

De reiniging van afvalwater van een kampeerterrein met behulp van een biezenveld

Inleiding

In Oostelijk Flevoland zijn aanzienlijke oppervlakten langs de randmeren voor recreatie ingericht. Als aanvulling op de mogelijkheden die de stranden bieden, zijn en worden binnendijs kampeerterrinen en terreinen voor zomerverblijven aangelegd. Gezien de grote trek van dag-recreanten op zomerse dagen naar deze stranden en van kampeersers naar de kampeerterrinen, ontstond snel de behoefte het afvalwaterprobleem te regelen. Zo wordt het afvalwater van o.a. de Rivièra-



T. KOK
Rijksdienst voor de
IJsselmeerpolders

camping nabij Elburg sinds 1967 gereinigd op een vloeiveld op kavel Q 107, ingeplant met biezén (*Scirpus lacustris*). Aangezien dit object zich goed voor onderzoek leende, is ten behoeve van de opzet van de proef en de inrichting van het veld een commissie gevormd uit medewerkers van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP), de Dienst der Zuiderzekerken (ZZW) en het Rijksinstituut voor zuivering van afvalwater (RIZA). Een gedeelte van de analyses voor het onderzoek werden door het RIZA verricht. Gegevens van 1969 worden in dit artikel vermeld. De reiniging van huishoudelijk afvalwater op vloeiveld en bezinkvelden is niet onbekend en is reeds veel eerder met meer of minder succes toegepast. Het aanleggen van een vloeiveld kan onder de volgende voorwaarden verantwoord zijn:

1. bij het ontbreken van een bestaande zuiveringsinstallatie op een afstand waarover het transport op economisch verantwoorde wijze kan plaatsvinden;
2. bij een zuivering die slechts gedurende enkele zomermaanden noodzakelijk is, met een top van slechts enkele weken;
3. bij een niet al te grote hoeveelheid afvalwater;
4. bij een landelijk gebied waar de prijs van de grond niet zodanig is dat de benodigde oppervlakte een te hoge investering vergt.

Bovengenoemde voorwaarden zijn aanwezig in de omgeving van de Rivièracamping. De kosten van reiniging zijn dan belangrijk lager dan bij gebruik van een traditionele zuiveringsinstallatie.

Wegens uitbreiding van het kampeerterrein en mede door aansluiting van de strandtoiletten op de aanvoerleiding voor suppletiewater is in 1969 een uitbreiding met 1,75 ha aan het bestaande biezenveld van 1 ha gegeven (afb. 1). De uitbreiding is in 1970 voor het eerst volledig gebruikt.

Inrichting van het veld

De plattegrond van het biezenveld is gericht op een door het water af te leggen stroombaan van voldoende lengte. Ter beperking van het grondgebruik is om deze reden voor een stervorm gekozen (afb. 1). Aanvankelijk had iedere zijde vier uitlaatopeningen. In 1968 is dit teruggebracht tot één uitlaat per zijde en in 1969 was er in totaal maar één uitlaat. Het water wordt centraal op vier kwadranten ingelaten en in 1969 doorliep het afvalwater dat op het zuidelijke kwadrant werd ingelaten ook het oostelijke kwadrant

(afb. 1). De afgelegde weg van het afvalwater ingelaten op kwadrant west was even lang als van kwadrant zuid.

Veld 2 leent zich beter voor proeven: een verdeelsloot met een continu peilregistratie kan via Thomsonmeetschotten aan 12 afzonderlijke banen regelbare hoeveelheden afvalwater leveren. De banen kunnen met verschillende soorten waterplanten worden ingeplant. Ook kan het effect van kunstwier — strookjes geschuimd polypropreen met een soortelijk gewicht van 0,2 — en het onbegroeid zijn van een baan worden nagegaan.

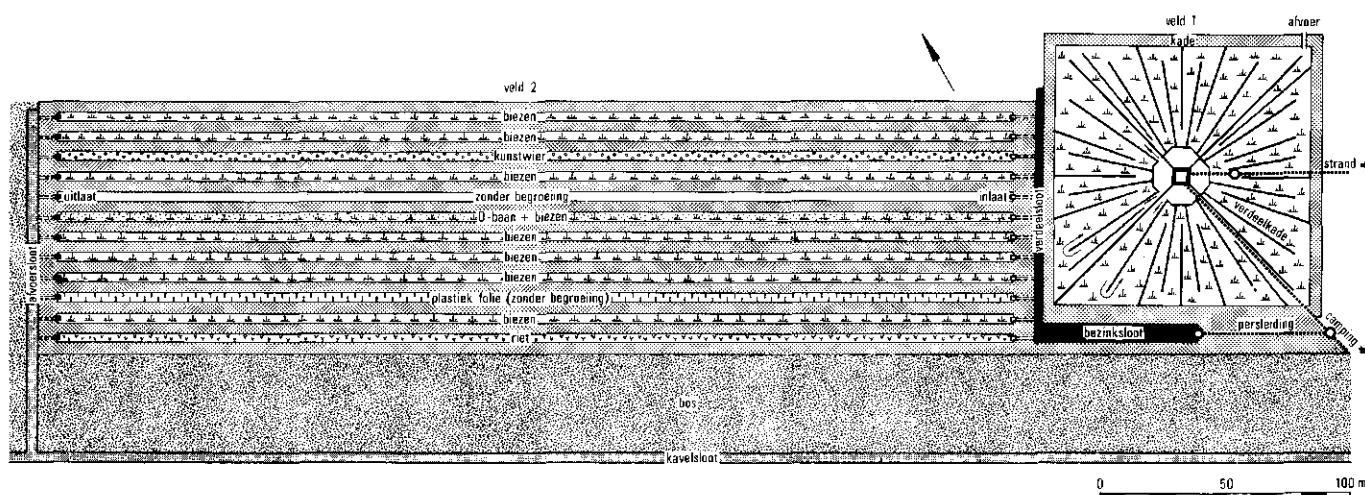
Dit langwerpige veld met grondstroken tussen de banen om machinaal het gewas te kunnen maaien heeft 45 % netto-zuiveringsoppervlak, voor veld 1 is dit 85 %. De belasting per m² is voor het veld 1 wat gunstiger dan voor veld 2 waar de belasting meer naar achteren duidelijk afneemt.

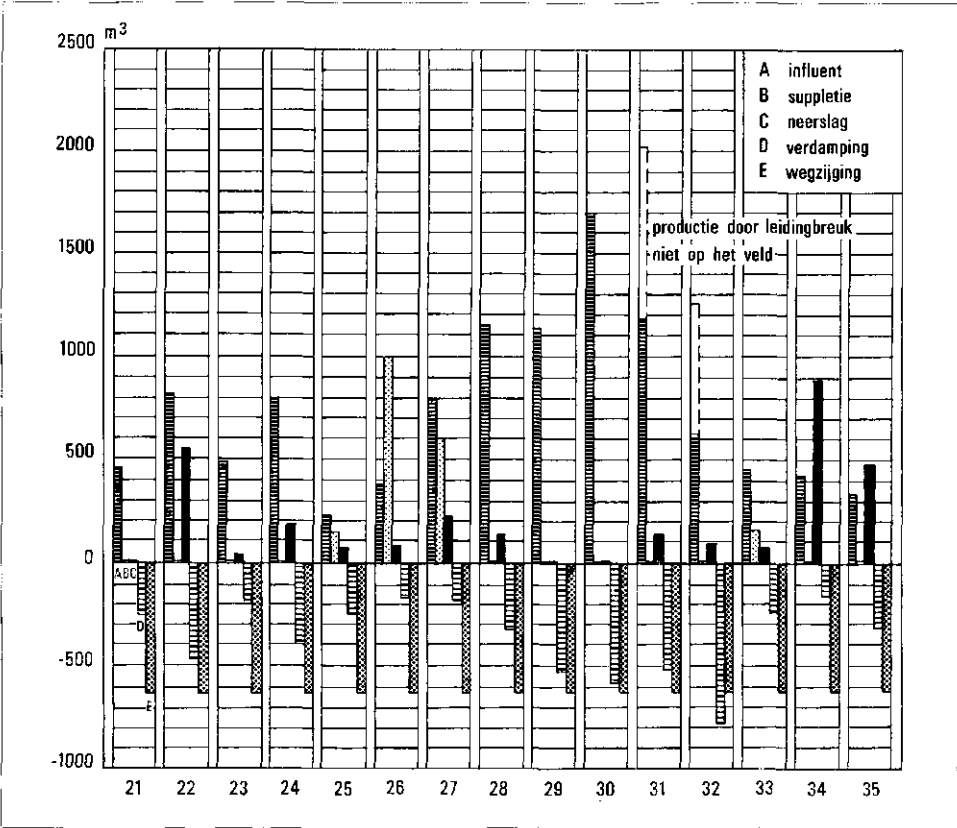
Aanvankelijk zijn deze velden als proefvelden aangelegd met de bedoeling de reinigende werking van biezén te onderzoeken. Dit houdt in dat onderhoud noodzakelijk is omdat andere waterplanten anders gaan overheersen. De grote reinigende eigenschappen die aan biezén worden toegeschreven bezitten in feite alle aanhechtende oppervlakken en dienaangaande komen ook andere waterplanten in aanmerking. Veld 2 heeft in 1970 de eerste gegevens geleverd. In dit artikel wordt alleen aandacht besteed aan veld 1.

De waterbalans

Ten einde een duidelijk beeld te krijgen van de waterhuishouding op het veld is in afb. 2 de waterbalans van het 1 ha grote stervormige veld in 1969 weergegeven. De waterbalans wordt in dit geval door

Afb. 1 - Schematisch overzicht van het biezenveld op de kavel Q 107 in Oostelijk Flevoland.





Afb. 2 - Waterhuishouding van het biezenveld in 1969 vanaf week 21 t/m week 35.

5 componenten bepaald, te weten:

- a. het toegevoerde vuile water;
- b. het suppletiewater,
- c. de neerslag;
- d. de verdamping;
- e. de wegzijging.

Het afgevoerde water is het verschil tussen aan- en afvoer (= a + b + c — d — e). De hoeveelheid toegevoerd vuil water is sterk afhankelijk van het drinkwater-verbruik (= 75 liter water per kampeerder) en bedraagt 95 % daarvan, zoals uit eigen onderzoek is gebleken.

Het suppletiewater komt uit het Veluwe-meer. In voor- en naseizoen wordt te weinig afvalwater geleverd om de biesen van voldoende water te voorzien. De biesen moeten namelijk in minstens 20 cm water staan, omdat anders andere waterplanten te sterk gaan groeien. De neerslag wordt, evenals de hoeveelheden aangevoerd afvalwater en het afgevoerde water, automatisch geregistreerd. De verdamping door het biezengewas wordt met behulp van een met biesen begroeide verdampingspan gemeten. Aangezien het buizenveld in een inzijgings-gebied ligt, vindt wegzijging van water via de ondergrond plaats. Deze hoeveelheid is in de balans als sluitpost opgenomen. Uit afb. 2 blijkt duidelijk het verloop van

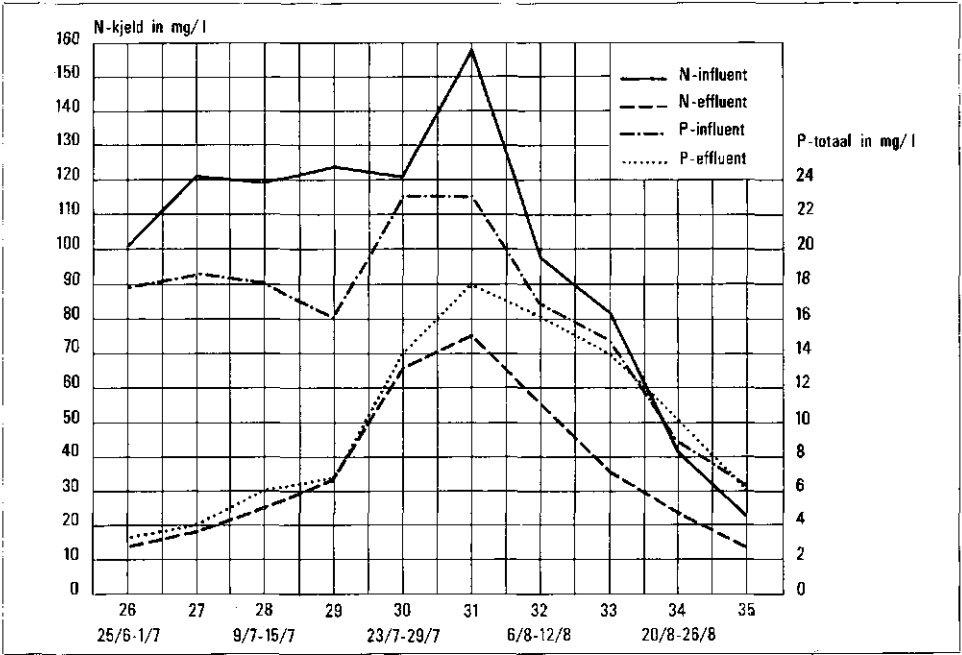
de hoeveelheid toegevoerd water. Een biezengewas blijkt veel water te kunnen verdampen. De gemiddelde verdamping is ongeveer 5 mm per etmaal. Het is duidelijk dat de wegzijging (als sluitpost) via de ondergrond mede hierdoor wordt beïnvloed. Dat deze post van niet

geringe betekenis is, komt in de afbeelding ook duidelijk tot uitdrukking. Gezien de beperkte capaciteit van de perspomp, die het suppletiewater over 1000 m lengte naar het veld moet pompen (ca. 10 - 12 m³/h netto op het veld) is op het veld in droge perioden buiten het kampeerseizoen slechts met moeite een waterschijf van 20 cm te handhaven. Niettemin is gebleken, dat de wegzijging vanaf 1967 tot en met 1970 van ca. 20 mm tot ca. 7 mm per etmaal is gedaald, hoofdzakelijk ten gevolge van dichtslibbing van de ondergrond. Ook aan de verstoring van de drains en aan structuurvernieling van de drainsleuven moet de aanvankelijke daling van de wegzijging worden toegeschreven. Uit de afbeelding blijkt dat alleen in weken 25, 26 en 27 aanzienlijke hoeveelheden suppletiewater zijn toegevoegd.

De bemonstering, de verrichte analyses en de analyseresultaten

De bemonstering van het influent vond iedere dag, uitgezonderd op zaterdag en zondag, plaats. Het effluent is tweemaal per week geanalyseerd. De volgende parameters zijn bepaald: de BOD₅²⁰, COD, opgeloste fosfaten, totaal-fosfaat, ammonium, nitraat, Kjeldahl-stikstof en het aantal thermotolerante gistingsbacteriën (Eijkman 45°) weergegeven als een MPN-waarde per ml. In het influent is vrijwel alle stikstof als ammoniakstikstof aanwezig en in het (ongefiltreerde) water is het opgeloste fosfaat ongeveer 75 % van het totaal-

Afb. 3 - Gehalte aan N-Kjeldahl en totaal fosfaat in mg per liter water in influent en effluent op het biezenveld in 1969.



TABEL I - Gehalten in mg per liter BOD₅²⁰ en COD en thermotolerante gistingsbacteriën (MPN/45 °C) per ml in influent en effluent als wekelijkse gemiddelde in de periode van 25 juni t/m 2 september 1969.

Datum	Influent										Effluent									
	25/6— 1/7	2— 8/7	9— 15/7	16— 22/7	23— 29/7	30/7— 5/8	6— 12/8	13— 19/8	20— 26/8	27/8— 2/9	25/6— 1/7	2— 8/7	9— 15/7	16— 22/7	23— 29/7	30/7— 5/8	6— 12/8	13— 19/8	20— 26/8	27/8— 2/9
Weekno.	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
BOD ₅ ²⁰	285	329	331	167	347	399	276	234	127	76	12	6	8	7	18	19	17	7	7	5
COD	661	766	734	428	900	867	590	514	285	147	48	55	54	67	94	101	83	83	66	49
MPN 10 ⁴	43	20	40	29	38	47	52	46	41	7	<0,95*	3*	64*	4*	2670*	348*	8*	5*	14*	10*

* Absolute aantallen.

TABEL II - Totaal op het veld geloosde en met het effluent uit het veld afgevoerde hoeveelheden BOD₅²⁰, COD, Kjeldahl-stikstof en totaal-fosfaat (als P.) in kilogrammen (periode 22 mei tot 3 september 1969).

Parameters	COD	BOD ₅ ²⁰	Kjeldahl stikstof	totaal fosfaat
kg in het influent op het veld	5887,—	2536,—	1004,—	167,—
kg in het effluent uit het veld	212,—	33,—	128,—	32,—

TABEL III - De droge-stofproduktie en de hoeveelheid totaal stikstof en fosfor in kg per ha in de ondergrondse en/of bovengrondse delen van grasland (als bruto-produktie), haver (in zaad en stro), een volgroeid rietgewas en een biezen­gewas (1970 en 1971).

Gewas	bovengronds			ondergronds			Opmerkingen
	droge-stofproduktie	N	P	droge-stofproduktie	N	P	
gras	10.000	200	43	— *	—	—	* e.v. reserves in wortels zijn buiten beschouwing gelaten
haver	10.000	80	20	— *	—	—	
riet	18.000	270	35	10.000	160	20	
bies	16.000	260	50	16.000	320	55	gehalte bij eenmaal maaien in de herfst
totale aanvoer op het biezen­veld van 22/5 t/m 2/9							
		1004	167				
		N als Kjeldahl stikstof					

fosfaat. De analyses tonen aan dat in het veld nitrificatie optreedt. Tijdens het groeiseizoen blijkt de opname-capaciteit van het biezen­veld zowel wat de stikstof als wat het fosfaat betreft, af te nemen (afb. 3). Het stikstofgehalte van het effluent is aanzienlijk lager dan dat van het influent. Na oxydatie van ammonium tot nitraat treedt denitrificatie op in de zuurstofarme onderste waterschijf [2]. Het P-totaal-gehalte van het effluent is aanvankelijk lager, maar verder in het seizoen doet het niet veel onder voor dat van het influent. Het is mogelijk dat de fosfor-verwijdering door bezinking in de maand augustus vrijwel gelijk is aan het vrijkomen van fosfor uit bezonken stoffen ten gevolge van een steeds toenemende bacteriënactiviteit. In tabel I zijn de concentraties aan zuurstof-onttrekkende stoffen en coliforme bacteriën (MPN) in influent en effluent weergegeven. Gedurende lange verblijftijden nemen de BOD₅²⁰ en de COD sterk af. Dit blijkt eveneens uit de in tabel II vermelde absolute hoeveelheden. Bij beoordeling van afb. 3 dient men echter rekening te houden met de omstandigheid dat het biezen­gewas

in ernstige mate legerde en tot rotting overging. Daarnaast echter kwamen talrijke nieuwe scheuten tot ontwikkeling. Niettemin moet toch wel ongeveer hetzelfde verloop worden verwacht, indien de bovengrondse delen in juni worden gemaaid en afgevoerd, omdat na juli de groei van de bovengrondse biezen­massa naar verhouding niet sterk is. De belasting van het veld en de opname door de biezen Uit tellingen van het aantal geregistreerde kampeerd­ers en de metingen van de hierbij behorende hoeveelheden influent is bekend dat per kampeerder per dag aan 'vuil' wordt geproduceerd: 30 gram BOD₅²⁰, 70 gram COD, 1,5 à 1,7 gram P en 9 gram N. Deze aangevoerde stoffen verdwijnen door middel van bezinking en afbraak van organische stoffen in het veld, verder door opname door het biezen­gewas, door weg­zijging en door afvoer als effluent. Omtrent de BOD₅²⁰ en de COD kan worden opgemerkt dat meer dan 90 % 'op het veld' achterblijft. De zuiverende werking in deze is ten zeerste afhankelijk van de verblijftijd, waarover hierna wat meer wordt gezegd.

Tabel III toont aan hoeveel N en P door een biezen­gewas, vergeleken met andere gewassen, kan worden opgenomen. Deze tabel toont aan dat een biezen­gewas in staat is om een grote hoeveelheid droge stof te produceren. De stikstofopname is vrij groot. Ten aanzien van de fosfor is dit niet opvallend hoog. Uit de tot dusver gedane waarnemingen is echter wel gebleken dat het niet onmogelijk moet worden geacht om een biezen­gewas — niet ieder jaar — tweemaal in één jaar te maaien (15 - 25 juni en december/januari). Dit zal de afvoer van stikstof en fosfor ongetwijfeld bevorderen, te meer omdat de in de tabel genoemde getallen betrekking hebben op een uitge­groeid biezen­gewas. Verder moet worden opgemerkt dat, blijkens voorlopige proef­resultaten op het tweede veld, ook een riet­gewas als een reinigend medium kan worden beschouwd. Overigens berusten deze gegevens op slechts 1 opbrengstbepaling in drievoud. Riet heeft echter de eigenschap dat de lange rietwortelstokken de onder­grond perforeren hetgeen de weg­zijging van water via de ondergrond, afhankelijk van de profielopbouw, meer of minder zal bevorderen. Verblijftijden van het water op het veld Het was de bedoeling om de weg­zijging tot een minimum te beperken. Door de wateronttrekking via de drainsleuven is dit niet gelukt, dit niettegenstaande het met zwaar materiaal berijden van de grond onder zeer natte omstandigheden. De bodem ter plaatse bestond uit een ca. 1.00 m dikke vrijwel geheel gerijpte zalvellaag op pleistocene zandgrond. Door onder andere dichtslibbing van de bovenste laag is de weg­zijging vanaf 1966 (direct na aanleg) tot en met 1970 van ca. 20 mm per etmaal verminderd tot ca. 7 mm. Door de weg­zijging is, vooral tijdens droge perioden in het voor­seizoen, wanneer de verdamping door een biezen­gewas gemid­deld 5 mm per etmaal bedraagt, nogal eens een watertekort opgetreden. Dit tekort kon door de lage waterstand in het Veluwe­meer — het inlaat­debet verminderde daardoor

TABEL IV - Bruto en netto-reinigingspercentages per week voor BOD_5^{20} , COD, totaal-fosfaat (als PO_4) en stikstof (N-Kjeldahl) en MPN op het biezenveld op kavel Q 107 in Oostelijk Flevoland in de periode van 9 juli t/m 2 september 1969.

week	28		29		30		31		32		33		34		35	
datum	9-15/7		16-22/7		23-29/7		30/7-5/8		6-12/8		13-19/8		20-26/8		27/8-2/9	
	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto	bruto	netto
BOD_5^{20}	98,7	76,0	99,7	90,0	96,2	58,0	97,6	80,0	99,7	87,0	100	72,0	97,0	81,0	94,7	87,0
COD	96,7	72,0	98,7	87,0	89,4	27,0	95,0	82,0	99,2	86,0	100	66,0	88,0	67,0	77,0	63,0
totaal fosfaat	88,3	41,0	94,9	58,0	69,3	4,0	64,2	34,0	94,4	57,0	100	13,0	29,5	0,0	15,5	0,0
totaal stikstof	89,4	44,0	95,7	48,0	79,4	33,0	71,0	41,0	97,3	74,0	100	61,0	71,6	27,0	57,5	25,0
MPN		99,9		100	99,9	99,9		99,9		99,9		100		99,9		99,9

aanzienlijk — niet snel genoeg worden aangevuld. Door deze geringe aanvoer van suppletiewater kwam de effluentstroom tot stilstand en diensgevolge vond een 100 % bruto-reiniging van afvalwater plaats zoals in week 33 (tabel IV) te zien is.

Evenals het influent wordt het suppletiewater centraal op het veld geloosd.

De 1 m³ grote inlaatput, waarin de uitmondingen van de beide persleidingen uitkomen, heeft in elk van zijn wanden een Thomsonmeetschot waarover het afvalwater op het veld komt. Gerekend is dat de hoeveelheid regen het halve veld doorloopt. Voor de verdamping geldt hetzelfde in omgekeerde richting.

De hoeveelheid influent varieert dagelijks. Alleen de wegzijging is betrekkelijk constant. Het is niet mogelijk de verblijftijd nauwkeurig te berekenen. Aangezien het biezenveld kan worden vergeleken met een dicht begroeide waterloop, kan met behulp van de stromingsformule van de werkgroep waterlopen van de Cultuurtechnische vereniging de stroomsnelheid van het water in relatie tot het uit- en inlaatdebiet worden berekend [4]. Is de stroomsnelheid bekend dan kan de verblijftijd hieruit worden afgeleid. De gemiddelde lengte van een stroombaan bedraagt 600 m. Uit metingen is gebleken dat het inlaatdebiet 2 tot 3 maal zo groot is als het uitlaatdebiet. Boven genoemde gegevens leiden tot verblijftijden die in afb. 4 kunnen worden afgelezen.

De mate van zuivering

Onder totale of bruto-reiniging wordt verstaan het verschil in kg BOD_5 , COD, P en N tussen influent en effluent, uitgedrukt als percentages van de aangevoerde hoeveelheden. Onder netto-reiniging wordt verstaan de bruto-reiniging verminderd met de reiniging die voor rekening van de wegzijging komt.

Bij het opstellen van tabel IV zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. de wegzijging is 9 mm per etmaal;
2. de gegevens over hoeveelheden influent en effluent zijn wekelijkse gemiddelden;
3. door bezinking op het voorbezinkveldje direct rondom het lozingspunt wordt de

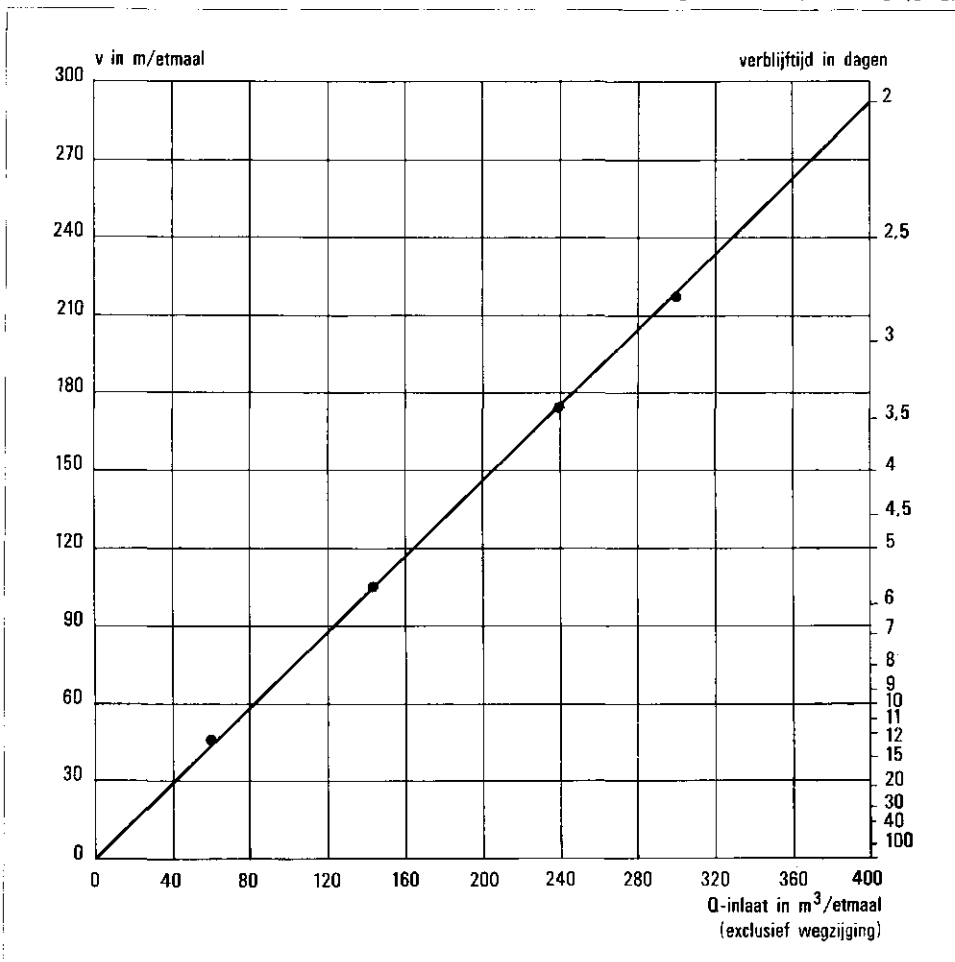
BOD_5 en de COD van het influent met 35 % verminderd [5];

4. het wegzijgende water ondergaat 100 % reiniging, die geheel wordt toegekend aan het bruto-rendement;
 5. het wegzijgende water heeft een hoedanigheid die gelijk is aan het gemiddelde van influent en effluent, waarbij een influent behoort bij een effluent dat één week later het veld verlaat;
 6. er is geen rekening gehouden met de in tabel III vermelde gegevens;
 7. het suppletiewater is 100 % zuiver.
- Uit tabel III blijkt dat de zuiverende werking ten gevolge van de wegzijging groot

is. Zonder wegzijging zou de samenstelling van het effluent minder goed zijn. Hierbij zij opgemerkt dat het suppletiewater niet 100 % zuiver is, maar ongeveer de volgende samenstelling heeft: BOD_5 10 - 20, COD 60 - 70, N 2,0 en P 0,3 mg/l.

De vraag hoeveel fosfor en stikstof er buiten de wortels van de biesen in de bodem blijft is ook van belang. Het is niet goed mogelijk een sluitende stikstofbalans op te zetten in verband met de denitrificatie en de uitspoeling van nitraten. Bovendien zal een gewas zich bij de aanvang van de groei in het voorjaar uit de bereikbare voorraad in diepere grondlagen kunnen voorzien. Van Schreven (1971) heeft aangetoond dat

Afb. 4 - Verband tussen inlaatdebiet, stroomsnelheid en verblijftijd in dagen in 1969 (excl. wegzijging).



een drooglegging van het veld direct na het vakantieseizoen stikstofverliezen van 375 tot 500 kg per ha tot gevolg heeft. Tot nu toe is het aangevoerde fosfaat in de laag van 0 - 100 cm niet teruggevonden. Het is nauwelijks aan te nemen dat ophoping in de laag van 100 - 200 cm (pleistocene) heeft plaatsgevonden. Met behulp van filters op 2 meter diepte bemonsterd grondwater bevatte niet meer fosfaat dan ook reeds bij de uitgangstoestand werd gevonden. De concentratie aan NH₄-stikstof was echter wel toegenomen in het water afkomstig uit de laag 100 - 200 cm beneden maaiveld.

De dimensionering van een biezen- of rietveld

Uit tabel I blijkt dat onder alle omstandigheden die zich in de praktijk hebben voorgedaan en waarbij de verblijftijd van het water in het veld zes dagen of meer bedroeg, de MPN-reductie vrijwel 100 % is. Uit afb. 5a blijkt, dat bij een verblijftijd van 10 dagen het afvalwater een hoge bruto-reiniging ondergaat, terwijl uit afb. 5b blijkt dat de netto-reiniging, dat is de bruto-reiniging verminderd met het zuiveringseffect ten gevolge van de weg-zijging, eveneens aanzienlijk is. Omdat onderzoek van grondwater en drainwater in de omgeving van het biezenveld heeft aangetoond, dat tot nu toe geen sprake is van chemische of bacteriologische verontreiniging van dit water, kan men voor de dimensionering van een veld van afb. 5a uitgaan. Deze afbeelding kan men toepassen tot een waterschijf van 0,4 à 0,5 m op het veld.

Zowel in afb. 5a als in afb. 5b is de verblijftijd gecorrigeerd voor de optredende wegzijging.

De bij een bepaalde verblijftijd behorende bruto- en netto-reinigingspercentages kan men uit de afb. 5a en 5b aflezen. Afhankelijk van de gesteldheid van de ondergrond zal meer of minder van het aangevoerde afvalwater hierin wegzijgen, zodat aanvoer van suppletiewater noodzakelijk kan zijn teneinde het veld waterhoudend te laten. Een voordeel van het toevoegen van suppletiewater is, dat enige verdunning met zuurstofhoudend water tot stand wordt gebracht.

Uit de afb. 5a en 5b blijkt duidelijk dat met behulp van een biezenveld naast aanzienlijke BOD₅²⁰ en COD-reducties ook hoge P- en N-reducties kunnen worden bereikt. De oorzaken hiervan liggen in de fixatie van P en N in gewas (dat wordt afgevoerd) en bodem.

afvalwaterstromen op plaatsen waar transport naar of aanleg van een rioolwaterzuiveringsinstallatie te kostbaar is. Gezien het hoge reinigend vermogen voor P en N is het ook mogelijk dergelijke velden toe te passen voor de nabehandeling van effluënten.

Met de tot nu toe beschikbare gegevens is berekend dat, rekening houdende met de voedselopname door de op het veld staande begroeiing, denitrificatie en vastlegging in de bodem per kampeerder (afvalwaterproductie 70 liter per etmaal) op Q 107 4 m² vloeiveld nodig is. Per inwonerequivalent is op basis van dagelijkse BOD₅²⁰, fosfaat en stikstof-belasting gedurende het vakantieseizoen 7 m² nodig.

De keuze van het gewas

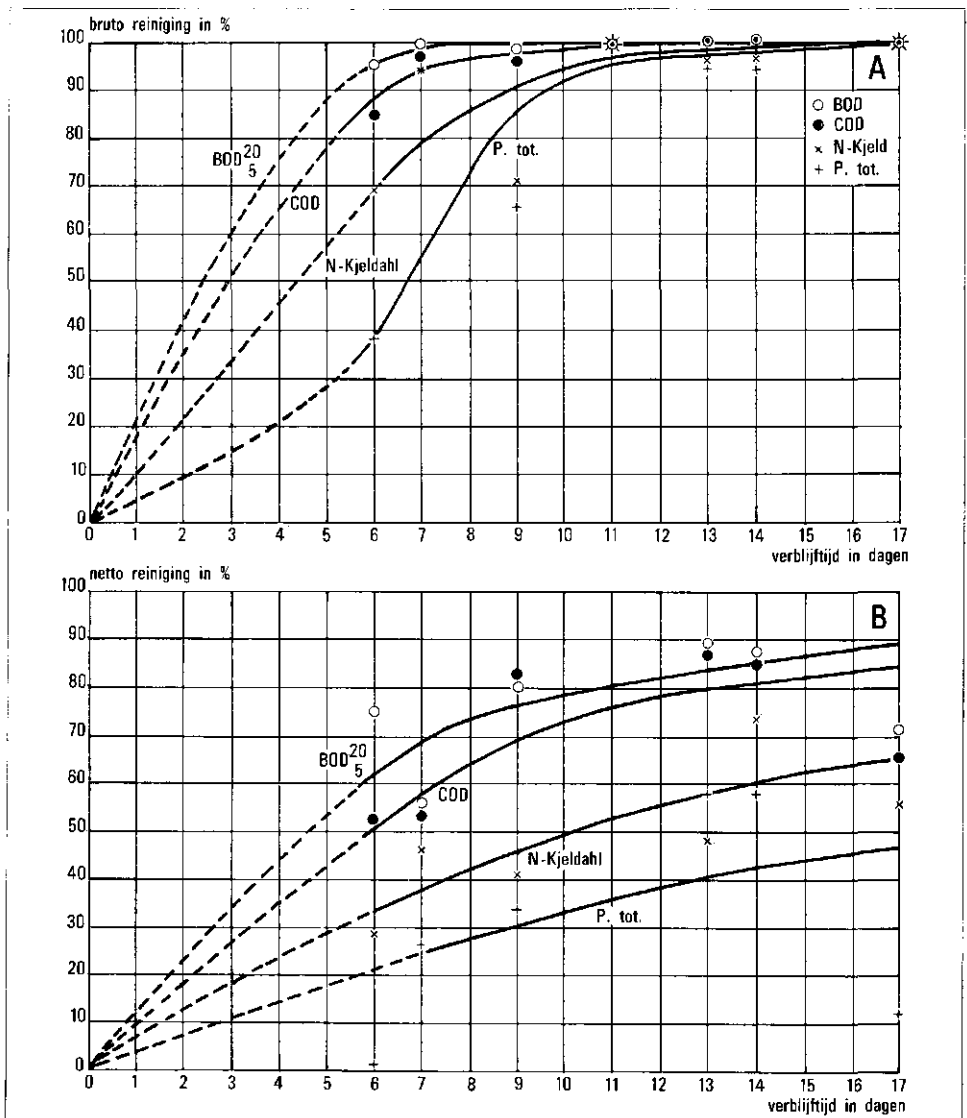
Omdat aan biezen een bijzondere zuiverende werking werd toegeschreven [1] is het

onderzoek gestart met dit gewas. Tijdens dit onderzoek is gebleken dat het aanbieden van aanhechtingsplaatsen voor de zuiverende microflora en -fauna bepalend is. Biezen voldoen goed aan deze voorwaarde en leveren een goed verkoopbaar produkt. Nadelen van biezen zijn: het gewas vraagt veel onderhoud, omdat het snel wordt overwoekerd door andere waterplanten. Het gewas kan per twee jaar ten hoogste eenmaal vóór eind juni worden gemaaid en afgevoerd. Om legeren van het gewas te voorkomen dient de waterschijf niet te gering te zijn (ca. 0,4 m), terwijl droogstand niet mag voorkomen.

Voor toepassing in Flevoland blijkt riet zeer geschikt. Het gewas is aanzienlijk sterker dan biezen en kan, zoals uit tabel III blijkt, vrijwel evenveel P en N in de bovengrondse delen vastleggen als biezen.

Doordat het gewas sterker is, vraagt het veld minder onderhoud. De marktwaarde

Afb. 5 - Verband tussen het reinigingspercentage t.a.v. BOD₅, COD, totaal fosfaat (als PO₄) en totaal N (Kjeldahl) en de verblijftijd in dagen op het biezenveld in 1969.



van het grove riet dat op deze velden groeit is evenwel nagenoeg nihil.

Reinigingskosten

Het is van belang te weten hoe groot de investerings- en exploitatiekosten per inwonerequivalent zijn bij gebruik van een biezen- of rietveld in vergelijking met het gebruik van een traditionele zuiveringsinstallatie. In het Larserbos is zowel een rietveld aangelegd als een zuiveringsinstallatie gebouwd. De zuivering in de installatie is gebaseerd op een biologische afbraak in een compactinstallatie. De capaciteit van beide media bedraagt 2000 inwonerequivalenten. De oppervlakte van het veld bedraagt ongeveer 1,80 ha en voor de installatie met slibdroogbedden is ongeveer 0,25 ha nodig. Er is verondersteld dat de kosten van het pompgebraak met persleiding en bijkomende

kosten zowel voor het rietveld als de installatie gelijk zijn (zie tabel V). Uit de in deze tabel V genoemde opstelling van kostenfactoren blijkt dat de investeringskosten per inwonerequivalent voor de compactinstallatie en het rietveld f 259,— resp. f 107,— bedragen. De jaarlijkse exploitatiekosten bedragen respectievelijk f 26,— en f 12,— per inwonerequivalent. Worden de kosten van pompgebraak buiten beschouwing gelaten dan zijn de investeringsbedragen per inwonerequivalent f 182,50 resp. f 29,50. De zuiveringslasten bedragen dan f 18,50 resp. f 4,50 per inwoner-equivalent per jaar.

Samenvatting

Biezenvelden voor de reiniging van afvalwater zijn onder bepaalde voorwaarden aan te bevelen. Dit is het geval wanneer:

- a. het onmogelijk is het afvalwater naar een bestaande traditionele zuiveringsinstallatie af te voeren;
- b. de produktie van afvalwater alleen plaatsvindt tijdens de groeiperiode van de biezen;
- c. de hoeveelheden afvalwater niet te groot zijn;
- d. de mogelijkheid om het biezenveld op goedkope grond aan te leggen aanwezig is.

De mogelijkheden om tijdens de wintermaanden kleine hoeveelheden afvalwater te lozen op een biezen- of rietveld zijn tot nu toe niet onderzocht. Het reinigen van afvalwater is geen speciale eigenschap van de matgebieden [6]. Het reinigen berust namelijk op het leveren van aanhechtingsoppervlakken voor de reinigende bacteriën en op het opnemen van stikstof en fosfaat, twee elementen die de omvang van de eutrofiëring van ons oppervlaktewater in hoofdzaak bepalen. Iedere waterplant is dus in staat om afvalwater te (helpen) reinigen. In een bezinkbassin zonder aanhechtingsoppervlakte zal een groot deel van de reiniging meer door algen en een andere niet bacteriële microflora tot stand komen. Een kampeerder produceert per dag 75 liter afvalwater op een terrein met een accommodatie als de Rivieracamping in Oostelijk Flevoland. In eerste instantie is voor dit kampeerterrein, dat in 1967 een capaciteit had voor 2000 kampeersers, een biezenveld van één ha aangelegd met een centrale inlaat en straalgewijze transport van afvalwater over het veld. In 1969 kwam het effluent via één doorlaat op een greppel uit. De capaciteit van het biezenveld ligt ongeveer bij 150 m³ afvalwater per dag. Uit vroegere belastingsproeven waarbij elk der kwadranten verschillend met afvalwater werd belast en waarbij de MPN als maatgevende parameter hanteerde, is dit gebleken. De zuiverende werking wordt ten eerste beïnvloed door de wegzijging, die in 1969 8 à 9 mm per dag bedroeg. Aangezien de verdamping ongeveer 5 mm per dag bedroeg, was alleen al een aanvoer van 140 m³ water per dag voor de wegzijging en de verdamping per ha nodig. Voor het verkrijgen van effluent is, uitgezonderd in het hoogseizoen, suppletiewater nodig. De wegzijging is van 1966 t/m 1970 afgenomen van 20 tot 7 mm per dag ten gevolge van dichtslibbing van de bodem. Per kampeerder wordt 30 gram BOD₅²⁰, 70 gram COD, 1,5 gram fosfor en 9 gram stikstof per dag geloosd via het afvalwater. De gemiddelde brutoreiniging (influent-effluent) van deze parameters bedroeg in

TABEL V

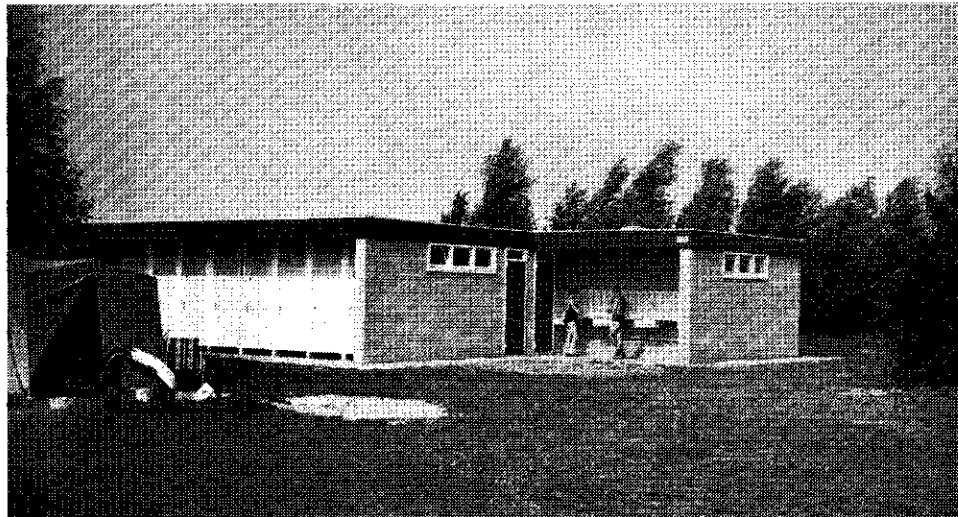
<i>Investeringskosten</i>			
a. Pompgebraak, persleiding installatie- en aanlegkosten (incl. BTW)	f 40.000,—*		
	f 115.000,—		f 155.000,—
b. zuiveringsinstallatie: bouwkundig	f 135.600,—		
mechanisch	f 90.400,—		
(incl. BTW)	f 226.000,—		
Installatiekosten (tot in bedrijfstelling)	f 101.000,—		
Honoraria	f 33.000,—		
Grondkosten (0,25 ha)	f 3.000,—		
			f 363.000,—
Totaal			f 518.000,—
c. Rietveld: Aanlegkosten rietveld (incl. BTW + Overhead)	f 38.000,—		
Grondkosten (1,80 ha)	f 21.000,—		
			f 59.000,—
Pompgebraak enz.			f 155.000,—
Totaal			f 214.000,—
* Gerekend met guldens van 1970.			
<i>Exploitatiekosten</i>			
a. Zuiveringsinstallatie			
1. Onderhoud en afschrijving van de pompinstallatie, de persleiding en kapitaalslasten (9,5 % van f 155.000,—)	f 14.725,—		
2. Onderhoud en afschrijving van het mechanisch gedeelte van installatie en kapitaalslasten (14 % van f 90.400,—)	f 12.656,—		
3. Onderhoud en afschrijving van het bouwkundig gedeelte van installatie en kapitaalslasten (9,5 % van f 135.600,—)	f 12.882,—		
4. Grondpacht	f 75,—		
5. Bediening installatie (700 manuren à f 15,—)	f 10.500,—		
6. Energiekosten (geschat 10.000 kwh à f 0,12)	f 1.200,—		
	f 52.038,—		f 52.000,—
b. Rietveld			
1. Onderhoud en afschrijving van de pompinstallatie, de persleiding en andere kapitaalslasten (9,5 % van f 155.000,—)	f 14.725,—		
2. Onderhoudskosten (f 4.170,— + 50 % overhead)	f 6.255,—		
3. Grondpacht (1,80 x f 350,—)	f 630,—		
4. Renteverlies (4 % van f 38.000,—)	f 1.520,—		
5. Energiekosten (geschat 10.000 kwh à f 0,12)	f 1.200,—		
	f 24.330,—		f 24.000,—



1



3



2

- 1. Overzicht van de Riviera camping nabij Elburg (juni 1974).
- 2. Een toiletgebouw op de Riviera camping (augustus 1968).
- 3. Overzicht van het stervormige (1e) biezenveld op kavel Q 107 in het jaar van aanleg (september 1966).
- 4. Het biezengewas 1 jaar na aanleg (aug. 1967).
- 5. Overzicht van het 2e biezengewas op kavel Q 107 (dec. 1971).

4



1969 resp. 99, 96, 81, 88 % en ten aanzien van het MPN 100 %. De netto-reiniging, dit is de bruto-reiniging verminderd met de zuivering door wegzijging, bedroeg resp. 70, 62, 33, 45 en 99,9 %. Deze reiniging wordt dus door plaatselijke omstandigheden zoals wegzijging, de samenstelling en hoeveelheid van het afvalwater, de bodemgesteldheid, de bezetting van het veld door planten, de bezinking van het veld door planten en de aard van het suppletiewater bepaald. Per kampeerder is 4 m² vloeierveld nodig en per inwonerequivalent onder dezelfde omstandigheden is 7 m² voldoende.

Voor de afname van de aantallen thermotolerante bacteriën is de verblijftijd zeer belangrijk. Deze verblijftijd was in de periode van 9/7 t/m 2/9 in 1969 gemiddeld ongeveer 10 dagen en de MPN-reductie was 99,9 %. Dit resultaat komt goed overeen met de door Scholte Ubink en Kats [7] gepubliceerde afstervingscurve voor Coli-bacteriën.

Het voordeel van twee keer maaien van de biezten — begin juni en in de winter — is de grotere opname van stikstof en fosfor door het gewas en de mogelijkheid van verkoop van de eerste snede. Het is wel zeker dat biezten tegen tweemaal maaien ieder jaar niet bestand zijn. Het nadeel van maaien in juni is het vele werk om het biezengewas vrij te houden van andere planten. Naarmate de waterdiepte groter is, zal dit werk minder tijd en geld kosten. Bij éénmaal maaien (in de winter) kan een vrij hoog percentage van de aangevoerde stikstof en fosfor worden afgevoerd. Bij tweemaal maaien kunnen deze percentages nog worden opgevoerd, ook weer geheel afhankelijk van de belasting en andere bijkomende factoren.

Per inwonerequivalent bedragen de investeringskosten voor een veld van 2000 i.e. f 107,—, terwijl voor een compactinstallatie van gelijke capaciteit deze kosten f 259,— hebben bedragen.

De jaarlijkse exploitatiekosten waren per inwonerequivalent f 12,— voor het vloeierveld en f 26,— voor de compactinstallatie.

voor het ontwerpen van waterlopen enz. blz. 17-19). Uitg. v. Gorcum, Assen.

5. Imhoff, K. *Taschenbuch der Stadtentwässerung*. R. Oldenburg Verlag München-Wien (1969).
6. Koridon, A. *De invloed van biezten (Scirpus lacustris L. ssp. lac.) op het afsterven van Escherichia coli en van biezten en micro-organismen op de afbraak van fenol*. H₂O, 4, (13), 296-298 (1971).
7. Scholte Ubink, D. W. en Kats, W. *Vervuiling en kwaliteitsbeheer van het water in ondiepe recreatieplassen*. Water, 50, (6), 78-83 (1966).



Literatuur

1. Seidel, K. *Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen* (Naturwissenschaften, 53, (12), 289 - 297, 1966).
2. Schreven, D. A. v. *Het tijdelijk droogleggen van een biezenveld waarop afvalwater van een camping wordt geloosd, als middel om de grond te verwarmen aan minerale stikstof*. H₂O, 4 (17), 382-384 (1971).
3. Koridon, A. *Onderzoek naar de invloed van enkele milieufactoren op de kieming en groei van Phrag. communis, afkomstig van verschillende standplaatsen*. Intern rapport RIJP no. 25.
4. Werkgroep cultuurtechnische ver. *Richtlijnen*