

INHOUD:

	blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. MATERIAAL EN METHODEN	5
3. RESULTATEN	7
3.1 Najaarsinundatie (augustus 1987)	7
3.2 Voorjaarsinundatie (mei/juni 1988)	11
REFERENTIES	17
BIJLAGE	

SAMENVATTING

In het kader van het DBW/RIZA-project "Groei van Biezen" is in 1987 en 1988 de invloed van overstroming op zeebies (*Scirpus maritimus* L.) bestudeerd in een experiment in een proefopstelling op het Duivelseiland in Dordrecht.

Wortelstokken van zeebies werden uitgeplant in diepe bakken, die in augustus 1987, resp. mei/juni 1988 geheel onder water werden gezet. Verschillen in groei en morfologische ontwikkeling van de spruiten tussen ongeïnundeerde en gedurende korte (2 dagen) tot lange (20 dagen) tijd geïnundeerde bakken werden bepaald.

Volledige onderdompeling stimuleert vooral de lengtegroei. De bovengrondse biomassatoename blijkt echter negatief te worden beïnvloed door onderdompeling. Ook de vorming van nieuwe spruiten is minder in geïnundeerde bakken t.o.v. de blanco, ongeïnundeerde behandeling. Daarnaast veroorzaakt een langer durende inundatie bladverkleuring en het slapper worden van de stengels. De respons op inundatie is in voorjaar en najaar niet identiek, als gevolg van verschillen in het fenologisch stadium.

BIDOC PROVINCIEHUIS N-BR.



3 2500 00047 3869

1. INLEIDING

Het waterregime van grotere wateren kan een faktor zijn die de plantengroei langs de oever sterk beïnvloedt. Vooral in watersystemen waarin het peil aan sterke wisselingen onderhevig is, zoals in het rivierengebied, heeft de oevervegetatie op regelmatige tijden een verhoogde waterstand te verduren, waarbij planten geheel of gedeeltelijk onder de waterspiegel verdwijnen. Emergente oeverplanten in dit milieu vertonen dan ook in zekere mate aanpassingen aan zulke perioden van relatieve zuurstofschaarste en lichtgebrek. In principe echter is een te lange onderdompeling voor zulke planten schadelijk en beperkt het tal van soorten in de groei. Zo wordt de achteruitgang van bepaalde soorten in wateren in de uiterwaarden van de grote rivieren wel geweten aan het recent optreden van zomerhoogwaters (1,2).

Ook in het Benedenrivierengebied komen periodieke hoogwaters voor, naast het bestaande, veelal geringe getijverschil dat onder invloed van de zee bestaat. Hierbij spelen de rivierafvoer, de wind en het spuiregime van de Haringvlietsluizen alle een rol. De vaak langer dan een getijcyclus durende hoogwaters kunnen voor bepaalde oeverbegroeiingen een ongunstig effect hebben, vooral wanneer inundatie (onderdompeling) plaatsvindt in een voor de plant kwetsbare periode, zoals tijdens sterke groei (voorjaar/zomer), of in het seizoen waarin de reproductie plaatsvindt (najaar).

Binnen het projekt 'Groei van Biezen', dat wordt uitgevoerd door DBW/RIZA te Dordrecht in samenwerking met het Instituut voor Oecologisch Onderzoek, is speciale aandacht besteed aan de effecten van volledige inundatie op de groei van zeebiezen (*Scirpus maritimus*). Dit is een soort die in het Noordelijk Deltabekken sinds de afsluiting van het Haringvliet in 1970 sterk is achteruitgegaan. Zeebies komt vrij algemeen voor langs de oevers in het gehele gebied, maar meer in het westen dan in het oosten (3). Onder getijde-omstandigheden, met een afwisseling van droogvallen en vrijwel volledige onderdompeling, kunnen zeebiezen goed gedijen. Langere inundatie-perioden zijn echter mogelijk nadelig voor de plant. In de in deze notitie beschreven experimenten is de respons van zeebiesplanten ten aanzien van inundaties van verschillende duur onderzocht.

2. MATERIAAL EN METHODEN

In het voorjaar van zowel 1987 als van 1988 werden wortelknollen van zeebies aangeplant in betonnen bakken (1x1 m, 1.50 m diep) op het Duivelseiland te Dordrecht. De bakken waren voorzien van een 0.30 m dikke laag rivierzand en konden m.b.v. een pomp van een bepaald waterpeil worden voorzien.

De wortelknollen waren afkomstig van de lokaties Lauwersmeer (1987) resp. Hellegatsdam (1988); beide groeiplaatsen zijn voormalige brakke schorren; de populaties vertoonden de meeste eigenschappen van de forma 'compactus' (4), de brakwatervorm van zeebies.

De aanplant vond plaats op 20 mei 1987 en op 30 maart 1988. Na aanplant werden de bakken van een min of meer konstant waterniveau van ca. 20 cm voorzien. Onderin de bakken was een laag grof rivierzand van ca. 30 cm aangebracht (5). In 1988 werden de betonnen bakken i.v.m. gebleken lekkages van PVC-binnenkuipen voorzien.

In 1987 werden 10 bakken op 5 augustus geheel vol water gezet; 2 bakken werden als blanco ongeïnundeerd gelaten. De tijdsduur van inundatie van de bakken was, in duplo, resp. 2, 5, 8, 14 en 21 dagen. In 1988 werd de inundatie ingezet op 25 mei. De inundatieperioden bedroegen 0, 2, 5, 8, 14 en 20 dagen in enkelvoud. De inundatieschema's staan weergegeven in tabel 1.

Metingen vonden plaats zowel voor de inundatieperiode als na afloop van de langste periode. In 1988 werd bovendien bij iedere behandeling direkt na het weer leegpompen van de bakken een meting gedaan.

Als parameters voor de groei en vitaliteit van de uitlopers werden stengellengte en -dikte, het aantal bladeren, het aantal aartjes van de bloeiwijze gemeten, en werden eventuele verkleuringen en beschadigingen (zie bijlage) genoteerd. De scheutbiomassa van de planten werd non-destructief bepaald, d.w.z. met aan regressievergelijking tussen gemeten parameters (lengte, dikte en aantal bladeren) en het drooggewicht van een serie onafhankelijk van het experiment geogste stengels.

tabel 1:
Schema inundatieproeven 1987 en 1988.

<u>1987</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5/8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7/8	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
10/8	x		x		x	x	x		x	x		x
13/8	x		x		x	x	x					x
19/8	x		x				x					x
26/8	x		x									
26/8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<u>1988</u>	14	16	18	20	22	24
25/5	*	*	*	*	*	*
		x	x	x	x	x
27/5	*	*	x	x	x	x
			x	x	x	x
30/5	*		*	x	x	x
				x	x	x
2/6	*			*	x	x
					x	x
8/6	*				*	x
						x
14/6	*	*	*	*	*	*

Verklaring: horizontaal staan de baknummers, vertikaal de data in resp. 1987 en 1988 waarop handelingen plaatsvonden.
* = meting van spruiten; x = inundatie.

3. RESULTATEN

3.1. Najaarsinundatie (augustus 1987).

In tabel 2 staan de gemeten waarden voor groei- en morfologische parameters van zeebiezen in de bakken met verschillende inundatieduur weergegeven. Hiertoe zijn de metingen voor en na de inundatieperiode met elkaar vergeleken en het percentage verschil tussen voor- en nameting weergegeven.

In alle behandelingen zijn verschillen te zien tussen de duplo's, mogelijk mede als gevolg van verschillende Ausgangssituaties. Dit geldt met name de lengtegroei. Afhankelijk van de lengte bij het ingaan van inundatie zal de lengtegroei in de daarna volgende periode uiteenlopen. Dit is vooral van belang in bak 10, waar de lengte van de bloeiende planten bij de voormeting al sterk afwijkend is van de overige bakken.

Oorzaken hiervan kunnen zijn: behandelingsverschillen (bijv. als gevolg van verdamping en weglekken), heterogeniteit binnen het aanplantmateriaal en de normale variatie in groeisnelheid tussen spruiten onderling.

Om na te gaan of er een relatie bestaat tussen de inundatieduur en de bepaalde effecten, is de rangcorrelatie hiertussen bepaald (tabel 3). Gekozen is voor een nonparametrische toets, omdat 1) onbekend is of er van een normale verdeling sprake is, en 2) bij verschilmetingen en indices niet met een nominale schaal kan worden gerekend.

tabel 3:

Rangcorrelatie (Kendall) van inundatieduur en diverse verschilparameters/indices in 1987 τ = kendall's rangcorrelatie-coëfficiënt

(n=12; significantie * P<0.10, ** P<0.05, *** P<0.01).

parameter	τ	sign.
biomassa-toename	0.4963	**
toename aantal uitlopers	0.3412	n.s.
lengtegroei (alle uitlopers)	0.4032	*
lengtegroei (bloeiende uitlopers)	0.3257	n.s.
toename bloeipercentage	0.4342	*
% stengelbreuk	0.5583	**
verkleuring (alle uitlopers)	0.6513	***
verkleuring (bloeiende uitlopers)	0.6203	***

In fig. 1 a t/m f zijn de gemeten parameters grafisch weergegeven, zodat eventueel aanwezige trends duidelijk worden.

Met toenemende inundatieduur neemt de hoeveelheid nieuw geproduceerde bovengrondse biomassa af, mede doordat de lengtegroei en het aantal nieuwe uitlopers ten opzichte van de blanco achterblijven (hoewel niet significant volgens tabel 3). Het aandeel van de bloeiende uitlopers neemt minder sterk af bij langere inundatieduur. Dit is echter geheel toe te schrijven aan het feit, dat er minder jonge scheuten gevormd worden, die binnen de proefperiode immers niet tot bloei konden komen.

Direkt zichtbare effecten van onderdompeling zijn de toenemende slapheid van stengels, met daardoor een grotere gevoeligheid voor afbreken, en de grotere verkleuring van de bladeren (necrose).

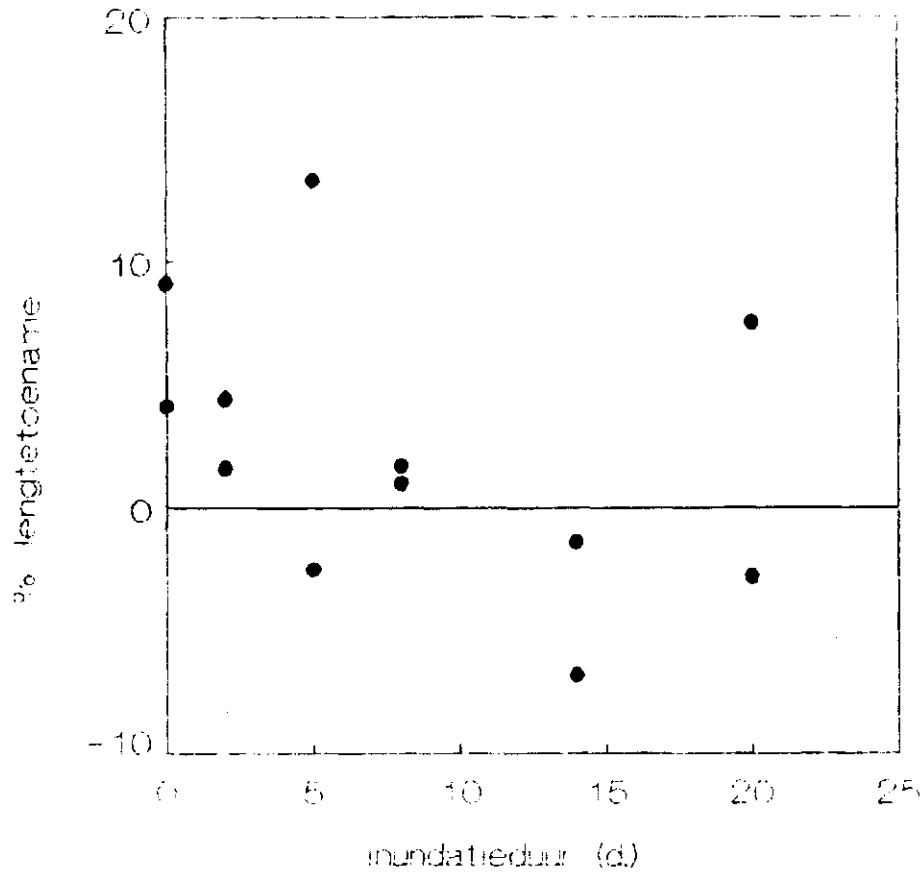


fig.1a.

Gem. percentuele lengtetoeename van *Scirpus maritimus* na 20 dagen waarin een inundatie met verschillende duur plaatsvond (augustus 1987).

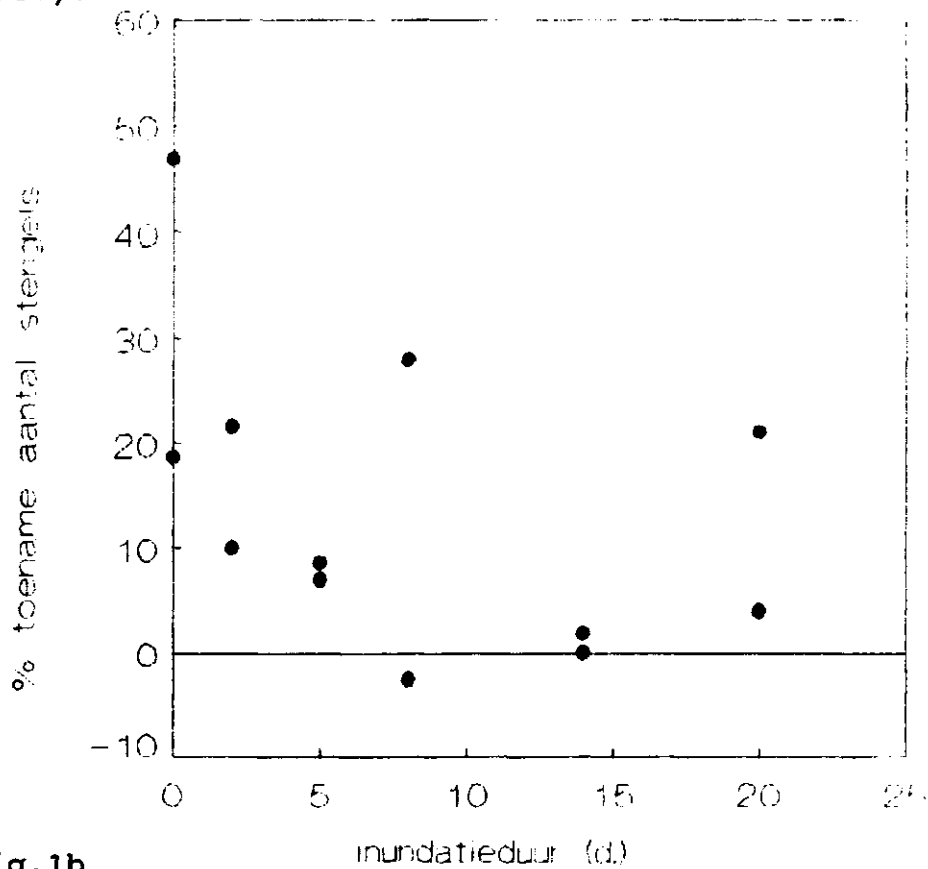


fig.1b.

Percentuele toename van het aantal spruiten gedurende de duur van het experiment (20 dagen) in de bakken met verschillende inundatieduur (augustus 1987).

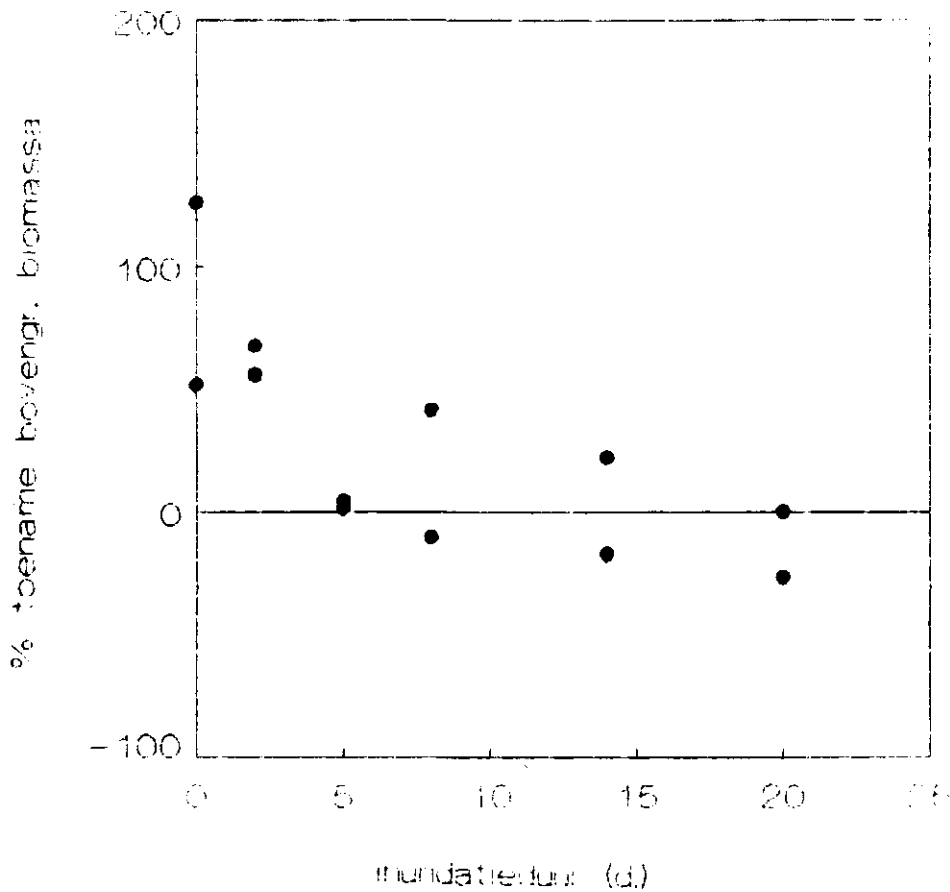


fig.1c.

Percentuele toename in totale bovengrondse biomassa gedurende de duur van het experiment (20 dagen) in bakken met verschillende inundatieduur (augustus 1987).

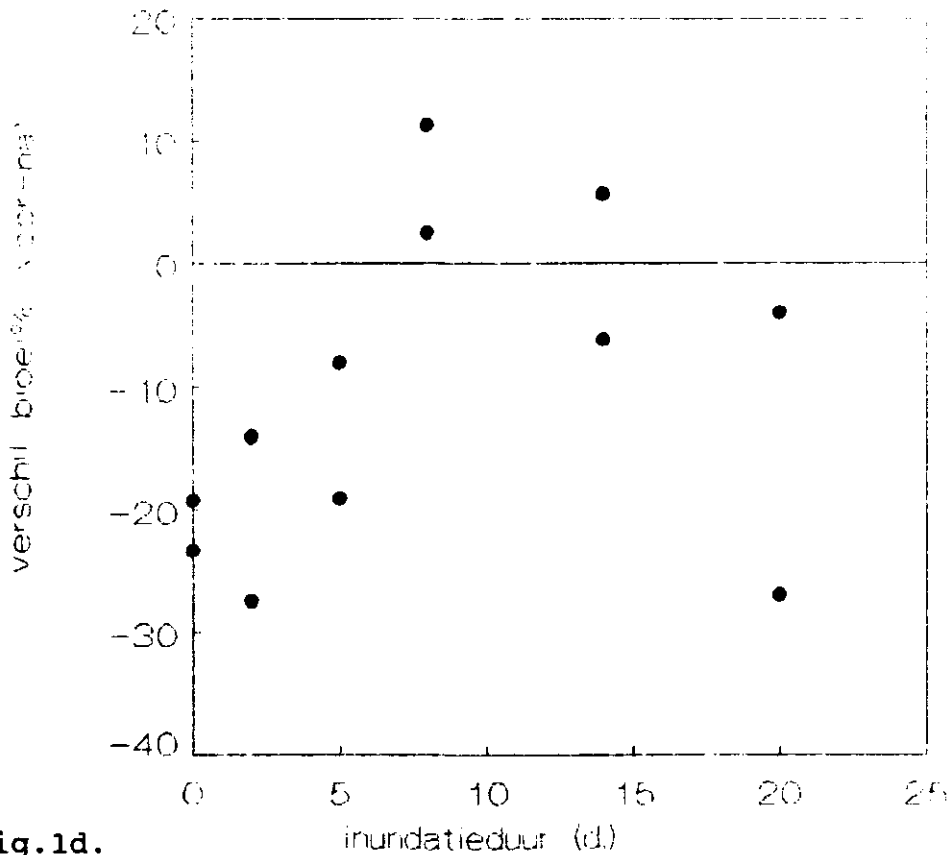


fig.1d.

Verschil in het percentage bloeiende spruiten voor en na het experiment (20 dagen) waarin een inundatie van verschillende duur plaatsvond (augustus 1987).

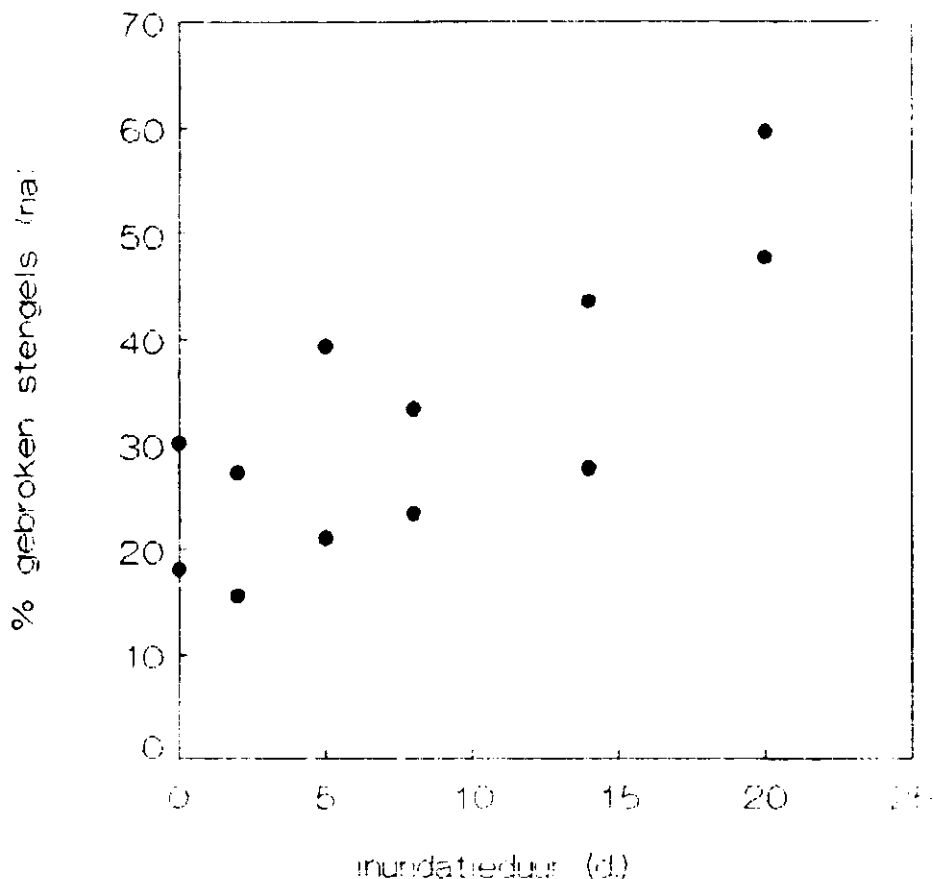


fig.1e.
Percentage gebroken stengels aan het eind van het experiment in relatie tot de inundatieduur (augustus 1987).

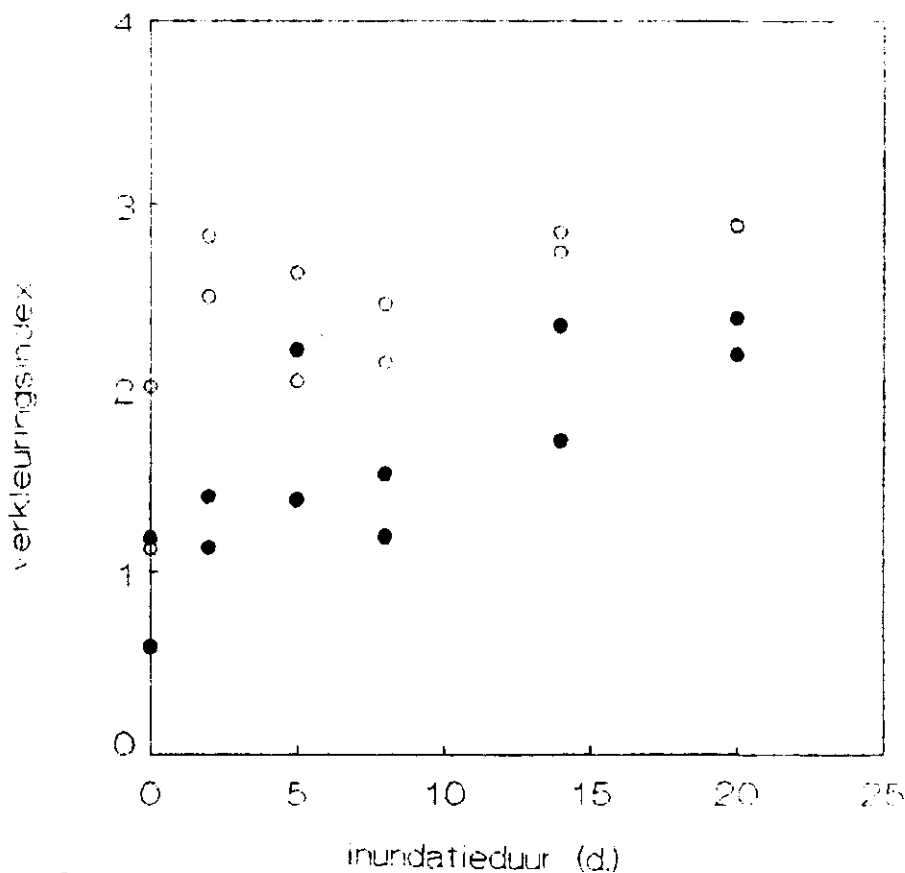


fig.1f.
Verkleuringsindex van de bloeiende, resp. alle spruiten aan het eind van het experiment in relatie tot de inundatieduur (augustus 1987). Berekening verkleuringsindex: zie bijlage.

3.2. Voorjaarsinundatie (mei/juni 1988)

In tabel 4 worden de resultaten van het experiment in 1988 weer-gegeven.

Gedurende de inundatieperiode bleven de planten nieuwe uitlopers vormen, aangezien in dit jaargetijde de grootste uitbreiding plaatsvindt. De mogelijkheid voor de plant om nieuwe scheuten te vormen, blijkt echter minder te worden met toenemende duur van de onderdompeling (fig.2). Vergeleken met de blanco situatie (geen inundatie) is het aantal gevormde nieuwscheuten direkt na de langst-durende behandelingen (resp. 14 en 20 dagen) beduidend lager; het effect blijft ook na de laatste meting nog over de gehele linie zichtbaar.

De gemiddelde lengte van de spruiten per bak vertoont een aanzienlijke spreiding (tabel 4a). Daarom werd de lengtegroei ook bepaald voor de 10 langste stengels, om zodoende een maat te hebben voor de groei van een min of meer gelijkwaardige groep stengels (er bloeiden te weinig stengels om voor de bloeiende stengels altijd een betrouwbaar beeld te krijgen). Blijkens fig.3 heeft een inundatie van variabele duur (tussen 0 en 20 dagen) geen invloed op de lengtegroei van de gemeten stengels. Het verschil tussen de lengte direkt na inundatie en die na afloop van de proef wordt bij de langer durende behandelingen steeds kleiner als gevolg van de korter wordende tijd tussen de meet-tijdstippen. Bij de 8-dagen inundatie wordt de afwijking t.o.v. de andere behandelingen veroorzaakt door een al tevoren aanwezig verschil in plantgrootte.

De lengtetoeename van zeebies lijkt het grootst tijdens een korte inundatie (fig.4a), Een langere periode van onderdompeling doet de extra groei echter weer teniet. De suggestie wordt gewekt dat sterke lengtegroei alleen in een korte periode na het begin van de onderdompeling plaatsvindt. Na inundatie lijken planten zich niet volledig te herstellen: de groei na een onderdompeling van willekeurige duur is kleiner dan de groei in een zelfde periode zonder voorafgaande inundatie.

tabel 5:

Gemiddelde groeisnelheid (cm/dag) van de 10 langste planten in de periode tussen droogvallen (direkt na inundatie) en het eind van het experiment, 20 dagen na de aanvang van de inundatie.

inundatie- duur (dagen)	periode na inundatie (dagen)	gem. lengtetoeename per dag (cm)	
		met inundatie	zonder inundatie
0	20	-	3.0
2	18	2.6	2.8
5	15	1.7	2.7
8	12	1.0	2.7
14	6	1.4	1.7

De bovengrondse biomassa die gevormd wordt in de meetperiode van 20 dagen lijkt beïnvloed te worden door de lengte van de onderdompeling gedurende die periode (fig.5b). Er zijn echter wel verschillen te zien met de lengtegroei die tegelijkertijd op-treedt.

De biomassatoename is het grootst in de niet-geïnundeerde bak over elke meetperiode, terwijl de lengtegroei door een korte inundatie gestimuleerd wordt en bij langere periodes niet sterk afwijkt van de blanco situatie. Dit wijst erop, dat de respons van zeebies op onderdompeling in eerste instantie leidt tot groei in de lengte, ten koste van produktie van bovengrondse biomassa. De gevonden tendens naar een snellere groei aan het eind van de inundatieperiode (langst geïnundeerde bak) kan erop wijzen, dat als planten eenmaal boven het wateroppervlak zijn uitgegroeid, de biomassa weer kan gaan toenemen. Dat de groei van onder water staande scheuten over een langere periode belemmerd wordt, is ook zichtbaar door het verminderd aantal nieuwe uitlopers dat gevormd wordt (fig.2).

Uitwendig zichtbare verschijnselen, zoals verkleuringen, traden veel minder op dan in de najaarsproef; er waren geen duidelijke verschillen hierin tussen de behandelingen.

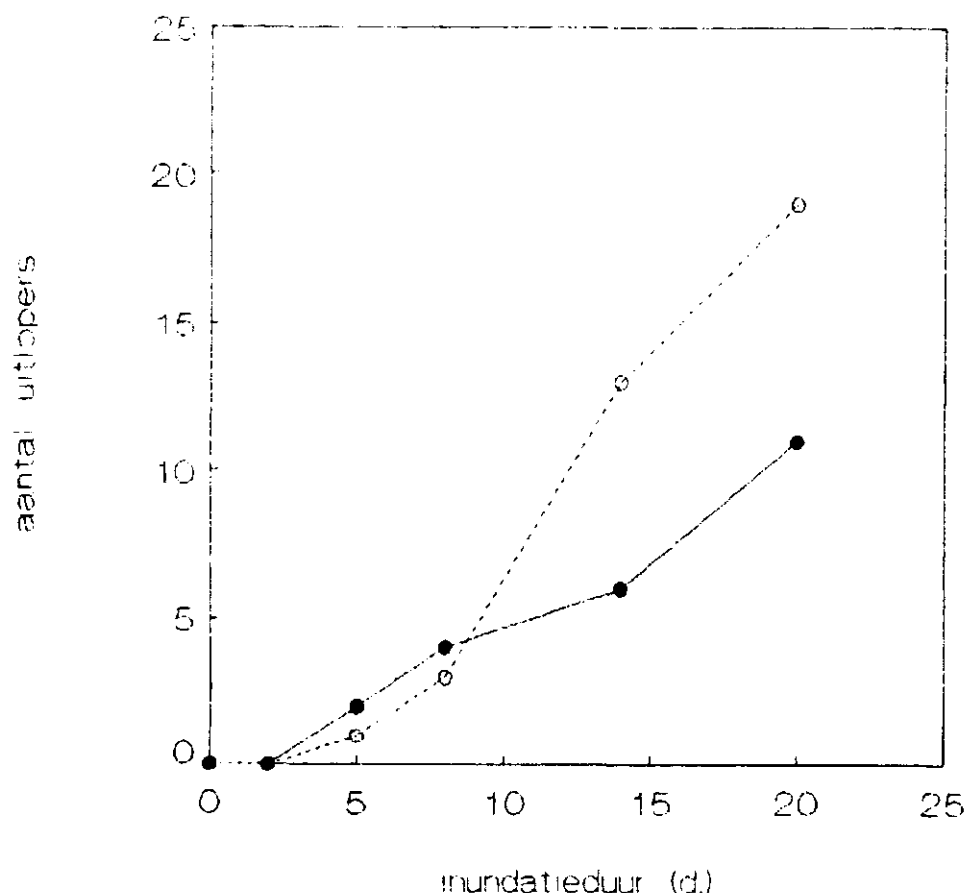


fig.2.

Toename van het aantal spruiten gedurende het experiment in juni 1988, in de blanco (ongeïnundeerd) ten opzichte van de geïnundeerde bakken. Ononderbroken lijn = geïnundeerde bakken; stippellijn = bak zonder inundatie.

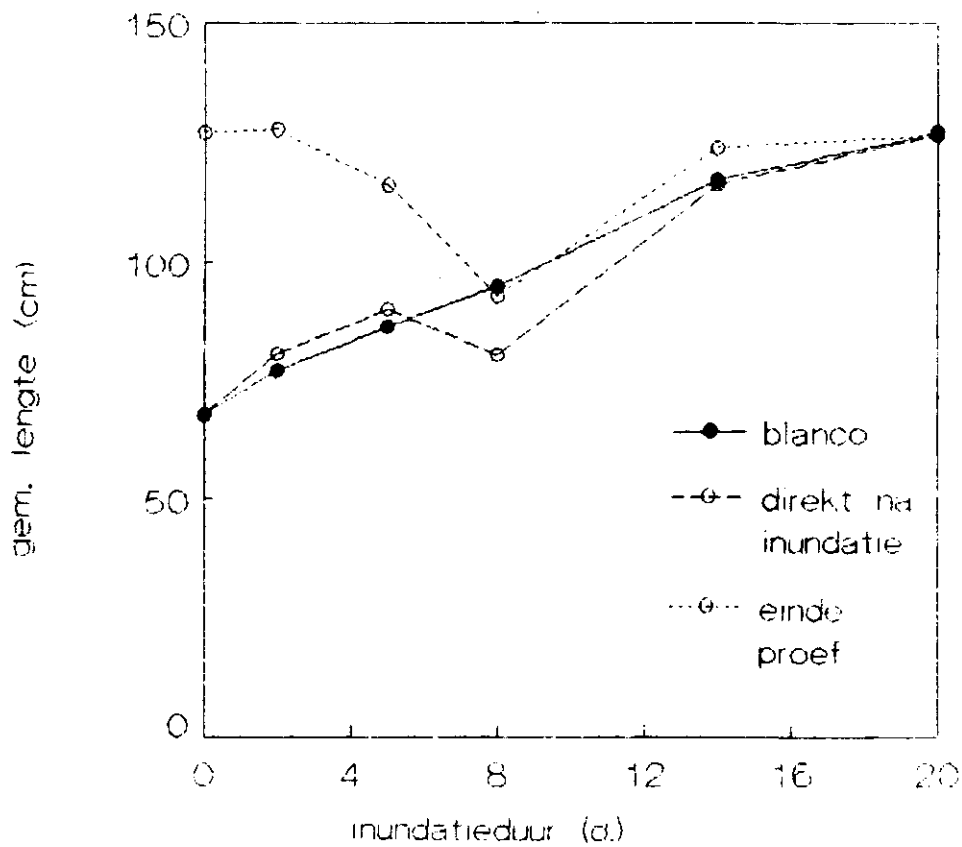


fig.3a.
Ontwikkeling van de gemiddelde lengte van de 10 langste spruiten op de meetdata. De ononderbroken lijn geeft de bak zonder inundatie weer; de onderbroken lijnen de metingen van resp. direkt na inundatie (- - -) en aan het einde van de proef (.....). (juni 1988).

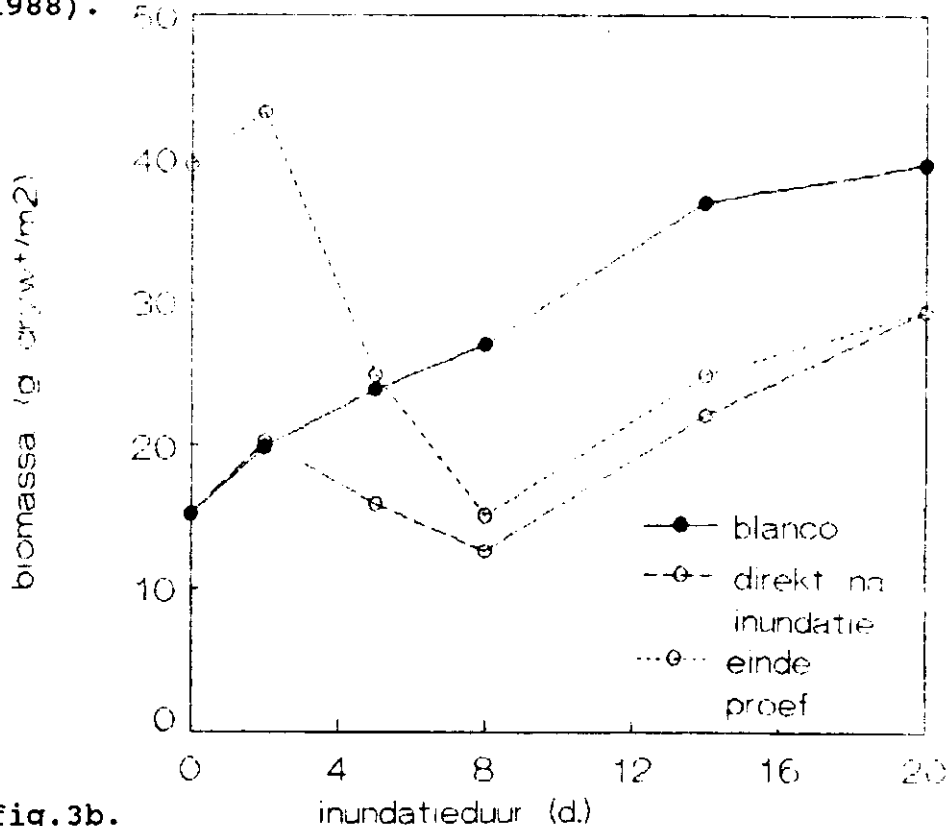


fig.3b.
Ontwikkeling van de bovengrondse biomassa (niet-destructief bepaald) op de meetdata. Lijnen als in fig. 3a. (juni 1988).

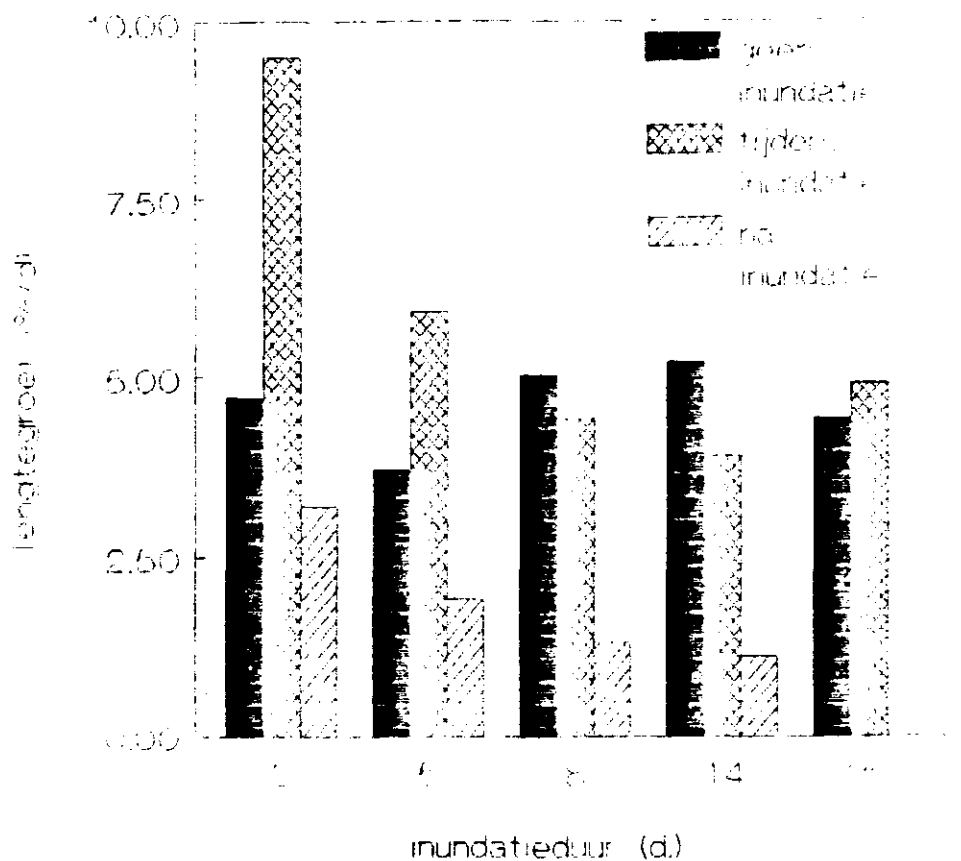


fig. 4a.

Lengtetoevoer-snelheid van de 10 langste spruiten over verschillende periodes in (1) de blanco (ongeinundeerde) bak; en in de verschillend geinundeerde bakken (2) gedurende de inundatieperiode en (3) in de periode tussen het eind van inundatie en het eind van de proef.

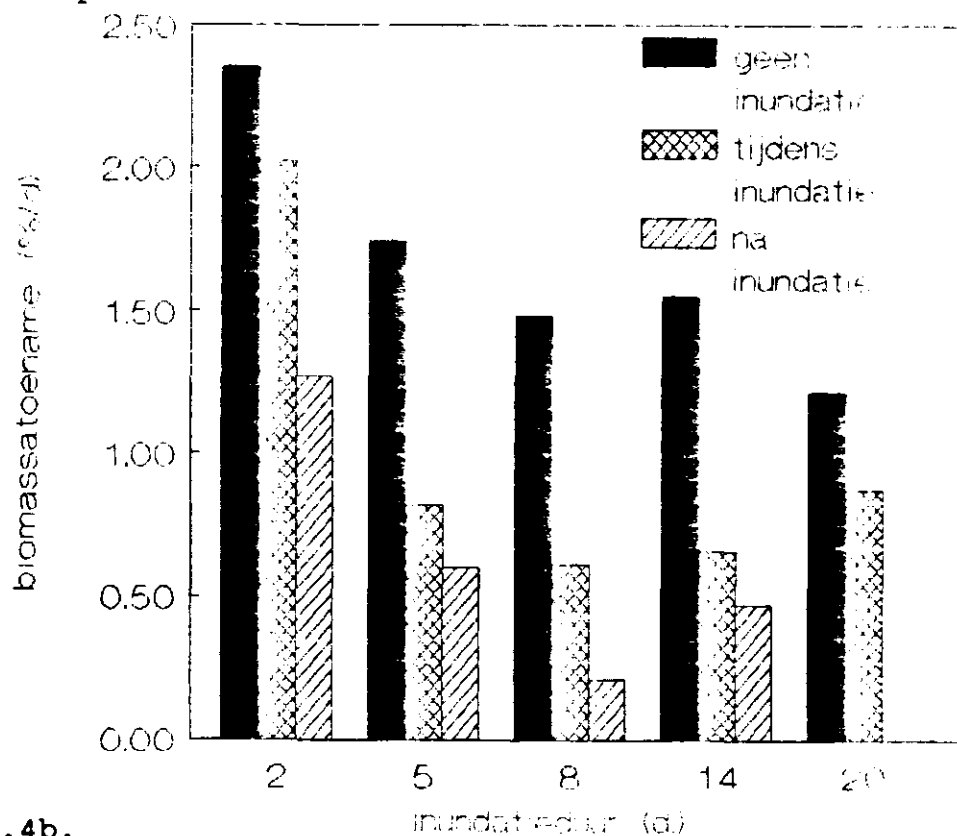


fig. 4b.

Groeisnelheid (bovengrondse biomassa) over verschillende periodes, als in fig. 4a.

Diskussie.

De volledige onderdompeling van zeebiesplanten, zoals tijdens hoogwaterpieken in het rivierengebied kan plaatsvinden, beïnvloedt de groei en vitaliteit van de bovengrondse delen van de planten. De ondergrondse delen ondervinden waarschijnlijk ook een invloed van inundatie. In tabel 6 is schematisch de uit de proeven gebleken invloed van overstroming op zeebiezen weergegeven.

tabel 6:

Beïnvloeding van *Scirpus maritimus* door volledige inundatie; de invloed van voorjaars- en najaarsinundatie met een korte- resp. lange duur (enkele dagen vs. enkele weken) wordt hier vergeleken. 0 = geen verschil tussen behandeling en blanco, - = negatief effect t.o.v. blanco, + = positief effect t.o.v. blanco.

invloed op:	voorjaarsinundatie		najaarsinundatie	
	kort	lang	kort	lang
vorming jonge spruiten	0	-	-	-
toename bovengrondse biomassa	-	-	-	-
lengtegroei	+	-	0	-
vorming bloeiwijzen	0	0	+	0
uiterlijke vitaliteit	0	0	0	-

Zeebies kan een periode van enige dagen van inundatie overleven door fysiologische aanpassingen aan het milieu, die de schadelijke werking van zuurstofloosheid (o.a. ophoping van toxische verbrandingsprodukten) uitstelt (6). Op langere termijn echter zal volledige onderdompeling - gepaard gaande met zuurstofschaarste en lichtgebrek - voor helofyten nadelig.

De planten kunnen een korte periode van zuurstofloosheid overleven, maar ook door een plastische groeirespons hun voortbestaan waarborgen. Voor *Scirpus maritimus* worden versnelde lengtegroei en uitgebreidere vorming van bloeiwijzen en zaden als respons op een verhoogde waterspiegel gevonden (7).

Lengtegroei kan ervoor zorgen, dat de plant gedurende de onderdompeling boven de waterspiegel uitgroeit. Het experiment in 1988 toont aan, dat een limiet bestaat voor de extra lengtegroei tijdens inundatie. Gesteld dat de planten een volledige onderdompeling van 5 dagen kunnen overleven, en dat in deze tijd een lengtegroei van ca. 20 cm optreedt, dan zal het mechanisme van een groeirespons om inundatie te overleven bij peilverhogingen van meer dan 0.2 m minder effectief worden.

Een plotselinge waterspiegelstijging van 0.5 m en meer is voor de wat dieper groeiende planten dus nadelig.

Bovendien kost lengtegroei energie, die niet voor de vorming van ondergrondse organen kan dienen. Een groeirespons zal daarnaast alleen optreden in de perioden dat de plant bovengronds een sterke ontwikkeling doormaakt (8). Omdat dat vooral in het voorjaar en de zomer is, zal dan overstroming de sterkste groeirespons induceren.

Om dezelfde redenen zal een najaars-inundatie een grotere invloed hebben op de bloei dan de voorjaars-inundatie. De meeste bloeiwijzen ontwikkelen zich nl. in de nazomer.

Inundatie werkt daarnaast remmend op de vorming van nieuwe spruiten; dit vindt over het gehele groeiseizoen plaats. In het najaar gevormde spruiten ontstaan uit nieuw gevormd rhizoom, dat door de eerder ontwikkelde spruiten van voedingsstoffen wordt voorzien. Het uitlopen van deze spruiten is daarom mogelijk minder afhankelijk van de waterstand dan het uitlopen van de voorjaars-spruiten. Effekten van overstroming zouden daarom eigenlijk per "cohort" bekeken moeten worden.

Effekten op de ondergrondse uitbreiding werden niet bestudeerd. Er zijn wel aanwijzingen voor, dat de ondergrondse groei beïnvloed wordt door inundatie, gezien de resultaten van waterdiepte-experimenten met zeebies (rapportage in voorbereiding).

Geconcludeerd kan worden, dat de inundatie-experimenten de nodige informatie verschaffen over de groeirespons van zeebies. De genoemde beïnvloeding kan mogelijk verspreidingspatronen in het rivierengebied, en recente veranderingen hierin, voor een deel verklaren. Locaties met een hoogteligging waarop onder stagnante condities zeebiezen kunnen groeien, kunnen o.i.v. inundaties ongeschikt worden. Evidentie voor dit proces door toetsing van veldgegevens aan de opgetreden hoogwaters in de afgelopen jaren, dient nog onderzocht te worden.

Soortgelijke proeven met andere helofyten-soorten kunnen mogelijke verschillen in het voorkomen verklaren (vergelijkend onderzoek). Daarnaast zou aandacht besteed moeten worden aan de rol die het substraat speelt, bijv. ten aanzien van de bodemaëratie. In de toekomst zal verder onderzoek hiernaar uitgevoerd worden in het kader van het project "Oeverplanten langs grote wateren".

REFERENTIES

- 1) Brock, T.C.M., G. van der Velde en H.M. van der Steeg (1988):
The effects of extreme water level fluctuations on the wetland vegetation of a nymphaeid-dominated oxbow lake in The Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie, Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 27: 57-73.
- 2) Steeg, H.M. van de (1984):
Effects of summer inundation on flora and vegetation of river foreland in the Rhine area. *Acta Botanica Neerlandica* 33: 365-366.
- 3) Coops, H. (1988):
Groeiplaatsen van biezen in het Noordelijk Deltabekken, Inventarisatie 1987. DBW/RIZA nota 88.036.
- 4) Robertus-Koster, E.J. (1968):
Differentiatie van *Scirpus maritimus* L. in Nederland. *Gorteria* 4: 193-200.
- 5) Coops, H. (1988):
Waterregime-experimenten met biezen: proeven in 1987. DBW/RIZA notitie 88.037x.
- 6) Barclay, A.M. en R.M.M. Crawford (1982):
Plant growth and survival under strict anaerobiosis. *Journal of Experimental Botany* 33: 541-549.
- 7) Liefers, V.J. en J.M. Shay (1981):
The effects of water level on growth and reproduction of *Scirpus maritimus* var. *paludosus*. *Canadian Journal of Botany* 59: 118-121.
- 8) Hejny, S. (1960):
Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den Slowakischen Tiefebene. Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava.

tabel 2:
Resultaten van de inundatieproef 1987.

tabel 2a:
gem. lengte (alle uitlopers)

bak	duur	voor +s.d.	na +s.d.	na - voor	verschil %
2	0	110.1 45.3	120.8 50.4	10.7	9.7
4	0	97.1 38.9	104.0 44.6	6.9	7.1
8	2	105.5 43.5	118.4 44.5	12.9	12.2
11	2	111.7 40.9	121.5 35.0	9.8	8.8
9	5	105.7 38.5	104.8 40.0	-0.9	-0.9
10	5	68.3 36.4	72.2 32.0	3.9	5.7
5	8	111.4 40.4	114.6 39.1	3.2	2.9
6	8	105.9 42.0	106.2 44.4	0.3	0.3
7	14	75.7 39.4	80.5 36.4	4.8	6.3
12	14	105.1 40.7	108.3 45.1	3.2	3.0
1	20	111.4 38.5	118.0 39.1	6.6	5.9
3	20	109.5 35.8	108.5 42.1	-1.0	-0.9

tabel 2b:
Lengte van bloeiende uitlopers

bak	duur	voor +s.d.	na +s.d.	na - voor	verschil %
2	0	121.9 26.6	133.0 18.5	11.1	9.1
4	0	125.8 19.0	131.0 20.5	5.2	4.1
8	2	123.6 20.1	129.0 18.0	5.4	4.4
11	2	122.3 18.6	124.2 36.3	1.9	1.6
9	5	121.6 25.5	118.5 28.7	-3.1	-2.5
10	5	99.5 32.7	112.7 14.5	13.2	13.3
5	8	134.2 23.9	136.5 22.8	2.3	1.7
6	8	121.7 7.4	122.9 15.6	1.2	1.0
7	14	119.7 19.5	118.0 19.4	-1.7	-1.4
12	14	113.3 29.2	105.6 29.0	-7.7	-6.8
1	20	129.7 20.1	126.1 19.1	-3.6	-2.8
3	20	116.8 27.2	127.6 29.9	8.8	7.5

tabel 2c:
Aantal uitlopers en biomassa 1987

bak	duur	aantal uitlopers			bovengr. biomassa in g drwt / m2		
		voor	na	verschil %	voor	na	verschil%
2	0	49	72	46.9	73.7	166.7	126.1
4	0	70	83	18.6	72.2	109.6	51.8
8	2	74	90	21.6	112.8	188.8	67.4
11	2	90	99	10.0	118.5	184.6	55.8
9	5	35	38	8.6	42.8	43.4	1.4
10	5	57	61	7.0	26.7	27.9	4.6
5	8	40	39	-2.5	61.7	55.4	-10.3
6	8	50	64	28.0	70.3	99.5	41.5
7	14	55	55	0.0	49.9	41.4	-17.0
12	14	53	54	1.9	64.9	79.2	22.0
1	20	50	52	4.0	81.2	59.7	-26.5
3	20	38	46	21.1	55.2	55.4	0.3

tabel 2d:
Overige parameters.

bak	duur	bloeipercentage			%gebroken stengels	gem.verkleu- ringsindex bloeiende pl.)
		voor	na	verschil %		
2	0	16.3	12.5	-23.3	18.1	0.59 (1.12)
4	0	34.3	27.7	-19.2	30.1	1.18 (2.01)
8	2	23.0	16.7	-27.4	15.6	1.13 (2.50)
11	2	20.0	17.2	-14.0	27.3	1.41 (2.83)
9	5	40.0	36.8	-8.0	21.1	1.39 (2.04)
10	5	26.3	21.3	-19.0	39.3	2.21 (2.63)
5	8	32.5	33.3	2.5	33.3	1.53 (2.14)
6	8	30.0	26.6	11.3	23.4	1.19 (2.46)
7	14	29.1	27.3	-6.2	43.6	2.34 (2.74)
12	14	24.5	25.9	5.7	27.8	1.71 (2.85)
1	20	30.0	28.8	-4.0	59.6	2.18 (2.89)
3	20	23.7	17.4	-26.9	47.8	2.38 (2.88)

tabel 4: Resultaten inundatieproef 1988

tabel 4a.:
Gem. lengte (alle uitlopers).

behandeling (dagen)	gem.lengte (cm) alle uitlopers + s.d.					
	25/05	27/05	30/05	02/06	08/06	14/06
0	49.7	56.5	61.4	62.9	61.0	62.7
	22.6	25.6	29.6	35.2	46.3	47.8
2	47.7	57.9	.	.	.	58.3
	24.5	28.0	.	.	.	48.7
5	46.7	.	57.0	.	.	60.9
	24.6	.	33.8	.	.	45.7
8	49.9	.	.	55.7	.	48.1
	24.7	.	.	31.7	.	36.9
14	50.5	.	.	.	64.2	64.0
	30.7	.	.	.	49.2	51.7
20	44.1	.	.	.	.	69.0
	24.1	.	.	.	.	49.1

tabel 4b:
Gem. lengte van de 10 langste uitlopers

behandeling (dagen)	gem.lengte (cm) 10 langste uitlopers + s.d.					
	25/05	27/05	30/05	02/06	08/06	14/06
0	67.8	77.1	86.3	94.7	117.3	127.2
	10.9	12.3	12.7	13.6	18.9	17.7
2	67.8	80.7	.	.	.	127.9
	12.9	13.3	.	.	.	13.3
5	69.4	.	90.0	.	.	116.1
	10.8	.	16.4	.	.	21.6
8	59.5	.	.	80.3	.	92.8
	24.4	.	.	20.4	.	18.2
14	75.0	.	.	.	116.4	124.1
	17.7	.	.	.	29.8	31.2
20	63.9	.	.	.	.	126.8
	16.5	.	.	.	.	25.7

tabel 4c:
Biomassabepaling

behandeling (dagen)	biomassa (g/m ²) drooggewicht per bak					
	25/05	27/05	30/05	02/06	08/06	14/06
0	15.225	19.908	23.914	27.024	36.890	39.468
2	16.261	20.309	.	.	.	43.218
5	11.781	.	15.870	.	.	24.882
8	7.695	.	.	12.578	.	15.080
14	13.414	.	.	.	22.150	24.948
20	11.940	.	.	.	.	29.295

Bijlage.

Parameters bieren

Aan de bieren werden de volgende parameters voor groei- en vitaliteit bepaald:

- aantal stengels per bak.
- lengte: afstand van de bodem tot de top van het langste blad, in gestrekte toestand.
- dikte: diameter van de stengel vlak boven de bodem.
- aantal bladeren: totaal aantal vlakke bladeren, excl. het onderste schubvormige, verdwijnende blad. Jonge uitlopers zonder vlakke bladeren worden als 1 blad gerekend.
- aantal aartjes: aantal op een steeltje staande aartjes in de bloeiwijze.
- beschadiging: aantal geknakte stengels (voorzover dit niet door de meting werd veroorzaakt); aangevreten of vergroeide spruiten werden apart genoteerd.
- verkleuring:
In 1987 werd een verkleuringsindex bepaald van iedere plant als de gemiddelde verkleuringsklasse van elk blad (0=geheel groen, 2=0-25% bruin, 3=25-50% bruin, 4=50-100% bruin).
In 1988 werd van iedere plant het percentage van het groene oppervlak, dat verkleurd was, geschat.

Nondestruktieve bepaling biomassa

De biomassa van zeebies-spruiten kan geschat worden door gebruik te maken van een lineaire regressie tussen (lengte * dikte * aantal bladeren) en het spruit-drooggewicht. Hierin wordt gebruik gemaakt van de lineaire relatie tussen dit produkt en de biomassa.

Deze relatie werd in augustus 1987 bepaald door van 47 stengels uit de hele range van lengtes de lengte, dikte en het aantal bladeren enerzijds en het individuele drooggewicht (48h/105°C) te bepalen, en een regressie uit te voeren.

In augustus 1987 werd de volgende regressiefunctie gevonden:

$$\text{BIOMASSA(spruit)} = [0.0283 (L \cdot D \cdot A) + 0.585] \text{ g drooggewicht}$$

waarin L = lengte (cm)

D = basale dikte (cm)

A = aantal bladeren

$$n = 47, r^2 = 0.94$$

Deze functie is niet over het gehele jaar hetzelfde. Omdat alleen de coëfficiënten als variabele term aanwezig zijn, kan voor vergelijkende bepalingen binnen een korte proefperiode echter wel deze functie gebruikt worden. De geschatte biomassa is dan geen reële weergave van de standing crop op dat moment.