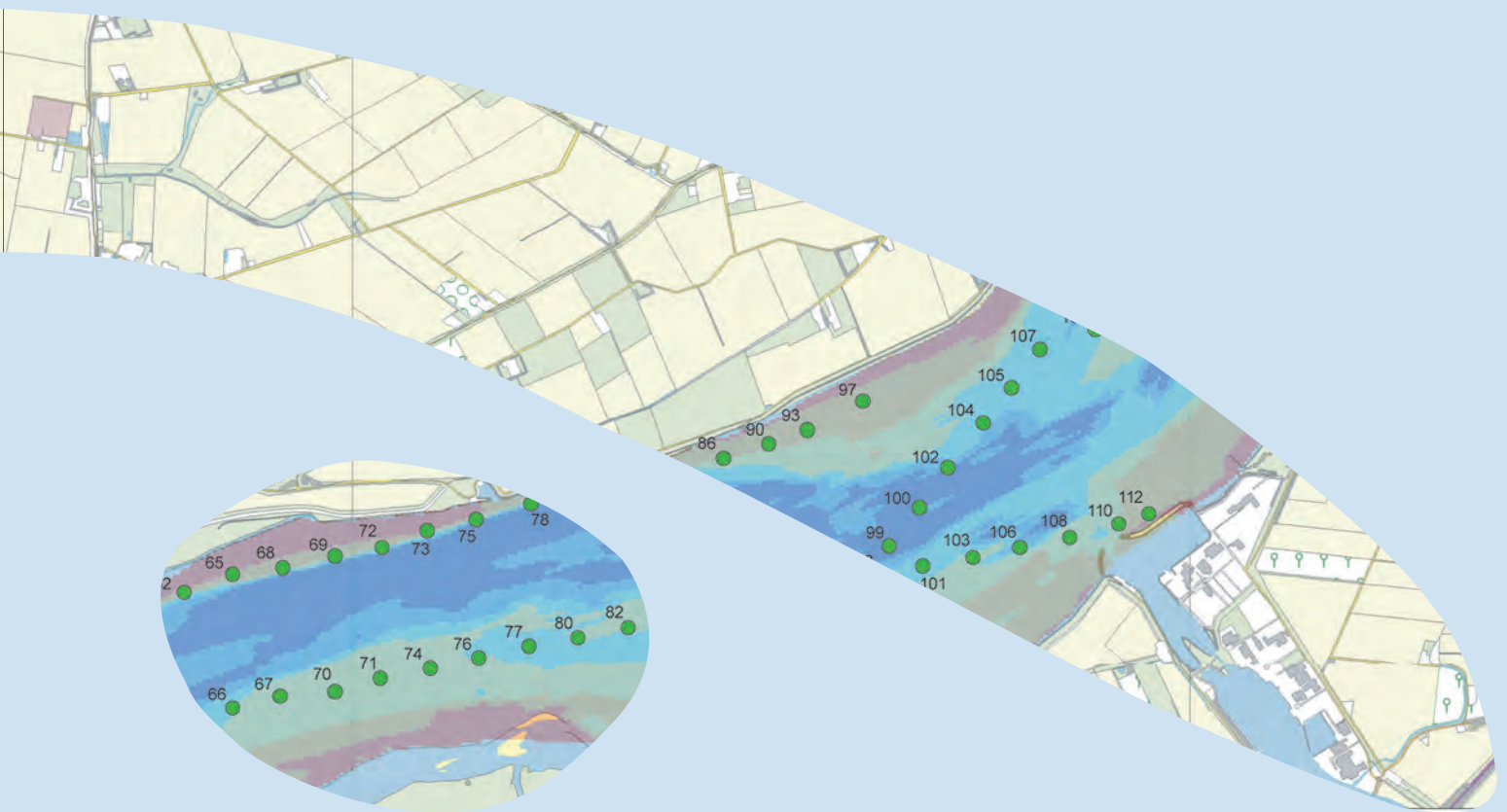


# Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak



Rapport nr.: 2011-04

Datum: november 2012 (2e herziene druk)

**Waterfauna**



Hydrobiologisch  
Adviesbureau

# **Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak**

## Statuspagina

Titel: Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak  
Auteurs: A. bij de Vaate, E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate  
Samenstelling: Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau  
Oostrandpark 30, 8212 AP Lelystad  
Tel.nr.: 0320 241 345  
Email: [vaate@waterfauna.nl](mailto:vaate@waterfauna.nl)  
Opdrachtgever: Deltares  
Projectbegeleider: ir. S. Groot (Deltares), drs. ing. C.J. Meeuse (Rijkswaterstaat, Dienst Zeeland)  
Aantal pagina's: 31  
Versie: definitief  
Datum: december 2011

## N.B.

**Dit is de tweede druk en herziene druk.**

**In de eerste druk waren de figuren 4 en 5 verwisseld.**

## Bibliografische referentie:

Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate, 2011. Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/04.

© 2011 Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder(s).

Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau. De opdrachtgever vrijwaart Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

## Inhoudsopgave

<b>Hoofdstuk</b>	<b>blz.</b>
Samenvatting	4
1 Conclusies en aanbevelingen	5
2 Inleiding	7
3 Methoden	8
4 Resultaten en discussie	11
5 Dankbetuiging	22
6 Literatuur	23
 BIJLAGEN	
1 De ligging van de locaties, de diepte, het biovolume van de aangetroffen Dreissena's, het primaire aanhechtingssubstraat (PAS), het lutumgehalte van de toplaag van de bodem en een indicatie voor slijbsedimentatie en het voorkomen van korfmosselen	24
2 Handmatige bepaling van het lutumgehalte in bodemmonsters	27
3 De populatieopbouw van quagga- en driehoeksmosselen op een aantal locaties in de twee deelgebieden	28
4 Het gemiddelde asvrij droog vleesgewicht per lengteklasse van quaggamosselen in de twee deelgebieden	29
5 Het berekende asvrij droog vleesgewicht van de Dreissena's per monster	30

## Samenvatting

In dit rapport zijn de resultaten vastgelegd van een onderzoek naar de dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Volkerak, verricht in november 2011. Doel van het onderzoek was de huidige dichtheid te schatten van de Dreissenagemeenschap. Deze gemeenschap bestaat thans uit twee soorten: de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*). Laatstgenoemde soort moet omstreeks 2006 het Volkerak hebben gekoloniseerd.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de Dreissenagemeenschap wordt gedomineerd door de quaggamossel. Driehoeksmosselen spelen nog nauwelijks een rol; slechts 1% van de aangetroffen Dreissena's bestond uit deze soort.

Ten opzichte van de laatste gebiedsdekkende Dreissenakartering in 1998 lag in 2011 het biovolume een factor 2,2 hoger.

Op een diepte tussen 2 en 6 m worden naar verhouding meer locaties met Dreissena's aangetroffen dan in 1998. Dit zal niet alleen een positieve uitwerking hebben op het voorkomen van benthosetende duikeenden, maar zal ook leiden tot een dichtere verspreiding binnen het Volkerak.

Eind oktober 2011 vond in het Markermeer een gebiedsdekkende Dreissenakartering plaats. Worden de resultaten van het onderzoek daarmee vergeleken dan komt in het Volkerak op een diepte tussen 2 en 6 m ongeveer een factor 5 meer biovolume en biomassa Dreissena's voor.

# 1 Conclusies en aanbevelingen

## 1.1 Conclusies

- De driehoeksmossel is in het Volkerak vrijwel geheel verdrongen door de quaggamossel. Driehoeksmosselen vormen thans een verwaarloosbaar deel van de Dreissenagemeenschap.
- In 2011 is, in vergelijking met 1998, een factor 2,2 meer Dreissena's aangetroffen.
- Ten opzichte van 1998 is in de diepteklassen 2 tot 4 en 4 tot 6 m een relatief sterke toename geconstateerd van locaties waar Dreissena's zijn aangetroffen.
- Het berekende asvrij droog vleesgewicht van een standaard Dreissenapopulatie is in het oostelijk deel van het Volkerak (gebied B) bijna een factor 2 hoger dan in het westelijk deel (deelgebied A). Dit komt vooral omdat in deelgebied B naar verhouding meer quaggamosselen voorkomen met een schelplengte >10 mm. Het aantal monsters waarin de populatieopbouw en de relatie tussen de schelplengte en het asvrij droog vleesgewicht zijn bepaald is echter te beperkt om hierover "harde" uitspraken te kunnen doen.
- In vergelijking met het Markermeer is in het Volkerak gemiddeld per m<sup>2</sup> ongeveer een factor 5 meer Dreissena's aangetroffen. Behalve met het Markermeer is geen vergelijking te maken met andere (Rijks-)wateren. Dit vanwege het ontbreken van voldoende gegevens over de situatie na de introductie van de quaggamossel.

## 1.2 Aanbevelingen

- De introductie van aquatische exoten kan in een relatief kort tijdsbestek sterke veranderingen teweegbrengen in levensgemeenschappen van ongewervelde dieren. Dit geldt met name voor de invasieve soorten. Duidelijke voorbeelden daarvan zijn de slijkgarnaal (*Chelicorophium curvispinum*) en de vlokreeft (*Dikorogammarus villosus*). Ook de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*) behoort tot de groep van invasieve soorten. Uit deze kartering en eerdere onderzoeken in het IJsselmeergebied en andere wateren is gebleken dat deze soort zich in relatief korte tijd een belangrijke plaats heeft weten te verwerven in de daar aanwezige macro-evertetengemeenschap (Bij de Vaate, 2009; Bij de Vaate et al., 2010). In hoeverre de toename van quaggamosselen zal doorgaan is onduidelijk. Voor de meeste invasieve exoten geldt dat ze aanvankelijk naar verhouding hoge dichtheden kunnen bereiken, dat een beperkt aantal jaren kunnen volhouden, om vervolgens tot een veel geringere, min of meer constante, dichtheid terug te vallen (als gevolg van predatie, parasieten, e.d.). Daarnaast is bij driehoeksmosselen geconstateerd dat natuurlijke dichtheidsschommelingen kunnen plaatsvinden met een frequentie van vijf tot zes jaar (Strayer & Malcom, 2006). Of dergelijke schommelingen ook voorkomen bij quaggamosselen is onbekend, maar gezien de overeenkomstige levenswijze wel aannemelijk, zij het dat de frequentie anders kan zijn. Het verdient daarom aanbeveling om met intervallen van 2 á 3 jaar het verloop in dichtheid van de Dreissena's in een aantal geselecteerde deelgebieden te blijven volgen.
- De ten opzichte van 1998 relatief sterke toename van locaties in de diepteklassen 2 tot 4 en 4 tot 6 m waar Dreissena's zijn aangetroffen doet vermoeden dat ook in de diepteklasse 0 tot 2 m hun dichtheid moet zijn toegenomen. Weliswaar is deze diepteklasse ook in 1998 nauwelijks in de kartering meegenomen (slechts vijf locaties in die diepteklasse werden bemonsterd), maar gezien bovengenoemde ontwikkeling en de grootte van het gebied met een diepte <2 m is het van belang ook voor die diepteklasse, op basis van onderzoek, een schatting te maken van de Dreissenadichtheid.

- In tegenstelling tot de voorgaande gebiedsdekkende karteringen is ook de biomassa van de Dreissena's in het onderzoek meegenomen. Deze parameter is van belang voor het modelleren van voedselstromen en dient daarom ook bij volgende bestandopnames te worden meegenomen.

## 2 Inleiding

Op basis van resultaten van doorzichtmetingen en van de biologische monitoring, die in het kader van de MWTL<sup>1</sup> worden uitgevoerd, zijn er vragen gesteld of de opgetreden verbetering van het doorzicht in het Volkerak mede het resultaat zou kunnen zijn van een toename van Dreissena's. In dit verband is ook de vraag gesteld in hoeverre de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*), een soort die na de verzoeting van het Volkerak het gebied succesvol wist te koloniseren, verdrongen is door de quaggamossel (*Dreissena rostriformis bugensis*), een soort die in april 2006 voor het eerst in West-Europa is aangetroffen en wel in het aangrenzende Hollandsch Diep (Bij de Vaate, 2006; Molloy *et al.*, 2007).

Onderzoek in 2009 en 2010 in andere gebieden wees uit dat in het Haringvliet de quaggamossel de driehoeksmossel vrijwel geheel had verdrongen en daarbij tevens verantwoordelijk was voor een toename van Dreissena's in het gebied (Bij de Vaate *et al.*, 2010), terwijl in het IJssel- en Markermeer een soortgelijke trend waarneembaar is (Bij de Vaate & Jansen, 2010, 2011). Aangezien het aantal locaties dat in het kader van de MWTL periodiek in het Volkerak wordt bemonsterd te gering is om verantwoorde uitspraken te kunnen doen over de ontwikkeling van de Dreissenagemeenschap is aan Deltares gevraagd een verkenning te laten uitvoeren naar het voorkomen van driehoeks- en quaggamosselen in het gebied.

De uitgevoerde verkenning is ook bedoeld om bij te dragen aan de toetsing van de hypothesen die Deltares heeft opgesteld als mogelijke verklaring voor een afname van de blauwalgenbloei.

In 2010 heeft Deltares, in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Zeeland en onder begeleiding van Rijkswaterstaat Waterdienst, een water- en stoffenbalans opgesteld voor het Volkerak-Zoommeer (Waterkwaliteit en water- en nutriëntenbalansen Volkerak-Zoommeer 1996-2009). Er zijn twee hypothesen voor de recente afname van algenbloei en fosfaat:

- a. fosfaat wordt vastgelegd in de bodem (immobilisatie);
- b. en er vindt meer begrazing van algen plaats.

De belangrijkste conclusie van de toetsing is dat niet te voorspellen is of de afname van de blauwalgenbloei verder zal doorzetten. Een noodzakelijke voorwaarde om met enige zekerheid een voorspelling te kunnen doen over de toekomstige blauwalgenontwikkeling is verder onderzoek naar de bodemchemie en naar mogelijke begrazing.

Als belangrijkste grazers zijn de Dreissena's geïdentificeerd die als filter-feeders een belangrijke rol kunnen spelen in het helder worden van meren (o.a. Reeders & Bij de Vaate, 1990; Noordhuis *et al.*, 1992, Reeders *et al.*, 1993).

Om inzicht te krijgen in de rol van begrazing van het fytoplankton in het Volkerak is een verkenning naar de verspreiding van de Dreissena's noodzakelijk. De resultaten van deze verkenning zijn in dit rapport samengevat.

---

<sup>1</sup> Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands



## 3 Methoden

### 3.1 Monstername

Om een beeld te vormen van de Dreissenadichtheid in het Volkerak zijn 122 locaties bemonsterd (Bijlage 1). De locaties zijn gekozen in overleg met de Meetadviesdienst van Rijkswaterstaat Zeeland op basis van gebiedskennis.

Op elke locatie is op 7 en 8 november 2011 één bodemmonster genomen met een Van Veenhapper. De gebruikte bodemhapper heeft een bemonsteringsoppervlak van 1.900 cm<sup>2</sup>. Elk bodemmonster is gespoeld op een zeef met een maaswijdte van 1 mm, waarna de Dreissena's uit het op de zeef achtergebleven materiaal zijn verzameld. Van de aangetroffen Dreissena's is vervolgens het biovolume bepaald. Tevens zijn van elke locatie de volgende gegevens vastgelegd:

- a. de exacte locatie (X- en Y-coördinaat),
- b. de diepte,
- c. de globale samenstelling van de toplaag van de bodem,
- d. het primaire aanhechtingssubstraat voor de Dreissena's.

Het bemonsteringsgebied is opgedeeld in twee deelgebieden: het gebied ten westen van de 79.000 X-coördinaat en het gebied ten oosten daarvan (hierna aangeduid als respectievelijk de deelgebieden A en B).

De samenstelling van de toplaag van de bodem is voor elk monster geschat volgens de "handmethode" (Bijlage 2).

### 3.2 Bepaling van het biovolume

Van elk monster is onmiddellijk na de monstername het biovolume van de Dreissena's bepaald volgens de methode beschreven door Smit & Dudok van Heel (1992). Vóór de bepaling is het aanhangende water verwijderd door de mosselen in een plastic huishoudzeef over te brengen die op de droge spons is geplaatst. Daarna zijn ze overgebracht in een maatcilinder of aangepaste maatpipet die deels gevuld was met een bekend volume meerwater. Zowel de maatcilinders als de aangepaste maatpipetten waren van een passende grootte t.o.v. de hoeveelheid en de grootte van de individuele mosselen. Nadat de mosselen waren overgebracht in de maatcilinder of -pipet is opnieuw het waterniveau afgelezen. Het verschil tussen de eerste en tweede aflezing is het biovolume van de Dreissena's in het monster.

De kleinst gebruikte maatpipet heeft een inhoud van 10 ml en is met een nauwkeurigheid van 0,1 ml afleesbaar, de grootste maatcilinder heeft een inhoud van 250 ml met een afleesnauwkeurigheid van 1 ml.

Voor de quaggamosselen is tevens de relatie bepaald tussen de schelplengte en het gemiddelde biovolume vanaf een schelplengte van 6,5 mm. Per lengteklasse zijn daartoe dieren van verschillende locaties uit beide deelgebieden samengevoegd om de biovolumebepaling met voldoende exemplaren te kunnen uitvoeren.

### 3.3 Bepaling van de populatieopbouw

In twee monsters per deelgebied en in één monster op de grens tussen beide deelgebieden is het aandeel van driehoeks- en quaggamosselen in de Dreissenagemeenschap bepaald en tevens de populatieopbouw van de quaggamossel op basis van de schelplengte. Dit betekent dat de mosselen afkomstig van de locaties 21, 25 en 62 zijn gebruikt voor de berekening van de populatieopbouw in deelgebied A. Voor deelgebied B zijn dat mosselen afkomstig van de locaties 62, 103 en 111.

Voor de bepaling van populatieopbouw (de schelplengte uitgezet tegen de frequentie) zijn de driehoeks- en quaggamosselen in een aantal monsters, vanaf een schelplengte van 2,5 mm, ingedeeld in lengteklassen van 1 mm (de schelplengtes zijn afgerond op hele mm's). Mosselen <2,5 mm zijn in één lengteklasse ingedeeld. Alle mosselen zijn uitgezocht met behulp van een loeplamp (vergroting 3x). Mosselen groter dan ca. 2-3 mm zijn tijdens het uitzoeken gedetermineerd en gemeten. Kleinere exemplaren zijn gedetermineerd en gemeten met behulp van een stereomicroscop (vergroting tot 10x).

Voor het onderscheid tussen beide Dreissenasoorten zijn de determinatiekenmerken gehanteerd zoals beschreven door Bij de Vaate & Jansen (2007). Bij kleinere exemplaren (<2-3 mm) zijn deze kenmerken minder duidelijk zichtbaar. Onderscheid binnen deze groep vond plaats met behulp van een publicatie van Claxton et al. (1997).

### 3.4 Bepaling van de biomassa

Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid biomassa van de Dreissena's in het Volkerak is voor elk deelgebied de relatie bepaald tussen de schelplengte en het asvrij droog vleesgewicht. Daartoe zijn, op de dag van de bemonstering, niet geconserveerde mosselen, afkomstig van verschillende locaties, vanaf een schelplengte van >6,5 mm ingedeeld in lengteklassen van 1 mm. Vervolgens zijn de afzonderlijke lengteklassen, na toevoeging van ca. 5 ml kraanwater, gedurende 2 minuten verhit in een magnetron (bij 900 Watt). Het vlees is vervolgens met een pincet uit de schelp gehaald en daarna per lengteklasse ingevroren bij een temperatuur van -18°C. Nadat alle bemonsteringen zijn uitgevoerd is het ingevroren materiaal ontdooid en gedurende 24 uur gedroogd bij 80°C. Vervolgens is na weging het gedroogde materiaal gedurende 4 uur verast bij 450°C. Het verschil van drooggewicht en asrest gedeeld door het aantal mosselen levert het gemiddelde asvrijdroog vleesgewicht (ADW) per mossel op. Alle wegingen zijn uitgevoerd met een nauwkeurigheid van ±0,1 mg. Per lengteklasse is voor de bepaling van het ADW een hoeveelheid van minimaal 10 tot maximaal 40 mosselen gebruikt.

### 3.5 Berekeningen

Om de hoeveelheid Dreissena's per monster, uitgedrukt in ml, te kunnen omrekenen naar hoeveelheid asvrij droog vleesgewicht is gebruik gemaakt van de relaties tussen:

- a. de schelplengte en het biovolume
- b. de schelplengte en het asvrij droog vleesgewicht.

Het asvrij droog vleesgewicht per monster is als volgt berekend:

1. Uit de populatieopbouw is het procentuele aandeel van de lengteklassen per deelgebied bepaald. Dit levert voor beide deelgebieden één standaard populatieopbouw (SP) op.
2. Met behulp van de relatie tussen de schelplengte en het biovolume is het biovolume van de SP berekend.
3. Daarnaast is met behulp van de relatie tussen de schelplengte en het asvrij droog vleesgewicht de biomassa van de SP per deelgebied berekend.

4. Vervolgens is het aangetroffen biovolume in een monster gedeeld door het biovolume van de SP en vermenigvuldigd met de biomassa van de SP. Het resultaat is het asvrij droog vleesgewicht per monster in de beide deelgebieden.

Bij de populatieopbouw zijn de mossels <2,5 mm per soort samengevoegd. Bij de berekeningen is voor deze lengteklasse uitgegaan van een schelplengte van 2 mm.

## 4 Resultaten en discussie

### 4.1 Biovolume

In het Volkerak zijn in totaal 122 locaties bemonsterd (Bijlage 1). Deze locaties liggen zodanig door het gebied verspreid dat vrijwel alle voorkomende dieptes >2 m zijn bemonsterd (Tabel 1). De waterdiepte, de samenstelling van de toplaag van de bodem (op sommige locaties is een laag zavel op zand aangetroffen) en het primair aanhechtingssubstraat (PAS) voor de Dreissena's is gegeven in figuur 1.

**Tabel 1.**

*Frequentie van het voorkomen bemonsteringslocaties in relatie tot de diepte*

Diepte (m)	Aantal
2-4	32
4-6	23
6-8	27
8-10	23
>10	17

Dreissena's zijn aangetroffen op 74 van de in totaal 122 locaties (Fig. 2; Bijlage 1). Op alle locaties bedroeg de waterdiepte 2 m of meer (het waterpeil tijdens de bemonsteringen bedroeg 2 cm +NAP). In totaal zijn op 48 locaties (39%) geen mosselen aangetroffen. Uitgesplitst naar diepte zijn op 75% van de locaties die gelegen zijn op een diepte van 2 tot 4 m Dreissena's aangetroffen. Voor de locaties gelegen op een diepte van 4 tot 6 m is dat 91%. Op de dieper gelegen locaties bedragen de percentages 33, 65 en 35 voor respectievelijk de diepteklassen 6 tot 8 m, 8 tot 10 m en >10 m (Tabel 2).

**Tabel 2.**

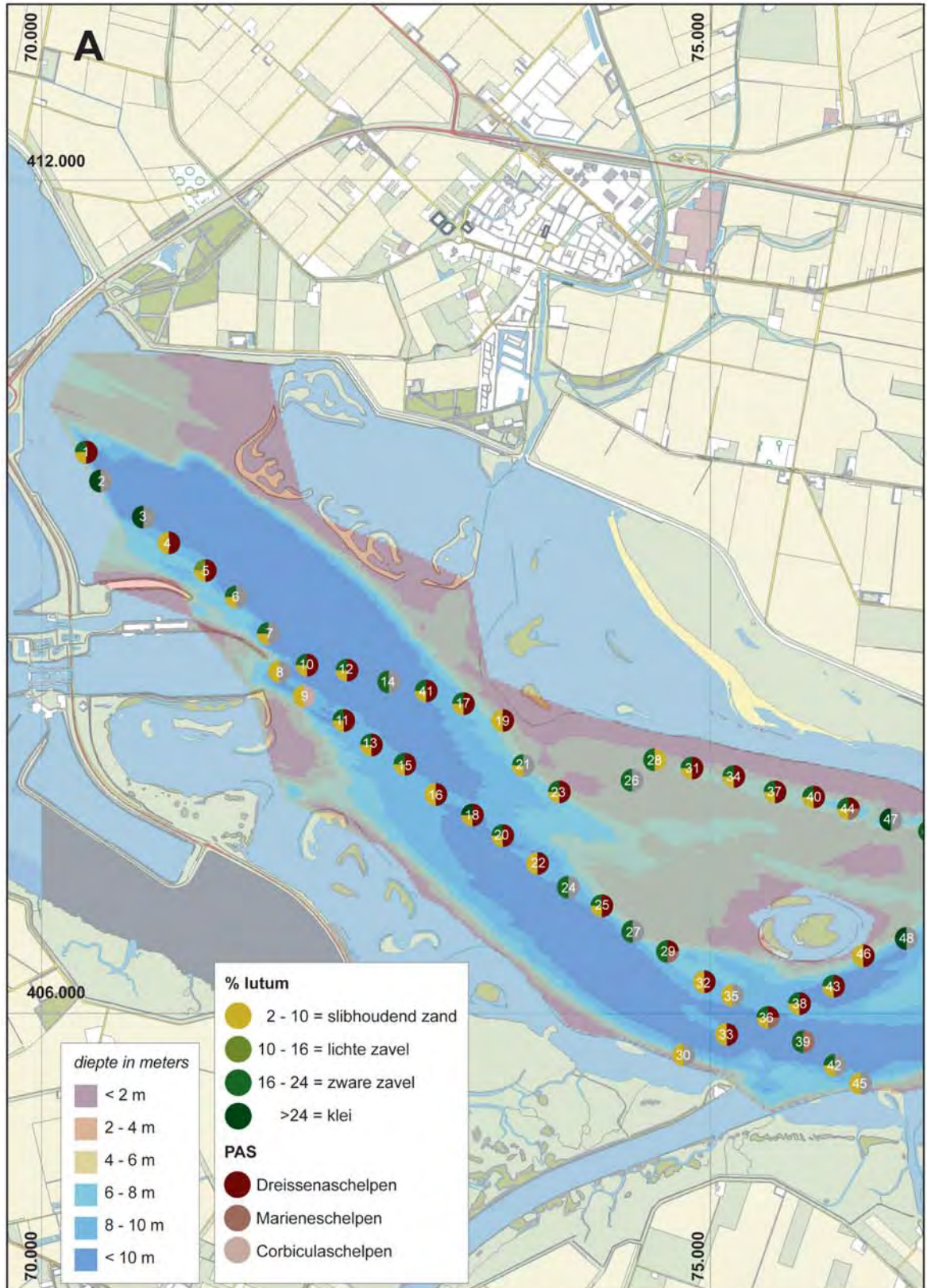
*Het aantal locaties waar in 2011 en 1998 Dreissena's zijn aangetroffen in relatie tot de diepte (L = % van het aantal bemonsterde locaties<sup>2</sup> dieper dan 2 m, % D = % locaties van een diepteklasse waarop Dreissena's zijn aangetroffen)*

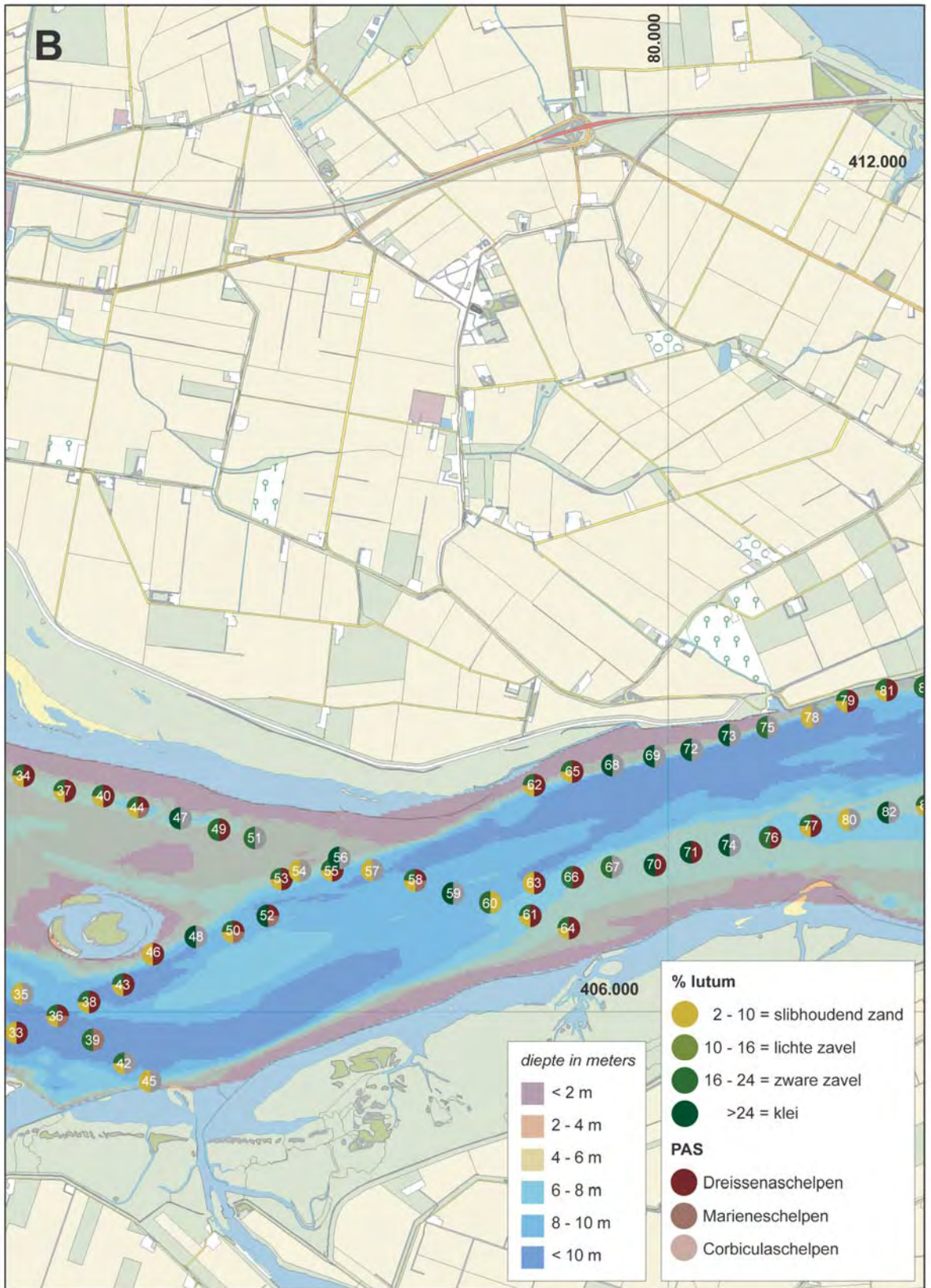
Diepte-klasse	Aantal locaties	% L	Locaties met Dreissena's	% D
<b>2011</b>				
2-4 m	32	26	24	75
4-6 m	23	19	21	91
6-8 m	27	22	9	33
8-10 m	23	19	15	65
>10 m	17	14	6	35
<b>1998</b>				
2-4 m	129	22	32	25
4-6 m	150	25	76	51
6-8 m	173	29	67	39
8-10 m	119	20	56	47
>10 m	24	4	16	67

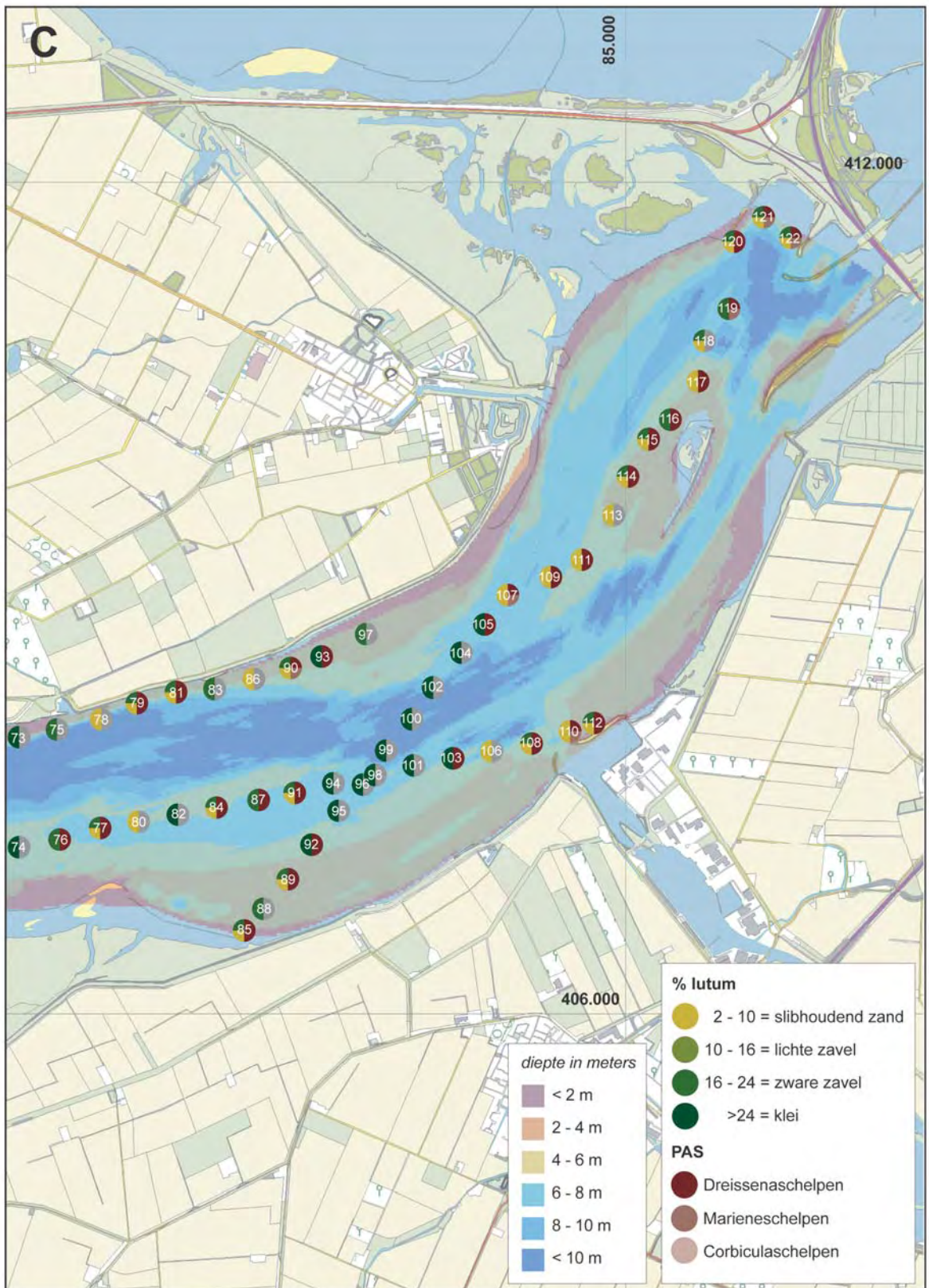
<sup>2</sup> In 1998 ging het om 595 van de 600 locaties; in 2011 betrof het alle locaties

**Figuur 1.**

De situering van de bemonsteringslocaties in het Volkerak, de waterdiepte, de samenstelling van de toplaag van de bodem (op sommige locaties is een laag zavel op zand aangetroffen) en het primair aanhechtingssubstraat (PAS) voor de Dreissena's (A is westelijk deel, B is centrale deel en C is oostelijk deel)

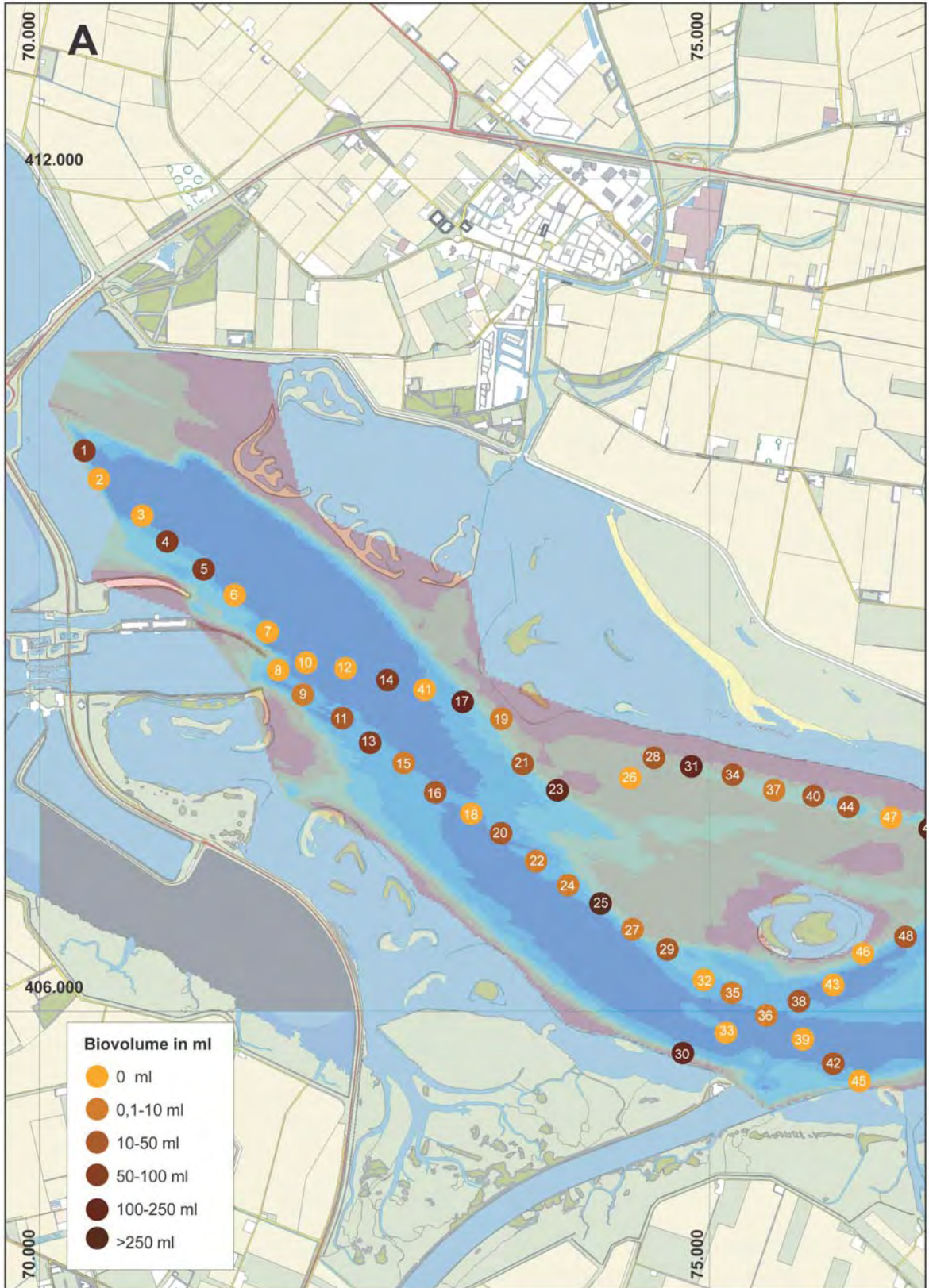




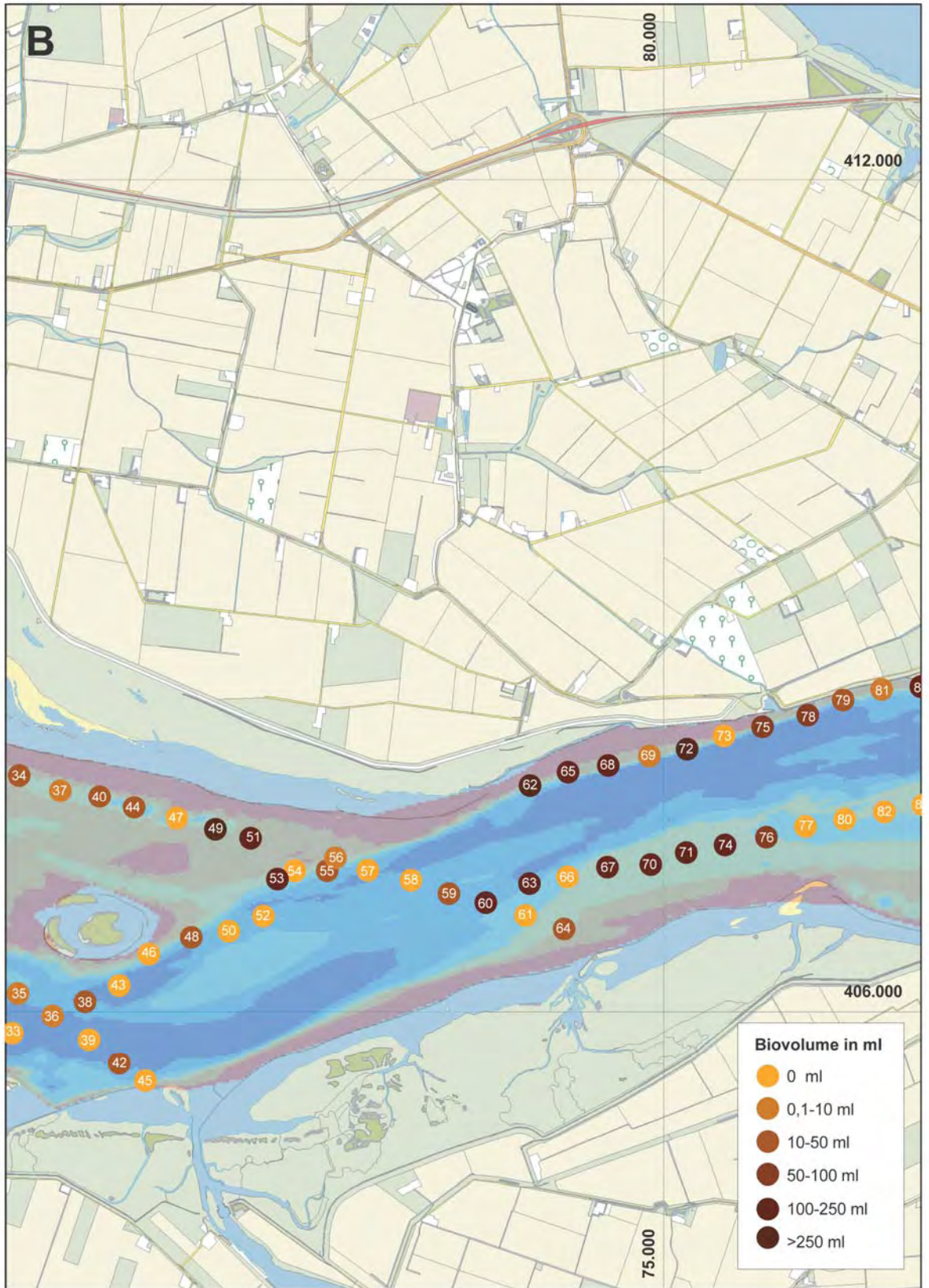


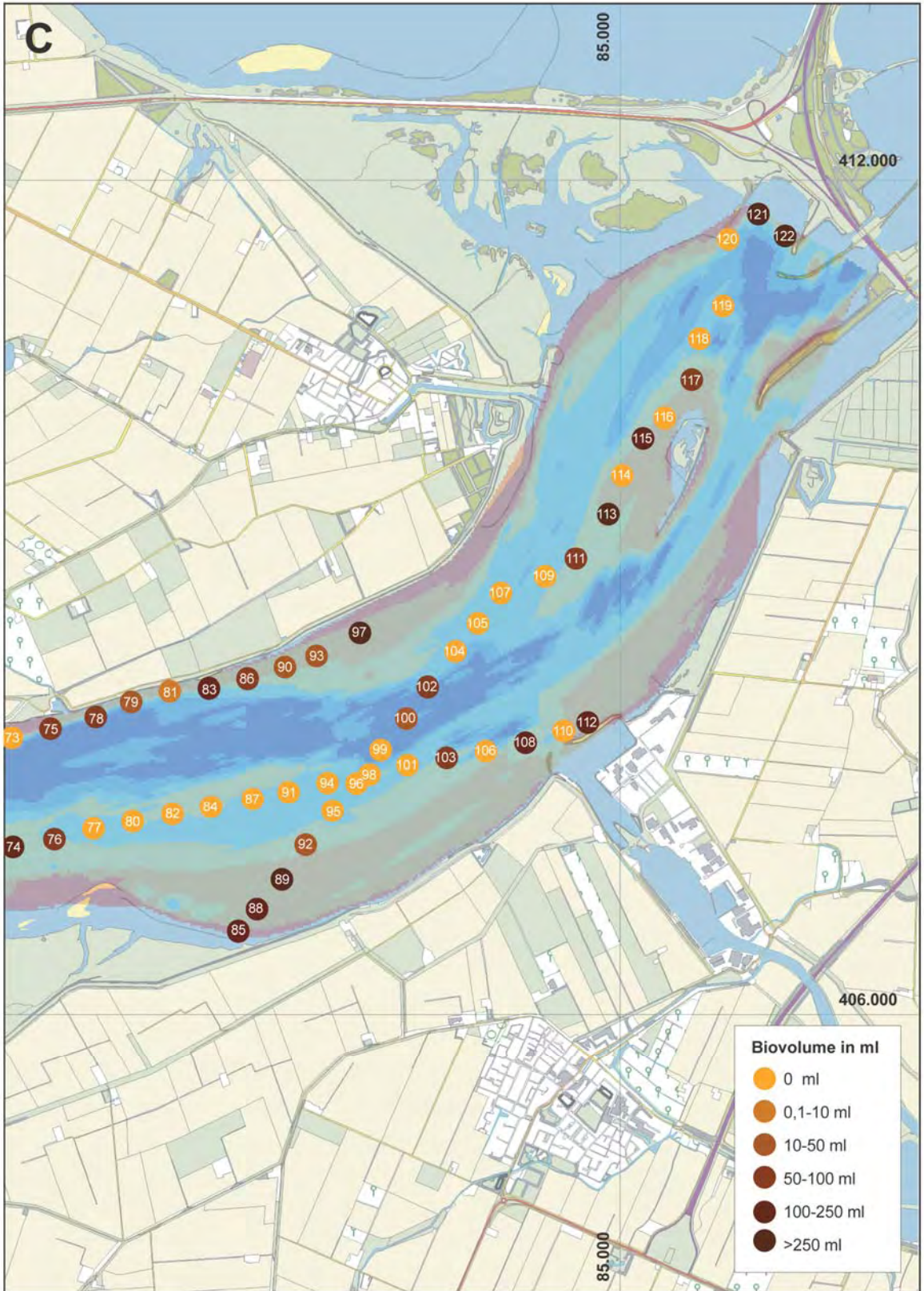
**Figuur 2.**

Het biovolume van de aangetroffen *Dreissena*'s in het Volkerak (A is westelijk deel, B is centrale deel en C is oostelijk deel)









Worden de resultaten van de verkenning vergeleken met de laatste gebiedsdekkende Dreissenakartering in 1998 (Bak et al., 2004) dan valt een relatief sterke toename op van de locaties in de diepteklassen 2 tot 4 en 4 tot 6 m waar Dreissena's zijn aangetroffen (Tabel 3). Hierbij moet worden aangetekend dat in 1998 in totaal 600 locaties in het Volkerak zijn bemonsterd, waarvan 595 op een waterdiepte van >2 m (in 2011 zijn geen locaties bemonsterd die ondieper waren dan 2 m).

Bij de kartering in 1998 lagen de bemonsteringslocaties op parallelle raaien met een onderling gelijke afstand, waardoor toen een meer systematische bemonstering is uitgevoerd.

De toename van locaties met Dreissena's in de diepteklasse 2-6 m kan een positieve uitwerking hebben op het voorkomen van benthosetende duikeenden (o.a. kuif- en tafeleend). Uit onderzoek in het IJsselmeergebied blijkt dat deze eenden vooral hun voedsel zoeken op dieptes tot ca. 5 à 6 m (Van Eerden et al., 1997).

Daarnaast leidt de toename van mosselen tot een toename van aanhechtingssubstraat voor nieuwe generaties quagga- en driehoeksmosselen, aangezien ook in het Volkerak aanhechtingssubstraat een belangrijke beperkende factor vormt voor het voorkomen van Dreissena's.

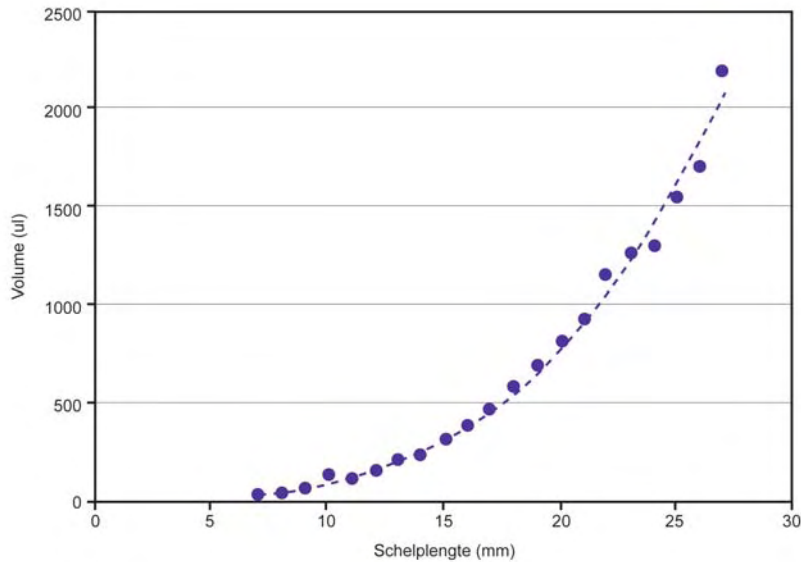
In 2011 bedraagt het gemiddelde biovolume van de Dreissena's 342 ml/m<sup>2</sup>, met een maximum hoeveelheid van 2.500 ml/m<sup>2</sup> per locatie; in 1998 was dat respectievelijk 157 en 7.000 ml/m<sup>2</sup>. Het grote verschil tussen de maximaal aangetroffen hoeveelheid in beide jaren komt door het geclusterde voorkomen van Dreissena's. Naarmate meer monsters worden genomen neemt de kans toe op het aantreffen van grotere kluiten met mosselen.

Voor het uitvoeren van omrekeningen van biovolume naar biomassa is de relatie bepaald tussen de schelpenlengte en het biovolume van de quaggamosselen. Deze relatie kan beschreven worden met een exponentiële vergelijking ( $y = ax^b$ , met a en b als constanten). Quaggamosseel afkomstig van verschillende locaties in het Volkerak zijn hiervoor gebruikt. De relatie tussen de schelpenlengte en het biovolume bedroeg:  $V=0,1505L^{2,656}$  (V= volume in µl; L =schelpenlengte in mm) (Tabel 3; Fig. 3).

**Tabel 3.**

*Het aantal quaggamosselen per lengteklasse (SL) waarvan het gemiddelde biovolume (µl) werd bepaald*

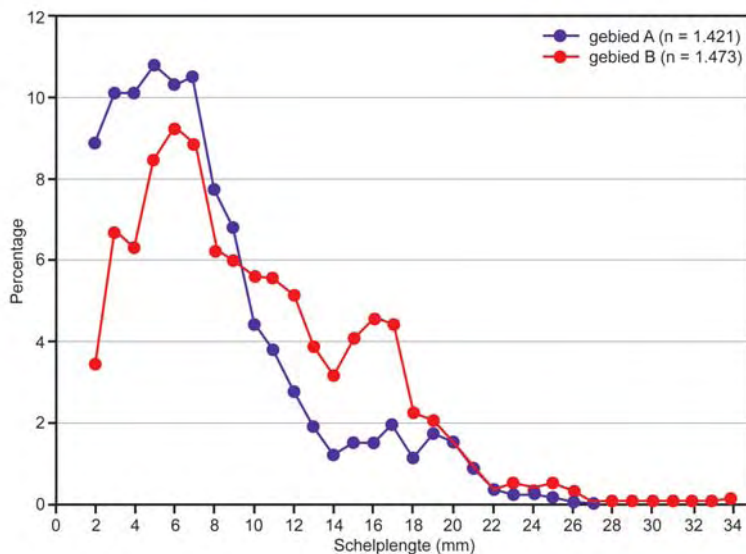
SL (mm)	Aantal	Volume (µl)	SL (mm)	Aantal	Volume (µl)
7	104	24	19	39	692
8	85	33	19	30	667
9	106	59	20	32	813
10	124	124	20	33	788
11	116	109	21	23	913
12	130	143	21	35	929
13	74	200	22	25	1.140
14	83	229	22	39	1.154
15	47	326	23	30	1.200
15	89	303	23	28	1.250
16	47	379	24	31	1.290
16	66	364	24	21	1.405
17	42	476	25	25	1.608
17	52	462	25	13	1.538
18	36	564	26	19	1.684
18	51	580	27	24	2.175



**Figuur 3.**  
De relatie tussen de schelplengte en het volume van de quaggamosselen

## 4.2 Populatieopbouw

Tijdens het veldwerk is gebleken dat de driehoeksmosselen in de monsters in dermate geringe dichtheden voorkomen dat het niet mogelijk is voor deze soort de populatieopbouw te bepalen. Alleen van de quaggamossel zijn voldoende exemplaren aangetroffen om op basis van de schelplengte de populatieopbouw per deelgebied te kunnen beschrijven (Fig. 4). Het aandeel van de driehoeksmossel in de Dreissenagemeenschap bedraagt namelijk slechts 1% (Bijlage 3). In 1998 kwam de quaggamossel nog niet voor in West-Europa (Molloy et al., 2007). Mosselen afkomstig van de locaties 21, 25 en 62 zijn gebruikt voor de bepaling van de populatieopbouw in deelgebied A. Voor deelgebied B zijn dat mosselen afkomstig van de locaties 62, 103 en 111. De resultaten van locatie 62 zijn gebruikt voor beide deelgebieden omdat deze locatie op de grens ligt van beide deelgebieden. Gegevens over de populatieopbouw per deelgebied zijn noodzakelijk om de hoeveelheid asvrij droog vleesgewicht per monster te kunnen berekenen (zie paragraaf 4.3).

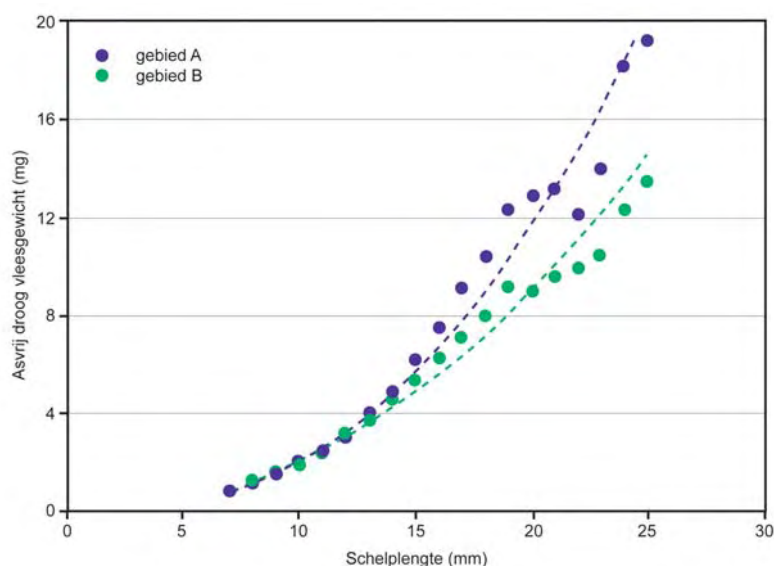


**Figuur 4.**  
De populatieopbouw van quaggamosselen in de twee onderscheiden deelgebieden

### 4.3 Asvrij droog vleesgewicht

Het asvrij droog vleesgewicht per locatie is berekend vanuit het biovolume per monster door gebruik te maken van de relaties tussen enerzijds de schelpenlengte en het biovolume en anderzijds de schelpenlengte en het asvrij droog vleesgewicht.

Evenals bij het biovolume bestaat er een exponentieel verband tussen de schelpenlengte en het asvrij droog vleesgewicht ( $y = ax^b$ , met  $a$  en  $b$  als constanten). De waarden voor  $a$  en  $b$  bedroegen voor deelgebied A respectievelijk 0,014 en 2,161 ( $R^2=0,988$ ) en voor deelgebied B respectievelijk 0,006 en 2,522 ( $R^2=0,988$ ) (Fig. 5; Bijlage 4).



**Figuur 5.**

De relatie tussen de schelpenlengte en het asvrij droog vleesgewicht van de quaggamosselen in de deelgebieden A en B

De resultaten van de berekening van het asvrij droog vleesgewicht (ADW) zijn samengevat in tabel 4 en bijlage 5. Bij alle uitgevoerde berekeningen is er vanuit gegaan dat de Dreissenagemeenschap voor 100% bestaat uit quaggamosselen.

Uit de populatieopbouw (Fig. 4) blijkt dat er naar verhouding meer grotere quaggamosselen worden aangetroffen in deelgebied B dan in deelgebied A. Dit uit zich voor de standaard populatie in een hoger biovolume en hoger asvrij droog vleesgewicht. De conditie (het quotiënt van biovolume en ADW) van de quaggamosselen ligt voor beide deelgebieden in dezelfde orde van grootte. Voor deelgebied A bedraagt het quotiënt 25, voor deelgebied B is dit 28. De condities voor groei zijn kennelijk in deelgebied B beter dan in deelgebied A. Om hier echter "harde" uitspraken over te kunnen doen is het noodzakelijk meer gegevens te verzamelen. Ter vergelijking, in het Markermeer bedroeg het quotiënt 32 in de vergelijkbare periode (zie onder).

**Tabel 4.**

Het per deelgebied berekende biovolume en asvrij droog vleesgewicht (ADW) van de standaard populatie, de totale hoeveelheid in de monsters aangetroffen ADW en het maximaal aangetroffen ADW

Deelgebied	Standaard populatie		ADW (g) totaal	Max. ADW (g) per locatie
	Biovolume (ml)	ADW (mg)		
A	6,7	170	65	7,4
B	11,0	310	150	15,7

De resultaten van de verkenning laten zich vergelijken met de Dreissenakartering in het Markermeer die plaatsvond in de periode 24-31 oktober 2011 (Bij de Vaate & Jansen, 2011). Tijdens deze kartering zijn 88 locaties bemonsterd. Per locatie zijn 5 bodemonsters genomen met een Van Veenhapper die een bemonsteringsoppervlak heeft van 480 cm<sup>2</sup>. Op 87 locaties varieerde de waterdiepte tussen 2 en 5 m. Worden de resultaten van deze 87 locaties vergeleken met de locaties in het Volkerak die gelegen zijn op een vergelijkbare diepte (2-6 m), dan blijkt in het Markermeer gemiddeld een factor 4,7 minder Dreissenabiomassa voor te komen (Tabel 5). Gegevens ontbreken om de Dreissenadichtheid in het Volkerak te kunnen vergelijken met andere gebieden zoals het Haringvliet, het Hollandsch Diep en het IJsselmeer.

**Tabel 5.**

Vergelijking van de resultaten van de Dreissenaverkenning in het Volkerak met die van de Dreissenakartering in het Markermeer (gebruikt zijn de resultaten van de locaties met een waterdiepte tussen 2 en 6 m)

	Volkerak 2011	Markermeer 2011
Aantal locaties	55	87
Som aangetroffen biovolume (l)	6,26	2,32
Som berekend asvrij droog vleesgewicht (g)	172	74
Bemonsterd oppervlak (m <sup>2</sup> )	10,45	20,88
Biovolume (ml) per m <sup>2</sup>	600	112
Berekend asvrij droog vleesgewicht (g) per m <sup>2</sup>	16,5	3,5

## **5 Dankbetuiging**

Dank aan de bemanning van de Argus, de meetleider Geert den Hartog en praktikant Alexander Nefs voor hun inzet tijdens de bemonsteringen. Robert Jentink leverde de basiskaart van het Volkerak.

## 6 Literatuur

- Bak, A., S. Bouma, M. Poot & P. Schouten, 2004. Waterzuivering door driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) in het Volkerak-Zoommeer. Bureau Waardenburg, Culemborg, rapportnummer 03-231.
- Bij de Vaate, A., 2006. De quaggamosseel, *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897), een nieuwe zoetwater mosselsoort voor Nederland. *Spirula* 353: 143-144.
- Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2007. Onderscheid tussen de driehoeksmosseel en de quaggamosseel. *Spirula* 358: 123-125.
- Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2010. Dichtheidsschatting van driehoeks- en quaggamosseelen in het IJssel- en Markermeer: resultaten van onderzoek uitgevoerd in 2010. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2010/05.
- Bij de Vaate, A., S.J. bij de Vaate J. Tempelaars & E.A. Jansen, 2010. Een uitgangssituatie voor *Dreissena*'s in het Haringvliet ten behoeve van onderzoek naar effecten van het openen van de Haringvlietsluizen. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2010/03.
- Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2011. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosseelen in het Markermeer: resultaten van de kartering uitgevoerd in 2011. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2011/03.
- Claxton, W.T., A. Martel, R.M. Dermott & E.G. Boulding, 1997. Discrimination of field-collected juveniles of two introduced dreissenids (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*) using mitochondrial DNA and shell morphology. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1280-1288.
- Molloy, D.P., A. bij de Vaate, T. Wilke & L. Giamberini, 2007. Discovery of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in Western Europe. *Biological Invasions* 9: 871-874.
- 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 D. & H.A. Jenner (eds.), *The zebra mussel, Dreissena polymorpha*. Ecology, biological monitoring and first application in water quality management. *Limnologie Aktuell* 4: 101-114 (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart).
- Smit, H. & E. Dudok van Heel, 1992. Methodological aspects of allometreic biomass determination of *Dreissena polymorpha* aggregations. In: Neumann, D. & Jenner, H.A. (eds.), *The zebra mussel, Dreissena polymorpha*. Ecology, biological monitoring and first application in water quality management. *Limnologie Aktuell* 4 : 79-86.
- Reeders H.H. & A. bij de Vaate, 1990. Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): a new perspective for water quality management. In: Gulati R.D., E.H.R.R. Lammens, M.L. Meijer & E. van Donk (eds.). *Biomanipulations: Tool for water management*. *Hydrobiologia* 200/201: 437-450.
- Reeders, H.H., A. bij de Vaate & R. Noordhuis, 1993. Potential of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) for water quality management. In: Schloesser D.W. & T. Nalepa (eds.), *Zebra mussels: biology, impact and control*: 439-451 (Lewis publishers).
- Strayer, D.L. & H.M. Malcom, 2006. Long-term demography of a zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) population. *Freshwater Biology* 51: 117-130.
- Van Eerden, M.R., J.J. de Leeuw, B. Slager & A. bij de Vaate (1997). A field test of the carrying capacity concept in wintering diving ducks: do high foraging costs delimit exploitation of zebra mussels? In: J.J. de Leeuw, *Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks*. Thesis Rijksuniversiteit Groningen.



## BIJLAGE 1

**De ligging van de locaties, de diepte, het biovolume van de aangetroffen Dreissena's, het primaire aanhechtingssubstraat (PAS), het lutumgehalte van de toplaag van de bodem en een indicatie voor slibsedimentatie en het voorkomen van korfmosselen**

Locatie	Coördinaten		Diepte (m)	Biovolume (ml)	PAS	Lutum (%)	Slib op zand	Corbicula's aangetroffen
	x	y						
1	70.340	410.460	7,2	84	D	18	ja	
2	70.450	410.250	15,4	0		24		
3	70.760	409.970	14,7	0		24		
4	70.950	409.780	9,5	61	D	15	ja	
5	71.220	409.560	8,4	64	D	15	ja	
6	71.460	409.380	11,8	0		18	ja	
7	71.700	409.100	10,4	0		20	ja	
8	71.780	408.810	7,9	0		3	ja	
9	71.970	408.630	8,5	0,5	C	1		ja
10	71.990	408.870	18,4	0		18		
11	72.260	408.450	9,4	12	D	18	ja	
12	72.280	408.820	17,1	0		18		
13	72.470	408.270	9,0	90	D	18	ja	
14	72.600	408.740	11,2	96	D/M	18		
15	72.720	408.120	9,0	4	D	18	ja	
16	72.950	707.900	9,4	26	D	18	ja	
17	73.170	408.570	7,2	170	D	18	ja	
18	73.220	407.740	10,2	0		25		
19	73.450	408.450	2,8	5,5	D	1		
20	73.450	407.590	9,7	34	D	18	ja	
21	73.600	408.120	5,8	24	D	1		
22	73.710	407.390	9,6	0,5	D	1		
23	73.870	407.910	4,5	100	D	18	ja	
24	73.950	407.210	9,3	1,5	D	18	ja	
25	74.190	407.070	5,9	290	D	18	ja	
26	74.410	408.010	2,5	0		1		
27	74.420	406.870	3,2	0,8	D	1		
28	74.580	408.160	3,4	14	D/M	18	ja	ja
29	74.690	406.730	6,0	25	D	18	ja	
30	74.800	405.940	7,2	170	D	18	ja	
31	74.860	408.100	3,0	240	D	18	ja	
32	74.970	406.500	8,0	0		18	ja	
33	75.110	406.090	10,2	0		1		
34	75.170	408.030	3,8	130	D	18	ja	ja
35	75.170	406.390	8,4	1	D	1		
36	75.420	406.210	11,5	0,3	D	18	ja	
37	75.480	407.920	5,1	7,5	M	18		ja
38	75.660	406.340	10,4	40	D	18	ja	
39	75.690	406.050	13,7	0		18		
40	75.780	407.870	6,4	19	D	18	ja	ja
41	75.870	408.670	9,7	0		1		

Locatie	Coördinaten		Diepte	Biovolume	PAS	Lutum	Slib op	Corbicula's
	x	y	(m)	(ml)		(%)	zand	aangetroffen
42	75.910	405.860	12,1	36	D	18	ja	
43	75.920	406.470	10,8	0		24		
44	76.030	407.790	8,1	11,4	D	18	ja	ja
45	76.120	405.730	6,7	0		20		
46	76.140	406.700	3,0	0		1		
47	76.350	407.710	9,3	0		18	ja	
48	76.460	406.810	7,3	26	D/M	18	ja	
49	76.640	407.620	4,1	280	D	18	ja	
50	76.740	406.860	9,0	0		24		
51	76.910	407.560	2,9	102	D/M	18	ja	ja
52	77.000	406.980	9,0	0		24		
53	77.110	407.260	4,5	135	D	18	ja	
54	77.240	407.320	2,1	0		1		
55	77.470	407.320	6,0	47	D	18	ja	ja
56	77.540	407.410	2,0	6,7	M	1		
57	77.790	407.330	9,1	0		24		
58	78.110	407.240	9,5	0		24		
59	78.380	407.150	8,1	32	D	24		
60	78.670	407.080	8,2	150	D/M	18	ja	
61	78.960	406.990	6,3	0		18		
62	79.000	407.960	3,1	420	D	18	ja	
63	79.000	407.210	8,1	160	D	18		
64	79.250	406.880	4,5	17	D/M	18		
65	79.290	408.070	2,0	220	D	1		
66	79.290	407.270	5,9	0		20		
67	79.570	407.340	5,1	120	D	18	ja	
68	79.590	408.110	2,5	140	D/M	1		
69	79.900	408.180	2,9	8,4	D	1		
70	79.900	407.370	4,7	145	D	18	ja	
71	80.170	407.450	4,3	140	D	18	ja	
72	80.180	408.230	5,5	560	D	18	ja	
73	80.450	408.330	2,2	0		1		
74	80.470	407.510	4,8	130	D	24		
75	80.740	408.400	5,4	57	D	18	ja	
76	80.760	407.570	6,0	72	D	24		
77	81.060	407.640	6,3	0		28		
78	81.070	408.490	6,8	98	D	18	ja	
79	81.340	408.600	4,0	25	D	20		
80	81.350	407.690	6,1	0		28		
81	81.630	408.670	3,2	1,6	D	1		
82	81.650	407.750	5,8	0		28		
83	81.920	408.700	4,9	115	D	18	ja	ja
84	81.940	407.810	5,9	0		22		
85	82.150	406.880	2,1	124	D	1		
86	82.220	408.760	3,8	95	D/M	18		
87	82.250	407.870	6,1	0		28		
88	82.280	407.050	3,4	127	D	18	ja	
89	82.470	407.270	3,3	252	D	18	ja	

Locatie	Coördinaten		Diepte	Biovolume	PAS	Lutum	Slib op	Corbicula's
	x	y	(m)	(ml)		(%)	zand	aangetroffen
90	82.490	408.850	2,9	39	D	18	ja	
91	82.530	407.920	6,3	0		28		
92	82.650	407.520	4,9	31	D	22		
93	82.720	408.930	2,6	28	D/M	18	ja	
94	82.820	407.990	6,7	0		28		
95	82.850	407.770	6,2	0		18		
96	83.020	407.990	6,4	0		30		
97	83.050	409.100	2,3	335	D/M	18	ja	
98	83.120	408.050	6,7	0		28		
99	83.210	408.240	10,2	0		30		
100	83.390	408.470	13,5	28	D	28		
101	83.410	408.120	7,5	0		28		
102	83.560	408.710	12,0	70	D	26		
103	83.710	408.170	5,7	70	D	28		
104	83.770	408.970	7,1	0		30		
105	83.940	409.180	7,3	0		30		
106	83.990	408.230	7,8	0		30		
107	84.110	409.410	7,5	0		30		
108	84.290	408.290	4,3	120	D	24		
109	84.440	409.530	6,2	0		28		
110	84.580	408.370	3,5	0		1		
111	84.670	409.660	5,1	75	D	18		
112	84.760	408.430	2,8	105	D/M	1		
113	84.910	410.000	3,5	260	D	18	ja	
114	85.020	410.290	2,7	0		1		
115	85.170	410.570	4,0	245	D	18	ja	
116	85.340	410.720	3,0	0		1		
117	85.540	411.000	3,9	64	D	18	ja	
118	85.590	411.310	6,9	0		30		
119	85.770	411.550	8,5	0		30		
120	85.810	412.050	2,4	0		1		
121	86.030	412.240	3,9	450	D	18	ja	
122	86.240	412.080	3,1	400	D	18	ja	

## BIJLAGE 2

### Handmatige bepaling van het lutumgehalte in bodemmonsters

Omschrijving sediment	Beoordeling	Lutum- percentage
kleiarm zand	strandzand, schuurt tussen duim en wijsvinger	0-2
kleihoudend zand	iets vuil, smeert ietsje, schuurt nog onverminderd, klein slibwolkje als je het in plas gooit	2-5
kleilig zand	slibbig zand, smeert en bij knijpen gaat een klein deel tussen de vingers door	5-8
zeer lichte zavel	smeert goed, bij knijpen grotendeels weg, iets zand over in de hand	8-12
matig lichte zavel	smeert goed, zand alleen nog goed te voelen tussen duim en wijsvinger	12-17
zware zavel	smeert goed, bijna geen zand meer te voelen, klei wil niet meer van vingers afspoelen	17-25
lichte klei	bijna stopverf, als molykote tussen duim en vinger, zand alleen nog te proeven	25-35
zware klei	bijna stopverf, als molykote tussen duim en vinger, geen zand meer te proeven	>35

### BIJLAGE 3

#### De populatieopbouw van quagga- en driehoeksmosselen op een aantal locaties in de twee deelgebieden

Gegeven is het aantal mosselen per lengteklasse, SL = schelpenlengte; Q = quaggamossel en D = driehoeksmossel

SL <sup>3</sup> (mm)	Deelgebied									
	A				B				A/B	
	Locaties									
	21		25		103		111		62	
Q	D	Q	D	Q	D	Q	D	Q	D	
<2,5	19		72		4		12		34	
3	8	1	74		9		29		59	1
4	10	1	77		11		26		55	
5	2		82		21		34		69	
6	13	1	75		37		42		56	1
7	15		72		37	1	28	2	61	1
8	19		51	1	31		21	1	38	
9	9		44		20		25		43	
10	10		23		22		31		28	1
11	4		28		15		44	1	21	1
12	4		24		17		47		10	1
13	3		15		10	1	37	1	8	
14	4		7		5	1	34		6	
15	3		6		9		37	2	12	
16	1		13		3	2	55		7	
17	4		11		8	1	43		13	
18			11		6	1	20		5	
19	4		12		5		17		8	
20	1		15		4	1	13		5	
21	4		6		3		6		2	
22	1		3		2		1		2	
23	2		1		5		2			
24	4				2		3			
25	1				6				1	
26					3		1			
27	1						1			
28					1					
29					1					
30					1					
31					1					
32										
33										
34							1			

<sup>3</sup> SL = schelpenlengte

## BIJLAGE 4

### Het gemiddelde asvrij droog vleesgewicht per lengteklasse van quaggamosselen in de twee deelgebieden

SL <sup>4</sup> (mm)	Deelgebied			
	A		B	
	N	ADW <sup>5</sup>	N	ADW
7	37	0,8	40	0,8
8	40	1,2	40	1,2
9	40	1,5	40	1,5
10	38	1,9	40	1,9
11	35	2,4	40	2,5
12	38	3,2	38	2,9
13	40	3,9	35	4,1
14	40	4,6	35	4,9
15	35	5,3	35	6,2
16	30	6,3	32	7,4
17	30	7,1	30	9,1
18	30	7,9	30	10,4
19	26	9,2	26	12,2
20	27	9,0	23	12,8
21	25	9,6	20	13,1
22	24	9,9	20	12,0
23	24	10,4	19	14,0
24	21	12,3	23	18,1
25	13	13,4	19	19,1
26			18	19,0

---

<sup>4</sup> SL = schelpenlengte

<sup>5</sup> ADW = asvrij droog vleesgewicht in mg

## BIJLAGE 5

### Het berekende asvrij droog vleesgewicht van de Dreissena's per monster

Locatie <sup>6</sup>	Deel- gebied	X	Y	Biomassa (g)
1	A	70340	410460	2,1
4	A	70950	409780	1,6
5	A	71220	409560	1,6
11	A	72260	408450	0,3
13	A	72470	408270	2,3
14	A	72600	408740	2,4
15	A	72720	408120	0,1
16	A	72950	707900	0,7
17	A	73170	408570	4,3
19	A	73450	408450	0,1
20	A	73450	407590	0,9
21	A	73600	408120	0,6
23	A	73870	407910	2,5
25	A	74190	407070	7,4
28	A	74580	408160	0,4
29	A	74690	406730	0,6
30	A	74800	405940	4,3
31	A	74860	408100	6,1
34	A	75170	408030	3,3
37	A	75480	407920	0,2
38	A	75660	406340	1,0
40	A	75780	407870	0,5
42	A	75910	405860	0,9
44	A	76030	407790	0,3
48	A	76460	406810	0,7
49	A	76640	407620	7,1
51	A	76910	407560	2,6
53	A	77110	407260	3,4
55	A	77470	407320	1,2
56	A	77540	407410	0,2
59	A	78380	407150	0,8
60	A	78670	407080	3,8
62	B	79000	407960	11,8
63	B	79000	407210	4,5
64	B	79250	406880	0,5
65	B	79290	408070	6,2
67	B	79570	407340	3,4
68	B	79590	408110	3,9
69	B	79900	408180	0,2
70	B	79900	407370	4,1
71	B	80170	407450	3,9

<sup>6</sup> Alleen de locaties met een biomassa >0,1 gram per monster zijn in dit overzicht opgenomen

Locatie <sup>6</sup>	Deel- gebied	X	Y	Biomassa (g)
72	B	80180	408230	15,7
74	B	80470	407510	3,7
75	B	80740	408400	1,6
76	B	80760	407570	2,0
78	B	81070	408490	2,8
79	B	81340	408600	0,7
83	B	81920	408700	3,2
85	B	82150	406880	3,5
86	B	82220	408760	2,7
88	B	82280	407050	3,6
89	B	82470	407270	7,1
90	B	82490	408850	1,1
92	B	82650	407520	0,9
93	B	82720	408930	0,8
97	B	83050	409100	9,4
100	B	83390	408470	0,8
102	B	83560	408710	2,0
103	B	83710	408170	2,0
108	B	84290	408290	3,4
111	B	84670	409660	2,1
112	B	84760	408430	2,9
113	B	84910	410000	7,3
115	B	85170	410570	6,9
117	B	85540	411000	1,8
121	B	86030	412240	12,6
122	B	86240	412080	11,2



