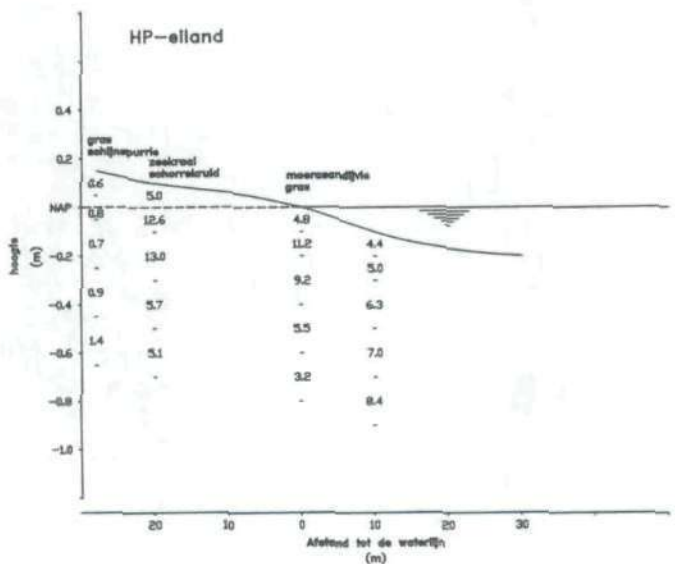
**Figuur 4.**  
Doorsnede van de oeverzone met  
gemeten chlorideconcentraties  
(g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek SH 3.  
Metingen najaar 1994.



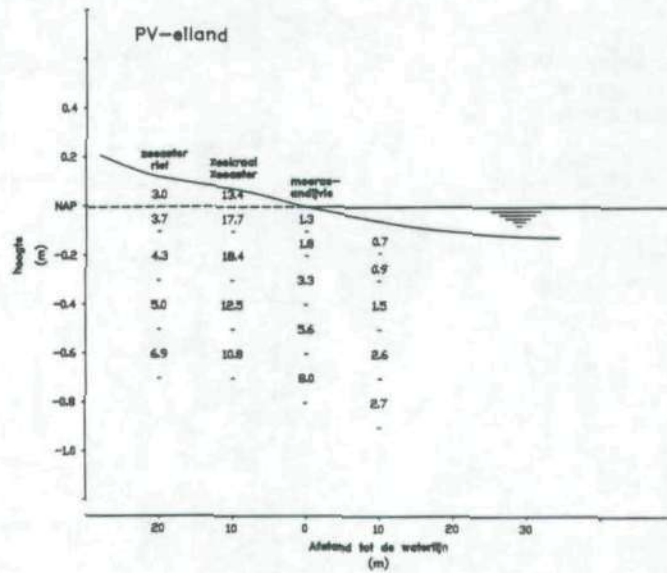
**Figuur 5.**  
Doorsnede van de oeverzone met  
gemeten chlorideconcentraties  
(g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek PP 4.  
Metingen najaar 1994.



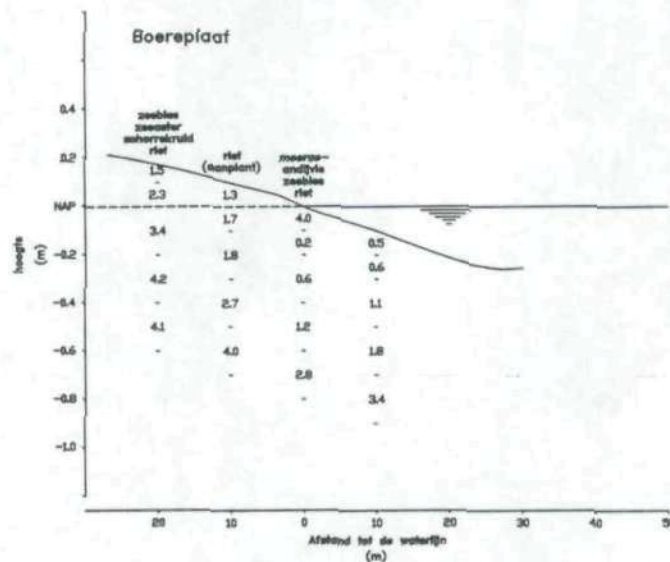
**Figuur 6.**  
Doorsnede van de oeverzone met  
gemeten chlorideconcentraties  
(g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek HP  
eiland. Metingen najaar 1994.



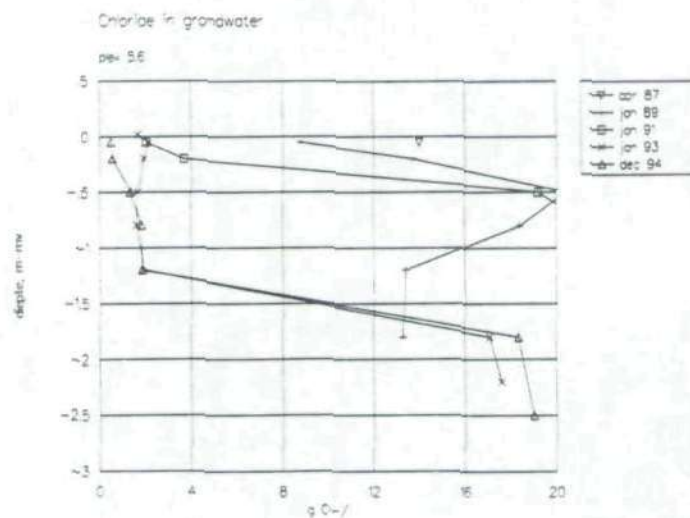
**Figuur 7.**  
Doorsnede van de oeverzone met gemeten chlorideconcentraties (g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek PV eiland. Metingen najaar 1994.



**Figuur 8.**  
Doorsnede van de oeverzone met gemeten chlorideconcentraties (g Cl<sup>-</sup>/l) in de bodem op plek Boereplaat. Metingen najaar 1994.

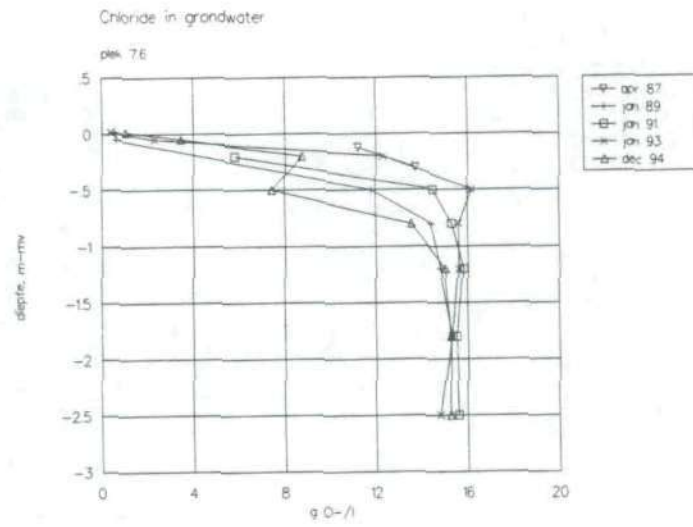


**Figuur 9.**  
De gemeten chlorideconcentratie (g Cl<sup>-</sup>/l) in het grondwater op de oever van de Slikken van de Heen in de tijd.





**Figuur 10.**  
 De gemeten chlorideconcentratie  
 (g Cl<sup>-</sup>/l) in het grondwater op de oe-  
 ver van de Prinsesseplaat in de tijd.



---

## 3 Berekeningen van veranderingen in chlorideconcentraties

---

### 3.1 Methode van de berekeningen

Met het hydrologisch model *SWATRE* kan berekend worden hoe de waterbeweging in de bodem na een peilverlaging zich zal ontwikkelen. Omdat de zoutbeweging in de bodem afhankelijk is van de waterbeweging kan deze ook worden berekend.

Toepassing van dit model voor ontziltingsberekeningen is al eerder en met succes gedaan voor plekken op de Krammerse Slikken. Met behulp van grondwaterstandsgegevens van de Krammerse Slikken is het model gecalibreerd. In de rapportage over deze berekeningen (Groen en Slager 1993, 1994) is het model *SWATRE* beschreven.

Met behulp van het model zijn berekeningen gemaakt van het verloop van de chlorideconcentratie in de bovenlaag gedurende een jaar, op plaatsen waar door een peilverlaging van 0,3 m de huidige onderwaterbodembodem droog komt te liggen. Zo is ook berekend hoe op een bepaald moment na een droge periode met een hoog verdampingsoverschot de chlorideconcentraties in de diepte zal zijn.

In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt besproken welke ontwikkelingen op langere termijn zijn te verwachten. Daarvoor zijn eerder berekeningen uitgevoerd op de Krammerse Slikken (Groen en Slager, 1993).

Voor de berekeningen met het model *SWATRE* is een groot aantal invoergegevens nodig. De belangrijkste zijn:

- meteorologische gegevens:  
neerslag en potentiële verdamping per dag
- bodemfysische gegevens:  
pF-curves, profielopbouw, verzadigde en onverzadigde doorlatendheid, initiële zoutconcentraties
- gewasparameters:  
bedekkingsgraad, gewasontwikkeling, bewortelingsdiepte
- ontwateringscriteria:  
diepte ondoorlatende laag, hoogteligging maaiveld, afstand naar het open water

### 3.2 Gebruikte invoergegevens

#### *Meteorologische gegevens*

Voor het neerslagpatroon worden twee jaren gebruikt die meteorologisch sterk verschillend zijn, 1976 als zeer droog jaar en 1989 als vrij normaal jaar maar met enkele droge perioden (tabel 1). Deze twee jaren zijn gekozen om het verschil in zoutbeweging te kunnen berekenen tussen een jaar met een lange zeer droge zomer en een jaar met enkele droge perioden in de maanden mei en juli. Berekeningen voor een nat jaar zijn niet zinvol omdat dan nauwelijks vochtonttrekking uit de bodem plaatsvindt.



De jaarreeksen met dagcijfers van neerslag en potentiële verdamping van 1976 en 1989 zijn gebruikt als invoer. In de figuren die de resultaten van de berekeningen geven (figuren 15-21), zijn deze dagcijfers weergegeven.

**Tabel 1.**  
Neerslag- en verdampingscijfers van de jaren 1976 en 1989.

jaar	neerslag (mm)	potentiële verdamping (mm)
1976	520	712
1989	696	585

#### Bodemfysische gegevens

De berekeningen zijn uitgevoerd voor drie plekken (Hp eil-10, Ks 1-10 en HP 2-10). Deze plekken zijn gekozen omdat ze tot een diepte van 0,8 m in verschillende mate ontzilt zijn.

De initiële chlorideconcentraties zijn afkomstig uit de resultaten van de bemonstering in het najaar van 1994. In tabel 2 zijn de basisgegevens van de 3 plekken opgenomen.

Voor de berekeningen is de bodem verdeeld in een aantal lagen met bepaalde kenmerken. Bovenin het profiel zullen de veranderingen het grootst zijn. Daarom zijn daar laagjes van 5 cm dikte aangehouden. Daaronder wordt de bodem onderverdeeld in laagjes van 10 cm en dieper in het profiel worden nog dikkere lagen aangehouden. Er zijn enkele aannames gedaan voor de doorlatendheid in de verschillende lagen en de diepte van de ondoorlatende basis. De profielindeling is weergegeven in figuur 11. Voor alle drie plekken zijn dezelfde profielgegevens gebruikt. Dat lijkt verantwoord gezien de slechts kleine verschillen in lutumgehalte die gemeten zijn (tabel 2).

**Tabel 2.**  
De basisgegevens van de plekken waarvoor de veranderingen in chlorideconcentratie zijn berekend.

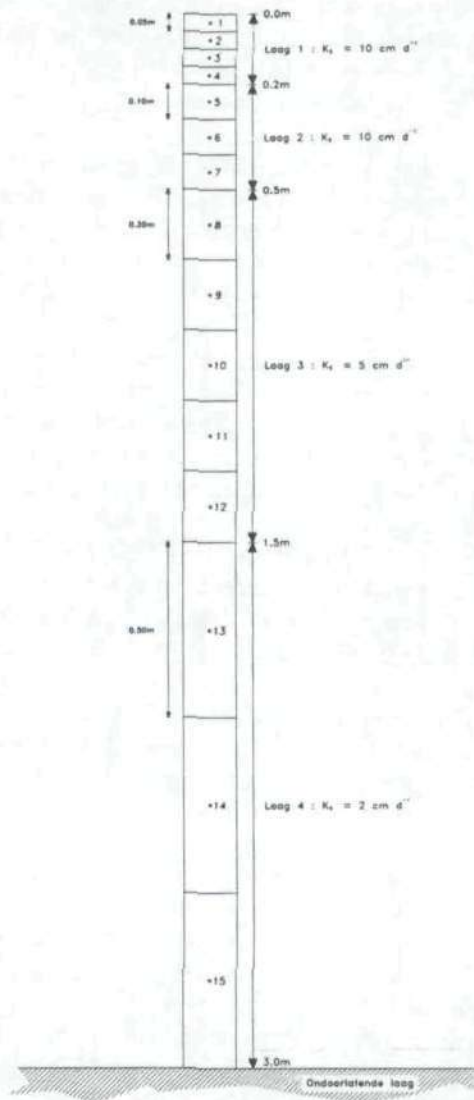
plek	afstand waterlijn m	% lutum per laag (m-mv)		g Cl <sup>-</sup> /liter, najaar 1994 per laag (m-mv)				
		0-0,2	0,4-0,8	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8
HP eil-10	200	8.1	11.3	4.36	4.96	6.31	7.00	8.35
KS 1-10	50	10.4	7.8	1.04	2.51	6.10	5.21	8.49
HP 2-10	25	8.3	11.9	0.25	0.41	1.00	1.83	2.58

#### Gewasparameters

In het eerste jaar na de peilverlaging is de bodem onbegroeid. De vegetatie zal in het eerste jaar na peilverlaging dus niet bijdragen aan verdamping. In het daarop volgend jaar zal de vegetatie enigszins tot ontwikkeling zijn gekomen. Voor plek HP eil-10 is daarom ook een berekening verricht voor twee opeenvolgende jaren. Voor het tweede jaar is een bedekkingsgraad van 0,2 aangehouden.

Figuur 11.

Het profiel met laagdiktes en doorlatendheden zoals gebruikt voor de berekeningen.



### Ontwateringscriteria

Er is gerekend met een meerpeil vanaf het begin van het jaar van NAP-0,3 m. De hoogteligging van de bodem op de plekken die doorgerekend zijn bedraagt NAP-0,1 m. De afstand naar het water is verschillend (tabel 2). Zo is de plek bij het HP eiland gelegen in een ondiep gedeelte tussen het eiland en de oorspronkelijke plaat. De afstand naar het open water is hier groot. De andere twee plekken liggen dicht bij het open water.

### 3.3 Resultaten van de berekeningen

Van alle drie plekken is doorgerekend hoe de chlorideconcentratie in de bovenste 2 lagen (0-5 en 5-10 cm) zal zijn gedurende het jaarverloop in een heel droog jaar (1976) en in een redelijk normaal jaar met enkele droge perioden (1989).



---

De figuren 12 - 18 geven de resultaten van de berekeningen. Duidelijk is dat de chlorideconcentraties in het bovenste laagje van 0-5 cm aanmerkelijk hoger worden dan het tweede laagje van 5-10 cm. Per plek werden de volgende resultaten gevonden:

- Bij een zouttoestand in de bodem zoals gemeten op plek HP-eiland zou in een droog jaar als 1976 de chlorideconcentratie in het bovenste laagje het grootste deel van de zomer vrijwel voortdurend op een hoogte van ongeveer 50 g Cl<sup>-</sup>/l zijn. Een uitschieter tot 90 à 100 g Cl<sup>-</sup>/l is mogelijk (figuur 12). De concentraties in de laag 5-10 cm blijven veel lager, vooral in de pieken.

Bij een neerslagpatroon zoals in 1989 is opgetreden komt de chlorideconcentratie aanmerkelijk minder hoog, maximaal 14 g Cl<sup>-</sup>/l in het bovenste laagje (figuur 13). Te verwachten is dat er binnen die 5 cm nog wel verschil is, waarbij de concentratie in de bovenste cm iets hoger kan zijn.

- Op plek KS 1, met lagere begingehaltes vooral in de bovenlaag, komen de concentraties veel minder hoog; in een droog jaar tot 30 à 40 g Cl<sup>-</sup>/l en in een normaal jaar tot 6 à 7 g Cl<sup>-</sup>/l (figuur 14 en 15).
- Bij plek HP 2 is er maar een geringe verhoging. Zelfs in het droge jaar komt de chlorideconcentratie niet hoger dan 10 g Cl<sup>-</sup>/l (figuur 16 en 17). Bij nog lagere beginconcentraties is nauwelijks verhoging te verwachten.

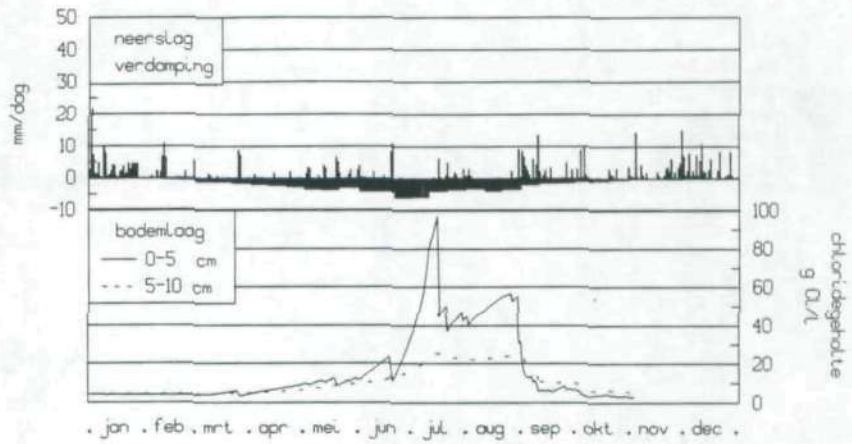
Ondanks de verhogingen die in de droge zomerperiode optreden, is de concentratie in december (wanneer het profiel weer verzadigd is) lager dan in december van het voorafgaande jaar. Dat is in het bovenste laagje sterker het geval dan in het tweede laagje.

Begroeiing van de bodem met vegetatie veroorzaakt een toename van de verdamping en dus van de onttrekking van vocht aan de bodem. Dat beïnvloed ook de chlorideconcentraties. Van plek HP-eiland is berekend hoe de chlorideconcentraties verlopen als in het tweede jaar wel vegetatie meespeelt, zij het met een geringe bedekkingsfactor van 0,2. Voor het tweede jaar geldt de uitgangstoestand van het einde van het eerste jaar. Voor beide jaren is het neerslagpatroon van 1989 gehanteerd. Uit figuur 18 wordt duidelijk dat onder invloed van de vegetatie, ook al is die gering, de chlorideconcentraties sterker oplopen. Dat wordt bewerkstelligt door de hogere verdamping door toedoen van vegetatie (actuele evapotranspiratie). Op een kale grond is er alleen aan de oppervlakte vochtonttrekking terwijl de wortels van planten het vocht dieper onttrekken.

De figuren 19 en 20 geven weer hoe in het verticale profiel de chlorideconcentraties die in de winter zijn gemeten zich in de zomer zullen ontwikkelen. Na een droge zomerperiode met veel verdamping is de hoogste concentratie te verwachten. Uit de figuren blijkt dat de verhoging van de concentratie alleen optreedt in de bovenste 10 cm. Dieper in het profiel verandert er vrijwel niets, zelfs niet in een droge situatie zoals in 1976.

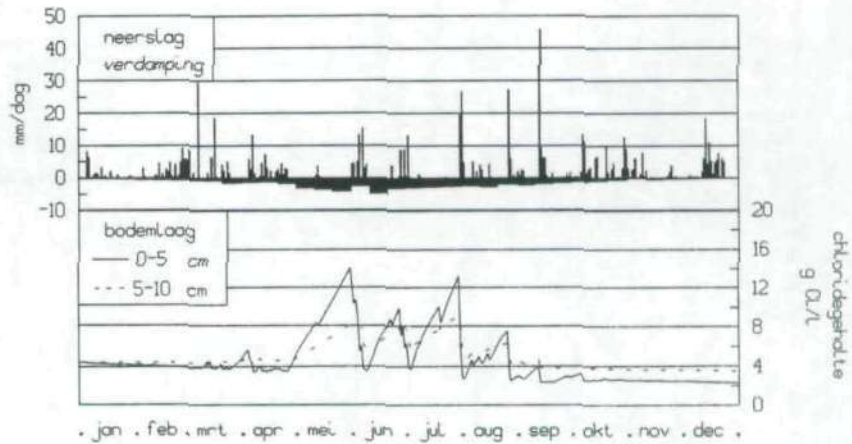
**Figuur 12.**

Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai-veld op plek HP eiland bij invoer van neerslag (positief) en potentiële verdamping (negatief) van het jaar 1976.



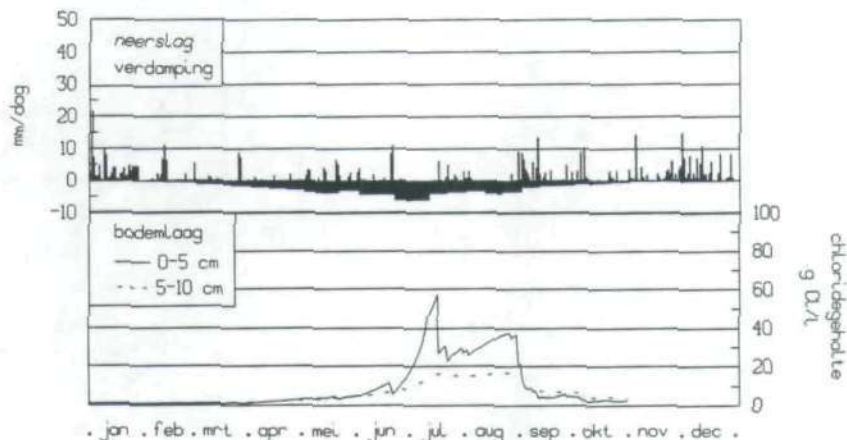
**Figuur 13.**

Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai-veld op plek HP eiland bij invoer van neerslag (positief) en potentiële verdamping (negatief) van het jaar 1989.

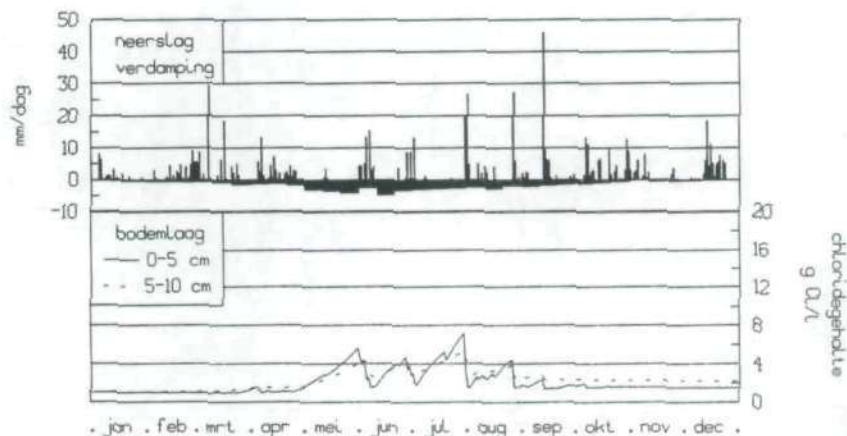




**Figuur 14.**  
 Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai- veld op plek KS 1 bij invoer van neerslag (positief) en potentiële ver- damping (negatief) van het jaar 1976.

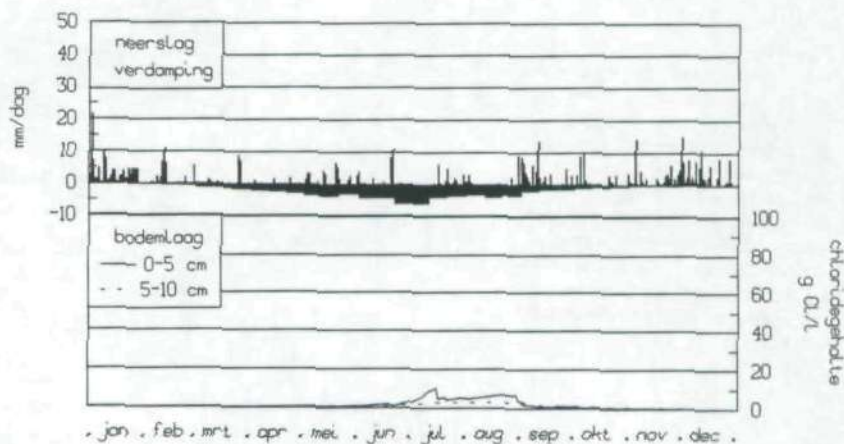


**Figuur 15.**  
 Het berekende verloop van de chlori- deconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemla- gen 0-5 en 5-10 cm beneden maai- veld op plek KS 1 bij invoer van neerslag (positief) en potentiële ver- damping (negatief) van het jaar 1989.



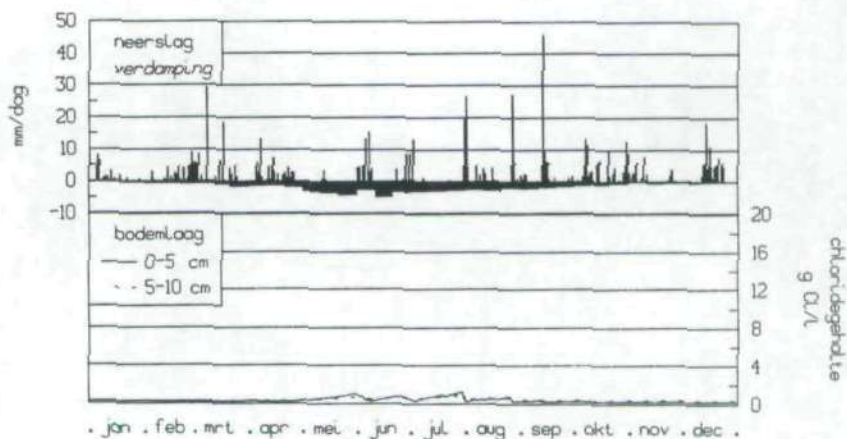
**Figuur 16.**

Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai-veld op plek HP 2 bij invoer van neerslag (positief) en potentiële verdamping (negatief) van het jaar 1976.



**Figuur 17.**

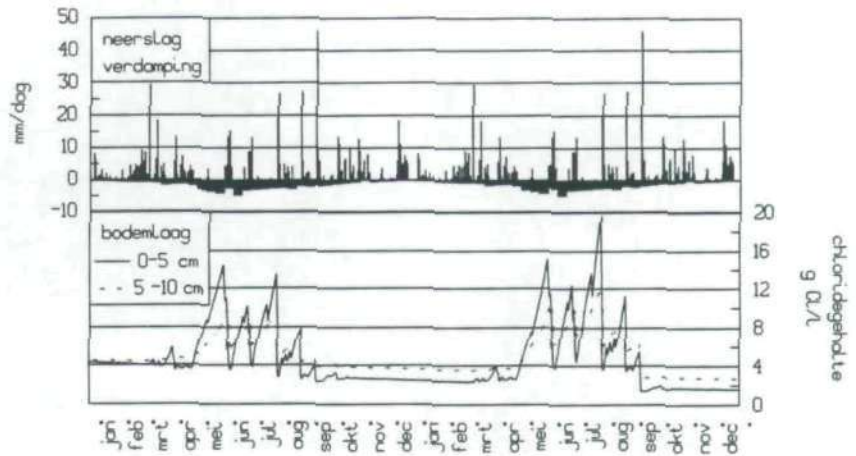
Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai-veld op plek HP 2 bij invoer van neerslag (positief) en potentiële verdamping (negatief) van het jaar 1989.





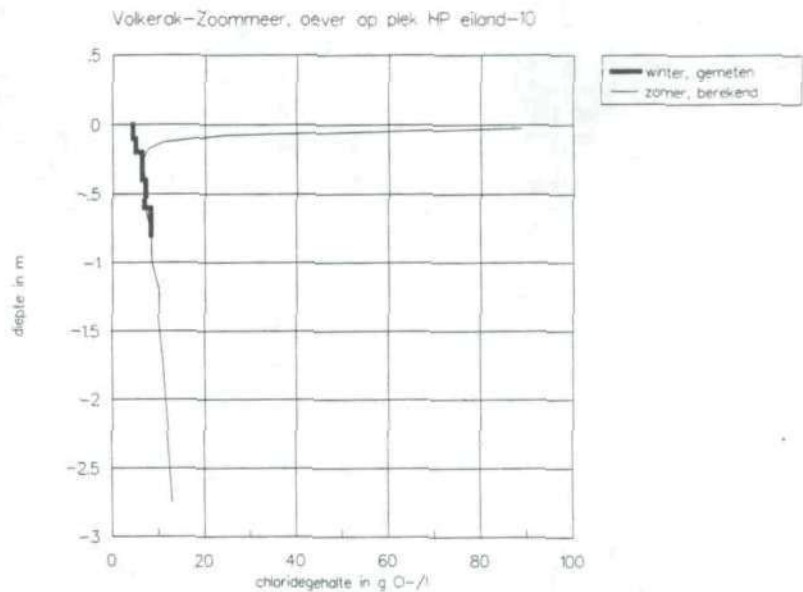
**Figuur 18.**

Het berekende verloop van de chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende het jaar in de bodemlagen 0-5 en 5-10 cm beneden maai-veld gedurende twee opeenvolgende jaren op plek HP eiland bij invoer van neerslag (positief) en potentiële verdamping (negatief) van het jaar 1989. In het eerste jaar kale grond; in het tweede jaar vegetatie met een bedekkingsfactor van 0,2.



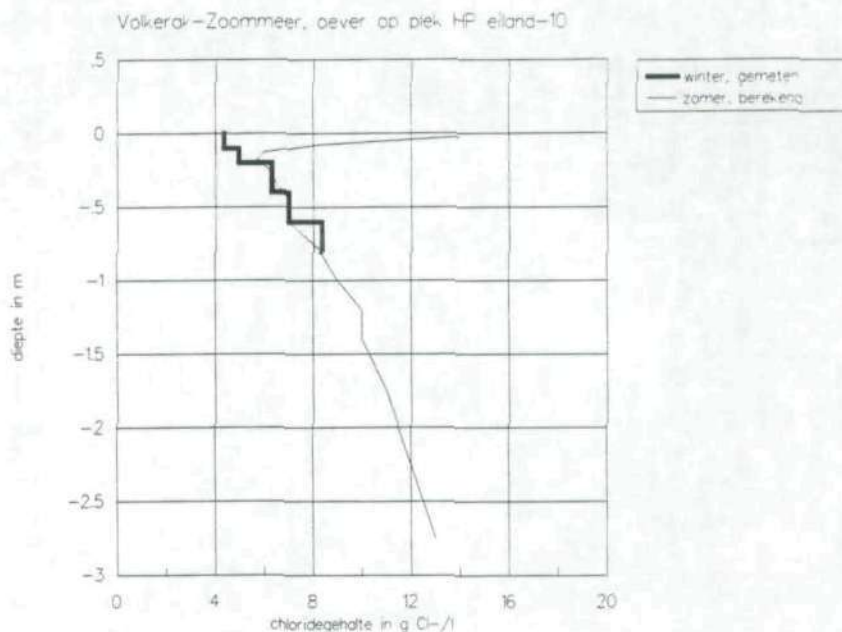
**Figuur 19.**

De chlorideconcentratie in het bodemvocht op plek HP eiland in de winter (gemeten najaar 1994) en in de zomer (berekend met neerslag 1976).



**Figuur 20.**

De chlorideconcentratie in het bodemvocht op plek HP eiland in de winter (gemeten najaar 1994) en in de zomer (berekend met neerslag 1989).



### 3.4 Verloop van de chlorideconcentratie op langere termijn

Afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond zal de chlorideconcentratie in de bovenlaag in de loop van de tijd afnemen. In figuur 21 (Groen en Slager, 1993) is het verloop van de chlorideconcentratie in de loop van de tijd weergegeven voor een bodem met een slecht doorlatende ondergrond. Op een groot deel van de droogvallende oever zal de doorlatendheid van de ondergrond niet veel anders zijn.

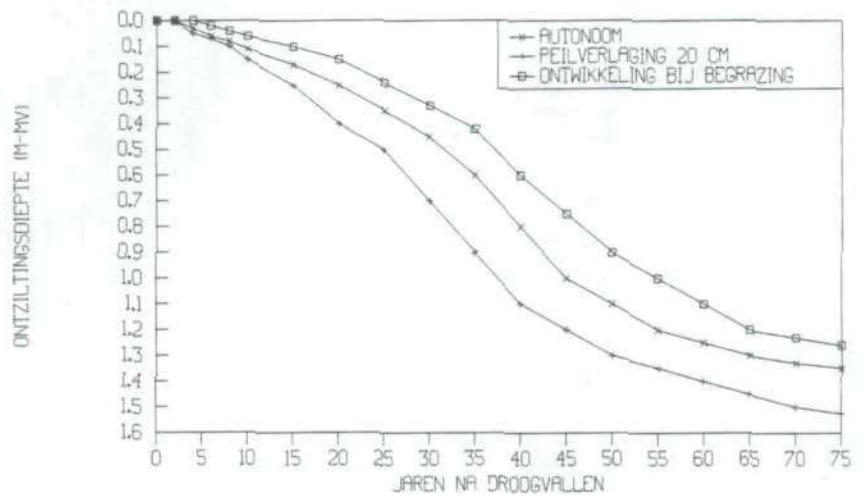
In figuur 21 is het verloop van de ontzilting op de droge oever tengevolge van *indringing van neerslag* in beeld gebracht. De uitgangstoestand op het moment van droogvallen is hierbij een chlorideconcentratie van 14 g Cl<sup>-</sup>/l in het hele profiel en een meerpeil van NAP. Verlaging van het peil versnelt de ontzilting terwijl verdichting door begrazing de ontzilting vertraagt.

Deze figuur kan een indruk geven hoe snel zout grondwater naar de diepte wordt verdrongen door indringing van neerslag op een drooggevalle oever. De huidige onderwateroever heeft bij droogvallen een veel lagere beginconcentratie doordat al veel zout door diffusie is verdwenen. De startpositie moet dan verder in de tijd op de lijn geplaatst worden. Als bijvoorbeeld de huidige grens van 1 g Cl<sup>-</sup>/l op een diepte zit van 0,3 m, komt dat op de lijn "autonoom" overeen met het jaar 22. Voor de drooggevalle oevers dient deze lijn vanaf dit punt gevolgd te worden om in te kunnen schatten hoe snel de ontzilting verder zal verlopen bij een gelijkblijvend peil van het open water.



**Figuur 21.**

Het verloop van de ontzilting in de bodem op een plek op de Krammerse Slikken (plek 3.4) bij een peil van NAP (autonoom), bij een peilverlaging van 0,2 m en bij begrazing. Hoogteligging van de plek is NAP+0,71 m, de afstand naar het water is 500 m. De grenswaarde voor ontzilting is 1 g Cl<sup>-</sup>/l (Groen en Slager, 1993).



---

## 4 Bespreking

---

### 4.1 Resultaten van het veldonderzoek en de berekeningen

De bovenste 0,2 m van de onderwaterbodem bestaat op de meeste plekken uit lutumhoudend zand (3 tot 8 % lutum). Bodems met minder dan 3 % lutum komen vrij weinig voor en bodems met meer dan 8 % zijn eveneens zeldzaam. Uit vroeger onderzoek in vergelijkbare gebieden is gebleken dat de voedselrijkdom van de bodem en daardoor de produktie aan biomassa sterk samenhangt met het lutumgehalte (Slager en Visser, 1990). Bij minder dan 3 % is de produktie capaciteit heel gering en bij meer dan 3 % lutum neemt de produktiecapaciteit sterk toe. Voor de ontwikkeling van pas gekiemde helofyten kan het lutumgehalte dus van belang zijn.

De verwachting is dat de bodemopbouw invloed heeft op de diffusiesnelheid. Daarbij spelen volume en grootte van de poriën een rol. In een zandige bodem zal de diffusie van zout uit de bodem sneller verlopen dan in een kleihoudende bodem. Vanuit deze gedachte zou er een verband moeten zijn tussen het lutumgehalte en de chlorideconcentratie in de bodem. Deze relatie staat echter niet onomstotelijk vast (figuur 1). Dat kan betekenen dat er behalve het lutumgehalte meer factoren een rol spelen in de snelheid van ontzilten van de onderwaterbodem.

De chlorideconcentraties in de bovenlaag (0-0,1 m) van de onderwaterbodem zijn bijna overal zo laag dat deze op zich geen belemmering zullen vormen voor kieming en ontwikkeling van helofyten als door peilverlaging de bodem droog komt te liggen. De chlorideconcentratie in de bovenlaag kan evenwel veranderen. Door verdamping daalt het vochtgehalte in de bovenlaag. Dat veroorzaakt een verhoging van de chlorideconcentratie. Daarnaast komt in periodes met een groot verdampingsoverschot capillair transport van water uit de diepere lagen op gang. Op plekken waar nog zout in de diepere lagen aanwezig is komt het zout mee omhoog. Op deze manier kan na een lange droge periode de chlorideconcentratie in de bovenlaag dan extra hoog worden.

De mate waarin verhoging van de chlorideconcentratie in de bovenlaag optreedt is afhankelijk van het verdampingsoverschot, de chlorideconcentratie in de beginsituatie in de boven- en ondergrond en de bodemopbouw.

De chlorideconcentratie aan de oppervlakte kan van invloed zijn op het kiemen van zaden van helofyten en de ontwikkeling van jonge planten op de oever, die na peilverlaging is drooggevallen. Het is niet ondenkbaar dat door hoog oplopende concentraties in de zomer jonge plantjes afsterven. Daarbij moet bedacht worden dat hoge chlorideconcentraties in de zomer altijd gepaard gaan met lage vochtgehaltes. Feitelijk betekent dat een dubbele stress voor de planten.

De berekeningen wijzen uit dat indien op het moment van droogvallen nog redelijk veel zout in de bodem aanwezig is, er in droge periodes een sterke concentratieverhoging kan optreden. De verhoging van de chlorideconcentraties worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door daling van het vochtgehalte. Duurt een droge periode lang dan treedt ook capillair transport van vocht op uit de onderliggende lagen. Met dat vocht komen even-



---

eens de daarin opgeloste stoffen mee omhoog. Zijn de gehalten in de direct aansluitende laag niet zo hoog, dan komt weinig zout mee. Voordat zouttransport vanuit de diepere lagen op gang komt, moet het vrij lange tijd achtereen droog zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een eerste jaar na het droogvallen en dus bij een kale grond. Verdamping vindt dan alleen aan de oppervlakte plaats. Indien er vegetatie aanwezig is, is de vochtonttrekking niet alleen groter, maar door de wortels wordt het vocht ook iets dieper uit het profiel onttrokken. In het eerste jaar na de peilverlaging zullen de chlorideconcentraties het hoogst kunnen oplopen. Echter ook in de daaropvolgende jaren kunnen nog steeds hoge chlorideconcentraties voorkomen. Hoewel groeiende planten waarschijnlijk meer stress kunnen verdragen dan kiemplanten is ook duidelijk dat zeker in het tweede jaar de planten zich nog ontwikkelen en dat er daarnaast ook nog kieming plaatsvindt.

Van de beginsituatie op de oevers na de afsluiting en ook van de opgespoeten eilandjes is bekend dat er na het eerste jaar nog maar weinig vegetatie staat. Dat betekent dat ook in de daaropvolgende jaren er nog heel wat zaden tot kieming moeten komen.

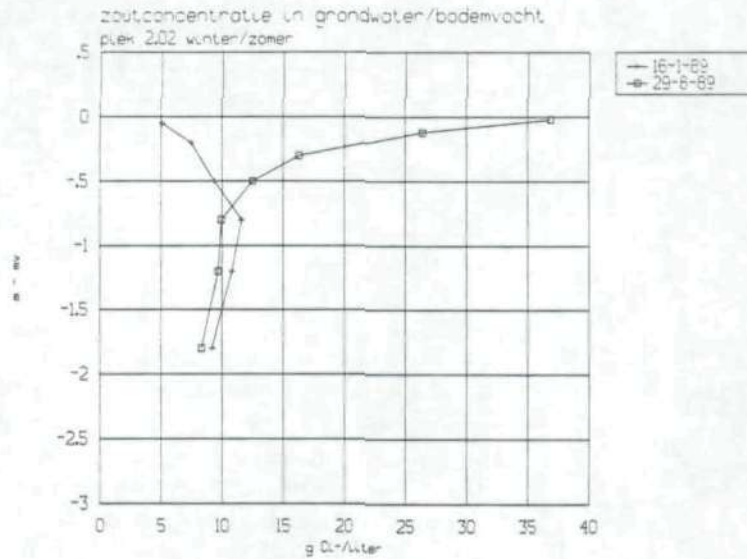
De berekende concentratieverhogingen komen overeen met veldmetingen. Tijdens de monsternamen in het najaar van 1994 is ook op enkele plekken op de iets hogere oever een monster van de bovenlaag (0-0,1 m-mv) genomen om na te gaan wat de zoutconcentratie in die laag was. Op deze plekken stond meestal een zouttolerante vegetatie. De chlorideconcentratie bleek op sommige plekken heel hoog te zijn, zonder dat de direkt voorgaande periode uitgesproken droog was geweest. Concentraties van 40 à 50 g Cl<sup>-</sup>/l kwamen op verschillende plekken voor. Op een lage plek midden op de Dintelse Gorzen, begroeid met zeekraal, was de concentratie in de bovenste 10 cm zelfs 97 g Cl<sup>-</sup>/l.

Het feit dat op deze plekken vrijwel alleen zouttolerante vegetatie groeide en bijvoorbeeld geen helofyten geeft aan dat de omstandigheden kennelijk niet geschikt waren voor kieming en groei van helofyten.

Ook uit ander onderzoek in het Volkerak-Zoommeer en andere vergelijkbare gebieden is bekend dat de chlorideconcentraties aan de oppervlakte hoog kunnen oplopen. De figuren 22 en 23 geven daar enkele voorbeelden van op twee plekken op de droogliggende oever van de Krammerse Slikken, de Hellegatsplaten met metingen van enkele jaren geleden. De zoutgehalten blijken in de zomer vrij gemakkelijk op te lopen tot 20 à 30 g Cl<sup>-</sup>/l. Deze plekken waren toen begroeid met een zouttolerante vegetatie in relatief lage bedekking.

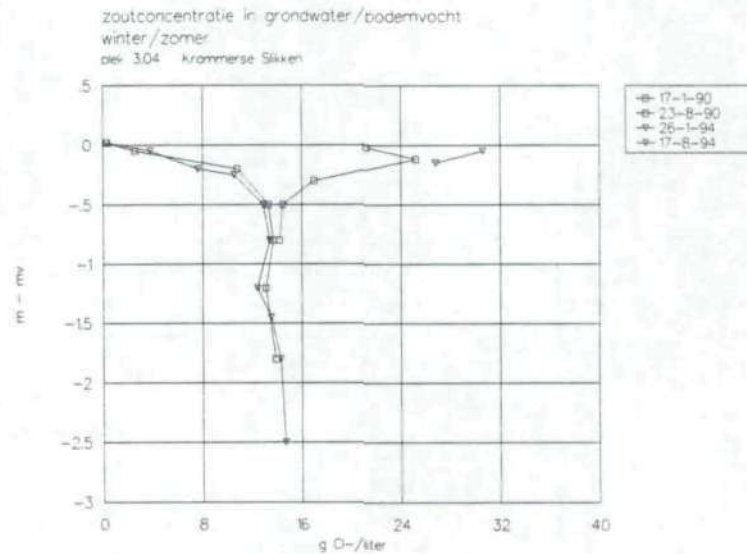
**Figuur 22.**

De gemeten chlorideconcentratie (g Cl<sup>-</sup>/l) in het grondwater (winter) en het bodemvocht (zomer) op laagliggende slikken op de Hellegatsplaten.



**Figuur 23.**

De gemeten chlorideconcentratie (g Cl<sup>-</sup>/l) in het grondwater (winter) en het bodemvocht (zomer) op laagliggende slikken op de Kramerse Slikken.



#### 4.2 Te verwachten risico's voor ontwikkeling van helofyten

Het is van belang om te komen tot een inschatting van de omvang van de risico's, die het zout in de bodem meebrengt voor kieming en ontwikkeling van helofyten. Daarbij zijn de initiële concentraties in de laag 0-0,1 m en de laag 0,4-0,6 m van belang. Er is in totaal op 76 punten in de onderwaterbodem bemonsterd bij een waterdiepte tussen 0 en 0,3 m. In tabel 3 is weer gegeven hoe de procentuele verdeling van deze plekken naar chlorideconcentratie in de twee genoemde lagen is.



**Tabel 3.**

Het percentage van de monsterplekken in de onderwaterbodem (waterdiepte 0-0,3 m) bij verschillende klassen in chlorideconcentratie in de bodemlagen 0-0,1 en 0,4-0,6 m.

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	48	16	9	5	3
1-3		1		8	1
3-5				3	
5-9				3	
> 9					3

In het kader van het project "Planten in de peiling" is literatuuronderzoek verricht naar de gevoeligheid van helofyten voor zout (Ter Heerdt, 1995). Hoewel de helofyten niet allemaal even gevoelig zijn voor zout is er toch min of meer uit af te leiden dat ongeveer 3 g Cl<sup>-</sup>/l een kritische grens is voor kieming en ongeveer 9 g Cl<sup>-</sup>/l voor de verdere groei. Met behulp van de modelberekeningen voor de chlorideconcentraties bij drie plekken is geschat hoe groot de kans is dat na het droogvallen de grenzen van 3 en 9 g Cl<sup>-</sup>/l in het bovenlaagje van 0-5 cm worden overschreden in een nat jaar, een normaal jaar en een droog jaar. Deze schatting is gedaan in 4 klassen. Het resultaat is gegeven in de tabellen 4 en 5.

**Tabel 4.**

De geschatte kans dat na droogvallen de chlorideconcentratie in de zomer in de laag 0-5 cm hoger zullen worden dan 3 g Cl<sup>-</sup>/l in een nat jaar, een normaal jaar en een droog jaar.

- = afwezig, + = klein, ++ = groot, +++ = zeer groot

## Nat jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	-	-	-	-	+
1-3		-	-	+	+
3-5			+	+	+
5-9				+	+
> 9					+

## Normaal jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	-	+	+	+	+++
1-3		+	+	+++	+++
3-5			+++	+++	+++
5-9				+++	+++
> 9					+++

## Droog jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemlaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	+	+	+++	+++	+++
1-3		+++	+++	+++	+++
3-5			+++	+++	+++
5-9				+++	+++
> 9					+++

Tabel 5.

De geschatte kans dat na droogval-  
len de chlorideconcentratie in de zo-  
mer in de laag 0-5 cm hoger zullen  
worden dan 9 g Cl<sup>-</sup>/l in een nat  
jaar, een normaal jaar en een droog  
jaar.

- = afwezig, + = klein, ++ = groot,  
+++ = zeer groot

Nat jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	-	-	-	-	-
1-3		-	-	-	-
3-5			-	-	+
5-9				+	+
> 9					+

Normaal jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	-	-	-	+	+
1-3		-	+	+	+
3-5			+	+	+++
5-9				+++	+++
> 9					+++

Droog jaar

g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag	g Cl <sup>-</sup> /l in de bodemiaag 0,4-0,6 m				
	0-1	1-3	3-5	5-9	> 9
0-0,1 m					
0-1	-	+	+	+	+++
1-3		+	+	+++	+++
3-5			+++	+++	+++
5-9				+++	+++
> 9					+++

Combinatie van de metingen van de chlorideconcentraties in de ondiepe onderwaterbodem in het hele Volkerak-Zoommeergebied met de modelberekeningen van de zoutbeweging in de bodem geven de mogelijkheid een schatting te maken over welk deel van de oever en in welke mate er risico is dat zout van invloed zal zijn op kieming en de ontwikkeling van helofyten. Ook hier zijn de concentratiegrenzen van 3 en 9 g Cl<sup>-</sup>/l aangehouden. Ook is de aanname gedaan dat de plekken evenredig over het hele gebied verspreid liggen. De schatting is gegeven in de tabellen 6 en 7.

Tabel 6.

Het geschatte deel (in %) van de oeverlengte met de kans dat in de zomer in de laag 0-5 cm de chlorideconcentratie hoger wordt dan 3 g Cl<sup>-</sup>/l.

kans	nat jaar	normaal jaar	droog jaar
geen	80	50	0
mogelijk	10	25	65
groot	10	25	35



---

**Tabel 7.**

Het geschatte deel (in %) van de oeverlengte met de kans dat in de zomer in de laag 0-5 cm de chloride-concentratie hoger wordt dan 9 g Cl/l.

kans	nat jaar	normaal jaar	droog jaar
geen	95	75	50
mogelijk	5	15	25
groot	0	10	25

---

## 5 Conclusies

---

In de bovenste laag van 0,1 m van de onderwaterbodem (tot 0,3 m waterdiepte) langs de oevers in het Volkerak-Zoommeer is op het grootste deel de chlorideconcentratie lager dan  $1 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ . Door diffusie is het zout in de periode na de afsluiting langzaam uit de onderwaterbodem verdwenen.

Na peilverlaging zal op de drooggevallen oever verhoging van de chlorideconcentratie optreden door verdamping van bodemvocht. De verhoging van de chlorideconcentratie wordt in eerste instantie veroorzaakt door daling van het vochtgehalte. Bij lange droge periodes komt ook capillair transport op gang, waardoor de chlorideconcentratie nog verder oploopt.

Vegetatie versterkt de verdamping en daardoor de verhoging in zoutgehaltes. In het eerste jaar van droogvallen is de bodem echter nog vrijwel onbegroeid. In het tweede jaar kan de aanwezigheid van vegetatie een grotere verdamping geven met hogere chlorideconcentraties als gevolg.

In een jaar met een normaal neerslagpatroon zal op het grootste deel van de oevers het zout weinig belemmerend werken voor de vegetatieontwikkeling. In een droog jaar kan de chlorideconcentratie zo sterk oplopen dat het een nadelig effect heeft op de vegetatieontwikkeling. Er moet dan in de uitgangstoestand nog wel vrij veel zout in de bodem zitten.

Bij een peilverlaging van 0,3 m loopt in een droog jaar circa 50 % van het oppervlak van de dan droogvallende oevers het risico dat de chlorideconcentratie in de toplaag van het droogvallende oevergedeelte hoger wordt dan  $9 \text{ g Cl}^-/\text{l}$ . In een normaal jaar is dat circa 25 % en in een nat jaar loopt ongeveer 5 % van het oppervlak risico.



---

---

---

## 6 Literatuur

---

Poorter, E.P.R. (eindred.), 1989. Beheersvisie Krammer-Volkerak, Eendracht, Zoommeer. RWS, Directie Flevoland, Flevobericht nr 310.

Nes, E.H. van (eindred.), 1991. Het Volkerak-Zoommeer zoet en helder. RWS, RIZA nota 91.027, Flevobericht nr 329, Directie Zeeland Nota AX 90.057.

Jong, S.A. de, 1994. *Kansen voor natuurontwikkeling in het Volkerak-Zoommeer bij verschillende peilbeheervarianten*. RWS, Directie Zeeland Nota AX 94.009.

Groen, K.P. en H.Slager, 1993. De ontzilting van de Krammerse Slikken. RWS, Directie Flevoland; Intern Rapport 1993-18 Lio.

Groen, K.P. en H.Slager, 1994. De ontzilting van de Krammerse Slikken; deel 2 De Schorren. RWS, Directie Flevoland; Intern Rapport 1994-29 Lio.

Heerdt, G.N.J.ter, 1995. Planten in de peiling. Literatuurstudie naar de invloed van het zoutgehalte in de bodem op de ontwikkeling van helofyten. Rapport in druk.

Slager, H., 1989. Onderzoek naar de abiotische factoren op de drooggeval-  
len oevergebieden in het Krammer-Volkerak en het Zoommeer in 1987 en  
1988. RWS, Directie Flevoland; Intern rapport 1989-12 Liw.

Slager, H., 1990. Het onderzoek naar de abiotische situatie op de oeverge-  
bieden in het Krammer-Volkerak en het Zoommeer in 1989. RWS, Directie  
Flevoland; Intern rapport 1990-23 Liw.

Slager, H., 1993. Het onderzoek naar de abiotische ontwikkelingen op de  
oevergebieden in het Volkerak-Zoommeer in 1990 en 1991. RWS, Directie  
Flevoland; Intern rapport 1993-2 Lio.

Slager, H. en J.Visser, 1990. Abiotische kenmerken van de drooggeval-  
len gebieden in de Grevelingen. RWS, Directie Flevoland; Flevobericht nr 312.

Vulink, J.Th., en H.Coops, 1994. Projectplan Planten in de peiling: Ontwik-  
keling van oeverplanten in het Volkerak-Zoommeer onder invloed van  
peilbeheer. RWS, Directie Flevoland en RIZA.



---

# Bijlage 1 Analyseresultaten van alle plekken

lutumgehalte in 2 lagen  
chloridegehalte in 5 lagen  
geschat chloridegehalte in 1987  
geschatte hoogtes en afstanden

DG = Dintelse Gorzen  
SH = Slikken van de Heen  
KS = Kramerse Slikken

plek	hoogte tov NAP m	afstand waterlijn m	afslag- rand m	% lutum in laag		g Cl/l najaar 1994 per laag					g Cl/l 1987 0-0,8
				0-0,2	0,4-0,8	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	
DG 1-10	-.1	5	.30	5.6	8.0	.35	.25	.25	.33	.36	12.0
DG 1-30	-.3	30		6.1	8.3	.23	.18	.20	.26	.47	
DG 1pq+10	.1	1	.20	6.2	4.9	.15	.19	.21	.22	.17	12.0
DG 1pq-0	.0	0		4.5	7.1	.28	.16	.25	.29	.22	
DG 2-10	-.1	10	.00	4.0	4.0	.58	1.27	2.86	4.40	6.08	14.0
DG 2-30	-.3	20		4.9	6.3	.73	1.79	3.36	4.47	5.85	
DG 2B+10	.1	10		2.4	3.4	.37	.44	.47	.32	.23	14.0
DG 2B-0	.0	0	.00	4.6	2.1	.31	.50	.30	.23	.24	
DG 2B-10	-.1	10		2.6	3.5	.21	.22	.25	.22	.21	
DG 2C+10	.1	10		2.8	2.5	.29	.40	.89	3.52	7.36	14.0
DG 2C-0	.0	0	.00	3.2	2.9	.50	.14	.14	.20	.25	
DG 3-10	-.1	10	.20	4.7	4.5	.38	.26	.36	.59	2.55	12.0
DG 3-30	-.3	50		4.2	9.7	.35	.40	2.02	5.12	7.74	
DG 4-0	.0	0	.20	2.8	8.4	.12	.12	1.23	4.27	7.95	12.0
DG 4-10	-.1	5		3.0	8.7	.33	.28	.69	6.05	9.44	
DG 4-30	-.3	30		3.3	14.5	.68	3.05	6.85	10.81	8.78	
DG 5+10	.1	5		3.2	2.6	.12	.12	.53	.71	1.21	12.0
DG 5-0	.0	0	.05	3.1	4.0	.16	.12	.12	.12	.64	
SH 1-10	-.1	5	.15	5.8	10.5	.60	1.79	6.25	10.36	10.80	14.0
SH 1-30	-.3	30		8.1	11.7	1.04	3.89	4.68	8.07	9.34	
SH 2+10	.1	10		2.7	2.6	.12	.13	.40	.61	.32	14.0
SH 2-0	.0	0	.10	3.0	3.6	.54	.37	.40	.40	.37	
SH 2-10	-.1	10		5.0	4.5	.29	.38	.41	.30	.23	
SH 2-30	-.3	80		3.9	3.7	.40	.41	.53	.41	.64	
SH 3+20	.2	5		4.0	4.5	.56	.66	1.26	2.23	3.08	15.0
SH 3-0	.0	0	.20	2.3	5.4	.75	.94	2.45	4.31	4.56	
SH 3-10	-.1	10		9.6	6.0	.92	.76	3.14	1.91	5.67	
SH 3-30	-.3	60		3.8	4.5	.42	.29	.28	.31	.49	
SH 4-10	-.1	3	.30	8.5	5.0	1.28	4.45	5.51	8.11	8.78	16.0
SH 4-30	-.3	15		5.4	7.1	1.14	4.04	7.86	10.01	13.55	
KS 1-10	-.1	20	.05	10.4	7.8	1.04	2.51	6.10	5.21	8.49	14.0
KS 1-30	-.3	100		8.8	6.4	1.03	1.91	4.70	6.26	8.48	
KS 1pq+10	.1	10		3.5	6.5	.99	1.45	1.21	1.03	1.07	14.0
KS 1pq-0	.0	0	.00	4.7	5.9	.42	.45	.49	.41	.31	
KS 1pq-10	-.1	10		4.9	6.5	.68	1.23	1.98	4.00	5.72	
KS 2-10	-.1	3	.20	4.2	5.5	.36	.38	.41	.37	1.27	14.0
KS 2-30	-.3	25		4.8	6.6	.90	2.08	4.15	7.98	8.41	
KS 3-10	-.1	5	.20	5.8	7.2	.47	.38	.41	.33	.44	14.0
KS 3-30	-.3	40		4.8	3.7	.67	1.56	2.64	4.40	7.01	



# Bijlage 1 vervolg

HP = Heilegatsplaten  
 PV = Plaatz van de Vliet  
 PP = Prinsesseplaat

plek	hoogte tov NAP m	afstand waterlijn m	afslag- rand m	% lutum in laag		g Cl/I najaar 1994 per laag					g Cl/I 1987 0-0,8
				0-0,2	0,4-0,8	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	
HP 1-10	-.1	2	.40	3.1	3.1	.22	.19	.12	.26	.29	10.0
HP 1-30	-.3	10		3.0	4.5	.20	.52	.22	.25	.37	
HP 2-10	-.1	5	.05	8.3	11.9	.25	.41	1.00	1.83	2.58	10.0
HP 2-30	-.3	30		7.4	11.7	.29	.37	.47	.79	1.24	
HP 2B+10	.1	10		6.3	12.1	23.70	22.98	14.52	7.30	7.85	10.0
HP 2B-0	.0	0	.00	6.3	10.8	5.21	6.56	8.45	6.98	7.78	
HP 2B-10	-.1	5		7.3	10.2	.40	.40	1.01	1.09	1.33	
HP 3-10	-.1	5	.10	5.1	10.0	.25	.23	.22	1.01	3.22	10.0
HP 3-30	-.3	40		7.4	8.7	.29	.70	2.18	3.95	5.07	
HP 3pq+30	.3	5		3.8	9.3	.13	.12	4.54	10.70	9.89	10.0
HP 3pq+10	.1	2	.20	6.1	13.0	10.76	10.42	10.03	8.05	7.63	
HP 3pq-0	.0	0		4.9	4.9	.33	.28	.29	.30	.37	
HP 4-10	-.1	2	.00	10.9	4.4	.36	.37	.46	.52	.46	10.0
HP 4-30	-.3	5		6.0	4.5	.29	.33	.37	.41	.48	
HP 4B+10	.1	5		6.1	6.7	11.28	11.65	7.90	8.25	7.17	10.0
HP 4B-0	.0	0	.00	8.9	7.6	5.49	7.27	7.76	6.95	7.88	
HP 4B-10	-.1	5		8.7	6.0	2.41	3.91	6.13	6.82	7.96	
PV 1-10	-.1	3	.30	3.5	3.5	.37	.41	.43	.43	.35	10.0
PV 1-30	-.3	10		3.4	3.5	.35	.33	.36	.44	.37	
PV 2-10	-.1	10	dijk	3.3	2.7	9.77	15.50	14.53	12.28	15.90	16.0
PV 2-30	-.3	25		3.2	3.1	2.17	.71	.71	1.31	2.56	
PV 3-10	-.1	10	dijk	2.6	3.0	15.09	19.09	16.51	11.26	14.29	16.0
PP 1-10	-.1	3	.10	3.4	5.0	.50	.47	.35	.43	.38	16.0
PP 1-30	-.3	20		3.8	7.1	.38	.33	.32	.46	.35	
PP 2-10	-.1	5	.20	4.6	4.8	.34	.40	.40	.43	.41	16.0
PP 2-30	-.3	30		4.4	3.2	.43	.65	1.50	2.85	4.07	
PP 3-10	-.1	10	.05	4.5	5.5	.49	.26	.32	.50	.36	16.0
PP 3-30	-.3	40		6.2	5.1	.55	.71	1.55	1.80	2.75	
PP 4+10	.1	10		7.6	9.5	3.96	11.16	14.90	13.58	13.97	16.0
PP 4-0	.0	0	.05	5.4	9.3	.98	.96	.69	1.31	3.01	
PP 4-10	-.1	10		7.4	10.7	.59	.73	.76	1.52	2.85	
PP 4-30	-.3	30		7.1	12.6	.88	4.16	5.66	7.73	10.36	
PP 5+5	.1	5	.05	4.2	11.0	.45	.66	.74	.95	2.35	16.0
PP 5-0	.0	0		5.1	4.4	.47	.61	.73	1.07	2.68	
PP 5-10	-.1	10		6.6	10.7	.43	.54	.52	.62	.60	
PP 5-30	-.3	40		6.2	5.4	.43	.45	.48	.70	1.28	

# Bijlage 1 vervolg

## Opgespoten eilanden

plek	hoogte tov NAP m	afstand waterlijn m	afslag- rand m	% lutum in laag		g Cl/l najaar 1994 per laag					g Cl/l 1987 0-0,8
				0-0,2	0,4-0,8	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	
HP eil + 15	.2	30		4,7	5,1	.61	.82	.66	.93	1,37	10,0
HP eil + 10	.1	20		3,7	8,4	5,05	12,61	12,95	5,68	5,08	
HP eil-0	.0	0		2,8	9,6	4,84	11,18	9,17	5,45	3,24	
HP eil-10	-.1	10		8,1	11,3	4,36	4,96	6,31	7,00	8,35	
KS eil1 + 10 riet	.1	10		1,7	1,9	1,06	2,18	3,35	3,05	4,04	13,0
KS eil1 + 10 aster	.1	10		1,9	2,1	.57	.85	.73	.73	1,67	
KS eil1-0	.0	0		1,7	2,6	.42	.35	.25	.17	.49	
KS eil1-10	-.1	10		1,4	2,4	.12	.29	.35	.28	.70	
KS eil2 + 15 zeekr	.2	15		3,6	5,0	6,00	6,92	6,77	5,90	6,95	13,0
KS eil2 + 10 rietex	.1	10		2,8	3,8	3,58	3,12	2,81	3,02	4,00	
KS eil2-0	.0	0		2,1	8,1	.12	.40	.45	.73	1,07	
KS eil2-10	-.1	5		2,7	5,6	.12	.46	1,06	.67	1,54	
DG eil + 10	.1	10		2,1	1,9	.73	1,10	1,57	2,66	4,30	12,0
DG eil-0	.0	0		1,8	3,3	.30	.26	.28	.12	.20	
DG eil-10	-.1	10		1,7	5,7	.12	.20	.13	.25	.16	
SH sch.eil + 10 riet	.1	0		1,8	2,0	1,51	2,87	3,82	4,98	3,17	14,0
SH-O eil + 10	.1	5		2,3	4,2	.30	.45	.25	.12	.21	
SH-O eil-0	.0	0		2,2	3,0	.30	.12	.12	.12	.28	
SH-O eil-10	-.1	10		3,9	1,1	.12	.12	.12	.12	.12	
PV eil + 10 rietexcl	.1	10		2,3	5,5	3,04	3,70	4,30	4,96	6,90	14,0
PV eil + 10	.1	5		1,5	2,8	13,43	17,65	18,36	12,50	10,83	
PV eil-0	.0	0		7,7	2,9	1,30	1,82	3,25	5,55	8,04	
PV eil-5	-.1	10		3,9	3,7	.65	.92	1,45	2,57	2,71	
Boerepl + 15 aster	.2	20		3,4	5,6	1,45	2,33	3,41	4,23	4,07	14,0
Boerepl + 10 rietex	.1	10		2,8	7,4	1,30	1,67	1,75	2,67	3,96	
Boerepl-0	.0	0		2,7	6,5	.43	.16	.56	1,19	2,83	
Boerepl-10	-.1	10		3,9	7,8	.52	.61	1,10	1,81	3,38	



---

## Bijlage 2 Vegetatiegegevens op de oever bij de plekken

beheer; g = begrazen, n = niets doen  
vegetatie ter plekke  
vegetatie op hogere oever

DG = Dintelse Gorzen  
SH = Slikken van de Heen  
KS = Kramerse Slikken

plek	beheer	vegetatie ter plekke	vegetatie op hogere oever
DG 1-10 DG 1-30	g	-	kamille, distel, duinriet
DG 1pq+10 DG 1pq-0	g	gras moerasandijvie	duinriet, distel
DG 2-10 DG 2-30	g	-	zeekraal, moerasandijvie
DG 2B+10 DG 2B-0 DG 2B-10	g	gras biezen, gras -	
DG 2C+10 DG 2C-0	g	zeekraal moerasandijvie, biezen	
DG 3-10 DG 3-30	g	-	kamille, hh. weegbree
DG 4-0 DG 4-10 DG 4-30	g	moerasandijvie - -	gras, kamille, madelief
DG 5+10 DG 5-0	g	riet moerasandijvie, riet	riet, duinriet
SH 1-10 SH 1-30	n	-	wilgeroosje, bies, kamille
SH 2+10 SH 2-0 SH 2-10 SH 2-30	n	zeeaster, hh weegbree, gras, riet moerasandijvie - -	
SH 3+20 SH 3-0 SH 3-10 SH 3-30	g	gras, sch. kruid, zeekraal moerasandijvie - -	
SH 4-10 SH 4-30	g	-	gras, zeebies
KS 1-10 KS 1-30	n	-	wilgeroosje, zeeaster
KS 1pq+10 KS 1pq-0 KS 1pq-10	n	gras, zeeaster moerasandijvie waterplanten	wilgeroosje, zeeaster
KS 2-10 KS 2-30	g	-	wilgeroosje, kamille
KS 3-10 KS 3-30	g	-	wilgeroosje, kamille



## Bijlage 2 vervolg

HP = Hellingplaten  
 PV = Plaat van de Vliet  
 PP = Prinsesseplaat

plek	beheer	vegetatie ter plekke	vegetatie op hogere oever
HP 1-10 HP 1-30	w	-	wilgeroosje, wilg
HP 2-10 HP 2-30	w	-	sch. kruid
HP 2B+10 HP 2B-0 HP 2B-10	w	sch. kruid, zeekraal moerasandijvie	
HP 3-10 HP 3-30	w	-	zeekraal op opslibbing gras, duinriet op hoge rand
HP 3pq+30 HP 3pq+10 HP 3pq-0	w	gras, duinriet zeekraal (opslibbing) moerasandijvie	gras, duinriet
HP 4-10 HP 4-30	w	-	sch. kruid, zeekraal
HP 4B+10 HP 4B-0 HP 4B-10	w	zeekraal, sch. kruid, zeeaster zeebies (dood; tgv vraat?)	zeekraal, sch. kruid, zeeaster
PV 1-10 PV 1-30	w	-	riet, wilgeroosje
PV 2-10 PV 2-30	n	-	riet op dijkvoet
PV 3-10	n	rietuitlopers vanuit dijkvoet	riet op dijkvoet
PP 1-10 PP 1-30	n	-	riet
PP 2-10 PP 2-30	n	-	riet, wilgeroosje
PP 3-10 PP 3-30	n	-	wilgeroosje, bies
PP 4+10 PP 4-0 PP 4-10 PP 4-30	n	zeeaster, zeebies, riet moerasandijvie, wilgeroosje, bies	zeebies, wilgeroosje
PP 5+5 PP 5-0 PP 5-10 PP 5-30	w	riet, gras moerasandijvie	riet, zeebies

## Bijlage 2 vervolg

### Opgespoten eilanden

plek	beheer	vegetatie ter plekke	vegetatie op hogere oever
HP eil + 15		gras, zilte schijnspurrie	
HP eil + 10		zeekraal, schorrekruid	
HP eil-0		moerasandijvie, gras	
HP eil-10		-	
KS eil1 + 10 riet		riet, wilgeroosje, zeeaster	
KS eil1 + 10 aster		zeeaster, gras, riet	
KS eil1-0		moerasandijvie	
KS eil1-10		-	
KS eil2 + 15 zeekraal		zeekraal, zeeaster, rietuitlopers	
KS eil2 + 10 riet		riet (aanplant, omgaasd)	
KS eil2-0		moerasandijvie	wilgeroosje, zeeaster, schorrekruid
KS eil2-10		-	
DG eil + 10		zeeaster, zuring	kamille
DG eil-0		moerasandijvie, bies, gras, zeeaster	
DG eil-10		-	
SH sch.eil + 10 riet		riet (aanplant, omgaasd)	
SH-O eil + 10		gras, riet, zeeaster	
SH-O eil-0		moerasandijvie	riet, wilgen, gras, zeeaster
SH-O eil-10		-	
PV eil + 10 riet		zeeaster, riet (naast aanplant)	
PV eil + 10		zeeaster, zeekraal	
PV eil-0		moerasandijvie	
PV eil-5		-	
Boerepl + 15 aster		zeeaster, zeebies, rietuitlopers	zeeaster, zeebies, rietuitlopers
Boerepl + 10 riet		riet (aanplant, omgaasd)	
Boerepl-0		moerasandijvie, zeebies, riet	
Boerepl-10		-	

---



---

In de reeks "Planten in de Peiling" is verschenen:

- RIZA nota 95.037. VULINK, J.Th., en H. COOPS. Projectplan "Planten in de Peiling" - Ontwikkeling van oeverplanten in het Volkerak Zoommeer onder invloed van peilbeheer -. Lelystad, 1995.
  - RIZA nota 95.041. HEERDT, G.N.J. TER. "Planten in de Peiling" - Literatuuronderzoek naar de invloed van het zoutgehalte in de bodem op de ontwikkeling van helofyten -. Lelystad, 1995.
-