



Update kennisregels voor lichtklimaat, waterplanten en mosselen

Bastiaan van Zuidam

Gerben van Geest

Valesca Harezlak

Ruurd Noordhuis

21 juli 2014

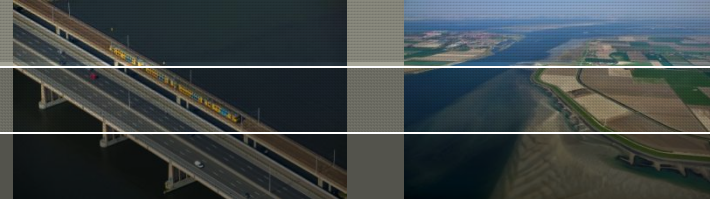
1. Inleiding
2. Kennisregels lichtklimaat
 - Inleiding
 - Methode
 - Gebruikte gegevens
 - Statistische analyse
 - Resultaten
 - Extinctie (lichtuitdoving)
 - Nieuwe rekenregels extinctie
 - Vergelijking met huidige rekenregel extinctie
 - Doorzicht (Secchi diepte)
 - Nieuwe rekenregels doorzicht

3. Kennisregels waterplanten

- Inleiding
- Methode
 - Selectie en bewerking vegetatieopnames en abiotiek
 - Bepalen met welk seizoensgemiddelde van extinctie en doorzicht plantaanwezigheid het beste voorspeld kan worden
 - Benadering van golf-effecten
 - Keuze effectieve strijklengte of bodemschuifspanning
 - Selectie data voor relatie tussen effectieve strijklengte en aanwezigheid planten
 - Regressie-analyse
 - Conventionele logistische regressie – aan-/afwezigheid
 - Mixed models – logistische regressie – aan-/afwezigheid
 - Poisson regressie – bedekkingsklassen
 - Beoordeling voorspellingprestatie van logistische regressie modellen (validatie)
- Resultaten
 - Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten
 - vergelijking – afzonderlijke modellen met doorzicht of met extinctie
 - vergelijking – modellen gefit op data van 1993-1998, 1999-2011 of 1993-2011
 - vergelijking – conventionele regressie en mixed model
 - Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels
 - Voorspellen van bedekkingsklassen
- Toepassing in Habitat: voorspelling per soort in het Markermeer

4. Kennisregels mosselen
 - Methode
 - Resultaten
 - Observaties: relaties met abiotiek
 - Verschillen grenswaarden
5. Conclusies
6. Producten
7. Aanbevelingen
8. Literatuur
9. Bijlage: Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid per soort
 - Leeswijzer van bijlagen
 - Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid per soort in modellen met doorzicht
 - Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid per soort in modellen met extinctie

1. Inleiding



- Aanleiding project:
 - Onvoldoende prestaties bestaande kennisregels:
 - Systematische overschatting van extinctie bij lage extinctie-waardes
 - Foutieve voorspellingen waterplanten (MACROMIJ rekenregels)
 - Ontbreken van rekenregels voor totaal bedekking, Sterkranswier en Quaggamosselen
 - Update kennisregels nodig voor NMIJ scenario studies
- In dit document:
 - Presentatie van nieuwe rekenregels voor lichtklimaat, waterplanten en mosselen
 - Beschrijving van gehanteerde methodiek
 - Resultaten van toepassing rekenregels met Habitat voor Markermeer
 - Conclusies en aanbevelingen

2. Kennisregels lichtklimaat – Inleiding

Noodzaak nieuwe rekenregels lichtklimaat

De huidige rekenregel, waarmee extinctie kan worden ingeschat op basis van doorzicht en zwevend stof presteert onvoldoende: lage extinctie waarden worden systematisch overschat. Dit is onwenselijk, in het bijzonder omdat lage extinctie waarden in recente jaren algemener zijn geworden in het IJsselmeergebied.

Daarom is de huidige rekenregel extinctie verbeterd, door een nieuwe vergelijking te fitten op een langere reeks meetgegevens.

Bovendien zijn er nieuwe rekenregels opgesteld waarmee extinctie en doorzicht kunnen worden voorspeld op basis van enkel zwevend stof of op basis van zwevend stof en Chlorofyl-a. Deze nieuwe rekenregels zijn bedoeld voor situaties waarin geen waarde voor doorzicht beschikbaar is, bijvoorbeeld wanneer enkel zwevend stof beschikbaar is uit slibmodel scenario's.

Aanpak

De nieuwe rekenregels zijn opgesteld door regressie-analyse uit te voeren op meetgegevens uit 1993 t/m 2012. Er is eerst gezocht naar optimale transformaties van de onafhankelijke variabelen. Daarna zijn lineaire regressiemodellen gefit.

2. Kennisregels lichtklimaat – Methode

Gebruikte gegevens

- Gegevens uit DONAR:
 - Extinctie, doorzicht, Chlorofyl-a, Zwevend stof
 - 1993 t/m 2012
 - 22 locaties verspreid over IJsselmeergebied (tabel)
- Gevallen geselecteerd met de 4 variabelen beschikbaar op zelfde dag en zelfde locatie
- Aantal observaties = 2328 in alle analyses

Station	Aantal observaties
Broekerhaven	84
De Zwaan	87
Den Oever	26
Durgerdam	6
Eemmeerdijk, kilometer 23	204
Gooimeer midden	72
Hoornse Hop	88
Houtribhoek	87
Ketelmeer west	169
Kornwerd	25
Lelystad haven	91
Marken Gouwzee	89
Markermeer midden	193
Nulderhoek	89
Pampus oost	115
Ramsdiep (kilometer 10)	83
Reve	90
Steile bank	96
Veluwemeer	228
Vrouwezand	207
Waterlandse kust	6
Wolderwijd midden	193

2. Kennisregels lichtklimaat – Methode

Statistische analyse

Modellen om extinctie te voorspellen:

- Modellen met de volgende combinaties van onafhankelijke variabelen:
 - Doorzicht en Chlorofyl-a en zwevend stof
 - Doorzicht en Chlorofyl-a
 - Chlorofyl-a en zwevend stof
 - zwevend stof
- Gezocht naar optimale transformatie van elke onafhankelijke variabele
- Opstellen rekenregel: lineaire regressie van extinctie op getransformeerde onafhankelijke variabelen

Tabel: afkortingen en eenheden van variabelen

Variabele	Afkorting	Eenheid
Chlorofyl-a	Chlfa	µg/l
Doorzicht (Secchi-diepte)	Sd	m
Extinctie	E	1/m
Zwevend stof	ZS	mg/l

2. Kennisregels lichtklimaat – Methode

Statistische analyse

Modellen om doorzicht te voorspellen:

- Modellen met de volgende combinaties van onafhankelijke variabelen:
 - Chlorofyl-a en zwevend stof
 - zwevend stof
- Gezocht naar optimale transformatie van elke onafhankelijke variabele
- Opstellen rekenregel: lineaire regressie van doorzicht op getransformeerde onafhankelijke variabelen

Tabel: afkortingen en eenheden van variabelen

Variabele	Afkorting	Eenheid
Chlorofyl-a	Chlfa	µg/l
Doorzicht	Sd	m
Extinctie	E	1/m
Zwevend stof	ZS	mg/l

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

Nieuwe rekenregels extinctie

Voorspellen van extinctie op basis van doorzicht en Chlorofyl-a en zwevend stof

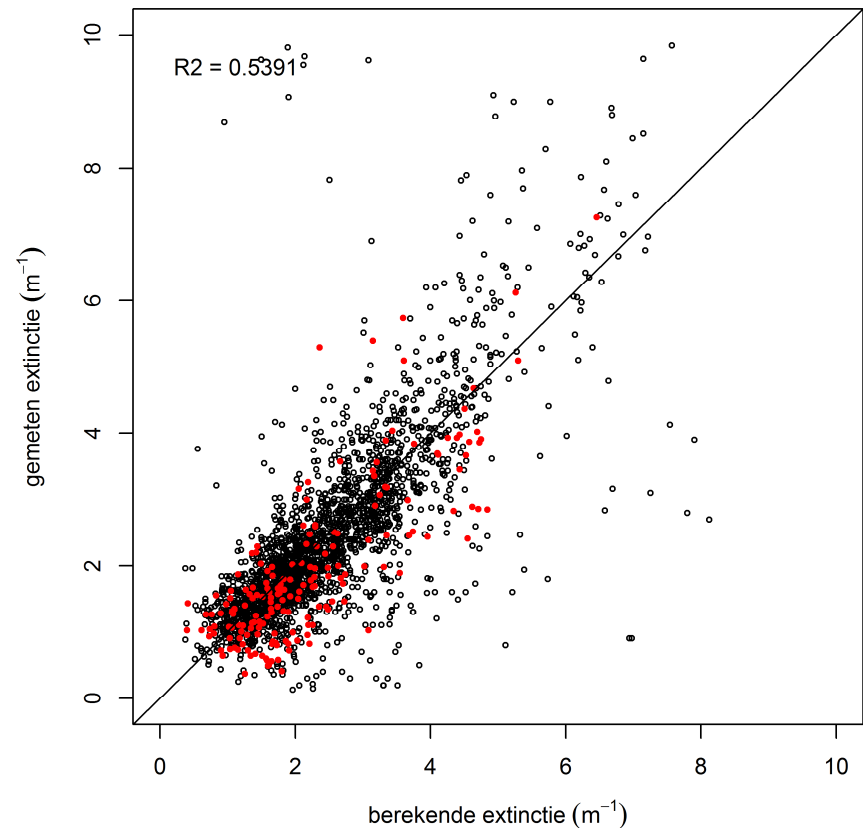
Formule:

$$E = -0.921 + 0.00772 * Chlfa + \frac{1.646}{\sqrt{Sd}} + 0.183 * \sqrt{ZS}$$

Op de 1:1 lijn: correcte voorspellingen

Spreiding rond de 1:1 lijn: voorspelling wijkt af van geobserveerde waarde

- Dit is het best fittende model, van de vier modellen voor extinctie
- Voorspelling is niet erg nauwkeurig: $R^2=0.54$



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012
Zwarte punten: observaties uit overige jaren

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

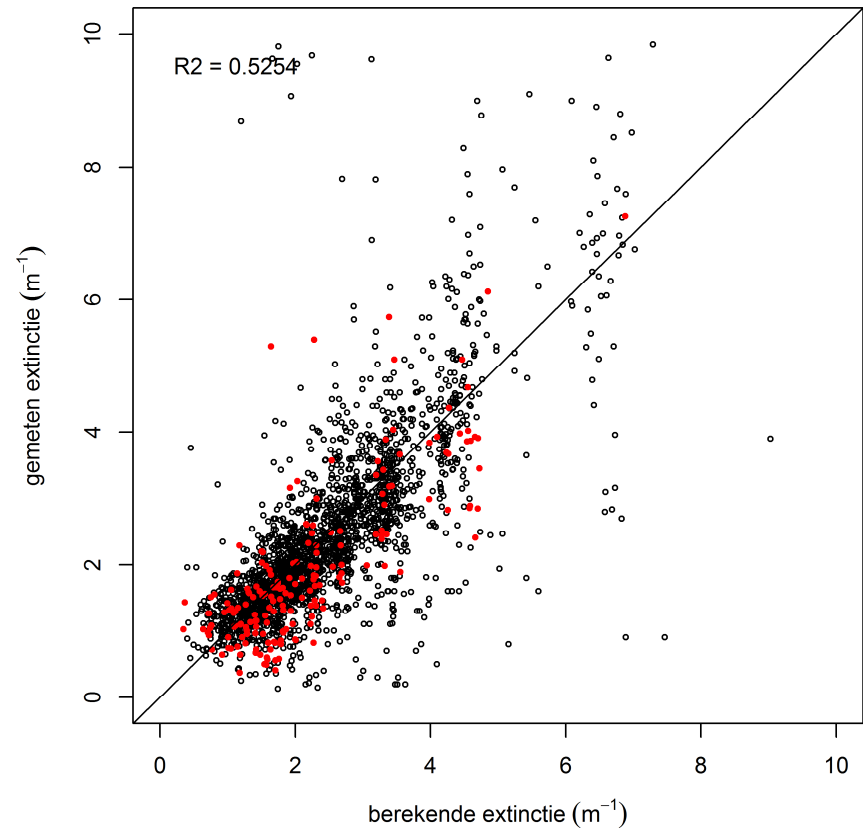
Nieuwe rekenregels extinctie

Voorspellen van extinctie op basis van
doorzicht en Chlorofyl-a

Formule:

$$E = -0.988 + 0.00888 * Chlfa + \frac{2.21}{\sqrt{Sd}}$$

- Slechts kleine afname nauwkeurigheid van de voorspelling ten opzichte van het beste model (model met doorzicht en Chlorofyl-a en zwevend stof)



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

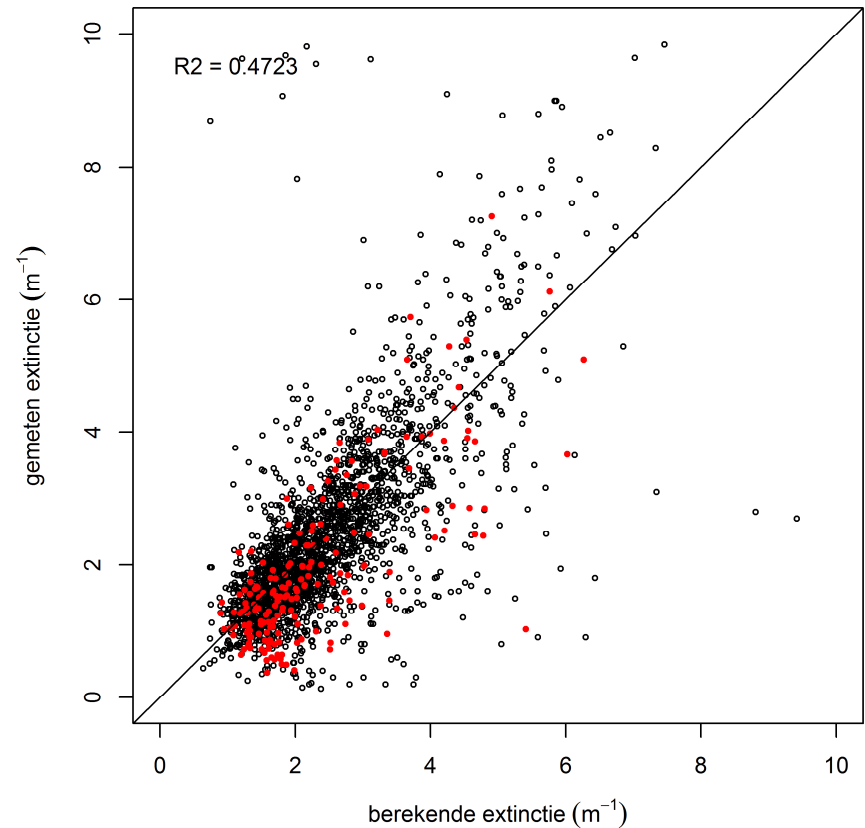
Nieuwe rekenregels extinctie

Voorspellen van extinctie op basis van zwevend stof

Formule:

$$E = 0.0228 + 0.0113 * Chlfa + 0.490 * \sqrt{ZS}$$

- Voorspelling beduidend minder nauwkeurig dan bij de modellen waarin ook doorzicht is opgenomen
- Overschatting bij lage extinctie waarden



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

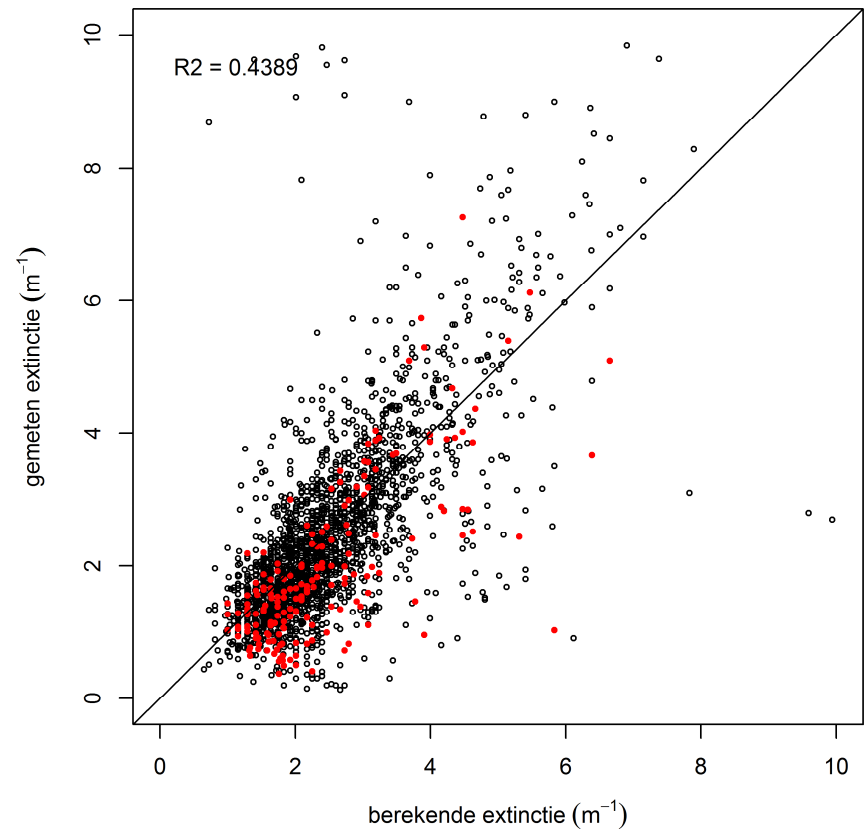
Nieuwe rekenregels extinctie

Voorspellen van extinctie op basis van Chlorofyl-a en zwevend stof

Formule:

$$E = -0.0163 + 0.585 * \sqrt{ZS}$$

- Minst nauwkeurige model
- Voorspelling minder nauwkeurig dan bij de modellen waarin ook doorzicht is opgenomen
- Overschatting bij lage extinctie waardes



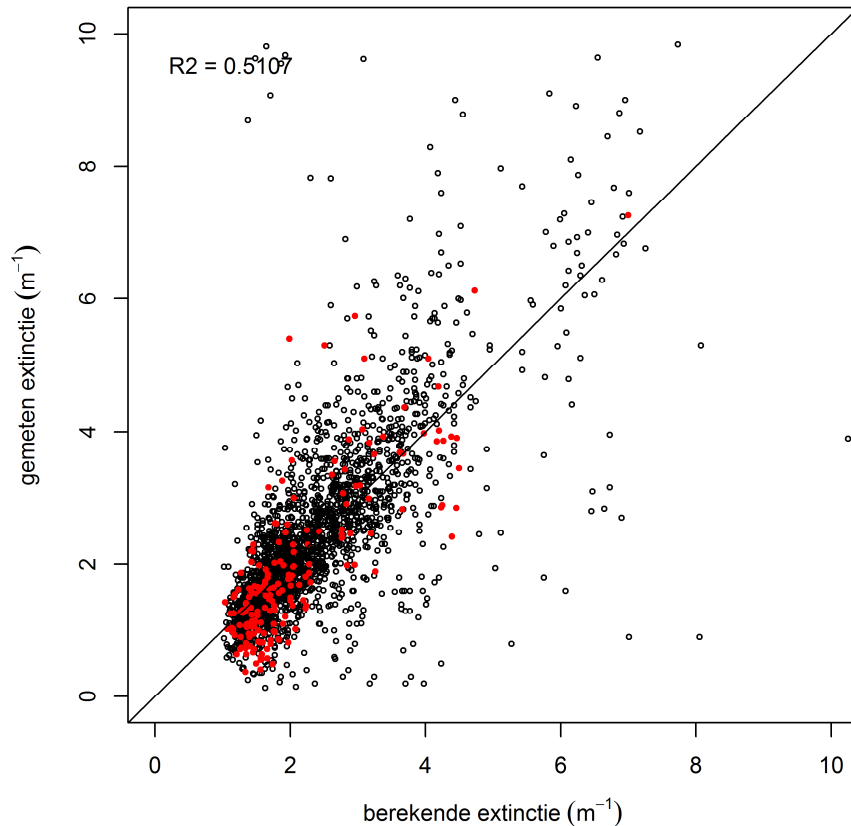
Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

Vergelijking met huidige rekenregel extinctie

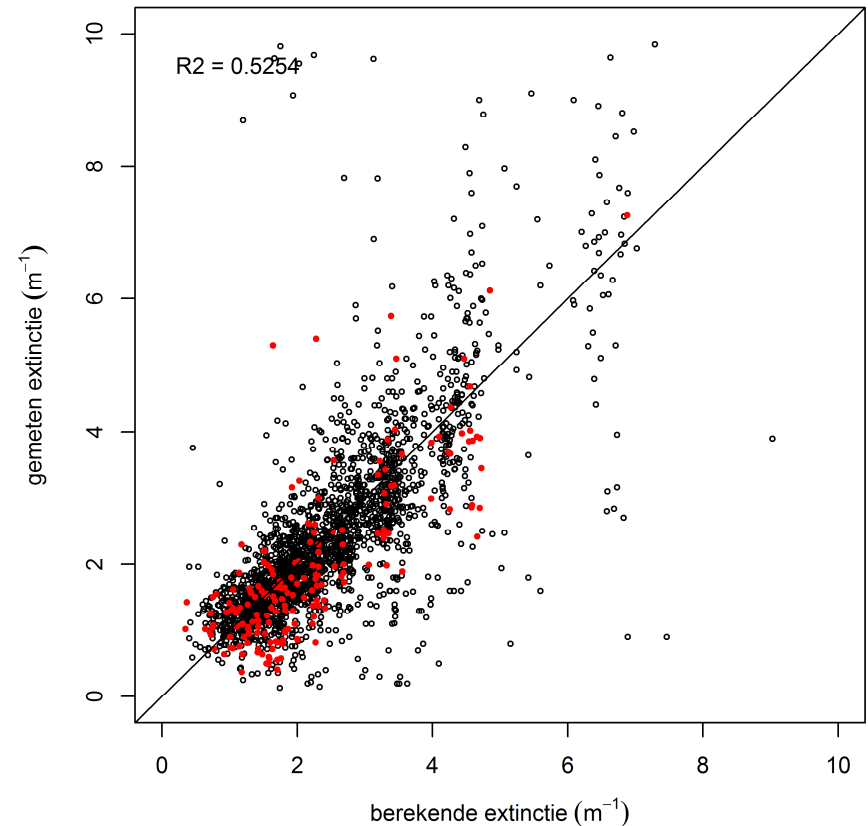
Huidige rekenregel (Scheffer, 1998)

$$E = 0.81 + 0.016 * Chlfa + \frac{0.46}{Sd}$$



Nieuwe rekenregel, op basis van Chlfa en Sd

$$E = -0.988 + 0.00888 * Chlfa + \frac{2.21}{\sqrt{Sd}}$$



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten



Vergelijking met huidige rekenregel extinctie

- Huidige rekenregel vertoont een systematische overschatting bij lage extinctie waardes
- Nieuwe rekenregel bevat wortel-getransformeerd doorzicht, waardoor een betere fit wordt bereikt.
- Met name lage extinctiewaardes worden beter voorspeld

Conclusie – rekenregels extinctie

- Voorspellingen zijn niet erg nauwkeurig. Gemeten extinctie gebruiken waar mogelijk
- Advies om de rekenregel voor extinctie op basis van doorzicht, Chlorofyl-a en zwevend stof te gebruiken
- De andere rekenregels voor extinctie alleen toepassen als niet alle onafhankelijke variabelen beschikbaar zijn

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

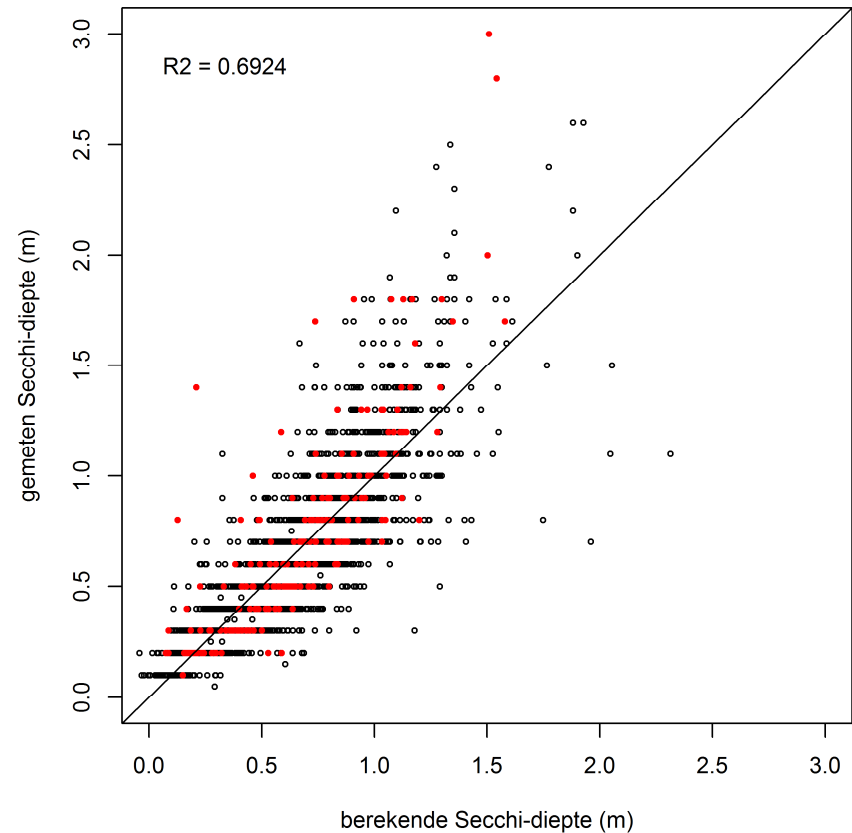
Nieuwe rekenregels doorzicht

Voorspellen van doorzicht op basis van Chlorofyll-a en zwevend stof

Formule:

$$Sd = 0.113 - 0.0664 * \ln(Chlfa) + \frac{2.63}{\sqrt{ZS}}$$

- Meest nauwkeurige van de twee modellen voor doorzicht
- Voorspelling van doorzicht is iets nauwkeuriger dan voorspelling van extinctie ($R^2=0.69$, t.o.v. $R^2=0.54$ bij extinctie)



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

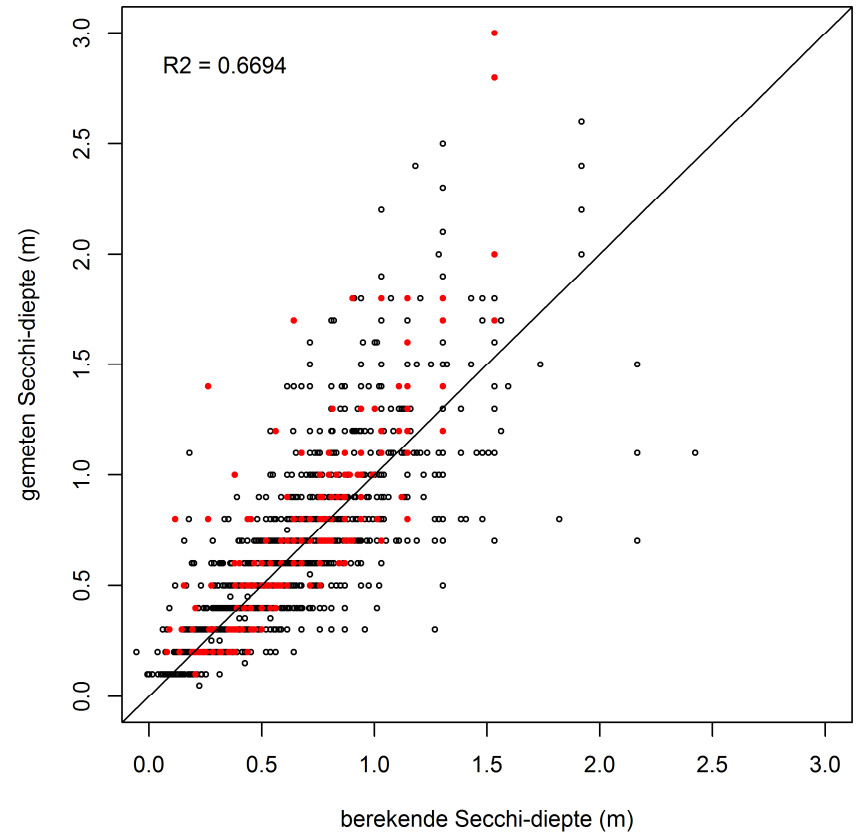
Nieuwe rekenregels doorzicht

Voorspellen van doorzicht op basis van zwevend stof

Formule:

$$sd = -0.182 + \frac{2.969}{\sqrt{ZS}}$$

- Slechts kleine afname van de nauwkeurigheid van de voorspelling t.o.v.. het model met Chlorofyl-a en extinctie
- Sterke relatie tussen doorzicht en zwevend stof: relatief hoge R^2 met slechts 1 onafhankelijke variabele



Rode punten: observaties uit 2011 en 2012

2. Kennisregels lichtklimaat – Resultaten

Conclusie – rekenregels doorzicht

- Voorspellingen zijn niet erg nauwkeurig. Gemeten doorzicht gebruiken waar mogelijk
- Rekenregels voor doorzicht voorspellen nauwkeuriger dan die voor extinctie.
- Advies om de rekenregels doorzicht toe te passen indien mogelijk.
- Onderlinge verschil tussen de twee rekenregels voor doorzicht is klein.

3. Kennisregels waterplanten – Inleiding



Noodzaak nieuwe rekenregels

- Bestaande rekenregels presteren onvoldoende onrealistische voorspellingen, zoals voorspelling van plant-aanwezigheid op het Enkhuizerzand
Bestaande rekenregels moeten daarom worden verbeterd
- Nieuwe rekenregels nodig
 - Om totale bedekking en sterkranswier te kunnen voorspellen
 - Om te kunnen voorspellen op basis van doorzicht in plaats van extinctie

Aanpak

Bij het opstellen van de nieuwe rekenregels waterplanten zijn de volgende stappen gezet:

- Waterplantgegevens geselecteerd -> dataset waarin meetrondes onderling vergelijkbaar zijn, opnamelocaties met vergelijkbare ligging in elke meetronde.
- Abiotische gegevens aan de plantopnames gekoppeld
- Bepaald over welk deel van het groeiseizoen doorzicht en extinctie moeten worden gemiddeld om de beste voorspelling van de aanwezigheid van waterplanten te behalen
- Bepaald hoe golf-effecten konden worden opgenomen in de kennisregels
- Bepaald of transformatie van onafhankelijk variabelen nodig was en transformatie toegepast
- Regressie-analyses uitgevoerd:
 - Conventionele logistische regressie – aan-/afwezigheid
 - Mixed models – logistische regressie – aan-/afwezigheid
 - Poisson regressie – bedekkingsklassen
- Beoordeling van de prestaties van de modellen door middel van validatie op nieuwe gegevens

In de volgende slides zal elk van deze stappen nader worden toegelicht.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

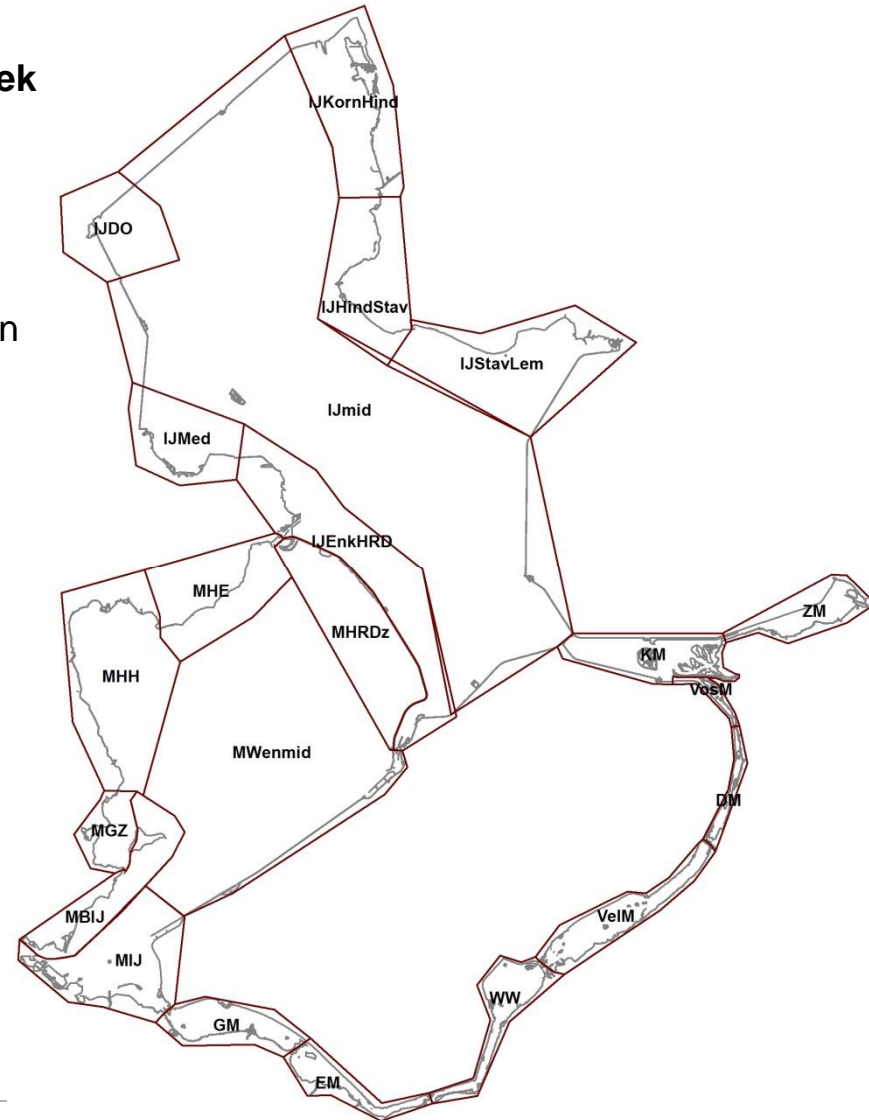
Selectie en bewerking vegetatieopnames en abiotiek

- Waterplantgegevens
 - Basis: RWS IJG vlakdekkende karteringen 1992 t/m 2011
 - Elk meer in het IJsselmeergebied werd ca. eens in de drie jaar gekarteerd (meetrondes)
 - Databewerking om opname-rondes onderling vergelijkbaar te maken binnen PhD project Bastiaan van Zuidam
 - Alleen die opnames geselecteerd waarvoor in elke andere meetronde binnen 100m afstand ook een opname beschikbaar was
 - Resultaat: binnen elk gebied even veel opnames in ieder opname-jaar
 - Bovendien vergelijkbare ligging van opnamelocaties door de jaren heen
- Abiotiek op locatieniveau
 - Waterdiepte; dieptebestand 2011
 - Bodemtype toplaag waterbodem; geologische kaart IJsselmeergebied
 - Aan opnamelocaties gekoppeld in GIS
 - Effectieve strijklengte berekend op basis van:
 - Strijklengte in 8 windrichtingen
 - Gewogen met windroos die bepaald is bij windkracht 4Bft en hoger, omdat pas bij windkracht $\geq 4\text{Bft}$ resuspensie van sediment wordt waargenomen.
 - Verwacht wordt dat golven bij windsnelheden onder 4Bft geen effecten hebben op planten.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Selectie en bewerking vegetatieopnames en abiotiek

- Abiotiek op gebiedsniveau
 - Doorzicht en extinctie uit DONAR op 22 meetlocaties verspreid over het hele IJsselmeergebied
 - Elk karteringsgebied gekoppeld met een eigen meetlocatie die binnen dat gebied ligt
 - Abiotiek van die meetlocatie gebruikt op alle plantpunten binnen het gebied



3. Kennisregels waterplanten – Methode

Selectie en bewerking vegetatieopnames en abiotiek

- De drie datatypen (waterplantgegevens, abiotiek op locatieniveau en abiotiek op gebiedsniveau) zijn elk op een andere ruimtelijke of temporele schaal gemonitord (tabel)
- De dataset heeft hierdoor een complexe structuur
- De mixed model analyses houden expliciet rekening met de verschillen in ruimtelijke en temporele schaal waarop elke variabele is gemeten

Tabel: ruimtelijke en temporele schaal waarop elke variabele gemonitord is

Datatype Variabele	Variatie tussen:		
	jaren	gebieden	opnamelocaties
Waterplantgegevens			
Aan/afwezigheid per plantensoort	Ja	Ja	Ja
Abiotiek op locatieniveau			
Diepte	Nee	Ja	Ja
Bodemtype	Nee	Ja	Ja
Effectieve strijklengte	Nee	Ja	Ja
Abiotiek op gebiedsniveau			
Doorzicht	Ja	Ja	Nee
Extinctie	Ja	Ja	Nee

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Selectie en bewerking vegetatieopnames en abiotiek

- Voor regressie: opnames geselecteerd met alle variabelen beschikbaar:
 - Waterdiepte, bodemtype, doorzicht en extinctie
- Resultaat: basis-dataset voor alle regressie analyses

Tabel: aantal observaties per gebied en per jaar

Gebied	gebiedcode	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Drontermeer	DM	239	0	0	0	239	242	238	237	0	239	0	0	239	0	0	243	0	0
Eemmeer	EM	0	804	0	0	0	0	801	0	0	798	0	0	796	0	0	796	0	0
Gooimeer	GM	0	853	0	0	0	0	850	0	0	850	0	0	852	0	0	854	0	0
IJsselmeer Den Oever	IJDO	0	0	0	0	0	0	0	0	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IJsselmeer Enkhuizen - Houtribdijk	IJEnkHRD	0	0	0	0	0	0	0	0	351	0	0	349	0	0	351	0	0	349
IJsselmeer Hindeloopen - Stavoren	IJHindStav	0	0	0	466	0	465	0	0	467	0	0	466	0	0	466	0	0	466
IJsselmeer Kornwerd - Hindeloopen	IJKornHind	0	0	0	0	1376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IJsselmeer Stavoren - Lemmer	IJStavLem	0	0	0	0	0	0	0	0	621	0	0	621	0	0	620	0	0	623
Ketelmeer	KM	346	0	0	0	0	0	346	0	0	0	0	0	344	0	0	344	0	0
Markermeer Buiten IJ	MBIJ	0	0	464	0	0	466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Markermeer Gouwzee	MGZ	0	0	0	0	1009	0	0	1004	0	0	1002	0	0	0	0	0	1009	0
Markermeer Hoorn - Enkhuizen	MHE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	0	0	194	0
Markermeer Hoornse Hop	MHH	0	0	0	0	1064	0	0	1067	0	0	0	0	0	1071	0	0	1072	0
Markermeer Houtribdijk zuid	MHRDz	0	0	0	183	0	0	0	0	184	0	0	182	0	193	0	0	184	0
Markermeer IJmeer	MIJ	0	0	501	0	0	499	0	500	0	0	499	0	0	504	0	0	503	0
Veluwemeer	VelM	900	898	899	900	890	890	887	888	0	887	0	0	893	0	0	901	0	0
Vossemeer	VosM	146	0	0	0	0	0	137	0	0	141	0	0	140	0	0	138	0	0
Wolderwijd	WW	528	536	531	529	525	530	527	525	0	526	0	0	530	0	0	526	0	0
Zwartemeer	ZM	0	790	0	0	0	0	784	0	0	787	0	0	788	0	0	791	0	0

3. Kennisregels waterplanten – Methode



Bepalen met welk seizoensgemiddelde van extinctie en doorzicht plantaanwezigheid het beste voorspeld kan worden

Doorzicht en extinctie zijn over verschillende delen van het groeiseizoen gemiddeld en er is bepaald met welk deel van het groeiseizoen de aanwezigheid van waterplanten het beste kan worden voorspeld

- Het doorzicht en de extinctie werd voor verschillende delen van het groeiseizoen gekarakteriseerd, door voor ieder jaar gemiddeldes te berekenen voor verschillende maandsets:
 1. Maart en april;
 2. Maart, april en mei;
 3. Maart, april, mei, juni en juli.
- De gemiddeldes over de eerste twee maandsets (maart, april en maart, april, mei) karakteriseren het lichtklimaat aan het begin van het groeiseizoen. Het gemiddelde over de derde maandset (maart, april, mei, juni, juli) karakteriseert lichtklimaat over gehele groeiseizoen.
- De verwachting is dat de vegetatie aan het begin van het groeiseizoen nog weinig of geen effect heeft op het lichtklimaat en dat het lichtklimaat vooral sturend zou zijn voor de kieming en eerste groei van planten. Daarom is de verwachting dat, door het lichtklimaat in het voorjaar te gebruiken als verklarende variabele, het causale mechanisme (lichtklimaat moet in eerste instantie voldoende zijn om vestiging van planten mogelijk te maken) zo goed mogelijk wordt benaderd.
- Echter, ook op de piek van het groeiseizoen zou het lichtklimaat de vegetatie kunnen beïnvloeden. Aangezien dit niet kan worden uitgesloten is ook het gemiddelde over het gehele groeiseizoen meegenomen in deze afweging.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Bepalen met welk seizoensgemiddelde van extinctie en doorzicht plantaanwezigheid het beste voorspeld kan worden

De gemiddeldes van doorzicht en extinctie over de 3 verschillende delen van het groeiseizoen (de 3 maandsets) zijn onderling vergeleken aan de hand van de deviance reductie die met elk van de gemiddeldes werd behaald in logistische regressie. De deviance reductie geeft een indicatie hoe goed de opgenomen onafhankelijke variabelen de variatie in plantaanwezigheid verklaren en is daarmee een maat voor de 'voorspel-potentie' van de opgenomen onafhankelijke variabelen.

- Verklarende kracht werd vergeleken door afzonderlijke logistische regressies uit te voeren, waarin steeds 1 van de 3 gemiddeldes werd opgenomen als verklarende variabele. Elk van deze modellen bevatte ook waterdiepte als onafhankelijke variabele.
- Vergelijking uitgevoerd voor zowel doorzicht als extinctie (6 regressies per plantensoort)
- Vergelijking uitgevoerd voor 9 verschillende plantensoorten (in totaal 54 regressies)
- Voor elke regressie bepaald hoeveel deviance reductie optreedt en percentage deviance reductie vergeleken tussen de verschillende maandset-gemiddeldes
- Conclusie:
 - Verschillen in deviance reductie tussen de maandsets zijn zeer klein
 - Maakt weinig uit over welke maanden extinctie/doorzicht wordt gemiddeld
 - Gekozen voor regressie-analyses: gemiddelde over maart, april, mei, omdat dit waarschijnlijk het causale mechanisme zo goed mogelijk wordt benaderd

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Benadering van golf-effecten – Keuze effectieve strijklengte of bodemschuifspanning

In een eerdere analyse werd aangetoond dat effectieve strijklengte een slechte voorspeller is van de aanwezigheid van *Chara* sp. in gebieden waarin golfremming optreedt op uitgestrekte ondieptes / grote voorlanden (Van Zuidam en Peeters, in prep). Door golfremming in ondieptes neemt de golfkracht af, terwijl de effectieve strijklengte toeneemt. Als er voldoende golfremming optreedt, kunnen planten ook op locaties met zeer lange strijklengte aanwezig zijn. In de voorgenoemde analyse werd wel een sterke relatie gevonden tussen bodemschuifspanning en het voorkomen van *Chara* sp. in het IJsselmeergebied (Van Zuidam en Peeters, in prep).

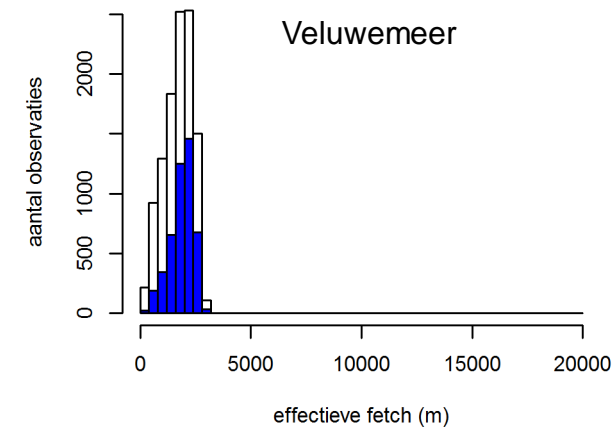
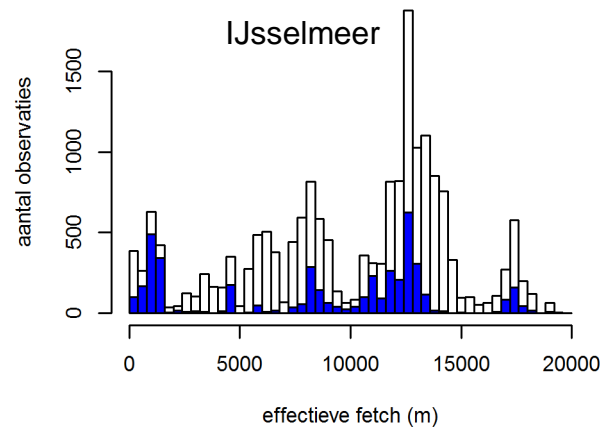
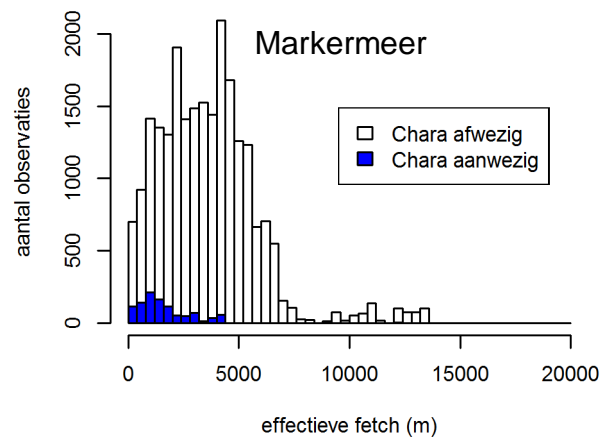
De bodemschuifspanning is de grootte die betrokken is in het causale mechanisme: bij hoge bodemschuifspanningen treedt er schade op aan zaden, kiemplanten of volwassen planten. Daarom is er een generieke relatie tussen bodemschuifspanning en kans op aanwezigheid van *Chara*, die in alle meren geldt.

- Het heeft duidelijk de voorkeur om bodemschuifspanning te gebruiken om plantaanwezigheid te voorspellen, omdat dit een generieke relatie oplevert die in alle meren gebruikt kan worden.
- Echter, deze grootte is lastig meetbaar waardoor golfmodellering nodig is waarin rekening wordt gehouden met golfremming op ondieptes.
- Dit is niet haalbaar gebleken binnen dit project, onderwerp voor nadere studie
- Binnen dit project is daarom effectieve strijklengte gebruikt
- Voor het fitten van de strijklengte respons is data geselecteerd uit gebieden waarvoor aanwijzingen zijn dat de strijklengte een redelijke voorspeller is. Dit wordt op de volgende slide toegelicht.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Benadering van golf-effecten – Selectie data voor relatie tussen aanwezigheid planten en effectieve strijklengte

- Er is verkend in welke gebieden de effectieve strijklengte bruikbaar is voor het voorspellen van de aanwezigheid van waterplanten.
- Dit is gedaan aan de hand van het histogram van de effectieve strijklengte van ieder meer afzonderlijk (figuren onderaan deze slide). Om de relatie van de kans op aanwezigheid van *Chara* sp. met de effectieve strijklengte weer te geven, is het aantal observaties waarin *Chara* sp. aanwezig was weergegeven met blauwe staven.



3. Kennisregels waterplanten – Methode

Benadering van golf-effecten – Selectie data voor relatie tussen aanwezigheid planten en effectieve strijklengte

- Alleen in Markermeer is een logische relatie gevonden: afname van aandeel aanwezigheid met toenemende effectieve strijklengte
- Geen logisch patroon in het IJsselmeer, als gevolg van golfremming op het uitgestrekte voorland
- In Veluwerandmeren:
 - Geen logische relatie: lichte toename van aandeel aanwezigheid met toenemende strijklengte. Mogelijk speelt golfremming op de ondieptes hier ook een rol.
 - Strijklengtes te kort om relevant te zijn (vergelijking met Markermeer)

Alleen in het Markermeer werd een logische respons op strijklengte waargenomen

- Daarom is de relatie tussen de kans op aanwezigheid van planten en de effectieve strijklengte in de rekenregels alleen op het Markermeer gefit:
 - IJsselmeer uit dataset verwijderd
 - Strijklengte in de randmeren gelijkgesteld aan gemiddelde van de randmeren. Hierdoor heeft de irrelevante strijklengtevariatie binnen de randmeren geen effect op de strijklengte-relatie
 - Bij de validatie zijn de oorspronkelijke effectieve strijklengtes gebruikt.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Regressie-analyse – Conventionele logistische regressie

Gecontroleerd of transformatie van abiotische variabelen nodig was

- Criterium: logit-odds plantaanwezigheid moet lineair reageren op individuele abiotische variabele (Hosmer en Lemeshow, 2000)
- Op basis van figuren van aandeel aanwezigheid tegen individuele abiotische variabelen
- Veel soorten vertonen optimum waterdiepte -> Kwadratische term voor waterdiepte

Logistische regressie toegepast om rekenregels op te stellen

- Aan-/afwezigheid van 10 soorten als respons:

Naam soort / soortsgroep:	Afkorting (in figuren resultaten)
• <i>Alisma gramineum</i>	Alisgram
• <i>Chara</i> sp.	Chara_sp
• Draadwieren	filam_algae
• <i>Nitellopsis obtusa</i>	Nitelobt
• <i>Myriophyllum spicatum</i>	Myriospic
• <i>Potamogeton pectinatus</i>	Potapect
• <i>Potamogeton perfoliatus</i>	Potaperf
• <i>Potamogeton pusillus</i>	Potapus
• totale bedekking	tot_cover
• <i>Zannichellia</i> sp.	Zanni_sp

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Regressie-analyse – Conventionele logistische regressie – aan-/afwezigheid

- Logistische regressie-vergelijking heeft de volgende vorm (Hosmer en Lemeshow, 2000):
 - $kans\ aanwezigheid = \frac{e^z}{1+e^z}$,
 - waarin z de lineaire predictor is met de vorm $z = a + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_n * x_n$
- Regressiemodellen in twee vormen:
 1. Model dat extinctie (E) bevat, met lineaire predictor:
 $z = a + b_1 * diepte + b_2 * diepte^2 + b_3 * E + b_4 * E * diepte + b_5 * strijklengte_{eff}$
 2. Model dat doorzicht (Sd), met lineaire predictor:
 $z = a + b_1 * diepte + b_2 * diepte^2 + b_3 * Sd + b_4 * Sd * diepte + b_5 * strijklengte_{eff}$
- Lichtbeschikbaarheid beschreven door interactieterm ($E * diepte$ of $Sd * diepte$)
 - Interactieterm geeft aan dat het effect van diepte afhangt van (gemoduleerd wordt door) de extinctie of het doorzicht
 - $E * diepte = -\ln(\%licht\ op\ de\ bodem)$
- Directe effect van extinctie of doorzicht ($b_3 * E$ of $b_3 * Sd$) kon afvallen in een backward selection stap, o.b.v.. BIC (Schwarz 1978)
- Variabele voor bodemsamenstelling alleen bij *Nitellopsis obtusa* aangeboden:
 - Geeft aan of de toplaag uit klei bestaat
 - Variabele is 1 bij lutumgehalte $\geq 30\%$ (lichte klei 8 en zware klei 9)

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Regressie-analyse – Conventionele logistische regressie – aan-/afwezigheid

- Bij de aanvang van het project bestond de verwachting dat de relatie tussen de abiotiek en de kans op voorkomen van waterplanten is veranderd in de loop van de gemonitorde jaren, omdat:
 - Er zijn anekdotische aanwijzingen dat, in het eerste deel van de tijdreeks (ca. tot 1998) het water boven waterplantvelden helder was, maar in de vaargeul troebel bleef. In het laatste deel van de tijdreeks (ca. vanaf 1999) zou de vaargeul ook helder zijn geworden. Dit zou er toe geleid kunnen dat de doorzicht en extinctiemetingen in de vaargeul vóór 1998 geen goede indicatoren waren voor het lichtklimaat in de potentiële waterplantgebieden, maar dat sinds 1999 wel geworden zijn.
 - De successie van de vegetatie vergt tijd. Hierdoor is het mogelijk dat bepaalde soorten in het eerste deel van de tijdreeks afwezig bleven terwijl de abiotische condities wel geschikt waren voor deze soorten.
- Om deze redenen zijn regressiemodellen getraind op 3 verschillende periodes:
 - Eerste deel tijdreeks: 1993 t/m 1998
 - Laatste deel tijdreeks: 1999 t/m 2011
 - Hele tijdreeks: 1993 t/m 2011
- De modellen die getraind zijn op de verschillende periodes zijn onderling vergeleken om te bepalen welk model het beste voorspelt.

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Regressie-analyse - Mixed models – logistische regressie

- Mixed models zijn nodig als de waarnemingen niet onafhankelijk van elkaar zijn, bijvoorbeeld als de waarnemingen een hiërarchisch geclusterde structuur hebben (Zuur *et al.*, 2009)
- Mixed model houdt expliciet rekening met gelijkheid van de respons binnen de clusters, in dit geval de karteringsgebieden (ruimtelijke autocorrelatie)
- Mixed model gaat correct om met extinctie/doorzicht metingen op gebiedsniveau
 - De gemiddelde kans op vòorkomen per gebied wordt verklaard met extinctie of doorzicht van het gebied
 - Op locatie-niveau wordt variatie verklaard met waterdiepte en effectieve strijklengte
- Mixed models toegepast (Naast conventionele logistische regressie):
 - Structuur van de dataset opgegeven in de regressie: hiërarchische clustering van opname locaties binnen gebieden
 - Random intercept modellen gefit (Zuur *et al.*, 2009)
 - Lineaire predictor in de mixed models had dezelfde vorm als die van de conventionele logistische regressie modellen (zelfde vorm, maar niet dezelfde waarden voor de coëfficiënten)
 - Getraind op hele tijdreeks (1993-2011)
- De mixed models bevatten een gebiedspecifiek intercept in de vergelijking (de random intercepts)

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Regressie-analyse – Poisson regressie – bedekkingsklassen

Vooraf hoge bedekkingsklassen leiden tot overlast. Daarom is verkend of het mogelijk is om rekenregels op te stellen waarmee de bedekkingsklasse voorspeld kan worden.

- Gekozen voor Poisson regressie. Deze techniek is ontwikkeld voor de analyse van tellingsdata: gehele getallen ≥ 0 (MacCullagh en Nelder, 1989). Met dit type regressie worden nooit waarden lager dan nul voorspeld. Dit is passend bij het voorspellen van bedekkingsklassen.
- Poisson regressie vergelijking (MacCullagh en Nelder, 1989):
 - Verwachte waarde: $E(Y|x) = e^{a+b_1*x_1+b_2*x_2+\dots+b_n*x_n}$
 - Voorspelde bedekkingsklasse = verwachte waarde, afgerond naar 0 decimalen.
- Poisson regressie gefit voor totale bedekking, op de originele bedekkingsklassen: 0 t/m 7
 - Opgenomen onafhankelijke variabelen:
Waterdiepte en waterdiepte², effectieve fetch, extinctie, waterdiepte * extinctie
- Resultaat weergegeven door de voorspelde waarde (verwachte waarde) uit te zetten tegen de waargenomen bedekkingsklasse
- Ter vergelijking ook een figuur gemaakt van de voorspelde kans op aanwezigheid uit het conventionele logistische regressie model, uitgezet tegen de waargenomen bedekkingsklasse

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Beoordeling voorspellingprestatie van logistische regressie modellen (validatie)

Prestaties van regressiemodellen beoordeeld met:

- Validatie op nieuwe data
 - Validatie-data apart gezet: niet op getraind
 - Twee validatiesets:
 - Eerste meetronde: eerste bezoek van elk gebied in de dataset (zie tabel)
 - Laatste meetronde: laatste bezoek van elk gebied in de dataset (zie tabel)
 - Per gebied: de helft van de eerste meetronde en de helft van de laatste meetronde random geselecteerd voor validatie

Tabel: jaar per gebied van de eerste en laatste meetronde die aanwezig is in de dataset

Gebied	Eerste meetronde	Laatste meetronde
Drontermeer	1993	2009
Eemmeer	1994	2009
Gooimeer	1994	2009
Ketelmeer	1994	2009
Markermeer Buiten IJ	1995	1999
Markermeer Gouwzee	1998	2010
Markermeer Hoorn - Enkhuizen	2007	2010
Markermeer Hoornse Hop	1998	2010
Markermeer Houtribdijk zuid	1996	2010
Markermeer IJmeer	1995	2010
Veluwemeer	1993	2009
Vossemeer	1993	2009
Wolderwijd	1993	2009
Zwartemeer	1994	2009

3. Kennisregels waterplanten – Methode

Beoordeling voorspellingprestatie van logistische regressie modellen (validatie)

Prestaties van regressiemodellen beoordeeld met:

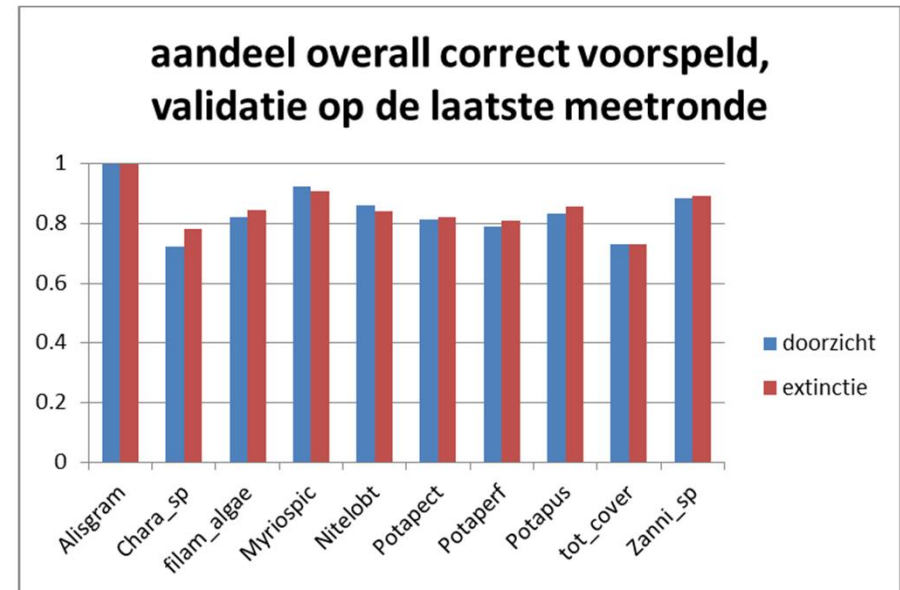
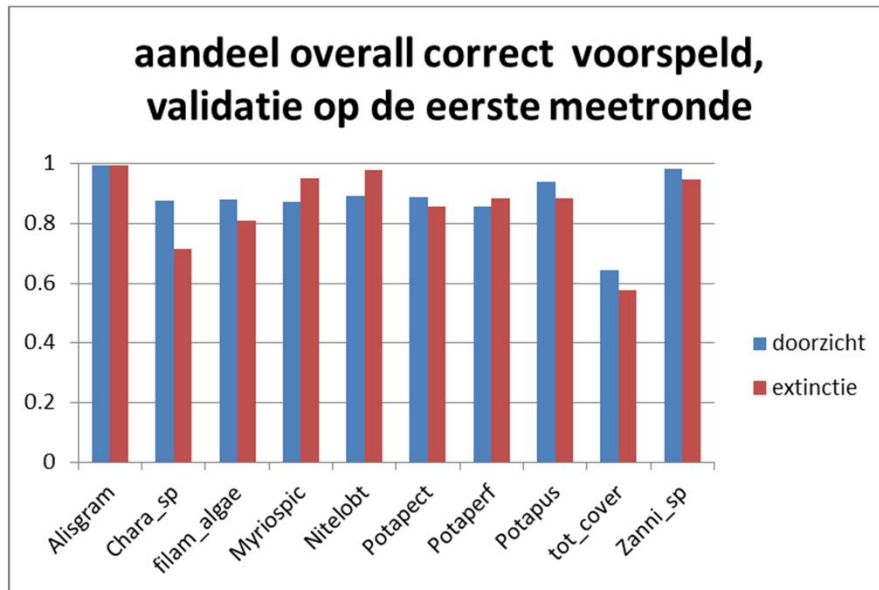
- Validatie op nieuwe data
 - Op basis van de kans op aanwezigheid die door de regressievergelijking werd voorspeld, werd elk geval geclassificeerd als aan- of afwezig:
 - voorspelling is “aanwezigheid” als de kans op aanwezigheid hoger is dan de drempelwaarde
 - voorspelling is “afwezigheid” als de kans op aanwezigheid lager is dan de drempelwaarde.
 - Bij de classificatie werd een drempelwaarde gehanteerd waarbij de regressievergelijking evenveel gevallen van aanwezigheid voorspelde als het aantal geobserveerde gevallen van aanwezigheid in de trainingsdataset
 - Na de classificatie van de voorspelling werden kentallen berekend:
 - aandeel true positives: deel van de observaties met aanwezigheid waarvoor aanwezigheid wordt voorspeld
 - aandeel true negatives: deel van observaties met afwezigheid waarvoor afwezigheid wordt voorspeld
 - aandeel correct overall: deel van alle observaties die correct worden geclassificeerd

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten

Vergelijking – afzonderlijke modellen op basis van doorzicht of extinctie

- Figuren tonen de resultaten voor conventionele logistische regressie, getraind op 1993 t/m 2011. Resultaten voor de modellen getraind op de andere twee periodes zijn vergelijkbaar.
- Modellen op basis van doorzicht en op basis van extinctie zijn beide bruikbaar: voorspellingen op basis van doorzicht en op basis van extinctie zijn ongeveer even goed
- Opvallend hoge aandeel correcte voorspelling voor *Alisma gramineum* is het gevolg van de lage frequentie van deze soort: aanwezig in 0.3% van alle observaties. Er wordt bij 100% correct voorspeld door altijd afwezigheid te voorspellen.

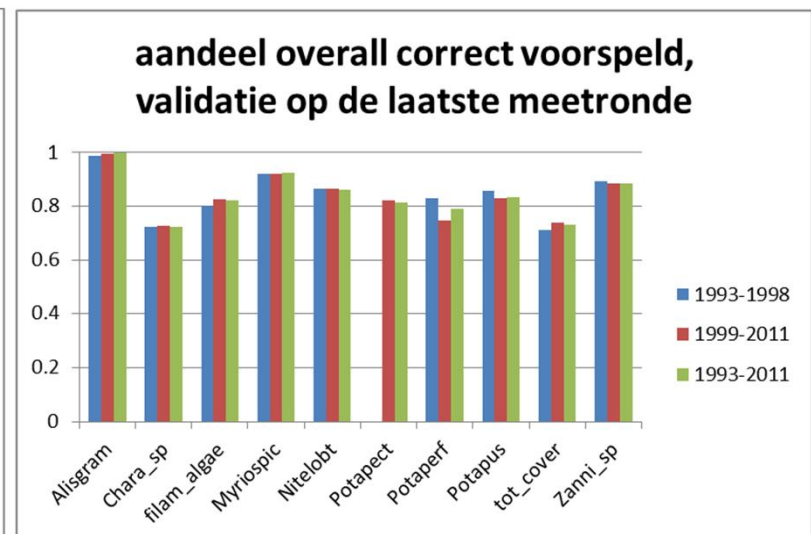
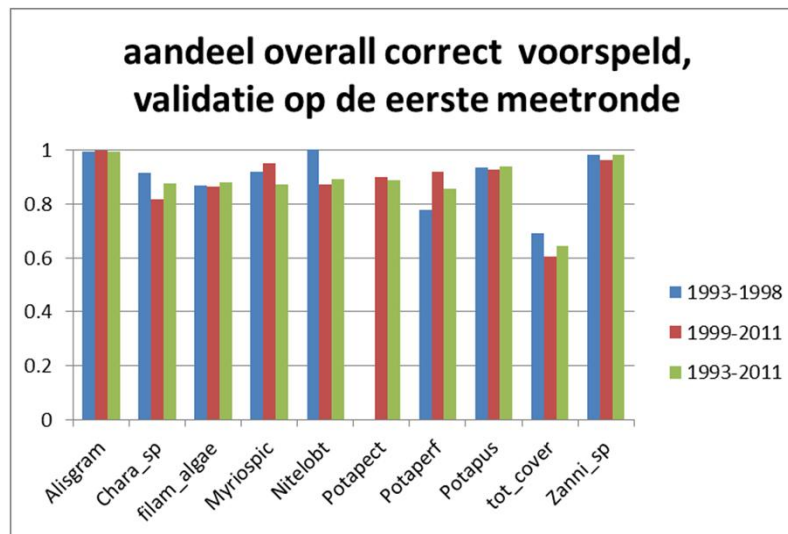


3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten

Vergelijking – modellen op basis van doorzicht gefit op data uit 1993-1998, 1999-2011 of 1993-2011

- Figuren tonen de resultaten voor de voorspelling op basis van doorzicht, met conventionele logistische regressie
- Verschillen in kwaliteit van de voorspelling tussen de modellen getraind op de verschillende periodes zijn klein.
- Voor de modellen op basis van doorzicht is geen aanleiding gevonden om af te wijken van de modellen die getraind zijn op de hele meetreeks (1993-2011)

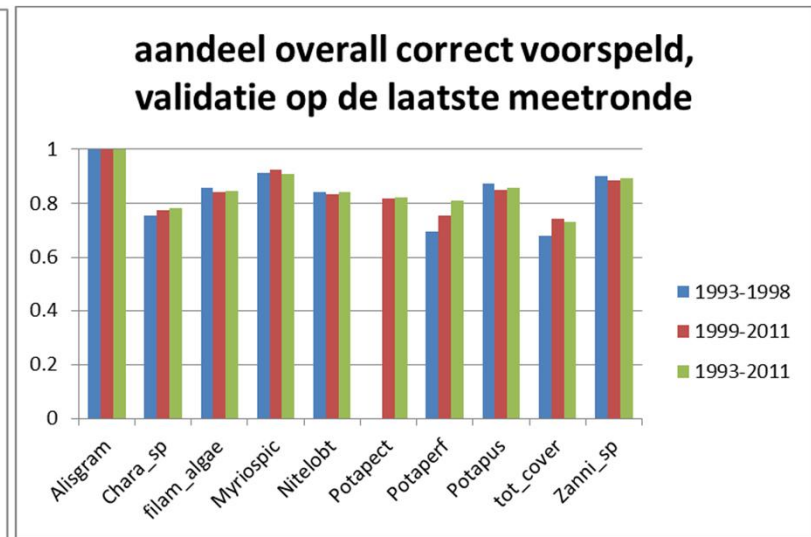
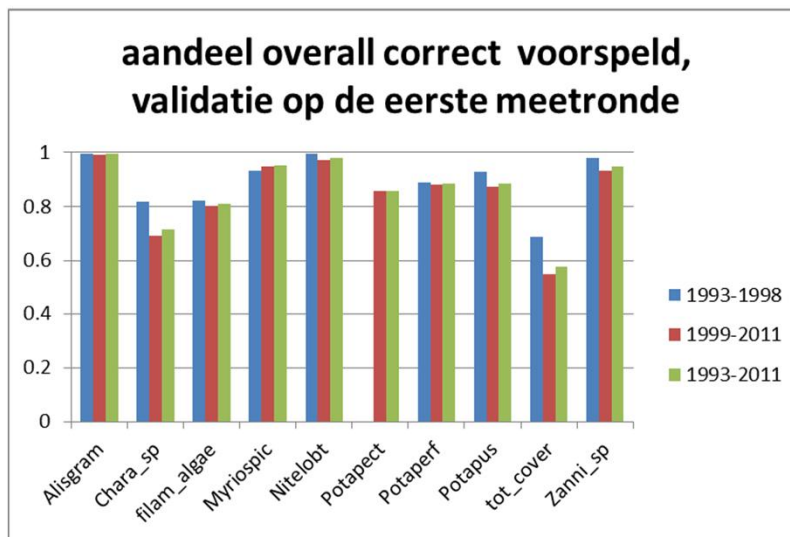


3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten

Vergelijking – modellen op basis van extinctie gefit op data uit 1993-1998, 1999-2011 of 1993-2011

- Figuren tonen de resultaten voor de voorspelling op basis van extinctie, met conventionele logistische regressie
- Verschillen in kwaliteit van de voorspelling tussen de modellen getraind op de verschillende periodes zijn klein.
- De modellen die getraind zijn op 1993-1998 lijken voor de 1^e meetronde gemiddeld genomen wat beter te voorspellen dan de modellen getraind op de andere twee periodes. Voor de laatste meetronde voorspellen de modellen getraind op 1993-1998 slechter dan de andere modellen.
- Ook voor de modellen op basis van extinctie is geen aanleiding gevonden om af te wijken van de modellen die getraind zijn op de hele meetreeks (1993-2011)



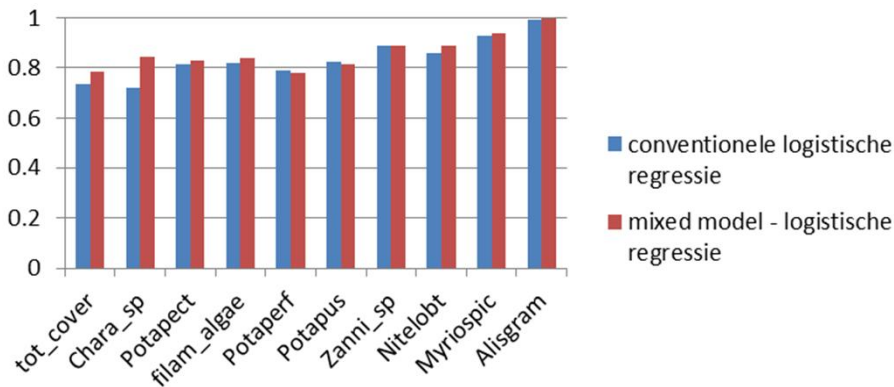
3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten

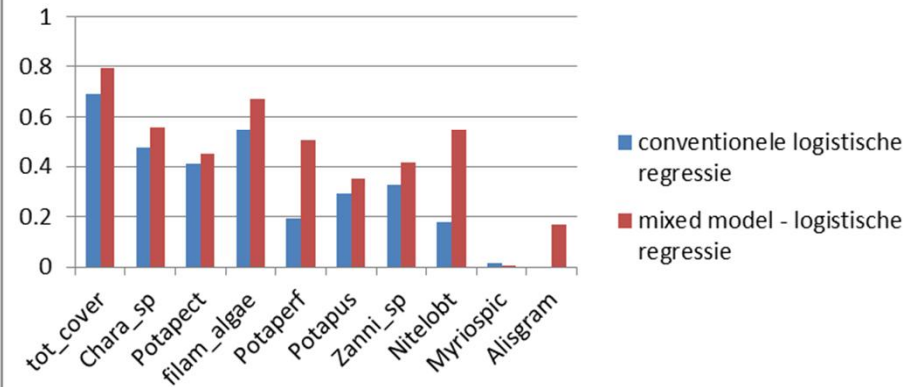
Vergelijking – conventionele regressie en mixed modellen op basis van doorzicht

- Figuren tonen resultaten van conventionele en mixed modellen op basis van doorzicht, getraind op 1992-2011 en gevalideerd op de laatste meetronde. De resultaten van de validatie op de eerste meetronde laten hetzelfde patroon zien
- Mixed modellen voorspellen beter dan de conventionele regressie modellen
- De verschillen in overall correcte voorspelling zijn klein, maar het mixed model voorspelt de gevallen waar aanwezigheid is geobserveerd aanzienlijk beter (rechter figuur)

Aandeel overall correct voorspeld, validatie op de laatste meetronde



Aandeel true positives, validatie op de laatste meetronde



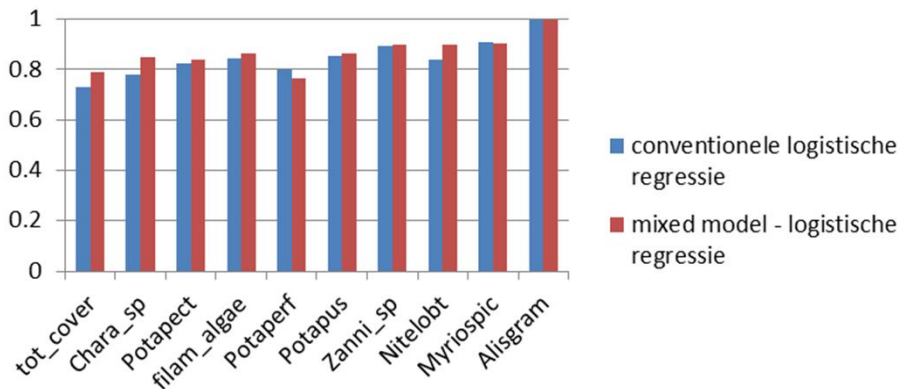
3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Prestaties rekenregels voor aan-/afwezigheid waterplanten

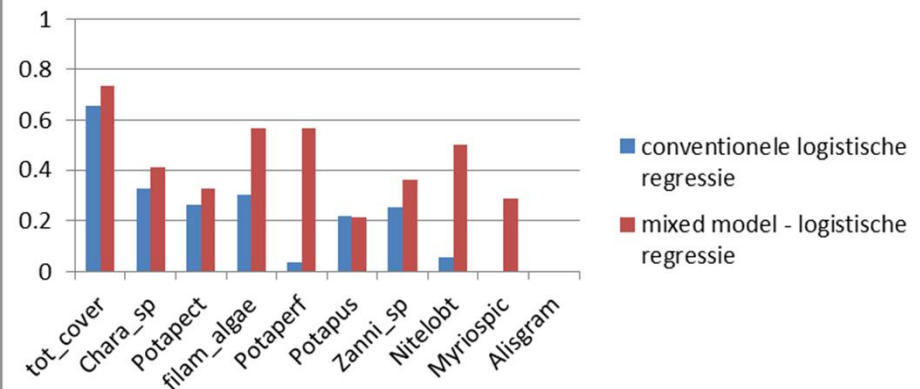
Vergelijking – conventionele regressie en mixed modellen op basis van extinctie

- Figuren tonen resultaten van conventionele en mixed modellen op basis van extinctie, getraind op 1992-2011 en gevalideerd op de laatste meetronde. De resultaten van de validatie op de eerste meetronde laten hetzelfde patroon zien
- Mixed modellen voorspellen beter dan de conventionele regressie modellen
- De verschillen in overall correcte voorspelling zijn klein, maar het mixed model voorspelt de gevallen waar aanwezigheid is geobserveerd aanzienlijk beter (rechter figuur).
- Daarom wordt geadviseerd om de mixed modellen te gebruiken om waterplantvoorkomen te voorspellen

Aandeel overall correct voorspeld, validatie op de laatste meetronde



Aandeel true positives, validatie op de laatste meetronde



3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

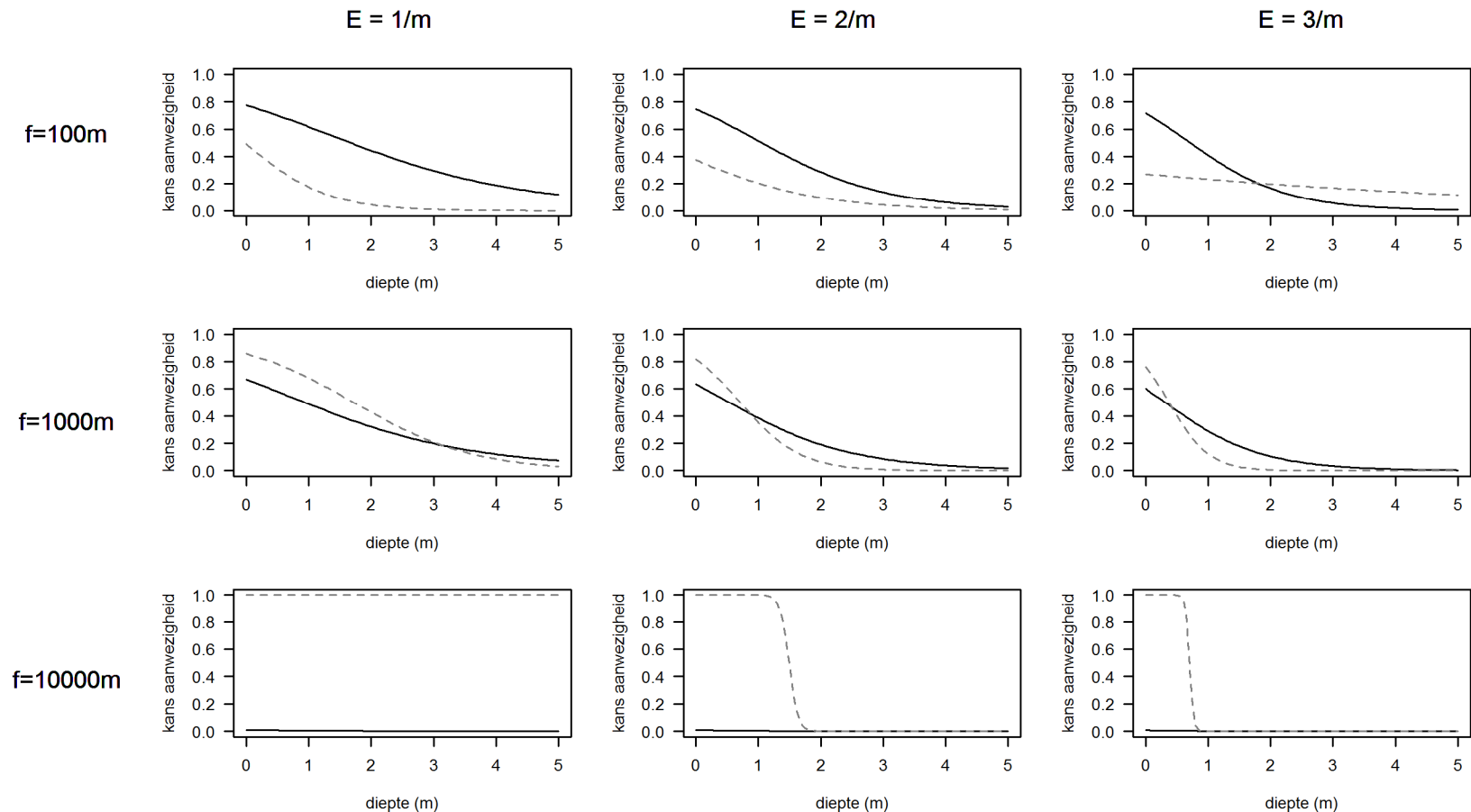
Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels

- Op de volgende slides worden figuren gepresenteerd die de relatie tussen individuele abiotische variabelen en de kans op aanwezigheid volgens de rekenregel weergeven. De getoonde respons curves gelden voor de conventionele logistische regressies, die getraind zijn op 1993 t/m 2011 (zie de bijlages voor een compleet overzicht van de resultaten).
- In de volgende slides worden, ter illustratie, alleen de respons curves van Chara sp. getoond. In de bijlage zijn de response curves van elk van de 10 soorten opgenomen, zowel voor de modellen met doorzicht, als voor de modellen met extinctie.
- In deze figuren staat de voorspelde kans op voorkomen (y-as) uitgezet tegen de variabele van interesse (x-as). Elke figuur bestaat uit 9 panelen. Langs de rijen en kolommen van deze panelen worden de andere twee, in de regressie vergelijking aanwezige, onafhankelijke variabelen gevarieerd. In de rij- en kolomtitels zijn de volgende afkorting gehanteerd:
 - E: extinctie in 1/m
 - f: effectieve strijklengte in m
 - d: waterdiepte in m
- Ter vergelijking is, in de figuren van het model met extinctie, de voorspelde kans op voorkomen volgens de huidige MACROMIJ rekenregel weergegeven als een grijze onderbroken lijn.
- De responscurves voor de mixed models zijn niet weergegeven. De responscurves van de mixed models laten dezelfde patronen zien als de curves van de conventionele logistische regressiemodellen.

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels

- Relatie tussen diepte en kans op aanwezigheid *Chara* sp. (uit model met extinctie)

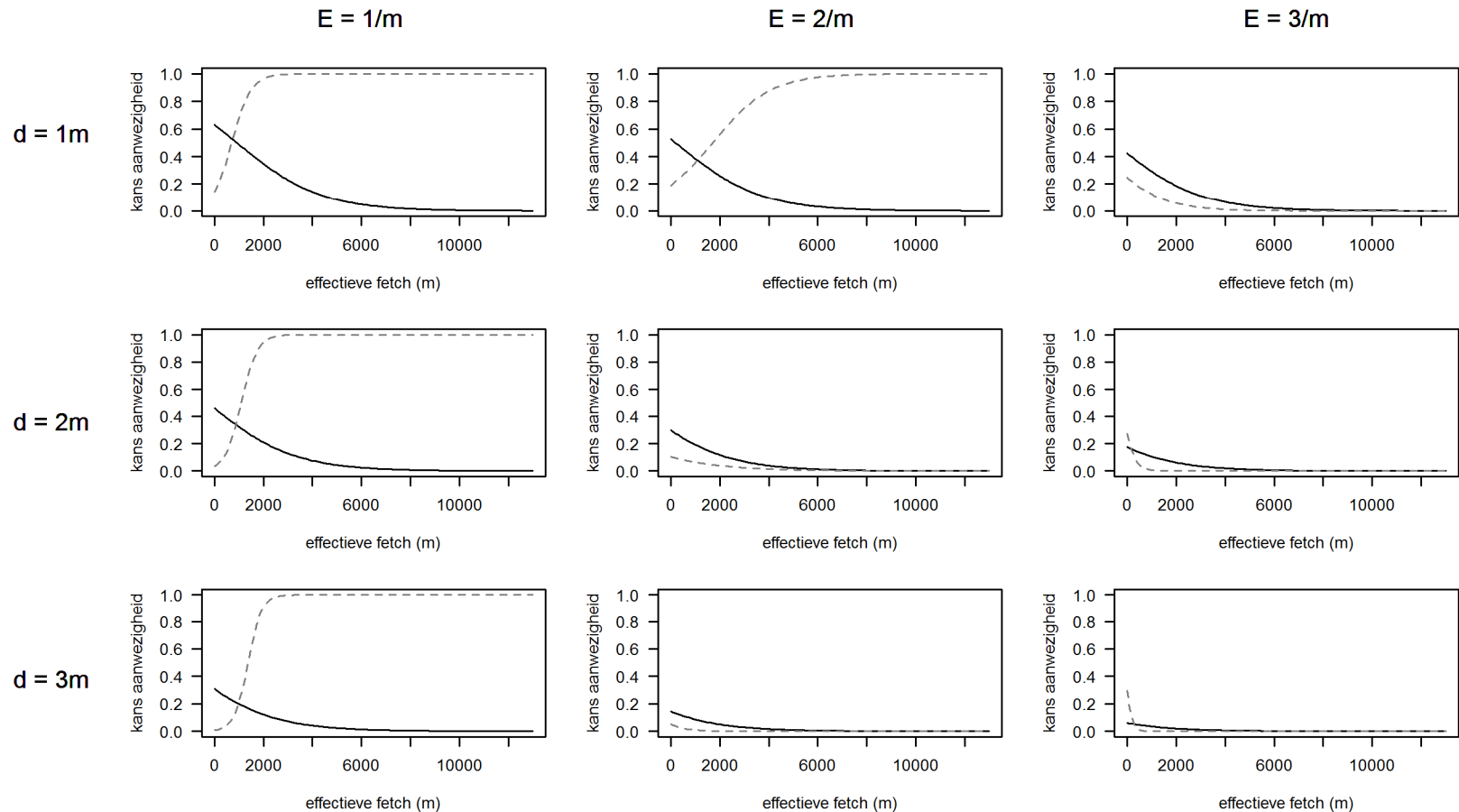


Zwarte lijn: nieuwe rekenregel, grijze onderbroken lijn: Macromij

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels

- Relatie tussen effectieve strijklengte en kans op aanwezigheid *Chara* sp. (model met extinctie)

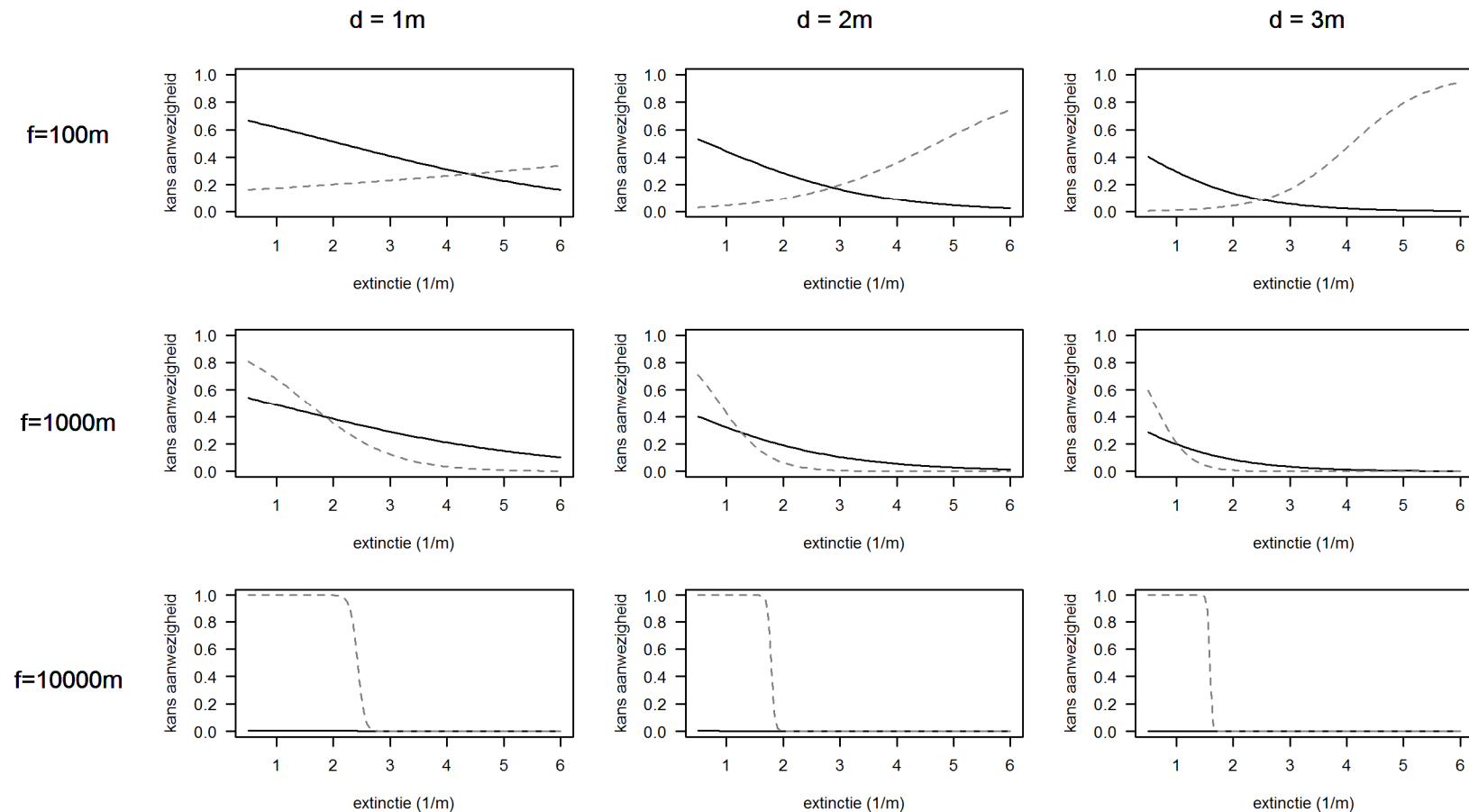


Zwarte lijn: nieuwe rekenregel, grijze onderbroken lijn: Macromij

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels

- Relatie tussen extinctie en kans op aanwezigheid *Chara* sp. (uit model met extinctie)

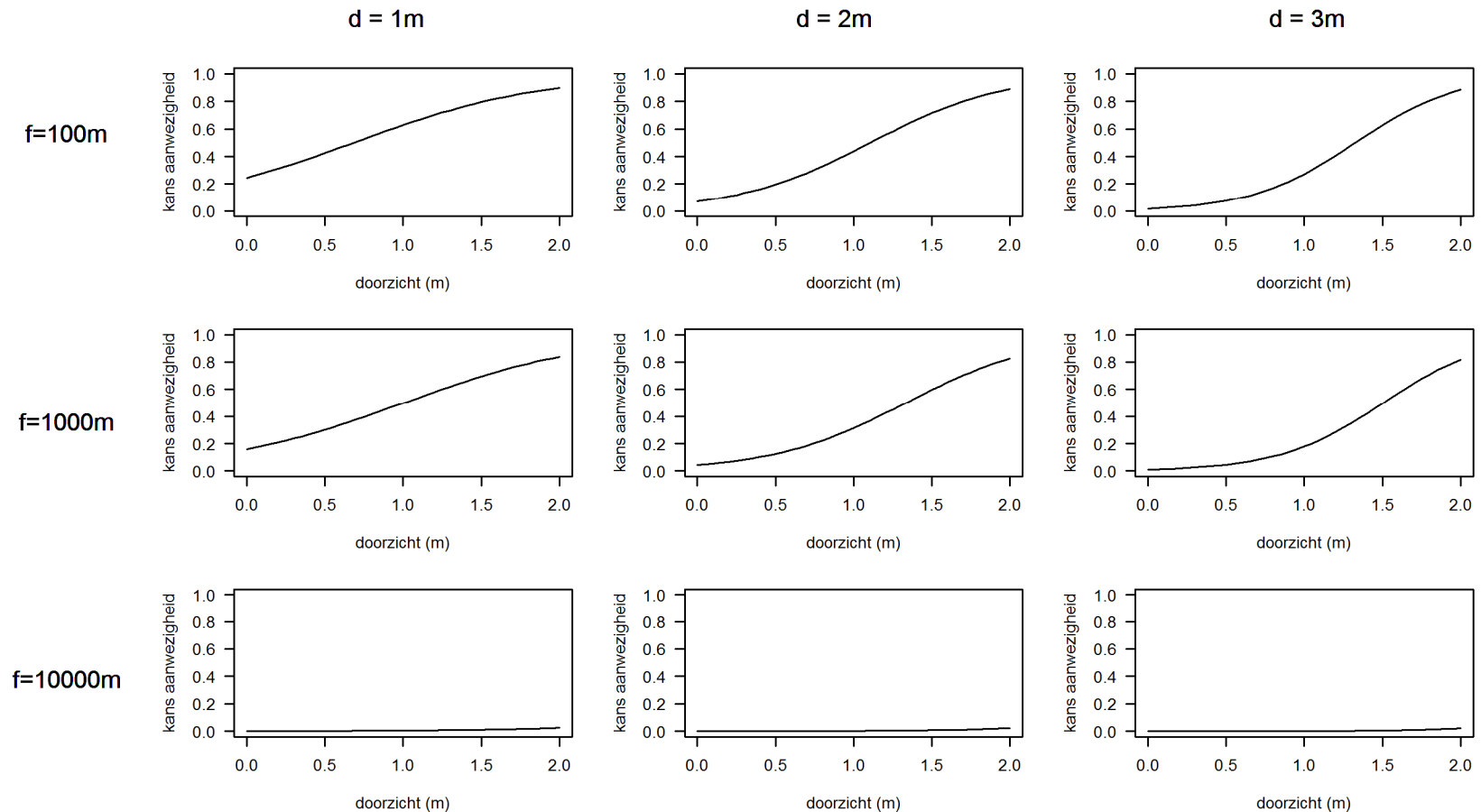


Zwarte lijn: nieuwe rekenregel, grijze onderbroken lijn: Macromij

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Relaties tussen abiotiek en kans op aanwezigheid in rekenregels

- Relatie tussen doorzicht en kans op aanwezigheid *Chara* sp. (uit model met doorzicht)

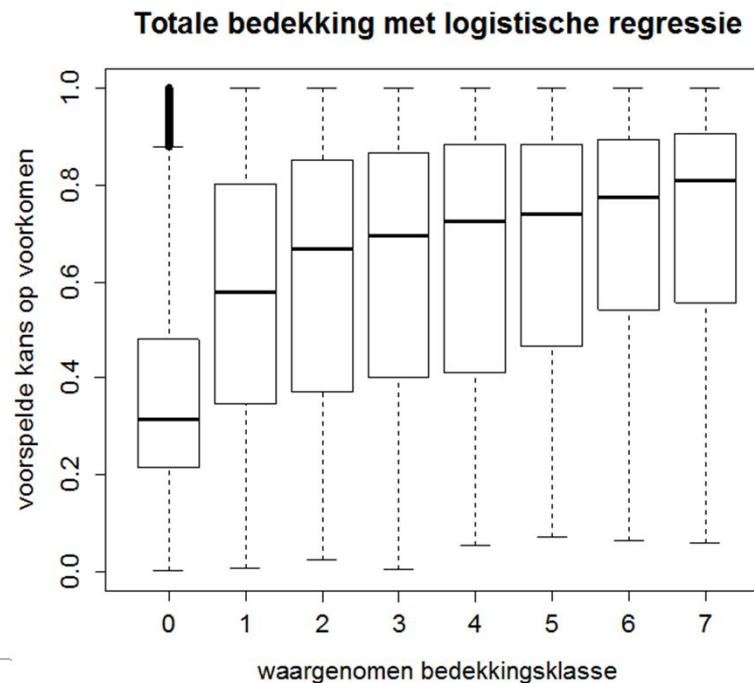


Zwarte lijn: nieuwe rekenregel

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Voorspellen van bedekkingsklassen

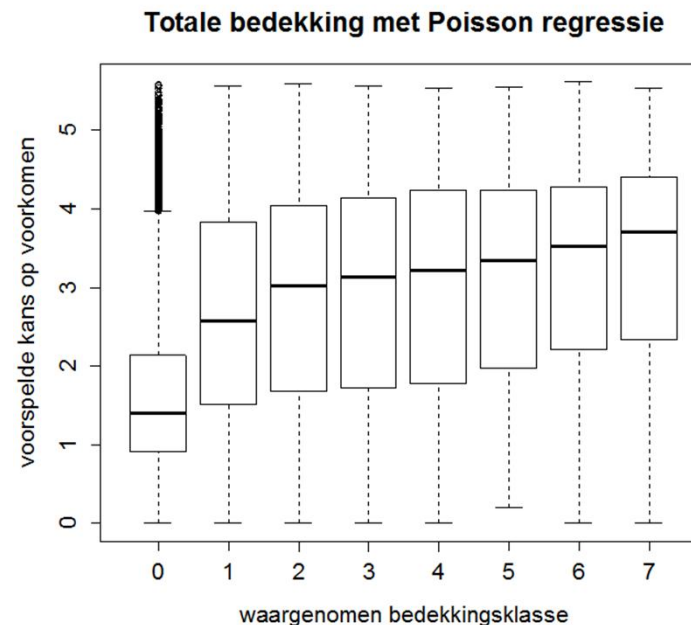
- Logistische regressie niet geschikt voor het voorspellen van bedekkingsklassen: de waargenomen bedekkingsklasse kan niet worden afgeleid uit de voorspelde kans op aanwezigheid volgens de logistische regressievergelijking
 - Geen verschil in voorspelde kans tussen klassen >0
 - Klasse 0 wordt wel onderscheiden van klassen >0



3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

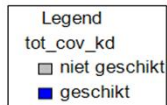
Voorspellen van bedekkingsklassen

- Poisson regressie: slecht / geen onderscheid tussen de bedekkingsklassen 1 t/m 7
- Het is niet mogelijk om met voldoende betrouwbaarheid de bedekking in 8 klassen te voorspellen
- Mogelijke oplossing: voorspellen van minder bedekkingsklassen (bijvoorbeeld 3 klassen; de voorspellende kracht blijft dan waarschijnlijk echter gering)



3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Kaartbeeld – voorspelling van totale bedekking

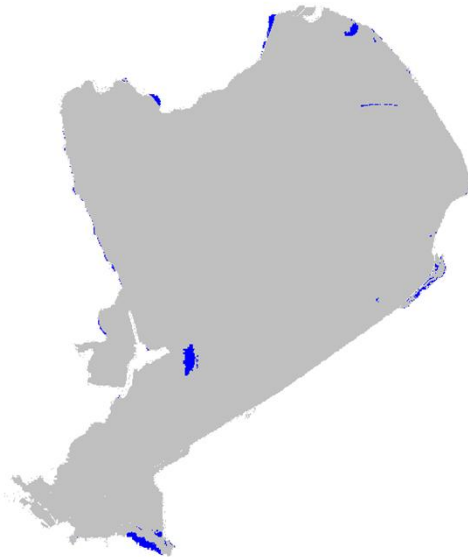


Lage bedekking van Doorgroeid fonteinkruid kan niet worden voorspeld met rekenregel voor totale bedekking (zie opmerkingen bij Doorgroeid fonteinkruid op sheet 50)

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Kaartbeeld – voorspelling per soort

Chara – Macromij rekenregel



Chara – nieuwe rekenregel



km 2 4 6 8

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Doorgroeid fonteinkruid – nieuwe rekenregel



In het Hoornse Hop komt Doorgroeid fonteinkruid in lage bedekkingen voor (interne bedekking veelal < 5%). De rekenregel voor deze soort kan dergelijke lage bedekkingen voorspellen. De rekenregel voor totale bedekking negeert dergelijke lage bedekkingswaarden. Wanneer behoefte bestaat om het totale areaal aan waterplanten te voorspellen (inclusief het areaal met lage interne bedekking aan Doorgroeid fonteinkruid), wordt aanbevolen om de kaart van 'totale bedekking' (met een hoge interne bedekking van waterplanten) samen te voegen met de kaart van Doorgroeid fonteinkruid.

3. Kennisregels waterplanten – Resultaten

Sterkranswier – nieuwe rekenregel



km 2 4 6 8

3. Waterplanten – Interpretatie resultaten

- De nieuwe rekenregels voor waterplanten in HABITAT zijn gebaseerd op veldgegevens. Dit betekent dat processen als competitie tussen planten impliciet in de rekenregels zijn opgenomen. Als gevolg hiervan wordt de actuele verspreiding van soorten berekend (inclusief processen als competitie, vogelgraas, enz), en niet het potentiële areaal van soorten.
- Ter illustratie: de zone van 2-3 meter waterdiepte in het Veluwemeer werd aanvankelijk gekoloniseerd door *Chara*, maar de laatste jaren wordt *Chara* hier gaandeweg verdrongen door Sterkranswier. De huidige kennisregels voorspellen Sterkranswier (en geen *Chara*) voor deze waterdiepte.

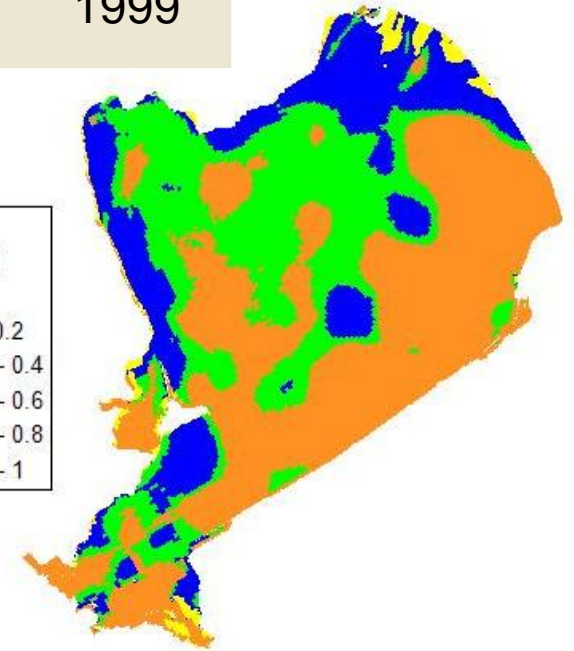
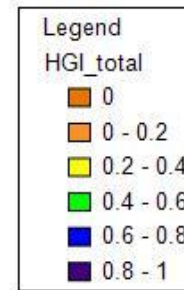
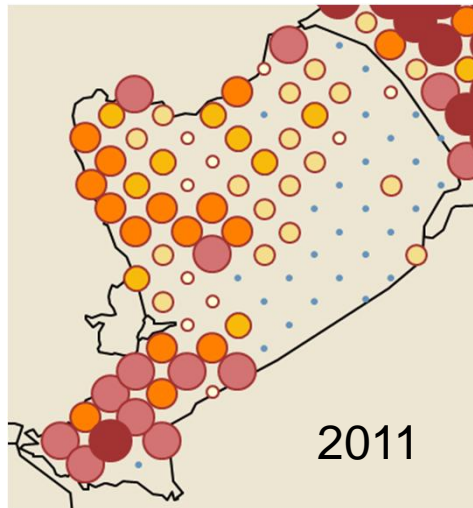
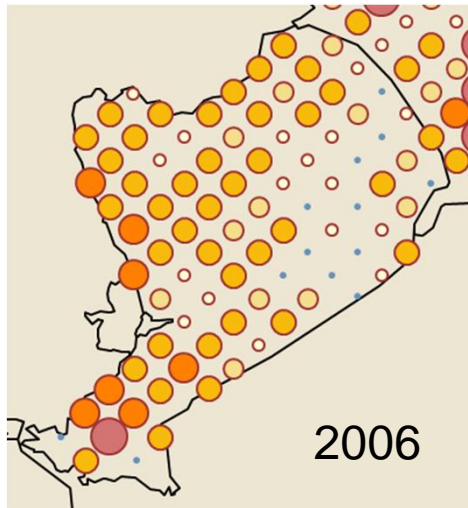
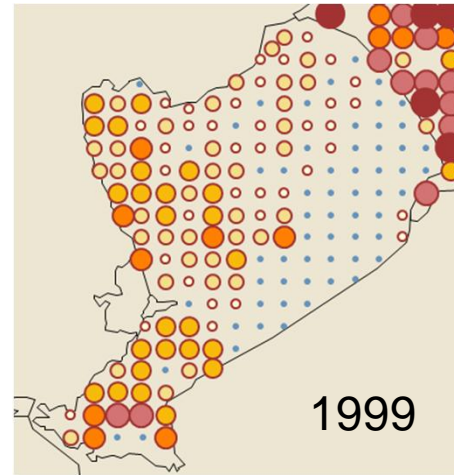
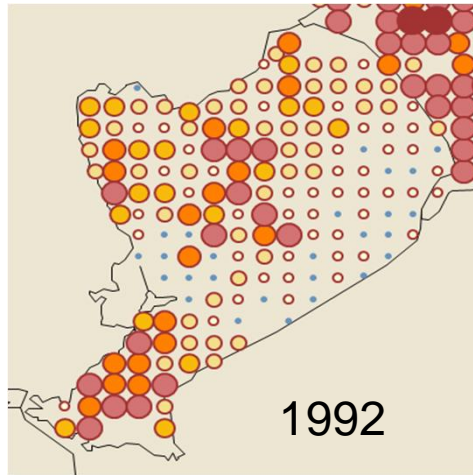
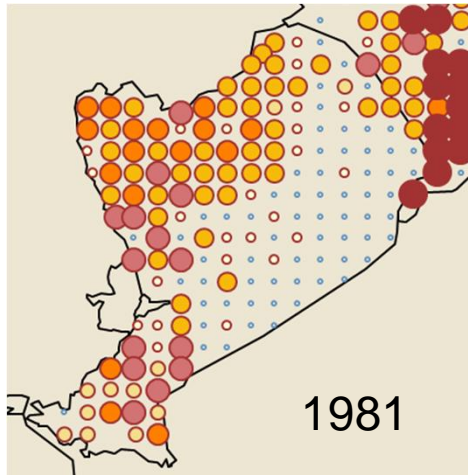


4. Aanpassing rekenregels voor Quaggamossel t.o.v. Driehoeksmossel

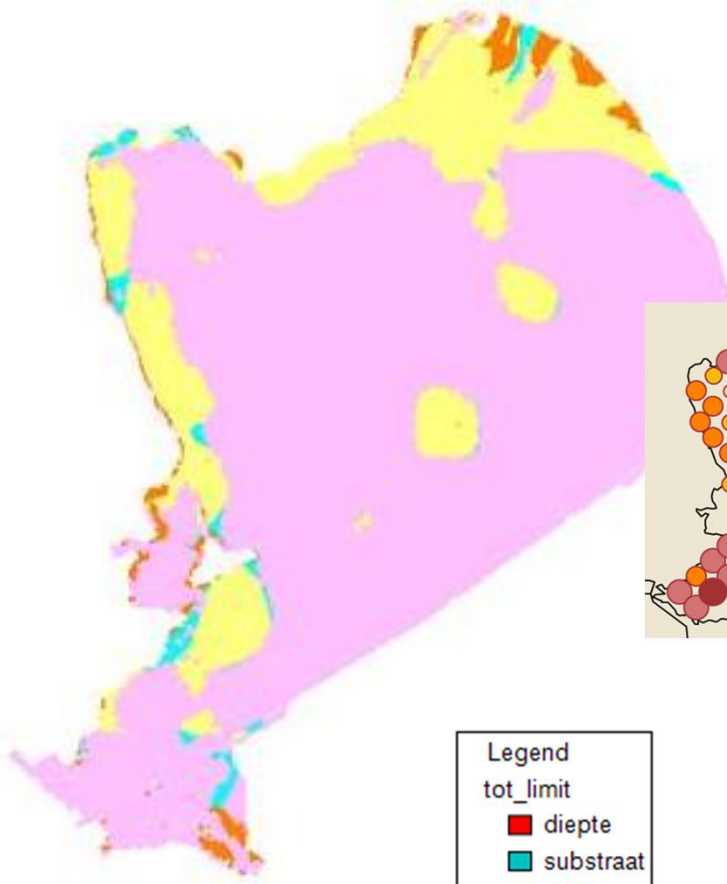
4. Aanpassingen mosselmodule Habitat:

- **Prestatie Driehoeksmosselen**
 - Vergelijking mosselkarteringen en geschiktheidskaart
- **Aanpassingen voor Quaggamosselen**
 - Verschillende eigenschappen t.o.v. Driehoeksmossel: vertaling van onderzoeksresultaten en literatuur

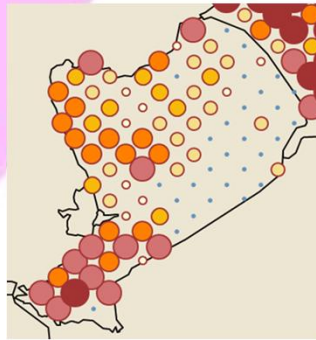
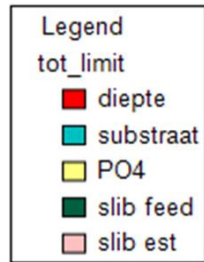
4. Huidige geschiktheidskaart en mosselkarteringen:



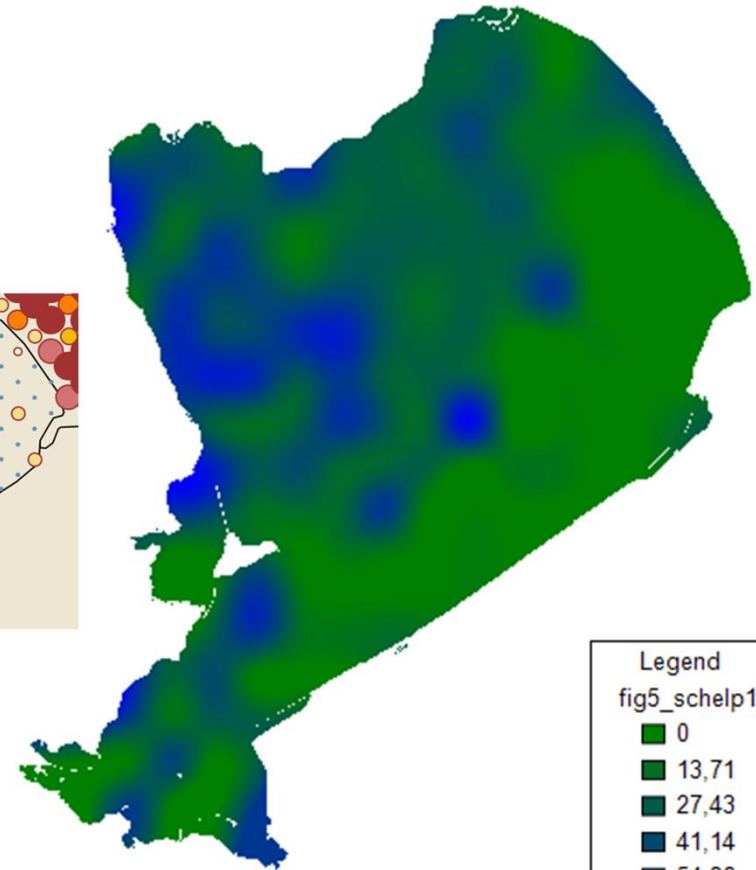
4. Relatie tussen bodemtype slib en schelpen:



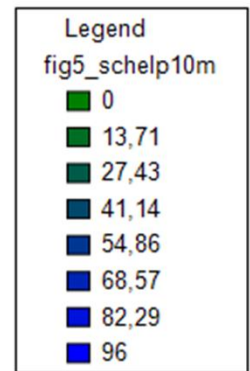
Limiterende factoren in huidige model



2011



Inputkaart schelpen in de bodem als substraat

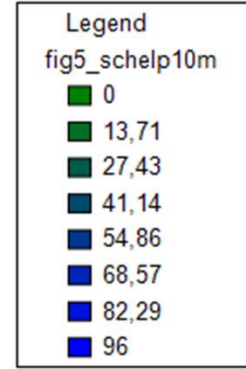
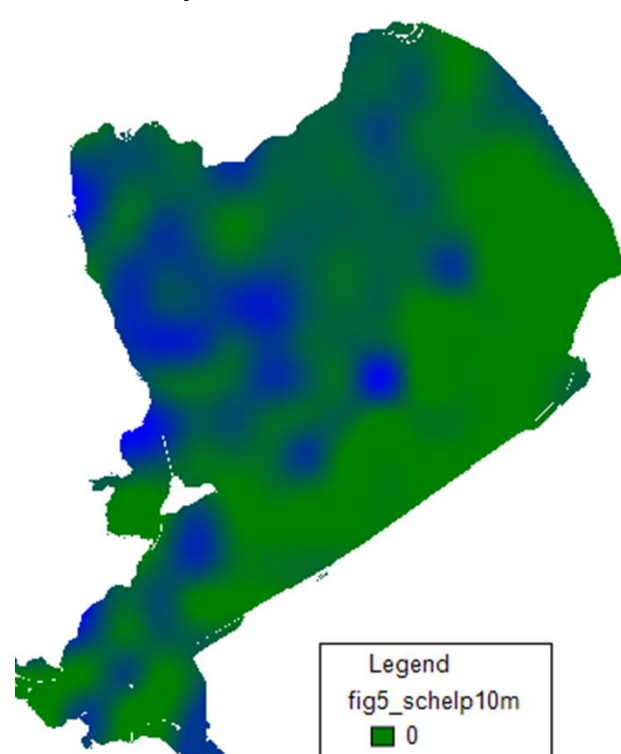
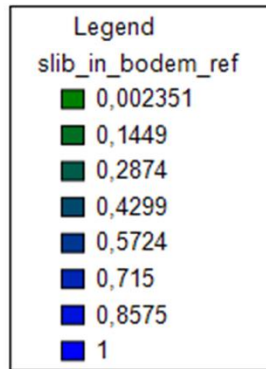
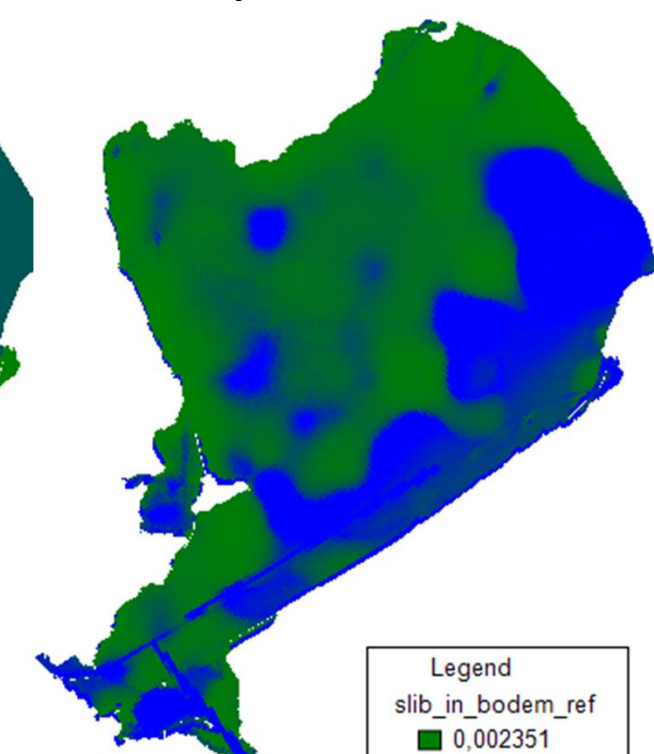
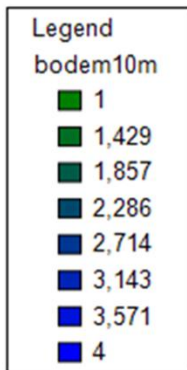
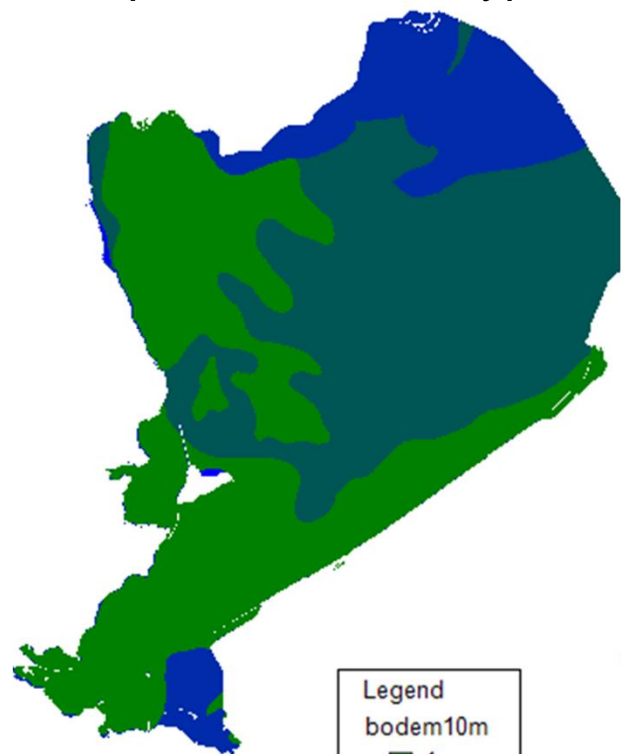


4. Relatie tussen bodemtype slib en schelpen:

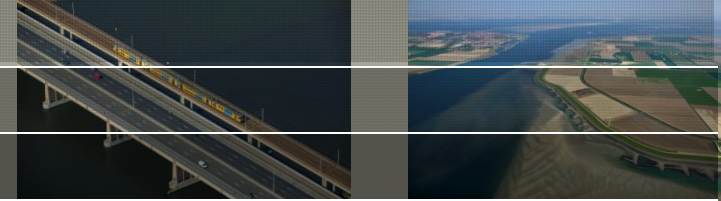
Inputkaart Bodemtype

Slib bij de bodem

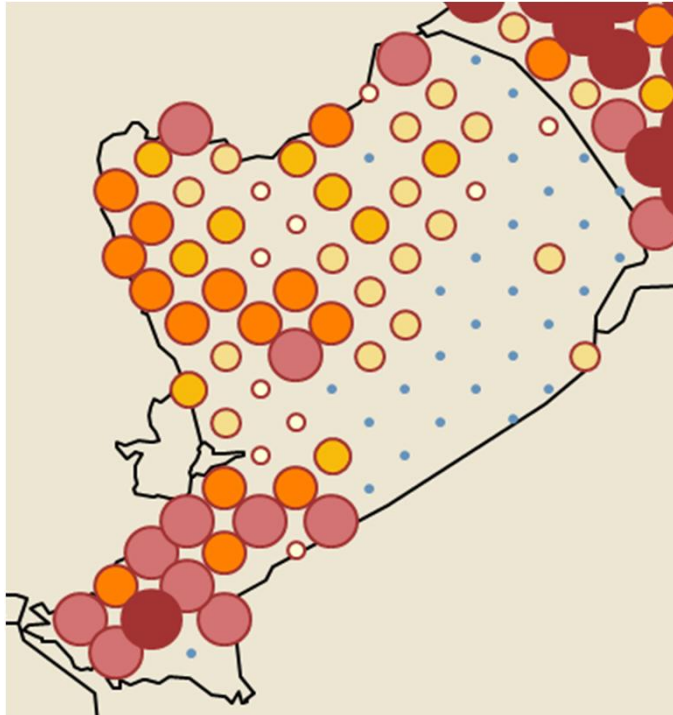
Schelpen



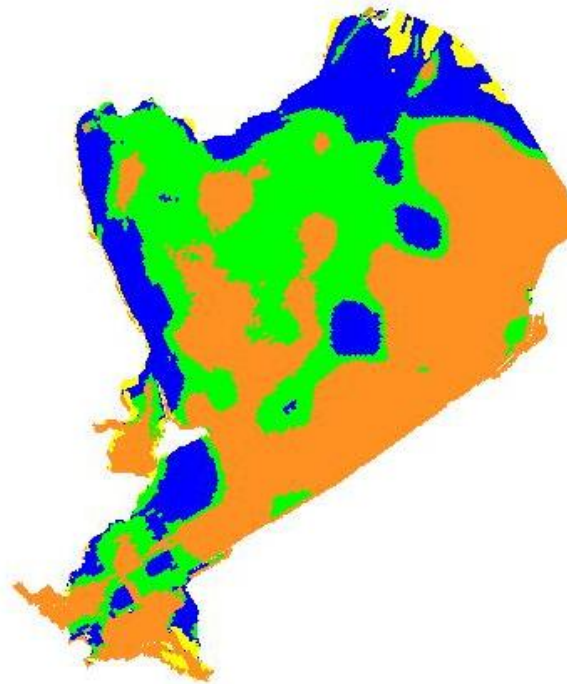
4. Nieuwe geschiktheidskaart:



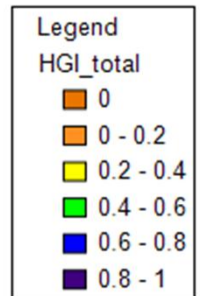
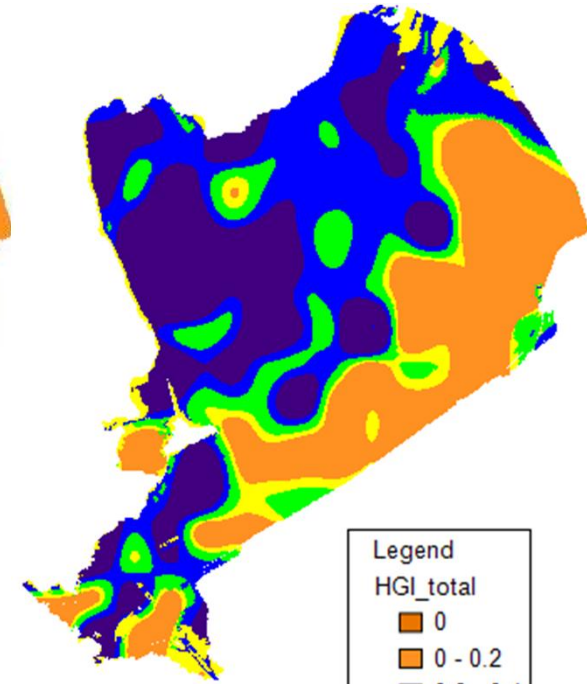
Kartering 2011



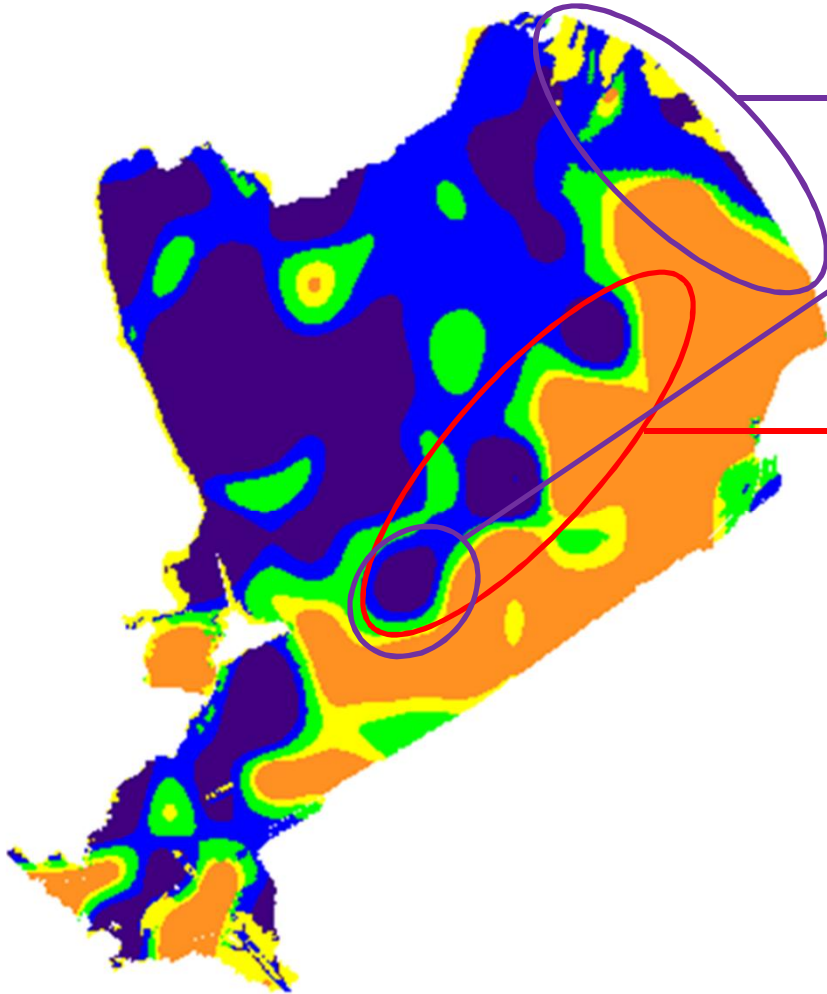
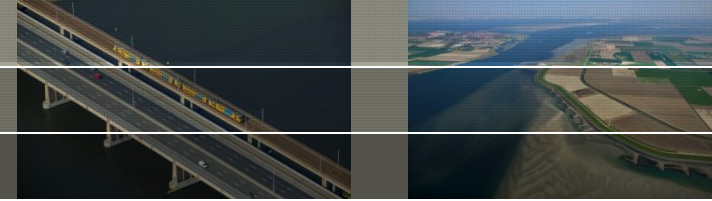
HGI oud



HGI nieuw

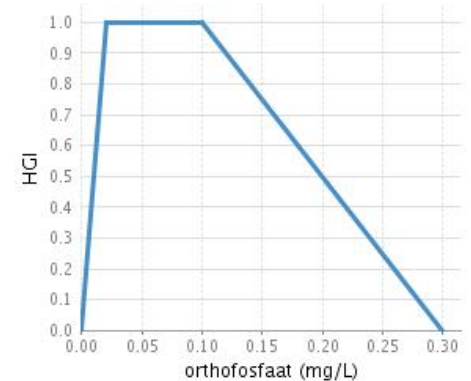
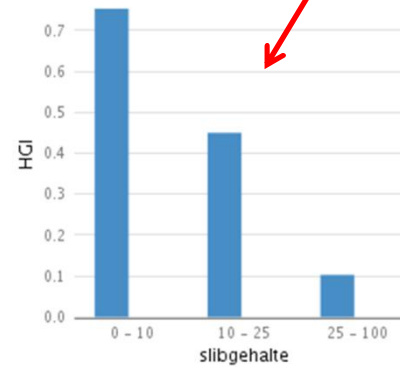


4. Nieuwe geschiktheidskaart:



Te hoge geschiktheid door ontbreken parameter dynamiek (strijklengte of bodemschuifspanning)

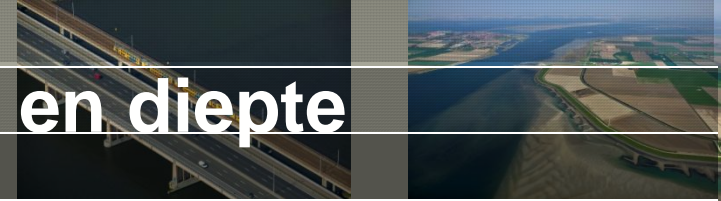
Harde overgang door type relatie in Habitat (en invoer schelpen!)



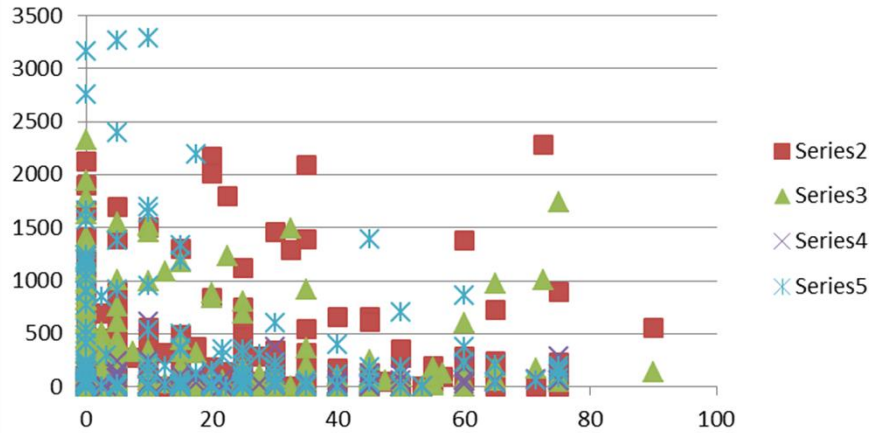
4. Aanpak aanpassing Quaggamosselelen:

- **Analyse karteringen niet zinvol in kolonisatiefase**
- **Aanpassen grenswaarden rekenregels op basis van literatuur en ANT bevindingen**
- **Toetsing kaarten aan meest recente kartering**
- **Rekening houden met verdeling soorten**

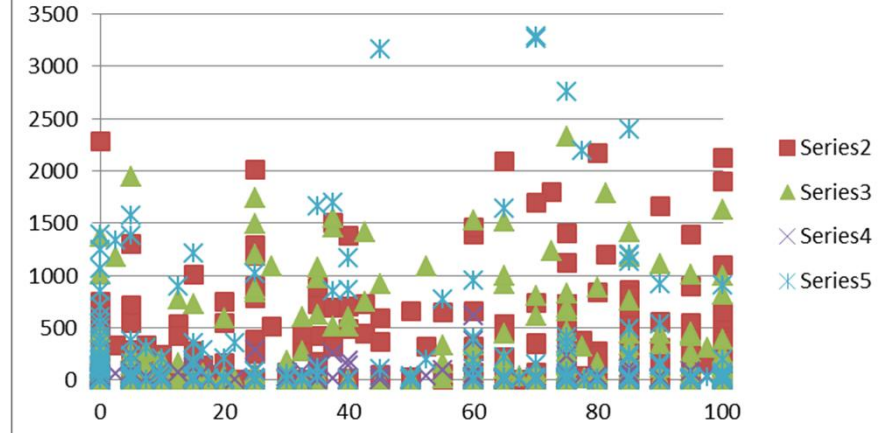
4. Relaties dichtheid – bodem en diepte



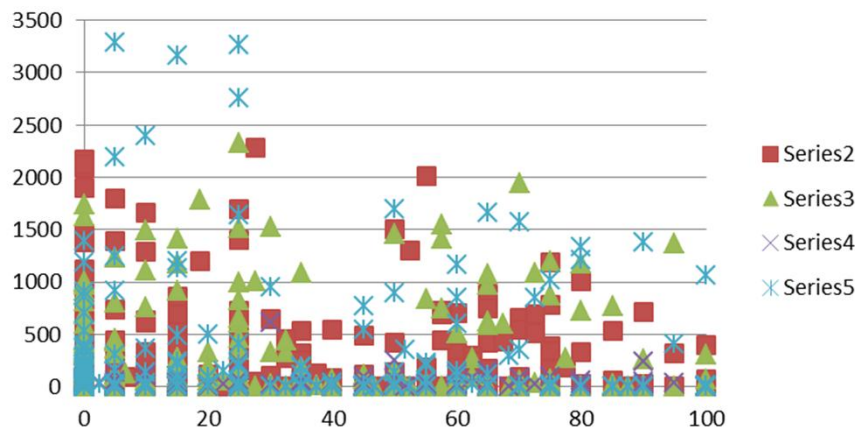
Schelpen



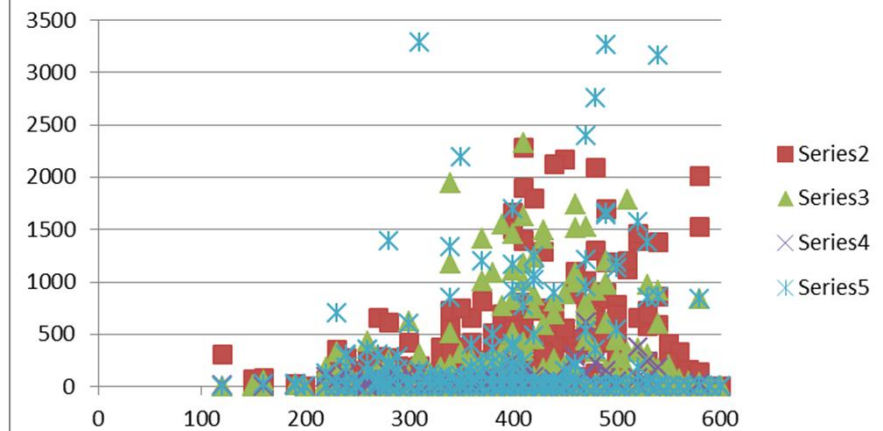
% zand



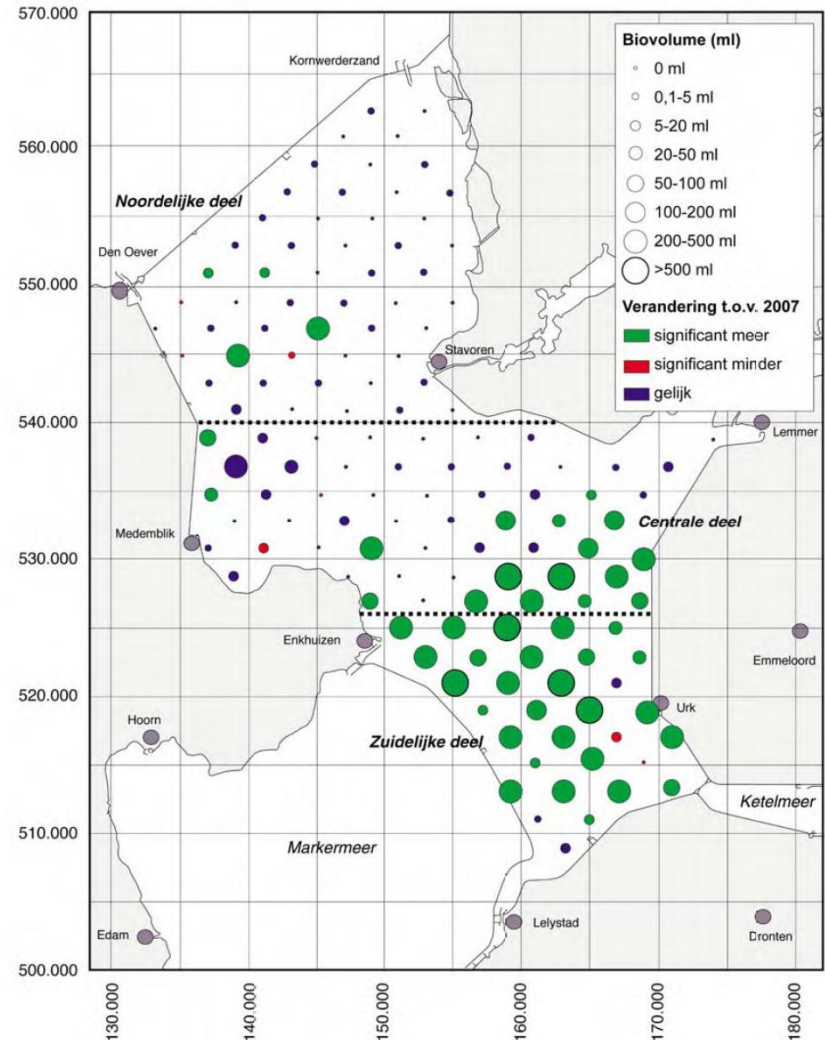
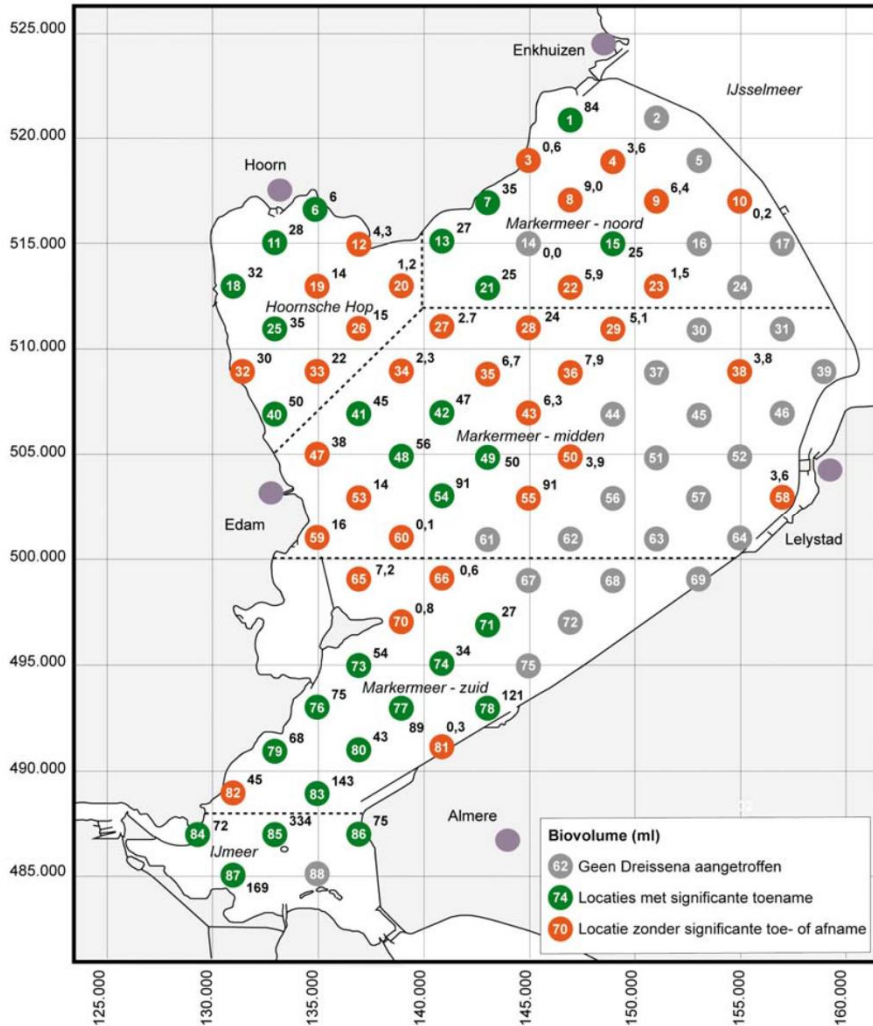
% slib



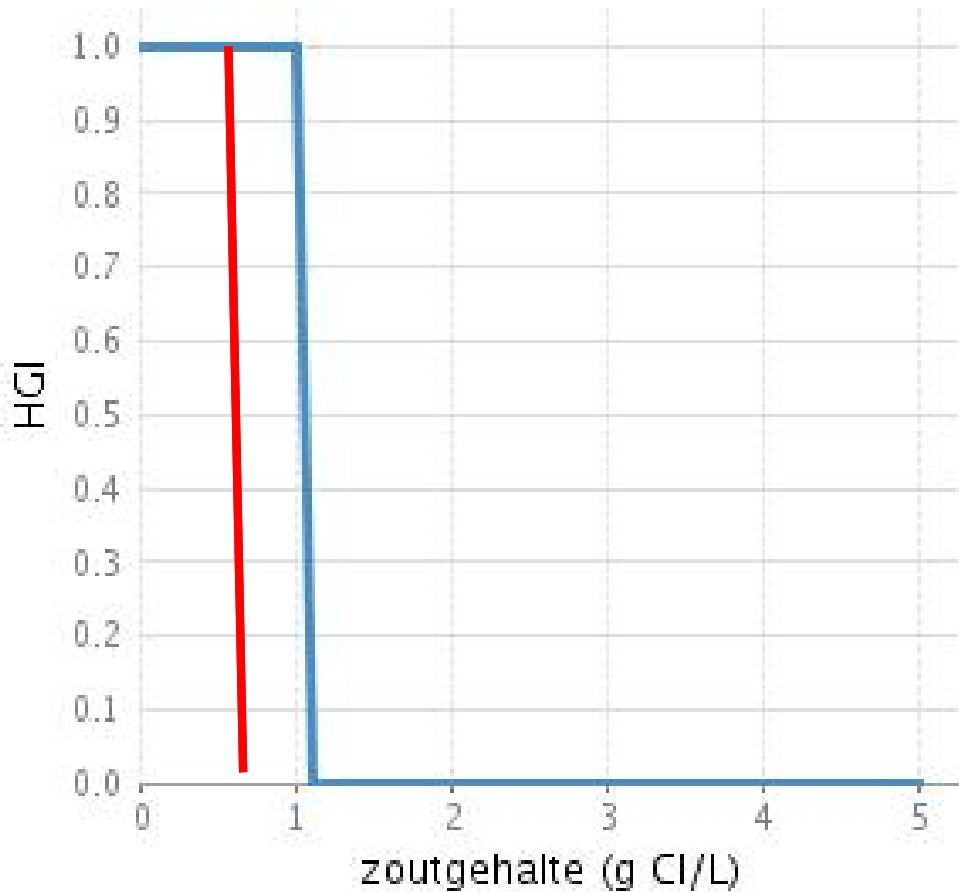
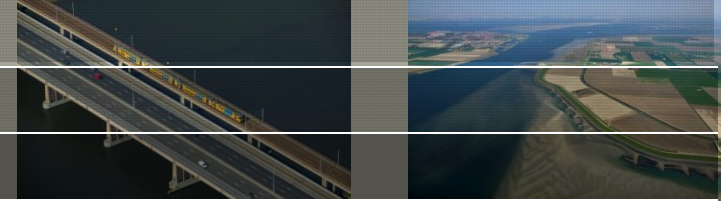
Diepte



4. Verschilkaarten mosselen 2011/12 – 2006/07



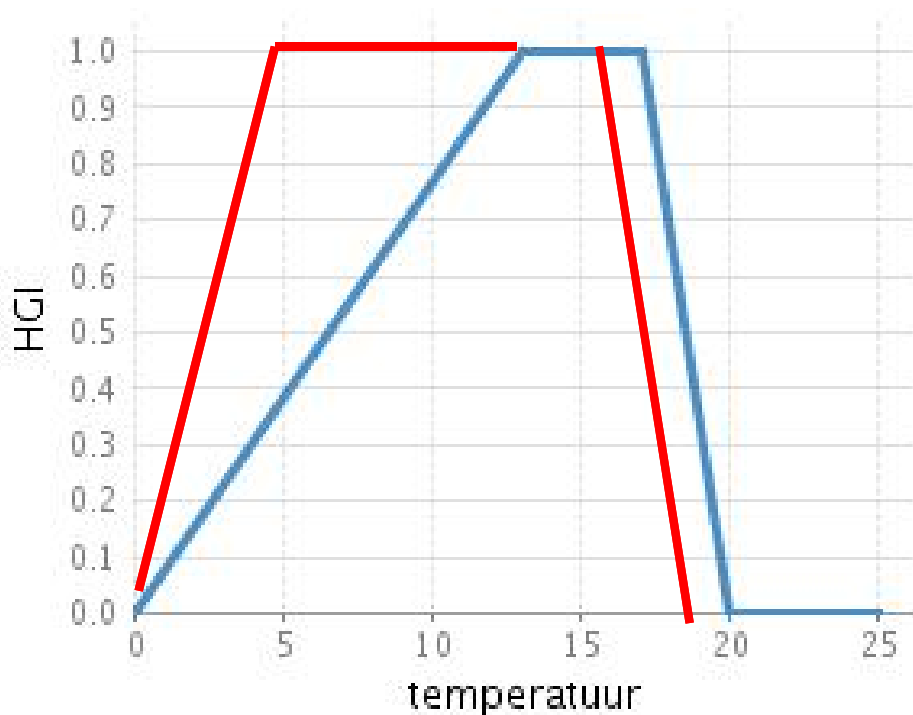
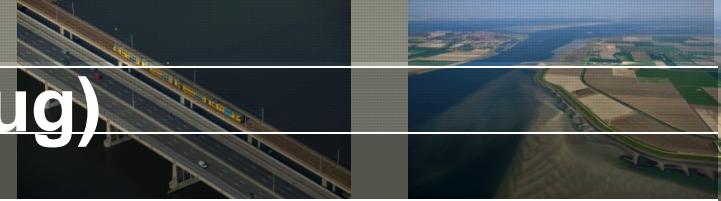
4. Zoutgehalte



zoutgehalte (g Cl/L)	HGI
0	1
1 (0,6)	1
1.1 (0,7)	0
5	0

Max polymorpha 6%
Max rostriformis 3,5%
(42% lager)

4. Temperatuur (gem. juni – aug)



Temperatuur	HGI
0	0
13 (6)	1
17 (16)	1
20 (19)	0
25	0

Max *polymorpha* 33°

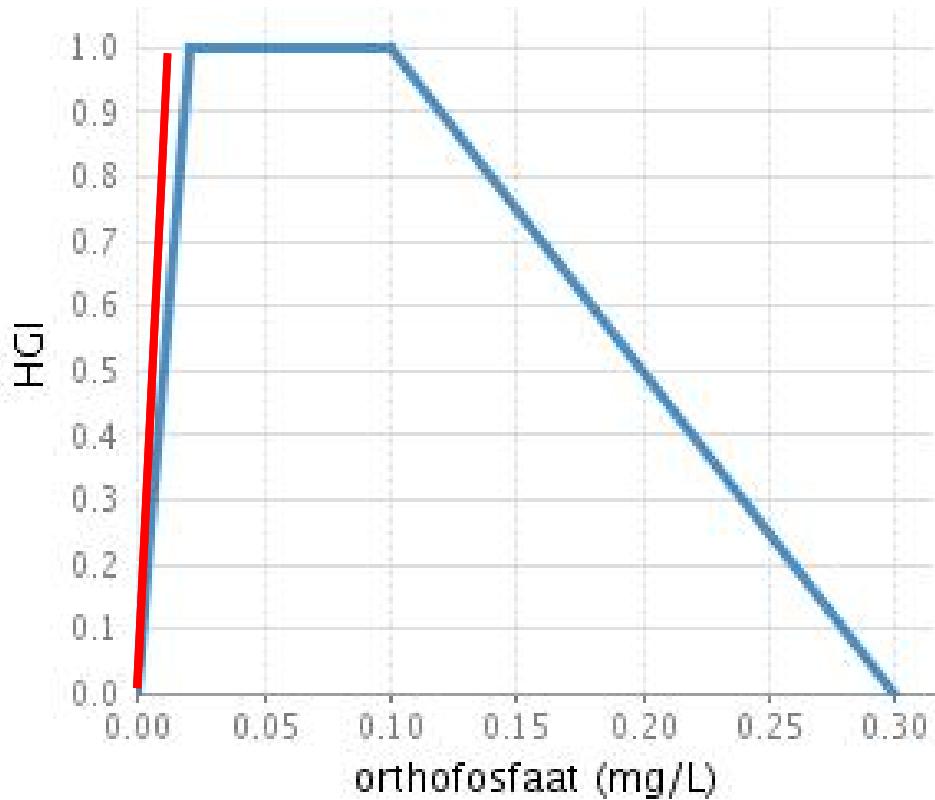
Max *rostriformis* 31°

Repr *polymorpha* 12-15°

Repr *rostriformis* 5-7°

***rostriformis* filtert winter door**

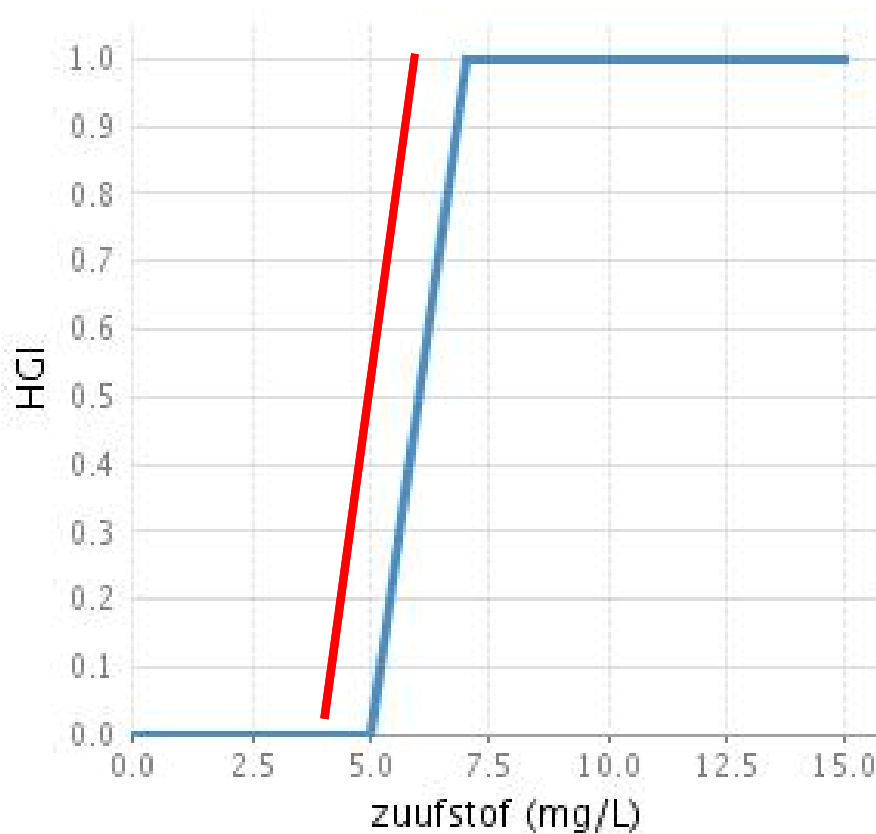
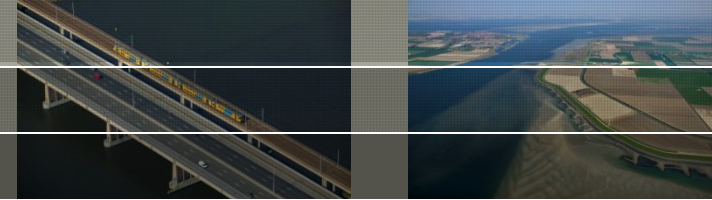
4. Orthofosfaat



orthofosfaat (mg/L)	HGI
0	0
0.02 (0,01)	1
0.1	1
0.3	0

C/P polymorpha 110
C/P rostriformis 150
(27% lager)

4. Zuurstof



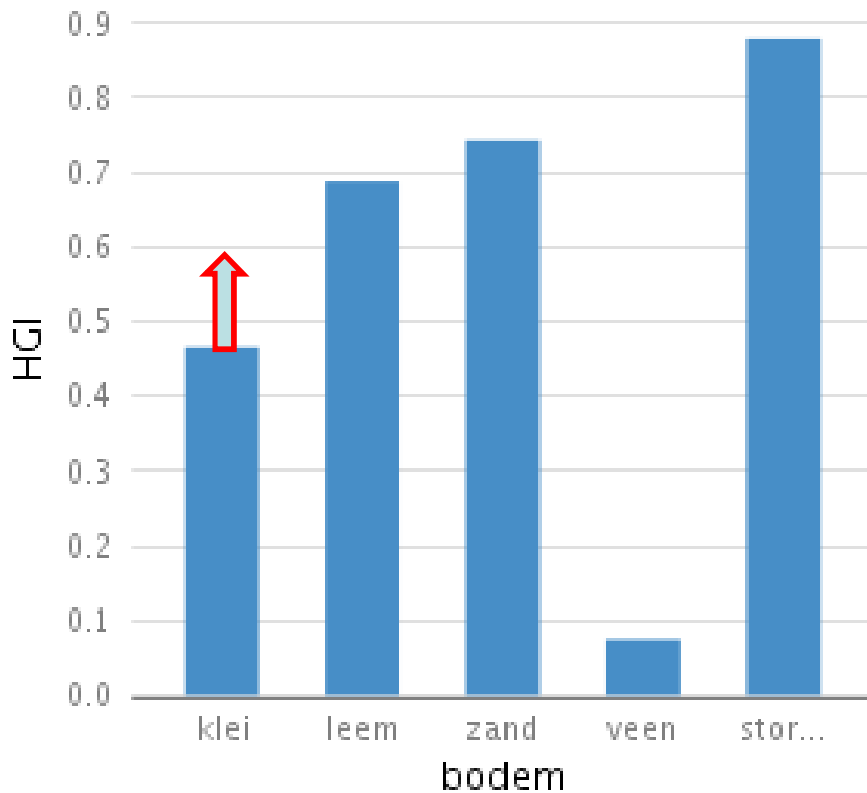
zuurstof (mg/L)	HGI
0	0
5 (4)	0
7 (6)	1
15	1

Anoxia polymorpha
Sterfte dag 4

Anoxia rostriformis
Overleving dag 4

(Alternatieve benadering?)

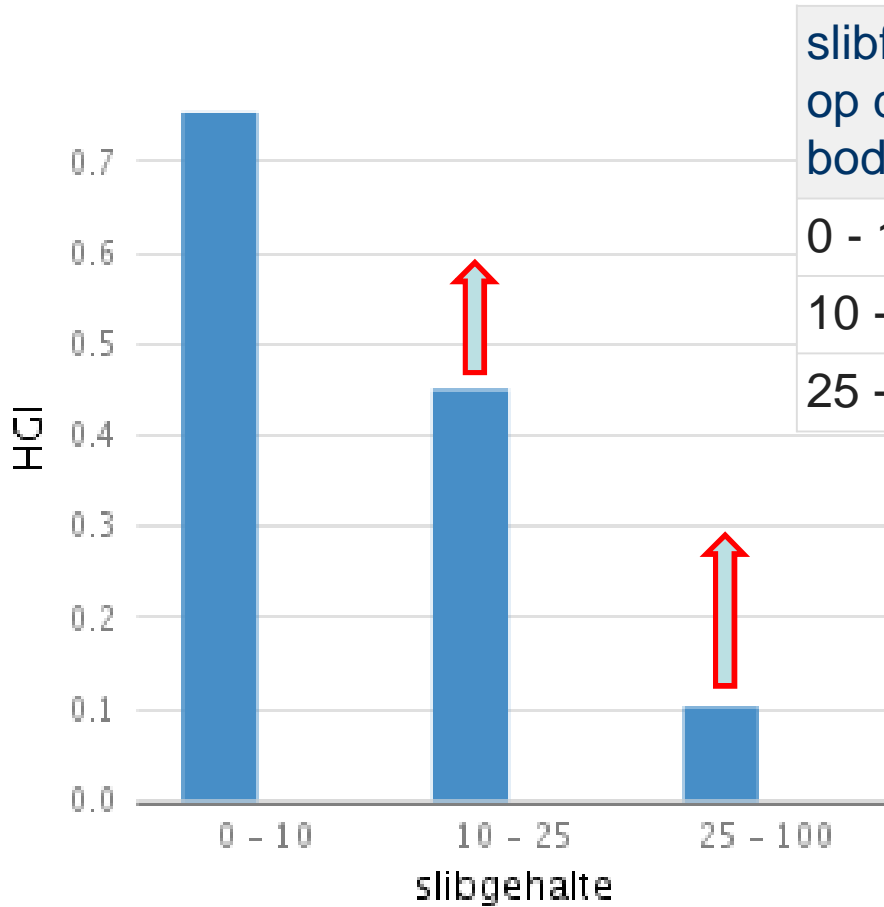
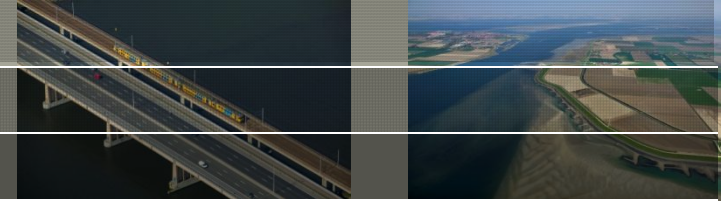
4. Bodemtype



bodem	HGI
klei	0.466 (0,6)
leem	0.688
zand	0.743
veen	0.074
stortsteen	0.879

D. rostriformis
Hogere tolerantie voor slib
(via zuurstof en substraat)

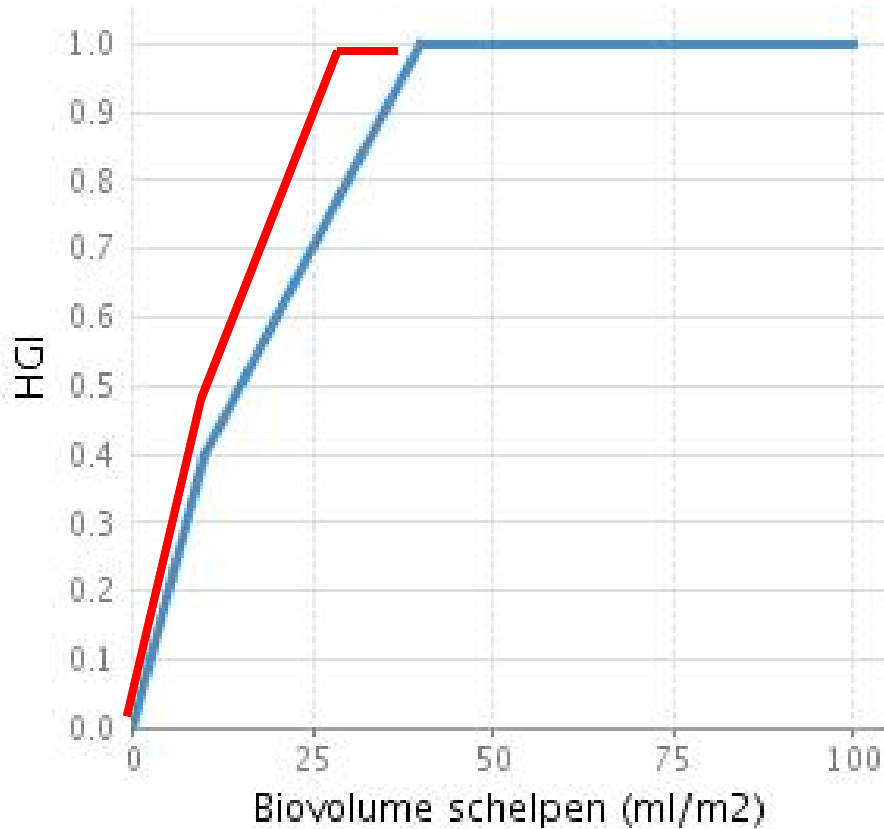
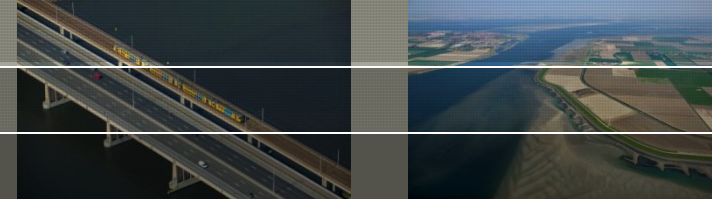
4. Slibgehalte bodem (%)



slibfractie op de bodem (%)	HGI	omschrijving
0 - 10	0.753	slibarm
10 - 25	0.45 (0,6)	matig slibrijk
25 - 100	0.103 (0,3)	slibrijk

D. rostriformis
Hogere tolerantie voor slib
(via zuurstof en substraat)

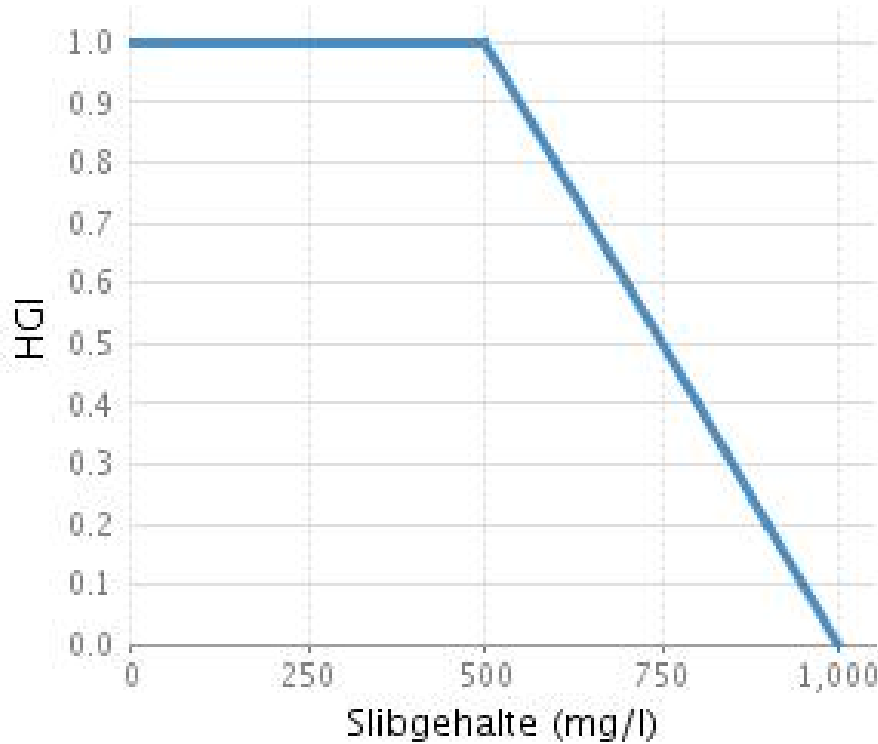
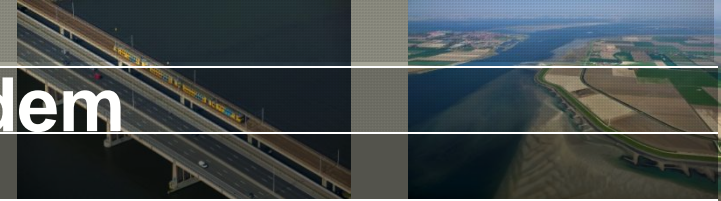
4. Schelpen in de bodem



Biovolume schelpen (ml/m ²)	HGI
0	0
10	0.4 (0,5)
20	0.6 (0,8)
30	0.8 (1)
40	1
100	1

***D. rostriformis* minder afhankelijk van substraat**

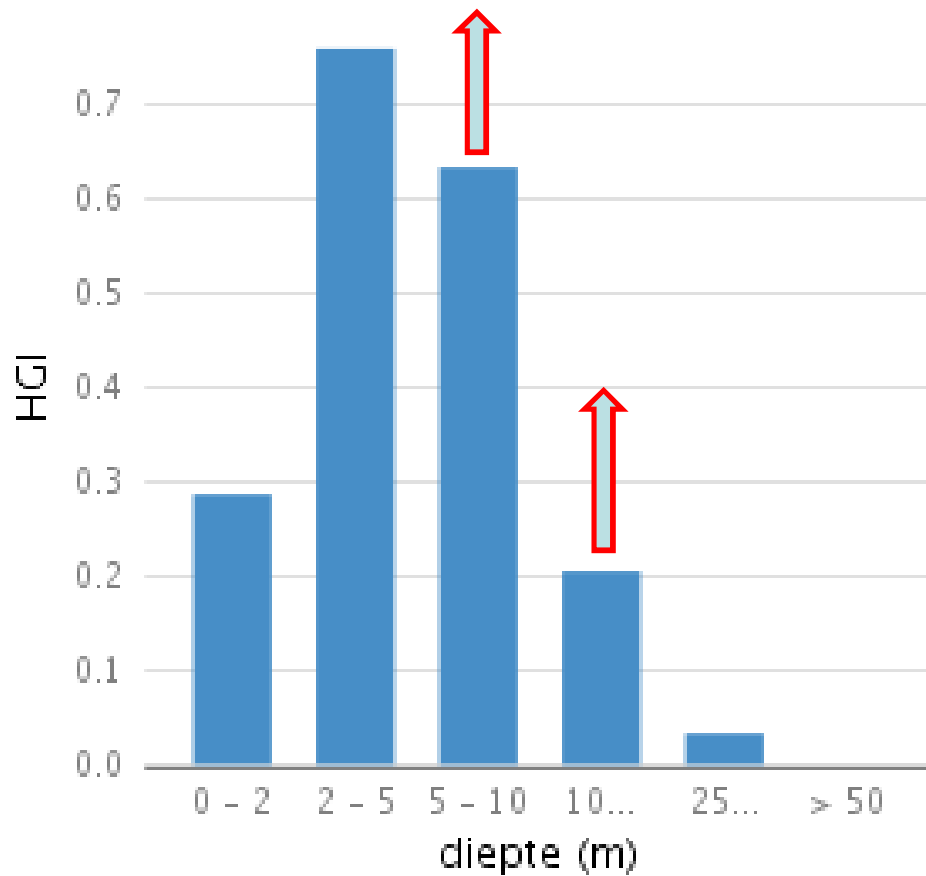
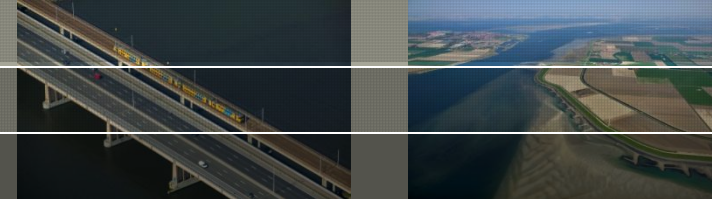
4. Slibgehalte water bij de bodem



Slibgehalte (mg/l)	HGI
0	1
500	1
600	0.8
700	0.6
800	0.4
900	0.2
1000	0

Geen verschil ?

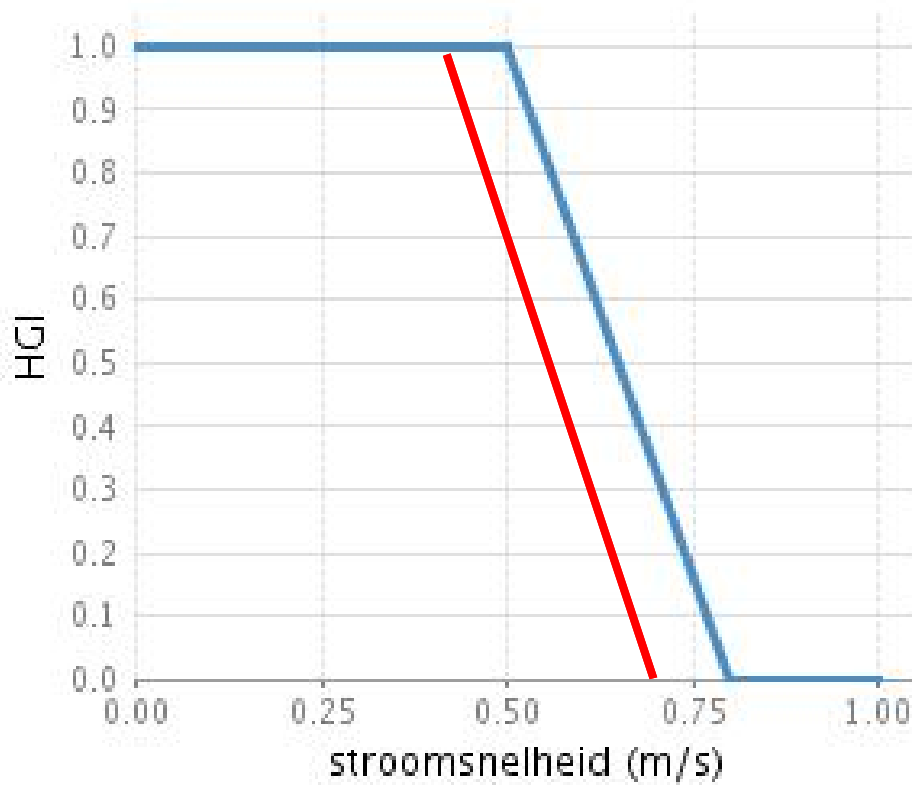
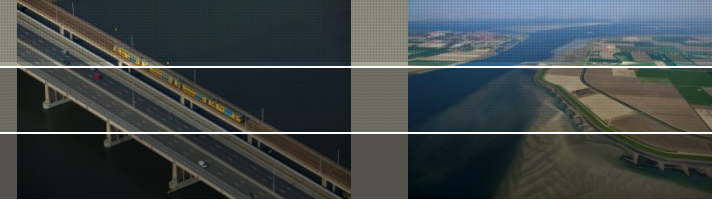
4. Waterdiepte meren



diepte (m)	HGI
0 - 2	0.287
2 - 5	0.76
5 - 10	0.634 (0,8)
10 - 25	0.205 (0,4)
25 - 50	0.033
> 50	0

***D. rostriformis* dieper
(via zuurstof en sediment)**

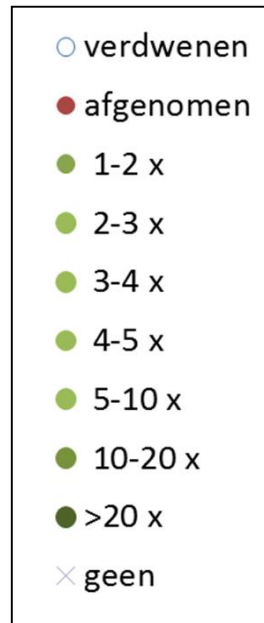
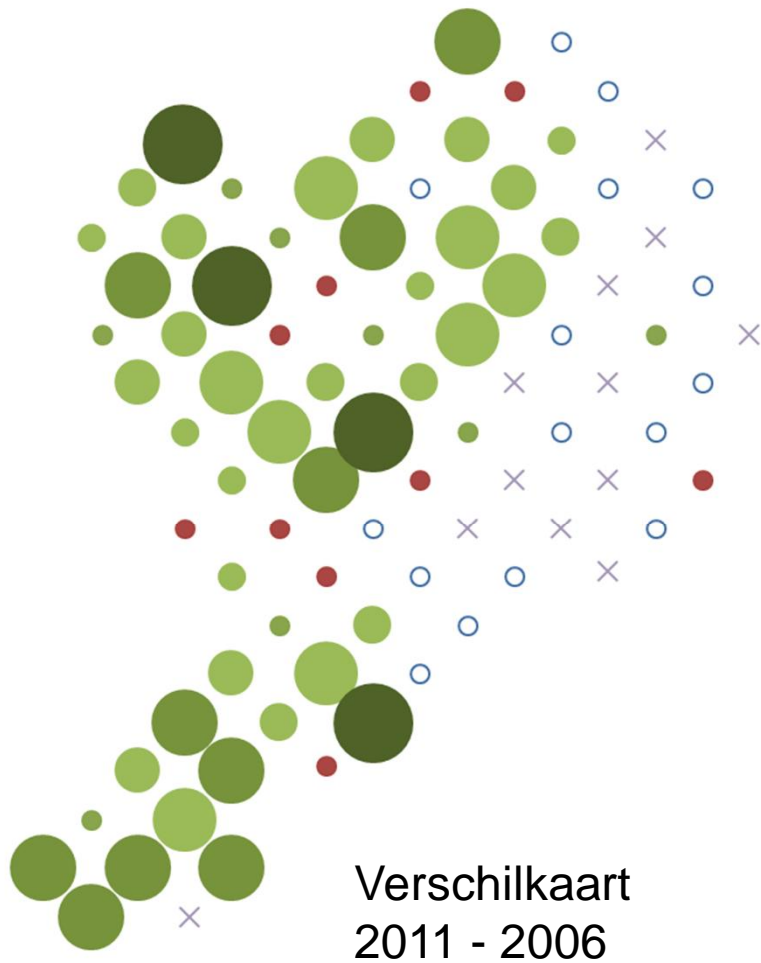
4. Stroomsnelheid oeverzone



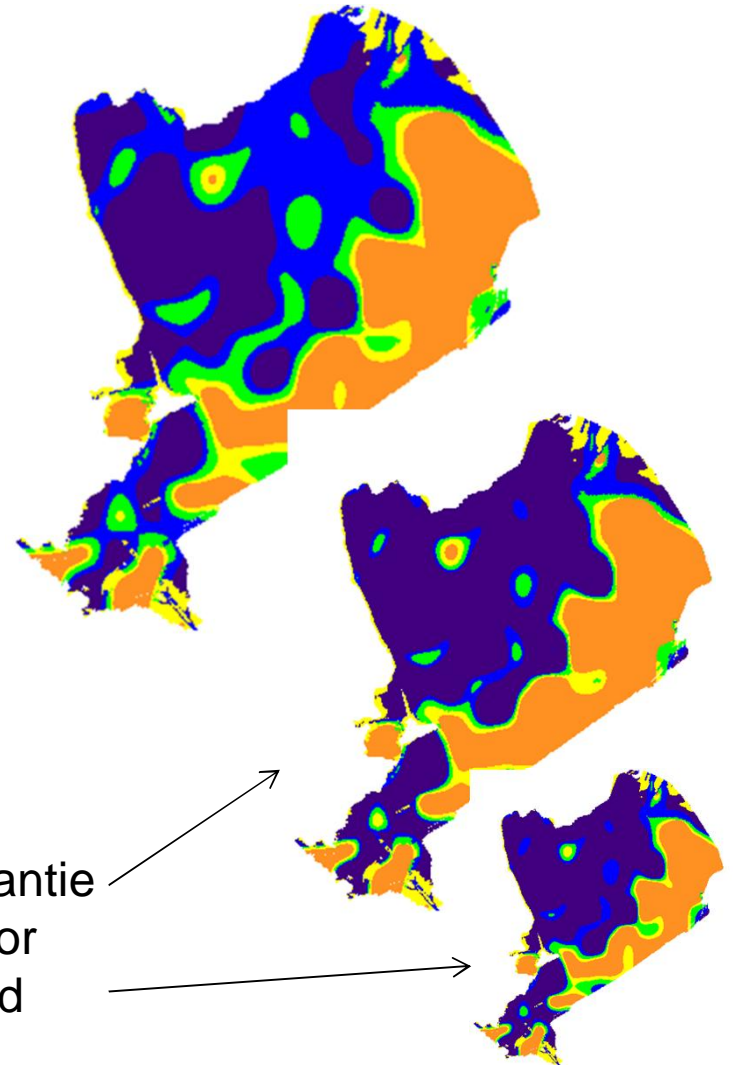
stroomsnelheid (m/s)	HGI
0	1
0.5 (0,4)	1
0.8 (0,7)	0
1	0

***D. rostriformis* lagere tolerantie voor stroming**

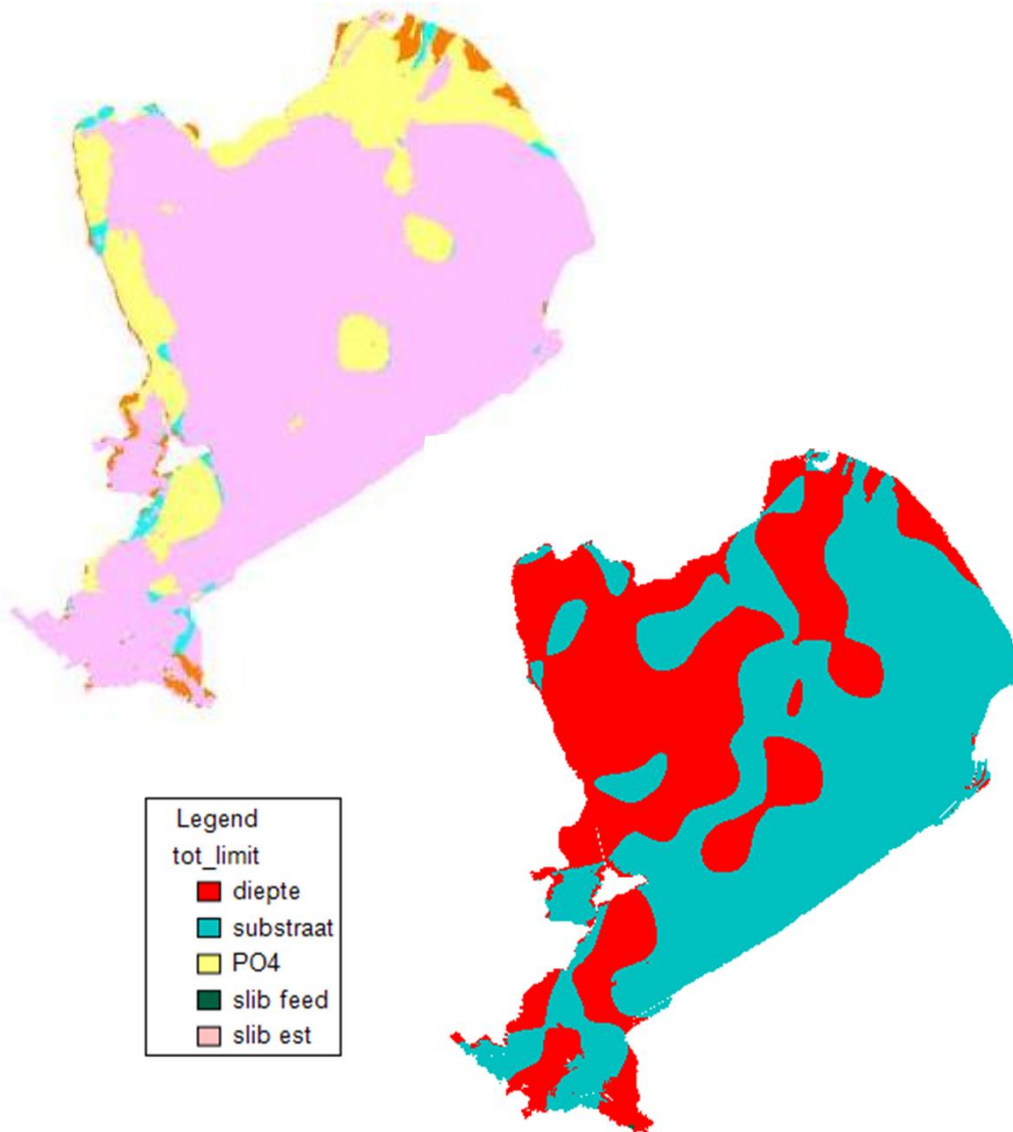
4. Verschilkaart Quagga 2011 – Driehoeks 2006:



Hogere tolerantie
Quagga's voor
lage dichtheid
schelpen



4. Limiterende factoren en veranderingen:

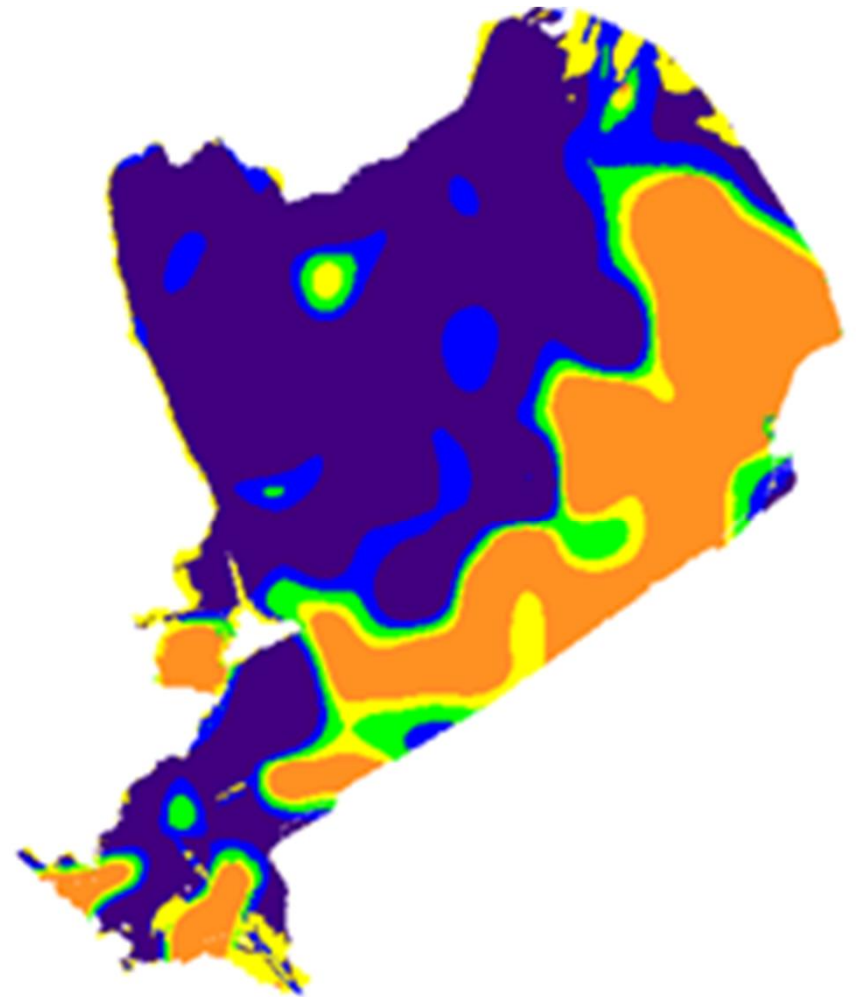


Veranderingen t.o.v. huidig model

- Bodemtype in koppeling met schelpen vervangen door slib bij de bodem, schelpen nu dominant. Bodemtype uitgeschakeld.
- Onderste grenswaarde PO4 van 0,02 naar 0,01
- HGI dieptezone 2-5 meter van 0,76 naar 0,9
- HGI schelpen 10% van 0,4 naar 0,5, 20% van 0,6 naar 0,8 en 30% van 0,8 naar 1

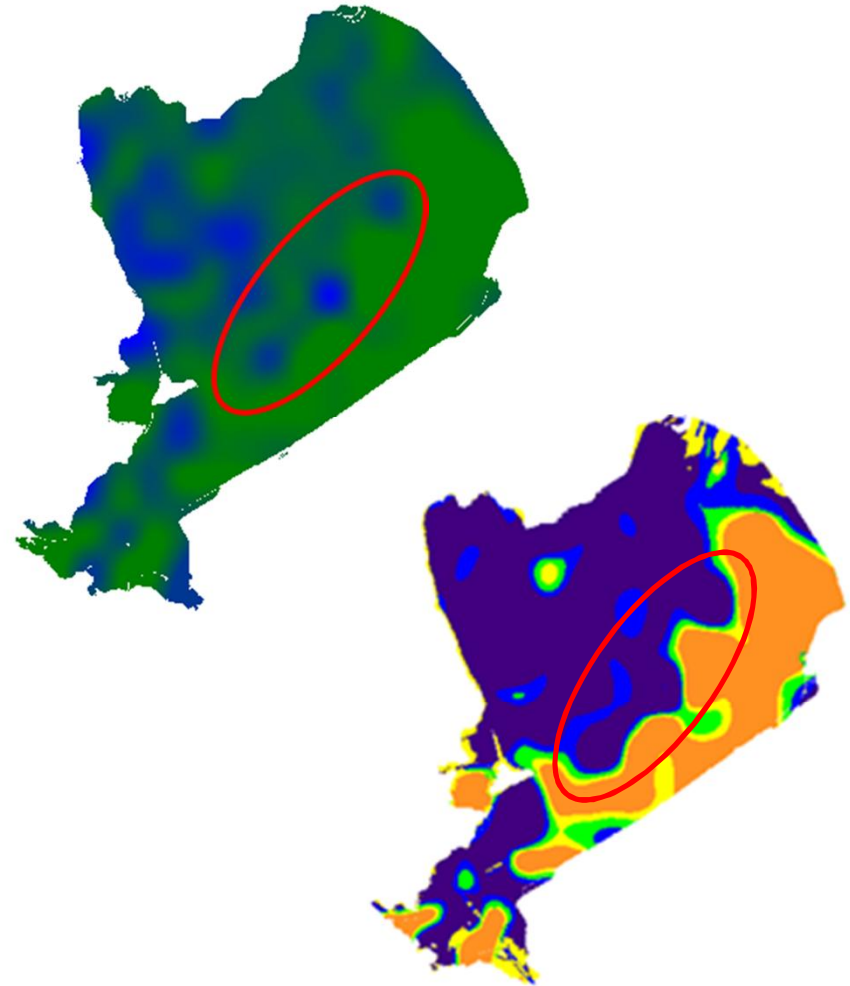
4. Suggesties voor verdere verbetering:

- Indeling geschiktheid parameter slibgehalten bij de bodem vervangen door geleidelijke schaal
- Schelpenkaart checken
- Parameter bodemschuifspanning toevoegen

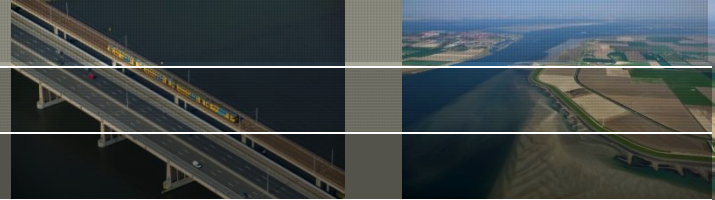


Schelpenkaart:

% schelpen uit kartering 1999



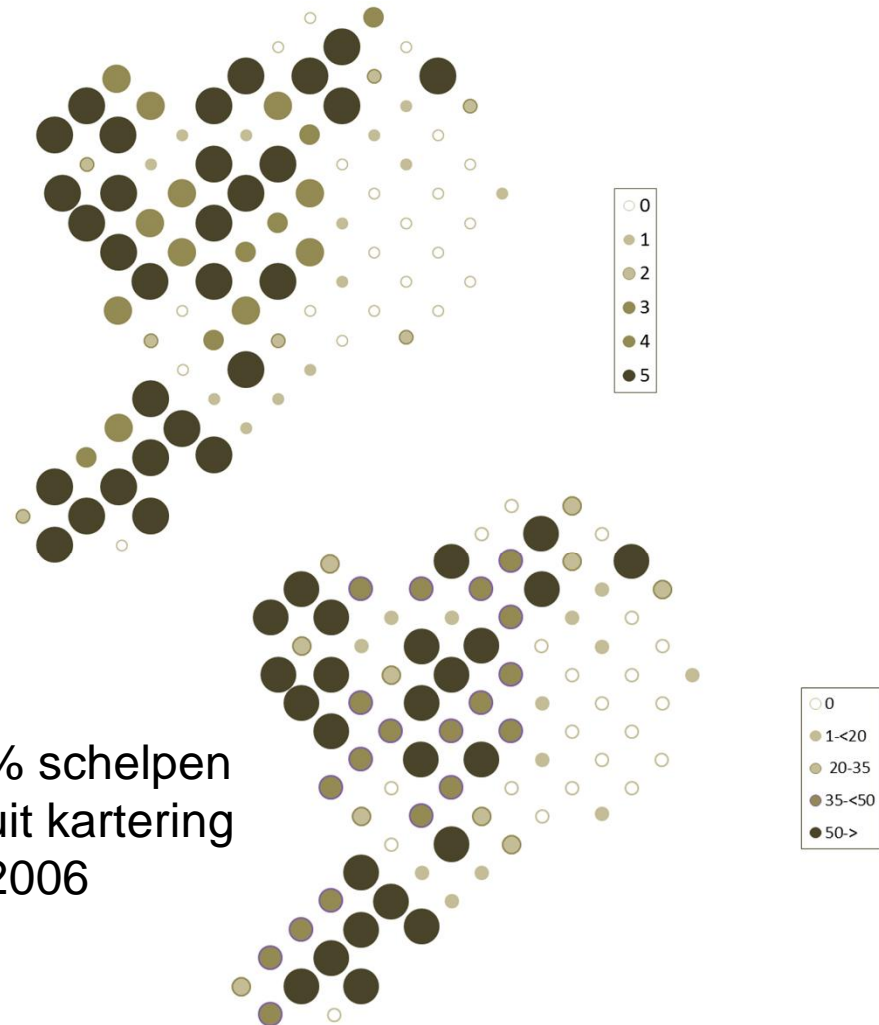
4. Verbetering schelpenkaart:



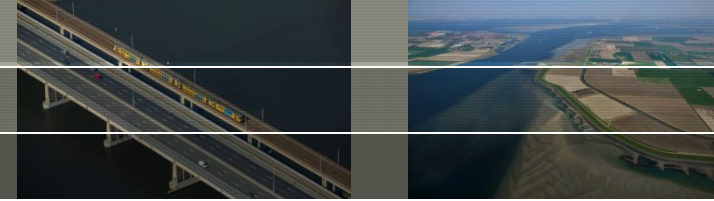
% schelpen uit kartering 1999



% schelpen uit kartering 2006



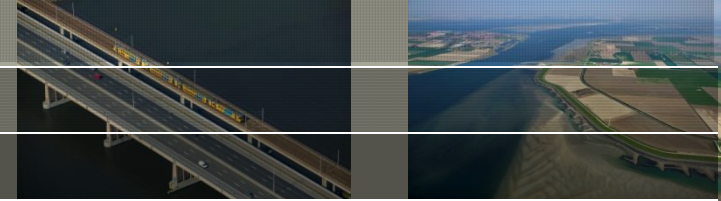
5. Conclusies



Kennisregels lichtklimaat

- Rekenregels extinctie:
 - Verbetering t.o.v. vorige rekenregel: lage extinctie waarden worden beter ingeschat, geen systematische overschatting van lage waarden
 - Nieuwe rekenregels maken het mogelijk om extinctie in te schatten op basis van enkel zwevend stof en Chlorofyl-a als geen doorzicht beschikbaar is
- Rekenregels doorzicht:
 - Voorspelling van doorzicht iets nauwkeuriger dan extinctie
 - Nieuwe rekenregels maken het mogelijk doorzicht in te schatten op basis van zwevend stof of zwevend stof en Chlorofyl-a

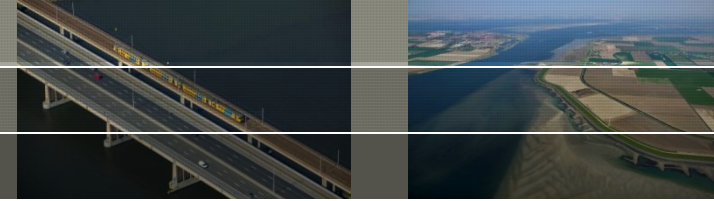
5. Conclusies



Kennisregels waterplanten

- Rekenregels op basis van doorzicht en die op basis van extinctie zijn beide bruikbaar, aangezien deze twee typen rekenregels ongeveer even nauwkeurig voorspellen
- Verschillen in kwaliteit van de voorspelling tussen de modellen getraind op de verschillende periodes zijn klein. Er is geen aanleiding gevonden om af te wijken van de modellen die getraind zijn op de hele meetreeks (1993-2011)
- De mixed modellen voorspellen beter dan de conventionele regressiemodellen. Vooral aanwezigheid wordt beter voorspeld door de mixed modellen. Daarom wordt geadviseerd om de mixed modellen te gebruiken om waterplantvoorkomen te voorspellen
- De nieuwe rekenregels bevatten realistische relaties tussen de effectieve strijklengte en de kans op plantvoorkomen. De relatie van de kans op plantvoorkomen met effectieve strijklengte en de relatie met extinctie zijn in de nieuwe rekenregels duidelijk realistischer dan in de bestaande MACROMIJ rekenregels
- Het is niet mogelijk om met voldoende betrouwbaarheid de bedekking in 8 klassen te voorspellen.

5. Conclusies



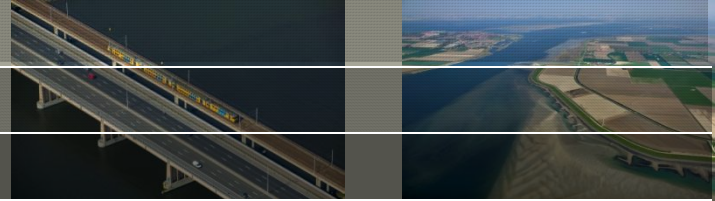
Kennisregels mosselen:

- In de kennisregels voor mosselen is het bodemtype nu uitgeschakeld;
- De aanwezigheid van schelpen is nu dominante factor die verspreiding van mosselen verklaart;
- de onderste grenswaarde voor PO4 van 0,02 naar 0,01 mg/l verlaagd;
- Habitatgeschiktheid index voor dieptezone 2-5 meter is verhoogd van 0,76 naar 0,9;

Specifiek voor Quagga-mosselen:

- HGI schelpen 10% van 0,4 naar 0,5, 20% van 0,6 naar 0,8 en 30% van 0,8 naar 1

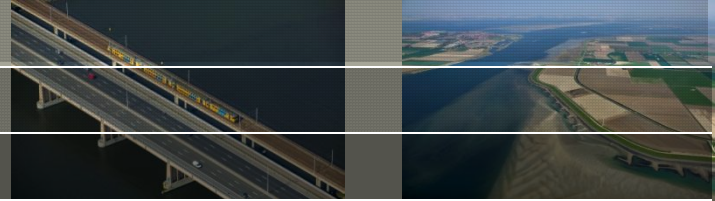
6. Producten



Kennisregels lichtklimaat

- Verbeterde rekenregel voor het voorspellen van extinctie uit:
 - Doorzicht
 - Zwevend stof
- Nieuwe rekenregels voor het voorspellen van extinctie uit
 - Zwevend stof
 - Zwevend stof en Chlorofyl-a
 - Doorzicht en Chlorofyl en zwevend stof
- Nieuwe rekenregels voor het voorspellen van doorzicht uit
 - Zwevend stof
 - Zwevend stof en Chlorofyl-a

6. Producten

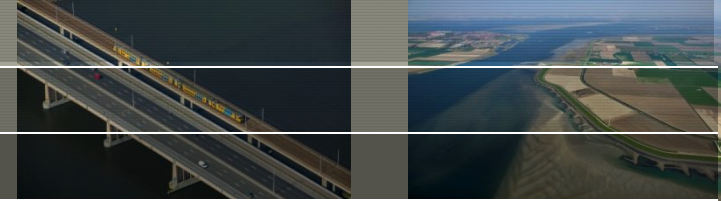


Kennisregels waterplanten:

- Sterke verbetering van bestaande rekenregels en toevoeging van nieuwe rekenregels
- Passende methodiek – lage ruimtelijke resolutie extinctie/doorzicht metingen (mixed modellen)
- Gevalideerd op nieuwe validatie-data: realistische schatting van betrouwbaarheid

- Verbeterde rekenregels voor het - op basis van extinctie - voorspellen van:
 - *Alisma gramineum*
 - *Chara* sp.
 - *Myriophyllum spicatum*
 - *Potamogeton pectinatus*
 - *Potamogeton perfoliatus*
 - *Potamogeton pusillus*
- Nieuwe rekenregels voor het - op basis van extinctie - voorspellen van:
 - Draadwieren
 - *Nitellopsis obtusa*
 - Totale bedekking
 - *Zannichellia* sp.
- Nieuwe rekenregels voor het - op basis van doorzicht- voorspellen van
 - Alle 10 bovengenoemde soorten

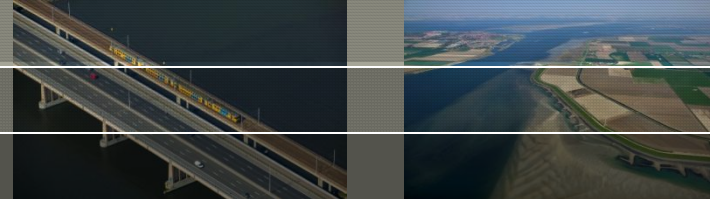
6. Producten



Kennisregels mosselen:

- Nieuwe rekenregels opgesteld voor mosselen (beide soorten);
- Aanpassingen van grenswaarden voor Quaggamosselen
- Nieuwe rekenregel voor Quaggamosselen

7. Aanbevelingen



Lichtklimaat:

- Bepalen of afzonderlijke relaties per meer de voorspelling van extinctie en doorzicht nauwkeuriger maken

Waterplanten:

- Bodemschuifspanning gebruiken voor waterplantvoorspellingen
- Afstand tot vaargeul opnemen als verklarende variabele: effecten scheepvaart
- Effect van de verschillen in extinctie/doorzicht op kleine ruimtelijke schaal op waterplanten nader onderzoeken. Hiervoor zijn extinctie/doorzicht metingen nodig op plantenpunten
- Nader onderzoek of bedekkingsgraad in bijvoorbeeld 3 relevante klassen kan worden voorspeld

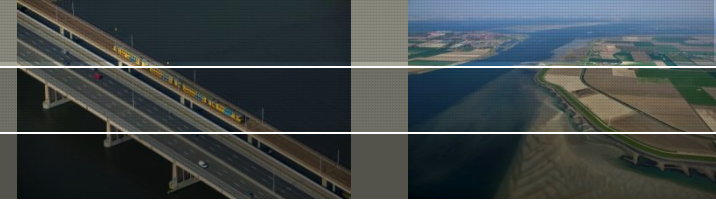
Mosselen:

- Bodemschuifspanning gebruiken voor voorspellingen
- Op langere termijn: benutten karteringen
- Aparte benadering per mosselsoort en gecombineerd

Toepassing:

- Rekenregels en toepassing in “Beheer en onderhoud”

8. Literatuur



Hosmer, D.W., Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression, Second edition*. Wiley, New York

MacCullagh en P., Nelder, J.A. (1989) *Generalized linear models 2nd edition*. Chapman and Hall, London

Scheffer, M. (1998) *Ecology of shallow lakes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

Schwarz, G. E. (1978) Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics* **6** (2): 461–464.

Van Zuidam, B.G. en Peeters, E.T.H.M. (in prep) Wave disturbance limits the spatial distribution of submerged vegetation in large shallow lakes.

Zuur, F.A., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A. en Smith G.M. (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York