



Resultaten monitoring bestaande structuren NMIJ

Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied

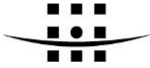
30 november 2011

Conceptrapport

9V6742.A3



ROYAL HASKONING
Enhancing Society



Boschveldweg 21
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
+31 73 687 41 11 Telefoon
+31 73 612 07 76 Fax
info@den-bosch.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Resultaten monitoring bestaande structuren
NMIJ

Verkorte documenttitel Monitoring bestaande structuren

Status Conceptrapport

Datum 30 november 2011

Projectnaam NMIJ

Projectnummer 9V6742.A3

Opdrachtgever Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied

Referentie 9V6742.A3/R00062/901530/DenB

Foto's omslag Bemonsteringen door Bureau Waardenburg

Auteur(s) drs. ing. C.H.M. Evers, drs. R.F.M. Buskens en
ir. F.C.J. van Herpen

Collegiale toets ir. R.A.E. Knobben

Datum/paraaf

Vrijgegeven door ir. R.A.E. Knobben

Datum/paraaf

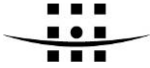


INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Leeswijzer	1
2	EFFECTEN VAN LUWTESTRUCTUREN VOOR DRIEHOEKSMOSSELEN	2
2.1	Onderzoeksvragen en methode	2
2.2	Dreissena in het Markermeer	2
2.3	Veldonderzoek Bureau Waardenburg	4
2.4	Dataverkenning	7
2.5	Meervoudige Regressie	23
2.6	Analyses met een neurale netwerk	26
2.7	Model HABITAT	28
3	VELDOPNAMEN EILANDEN IJSSELMONDING EN NAVIDUCT	32
3.1	Algemeen	32
3.2	Uitwerking bezoek augustus 2010	33
3.3	Uitwerking bezoek augustus 2011	39
3.4	Naviduct	44
4	UITKOMSTEN ONDERZOEK LUWTESTRUCTUREN HOUTRIBDIJK EN OOSTVAARDERDERS DIJK	46
4.1	Inleiding	46
4.2	Methodiek	46
4.3	Resultaten Houtribdijk	52
4.4	Resultaten Oostvaardersdijk	60
4.5	Discussie en conclusies	66
5	LEERPUNTEN VOOR NMIJ	69
5.1	Leerpunten voor aanleg luwtestructuren en monitoring	69
5.2	Leerpunten voor aanleg oermoeras markermeer	69
5.3	Leerpunten voor monitoring	71
	LITERATUUR	72

BIJLAGEN

1. Verslag bemonstering & analyses Waardenburg
2. Enkelvoudige regressie
3. Multiple regressie
4. Neuraal netwerk
5. Uitgewerkte kaarten bezoeken eilanden IJsselmonding
6. Bemonsterde locaties dammen Houtribdijk en Oostvaardersdijk



1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Eén van de onderzoeksmiddelen binnen het onderzoeksplan NMIJ is 'monitoring bestaande situaties/structuren'. Dit middel is bij diverse onderzoeksvragen verdeeld over de thema's vermindering slibgehalte, vergroten habitatdiversiteit/dynamiek en ecologische verbindingen genoemd.

De monitoring aan bestaande situaties zal gedurende de gehele duur van de onderzoeksperiode van NMIJ plaatsvinden en heeft het karakter van een dynamisch proces. De concrete invulling wordt niet alleen gestuurd door de onderzoeksvragen die bij de aanvang voorliggen, maar ook door de resultaten van de monitoring zelf. Als na een jaar meten uit de resultaten blijkt dat hetzij de vragen afdoende beantwoord zijn, hetzij de verwachting is dat de vraag ook bij voortzetting niet beantwoord zal worden, dan rechtvaardigt dat een aanpassing van het monitoringplan. Om voldoende flexibiliteit te houden zal het monitoringplan ieder jaar geupdate worden, gelijktijdig met het onderzoeksplan.

Voorliggend document beschrijft de resultaten van deze monitoring t/m oktober 2011.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze rapportage is het weergeven van de resultaten van de monitoring aan de bestaande structuren en de leerervaringen hieruit voor NMIJ t/m oktober 2011.

1.3 Leeswijzer

Tot op heden zijn er 3 deelprojecten (combinaties) aan gebieden onderzocht op effecten van inrichting op diverse biologische groepen:

- Inventarisatie van driehoeksmosselen rond luwtestructuren in het westelijke deel van het Markermeer/IJmeer uitgewerkt (hoofdstuk 2).
- Onderzoek naar de effecten van het aanleggen van eilanden met ondiepe waterzones (IJsselmonding en Navicuct) op de vegetatie en in mindere mate vogels en macrofauna (hoofdstuk 3).
- Onderzoek naar de effecten van luwtestructuren in het oostelijke deel van het NMIJ (dammen voor Houtribdijk en Oostvaardersdijk) op mosselen, vegetatie, waterkwaliteit en vogels (hoofdstuk 4).

De leerervaringen uit bovenstaande onderzoeken voor maatregelen in het kader van NMIJ zijn tot slot opgenomen in hoofdstuk 5.

2 EFFECTEN VAN LUWTESTRUCTUREN VOOR DRIEHOEKSMOSSELEN

2.1 Onderzoeksvragen en methode

In het onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer-IJmeer (NMIJ) is één van de thema's vermindering slibgehalte. Binnen dat thema worden de effecten van de maatregel 'luwtestructuren' onderzocht. In het onderzoeksprogramma is één concrete onderzoeksvraag opgenomen die over driehoeksmosselen gaat.

Tabel 2.1: Onderzoeksvragen over driehoeksmosselen

Ontstaan er betere mogelijkheden voor de ontwikkeling (habitat) voor driehoeksmosselen, waterplanten en vis indien deze maatregelen worden ingezet?	S12
---	-----

Eén van de onderzoeksmiddelen binnen NMIJ is de monitoring van bestaande structuren en situaties. Na de start van het onderzoek is gebleken dat er in een veldonderzoek in 2007 door Bureau Waardenburg BV al een grote hoeveelheid gegevens verzameld zijn rond drie luwtestructuren, die echter nooit tot een rapportage zijn uitgewerkt (pers. meded. M. Tosserams). Het voorliggende rapport werkt de ruwe gegevens uit en analyseert de factoren die mogelijk het voorkomen van de driehoeksmosselen rond de luwtestructuren bepalen. Dit levert (mede) een antwoord op de bovenstaande onderzoeksvraag en biedt aanknopingspunten voor het inrichtingsadvies dat NMIJ moet opleveren.

Methode

De verzamelde gegevens uit het onderzoek van Waardenburg zijn gebruikt in een nadere analyse om de belangrijkste stuurvariabelen te bepalen. Hierbij is gebruik gemaakt van data-exploratie (H3), meervoudige regressie (H4) en met een neurale netwerk (zie H5). Een toelichting op de werkwijze van bemonstering en de uitgevoerde laboratoriumanalyses is opgenomen in bijlage 1. De resultaten van de enkelvoudige regressie zijn bijgevoegd in bijlage 2.

2.2 Dreissena in het Markermeer

Onderstaande tekst is overgenomen uit de Initiële Bureaustudie Habitatdiversiteit (Royal Haskoning (2010); 9V6742.A2/R00019/902795/BW/DenB WBS-code 6.2).

Driehoeksmosselen

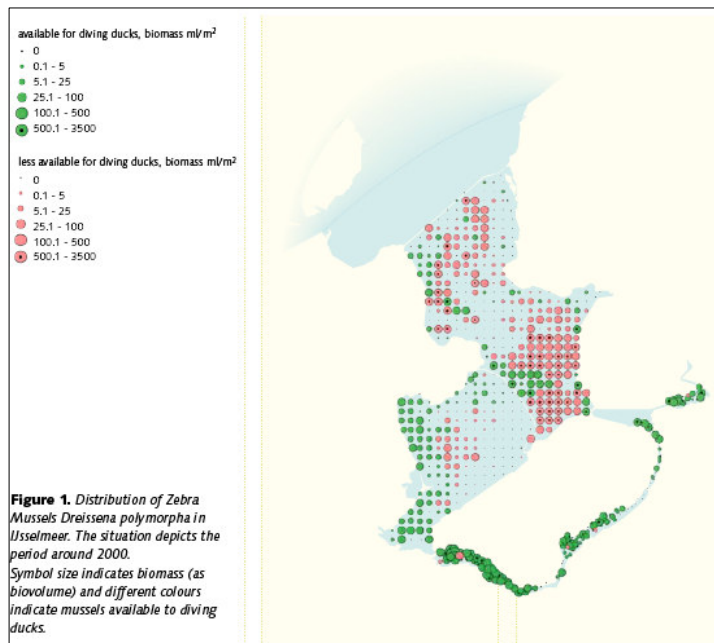
Restanten van Zuiderzee schelpenbanken vormen het substraat voor de driehoeksmossel in het IJsselmeergebied. Driehoeksmosselen komen vooral voor in het IJsselmeer en de randmeren. In het Markermeer en IJmeer zijn de driehoeksmosselen sterk achteruit gegaan. In het Markermeer worden de driehoeksmosselen minder groot dan in het verleden [Noordhuis, 2009]. In de Randmeren heeft de driehoeksmossel zich opnieuw gevestigd nadat de waterkwaliteit is verbeterd. Driehoeksmosselen komen vooral voor in Hoornse Hop en IJmeer [Noordhuis en Houwing 2003, Van Eerden et al (red) 2007].

In het IJmeer is de mosseldichtheid 10-20 keer groter dan die in het Markermeer, maar ook in het IJmeer is de mosselstand afgenomen.

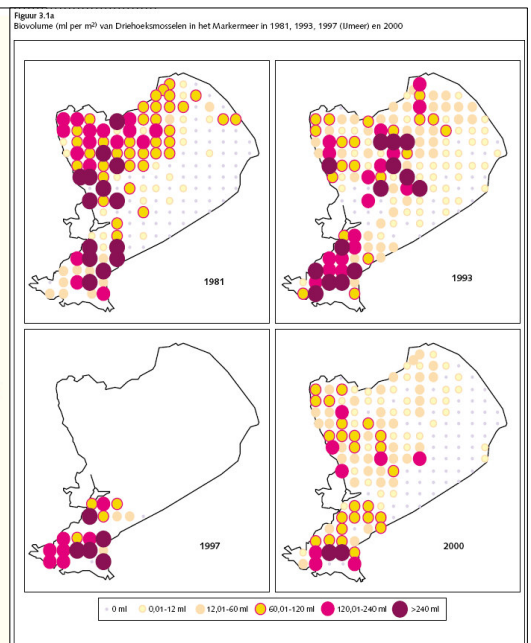
In het IJmeer komt de ruimtelijke variatie van de mosselhoeveelheden overeen met de eigenschappen van het water en de bodem [Van Rijn et al 2005]. In het Markermeer is het voorkomen van driehoeksmosselen positief gecorreleerd met de beschikbare hoeveelheid substraat (Zuiderzeeschelpen) en negatief met de hoeveelheid slib in de toplaag [Noordhuis en Houwing, 2003]. De dichtheden van driehoeksmosselen zijn sinds eind jaren 1990 toegenomen in sommige van de Randmeren (Wolderwijd, Eemmeer en Gooimeer) [Hulsegge et al 2004]. In figuur 2.1 een overzicht van verspreiding van de driehoeksmossel in het IJsselmeergebied. In figuur 2.2 een overzicht van de afname van de driehoeksmossel in Markermeer-IJmeer periode 1980-2000. In figuur 2.3 een recent overzicht van de verspreiding van de driehoeksmossel.

In figuur 2.4 de verspreiding van *Dreissena* in het Peipsi meer. Driehoeksmosselen komen daar vooral voor in de ondiepe delen langs de oevers. Het gaat om de plekken waar door waterbeweging voedsel wordt aangevoerd en er geen slibdeeltjes sedimenteren, bijv de uitstroom van de IJsseldelta in het IJsselmeer.

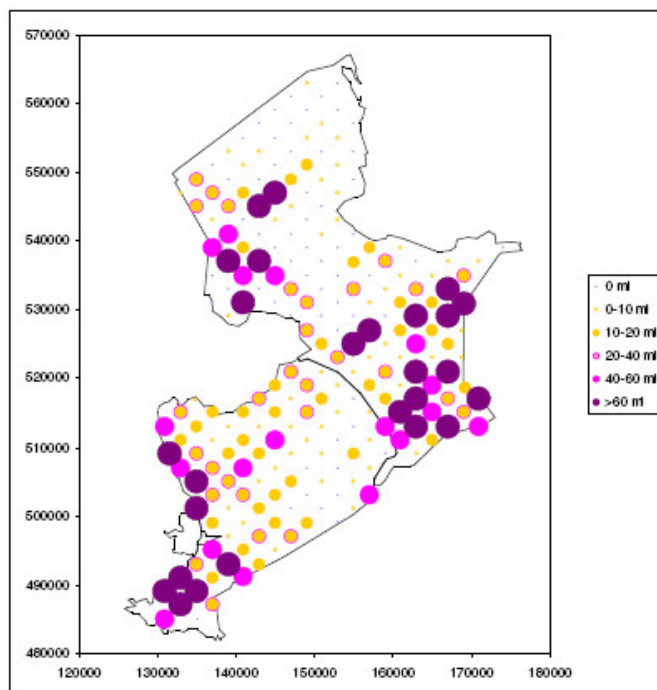
De driehoeksmossel heeft sinds 2006 in Nederland concurrentie gekregen van de Quagga-mossel (nauwe verwant). Naast de driehoeksmossel en Quagga-mossel komen ook zwanenmosselen, erwtenmosselen en korfmosselen voor in het Markermeer [Van Eerden, 2009].



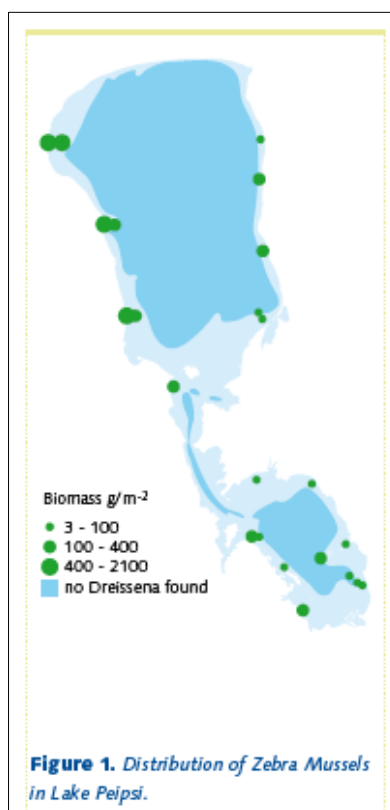
Figuur 2.1: [Van Eerden et al (red) 2007]



Figuur 2.2: [Noordhuis en Houwing 2003]



Figuur 2.3: Dichtheid driehoeksmossel in IJsselmeer en Markermeer (Voor 2006-2007 (uitgedrukt als biovolume).)

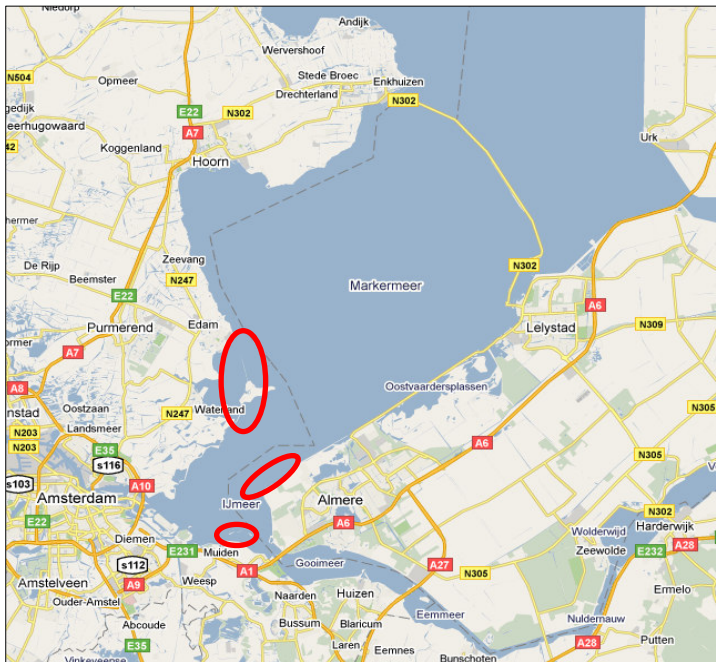


Figuur 2.4: Verspreiding *Dreissena* in Peipsi Meer [uit: Van Eerden et al 2007]

2.3 Veldonderzoek Bureau Waardenburg

In 2007 is veldonderzoek gedaan (Bureau Waardenburg BV i.o.v. RWS) aan het voorkomen van *Dreissena* in verschillende delen van het Markermeer/IJmeer. Met duikers zijn (meng)monsters verzameld van zowel driehoeksmosselen als de bodem (om korrelgrootte te bepalen). Hiervoor is bodemmateriaal opgescheept en schoongespoeld. Van de driehoeksmosselen zijn aantallen en het biovolume bepaald. Het is uit de gegevens en het veldlogboek niet duidelijk of er onderscheid is gemaakt tussen de driehoeksmossel (zebramossel, *Dreissena polymorpha*) en de Quagga-mossel (*Dreissena bugensis*).

De Quagga-mossel is een recente verschijning in Nederland en is nauw verwant aan de driehoeksmossel. In 2006 is de Quagga-mossel niet in het Markermeer aangetroffen, maar in 2007 is de Quagga-mossel wel aangetroffen in lage aantallen, 0,6% van totaal in het IJsselmeer [Noordhuis, 2010]. Op de onderzochte locaties zijn de Gouwzee, Muiden en Pampushaven zijn telkens 40 tot 50 monsters verzameld. Figuur 3.1 geeft de globale ligging van de onderzoekslocaties.



Figuur 2.5: Globale ligging onderzoekslocaties driehoeksmosselen

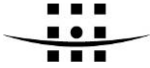
Figuur 3.2 laat een typisch bemonsteringsresultaat zien uit de Gouwee. Opvallend is het grote aandeel oude zeeschelpen (groot en wit). Deze vormen hier grote schelpenbanken uit de tijd dat dit nog de Zuiderzee was. Er is dus volop hard substraat voor de aanhechting door driehoeksmosselen. Het aandeel driehoeksmosselen (klein, donker) is echter klein. Enkele driehoeksmosselen zijn ter identificatie aangegeven met een rode cirkel. In figuur 3.3 een bemonsteringsresultaat uit de Pampushaven. De grote cirkel laat zien waar een inheemse soort zwanenmossel dient als substraat voor driehoeksmosselen.



Figuur 2.6: Gezeefde en schoongespoelde monster waterbodem Markermeer ten noorden van Marken. In de rode cirkels de, kleine, driehoeksmosselen. De rest is vooral oude en dode zeeschelpen



Figuur 2.7: Gezeefde en schoongespoelde monster waterbodem Markermeer uit de Pampushaven ten noorden van Marken. In de kleine rode cirkels de driehoeksmosselen. De grote rode cirkel laat zien hoe schelpen (in dit geval een soort zwanenmossel) als substraat kunnen dienen voor



2.4 Dataverkenning

Toelichting

Verspreidingskaarten

Voor de gevonden aantallen driehoeksmosselen bij het veldonderzoek in 2007 is per deelgebied een verspreidingskaart gemaakt.

Scatterplots

Voor de plots is onderscheid naar de drie deelgebieden door gebruik van verschillende kleuren. Door de totale dataset en de dataset per deelgebied zijn lijnen getrokken om een idee te krijgen van relaties tussen *Dreissena* en omgevingsfactoren. Analyses zijn uitgevoerd voor absolute aantallen, Ln-getransformeerde aantallen en biovolume. Omdat biovolume weinig onderscheidend is van aantallen zijn de resultaten van aantallen worden deze niet gepresenteerd.

Box plots

De boven- en ondergrenzen van de box (gekleurde deel figuur) geven het 75% en 25%-percentiel. In de statistiek is de interkwartielafstand het verschil tussen het eerste en derde kwartiel. De "whiskers" (dunne zwarte lijn boven en beneden de box) geven aan wat anderhalf maal de interkwartielafstand (IQR) is. Waarden die buiten deze 1,5x de IQR liggen worden in de figuren apart aangegeven met cirkels en asterisken. Cirkels geven de waarden weer van 1,5 tot -3 maal de IQR. Een asterisk duidt op een waarde meer dan 3x de IQR.

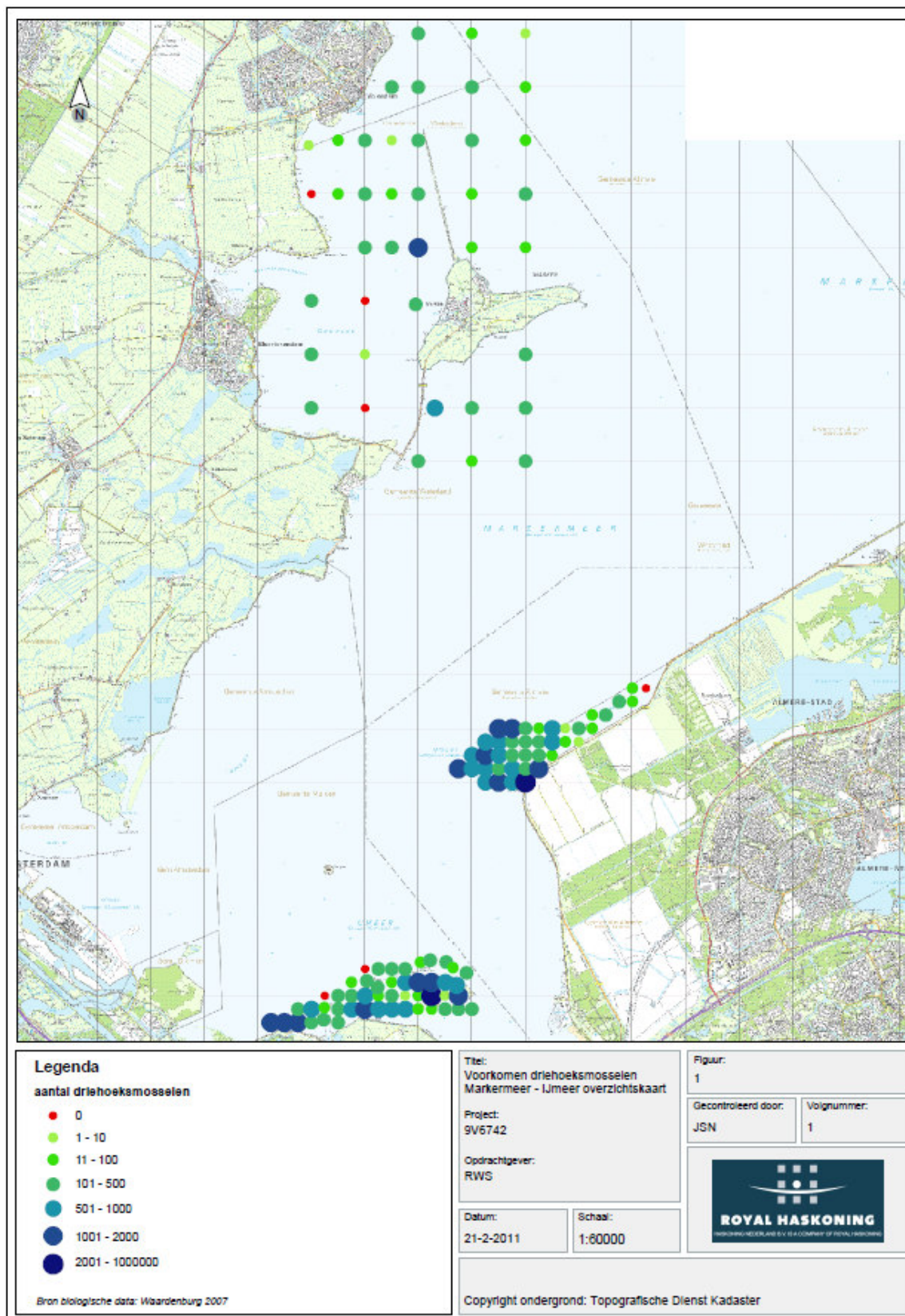
Toetsen van verschillen

Om te onderzoeken of de gemiddelde waarden voor de parameters voor de deelgebieden verschillen gebruiken we een one-way ANOVA. Bij een overschrijdingskans (sig.) < 0.05 wordt de nulhypothese (geen verschil in gemiddelde) verworpen met betrouwbaarheid van 95%. Dit betekent dat er dan een significant verschil tussen de gemiddelden is. De statistische analyses zijn uitgevoerd op alle losse meetwaarden uit het zomerhalfjaar. Om te bepalen welke gemiddelden verschillen werd gebruik gemaakt van een Post Hoc Multiple Comparison toets, de Bonferroni toets. Deze wordt frequent gebruikt en is redelijk streng.

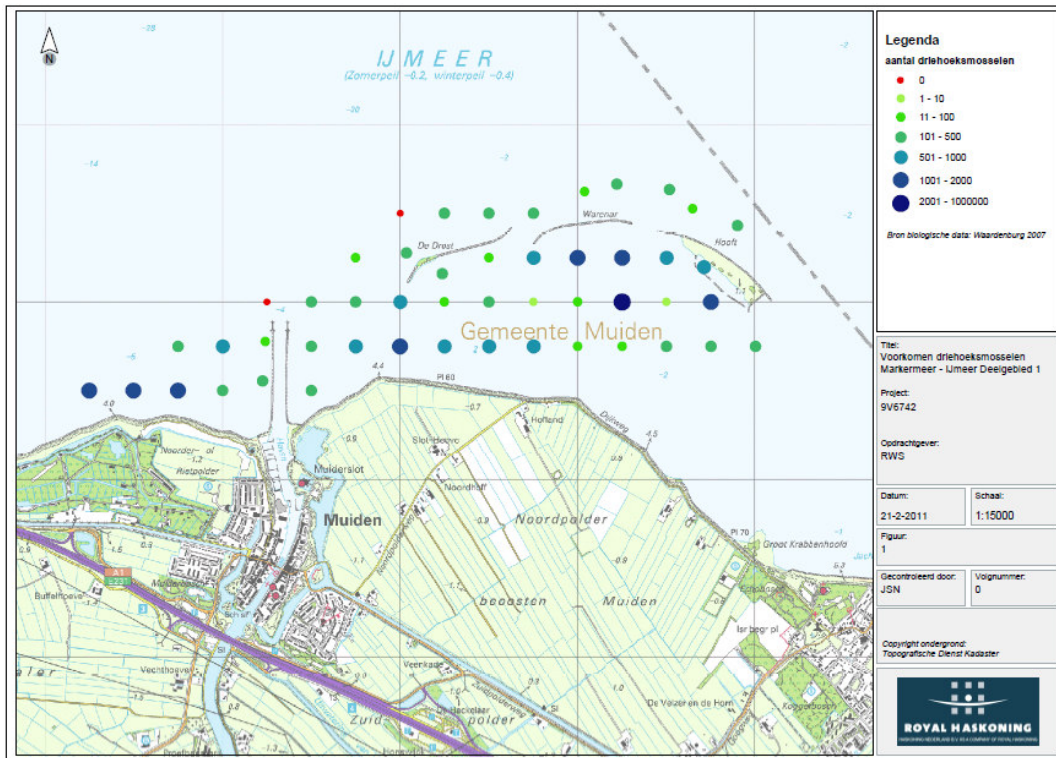
Voor een vergelijking tussen twee parameters is gebruik gemaakt van een T-toets. Met Levene's test voor homogeneity of variance wordt bepaald of het uitgangspunt equal of not equal variances is. De resultaten van de t-test met een sig $< 0,05$ betekent dat de 0-hypothese (geen verschil) wordt verworpen met 95% betrouwbaarheid (en dat er een significant verschil is).

Verspreiding & deelgebieden

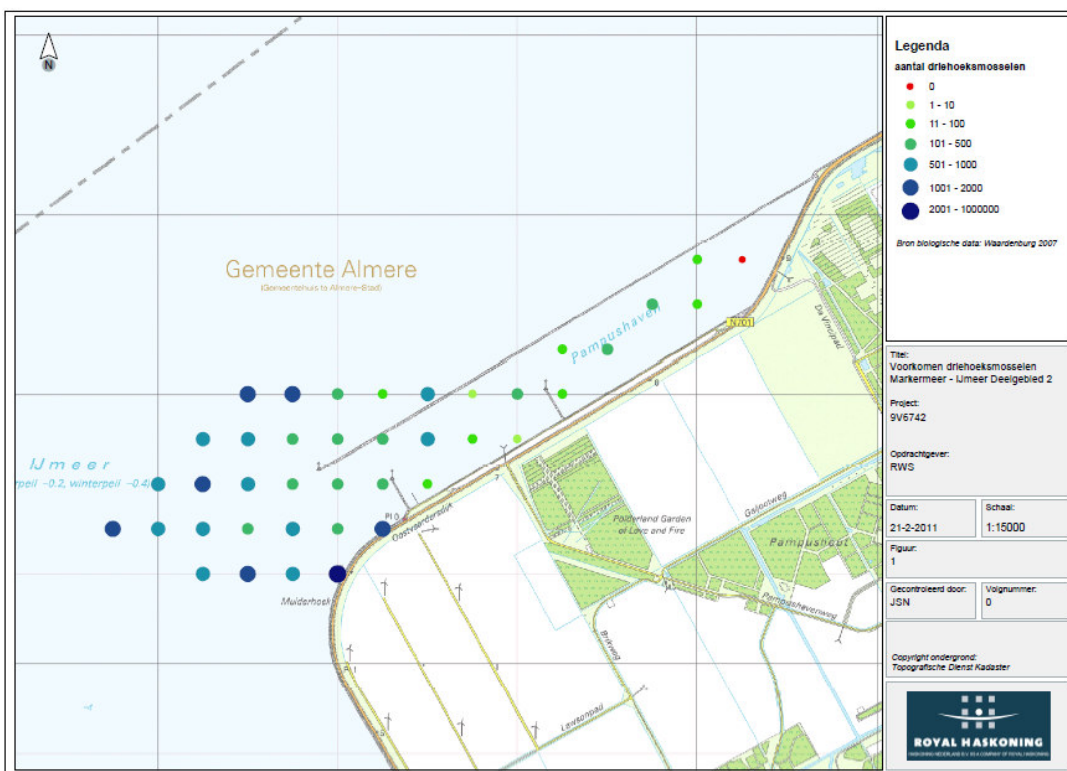
Figuur 2.8 geeft een overzicht van de resultaten van het verspreidingsonderzoek naar *Dreissena* in het Markermeer en IJmeer. Figuren 2.9, 2.10 en 2.11 geven een gedetailleerder beeld per deelgebied.



Figuur 2.8: Overzichtskaart met resultaten bemonstering Dreissena in 2007



Figuur 2.9: Overzichtskaart deelgebied Muiden met resultaten bemonstering *Dreissena* in 2007



Figuur 2.10: Overzichtskaart deelgebied Pampushaven met resultaten bemonstering *Dreissena* in 2007

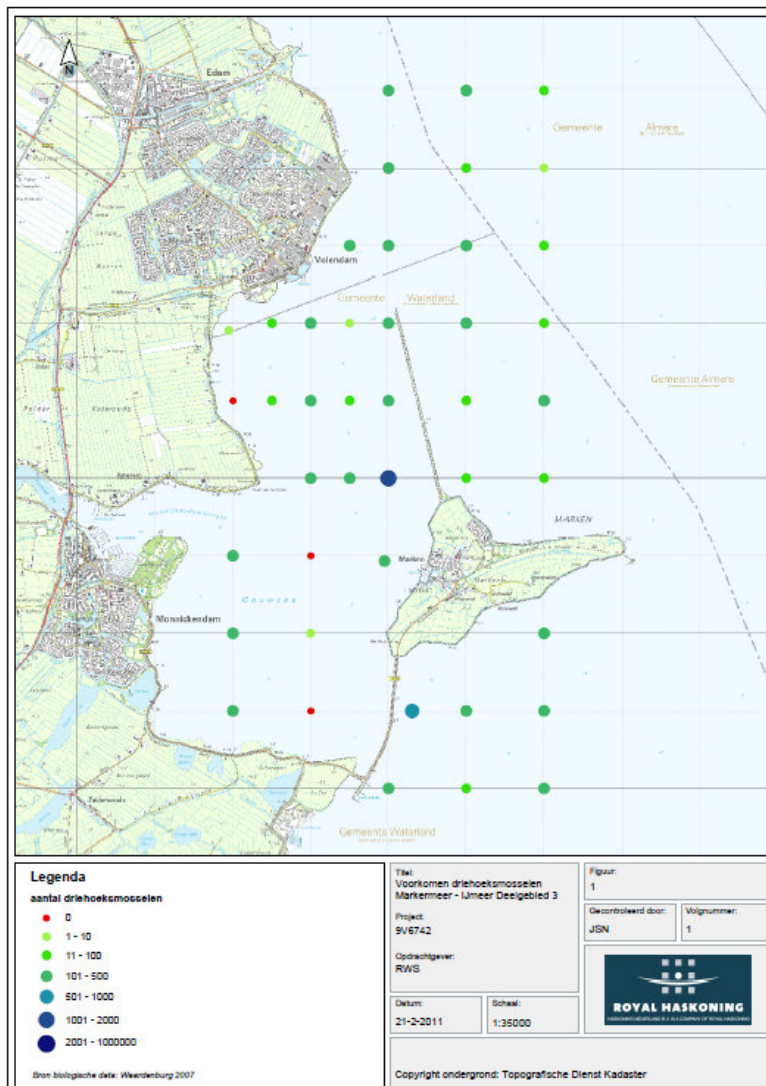


Figuur 2.11: Pampushaven en opwerveling bodemdeeltjes door een schip (bron: Google Earth)

Voor deelgebied Muiden (figuur 2.9) valt op dat de grootste aantallen driehoeksmosselen achter de dammen worden gevonden en in het open water ten westen van de haven. Achter het meest westelijke eiland is een laag fijn slib afgezet, de aantallen mosselen liggen daar lager. Achter beide andere eilandjes is de bodem meer zandig en daar groeien ook fonteinkruiden, net als aan de buitenzijde van de eilandjes. Vanaf de haven loopt een diepe (> 8 m) vaargeul waarin zich een dikke laag slib (> 1 m) heeft opgehoogd. Beide locaties waar geen mosselen zijn gevonden in het deelgebied Muiden lagen op de rand van deze vaargeul. In de luwte van de eilanden ligt een ondiepere vaargeul (3-4 m diep) met een dikke laag slib (30-40 cm), maar de aantallen gevonden driehoeksmosselen laat daar een wisselend beeld zien. Ten zuiden van de vaargeul, ongeveer ter hoogte van "Hofland" is de bodem zandig en groeien kranswieren. Mosselaantallen zijn daar hoog.

Voor Pampushaven (figuur 2.10) valt op dat de mosselen juist niet massaal in de beschutte haven voorkomen maar juist daarbuiten. De haven staat maar via één opening in verbinding met het IJmeer. In de haven is een dikke laag slib (40-50 cm) gevonden waar af en toe grote mosselen voorkomen waarop de kleinere driehoeksmosselen groeien. Bij de monding van de haven zijn veel korfmosselen aangetroffen. De dikke laag slib in de haven wordt naast de wind ook door scheepvaart in beweging gebracht (figuur 2.11).

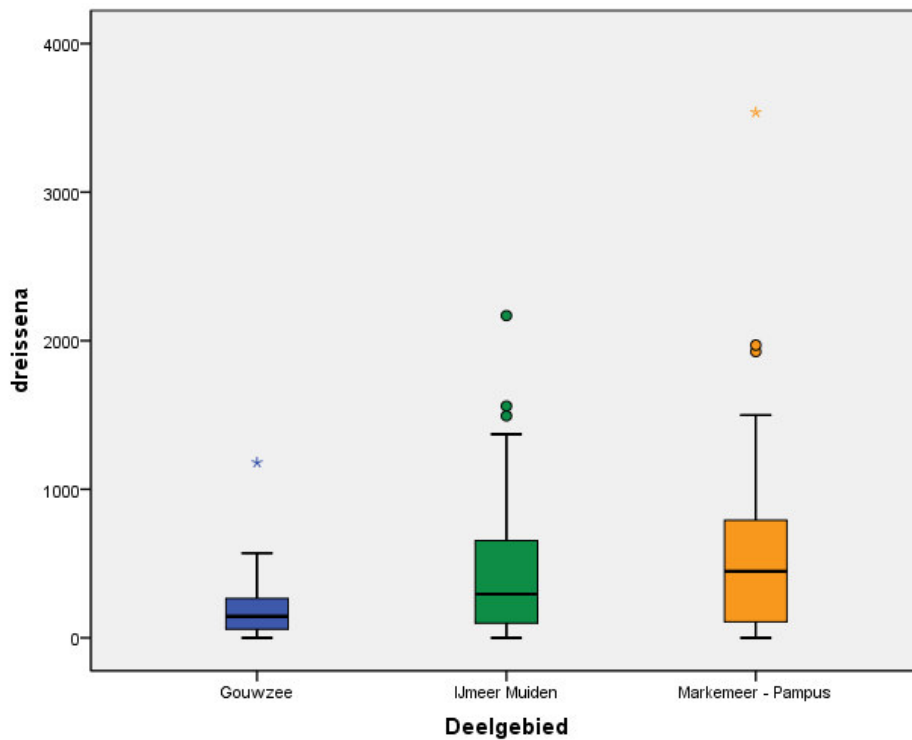
Voor de Gouwzee (figuur 2.12) valt op dat de aantallen mosselen in zuidoosthoek van de Gouwzee (langs de dam naar Marken) laag zijn. Dit is ook het gebied waar veel kranswieren groeien. De bodem uit het gehele deelgebied bestaat uit weke tot harde klei met aanwezigheid van Zuiderzeeschelpen. In het deelgebied Gouwzee zijn, anders dan voor beide andere deelgebieden, geen overige soorten tweekleppigen gevonden.



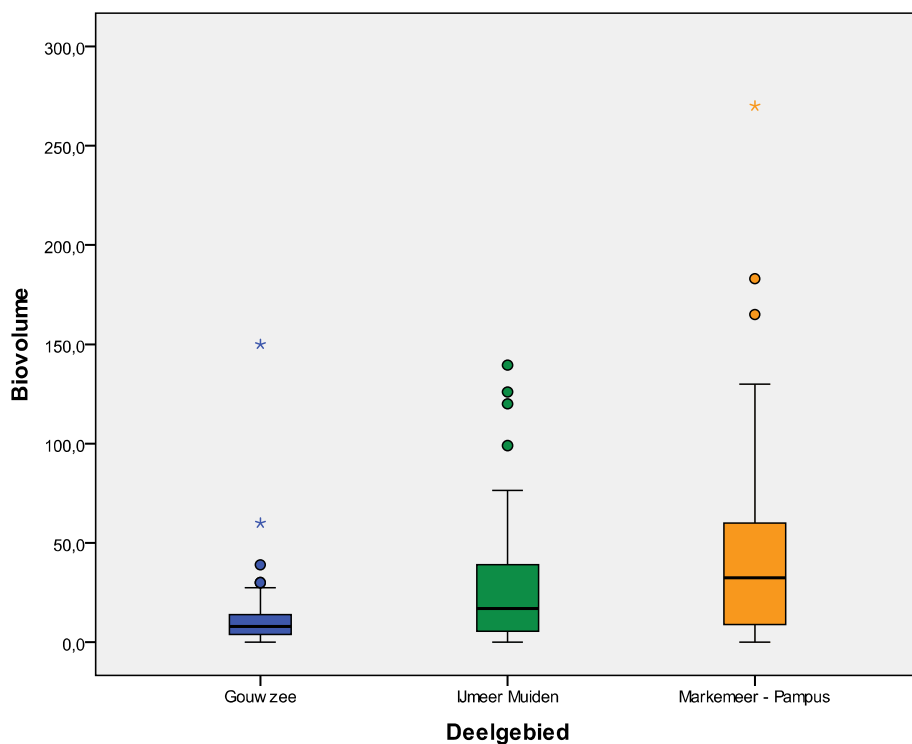
Figuur 2.12: Overzichtskaart deelgebied Gouwzee met resultaten bemonstering *Dreissena* in 2007

Er zijn duidelijke verschillen (in aantallen en biovolume) aan gevonden driehoeksmosselen tussen de deelgebieden (zie figuren 2.13 en 2.14). Het gemiddelde aantal *Dreissena* in Gouwzee is lager dan in Muiden (sig 0,025) en Pampus (sig 0,01) Tussen de locaties Pampus en Muiden zijn geen verschillen gevonden in aantallen driehoeksmosselen. Het onderscheid tussen de ligging van de monsterplocaties (beschut of onbeschut) maken we in paragraaf 4.5.

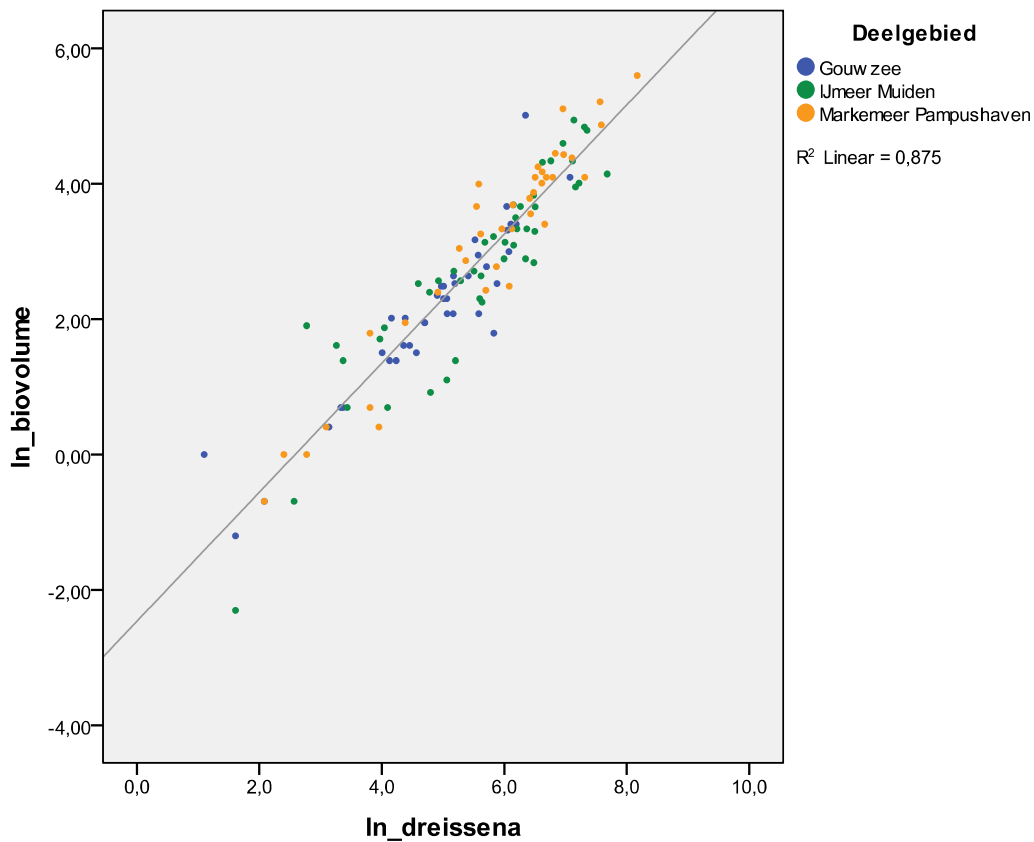
De grootte van de afzonderlijke driehoeksmosselen kan worden uitgedrukt als een gemiddeld biovolume per schelp. In figuur 2.15 laat zien dat de relatie tussen biovolume en aantallen driehoeksmosselen redelijk rechtlijnig is (na Ln-transformatie aantallen). Opvallend is dat de gemiddelde grootte van de schelpen niet verschillend is tussen de deelgebieden (zie figuur 2.16). Het is namelijk dat de groei van de schelpen kan variëren tussen locaties als gevolg van verschillende in omgevingsfactoren [Garton & Johnson, 2000].



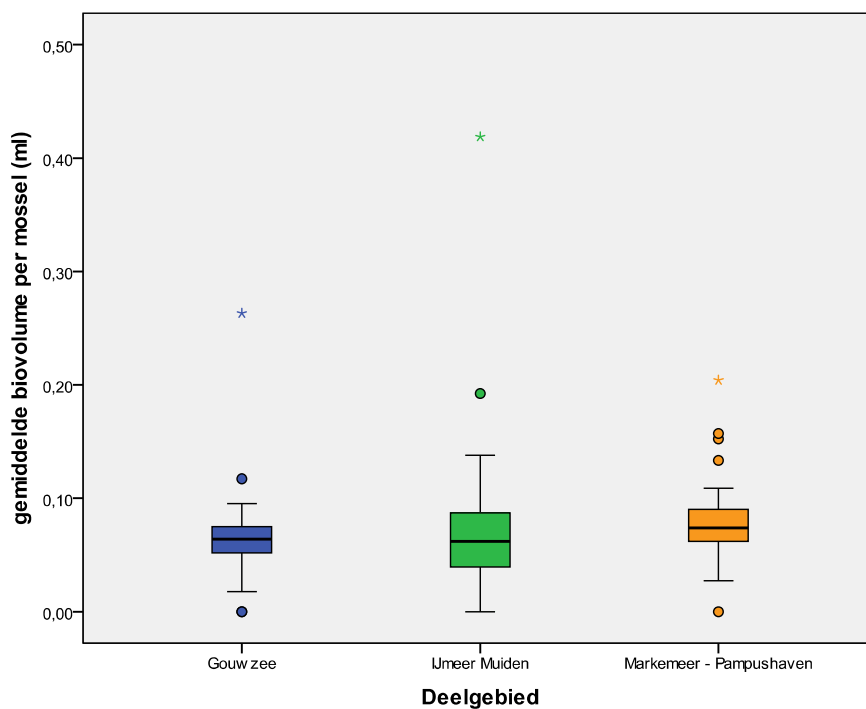
Figuur 2.13: Aantallen driehoeksmosselen in deelgebieden



Figuur 2.14: Biovolume driehoeksmosselen in deelgebieden



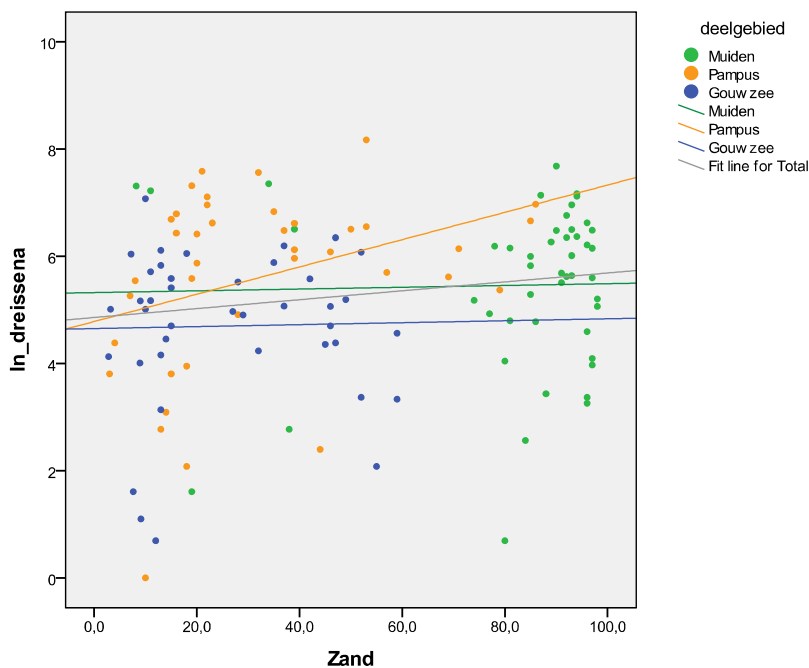
Figuur 2.15: Relatie tussen aantal *Dreissena* en biovolume



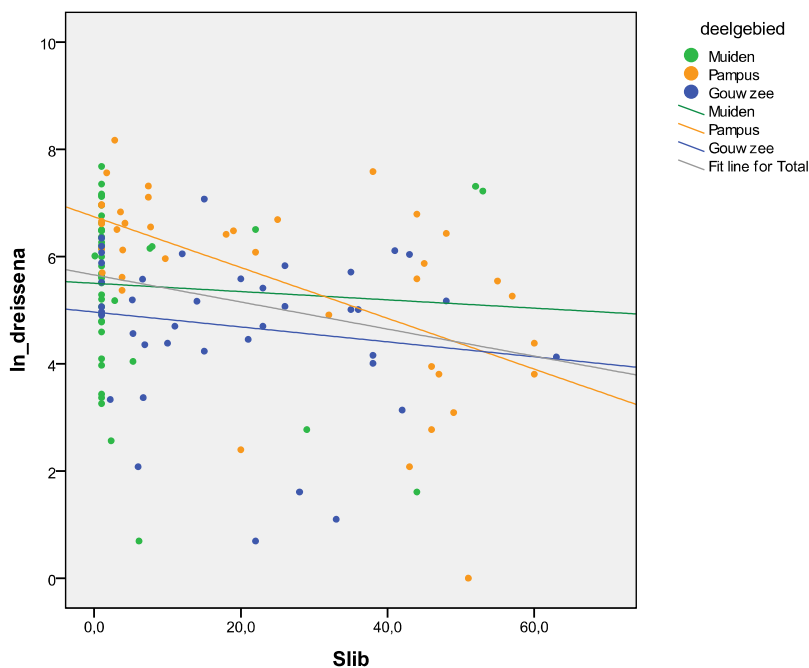
Figuur 2.16: Gemiddeld biovolume per driehoeksmossel voor de deelgebieden

Bodemtype

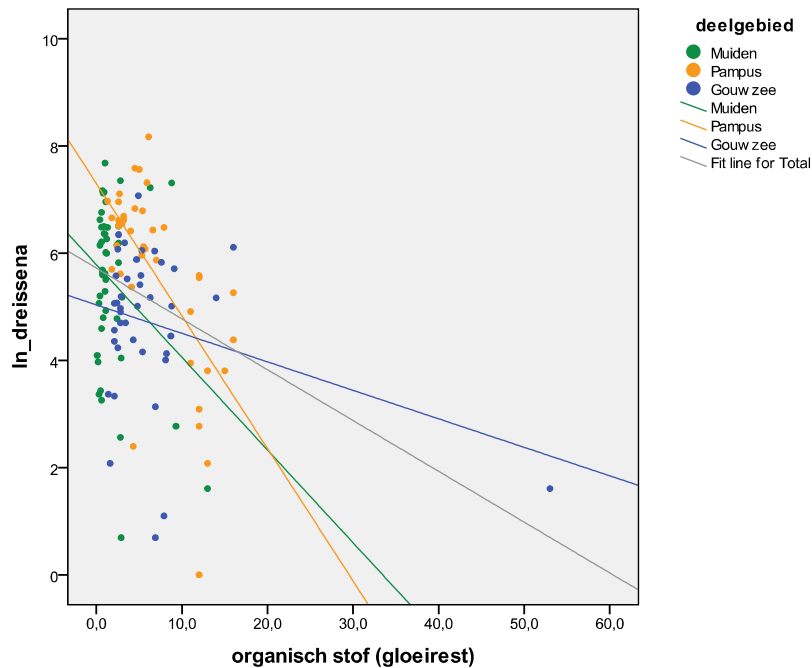
Op de locaties waar de driehoeksmosselen zijn verzameld zijn ook korrelgrootteverdelingen bepaald. In figuren 2.17, 2.18 en 2.19 de relatie tussen bodemtype en aantallen. Wat betreft bodemtype is onderscheid gemaakt tussen slib ($< 16 \mu\text{m}$), zand ($> 63 \mu\text{m}$) en organisch stof (veen; uitgedrukt in gloeiverlies).



Figuur 2.17: Zand (aandeel % in bodemsamenstelling)

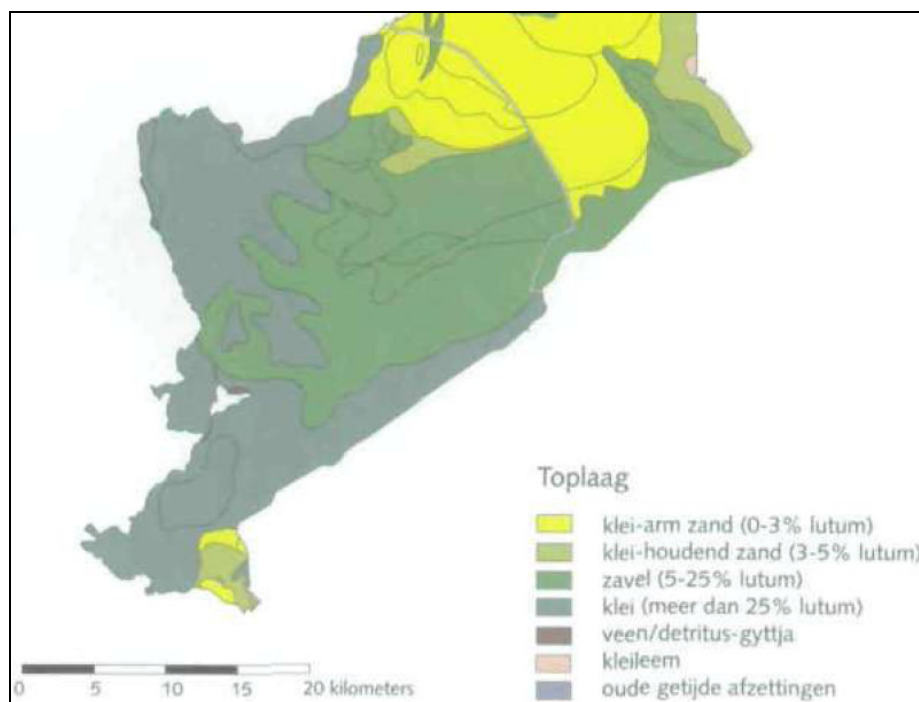


Figuur 2.18: Slib (aandeel % in bodemsamenstelling)



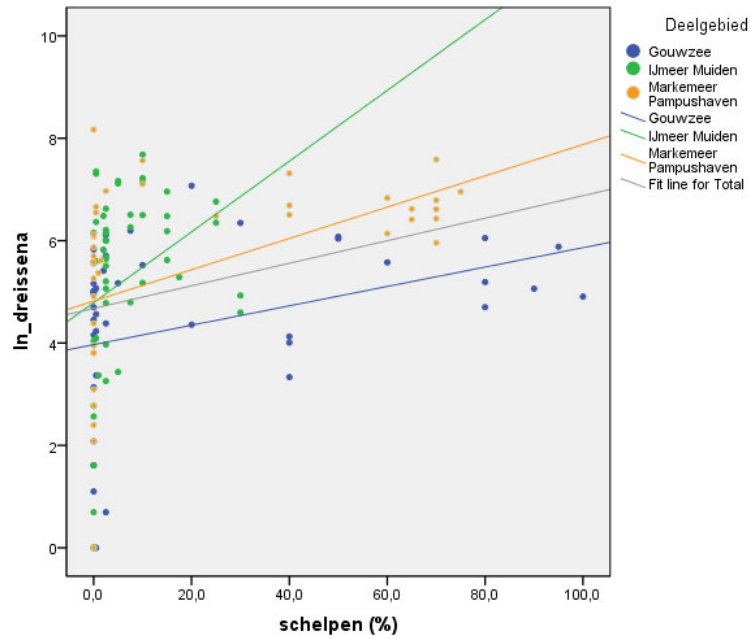
Figuur 2.19: Organisch stof (aandeel % in bodemsamenstelling). LET OP: op de x-as moet staan gloeiverlies ipv gloeirest.

Een zandbodem heeft neutrale tot positieve relatie met de aantallen gevonden driehoeksmosselen. Slib en organisch stof lijken een negatief effect te hebben op aantallen driehoeksmosselen. In figuur 2.20 een overzicht van de bodemtypen in het Markermeer. Duidelijk is dat deelgebied Muiden veel zandiger is dan beide andere deelgebieden die veel meer bestaan uit klei.

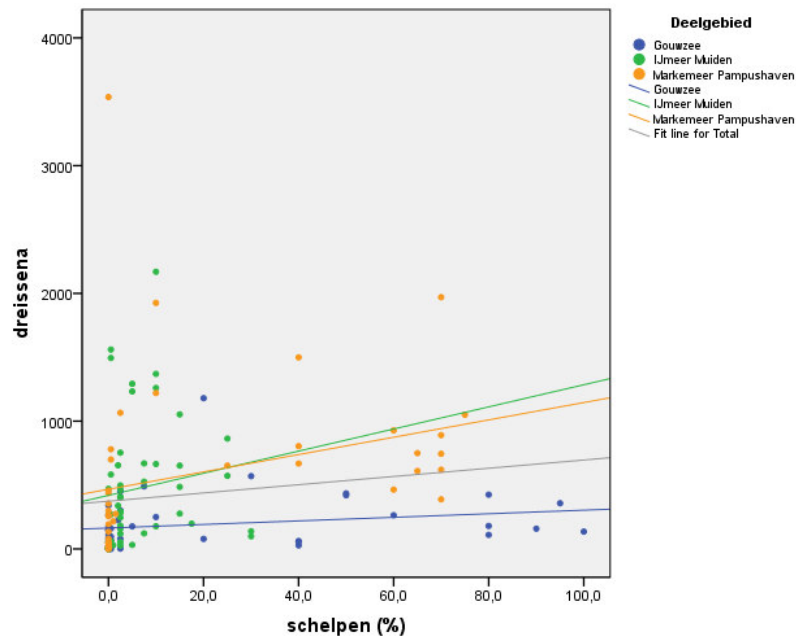


Figuur 2.20: Bodemtypen Markermeer. Uitsnede uit [Lammens en Hosper 1998]

De aanwezigheid van oude (zee)schelpen heeft een positief effect op de aantallen driehoeksmosselen, zie figuren 2.21 en 2.22. Deze oude schelpen zijn vooral gevonden in de Gouwzee en Pampushaven. Bedekkingspercentages van de bodem met oude Zuiderzeeschelpen zijn tijdens het veldonderzoek geschat door de duikers. Ten tijde van de bemonsteringen was het zicht in Muiden goed maar in Pampushaven en Gouwzee was het zicht bijna nihil. Hierdoor zijn bedekkingspercentages op de tast geschat en mogelijk minder nauwkeurig dan de schattingen voor Muiden.



Figuur 2.21: Bedekkingspercentage schelpen en aantallen *Dreissena* (niet getransformeerd)

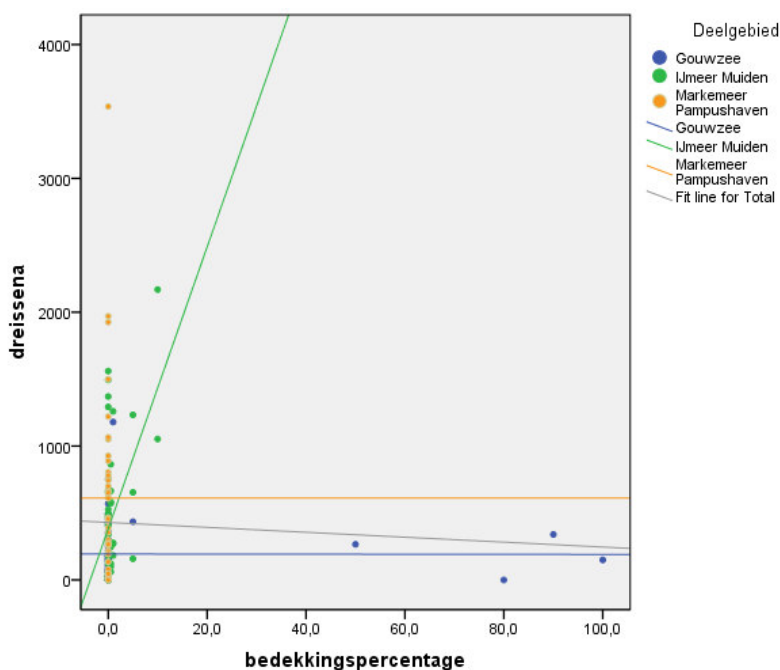


Figuur 2.22: Bedekkingspercentage schelpen en aantallen *Dreissena* (getransformeerd)

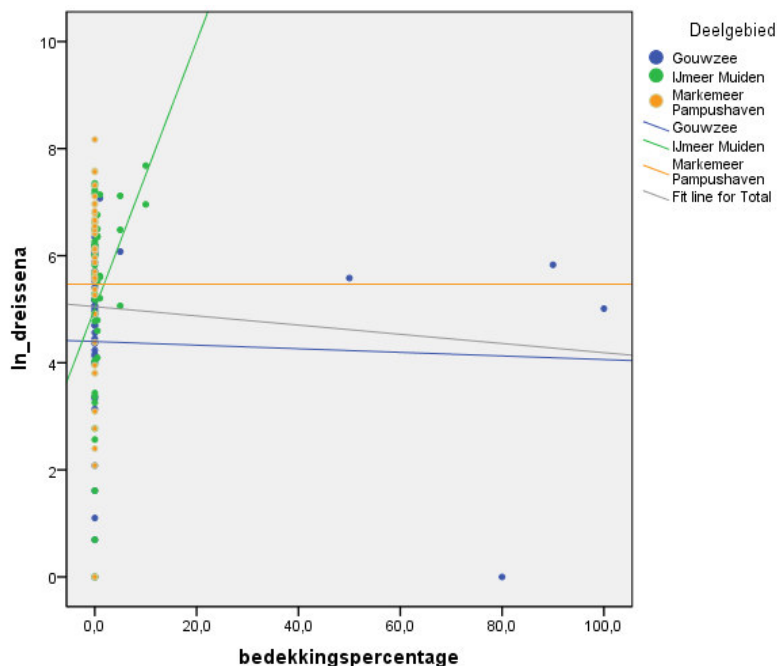
Vegetatie

Door de lage bedekkingspercentages zoals gevonden tijdens het veldwerk op de monsterlocaties is het moeilijk om veel conclusies te trekken over de relatie tussen waterplanten en aanwezigheid van *Dreissena* (figuur 2.23 en 2.24). In Gouwzee komen bij hoge vegetatiebedekking niet zo veel *Dreissena* voor maar ook bij lage vegetatiebedekking blijft aandeel *Dreissena* laag. Beide andere locaties hebben zowel hoge als lage aanwezigheid van *Dreissena* bij lage vegetatiebedekking.

In veldonderzoek van Waardenburg is waargenomen dat in de Gouwzee op de kranswieren soms kleine driehoeksmosselen groeien (bijlage 1). Opvallend is wel dat voor de Gouwzee de aantallen driehoeksmosselen laag zijn daar waar de dichtheden aan kranswieren (bepaald in 2004) hoog zijn.

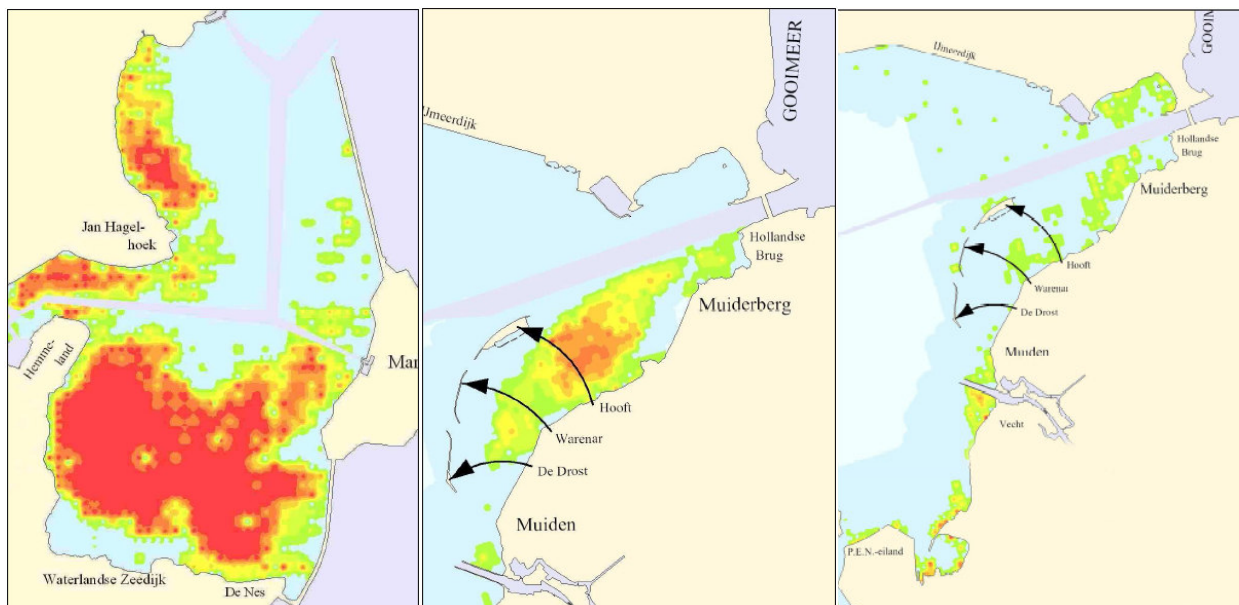


Figuur 2.23: Bedekkingspercentage vegetatie en aantallen *Dreissena* (niet getransformeerd)



Figuur 2.24: Bedekkingspercentage vegetatie en aantallen *Dreissena* (getransformeerd)

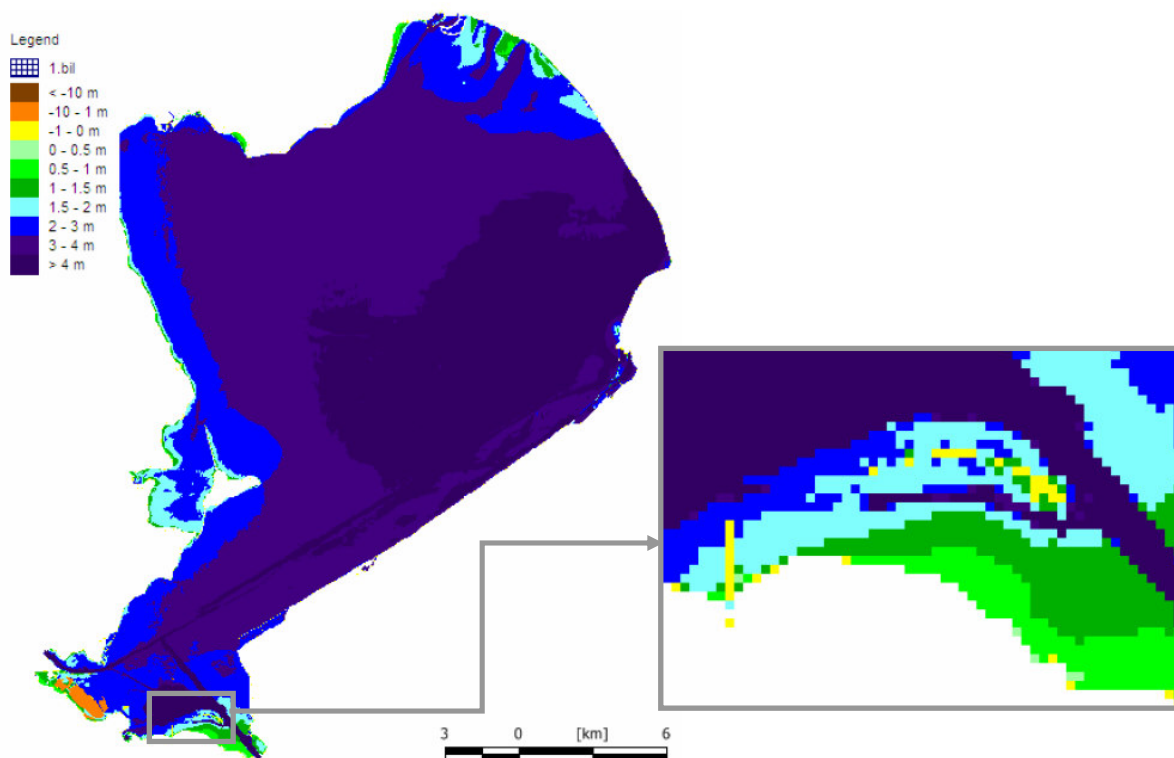
De bedekkingspercentages met vegetatie op de onderzochte locaties was laag ten tijde van het veldwerk. Dit heeft mogelijk deels ook te maken met periode waarin het onderzoek is uitgevoerd (oktober). Het is namelijk bekend dat er op de onderzoekslocaties (m.n. Muiden en Gouwzee) wel vegetatie groeit: in de Gouwzee en een deel van het IJmeer *Chara* (kranswier) en in het IJmeer ook nog *Potamogeton* (fonteinkruiden).



Figuur 2.25: Sterkranswier in de Gouwzee 2004 (links) en IJmeer (midden); Schedefonteinkruid in IJmeer (rechts). Overgenomen uit Noordhuis [2010].

Diepte

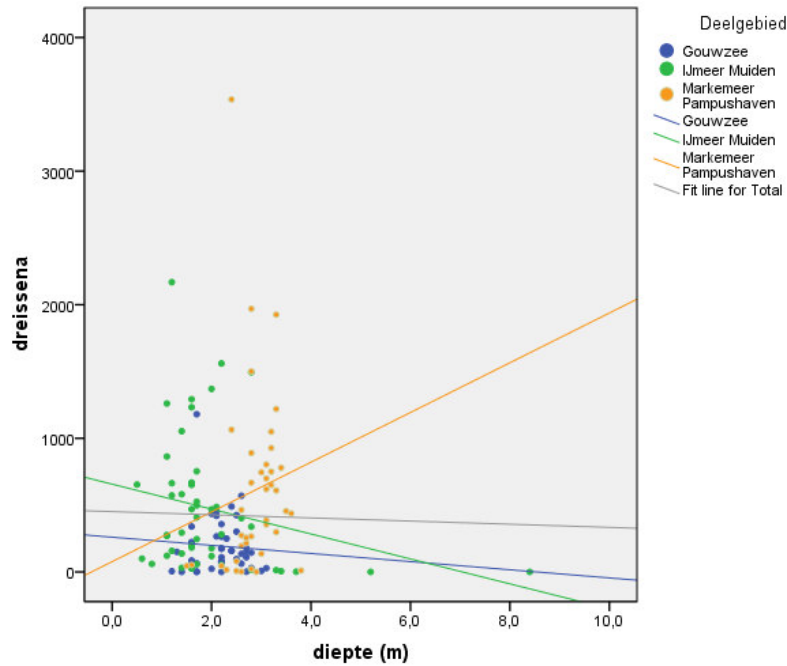
Markermeer en IJmeer zijn relatief ondiepe meren (figuur 2.26). Voor de kust bij Muiden is nog wel een diepe (voormalige) zandwinput gelegen. Mogelijk dient deze als een soort slibvang. Het diepteprofiel bij Muiden is ook wat gevarieerder dan in de Gouwzee of in de Pampushaven (zie inzet).



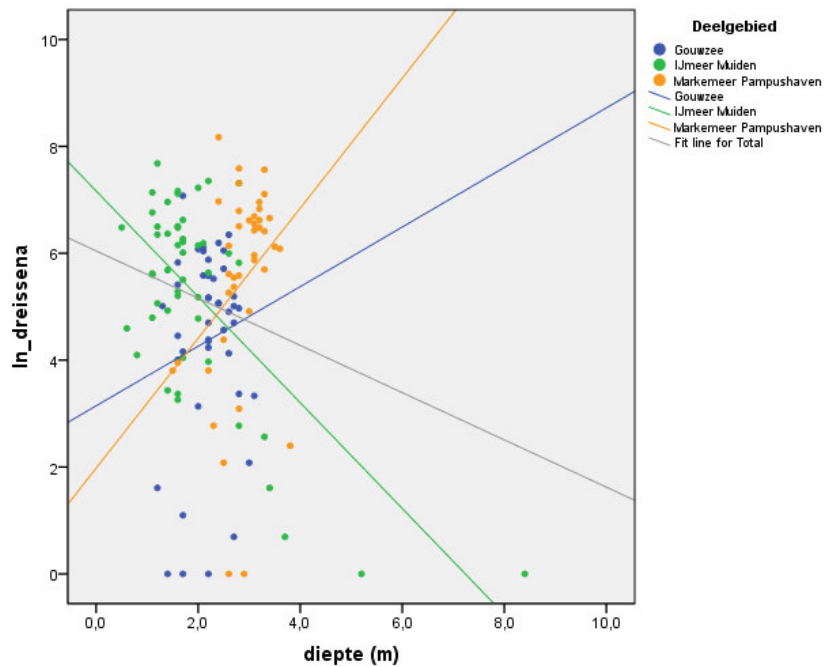
Figuur 2.26: Diepte van het Markermeer (overgenomen uit Haasnoot *et al* [2009])

De onderzochte locatie in Muiden is wat ondieper, de onderzochte locatie in Pampushaven is wat dieper. De Gouwzee zit er qua diepte tussenin maar daar komen niet veel *Dreissena* voor (zie figuur 2.27 en 2.28).

Er is voor de verzamelde data geen eenduidig beeld wat betreft relatie tussen diepte en voorkomen *Dreissena* op de verschillende deelgebieden. Uit de literatuur is bekend dat voor *Dreissena polymorpha* de groei afneemt op dieptes groter dan 4 m [Garton & Johnson, 2000].



Figuur 2.27: Diepte en aantal *Dreissena* (niet getransformeerd)



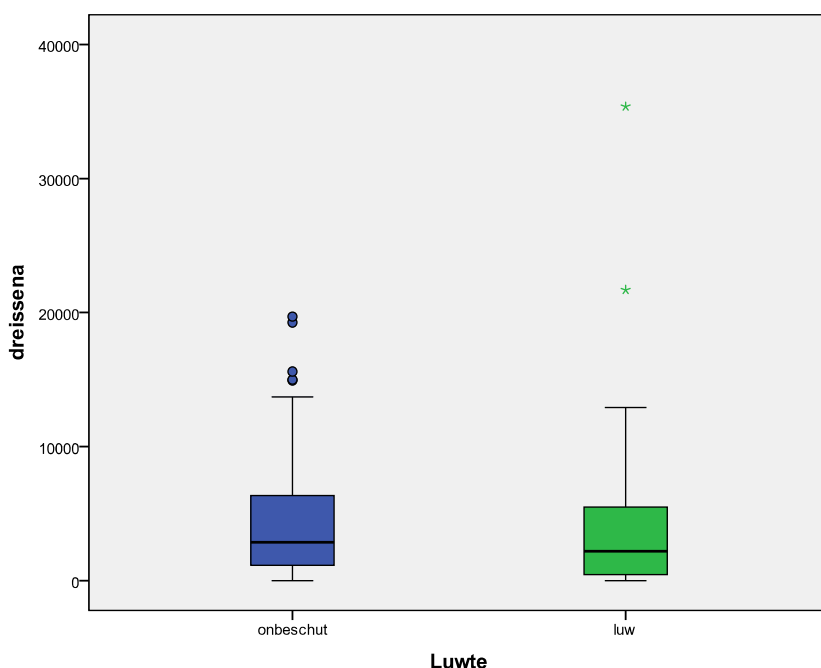
Figuur 2.28: Diepte en aantal *Dreissena* (getransformeerd)

Beschutting

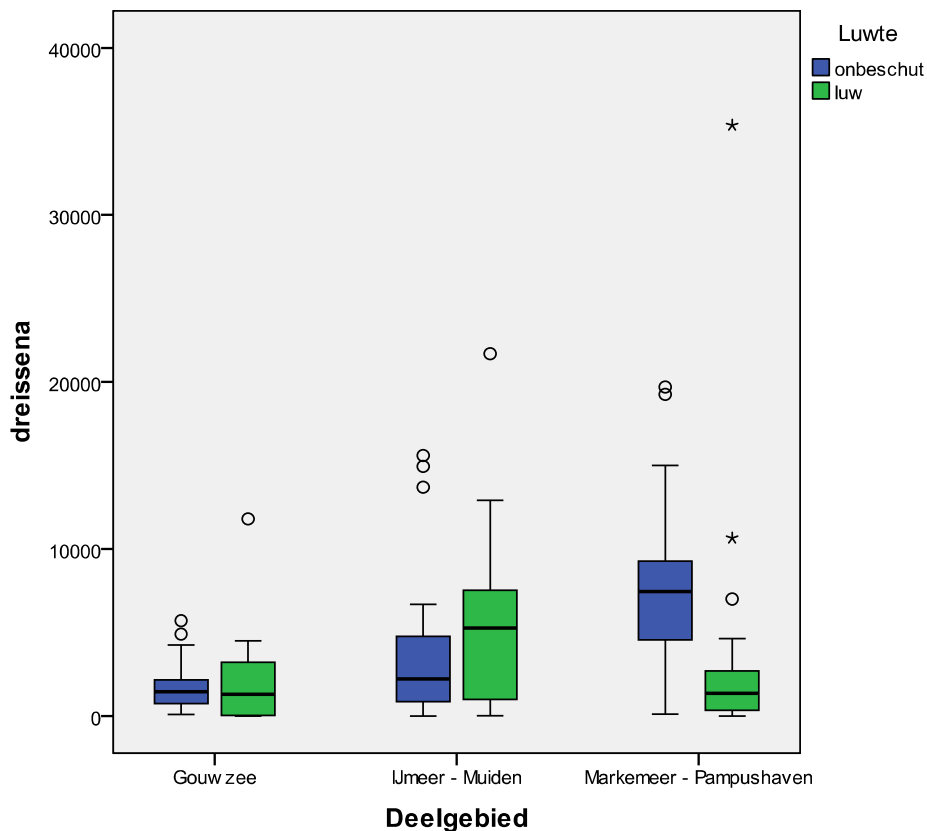
Uit de verspreidingskaartjes blijkt als dat voor Muiden de aantallen *Dreissena* groter zijn achter dammen (creëert luwte, dus minder opwerveling van anorganisch (=niet eetbaar) slib. Voor deelgebied Pampushaven lijkt het omgekeerde het geval. Voor het deelgebied Gouwzee geldt dat er op het oog geen duidelijk verschil is tussen beschutte en onbeschutte gedeelte.

Alle bemonsteringslocaties zijn individueel beoordeeld op de luwte op basis van ligging van de monsterlocaties ten opzichte van dammen op een topografische kaart. Beoordeling is uitgevoerd op basis van ligging meetpunten zoals aangegeven op kaartjes van Waardenburg. Monsterlocaties achter dammen e.d. zijn beoordeeld als "luw", locaties in open verbinding met het Markermeer als onbeschut. Het gemiddelde aantal driehoeksmosselen voor deze luwe en beschutte locaties is uitgezet in figuur 2.29. Er is geen verschil gevonden in gemiddeld aantal *Dreissena* tussen luwe en onbeschutte locaties als geen onderscheid wordt gemaakt naar deelgebied (T-test).

In figuur 2.30 is per deelgebied onderscheid gemaakt voor aantal driehoeksmosselen op onbeschutte of luwe bemonsteringslocatie. Voor de deelgebieden Gouwzee en Muiden is er geen verschil (resp. t-test sig. $P = 0,29$ en $p = 0,11$). Voor Pampushaven is er wel een verschil in gemiddeld aantal driehoeksmosselen binnen en buiten de beschutting van de haven (t-test, sig $p = 0,03$).



Figuur 2.29: Aantallen driehoeksmosselen op luwte en onbeschutte gebieden



Figuur 2.30: Aantallen driehoeksmosselen op luwte en onbeschutte gebieden met onderscheid tussen deelgebieden

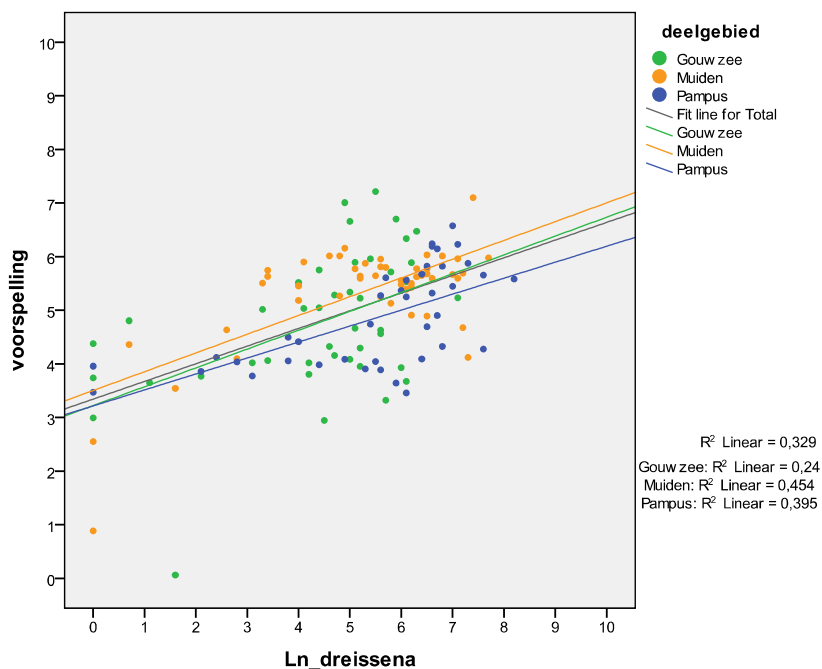
2.5 Meervoudige Regressie

Met behulp van een stepwise multiple regressievergelijking is het mogelijk de relatie Dreissena en een combinatie van omgevingsfactoren te bepalen. Deze regressie is uitgevoerd voor aantallen en ln-getransformeerde aantallen. Bij de laatste zijn in geval van afwezigheid van Dreissena de aantallen arbitrair op waarde "1" gezet zodat toch een LN-transformatie mogelijk is. In totaal gaat het om 6 monsters waar dit is gedaan (3 in Gouwzee, 1 in Pampushaven en 2 in Muiden). Alleen de resultaten van Ln-getrasformeerde regressie worden gepresenteerd omdat deze een betere overeenkomst vertonen met de in het veld gemeten resultaten. In de Gouwzee komen maar weinig *Dreissena* voor. Analyse is daarom ook uitgevoerd met alleen de data van locaties Muiden en Pampus. Voor de resultaten van de meervoudige regressie voor de afzonderlijke deelgebieden worden alleen de modelresultaten gepresenteerd.

De parameter CaCO₃ is meegenomen als parameter voor aanwezigheid schelpen. De parameter schelpen is verder buiten beschouwing gebleven om te voorkomen dat deze twee keer meedoet in de regressie.

Alle locaties (figuur 2.31)

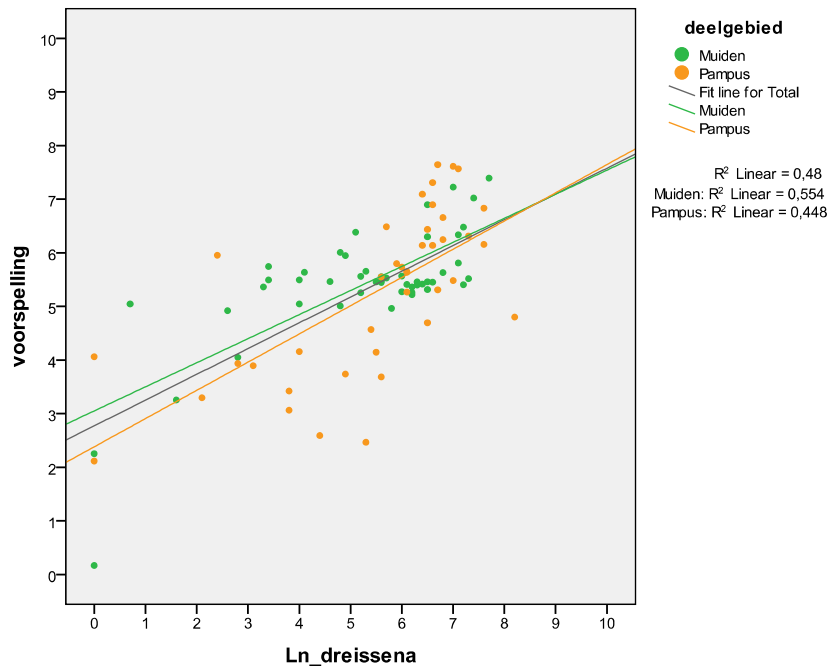
- Beste fit model: 32,9% van de variantie verklaard.
- Opgenomen in model: organisch stof (gloeiverlies), CaCO₃, Zand, diepte (m), Slib.
- Niet opgenomen in model: bedekkingspercentage.
- Formule: $\ln_dreissena = 1,567 - 0,063*(Org.stof) + 0,082*(CaCO_3) + 0,047*(zand) - 0,467*(diepte) + 0,057*(slib)$.



Figuur 2.31: Werkelijke aantallen (Ln-getransformeerd) vs voorspelde aantallen voor multiple regressie voor alle deelgebieden

Muiden & Pampushaven (figuur 2.32)

- Beste fit model: 48,1% van de variantie verklaard.
- Opgenomen in model: organisch stof (gloeiverlies), Zand, bedekkingspercentage.
- Niet opgenomen in model: diepte (m), CaCO₃, Slib, Luwte.
- Formule: $\ln_dreissena = 9,656 - 0,431*(org.stof) - 0,042*(zand) + 0,195*(bedekkingspercentage)$.



Figuur 2.32: Werkelijke aantallen (Ln-getransformeerd) vs voorspelde aantallen voor multiple regressie voor deelgebieden Muiden en Pampus

Gouwzee

- Beste fit model: 18,3% van de variantie verklaart.
- Opgenomen in model: CaCO_3 .
- Niet opgenomen in model: diepte (m), org. Stof, zand, slib, bedekkingspercentage, luwte.
- Formule: $\text{Ln_dreissena} = 3,125 + 0,044 * (\text{CaCO}_3)$.

Pampushaven

- Beste fit model: 47,0% van de variantie verklaart.
- Opgenomen in model: org. Stof (gloeiverlies).
- Niet opgenomen in model: diepte (m), CaCO_3 , zand, slib, luwte.
- Niet meegenomen: bedekkingspercentage, was op alle locaties binnen Pampushaven 0%.
- Formule: $\text{Ln_dreissena} = 7,475 - 0,283 * (\text{org. stof})$.

Muiden

- Beste fit model: 43,8% van de variantie verklaart.
- Opgenomen in model: diepte.
- Niet opgenomen in model: org. stof (gloeiverlies), CaCO_3 , zand, slib, luwte, bedekkingspercentage.
- Formule: $\text{Ln_dreissena} = 7,164 - 0,990 * (\text{diepte})$.

In bijlage 3 staat de gedetailleerde uitvoer voor de multiple regressie voor alle locaties gezamenlijk en Muiden & Pampus.

Opvallend is dat de meervoudige regressie voor de Gouwzee slecht mogelijk blijkt. De resultaten voor Muiden en Pampus haven gecombineerd en afzonderlijk zijn een stuk beter. Ook opvallend is dat de sturende factor opgenomen in het model van de meervoudige regressie wisselt per deelgebied (zie tabel 2.2).

Tabel 2.2: Parameters wel (positief: groen; negatief: rood; niet: grijs zijn opgenomen in meervoudige regressie model

parameter	alle locaties	Muiden& Pampus-haven	Gouwzee	Muiden	Pampus-haven
zand	groen	rood	grijs	grijs	grijs
slib	groen	grijs	grijs	grijs	grijs
organisch stof	rood	rood	grijs	grijs	rood
CaCO ₃	groen	grijs	groen	grijs	grijs
bedekkings% vegetatie	grijs	groen	grijs	grijs	grijs
diepte	rood	grijs	grijs	rood	grijs
luwte	grijs	grijs	grijs	grijs	grijs

Het ontbreken van luwte als bepalende factor in de meervoudige regressie kan te maken hebben met de feit dat een discrete waarde (0 of 1) is toegekend aan deze parameter.

Voor biologische processen geldt dat organismen vaak een optimumcurve hebben voor omgevingsfactoren. Zo is de groei van driehoeksmosselen goed tot een bepaalde temperatuur om daarboven snel af te vlakken tot de nullijn. De meervoudige regressie gaat uit van een lineair verband tussen aantallen driehoeksmosselen. In het habitatmodel en bij de toepassing van het neurale netwerk is dit niet het geval.

2.6 Analyses met een neuraal netwerk

In bijlage 4 worden achtergronden gegeven voor analyses met behulp van neurale netwerken.

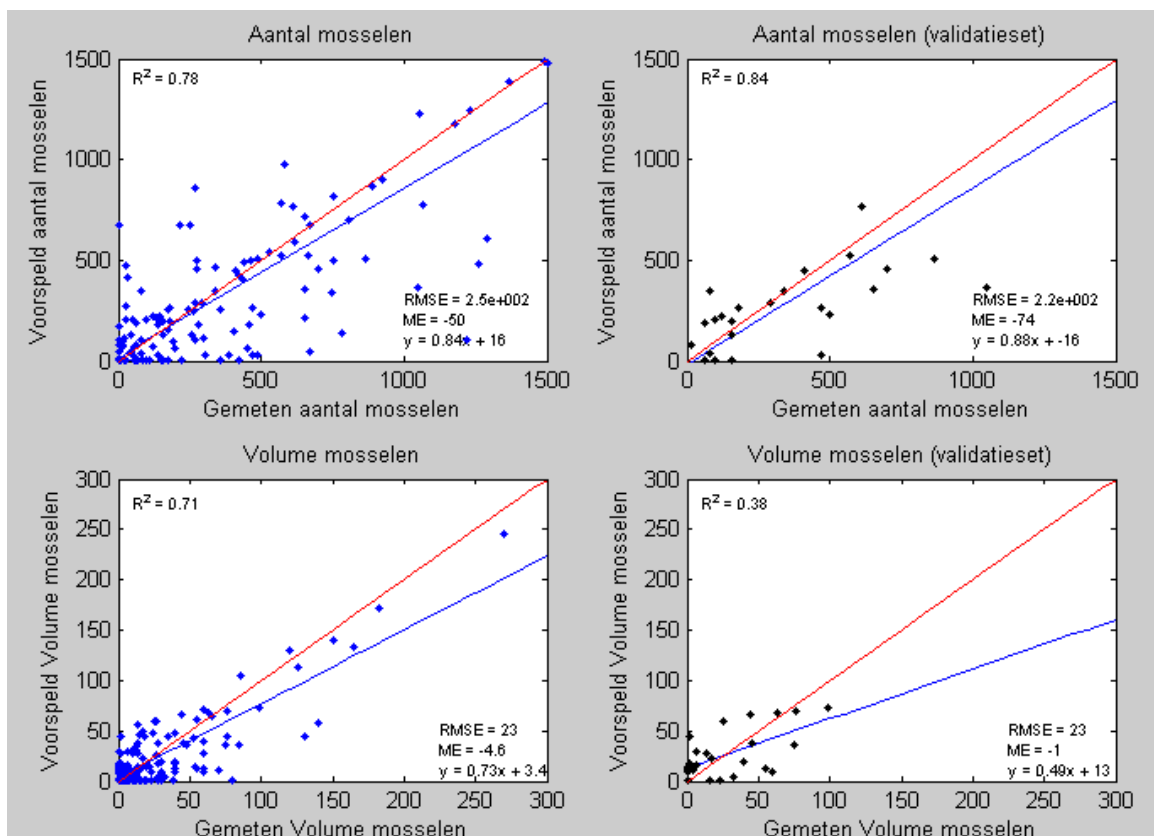
In het neuraal netwerk zijn alledrie de deelgebieden meegenomen:

- IJmeer Muiden;
- Markermeer Pampus haven;
- Gouwzee Marken.

De stuurvariabelen die zijn gebruikt om het aantal mosselen te voorspellen staan in tabel 2.3. Met deze stuurvariabelen bleek het gemeten aantal mosselen goed voorspelbaar te zijn (figuur 2.33). Het biovolume gaat ook redelijk goed, behalve in de validatieset. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat er weinig hoge waarden inzitten waardoor de regressielijn erg vlak komt te liggen en de R^2 verlaagt.

Tabel 2.3: Stuurvariabelen opgenomen in neurale netwerk

stuurvariabele	argumentatie
Diepte (m)	in ondiep water hogere temperatuur wat nadelig is voor de groei (zie rekenregel Habitat), in diep water kunnen ze niet voorkomen (zie andere rekenregels Habitat)
% opp schelpen	de mosselen groeien veel op oude schelpen. Des te meer schelpen, des te meer mosselen
Organische stof (gloeiverlies)	bij een hoog percentage (veel organisch slib of veen) = meer afbraak = minder zuurstof voor mosselen op de bodem
Slib (<16 µm)	veel slib is nadelig doordat het minder geschikt is als habitat en lagere zuurstofconcentraties
Luwte	beïnvloed sedimentatie, helderheid en waterbeweging en daarmee de geschiktheid van het habitat voor de mosselen
Vegetatie	zou zowel concurrent voor habitat met de mosselen kunnen zijn als verbeteraar van het habitat (meer doorzicht; substraat). <i>Chara</i> staat bekend als nadeliger dan <i>Potamogeton</i> (mondelinge mededeling, R. Noordhuis)



Figuur 2.33: Resultaat bij 100.000X trainen. Trainingset = 80%, validatie = 20% (random)

Toelichting op figuur 2.33: statistische parameters

De statistische parameters die in de grafieken zijn vermeld waarin de waargenomen waarde staat uitgezet tegen de voorspelde waarde (i.e. output van neurale netwerk) hebben de volgende betekenis:

R^2 : Correlatiecoëfficiënt van de regressielijn van waargenomen waarden versus voorspelde waarden. Deze coëfficiënt geeft aan hoe goed het neurale netwerk de lineaire relatie tussen de voorspelde en waargenomen waarde kan bepalen. De regressielijn zal doorgaans afwijken van de rode lijn die in de grafieken de één op één relatie tussen de voorspelde en waargenomen waarde aangeeft.

RMSE: Gemiddelde absolute afwijking (Rooted Mean Square Error) tussen voorspelde en waargenomen waarden. RMSE is een maat voor de betrouwbaarheid van de voorspelling van een waarde met het betreffende neurale netwerk.

ME: Rekenkundig gemiddelde afwijking (Mean Error) waarbij alle (positieve en negatieve) verschillen tussen voorspelde en waargenomen waarden na sommatie worden gemiddeld. Deze parameter is een minder indicatieve maat voor de betrouwbaarheid, omdat hiermee positieve en negatieve afwijkingen worden uitgemiddeld. Een kleine ME betekent niet dat er geen (grote) verschillen kunnen zijn. De ME geeft in feite aan of er een systematische fout (bias) aanwezig is in de voorspellingen. Verder is de ME altijd kleiner dan de RMSE.

2.7 Model HABITAT

Toelichting op HABITAT

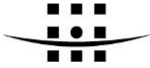
Onderstaande toelichting op HABITAT is overgenomen uit Van Geest et al [2009].

HABITAT is een ruimtelijk toetsinstrument voor inrichting- en beheerplannen. Het model beoordeelt de ruimtelijke beschikbaarheid en kwaliteit van habitats voor individuele soorten en groepen van soorten. Dit resulteert in een voorspelling van de geschiktheid van de habitats voor deze soorten. Het programma analyseert de effecten van milieudrukken, maatregelen en autonome ontwikkelingen, de kosteneffectiviteit van maatregelen en het analyseren van de haalbaarheid van de (ecologische) doelstellingen. De effecten van verschillende milieudrukken worden uitgedrukt door het projecteren van een verschillenkaart tussen de referentiesituatie en de nieuwe situatie. De ecologische toestand kan worden bepaald door het analyseren van milieufactoren en de invloed van grondgebruik en waterhuishouding. HABITAT is specifiek ontwikkeld om de beschikbaarheid en kwaliteit van habitats voor individuele en groepen van soorten te beoordelen, maar kan ook worden gebruikt voor ruimtelijke analyses voor andere grid based onderwerpen (bijvoorbeeld overstromingskaarten). Het instrument ondersteunt het planvormingsproces.

Input voor HABITAT bestaat uit:

- 1) digitale kaarten met informatie over milieucondities, waterhuishouding, grondgebruik;
- 2) responsecurves die de geschiktheid van het habitat beschrijven.

De kaarten zijn gebaseerd op een grid, berekeningen worden uitgevoerd met de GIS-tool PCRASTER. De output van HABITAT bestaat uit kaarten en tabellen.



Toepassing HABITAT voor Dreissena

Het model HABITAT is gebruikt om de geschiktheid van Markermeer en IJmeer te bepalen voor de driehoeksmossel. Hierbij wordt gebruik gemaakt ecologische dosiseffect relaties voor driehoeksmosselen.

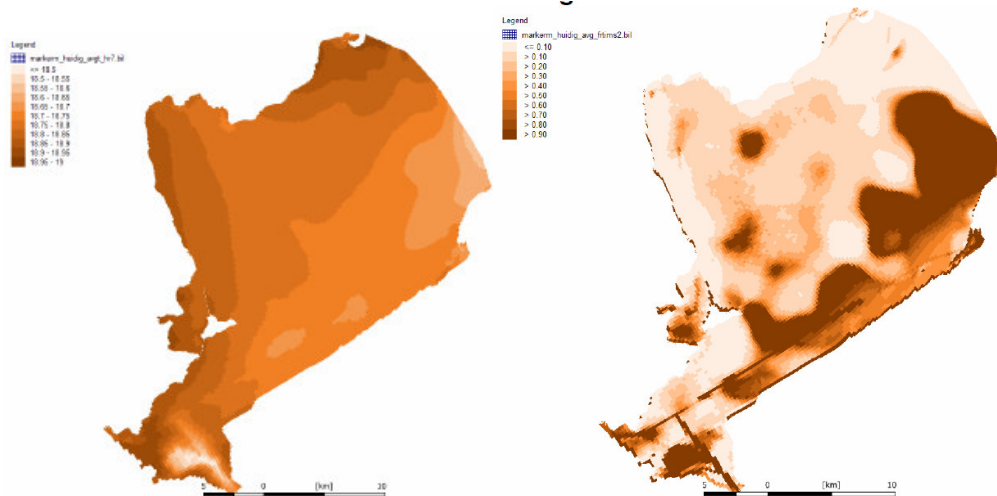
In tabel 2.4 wordt een overzicht gegeven van de omgevingsfactoren die worden meegenomen in het Habitat-model voor *Dreissena* in meren. In HABITAT is geen rekenregel opgenomen voor de aanwezigheid van vegetatie.

In figuur 2.34 de modelresultaten voor habitatgeschiktheid van Markermeer en IJmeer.

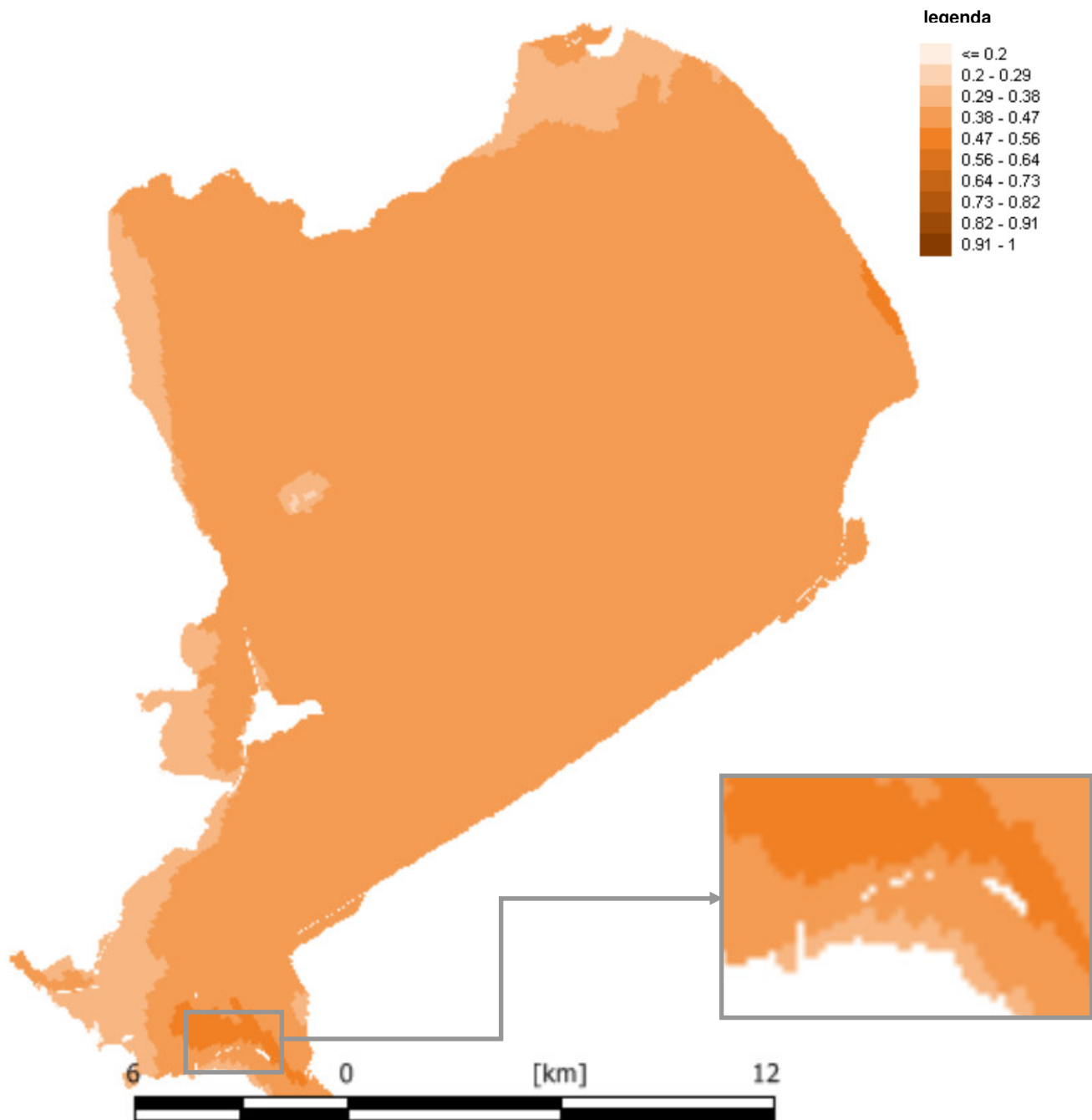
Voor Muiden valt op dat uit bemonsteringen duidelijk is dat de driehoeksmosselen in grotere aantallen voorkomen achter de dammen. HABITAT voorspelt dat deze habitats minder geschikt zijn dan de onbeschutte zijde van deze dammen. Voor Pampushaven laat het model geen verschil in geschiktheid in habitat zien binnen en buiten de haven. Voor het zuidelijk deel van de Gouwzee is het habitat aan westkant volgens het model minder geschikt dan de oostzijde van de Gouwzee. De resultaten van de monsternamen in het zuidelijk deel van de Gouwzee laten het tegenovergestelde zien.

Tabel 2.4: Parameters voor habitatgeschiktheid Dreissena opgenomen in HABITAT [Wolfshaar & Haasnoot 2010]

Parameter	Argumentatie
Bodemtype	Driehoeksmosselen vestigen zich op hard substraat zoals stenen en schelpen
Schelpen in bodem	
Zoutgehalte	driehoeksmosselen komen alleen voor in zoet water.
Gemiddelde watertemperatuur juni-augustus	De groei en reproductie van de driehoeksmosselen wordt beïnvloed door de watertemperatuur. De ontwikkelingsmogelijkheden van driehoeksmosselen in de Randmeren wordt beperkt door een aantal factoren, waaronder de snelle stijging van de watertemperatuur en grote dagelijkse temperatuurschommelingen die in het voorjaar in de ondiepe en beschutte meren kunnen optreden. Door deze veranderingen wordt de voortplanting van de driehoeksmosselen volledig verstoord
Gemiddelde orthofosfaat	indicatie van voedselrijkdom; driehoeksmosselen foerageren door algen te filteren uit het water
Gem. zuurstofgehalte	kan limiterend werken, m.n. op grotere diepte.
Slibgehalte water bij bodem	Hoge slibconcentraties in het water of op de bodem kunnen het foerageren dit verhinderen en zorgen uiteindelijk voor verstikking. Mosselfiltratie van driehoeksmosselen onder verschillende anorganische slibconcentraties blijkt dat de filtratie van driehoeksmosselen op slib afneemt met toenemende slibconcentraties
Slibgehalte bodem	
Waterdiepte	De hoogste dichtheden vinden meestal plaats op een diepte tussen de 2 en 5 m. In ondieptes wordt de afwezigheid mogelijk veroorzaakt door de snelle temperatuurwisselingen of door predatiedruk door mosselen of door een hoge wintersterfte als gevolg van een lange periode met zuurstofloosheid bij ijsbedekking. Bij grotere dieptes (>5m) zijn temperatuur en zuurstofgehalte vaak limiterende factoren.



Figuur 2.34: Invoerkaart HABITAT voor watertemperatuur (links) en slibfractie bodem. (rechts)



Figuur 2.35: Modelresultaten relatieve geschiktheid habitat (schaal 0-1, waarbij 0 ongeschikt en 1 zeer geschikt). Inzet: detail voor Muiden.



3 VELDOPNAMEN EILANDEN IJSSELMONDING EN NAVIDUCT

3.1 Algemeen

Eind augustus 2010 zijn op vier eilanden in de monding van de IJssel ten noorden van Kampen veldopnamen gemaakt. In mei 2010 is een ander eiland al (deels) bezocht. Tijdens deze opnamen is gekeken naar het voorkomen van verschillende habitats voorkomen en op welke substraten. In een later stadium wordt deze informatie gecombineerd met digitale, gevlogen luchtfoto's om tot gebiedsdekkende structuurkaarten te komen. Specifiek is gekeken naar groeiplaatsen van riet, lisdodde, houtopslag (meestal wilg en in mindere mate els), pioniervegetatie en ondergedoken waterplanten. Te onderscheiden substraten zijn zand, slib, klei, stortsteen en beton geweest.

Onderstaand is in algemene zin weergegeven wat op de eilanden is aangetroffen per locatie. De uitwerking is op basis van de elementen die zijn afgeleid in de objectenboom van het oermoeras. Elementen zijn bijvoorbeeld de moeraszone, de ondiepte die in een moeras aanwezig kan zijn, enz.

Na deze uitwerking is aangegeven welke leerpunten voor de aanleg van het oermoeras in het Markermeer zijn af te leiden.

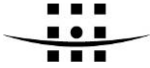
Bij de uitwerking is gebruik gemaakt van de hiërarchie van factoren zoals dat ook de S-benadering van beken en andere wateren nogal eens wordt toegepast:

- systeemvoorwaarden (klimaat, ecohydrologische positie, omvang);
- reliëf;
- stroming, waterhuishouding;
- substraat, bodem;
- stoffen, watersamenstelling- en kwaliteit;
- soorten en levensgemeenschappen.

In de bijlagen is een uitwerking van de veldopnamen per eiland op kaart weergegeven. De eilanden hebben een nummer van 1-5 gekregen waar in de tekst naar verwezen wordt.

Augustus 2011

In augustus 2011 zijn de eilanden opnieuw bezocht. Deze keer met speciale aandacht voor eiland nummer 4. Op dit eiland heeft begin 2011 een zeer intensieve beheersingreep plaatsgevonden. Daarbij zijn op het zuidelijke deel van het eiland alle bomen, inclusief wortels, verwijderd. Dit is uitgevoerd met een grote rupskraan, die tegelijk alles heeft versnipperd. De hoop was dat er niet snel wilgenopslag terug zou komen. Tijdens het bezoek hebben we met Ger Klijnstra van Staatsbosbeheer de aanpak en uitgangspunten doorgenomen en vervolgens het resultaat bekeken. De uitkomsten zijn beschreven in paragraaf 3.3 met de leerpunten voor het Oermoeras in hoofdstuk 5.



3.2 Uitwerking bezoek augustus 2010

Moeraszone (binnen ringdijk)

Reliëf

Aan de binnenzijde van de ringdijk ligt meestal een laag en relatief nat deel.

Bodem

Riet groeit op de eilanden voornamelijk op zand, maar komt ook voor op klei. Op slib groeit vrijwel nooit riet maar meestal lisdodde.

Vegetatie

Meestal wordt de vegetatie gedomineerd door (hoge) wilgen met soms een strook ruigten ervoor. In deze ruigtestrook staat ook vaak wat riet maar geen dichte rietvelden. De wilgen komen voor tot de waterlijn. De dichtheid is het grootst aan de binnenzijden van de eilanden. Mogelijk omdat ze hier minder last van erosie door hoogwater hebben, al lijkt het ook dat de grond hier meer nutriënten bevat. Deze locaties zijn namelijk zeer dicht begroeid, vergeleken met de ringdijk en de buitenoever.

Oorzaken van waargenomen ontwikkeling

De meest waarschijnlijke oorzaken voor het ontbreken van helofytenvegetaties op veel plaatsen in (en ook rond) de eilanden in de IJsselmonding zijn:

- teveel ophoping van slib of organisch materiaal (kan worden versterkt door star peilbeheer en eutrofiëring);
- te weinig peilfluctuatie;
- te grote belasting door golven of stroming (kan worden versterkt door eutrofiëring en star peilbeheer);
- eutrofiëring (heeft effecten op ophoping organisch materiaal en zorgt voor slappere planten);
- begrazing door watervogels.

Een ander aspect dat een rol kan hebben gespeeld is beheer. Riet en lisdodden hebben in de winter hun afgestorven stengels nodig om voldoende zuurstof naar hun rhizomen te kunnen transporteren. Wanneer zij onder het niveau van het winterpeil worden afgemaaid sterven zij af. Uiteraard wordt de groei van riet, en andere helofyten, ook beperkt door de aanwezigheid van verharding of beschoeiing. Dit aspect is in hier verder niet uitgewerkt.



Afbeelding 3.1: links: Een strook met ruigte (bramen en wat riet) met daarachter hoge wilgen. rechts: Lage wilgen en els met ruigte en daarachter hoge wilgen.

Dominantie van andere helofyten dan riet is vermoedelijk veroorzaakt door:

- dieper water, waardoor riet niet kan kiemen en lisdodden en mattenbies nog wel;
- ophoping van organische stof: lisdodden hebben een voorkeur voor (onderwater)bodems met een (dikke) laag slib of organische stof. harig wilgenroosje heeft een voorkeur voor locaties waar rijkelijk aanwezig organische materiaal onder invloed van afwisselend lucht en carbonaatrijk water snel wordt afgebroken;
- golflslag of stroming: kleine lisdodde is beter bestand tegen belasting door golven of stroming dan de andere soorten.



Afbeelding 3.2: Emergente waterplanten op een zandige bodem met een laagje slib (0.1-0.2 m)



Afbeelding 3.3: Riet met lange wortelstokken die niet goed vastgroeien.

Ondiepte

Systeemkenmerken, reliëf, waterdiepte

Aan de binnenzijde van de eilanden liggen relatief grote vlakten aan ondiep water. Het open water is zeer ondiep (0 – 0.6 m, grotendeels ondieper dan 0.4 m).

Vegetatie-ontwikkeling

In de ondiepe delen (tot 0.5 m) groeien nauwelijks ondergedoken planten (soms wat waterpest, schedefonteinkruid of draadwier). In de diepere delen (>0.5 m) met beperkte erosie groeit schedefonteinkruid, waterpest, vederkruiden en lokaal hoornblad en zijn vooral schedefonteinkruid en waterpest meer aanwezig.

Het grotendeels ontbreken van watervegetaties bij de eilanden in de IJsselmonding wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een gebrek aan doorzicht. Dit is vooral essentieel voor kieming en vestiging van (ondergedoken) waterplanten. Een gebrek aan doorzicht kan veroorzaakt zijn door algenbloei of opwerveling van slib door windwerking of bodemwoelende vissen. Hoewel de luwtes achter de eilanden redelijk beschermd liggen, kan de strijklengte toch nog behoorlijk groot zijn. Vooral in ondiep water kan er dan slib opwervelen.

Mogelijk speelt ook de aanwezigheid van watervogels een rol bij het ontbreken van waterplanten. Een ander aspect dat belangrijk kan zijn is waterdiepte. Voor veel (vooral wat grotere) waterplanten moet het water een bepaalde minimumdiepte hebben voor zij zich optimaal kunnen ontwikkelen. Dit betekent dan ook dat het doorzicht eigenlijk nog groter moet zijn dan in ondieper water, om te zorgen dat voldoende licht tot op de bodem kan doordringen. Beneden een bepaalde maximumdiepte (afhankelijk van het doorzicht) komen geen (wortelende) waterplanten meer voor.

De oevers zijn rijk begroeid met lokaal flinke stroken met emerse waterplanten en oeverplanten (pijlkruid, zwanenbloem, moerasvergeetmenietjes en watermunt: De oeverrand zelf is meestal begroeid met riet, lisdodde en mattenbies.

Lokaal komen stroken met veel harig wilgenroosje voor. Op enkele plekken staan de wilgen tot aan het water.

Ondiepten tussen kleinere eilandjes in het luwe binnenwater van de eilanden (vooral eiland nr 1) bevatten de mooiste stukken moeras met veel riet, lisdodde en mattenbies. Hier komen ook veel mooie stukken voor die verlanden.

Fauna

In deze wateren zitten veel vogels (ganzen, zwanen, eenden, reigers, waterhoentjes).



Afbeelding 3.4: Op het omsloten water zijn veel watervogels te vinden (op de foto zilverreigers, maar ook veel ganzen, eenden, waterhoentjes, zwanen etc.).



Afbeelding 3.5: Oevers van ondiepten: Op sommige plekken staan de wilgen tot aan de oever, terwijl op andere locaties harig wilgenroosje met her en der wat riet staat.

Dijklichaam

Systeemkenmerken en substraat

De eilanden zijn allemaal omringd door een ringdijk van zand met een aantal openingen naar het open water aan de binnenzijde.

Vegetatie-ontwikkeling

Voorals op de noordelijke eilanden (nrs 1-3) bestaat deze dijk uit deels kaal zand met pioniersvegetatie (afbeelding 4). Aan de binnenzijde van de dijk groeit meestal eerst ruigte en vervolgens wilg en soms wat els en populier. Op de ringdijk van de zuidelijke eilanden (4 en 5) is de successie richting lage ruigte op de ringdijk al verder gevorderd. Dit is op zich vreemd aangezien deze eilanden een aantal jaren later zijn aangelegd dan de noordelijke eilanden. Mogelijk is het ingespoten sedimentmateriaal (zand) hier voedselrijker waardoor de vegetatieontwikkeling sneller is verlopen.



Afbeelding 3.6: Kaal zand met pioniervegetatie op de ringdijk



Afbeelding 3.7: Successie van pioniervegetatie naar lage ruigte op de ringdijk

Oeverzone langs buitenzijde dijklichaam

Substraat

De buitenzijden van de eilanden zijn verhard op plekken met veel erosie (wind, stroming) en waar de vaargeul langs loopt. Op andere plekken is de oever meestal onverhard waarbij afhankelijk van de ligging ten opzichte van de wind en het substraat een bepaalde vegetatie voorkomt. De onverharde oevers bestaan allemaal vrijwel geheel uit zand. Op de afbeelding is de stortstenen oeververdediging (met daaronder geotextiel) weergegeven die met namen op de zuidelijke eilanden veel voorkomt. Het noordelijke eiland heeft op erosiegevoelige plekken beton als verharding. Op deze locaties staan weinig planten maar her en der groeien toch wilgen, riet en wilgenroosje.

Vegetatie

Oevers zonder oeververdediging zijn meestal begroeid. De begroeiing bestaat vaak uit wilgenroosje en/of riet met soms wat lisdodde. Vooral rond het oude eiland staat veel riet tot ver in het water. Her en der liggen meterslange wortelstokken van riet, maar door het vaste peil wortelen die maar matig dieper het water in. Toch lijkt het riet langzaam terrein te winnen langs de oevers en het water in.



Afbeelding 3.8: Stortstenen oeververdediging met daaronder geotextiel



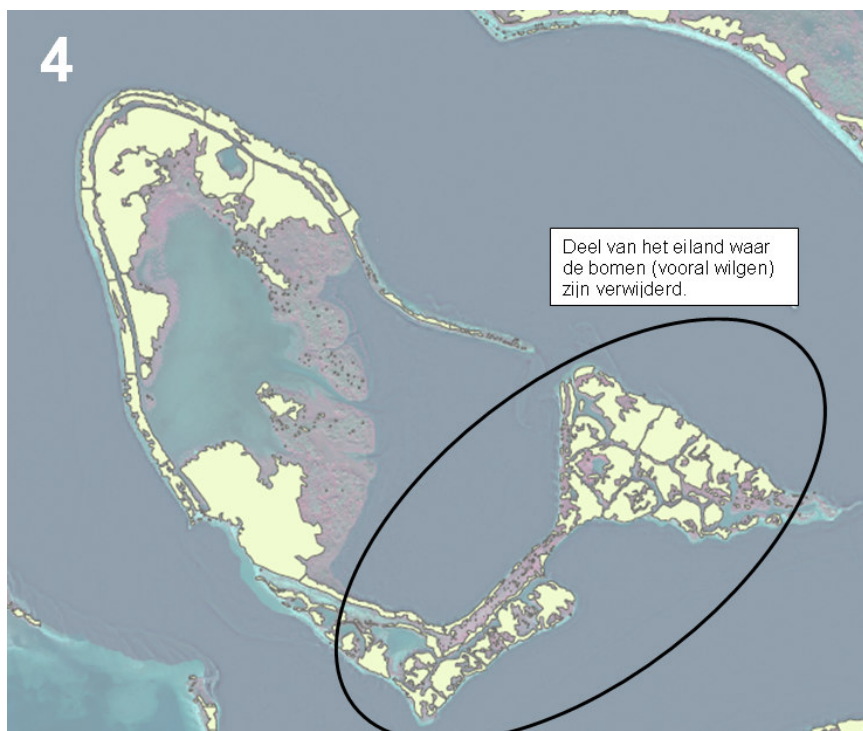
Afbeelding 3.9: Oever met harig wilgenroosje en daarachter wilgen aan luwe zijde



Afbeelding 3.10: Oever met riet waar meer golfslag is

3.3 Uitwerking bezoek augustus 2011

31 augustus 2011 is eiland 4 opnieuw bezocht, samen met Staatsbosbeheer. Begin 2011 zijn alle bomen, inclusief wortels, op het zuidelijk deel van dit eiland verwijderd (zie onderstaande afbeelding).



Afbeelding 3.11: Deel van eiland 4 waar beheer heeft plaatsgevonden

Effecten op de vegetatie

Bij het bezoek werd meteen duidelijk dat de wilgenopslag niet duurzaam wordt verhinderd door het beheer. Op veel plekken stonden alweer wilgen tot ca 2 meter hoogte. Het gaat dan vooral om schiet wilgen. Het waren geen uitlopers van stronken van oude bomen en struiken, maar mogelijk zitten er wel uitlopers van diepe wortels bij. De rest betreft waarschijnlijk nieuwe kieming van zaden die zijn aangespoeld of ingewaaid.



Afbeelding 3.12: Nieuwe wilgenscheuten op eiland 4 ruim een half jaar na het beheer

Omdat de wilgen nu nog relatief klein zijn en nog niet overal staan is er nog wel veel ruimte voor andere planten. Door het aanwezige mozaïek van kreekjes, poelen, plasdras-zones en drogere plekken was de soortenrijkdom zeer hoog (zie onderstaande afbeeldingen).

De laaggelegen zone was zeer bloemrijk met geelbloeiende kruiden van grasland en ruigte zoals heelblaadjes, gewone wederik, rivierkruid, late guldenroede, verder paarse en blauwe bloeiers zoals kattestaart, moerasvergeetmijnietje, moerasandoorn, harig wilgeroosje en vogelwikke of meer witkleurige bloeiers zoals wolfspoot, wilde bertram en perzikkruid. Verschillende soorten oeverplanten zijn gezien zoals gele lis, waterzuring, watertorkruid., grote waterweegbree, kleine waterrepe, moerasandijvie, scherpe? zegge, zeegroene rus naast riet en kleine en grote lisdodde. Daarnaast pionierplanten zoals klein hoefblad, greppelrus, lidrus en akkerdistel.

Op slikranden kwam slijkgroen voor; een echte soort van het rivierlandschap. Meer in het water werden plekken met naaldwaterbies gezien. Beide soorten vooral in de krekken en slenkjes.

Andere waterplanten die werden gesignaleerd, waren veenwortel, drijvend fonteinkruid (of rivierfonteinkruid?), smalbladige fonteinkruiden, smalle waterpest, waterranonkel en kranswieren.

Op hogere, droge plekken kwamen soorten van 'stroomdalgrasland' voor zoals echt walstro, kruisdistel, margriet en duinriet.

Het soortenspectrum op de eilanden vormt een weerspiegeling van het rivierenlandschap, dankzij de aanvoer van veel zaden en vegetatieve delen van planten die uitlopers kunnen vormen. Er lijkt een gemakkelijke kolonisatie plaats te vinden voor veel plantensoorten. Daaronder zijn gewaardeerde soorten van het rivierlandschap uit verschillende biotopen zoals slijkgroen, rivierkruiskruid en kruisdistel.



Afbeelding 3.13: Hogere delen van het eiland raken alweer opnieuw begroeid met wilgen, maar door de nu nog aanwezige openheid is de soortenrijkdom erg hoog



Afbeelding 3.14: Kreeken met zeer diverse oeverbegroeiing en interessante waterplanten zoals rivierfonteinkruid en waterranonkel



Afbeelding 3.15: Ondiepe poelen met zeer diverse oeverbegroeiing en interessante waterplanten naaldwaterbies en slijkgroen

Faunawaarnemingen

Meest in het oog vallend is de betekenis van het 'eilandenrijk' voor de vogels. Nu in het najaar zijn flinke groepen kuif-, tafel-, kraakeenden en wilde eenden present die zich voor een deel in het open water bevinden maar ook in de beschutting van de eilanden. Enige honderden knobbelzwanen waarvan nog enkele met halfwas jongen waren present en zullen als planteneters een flinke invloed uitoefenen op water- en oeverplanten. Dit geldt ook voor de grauwe ganzen die onder meer langs de rand van lagunes op de eilanden verblijven. Volgens Ger Klijnstra (SBB) broeden ze ook op de eilanden en brengen er hun jongen groot.

Een bijzonderheid is de vestiging van de lepelaar als broedvogel. Zij gebruiken de slenken en lagune als foerageergebied. Van de rietvogels werd rietgors gezien en waarschijnlijk komen nog andere rietsoorten tot broeden in het voorjaar, hoewel de zones of gordels met riet en andere oeverplanten niet omvangrijk zijn en niet ver in het water reiken.

Een kolonie blauwe reiger heeft zich gevestigd op één van de eilanden in wilgenbos. Daarnaast zijn grote zilverreigers en aalscholvers van de partij. Tijdens het veldbezoek vlogen boven het water veel boeren- en oeverwaluwen, zwarte sterns en meeuwen (o.a. zilvermeeuw en grote mantelmeeuw). Klap op de vuurpijl waren de roofvogels: drie visarenden, zeearend, bruine kiekendief en sperwer.

Reeën hebben de eilanden ook gevonden. Volgens Ger Klijnstra is de hermelijn gesignaleerd. Op eilanden kunnen bruine ratten leven. Beide soorten kunnen een probleem vormen voor koloniebroeders. In slenken werden groene kikkers gezien.

Minder gewenst was de rattenplaag die er in het verleden geweest is op de eilanden. Doordat periodiek de hele eilanden onder water komen staan, heeft deze plaag geen stand gehouden. Aan de aanwezige sporen te zien, zijn er echter nog wel exemplaren op eiland 4 aanwezig.



Afbeelding 3.16: Kale vochtige plekken met sporen van een ree



Afbeelding 3.17: Plas-dras-zones met op de achtergrond een bredere kreek



Afbeelding 3.18: Slikkige oever aan de zijde van de lagune met kenmerkende soorten als moerasandijvie

3.4 Naviduct

In het Markermeer ten zuiden van het naviduct bij Enkhuizen is rond het jaar 2000 een speciedeponie gerealiseerd met een oppervlak van ca. 60 ha en beschermd door een stenen dam met een hoogte van ca. 1 meter boven de waterlijn en een breedte van 5 meter aan de waterlijn. Deze stenendam is aan de zijde van de Houtribdijk onderbroken over een lengte van 100 meter. Het gedeponeerde materiaal bestaat uit zand en mariene schelpen (oude Zuiderzeebodem). Langs de stenen rand ligt de bodem grotendeels boven de waterlijn, waarbij aanzienlijke delen één tot enkele decimeters boven de waterlijn liggen. Het betreft daardoor natte bodems. Het central deel bestaat uit ondiep, open water met flauwe taludhellingen waardoor langs de oeverlijn grote arealen aanwezig zijn met (zeer) ondiep water waar de waterdiepte een of enkele decimeters (minder dan een halve meter) diep is.

Open water

De waterbodem is voor het overgrote deel bedekt met een slijkg laagje en vaak al op enkele centimeters diepte anaeroob. Plaatselijk komen draadalg voor. Langs randen zijn waterplanten waargenomen: aarvederkruid, een smalbladig fonteinkruid en kranswieren (*Nitella*). De waterplanten lijken een zeer beperkte verspreiding te hebben. Anderzijds waren plantenetende vogels present op het open water waaronder tientallen knobbelzwanen en een grote groep meerkoeten. Bij de inventarisatie door Bureau Waardenburg (hoofdstuk 4) bleek de bedekking aan ondergedoken waterplanten veel hoger te zijn. Dit ondersteunt de stelling dat vraat door vogels hier aan het einde van de zomer een rol heeft gespeeld.

Rietkraag

De waterlijn werd gekenmerkt door een dichte rietkraag van enige meters tot x meter breed. Dominante soort was riet. Daarnaast kwamen clusters van kleine maar ook grote lisdodde voor en plaatselijk mattenbies aan de buitenrand (zijde van open water). Op de meeste plaatsen was niet echt een duidelijke uitbreiding van riet te zien. Evenmin waren er sporen van terugschrijdend riet. Het riet zag er vitaal uit, maar de grens lijkt stabiel te zijn. Landinwaarts werd het riet ruiger en kwam harig wilgenroosje talrijk voor en eventueel ook al wilgen.

Op enkele plaatsen langs de zuidrand kwam op de grens van riet en open water lidsteng voor. Daarnaast planten zoals witte waterkers, eventueel bijgemengd met kleine watereppe en watermunt. Daardoor was een aanzet van een drijftil ontstaan waarin andere oeverplanten kunnen gaan groeien.

Wilgenbos

In het wilgenbos staan bomen met een omtrek van 40 tot 45 cm op borsthoogte en een geschatte leeftijd van 10 jaar. Het bos had een nat en open karakter met een grazige ondergroei (dominantie van beemdgras). Ruigtesoorten zoals Koninginnekruid of harig wilgenroosjes kwamen frequent voor, naast soorten van nat bos zoals gele lis, wolfspoot, watermunt, moerasvergeetmijnietje en smeewortel. Lokaal dringt riet binnen.

Hogere delen

Plaatselijk hogere delen met braam, brandnetel, harig wilgenroosje en/of duinriet.



Tabel 3.1: Matrix met per soortgroep vereisten voor voortplanting, voedsel, rust/ruï/winter en doorvertaling naar huidige inrichting naviduct en eilanden in IJsselmonding

Soortsgroep/ecotoop	Voortplanting	Voedselketen	Rust, ruï, winter	Aandachtspunt bij geschiktheids-beoordeling	Naviduct	Eilanden in IJsselmonding
Watervogels	Waadzone	Consument waterfauna, waterplanten	Luwe zones	Locatie en omvang luwe zones (rust versus recreatie)	Ruim aanwezig, luwe zone	Ruim aanwezig, luwe zone
Vissen	Ondiep water, waadzone	Prooidier watervogels	Diepe zones	Koloniseerbaar areaal waadzone en ondiep water (aeroob)	??	Ja; immers foerageergebied lepelaars
Mosselen	Hard substraat	Prooidier watervogels		Koloniseerbaar areaal	Aan buitenzijde keiendam?	Aan buitenzijde keiendam?
Macrofauna (als prooidier)	Oever-vegetatie	Prooidier watervogels, vissen		Koloniseerbaar areaal waadzone en ondiep water (aeroob)	Beperkt? Kleiige, anaerobe bodem	Present (waarneming rivierkreeften)
Algen		Trofie en doorzicht afhankelijk			Beperkt (troebel)	
WATERVEGETATIE/ONDIEP WATER	Vissen	Trofie en doorzicht afhankelijk; begrazing watervogels		Koloniseerbaar areaal, expositie en mate van begrazing door watervogels	Areaal moeilijk te beoordelen (veel begrazing?)	Areaal moeilijk te beoordelen (veel begrazing?)
OEVERVEGETATIE/WAADZONE	Watervogels, moerasvogels		Winterinundatie	Koloniseerbaar areaal, expositie en mate van begrazing door watervogels	Smalle rietzone; weinig uitbreidend?	Smalle rietzones; weinig uitbreidend
Slikken / waadzone	Sterns, meeuwen		Winterinundatie	Expositie, peilfluctuatie	Waadzone present maar 'verdronken'	Waadzone present maar 'verdronken'
Ruigte, bos/landzone	O.a. Kolonie-broeders			Locatie en omvang landzone	Voldoende aanwezig: geen koloniebroeders	Ruim voldoende aanwezig incl koloniebroeders



4 UITKOMSTEN ONDERZOEK LUWTESTRUCTUREN HOUTRIBDIJK EN OOSTVAARDERSDIJK

4.1 Inleiding

Als onderdeel van het onderzoeksprogramma heeft Bureau Waardenburg in de periode van mei tot en met oktober 2011 een ecologisch veldonderzoek uitgevoerd bij bestaande vooroevers bij de Houtribdijk en de Oostvaardersdijk. Het veldonderzoek bestond uit het monitoren van waterplanten, driehoeksmosselen, vissen, vogels en diverse waterkwaliteitsparameters. Aan de hand van de verzamelde gegevens wordt beoogd te leren van effecten van reeds in het verleden uitgevoerde maatregelen. Op deze manier kunnen goed onderbouwde keuzes gemaakt worden voor toekomstige maatregelen in het kader van NMIJ.

Leewijzer

De methodiek van dit onderzoek is toegelicht in paragraaf 4.2. Vervolgens zijn de resultaten beschreven voor de dammen langs de Houtribdijk en de dammen langs de Oostvaardersdijk in respectievelijk paragraaf 4.3 en 4.4. Tot zijn deze resultaten in paragraaf 4.5 bediscussieerd en van conclusies voorzien, welke als input dienen voor de leerervaringen in hoofdstuk 5.

4.2 Methodiek

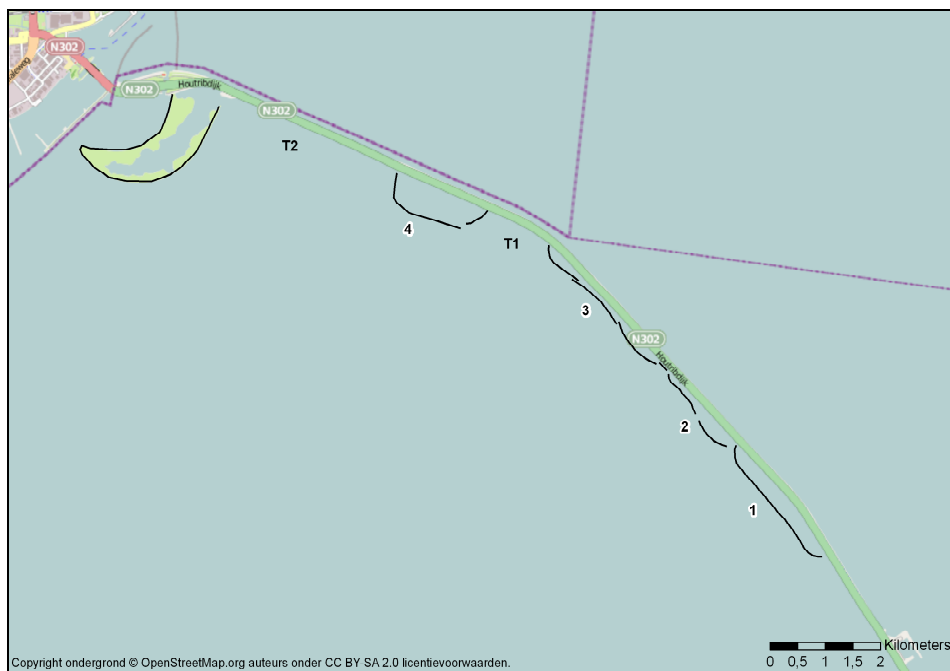
Het veldonderzoek betrof monitoring van waterplanten, driehoeksmosselen, vissen en diverse waterkwaliteitsparameters. Bij de Oostvaardersdijk is op 3 augustus éénmaal een oeverplantenkartering uitgevoerd. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen. Daarnaast zijn tijdens diverse velddagen waargenomen vogels genoteerd en zijn op 29 juli een aantal onderwater videobeelden verzameld bij het Naviduct en vooroever 3 bij de Houtribdijk.

Tabel 4.1: Uitgevoerde bemonsteringen bij de Houtribdijk en Oostvaardersdijk 2011

	Houtribdijk Vooroever 3	Houtribdijk Vooroever 4	Naviduct	Oostvaarders-dijk
Waterplanten	27/28 juni, 20 juli, 17 augustus, 9 september, 28 september	24 augustus	29 juli	21 juni
Oeverplanten				3 augustus
Driehoeksmosselen	27/28 juni 28 september			21 juni 13 oktober
Vissen	8 juni, 21 juli, 16 augustus, 15 september, 12 oktober			15 juni, 6 juli, 3 augustus, 2 september, 13 oktober
Waterkwaliteit	27 juni, 20 juli, 17 augustus, 9 september, 28 september	24 augustus	29 juli	21 juni, 13 oktober

Onderzoeksgebied: Houtribdijk

Het onderzoeksgebied langs de Houtribdijk is gelegen tussen het naviduct bij Enkhuizen en de Trintelhaven in het Markermeer. Het bestaat uit vier vooroevercomplexen (dammen met plaatselijk ondiepten; nummers 1 t/m 4 in afbeelding 4.1) en twee oevertrajecten zonder vooroever (T1 en T2 in afbeelding 4.1) die in 1992 zijn aangelegd. In de periode van mei tot en met oktober 2006 zijn in dit gebied ook waterplanten, vissen, driehoeksmosselen en diverse waterkwaliteitsparameters gemonitord (Noordhuis & van Schie, 2007).



Afbeelding 4.1: Onderzoeksgebied langs de Houtribdijk

Oostvaardersdijk

De dam voor de Oostvaardersdijk ligt ter hoogte van de Oostvaardersplassen tussen Lelystad en Almere (afbeelding 4.2) en is op 31 juli 2006 gerealiseerd als compensatie voor de strook van de Oostvaardersplassen, die door dijkversterking verloren is gegaan. Aan de binnenzijde van de dam is een ondiepte aangebracht van -0,4 m NAP naar -3,8 m NAP. Dit onderzoek betreft de eerste monitoring van de waterkwaliteit en aanwezige ecologische waarden rondom deze dam sinds de realisatie.



Afbeelding 4.2: Onderzoeksgebied dam voor de Oostvaardersdijk

Onderzochte parameters: Waterplanten

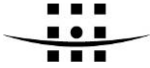
Waterplanten langs de Houtribdijk zijn geïnventariseerd op 94 verschillende locaties, zowel op locaties binnen vooroevers als op referentielocaties buiten de vooroevers:

- 20 locaties binnen het naviduct (éénmaal op 29 juli 2011);
- 12 referentielocaties tussen het naviduct en vooroever 4 (T2; vijf keer);
- 20 locaties binnen vooroever 4 (éénmaal op 24 augustus 2011);
- 12 referentielocaties tussen vooroever 3 en 4 (T1; vijf keer);
- 30 locaties binnen vooroever 3 (vijf keer).

Voor de ligging van de meetpuntlocaties zie bijlage 6.

Op elke locatie is de totale bedekking aan waterplanten ingeschat door vier keer een werphark uit te gooien aan vier verschillende kanten van de boot. Voor eenvoudig herkenbare soorten, zoals bijvoorbeeld aarvederkruid, waterpest en doorgroeid fonteinkruid, is in het veld de bedekking per soort ingeschat. Tijdens de eerste twee bemonsteringsrondes binnen vooroever 3 en op trajecten T1 en T2, is getracht om ook de bedekking van de afzonderlijke kranswiersoorten in het veld in te schatten, maar na enkele controles in het laboratorium bleek dat nauwkeurige determinatie van kranswieren in het veld zonder binoculair onmogelijk was. Tijdens de derde, vierde en vijfde ronde is daarom alleen de totale bedekking van kranswieren in het veld ingeschat en zijn op alle locaties kranswieren verzameld voor het bepalen van bedekkingen van de afzonderlijke soorten in het laboratorium. Op de locaties binnen het naviduct en binnen vooroever 4 (die beide éénmaal bemonsterd zijn) zijn op alle locaties kranswieren verzameld en meegenomen naar het laboratorium voor soortdeterminatie en inschatting van bedekkingspercentages per soort.

Op 21 juni zijn met een werphark waterplanten langs de Oostvaardersdijk geïnventariseerd op 15 locaties binnen de vooroever en 6 referentielocaties buiten de vooroever (zie ook bijlage 6).



Omdat vrijwel nergens waterplanten werden aangetroffen, is deze bemonstering slechts éénmaal uitgevoerd. De aangetroffen kranswieren en fonteinkruiden zijn meegenomen naar het laboratorium voor nadere determinatie.

Onderzochte parameters: mosselen (*Dreissena*)

Bemonsteringen voor mosselen langs de Houtribdijk zijn uitgevoerd op 54 verschillende locaties:

- 12 locaties tussen het naviduct en vooroever 4: referentiegebied T2 (twee keer);
- 12 locaties tussen vooroever 3 en 4: referentiegebied T1 (twee keer);
- 30 locaties binnen vooroever 3 (twee keer).

Voor de ligging van de meetpuntlocaties zie bijlage 6.

De bemonstering is op alle locaties uitgevoerd met een Eckmann-happer (met een oppervlak van $225 \text{ cm}^2 = 0,0225 \text{ m}^2$), waarbij op elke monsterlocatie één hap is genomen. Aan boord is de sedimentsamenstelling vastgesteld (visuele beoordeling) en is het monster in een fijnmazig net (maaswijdte 2 mm) uitgespoeld. Indien er driehoeksmosselen werden aangetroffen, zijn deze meegenomen naar het laboratorium.

In het laboratorium is vervolgens per monster het aantal en de lengte-frequentieverdeling van de driehoeksmosselen bepaald, waarbij onderscheid is gemaakt tussen *Dreissena polymorpha* en *Dreissena bugensis*. Vanuit de lengte-frequentieverdeling is het biovolume van de driehoeksmosselen berekend met de formule: $\text{Biovolume} = 0,000079 \cdot L^3,0182$, waarbij L de schelplengte in mm is¹. Van de overige tweekleppigen zijn alleen de aantallen per soort bepaald.

De stenen vooroevers zelf zijn een zeer geschikt substraat voor mosselen. Het bemonsteren van deze oevers viel buiten de opdracht, maar door duikers is op 29 juli 2011 wel vastgesteld dat de stenen in meer of mindere mate bedekt zijn met mosselen. De waarnemingen zijn vastgelegd op video met behulp van een SONY camera in een onderwaterhuis.

Langs de Oostvaardersdijk is op 21 juni door een duiker met een bodemschep (met een oppervlak van $0,0565 \text{ m}^2$) op 15 locaties binnen de vooroever en 6 referentielocaties buiten de vooroever (bijlage 6) mosselen geïventariseerd. Hierbij is op elke monsterlocatie één hap genomen. De verzamelde monsters zijn hetzelfde behandeld als die bij de Houtribdijk. Omdat vrijwel nergens mosselen werden aangetroffen, is deze bemonstering slechts éénmaal uitgevoerd.

Omdat de stenen van de vooroever en de stenen langs de Oostvaardersdijk zelf geschikt substraat zijn voor driehoeksmosselen, zijn op 13 oktober door een duiker op vier verschillende locaties stenen verzameld (1x oever Oostvaardersdijk referentiegebied, 2x oever Oostvaardersdijk binnenzijde vooroever en 1x buitenzijde vooroever; figuur 8) en meegenomen naar het laboratorium.

¹ Deze formule is ontwikkelt voor *Dreissena polymorpha*, maar in dit onderzoek ook toegepast op *Dreissena bugensis*, omdat hiervoor een dergelijke formule voor zover bekend nog niet beschikbaar is.



In het laboratorium zijn dichtheden, biovolumes en lengte-frequentieverdelingen van de mosselen bepaald, waarbij onderscheid is gemaakt tussen *Dreissena bugensis* en *Dreissena polymorpha*. Biovolumes zijn bepaald door de mosselen over te brengen in een maatcilinder met water, waarbij de hoeveelheid verplaatst water dient als maat voor het biovolume.

Onderzochte parameters: Vissen

De vijf visbemonsteringen langs de Houtribdijk zijn uitgevoerd binnen vooroever 1, binnen vooroever 3 en in het referentiegebied T1. De exacte locaties zijn weergegeven in bijlage 6. Binnen de vooroevers zijn per bevissing één zegentraject en twee electrotrajecten uitgevoerd en buiten de vooroevers één zegentraject en één electrotraject. Hiernaast is tijdens de eerste bemonsteringsronde in juni in alle gebieden aanvullend met een broedzegen bemonsterd (exacte locaties in bijlage 6).

Tijdens het onderzoek is in augustus de bemonstering van de oever van de oever in referentiegebied 1 niet uitgevoerd. Deze was door slecht weer (harde wind en hoge golfslag) niet uitvoerbaar. De bevissing van het open water binnen vooroever 3 is uitgevoerd in het uiterste westen van dit gebied. Elders in dit gebied was het inzetten van een zegen slecht uitvoerbaar vanwege de aanwezigheid van grote hoeveelheden waterplanten (met name kranswieren en aarvederkruid).

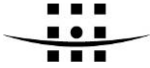
De lengte van de ingezette zegen was 225 m, de hoogte 3 m, de maaswijdte van de wand 40 mm en maaswijdte van de zak 24 mm. Door de zegen met touwen te verlengen, is per zegentrek circa 1 ha afgevisd.

Met het electrovisapparaat (vermogen 5 Kilowatt; met één net bemonsterd) zijn oevertrajecten van 300 meter afgevisd. Hierbij is een oeverzone van circa 2 meter breed bemonsterd, waardoor het beviste oppervlak circa 0.6 ha per traject was.

De lengte van de broedzegen bedroeg 45 m, de hoogte 3 m, de maaswijdte van de wand 4 mm en de maaswijdte van de zak eveneens 4 mm. Door de broedzegen met touwen te verlengen, is per zegentrek circa 0,08 ha afgevisd.

Direct na het bemonsteren zijn de vangsten in het veld verwerkt. Uitzondering hierop vormen de vangsten van de broedzegen. Deze zijn in het veld geconserveerd en in het laboratorium gedetermineerd. De verwerking in het veld omvatte het bepalen van de soort, lengte (in cm tot op 1 cm nauwkeurig) en uitwendige controle op ziekten/afwijkingen. Bij grote vangsten is op basis van gewicht een subsample genomen en doorgemeten. De monsters zijn op soort en jaarklasse gescheiden, geteld en gemeten. De verkregen data zijn verwerkt in het programma Piscaria.

Bij ieder van de vijf bevissingen langs de Oostvaardersdijk is één zegentraject tussen de dam en de vaste wal, één zegentraject in het referentiegebied ten noorden van de dam, twee electrotrajecten aan de binnenzijde van de dam en één electrotraject in het referentiegebied uitgevoerd. Hiernaast is tijdens de eerste bemonsteringsronde in juni aanvullend met een broedzegen bemonsterd. De exacte locaties waar de bevissingen zijn uitgevoerd, zijn weergegeven in figuur 10.



Tijdens de eerste bemonsteringsronde in juni werd duidelijk, dat de standaard 225 m zegen wel ingezet kon worden aan de binnenzijde van de dam, maar niet in het referentiegebied, omdat het daar te diep was voor een effectieve bemonstering met deze 3 m hoge zegen. Tijdens de volgende bevissingen met een zegen is daarom gebruik gemaakt van een kortere (160 m lengte), maar diepere (7 m hoogte) zegen. Omdat dit vangtuig korter is, zijn met deze zegen twee trekken uitgevoerd. Hierdoor is de bemonsteringsinspanning (1 ha) gelijk aan die bij de Houtribdijk.

Daarnaast konden de electrotrajecten aan de binnenzijde van de dam in september en oktober niet uitgevoerd worden door een te lage waterstand. Tijdens deze bemonsteringen zijn daarom extra oevertrajecten bij de vaste wal uitgevoerd.

De vangsten en de verkregen data zijn op dezelfde manier verwerkt als bij de Houtribdijk.

Onderzochte parameters: Waterkwaliteit

In totaal zijn op vijf locaties langs de Houtribdijk waterkwaliteitsparameters bepaald, waarbij twee locaties binnen en twee locaties buiten de vooroevers lagen:

- 1 locatie binnen het naviduct (éénmaal op 29 juli);
- 1 referentielocatie tussen het naviduct en vooroever 4 (T2; éénmaal op 24 aug.);
- 1 locatie binnen vooroever 4 (éénmaal op 24 aug.);
- 1 referentielocatie tussen vooroever 3 en vooroever 4 (T1; vijf keer);
- 1 locatie binnen vooroever 3 (vijf keer).

Voor de ligging van de meetpuntlocaties zie bijlage 6.

In het veld zijn op iedere locatie het zuurstofgehalte, het doorzicht (secchi-schijf), de watertemperatuur en de extinctie gemeten. De extinctie is bepaald door 20 metingen uit te voeren en vervolgens de gemiddelde extinctie te berekenen aan de hand van de formule: $K_d = -\ln(I/I_0)/d$, waarbij 'I' de meting is van de onderste sensor, 'I₀' de meting van de bovenste sensor en 'd' de afstand tussen beide sensoren (in dit geval 0,2 m).

Daarnaast zijn op iedere locatie watermonsters verzameld (in duplo) voor het bepalen van chlorofyl-a - en phaeopetine gehalten, onopgeloste bestanddelen en de gloeiverlies. Deze parameters zijn bepaald door Omegam laboratorium in Amsterdam.

Op 27 juni en 20 juli konden geen betrouwbare zuurstofmetingen uitgevoerd worden, omdat het membraan kapot bleek te zijn. Op 28 september zijn geen watermonsters verzameld op de referentielocatie tussen vooroever 4 en vooroever 3.

Bij de Oostvaardersdijk zijn op 21 juni en 13 oktober dezelfde waterkwaliteitsparameters bepaald als bij de Houtribdijk op één locatie binnen de vooroever en één locatie buiten de vooroever (bijlage 6).

Op 3 augustus kon in het referentiegebied geen extinctie bepaald worden, omdat sensor 1 geen waardes aangaf (fout in connectie). Ook konden op deze dag geen betrouwbare zuurstofmetingen uitgevoerd worden, omdat het membraan kapot bleek te zijn.



Onderzochte parameters: Oeverplanten

Oeverplanten zijn alleen geïnventariseerd op de vooroever bij de Oostvaardersdijk (op 3 augustus). De vegetatie op de Oostvaardersdijk liet een grote verscheidenheid van oeverplanten en ruderaal soorten zien. Een goede vegetatiekartering bleek niet eenvoudig te maken. Daarop is besloten een aantal opnamen te maken met behulp van de Tansley schaal. In totaal zijn vegetatieopnamen gemaakt van drie raaien (ZW, midden, NO), twee locaties basalt (Basalt ZW en NO) en een veeneilandje tussen de oever en de vooroever.

4.3 Resultaten Houtribdijk

Waterplanten

In totaal zijn 11 verschillende soorten waterplanten aangetroffen bij de Houtribdijk (tabel 4.2). In het Naviduct en binnen de vooroevers werden meer soorten aangetroffen dan in de twee referentiegebieden.

Tabel 4.2: Aangetroffen soorten waterplanten bij de Houtribdijk

Soort	Naviduct	Oever 3	Oever 4	Ref. T1	Ref. T2
<i>Chara aspera</i>	x	x	x		
<i>Chara contraria</i>	x	x	x		
<i>Chara virgata</i>	x	x	x		
Draadwier	x				
<i>Elodea nuttallii</i>		x			
<i>Myriophyllum spicatum</i>	x	x	x		x
<i>Nitellopsis obtusa</i>	x	x	x		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	x	x			x
<i>Potamogeton perfoliatus</i>		x		x	x
<i>Potamogeton pusillus</i>	x				
<i>Zanichellia palustris</i>	x	x			x
Totaal	9	9	5	1	4

De bedekkingspercentages in het Naviduct en binnen vooroevers 3 en 4 varieerden van 38 ± 31 (vooroever 3 op 28 september) tot 85 ± 30 (Naviduct op 29 juli) (tabel 4.3).

In de referentiegebieden zijn slechts op enkele locaties enkele waterplanten aangetroffen. In referentiegebied T1 werd alleen op 27/28 juni en slechts op één locatie *Potamogeton perfoliatus* aangetroffen. In referentiegebied T2 werden zijn enkele individuen van *Myriophyllum spicatum* (27/28 juni op één locatie en 20 juli op één locatie), *Potamogeton pectinatus* (20 juli op één locatie), *Potamogeton perfoliatus* (27/28 juni op één locatie, 20 juli op één locatie en 17 augustus op één locatie) en *Zanichellia palustris* (27/28 juni op één locatie) aangetroffen.

Binnen vooroever 3 waren de gemiddelde bedekkingspercentages in de periode van eind juni tot en met 17 augustus vergelijkbaar, maar daarna namen de bedekkingspercentages af.

Tabel 4.3: Gemiddelde bedekkingspercentages (% ± stdev.) van waterplanten bij de Houtribdijk.

	27/28 juni	20 juli	29 juli	17 aug	24 aug	9 sept	28 sept
Naviduct			85 ± 30				
Oever 3	59 ± 38	62 ± 35		55 ± 31		47 ± 33	38 ± 31
Oever 4					62 ± 28		
Ref. T1	<1 ± <1	0 ± 0		0 ± 0		0 ± 0	0 ± 0
Ref T2	1 ± 3	<1 ± <1		<1 ± <1		0 ± 0	0 ± 0

Naviduct

De gemiddelde waterdiepte in het Naviduct was circa 40 cm (variërend van 20 tot 70 cm), de gemiddelde slibdikte circa 35 cm (variërend van 0 tot 100 cm) en het gemiddelde doorzicht circa 40 cm (variërend van 20 tot 70 cm). Met uitzondering van locatie 20 (bij de ingang van het Naviduct) zijn op alle locaties hoge bedekkingen van waterplanten aangetroffen. Het gemiddelde bedekkingspercentage van waterplanten op alle bemonsterde locaties was 85 ± 30% (tabel 4). Waterplanten werden gedomineerd door de kranswieren *Chara contraria* (55%), *Chara aspera* (10%) en *Chara virgata* (10%) en het fonteinkruid *Potamogeton pusillus* (21%).

Vooroever 3

De gemiddelde gemeten waterdieptes (m), slibdiktes (cm) en doorzichten (cm) tijdens de vijf bemonsteringen binnen vooroever 3 zijn weergegeven in tabel 4.4. Wanneer alle waarden van de vijf bemonsteringen samen worden genomen, dan varieerde de waterdiepte op de verschillende locaties van 0,8 tot 2,0 m, de slibdikte van 0 tot 50 cm en het doorzicht van 40 tot 130 cm. Dit is een iets hoger doorzicht dan in 2006 toen gemiddeld het doorzicht onder de 80 cm lag, met een max van bijna 90 cm op 13 juni 2006 (Noordhuis en Van Schie, 2007). De gevonden doorzichten achter vooroever 3 zijn behoorlijk hoog voor het Markermeer, maar wel vergelijkbaar met het doorzicht op de referentielocaties (zie tabel 4.6 en 4.7).

Tabel 4.4: Gemiddelde waterdiepte, slibdikte en doorzicht vooroever 3

	27/28 juni	20 juli	17 aug	9 sept	28 sept
Waterdiepte (m)	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
Slibdikte (cm)	circa 10	circa 15	circa 10	circa 15	circa 15
Doorzicht (cm)	circa 90	circa 110	circa 80	circa 60	circa 110

Op alle locaties binnen vooroever 3 zijn waterplanten aangetroffen. De gemiddelde bedekkingspercentages bedroegen 38 ± 31% (28 september) tot 62 ± 35% (20 juli)(tabel 4.5), gemiddeld 52%. Waterplanten werden tijdens alle bemonsteringen gedomineerd door de kranswieren *Chara virgata* (gemiddelde bedekking variërend van 51 tot 74%) en *Chara contraria* (gemiddelde bedekking variërend van 15 tot 35%)(tabel 6). In 2004 was de gemiddelde bedekking binnen vooroever 3 ruim 4% en in 2006 18% (Noordhuis en Van Schie, 2007). Vergeleken met de vorige inventarisatie in 2006 zijn de bedekkingen dus wederom sterk toegenomen (bijna verdrievoudigd!). Het gevonden aantal soorten is met 9 taxa echter wel lager dan de 15 aangetroffen taxa achter vooroever 3 in 2006. De zeer hoge bedekking met de genoemde kranswieren is hier mogelijk de oorzaak van. Andere soorten worden feitelijk weggeconcurrerd. Echter, het aantal soorten in het referentiegebied is met 4 taxa ook lager dan het aantal in 2006 (7 soorten) en hier zijn geen hoge bedekkingen met kranswieren. Kijkend naar de soortenlijsten blijkt het

verschil deels ook door een iets andere monitoring te worden veroorzaakt. In de soortenlijst uit 2006 staan namelijk taxa als mos, draadwier, darmwier, waternetje en 2 soorten kroos, terwijl in 2011 expliciet ondergedoken waterplanten zijn genoemd. Daarentegen zijn de kranswieren in 2006 als groep (dus 1 taxa) meegenomen en nu wel uitgedetermineerd. Alles overziend blijft er een kleine afname van het aantal plantensoorten over tov 2006, met als mogelijk oorzaak de nog sterkere dominantie van de kranswieren.

Tabel 4.5: Dominantie van soorten vooroever 3 uitgedrukt in % van totale bedekkingen

Soort	27/28 juni	20 juli	17 aug	9 sept	28 sept
<i>Chara aspera</i>	0	4	4	3	9
<i>Chara contraria</i>	35	17	23	15	23
<i>Chara virgata</i>	62	74	69	68	51
<i>Elodea nutallii</i>	<1	<1	<1	1	0
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2	2	1	6	3
<i>Nitellopsis obtusa</i>	<1	2	3	7	13
<i>Potamogeton pectinatus</i>	<1	<1	0	0	0
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Zanichellia palustris</i>	0	0	0	0	0

Vooroever 4

De gemiddelde waterdiepte binnen vooroever 4 was circa 1,3 m (variërend van 0,6 tot 1,6 m), de gemiddelde slibdikte circa 8 cm (variërend van 0 tot 70 cm) en het gemiddelde doorzicht circa 100 cm (variërend van 60 tot 130 cm).

Op alle locaties binnen vooroever 3 zijn waterplanten aangetroffen. Het gemiddelde bedekkingspercentage van waterplanten op alle bemonsterde locaties was $62 \pm 28\%$ (tabel 4). Waterplanten werden gedomineerd door de kranswieren *Chara aspera* (48%), *Chara virgata* (30%) en *Chara contraria* (14%),

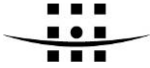
Referentiegebied T1

De gemiddelde gemeten waterdieptes (m), slibdiktes (cm) en doorzichten (cm) tijdens de vijf bemonsteringen binnen referentiegebied T1 zijn weergegeven in tabel 7. Wanneer alle waarden van de vijf bemonsteringen samen worden genomen, dan varieerde de waterdiepte op de verschillende locaties van 0,5 tot 3,5 m en het doorzicht van 50 tot 140 cm. Nergens werd slib aangetroffen.

Tabel 4.6: Gemiddelde waterdiepte, slibdikte en doorzicht ref. T1

	27/28 juni	20 juli	17 aug	9 sept	28 sept
Waterdiepte (m)	2,2	2,0	1,8	1,9	1,7
Slibdikte (cm)	0	0	0	0	0
Doorzicht (cm)	circa 120	circa 90	circa 90	circa 60	circa 100

In referentiegebied T1 werd alleen op 27/28 juni en slechts op één locatie *Potamogeton perfoliatus* aangetroffen met een bedekking van minder dan 1%.



Referentiegebied T2

De gemiddelde gemeten waterdieptes (m), slibdiktes (cm) en doorzichten (cm) tijdens de vijf bemonsteringen binnen referentiegebied T2 zijn weergegeven in tabel 8.

Wanneer alle waarden van de vijf bemonsteringen samen worden genomen, dan varieerde de waterdiepte op de verschillende locaties van 0,8 tot 2,0 m, de slibdikte van 0 tot 50 cm en het doorzicht van 40 tot 130 cm.

Tabel 4.7: Gemiddelde waterdiepte, slibdikte en doorzicht ref. T2

	27/28 juni	20 juli	17 aug	9 sept	28 sept
Waterdiepte (m)	1,5	1,5	1,4	1,5	1,3
Slibdikte (cm)	0	0	0	0	0
Doorzicht (cm)	circa 100	circa 90	circa 60	circa 40	circa 90

In vergelijking met 2006 is het doorzicht op de referentielocaties wat hoger in 2011. In 2006 was het gemiddelde doorzicht op de referentielocaties ca. 65 cm, terwijl daar nu alleen op 9 september gemiddeld niet aan werd voldaan.

In referentiegebied T2 zijn enkele individuen van *Myriophyllum spicatum* (27/28 juni op één locatie (bedekking 9%) en 20 juli op één locatie; bedekking 1%), *Potamogeton pectinatus* (20 juli op één locatie; bedekking 1%), *Potamogeton perfoliatus* (27/28 juni op één locatie, 20 juli op één locatie en 17 augustus op één locatie; bedekkingen overall 1%) en *Zanichellia palustris* (27/28 juni op één locatie; bedekking 5%) aangetroffen.

Mosselen

Op 27 en 28 juni 2011 werden op negen van de 30 locaties binnen vooroever 3 en op vier van de 24 referentielocaties (drie in T1 en één in T2) mosselen aangetroffen. Op 28 september 2011 werden op drie van de 30 locaties binnen vooroever 3 en op zeven van de referentielocaties mosselen aangetroffen.

De dichtheden en de biovolumes op de bemonsterde locaties waren relatief laag, zowel in juni (vooroever 3: 116 mosselen per m² en 3,4 ml per m²; T1: 122 mosselen per m²; 7,0 ml/m²; en T2: 74 mosselen per m² en 4,2 ml/m²) als in september (vooroever 3: 7 mosselen per m² en 0,3 ml per m²; T1: 156 mosselen per m²; 5,5 ml/m²; en T2: 185 mosselen per m² en 18,1 ml/m²).

Ook in 2006 waren de dichtheden met mosselen zeer laag en hoger buiten de vooroever dan binnen de vooroever (Noordhuis en Van Schie, 2007). De verschillen binnen en buiten de vooroever waren toen wat betreft aantallen nog groter. Opvallend is dat de volumes in het referentiegebied sterk zijn toegenomen van gemiddeld 2,2 ml/m² in juni en 2,7 ml/m² in september 2006 tot respectievelijk 5,6 ml/m² en ruim 100 ml/m² in 2011. Omdat in het referentiegebied de aantallen in 2006 met gemiddeld 238 per m² duidelijk hoger lagen in 2006 dan nu, zijn mosselen blijkbaar een stuk groter dan in 2006. Ook de volumes binnen de vooroever zijn gestegen met een gemiddelde van 0,4 ml/m² in 2006 en bijna 1,9 ml/m² in 2011 (vooral door een hoog biovolume in juni). Omdat het gemiddeld aantal mosselen wat lager is in 2011 vergeleken met 2006 zijn de mosselen ook hier dus van gemiddeld grotere omvang.

Binnen de vooroever zaten de mosselen op de aanwezige waterplanten en op de referentielocaties op dode Zuiderzeeschelpen die boven het zand uitstaken.



Er zijn twee soorten mosselen aangetroffen: *Dreissena polymorpha* en *Dreissena bugensis*. Met relatief iets meer *Dreissena bugensis* die gemiddeld ook groter waren dan de *Dreissena polymorpha*. Daarnaast zijn op 28 september ook enkele levende Aziatische korfmosselen aangetroffen op twee verschillende referentielocaties (één in T1 en één in T2).

Uit een check uitgevoerd door duikers bleek echter, dat de stenen van de vooroevers op sommige locaties wel bedekt waren met mosselen. Hoewel geen pogingen zijn gedaan om aantallen en biovolumes te kwantificeren (wel gedaan bij de Oostvaardersdijk), is dit wel vastgelegd op videobeelden.

Vissen

Bij de Houtribdijk zijn met alle ingezette vangtuigen (zegen, electrovisapparaat en broedzegen) in totaal 17 verschillende vissoorten aangetroffen (tabel 4.8), dit is redelijk vergelijkbaar met de 15 gevangen soorten in 2006 (Noordhuis en Van Schie, 2007).

Binnen de vooroevers 1 en 3 zijn met respectievelijk 14 en 13 soorten meer soorten aangetroffen dan in het referentiegebied T1 (10 soorten). In 2006 waren zowel binnen als buiten de dammen 13 soorten aangetroffen (Noordhuis en Van Schie, 2007).

Tabel 4.8: Aangetroffen vissoorten bij de Houtribdijk

Soort	referentie T1	deelgebied 3	deelgebied 1
Alver	x	x	x
Baars	x	x	x
Bot			x
Brasem	x	x	x
Blankvoorn	x	x	x
Driedoornige Stekelbaars	x	x	x
Kolblei	x		
Karper		x	x
Kleine Modderkruiper			x
Aal/Paling	x	x	x
Marmmergrondel		x	x
Pos	x	x	x
Roofblei		x	
Rivierdonderpad		x	x
Rietvoorn/Ruisvoorn		x	
Snoekbaars	x		x
Winde	x	x	x
Totaal	10	13	14

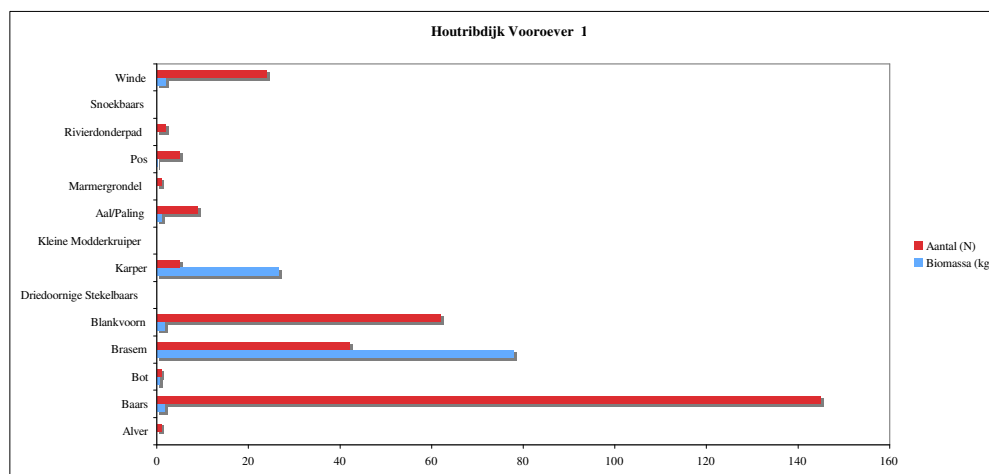
Wanneer alle vangsten van de vijf bevissingen met de zegen en het electrovisapparaat bij elkaar op worden geteld, dan zijn de meeste vissen gevangen binnen vooroever 3 (1.201 individuen). Binnen vooroever 1 en in het referentiegebied T1 werden duidelijk minder vissen gevangen (respectievelijk 297 en 109 individuen). Wanneer naar totale biomassa's wordt gekeken, dan was de biomassa van de gevangen vis het hoogst binnen vooroever 1 (112 kg) gevolgd door vooroever 3 (68,9 kg) en het referentiegebied T1 (10,2 kg). Ook in 2006 was de vangst in het referentiegebied duidelijk het laagst, zowel in aantallen als biomassa (Noordhuis en Van Schie, 2007).

Binnen vooroever 1 zijn met de zegen en het electrovisapparaat in totaal 11 verschillende soorten vis gevangen. De aantallen werden gedomineerd door baars

(49%) en blankvoorn (21%), maar ook brasem (14%) en winde (8%) werden regelmatig gevangen (tabel 10). De biomassa's werden gedomineerd door brasem (70%) en karper (24%) (afbeelding 4.3). Opvallende vangsten waren een marmergroundel en een grote bot (beide gevangen tijdens de bevissing in oktober).

Tabel 4.9: Vangsten binnen vooroever 1 in aantallen per maand

Naam	Totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
Alver	1					
Baars	145	23	55	10	46	11
Bot	1					1
Brasem	42	7	1	2	31	1
Blankvoorn	62	16	15	15	7	9
Driedoornige Stekelbaars	0					
Karper	5	4		1		
Kleine Modderkruiper	0					
Aal/Paling	9		6		3	
Marmergroundel	1					1
Pos	5		3		1	1
Rivierdonderpad	2		2		1	
Snoekbaars	0					
Winde	24	13	8		1	2
Totaal	297					

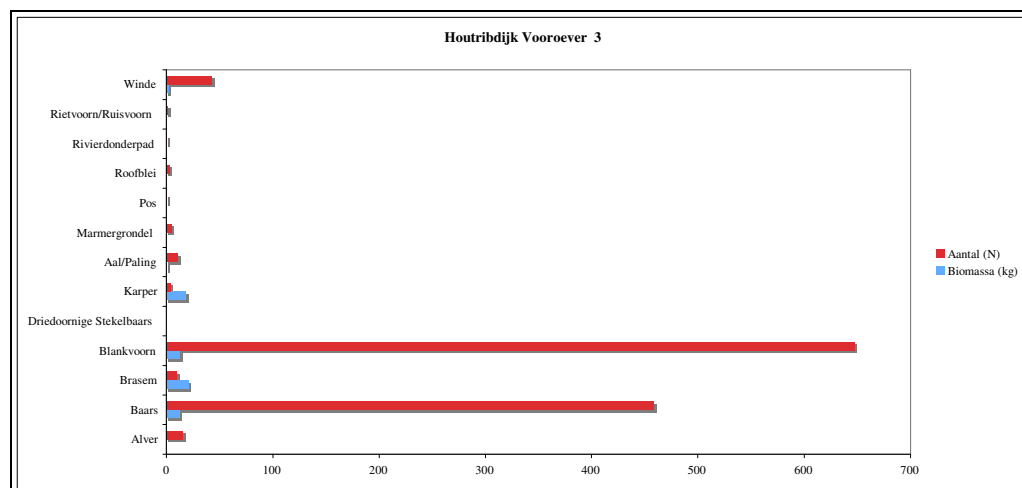


Afbeelding 4.3: Vangstsamenstelling vooroever 1

Binnen vooroever 3 zijn met de zegen en het electrovisapparaat in totaal 12 verschillende soorten vis gevangen. De aantallen werden gedomineerd door blankvoorn (54%) en baars (38%), maar winde (4%) werd ook regelmatig gevangen (tabel 11). De biomassa's werden gedomineerd door brasem (30%), karper (27%), blankvoorn (19%) en baars (18%) (afbeelding 4.4). Opvallende vangsten waren drie roofbleien (één in augustus en twee in september) en vijf marmergroundels (één in september en vier in oktober). Beide soorten zijn exotische soorten welke sinds de opening van het Rijn-Donau kanaal hun opmars hebben gemaakt naar de Nederlandse watersystemen. Vooralsnog kwamen deze soorten met name voor in het rivierengebied, maar nu dus ook in het Markermeer. Ook is in juli één rivierdonderpad gevangen, een beschermde soort die vooral in stromend water met hard substraat voorkomt.

Tabel 4.9: Vangsten binnen vooroever 3 in aantallen per maand

Naam	Totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
Alver	16	17				
Baars	459	208	83	141	15	12
Brasem	10			9		1
Blankvoorn	647	200	69	305	56	23
Driedoornige Stekelbaars	0					
Karper	4	3		1		
Aal/Paling	11	4	4	1	2	
Marm grondel	5				1	4
Pos	1					1
Roofblei	3			1	2	
Rivierdonderpad	1		1			
Rietvoorn/Ruisvoorn	2					2
Winde	43	2	13	7	19	2
Totaal	1202					



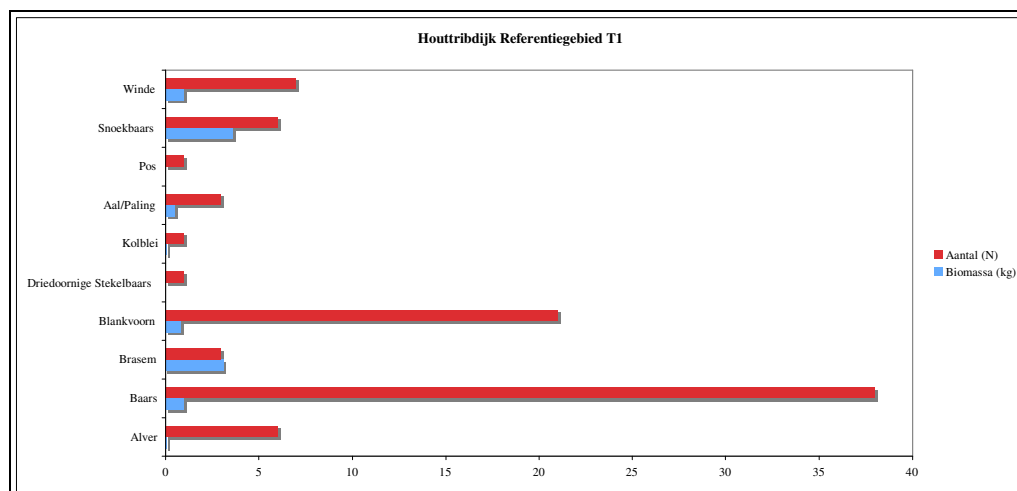
Afbeelding 4.4: Vangstsamenstelling vooroever 3

Binnen de vooroevers worden de soortenaantallen dus gedomineerd door blankvoorn en baars. Dat was ook zo in 2006 (Noordhuis en Van Schie, 2007). Wat betreft biomassa is er echter een verschuiving te zien naar de grotere soorten zoals brasem en karper die nu het grootste deel vertegenwoordigen terwijl in 2006 blankvoorn met ruim 50% nog de meest dominante soort was op basis van biomassa (Noordhuis en Van Schie, 2007).

Binnen referentiegebied T1 zijn met de zegen en het electrovisapparaat in totaal 10 verschillende soorten vis gevangen. De aantallen werden gedomineerd door baars (35%) en blankvoorn (19%), maar ook winde, snoekbaars en alver werden wel vrij regelmatig gevangen (ieder circa 6%) (tabel 4.10). De biomassa's werden gedomineerd door snoekbaars (35%) en brasem (30%) en in mindere mate door winde en baars (beide circa 10%)(afbeelding 4.5). In 2006 bestond de totale biomassa in het referentiegebied nog voor 50% uit baars (Noordhuis en Van Schie, 2007). Ook hier is dus een verschuiving te zien naar de grotere vissoorten wat betreft biomassa.

Tabel 4.10: Vangsten binnen referentiegebied T1 in aantallen per maand

Naam	Totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
Alver	6	3	3			
Baars	38	9	17			12
Brasem	3				2	1
Blankvoorn	21	5	8		4	4
Driedoornige Stekelbaars	1		1			
Kolblei	1	1				
Aal/Paling	3	1	1			1
Pos	1		1			
Snoekbaars	6				2	4
Winde	7	1	4		1	1
Totaal	109					


Afbeelding 4.5: Vangstsamenstelling referentiegebied T1

In totaal zijn er met de broedzegen zeven verschillende soorten gevangen bij de Houtribdijk. De aantallen werden vooral gedomineerd door jonge blankvoorn en pos (tabel 4.11). In 2006 was blankvoorn samen met baars de dominante soort wat betreft aantallen en abundantie in de broedvallen binnen de dammen (Noordhuis en Van Schie, 2007). Binnen vooroevers 1 en 3 is in 2011 duidelijk meer visbroed aangetroffen dan in het referentiegebied T1. In 2006 werd ook buiten de vooroevers veel meer visbroed aangetroffen (Noordhuis en Van Schie, 2007). Het ging hier toen met name om spiering en pos terwijl die in 2011 helemaal niet zijn aangetroffen op de referentielocatie. Spiering is met de broedzegen zelfs nergens aangetroffen, zowel binnen als buiten de vooroevers. De reden hiervoor is onduidelijk.

Tabel 4.11: Vangsten met de broedzegen ingezet bij de Houtribdijk

soort / monsterlocatie	referentie t1					voor oever 3					voor oever. 1				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
lengte (cm)															
blankvoorn		21				200	618				8	58			
baars			1				7	2				6	2		
drie doornige stekelbaars						1	4				3	3			
kleine modderkruiper															5
pos							12	3			1	19	31		
snoekbaars													1		
winde						2						13			

Waterkwaliteit

De gemeten waterkwaliteitsparameters langs de Houtribdijk zijn weergegeven in tabel 14. Voor vooroever 3 en referentiegebied T1 zijn de gemiddelde waarden en de standaarddeviatie van de vijf meetdagen (waterdiepte, temperatuur en zuurstof vijf metingen; overige parameters tien metingen) weergegeven; op de overige locaties zijn parameters éénmalig of in duplo gemeten.

De waterdiepte op de referentielocaties was groter (1,8 m en 2,4 m) dan op de locaties binnen de vooroever (1,4 m en 1,3 m). Het Naviduct was duidelijk het ondiepst (0,3 m). Uit tabel 4.12 komen niet direct grote verschillen naar voren tussen locaties binnen de vooroevers en referentielocaties. Dat komt overeen met de bevindingen in 2006 (Noordhuis en Van Schie, 2007). De chlorofyl concentraties zijn vergelijkbaar met de metingen uit 2006 maar de onopgeloste bestanddelen zijn globaal 2X zo hoog als in 2006 met een vergelijkbaar aandeel gloeiverlies. Desondanks is het doorzicht zoals eerder beschreven nog wat verbeterd ten opzichte van 2006. De extinctie is redelijk vergelijkbaar maar vertoont in beide onderzoeken veel schommelingen. De zuurstofconcentraties waren zowel 2006 als in 2011 rond het verzadigingspunt van 100% en de watertemperatuur laat ook geen opvallende verschillen zien.

Tabel 4.12: Gemeten waterkwaliteitsparameters langs de Houtribdijk

Parameter	Naviduct	Oever 3	Oever 4	Ref. T1	Ref T2
waterdiepte (m)	0,3	1,4 ± 0,1	1,3	1,8 ± 0,1	2,4
temperatuur (°C)	22,1	21,9 ± 2,3	21,1	21,1 ± 1,6	21,1
zuurstof (%)	98,0	93,6 ± 2,8	94,4	97,0 ± 1,7	96,5
chlorofyl-a (µg/l)	10 en 12	10,3 ± 4,6	7,0 en 8,3	10,2 ± 2,3	12 en 17
phaeopetine (µg/l)	<5 en <5	<5,7 ± 0,2*	<5 en 5,6	<9,4 ± 2,9**	<5 en 5,4
onopgeloste bestanddelen (mg/l)	8,7 en 9,8	20,9 ± 19,4	7,3 en 7,9	14,4 ± 1,8	18 en 19
gloeirest (%)	37 en 41	56,1 ± 4,0	38 en 41	42,6 ± 20,9	49 en 51
extinctie (1/m)	2,2	1,1 ± 0,8	0,5	1,0 ± 0,5	5,7

* Tijdens zeven van de tien metingen was de waarde <5 (detectiegrens); het gemiddelde en de standaarddeviatie is gebaseerd op drie metingen.

** Tijdens twee van de tien metingen was de waarde <5 (detectiegrens); het gemiddelde en de standaarddeviatie is gebaseerd op acht metingen.

4.4 Resultaten Oostvaardersdijk

Waterplanten

De gemiddelde waterdiepte aan de binnenzijde van de dam voor de Oostvaardersdijk was circa 1,5 m (variërend van 0,4 tot 2,3 m), de gemiddelde slibdikte meer dan 70 cm (op twee locaties 50 cm en op de overige locaties meer dan 70 cm) en het gemiddelde doorzicht circa 45 cm (variërend van 20 tot 70 cm).

De gemiddelde waterdiepte in het referentiegebied was circa 3,5 m (variërend van 3,1 tot 3,9 m), de gemiddelde slibdikte meer dan 35 cm (variërend van 0 tot 60 cm) en het gemiddelde doorzicht circa 45 cm (op één locatie 60 cm en op de overige locaties 40 cm variërend van 20 tot 70 cm).

Er zijn 4 verschillende soorten waterplanten aangetroffen achter de dam bij de Oostvaardersdijk (tabel 4.13). In het referentiegebied zijn geen waterplanten waargenomen.

Tabel 4.13: Aangetroffen soorten waterplanten bij de Oostvaardersdijk

Soort	Binnen dam	Referentiegebied
<i>Chara virgata</i>	x	
<i>Nitellopsis obtusa</i>	x	
<i>Potamogeton pusillus</i>	x	
<i>Zanichellia palustris</i>	x	
Totaal	4	0

Aan de binnenzijde van de dam zijn op 7 van de 15 locaties waterplanten aangetroffen. Met uitzondering van één locatie waar de bodem tussen 5 en 10% bedekt was met *Nitellopsis obtusa*, ging het in alle gevallen om enkele plantjes (bedekkingspercentages <1%). In het referentiegebied zijn nergens waterplanten aangetroffen.

Mosselen

Tijdens de bemonstering op 21 juni zijn slechts op één van de 15 locaties tussen de dam en de vaste wal enkele mosselen aangetroffen en op één van de zes locaties in het referentiegebied ten noorden van de dam. Op de bodem achter de dam en in het referentiegebied komen dus vrijwel geen mosselen voor. Uit een check uitgevoerd door duikers, bleek echter dat de vooroevers en de stenen van de dam zelf aan de buitenkant wel voor een groot gedeelte bedekt waren met mosselen. Op 13 oktober zijn dichtheden en biovolumes van de mosselen op de vooroevers en op de buitenzijde van de dam ingeschat door stenen te verzamelen en deze mee te nemen naar het laboratorium voor kwantificering. De resultaten zijn weergegeven in tabel 16.

Op de stenen van de vaste oever in het referentiegebied en de buitenzijde van de dam zelf werden zeer hoge dichtheden *Dreissena bugensis* aangetroffen (en nergens *Dreissena polymorpha*). Op en tussen de stenen was geen slib aanwezig. Op de stenen van de vaste oever aan de binnenzijde van de dam (vaste wal) was het beeld wisselend. Op sommige locaties waren de stenen bedekt met veel slib en werden relatief weinig mosselen aangetroffen, terwijl op andere locaties vrijwel geen slib aanwezig was en dichtheden van mosselen vergelijkbaar waren met die in het referentiegebied.

Tabel 4.14: Dichtheden en biovolumes van mosselen op de oevers Oostvaardersdijk

	Aantal mosselen per m ²	Biovolume van mosselen per m ²
Oever referentiegebied	51.500	9.000
Oever binnen dam	29.000	5.500
Oever binnen dam 2	3.300	650
Buitenzijde dam zelf	34.100	3.900

86% van alle doorgemeten mosselen (n=785) had een lengte tussen 5 en 15 mm, waarvan 38% tussen 5 en 10 mm. Er was geen duidelijke relatie tussen de groottes van de mosselen en de bemonsterde locatie (table 4.15).

Tabel 4.15: Groottes van de verzamelde mosselen op de oevers Oostvaardersdijk

	Oever referentie-gebied	Dam buitenzijde	Oever binnen 1	Oever binnen 2	Gemiddelde
0-5 mm	8	0	3	1	3
5-10 mm	52	21	24	55	38
10-15 mm	38	52	70	31	48
15-20 mm	2	27	3	13	11

Vissen

Bij de Oostvaardersdijk zijn met alle ingezette vangtuigen (zegen, electrovisapparaat en broedzegen) in totaal 16 verschillende vissoorten aangetroffen (tabel 4.16). Het aantal soorten tussen de dam en de vaste wal was vergelijkbaar met die in het referentiegebied (respectievelijk 12 en 11 soorten).

Tabel 4.16: Aangetroffen vissoorten bij de Oostvaardersdijk

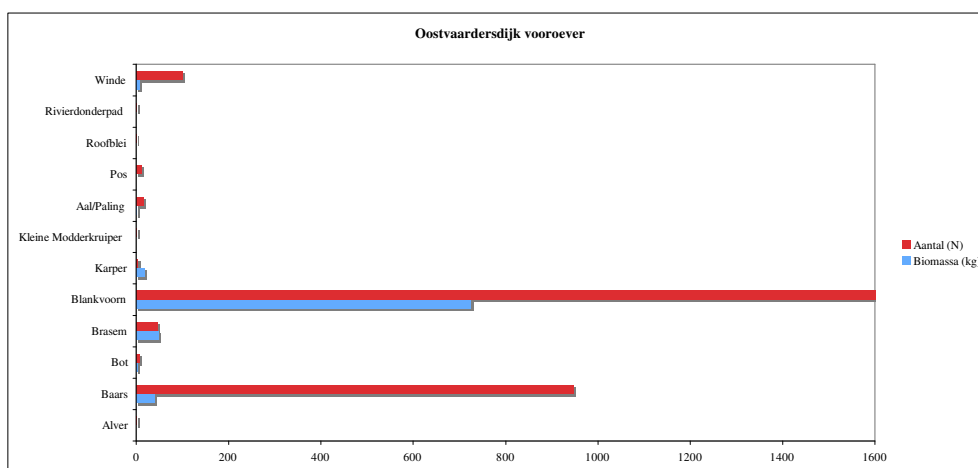
Soort	referentie	vooroever
Alver	x	x
Baars	x	x
Blankvoorn	x	x
Bot		x
Brasem		x
Driedoornige Stekelbaars	x	
Karper	x	x
Kleine Modderkruiper		x
Kolblei	x	
Aal/Paling	x	x
Pos	x	x
Roofblei		x
Rivierdonderpad		x
Snoekbaars	x	
Spiering	x	
Winde	x	x
Totaal	11	12

Wanneer alle vangsten van de vijf bevissingen met de zegen en het electrovisapparaat bij elkaar op worden geteld, dan zijn binnen de vooroever veel meer vissen gevangen met een veel hogere totale biomassa dan in het referentiegebied (respectievelijk 13.696 individuen met een gewicht van 843,6 kg en 134 individuen met een gewicht van 8,8 kg).

Binnen de vooroever zijn met de zegen en het electrovisapparaat in totaal 12 verschillende soorten vis gevangen. De aantallen werden gedomineerd door blankvoorn (92%) en baars (7%)(tabel 4.17). De biomassa's werden gedomineerd door blankvoorn (86%) en in mindere mate door brasem (6%) en baars (5%)(afbeelding 4.6). Opvallende vangsten zijn zeven botten, twee kleine modderkruipers, twee rivierdonderpaden en een roofblei.

Tabel 4.17: Vangsten binnen de vooroever in aantallen per maand

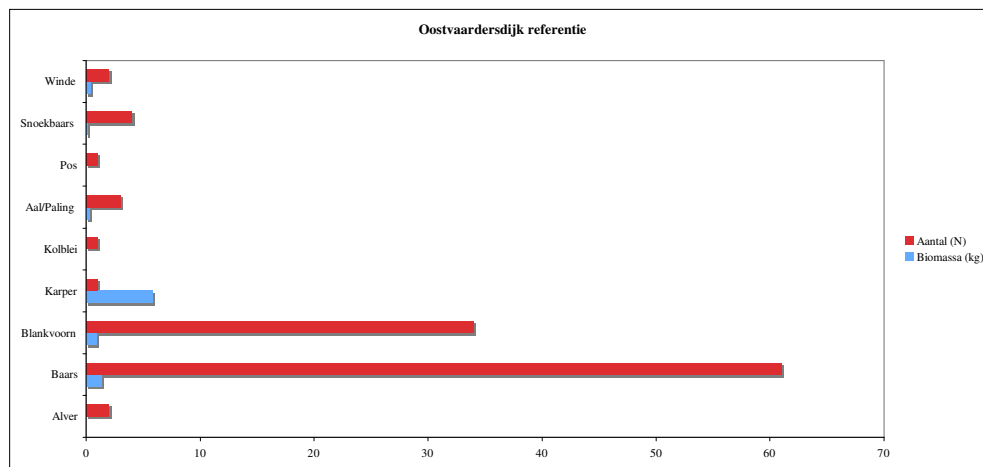
Naam	Totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
Alver	2					2
Baars	947	36	75	314	389	133
Bot	7			1	2	4
Brasem	46		2	33	3	8
Blankvoorn	12534	7998	324	2071	2023	118
Karper	4		1		3	
Kleine Modderkruiper	2	2				
Aal/Paling	15	1	3	5	6	
Pos	11				8	3
Roofblei	1		1			
Rivierdonderpad	2	1				1
Winde	101	12	11	24	16	38
Totaal	13696					


Afbeelding 4.6: Vangstsamenstelling vooroever. De waarde van het aantal blankvoorns (12.534) is dermate hoog dat deze buiten de schaal valt

In het referentiegebied zijn met de zegen en het electrovisapparaat in totaal 9 verschillende soorten vis gevangen. De aantallen werden gedomineerd door baars (46%) en blankvoorn (25%) (tabel 20). De biomassa's werden gedomineerd door karper (66%) en baars (15%) (figuur 15).

Tabel 4.18: Vangsten in het referentiegebied in aantallen per maand

Naam	Totaal	juni	juli	augustus	september	oktober
Alver	2		1		1	
Baars	61	6	6	22	22	5
Blankvoorn	34		1	6	19	8
Karper	1					1
Kolblei	1					1
Aal/Paling	3	1		1	1	
Pos	1		1			
Snoekbaars	4			1	2	1
Winde	2	1				1
Totaal	134					



Afbeelding 4.7: Vangstsamenstelling referentie gebied

In totaal zijn er met de broedzegen zes verschillende soorten gevangen bij de Oostvaardersdijk, maar de aantallen waren zowel in het referentiegebied als binnen de vooroever relatief laag (tabel 21). Er zijn geen grote verschillen in vangst waar te nemen tussen het referentiegebied en de vooroever.

Tabel 4.19: Vangsten met de broedzegen ingezet bij de Oostvaardersdijk

Soort / monsterlocatie	referentie					voor oever						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
lengte (cm)												
blankvoorn		2	7				3					
baars		1	1	1				5	6			
drie doornige stekelbaars		2										
kleine modderkruiper											2	1
pos								8				
spiering			1	12								

Oeverplanten

In totaal zijn 33 verschillende soorten planten aangetroffen tijdens de oeverkartering (zie tabel 4.20). Het ging om een bont gezelschap van ruderaal planten en oeverplanten die gedomineerd wordt door met name wilg en/of harig wilgenroosje. Vanaf het water is er eerst een zone met oeverplanten, dan een zone waarin oeverplanten en ruderaal planten gezamenlijk voorkomen en dan basaltstenen met vooral ruderaal planten (ingewaaid). De basaltstenen aan de zuidwestzijde van de dam zijn veel rijker begroeid dan de basaltstenen aan de noordwestzijde, mogelijk door de overwegende zuidwestenwind in Nederland. Het geïnventariseerde veeneilandje is met soorten als goudknopje en lidsteng) ecologisch gezien het meest interessant.



Tabel 4.20: Aangetroffen soorten en kwantificering conform de Tansley schaal op de dam bij de Oostvaardersdijk

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Raai ZW	Raai midden	Raai NO	Basalt ZW	Basalt NO	Veeneilandje
Aegopodium podagraria	Zevenblad				r		
Angelica sylvestris	Gewone engelwortel		r	a	r	r	r
Bellis perennis	Madeliefje			r			
Bidens frondosa	Zwart tandzaad			r			
Buddleja davidii	Vlinderstruik			r			
Cirsium arvense	Akkerdistel				o	r	
Coryza canadensis	Canadese fijnstraal			lf	o		
Cotula coronopifolia	Goudknopje						o
Epilobium hirsutum	Harig wilgenroosje	lf	d	f	o		f
Eupatorium cannabinum	Koninginnekruid	r	lf	lf			
Gnaphalium luteo-album	Bleekgele droogbloem			r			
Hippuris vulgaris	Lidsteng						o
Hydrocotyle vulgaris	Gewone waternavel			la			
Iris pseudacorus	Gele iis				r		
Lycopus europaeus	Wolfspoot	r		r	r		
Lythrum salicaria	Grote kattenstaart				r		
Mentha aquatica	Watermunt		lf				f
Myosotis scorpioides ssp. scorpioides	Moerasvergeet-mij-nietje	r	lf	a			lf
Persicaria hydropiper	Waterpeper			r			r
Phragmites australis	Riet	r					
Ranunculus sceleratus	Blaartrekkende boterbloem	r					
Rubus fruticosus	Gewone braam			r	o	r	
Rumex crispus	Krulzuring			r			
Rumex maritimus	Goudzuring				r		o
Sagina procumbens	Liggende vetmuur			r			
Salicaceae	Wilgenfamilie	a	o	a	r	r	o
Sambucus nigra	Gewone vlier					r	
Senecio inaequidens	Bezemkruiskruid		r	r			
Silene noctiflora	Nachtkoekoeksbloem				r		
Solanum dulcamara	Bitterzoet		r		r	r	
Sonchus oleraceus	Gewone melkdistel				r		
Tripleurospermum maritimum	Reukeloze kamille					o	
Tussilago farfara	Klein hoefblad				r		

Waterkwaliteit

Gemeten waterkwaliteitsparameters langs de Oostvaardersdijk zijn weergegeven in tabel 4.21. De waterdiepte in het referentiegebied (circa 3,8 m) was groter dan in het gebied tussen de dam en de vaste wal (circa 2,3 m). Het phaeophytine gehalte achter de dam is hoger dan in het referentiegebied, maar de overige parameters in de verschillende gebieden lijken vergelijkbaar met elkaar.

Tabel 4.21: Gemeten waterkwaliteitsparameters langs de Oostvaardersdijk

Parameter	Binnen de dam	Referentiegebied
waterdiepte (m)	2,3 ± 0,2 (n=3)	3,8 ± 0,2 (n=3)
temperatuur (°C)	19,6 en 15,8 (n=2)	19,9 en 16,0 (n=2)
zuurstof (%)	97,8 en 88,3 (n=2)	95,0 en 90,4 (n=2)
chlorofyl-a (µg/l)	23,6 ± 10,4* (n=5)	20,3 ± 17,2 (n=6)
phaeopetine (µg/l)	12,4 ± 4,3** (n=4)	<5 (n=5) en 11 (n=1)
onopgeloste bestanddelen (mg/l)	17,0 ± 7,4 (n=6)	17,7 ± 8,5 (n=6)
gloeirest (%)	58,5 ± 7,3 (n=6)	56,7 ± 6,4 (n=6)
extinctie (1/m)	2,3 ± 0,2 (n=3)	3,3 en 2,1 (n=2)

*Tijdens één van de zes metingen was de waarde <5 (detectiegrens); het gemiddelde en de standaarddeviatie is gebaseerd op vijf metingen.

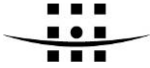
**Tijdens twee van de zes metingen was de waarde <5 (detectiegrens); het gemiddelde en de standaarddeviatie is gebaseerd op vier metingen.

4.5 Discussie en conclusies

Afhankelijk van de locatie, ligging ten opzichte van de overheersende (zuid)westelijke wind en vorm kunnen dammen als luwtestructuren positieve ecologische effecten hebben. Binnen de luwte van de onderzochte dammen zijn duidelijk meer ondergedoken waterplanten en visbroed gevonden en iets meer vissoorten (met name kleinere soorten als rivierdonderpad en kleine modderkruiper). Op de stenen van de dammen zelf komen ook meer mosselen voor dan op de bodem van het openwater. Het water is er echter niet per definitie helderder, maar wel minder turbulent bij veel wind. Afhankelijk van de ligging is er ook een minder dikke sliblaag achter de dammen (minder aanvoer van slib). Ondergedoken waterplanten in zeer ondiep water zoals in het Naviduct (<0.5 meter) zijn wel extra gevoelig voor vraat door watervogels waardoor de beddekking behoorlijk kan fluctueren door het jaar (zie ook hoofdstuk 3).

De locatie en ligging van de dam ten opzicht van de wind zijn erg belangrijk voor de grootte van de ecologische meerwaarde van de dam als het gaat om planten en mosselen (*Dreissena*):

- De dammen langs de Houtribdijk (Hockeystickdammen en het Naviduct) liggen vrijwel dwars op de overheersende (zuid)westelijke wind. Hierdoor is er weinig doorstroming met slibrijk water. Deze doorstroming wordt ook beperkt door de naar de Houtribdijk gebogen uiteinden van de dammen. Achter deze dammen is weinig tot geen slib aanwezig en veel waterplanten, met een beperkte dichtheid aan mosselen op en tussen deze planten. Deze dichte bedekking met kranswieren is de oorzaak van de lagere dichtheden aan mosselen achter de dam. De stenen van de dammen en de dijk zelf bevatten hogere dichtheden. Het water is dieper dan bij het Naviduct waardoor de effecten van vraat aan planten door watervogels hier ook minder lijken te zijn.



- De dam langs de Oostvaardersdijk ligt globaal zuidwest-noordoost en is open aan beide zijden. Hierdoor is er veel doorstroming met slibrijk water en waardoor er een dikke sliblaag ligt en veel turbulentie achter de dam is. Hierdoor zijn er nauwelijks ondergedoken waterplanten en mosselen. Feitelijk zijn er niet veel meer dan op de referentielocaties buiten de dam. Omdat de dam er pas enkele jaren ligt en gezien de sterke vegetatieontwikkeling die sinds 2004 bij de dammen langs de Houtribdijk is doorgemaakt, zou wellicht in de toekomst ook hier de bedekking met waterplanten nog wat toe kunnen nemen. Gezien de dikke sliblaag en de zeer lage bedekking met ondergedoken waterplanten op dit moment is de verwachting dat dit niet zo uitbundig zal zijn als bij de dammen langs de Houtribdijk. De dam zelf heeft beperkte waarden als groeiplek voor oeverplanten (vooral algemene soorten) en als substraat voor mosselen. Door slibbezinking binnen de dammen zijn lokaal op de stenen minder mosselen aanwezig dan op de stenen in het referentie gebied waar vrijwel geen slib ligt. Bij veel wind lijken vissen de iets luvere wateren vlak achter de dam op te zoeken.

Ontwikkeling in de tijd

De dammen langs de Houtribdijk waren in 2004 en uitgebreid in 2006 eerder onderzocht (Noordhuis en Van Schie, 2007). De vergelijking van de resultaten maakt duidelijk dat de ecologische ontwikkeling nog steeds gaande is. Vooral de bedekking van waterplanten (met name kranswieren) neemt nog steeds sterk toe. Dit geldt echter niet voor het aantal soorten waar eerder een kleine afname in is te zien ten opzichte van 2006. Mogelijk dat de zeer hoge bedekking met kranswieren hier mee te maken heeft (concurrentie). De dam langs de Oostvaardersdijk is pas recent aangelegd en nog niet eerder bemonsterd. Dat er nu nauwelijks waterplanten zijn aangetoond, wil niet zeggen dat ze er ook niet uitgebreider zullen komen in de toekomst. Tijdens een eerste kleine inventarisatie bij de dammen aan de Houtribdijk in 2000 (De Vries, 2001) bleken daar ook nog nauwelijks ondergedoken soorten voor te komen. Het is dus verstandig om ook de ontwikkeling achter de dam langs de Oostvaardersdijk te blijven volgen.

De bedekking met mosselen blijft laag rond de dammen aan de Houtribdijk, al lijkt de gemiddelde grootte wel toe te nemen. Dit komt waarschijnlijk door de opkomst van *Dreissena bugensis* ten kosten van *Dreissena polymorpha* en is inmiddels in meer onderzoeken aangetoond (Bij de Vaate, 2011)

In de visgemeenschap zijn verschuivingen te zien in met name de biomassa's. Grotere soorten als brasem, karpers en snoekbaars nemen op basis van biomassa een groter aandeel in vergeleken met kleinere soorten zoals baars en blankvoorn (2011 tov 2006). Deze kleine soorten blijven wel in aantallen domineren. Luwe gebieden met een open vegetatie hebben daarbij hogere dichtheden aan vis in vergelijking met gebieden met zeer dichte (kranswier)vegetaties. De afwezigheid van spiering in de broedvallen in 2011 is opvallend, zeker gezien de zeer hoge aantallen in 2006. Omdat het een scholennis betreft, zou dit ook toeval kunnen zijn, maar een verdere achteruitgang van de spiering is niet uit te sluiten. Verder zijn er enkele nieuwe exoten gevonden.

De chlorofylconcentraties zijn in 2011 iets lager dan in 2006 en ondanks dat er meer onopgeloste bestanddelen zijn aangetroffen is het doorzicht hierdoor ook wat hoger. Dit geldt voor zowel binnen als buiten de dammen.



Eindconclusie ecologisch effect luwtedammen

Luwtedammen kunnen voor alle onderzochte soortsgroepen een (aanzienlijke) toegevoegde waarde hebben ten opzicht van het grote oppervlak openwater. Vooral voor ondergedoken waterplanten en in mindere mate mosselen is het belangrijk dat de dammen dwars op de wind liggen met zo min mogelijk instroming van slibrijk water. Tot slot moet de waterdiepte dusdanig groot zijn dat de vraat door watervogels beperkt blijft. Bij een diepte van ca. 2 meter krijgen ook fonteinkruiden weer een voordeel ten opzichte van de (dichte) kranswieren. Dergelijk gebieden hebben ook meer potenties voor (jonge) vis en mosselen.

5 LEERPUNTEN VOOR NMIJ

Op basis van uitgevoerde analyses en onderzoeken en is het mogelijk een aantal leerpunten te destilleren voor de NMIJ-inrichtingsadviezen voor het Markermeer rond luwtestructuren, oermoeras en de monitoring.

5.1 Leerpunten voor aanleg luwtestructuren en monitoring

De volgende leerpunten zijn van belang voor de aanleg van luwtestructuren in het Markermeer:

- Luwtedammen hebben voor alle onderzochte soortsgroepen een (aanzienlijke) toegevoegde waarde ten opzicht van het grote oppervlak openwater. Vooral voor ondergedoken waterplanten en in mindere mate mosselen is het belangrijk dat de dammen dwars op de wind liggen met zo min mogelijk instroming van slibrijk water. Des te minder slibaanwas achter de dam, des te meer planten en mosselen aanwezig kunnen zijn. Voor vissen lijkt de slibrijkdom achter de dam minder relevant, maar in grote lijnen hebben dammen die dwars op de overheersende windrichting liggen (zuidwesten) de hoogste ecologische potenties. Voor kranswieren is een diepte van ca. één meter het meest ideaal (weinig vraat) en een diepte van ca. twee meter leidt tot meer fonteinkruiden. Gebieden met een open vegetatie aan fonteinkruiden hebben meer potenties voor mosselen en (jonge) vis dan dichte kranswiervelden. Een variatie in diepte is dus belangrijk om in alle ecotopen te kunnen voorzien.
- Een luwtestructuur kan dus het voorkomen van mosselen ten goede komen (voorkomen opwerveling; bieden van hard substraat) en leiden tot grotere dichtheden mosselen (Muiden). Echter, als de luwtstructuur tot grote ophoping van slib leidt, verhindert dit de verstigmogelijkheden waardoor dichtheden van mosselen lager zijn (Pampushaven, vaargeulen bij Muiden en dam voor de Oostvaardersdijk).
- Locaties met veel oude schelpen hebben meer potentie voor mosselen; ook een wat hardere bodem met zand kan positief effect hebben. Het aanbrengen van dergelijk geschikt substraat in de omgeving van een luwtestructuur zal daarom positief werken op de dichtheid aan mosselen. De dammen zelf hebben in veel gevallen ook dat effect door de aanwezigheid van hard substraat als golfbreker. Dit geldt ook voor substraat zoals palen en basaltblokken die boven een eventuele sliblaag uit steken.

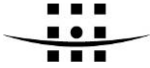
5.2 Leerpunten voor aanleg oermoeras markermeer

De volgende leerpunten zijn van belang voor de aanleg van het oermoeras in het Markermeer:

- Riet groeit op de eilanden voornamelijk op zand, maar komt ook voor op klei. Op slib groeit vrijwel nooit riet maar meestal lisdodde. De meest waarschijnlijke oorzaken voor het ontbreken van helofytenvegetaties op veel plaatsen in (en ook rond) de eilanden in de IJsselmonding zijn:
 - teveel ophoping van slib of organisch materiaal (kan worden versterkt door te star peilbeheer en eutrofiëring);
 - te weinig peilfluctuatie;
 - te grote belasting door golven of stroming (kan worden versterkt door eutrofiëring en star peilbeheer);



- eutrofiëring (heeft effecten op ophoping organisch materiaal en zorgt voor slappere planten);
- begrazing door watervogels.
- In het ondiepe water staan tot 0,5 m diepte vrijwel geen waterplanten. In dieper water met beperkte erosie groeit schedefonteinkruid, waterpest, vederkruiden en lokaal hoornblad. Het grotendeels ontbreken van watervegetaties bij de eilanden in de IJsselmonding wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een gebrek aan doorzicht. Dit is vooral essentieel voor kieming en vestiging van (ondergedoken) waterplanten. Een gebrek aan doorzicht kan veroorzaakt zijn door algenbloei of opwerveling van slib door windwerking of bodemwoelende vissen. Hoewel de luwtes achter de eilanden redelijk beschut liggen, kan de strijklengte toch nog behoorlijk groot zijn. Vooral in ondiep water kan er dan slib opwervelen.
- Grote delen van de eilanden zijn al begroeid met voornamelijk wilgen. Deze komen voor tot de waterlijn. De dichtheid is het grootst aan de binnenzijden van de eilanden. Mogelijk omdat ze hier minder last van erosie door hoogwater hebben, al lijkt het ook dat de grond hier meer nutriënten bevat. Deze locaties zijn namelijk zeer dicht begroeid, vergeleken met de ringdijk en de buitenoever.
- Het riet wint maar langzaam terrein aan de buitenzijde van de eilanden. De lange wortelstokken blijven drijven waardoor de uitbreiding van het Riet vertraagt. Mogelijk hangt dit samen met het peilbeheer of de golfaanval.
- Ondiepten tussen kleinere eilandjes in het luwe binnenwater van de eilanden (vooral eiland nr 1) bevatten de mooiste stukken moeras met veel riet, lisdodde en mattenbies. Hier komen ook veel mooie stukken voor die verlanden.
- De eilanden raken snel begroeid met wilgenbos. Intensief éénmalig beheer is geen duurzame methode om de eilanden vrij van bomen te houden. Locaties die een groot deel van het jaar boven water liggen, raken zeer snel weer begroeid. Dat gebeurt al na één groeiseizoen. De eerste periode na het beheer komt het de (planten)soortenrijkdom zeker ten goede. De verwachting is dat de wilgen weer snel zullen domineren en de overige planten wegconcurreren. Door met beheer de natuurlijke successie tegen te gaan, worden veel kosten gemaakt zonder blijvende resultaten.
- Een diverse inrichting met plas-dras, poelen, kreken en hogere delen zorgt voor de grootste soortenrijkdom. Zeker wanneer door opstuwingsverschillen enige stroming kan ontstaan in de kreken. De vraag is in hoeverre dit laatste mogelijk is in het Oermoeras. Een mozaïek van eilandjes met ondiepte watergangen/kreken heeft meer potentie voor verlanding dan grote wateroppervlakten zoals de lagunes van de IJssleilanden. Grote open wateren trekken zeer veel vogels aan, waardoor waterplanten en riet worden aangevreten en er is verhoudingsgewijs weinig oeverlengte waaruit het water kan volgroeien. Met eilandjes neemt dit al sterk toe.
- Vanuit de IJssel komen veel zaden uit het Rijnstroomgebied op de eilanden terecht. Hierdoor komen er snel veel soorten. In het oermoeras in het Markermeer is dit waarschijnlijk veel minder het geval. Bij de pilot van het oermoeras is het daarom belangrijk om de ontwikkeling in de soortenrijkdom te volgen om zo beter in te kunnen schatten wat er daar aan vegetatieontwikkeling is te verwachten.
- Vooroevers rond het aan te leggen Oermoeras kunnen ecologische meerwaarde creëren doordat ze feitelijk als luwtestructuur werken. Wanneer de instroom met slibrijk water beperkt is, kunnen hier uitgebreid ondergedoken waterplanten komen groeien. Dit water moet grotendeels wel dieper dan ca 0,50-0,75 meter zijn omdat anders vraat door watervogels de vegetatie sterk onder druk kan zetten.



5.3 Leerpunten voor monitoring

De volgende leerpunten zijn van belang voor de monitoring:

- Geschiktheid van habitat afhankelijk is volgens de dosis effectrelaties uit Habitat-model naast slibgehalte ook sterk afhankelijk van temperatuur en zuurstof. Het is van belang om inzicht te hebben in het zuurstofgehalte en temperatuur op de diepte waarop de mosselen voorkomen (bv vlak boven de bodem). Gedurende het voorjaar en zomer van 2010 is op de meetpaal van de Hoornse Hop een zuurstofsensor dicht bij de bodem geplaatst. Deze gegevens zijn nog niet uitgewerkt.
- Aanwezigheid van vegetatie heeft positief effect op *Dreissena* (vice versa ook). De verzamelde gegevens leveren geen eenduidelijk beeld op van de rol van verschillende soorten vegetatie (*Chara* vs *Potamogeton*). Mede omdat aangetroffen bedekkingspercentages tijdens het veldwerk niet overeenkwamen met bedekkingspercentages zoals eerder aangetroffen bij vegetatiekarteringen. Wel is bekend dat zeer dichte velden met kranswieren (oa *Chara*) negatief werken op dichtheid aan mosselen en waarschijnlijk ook vis.
- Naast de zebramossel komt tegenwoordig ook de nauw verwante Quagga-mossel voor in het IJsselmeergebied. Daarnaast zijn ook andere exoten (korfmosselen) en inheemse soorten (erwtmosselen, zwanenmosselen) aanwezig in het Markermeer en IJmeer. Bij monitoring is het goed om ook deze soorten te determineren en tellen zodat gekeken kan worden naar concurrentiestrijd tussen de soorten. Het onderzoek aan de dammen langs de Oostvaardersdijk en Houtribdijk laten zien dat de Quagga-mossel het bestand aan mosselen voortaan grotendeels bepaalt. Het onderzoek van Bij de Vaate (2011) bevestigt dit.
- Er zijn geen verschillen in gemiddeld biovolume per schelp tussen de deelgebieden gevonden. Dit geeft indicatie dat groeiomstandigheden voor individuele schelpen min of meer gelijk zijn voor het gehele Markermeer. Het zou goed zijn om indien mogelijk naast aantallen en biovolume ook schelplengte te bepalen van mosselen.
- Er is nog veel onduidelijk over de ideale morfologische omstandigheden voor (jonge) vis. Belangrijke vragen hierbij: Hoe ziet een ideaal gebied (morfologie en sedimentatie) er uit om in alle levensstadia van de vis te kunnen voorzien en welke effecten zijn er mee te behalen op de visgemeenschap in het hele meer?



LITERATUUR

Bij de Vaat, A. (2011). De dichtheid van driehoeks- en Quaggamosselen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011.

De Vries, I.K. (2001). Vooroeverproject Houtribdijk Inventarisatie juli 2000.

Garton D.W., Johnson L.E. (2000): Variation in growth rates of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, within Lake Wawasee. *Freshwater Biology* 45 pp. 443–451

Haasnoot M, Harezlak V, Maarse M, Meijer K, Dionisio Pires M, Van Buren R. (2009). Naar een Toekomstbestendig Ecologisch Systeem in het Markermeer en IJmeer. Kwantificering van het effect van de voorgestelde maatregelen met HABITAT. Deltares, rapport 1002512-000/1201581-007

Hulsegge W, Vendrig K, Oostinga K (2004). Jaarrapportage Zuidelijke Randmeren 2000-2003 Waterkwaliteit van het Nijkerkernauw, Eem- en Gooimeer in de jaren 2000-2003. BEZEM deelrapport 10. RDIJ-rapport 2004-1. ISBN 90-369-1326-8.

Lammens, E.H.R.R. & Hosper, S.H., (1998.). Het voedselweb van IJsselmeer en Markermeer. Trends, gradiënten en stuurbaarheid. RIZA rapport 98.003.

Noordhuis R (2009). Tweekleppigen in IJsselmeer en Markermeer, 2006-2008. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied

Noordhuis R [red] (2010). Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat Waterdienst.

Noordhuis R, Houwing E (2003). Afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer. RIZA rapport 2003.016. ISBN 9036954959

Noordhuis R & Van Schie (2007). Vooroever Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006 Inventarisatie van waterplanten, watervogels, driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters. RWS RIZA rapport 2007.006.

Van Eerden M, Bos H, Van Huls L [red] (2007). In the mirror of a lake. Peipsi and IJsselmeer for mutual reference. ISBN 9789036914710

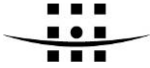
Van Rijn S, Kolen M, Roos M, Van Eerden MR (2004). Bergen van baggerspecie in Flevopot 12A. Gevolgen voor vogels? Studie in het kader van de Vogelrichtlijn RIZA Werkdocumentnr.: 2004.076X

Van Geest G, R. Gylstra, F. van Herpen, B. van der Wal, T. van der Wijngaart (2009). Ecologische instrumenten. Overzicht voor het Nederlandse waterbeheer. STOWA-rapport 2009-22.

Wolfshaar KE, Haasnoot M (2010). HABITAT dosis-effect relaties voor de Driehoeksmossel - *Dreissena polymorpha*.
<http://public.deltares.nl/display/HBTDB/Driehoeksmossel++Dreissena+polymorpha>



Bijlage 1
Verslag bemonstering & analyses Waardenburg



Beknopt verslag 'Metingen luwe zones Markermeer: bemonsteringen van driehoeksmosselen en slib bij Muiden, Pampushaven en Gouwee'

Alle bemonsteringen zijn duikend uitgevoerd door Bureau Waardenburg medewerkers Sietse Bouma, Wouter Lengkeek en Joost Bergsma vanuit een circa 5 m rubberen Zodiac met 25pk buitenboordmotor.

1 Veldwerk

1.1 Methode bemonstering slib

Duikers namen 1 L monsterpotten (diameter circa 6 cm) van AL-West BV mee onder water en verzamelden de bovenste laag (circa 3 cm) van het sediment. Per locatie is één sedimentmonster verzameld en voor de duur van de velddag in een koelbox op het vaartuig bewaard. Aan het einde van iedere monsterdag zijn de monsters gekoeld bewaard en overgebracht naar het laboratorium van AL-West BV. in Deventer voor het uitvoeren van een korrelgrootte bepaling.

1.2 Methode bemonstering driehoeksmosselen

Duikers hebben de waterbodem bemonsterd met behulp van een frame met een oppervlak van 0,0565 m² (afmetingen 296 mm x 191 mm). Dit frame heeft de vorm van een metalen 'snoepschep' met een scherpe rand die ook in een harde bodem goed doordringt. Per locatie zijn drie deelmonsters genomen door de 'snoepschep' drie keer op een willekeurige plek in de bodem te steken en een circa 10 cm dikke sediment laag te verzamelen. In tegenstelling tot de bemonstering van de Randmeren in 2006 zijn op verzoek van de opdrachtgever de drie deelmonsters na de monsternamen niet apart gehouden, maar samengevoegd tot één mengmonster en naar de oppervlakte gebracht. Hier zijn de monsters gezeefd in een waszak met een maaswijdte van circa 2 mm, waarna het gezeefde materiaal is opgeslagen in een plastic zak.

De verzamelde driehoeksmosselen zijn voor de duur van het veldwerk in een koelbox op het vaartuig bewaard. Aan het einde van iedere monsterdag zijn de monsters in een vriezer ingevroren (-20 °C) en uiteindelijk meegenomen naar het laboratorium van Bureau Waardenburg in Culemborg voor nadere analyses.

Tijdens het bemonsteren van driehoeksmosselen zijn naast de exacte locaties en dieptes op iedere locatie tevens de sedimentkarakteristieken (visueel), waterplantenbedekking (kranswier) en eventueel overige bijzonderheden ten aanzien van de bemonstering vastgelegd.

1.3 Veldverslag Muiden

Locaties

In totaal zijn 49 locaties bemonsterd.

Van de 55 in de offerte opgegeven locaties zijn 7 locaties (MU7, MU11, MU15, MU19, MU28, MU33 en MU38) niet bemonsterd, omdat deze locaties te diep waren.

De coördinaten van de volgende 9 locaties zijn afwijkend ten opzichte van de offerte:

MU8: oorspronkelijke locatie binnen de dammetjes van de haven

MU9: oorspronkelijke locatie binnen de dammetjes van de haven



MU22: oorspronkelijke locatie op eiland

MU26: oorspronkelijke locatie op eiland

MU42: oorspronkelijke locatie te diep

MU46: oorspronkelijke locatie te diep

MU50: oorspronkelijke locatie te diep

MU53: oorspronkelijke locatie op eiland

MU55: oorspronkelijke locatie op eiland

Als extra locatie is locatie MU56 toegevoegd. Deze locatie ligt binnen de luwtedammetjes van het meest oostelijk gelegen eiland.

Weersomstandigheden, watertemperatuur en doorzicht

04-okt mistig en dicht bewolkt. Enkele zonnige opklaringen. Wind: W est 3

15-okt ochtend: zonnig met lichte sluierbewolking. Middag: bewolkt. Wind: ochtend

Zuidwest 3; middags Zuidwest 4

16-okt zonnig en licht bewolkt. Wind Zuidwest 4/5

De watertemperatuur bij Muiden was op 4 oktober circa 14 graden en op 15 en 16 oktober 12 graden. Zicht op meeste locaties (met uitzondering van de diepe locaties) redelijk (je kon zien wat je onder water deed).

Gebiedsbeschrijving

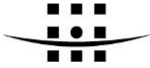
Ten noordwesten van de haveningang van Muiden (MU7, MU10, MU11, MU15) is een diep gat/diepe geul (> 8,8m) aanwezig met een dikke laag slib (> 1 m). Ook ten noorden van de eilanden (MU19, MU23, MU28, MU33, MU38 en de oorspronkelijke locaties MU42, MU46 en MU50) is een diepe geul aanwezig waar een dikke sliblaag aanwezig is. Locaties net ten noorden van de eilanden zijn over het algemeen vrij zandig (MU27, MU32, MU37 en de verschoven locaties MU42, MU46, MU50 en MU53) en er is af en toe doorgroeide fonteinkruid aanwezig.

Net ten zuiden van het meest westelijk gelegen eiland (MU26 en MU31) is een laag fijn slib aanwezig. Net ten zuiden van de overige twee eilanden (MU41, MU45, MU49, MU52 en MU56) is het over het algemeen vrij zandig en zijn doorgroeide fonteinkruiden aanwezig.

Iets verder ten zuiden van de eilanden bevindt zich een vaargeul (ongeveer op de lijn MU21, MU25, MU30, MU35, MU40, MU44, MU48 en MU54). Deze vaargeul is ongeveer 3-3,5 m diep en in de geul zelf is ongeveer een laag slib van circa 30-40 cm aanwezig. Op de taluds neemt de hoeveelheid slib snel af en wordt het zandiger.

Ten zuiden van deze vaargeul zijn locaties over het algemeen zandig en zijn kranswieren aanwezig (MU24, MU29, MU34, MU39, MU43 en MU47).

Op vrijwel alle locaties werden Aziatische korfmosselen aangetroffen.



1.4 Veldverslag Pampushaven

Locaties

In totaal zijn 40 locaties bemonsterd.

De coördinaten van locatie PA22 was exact gelijk aan die van PA23. PA23 is om deze reden komen te vervallen.

Weersomstandigheden, watertemperatuur en doorzicht

16-okt zonnig en licht bewolkt. Wind Zuidwest 4/5

18-okt bewolkt, maar droog. Wind Noordwest 5

19-okt bewolkt, maar droog. Wind Noord 3

De watertemperatuur bij Pampushaven was op alle drie dagen rond de 12-13 graden.

Op 18 en 19 oktober was het zicht zodanig slecht dat je slecht tot helemaal niet kon zien wat je deed (bemonstering op de tast). Hierdoor % ZZ schelpen aan oppervlak niet bedekt met slib moeilijk in te schatten. In de haven is een dikke laag slib aanwezig waarin af en toe grote zoetwatermosselen met daarop driehoeksmosselen aanwezig zijn. Zicht in de haven zeer beperkt door opwerveling van dikke laag slib.

Gebiedsbeschrijving

In de haven zelf is ongeveer vanaf locatie PA26 een dikke laag slib (circa 40-50cm) aanwezig. In dit slib bevinden zich hier en daar grote zoetwatermosselen met daarop driehoeksmosselen.

Op locaties ten (zuid)westen van de ingang is over het algemeen een laag ZZ schelpen aanwezig op een kleibodem. Over sommige locaties is er een dun laagje slib (1 cm) aanwezig over de schelpen.

Net ten noordwesten (PA15 en PA16) van de haveningang is een harde kleiplaat aanwezig zonder aanwezigheid van ZZ schelpen. Ten noorden van de luwtedam is de bodem nogal gevarieerd van zand met enkele schelpen (PA30) tot 30 cm slib (PA27).

Naast driehoeksmosselen werden in de haven grote zoetwatermosselen en Spheridae aangetroffen en rondom de haveningang korfmosselen.

1.5 Gouwzee

Locaties

In totaal zijn 43 locaties bemonsterd.

Locaties GO5 is verschoven ten opzichte van de offerte, omdat deze locatie anders in de haven terecht kwam en locatie GO19 is verschoven omdat deze in een drukke vaargeul lag hetgeen problemen voor de veiligheid van de duikers op zou leveren.



Weersomstandigheden, watertemperatuur en doorzicht

22-okt zonnig en blauwe lucht. Temperatuur maximaal 10 graden. Wind Zuidoost 3/4.

23-okt zonnig en blauwe lucht. Temperatuur maximaal 9 graden. Wind Noordoost 5.

01-nov afwisselend bewolkt, maar droog. Temperatuur rond 10 graden. Wind Zuidwest 3.

De watertemperatuur bij Gouwzee was op 22 oktober 12 graden. Op 23 oktober en 1 november circa 8-10 graden. Op 22 en 23 oktober was het zicht zodanig slecht dat je slecht tot helemaal niet kon zien wat je deed (bemonstering op de tast). Hierdoor % ZZ schelpen aan oppervlak niet bedekt met slib moeilijk in te schatten.

Gebiedsbeschrijving

Op vrijwel alle locaties bestond de bodem uit (weke of harde) klei met een laag ZZ schelpen. Omdat het doorzicht ongeveer 'nul' was (meters waren niet af te lezen) was het moeilijk in te schatten hoeveel schelpen aanwezig zijn aan de oppervlakte, maar duikers hadden het idee dat de meeste schelpen bedekt waren met een laagje slib.

Ten zuiden van de lijn Monickendam-Marken zijn grote hoeveelheden (50-100% bedekking) kranswieren aanwezig (GO2, GO3 en GO8). Op deze kranswieren bevinden zich soms kleine driehoeksmosselen.

Er werden vrijwel geen overige tweekleppigen aangetroffen.

2 Labwerk driehoeksmosselen

2.1 Korrelgrootte bepaling AL-West

Het ging hierbij om een analyse voor de KGV met de sedigraaf voor de volgende fracties:

- < 2 µm
- < 16 µm
- < 20 µm
- < 50 µm
- < 63 µm
- > 63 µm

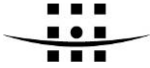
Daarnaast werden ook het calciumcarbonaat en gloeiverlies (organische stof) bepaald.

2.2 Driehoeksmosselen

Na ontdooiing is van ieder monster een foto genomen. Deze foto's zijn opgenomen in een Powerpoint presentatie waarin ze gelinkt zijn aan een kaart.

Van elke monster zijn de volgende gegevens bepaald:

- type (potentieel) substraat waarop driehoeksmosselen zich gevestigd hebben (zoals bijvoorbeeld zoetwatermosselen, Zuiderzeeschelpen, Aziatische korfmosselen, stenen en waterplanten);
- aantallen driehoeksmosselen;
- biovolume van de driehoeksmosselen;
- aantallen van overige tweekleppigen per soort (bijv. Corbicula sp.).



Het biovolume is bepaald door de mosselen die ingevroren zijn geweest over te brengen in een maatcilinder met water. De hoeveelheid verplaatst water dient als maat voor het biovolume.

De overige tweekleppigen zijn niet gemeten, maar zijn na het tellen per locatie in een plastic zak bewaard, ingevroren en aan het RIZA ter beschikking gesteld.

Aangezien per locatie drie deelmonsters zijn samengevoegd tot één mengmonster, was de hoeveelheid uit te zoeken materiaal per monster relatief groot. Indien er op bepaalde locaties zeer grote hoeveelheden materiaal (substraat en/of driehoeksmosselen) werden aangetroffen, zijn deelmonsters uitgezocht.

Alle driehoeksmosselen en niet uitgezochte materiaal zijn eveneens aan het RIZA ter beschikking gesteld.

Aanvullend zijn uit elk van de gebieden (Muiden, Pampushaven en Gouwzee) vijf representatieve monsters binnen en vijf representatieve monsters buiten de dammen gekozen, waarvan de lengte -frequentie verdeling van de driehoeksmosselen zijn bepaald met behulp van door het RIZA ter beschikking gestelde beeldanalyse apparatuur.

3 Eindproducten

WORD bestand: 07-428beknoptverslag.doc

Excel bestanden: 07-428korrelgroottes.xls

07-428veldgegevens.xls

07-428labgegevens.xls

07-428lengtefrequentie.xls

Powerpoint bestanden:07-428locatiesenmonstersmuiden.ppt

07-428locatiesenmonsterspampushaven.ppt

07-428locatiesenmonstersgouwzee.ppt



Bijlage 2 **Enkelvoudige regressie**



Aan : Projectgroep NMIJ
Van : Niels Evers
Datum : 27 januari 2011
Kopie :
Onze referentie : 9V6742A3/N00001/901530/DenB

**Betreft : Analyses veldonderzoek Driehoeksmosselen
Bureau Waardenburg 2007**

3 gebieden

- Gouwzee
- Muiden
- Pampushaven

Totaal

	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	-0.16	-0.02	0.05
% opp. schelpen	-0.11	0.16	0.19
calciumcarbonaat	0.04	0.24	0.32
organische stof (gloeiverlies)	0.05	-0.20	-0.16
Zand (>63 µm)	-0.17	0.10	0.04
Slib (<16 µm)	0.11	-0.21	-0.20
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	0.18	0.03	-0.01
% opp. vegetatie		-0.05	-0.09
Aantal driehoeksmosselen			0.88

Gouwzee

	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	-0.40	-0.07	0.10
% opp. schelpen	-0.21	0.20	0.15
calciumcarbonaat	-0.02	0.39	0.32
organische stof (gloeiverlies)	0.05	-0.11	-0.11
Zand (>63 µm)	-0.29	-0.03	0.12
Slib (<16 µm)	0.22	-0.18	-0.20
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	0.34	0.09	-0.08
% opp. vegetatie		0.00	-0.10
Aantal driehoeksmosselen			0.68



Belangrijkste positieve stuurfactor is calciumcarbonaat, negatief werken de fijne fracties (rond slib) en veen.

Opvallend lage correlatie tussen aantal en biovolume. Dit suggereert grote verschillen in omvang van de individuele mosselen.

Luwte en ondiep water zijn belangrijk voor voorkomen waterplanten.

Muiden

	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	-0.23	-0.23	-0.18
% opp. schelpen	0.12	0.14	0.15
calciumcarbonaat	-0.15	0.26	0.34
organische stof (gloeiverlies)	-0.16	-0.14	-0.10
Zand (>63 µm)	0.21	-0.11	-0.14
Slib (<16 µm)	-0.17	0.03	0.03
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	0.21	0.30	0.28
% opp. vegetatie		0.47	0.29
Aantal driehoeksmosselen			0.85

Belangrijkste positieve stuurfactoren zijn luwte, oppervlakte vegetatie en calciumcarbonaat, negatief werkt de diepte (maar dat zou ook met de verminderde groei van planten in dieper water te maken kunnen hebben).

Correlatie tussen calciumcarbonaat en % oppervlakte schelpen = 0. Hoe kan dat?

Hoog percentage oppervlakte vegetatie suggereert luwe omstandigheden. Aangezien er nauwelijks slib ligt, lijkt de situering van de dammen hier goed.

Luwte en ondiep water zijn belangrijk voor voorkomen waterplanten.

Pampushaven

	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)		0.13	0.12
% opp. schelpen		0.29	0.30
calciumcarbonaat		0.46	0.51
organische stof (gloeiverlies)		-0.45	-0.41
Zand (>63 µm)		0.22	0.17
Slib (<16 µm)		-0.47	-0.47
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)		-0.28	-0.23
% opp. vegetatie			
Aantal driehoeksmosselen			0.93

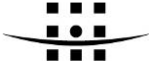
Belangrijkste positieve stuurfactor is oppervlakte vegetatie en calciumcarbonaat, negatief werken de fijne fracties (slib) en organische stof (veen).

Correlatie tussen calciumcarbonaat en % oppervlakte schelpen is hoger dan op de andere locaties.

Vegetatie is afwezig



In de luwe delen ligt veel slib met hoge gehalten organische stof, hier zijn de minste driehoeksmosselen aanwezig. Weinig doorstroming zorgt voor veel bezinking en de ecologische kwaliteit is er laag.



Totaal

	diepte (m)	% opp. schelpen	calciumcarbonaat	organische stof (gloeiverlies)	Zand (>63 µm)	Slib (<16 µm)	Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	1.00									
% opp. schelpen	0.12	1.00								
calciumcarbonaat	0.30	0.48	1.00							
organische stof (gloeiverlies)	0.26	-0.16	-0.04	1.00						
Zand (>63 µm)	-0.40	-0.13	-0.42	-0.62	1.00					
Slib (<16 µm)	0.30	-0.15	-0.17	0.65	-0.77	1.00				
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	-0.36	-0.28	-0.37	0.21	0.03	0.22	1.00			
% opp. vegetatie	-0.16	-0.11	0.04	0.05	-0.17	0.11	0.18	1.00		
Aantal driehoeksmosselen	-0.02	0.16	0.24	-0.20	0.10	-0.21	0.03	-0.05	1.00	
Biovolume driehoeksmosselen	0.05	0.19	0.32	-0.16	0.04	-0.20	-0.01	-0.09	0.88	1.00



Gouwzee

	diepte (m)	% opp. schelpen	calciumcarbonaat	organische stof (gloeiverlies)	Zand (>63 µm)	Slib (<16 µm)	Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	1.00									
% opp. schelpen	0.23	1.00								
calciumcarbonaat	0.21	0.37	1.00							
organische stof (gloeiverlies)	-0.47	-0.21	-0.25	1.00						
Zand (>63 µm)	0.53	0.34	0.12	-0.43	1.00					
Slib (<16 µm)	-0.38	-0.36	-0.55	0.33	-0.78	1.00				
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	-0.63	-0.25	-0.26	0.32	-0.48	0.47	1.00			
% opp. vegetatie	-0.40	-0.21	-0.02	0.05	-0.29	0.22	0.34	1.00		
Aantal driehoeksmosselen	-0.07	0.20	0.39	-0.11	-0.03	-0.18	0.09	0.00	1.00	
Biovolume driehoeksmosselen	0.10	0.15	0.32	-0.11	0.12	-0.20	-0.08	-0.10	0.68	1.00



Muiden

	diepte (m)	% opp. schelpen	calciumcarbonaat	organische stof (gloeiverlies)	Zand (>63 µm)	Slib (<16 µm)	Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	1.00									
% opp. schelpen	-0.36	1.00								
calciumcarbonaat	0.22	0.00	1.00							
organische stof (gloeiverlies)	0.88	-0.25	0.25	1.00						
Zand (>63 µm)	-0.68	0.19	-0.51	-0.87	1.00					
Slib (<16 µm)	0.70	-0.21	0.17	0.90	-0.93	1.00				
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	-0.27	0.24	-0.04	-0.14	0.14	-0.15	1.00			
% opp. vegetatie	-0.23	0.12	-0.15	-0.16	0.21	-0.17	0.21	1.00		
Aantal driehoeksmosselen	-0.23	0.14	0.26	-0.14	-0.11	0.03	0.30	0.47	1.00	
Biovolume driehoeksmosselen	-0.18	0.15	0.34	-0.10	-0.14	0.03	0.28	0.29	0.85	1.00

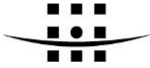


Pampushaven

	diepte (m)	% opp. schelpen	calciumcarbonaat	organische stof (gloeiverlies)	Zand (>63 µm)	Slib (<16 µm)	Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	% opp. vegetatie	Aantal driehoeksmosselen	Biovolume driehoeksmosselen
diepte (m)	1.00									
% opp. schelpen	0.24	1.00								
calciumcarbonaat	0.41	0.53	1.00							
organische stof (gloeiverlies)	-0.51	-0.46	-0.54	1.00						
Zand (>63 µm)	0.21	-0.06	0.03	-0.69	1.00					
Slib (<16 µm)	-0.45	-0.29	-0.66	0.87	-0.76	1.00				
Luwte (1=aan zijde open meer, 2=achter dam)	-0.71	-0.49	-0.65	0.61	-0.05	0.48	1.00			
% opp. vegetatie								1.00		
Aantal driehoeksmosselen	0.13	0.29	0.46	-0.45	0.22	-0.47	-0.28		1.00	
Biovolume driehoeksmosselen	0.12	0.30	0.51	-0.41	0.17	-0.47	-0.23		0.93	1.00



Bijlage 3 **Multiple regressie**



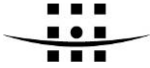
Uitvoer stepwise multiple regression - alle locaties

Model Summary					
Model		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
dimension0	1	,420 ^a	,176	,170	1,7528
	2	,481 ^b	,232	,220	1,6994
	3	,519 ^c	,269	,252	1,6637
	4	,544 ^d	,295	,273	1,6401
	5	,574 ^e	,329	,303	1,6066
a. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies)					
b. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3					
c. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand					
d. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand, diepte (m)					
e. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand, diepte (m), Slib					

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5,708	,200		28,501	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,132	,025	-,420	-5,272	,000
2	(Constant)	5,176	,261		19,840	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,129	,024	-,411	-5,325	,000
3	CaCO3	,025	,008	,236	3,049	,003
	(Constant)	3,781	,600		6,300	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,070	,033	-,223	-2,123	,036
	CaCO3	,040	,010	,367	4,020	,000
4	Zand	,017	,007	,298	2,569	,011
	(Constant)	4,648	,714		6,512	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,064	,033	-,203	-1,955	,053
	CaCO3	,043	,010	,402	4,396	,000
5	Zand	,014	,007	,253	2,179	,031
	diepte (m)	-,371	,171	-,179	-2,172	,032
	(Constant)	1,567	1,409		1,112	,268
	organisch stof (gloeiverlies)	-,063	,032	-,200	-1,964	,052
	CaCO3	,082	,018	,758	4,532	,000
	Zand	,047	,015	,829	3,245	,002
5	diepte (m)	-,467	,172	-,226	-2,722	,007
	Slib	,057	,023	,576	2,519	,013
a. Dependent Variable: In_dreissena						



Excluded Variables ^f						
Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	diepte (m)	-,113 ^a	-1,380	,170	-,121	,934
	Zand	,036 ^a	,358	,721	,032	,621
	Slib	-,205 ^a	-1,973	,051	-,171	,573
	bedekkingspercentage	-,041 ^a	-,519	,605	-,046	,997
	CaCO3	,236 ^a	3,049	,003	,259	,999
	Luwte	-,082 ^a	-1,007	,316	-,088	,946
2	diepte (m)	-,211 ^b	-2,563	,012	-,221	,841
	Zand	,298 ^b	2,569	,011	,221	,426
	Slib	-,150 ^b	-1,445	,151	-,127	,551
	bedekkingspercentage	-,052 ^b	-,676	,500	-,060	,995
	Luwte	-,006 ^b	-,070	,944	-,006	,850
3	diepte (m)	-,179 ^c	-2,172	,032	-,189	,814
	Slib	,438 ^c	1,915	,058	,168	,107
	bedekkingspercentage	-,019 ^c	-,243	,808	-,022	,964
	Luwte	-,010 ^c	-,120	,905	-,011	,849
4	Slib	,576 ^d	2,519	,013	,219	,102
	bedekkingspercentage	-,062 ^d	-,796	,428	-,071	,908
	Luwte	-,080 ^d	-,933	,352	-,083	,747
5	bedekkingspercentage	-,051 ^e	-,669	,505	-,060	,905
	Luwte	-,116 ^e	-1,360	,176	-,121	,729
a. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies)						
b. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3						
c. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand						
d. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand, diepte (m)						
e. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), CaCO3, Zand, diepte (m), Slib						
f. Dependent Variable: In_dreissena						



Uitvoer stepwise multiple regression - Muiden & Pampus; met uitbijters

Model Summary					
Model	R		R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	Deelgebied ~= Gouwzee				
dimension0	1	,541 ^a	,292	,284	1,6060
	2	,673 ^b	,453	,440	1,4209
	3	,693 ^c	,481	,462	1,3918
a. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies)					
b. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), Zand					
c. Predictors: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), Zand, bedekkingspercentage					

Coefficients^{a,b}						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6,292	,233		27,020	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,206	,034	-,541	-5,997	,000
2	(Constant)	9,525	,677		14,071	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,426	,053	-1,116	-7,986	,000
	Zand	-,039	,008	-,701	-5,014	,000
3	(Constant)	9,656	,666		14,502	,000
	organisch stof (gloeiverlies)	-,431	,052	-1,130	-8,245	,000
	Zand	-,042	,008	-,764	-5,457	,000
	bedekkingspercentage	,195	,090	,176	2,153	,034
a. Dependent Variable: In_dreissena						
b. Selecting only cases for which Deelgebied ~ = Gouwzee						



Excluded Variables ^d						
Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	diepte (m)	-,028 ^a	-,251	,803	-,027	,669
	CaCO3	,336 ^a	4,040	,000	,399	,998
	Zand	-,701 ^a	-5,014	,000	-,476	,326
	Slib	,283 ^a	1,360	,177	,145	,186
	Luwte	-,071 ^a	-,775	,441	-,083	,965
	bedekkingspercentage	,082 ^a	,890	,376	,096	,953
2	diepte (m)	-,175 ^b	-1,748	,084	-,186	,618
	CaCO3	,081 ^b	,669	,506	,072	,434
	Slib	-,069 ^b	-,344	,732	-,037	,161
	Luwte	,151 ^b	1,660	,101	,177	,756
	bedekkingspercentage	,176 ^b	2,153	,034	,227	,911
3	diepte (m)	-,142 ^c	-1,416	,160	-,153	,599
	CaCO3	,094 ^c	,789	,433	,086	,433
	Slib	-,102 ^c	-,520	,604	-,057	,160
	Luwte	,122 ^c	1,339	,184	,145	,734
a. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies)						
b. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), Zand						
c. Predictors in the Model: (Constant), organisch stof (gloeiverlies), Zand, bedekkingspercentage						
d. Dependent Variable: In_dreissenena						

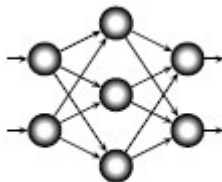


Bijlage 4 **Neuraal netwerk**

Achtergrond neurale netwerken

Een neurale netwerk bestaat in principe uit een aantal lagen met neuronen (knooppunten) die onderling zijn verbonden. Meestal wordt er voor gekozen om een invoerlaag te gebruiken, één of twee tussenliggende lagen ('hidden layers'), en een uitvoerlaag. De aangeboden informatie wordt steeds via de verbindingen doorgegeven aan de volgende laag. Hierbij heeft elke verbinding een weegfactor, en elke knooppunt (neuron) een overdrachtsfunctie. Deze eigenschappen bepalen hoe de doorgegeven informatie wordt veranderd.

Er bestaan vele soorten neurale netwerken die allemaal een iets andere structuur hebben of waarbij de overdrachtsfunctie binnen de knooppunten verschillend is. De best werkende variant hangt af van het soort probleem dat moet worden opgelost. Van te voren is (bijna) niet te zeggen welk type netwerk, met welk aantal tussenliggende lagen en neuronen het beste werkt.



Figuur B4.1: Voorbeeld van een neurale netwerk met één 'hidden layer'

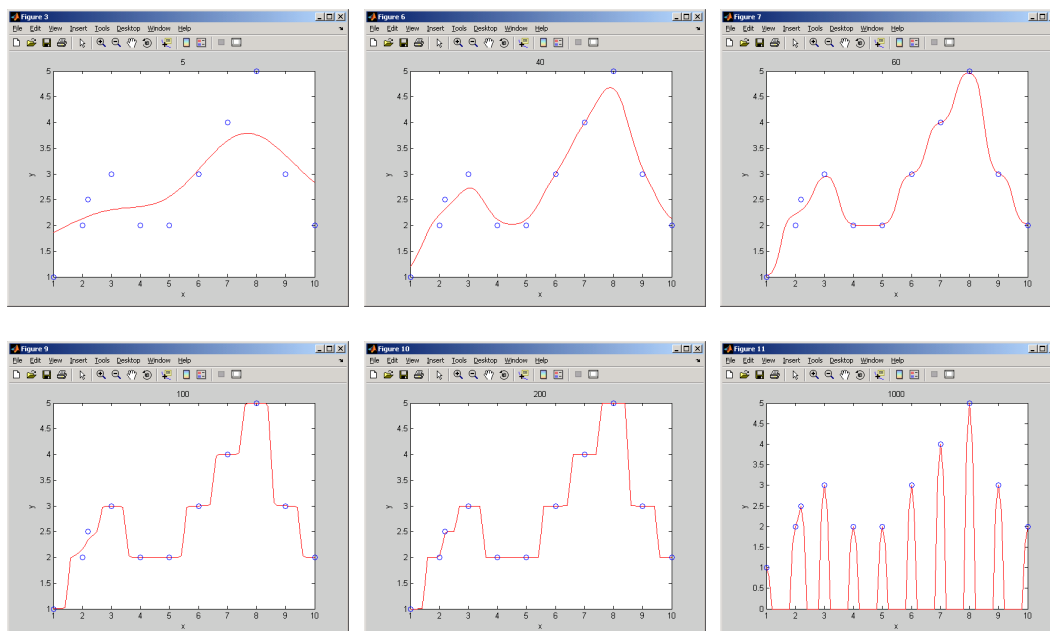
Training

Door het netwerk eerst een leerset aan te bieden, met daarin invoer met de bijbehorende uitvoer, is het mogelijk om via een leeralgoritme de weegfactoren van de verbindingen zo te veranderen dat de gewenste **uitvoer** wordt gegenereerd. Meestal wordt de leerset hierbij gesplitst waarbij ongeveer 80% voor de training gebruikt wordt, zodat 20% gebruikt kan worden voor de validatie van het netwerk. Wanneer de training van het netwerk op de juiste manier wordt gedaan, en het juiste netwerk met de juiste netwerkconfiguratie is gekozen, is het neurale netwerk daarna in staat om ook voor niet eerder aangeboden invoerdata de juiste uitvoer te genereren. Omdat van te voren moeilijk is in te schatten welk type netwerk het beste werkt, en welke instellingen gebruikt moeten worden, wordt dit meestal via "trial-and-error" bepaald.

Bij de training van een netwerk bestaat het gevaar dat een netwerk "overtraint" wordt. Het netwerk kan dan alleen nog de uitvoer die bij de leerset hoort reproduceren, maar is voor het verwerken van nieuwe invoer ongeschikt. Dat soort gedrag van een neurale netwerk kan ook veroorzaakt worden door het gebruik van een te groot aantal neuronen in de tussenlaag.

In onderstaande figuren is de training van een neurale netwerk voor een vrij simpele functie weergegeven. Hierbij wordt het netwerk steeds verder getraind. Het is duidelijk dat de eerste stappen een positief effect hebben op de werking van het netwerk. Daarna is de variatie van de uitvoer echter steeds minder vloeiend, totdat alleen nog de uit de leerset bekende invoer/uitvoer combinatie goed gesimuleerd wordt. Voor alle overige invoer worden geen goede waarden meer gesimuleerd.

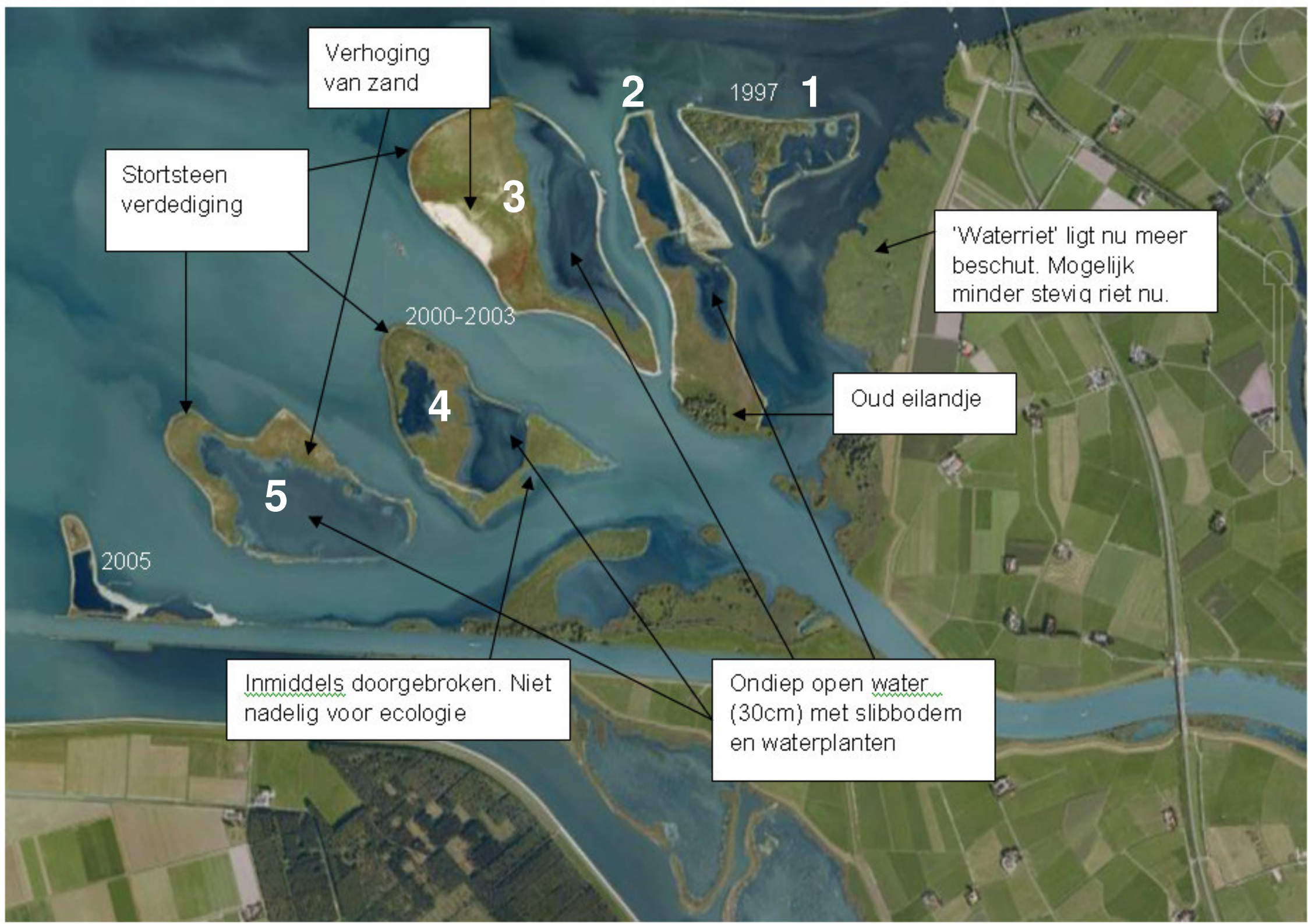
Hetzelfde effect treedt ook op als het aantal neuronen in het netwerk toeneemt (terwijl het aantal trainingsperioden gelijk blijft). Het neurale netwerk raakt dus bij een toenemend aantal neuronen sneller overtraind.



Figuur B4.2: Uitvoer van een neurale netwerk na een olopend aantal trainingsperioden



Bijlage 5
Uitgewerkte kaarten bezoeken eilanden IJsselmonding



Verhoging van zand

1997

Stortsteen verdediging

'Waterriet' ligt nu meer beschermt. Mogelijk minder stevig riet nu.

Oud eilandje

Inmiddels doorgebroken. Niet nadelig voor ecologie

Ondiep open water (30cm) met slibodem en waterplanten

2000-2003

2005

Verhoging van zand

2

1

3

4

5

1

Strook met pioniervegetatie

Verstevigde oever met beton met lage ruigte

Verlanding achter eilanden

Wilg

Wilg

Wilg

Riet, lisdodde en mattenbies

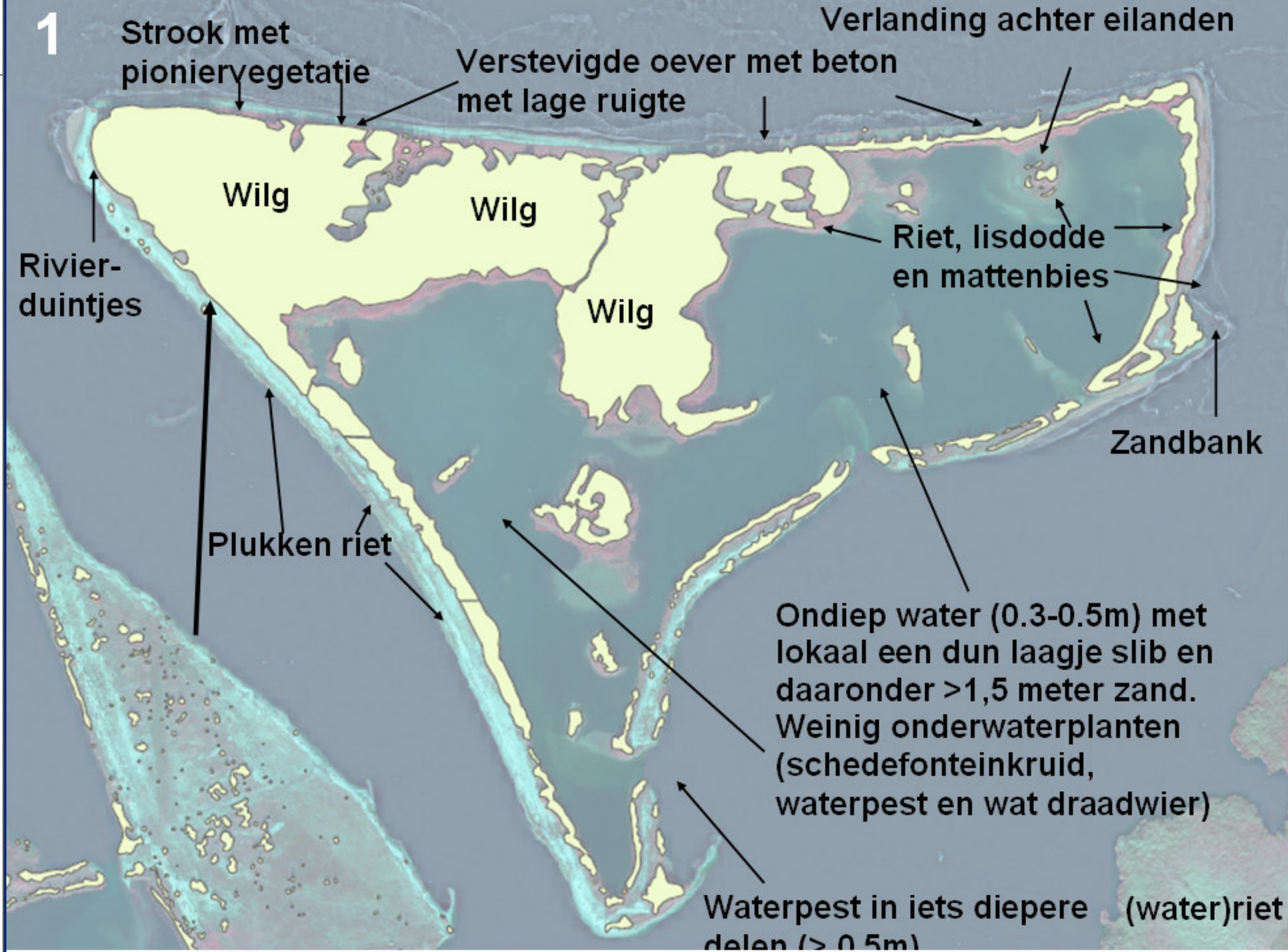
Rivierduintjes

Zandbank

Plukken riet

Ondiep water (0.3-0.5m) met lokaal een dun laagje slib en daaronder >1,5 meter zand. Weinig onderwaterplanten (schedefonteinkruid, waterpest en wat draadwier)

Waterpest in iets diepere (water)riet delen (> 0.5m)



2

Strook met
wilgenroosje
tot in het water

Slib +
draadwier

Plukken riet +
lisdodde

Strook met
pioniervegetatie

Kale bodem met
pioniervegetatie +
afgezaagde wilgen

Wilg

Nauwelijks
waterplanten

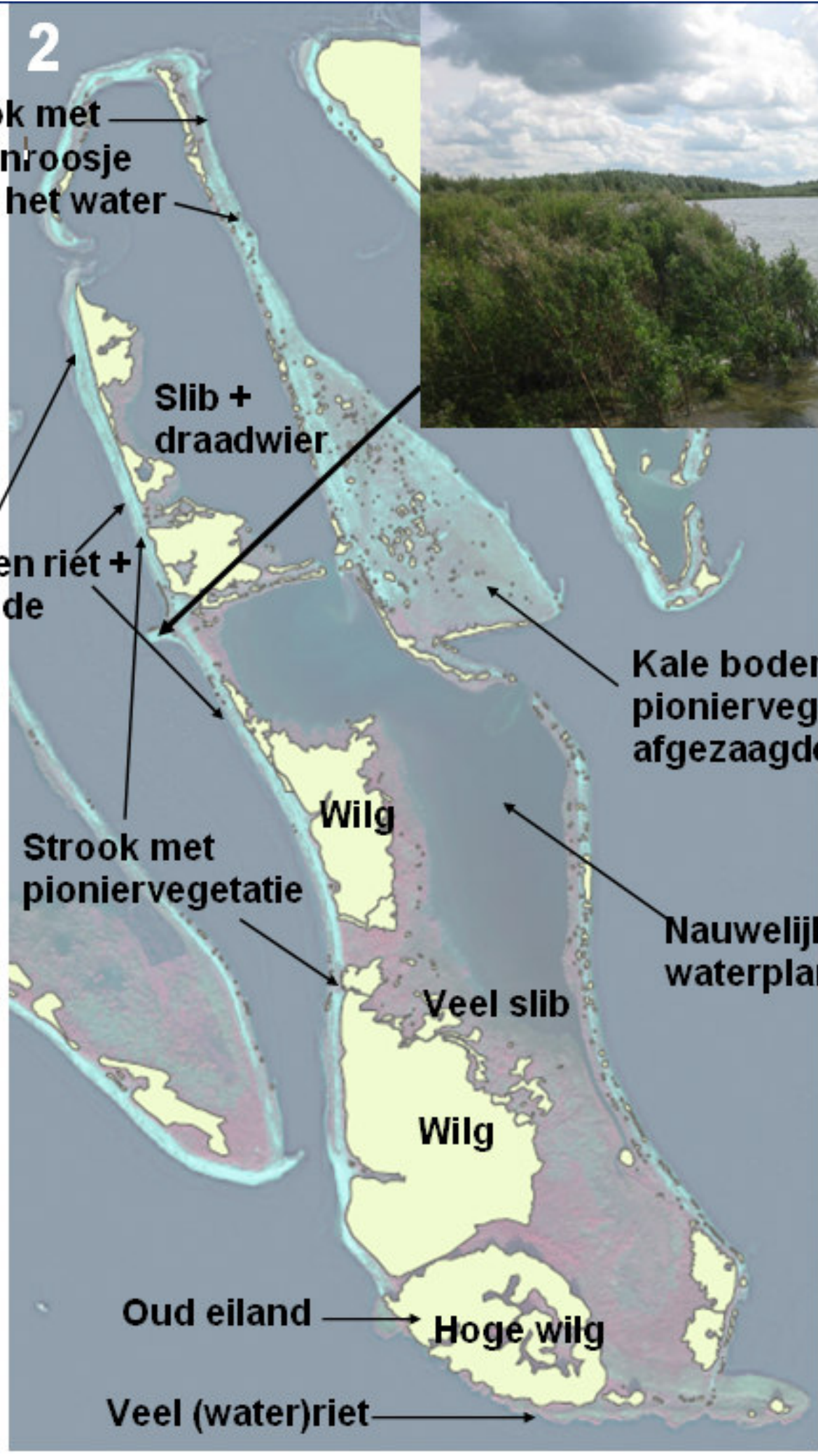
Veel slib

Wilg

Oud eiland

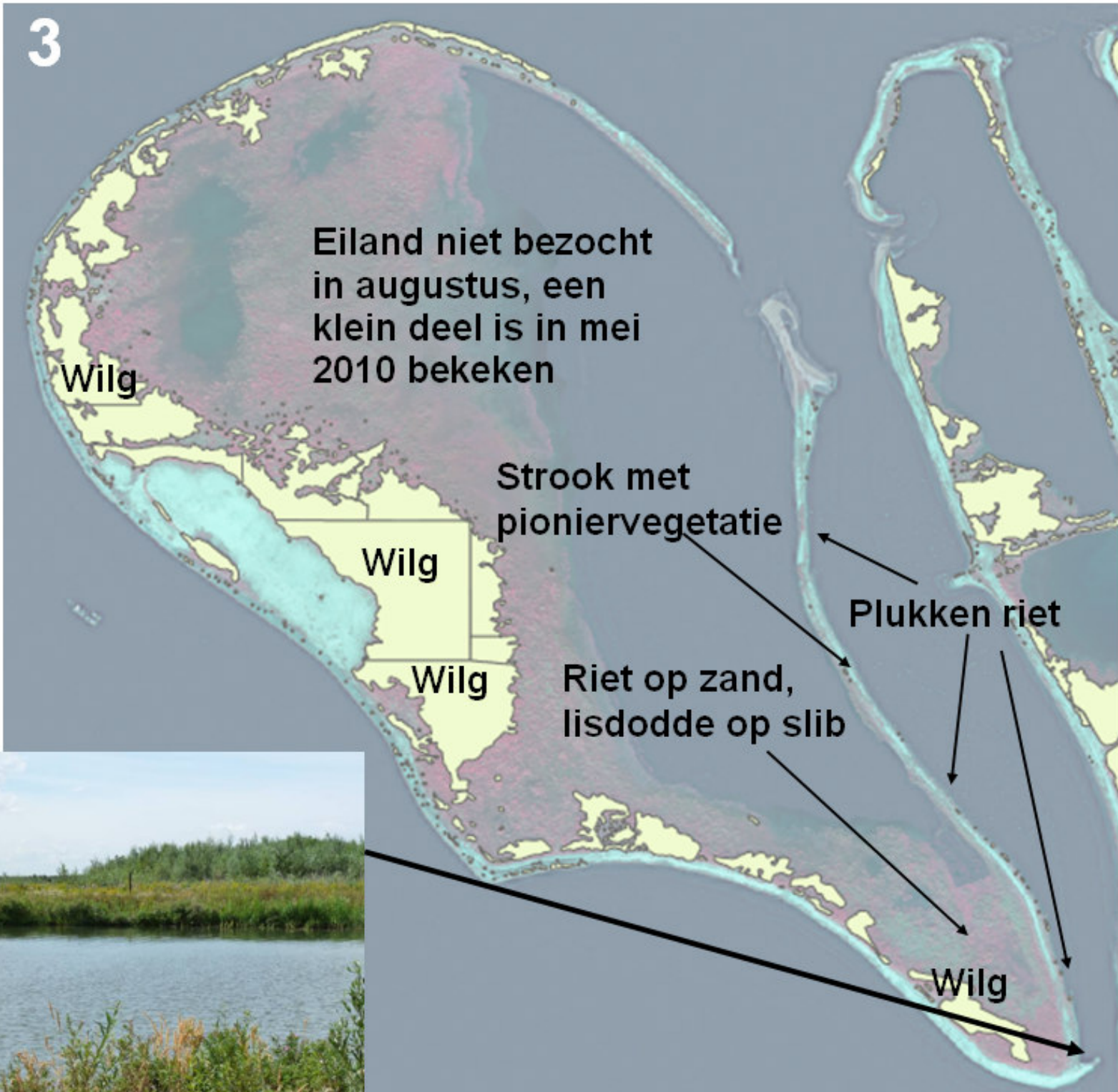
Hoge wilg

Veel (water)riet

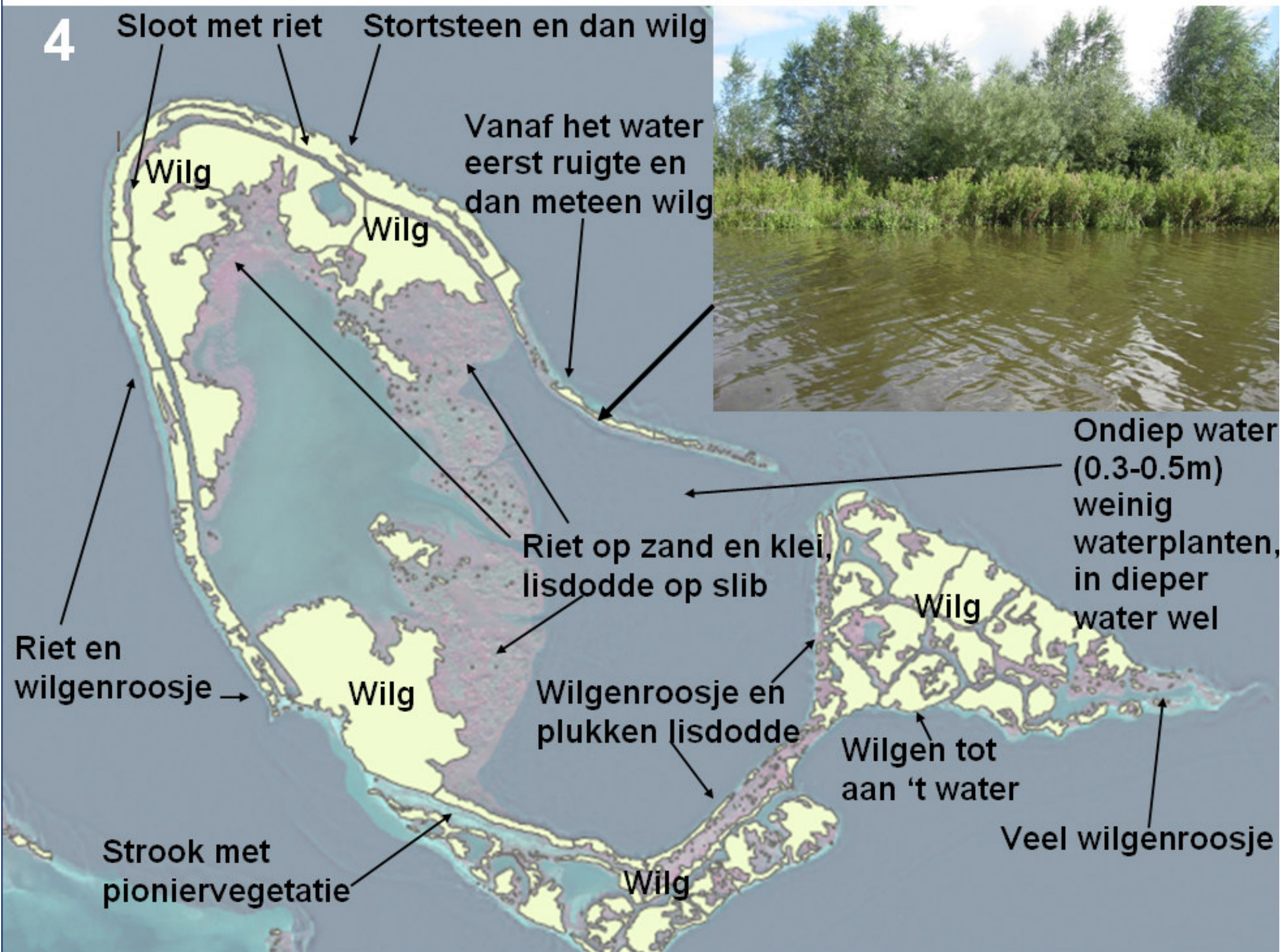


3

I

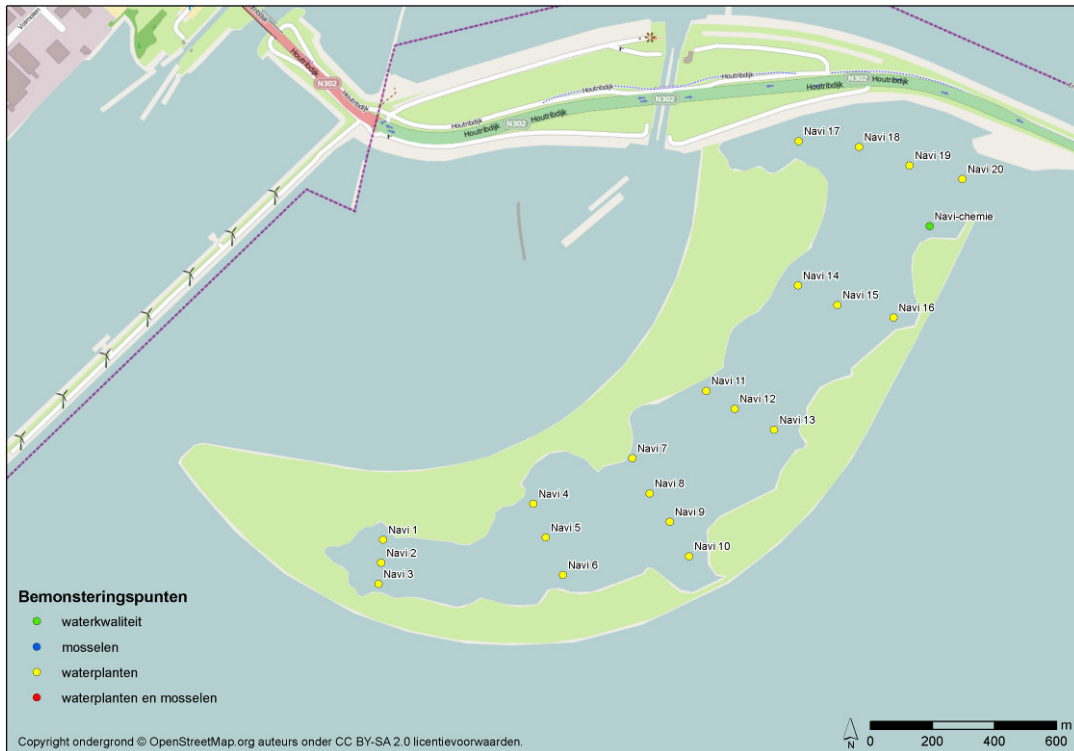


4

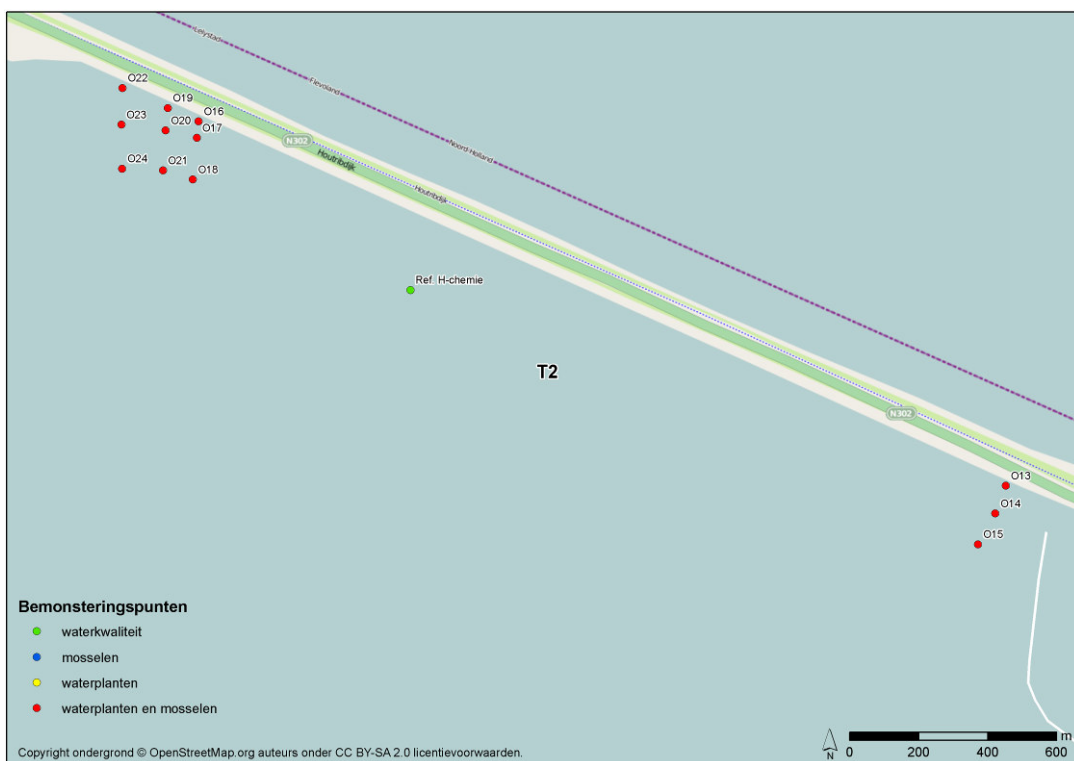




Bijlage 6
Bemonsterde locaties dammen Houtribdijk en
Oostvaardersdijk



Afbeelding B6.1: Bemonsterde locaties binnen het Naviduct (n=21; 20x waterplanten en 1x waterkwaliteit)



Afbeelding B6.2: Bemonsterde locaties tussen het naviduct en vooroever 4: referentiegebied T2 (n=13; 12x waterplanten en mosselen en 1x waterkwaliteit)



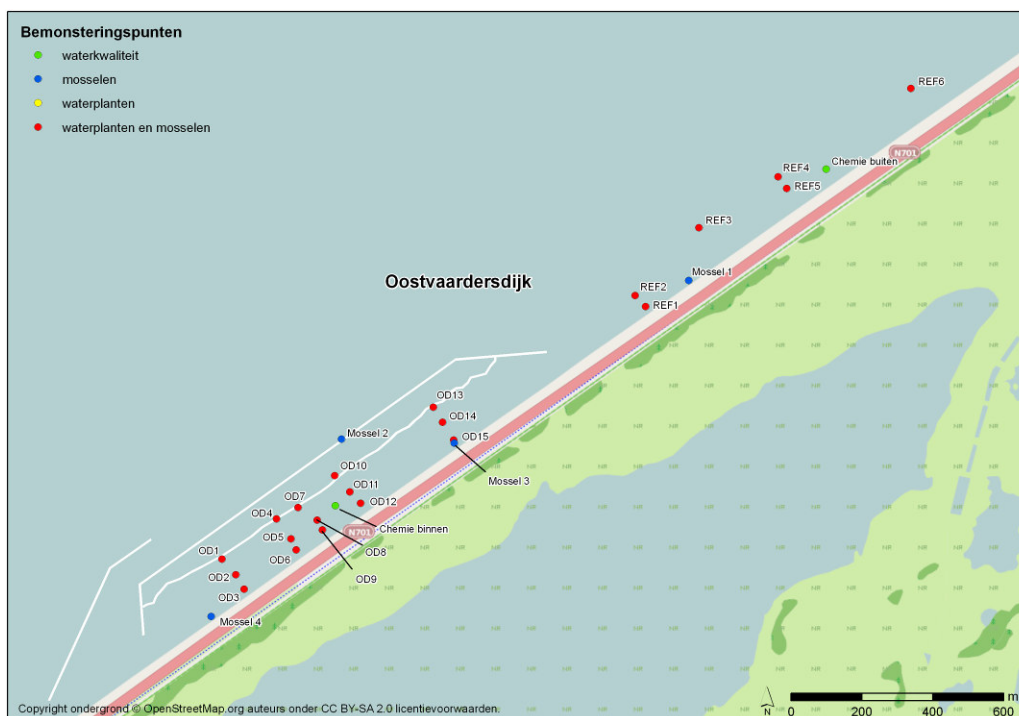
Afbeelding B6.3: Bemonsterde locaties binnen vooroever 4 (n=21; 20x waterplanten en 1x waterkwaliteit)



Afbeelding B6.4: Bemonsterde locaties tussen vooroever 4 en 3: referentiegebied T1 (n=13; 12x waterplanten en mosselen en 1x waterkwaliteit)



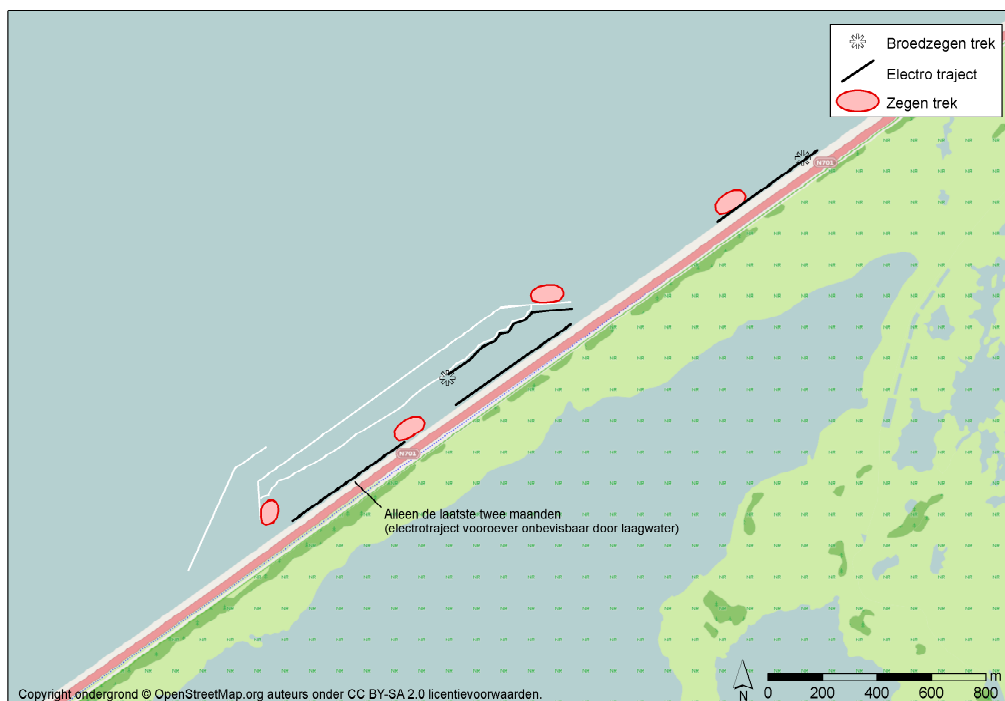
Afbeelding B6.5: Bemonsterde locaties binnen vooroever 3 (n=31; 30x waterplanten en mosselen en 1x waterkwaliteit)



Afbeelding B6.6: Bemonsterde locaties binnen (n=18) en buiten de vooroever (n=8) bij de Oostvaardersdijk



Afbeelding B6.7: Beviste gebieden langs de Houtribdijk



Afbeelding B6.8: Beviste gebieden langs de Oostvaardersdijk