

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

INVLOED VAN INFILTRATIE MET CHLORIDEHOUDEND
OPPERVLAKTEWATER OP HET CHLORIDEGEHALTE IN
HET BODEMVOCHT EN DE PRODUKTIE BIJ TULPEN

Ing. C. Ploegman

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

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

I N H O U D

| | blz. |
|-------------------|------|
| INLEIDING | 1 |
| CHLORIDEBELASTING | 2 |
| PROEFOPZET | 4 |
| RESULTATEN | 5 |
| SAMENVATTING | 9 |

INLEIDING

De waterhuishouding vertoont in ons land van gebied tot gebied grote verschillen als gevolg van de waterbehoefte per eenheid oppervlak, het doorspoelbeleid via in- en uitlaat, de kwel en de berging van de neerslag.

Genoemde factoren oefenen in meer of mindere mate invloed uit op de chloridebelasting van een polder. De belangrijkste bijdrage aan de chloridebelasting voor een polder blijkt echter de inlaat via het boezemwater te zijn, variërend van 24 tot 88% (STEENVOORDEN, TOUSSAINT, 1974). En tevens wordt deze belasting nog door kwel en gasbronnen beïnvloed. Voor de plantengroei is vooral de chloridebelasting in een polder van belang, omdat verschillende gewassen in meer of mindere mate gevoelig zijn voor chloride. Deze schadelijke invloed is in hoofdzaak te wijten aan een verhoging van de osmotische waarde van het bodemvocht. Deze waarde wordt bepaald door het totaal zoutgehalte, waarvan het chloride-ion in de grond goed oplosbaar en voor de planten gemakkelijk opneembaar is.

In het noordelijk zandgebied in de polder Koe gras en in de omgeving van Breezand, ten zuiden van Den Helder (fig. 1), is de chloridebelasting sterk afhankelijk van de inlaatverbinding met het Noordhollands kanaal en het plaatselijk optreden van kwel. Voor de bloembollenteelt op deze zandgronden, waar het oppervlaktewater via de drains in de grond wordt geïnfiltreerd, is het van groot belang te kunnen beschikken over oppervlaktewater van goede kwaliteit. De invloed van het infiltratiewater op het chloridegehalte van het grondwater en de bolproductie is reeds nagegaan (STRIETMAN, 1971). De opbrengst-reductie, als gevolg van de chloridetoename in de bodem boven het grondwater wordt niet weergegeven. Zodoende is in het voorjaar 1974 een onderzoek in het noordelijk zandgebied uitgevoerd, waarbij voor

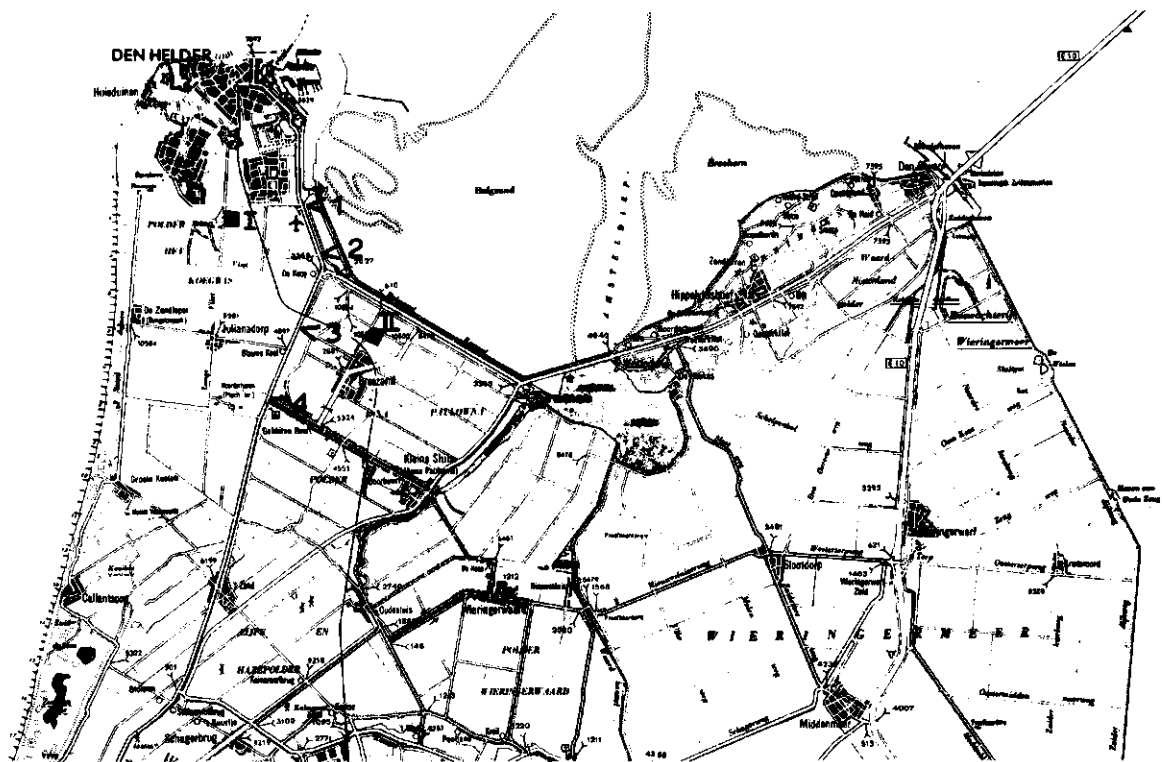


Fig. 1. Het noordelijk zandgebied tussen Den Helder, Callantsoog en Anna Paulowna, waar de proefbedrijven I en II en de meetpunten zijn aangegeven.

tulpen de relatie tussen het chloridegehalte van het infiltratiewater, van het bodemvocht en de opbrengst is nagegaan.

CHLORIDEBELASTING

Het onderzoek is uitgevoerd in de polders Koegras (Julianadorp) en Anna Paulowna (Breezand). In de eerste polder is de voornaamste zoutbron het Noord-Hollandskanaal met daarnaast enige kwel vanuit de Noordzee, terwijl bij Breezand kwel de voornaamste zoutbron is. In de voorjaarsperiode van de jaren 1971 tot en met 1973 is het chloridegehalte in het water van het Noordhollandskanaal gemeten. Uit tabel 1 blijkt, dat het chloridegehalte van het water vrij hoog is, waarbij de hoogste concentraties op de bodem van het kanaal worden aangetroffen.

Tabel 1. Het chloridegehalte in mg Cl⁻/l van het water van het Noord-Hollandskanaal (fig. 1) op twee diepten gemeten bij de pontovergang naar Anna Paulowna (punt 4) in verschillende jaren.

| Maand | Mg Cl ⁻ /l aan het oppervlak | | | Mg Cl ⁻ /l op de bodem | | |
|------------|---|------|----------|-----------------------------------|------|----------|
| | 1971 | 1972 | 1973 | 1971 | 1972 | 1973 |
| februari | 375 | 447 | 390 | 494 | 784 | 434 |
| maart | 337 | 557 | 398 | 409 | 828 | 437 |
| april | 306 | 525 | 415 | 492 | 786 | 444 |
| mei | 275 | 382 | 478 | 369 | 407 | 604 |
| juni | 287 | 471 | 393 | 301 | 524 | 569 |
| Gemiddeld: | 316 | 476 | 414(402) | 413 | 665 | 497(525) |

De in- en uitlaatsloten van dit gebied staan in open verbinding met het kanaal. Uit eigen metingen in 1974 blijkt, dat in het water van het kanaal ook een duidelijke zouttong aanwezig is (tabel 2).

Tabel 2. Het chloridegehalte in mg Cl⁻/l van het oppervlaktewater in het Noord-Hollandskanaal (fig. 1) vanaf de verkeersbrug Doggersvaart (punt 1) tot aan de pontovergang naar Anna Paulowna (punt 4).

| Monsterplaatsen 1974 | | Chloridegehalte in mg/l | | | |
|------------------------------|-----|-------------------------|-----|------|----------|
| | | 2/5 | 5/6 | 24/6 | gem. |
| Verkeersbrug Doggersvaart | (1) | 750 | 880 | 1140 | 920 |
| Verkeersbrug naar Den Oever | (2) | 440 | 610 | 730 | 590 |
| Spoorbrug Den Helder-Alkmaar | (3) | 440 | 480 | 630 | 520 |
| Pontovergang Anna Paulowna | (4) | 440 | 510 | 570 | 510 |
| | | | | | 640 mg/l |

Uit de cijfers in tabel 1 blijkt, dat het noordelijk zandgebied vanuit het Noord-Hollandskanaal bedreigd wordt door een te hoge chloridebelasting. In een droog voorjaar (1974), waarbij het kanaalwater (tabel 2) gemiddeld circa $640 \text{ mg Cl}^-/1$ bevatte, zal dit extra zwaar gaan wegen. Het hoge chloridegehalte in het oppervlaktewater is via optredende infiltratie van invloed op de groei van gewassen. Om deze invloed te toetsen is op twee bollenbedrijven (fig. 1) te Julianadorp (I) en te Breezand (II) een onderzoek uitgevoerd. Hierbij is nagegaan of de infiltratie van oppervlaktewater via de drainbuizen van invloed is op de toename van het chloridegehalte in het bodemvocht in de wortelzone en in welke mate de opbrengst (in dit geval van tulpen) hierop reageert.

In het noordelijk zandgebied wordt voor de vochtvoorziening van gewassen infiltratie via drainbuizen toegepast. Gedurende de groei-periode blijft het niveau van het slootwater circa 10-20 cm boven de eindbuis uitkomen. De vochtonttrekking aan de grond via gewasverdamping wordt door de capillaire werking vanuit het phreatisch niveau weer aangevuld. Deze aanvulling geschiedt door infiltratie via de drainbuizen vanuit de sloten, waardoor het niveau redelijk constant blijft. Op beide bedrijven zijn dan ook vrijwel geen fluctuaties in diepte van de grondwaterstand waargenomen. De gemeten gemiddelde diepte voor de bedrijven I en II was respectievelijk -50 en -62 cm, terwijl de onderlinge drainafstand 6 meter bedroeg.

PROEFOPZET

Voor de bepalingen van het chloridegehalte in het sloot- en grondwater zijn zes watermonsters uit de omliggende sloten en de geplaatste grondwaterstandsbuizen gehaald. Gedurende de groeiperiode zijn boven- en tussen de drainbuizen 16 respectievelijk 9 bodemvochtmonsters genomen (bemonsteringsdiepte 20 tot 30 cm beneden maaiveld). De monsters zijn via de onderdrukmethode voor bodemvochtbemonstering (PLOEGMAN, 1974) verkregen. In de watermonsters en het bodemvochtfiltraat is met behulp van de zilvernitraat titratie het chloridegehalte bepaald.

Teneinde na te gaan of eerder verkregen onderzoeksresultaten

(Proeftuin Lisse) toegepast mogen worden op de hier beschreven praktijk situatie is de bodemkundige opbouw, van de bij het onderzoek betrokken zandgronden, nagegaan. Van de zandgronden zijn mengmonsters genomen waarvan de granulaire samenstelling is bepaald. Vastgesteld zijn de sorteringsgraad, het U-cijfer, de doorlaatfactor in meters per dag en het organisch stofgehalte (tabel 3). Uit deze gegevens blijkt, dat bij de drie gronden zeker 90% voorkomt in de fractie tussen 0,105 en 0,42 mm. In de minerale samenstelling van de monsters komen verder geen grote verschillen voor. Bovendien komen het U-cijfer, de doorlaatfactor en het organisch stofgehalte redelijk goed overeen.

Tabel 3. De granulaire samenstelling in procenten per fractie (korrelgrootte in mm), het U-cijfer, de doorlaatfactor K (m/dag) en het organisch stofgehalte in % van de bij het onderzoek betrokken zandgronden.

| Monster- plaatsen | Minerale delen in % (uitgezonderd grind) | | | | | | | | | | | U | K | Org. stof |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|----|----|--------------|
| | <0.016 | 0,050 | 0,075 | 0,105 | 0,15 | 0,30 | 0,42 | 0,60 | 0,85 | 1,00 | 2,00 | | | |
| Proeftuin Lisse | 0,2 | 0,57 | 0,56 | 10,53 | 80,00 | 4,79 | 1,70 | 0,59 | 0,20 | 0,35 | 0,49 | 82 | 13 | 3,5 |
| Bedrijf I | 0,2 | 0,65 | 1,54 | 12,05 | 77,52 | 5,38 | 1,69 | 0,38 | 0,13 | 0,21 | 0,25 | 91 | 11 | 2,0 |
| Bedrijf II | 0,2 | 1,02 | 0,95 | 14,36 | 72,38 | 4,50 | 3,02 | 1,13 | 0,46 | 0,69 | 1,10 | 91 | 10 | 2,3 |

RESULTATEN

Ten behoeve van dit onderzoek zijn gedurende de groeiperiode van tulpen enige malen sloot- en grondwatermonsters genomen. Tevens zijn op meerdere plaatsen boven - en tussen de drainbuizen ter diepte van de wortelzone bodemvochtmonsters afgezogen. De gegevens van bedrijf I (Koe gras polder) zijn in tabel 4 weergegeven.

Tabel 4. Het chloridegehalte in mg Cl⁻/l van de monsterplaatsen op het bollenbedrijf (I) te Julianadorp.

| Bemonsteringen en het aantal monsters per datum | Chloridegehalte in mg/l | | | |
|---|-------------------------|-----|------|----------|
| | 2/5 | 5/6 | 24/6 | gem. |
| Chloridegehalte in het slootwater (6) | 590 | 670 | 700 | 650 |
| Chloridegehalte in het grondwater (6) | 610 | 890 | 900 | 800 |
| | | | | 730 mg/l |
| Chloridegehalte in het bodemvocht boven de drain (16) | 290 | 560 | 780 | 540 |
| Chloridegehalte in het bodemvocht tussen de drain (9) | 330 | 340 | 440 | 370 |
| | | | | 450 mg/l |

Uit de gegevens van tabel 4 blijkt, dat de chloridegehalten in het sloot- en grondwater tijdens de meetperiode een toename vertonen, terwijl het gehalte gemiddeld circa 730 mg Cl⁻/l bedraagt. De gehalten zijn vrij hoog waardoor verwacht mag worden, dat bij de ter plaatse heersende grondwaterstandsdiepte van circa -50 cm via de capillaire werking een ongunstige invloed op de ontwikkeling van het op bedrijf I groeiende tulpengewas c.v. 'Pax' is uitgeoefend.

Om deze invloed meer direct na te gaan zijn er bovendien bodemvochtmonsters boven - en tussen de drainbuizen ter diepte van de wortelzone (20 tot 30 cm) genomen. Deze gegevens (tabel 4) vertonen een chloride-toename tijdens de groeiperiode met een gemiddeld gehalte van respectievelijk 540 en 370 mg Cl⁻/l in de grond. Bij een gehalte in het bodemvocht van ca. 540 mg Cl⁻/l is geen maximale groei te verwachten. In de bladeren van het tulpengewas is op 24/6 ongeveer 1,62 gram chloride per 100 gram droge stof gemeten. Dit gehalte in het blad wijst op een hoge chlorideconcentratie in het bodemvocht gedurende de laatste groeifase.

Bij het onderzoek op bollenbedrijf II, dat terzelfder tijd plaatsvond, zijn ook sloot-, grondwater- en bodemvochtmonsters boven - en tussen de drainbuizen genomen. De gegevens van dit bedrijf zijn in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5. Het chloridegehalte in mg $\text{Cl}^-/1$ van de monsterplaatsen op het bollenbedrijf (II) te Breezand.

| Bemonsteringen en het aantal monsters per datum | Chloridegehalte in mg/l | | | |
|---|-------------------------|------|------|----------|
| | 2/5 | 5/6 | 24/6 | gem. |
| Chloridegehalte in het slootwater (4) | 870 | 1160 | 1420 | 1150 |
| Chloridegehalte in het grondwater (6) | 520 | 650 | 710 | 630 |
| | | | | 890 mg/l |
| Chloridegehalte in het bodemvocht boven de drain (16) | 330 | 1100 | 1160 | 860 |
| Chloridegehalte in het bodemvocht tussen de drain (9) | 220 | 360 | 490 | 360 |
| | | | | 610 mg/l |

Uit de gegevens van tabel 5 blijkt, dat de chloridegehalten in het sloot- en grondwater tijdens de meetperiode een vrij sterke toename vertonen en het gehalte gemiddeld ca. 890 mg $\text{Cl}^-/1$ bedraagt. De gemeten grondwaterstandsdiepte op dit bedrijf was ca. -62 cm, waardoor verwacht mag worden, dat ook hier het hoge chloridegehalte via de capillaire werking een ongunstige invloed op de groei van het tulpen- gewas c.v. 'Apeldoorn' heeft uitgeoefend. De gegevens van het bodem- vocht vertonen een toename gedurende de groei, met als gemiddeld een chloridegehalte van ca. 860 mg per liter boven de drainbuis en ca. 360 mg. per liter tussen de drainbuizen. Bij een gehalte van ca. 860 mg $\text{Cl}^-/1$ ter diepte van de wortelzone is geen maximale groei te verwachten. In de bladeren is op 24/6 ongeveer 2,24 gram chlori- de per 100 gram droge stof bepaald, hetgeen een hoge chlorideconcen- tratie in het bodemvocht gedurende het laatste gedeelte van de groei aangeeft.

Op beide bedrijven zijn in het bodemvocht hogere chloridegehalten boven de drainbuis dan tussen de buizen gemeten. Dit is een bevesti- ging van hetgeen door STRIETMAN (1971) in het grondwater is vastge- steld. Het hoge chloridegehalte van het bodemvocht in de wortel- zone, met name boven de drainbuizen, wordt hier veroorzaakt door de infiltratie van slootwater (vooral in de zomer) met een vrij hoog chloridegehalte. Daar de groei van planten het meest wordt bepaald

door de concentratie in het bodemvocht in de wortelzone zijn in de volgende produktieberekeningen de gemeten gemiddelde gehalten in het bodemvocht toegepast.

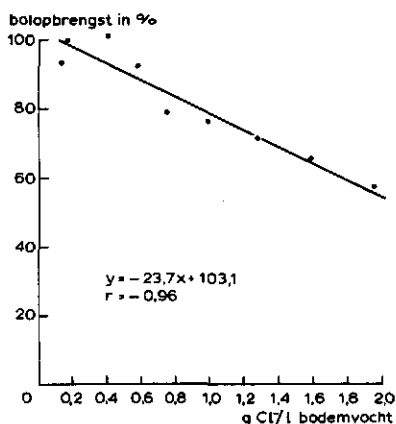


Fig. 2. Het verband tussen de chloride concentratie in het bodemvocht in grammen per liter en de opbrengst in % van de controle bij tulpen.

In een onderzoek te Lisse naar de zoutgevoeligheid bij tulpen is een veldgewas gedurende de groeiperiode vanuit voorraadoplossingen regelmatig met verschillende chloridegehalten van water voorzien. In fig. 2 is de opbrengst van 100 planten als percentage van de controlebehandeling uitgezet tegen het chloridegehalte in de bodemoplossing. Hieruit blijkt, dat de opbrengst vrijwel lineair afneemt met een toename van de chlorideconcentratie volgens:

$$Y = - 23,7x + 103,1 \quad (r = - 0,96)$$

waarin:

Y = relatieve opbrengst

x = chlorideconcentratie in g/l van de bodemoplossing

r = correlatie coefficient

De grenswaarde waarbij voor de tulpe geen opbrengstreduktie optreedt ($Y = 100$), is $130 \text{ mg Cl}^-/\text{l}$. Boven deze grenswaarde neemt de opbrengst lineair af en wel met 2,5% bij een toename van 100 mg Cl^- per liter bodemoplossing.

Bij het onderzoek te Lisse is de bolopbrengst gebaseerd op het chloridegehalte in de grond, waarbij de verschillende chloride niveaus door het uitvoeren van regelmatige beregelingen met chloridehoudend water zo constant mogelijk zijn gehouden. Op de beide bedrijven is van begin mei tot 24 juni boven - en tussen de drainbuizen een regelmatige chloridetoename gemeten (tabel 4 en 5). Voor vergelijkbare beregelingen is het aanhouden van het gemiddelde gehalte in het bodemvocht een redelijke maatstaf. De overdraagbaarheid van de via het onderzoek te Lisse verkregen gegevens naar de praktijkgegevens van de beide bedrijven is bovendien bodemkundig gezien geen bezwaar, omdat de gronden granulair een redelijke overeenkomst vertonen (tabel 3)

In de nu volgende beregelingen betekent dit dat voor bedrijf I te Julianadorp boven de drain een opbrengstreduktie is opgetreden

van $\frac{(540-130) \times 2,5}{100} = 10,25\%$ en tussen de drainbuizen

$\frac{(370 - 130) \times 2,5}{100} = 6,0\%$. De beregelingen voor bedrijf II te

Breezand is dan als volgt, boven de drain $\frac{(860 - 130) \times 2,5}{100} = 18,25\%$

en tussen de drainbuizen $\frac{(360 - 130) \times 2,5}{100} = 5,75\%$. Dergelijke opbrengstverlagingen kunnen alleen worden voorkomen als in dit noordelijk zandgebied oppervlaktewater van betere kwaliteit beschikbaar komt.

SAMENVATTING

In het noordelijk zandgebied (fig. 1) wordt voor de vochtvoorziening van bolgewassen infiltratie vanuit het oppervlaktewater via drainbuizen toegepast. De infiltratie geschiedt vanuit sloten met vrij hoge chloridegehalten als gevolg van kwel en open verbindingen met het Noord-Hollandskanaal. In het voorjaar zijn de gehalten in het kanaal hoog (tabel 1 en 2), hetgeen via de infiltratie een ongunstige invloed kan uitoefenen op de groei van bolgewassen.

Op twee bedrijven is de infiltratie-invloed van het chloridehoudend slootwater op het chloridegehalte in het grondwater en in het bodemvocht boven en tussen de drains nagegaan. Op beide bedrijven vertonen de gegevens (tabel 4 en 5) een toename van het gehalte in het sloot-

en grondwater tijdens het groeiseizoen. Het chloridegehalte in de grond neemt het sterkst toe in het bodemvocht boven de drains. Tussen de drainbuizen zijn lagere gehalten gemeten.

Aangezien de bodemopbouw hier weinig afweek van die bij vroegere onderzoeken te Lisse (tabel 3), zijn de resultaten van dit laatste onderzoek gebruikt voor de berekening van opbrengstreducties. Uit dit onderzoek is gebleken, dat de bolopbrengst bij tulpen vrijwel lineair afneemt met een toename van het chloridegehalte in de grond (fig. 2). De grenswaarde van het gehalte in het bodemvocht, waarbij geen opbrengstreductie optreedt is ca. $130 \text{ mg Cl}^-/1$, echter boven deze grenswaarde is de reductie 2,5% per $100 \text{ mg Cl}^-/1$ bodemvocht. Door nu de gemeten waarden in het bodemvocht van tabel 4 en 5 boven - en tussen de drains door te rekenen blijkt, dat in 1974 volgens fig. 2 op bedrijf I opbrengstreducties van respectievelijk 10,25 en 6,0% en op bedrijf II boven - en tussen de drains respectievelijk 18,25 en 5,75% zijn voorgekomen.

In het noordelijk zandgebied met de tot nu toe voorkomende hoge chloridegehalten in het oppervlaktewater zal via het infiltratiesysteem het chloridegehalte in het bodemvocht hoog zijn, waardoor de bolopbrengst blijvend nadelig wordt beïnvloed. Het enige alternatief is dat het doorstroomptraject van het oppervlaktewater in het gebied op een dusdanige manier wordt gewijzigd, dat een verlaging van het chloridegehalte wordt bereikt. De economische betekenis van dit bollengebied is zeker groot genoeg om hieraan eens de nodige aandacht te besteden.

LITERATUUR

- PLOEGMAN, C., (1974). Onderdrukmethode voor bodemvochtbemonstering.
Landbouwk. Tijdschrift/P.T. 7:175-178 Versp.Overdr. I.C.W.163
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en C.G. TOUSSAINT, (1974). Stikstof-, fosfaat-
en chloridebalans van enkele polders in Midden-West-Nederland.
Nota ICW 793.
- STRIETMAN, H., (1971). De invloed van infiltratie met zout water op
het chloorgehalte van het grondwater en de bolproductie.
Bedrijfsontw. 7/8; 69-73.