

Inventarisatie Driehoeksmosselen Markermeer 2006/2007

15 maart 2007

Inventarisatie Driehoeksmosselen Markermeer 2006/2007

11 juni 2008

R. Noordhuis & J. van Schie

Samenvatting 8

1. Inleiding 9

- 1.1 Belang van Driehoeksmosselen in het ecosysteem van het IJsselmeergebied 9
- 1.2 Geschiedenis van de Driehoeksmossel in het IJsselmeer en Markermeer 10
- 1.3 Overige tweekleppigen 10
- 1.4 Doelstelling 11
- 1.5 Uitvoering kartering 11

2. Materiaal en methoden 13

- 2.1 Bemonsteringslocaties 13
- 2.2 Bemonstering 13
- 2.3 Analyse 15
- 2.4 IJkmonsters en overige soorten 15
- 2.5 Berekening van de dichtheid 16

3. Resultaten 17

- 3.1 Dichtheid van driehoeksmosselen 17
 - 3.1.1. Dichtheid per locatie 17
 - 3.1.2. Dichtheid en diepte 18
 - 3.1.3. Dichtheid en bodemtype 21
- 3.2 Dichtheden luwtegebieden 2007 21
- 3.3 Vergelijking met voorgaande jaren 23
- 3.4 Lengteverdeling en filtratiecapaciteit 30
- 3.5 Drooggewicht en aantallen 34
- 3.6 Conditie 37
- 3.7 Overige schelpdiersoorten 39
 - 3.7.1. De "Quagga-mossel" *Dreissena bugensis*. 39
 - 3.7.2. Korfmosselen *Corbicula* spp. 40
 - 3.7.3. Erwtmosselen *Pisidium* spp. 44
 - 3.7.4. Overig 44

4. Discussie 45

- 4.1 Driehoeksmosselen Markermeer 45
- 4.2 Driehoeksmosselen IJsselmeer 45

5. Conclusies en aanbevelingen 50

- 5.1 Conclusies Markermeer/IJmeer 50
- 5.2 Conclusies IJsselmeer 51
- 5.3 Aanbevelingen 52
 - 5.3.1. Methode 52
 - 5.3.2. Inhoudelijk 52
 - 5.3.3. Overige soorten 53

6. Literatuur 56

Dankwoord 58

Bijlage A Kaart monsterpunten 59

Bijlage B Veldgegevens per locatie 62

Bijlage C Veld- en labgegevens per deelmonster 75

Bijlage D Lengteverdeling Driehoeksmosselen 112

Samenvatting

In december 2006 en november 2007 werden in herhaling van karteringen die in 1993/94 en 1999/2000 werden uitgevoerd, een mosselkartering in resp. het Markermeer/IJmeer en het IJsselmeer uitgevoerd op een regelmatig grid van 88 resp. 140 monsterpunten (gehalveerd t.o.v. 2000). Daarbij werd een gemiddeld biovolume gevonden van 12,9 ml per m² in de kom van het Markermeer, 28,3 ml per m² in de Hoornsche Hop, 59,8 ml per m² in het IJmeer, 24,0 ml/m² in het noordelijk IJsselmeer en 52,7 ml/m² in het zuidelijk IJsselmeer. Ten opzichte van de kartering van 1999/2000 betekent dat in het Markermeer een afname met resp. 21, 32 en 21% (na een veel sterkere afname tussen 1993 en 2000) en in het IJsselmeer met resp. 81 en 90%. Hoewel over de exacte percentages discussie mogelijk is, blijft in het Markermeer op z'n minst gebrek aan herstel staan (totale afname t.o.v. 1981 bedraagt 76%)., en in het IJsselmeer een forse afname. In het Markermeer kwamen mosselen van meer dan 11 mm in de monsters vrijwel niet voor, waarmee de trend naar kleinere mosselen verder lijkt te zijn doorgezet. In het IJsselmeer lijkt vooral in het zuiden eveneens een ontwikkeling naar kleinere mosselen en een slechtere conditie gaande te zijn. De nieuwe afname in het IJsselmeer ging niet gepaard met lagere aantallen Kuifeenden. Mogelijk is de afname verbonden aan het optreden van lage zuurstofconcentraties bij de bodem en daarmee ook met de opwarming van het water door klimaatverandering.

Andere tweekleppigen die werden gevonden waren erwtenmosselen *Pisidium* (waarschijnlijk m.n. *P. subtruncatum*, vooral op slibbige locaties in het midden van het meer, in combinatie met lage dichtheden van Driehoeksmosselen) en korfmosselen. Korfmosselen zijn voor het eerst in het gebied aangetroffen bij de MWTL biotoopbemonsteringen van 2000 (alleen in het zuidelijke IJmeer) en 2004 (zuidelijk IJmeer, Gouwzee en Markermeer Trintelhaven). Bij de mosselkartering van 2006 werden ze gevonden in het zuidelijke IJmeer, langs de Houtribdijk en bij Lelystad. In 2007 werden ze ook gevonden in het zuidelijke IJsselmeer, in lage aantallen in de Gouwzee en in relatief hoge dichtheden bij Pampushaven en in het kustgebied voor Muiden. Zowel in de MWTL monsters als bij de kartering van 2006 betrof het uitsluitend de Aziatische Korfmossel *Corbicula fluminea*. Het meest recent is de kolonisatie door de Quagga-mossel *Dreissena bugensis*, die in 2007 vooral in het zuidelijke IJsselmeer werd gevonden, maar ook bij de Zeughoek en bij Kornwerd.

1. Inleiding

1.1 Belang van Driehoeksmosselen in het ecosysteem van het IJsselmeergebied

De Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* is één van de sleutelsoorten in de ecosystemen van het IJsselmeergebied. Enerzijds is een groot aantal watervogels en vissen afhankelijk van de mosselen als voedsel, anderzijds filteren ze het water om aan voedsel te komen.

Driehoeksmosselen zijn in het IJsselmeergebied gedurende de wintermaanden stapelvoedsel voor met name Kuifeenden en Tafeleenden (de Leeuw 1997, de Leeuw & van Eerden 1995), en de aantallen van deze vogels in het winterhalfjaar worden in hoge mate gestuurd door de populatieontwikkelingen van de mosselen (Noordhuis & Houwing 2003, Voslamber & van Turnhout 1998). In mindere mate gebruiken ook Brilduikers en Meerkoeten de mosselen als voedsel. Onder de vissen is vooral de Blankvoorn een schelpdiereter.

Filtratie van het water door mosselen is van belang voor de waterkwaliteit, vooral omdat daarbij niet alleen de eetbare algen worden verwijderd, maar ook de oneetbare fractie van het zwevend stof. Die wordt met slijm samengekit tot "pseudofaeces", die worden uitgescheiden en vervolgens naar de bodem zinken. Door hun fysieke aanwezigheid wordt bovendien de stabiliteit van de bodem groter, waardoor resuspensie vermindert. Het water wordt daardoor helderder. Een volwassen mossel filtert ongeveer een liter water per dag (o.a. Reeders 1989, Reeders et al. 1989), en bij dichtheden van enkele honderden mosselen per vierkante meter wordt een zodanig deel van het meerwater gefilterd dat dit een sterk effect op de helderheid van het meerwater kan hebben (o.a. Noordhuis et al. 1992). Veranderingen in de populatieomvang resulteert daarom niet alleen in veranderingen in de aantallen vogels, maar ook in veranderingen in het doorzicht (Noordhuis & Houwing 2003).

Mosselbanken vormen verder een habitat voor vele soorten ongewervelde dieren. Via het doorzicht hebben de mosselen effect op de kansen voor waterplanten en de daaraan verbonden fauna, en op de vangbaarheid van vis voor vogels. Het IJsselmeergebied heeft dus mét mosselen een aanzienlijk hogere diversiteit en een aanzienlijk hogere natuurwaarde dan zonder mosselen. De haalbaarheid van doelen die zijn gesteld onder de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water, is in hoge mate afhankelijk van het verloop van de omvang van de mosselpopulatie.

1.2 Geschiedenis van de Driehoeksmossel in het IJsselmeer en Markermeer

De Driehoeksmossel is oorspronkelijk afkomstig uit het gebied van de Kaspische en Zwarte Zee, maar komt inmiddels al bijna 200 jaar in Nederland voor. In de wateren van het huidige IJsselmeergebied is hij voor het eerst verschenen in 1936, als één van de eerste zoetwatersoorten die het gebied na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 koloniseerde. Over het verdere verloop van de populatie is voor wat betreft de eerste dertig jaar niets bekend, daarna zijn er karteringen geweest in 1969 (Van Soest 1970), 1976 (gedeeltelijk, Van der Wal 1979), 1981 (Bij de Vaate 1982), 1992/93 (....; Brongers 2001) en 1999/2000 (.....; Brongers 2001). Daarnaast zijn er enkele projectinventarisaties in het IJmeer geweest, om de effecten van de aanleg van IJburg te bepalen (o.a. Huynen & Koenjer 1998). Uit een analyse van deze gegevens, in combinatie met gegevens over trends van Kuifeenden en doorzicht, komt een dramatische afname van de mosseldichtheid in het Markermeer naar voren, die zich heeft geconcentreerd in het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw (Noordhuis & Houwing 2003). Deze afname ging gepaard met een verslechterende conditie van de mosselen en had te maken met de combinatie tussen de hoge sliblast van het Markermeer en de geleidelijke afname van de voedselrijkdom (ook Noordhuis & van Schie 2001 en Noordhuis et al. in press), en mogelijk ook met lage zuurstofgehalten bij de bodem. In het IJsselmeer was eveneens sprake van afname in de jaren negentig, maar deze was minder drastisch, volgde op verhoogde dichtheden in 1992 t.o.v. 1981 en ging niet gepaard met een verslechtering van de conditie van de mosselen (Noordhuis & Houwing 2003).

1.3 Overige tweekleppigen

Naast de Driehoeksmossel komt nog een aantal andere soorten tweekleppigen in de Nederlandse meren voor. De grotere daarvan, de groep van de zwanenmosselen (in het IJsselmeergebied vooral de Vijvermossel *Anodonta anatina*, de Schildersmossel *Unio pictorum* en de Bolle Stroommossel *Unio tumidus*) en de korfmosselen *Corbicula fluminea* en *C. fluminalis*, kunnen bij redelijke dichtheden een aanvulling leveren op de filtratiecapaciteit van de driehoeksmosselpopulatie. Zwanenmosselen worden in het IJsselmeer en Markermeer echter nauwelijks gevonden, terwijl de korfmosselen net als nieuwkomers zijn gearriveerd, vooralsnog eveneens in beperkte dichtheden. De soort *C. fluminea* is in 2004 voor het eerst in het Markermeer gevonden. Gezien de snelheid waarmee deze soort zich recent over de randmeren heeft verspreid mag een forse toename worden verwacht.

De veel kleinere erwtenmosseltjes (*Pisidium* spp. en *Sphaerium* spp.) zijn van minder betekenis voor de waterkwaliteit, maar kunnen soms in hoge dichtheden voorkomen en zijn dan van betekenis als voedsel voor vissen en watervogels, bijvoorbeeld voor Kuifeenden in de ruiperiode. Ze zijn in deze studie meegenomen omdat het onderscheid met

juvenile korfmosselen in het veld niet altijd te maken is. Het verspreidingsbeeld dat zo ontstaat is echter niet volledig, aangezien vooral de kleinste soorten waarschijnlijk ondervertegenwoordigd zijn in de monsters.

De meest recente nieuwkomer onder de tweekleppigen is de "Quaggamossel" *Dreissena bugensis*. Dit is een nauwe verwant van de Driehoeksmossel die in 2006 in ons land is gevonden en sindsdien in snel tempo de grotere wateren lijkt te koloniseren. In Noord-Amerika werden daarbij in sommige wateren de Driehoeksmosselen grotendeels vervangen. Vóór de in dit rapport gepresenteerde karteringen werd deze soort in het gebied nog niet vastgesteld.

1.4 Doelstelling

Omdat de Driehoeksmosselen een cruciale rol spelen in het ecosysteem van het IJsselmeer en het Markermeer, en onlosmakelijk zijn verbonden met de haalbaarheid van doelen onder de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000, is het van belang informatie te vergaren over het verloop van de populatieomvang en de conditie van de mosselen. Een gezonde mosselpopulatie is geen doel op zich onder deze richtlijnen, maar heeft wel grote invloed op de haalbaarheid van de doelen met betrekking tot waterkwaliteit en vogelaantallen. Informatie over dichtheden is noodzakelijk om de relatie tussen de mosselpopulatie en andere parameters te kunnen bepalen en daarmee de stuurknoppen voor de doelen te kunnen identificeren.

Met het oog op een mogelijke toekomstige rol van met name Quaggamosselen en korfmosselen met betrekking tot filtratie en waterkwaliteit is ook een inventarisatie van de dichtheden van andere tweekleppigen wenselijk.

Doel van de inventarisatie in het Markermeer in 2006 en het IJsselmeer in 2007 is dus het bepalen van de omvang en conditie de driehoeksmosselpopulatie, een evaluatie van de veranderingen daarin door vergelijking met de gegevens uit de inventarisaties van 1993 en 2000. Nevendoel is het bepalen van dichtheid en verspreiding van andere tweekleppigen.

1.5 Uitvoering kartering

Deze bestandsopnames zijn uitgevoerd in de vorm van een herhaling van soortgelijke karteringen in 1992/1993 en 1999/2000 (resp. IJsselmeer/Markermeer), en een meer gedetailleerde aanvulling daarop voor de Gouwzee en enkele andere luwtegebieden achter dammen. De kartering van het Markermeer in 2006 is door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied uitbesteed aan AquaTerra Water en Bodem BV. Drooggewichten van de mosselen zijn toen bepaald door Aqualab BV te Werkendam. Lengtefrequentiemetingen en determinaties van de diverse schelpdiersoorten in de verzamelde monsters zijn uitgevoerd door het RIZA te Lelystad, die ook de rapportage verzorgde. De

kartering van het IJsselmeer in 2007 is uitgevoerd door Grontmij/AquaSense te Amsterdam. De karteringen van de gebieden rond Gouwzee, kust voor Muiden en Pampushaven in 2007 zijn uitgevoerd door Bureau Waardenburg bv te Culemborg.

2. Materiaal en methoden

In dit rapport wordt verslag gedaan van een drietal inventarisaties die gezamenlijk een beeld vormen van de stand van de populaties in het IJsselmeer en Markermeer/IJmeer:

- 1) Kartering van Markermeer en IJmeer in 2006
- 2) Kartering van het IJsselmeer in 2007
- 3) Kartering van Gouzee, Pampushaven en de kust voor Muiden in 2007.

2.1 Bemonsteringslocaties

De keuze van de bemonsteringslocaties voor de karteringen van Markermeer/IJmeer en IJsselmeer is gebaseerd op die van de vorige inventarisaties. In 1981, 1992/1993 en 1999/2000 werd gewerkt met een raster van locaties op een onderlinge afstand van 2 km. Om financiële redenen is het aantal punten gehalveerd, en is in 2006 en 2007 gewerkt met een raster van 4x4 km. Het raster beslaat het gehele IJsselmeer en het gehele Markermeersysteem inclusief IJmeer, maar exclusief Gouzee. In totaal zijn in het Markermeersysteem in 2006 88 locaties bemonsterd en in het IJsselmeer in 2007 140. Kaarten van de monsterlocaties en de nummering is weergegeven in bijlagen A1 en A2. De karteringen van Gouzee, Pampushaven en de kust voor Muiden zijn eveneens gebaseerd op dit grid, maar zijn verfijnd om een meer gedetailleerde indruk te krijgen van de verdeling van mosselen binnen deze gebieden. In en rond deze gebieden zijn in 2007 resp. 43, 40 en 49 locaties bemonsterd. Kaarten van de monsterlocaties en de nummering zijn weergegeven in bijlage A3.

2.2 Bemonstering

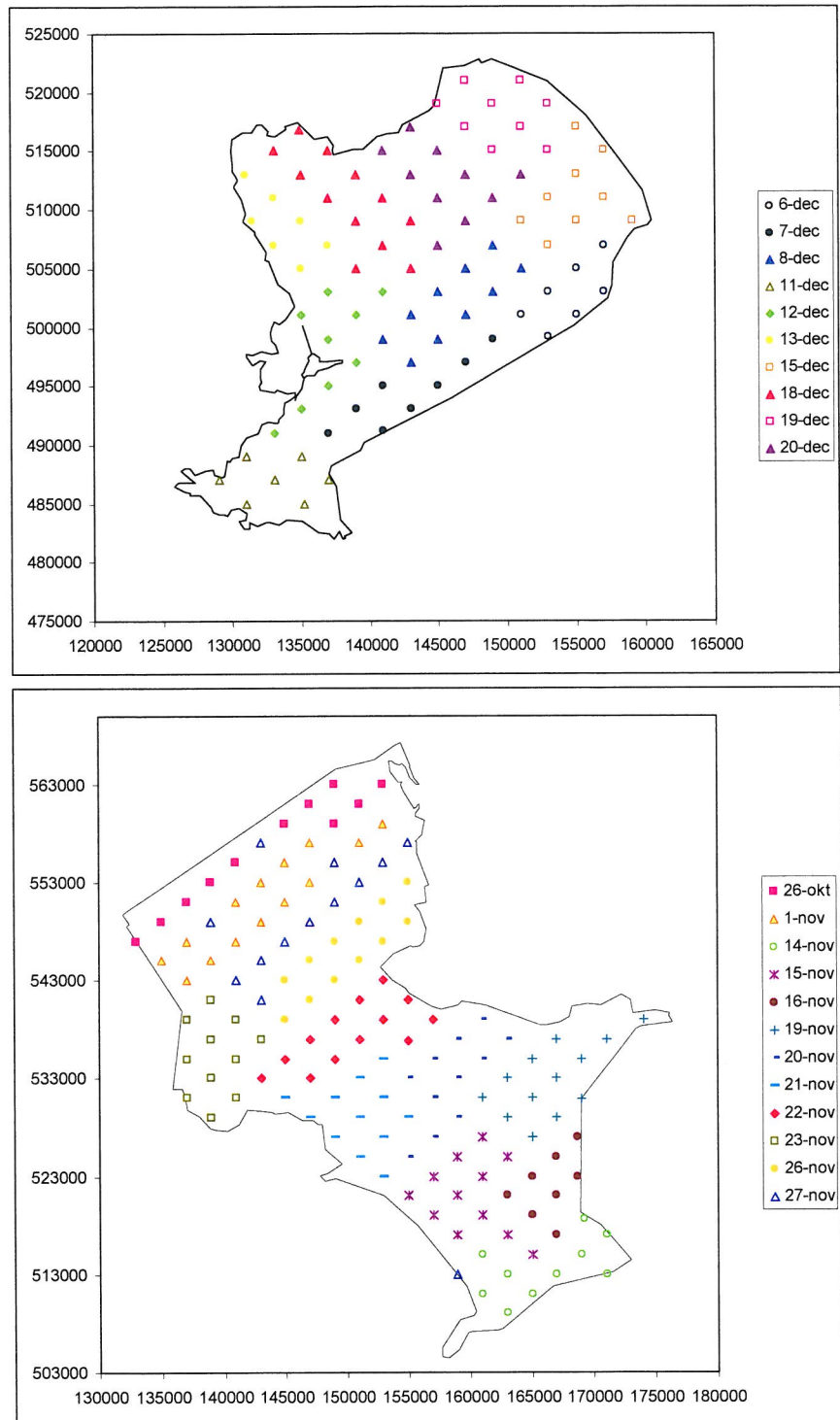
Markermeer/IJmeer 2006

De bemonsteringen van het Markermeer/IJmeer zijn uitgevoerd door AquaTerra tussen 6 en 20 december 2006, met behulp van de viskotter HK61 van de firma Klaassen/Timmer. Dit schip heeft een lengte van 20 meter en heeft spudpalen om op de juiste locatie te kunnen blijven liggen. De locatie werd bepaald met een dGPS systeem ("mobile mapper") met een nauwkeurigheid van minder dan vijf meter. Door het slechte weer is er gedurende twee dagen (11 en 19 december) slechts op GPS gevaren. De bemonsteringen begonnen met de oostelijke locaties aan de zijde van de Oostvaardersdijk, vervolgens werden de zuidelijke locaties bezocht, dan de westelijke en de oostelijke aan de zijde van de Houtribdijk en tenslotte de noordelijke locaties (figuur 2.1).

IJsselmeer 2007

De bemonsteringen van het IJsselmeer zijn uitgevoerd door AquaSense, met behulp van een schip van het zelfde vissersbedrijf als in 2006, tussen 19 oktober en 28 november 2007. Er werd op 26 oktober en 1 november gestart met de drie meest noordwestelijke diagonale raaien, vervolgens werd van 14-27 november van zuid naar noord gewerkt (waardoor in het noorden naast elkaar liggende raaien soms met bijna een maand tussenruimte werden bemonsterd).

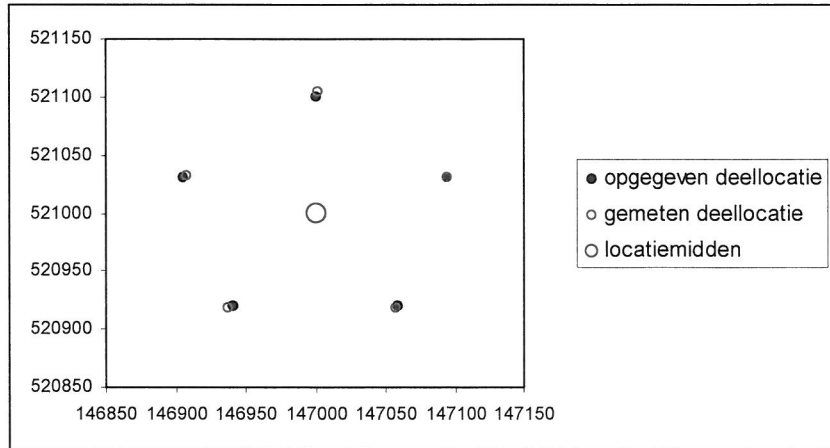
Figuur 2.1
 Monsterlocaties met de data waarop deze in december zijn bezocht, resp. Markermeer 2006 en IJsselmeer 2007.



De bemonsteringsmethoden voor de karteringen in Markermeer/IJmeer en IJsselmeer zijn ontleend aan het voorschrift van Rijkswaterstaat in "Monsterneming van zoetwatermosselen" (Nr. 913.00.B001, versie 3.0). Per rasterlocatie werden met een Van Veen-happer (481 cm²) vijf deelmonsters genomen (een deelmonster is één hap), gelegen op gelijke onderlinge afstand op een cirkel met een straal van 100 m rond het rasterpunt (figuur 2.2). Deze locaties werden te voren door Rijkswaterstaat aangeleverd.

Figuur 2.2

Oriëntatie van deelmonsters rond het centrale punt van een meetlocatie. Locatie nummer 285 als voorbeeld.



Gouwzee, Pampushaven en Kust voor Muiden 2007

De bemonsteringen in en rond de drie luwtegebieden in het Markermeer en IJmeer zijn uitgevoerd door Bureau Waardenburg bv. De bemonsteringen bij Muiden werden uitgevoerd op 4 en 15 oktober, in en rond Pampushaven op 16, 18 en 19 oktober en in en rond de Gouwzee op 22 en 23 oktober en 1 november. Op de bodem zijn door duikers op de aangegeven locaties met behulp van een metalen frame (296 x 191 mm) per locatie drie deelmonsters genomen.

2.3 Analyse

Aan boord werden de monsters van alle karteringen gezeefd over een 2 mm zeef. In het Markermeer/IJmeer en in het IJsselmeer werden Driehoeksmosselen en korfmosselen gescheiden van restmateriaal en voor elk van deze twee soorten werd in een maatcilinder het volume bepaald met een nauwkeurigheid van 1 ml (Markermeer 2006) of 0,1 ml (IJsselmeer 2007). Bij de bemonsteringen in de luwtegebieden Muiden, Gouwzee en Pampushaven werd het materiaal in z'n geheel opgeslagen in een koelbox en aan het eind van de dag ingevroren. Biovolumes werden op het lab bepaald m.b.v. ingevroren materiaal.

2.4 Ijkmonsters en overige soorten

Alle monsters van de karteringen in Markermeer en IJsselmeer werden per deelmonster verzameld en in de diepvries opgeslagen, Driehoeksmosselen en overige soorten afzonderlijk. Van het materiaal uit het Markermeer werden dertig monsters met Driehoeksmosselen geselecteerd voor het bepalen het asvrij drooggewicht; ten einde een ijklijn van biovolume naar drooggewicht te produceren. Zo veel

mogelijk werd per volumeklasse één monster verzameld. Deze analyses werden uitgevoerd door Aqualab BV te Werkendam. De overige monsters werden gebruikt voor het maken van een ijklijn van biovolume naar aantallen en monsters van acht locaties voor het bepalen van de lengte frequentie verdeling met behulp van beeldverwerkingsapparatuur. Deze werkzaamheden werden uitgevoerd op het lab van het RIZA te Lelystad. Hier werden tevens de overige tweekleppigen gedetermineerd en van de korfmosselen werd eveneens de lengtefrequentieverdeling bepaald.

2.5 Berekening van de dichtheid

Markermeer 2006

Per locatie zijn vijf deelmonsters genomen. Per deelmonster is een biovolume bepaald, opgegeven in hele milliliters. In de gevallen waarin in een deelmonster mosselen aanwezig waren met een totaal biovolume van minder dan 0,5 ml werd een "0" genoteerd. Voor het berekenen van het biovolume per locatie werden deze nullen omgezet in het klassemidden 0,25, terwijl voor de deelmonsters zonder mosselen een nul werd ingevoerd. Daarna werd het gemiddelde van de vijf deelmonsters bepaald. Dit gemiddelde werd vervolgens omgerekend naar een volume per m² door het te vermenigvuldigen met een factor 20,79 via het oppervlak van een Van Veen-hap (481 cm²). Met behulp van de ijklijnen naar drooggewicht en aantallen werden de dichtheden per deelgebied tevens in deze eenheden uitgedrukt.

IJsselmeer 2007

Gouwzee, Pampushaven en Kust voor Muiden 2007

Per locatie werden drie deelmonsters genomen, die aan boord werden samengevoegd. Deze monsters werden ingevroren, biovolumes werden op het lab bepaald met behulp van dit materiaal, d.w.z. met dode, openstaande mosselen. Volumes werden omgerekend naar dichtheden door deze waarden te vermenigvuldigen met 5,9 (opp monster 3 x 565,36 cm²). Deze waarden werden nog eens vermenigvuldigd met 1,58 voor vergelijking met de volumes van de grote karteringen, die met behulp van gesloten, levende mosselen zijn bepaald (zie ijklijn in Noordhuis & Houwing 2003)

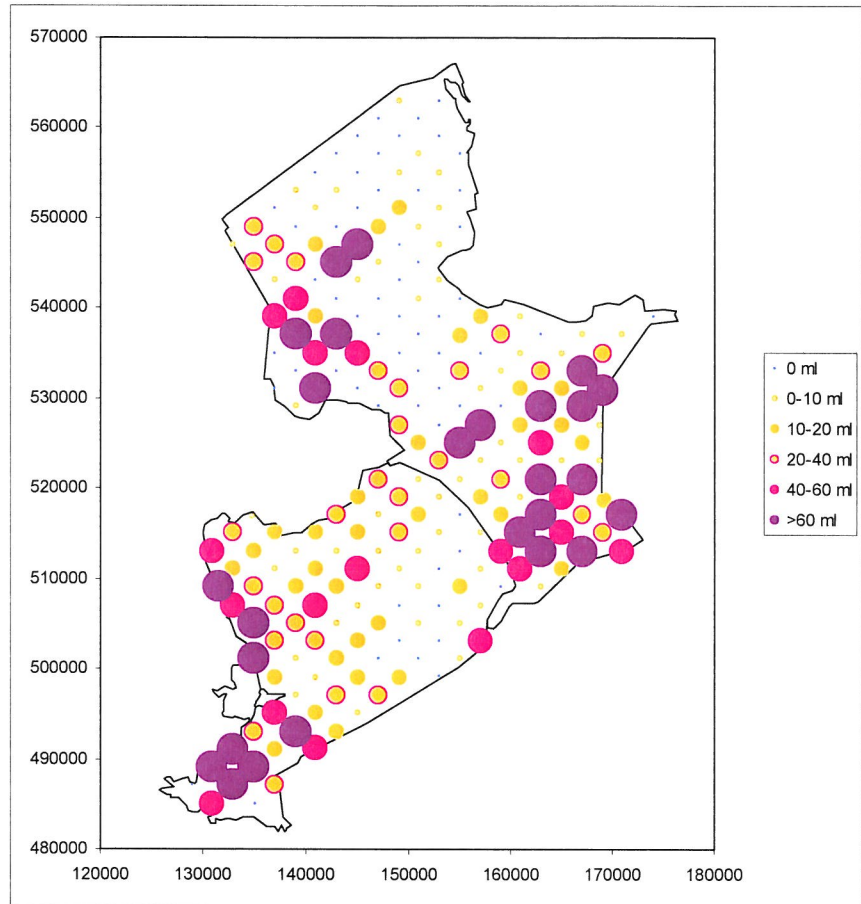
3. Resultaten

3.1 Dichtheid van driehoeksmosselen

3.1.1. Dichtheid per locatie

Figuur 3.1

Ruimtelijk beeld van de dichtheidsverdeling van Driehoeksmosselen over het Markermeer in 2006 en het IJsselmeer in 2007 (biovolumes per locatie als gemiddelde van vijf deelmonsters in ml per m²).



In 2006 werden op 75 van de 88 bemonsterde locaties in het Markermeer/IJmeer Driehoeksmosselen aangetroffen (figuur 3.1). Elf locaties zonder mosselen lagen in het oostelijke deel van het Markermeer en twee in het zuidelijke IJmeer (ten zuiden van Polder IJdoorn en de zandwinput in het oostelijke IJmeer). Het gemiddelde biovolume bedroeg 22,3 ml per m². De hoogste dichtheden werden gevonden in het IJmeer (59,8 ml/m²; gebiedsindeling in Bijlage A) en langs de westkust van het Markermeer (Hoorn-Volendam). In de oostelijke helft van het Markermeer waren de dichtheden het laagst.

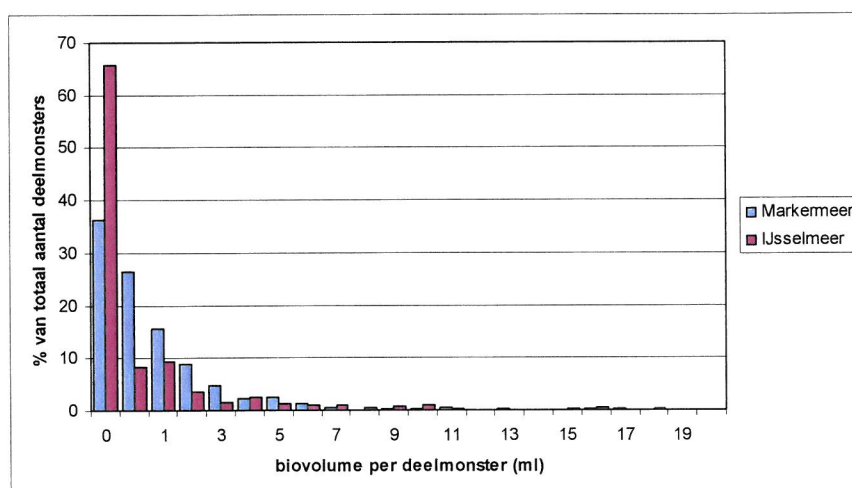
In 2007 werden op 92 van de 140 bemonsterde locaties in het IJsselmeer Driehoeksmosselen aangetroffen (figuur 3.1). Locaties zonder mosselen lagen vooral in de centrale geul, in het noorden en

langs de Friese kust (figuur 3.1). Het gemiddelde biovolume bedroeg 32,9 ml per m². In het zuiden waren de dichtheden gemiddeld twee keer zo hoog als in het noorden (resp. 50,5 en 23,7 ml/m²; gebiedsindeling in Bijlage A).

De nauwkeurigheid van de volumemetingen was vooral in 2006 (Markermeer/IJmeer) beperkt ten opzichte van de voorkomende volumes per deelmonster, omdat volumes werden gemeten met een nauwkeurigheid van 1 ml. Van de deelmonsters met mosselen viel in het Markermeer/IJmeer 80% in de laagste drie volumeklassen (<0,5 ml; 1 ml en 2 ml; figuur 3.2). Gemiddeld was de marge rond de gemeten waarden daardoor ca. 40% naar beide kanten. Analyses van relaties tussen dichtheden en andere parameters zijn daarom weinig betrouwbaar als deze zijn gebaseerd op een klein aantal locaties (bijv. dichtheden op weinig voorkomende bodemtypen). In 2007 viel in het IJsselmeer 65% van de volumes van deelmonsters met mosselen in de laagste drie klassen, maar in dit geval werden de volumes gemeten met een nauwkeurigheid van 0,1 ml.

Figuur 3.2

Frequentieverdeling van gemeten volumes van de deelmonsters in procenten. Het totaal aantal deelmonsters bedroeg 5x88 = 440 (Markermeer/IJmeer) en 5x140=170 (IJsselmeer). De klasse 0,25 betreft deelmonsters met mosselen met een volume van minder dan 0,5 ml.

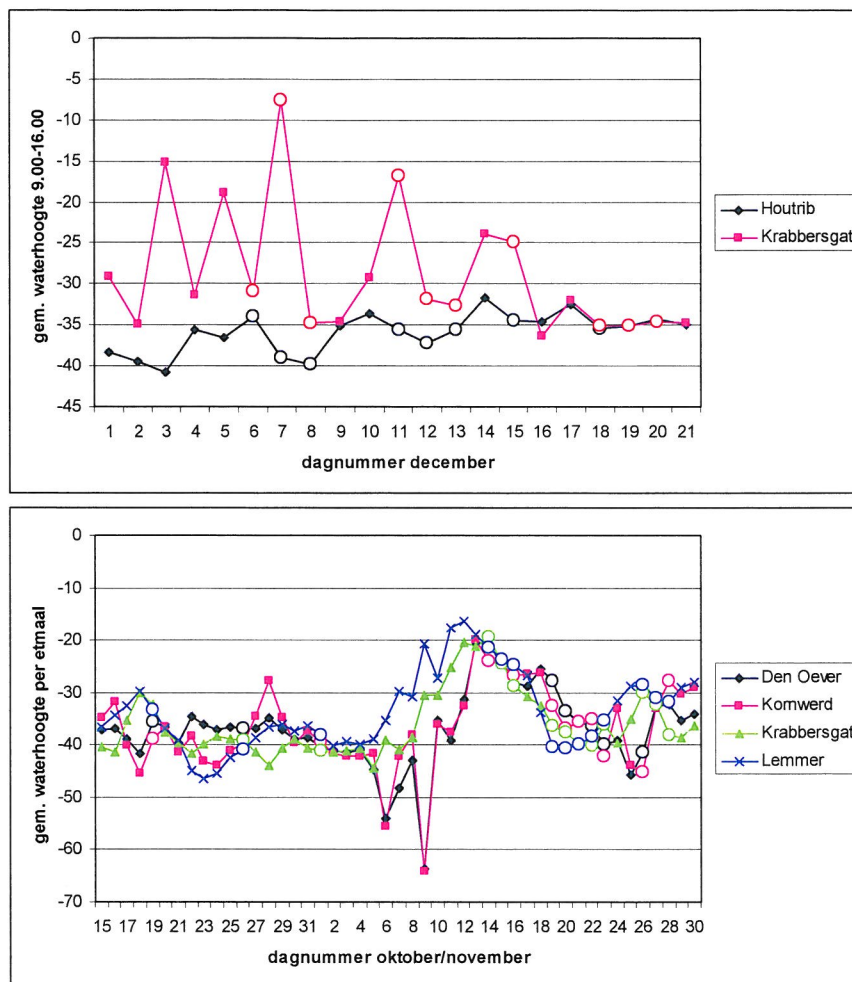


3.1.2. Dichtheid en diepte

De waterdiepte (hoogte van de actuele waterkolom op de meetlocatie) is afhankelijk van de hoeveelheid water in de meren en van de relatie tussen de locatie en de wind, die scheefstand van de waterspiegel veroorzaakt. De twee beschikbare meetlocaties van waterhoogte in het Markermeer tijdens de bemonsteringen van 2006 (waterstand t.o.v. NAP) geven daardoor een zeer verschillend beeld: De waterstanden van Krabbersgat Zuid (noorden van het Markermeer) gaf gedurende de monsterperiode hogere waarden dan Houtrib Zuid (oosten van het Markermeer), en veel grotere fluctuaties, totdat rond 16 december de wind van zuidwest naar noordwest draaide en sterk afzwakte (figuur 3.3A). Het verschil in waterhoogte tussen de twee locaties verdween daarna. Op 7 en 11 december, dagen met hoge waterstanden in het noorden, werd in het zuiden gemonsterd, op 15 december in het oosten. Waarschijnlijk heeft de waterhoogte op de locaties tijdens de monsternamen daarom grotendeels gevarieerd binnen een range van ongeveer 10 cm rond -35 cm NAP.

Figuur 3.3

Gemiddelde waterstand per dag van 9.00-16.00 uur op de meetstations Krabbersgat-zuid en Houtrib-zuid in december 2006 (A) en gemiddelde waterstand per etmaal op vier stations in het IJsselmeer in oktober en november 2007 (B). De monsterdagen zijn weergegeven door middel van open cirkels.

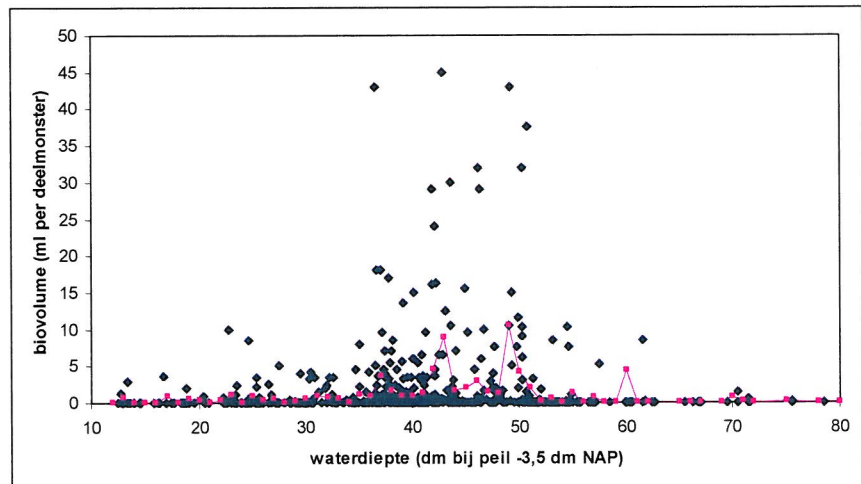
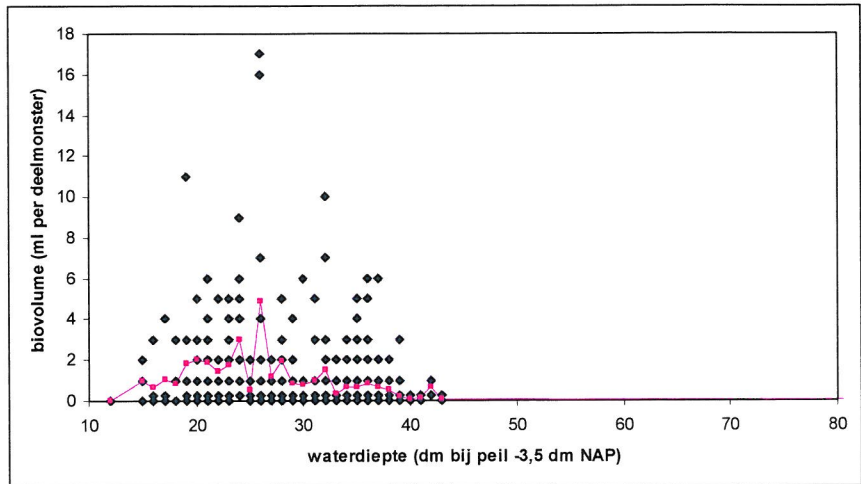


Tijdens de bemonsteringen in het IJsselmeer in 2007 was er begin november sprake van behoorlijke scheefstand, maar ook van een opbouw van het totale watervolume. Daardoor was het meerpeil bij het hervatten van de metingen na deze periode met bijna 20 cm verhoogd, om daarna weer enigszins uit te zakken (figuur 3.3B).

De gemeten waterdiepte op de monsterpunten in het Markermeer varieerde, met uitzondering van vaargeulen en zandwinputten, tussen de 1,5 en de 4,5 meter, met een gemiddelde van 3,16 meter (figuur 3.4). Het biovolume van de mosselen had binnen deze range een optimum rond 2,6 meter waterdiepte. De verdeling rond dit optimum was scheef, met gemiddeld bijna drie keer zo hoge dichtheden op locaties t/m 2,6 meter dan op diepere locaties (2,0 versus 0,7 ml per deelmonster ofwel 39,7 versus 13,3 ml/m²). Omdat echter de locaties van meer dan 2,6 meter ook drie keer zo talrijk zijn, lag toch ruim de helft van de populatie (54,8%) beneden de optimum diepte (figuur 3.5). Deze waarden betreffen dus de actuele waterdiepte tijdens de metingen, voor de NAP diepte moet hierbij ca. 35 cm worden opgeteld.

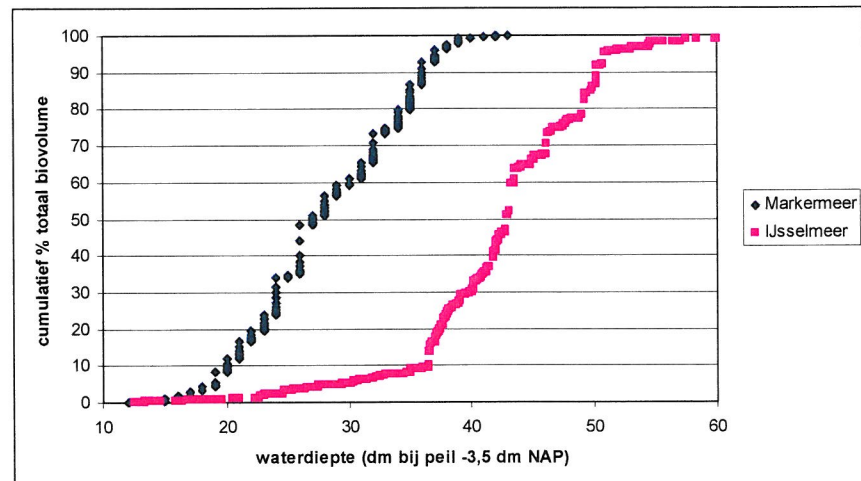
Figuur 3.4

Relatie tussen de gemeten waterdiepte en het biovolume van de driehoeksmosselen per deelmonster (blauw) in het Markermeer in 2006 (A), met gemiddelden per dm-klasse (roze). B) Idem voor IJsselmeer in 2007.



Figuur 3.5

Cumulatief verband tussen de gemeten waterdiepte en het aandeel van het totaal aan biovolume van Driehoeksmosselen in Markermeer (2006) en IJsselmeer (2007).



De dieptevoorkeur van de mosselen in het Markermeer is niet onafhankelijk van de substraatvoorkeur, want zowel diepte als substraattypen veranderen in grote lijnen van west naar oost. De diepte neemt van west naar oost toe, het substraat verandert min of meer van klei in slib.

In het IJsselmeer was de range aan gemeten waterdieptes, via het actuele peil gecorrigeerd naar de waterdiepte bij een peil van -35 cm NAP voor vergelijking met het Markermeer, aanzienlijk groter. De gemiddelde gecorrigeerde waterdiepte was hier 4,12 meter. Terwijl dieptes van meer dan 4 meter in het Markermeer nauwelijks voorkwamen, werden in 2007 in het IJsselmeer de hoogste dichtheden van Driehoeksmosselen gevonden tussen 3,5 en 5 meter waterdiepte (figuur 3.4). Terwijl in het Markermeer ongeveer 90% van het totale mosselvolumen werd gevonden op diepten van minder dan 3,6 meter, werd in het IJsselmeer juist 90% van het volume gevonden op diepten gróter dan deze waarde (bij een peil van -35 cm NAP). Ongeveer de helft werd in het IJsselmeer gevonden op diepten van meer dan 4,3 meter (figuur 3.5).

3.1.3. Dichtheid en bodemtype

Tabel 3.1

Gemiddelde biovolumes per substraattypen in ml/m². Horizontaal het hoofdtype, vertikaal het bijgemengde materiaal. Tussen haakjes het aantal deelmonsters van de betreffende combinatie. A) Markermeer/IJmeer 2006, B) IJsselmeer 2007.

A	klei	slib	schelpen	zand
klei	32,1 (6)	5,4 (24)	72,8 (15)	10,4 (3)
slib	52,0 (2)	4,2 (145)	21,3 (19)	9,2 (17)
schelpen	67,1 (31)	26,6 (115)	152,5 (3)	17,5 (43)
zand	31,2 (2)	16,9 (4)	64,8 (15)	11,7 (12)

B	klei	slib	schelpen	zand
klei	3,0 (7)	10,6 (20)	- (0)	38,5 (2)
slib	69,9 (22)	8,1 (100)	29,2 (1)	6,3 (72)
schelpen	156,5 (7)	145,8 (46)	142,8 (9)	73,2 (69)
zand	2,8 (3)	0 (14)	0 (4)	16,9 (312)

In het Markermeer in 2006 waren ten opzichte van de gemiddelde dichtheid van 22,3 ml/m² de substraattypen klei en zuiderzeeschelpen geassocieerd met hoge dichtheden, slib en zand met lage dichtheden. De dichtheden waren op alle sedimenttypen hoger als er zuiderzeeschelpen in de toplaag aanwezig waren. Dat was ook het geval in het IJsselmeer in 2007 (tabel 3.1)

3.2 Dichtheden luwtegebieden 2007

In de luwtegebieden van het Markermeer en IJmeer werden in 2007 relatief hoge dichtheden gevonden; gemiddelde in het kustgebied voor Muiden 259,6 ml/m², in en rond de Gouwzee 133,9 ml/m² en in en rond Pampushaven zelfs 434,1 ml/m² (gecorrigeerd naar metingen aan levende, gesloten mosselen). Hoewel gemiddeld gesproken geen duidelijk verschil bestond tussen de dichtheden binnen en buiten de dammen (behalve in Pampushaven, waar in het weke sediment binnen de dam de dichtheden laag waren), lijkt er wel positieve invloed te zijn van beschutting door nabijheid van dammen of dijken in bredere zin, zeker als de dichtheden in deze gebieden worden vergeleken met die van de kartering van 2006 (figuur 3.6; let op ander schaalverdeling volumes). Voor een deel wordt dat weer in negatieve zin gecompenseerd door de aanwezigheid van kranswieren, waarvan de

aanwezigheid in de Gouzee en voor Muiden samen gaat met relatief lage mosseldichtheden. De relatief hoge dichtheden in deze gebieden als geheel sluiten aan bij het verspreidingspatroon dat uit de kartering van 2006 naar voren komt, met sterke concentratie van mosselen langs de westoever van het Markermeer.

Figuur 3.6
Verspreidingspatroon van Driehoeksmosselen in de drie luwtegebieden in 2007; resp. Kust voor Muiden, Gouzee en Pampushaven.



3.3 Vergelijking met voorgaande jaren

Tabel 3.2

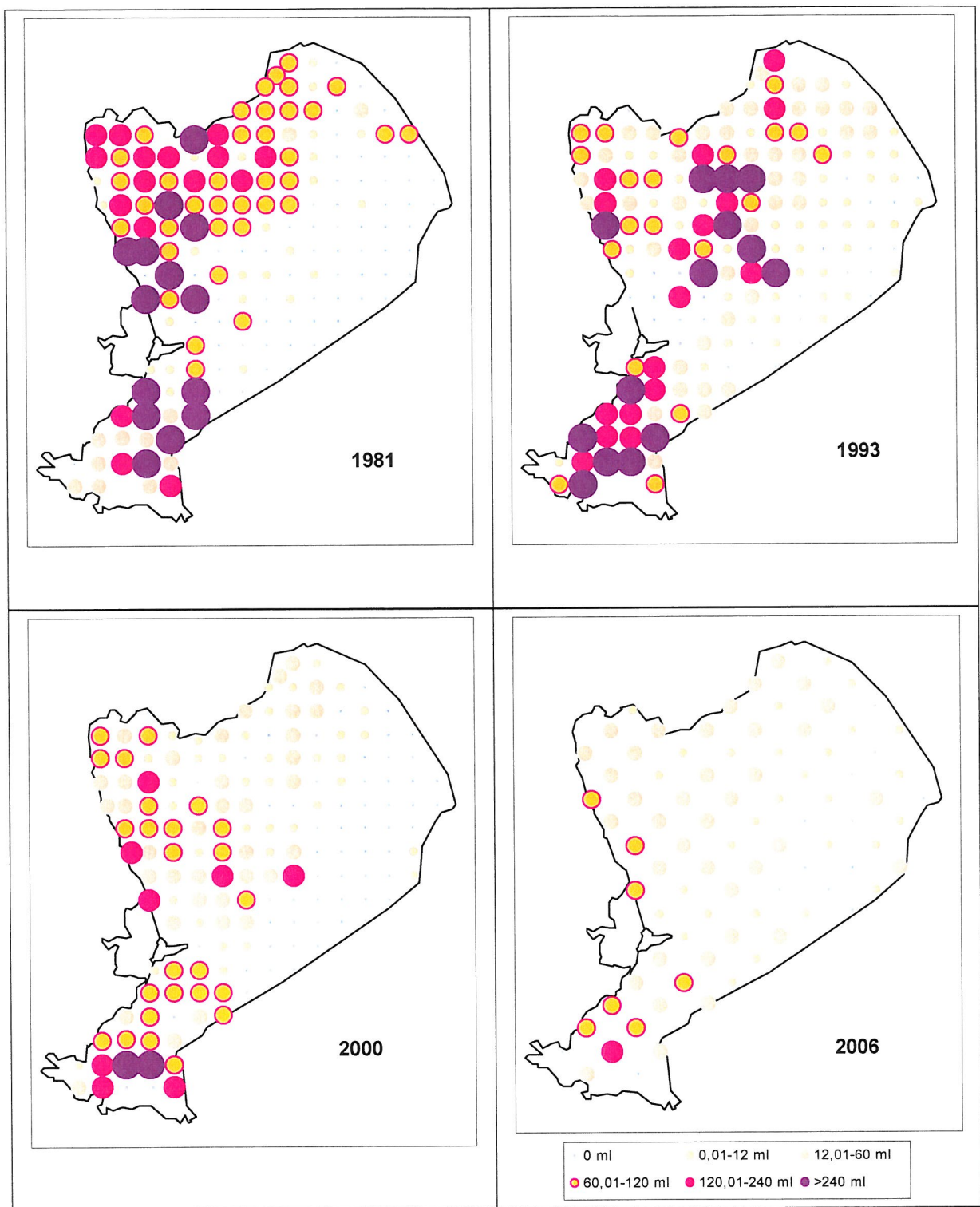
Vergelijking van de gemiddelde dichtheden in biovolume per m² in (A) het gehele Markermeer/IJmeer en in enkele deelgebieden, zoals gemeten in 1993, 2000 en 2006. tussen haakjes het aantal locaties en het percentage afname t.o.v. de voorgaande kartering. B) idem IJsselmeer, biovolumes en afname in 1992, 1999 en 2007.

A	1993	2000	2006
Markermeer totaal (N=88)	70,1	29,2 (-58%)	22,3 (-24%)
Markermeer kom (N=61)	47,1	16,2 (-66%)	12,9 (-21%)
Hoornsche Hop (N=14)	66,8	41,4 (-38%)	28,3 (-32%)
IJmeer (N=13)	187,2	75,9 (-59%)	59,8 (-21%)

B	1992	1999	2007
IJsselmeer totaal (N=136)	352,5	254,9 (-28%)	33,5 (-87%)
IJsselmeer Noord (N=91)	300,1	129,2 (-57%)	24,0 (-81%)
IJsselmeer Zuid (N=45)	458,5	509,1 (+11%)	52,7 (-90%)

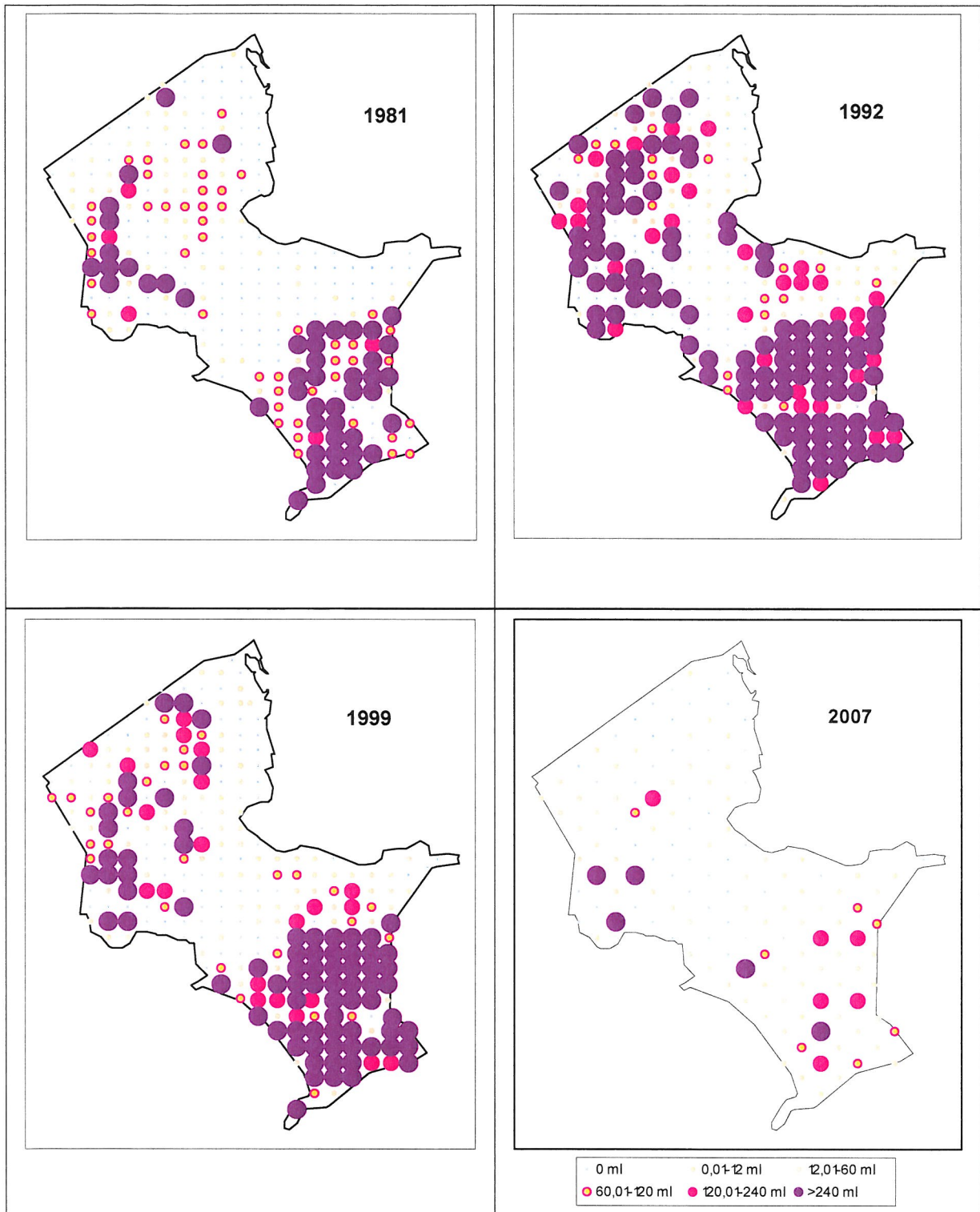
In het Markermeer is ten opzichte van de vorige kartering, die van 2000 dus, gerekend over de punten die in 2006 zijn opgenomen, de gemiddelde dichtheid in het hele meer met 24% afgenomen van 29,2 tot 22,3 ml/m² (tabel 3.2). Ten opzichte van 1993 bedroeg de afname 68% en ten opzichte van de dichtheidsschatting van 1981 bedroeg de totale afname 76%. Inmiddels is dus drie kwart van de oorspronkelijke mosselpopulatie verdwenen (figuur 3.7; let op andere impressie van de kaart van 2006 door het groffere grid).

In het IJsselmeer was volgens de karteringen tussen 1999 en 2007 sprake van een afname met 87%, tussen 1992 en 1999 met 28%, resulterend in een totale afname sinds 1992 met 90%. Ten opzichte van 1981 is de afname iets geringer (75-80%), omdat de mosseldichtheden in het IJsselmeer toen aanzienlijk lager waren dan in 1992. De afname over de gehele periode is volgens deze schattingen in het IJsselmeer niettemin even drastisch geweest als in het Markermeer.



Figuur 3.7A

Ruimtelijk beeld van de dichtheidsverdeling van Driehoeksmosselen over het Markermeer in 1981 (aangepast op grond van bemonstering met andere methode, met dank aan A. bij de Vaate, zie Noordhuis & Houwing 2003), 1993, 2000 en 2006 (biovolumes per locatie als gemiddelde van vijf of tien deelmonsters in ml per m²). NB: de veranderingen van 2000 op 2006 lijken dramatischer door halvering van het aantal meetpunten.

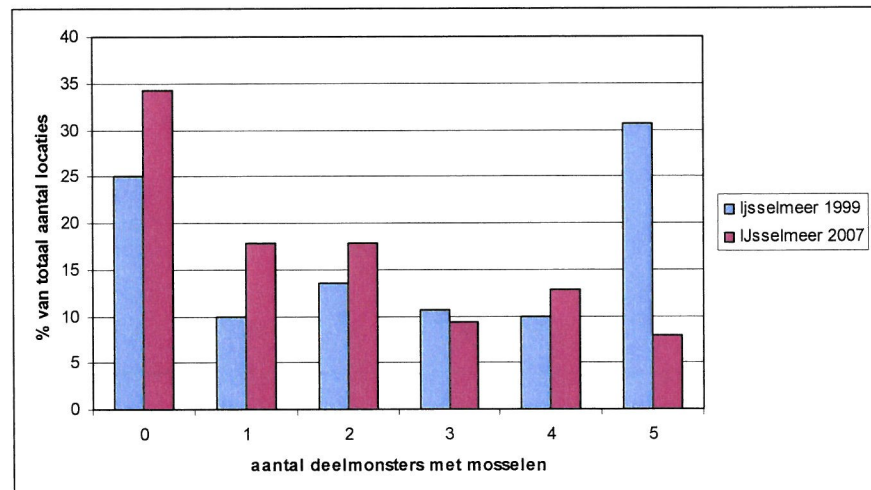
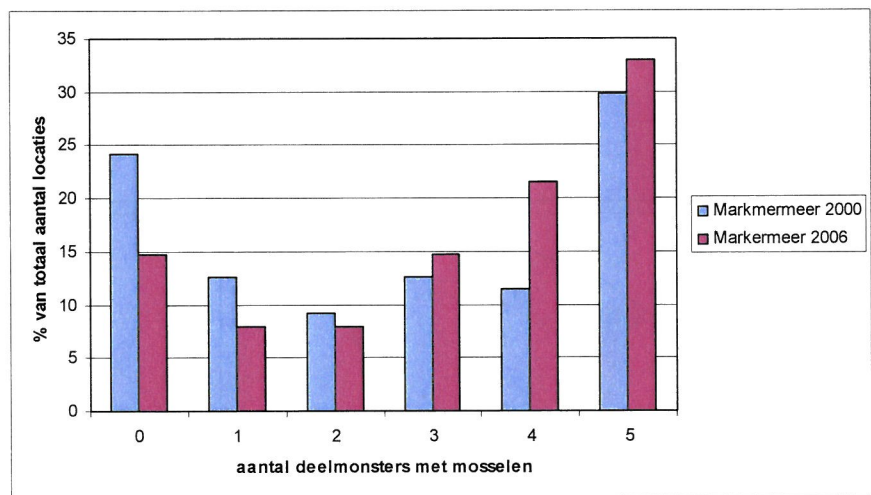


Figuur 3.7B

Ruimtelijk beeld van de dichtheidsverdeling van Driehoeksmosselen over het IJsselmeer in 1981 (aangepast op grond van bemonstering met andere methode, met dank aan A. bij de Vaate, zie Noordhuis & Houwing 2003) , 1992, 1999 en 2007 (biovolumes per locatie als gemiddelde van vijf of tien deelmonsters in ml per m²). NB: de veranderingen van 1999 op 2007 lijken dramatischer door halvering van het aantal meetpunten.

Door de afhankelijkheid van zuiderzeeschelpen als substraat komen Driehoeksmosselen in de meren zeer geclusterd voor. De gemeten dichtheid is dus in hoge mate afhankelijk van de trefkans van een "kluitje". Dat die trefkans in het Markermeer beperkt is, blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat in 2006 op 85% van de locaties mosselen werden aangetroffen, maar slechts op 33% van de locaties in alle vijf deelmonsters (figuur 3.8). De grote clustering betekent dat locaties met hoge dichtheden tijdens de vorige kartering vaak locaties waren waar toevallig rijke kluitjes met veel mosselen in de happen terecht kwamen, ook al wordt dit effect beperkt door het middelen van de vijf deelmonsters. De gemeten dichtheid is dan hoog ten opzichte van de werkelijke dichtheid rond die locatie. Daarom is de kans groot dat bij de nieuwe kartering lagere dichtheden gemeten worden, ook al zijn de werkelijke dichtheden op die locatie niet afgenomen. Uitspraken over veranderingen van dichtheden op afzonderlijke locaties zijn dus op grond van deze gegevens weinig betrouwbaar.

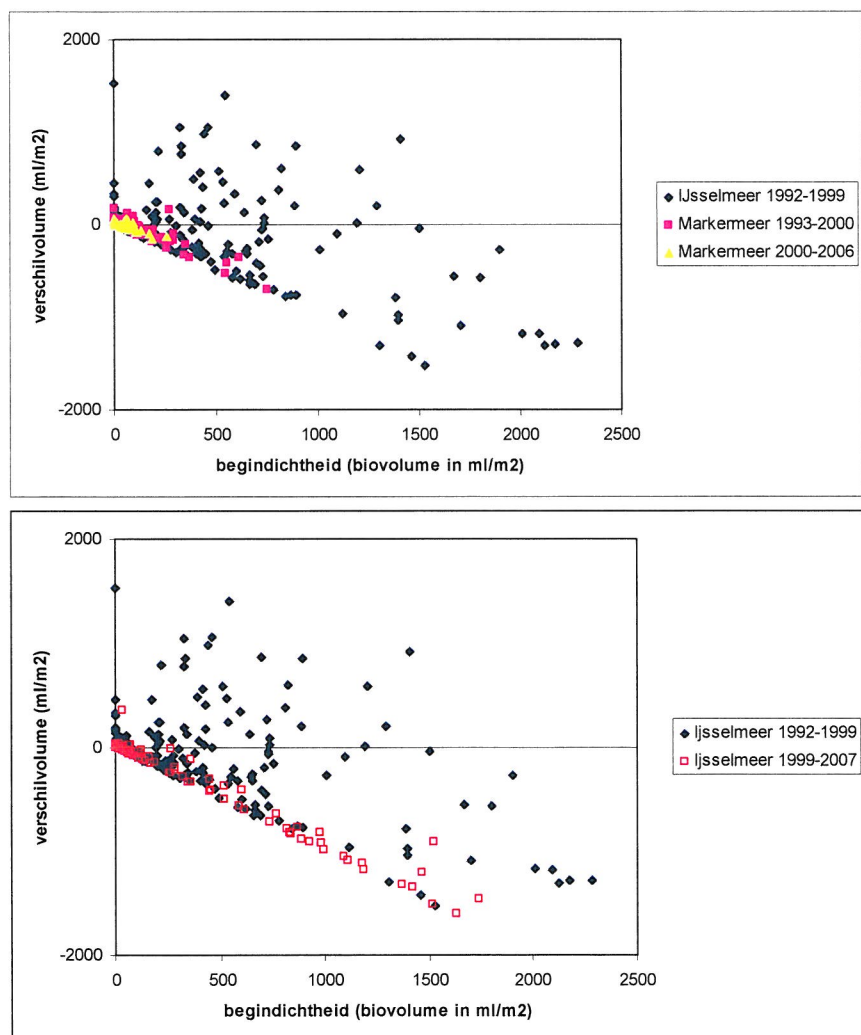
Figuur 3.8
 Frequentieverdeling van het aantal deelmonsters per locatie waar Driehoeksmosselen werden aangetroffen. A) Markermeer/IJmeer in 2000 en 2006, B) IJsselmeer in 1999 en 2007.



Bij vergelijking van de dichtheden van twee karteringen is er op die manier zonder werkelijke dichtheidsverandering een schijnbaar negatief verband tussen de dichtheden van de eerste en de tweede kartering. Dat is bijv. zichtbaar bij vergelijking van de karteringen van 1992 en 1999 in het IJsselmeer (figuur 3.9). In het Markermeer ligt het verschil

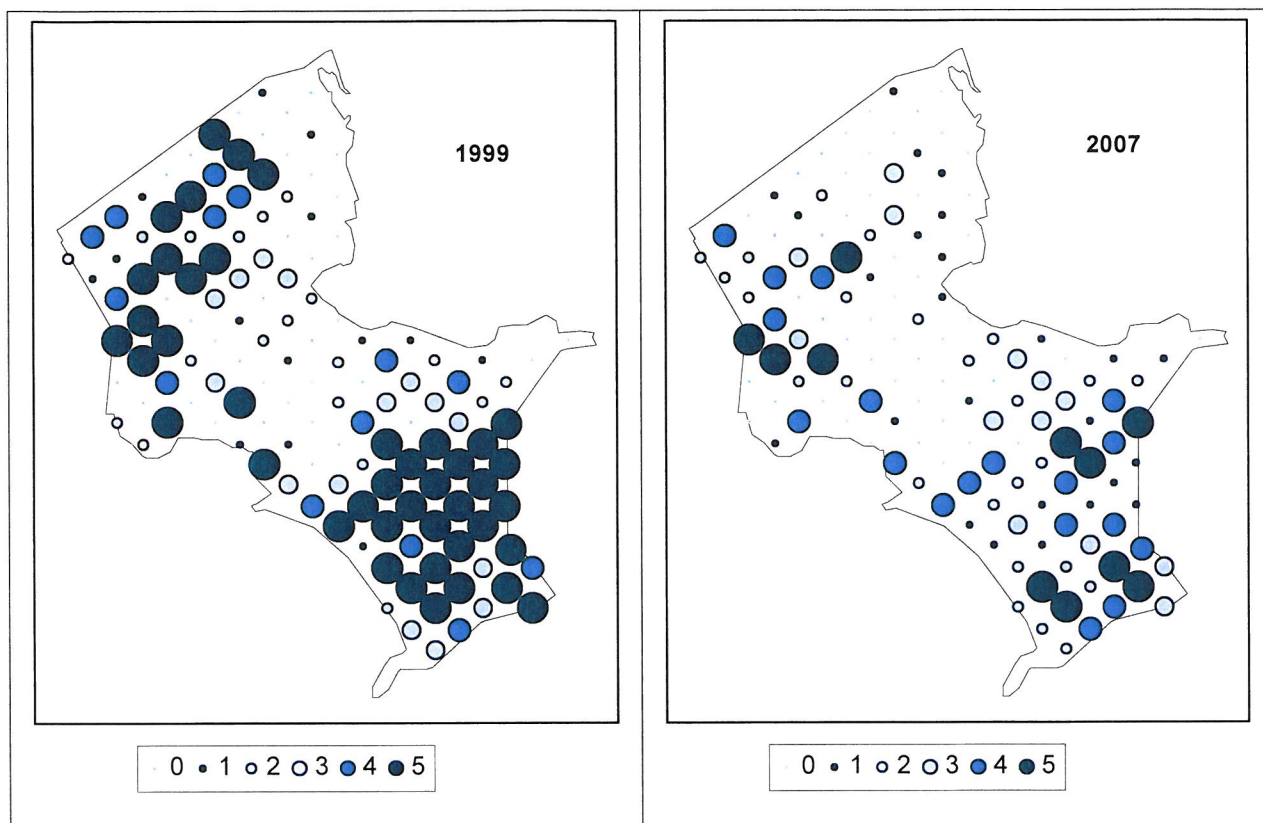
in biovolume tussen deze twee zowel als tussen de laatste twee karteringen echter over de hele range van beginvolumes heel dicht tegen de maximale afname (nieuwe dichtheid = 0) aan in vergelijking met de situatie in het IJsselmeer van 1992 op 1999. Alleen op locaties met de laagste dichtheden bij de vorige opname, komt toename van het volume voor. Toch is dit laatste niet geheel aan toeval te wijten, aangezien ook uit de verspreidingskaartjes naar voren lijkt te komen dat er ondanks de algehele afname in de oostelijke helft van het Markermeer enige herkolonisatie had plaatsgevonden ten opzichte van 2000, zij het in lage dichtheden. Ook in 1993 leek dat het geval te zijn geweest ten opzichte van 1982, zodat een beeld ontstaat van afwisselende ontvolking en herkolonisatie van het oosten, afhankelijk van de omstandigheden m.b.t. water- en bodemkwaliteit in het betreffende jaar (figuur 3.7A). Ook in het westen zijn er wisselingen in het verspreidingspatroon, maar dan wel rond een algehele negatieve trend.

Figuur 3.9
 Relatie tussen de mate van toename per locatie en het biovolume in het beginjaar, voor IJsselmeer 1992-1999, Markermeer 1993-2000 en Markermeer 2000-2006.



In het IJsselmeer nadert het verschilvolume tussen 1999 en 2007 eveneens de lijn van maximale afname (figuur 3.9B). Hier komt de

sterke afname echter ook tot uitting in een forse afname van het percentage locaties met mosselen in alle deelmonsters (figuur 3.8B). Dit percentage is afgenomen van 31% in 1999 naar minder dan 8% in 2007 (figuur 3.8B, zie ook figuur 3.10).

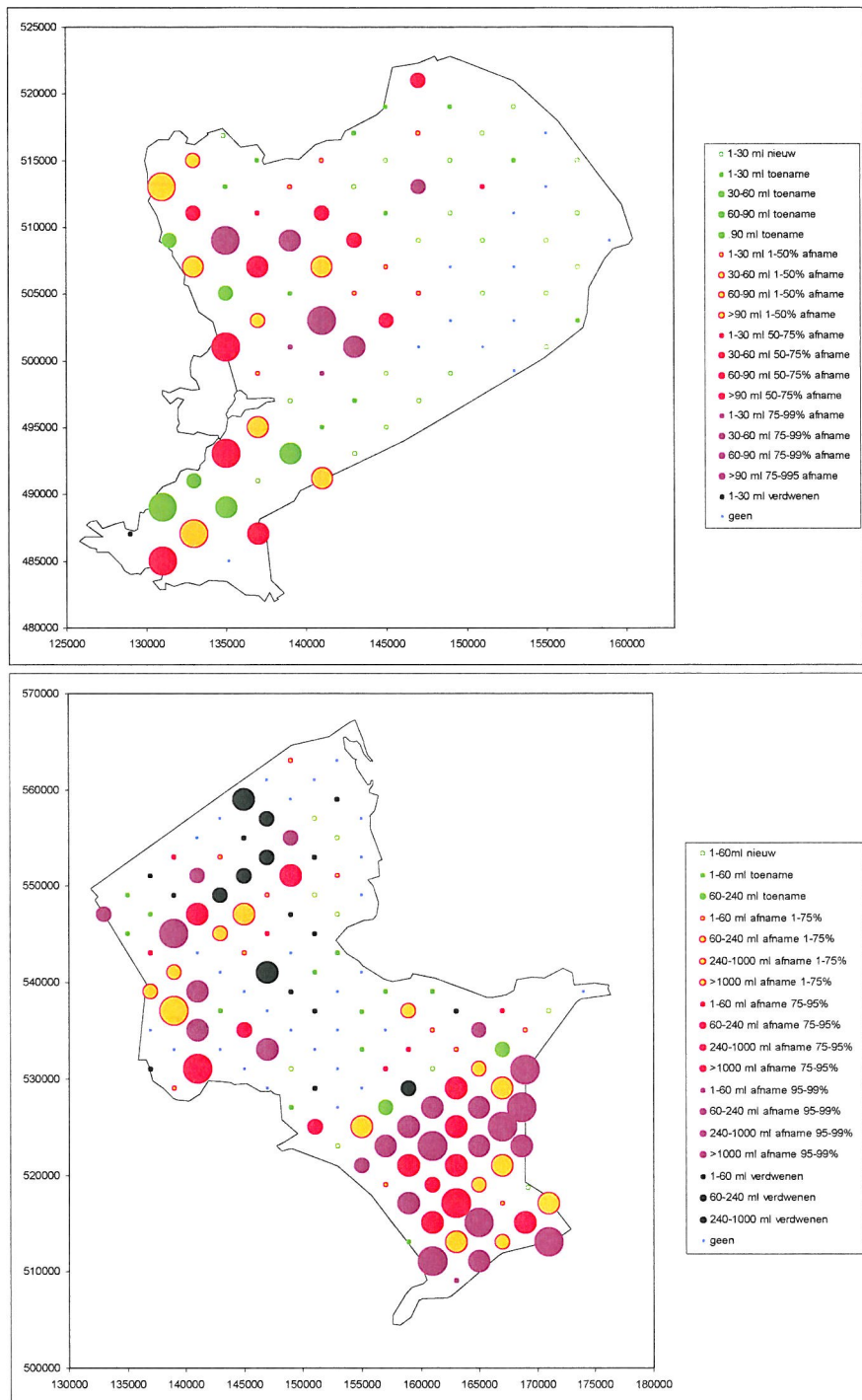


Figuur 3.10
Ruimtelijk beeld van het aantal deelmonsters waarin Driehoeksmosselen zijn aangetroffen per locatie in het IJsselmeer in 1999 en 2007.
NB: voor 1999 zijn alleen de locaties getoond die ook in 2007 zijn bemonsterd.

Forse afname in het Markermeer op locaties met relatief hoge dichtheden in 2000 en toename op locaties met de laagste dichtheden betekende een nivellering van de ruimtelijke verschillen in dichtheid. In figuren 3.7A en 3.11A komt naar voren hoe de dichtheden in het centrale deel van het Markermeer, die in 1993 en 2000 nog relatief hoog waren, in 2006 zijn afgevlakt op een lager niveau. In combinatie met de verlaagde gemiddelde dichtheden waren de uitgesproken ruimtelijke verschillen uit het verleden daarmee bij gebruik van dezelfde klasse-indeling op de kaart nauwelijks meer zichtbaar (figuur 3.7A), en werden in 2006 alleen nog relatief hoge dichtheden gevonden langs de westkust van het Markermeer en in het IJmeer.

Figuur 3.11

Ruimtelijke verdeling van de mate van toe- en afname van het biovolume van Driehoeksmosselen in het Markermeer tussen 2000 en 2006 (A) en in het IJsselmeer tussen 1999 en 2007 (B). De grootte van de stippen is een weergave van de dichtheden in 2000 (A) en 1999 (B), de kleuren van de mate van toe- of afname. Klasse-indelingen verschillen tussen A en B.



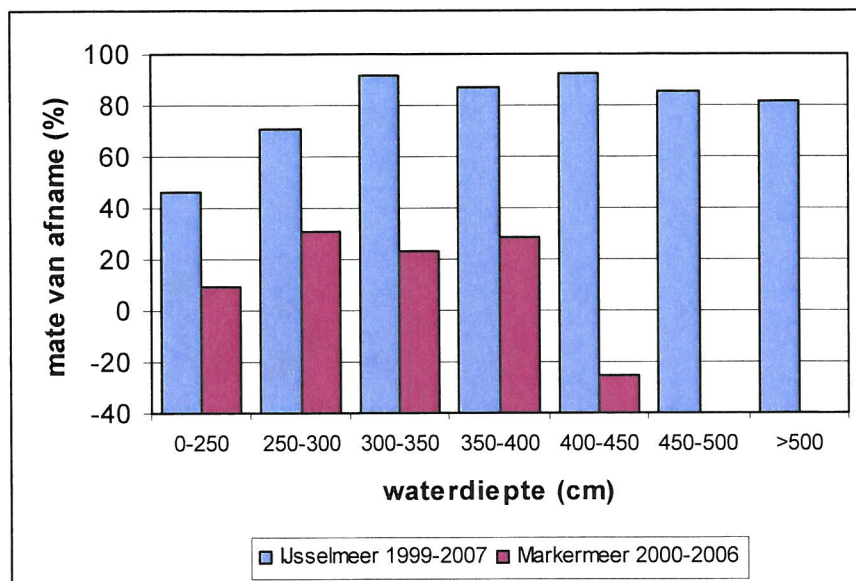
In het IJsselmeer valt afgezien van de algehele afname op dat op een deel van de noordelijke locaties met voorheen relatief hoge dichtheden de mosselen volledig verdwenen waren. Verder is opvallend dat de enige locaties met toename van betekenis langs de noordrand van de zuidelijke deelpopulatie liggen die verder over het geheel fors in dichtheid is afgenomen.

De afname tussen 1999 en 2007 in het IJsselmeer was relatief zwak op de meest geringe dieptes (figuur 3.12). In het Markermeer was dat

tussen 2000 en 2006 ook het geval, maar opvallend was hier dat op diepten van meer dan 4 meter sprake was van toename. Dit komt overeen met de herkolonisatie van de diepere delen in het oosten (figuur 3.11). Een relatie tussen de mate van afname en het bodemtype kwam niet duidelijk naar voren.

Figuur 3.12

Verloop van de mate van afname over de dieptegradiënt.



3.4 Lengteverdeling en filtratiecapaciteit

Op een aantal locaties is de lengteverdeling van de Driehoeksmosselen bepaald. Net als bij de bemonstering van 2000 waren de mosselen klein (figuur 3.13). In 2006 waren ze met een gemiddelde lengte van 6,6 mm zelfs nog kleiner dan in 2000 (8,1 mm). Tussentijdse monsters uit 2004 (MWTL biotoopbemonsteringen) hadden dezelfde optima als in 2000, maar ook al kleinere maximum lengten.

Er was weinig verschil in lengteverdeling tussen de acht proeflocaties (zie bijlage D), in het IJmeer lag die piek een fractie hoger en werden enkele mosselen van 13 en 14 mm gevonden. In het Markermeer mat de grootste mossel 12 mm. Zowel in het Markermeer als in het IJmeer lijkt dus ook de afname van de gemiddelde lengte te hebben doorgezet.

Op basis van de lengteverdeling in combinatie met de ijklijn van volume naar aantallen kan een schatting worden gemaakt van de filtratiecapaciteit van de populatie, volgens de volgende formule uit Reeders et al. 1989:

$$fc = 15,43 / (0,293 + 52,38e^{-0,367L})$$

fc = filtratiecapaciteit in ml per uur, L = schelp lengte in mm.

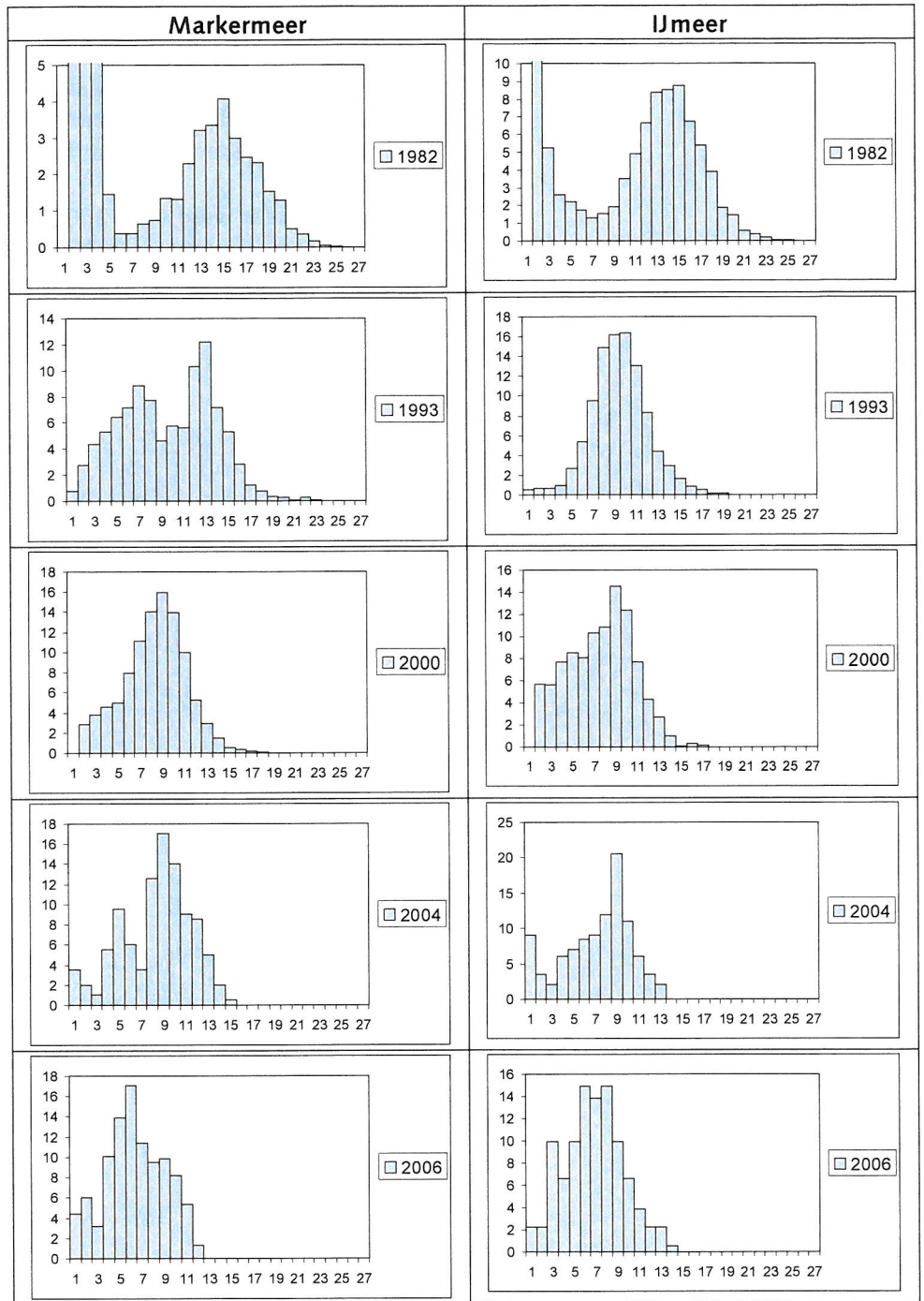
Op deze manier wordt een filtratiecapaciteit berekend van resp. 38, 70 en 181 liter per etmaal per m² voor Markermeer midden, Hoornsche

Hop en IJmeer. Ook dit betekent een verdere afname ten opzichte van 2000 (tabel 3.4). Voor het Markermeer betekent dit dat een volume ter grootte van de meerinhoud nog slechts eens per twee tot drie maanden wordt gefilterd. Wel is het zo dat andere factoren zoals veranderingen in zwevend stof gehalte, en mogelijk de conditie van de mosselen, ook effect kunnen hebben op de filtratiesnelheid. Ten opzichte van 2000 zijn de omstandigheden voor wat betreft deze parameters ongeveer gelijk gebleven.

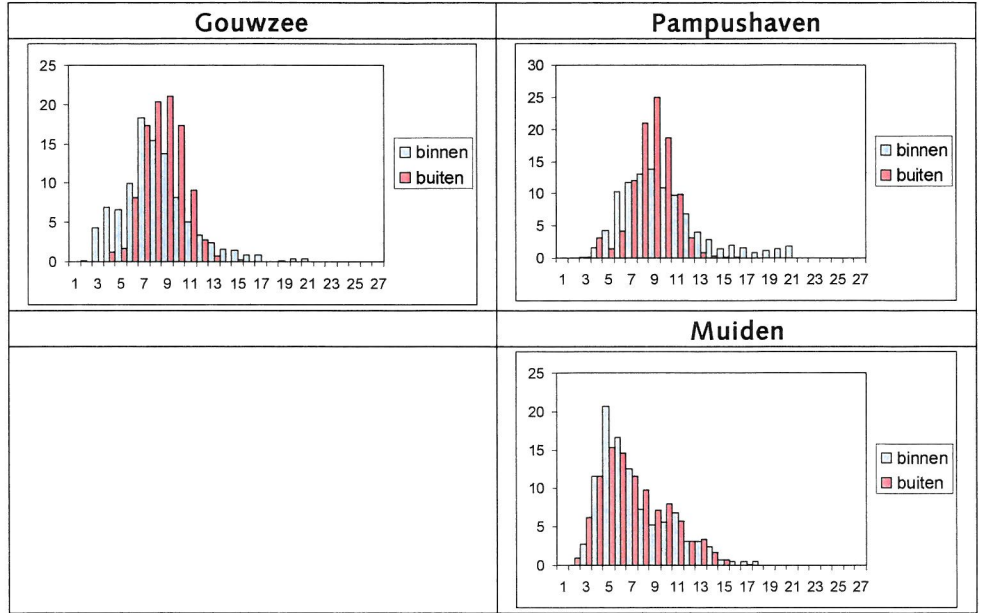
Voor het IJsselmeer werd voor 2007 een filtratiecapaciteit berekend van 113 liter per etmaal per m² in het noorden en 122 liter per etmaal per m² in het zuiden. Ook dit betekent een forse afname sinds de vorige kartering.

Figuur 3.13a

Lengteverdeling van de Driehoeksmosselen uit Markermeer en IJmeer op grond van de bemonsteringen van 1993, 2000 en 2006, aangevuld met MWTL biooopmonsters uit 2004 en monsters uit de periode 1979-1982 (aangegeven in de figuur als 1982).

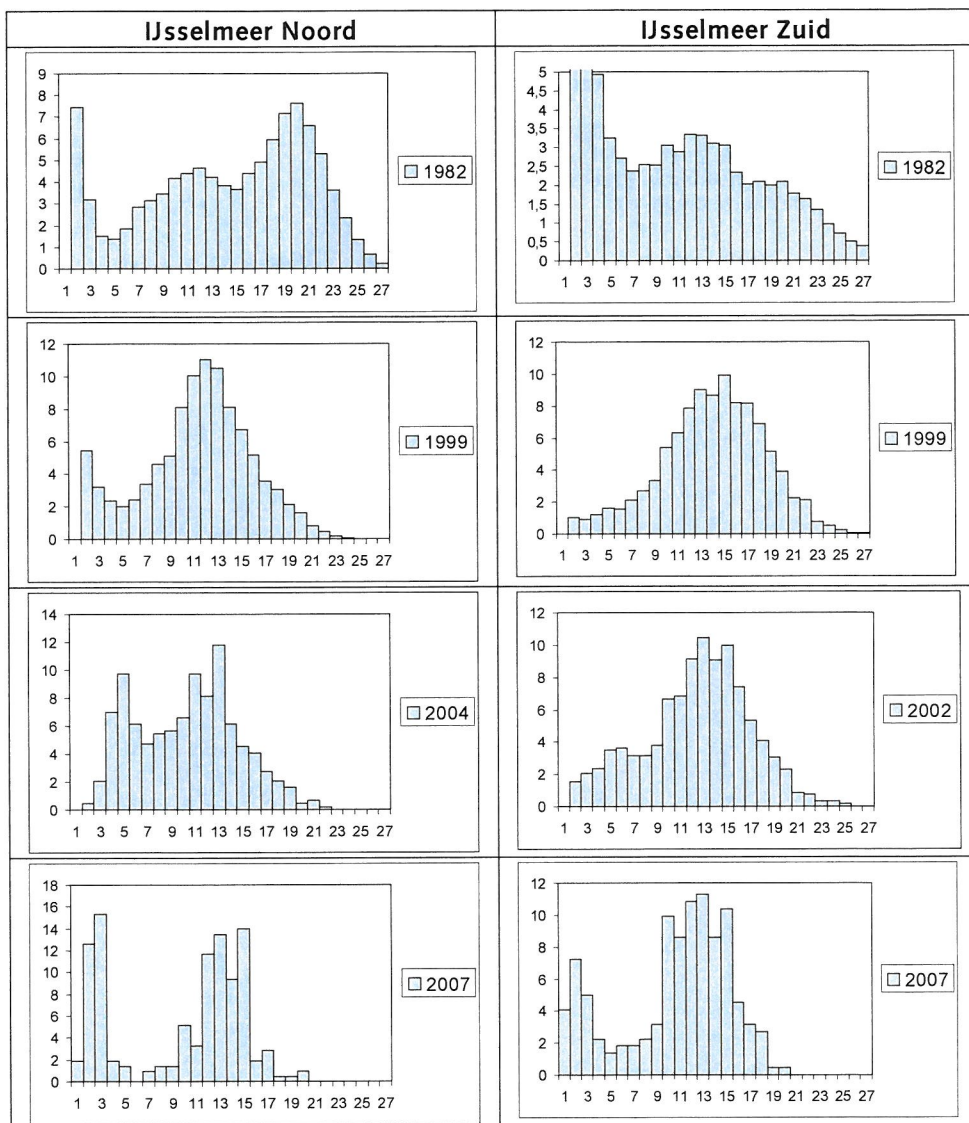


Figuur 3.13b
 Lengteverdeling van de Driehoeksmosselen uit drie luwtegebieden in het Markermeer en IJmeer op grond van de bemonsteringen 2007. Er is onderscheid gemaakt tussen de lengteverdeling binnen de betreffende luwtegebieden en die in de directe omgeving.



Figuur 3.13c

Lengteverdeling van de Driehoeksmosselen uit het IJsselmeer op grond van de bemonsteringen van 1999 en 2007, aangevuld met extra monsters uit 2001-02 en MWTL biotoopmonsters uit 2004 en monsters uit de periode 1979-1982 (aangegeven in de figuur als 1982).



Tabel 3.4

Berekende filtratiecapaciteit van de Driehoeksmosselpopulaties (liters per etmaal per m²) in Markermeer en IJmeer en in het IJsselmeer in vergelijking tot voorgaande jaren.

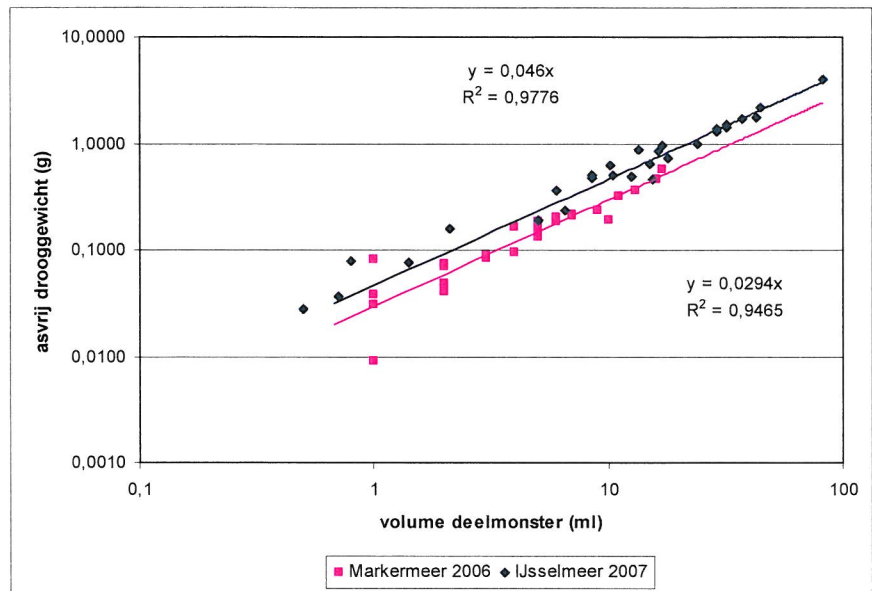
	1981	1993	2000	2006
Markermeer	135	141	68	49
IJmeer	534	492	269	182
	1981	1992	1999	2007
IJsselmeer	266		574	116

3.5 Drooggewicht en aantallen

Een aantal deelmonsters is gebruikt voor het maken van een eiklijn van volume naar asvrij drooggewicht (figuur 3.14). De relatie die daarbij in 2006 voor het Markermeer werd gevonden komt neer op een

gemiddeld asvrij drooggewicht van 29 mg per ml, en een gemiddelde van 647 mg per m². In het IJsselmeer was het asvrij drooggewicht per ml met 46 mg anderhalf keer zo hoog (1741 mg/m²).

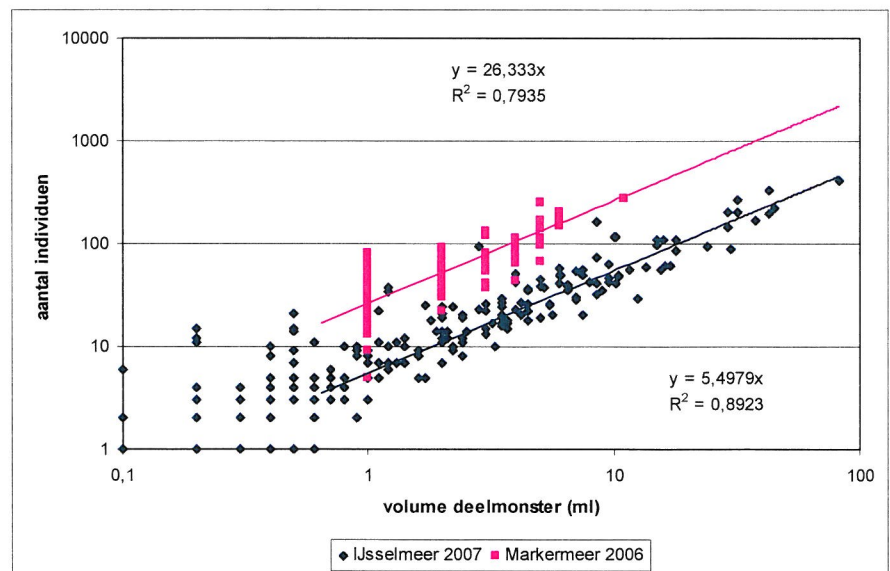
Figuur 3.14
Relatie tussen biovolume en asvrij drooggewicht per deelmonster.

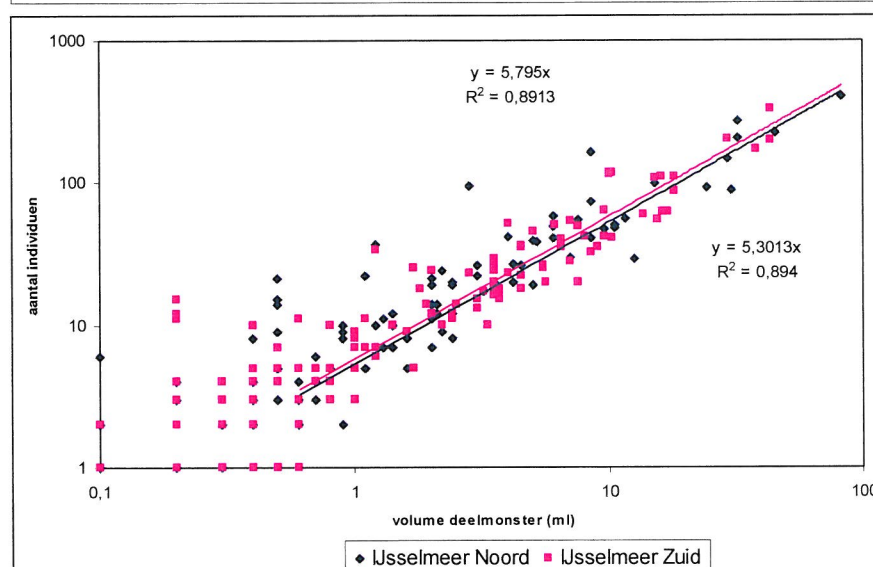
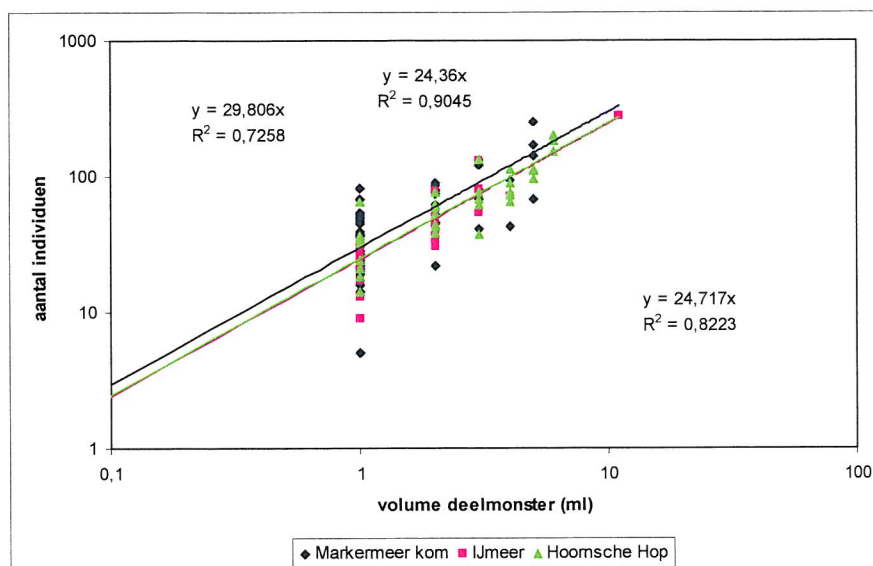


De deelmonsters die niet zijn gebruikt voor de eiklijn van volume naar drooggewicht, zijn o.a. gebruikt voor eiklijnen van volume naar aantallen (figuur 3.15). Per milliliter werden in 2006 in de kom van het Markermeer, het Hoornsche Hop en het IJmeer achtereenvolgens gemiddeld 30, 25 en 24 mosselen gevonden, inclusief het broed (Markermeer/IJmeer totaal 26). Hiervan was op grond van de lengteverdeling (par. 3.4) resp. 41,1%, 52,5% en 54,1% groter dan 6 mm.

In het IJsselmeer waren de mosselen gemiddeld aanzienlijk groter zodat het aantal mosselen per ml aanzienlijk lager was, er werden slechts 5 mosselen per ml gevonden; 5,3 in het noorden, 5,8 in het zuiden. Hiervan was op aantalsbasis resp. 67,2 en 78,3% groter dan 6 mm.

Figuur 3.15
Relatie tussen biovolume en aantallen individuen (inclusief broed) per deelmonster. A: IJsselmeer en Markermeer/IJmeer totaal; B: Deelgebieden Markermeer/IJmeer volgens indeling bijlage A1; C: Deelgebieden IJsselmeer volgens indeling bijlage A2.





De relaties laten zien dat de mosselen in de Hoornsche Hop en in het IJmeer gemiddeld iets groter waren dan in de kom van het Markermeer (lagere aantallen per ml). Volgens deze relaties kunnen de dichtheden in volumes worden omgerekend in dichtheden in drooggewicht en aantallen. Deze dichtheden zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3
Gemiddeld biovolume per deelgebied en de daaruit berekende dichtheid in asvrij drooggewicht en aantallen individuen (mg/m² en N/m²).

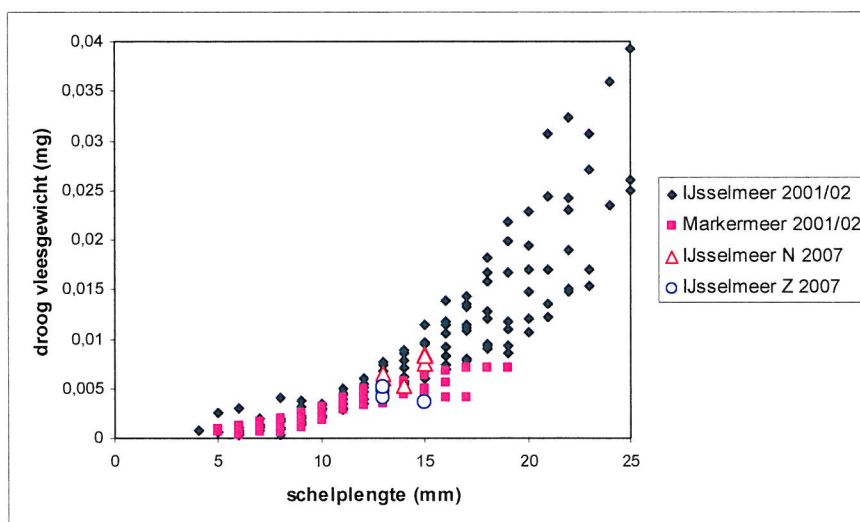
	volume	AFDW	aantal	N>6 mm
Markermeer kom (N=61)	12,9	374	387	41,1%
Hoornsche Hop (N=14)	28,3	821	708	52,5%
IJmeer (N=13)	59,8	1435	1579	54,1%
IJsselmeer Noord (N=92)	24,0	1104	127	67,2%
IJsselmeer Zuid (N=48)	52,7	2424	306	78,3%

3.6 Conditie

De conditie van de mosselen kan worden uitgedrukt in de verhouding tussen het vleesgewicht en de afmetingen. In principe geeft de relatie tussen asvrij drooggewicht en volume, die is weergegeven in figuur 3.13, een maat voor de conditie. Bij eerdere analyses bleek echter dat het percentage drooggewicht verandert met toenemende schelpenlgte, zodat de conditie van een populatie mede afhangt van de lengteverdeling (figuur 3.16). Een vergelijking tussen jaren of locaties kan dus het best worden gemaakt door de relaties tussen vleesgewicht en schelpenlgtes te vergelijken (zie Noordhuis & Houwing 2003, Noordhuis & van Schie 2001). In 2001 en 2002 kon die vergelijking redelijk goed worden gemaakt doordat in sleepnetmonsters ook van de in het Markermeer slecht vertegenwoordigde grotere lengteklassen voldoende individuen konden worden verzameld. Omdat in de monsters van 2006 de mosselen van meer dan 11 mm nagenoeg ontbraken, werden nauwelijks meetbare verschillen met voorgaande jaren verwacht (vergelijk figuren 3.8 en 3.9 in Noordhuis & Houwing 2003). Daarom zijn geen lengte-gewichtsrelaties bepaald.

In het IJsselmeer was dat in 2007 wel enigszins mogelijk, omdat de mosselen hier gemiddeld groter zijn. Daarbij blijkt dat het percentage droog vleesgewicht ten opzichte van de schelpenlgte vooral in het zuiden van het IJsselmeer in 2007 relatief laag was in vergelijking met 2001 en 2002, en in de buurt van de lagere waarden van het Markermeer kwam (figuur 3.16)

Figuur 3.16
Relatie tussen schelpenlgte en droog vleesgewicht, vergelijking van waarden uit het IJsselmeer in 2007 met gegevens uit beide meren in 2001 en 2002 (volgens eiklijnen gepresenteerd in Noordhuis & Houwing 2003).

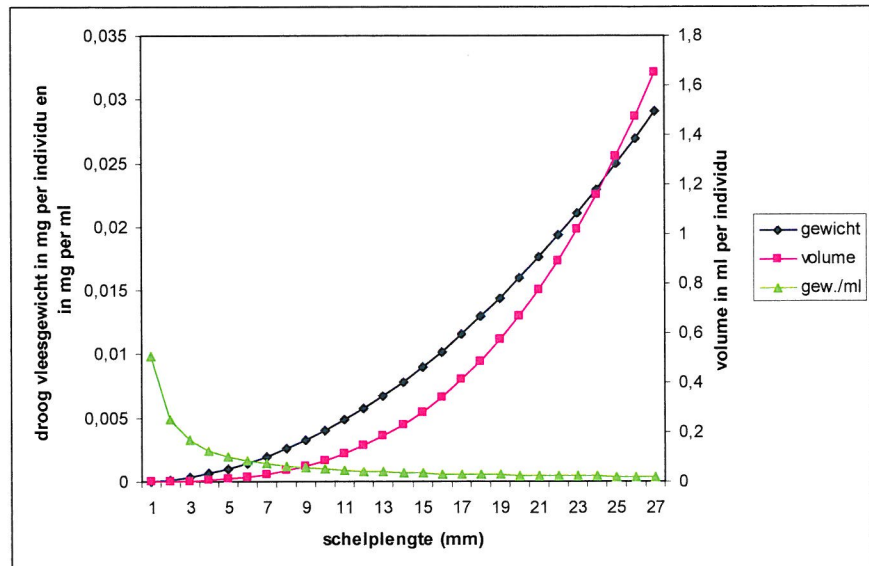


De combinatie tussen kleinere aantallen mosselen per ml in het IJsselmeer, zoals voor 2007 naar voren komt in figuur 3.14, en een anderhalf keer zo groot asvrij drooggewicht roept daarom vragen op. Uit de relaties tussen schelpenlgte en volume en droog vleesgewicht (benadering van totaal asvrij drooggewicht) in Noordhuis & Houwing

2003 volgt dat het vleesgewicht per ml afneemt met toenemende schelpenlengte (omdat het volume sneller toeneemt met de schelpenlengte dan het droog vleesgewicht; figuur 3.17). Als deze relaties worden toegepast op de gemiddelde lengteverdelingen in het Markermeer 2006 en het IJsselmeer 2007 (zie par. 3.4) dan zou het gewicht per ml in het IJsselmeer ongeveer anderhalf keer kleiner moeten zijn in plaats van anderhalf keer groter. Dat de conditie (vleesinhoud) in het Markermeer kleiner is geldt alleen voor grotere mosselen die in het totale biovolume nauwelijks meetellen.

Figuur 3.17

Relatie tussen schelpenlengte enerzijds en anderzijds droog vleesgewicht, biovolume en de verhouding daartussen (volgens eiklijnen gepresenteerd in Noordhuis & Houwing 2003).



3.7 Overige schelpdiersoorten

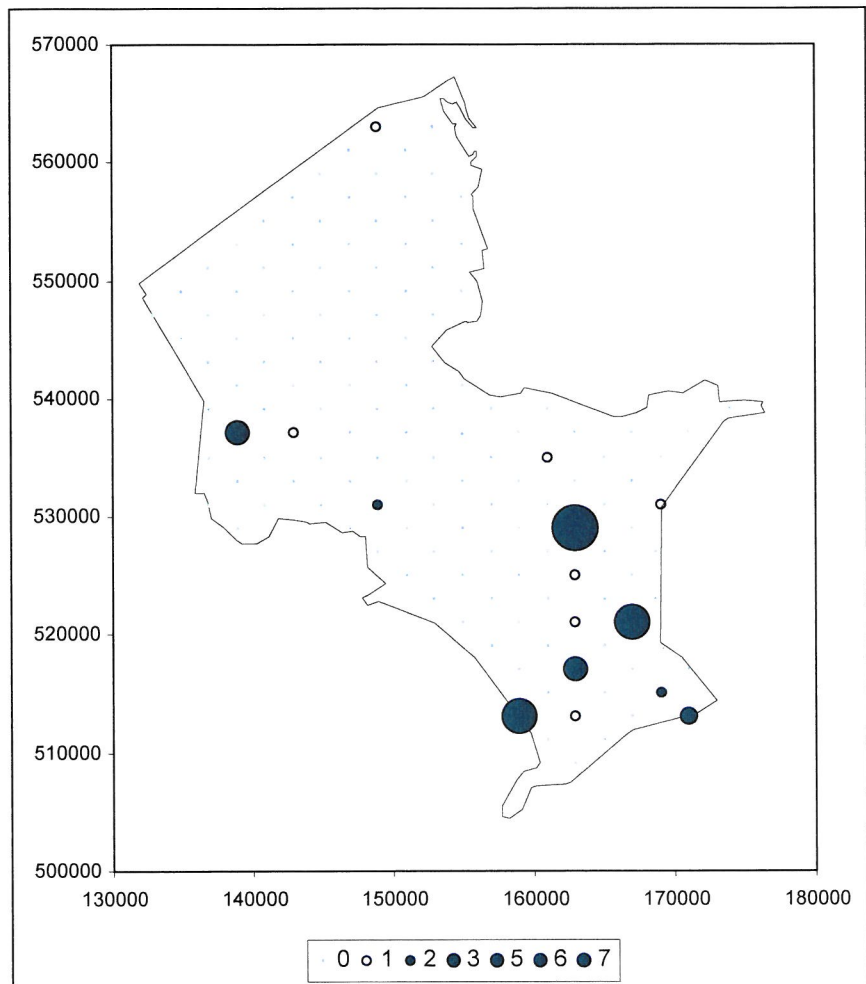
Naast Driehoeksmosselen werden ook schelpdieren van andere soorten genoteerd. Het belang hiervan is in de loop van de inventarisaties toegenomen door kolonisatie van het gebied door twee nieuwe soorten: de Quagga-mossel en de Aziatische Korfmossel. Daarnaast komen in het gebied nog enkele inheemse schelpdieren voor, nl. verschillende soorten zwanenmosselen en erwtenmosselen. Daarnaast kunnen enkele soorten kieuwslakken bijdragen aan de filtratiecapaciteit van de bodemfauna, met name de Diepslak *Bithynia tentaculata* en de Moerasslak *Viviparus* spp. Van de laatste werden 4 individuen aangetroffen in 2007 op locatie 276 in het IJsselmeer (locatie zie Bijlage A). *Bithynia* werd niet gekarteerd.

3.7.1. De "Quagga-mossel" *Dreissena bugensis*.

Het materiaal uit het Markermeer/IJmeer uit 2006 dat niet gebruikt is voor de drooggewichten is achteraf tevens onderzocht op aanwezigheid van *Dreissena bugensis*. Deze soort is in 2006 in het Haringvliet vastgesteld en werd gezien de snelle toename op dat moment ook in het IJsselmeergebied verwacht. Hij werd echter in het materiaal uit het Markermeer niet aangetroffen.

In het materiaal uit het IJsselmeer uit 2007 was dat inmiddels wel het geval. Hier werd het materiaal van alle locaties van de IJsselmeerkartering op aanwezigheid van Quagga-mosselen gecontroleerd. Er werden daarbij in totaal 43 Quagga-mosselen in het materiaal herkend t.o.v. in totaal 6795 Driehoeksmosselen (0,6%). Hoewel de meeste Quagga-mosselen in de zuidelijke helft van het meer werden gevonden, was de soort al in alle delen van het meer aanwezig. Eén exemplaar werd op grote afstand van de rest gevonden in de buurt van de spuisluisen van Kornwerderzand (figuur 3.18). De meest gebruikelijke schelplengtes van Quagga-mosselen lagen rond 13 mm. Deze dieren zijn mogelijk afkomstig van een broedval in het voorjaar van 2007. Het grootste exemplaar, met een lengte van 2.5 cm, moet uit 2006 afkomstig zijn geweest.

.....
Figuur 3.18
Verspreiding van de Quagga-mossel in het IJsselmeer in 2007. Weergegeven is het aantal individuen in de monsters per locatie.



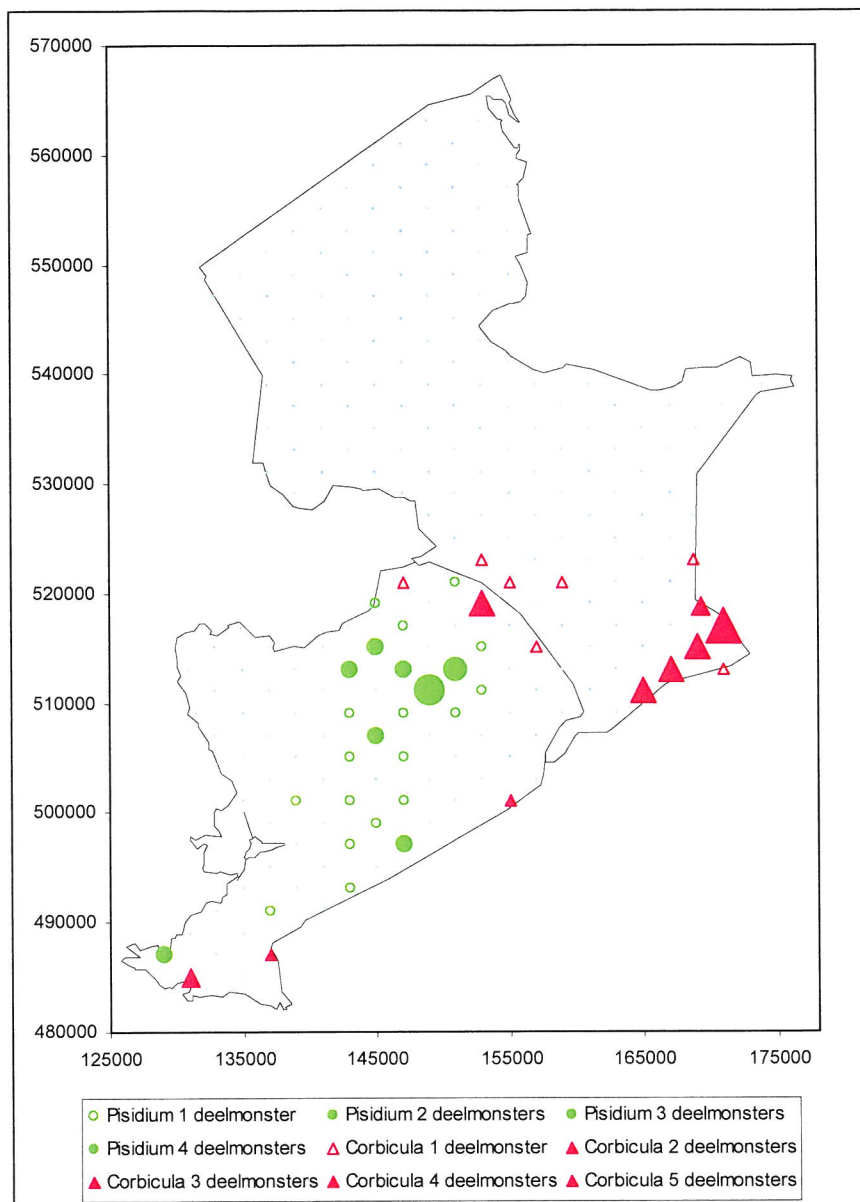
3.7.2. Korfmosselen *Corbicula* spp.

Korfmosselen werden in 2006 in het Markermeer/IJmeer gevonden op 6 locaties, in totaal in 13 deelmonsters. Het betrof uitsluitend de Aziatische Korfmossel *Corbicula fluminea*. Alle locaties lagen langs de oevers van het meer, drie langs de noordrand, twee in het IJmeer en één bij Lelystad (figuur 3.19). Deze laatste locatie had een slibbodem, één locatie in het IJmeer klei met schelpen, de rest was meer of minder zandig. Er was geen duidelijke relatie met de dichtheid van Driehoeksmosselen (figuur 3.20). Alle individuen waren relatief klein, met een piek bij 3 en 4 mm (figuur 3.21). Er zijn waarschijnlijk 2 tot 3 generaties per jaar bij deze soort en de grotere schelpen van 8-11 mm vertegenwoordigen wellicht de eerste generatie van 2006 (bij 6 mm in principe als geslachtsrijp). Het ging steeds om één individu per deelmonster, behalve in op locatie 450 in het IJmeer (voor het PEN-eiland), waar resp. 7, 12 en 2 schelpjes in drie van de deelmonsters zaten, overeenkomend met een gemiddelde dichtheid van 145 per m² op deze locatie. Aziatische Korfmosselen zijn voor het eerst in het Markermeer gevonden in 2004 (1 individu op locatie Trintelhaven Zuidwest van de MWTL biotoopbemonstering, daarnaast 1 individu in de Gouwzee), in het zuidelijke IJmeer werden ze echter al in 2000 gevonden (MWTL; locaties Hoofd, Hofland, Muiden en Diemerdiijk, de

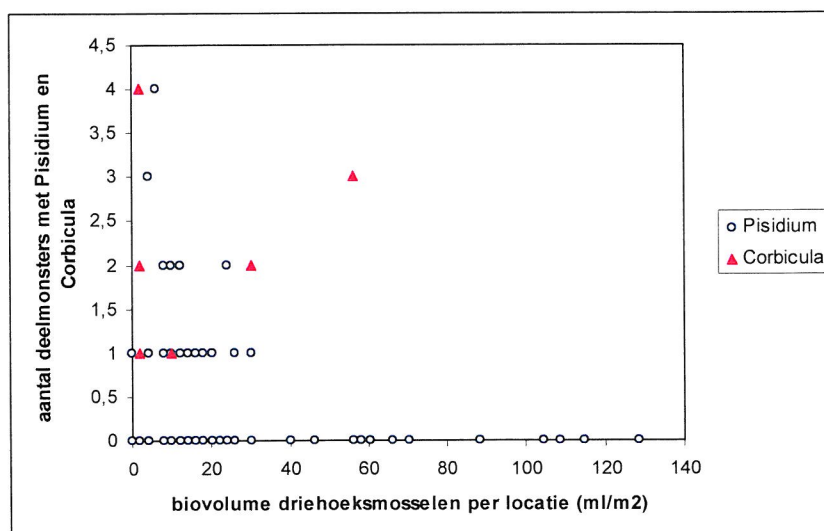
eerste drie locaties waren ook bezet in 2004). In de luwtegebieden waren korfmosselen in 2007 eveneens present. In de Gouwzee ging het slechts om twee individuën, in en rond Pampushaven om een gemiddelde dichtheid van 29 ind./m², geconcentreerd rond de opening naar het IJmeer, met een maximum van 519 ind./m². Voor de kust van Muiden werden op bijna alle locaties korfmosselen gevonden, met een gemiddelde dichtheid van 182 ind./m², duidelijk geconcentreerd dicht achter de dammen en olopend tot max. 1010/m² (figuur 3.22). De Aziatische korfmossel *C. fluminea* heeft geen planktonische larven maar laat zich met geopende schelp, uitgestoken voet en een slijmdraad actief door de stroming verspreiden tot een grootte van 14 mm (Gittenberger et al. 1998). Gezien de gebruikelijke waterbewegingen lijkt het mogelijk dat de soort zich vanuit het IJmeer tegen de klok in over het Markermeer aan het verspreiden is. De gebruikelijke circulaire stroming in de kom van het Markermeer zou dan kunnen verklaren dat de soort in het centrum nog ontbreekt.

.....
Figuur 3.19

Ruimtelijke verdeling van het voorkomen van erwtenmosseltjes *Pisidium* spp. (ronde symbolen; alleen Markermeer/IJmeer) en de Aziatische Korfmossel *Corbicula fluminea* (rode driehoekjes) in het Markermeer volgens de bemonsteringen van december 2006 en die in het IJsselmeer in okt/nov 2007. Weergegeven is het aantal deelmonsters per locatie dat erwtenmosselen of korfmosselen bevatte. Locaties met zowel korf- als erwtenmosselen kwamen in het Markermeer niet voor.

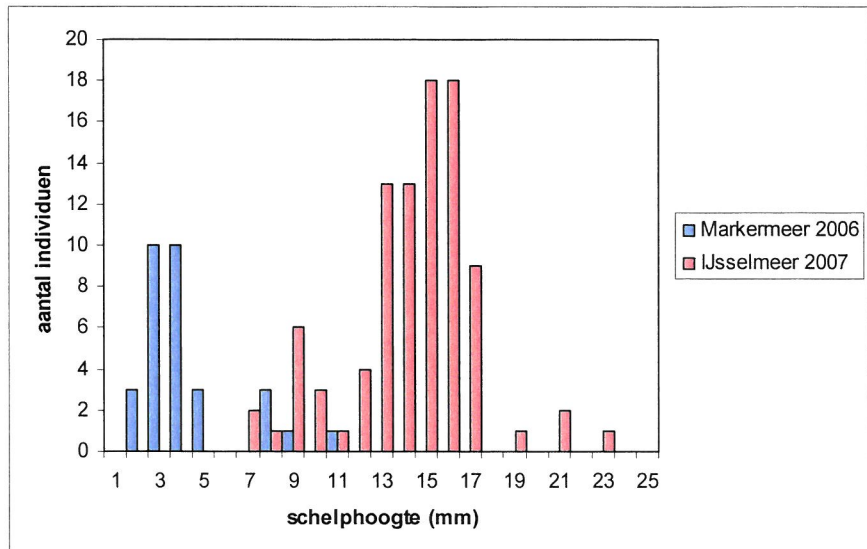


Figuur 3.20
 Relatie tussen het gemiddelde biovolume van Driehoeksmosselen per locatie en het aantal deelmonsters met erwtenmosselen (blauw) korfmosselen (rode driehoekjes; nulwaarden weggelaten).



Figuur 3.21

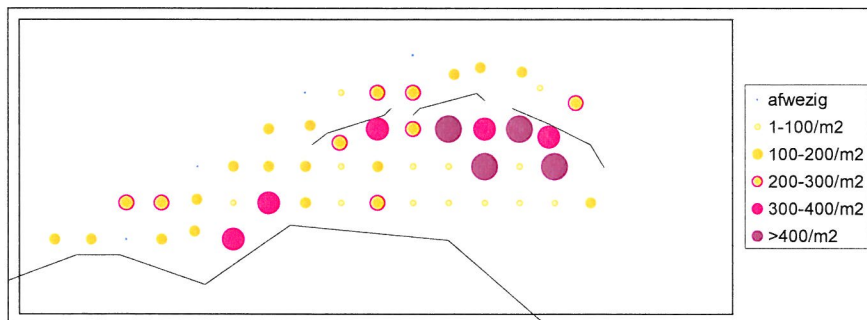
Lengteverdeling van de aangetroffen Aziatische Korfmosselen (schelphoogte = van top tot onderrand in mm) in het Markermeer en IJmeer in 2006 (blauw) en het IJsselmeer in 2007 (roze). Volwassen schelpen zijn tot ca. 30 mm lang.

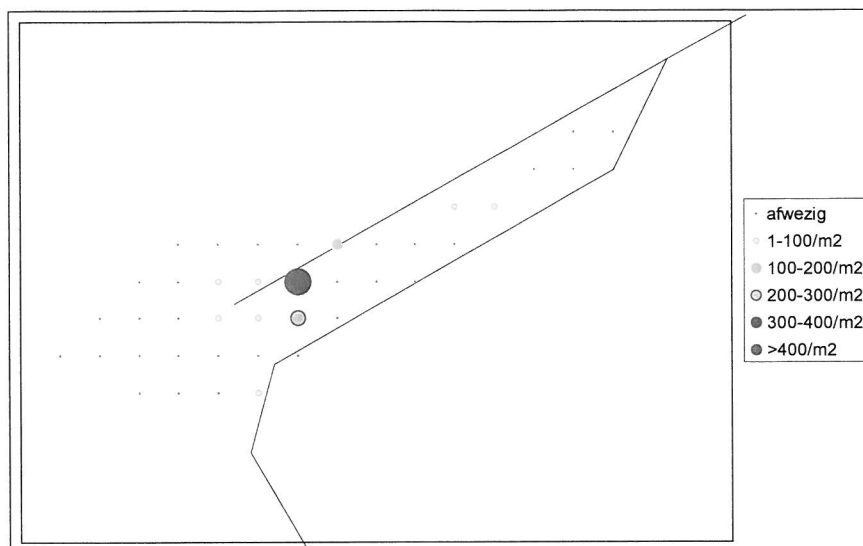


In het IJsselmeer werden in 2007 korfmosselen aangetroffen op een tiental locaties. Al deze locaties lagen in het zuidelijke deel van het meer, met een sterke concentratie in de omgeving van de Ketelbrug. Ook hier betrof het uitsluitend de soort *Corbicula fluminea*. Het betrof voornamelijk halfwas dieren met een lengte van omstreeks 15 mm. Dit betekent dat ze wellicht afkomstig zijn uit een broedval in 2006, net als de toen nog veel kleinere individuen die in dat jaar in het Markermeer werden gevonden.

Figuur 3.22

Verspreidingspatroon van korfmosselen voor de kust van Muiden en in en rond Pampushaven in 2007.





3.7.3. Erwtmosselen *Pisidium* spp.

Doordat de korfmosselen in het Markermeer in 2006 zeer klein waren, konden ze in het veld niet worden onderscheiden van erwtmosselen, maar nagenoeg al het materiaal werd verzameld en kon in het lab worden gedetermineerd. Het materiaal van locaties 354 en 377 ontbrak. Op grond van de overige verspreiding van korf- en erwtmosselen zijn de mosseltjes van deze locaties in figuur 3.14 als erwtmosselen aangegeven.

Erwtmosseltjes zijn aangetroffen op 25 van de 88 locaties, en in totaal 36 deelmonsters (waarbij 2 waarvan het materiaal niet is verzameld). Het betrof in (bijna) uitsluitend de soort *Pisidium subtruncatum*, in de literatuur aangemerkt als "de meest algemene *Pisidium*-soort in Nederland, inclusief IJsselmeer" (Gittenberger et al. 1998). Het aantal individuen per deelmonster met erwtmosselen varieerde tussen 1 en 8, maar de corresponderende dichtheden zijn waarschijnlijk niet representatief gezien de geringe afmetingen. Ze kwamen voor in een band van de noordhoek naar het IJmeer (figuur 3.18), op locaties met niet al te hoge dichtheden van Driehoeksmosselen (t/m 30 ml/m², figuur 3.20). Ze ontbraken op de meest slibbige locaties in het oosten en op de kleilocaties in het westen. Toch werd bij 85% van de deelmonsters met erwtmosselen het sediment gekarakteriseerd als puur slib (16 van de 34 deelmonsters) of slib met schelpen of klei (13 van de 34).

3.7.4. Overig

IJsselmeer 129 *Unio tumidus* 39 mm, IJsselmeer 136 *Unio pictorum* 54 mm, IJsselmeer 135 *Viviparus viviparus* 4 ex.

4. Discussie

4.1 Driehoeksmosselen Markermeer

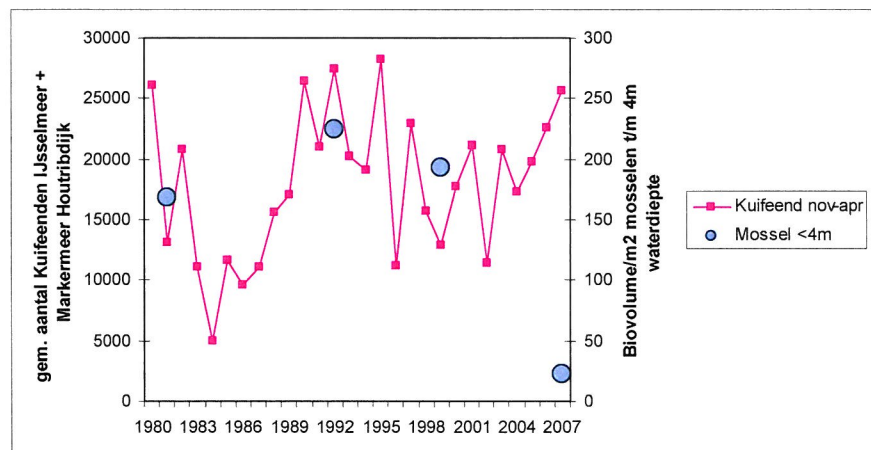
In het Markermeer/IJmeer is ten opzichte van 2000 enige afname geconstateerd, na een veel sterkere afname vóór 2000. Een deel van de recente afname zou te maken kunnen hebben met de relatief late uitvoering van de kartering in december 2006, in relatie tot met name predatie door eenden. Dit wordt echter enerzijds tegengesproken door ontbreken van een versterking van de afname met de datum van de bemonsteringen, en anderzijds door een relatief geringe afname in de meest ondiepe delen (figuur 3.12).

4.2 Driehoeksmosselen IJsselmeer

In het IJsselmeer waren volgens de kartering van 2007 de volumes zeer veel lager dan in 1999. Dit roept vragen op, omdat de afname nog sterker is dan die in het Markermeer in de jaren negentig, terwijl de veronderstelde hoofdoorzaak daar, nl. een ongunstige verhouding tussen de hoeveelheden slib en voedingsstoffen, in het IJsselmeer niet als oorzaak in aanmerking komt. Daarbij komt dat het aantal Kuifeenden dat in seizoen 2007/2008 op het IJsselmeer verbleef relatief hoog was. Terwijl de aantallen Kuifeenden elders in het IJsselmeergebied de veranderingen in de mosselpopulaties volgen, is daarmee in het IJsselmeer de verhouding tussen Kuifeenden en mosselen tussen 1999 en 2007 toegenomen met een factor 10 (figuur 4.1)

Figuur 4.1

Verloop van het aantal Kuifeenden in het IJsselmeer in de maanden nov t/m april, vergeleken met de gemeten volumes van mosselpopulaties op voor eenden bereikbare diepten.



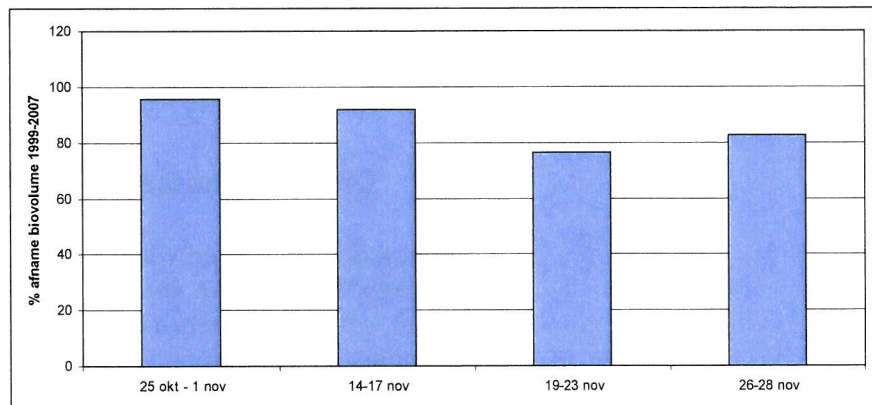
Het optreden van een systematische fout in de berekeningen, die door deze factor 10 gesuggereerd wordt, is vooral uit te sluiten doordat de afname wordt ondersteund door de afname van de presentie van mosselen in het totaal van deelmonsters (figuur 3.10). De

drooggewichten van de mosselen leken in 2007 hoog in vergelijking met de volumes, maar ook na correctie met de in hfdst 3 berekende factor 2 zou nog een algehele afname van zo'n 75% overblijven.

Grotere aantallen eenden kunnen wijzen op verhoogde predatie. De kartering is echter vroeger in het seizoen uitgevoerd dan die in het Markermeer in 2006, zodat predatie door eenden vermoedelijk geen grote invloed heeft gehad op de resultaten. Dit blijkt ook uit het feit dat de mate van afname op geringe diepte eerder kleiner dan groter is (figuur 3.12) en uit het feit dat de mate van afname eerder afneemt dan toeneemt met de bemonsteringsdatum (figuur 4.2). Predatie door eenden in 2007 is dus niet de oorzaak van de afname van de mosselpopulatie.

Figuur 4.2

Verloop van de mate van afname van de mosselvolumes in het IJsselmeer tussen 1999 en 2007 na clustering van de locaties in volgorde van opname.



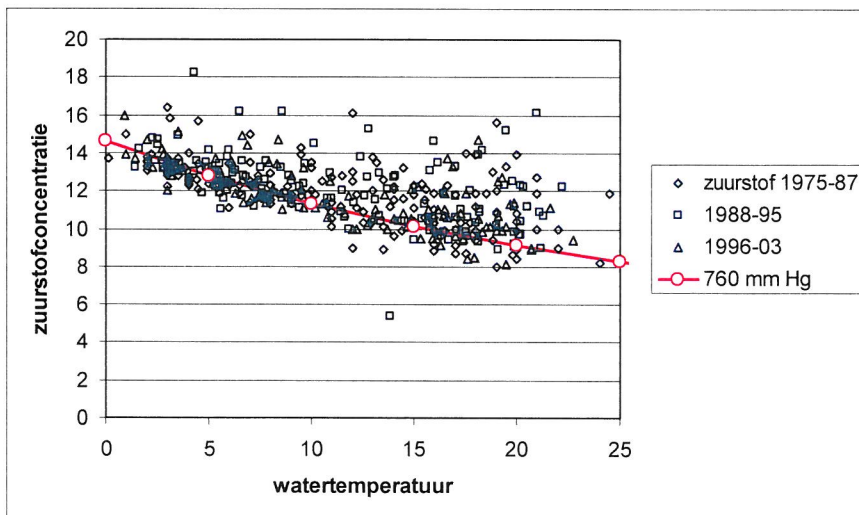
Verhoogde aantallen Kuifeenden bij sterke afname van de mosselpopulatie is dus niet in overeenstemming met de verwachting op grond van ervaringen elders in de regio. Mogelijk is de volledige draagkracht van het IJsselmeer voor deze eenden sinds midden jaren negentig niet meer benut omdat betere foerageergebieden in de randmeren ontstonden, terwijl de Toppereenden terugkeerden naar de Waddenzee. Als het zo is dat de foerageergebieden in de randmeren (waar de mosselen van goede kwaliteit zijn en relatief ondiep voorkomen, inmiddels wel volledig benut worden) zou een reactie in aantallen eenden in het IJsselmeer uit kunnen blijven. Ook is het mogelijk dat andere prooien benut worden, zoals muggenlarven.

Enkele aspecten van de waterkwaliteit zouden wél in overeenstemming kunnen zijn met een afname van de mosselpopulatie, via verminderde filtratie. Het totaal fosforgehalte in het water lag in de zomermaanden lager dan ooit, gemiddeld ca. 0,055 mg/l in de periode mei-augustus. De chlorofylgehalten waren juist relatief hoog (m.n. in juli), waardoor ook de verhouding chlorofyl/fosfor uitzonderlijk hoog was. Hoewel de invloed van filtratie op deze verhouding door de grote diepte van het IJsselmeer relatief gering is, zou dit in overeenstemming kunnen zijn met een afname van de populatie. In de randmeren is midden jaren negentig een drastische afname van deze verhouding opgetreden toen de mosselpopulaties zich herstelden.

Terwijl de recente nutriëntgehalten op zichzelf niet tot afname van mosselen zouden hoeven leiden, zou een combinatie met andere factoren de populatie wel de das om kunnen doen. Te denken valt aan lage zuurstofgehalten bij de bodem onder invloed van hoge watertemperaturen. De oplosbaarheid van zuurstof gaat in de richting van 8 mg/l bij een watertemperatuur van 25°C. Overdag kunnen de gehalten boven in de watertemperatuur hoger worden door zuurstofproductie door algen (figuur 4.3), 's nachts lager door zuurstofverbruik, met name bij de bodem.

Figuur 4.3

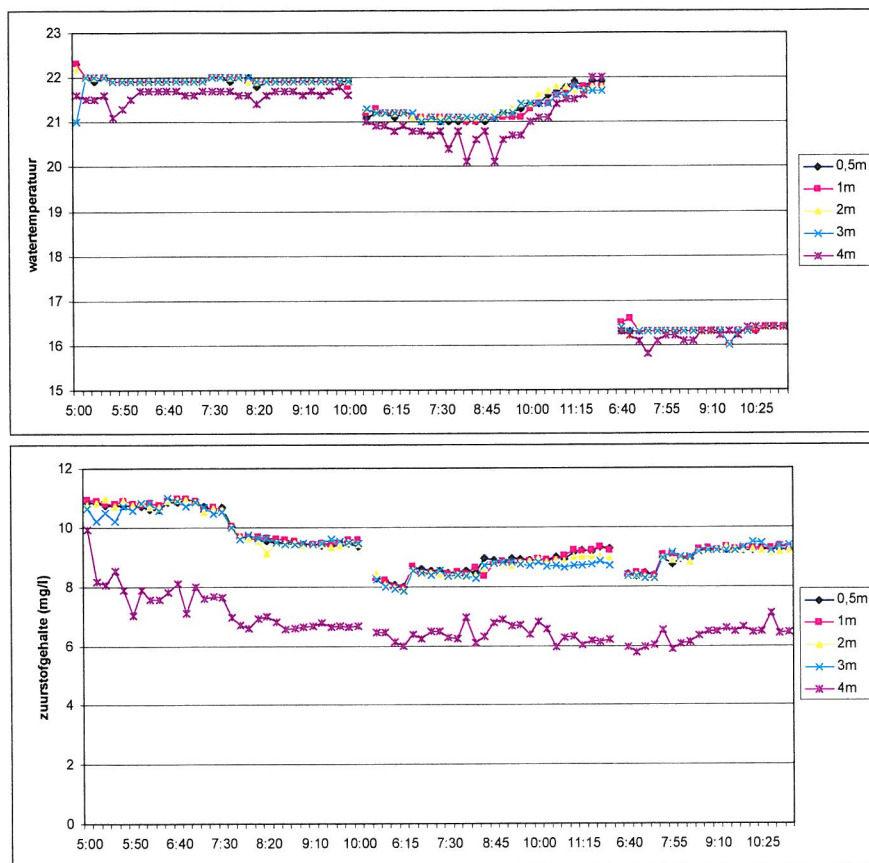
Relatie tussen de watertemperatuur en het zuurstofgehalte in het IJsselmeer (Vrouwezand, 1 m diepte; dagmetingen), en het theoretische gehalte volgens oplosbaarheid in zuiver water, bij gemiddelde luchtdruk (760 mm Hg).



Metingen in het IJsselmeer (AquaTerra) op 7 en 27 augustus en 20 september 2007 lieten zien dat de zuurstofgehalten rond het ochtendminimum op 4 meter diepte steeds 2-3 mg/l verlaagd waren ten opzichte van de waarden op 0,5-3 meter (figuur 4.4). Daardoor kwamen waarden van rond 6 mg/l langdurig voor op deze diepte. De zuurstofgehalten, noch de grootte van het verschil over de waterkolom zijn niet rechtstreeks gerelateerd aan temperatuur door variaties in algenconcentraties. Omdat bij verdere toename van de temperatuur de oplosbaarheid afneemt, mag echter wel een verdere afname van de zuurstofgehalten worden verwacht met ongeveer 1 mg/l (figuur 4.3) als de watertemperatuur toeneemt tot 25°C. In combinatie met lage voedselconcentraties zou dit voor de bodemfauna problemen op kunnen leveren. Bij aanhoudende windstilte kan zo'n situatie verder verslechteren doordat de verticale menging stagneert.

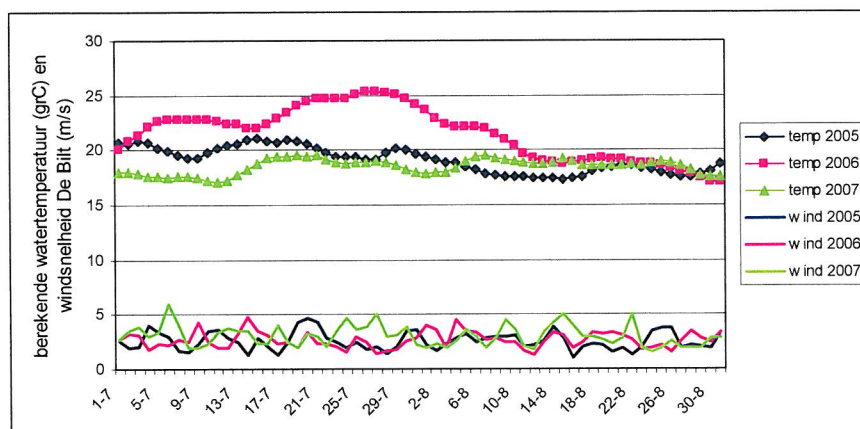
Figuur 4.4

Watertemperatuur (A) en zuurstofgehalten (B) in de ochtenduren op verschillende diepten in het IJsselmeer op 7 en 27 juli en 20 september 2007.



Omdat geen reactie in het aantalsverloop van de Kuifeenden optreedt en de invloed van filtratie op de waterkwaliteit beperkt is door de relatief grote diepte van het IJsselmeer, is nauwelijks te reconstrueren wanneer de gemeten afname van de mosselpopulatie heeft plaatsgevonden. De hoge chlorofyl/fosfor verhouding in 2007 werd al in 2006 door relatief hoge waarden vooraf gegaan. In 2007 steeg de watertemperatuur niet boven de 22 °C, maar in juli 2006 was sprake van twee perioden met hoge watertemperaturen, waarvan de tweede ook gekarakteriseerd werd door lage windsnelheden (21-28 juli; figuur 4.5). In deze periode vond ook vissterfte plaats. Het lijkt daarom aannemelijk dat in die periode ook op de bodem ernstige zuurstoftekorten voorkwamen.

Figuur 4.5
Verloop van de watertemperatuur (berekend volgens model W. Mooij) en de windnelheid (De Bilt, KNMI) in juli en augustus van de jaren 2005, 2006 en 2007.



Ook bij de eerdere afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer is het mogelijk dat lage zuurstofgehalten een rol hebben gespeeld. Bij de reconstructie van de "mosselcrash" in het Markermeer (Noordhuis & Houwing 2003) bleef de sterke toename van chlorofyl in de wintermaanden onverklaard. Aangezien de mosselen 's winters nauwelijks filteren, kon deze toename niet verklaard worden door een afname van de filtratiecapaciteit. Andersom kan deze toename wel hebben bijgedragen aan verslechtering van de condities voor de mosselen, bijv. door middel van verdere ophoping van organisch materiaal en toename van zuurstofverbruik. De toename van chlorofyl zou verbonden kunnen zijn aan de toename van het aantal zonnuren die door de jaren heen m.n. in december en januari heeft plaatsgevonden. In een lichtbeperkt systeem als het Markermeer kan dat effect hebben op de fytoplanktongroei.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies Markermeer/IJmeer

Op grond van de kartering van december 2006 zijn de dichtheden van de Driehoeksmossel in alle delen van het Markermeersysteem sinds 2000 verder afgenomen (afgezien van herkolonisatie door lage aantallen in het oosten). Er werd een gemiddeld biovolume gevonden van 12,9 ml per m² in de kom van het Markermeer, 28,3 ml per m² in de Hoornsche Hop en 59,8 ml per m² in het IJmeer. Ten opzichte van de kartering van 2000 betekent dat een afname met resp. 21, 32 en 21%. Het is mogelijk dat het late tijdstip van de bemonstering (december) een deel van deze afname heeft "veroorzaakt", want tussen het meer gebruikelijke monstertijdstip oktober en december kan predatie of anderssoortige sterfte hebben plaatsgevonden. Het inmiddels sterk gedaalde aantal eenden, de afname over het hele systeem en de gelijktijdige afname van de gemiddelde lengte van de mosselen doen echter vermoeden dat werkelijk sprake is van verdere afname. Duidelijk is in elk geval dat na de drastische afname van de dichtheden in de jaren tachtig en negentig, tussen 2000 en 2006 geen sprake is geweest van herstel; de gemeten waarden betekenen een afname met 76% sinds 1981. De draagkracht voor mosseletende watervogels waarvoor instandhoudingsdoelen zijn geformuleerd (Tafeleend, Kuifeend, Topper, Brilduiker en Meerkoet) is dus ten opzichte van 2000 op z'n best onveranderd.

Net als in voorgaande jaren heeft in 2006 wel broedval plaatsgevonden, en is een deel van het in 2000 grotendeels lege oosten van het meer geherkoloniseerd, zij het in lage dichtheden. De concentratie die in 2000 nog in het centrum van het meer aanwezig was, is echter grotendeels verdwenen.

De lengteverdeling van de Driehoeksmosselen is ten opzichte van 2000 verder verschoven in de richting van kleine mosselen, met een piek rond 6 mm t.o.v. 9 mm in 2000, 13 en 10 mm in Markermeer en IJmeer in 1993 en 15 mm in 1979-1982. De mosselen in de monsters waren te klein voor een bruikbare conditiemeting.

Van de Aziatische Korfmossel *Corbicula fluminea*, die in 2000 voor het eerst in het IJmeer werd gevonden en in 2004 in het Markermeer, zijn in 2006 kleine aantallen juveniele individuen gevonden in het zuidelijke IJmeer, bij Lelystad en langs de Houtribdijk. In het centrum en het oosten van het meer werd de soort niet aangetroffen. De recent in Nederland verschenen Quagga-mossel *Dreissena bugensis* werd niet aangetroffen.

In 2007 zijn extra schelpdierbemonsteringen uitgevoerd in en rond de Gouzee, het kustgebied voor Muiden en in en rond Pampushaven. De dichtheden waren hier met resp. 133,9, 259,6 en 434,1 ml/m² aanzienlijk hoger dan de gemiddelde dichtheden in het Markermeer en IJmeer in 2006. Dit sluit echter wel aan bij het ruimtelijke patroon van dichtheden in dat jaar. Ook de lengteverdeling in de drie "luwtegebieden" komt overeen met die van het Markermeer/IJmeer in 2006. Ook in meer detail lijkt er in principe sprake te zijn van relatief hoge dichtheden in de luwtegebieden (of meer in het algemeen de nabijheid van dammen en dijken), maar dat wordt weer afgezwakt door ophoping van slib (Pampushaven) of de aanwezigheid van dichte kranswiervelden (Muiden en Gouzee). Bij Muiden en in iets mindere mate rond de ingang van Pampushaven werden in 2007 veel Aziatische Korfmosselen *Corbicula fluminea* aangetroffen, in dichtheden die opliepen tot enkele honderden per m².

5.2 Conclusies IJsselmeer

De in 2007 in het IJsselmeer gevonden dichtheden waren aanzienlijk lager dan de in 1999 gemeten dichtheden. Dichtheden van 24,0 ml/m² in het noorden en 52,7 ml/m² in het zuiden betekenen een afname van resp. 81 en 90% ten opzichte van 1999. Mogelijke verschillen in de gebruikte methoden zouden deze getallen kunnen hebben beïnvloed, maar een algehele afname van ten minste 75% lijkt in elk geval overeind te blijven. Ook uit de verdeling van de presentie, in de vorm van het aantal deelmonsters per locatie dat mosselen bevatte, komt dit beeld naar voren.

De afname werd niet sterker in de loop van de bemonsteringsperiode en nog duidelijker dan in het Markermeer was de afname op de meest ondiepe plaatsen het kleinst. Predatie is dus geen directe oorzaak.

De afname lijkt in tegenspraak met een relatief hoog aantal Kuifeenden in het seizoen 2007/08. In dit geval ging de afname in het IJsselmeer echter niet gepaard met verbetering van andere gebieden in de regio, zoals bij de afname in het Markermeer het geval was. Mogelijk werd sinds de jaren negentig door verbetering van het aanbod in de randmeren in het IJsselmeer de draagkracht niet meer volledig benut. Ontwikkelingen die wel met een afname overeenstemmen zijn een laag fosforgehalte in de zomer van 2007 en een zeer hoge verhouding tussen chlorofyl en fosfor.

De conditie van de mosselen was in het zuiden van het IJsselmeer slecht ten opzichte van metingen in 2001 en 2002 en kwam in de buurt van de condities die toen in het Markermeer werden gemeten. De piek van de lengteverdeling lag in het zuiden met 12-13 mm eveneens iets lager dan voorheen (15 mm in 1999, 14 mm in 2001/02). In het noorden was de conditie in 2007 redelijk en ook de lengteverdeling was niet ongebruikelijk.

De Aziatische korfmossel *Corbicula fluminea* was in beperkte dichtheden aanwezig langs de Houtribdijk en in het gebied rond de Ketelbrug. De lengteverdeling wees op kolonisatie in 2006. De

Quagga-mossel *Dreissena bugensis* was eveneens vooral in het zuiden present, maar werd ook bij de Zeughoek en bij Kornwerd gevonden. In totaal werden 43 individuen ontdekt op een totaal van bijna 7000 mosselen.

5.3 Aanbevelingen

5.3.1. Methode

De kartering in 2006 is te laat uitgevoerd (december). Eerdere karteringen werden in het algemeen omstreeks oktober uitgevoerd, voordat structurele predatie door eenden zijn aanvang neemt en voordat wintersterfte optreedt. Voor vergelijking met de andere karteringen kan dus het best rond oktober worden gemonsterd. In 2007 (november) was dat al iets beter.

De volumes werden aan boord op hele milliliters afgerond. Voorheen werd afgerond op tiende milliliters. Omdat de dichtheden in het Markermeer zo laag zijn dat 80% van de monsters met mosselen in de volumeklassen 0, 1 en 2 ml viel, is de onnauwkeurigheid relatief groot. Aanbevolen wordt daarom kleinere bekeerglazen te gebruiken en weer op tiende milliliters af te ronden. Dit is in 2007 gebeurd.

Alle monsters werden in 2006 bewaard. Daardoor konden achteraf alsnog lengteverdelingen worden bepaald en konden andere soorten tweekleppigen (die apart waren verzameld) worden gedetermineerd. Met name het onderscheid tussen juveniele korfmosselen en erwtenmosselen is aan boord vaak niet goed te maken. Aanbevolen wordt om ook bij toekomstige bemonsteringen al het materiaal per deelmonster te verzamelen. Ook in 2007 is het materiaal bewaard.

5.3.2. Inhoudelijk

Bruikbare conditiemetingen zijn eigenlijk alleen uit te voeren voor het Markermeer door grotere dieren te selecteren uit sleepnetmonsters, omdat hier grotere aantallen mosselen in kunnen worden doorzocht op de schaarse grotere individuen. Voor dit doel zouden naast de monsters op de gridpunten nog enkele sleepnetmonsters kunnen worden verzameld.

De zeer kleine afmetingen van de mosselen in het Markermeer kunnen het gevolg zijn van extreem hoge wintersterfte of van extreem trage groei, of beide. Groei-experimenten aan weerskanten van de Houtribdijk (uitgehangen korfjes met mosselen van een vaste startlengte die eens per 2 weken worden opgemeten, en soortgelijke korfjes op de bodem) zouden inzicht kunnen verschaffen de rol van deze twee mogelijke oorzaken. Trage groei in combinatie met een slechte conditie wijst op voedselproblemen in het zomerhalfjaar als oorzaak van de achteruitgang, terwijl hoge wintersterfte ook zou kunnen wijzen op een rol van de instabiliteit van het sediment onder

invloed van de wind. De uitkomst kan van belang zijn bij het kiezen van de meest effectieve beheersmaatregel ter versterking van de populatie.

Mosselen hebben behoefte aan een gunstige verhouding tussen de voedselconcentratie (algen) en de hoeveelheid zwevend slib. Omdat ze via filtratie niet alleen de algen bemachtigen maar ook de hoeveelheid zwevend slib actief verminderen, houden ze hun eigen milieu in stand totdat de toename van de hoeveelheid slib of de afname van de voedselconcentratie een zekere drempelwaarde overschrijdt. Daarna kan de populatie zeer sterk afnemen doordat het wegvallen van filtratie en bodembedekking de slibgehalten nog verder verhoogt. Voor een herstel van de populatie moet de totale hoeveelheid slib in het systeem daarom verder terug worden gebracht dan die van kort voor de afname van de mosselen. Tot welk punt is nog onbekend, evenals de grenswaarde van de verhouding tussen algen en zwevend slib. Een vergelijkende studie van verschillende watersystemen zou hier misschien meer duidelijkheid over kunnen geven.

Afname van mosselen kan behalve met de voedselsituatie ook met zuurstoftekort te maken hebben. Er zijn aanwijzingen dat in het IJsselmeer in de zomer tekorten op kunnen treden, in het Markermeer mogelijk ook in de winter. Via de oplosbaarheid in water zijn zuurstofgehalten aan de watertemperatuur gekoppeld, en daarmee zou klimaatverandering kunnen resulteren in het vaker optreden van tekorten. Met het oog op instandhoudingsdoelen en draagkrachtontwikkeling is het dus zinvol kennis te verzamelen over de rol van zuurstof in de ontwikkelingen bij o.a. de mosselpopulaties, en over de eventuele sturingsmogelijkheden daarin.

5.3.3. Overige soorten

Door de sterke opkomst van nieuwe tweekleppigen als korf- en quagga-mosselen wordt duidelijk dat de Driehoeksmossel niet meer a de populatie filterfeeders domineert. Zowel voor het bepalen van de rol van mosselen voor de waterkwaliteit als voor het bepalen van de draagkracht voor benthivore watervogels is het dus noodzakelijk om bij toekomstige karteringen standaard deze soorten mee te nemen. Daarbij is het wenselijk de soorten afzonderlijk te meten, gezien verschillen in eigenschappen als filtratiecapaciteit, tolerantie en energie-inhoud. Bij de twee Dreissena's zal moeten worden bekeken of het maken van dit onderscheid praktisch uitvoerbaar is en hoe de inspanning zich verhoudt tot de wenselijkheid m.b.t. de voornoemde verschillen in eigenschappen.

Gezien ervaringen in Noord-Amerika is het mogelijk dat de driehoeksmosselpopulaties in het IJsselmeergebied op (korte) termijn grotendeels worden vervangen door Quagga-mosselen. Dit betekent dat nieuwe formules voor filtratiecapaciteit zullen moeten worden afgeleid en dat een nieuwe relatie met benthivore vogels ontstaat.

Driehoeksmosselen worden ook gebruikt voor accumulatieproeven vanuit het monitoringsprogramma ecotoxicologie. De blanco mosselen

die daarvoor in het hele land worden uitgezet, worden opgevist bij de Zeughoek in het IJsselmeer. Verdere afname van Driehoeksmosselen en vervanging door Quagga's kan dus ook op dit programma op den duur invloed uitoefenen.

6. Literatuur

Brongers I. 2001. Inventarisatie Driehoeksmosselen Markermeer. RDIJ rapport 2001-4, Lelystad.

Gittenberger E. & A.W. Janssen (red.) 1998. De Nederlandse Zoetwatermollusken. Nederlandse Fauna 2. Recenten en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. KNNV Uitgeverij, Utrecht.

de Leeuw J.J. 1997. Demanding Divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. Proefschrift R.U.Groningen, Van Zee tot Land 61, RDIJ, Lelystad.

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.

Huynen C.I.J. & C.H.M. Koenjer 1998. Monitoring Driehoeksmosselen in het zuidelijk deel van het Markermeer. RDIJ rapport 97-2, Lelystad.

Noordhuis R., M.R. van Eerden & M. Roos in press. Crash of Zebra Mussel, transparency and water bird populations in Lake Markermeer. In: Rajagopal et al. (red.), The Zebra Mussel in Europe, Backhuys Publishers, Leiden.

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

Noordhuis R., H.H. Reeders & A. bij de Vaate 1992. Filtration rate and pseudofaeces production in Zebra Mussels and their application in water quality management. In: Neumann & Jenner (red.), The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha*. Limnology Aktuell, Band 4, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, pp. 101-114.

Noordhuis R. & J. van Schie 2001. Conditie van Driehoeksmosselen in het IJsselmeergebied in 2001. RIZA rapport 2001.188x, Lelystad.

Reeders H.H. 1989. De Driehoeksmossel en actief biologisch beheer. In situ metingen van de filtratie-snelheid in het Wolderwijd – 1988. DBW/RIZA rapport 89.030, Lelystad.

Reeders H.H., A. bij de Vaate & F.J. Slim 1989. The filtration rate of *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) in three Dutch lakes with reference to biological water quality management. Freshwater Biology 22: 133-141.

van Soest R.W.M. 1970. Aspecten van de oecologie van de Driehoeksmossel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Lamellibranchiata) in het IJsselmeer. Doctoraalscriptie.

bij de Vaate A. 1982. Schatting van de jaarlijkse productie van Driehoeksmossels (*Dreissena polymorpha*) in het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer. RIJP rapport 1982-20 Abw, Lelystad.

Voslamber B. & C. van Turnhout 1998. Aantalsontwikkelingen van Kuifeend *Aythya fuligula* en Tafeleend *A. ferina* op enkele Nederlandse zoetwatermeren en rivieren in de periode 1966 t/m 1997. Sovon Onderzoeksrapport 1998/07 – RIZA rapport 98.107X, Lelystad.

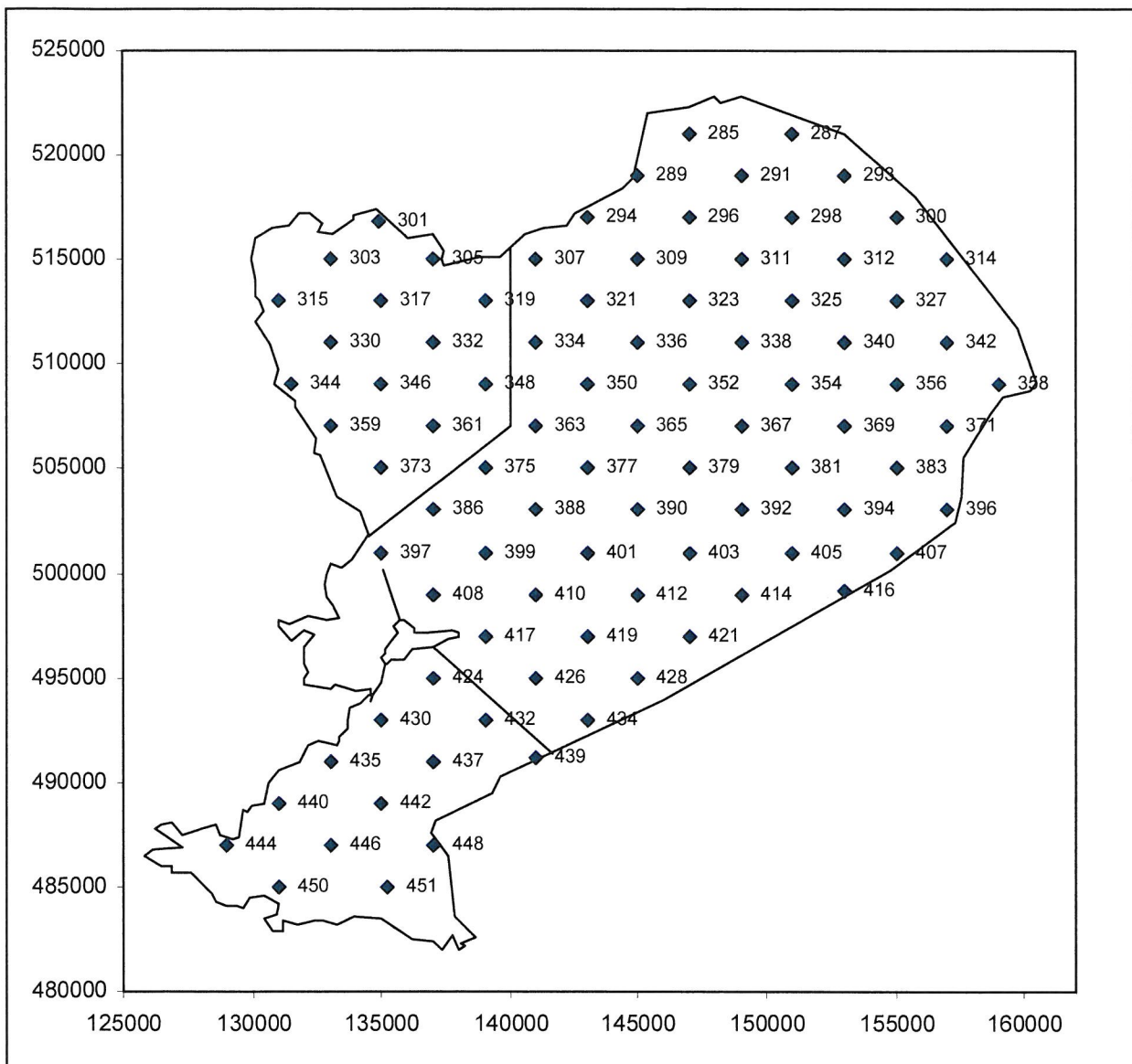
van der Wal R.J. 1979. De Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) in het IJsselmeer. Doctoraalscriptie Univ. Amsterdam.

Dankwoord

Dit project werd uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied. Het werd begeleid door Jeroen Postema en Gert Butijn m.m.v. Ianthe Brongers en Nico Wijnstok. De bemonsteringen zijn door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied in 2006 uitbesteed aan Sonja Vernooij van AquaTerra Water en Bodem BV, met medewerking van Jouke Kampen. Het veldwerk werd uitgevoerd met de kotter HK61 van de firma Klaassen/Timmer en bemanning (Henk, Douwe en Harm) en medewerkers van AquaTerra: Harry Blokland, Johan van Giels, Patrick Rutjes en Anita Kikkert. Drooggewichten van de mosselen zijn bepaald door Aqualab BV te Werkendam. Lengtemetingen en determinaties werden op het lab van RIZA Lelystad uitgevoerd door Bram bij de Vaate, Bert Jansen en auteur, met assistentie van Myra Swarte en Mirjam Kuitert. Jeroen Postema en Sonja Vernooij droegen advies en informatie aan t.b.v. de rapportage en Mervyn Roos bewerkte de kaarten. In 2007 werd het veldwerk uitbesteed aan AquaSense te Amsterdam (contactpersoon Michiel Wilhelm), opnieuw met medewerking van de firma Klaassen/Timmer. Lengtes en drooggewichten werden in het lab van RWS in Lelystad bepaald door John van Schie. De bemonsteringen in de luwtegebieden in 2007 werden uitgevoerd door Bureau Waardenburg bv te Culemborg (Sietse Bouma en Wouter Lengkeek), in opdracht van de Waterdienst van RWS (ANT; Marcel Tosserams, Hans Drost e.a.). Al deze mensen worden van harte bedankt voor hun bijdrage.

Bijlage A Kaart monsterpunten

Op de onderstaande kaart zijn de monsterpunten aangegeven die in 2006 zijn bezocht voor de kartering van het Markermeer en IJmeer. De nummering correspondeert met die van de voorgaande bemonsteringen, de nummers van niet bezochte locaties uit 1993 en 2000 zijn vervallen. De indeling in de deelgebieden "Markermeer kom", "Hoornsche Hop" en "IJmeer" is d.m.v. lijnen aangegeven.



Op de onderstaande kaart zijn de monsterpunten aangegeven die in 2007 zijn bezocht voor de kartering van het IJsselmeer. De nummering correspondeert met die van de voorgaande bemonsteringen, de nummers van niet bezochte locaties uit 1992 en 1999 zijn vervallen. De indeling in de deelgebieden "IJsselmeer Noord" en "IJsselmeer Zuid" is d.m.v. een lijn aangegeven.

