

# Vooroevers Houtribdijk: toestand ecologie en waterkwaliteit 2006

Inventarisatie van waterplanten, watervogels,  
driehoeksmosselen, fysische en chemische  
parameters

RWS RIZA rapport 2007:006



# **Vooroevers Houtribdijk; toestand ecologie en waterkwaliteit 2006**

**Inventarisatie van waterplanten, watervogels,  
driehoeksmosselen, fysische en chemische parameters**

**RWS RIZA rapport 2007.006**

---

# Colofon

---

**Opdrachtgever:** RWS IJsselmeergebied

**Uitgevoerd door:** Ruurd Noordhuis - RIZA/WIE  
John van Schie - RIZA/WIE

**Datum:** Februari 2007

**Druk:** Artoos Drukkerijen, Rijswijk

**Document:** RWS RIZA rapport 2007.006  
ISBN 9789036957182

---

# Inhoudsopgave

---

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Gebiedsomschrijving</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Materiaal en Methoden</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Resultaten</b>	<b>13</b>
4.1	Eigenschappen van de meetlocaties; diepte en bodemtype	13
4.2	Sedimentvallen	14
4.3	Waterkwaliteit	15
4.4	Waterplanten	22
4.5	Driehoeksmosselen	28
4.6	Vis	31
4.7	Vogels	44
<b>5.</b>	<b>Discussie</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusies</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>
<b>9.</b>	<b>Dankwoord</b>	<b>57</b>

---

---

# 1 Inleiding

---

In 1992 is Rijkswaterstaat IJsselmeergebied begonnen met de aanleg van vooroevers in de vorm van boogvormige dammen langs de Houtribdijk ten noorden van Trintelhaven. Doelstelling van deze vooroevers is om de dijk te beschermen tegen golfslag en ijsgang. Natuur zou mooi kunnen meeliften. Omdat natuur geen doel was, is vanaf de aanleg nauwelijks monitoring uitgevoerd naar de ecologische en fysische effecten van de vooroevers, terwijl ze mogelijk kennis geven over de ecologische effecten van de vooroevers op het Enkhuizerzand en/of in het Markermeer. In 2006 is daarom een project uitgevoerd dat als doel had zoveel mogelijk kennis te vergaren over het effect van de vooroevers bij de Houtribdijk. Er is gekeken naar de effecten op de vispopulatie, waterplanten, Driehoeksmosselen en watervogels. De visbemonstering is uitgevoerd door Aquaterra. Verder zijn de volgende abiotische componenten verzameld; doorzicht, zuurstof, temperatuur, extinctie (éénmalig), organisch en anorganisch stof. Ook zijn sedimentvallen uitgezet in het gebied.

De ecologische kennis die deze monitoring oplevert kan gebruikt worden in verschillende projecten, zoals bijvoorbeeld voor de implementatie van de Europese kader Richtlijn Water, de Verkenning IJmeer, voor het natuurontwikkelingsproject 'Houtribdijk' dat zo'n 1.000 ha. natuur wil realiseren langs de Houtribdijk, voor het project River Dialogue en Waterkwaliteit van het Markermeer én voor een mogelijke praktijkproef op het Enkhuizerzand waardoor kennis vergaard moet worden over de werking van slibhuishouding in relatie met maatregelen in de vorm van een dam.

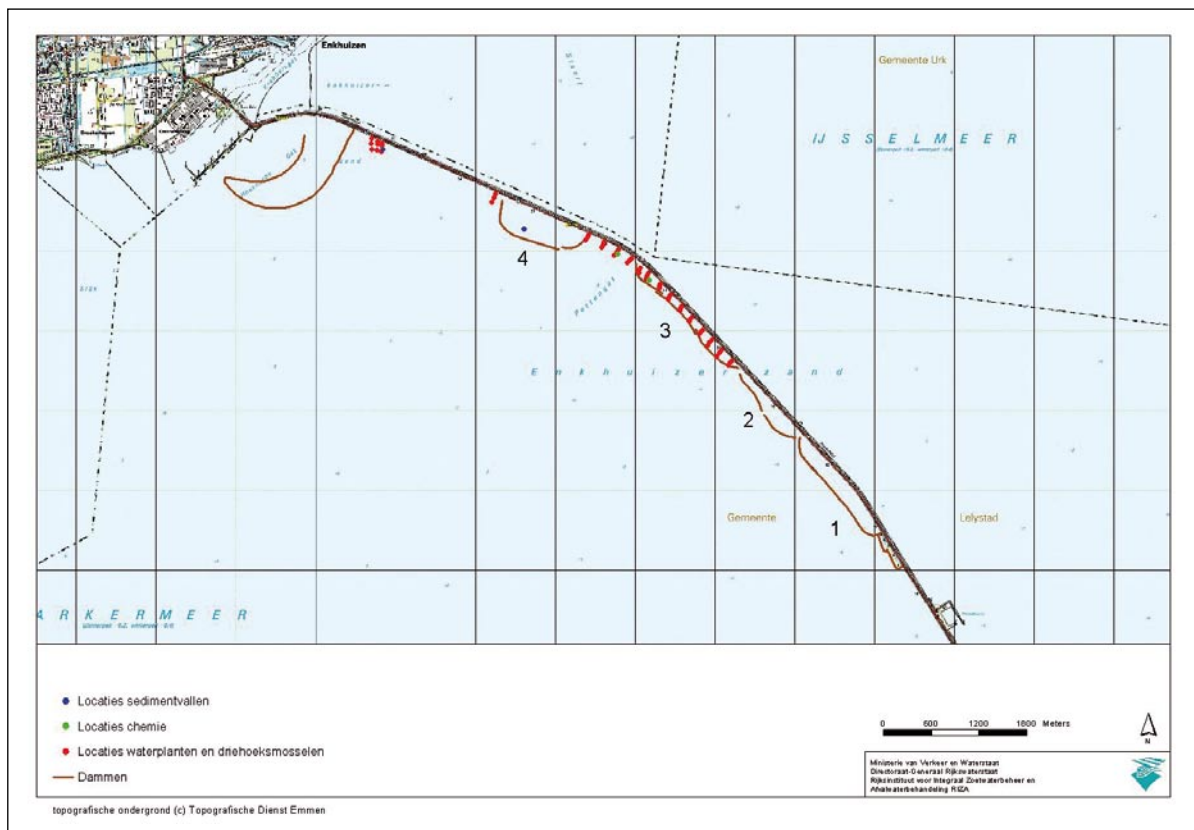
---

## 2 Gebiedsomschrijving

Tussen het naviduct bij Enkhuizen en Trintelhaven zijn aan de Markermeerzijde van de Houtribdijk vooroevers aangelegd. Ze zijn in de eerste plaats aangelegd als ijsbrekers ter bescherming van de dijk, maar hebben natuurontwikkeling als nevenfunctie. Het geheel bestaat uit een serie dammen met plaatselijk ondiepten en tegenover Trintelhaven enig wilgenstruweel, waarin inmiddels een Aalscholverkolonie gevestigd is. Volgend op dit gedeelte in noordwestelijke richting ligt het eerste vooroevertak, waarvan de vooroever uit één stuk is aangelegd, aan weerszijden omgebogen richting Houtribdijk, maar met een opening (vooroever 1). Het tweede vooroevertak is kleiner, en de dam heeft halverwege een extra opening. Het derde vooroevertak, eveneens met teruggebogen, open uiteinden, heeft twee openingen in de dam (vooroevertakcomplex 3).

**Figuur 2.1**

Ligging van het onderzoekgebied. De vooroevertakcomplexen zijn in de tekst genummerd van 1 in het zuidoosten (combinatie van klein gedeelte met strandjes en bomen en de eerste grote boogvormige dam) tot 4 voorbij het Pottengat in het westen. Complex 3 is daarmee het complex met de monsterlocaties voor planten en mosselen binnen de vooroevertak.





---

Dit vak is gebruikt als proefgebied voor de situatie binnen de vooroever, met betrekking tot de parameters waterplanten, mosselen en waterkwaliteit. De drie vakken zijn elk 1,5-2 km lang en ca. 150-300 m breed. Vervolgens ligt ten noordwesten van vooroevercomplex 3, ter hoogte van het Pottengat in een bocht van de Houtribdijk, een gedeelte zonder vooroevers, en daarop volgt vooroevercomplex 4, bestaande uit twee dammen. Daarna volgt nog een onbeschermd stuk dijk van ca. 2 km lengte tussen vooroevercomplex 4 en het naviduct. Ook dit gedeelte is gebruikt voor het beschrijven van de situatie buiten de vooroevers.

### 3 Materiaal en Methoden

Het onderzoeksgebied werd bezocht voor een uitgebreid arsenaal aan bemonsteringen tussen mei en oktober 2006. Voor de meeste parameters zijn vijf bemonsteringen uitgevoerd van juni t/m september, voor vis ook nog in oktober. Een eerdere bemonstering in mei was zeer onvolledig en heeft weinig bruikbare data opgeleverd. Driehoeksmosselbemonsteringen werden twee keer uitgevoerd, in juni en in september.

**Tabel 3.1**  
Monsterschema.

	Water- kwaliteit	sediment	planten	mosselen	vogels	vis
23 mei			23-5 onvoll		23-5	
13-16 juni	13-6	16-6 inzet	13-6	16-6	13/15/ 16-6	6-6
6 juli	6-7	6-7	6-7		6-7	4-7
26-28 juli	26-7	28-7	26-7		26/28-7	
16 aug	16-8	16-8	16-8		16-8	3-8
5-9 sept	6-9	5-9	5-9	9-9	5/6-9	7-9
17 okt						17-10

Per parametergroep was de uitvoering als volgt:

**Waterkwaliteit:** Er werden in duplo watermonsters genomen op één locatie binnen vooroevercomplex 3 en één in het open water tussen vooroevers 3 en 4. Met behulp van deze monsters werden zwevend stof gehalte, gloeirest en chlorofylgehalte bepaald. Daarnaast werden zuurstofgehalte, doorzicht, extinctie en temperatuur gemeten.

**Sediment:** Op 16 juni werd een set sedimentvallen geplaatst binnen vooroevercomplex 4, op een waterdiepte van 1.20 m, en in het open gedeelte bij het naviduct, in het noorden van het proefgebied, op een waterdiepte van 1.30 m diep. Een set bestond uit een op de bodem geplaatst rek met vijf plastic buizen met een doorsnede van circa 6 cm en een hoogte van 60 cm. Deze buizen werden bij elke bemonstering na 16 juni geleegd, en het verzamelde sediment werd gedroogd, gescheiden in fracties van verschillende korrelgroottes en gewogen.

**Waterplanten:** Gegevens over waterplanten werden verzameld op een dertigtal locaties binnen vooroevercomplex 3 (K-locaties), op 12 locaties in het open water tussen vooroevers 3 en 4, op 3 locaties in het open water net ten noorden van vooroevercomplex 4 en op 9 locaties in het open water bij het naviduct (O-locaties). Op elk van deze locaties werden planten verzameld door drie keer een werphark uit te gooien en vervolgens werd per soort de bedekking geschat aan

de hand van de hoeveelheid planten op de hark. Op alle locaties werd tevens de waterdiepte en het doorzicht gemeten.

**Driehoeksmosselen:** In juni en in september werd op alle locaties die bij de waterplanten zijn beschreven, Driehoeksmosselen bemonsterd met behulp van een Eckmann-happer. Op elke locatie werd één hap genomen (225 cm<sup>2</sup>). Per hap werd aantal en lengteverdeling van de mosselen bepaald. Vanuit de lengteverdeling werd voor vergelijking met andere mosseldata het biovolume berekend op grond van de formule  $vol = 0,000079 * L^{3,0182}$  (L= schelplengte in mm; Noordhuis & Houwing 2003). Op alle locaties werd tevens de waterdiepte en de sedimentsamenstelling (visuele beoordeling als slib, klei of zand) vastgelegd.

**Vogels:** Tijdens alle bezoeken werden notities gemaakt over de aantallen vogels van de meest relevante soorten (plantenetters en mosseleters) achter en buiten de vooroevers. Ook werd gebruik gemaakt van maandelijkse luchttellingen (van Eerden).

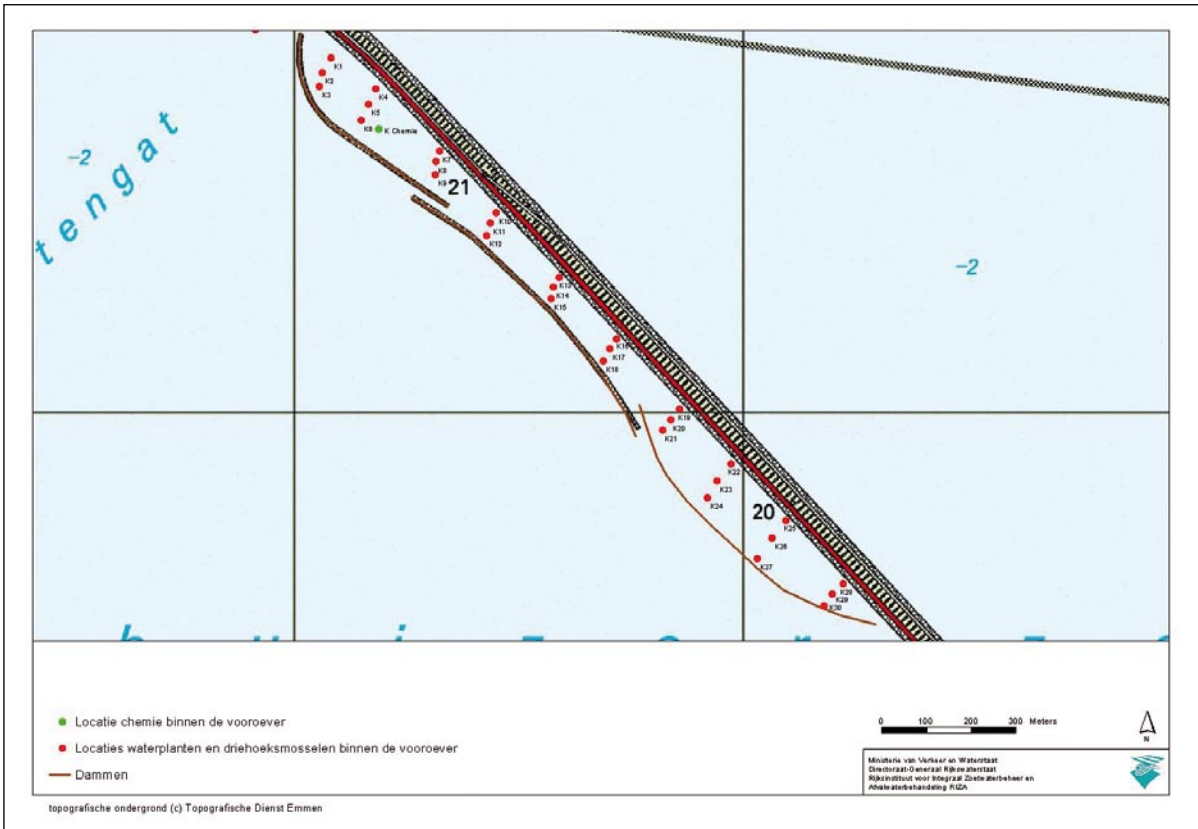
**Vis:** Vis werd bemonsterd door Bureau AquaTerra. Er werd gevist binnen vooroevercomplex 1 en 3 en buiten de vooroevers tussen vooroevers 3 en 4. Binnen de vooroever werden per bemonstering één zegentraject en twee electrotrajecten gevist, buiten de vooroevers één zegentraject en één electrotraject. Bij de bemonstering in oktober kon door weersomstandigheden slechts een deel van de electrotrajecten worden gevist. In juni werd zowel binnen als buiten de vooroevers aanvullend gevist met een broedkuil. De verdeling van de beviste oppervlakten per trek is weergegeven in tabel 3.2

**Tabel 3.2**

Verdeling van de beviste oppervlakten in ha per datum, per vistuig en per trek.

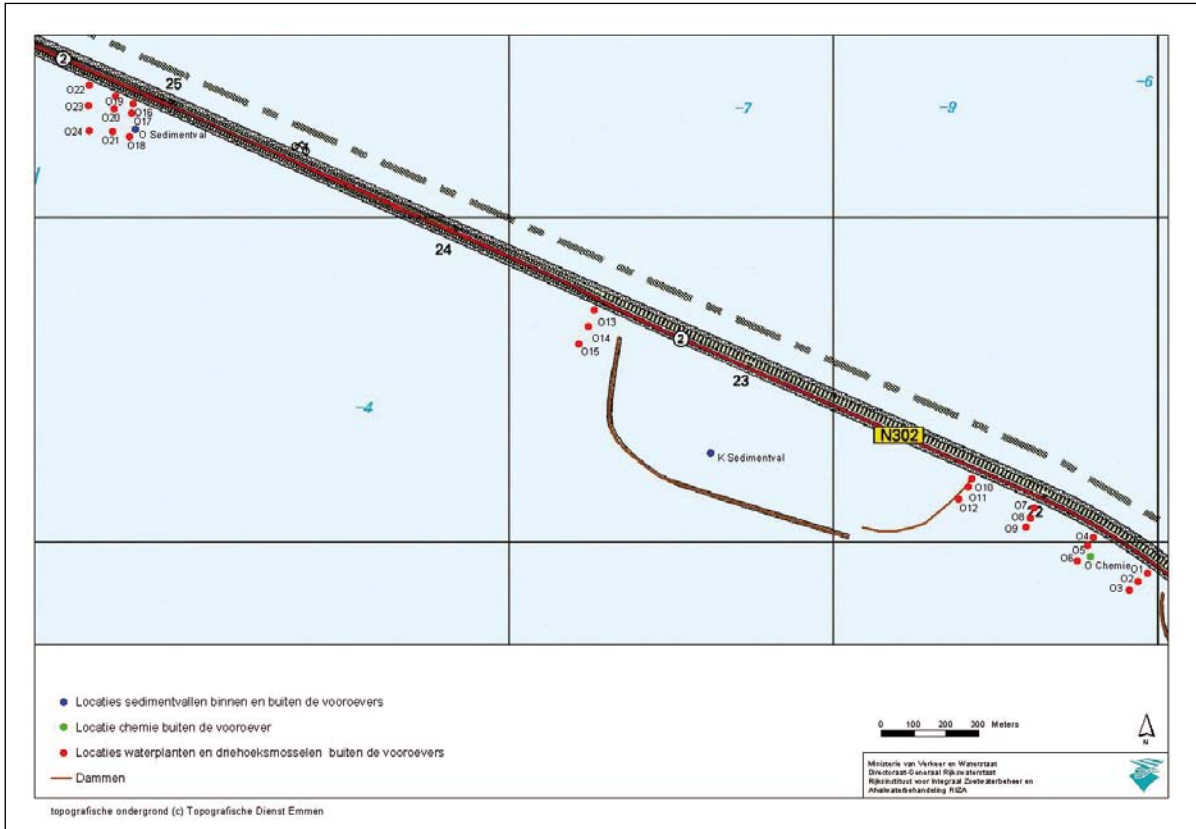
	Zegen	Electro 1	Electro 2	Broedkuil 1	Broedkuil 2
<i>Buiten vooroever</i>					
6-6-2006	0,5	0,06		0,08	0,08
4-7-2006	1,25	0,06			
3-8-2006	1	0,06			
7-9-2006	1	0,06			
17-10-2006	0,8				
<i>Binnen vooroever</i>					
6-6-2006	0,5	0,06	0,06	0,08	
4-7-2006	1	0,06	0,15		
3-8-2006	1	0,06	0,06		
7-9-2006	1	0,06	0,06		
17-10-2006	1	0,06			

**Weersgegevens:** Bij de interpretatie van waterkwaliteitsgegevens is gebruik gemaakt van weersgegevens van het KNMI.



**Figuur 3.1**

Ligging van de monsterlocaties voor waterplanten, mosselen en waterkwaliteit in vooroevercomplex 3.



**Figuur 3.2**

Voorreevercomplex 4 met de ligging van monsterlocaties voor waterplanten en mosselen buiten de voorreevers, de locatie voor waterkwaliteit buiten de voorreevers en de locaties van de sedimentvallen binnen en buiten de voorreever.

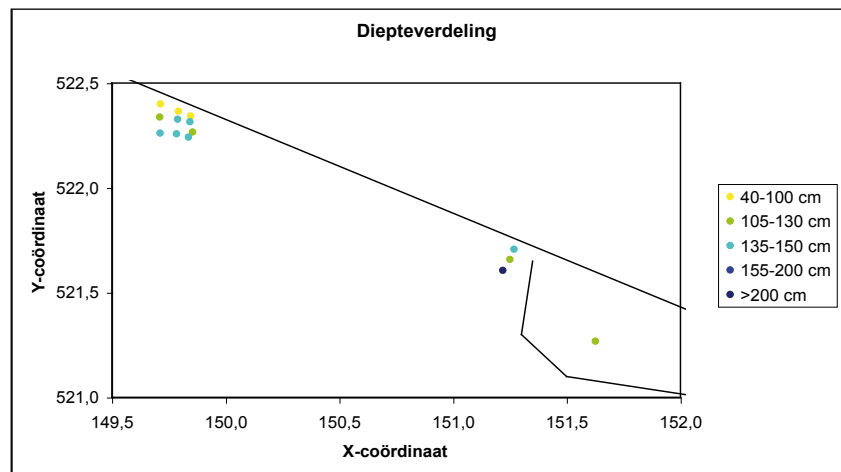
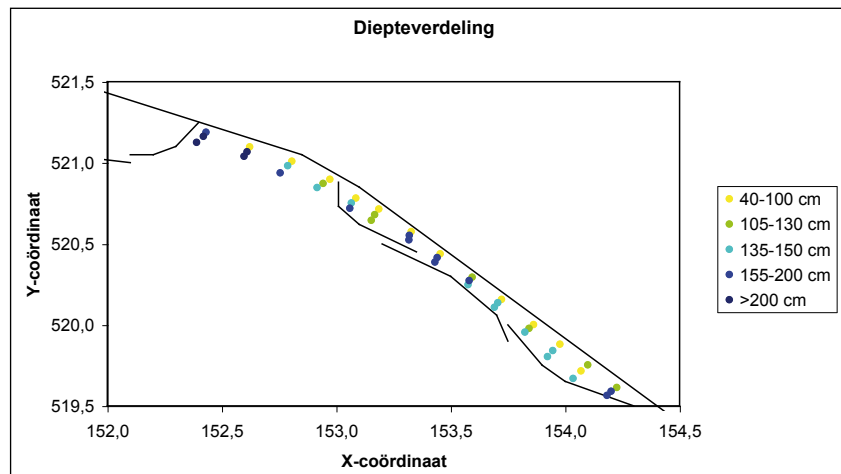
# 4 Resultaten

## 4.1 Eigenschappen van de meetlocaties; diepte en bodemtype

De gemeten waterdiepte op de monsterlocaties varieerde van 40 tot 260 cm. De meeste locaties langs de Houtribdijk waren minder dan een meter diep, en in de richting van de vooroevers nam de diepte toe tot ca. 150, plaatselijk 200 cm. Slechts enkele locaties, O8, O9, O11, O12 en O15, waren dieper dan twee meter (figuur 4.1.1).

**Figuur 4.1.1**

Verdeling van de gemeten waterdiepten op de proeflocaties, zuidoostelijk deel (a) en noordwestelijk deel (b).

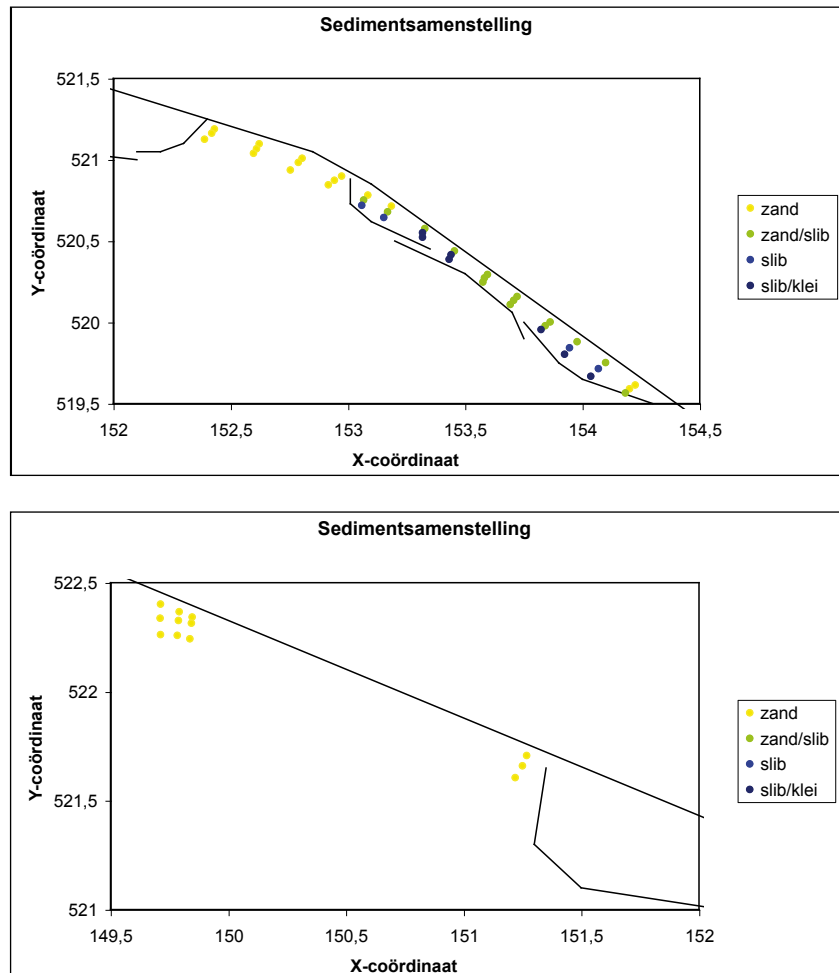


De bodem op de locaties buiten de vooroevers bestond uit zand. Op de locaties binnen de vooroevers bestond de bodem langs de Houtribdijk uit zand, in zuivere vorm alleen bij de uiteinden van de vooroeverzone en elders bijgemengd met slib, overgaand in zuiver slib of slib met klei in de richting van de vooroevers (figuur 4.1.2). In het midden van het vak komt het zand, bijgemengd met slib, nog aan de vooroever, maar aan weerszijden, aansluitend op de zij-openingen,

komt slib aan de kant van de vooroevers in zuivere vorm voor, of bijgemengd met klei. Ook omdat deze hele regio voor de aanleg van de vooroevers als zand werd gekarakteriseerd, suggereert dit patroon dat dit slib hier na de aanleg van de vooroevers door de stroming in de luwte om de hoeken wordt neergelegd.

**Figuur 4.1.2**

Verdeling van de bodemtypes op de proeflocaties, zuidoostelijk deel (a) en noordwestelijk deel (b).

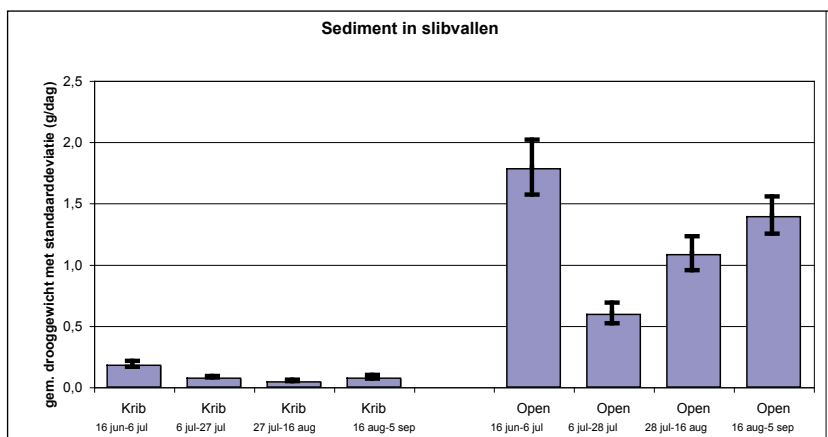


## 4.2 Sedimentvallen

De hoeveelheid sediment die in de sedimentvallen werd gemeten, was het grootst in de eerste periode, 16 juni – 6 juli, vervolgens in de laatste, 16 aug – 5 september, wellicht in samenhang met weersomstandigheden. De hoeveelheid in de val buiten de vooroevers was in alle vier de perioden veel groter dan in de val achter de vooroever, achtereenvolgens een factor 10, 8, 25 en 19 hoger (figuur 4.2.1). Deze verschillen kunnen samenhangen met verschillen in dynamiek, maar ook met verschillen in sediment en begroeiing. In de omgeving van de sedimentval binnen de vooroever was het zand meer bijgemengd met fijner sediment en was het in de zomer bovendien begroeid met kranswier.

**Figuur 4.2.1**

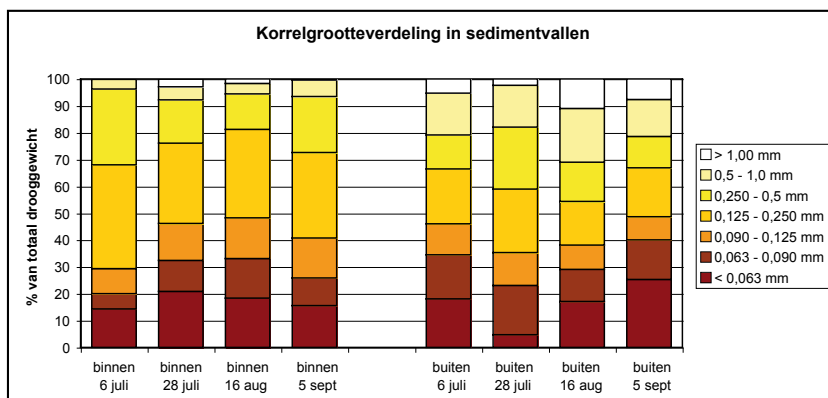
Gemiddelde hoeveelheid sediment in de sedimentvallen binnen en buiten de vooroevers (verrekend met het aantal dagen dat de vallen hebben uitgestaan).



Het materiaal van buiten de vooroevers omvatte een grotere fractie korrels van meer dan 0,5 mm dan het materiaal van binnen de vooroevers (figuur 4.2.2). Binnen de vooroever had vooral de middencategorie (0,125-0,250 mm) een groot aandeel. Daarbij moet worden opgemerkt dat de sedimentval binnen de vooroever was geplaatst midden in het grote en relatief wijde vooroevervak 4 (figuur 3.2). Hiermee is dus niet zonder meer de in paragraaf 4.1 gesuggereerde sedimentatie van slib om de hoeken van de vooroevers geïllustreerd (figuur 4.1.2).

**Figuur 4.2.2**

Korrelgrootteverdeling van het sediment in de sedimentvallen binnen en buiten de vooroevers.



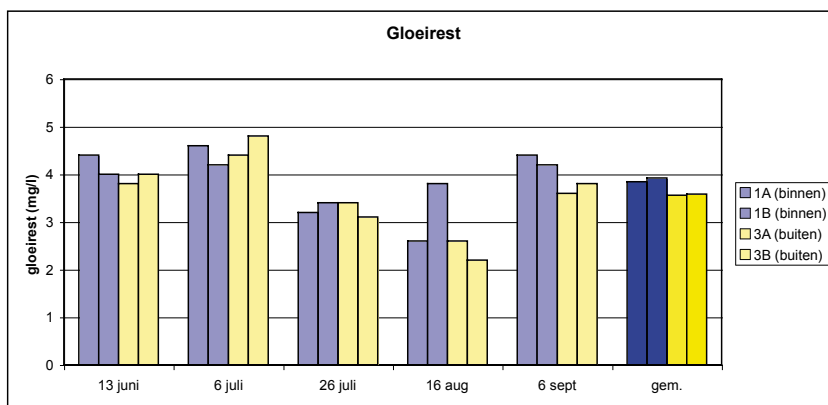
### 4.3 Waterkwaliteit

Op het geëxponeerde meetpunt buiten de vooroevers was het gehalte aan anorganisch zwevend stof (gloeirest) op vier van de vijf meetdagen gemiddeld iets lager dan op het meetpunt binnen de vooroever. Gemiddeld over alle meetdagen komt het verschil neer op 8% (figuur 4.3.1). De gehalten aan totaal zwevend stof zijn gemiddeld echter exact hetzelfde (figuur 4.3.2).



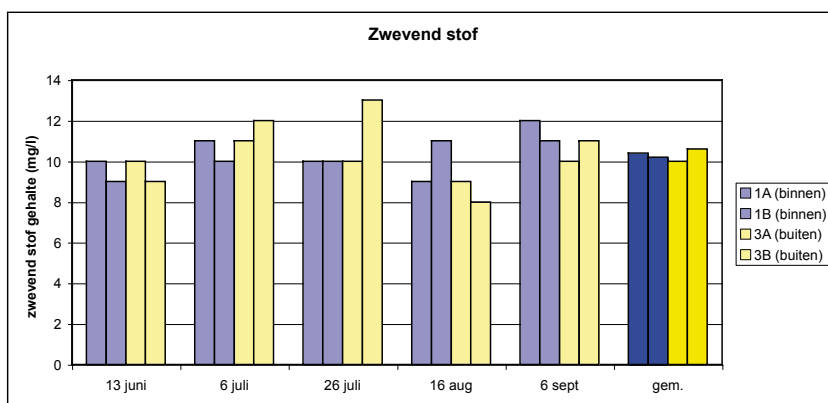
**Figuur 4.3.1**

Verloop van de hoeveelheid gloeirest uit het zwevend stof binnen en buiten de vooroevers, gemeten in duplo.



**Figuur 4.3.2**

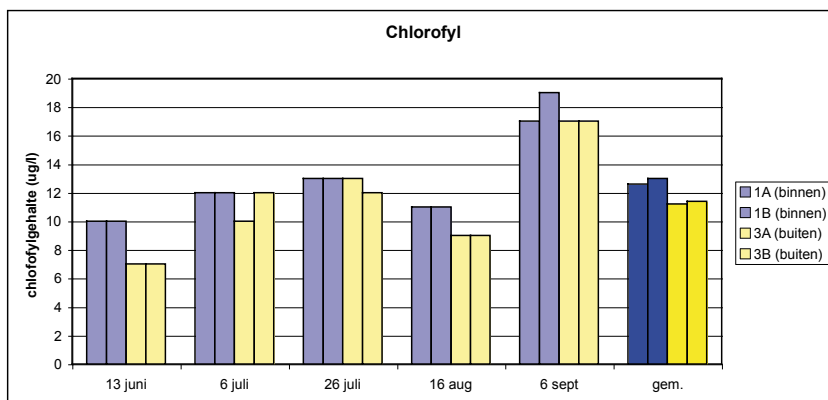
Verloop van de concentratie zwevend stof binnen en buiten de vooroevers, gemeten in duplo.



De chlorofyl-gehalten waren buiten de vooroever op alle meetdagen iets lager dan binnen, gemiddeld over alle meetdagen 12% lager (figuur 4.3.3).

**Figuur 4.3.3**

Verloop van de concentratie chlorofyl binnen en buiten de vooroevers, gemeten in duplo.

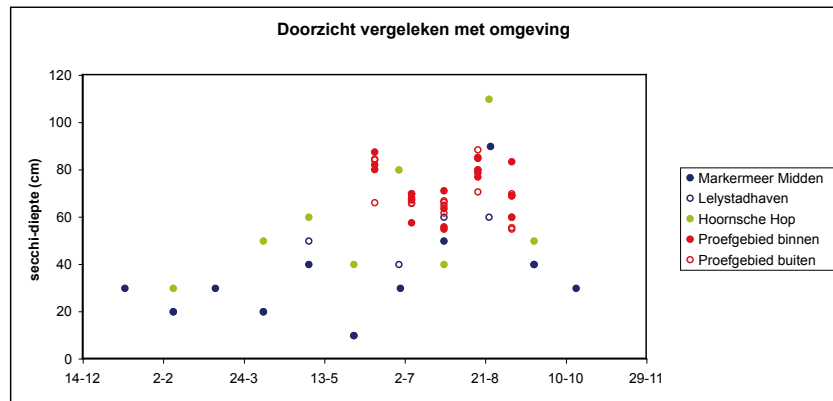


De doorzichten die in het proefgebied gemeten zijn, liggen tussen 55 en 85 cm, gemiddeld rond 65-70 cm, zowel binnen als buiten de vooroevers. Dat is voor Markermeerbegrippen een zeer goed doorzicht, de laatste tien jaar hebben de gemiddelde doorzichten op het meetpunt Markermeer Midden tussen 20 en 40 cm gelegen. In de nazomer van 2006 waren echter ook elders in het Markermeer de doorzichten relatief goed (figuur 4.3.4). Het doorzicht in het Markermeer in het algemeen wordt sterk beïnvloed door het samenspel tussen de wind, de geringe diepte en de slibbige bodem.

Bij de interpretatie van doorzicht- en extinctiegegevens uit het proefgebied moet, in elk geval voor vergelijking met MWTL-data, rekening worden gehouden met de windomstandigheden op de meetdagen. Om praktische redenen zijn de velddagen zo gekozen dat de gemiddelde windsnelheid laag is t.o.v. de totale frequentieverdeling in de periode mei t/m september (figuur 4.3.5). De verdeling over de windrichtingen is ruimer.

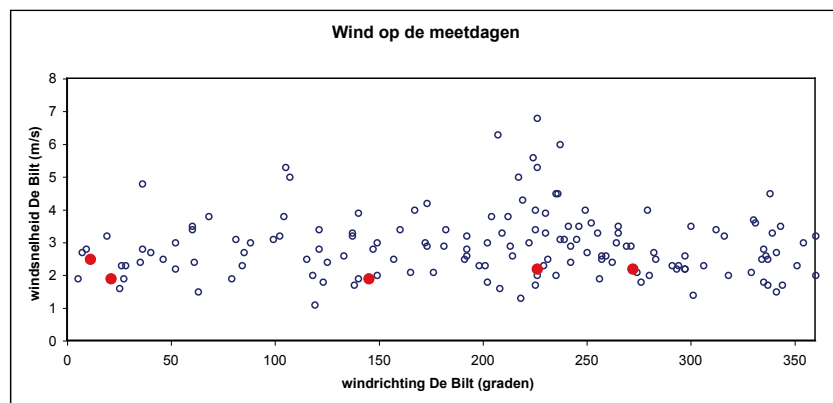
**Figuur 4.3.4**

Verloop van het doorzicht op de proeflocatie (rood), vergeleken met het seizoensverloop op de dichtstbijzijnde standaard meetlocaties.



**Figuur 4.3.5**

Relatie tussen windrichting en windsnelheid op de meetdagen, vergeleken met de overige dagen van de periode mei-september 2006 (gegevens De Bilt, KNMI).

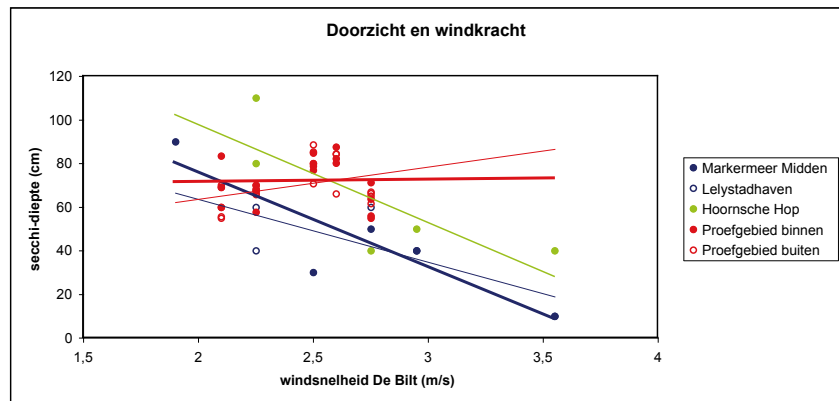


Een aantal lage doorzichtwaarden in het midden van het Markermeer in de proefperiode zijn te verklaren uit relatief hoge windsnelheden (figuur 4.3.6). Relatief hoge waarden in het proefgebied zijn te verklaren met een oostelijke windrichting (figuur 4.3.7). Mogelijk is het doorzicht in het proefgebied wat minder afhankelijk van de windsnelheid, omdat dit deel van het Markermeer een zandige bodem heeft, zodat minder materiaal door windwerking wordt losgemaakt. Daarnaast heeft de Houtribdijk een effect van beschutting als de wind uit het oosten komt, zodat vooral bij die windrichting bij vergelijkbare windsnelheden het water in het proefgebied helderder is dan in het midden van het meer. In figuur 4.3.8 is daartoe een vergelijking gemaakt tussen windrichting en de doorzichtgegevens uit het proefgebied en de doorzichten van Markermeer Midden (1982-2006) uit dezelfde periode (juni-sept) en dezelfde range van windsnelheden (t/m 2,8 m/s). Dan blijkt dat op windarme dagen (waartoe de metingen om praktische redenen beperkt zijn geweest) vooral bij oostenwind het doorzicht in het proefgebied beter is dan in

het midden van het meer. Hierbij speelt er weinig of geen luwte-effect van de vooroevers. Het is mogelijk dat dit op dagen met hardere, zuidwestenwind wel het geval is, maar deze omstandigheden kwamen op de meetdagen niet voor. De resultaten van het slibvalexperiment suggereren dat dit wel degelijk een rol speelt, zij het nauw gekoppeld aan de windsnelheid gezien de grote zandfractie in het materiaal van buiten de vooroevers (d.w.z. relatief snel toenemend doorzicht als de wind gaat liggen).

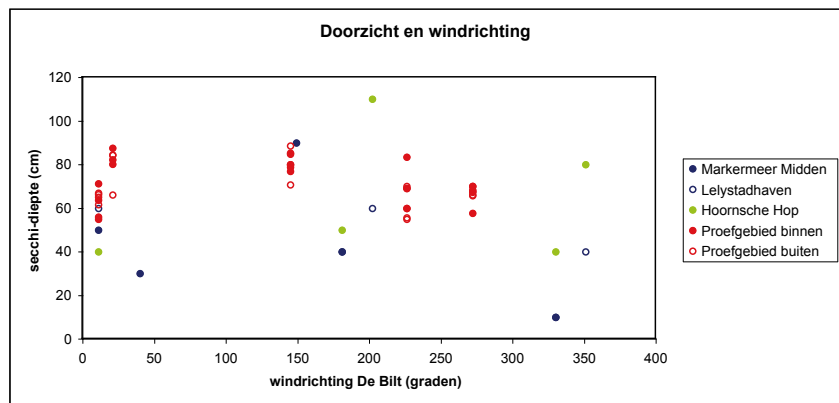
**Figuur 4.3.6**

Verband tussen het doorzicht op de proeflocatie (rood) en de windsnelheid op de meetdagen (De Bilt, KNMI), vergeleken met het verband op de dichtstbijzijnde standaard meetlocaties.



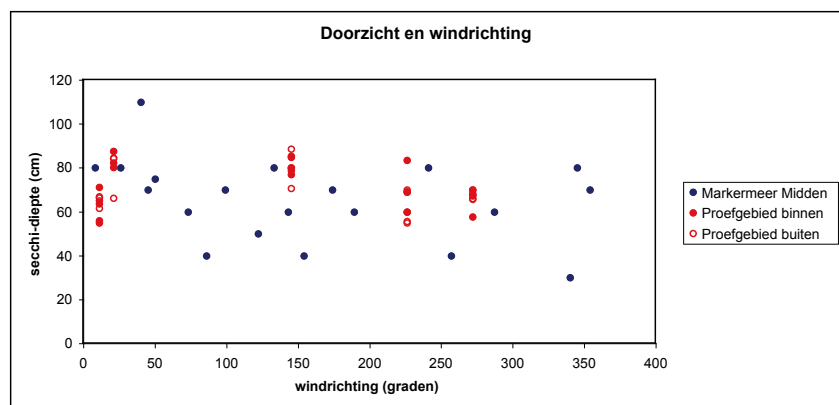
**Figuur 4.3.7**

Verband tussen het doorzicht op de proeflocatie (rood) en de windrichting op de meetdagen (De Bilt, KNMI), vergeleken met het seizoensverloop op de dichtstbijzijnde standaard meetlocaties.



**Figuur 4.3.8**

Verband tussen het doorzicht en windrichting op de meetdagen, vergeleken met het verband op locatie Markermeer Midden (1982-2006), op dagen in dezelfde periode (juni-sept) met dezelfde range van windsnelheden (t/m 2,8 m/s).

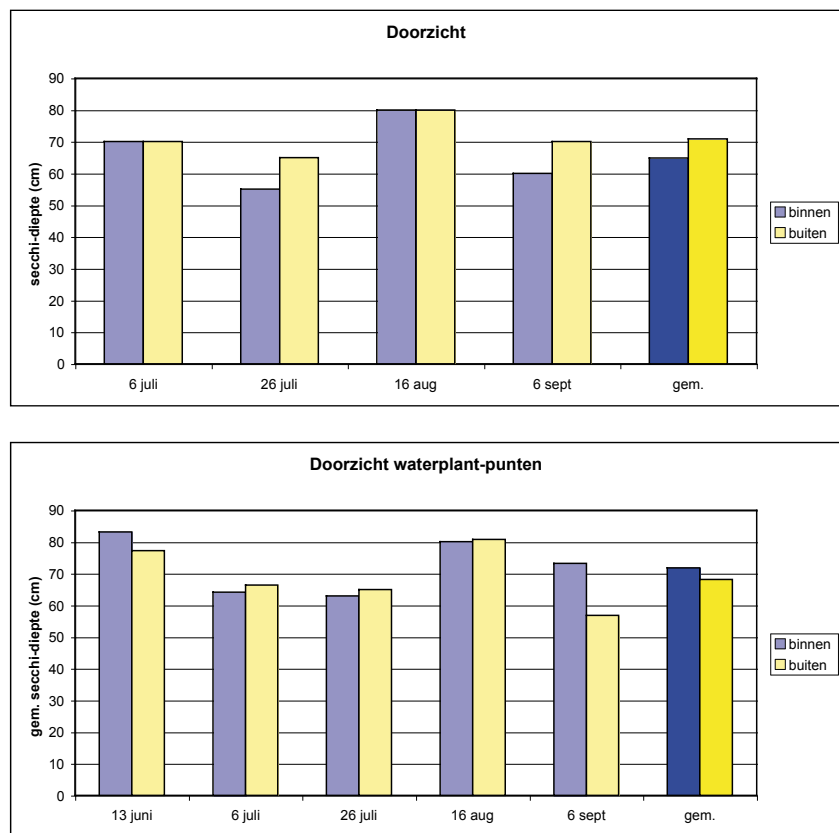


Het doorzicht was buiten de vooroevers op twee van de vier meetdata iets beter dan binnen, op de andere twee was het identiek. Gezien de onnauwkeurigheid van doorzichtmetingen is het gemeten verschil verwaarloosbaar (figuur 4.3.9a). De uitslag wordt nauwkeuriger als we

de doorzichtmetingen van de waterplant-punten gebruiken, omdat dat gemiddelden zijn van een veel groter aantal metingen (figuur 4.3.9b). Ook dan is het beeld echter niet consistent. Wat wel consistent is, is een noord-zuid gradiënt in het doorzicht. Binnen de vooroevers is er op de verschillende monsterdata een vrijwel uniform beeld van een groter doorzicht op de locaties die het dichtst bij de Houtribdijk liggen (figuur 4.3.10a). Buiten de vooroevers was dit juist andersom en was hier het doorzicht juist het slechtst (figuur 4.3.10b). Daardoor was het op alle meetdagen op deze oeverlocaties binnen de vooroevers helderder dan buiten (figuur 4.3.11). Op de overige locaties was het doorzicht binnen de vooroevers gemiddeld een fractie troebeler, maar dit beeld was niet constant over de meetdagen. Er is geen duidelijk seizoenspatroon herkenbaar in de verschillen (bijv. toenemend effect bedekking waterplanten of mosselfiltratie in de loop van het seizoen).

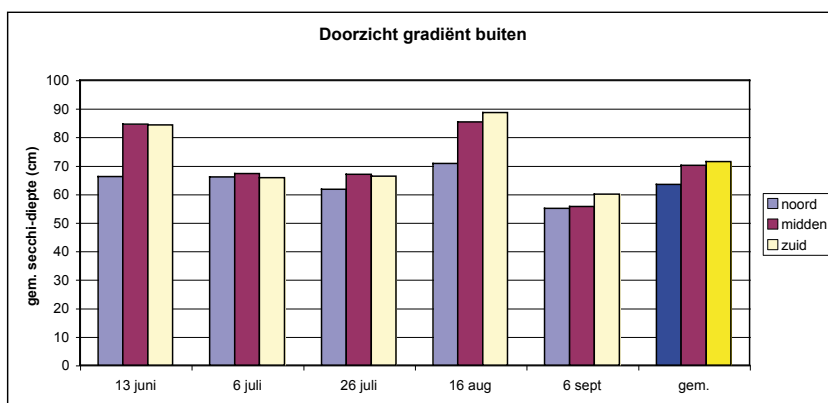
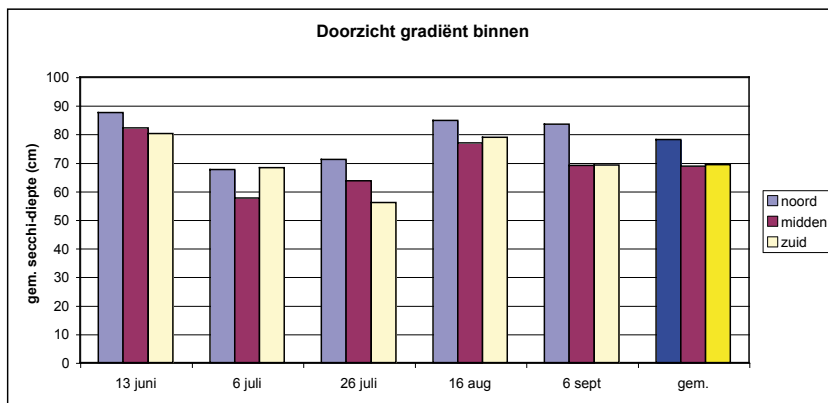
**Figuur 4.3.9**

Doorzicht binnen en buiten de vooroevers op de locaties van de waterkwaliteitmonsters (a) en op de locaties van de waterplantenbemonstering (b; gemiddelden van alle waterplantenlocaties).



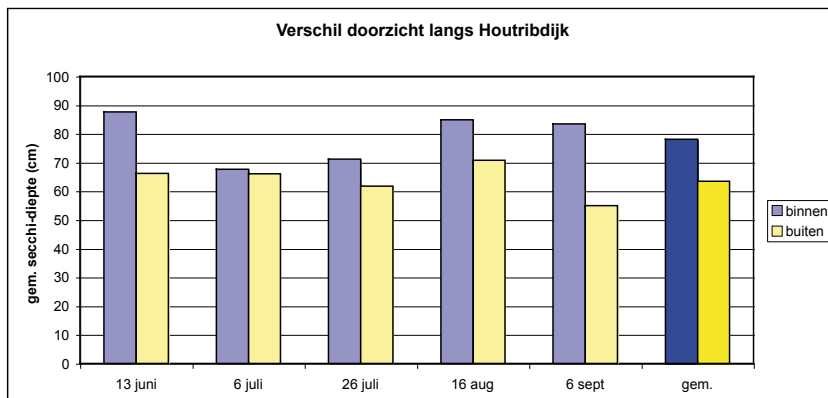
**Figuur 4.3.10**

Gradiënten in gemiddeld doorzicht vanaf de Houtribdijk zuidwestwaarts, binnen (a) en buiten (b) de vooroevers (gemiddelden van alle waterplantenlocaties).



**Figuur 4.3.11**

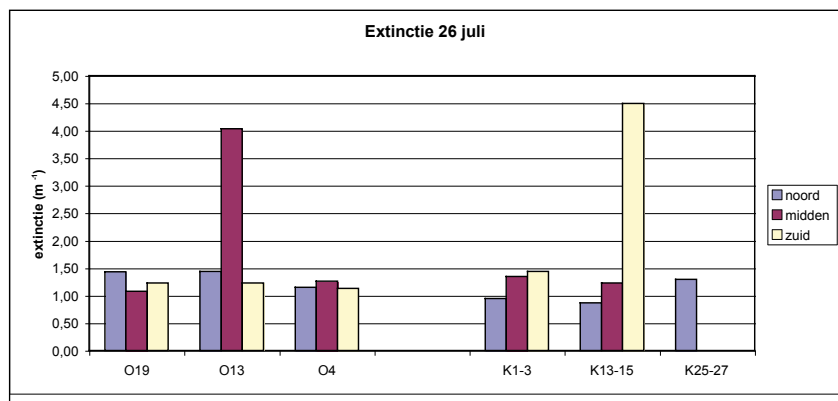
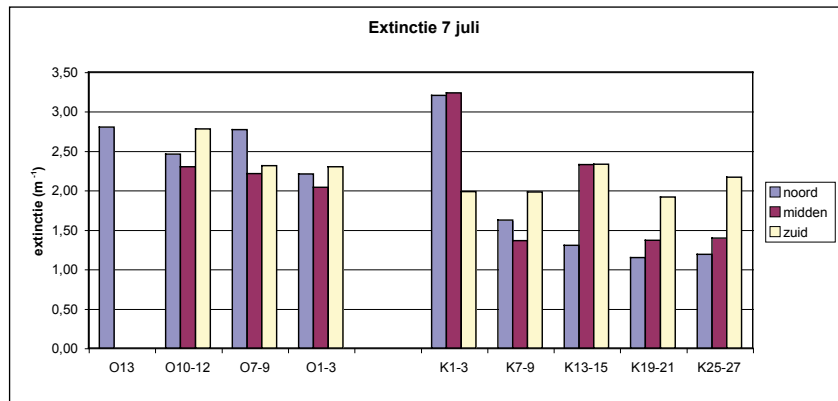
Verschillen in gemiddeld doorzicht binnen en buiten de vooroevers, op de waterplantlocaties die het dichtst bij de Houtribdijk zijn gelegen (gemiddelden van alle waterplantenlocaties).



Metingen van extinctie op 7 juli laat buiten de vooroever gemiddeld hogere waarden zien dan binnen, dus troebeler water (figuur 4.3.12). In mindere mate is dat ook het geval bij de gegevens van 26 juli, al wordt in dat geval het beeld enigszins verstoord door enkele afwijkende waarden. Op beide dagen is er op de locaties achter de vooroevers ook een gradiënt van toenemende waarden, dus van helder naar troebel, van Houtribdijk naar vooroever herkenbaar. Relatief troebel water langs de Houtribdijk buiten de vooroevers is minder duidelijk herkenbaar.

**Figuur 4.3.12**

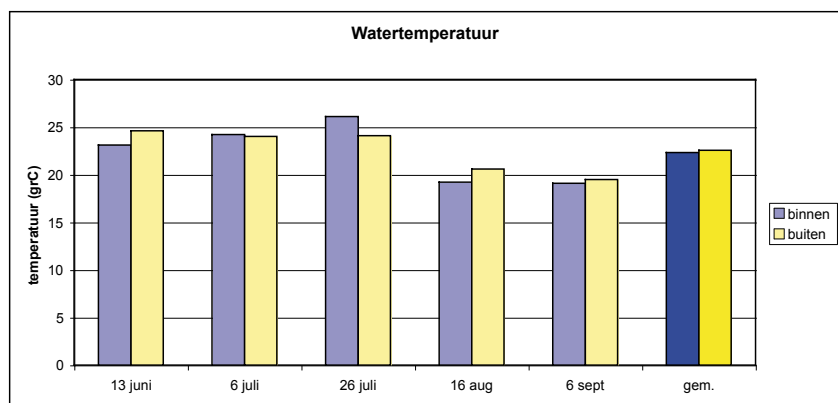
Gradiënten in extinctie vanaf de Houtribdijk zuidwestwaarts, binnen en buiten de vooroevers, op 7 juli (a) en 26 juli (b). Gemiddelden van alle waterplantenlocaties



De watertemperatuur binnen en buiten de vooroevers verschilde, gemiddeld over de vijf meetdagen, niet. Wel was de temperatuur op de twee dagen met de hoogste waarden binnen de vooroevers iets hoger, en op de twee dagen met de laagste waarden iets lager. Het is niet onwaarschijnlijk dat de watertemperatuur in de afgeschermd, relatief ondiepe gebieden achter de vooroevers sneller opwarmt en afkoelt. De zeer beperkte dataset geeft hiervoor echter niet meer dan een indicatie (figuur 4.3.13).

**Figuur 4.3.13**

Verschillen in de watertemperatuur binnen en buiten de vooroevers.

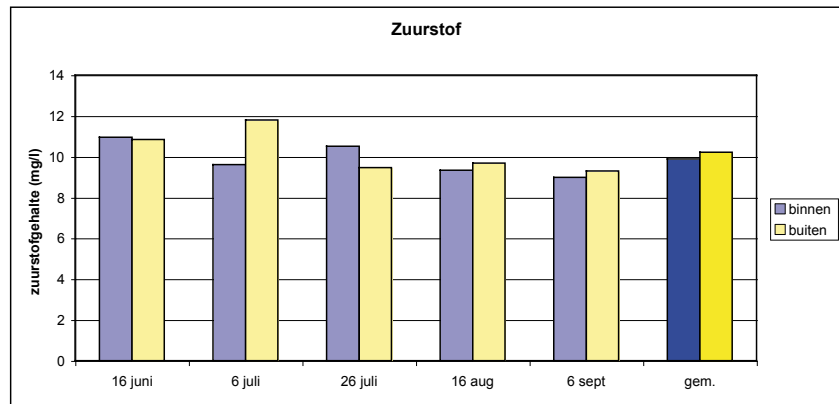


---

Het zuurstofgehalte was buiten de vooroevers gemiddeld iets hoger dan binnen, maar dit verschil verdwijnt volledig als een zeer hoge waarde op 6 juli op de locatie buiten niet wordt meegenomen (figuur 4.3.14).

**Figuur 4.3.14**

Verschillen in de zuurstofgehalten binnen en buiten de vooroevers.



#### 4.4 Waterplanten

In totaal zijn zestien soorten of typen waterplanten in het proefgebied gevonden, waarvan vijftien achter de vooroevers en zeven buiten de vooroevers (tabel 4.4.1). De totale bedekking van de vegetatie binnen de vooroevers liep op tot 18%, buiten de vooroevers slechts tot 0,3%. Bij de kartering van 2004, waarbij langs de Houtribdijk 113 ha werd gekarteerd, waarvan ca. 90 ha binnen de vooroevers, werd binnen de vooroevers een gemiddelde totale bedekking van ca. 4,4% gevonden, terwijl de bedekking buiten de vooroevers ook toen verwaarloosbaar was (Smits et al. 2005). Van de zestien typen waterplanten van 2006 werden er in 2004 acht vastgesteld, zodat gesteld kan worden dat het aantal soorten sindsdien is verdubbeld, de gemiddelde bedekking verviervoudigd. Wel had het in 2006 bemonsterde deel van het gebied ook in 2004 een relatief hoge bedekking.

Op soortsniveau heeft Schedefonteinkruid zich sinds 2004 min of meer gehandhaafd, Tenger Fonteinkruid, Zannichellia en Aarvederkruid namen toe. De meest spectaculaire toename was echter die van kranwier. Nieuwe soorten waren onder meer Gekroesd Fonteinkruid, Waterpest en enkele drijvende soorten als Grof Hoornblad, Klein Kroos en Puntkroos. Enkele soorten zijn hiernaast afgebeeld (afbeelding 4.4).

---

.....  
**Afbeelding 4.4**

De meest voorkomende waterplanten in het onderzoeksgebied achter de houtribdammen. Boven Aarvederkruid, onder links Kranswier, rechts Tenger Fonteinkruid.





<b>Soort</b>	<b>13 juni binnen</b>	<b>6 juli binnen</b>	<b>26 juli binnen</b>	<b>16 aug binnen</b>	<b>5 sept binnen</b>	<b>max</b>
kranswier	1,08	2,72	10,20	10,60	3,90	10,60
Tenger Fonteinkruid	1,08	1,88	5,52	2,40	3,12	5,52
Aarvederkruid	0,22	0,50	1,02	1,20	2,97	2,97
Schedefonteinkruid	1,05	0,50	0,73	1,83	0,50	1,83
Zannichellia	0,50	0,97	0,43	0,33	0,73	0,97
draadwier		0,08		0,77	0,80	0,80
Doorgroeid Fonteinkruid	0,02	0,10	0,07	0,17	0,25	0,25
Gekroesd Fonteinkruid			0,20	0,20		
Puntkroos				0,13		0,13
Klein Kroos			0,10		0,10	
mos	0,03		0,03	0,03	0,07	0,07
Sterkranswier			0,03		0,03	
Grof Hoornblad		0,02	0,03		0,03	
Waterpest	0,02					0,02
darmwier					0,02	0,02
som	4,00	6,75	18,02	17,63	12,55	18,02

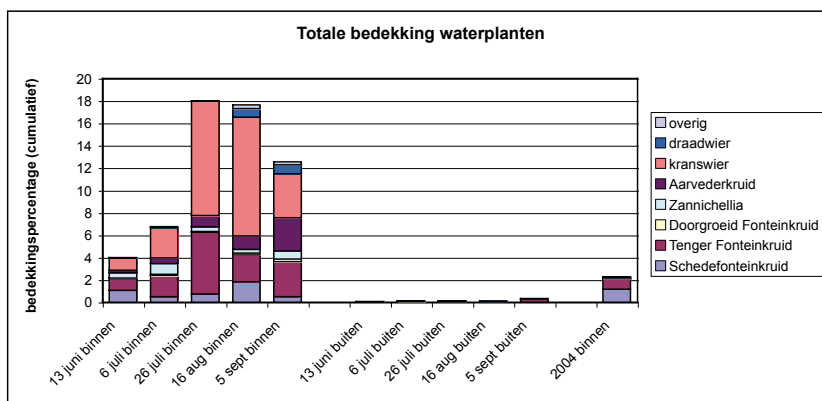
	<b>13 juni buiten</b>	<b>6 juli buiten</b>	<b>26 juli buiten</b>	<b>16 aug buiten</b>	<b>5 sept buiten</b>	<b>max</b>
Tenger Fonteinkruid	0,04	0,00	0,04	0,25	0,25	
draadwier		0,06	0,04	0,02		0,06
Schedefonteinkruid	0,02	0,04			0,04	
Zannichellia	0,04		0,04	0,02	0,04	0,04
Waternetje				0,04	0,04	
Doorgroeid Fonteinkruid	0,02				0,02	
kranswier	0,02					0,02
som	0,06	0,15	0,13	0,08	0,33	0,33

**Tabel 4.4.1**

Gemiddeld bedekkingspercentage van alle aangetroffen soorten en typen waterplanten op de meetpunten binnen en buiten de vooroevers. De soorten zijn gerangschikt in volgorde van afnemende gemiddelde bedekking.

**Figuur 4.4.1**

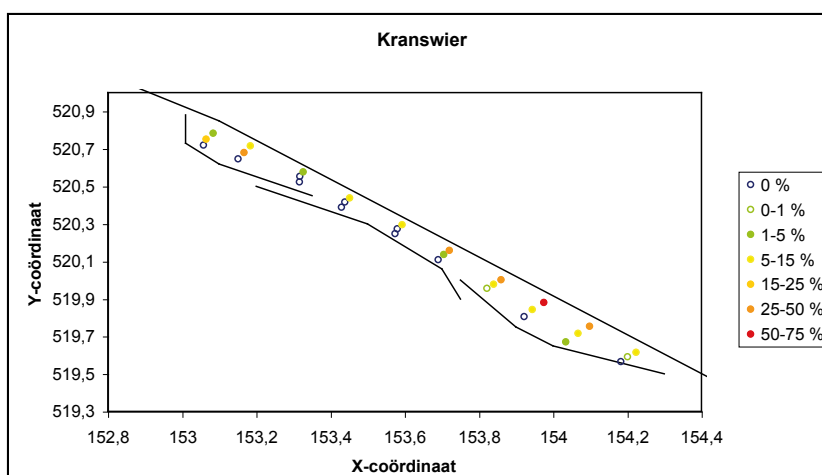
Verloop van de interne bedekking van alle waterplanten over het seizoen (cumulatief), binnen en buiten de vooroevers. De situatie binnen de vooroevers is bovendien vergeleken met de bedekkingen binnen de vooroevers in 2004 (9 en 10 aug.).



De plant met de hoogste bedekkingen in 2006 was kranswier, dat nagenoeg alleen binnen de vooroevers werd aangetroffen (figuur 4.4.1). Het betrof vooral de soort *Chara globularis*, die voorkwam in de variëteiten *globularis* en *delicatula*, in mindere mate *Chara contraria*, en op één locatie Sterkranswier *Nitellopsis obtusa* (was ook in 2004 al aangetroffen). *Chara*-kranswier kwam vooral voor op de relatief ondiepe, minder slibbige locaties aan de zijde van Houtribdijk (figuur 4.4.2). Er was een duidelijke relatie tussen de bedekking van kranswier en het doorzicht op de betreffende locaties (figuur 4.4.3). Aangezien de doorzichten aan de ondiepe kant van de ruimte binnen de vooroevers ook aan het begin van het seizoen relatief goed waren, d.w.z. met nog geringe plantenbedekkingen, lijkt het kranswier hier eerder te staan dankzij het goede doorzicht dan dat het kranswier verantwoordelijk is voor dit doorzicht. Er is ook geen sprake van een seizoensverloop in het doorzicht met hoge waarden in de zomer, zoals dat ook elders in het Markermeer niet het geval is. Toch lijkt een wisselwerking tussen planten en doorzicht waarschijnlijk.

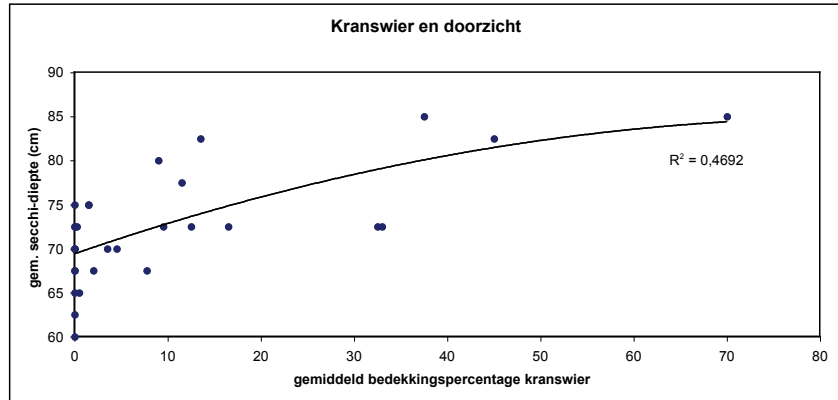
**Figuur 4.4.2**

Verdeling van kranswier in bedekkingsklassen over het proefvak binnen de vooroever. Gemiddelde van de situatie op de twee data met de hoogste bedekkingen; 26 juli en 16 augustus.



**Figuur 4.4.3**

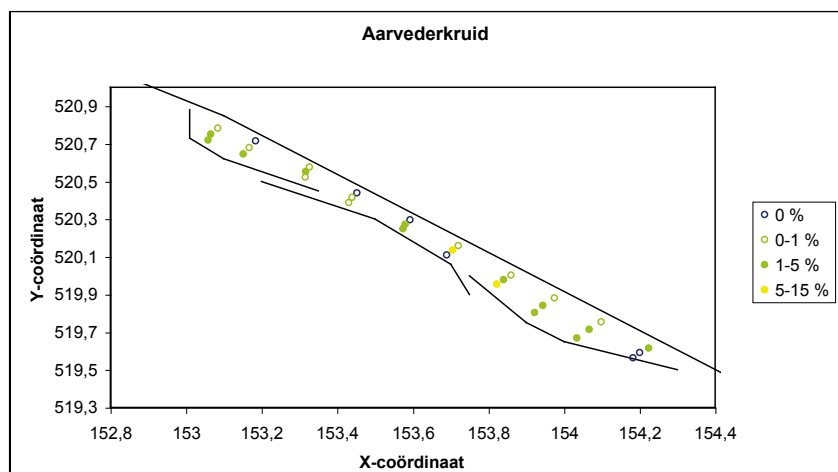
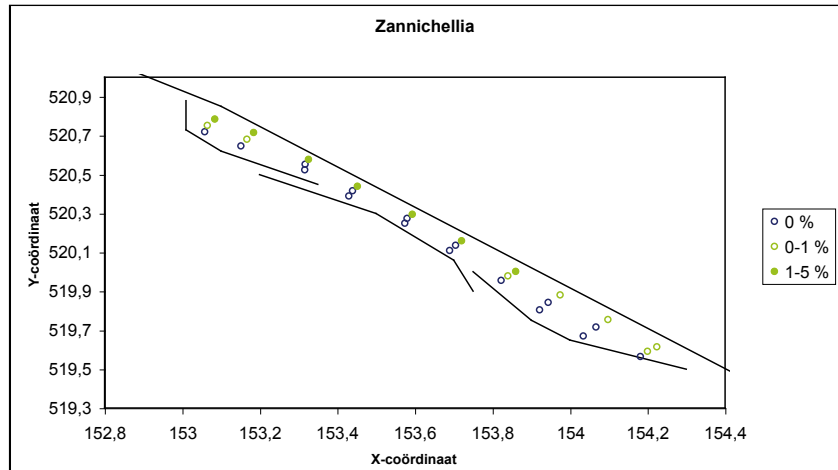
Verband tussen het gemiddelde bedekkingspercentage van kranwier op 26 juli en 16 augustus en het gemiddelde doorzicht op die data per punt.



Bij de hogere waterplanten was een duidelijke zonering aanwezig. Nog meer dan kranwier was Zannichellia beperkt tot de ondiepere gebieden langs de Houtribdijk, terwijl met name Aarvederkruid juist in de wat diepere delen in het midden en langs de vooroevers voorkwam, met een optimum op een diepte van ca. 140 cm (figuur 4.4.4 en 4.4.5).

**Figuur 4.4.4**

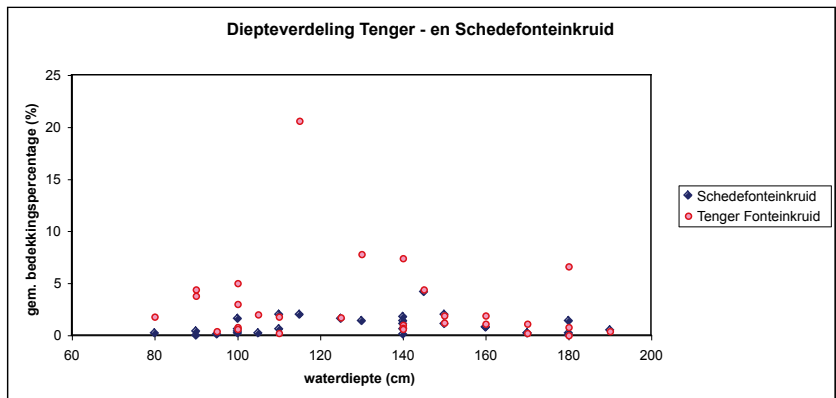
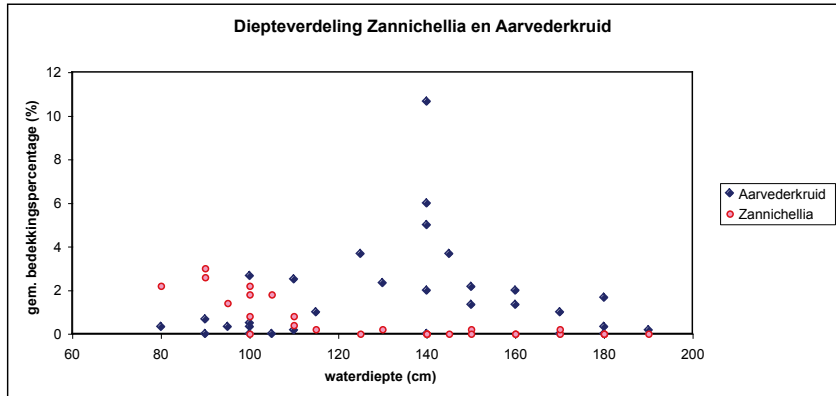
Verdeling van Zannichellia (a) en Aarvederkruid (b) in bedekkingsklassen over het proefvak binnen de vooroever. Gemiddelde van de situatie op alle vijf (Zannichellia) of de laatste drie (Aarvederkruid) bemonsteringsdata.



Ook Doorgroeid Fonteinkruid kwam zoals gebruikelijk relatief diep voor, terwijl Schede- en Tenger Fonteinkruid een intermediaire positie hadden, met de hoogste bedekkingen in het middengedeelte (figuur 4.4.5 en 4.4.6). Deze twee soorten hadden de hoogste presentie, ze kwamen op nagenoeg alle meetlocaties achter de vooroevers voor.

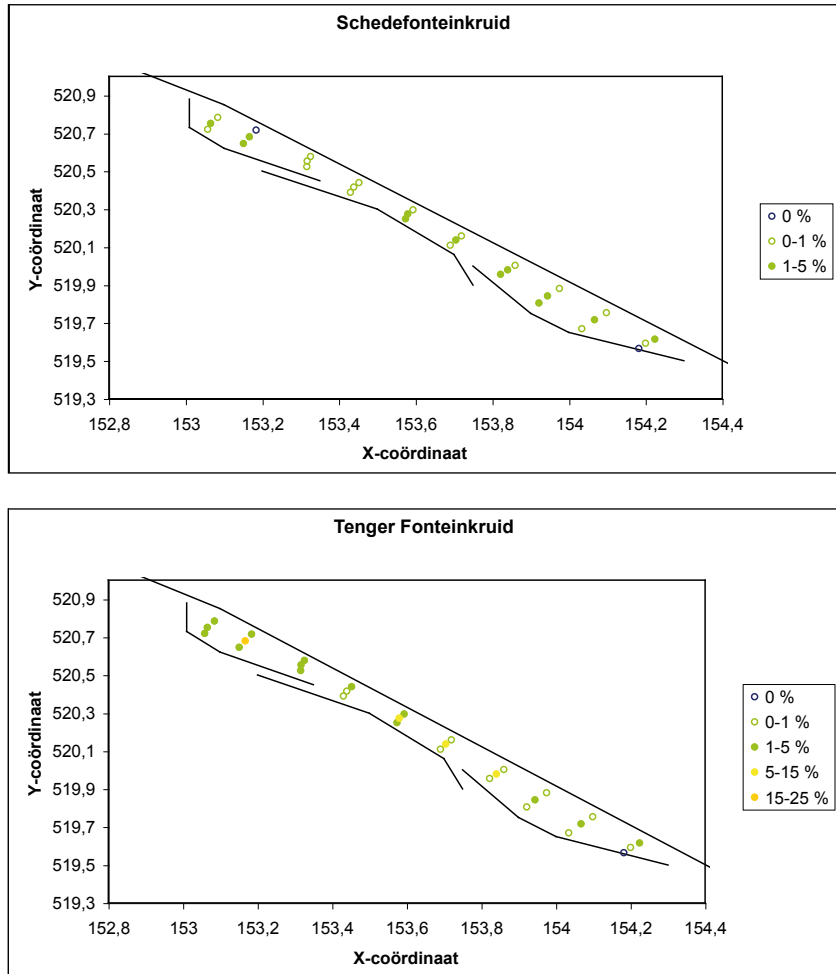
**Figuur 4.4.5**

Verband tussen de waterdiepte en de bedekking van de gemiddelde bedekking van Zannichellia (alle vijf data), Aarvederkruid (laatste drie data) en van Tenger en Schedefonteinkruid (alle vijf data).



**Figuur 4.4.6**

Verdeling van Schedefonteinkruid (a) en Tenger Fonteinkruid (b) in bedekkingsklassen over het proefvak binnen de vooroever. Gemiddelde van de situatie op alle vijf de bemonsteringsdata.



## 4.5 Driehoeksmosselen

De dichtheden van Driehoeksmosselen die in het proefgebied werden gevonden zijn in vergelijking met gemiddelde dichtheden in het hele Markermeer volgens de laatste totale kartering in 2000 zeer laag. Ze sluiten echter wel aan bij het patroon dat in 2000 werd gevonden, met relatief hoge dichtheden in de Hoornsche Hop en in het zuiden, en veel lagere in het noorden en oosten (Noordhuis & Houwing 2003, tabel 4.5.1).

**Tabel 4.5.1**

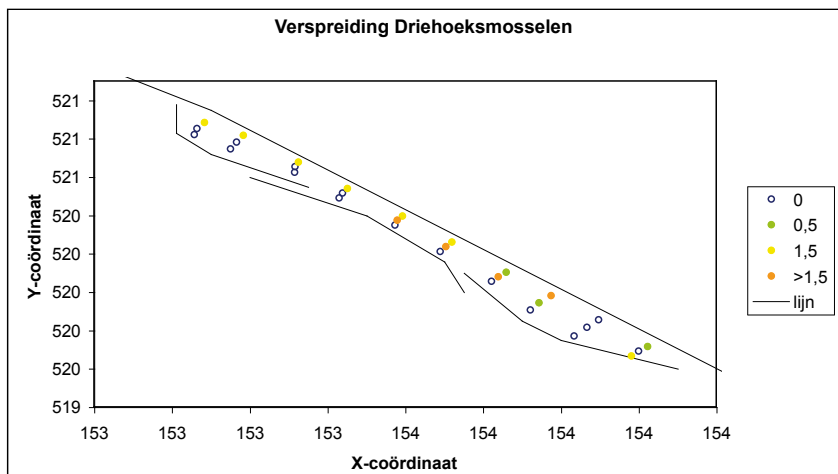
Gemiddelde dichtheid van Driehoeksmosselen binnen en buiten de vooroevers, in aantallen en in volume per m<sup>2</sup>.

	dichtheid binnen (N/m <sup>2</sup> )	dichtheid buiten (N/m <sup>2</sup> )	volume binnen (ml/m <sup>2</sup> )	volume buiten (ml/m <sup>2</sup> )
13 juni	56,3	229,6	0,46	2,21
9 september	11,9	246,3	0,34	2,71

Tijdens de twee mosselkarteringen in het proefgebied in 2006 werden op 47% van de locaties binnen de vooroevers mosselen aangetroffen, en op 58% van de locaties buiten de vooroevers. Binnen de vooroevers was er een duidelijk verschil tussen de locaties met slib en overige locaties; op geen van de locaties waarvan de bodem als zuiver slib werd gekarakteriseerd werden mosselen aangetroffen (figuur 4.5.1). Van de overige locaties was het bezettingspercentage met 78% juist hoger dan op de zandlocaties buiten de vooroevers. De dichtheden waren echter ook op deze niet-slib-locaties aanzienlijk lager dan de dichtheden buiten de vooroevers.

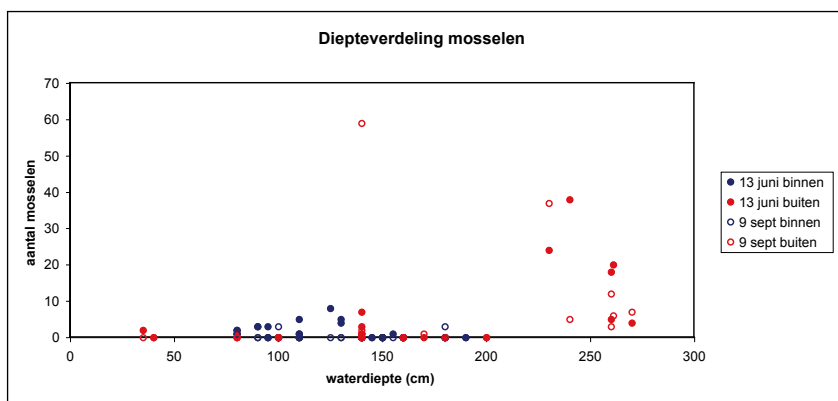
**Figuur 4.5.1**

Verspreiding van driehoeksmosselen in dichtheidsklassen over het proefvak binnen de vooroever, gemiddelden van de twee bestandsopnames.



**Figuur 4.5.2**

Verband tussen waterdiepte en dichtheden van Driehoeksmosselen binnen en buiten de vooroevers.

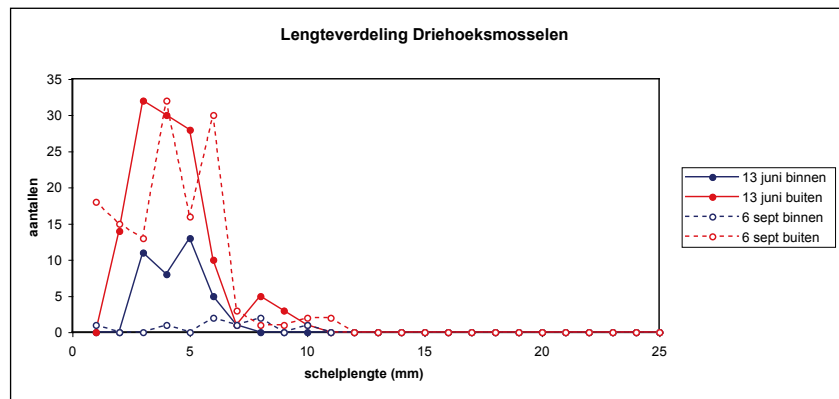


Doordat de sliblocaties gemiddeld dieper zijn, heeft de dichtheid van mosselen achter de vooroevers een optimum tussen 100 en 150 cm diepte (figuur 4.5.2). Buiten de vooroevers blijft de dichtheid echter op grotere dieptes toenemen, waardoor de bezette locaties gemiddeld aanzienlijk hogere dichtheden hebben dan de bezette locaties achter de vooroevers (figuur 4.5.2). Op de zandlocaties zijn de dichtheden ten opzichte van de diepte binnen de vooroevers mogelijk wel iets hoger dan buiten.

Binnen de vooroevers was de gemiddelde dichtheid op 9 september bijna een factor 5 lager dan op 13 juni. Buiten de vooroevers was de gemiddelde dichtheid in september 7% hoger dan in juni.

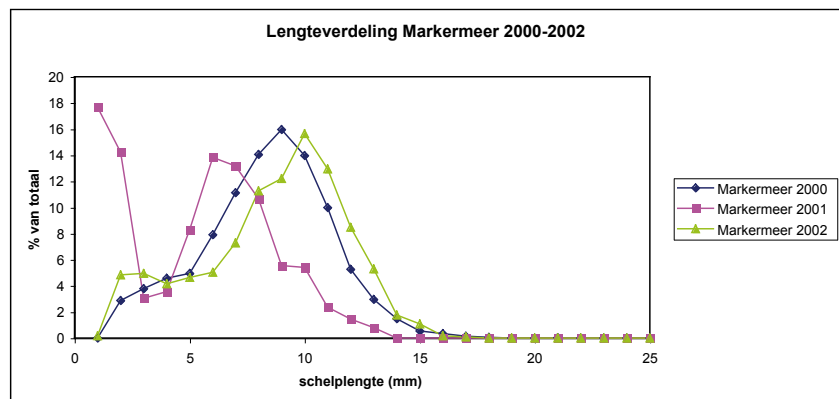
**Figuur 4.5.3**

Lengteverdeling van Driehoeksmosselen binnen en buiten de vooroevers in 2006.



**Figuur 4.5.4**

Gemiddelde lengteverdeling van Driehoeksmosselen in het najaar (okt-nov) van 2000, 2001 en 2002 (Noordhuis & Houwing 2003).



De mosselen die op de proeflocaties werden gevonden, waren klein, zowel in juni als in september (figuur 4.5.3). De lengteverdeling in het Markermeer in 2000-2002 liet grotere mosselen zien (figuur 4.5.4), zij het dat deze karteringen later werden uitgevoerd (oktober/november). In juni 2006 bestond de bulk in het proefgebied uit mosselen van 3-5 mm, waarschijnlijk broed van mei. Een kleine piek rond 8 mm buiten de vooroevers zou kunnen bestaan uit mosselen van eind 2005. Buiten de vooroevers werd in september nagenoeg dezelfde lengteverdeling gevonden als in juni, slechts één of twee millimeter naar rechts verschoven, aangevuld met zeer kleine mosselen van een zeer recente broedval. Aangezien een groei van 1 mm tussen 13 juni en 9 september wel heel erg weinig is, suggereert dit sterfte van het

---

cohort van mei en vervanging door een middencohort van juli. Binnen de vooroevers lijkt meer groei te zijn opgetreden maar vooral veel sterfte, zonder duidelijke nieuwe broedval. Deze verschillen zouden samen kunnen hangen met het verblijf van grote aantallen ruiende Kuifeenden in het gebied (zie par. 4.7).

Een afzonderlijke waarneming zegt mogelijk nog iets over de lage dichtheden in het gebied rond de vooroevers. Bij het schoonmaken van de sedimentvallen bleken hierop grote aantallen mosselen te zijn vastgehecht, met name op de vallen buiten de vooroevers. In combinatie met het feit dat de vallen op deze locatie elke maand min of meer moesten worden uitgegraven, zou dit kunnen betekenen dat een grote dynamiek van de toplaag in dit gebied een oorzaak kan zijn van de lage dichtheden van Driehoeksmosselen. In de waterkolom boven het sediment zorgt dezelfde dynamiek juist voor voedselaanvoer, zodat de mosselen het goed doen zolang ze zich boven de bodem kunnen vasthechten en niet steeds door nieuw sediment bedolven worden. Verminderde waterbeweging en voedselaanvoer zou een oorzaak kunnen zijn voor lagere aantallen op de sedimentvallen binnen de vooroevers. Het kan echter ook zijn dat de minder dynamische bodem achter de vooroevers de druk om hogere vestigingsplaatsen te zoeken heeft verminderd.

## 4.6 Vis

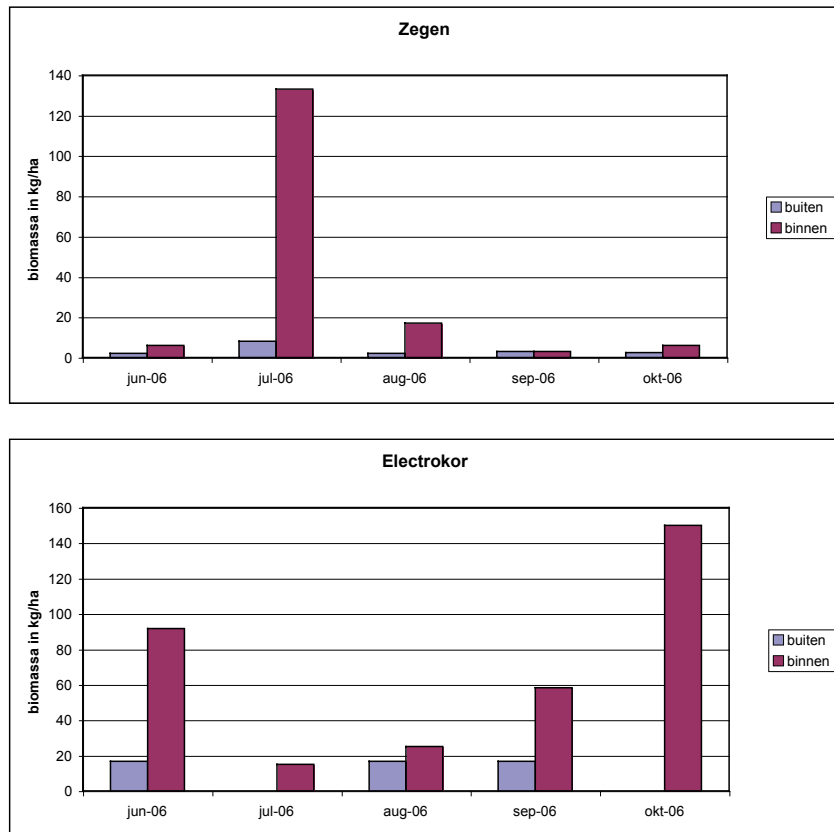
### **Totale biomassa en soortensamenstelling**

In totaal werden in het kader van dit project bij vijf visbemonsteringen in totaal 15 vissoorten gevangen. Van een aantal daarvan werd slechts één exemplaar gevangen (Bot, Houting, Snoek), en de soortenrijkdom was met elk 13 soorten binnen en buiten de vooroevers gelijk. Wel was de visserij-inspanning binnen de vooroevers iets groter, met een zwaarder accent op het electrovissen. Gemiddeld was de visbiomassa binnen de vooroever op grond van de zegenvangsten per ha bijna tien keer zo hoog als buiten de vooroever, op grond van de elektrische vangsten bijna vier keer (figuur 4.6.1). Vooral in juli was de vangst in de zegen buiten de vooroevers groot, in september was er per bevestigd oppervlak geen verschil. In de electrokor werd in juni en oktober buiten de vooroever de meeste vis gevangen. In oktober kon echter binnen de vooroevers niet elektrisch worden gevestigd als gevolg van slechte weersomstandigheden. De waarde van oktober binnen de vooroevers is bovendien gebaseerd op één trek, tegenover twee op de andere data.



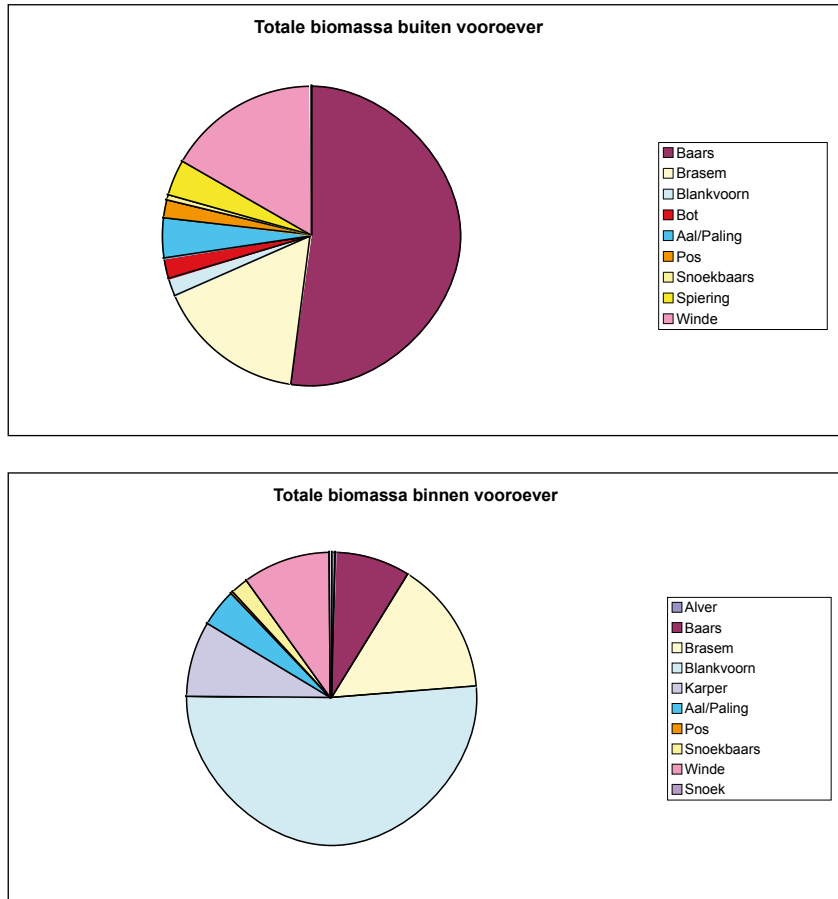
**Figuur 4.6.1**

Biomassaverloop van de totale vangst (kg/ha bevestig oppervlak) in zegen- (a) en electrotrekken (b) binnen en buiten de vooroevers. In oktober is door weersomstandigheden buiten de vooroevers geen electrovisserij uitgevoerd.



Ook de soortensamenstelling van zowel het totale visbestand als het broed is zeer verschillend (figuur 4.6.2, 4.6.3). Buiten de vooroevers bestond ruim de helft van de totale biomassa gemiddeld uit Baars, binnen was dat maar 8%. Absoluut gezien werd op basis van biomassa binnen de vooroevers echter per hectare toch nog ongeveer anderhalf keer zoveel Baars gevangen. Binnen de vooroever was ruim de helft van de biomassa gemiddeld Blankvoorn, buiten was dat maar 2%. Absoluut gezien bedroeg het verschil in de zegen daardoor maar liefst een factor 219 (electrokor 12,6). Verder was het aandeel van o.a. Winde, Spiering en Pos buiten de vooroevers groter, maar de hoeveelheid Winde en Pos was op basis van biomassa absoluut gezien binnen de vooroever toch nog groter. Spiering werd binnen echter nauwelijks gevangen. Op basis van aantallen waren ook Pos en Snoekbaars absoluut gezien talrijker buiten de vooroevers. Het aandeel van Karper was binnen de vooroever groter, maar dit waren maar twee vissen. Het aandeel van Brasem was binnen en buiten opvallend gelijk (15 en 16%), zodat het absolute biomassaverschil bij deze soort uitkomt op het gemiddelde (9,0 keer zoveel binnen de vooroever). De meest extreme verschillen waren dus Blankvoorn met sterke concentratie binnen de vooroevers, en Spiering buiten.

**Figuur 4.6.2**  
 Soortensamenstelling van de  
 visgemeenschap op basis van  
 totale biomassa.

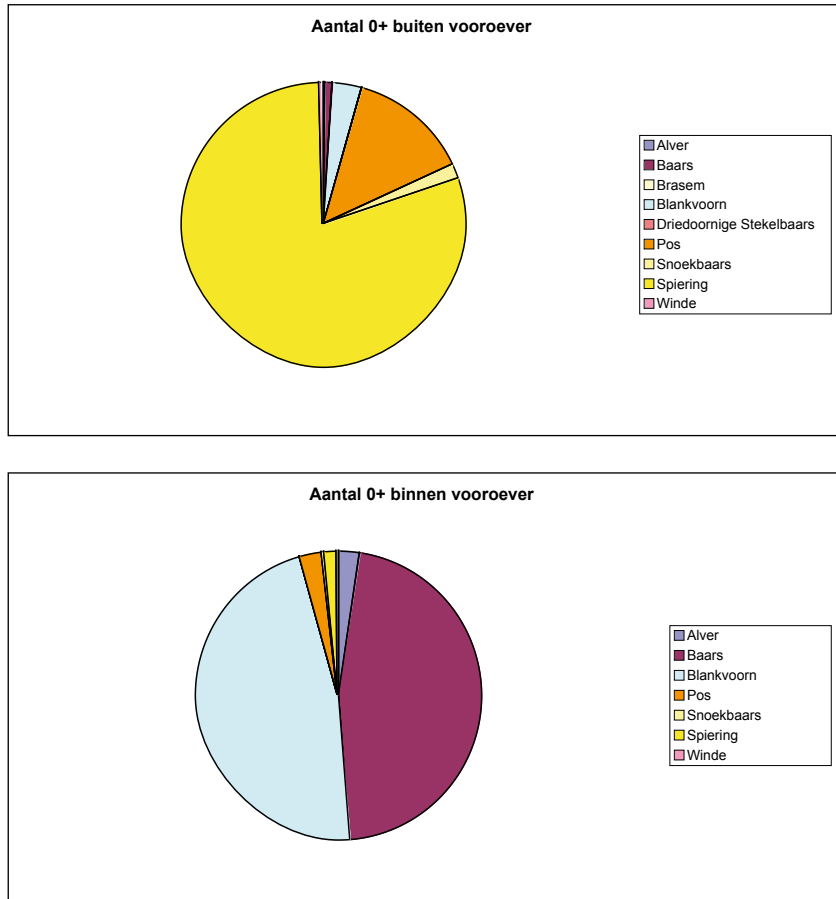


**Visbroed**

Bij het broed is het beeld anders: met name Spiering en Pos hadden buiten de vooroevers een veel groter aandeel in het broedbestand, Spiering besloeg daar zelfs meer dan drie kwart, tegenover 1% binnen de vooroever. Baars en Blankvoorn maakten daarentegen binnen de vooroever elk bijna de helft uit, tegenover resp. 1 en 3% buiten (figuur 4.6.3).

**Figuur 4.6.3**

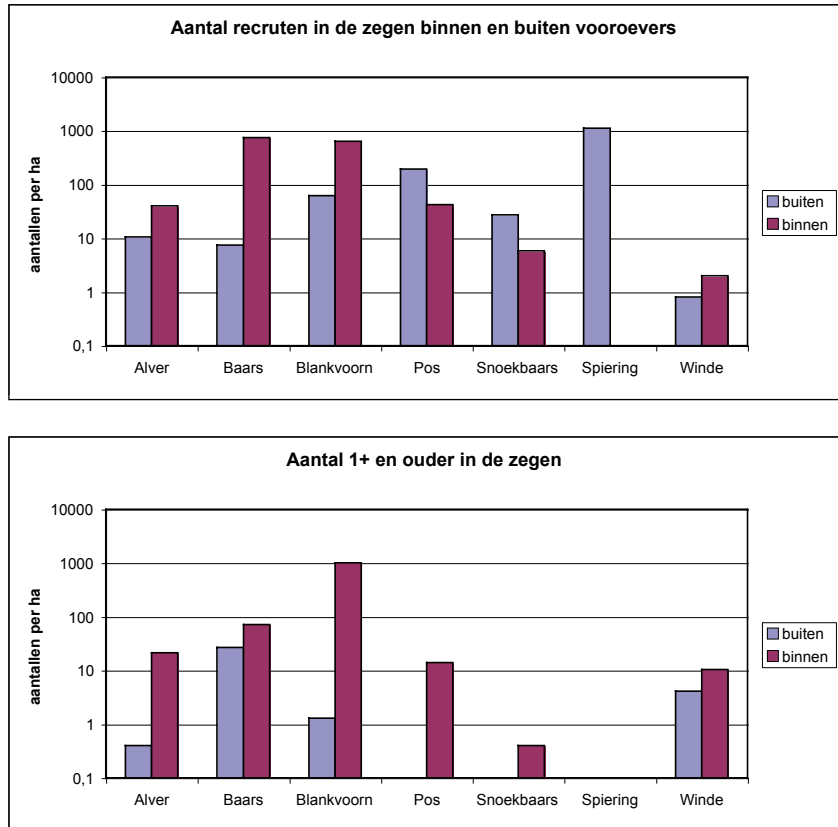
Soortensamenstelling van het visbroedbestand op basis van aantallen.



Absoluut gezien was het broed van Baars binnen de vooroever op grond van de zegenvangsten per hectare een factor 101,1 hoger dan buiten (maar in de electrokor slechts 1,5!), dat van Blankvoorn een factor 10,4 (electrokor factor 18,2). Bij Baars was de voorkeur voor binnen bij het broed veel groter dan bij de oudere vis, bij Blankvoorn was dat niet het geval. De vangst van Spiering bestond geheel uit broed, dat voornamelijk buiten de vooroevers werd gevangen. Ook bij de Snoekbaars werd nauwelijks oudere vis gevangen en was er bij het broed een voorkeur voor buiten. Dat laatste was bij Pos ook het geval, de oudere Pos was echter juist talrijker binnen de vooroever. Vooral voor Baars en Blankvoorn lijkt het gebied achter de vooroever dus van betekenis te zijn geweest als opgroeigebied, terwijl jonge Spiering t.o.v. buiten opvallend afwezig was (figuur 4.6.4).

**Figuur 4.6.4**

Aantallen 0+ vissen (a) en oudere vissen (b) van de meest talrijke soorten binnen en buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).

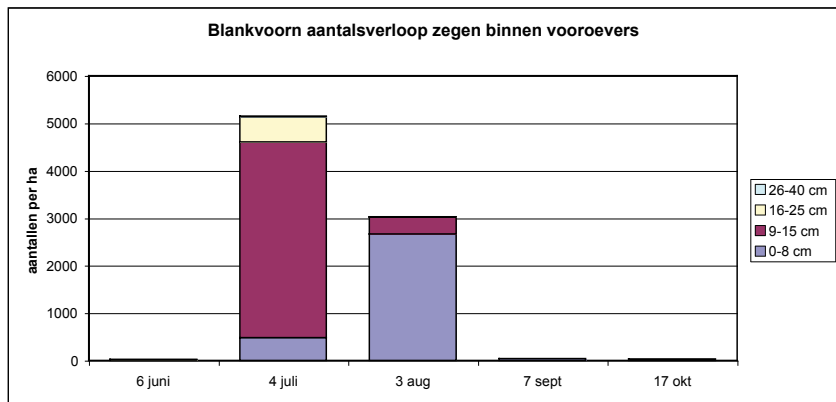
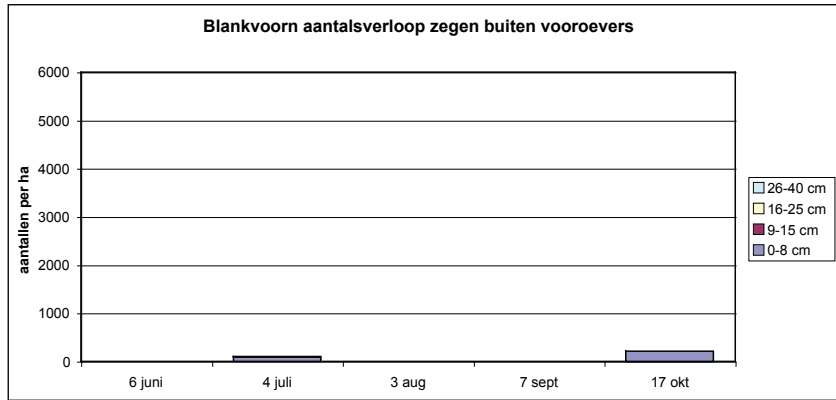


### Seizoensverloop

De hoogste visbiomassa werd gevangen in juli, zowel binnen als buiten de vooroevers (zonder correctie voor vangstinspanning). Binnen de vooroevers, waar de totale biomassa in juli veel groter was dan daarbuiten, bestond twee derde in die maand uit overjarige Blankvoorn, die in de andere maanden veel minder werd gevangen. Maar ook de biomassa van drie andere cypriniden in de vangsten, Brasem, Alver en Winde, was in juli relatief hoog door met name overjarige vis. Blankvoornbroed verscheen eveneens in juli in de zegenvangsten, en had in tegenstelling tot de oudere Blankvoorn ook in augustus nog een hoge biomassa (figuur 4.6.5). In juni werden alleen in de electrokor enkele 0+ Blankvoorns gevangen in de electrokor (3), in de broedkuilvangsten van juni ontbrak de soort geheel. In de electrokor werden net als in de zegen veel hoge dichtheden gevangen binnen de vooroevers, en volgens deze vangsten waren de dichtheden van visbroed van juli t/m september ongeveer constant (figuur 4.6.6). In tabel 4.6.1 is te zien hoe het blankvoornbroed tussen juli en september binnen de vooroevers groeide van 3 cm naar 6 cm. De oudere vis binnen de vooroevers die piekte in juli bestond vooral uit 1+, die groeide van 10 naar 12 cm, maar ontertussen geleidelijk uit de vangsten verdween.

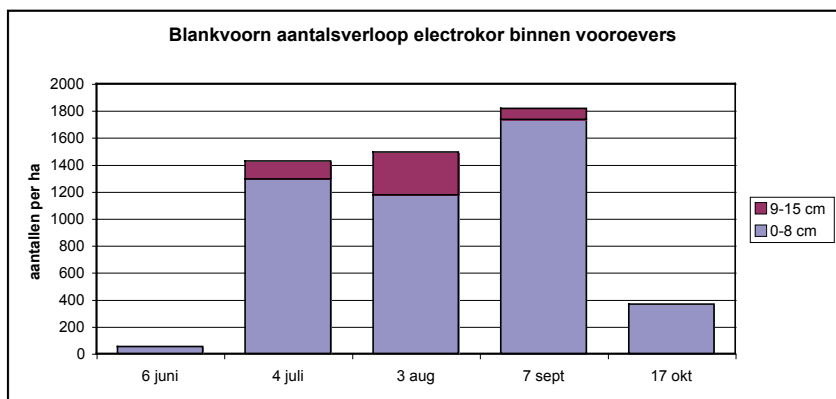
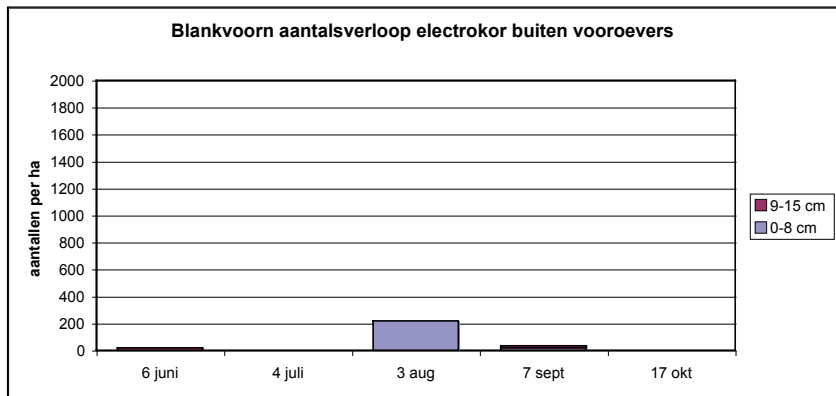
**Figuur 4.6.5**

Seizoensverloop van Blankvoorn binnen en buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



**Figuur 4.6.6**

Seizoensverloop van Blankvoorn binnen en buiten de vooroevers, op grond van de electrovangsten (aantal per ha). Op 17 oktober is alleen binnen de vooroevers gevestigd.

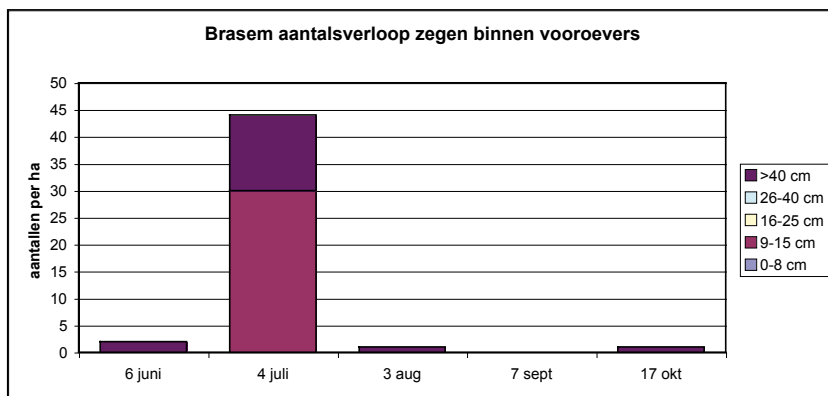


	6 juni	4 juli	3 aug	7 sept	17 okt
Verloop van de lengteverdeling van Blankvoorn binnen de vooroevers (aantallen per lengteklasse van een cm).	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	12	0	0	0
3	0	250	111	0	0
4	0	20	1273	30	0
5	0	0	1280	81	7
6	1	0	143	90	30
7	2	123	0	37	15
8	0	359	0	8	1
9	0	1439	18	0	0
10	0	2037	49	0	0
11	0	478	106	0	0
12	0	0	107	4	0
13	0	45	59	0	0
14	0	45	20	1	0
15	4	90	10	2	0
16	0	90	4	0	0
17	0	90	3	0	0
18	3	15	2	1	0
19	2	90	1	0	0
20	1	45	1	0	0
21	0	75	0	0	0
22	0	75	1	0	0
23	1	45	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	15	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0

Brasems werden in de zegen eveneens vooral in juli gevangen, en bijna uitsluitend binnen de vooroever (figuur 4.6.7). In totaal werden daar 17 grote Brasems gevangen (waarvan 14 in juli van 41-56 cm), tegenover 2 buiten de vooroevers (beide in juli). Daarnaast werden er in juli 30 1+ Brasems binnen de vooroevers gevangen (11-12 cm). In de electrokor ontbrak de Brasem. Broed kwam alleen voor in de broedkuilvangsten van juni, en slechts met 3 exemplaren.

**Figuur 4.6.7**

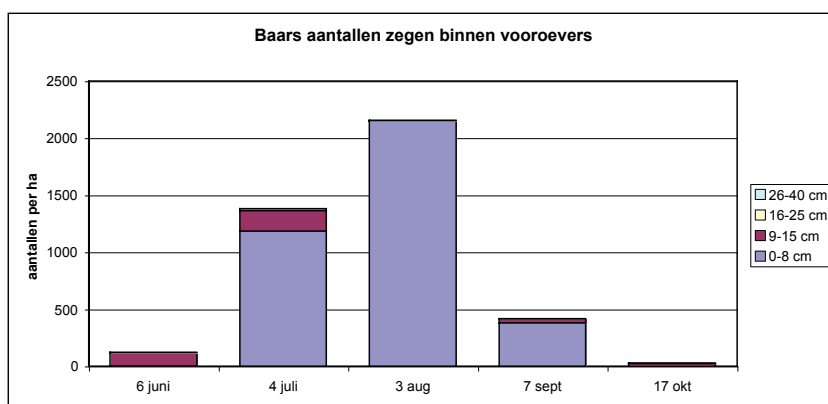
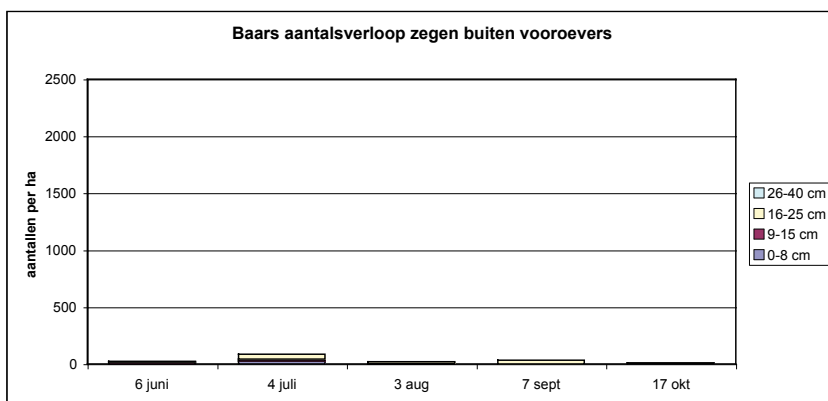
Seizoensverloop van Brasem binnen de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



Net als bij Blankvoorn verscheen ook van Baars het broed binnen de vooroever in juli in de zegenvangsten, en hier nam de biomassa (en de aantallen) van het broed verder toe in augustus (figuur 4.6.8). Buiten de vooroevers is er dan sprake van afname, maar daar was de jonge vis wel eerder aanwezig. Er ontstaat zo dus een beeld van verplaatsing van buiten naar binnen de vooroevers. De oudere vis piekte zowel binnen als buiten de vooroevers in juli, waarbij de grootste vis zich buiten de vooroevers concentreerde. De vangsten in de elektrokor lieten een ander beeld zien, met aanzienlijk minder verschil tussen vangsten binnen en buiten de vooroevers, en een ander seizoenspatroon (figuur 4.6.9).

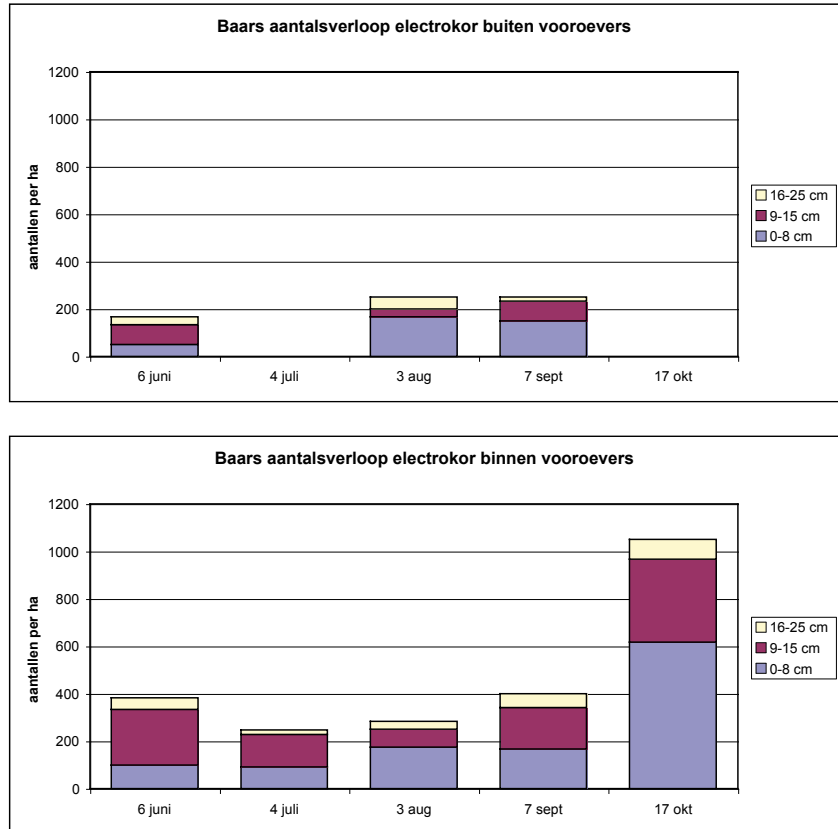
**Figuur 4.6.8**

Seizoensverloop van Baars binnen en buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



**Figuur 4.6.9**

Seizoensverloop van Baars binnen en buiten de vooroevers, op grond van de electrovangsten (aantal per ha). Op 17 oktober is alleen binnen de vooroevers gevestigd.



De veranderingen in de leeftijdsopbouw van Baars binnen de vooroevers lijken op die van Blankvoorn. In juli verschijnt broed van ca. 4 cm, die in de loop van het seizoen groeit tot 8 cm (tabel 4.6.2). De oudere vis in juli is ook hier voornamelijk 1+ Baars van 10 cm. Opvallend is dat die jaarklasse (van planktivore Baars) dan buiten de vooroevers nagenoeg ontbreekt, terwijl oudere (piscivore) vis buiten relatief meer voorkomt (figuur 4.6.10).



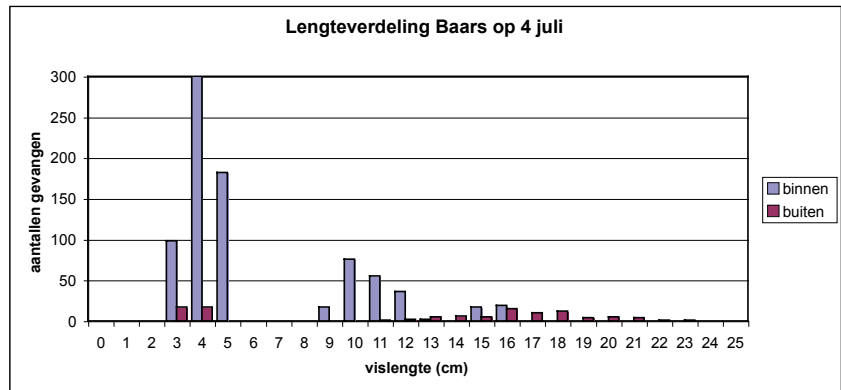
**Tabel 4.6.2**

Verloop van de lengteverdeling van Baars binnen de vooroevers (aantallen per lengteklasse van een cm).

	6 juni	4 juli	3 aug	7 sept	17 okt
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	98	0	0	0
4	0	916	0	0	0
5	0	182	557	0	0
6	0	0	1126	0	0
7	7	0	405	159	14
8	7	0	83	241	46
9	20	17	0	34	11
10	37	76	0	4	2
11	17	55	2	3	5
12	2	36	2	1	0
13	3	2	1	3	2
14	4	0	3	7	1
15	3	17	3	5	2
16	2	19	1	3	1
17	2	0	1	2	0
18	1	0	4	0	1
19	0	0	0	1	1
20	0	0	0	1	1

**Figuur 4.6.10**

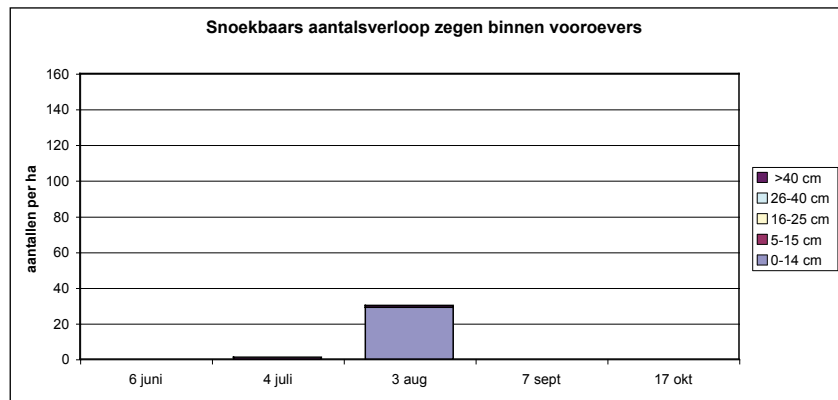
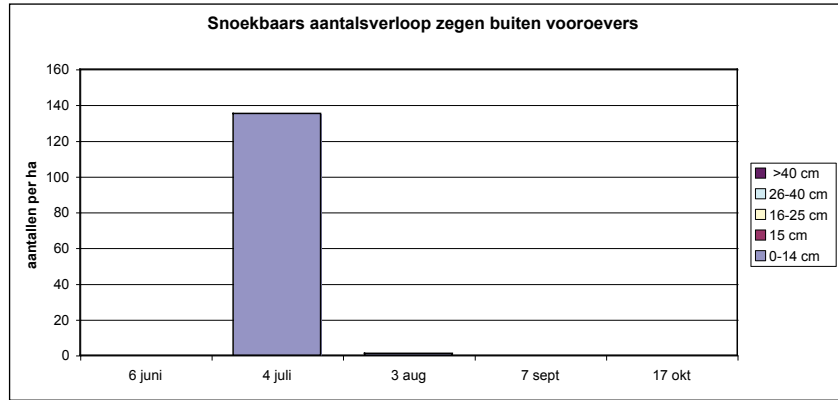
Lengteverdeling van Baars binnen en buiten de vooroevers op 4 juli (aantal van 4 cm binnen de vooroevers afgesneden in grafiek, bedroeg 916).



Bij Snoekbaars waren de vangsten grotendeels beperkt tot 0+ vis. In totaal vijf 0+ vissen werden in juni in de broedkuil gevangen en één in augustus in de electrokor. De rest van de Snoekbaars werd gevangen met de zegen, en net als bij Baars en Blankvoorn leek het broed van juli naar augustus van buiten naar binnen de vooroevers te verplaatsen. In september en oktober werd in het geheel geen Snoekbaars gevangen (figuur 4.6.11).

**Figuur 4.6.11**

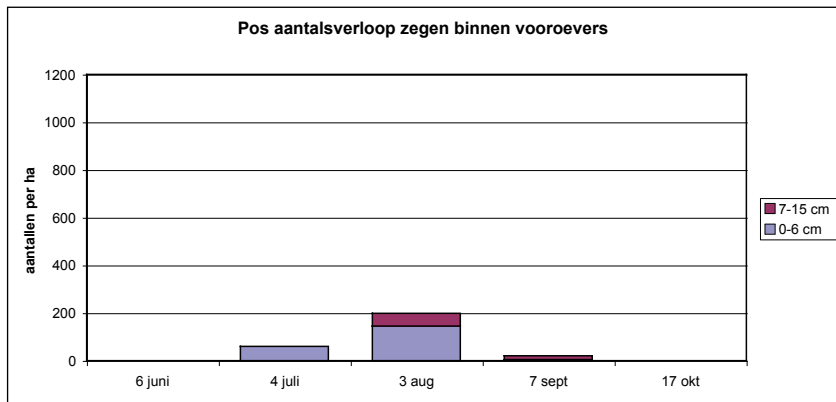
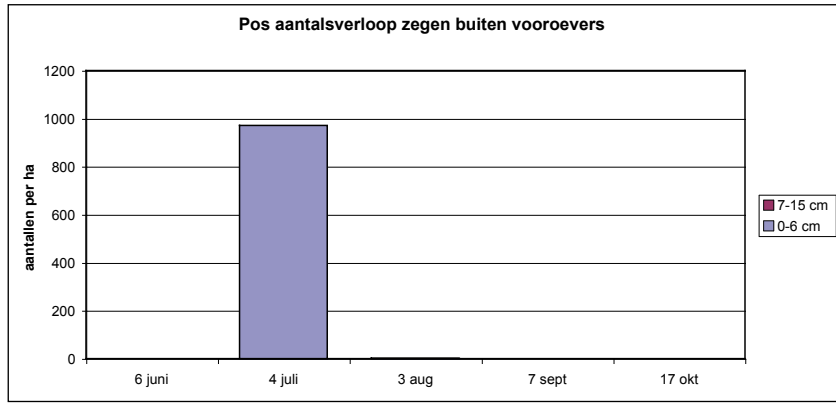
Seizoensverloop van Snoekbaars binnen en buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



Nagenoeg het zelfde beeld vertoont de Pos, verplaatsing van broed van buiten naar binnen tussen de juli en de augustusvangsten (figuur 4.6.12), en ook hier nagenoeg geen vangsten in de broedkuil of de electrokor.

**Figuur 4.6.12**

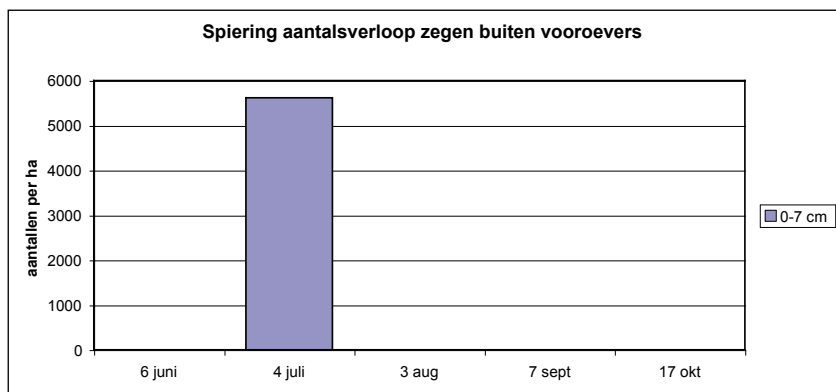
Seizoensverloop van Pos binnen en buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



Bij Spiering ging het uitsluitend om broed. In de broedkuil werden in juni kleine hoeveelheden gevangen; 200 vissen buiten de vooroevers en 100 binnen bij gelijke inspanning, maar bij een tweede trek buiten de vooroevers werd geen Spiering gevangen. De bulk werd echter in juli in de zegen gevangen, ruim 7000 vissen, uitsluitend buiten de vooroevers. Daarna ontbrak de soort geheel in de vangsten (figuur 4.6.13). Als enige van de talrijke soorten trekt bij Spiering het broed dus kennelijk niet de vooroevervakken in.

**Figuur 4.6.13**

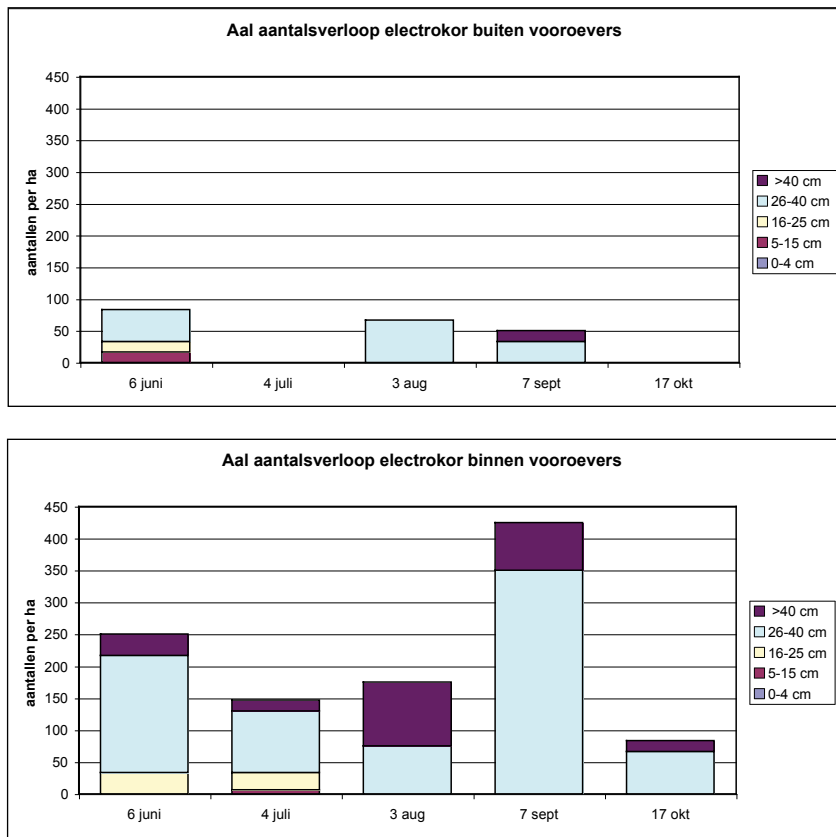
Seizoensverloop van Spiering buiten de vooroevers, op grond van de zegenvangsten (aantal per ha).



Aal is uitsluitend gevangen in de electrokor. Er lijkt gedurende het gehele seizoen een duidelijke voorkeur voor het water achter de vooroevers te zijn geweest (figuur 4.6.14).

**Figuur 4.6.14**

Seizoensverloop van Aal binnen en buiten de vooroevers, op grond van de electrovangsten (aantal per ha). Op 17 oktober is alleen binnen de vooroevers gevestigd.



Algemeen beeld is dus een broedpiek bij diverse belangrijke soorten buiten de vooroevers in juli, gevolgd door afname in combinatie met toename binnen de vooroevers tot piekdichtheden in augustus. Deze concentratie binnen de vooroever is het sterkst bij Baars en Blankvoorn, maar treedt later in het seizoen ook op bij Snoekbaars en Pos. Ook de 1+ jaarklasse van m.n. Blankvoorn en Baars lijkt ten minste tijdelijk (juli) een sterke voorkeur voor de vooroevervakken te hebben. Van de meest talrijke soorten is de Spiering de enige die niet achter de vooroevers verschijnt in augustus.

---

## 4.7 Vogels

Een aantal watervogelsoorten kunnen in principe invloed hebben op het gemeten abundantieverloop van waterplanten en mosselen. Voor waterplanten zijn dat in het proefgebied met name Knobbelzwanen en Meerkoeten, voor mosselen Meerkoeten en Kuifeenden.

### Knobbelzwaan

Knobbelzwanen brengen vanouds in aantallen van honderden tot orde grootte duizend vogels de ruitijd (zomer) door langs de Houtribdijk. Ze voedden zich in het verleden (periode met weinig waterplanten) met *Cladophora* en *Bangia*, resp een draadvormige groenalg en roodalg, die rond de waterlijn op de stenen oeverbeschoeiing groeien. Met het toenemen van de waterplanten langs de Friese kust namen ze langs de Houtribdijk wat af. Nu er binnen de vooroevers ook planten staan foerageren ze ook daar op. De aantallen die tijdens het veldwerk van 2006 werden geteld, orde grootte 200 vogels in en rond het vooroevergebied (tabel 4.7.1), zijn niet groter dan de aantallen in de jaren tachtig. Mogelijk wel groter dan de lagere aantallen van de jaren negentig. De aantallen waren in het algemeen het hoogst in de vooroevervakken 3 en 4, dus het proefgebied, tevens de vakken waar bij de kartering van 2004 de meeste waterplanten stonden. De dichtheden van de Knobbelzwanen ten opzicht van de interne bedekking van waterplanten waren lager dan bijv. in het Veluwemeer. Aangezien een deel van de planten voor de zwanen wellicht niet bereikbaar is door een te grote diepte, kan echter plaatselijk sprake zijn van een substantiële graasdruk.

.....  
**Tabel 4.7.1**

Aantallen Knobbelzwanen in het proefgebied op de velddagen in 2006.

Locatie	23 mei	13 jun	15 jun	16 jun	6 jul	26 jul	28 aug	16 aug	5 sep	6 sep
Strand Aalscholverkolonie					0	0	0	45	1	11
Krib 1 en 2 binnen					17	70	6	0	1	0
Krib 1 en 2 buiten					6	10	0	0	0	0
Krib 3 binnen	5	50	15	25	53	0	0	42	29	0
Krib 3 buiten					0	0	0	35	0	0
Open stuk 1				1	0	7	0	10	0	0
Krib 4 binnen			25	37	69	40	6	75	100	129
Open stuk 2				0	0	0	0	3	0	1
Strand Naviduct					1	0	2	0	100	95

### Meerkoet

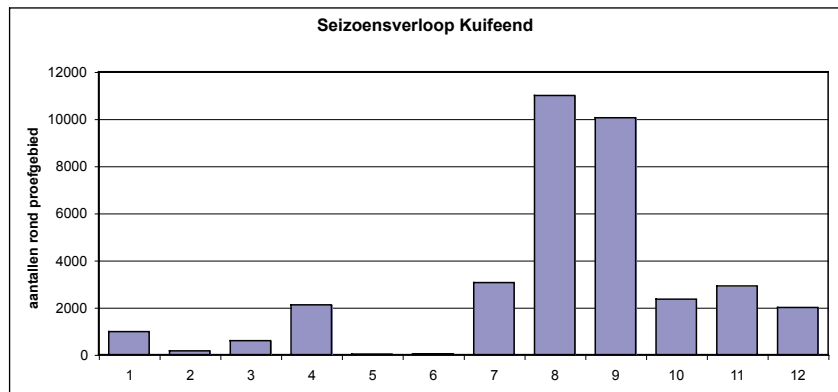
Het aantal Meerkoeten bedroeg meestal enkele tientallen per vooroevergebied, pas in september was het aantal met in totaal ruim 500 iets hoger. Er was geen duidelijke voorkeur voor vooroevervakken 3 of 4. Van een substantiële graasdruk op planten is waarschijnlijk geen sprake geweest, zeker niet in vergelijking met de graasdruk van de Knobbelzwanen. De predatiedruk op Driehoeksmosselen was waarschijnlijk eveneens beperkt.

### Kuifeend

Vooral in augustus en september lagen in elk van de vooroevervakken duizenden Kuifeenden. Op 6 september ging het in totaal om ca. 5000 vogels. Kuifeenden slapen in principe overdag in beschutte wateren en foerageren voornamelijk 's nachts in de ruime omgeving van die slaappleatsen. In de ruitijd (augustus) kunnen de vogels echter enkele weken niet vliegen, zodat ze ter plaatse aan de kost moeten zien te komen. Sinds ongeveer 1995, mogelijk in relatie met de aanleg van de vooroevers, is het gebied aan de zuidzijde van de Houtribdijk een belangrijk ruigebied voor Kuifeenden, met concentraties van orde grootte 20.000 vogels, waarvan ongeveer de helft in het proefgebied (figuur 4.7.1). In deze periode zijn in het algemeen andere prooien dan Driehoeksmosselen favoriet, maar gezien de geringe diepte is het mogelijk dat in deze periode door Kuifeenden invloed is uitgeoefend op de abundantie van de mosselen in het proefgebied. En gezien de grote aantallen Kuifeenden zou die invloed ook bij een beperkt voedselaandeel voor de eenden toch groot kunnen zijn.

**Figuur 4.7.1**

Gemiddeld seizoensverloop van Kuifeenden in het gebied van de vooroevers langs de Houtribdijk over de laatste tien jaar (gegevens M. van Eerden).



### Overige soorten

Van de overige soorten heeft mogelijk een groep van 100-150 ruiende Canadese Ganzen enige invloed gehad op de vegetatie. Deze vogels waren aanwezig in juli, maar werden met name op het strandje bij het Naviduct gezien, of zwemmend in het open stuk tussen vooroevervakken 3 en 4. De invloed van deze vogels zal dus beperkt zijn geweest.

---

---

## 5 Discussie

---

### **Sedimentatie en omkering doorzichtgradient**

Het proefgebied ligt in een gedeelte van het Markermeer waar het water in samenhang met het zandige sediment een deel van de tijd waarschijnlijk helderder is dan op het veel slibbiger, centrale MWTL meetpunt van het Markermeer. Dat lijkt vooral het geval te zijn bij oostenwind, als de Houtribdijk ook nog een luwtewerking heeft. Bij zuidwestenwind is er waarschijnlijk weinig verschil met het midden van het meer. De resultaten van de sedimentvalproef suggereren dat bij hardere, zuidwestenwind het water buiten de vooroevers aanzienlijk rijker aan zwevend stof is dan binnen de vooroevers, zodat onder deze omstandigheden ook de helderheid achter de vooroevers groter zal zijn. Na de aanleg van vooroevers veranderen de fysische omstandigheden voor flora en fauna, waardoor de ecologie van de gebieden achter deze vooroevers bepaalde ontwikkelingen doormaakt. Op grond van de doorzichtmetingen lijkt het doorzicht dicht langs de Houtribdijk achter de vooroevers ook op windarme dagen hoger te zijn dan in de open stukken, wellicht ook door een verminderde turbulentie door golfaanval in de relatief ondiepe oeverzones. Dit laatste wordt gesuggereerd door het feit dat het doorzicht buiten de vooroevers dicht langs de oever juist het slechtst is.

Op grond van de sedimentsamenstelling op de monsterpunten van het waterplantengrid lijkt daarnaast sprake te zijn van slibafzetting om de dammen aan de uiteinden van het vooroevertak, waardoor tegenwoordig in een gradiënt van de Houtribdijk naar de vooroevers met de diepte ook het slibgehalte toeneemt. Door deze sedimentatie neemt de diepte aan de kant van de vooroevers waarschijnlijk ook af. In tegenstelling tot de zandige, ondiepe oeverzones langs de Houtribdijk, is het doorzicht aan de kant van de vooroevers niet groter dan op de zelfde afstand van de Houtribdijk buiten de vooroevers. Daardoor is ook het doorzicht aan de kant van de vooroevers slechter dan aan de kant van de Houtribdijk. Buiten de vooroevers is dat andersom. Wellicht heeft dat te maken met windresuspensie van het inmiddels in deze zone gesedimenteerde slib.

### **Vegetatie**

Tijdens een kartering in 1996, vóór de aanleg van de vooroevers, werden in het proefgebied (traject Enkhuizen – Trintelhaven) kleine hoeveelheden Schedefonteinkruid en Doorgroeid Fonteinkruid gevonden, en zeer kleine hoeveelheden Tenger Fonteinkruid en Zannichellia. Na aanleg van de vooroevers waren op grond van de karteringen in 2002 en 2004 de plantenbedekkingen aanvankelijk lager, maar in 2006 bleek zowel qua diversiteit als qua bedekking toch een duidelijke, positieve ontwikkeling te hebben plaatsgevonden. Dat het doorzicht buiten de vooroevers in elk geval op windarme dagen



---

nauwelijks slechter is dan binnen de vooroevers in combinatie met de sterke opkomst achter die vooroevers en het vrijwel ontbreken van planten daarbuiten, suggereert dat de beschutting voor golfaanvallen en turbulentie in dit gebied de cruciale factor is. Dat idee wordt versterkt door de waarneming dat de slibval buiten de vooroevers elke maand min of meer moest worden uitgegraven. Ook de grote zandfractie in deze val t.o.v. de val binnen de vooroever suggereert grote instabiliteit van de lokale top laag.

De plantengroei beperkt zich binnen de vooroevers niet tot de punten die het dichtst bij de Houtribdijk zijn gelegen, en die dus helderder zijn dan de corresponderende punten buiten de vooroevers. Plantengroei is ruwweg mogelijk tot op waterdiepten van ongeveer twee maal het gemiddelde doorzicht, in het proefgebied dus ongeveer 140 cm (hoewel mogelijk een overschatting omdat het doorzicht op de velddagen gekoppeld is aan kalm weer). De locaties langs de Houtribdijk liggen daar met minder dan een meter ruim binnen, zowel binnen als buiten de vooroevers. Binnen de vooroevers zijn in de praktijk over de gehele diepterange, tot 190 cm, planten aangetroffen. De overige gevolgen van de aanleg van de vooroevers, sedimentatie van slib en verhoogde aantrekkelijkheid voor vogels en vis, zijn niet onverdeeld gunstig voor de vegetatieontwikkeling. De gradiënt van diepte (en daarmee ook graasintensiteit), sedimentsamenstelling en doorzicht die tussen Houtribdijk en vooroever is ontstaan, veroorzaakt een duidelijke zonering van soort samenstelling en dichtheid van de vegetatie. Graas door Knobbelzwanen en in mindere mate Meerkoeten, maar ook voortzetting van slibsedimentatie, zullen in de toekomst invloed uitoefenen op de ontwikkeling van deze zonering. Bij verdere slibsedimentatie zou door resuspensie mogelijk het doorzicht weer slechter kunnen worden, tenzij de vegetatie deze ontwikkeling weet bij te houden en via bodemfixatie e.d. onderdrukt. Gezien de sterke ontwikkeling van de vegetatie ondanks graasdruk zal de rol van graas in de verdere ontwikkelingen beperkt zijn.

Aantrekkingskracht op vis als grote Brasem kan beïnvloeding van de vegetatieontwikkeling tot gevolg hebben, maar de hoeveelheid Brasem in de vangsten was beperkt. Waarschijnlijk is de aanwezigheid van vegetatie achter de vooroevers een belangrijk deel van de aantrekkelijkheid voor jonge vis in het algemeen.

### **Driehoeksmosselen**

De dichtheden van de Driehoeksmossel waren op grond van de kartering van 2000 rond het proefgebied laag. Dat lijkt na de aanleg van de vooroevers niet veranderd te zijn. Mogelijk zijn de dichtheden op de meer ondiepe, relatief zandige locaties binnen de vooroevers hoger dan op overeenkomstige locaties daarbuiten, maar dat wordt gecompenseerd door het ontbreken (verdwijnen) van mosselen op de locaties aan de kant van de vooroevers, waar slib is gesedimenteerd. Predatie door de vele Kuifeenden die hier in augustus de rui doormaken is mogelijk een oorzaak voor de beperkte grootte van de mosselen, ook al maken mosselen in de regel in die periode maar

---

een klein deel van het dieet uit (De Leeuw & van Eerden 1995). Deze situatie is echter onveranderd sinds ongeveer 1995, en de eenden maken (overdag) zowel van de wateren binnen de vooroevers gebruik als van die daarbuiten. Zowel voortgaande slibsedimentatie als verdere kolonisatie door waterplanten zal de wateren binnen de vooroevers voor Driehoeksmosselen waarschijnlijk negatief beïnvloeden.

### **Natuurwaarden en toekomstige ontwikkelingen**

De aanleg van de vooroevers lijkt door het verminderen van mechanische belasting voor waterplanten en verbeterd doorzicht te hebben geresulteerd in een toename van de lokale diversiteit van de vegetatie. De magere bedekking van 2004 kan samenhangen met het zeer slechte doorzicht van het Markermeer in die zomer. De afwezigheid van essentiële verschillen in doorzicht binnen en buiten de vooroevers in 2006, ook al betreft dit alleen de kalme dagen, suggereert echter dat met name het wegvallen van mechanische belasting door golfaanvallen de vegetatie in staat heeft gesteld gebruik te maken van mogelijkheden die het doorzicht sowieso al bood. Daarbij zijn slibsedimentatie en graasdruk tegengestelde krachten, en mogelijk speelt op termijn ook een lokale input van nutriënten als gevolg van op de vooroevers rustende vogelconcentraties. Tegelijk betekent deze laatste functie van de dammen op zichzelf, ook door de aantrekkingskracht op andere dan de hier besproken vogelsoorten, een verrijking voor het gebied. De natuurwaarde van het gebied is dus in het algemeen duidelijk verhoogd na aanleg van de vooroevers, maar welke aspecten van deze verrijking zich zullen handhaven en in welke mate is moeilijk te voorspellen.

---

---

## 6 Conclusies

---

Het gebied rond de vooroevers heeft een andere relatie met wind dan de overige delen van het Markermeer, enerzijds door de zandige bodem ter plaatse, anderzijds door de luwtewerking van de Houtribdijk bij oostenwind. Op windarme dagen met oostenwind is de helderheid hier daarom groter dan in het midden van het meer.

De vooroevers hebben een luwtewerking bij zuidwestenwind, die tot uiting komt in een aanzienlijk grotere neerslag van sediment in sedimentvallen buiten de vooroevers. Dit sediment heeft een grote zandfractie en is daarom waarschijnlijk grotendeels ter plaatse opgewerveld en gehersedimenteerd. Achter de vooroevers lijkt echter in de diepere delen aan de kant van de vooroevers nieuw slib op de oorspronkelijke zandbodem te sedimenteren.

Op dagen met veel wind vanuit het zuidwesten is het doorzicht achter de vooroevers waarschijnlijk groter dan daarbuiten. Op kalme dagen is het doorzicht binnen de vooroevers dicht langs de Houtribdijk groter door verminderde golfaanval op de ondiepten langs de oever, maar aan de kant van de vooroevers is het doorzicht gelijk aan het doorzicht op dezelfde afstand van de Houtribdijk buiten de vooroevers. Bij hardere oostenwind zou het daar zelfs troebeler kunnen zijn door opwerveling van het slib dat hier inmiddels is gesedimenteerd.

Buiten de vooroevers is de toplaag van het zandige sediment zeer instabiel, gezien de grote zandfractie in de sedimentvallen en het feit dat deze vallen, anders dan binnen de vooroevers, elke maand moeten worden "uitgegraven".

Gemiddeld is het dus waarschijnlijk helderder achter de vooroevers, en op deze situatie in combinatie met de verminderde mechanische belasting hebben de planten achter de vooroevers sterk positief gereageerd. De interne bedekking is tussen 2006 en 2004 verviervoudigd, en de soortenrijkdom is verdubbeld. Kranswier heeft zich relatief sterk uitgebreid en er was in 2006 een zonerings met kranswier en Zannichellia op de ondiepe locaties, Aarvederkruid op de diepere, terwijl Schede- en Tenger Fonteinkruid een bredere verspreiding hadden.

Op de locaties achter de vooroevers waar de bodem slibbig is geworden, komen geen Driehoeksmosselen meer voor. De gemiddelde dichtheden over het gehele gebied achter de vooroevers zijn daarom aanzienlijk lager dan buiten de vooroevers. Mogelijk zijn de absolute dichtheden op ondiepe, zandige locaties wel iets verhoogd, maar de dichtheden zijn laag en de mosselen zijn zeer klein. Mogelijk

---

houdt dat verband met de geringe diepte en de grote ruipopulatie van Kuifeenden die zich hier sinds 1995 ophoudt. Gezien de grote aantallen mosselen op de sedimentvallen buiten de vooroevers heeft de beperkte dichtheid op de bodem mogelijk te maken met een te grote dynamiek van de toplaag. De waterbeweging is dan juist weer van voordeel ten opzichte van het water binnen de vooroevers, waar minder mosselen op de sedimentvallen waren vastgehecht.

Het gebied achter de vooroevers wordt in de zomer gebruikt als opgroeigebied voor jonge vis. Na juli neemt de abundantie van jonge Blankvoorn, Baars, Snoekbaars en Pos buiten de vooroevers af, en binnen toe. Alleen de jonge Spiering verschijnt niet binnen de vooroevers. Van de oudere vis concentreert zich vooral de Blankvoorn sterk achter de vooroevers, met name de 1+ generatie.

Waarschijnlijk de belangrijkste functie die het proefgebied voor vogels heeft in termen van relatieve aantallen, is die van ruigebied voor Kuifeenden. Mogelijk is het ontstaan van deze ruiconcentratie in de jaren 90 beïnvloed door de aanleg van de vooroevers. Invloed van vogels op de ontwikkeling van de ondergedoken vegetatie kan bestaan via graas van orde grootte 200 Knobbelswanen in het zomerhalfjaar.

---

## 7 Aanbevelingen

---

Enkele suggesties voor verder onderzoek:

Studie van de sedimentatie achter vooroevers

Analyse van vliegtuigtellingen van watervogels in relatie tot aanleg van de dammen en vegetatieontwikkeling

Representatieve doorzichtmetingen in relatie tot windsnelheid en windrichting

Gedragswaarnemingen van vogels

Uitbreiding van het onderzoek met inventarisaties van effecten van andere inrichtingsprojecten, vooral om inzicht te verkrijgen in de invloed van de uitvoering van dammen m.b.t. oriëntatie op windrichting en effecten van openingen.

---

---

## 8 Literatuur

---

De Leeuw J.J. & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. Flevobericht 373, RDIJ, Lelystad.

Noordhuis R. & E.-J. Houwing 2003. Afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer. RIZA rapport 2003.016, Lelystad.

Smits J.B., J. Postema & H. Hootsen 2005. Monitoring van waterplanten en perifyton in het IJsselmeergebied 2004. IJG-rapport 2005-7, Lelystad.



---

---

## 9 Dankwoord

---

Het project werd uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied en werd begeleid door Michael Tjeertes. De visbemonsteringen werden uitgevoerd door AquaTerra, waarvan met name Juke Kampen en Sonja Vernooij medewerking verleenden aan afstemming van veldwerk en bij de rapportage. In het veld werd assistentie verleend door Jaap Daling, Mervyn Roos, Ramil Scheper, Serge Rotteveel, Marcel van der Berg, Bart Reeze (allen RIZA), Michael Tjeertes (RDIJ) en Marnix Laanen (Water Insight BV).

---

