

"MACROMIJ" : MACROfyten Model voor het IJsselmeergebied

Logistische modellering van de aan- en afwezigheid
van waterplanten als functie van milieuvariabelen

27 juli 1999

Marcel van den Berg
Hugo Coops
Willemien Joesse
Jan van der Hout

RIZA Werkdocument nr. 99.134X
Opdrachtgever: Directie IJsselmeergebied

"MACROMIJ" : MACROfyten Model voor het IJsselmeergebied

Logistische modellering van de aan- en afwezigheid
van waterplanten als functie van milieuvariabelen

27 juli 1999

Marcel van den Berg
Hugo Coops
Willemien Joesse
Jan van der Hout

RIZA Werkdocument nr. 99.134X
Opdrachtgever: Directie IJsselmeergebied

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Werkwijze	
2.1 <i>Basisdata</i>	4
2.2 <i>Logistische regressie</i>	5
3. Resultaten	
3.1 <i>Regressiefuncties complete modellen</i>	6
3.2 <i>Regressiefuncties simpele modellen</i>	7
3.3 <i>'Goodness of fit' van de modellen</i>	8
4. Toepassingsmogelijkheden	
4.1 <i>Toekomstige toepassingsmogelijkheden</i>	9
4.2 <i>Blijvende modelbeperkingen</i>	9
5. Literatuurverwijzingen	10
Bijlagen	11

1 Inleiding

Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied heeft opdracht gegeven aan het RIZA voor het ontwikkelen van een beheersmodel voor de ontwikkeling van de onderwatervegetatie in haar beheersgebied. De tot dusver gebruikte modellen voldoen niet meer doordat ze gebaseerd zijn op verspreidingsgegevens uit de zeventiger- en tachtiger jaren. De explosieve ontwikkeling van waterplanten met name in de Randmeren heeft tot een geheel andere situatie geleid, waarbij kranswieren van dominante betekenis zijn geworden.

In dit rapport worden de grondslagen gelegd voor een waterplantenmodel, MACROMIJ (MACROfyten Ontwikkelings Model IJsselmeergebied), waarmee kansen voor waterplanten op ruimtelijke schaal kunnen worden aangegeven.

2 Werkwijze

2.1 Basisdata

Het model is gebaseerd op monitoring-gegevens van waterplanten die vanaf 1988 tot en met 1998 zijn verzameld. Door overlays te maken met het digitale terreinmodel van het gebied, de digitale bodemkaart en een fetch-berekeningsmodule (uit ECOMIJ) zijn puntgebonden milieuparameters afgeleid; anderzijds is meer- en jaargebonden informatie over extinctie verkregen uit bestaande datasets (tabel 1). In Van der Hout (1999) is beschreven hoe de overlays zijn gemaakt met details over de interpolatie technieken en basis data.

Tabel 1. Overzicht van gebruikte variabelen en dimensies van variatie

	jaar tot jaar	tussen meren	binnen meren
<i>Onafhankelijke</i>			
Waterdiepte	-	+	+
Sedimenttype	-	+	+
Effectieve windfetch	-	+	+
Extinctie	+	+	-
<i>Afhankelijke</i>			
Bedekking vegetatie per soort	+	+	+

Het basisdata bestand bevat informatie uit 19 deelgebieden in het IJsselmeergebied van in totaal 65 meerjaren (zie bijlage). Voor het IJsselmeer en Markermeer zijn alleen de oeverzones in het model opgenomen die gekarteerd zijn. Buiten deze oeverzones is het voorkomen van waterplanten te verwaarlozen. Door de ruimtelijke begrenzing is mogelijk voor een deel van het bereik van het model de kans op voorkomen van de waterplanten overschat.

Waterplanten

De geïnterpoleerde GIS bestanden van RDIJ zijn als basis gebruikt. De 7 meeste algemene soorten *Chara* sp., *Potamogeton perfoliatus* (*P. perf.*), *Potamogeton pectinatus* (*P. pec.*), *Potamogeton pusillus* (*P. pus.*), *Alisma gramineum* (*A. gram.*), *Myriophyllum spicatum* (*M. spic.*) en *Nitellopsis obtusa* (*N. obt.*) en de som van deze soorten zijn in het model uitgewerkt. De abundantie van de waterplanten is niet verwerkt maar omgezet naar aan- of afwezigheid van waterplanten. Tot nu toe zijn dus nog geen voorspellingen mogelijk van dichtheden van waterplanten.

Waterdiepte

De beschikbare informatie is aangeleverd door RDIJ als gridbestanden met hoogteliggingen t.o.v. NAP. Een correctie op deze hoogteligging is per meer toegepast om de waterdiepte vast te stellen t.o.v. het gemiddelde zomerpeil. Het voorkomen van de waterplanten in verschillende diepteklassen is weergegeven in bijlage 3.

Bodemtype

De factor bodemtype is meegenomen als het percentage lutum van de toplaag (klassenmiddens, bijlage serie 2). Gedigitaliseerde kaarten van RDIJ zijn hiervoor als basis gebruikt. Bodemtypes waarvoor geen lutumgehalte is gegeven, zijn niet in de analyse meegenomen. Het voorkomen van de waterplanten is verschillende lutumgehalte klassen is weergegeven in bijlage 3.

Strijklengte

De module voor de berekening van de strijklengte in het model ECOMIJ is gebruikt om de effectieve strijklengte van de wind over het wateroppervlak te bepalen als maat voor de expositie t.o.v. golfslag. De effectieve strijklengte is gecorrigeerd voor de overheersende windrichting. Het voorkomen van de waterplanten is verschillende effectieve strijklengte klassen is weergegeven in bijlage 3.

Extinctie

Uit gemeten chlorophyll-a gehalten en uit het doorzicht is de extinctie volgens Scheffer (1998) berekend. Vervolgens is het zomerhalfjaargemiddelde (van half april tot half oktober) bepaald. Het voorkomen van de waterplanten in de verschillende extinctie klassen is weergegeven in bijlage 3.

2. 2 Logistische regressie

Logistische regressie fit de best mogelijke curve tussen aan en -afwezigheids data van waterplanten en milieuvariabelen. Hierbij wordt een logistisch verband verondersteld tussen presentie en milieuparameter, volgens de functie:

Kans op voorkomen = F (waterdiepte, bodemtype, effectieve strijklengte, extinctie)

De functie voorspelt een sigmoïde toe- of afname van het voorkomen van waterplanten als functie van milieuvariabelen. Indien gewenst kan ook een optimum worden gefit door een kwadratische term van een milieuvariabelen in de functie op te nemen. Op basis van de vorm de respons van waterplanten is voor waterdiepte, extinctie en windfetch in sommige gevallen een kwadratische term opgenomen. Bovendien zijn voor alle mogelijke interacties tussen milieuvariabelen de producttermen opgenomen in het model. De eigenschappen van de functies zijn berekend met behulp van het statistisch pakket SPSS 8.0.

Er zijn twee modellen gemaakt waarbij verschillende uitgangspunten zijn genomen. In het eerste model, ook wel compleet model genoemd, zijn alle significante parameters opgenomen. Selectie van de significante parameters heeft plaatsgevonden door voorwaartse selectie. Deze modellen zijn door de vele interacties echter zeer complex en daardoor moeilijk te begrijpen. Om het begrip te vergroten is voor alle soorten ook een model gemaakt waar alleen diepte en extinctie als verklarende variabelen zijn opgenomen, in dit rapport ook wel het simpele model genoemd.

3 Resultaten

3.1 Regressiefuncties complete modellen

Berekening van logistische regressievergelijkingen levert de volgende functies als weergegeven in tabel 2. Voor de meeste soorten, behalve voor *P. perfoliatus*, zijn waterdiepte (Diepte) en/of extinctie (Extinctie) de belangrijkste factoren die het voorkomen van waterplanten verklaren (tabel 3). Meestal is de interactie tussen de beide de belangrijkste verklarende factor. Dit betekent dat het effect van diepte afhangt van de extinctie of andersom.

Tabel 2. Overzicht van parameterschattingen van complete modellen, waarbij als algemeen model gebruikt is: $P(\text{soort}) = \exp(\text{constante} + \text{parameterschatting} \cdot \text{diepte} + \text{parameterschatting} \cdot \text{diepte}^2 + \dots) / (1 + \exp(\text{constante} + \text{parameterschatting} \cdot \text{diepte} + \text{parameterschatting} \cdot \text{diepte}^2 + \dots))$. n.s. = niet significant, $P > 0.1$.

Factoren	Soorten						
	<i>A.gram.</i>	<i>M. spic.</i>	<i>Chara</i>	<i>P. pect.</i>	<i>P. per.</i>	<i>P. pus.</i>	Alle soorten
Constante	-9.76	-6.19	2.55	-1.17	-3.97	0.67	8.95
Diepte (Di)	0.048	-0.0268	n.s.	0.0012	0.0058	0.0345	-0.0289
Diepte ²	-0.002	n.s.	n.s.	n.s.	-2.3 10 ⁻⁶	n.s.	n.s.
Extinctie (Ex)	3.44	6.14	-0.76	2.09	2.56	-0.45	-2.21
Extinctie ²	-0.69	-1.26	n.s.	-0.49	-0.57	n.s.	n.s.
Golf (Go)	n.s.	-0.032	n.s.	-0.0017	-0.0007	n.s.	-0.0018
Golf ²	n.s.	n.s.	-7.2 10 ⁻⁸	n.s.	-1.1 10 ⁻⁷	n.s.	n.s.
Toplaag (To)	n.s.	-0.16	-0.057	-0.050	0.055	-0.08	-0.0968
Di*Ex	n.s.	0.0033	-0.010	-0.0011	-0.0031	-0.0178	0.0047
Di*Go	n.s.	2.2 10 ⁻⁵	8.1 10 ⁻⁶	6.5 10 ⁻⁶	6.82 10 ⁻⁷	-3.2 10 ⁻⁵	7.3 10 ⁻⁶
Di*To	n.s.	0.0009	0.0005	0.0002	-0.0001	-0.0002	0.0004
Ex*Go	n.s.	0.0009	0.0003	0.0006	-0.0275	n.s.	0.0006
Ex*To	n.s.	n.s.	n.s.	0.0109	-0.0275	n.s.	n.s.
Go*To	n.s.	n.s.	4.3 10 ⁻⁵	n.s.	2.0 10 ⁻⁵	n.s.	2.3 10 ⁻⁶
Di*Ex*Go	-3.3 10 ⁻⁶	-9 10 ⁻⁶	-3.5 10 ⁻⁶	-2.6 10 ⁻⁶	-3.0 10 ⁻⁷	9.6 10 ⁻⁶	-2.6 10 ⁻⁶
Di*Go*To	n.s.	n.s.	-5.9 10 ⁻⁶	n.s.	n.s.	7.7 10 ⁻⁷	-1.3 10 ⁻⁶
Ex*Go*to	n.s.	4.6 10 ⁻⁵	-1.5 10 ⁻⁵	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Di*Ex*Go*To	n.s.	-3.4 10 ⁻⁷	1.9 10 ⁻⁷	5.5 10 ⁻⁹	n.s.	-2.2 10 ⁻⁷	3.0 10 ⁻⁸

Alle soorten nemen af als het water erg troebel wordt (extinctie > c. 3 m⁻¹). Als het water helderder wordt neemt de kans op voorkomen voor sommige soorten weer af. Dit zijn de soorten waarvoor een significant negatief effect van de productterm "extinctie²" is aangegeven in tabel 2. Een vergelijkbaar beeld wordt gevonden voor waterdiepte. De meeste soorten nemen af met toenemende diepte (tabel 2), maar sommige vertonen een optimum respons d.w.z. deze soorten nemen ook af als het water erg ondiep wordt.

Tabel 3. Overzicht van de belangrijkheid van verklarende factoren opgenomen in de modellen om het voorkomen van waterplanten te verklaren. Alleen de drie belangrijkste factoren (1 = de belangrijkste factor) zijn in de tabel opgenomen gebaseerd op voorwaartse selectie.

Factoren	Soorten						
	<i>A. gram.</i>	<i>M. spic.</i>	<i>Chara</i>	<i>P. pect.</i>	<i>P. per.</i>	<i>P. pus.</i>	Tot.
Diepte (Di)		1	2				
Diepte ²							
Extinctie (Ex)				2			
Extinctie ²	3			3			
Golf (Go)		2			1		3
Golf ²			3		2		
Toplaag (To)							
Di*Ex	1		1	1	3	1	1
Di*Go	2					2	
Di*To							
Ex*Go							
Ex*To		3					
Go*To							
Di*Ex*Go						3	
Di*Go*To							
Ex*Go*to							
Di*Ex*Go*To							2

Effectieve windfetch (Golf) was voor *P. perfoliatus* de belangrijkste factor en was in mindere mate ook belangrijk voor de andere soorten (tabel 2 en 3). Windfetch heeft behalve voor *Chara* en *P. perfoliatus* een negatief effect op het voorkomen van waterplanten. Voor *Chara* en *P. perfoliatus* is een op basis van het voorkomen - frequentie verdeling een optimum gefit. Het lutumgehalte van de toplaag van het sediment (Toplaag) had een significant negatief effect op de kans van voorkomen van waterplanten, maar dit was voor de meeste soorten maar een relatief klein effect.

3.2 Regressiefuncties simpele modellen

In tabel 4 zijn de regressiefuncties opgenomen van de modellen met alleen diepte en extinctie als verklarende variabelen. Extinctie is voor *A. gramineum*, *M. spicatum*, *P. pectinatus* en *P. perfoliatus* als optimum gefit. Deze soorten blijken iets af te nemen als het water te helder of te troebel wordt.

Bij alle soorten bleken de effecten van diepte of extinctie gecombineerd te zijn en niet onafhankelijk van elkaar te zien.

Van de simpele modellen zijn ook grafische weergaven gemaakt. De verschillen in respons tussen de soorten zijn dan eenvoudiger af te lezen (zie bijlage 4).

Tabel 4. Overzicht parameterschattingen van simpele modellen met alleen extinctie en diepte als verklarende factoren. Verklaringen zie tabel 1, n.s.= niet significant.

Factoren	Soorten						
	<i>A. gram.</i>	<i>M. spic.</i>	<i>Chara</i>	<i>P. pect.</i>	<i>P. per.</i>	<i>P. pus.</i>	Tot.
Constante	-8.08	-8.46	2.70	-4.12	-3.19	-0.47	5.57
Diepte	0.0396	-0.0040	0.0102	n.s.	0.0017	n.s.	-0.0192
Diepte ²	-0.0002	n.s.	n.s.	n.s.	-9.7 10 ⁻⁶	n.s.	n.s.
Extinctie	2.25	5.78	-0.52	2.84	1.75	-0.13	-1.39
Extinctie ²	-0.47	-1.00	n.s.	-0.41	-0.36	n.s.	n.s.
Di*Ex	-0.0041	-0.0074	-0.0144	-0.0058	0.0003	-0.0085	0.0032

3.3 'Goodness of fit' van de modellen

Om te toetsen of de modellen het gebruikte databestand goed beschreven kan worden gebruik gemaakt van het percentage goed voorspelde cases die met het model gemaakt worden. Als uitgangspunt wordt hier gebruikt dat een kans door het model voorspeld > 0.5 leidt tot een uitkomst van 1. Deze 1 waarde wordt vergeleken met de waarde in het databestand. Een kans kleiner dan 0.5 leidt tot een kans van 0 die kan worden vergeleken met de waarde in het databestand. Hoe groter het aantal cases dat goed wordt voorspeld des te betrouwbaarder het model. Als het model een deel van de cases slecht voorspeld (bijvoorbeeld alleen de 1 waarden) dan is het model slecht te gebruiken om aanwezigheid van de soort te voorspellen. Dit komt vooral voor in gevallen waar soorten maar heel weinig voorkomen. Het model kan echter vaak wel het gebied aangeven waar de kans het hoogst is waar de soort wordt aangetroffen. De mate hoe goed het model dit doet kan worden afgelezen uit de log likelihood ratio (Lh.). Hoe kleiner de Lh. is hoe beter het model. Als vuistregel voor een goed model kan worden gehanteerd dat de Lh. gedeeld door het aantal vrije parameters niet veel groter dan 1 is. Een aantal vrije parameters in onze modellen variëren, maar ligt meestal rond de 80 duizend.

De complete modellen blijken het 'overall' goed te doen. Zo'n 75% tot 100% van de cases worden met de modelregels goed voorspeld. Het blijkt echter voor de meeste soorten (behalve voor *Chara* en het totaal beeld, resp. 56 en 76 %) moeilijk te zijn om de aanwezigheid van vegetatie goed te voorspellen. Afwezigheid van waterplanten is met deze modellen dus veel beter te voorspellen dan aanwezigheid. Kennelijk zijn er ook nog andere factoren betrokken om te kunnen verklaren waarom waterplanten onder gunstige condities van waterdiepte, extinctie, sedimenttype en windfetch toch niet kunnen voorkomen. Een mogelijke belangrijke factor die uit eerder onderzoek (Van den Berg, 1999) naar voren kwam, is de aan of afwezigheid van een zaadbank. Plekken met een hoge dichtheid van zaden hebben een aanmerkelijk grotere kans op het voorkomen van waterplanten.

De simpele modellen laten een vergelijkbaar beeld zien. Een vergelijking tussen de modellen leert dat de simpele modellen zeer goed te gebruiken zijn (zie tabel 5). Alleen het simpele model voor *P. perfoliatus* is duidelijk minder goed dan het complete model (groot verschil in afname van de log likelihood). Dit is te wijten aan het feit dat windfetch een belangrijke factor is voor *P. perfoliatus*. Voor de andere soorten gaat het voorspellen van afwezigheid van waterplanten met de simpele modellen zelfs beter dan met complete modellen. De complete modellen voorspellen de aanwezigheid van waterplanten echter beter dan de simpele modellen.

Tabel 4. Vergelijking tussen twee verschillende modellen (compleet model en het simpele model) met behulp van de log likelihood (Lh.) zonder de verklarende factoren en de mate van afname van de likelihood (Lh.a.) en percentage goed voorspelde cases waar waterplanten aanwezig (1) of afwezig zijn (0), waarbij als kritische kans 0.5 wordt gehanteerd. Bovendien is het totaal aantal goed voorspelde cases weergegeven.

	Compleet model					Simpel model				
	Lh.	Lh.a.	1 %	0 %	totaal %	Lh.	Lh.a.	1 %	0 %	totaal %
<i>A. gram.</i>	5082	738	0	100	99.7	5166	555	0	100	99.5
<i>M. spic.</i>	27589	8079	0.2	99.9	95.6	28036	6207	0	100	95.9
<i>Chara</i>	76059	31436	56.4	93.3	86.2	78419	30506	49.0	94.7	86.3
<i>P. pect.</i>	662354	15311	13.6	98.7	85.7	68999	13868	4.4	100	85.6
<i>P. per.</i>	81478	8725	1.4	98.9	77.4	85180	2163	0	100	78.8
<i>P. pus.</i>	27823	7283	0.62	99.9	95.6	28640	5734	0	100	95.8
Totaal	107174	27890	74.5	76.2	75.8	114091	24677	72.8	75.5	74.2

4 Toepassing van het model MACROMIJ

4.1 Toekomstige toepassingsmogelijkheden

In dit rapport worden de relaties tussen de sturende milieufactoren en de kans op het voorkomen van waterplanten gelegd en uitgedrukt in regressiefuncties. Het is nog een stap verder van regressiefuncties naar een ruimtelijk voorspellingsmodel. Om een ruimtelijk beeld op te kunnen roepen, wordt er een schil ontwikkeld waarmee binnen een GIS varianten m.b.t. waterpeil (diepte) en waterkwaliteit (doorzicht, chlorofyl, extinctie) kunnen worden doorgerekend. Hiermee wordt een ruimtelijk beeld van de kans op voorkomen van waterplanten, zowel van alle soorten samen als de van afzonderlijke soorten, verkregen. Met dit ruimtelijke model kunnen trends worden weergegeven in het voorkomen van waterplanten onder verschillende scenario's van het waterpeil (waardoor de waterdiepte verandert) en van het doorzicht. Allereerst is het van belang dat flexibiliteit wordt ingebouwd t.a.v. de voorspelfuncties. Dit omdat wijzigingen hieraan in de toekomst mogelijk zijn, als de waterplantenontwikkeling daar aanleiding toe geeft. Vandaar dat een algemene formule opbouw is gekozen:

$P(\text{waterplanten}) = f(\text{waterdiepte, fetch, extinctie, lutumgehalte})$

Hiermee komen ook andere soorten en bedekkingsklassen potentieel binnen het bereik van het model, mits de vier parameters bepalend zijn voor de kans van voorkomen. Door de kans van voorkomen te bepalen op een ruimtelijke schaal, kunnen effecten met een oppervlakte-maat worden weergegeven. Voor het ontwikkelen van een GIS-schil ligt voor de hand dat wordt aangesloten op het model ECOMIJ, het ecotopenvoorspellingsmodel voor het IJsselmeergebied. De schil MACROMIJ (MACROfyten Ontwikkeling Model IJsselmeergebied) wordt ontwikkeld als eindproduct van het onderhavige project.

Het model kan binnen de genoemde restricties effecten van beheersscenario's aangeven. Het is mogelijk in de toekomst nieuwe mogelijkheden in te bouwen die de gebruiksmogelijkheden verder vergroten:

- 1) inbrengen van abundantie en biomassa van waterplanten in het model.
- 2) toepassing van de edit-module van ECOMIJ, waardoor de effecten van morfologische veranderingen (zoals de aanleg van eilanden en dammen) kunnen worden berekend.
- 3) clustering van de ruimtelijke gegevens, waarmee ruimtelijke afhankelijkheid van waterplanten gevisualiseerd wordt.

4.2 Blijvende modelbeperkingen

Het model blijft zal echter een aantal beperkingen houden. Een aantal belangrijke beperkingen in het toepassingsgebied zijn:

1) Voorspelling van vegetatie op ondieper dan 0.4 m

Het model is niet geschikt om delen van ondieper dan 0.4 m te voorspellen. Dit is te wijten aan het feit dat maar heel weinig data beschikbaar zijn van deze delen. Veldwaarnemingen wijzen erop dat watervegetatie op delen ondieper dan 0.3 m sterk achteruit gaat. Het model voorspelt nu voor de meeste soorten optimale kans van voorkomen op 0 cm diepte.

2) Voorspelling van vegetatie op dieper dan 4 m

Het model bevat relatief weinig gebieden met een diepte groter dan 4 m. De delen die in het model zitten liggen vaak aan zeer scherpe overgangen, waardoor gemakkelijk door interpolatie fouten ontstaan in de diepteverdeling. Temeer omdat de diepe delen die in het model zijn opgenomen vooral ingesloten liggen door ondieptes. Uitbreiding van het model door data van het gehele IJsselmeer en Markermeer (dus inclusief de diepe delen) toe te voegen leidt zeker tot een kleinere kans van voorkomen op grote diepte dan nu gemodelleerd is.

3) Voorspelling van vegetatie in reactie op veranderingen in extinctie

In het model is extinctie als onafhankelijke variabele opgenomen om vegetatie te voorspellen. Aangezien extinctie en voorkomen van waterplanten goed met elkaar correleren werkt de voorspelling op papier prima. We weten echter dat extinctie niet alleen sturend is voor de vegetatie, soms is vegetatie meer sturend voor

extinctie. Een voorbeeld van een probleem dat zich kan voordoen is dat de waterbeheerder met het model onderzoekt hoe helder het water moet worden om b.v. op 3 meter diepte waterplanten te krijgen. De extinctie die het model hierbij levert zal voor de waterbeheerder echter moeilijk te bereiken zijn. Specialisten zullen aangeven dat met name door een sterke toename van de waterplanten een dergelijke extinctie te bereiken valt, en de kring is dus rond. Een oplossing voor dit probleem is er niet, doordat het model gebaseerd is op correlaties en niet op causale verbanden. Het individu gebaseerde model Charisma kan hierbij ondersteunend werken om te controleren of de gevonden correlaties kunnen worden verklaard door causale mechanismen.

5 Literatuurverwijzingen

- Van den Berg, M.S. 1999. Charophyte colonization in shallow lakes. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam, 138 pp.
- Van der Hout, J. 1999. Uitvoering en herkomst data ter ontwikkeling van Macromij. WSE notitie.
- Scheffer, M. 1998. Shallow lakes. Chapman & Hall, New York, 357 pp.

Series van bijlagen

1. Overzicht van aanwezigheid van de verschillende soorten waterplanten in de verschillende gebieden opgesplitst over de jaren. AV= *M. spicatum*, DF= *P. perfoliatus*, KN= *N. obtusa*, KW= *Chara*, SF= *P. pectinatus*, TF= *P. pusillus*, WW= *A. gramineum*
2. Overzichten van de indelingen van de milieuv variabelen in klassen.
3. Overzichten van frequentie verdelingen van het voorkomen van de verschillende waterplanten als functie van milieuv variabelen (2 dimensionaal).
4. Overzichten van de gemodelleerde kansrespons (3 dimensionaal) als functie van diepte en extinctie van de verschillende waterplanten

MEER	OMSCHRIJVING	JAAR	Aantal gridcellen	SomVanAV	SomVanDF	SomVanKN	SomVanKW	SomVanSF	SomVanTF	SomVanWW	SomVanTT
drontmeer	drontmeer	1993	436	83	78	0	26	122	0	0	235
drontmeer	drontmeer	1997	462	240	151	0	142	109	270	4	428
drontmeer	drontmeer	1998	463	98	89	2	219	112	229	8	416
eemnij	eemmeer/nijkerkernauw	1991	1038	0	2	0	0	152	0	0	152
eemnij	eemmeer/nijkerkernauw	1994	1268	0	0	0	0	0	0	0	0
eemnij	eemmeer/nijkerkernauw	1997	1303	0	0	0	0	59	1	0	342
gooimeer	gooimeer	1991	1895	0	47	0	0	536	0	0	695
gooimeer	gooimeer	1994	2187	0	17	0	0	286	0	0	482
gooimeer	gooimeer	1997	2287	0	57	0	0	286	0	0	608
k1	markmeer Buiten IJ-Marken	1992	507	0	79	0	0	43	22	0	221
k1	markmeer Buiten IJ-Marken	1995	1183	0	157	0	7	95	0	0	297
k1	markmeer Buiten IJ-Marken	1997	1776	0	507	0	0	72	0	0	642
k17	ijmeer	1991	1101	0	63	0	0	103	93	0	256
k17	ijmeer	1995	1936	0	315	0	23	276	45	0	617
k17	ijmeer	1997	1722	0	252	37	52	119	51	0	448
k18	gouwzee	1990	233	0	219	0	0	57	0	0	222
k18	gouwzee	1991	1250	5	925	0	332	40	0	0	1003
k18	gouwzee	1995	1404	3	499	0	62	21	0	0	626
k18	gouwzee	1996	1408	9	1033	608	24	17	0	0	1174
k18	gouwzee	1998	1407	10	687	709	36	8	0	0	1078
k2	markmeer Edam-Hoom	1992	626	0	149	0	0	8	0	0	191
k2	markmeer Edam-Hoom	1996	3296	0	1816	0	21	17	0	0	1903
k2	markmeer Edam-Hoom	1998	4604	0	1226	0	11	21	0	0	1278
k3	ijsselmeer Enkhuizen-Trintelhaven	1992	271	0	0	0	0	0	0	0	53
k3	ijsselmeer Enkhuizen-Trintelhaven	1996	477	0	70	0	0	21	0	0	142
k4	ijsselmeer Medemblik-Andijk	1992	220	0	0	0	0	0	0	0	24
k4	ijsselmeer Medemblik-Andijk	1996	452	0	0	0	0	7	0	0	145
k5	ijsselmeer Den Oever	1992	463	0	8	0	0	0	2	0	20
k5	ijsselmeer Den Oever	1996	611	0	0	0	0	25	0	0	70
k6	ijsselmeer Kornwerderzand-Hindeloopen	1992	124	0	0	0	0	18	0	0	61
k6	ijsselmeer Kornwerderzand-Hindeloopen	1995	2080	0	12	0	469	959	0	0	1390
k6	ijsselmeer Kornwerderzand-Hindeloopen	1998	2120	0	20	0	575	895	524	0	1172
k7	ijsselmeer Hindeloopen-Stavoren	1992	371	0	0	0	0	3	0	0	26
k7	ijsselmeer Hindeloopen-Stavoren	1996	805	0	0	0	0	28	0	0	130
k8	ijsselmeer Lemmer	1992	325	0	0	0	12	160	0	0	192
k8	ijsselmeer Lemmer	1996	700	0	0	0	2	30	0	0	138
ketelmeer	ketelmeer	1990	676	0	6	0	0	24	26	0	56
ketelmeer	ketelmeer	1993	859	0	0	0	0	76	0	0	210
ketelmeer	ketelmeer	1997	761	12	18	0	0	197	0	3	483
veluwemeer	veluwemeer	1988	1128	28	590	0	15	394	14	3	743
veluwemeer	veluwemeer	1989	1885	156	819	0	69	576	103	9	1036
veluwemeer	veluwemeer	1990	1442	349	525	0	342	582	0	26	914
veluwemeer	veluwemeer	1991	982	408	273	0	503	495	0	0	715
veluwemeer	veluwemeer	1992	711	300	162	0	388	275	0	13	562
veluwemeer	veluwemeer	1993	2927	409	878	0	646	436	0	76	1412
veluwemeer	veluwemeer	1994	2958	500	611	0	641	374	209	46	1406
veluwemeer	veluwemeer	1995	2943	452	830	0	931	326	329	92	1752
veluwemeer	veluwemeer	1996	2956	77	269	0	1328	328	69	40	1712
veluwemeer	veluwemeer	1997	2954	128	321	5	1886	237	242	90	2257
veluwemeer	veluwemeer	1998	2958	105	866	1	2258	342	280	0	2609
vossemeer	vossemeer	1993	266	0	47	0	0	103	0	0	156
vossemeer	vossemeer	1997	214	0	52	0	40	59	78	0	155
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1989	83	0	14	0	0	46	0	0	56
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1990	1567	0	690	0	1	263	7	0	838
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1991	1721	0	727	0	29	352	7	0	874
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1992	1651	0	673	0	130	275	7	0	747
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1993	1722	0	493	0	431	303	7	0	710
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1994	1721	0	590	0	295	257	126	0	816
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1995	1722	0	358	0	520	253	79	0	843
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1996	1722	0	195	0	638	210	79	0	888
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1997	1721	0	375	0	993	218	125	0	1280
wolnul	wolderwijd/huldemaauw	1998	2232	0	654	0	1114	533	458	0	1730
zwartmeer	zwartmeer	1993	1068	0	1	0	0	37	0	0	48
zwartmeer	zwartmeer	1994	1512	0	17	0	0	68	2	0	142
zwartmeer	zwartmeer	1997	1539	0	40	0	20	317	94	0	1163

BIJLAGE SERIE 2

code-diepte	label	diepte <=	diepte >
0	0	0	-20
1	-20	-20	-40
2	-40	-40	-60
3	-60	-60	-80
4	-80	-80	-100
5	-100	-100	-120
6	-120	-120	-140
7	-140	-140	-160
8	-160	-160	-180
9	-180	-180	-200
10	-200	-200	-220
11	-220	-220	-240
12	-240	-240	-260
13	-260	-260	-280
14	-280	-280	-300
15	-300	-300	-320
16	-320	-320	-340
17	-340	-340	-360
18	-360	-360	-380
19	-380	-380	-400
20	-400	-400	-420
21	-420	-420	-440
22	-440	-440	-460
23	-460	-460	-480
24	-480	-480	-500
25	-500	-500	-520
26	-520	-520	-540
27	-540	-540	-560
28	-560	-560	-580
29	-580	-580	

code toplaag

code-toplaag	label	% lutum
0		0.75
0a		0.75
0b		0.75
0c		0.75
1		2.25
1a		2.25
1b		2.25
1c		2.25
2b		4
2c		4
3		6.5
3a		6.5
3b		6.5
3c		6.5
3d		6.5
4		8
5		10
6		14.5
7		21
8		30
9		42.5
D		
OG		
P		
V		
vg		

code fetch

code-fetch	label	fetch >=	fetch <
0	0	0	500
1	500	500	1000
2	1000	1000	1500
3	1500	1500	2000
4	2000	2000	2500
5	2500	2500	3000
6	3000	3000	3500
7	3500	3500	4000
8	4000	4000	4500
9	4500	4500	5000
10	5000	5000	5500
11	5500	5500	6000
12	6000	6000	6500
13	6500	6500	7000
14	7000	7000	7500
15	7500	7500	8000
16	8000	8000	8500
17	8500	8500	9000
18	9000	9000	9500
19	9500	9500	10000
20	10000	10000	10500
21	10500	10500	11000
22	11000	11000	11500
23	11500	11500	12000
24	12000	12000	12500
25	12500	12500	

code-extinctie label

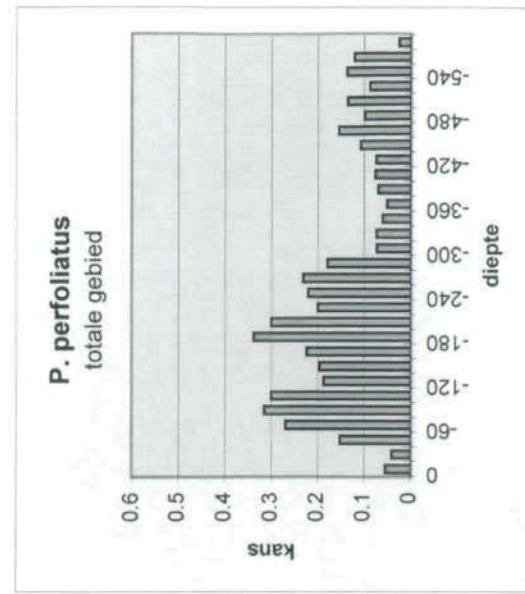
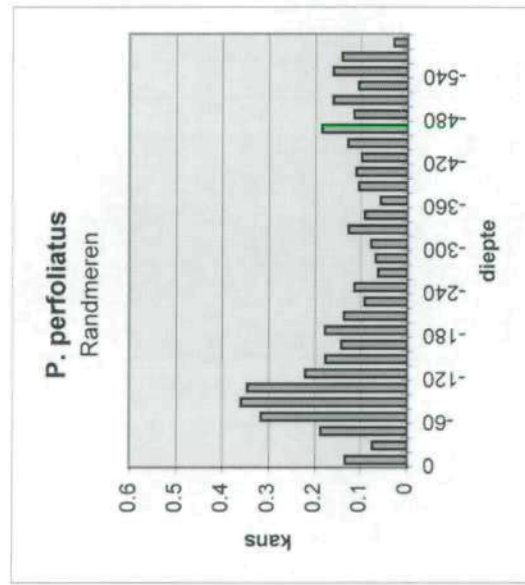
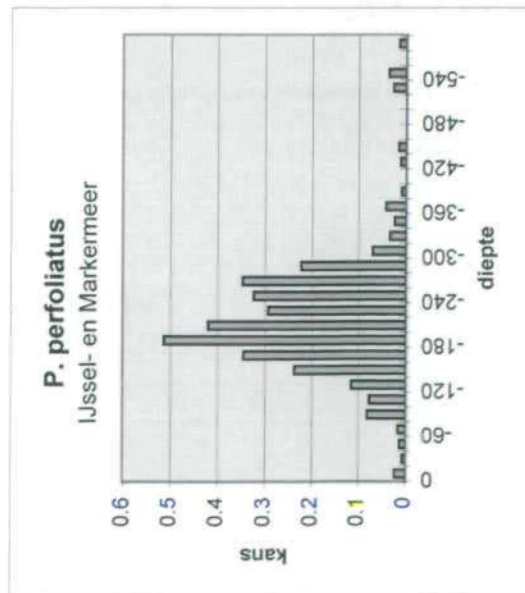
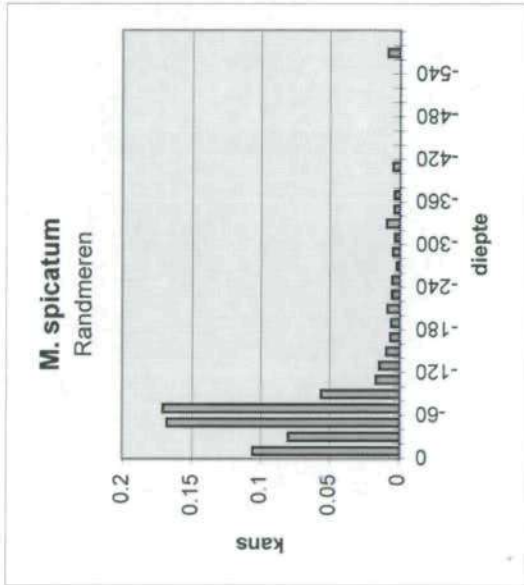
1 $E \leq 2$

2 $2 < E \leq 3$

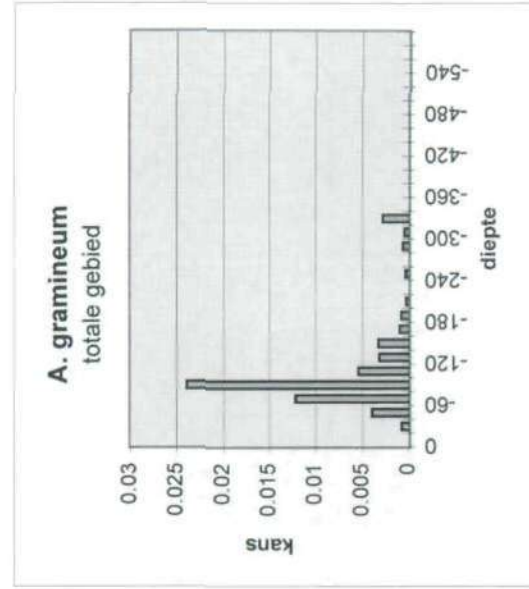
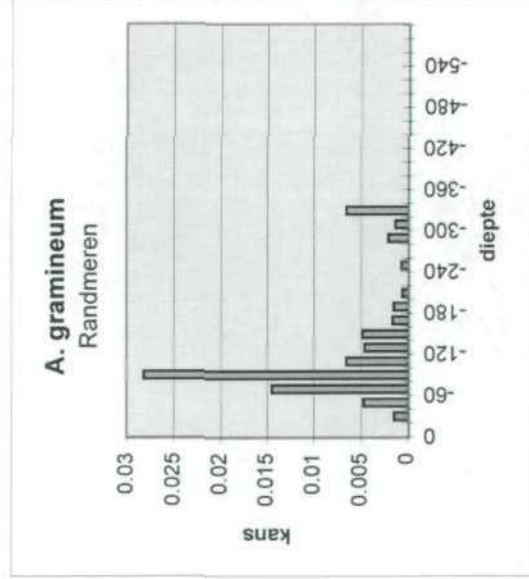
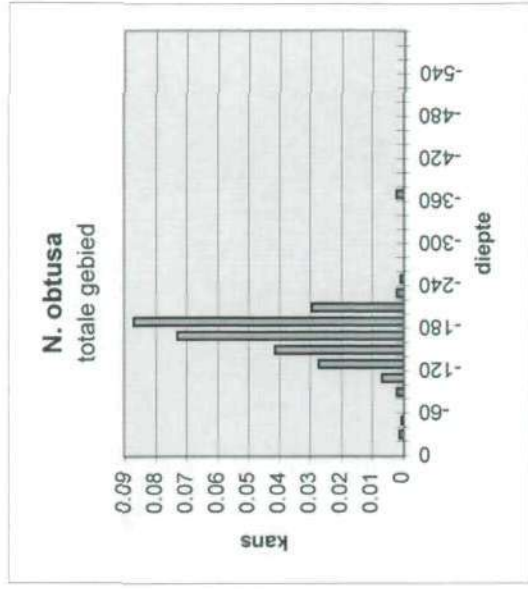
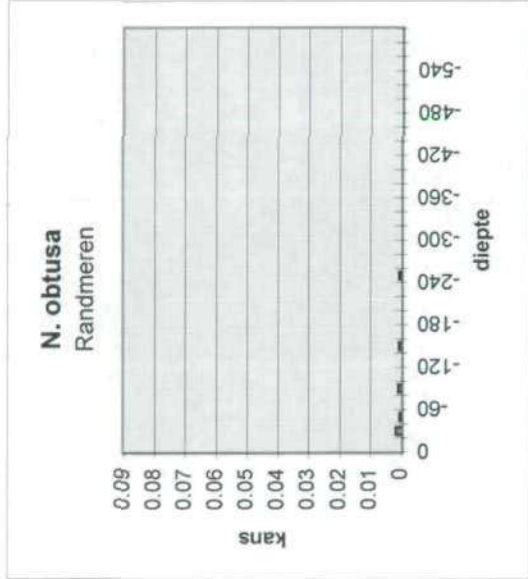
3 $3 < E \leq 4$

4 $E > 4$

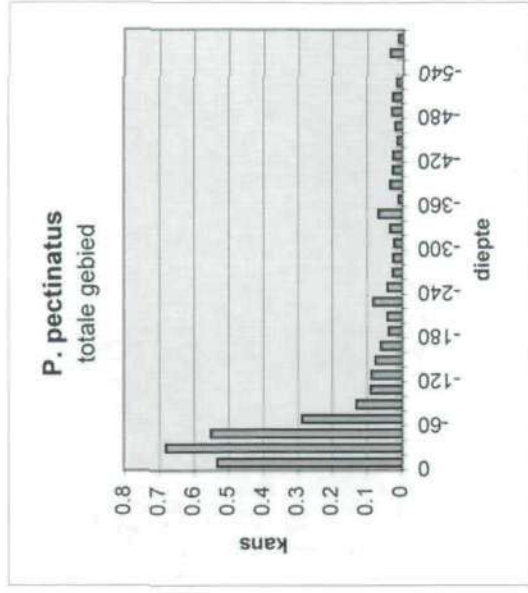
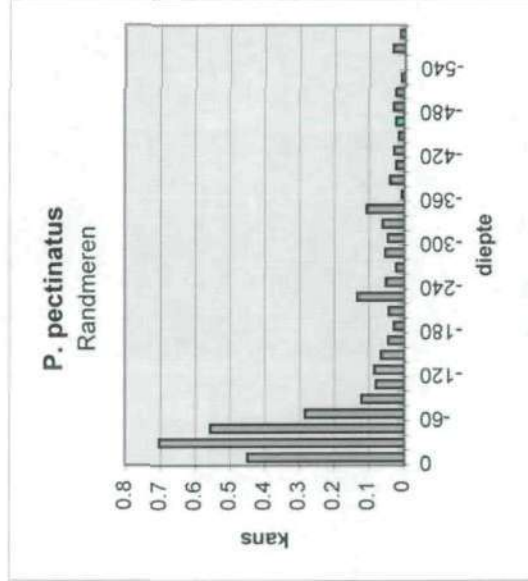
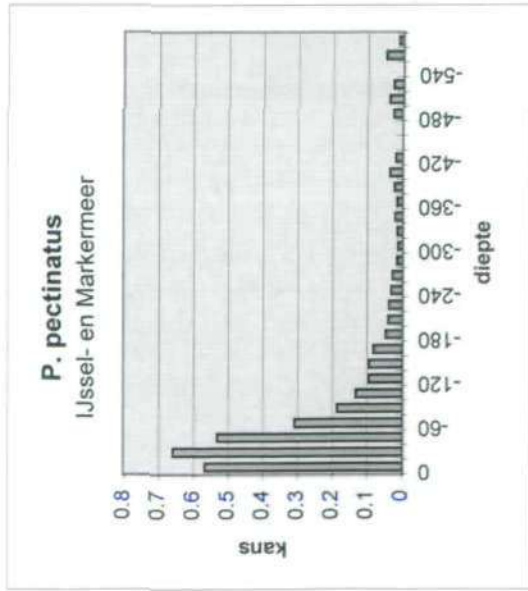
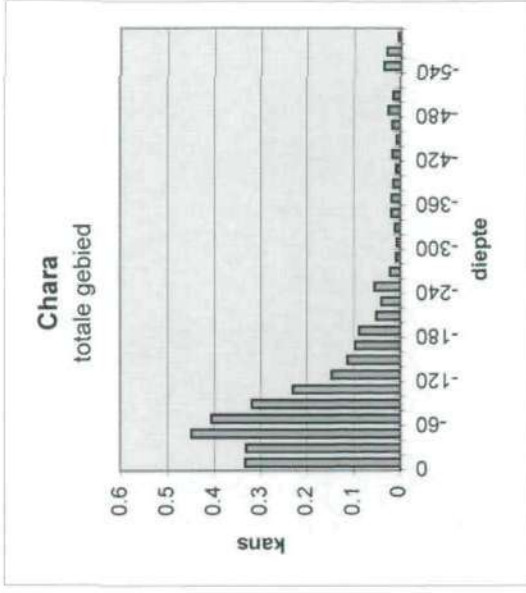
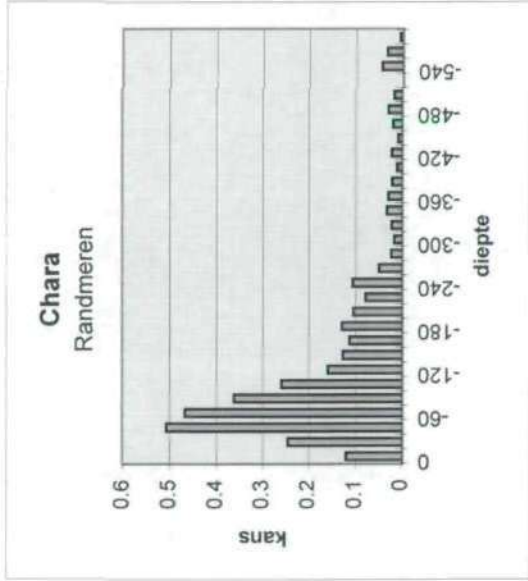
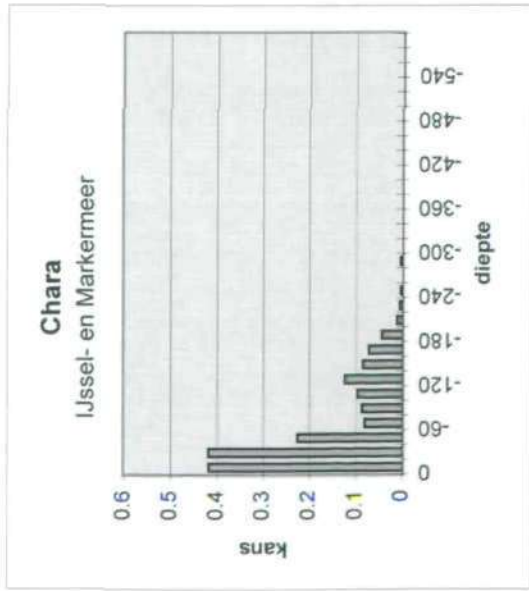
frequentieverdeling diepte



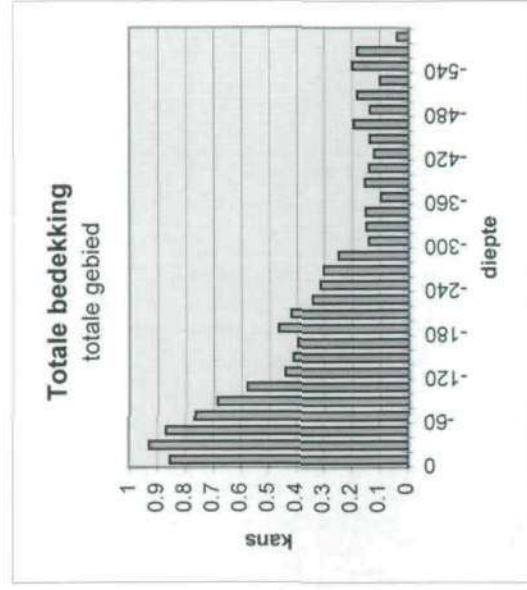
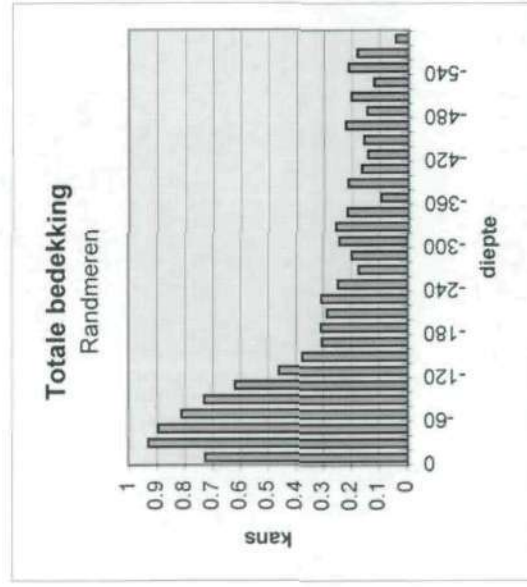
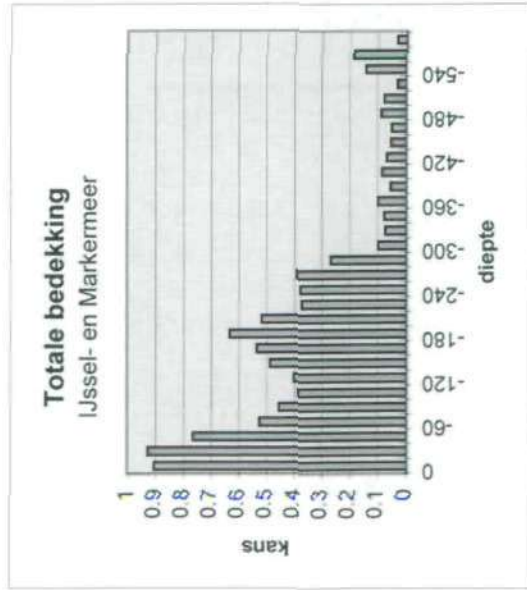
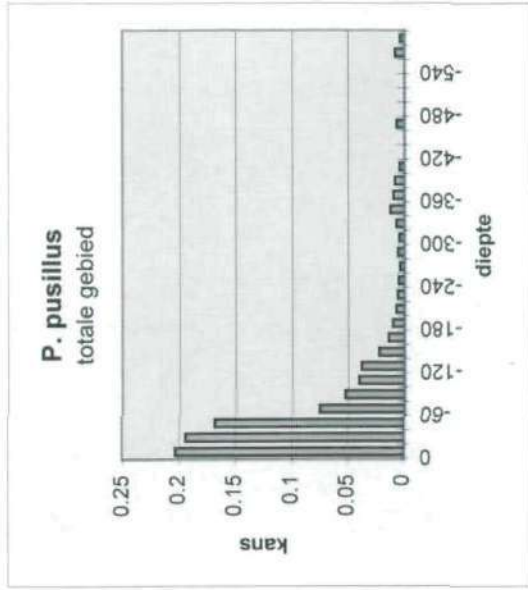
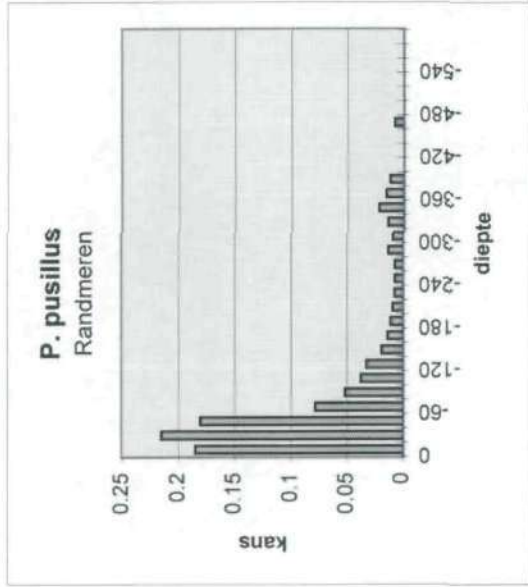
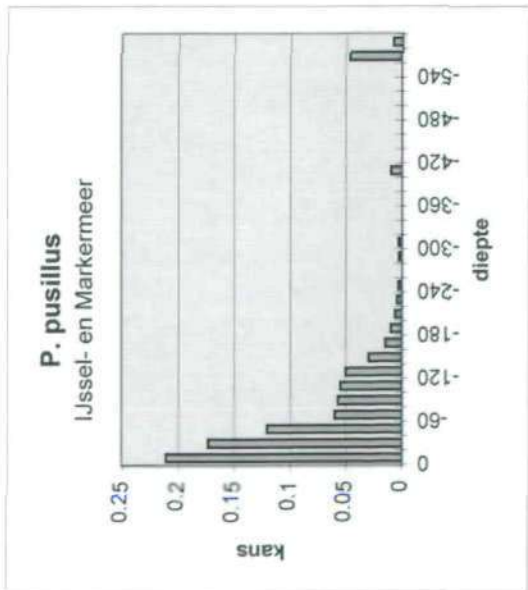
frequentieverdeling diepte

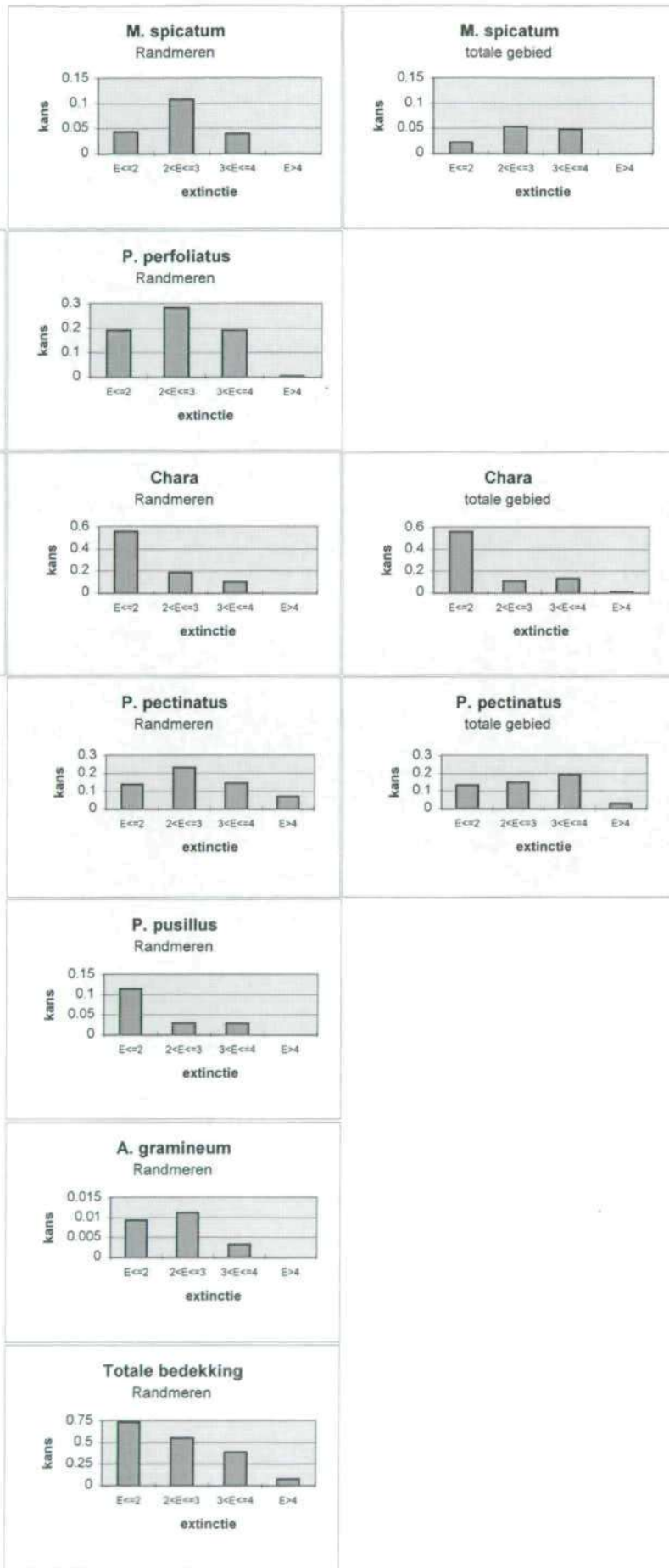


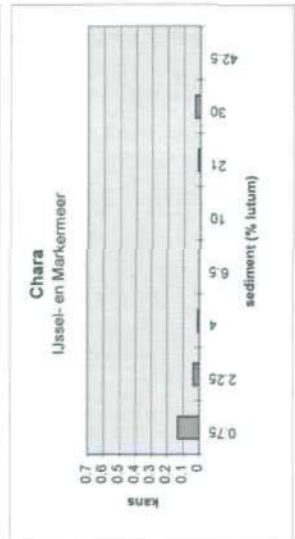
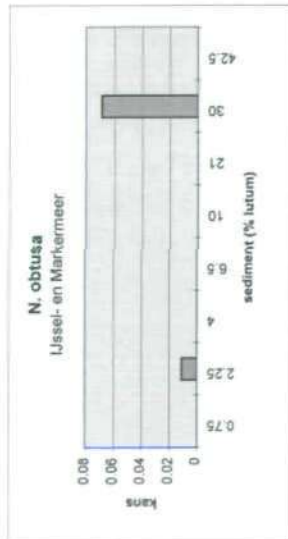
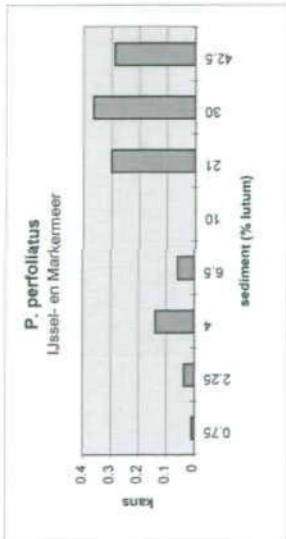
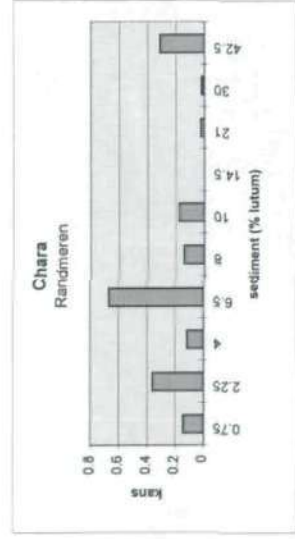
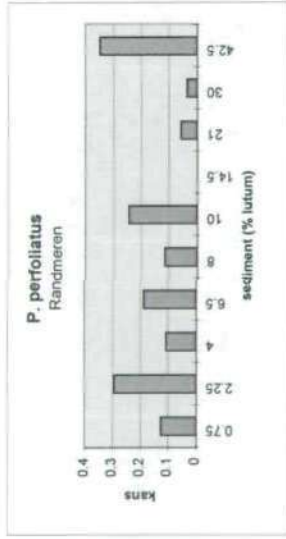
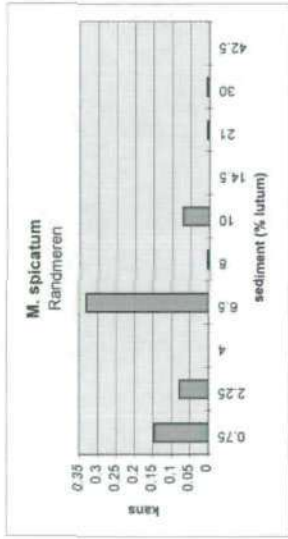
frequentieverdeling diepte

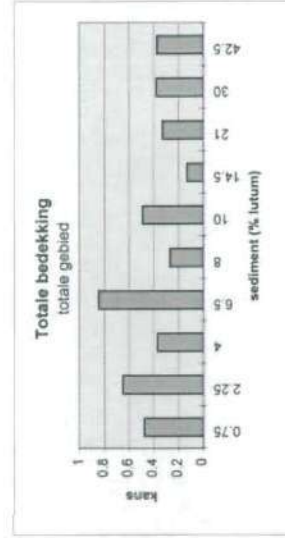
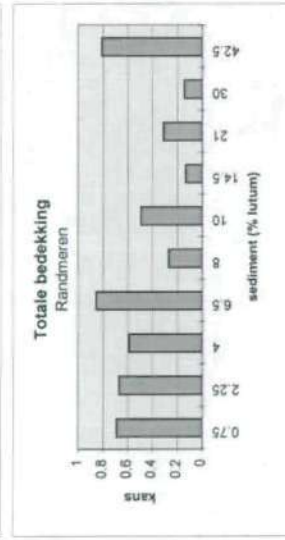
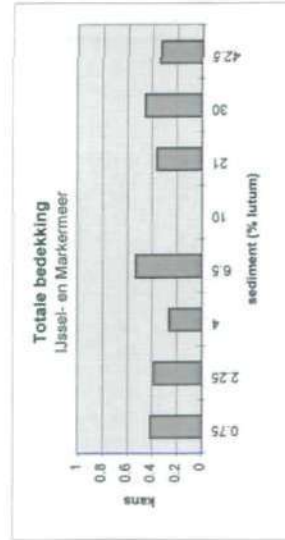
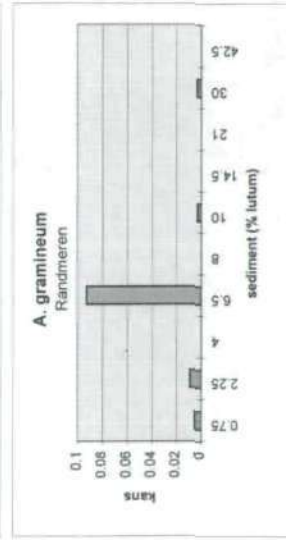
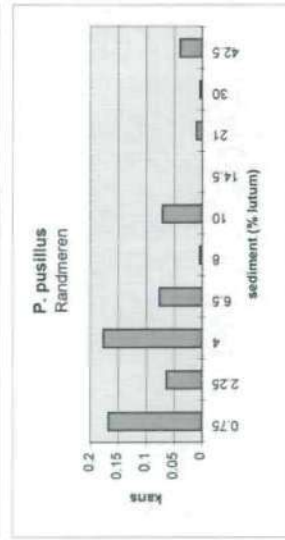
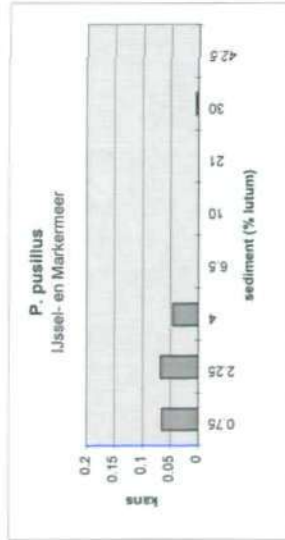
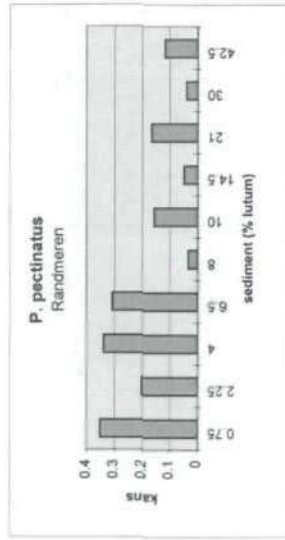
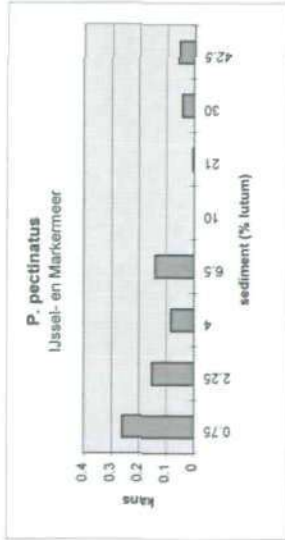


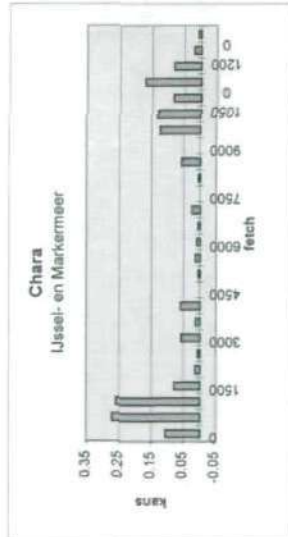
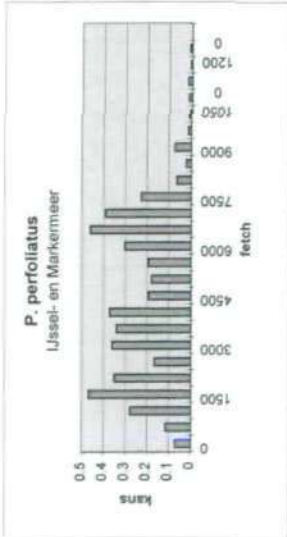
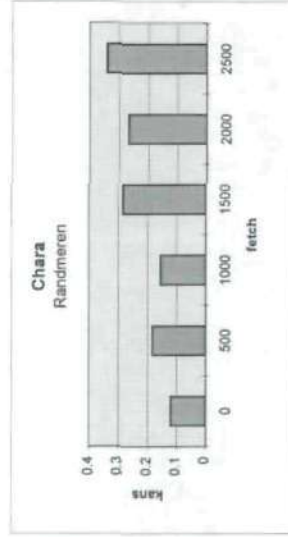
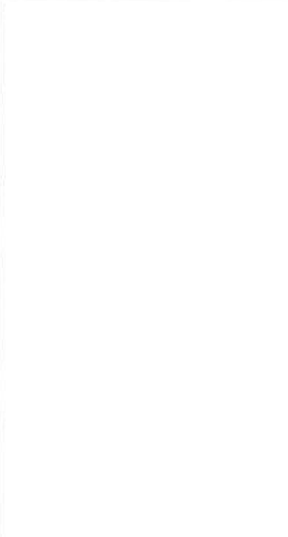
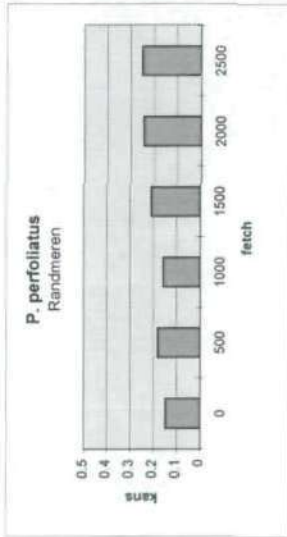
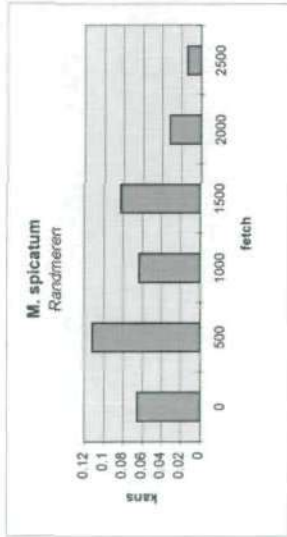
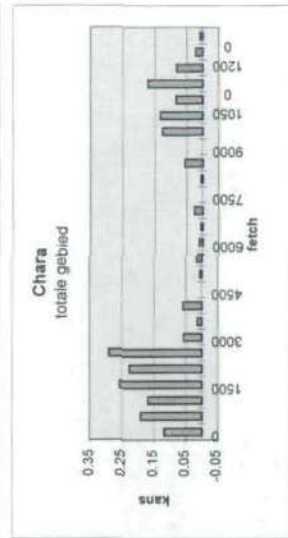
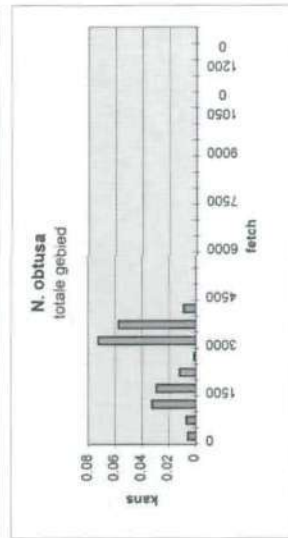
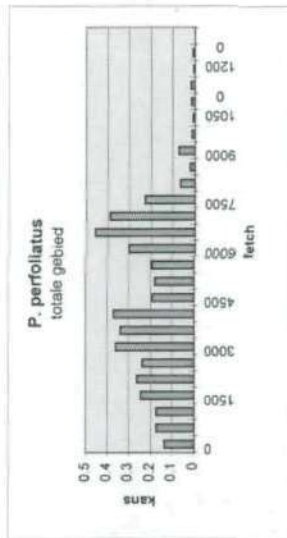
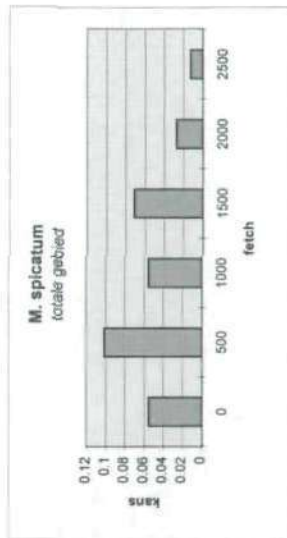
frequentieverdeling diepte

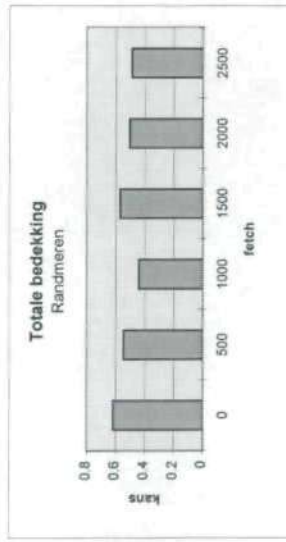
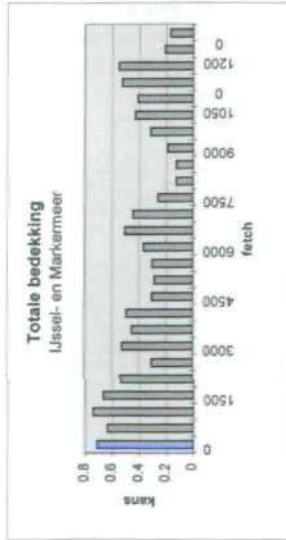
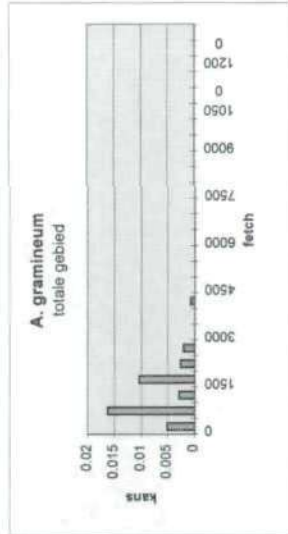
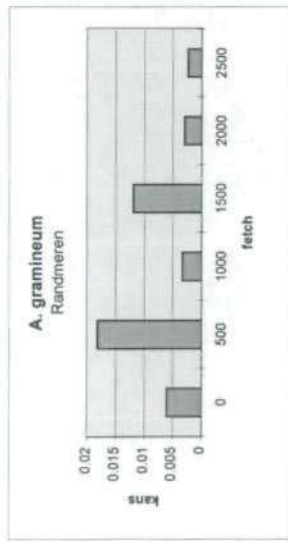
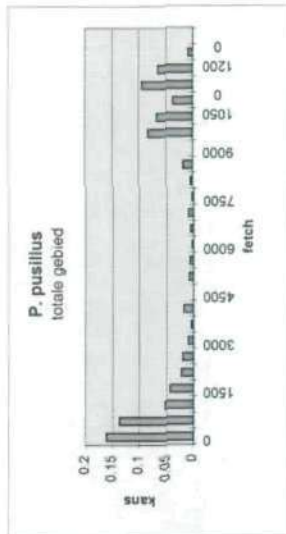
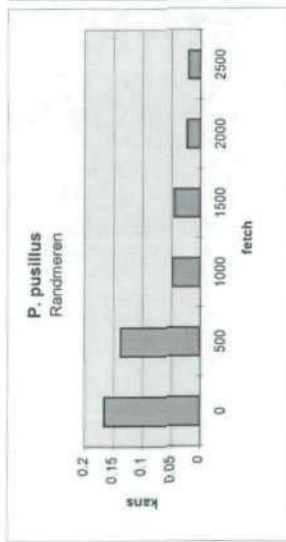
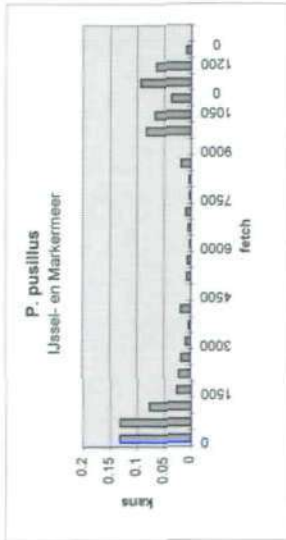
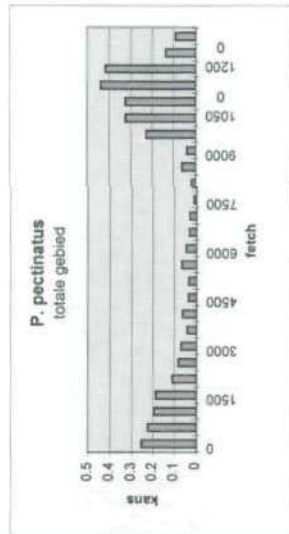
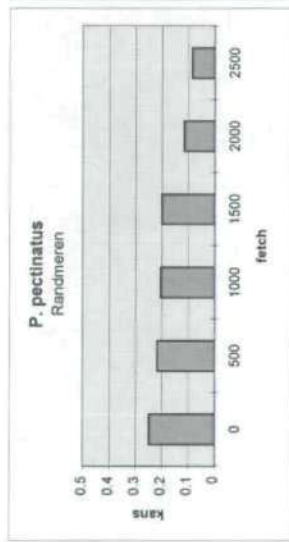
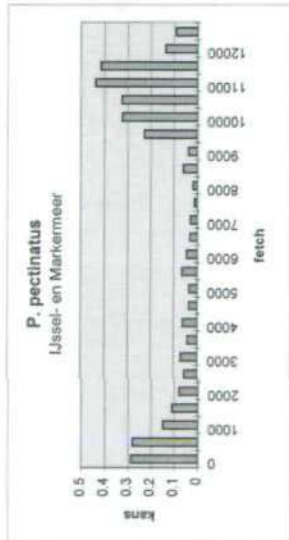






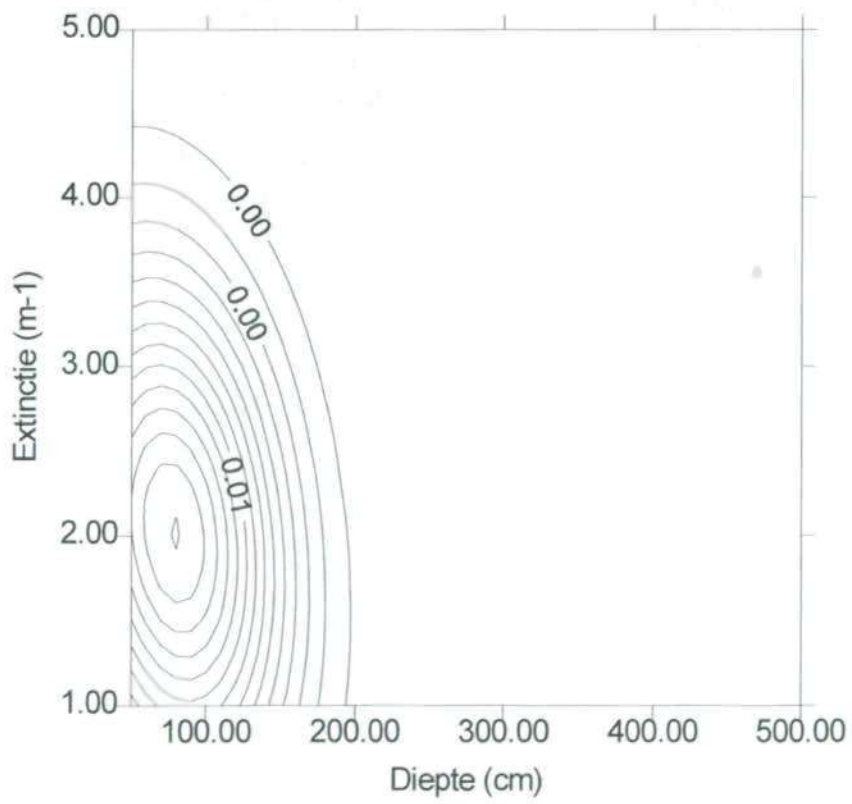
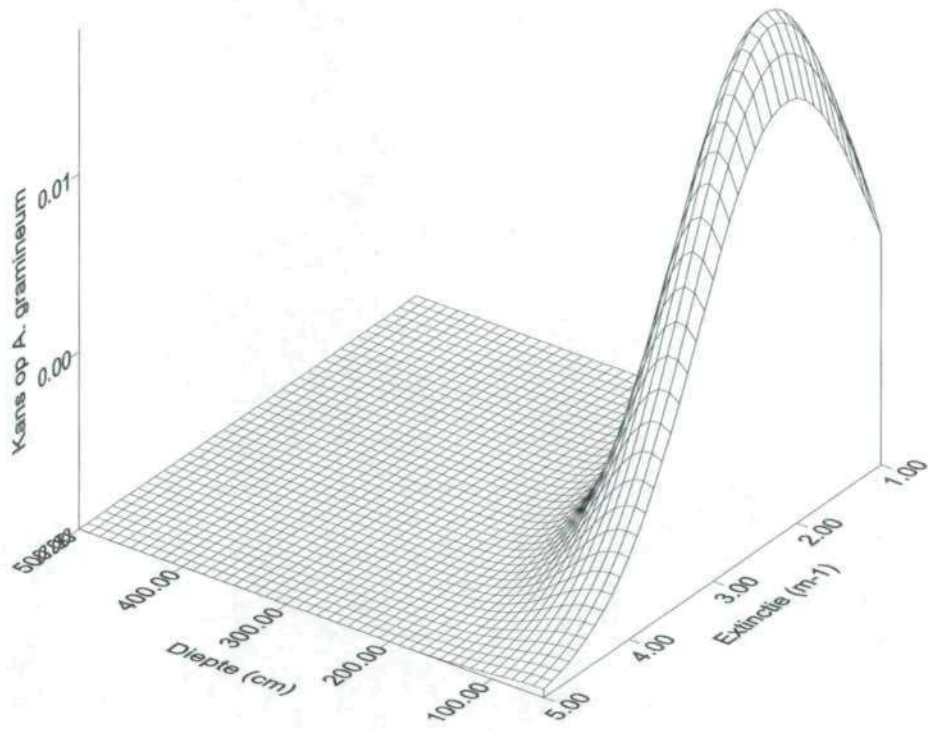




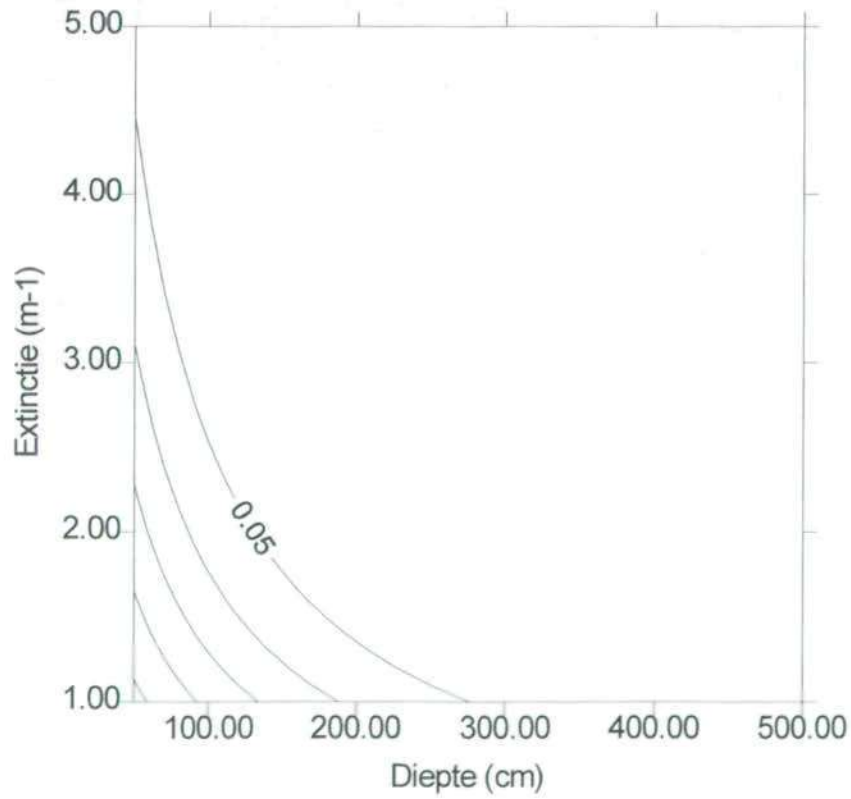
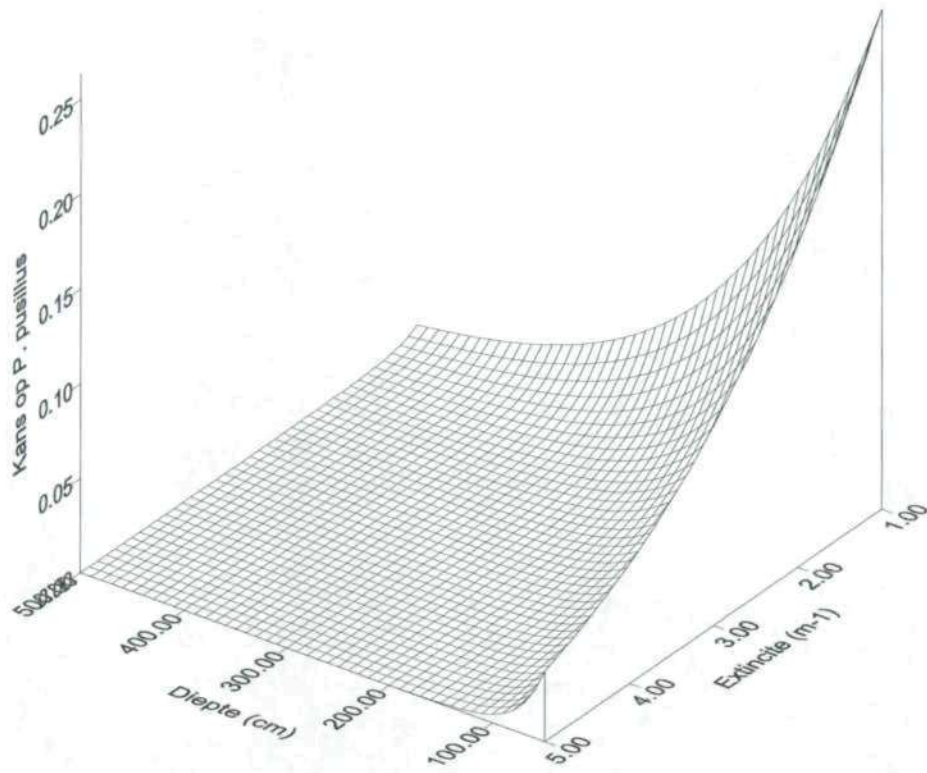


BIJLAGE SERIE 4

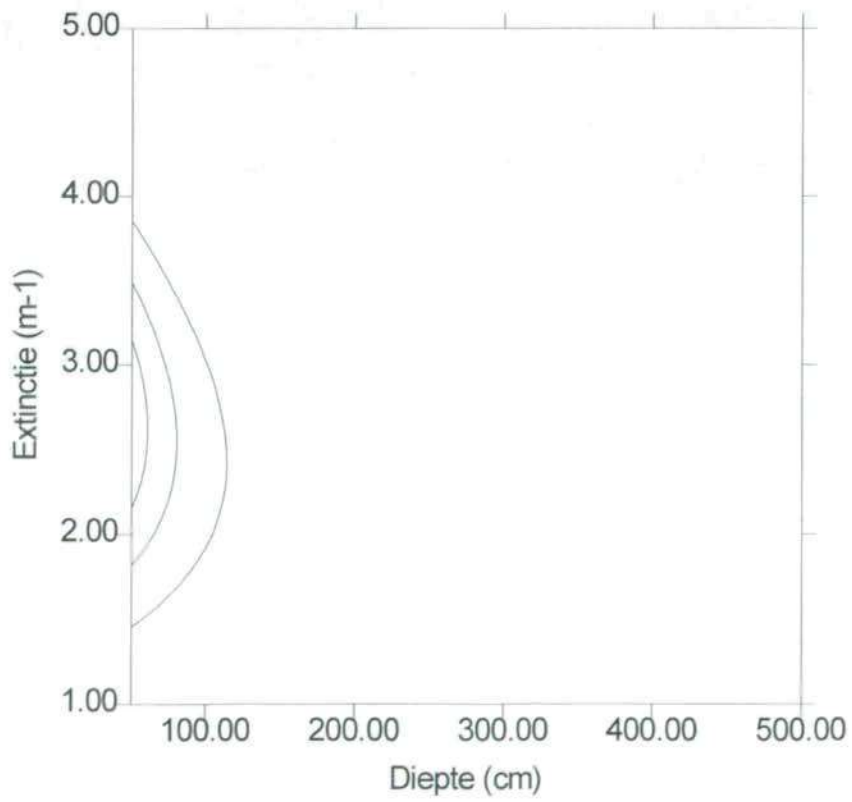
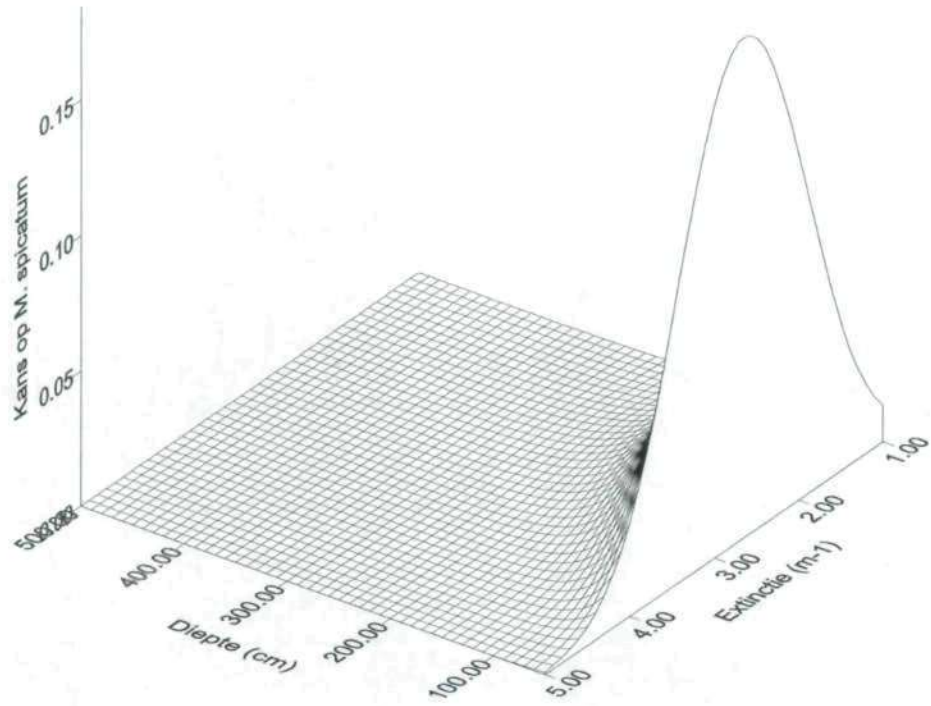
A. gramineum



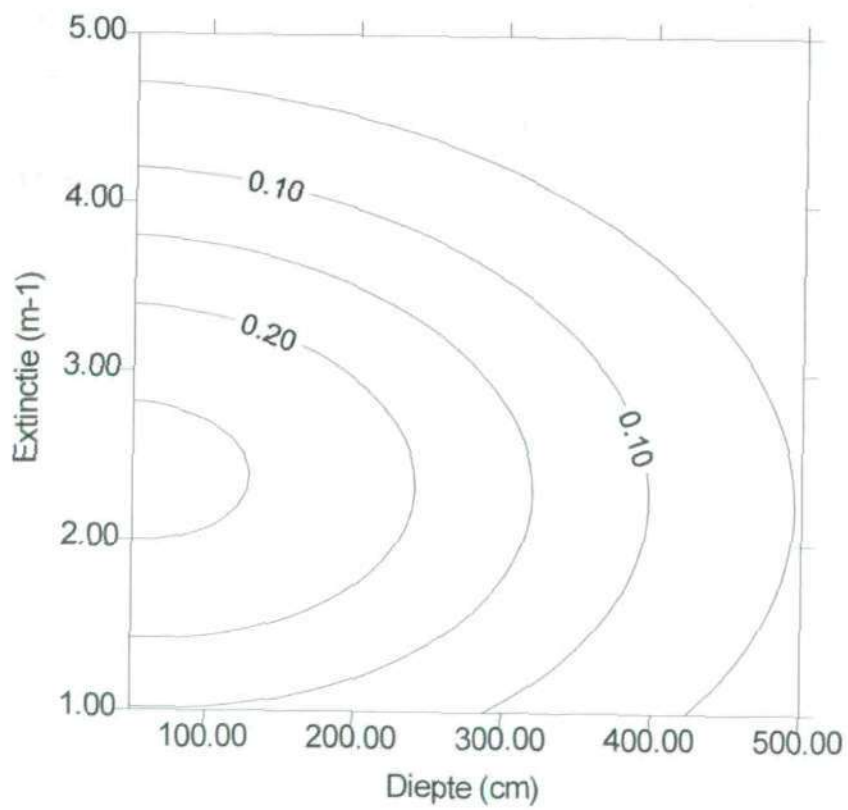
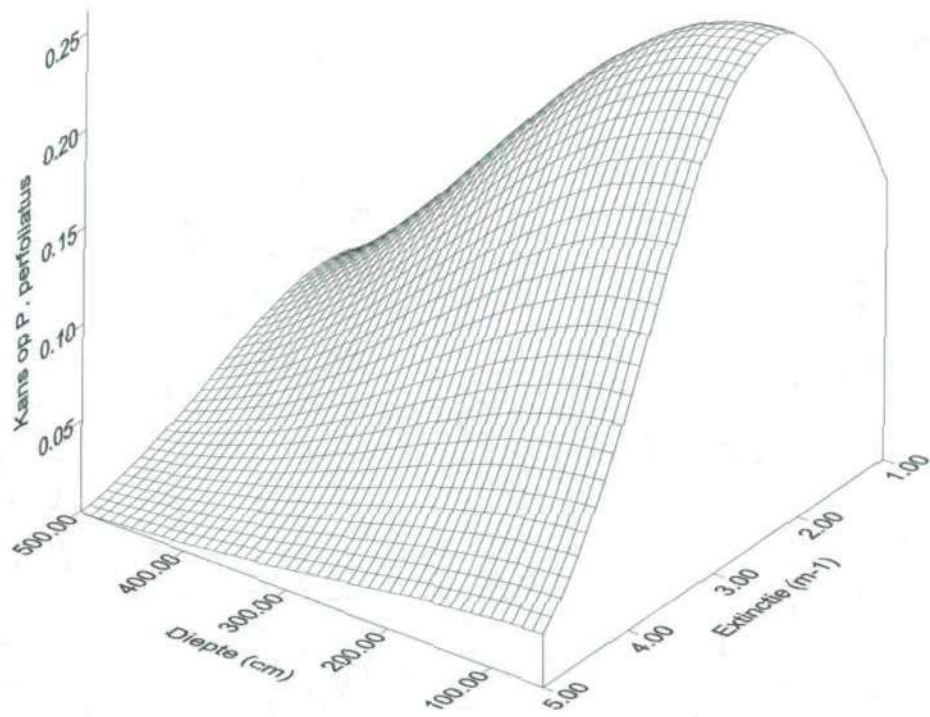
P. pusillus



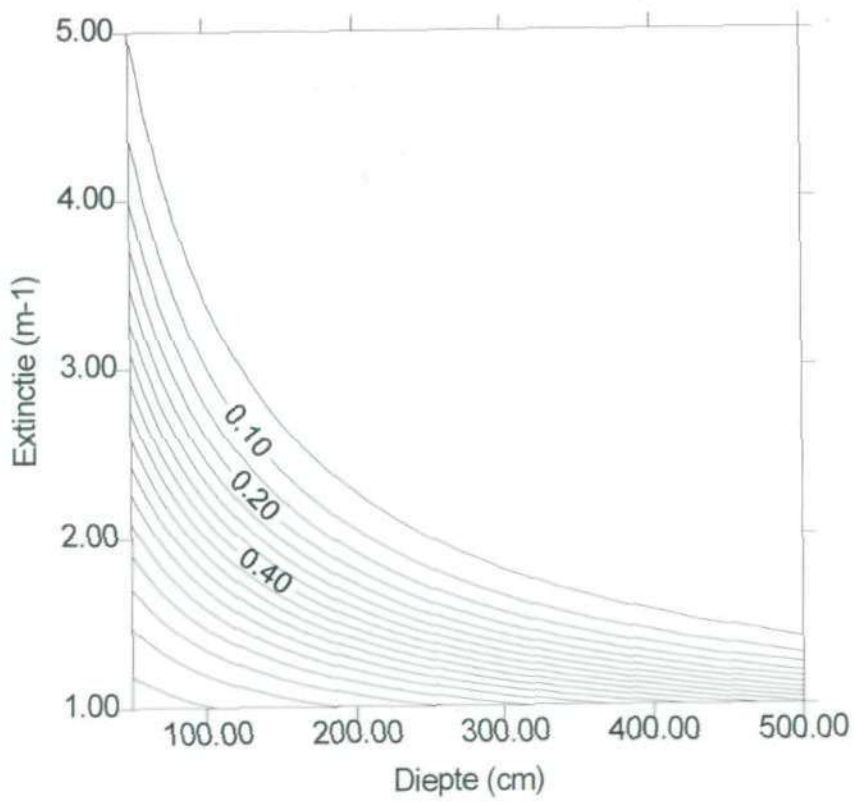
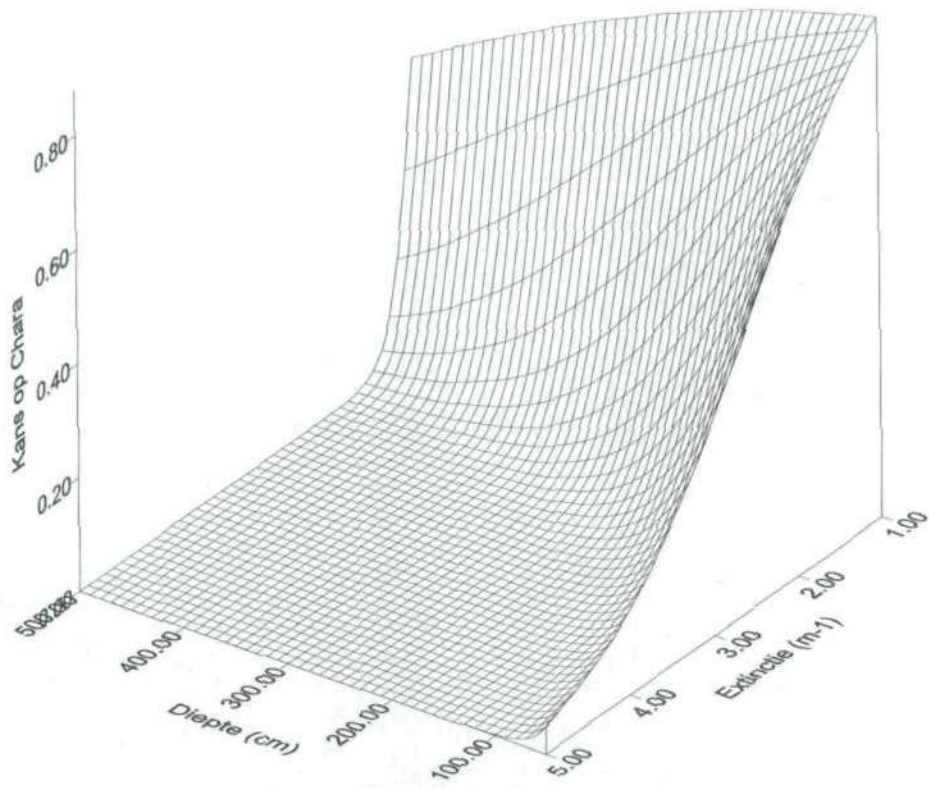
M. spicatum



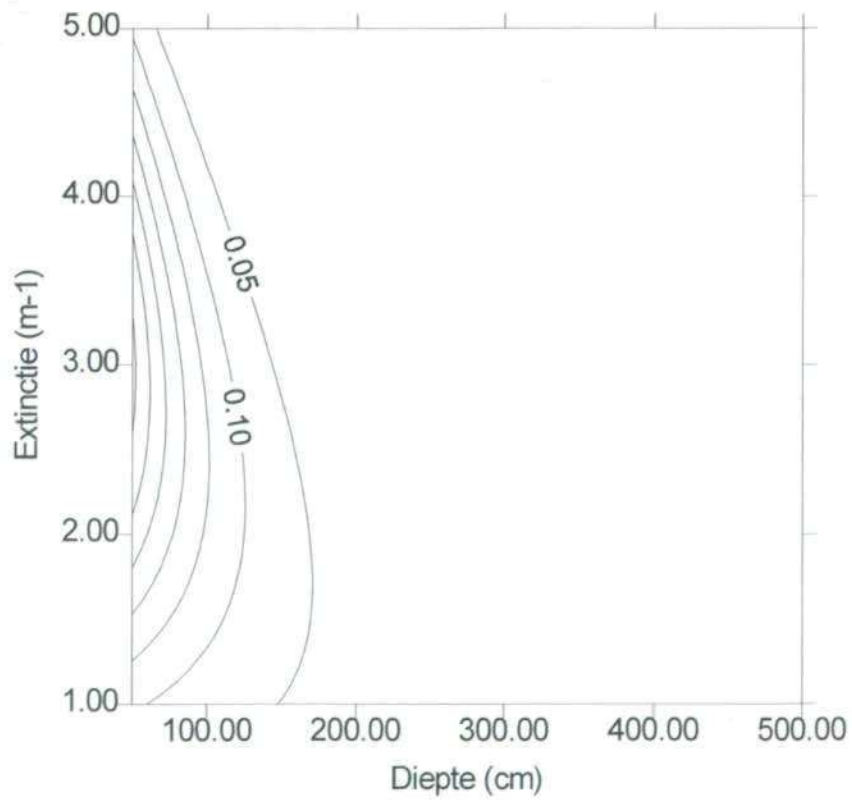
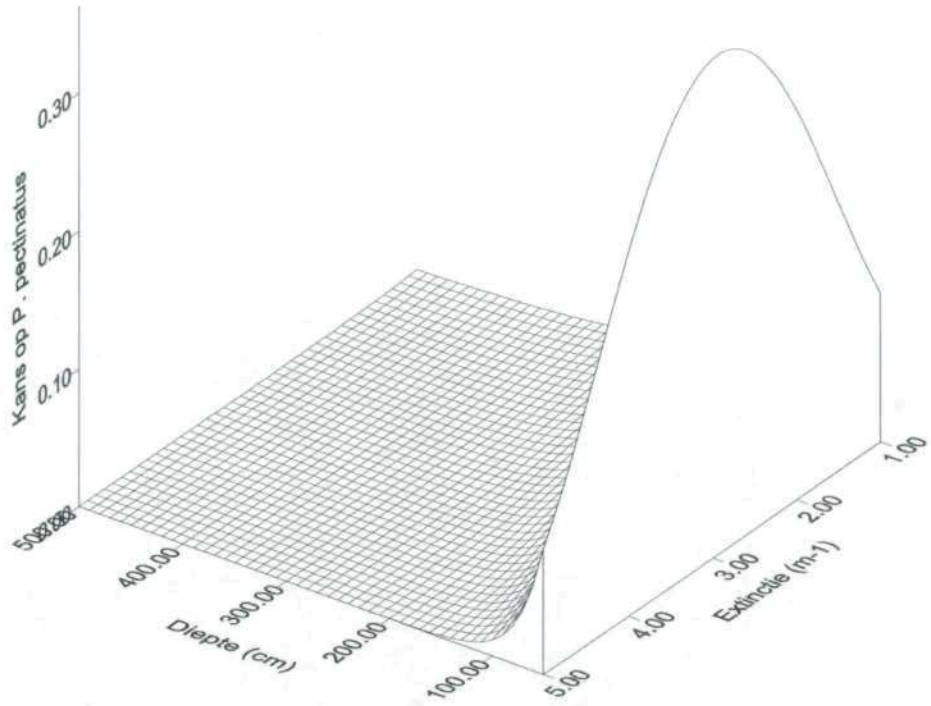
P. perfoliatus



Chara



P. pectinatus



Waterplanten totaal

