

***Dreissena* mosselen op kunstmatige banken en referentiegebieden in IJburg**

Monitoringsresultaten 2017



M. Dorenbosch
F.M.F. Driessen
J.H. Bergsma



Bureau Waardenburg bv
Ecologie & landschap

Dreissena mosselen op kunstmatige banken en referentiegebieden in IJburg

Monitoringsresultaten 2017

dr. M. Dorenbosch, F.M.F. Driessen MSc., drs. J.H. Bergsma

Status uitgave: eindversie

Rapportnummer: 17-179
Projectnummer: 17-0592
Datum uitgave: December, 2017
Foto's: Bureau Waardenburg bv
Projectleider: Dr. M. Dorenbosch
Naam en adres opdrachtgever: Gemeente Amsterdam
Grond en Ontwikkeling
Postbus 12693, 1100 AR, Amsterdam
Referentie opdrachtgever: 17-0592/17.06522/MartD
Akkoord voor uitgave:



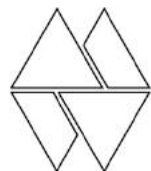
drs. W.M. Liefveld

Graag citeren als: Dorenbosch, M, F.M.F. Driessen & J.H. Bergsma, 2017. *Dreissena* mosselen op kunstmatige banken en referentiegebieden in IJburg. Monitoringsresultaten 2017. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-179. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Grond en Ontwikkeling - Gemeente Amsterdam
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Op dit moment vindt de voorbereiding en opstart plaats van werkzaamheden ten behoeve van de ontwikkeling van IJburg tweede fase. In het kader van de Wet Natuurbescherming (voorheen Natuurbeschermingswet) is inzicht gewenst over de ontwikkeling van de mosselpopulaties op de kunstmatige mosselbanken die zijn aangelegd omstreeks 2007 als compensatiemaatregel voor IJburg tweede fase.

Het monitoringsonderzoek van deze kunstmatige banken wijst uit dat de populatie mosselen groot is, maar jaarlijks fluctueert en een mogelijke relatie vertoont met de ontwikkeling van waterplanten en slib. Er is behoefte (en verplichting) aan inzicht wat de stand van zake is van de nu aanwezige mosselpopulatie in relatie tot gewenste streefaantallen/dichtheden mosselen zoals genoemd in de Natuurbeschermingswetvergunning.

De voorliggende rapportage bevat de resultaten van de monitoringsronde in 2017.

Het veldonderzoek werd uitgevoerd door het duikteam van Bureau Waardenburg (Joost Bergsma, Martijn Dorenbosch en Floor Driessen), het labwerk is uitgevoerd in het laboratorium van Bureau Waardenburg door Pieter-Bas Broeckx en Dirk Spruit.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Veranderingen in de mosselpopulaties in en rondom IJburg	10
1.3 Onderzoeksvragen	10
1.4 Leeswijzer.....	11
2 Materiaal en methoden.....	13
2.1 Opzet van de studie	13
2.2 Monsterlocaties	14
2.3 Methode van bemonsteren	14
2.4 Laboratorium analyses.....	16
3 Resultaten.....	17
3.1 Dichtheden en biovolumes op de kunstmatige banken	17
3.2 Dichtheden en biovolumes in referentiegebieden	21
3.3 Populatie omvang mosselen en drempelwaarde.....	22
3.4 Voorkomen driehoeksmossel en quaggamossel.....	22
3.5 Effect van waterplanten op het voorkomen van mosselen	24
4 Discussie & conclusie.....	27
4.1 Dreissena populatie op de kunstmatige mosselbanken	27
4.2 Dreissena populatie in de referentiegebieden	27
4.3 Andere Dreissena populaties in de IJsselmeerregio	27
4.4 Ontwikkelingen in de toekomst	28
5 Referenties.....	31
Bijlage 1.....	33

Samenvatting

In het kader van natuurcompensatie ten behoeve van de woonwijk IJburg - Amsterdam, zijn in 2007/2008 kunstmatige mosselbanken aangelegd. Voorliggend rapport beschrijft de monitoringsresultaten van het voorkomen van *Dreissena* mosselen op de kunstmatige banken en aangrenzende referentiegebieden. Hierbij wordt ingegaan hoe de populatie *Dreissena* mosselen zich ontwikkeld heeft in de periode 2007/2008 – 2017 en in welke mate de populatiegrootte mosselen op de kunstmatige banken zich verhoudt tot de populatiegrootte in aangrenzende referentiegebieden.

De monitoring vindt plaats op basis van een gestandaardiseerd bemonsteringsprotocol waarbij 20 bodemonsters van vaste monsterlocaties op de twee kunstmatige banken (vak 0 en vak 1, totaal 12 monsters) en twee referentiegebieden naast vak 0 en vak 1 (totaal 8 monsters) door duikers in het veld verzameld worden.

Na een eerdere populatie afname tussen 2011 en 2013, laten de resultaten uit 2017 een stabilisatie van de populatiegrootte op de twee kunstmatige banken zien vanaf 2014. De dichtheden blijven hierbij relatief constant. Wel is een duidelijke toename in biovolume zichtbaar in de periode 2014 – 2017. Omdat het biovolume niet simultaan toeneemt met de dichtheid, lijkt de gemiddelde grootte van mosselen op de banken toe te nemen. Er is tot op heden geen duidelijke verklaring voor deze observatie.

De gemiddelde dichtheid mosselen op de kunstmatige banken is in 2017 nog steeds duidelijk hoger dan op de aangrenzende referentiegebieden (14.073 ex. m⁻² op de mosselbanken versus 437 ex. m⁻² in de referentiegebieden). Ook het biovolume op de kunstmatige banken ligt in 2017 ruimschoots boven de in de MER gestelde ondergrens van 300 ml per m² en bedraagt gemiddeld 3.812 ml per m².

De mosselpopulatie wordt sinds 2009 vrijwel volledig door quaggamossel (*Dreissena bugensis*) gedomineerd, dit was ook in 2017 het geval. Driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) weet zich echter in kleine dichtheden in het gebied te handhaven. In 2017 bleek verhoudingsgewijs 1 driehoeksmossel op 43 quaggamosselen voor te komen.

In tegenstelling tot de kunstmatige banken, neemt de populatiegrootte van *Dreissena* mosselen in de aangrenzende referentiegebieden af wat betreft dichtheden. In het referentiegebied naast vak 1 worden in 2017 zelfs helemaal géén mosselen meer aangetroffen. Voor het referentiegebied in vak 0 is een vergelijkbaar populatieverloop voor de mosselen zichtbaar als op de bank zelf. Hier nemen dichtheden af terwijl het biovolume licht toeneemt. Vermoedelijk is in dit referentiegebied net als voor de mosselbanken, sprake van het toenemen van de grootte van mosselen.

De populatiegrootte *Dreissena* mosselen zoals die in 2017 op harde substraten (inclusief kunstmatige banken) en natuurlijke zachte substraten (referentiegebieden) rondom IJburg is aangetroffen, liggen in dezelfde orde grootte (of zijn hoger) ten opzichte van andere *Dreissena* populaties in het IJsselmeergebied (Markermeer, IJsselmeer en zuidelijke Randmeren).

De monsters in IJburg waar in 2017 helemaal géén mosselen op de bodem zijn aangetroffen, bleken in alle gevallen volledig overgroeid te zijn met waterplanten

(bodembedekking van 100%). Waterplanten lijken lokaal sterk toe te nemen in IJburg (vooral ter hoogte van vak 1), hetgeen hier samenvalt met het verdwijnen van mosselen van de bodem. Wel is vastgesteld dat in de monsters die overgroeid zijn met waterplanten en waar mosselen van de bodem zijn verdwenen, kleine aantallen juveniele driehoeksmosselen tussen de waterplanten overleven. Voor quaggamossel is dit vooralsnog niet waargenomen.

Het onderzoek in 2017 rechtvaardigt de volgende conclusies:

- Er is in 2017 sprake van een verdere stabilisatie van dichtheden mosselen op de kunstmatige banken terwijl het biovolume toeneemt.
- Op basis van de dichtheid en biovolume mosselen op de banken kan gesteld worden dat de kunstmatige banken van vak 0 en vak 1 ca. tien jaar na aanleg nog steeds een belangrijk additief effect op de *Dreissena* mosselpopulatie van IJburg hebben.
- De grootte van de populatie *Dreissena* mosselen rond IJburg ligt in dezelfde orde grootte (of is hoger) in vergelijking met andere populaties *Dreissena* mosselen in de IJsselmeerregio.
- Op en rondom de mosselbanken is plaatselijk sprake van een sterke toename van waterplanten. Dit kan mogelijk een negatief effect hebben op de toekomstige ontwikkeling en verspreiding van *Dreissena* mosselen in IJburg.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De gemeente Amsterdam is sinds 1997 bezig met het realiseren van de nieuwe Vinex-wijk IJburg ten oosten van Amsterdam. Om woningbouw mogelijk te maken worden hierbij onder meer grote eilanden aangelegd in het IJmeer. Om schade aan de aanwezige natuur te compenseren gaat de aanleg van IJburg gepaard met een uitgebreid natuurcompensatieplan.

Een van de facetten van het natuurcompensatieplan is de aanleg van kunstmatige mosselbanken om het verlies aan ter plekke aanwezige *Dreissena* mosselen (driehoeksmossel en quaggamossel) door de aanleg van eilanden te compenseren. *Dreissena* mosselen in het IJmeer vormen een belangrijke voedselbron voor duikeenden (kuifeend, topper, tafeleend, brilduiker) en meerkoeten en kunnen als *filter feeder* bij voldoende hoge dichtheden een belangrijke invloed hebben op de waterkwaliteit (verbetering van doorzicht en terugdringing van eutrofiëring).

Om de beschikbaarheid van voldoende voedsel voor schelpdier-etende watervogels en continuering van het filtereffect van *Dreissena* mosselen op de waterkwaliteit te garanderen, heeft de gemeente Amsterdam kunstmatige banken aangelegd tijdens en na de aanleg van de IJburg eilanden (1^e fase). Naar verwachting zouden de kunstmatige banken (bestaande uit harde structuren die op de bodem van het IJmeer zijn geplaatst) snel gekoloniseerd worden door *Dreissena* mosselen waardoor de afname van de mosselpopulatie ten gevolge van de ontwikkeling van IJburg gecompenseerd zou worden. Begin 2007 is in dit kader de eerste kunstmatige bank aangelegd met een omvang van circa 3 ha (vak 0, figuur 1). Aanvullend is begin 2008 een tweede kunstmatige bank aangelegd met een omvang van circa 25 ha (vak 1, figuur 1).

In de periode 2007 - 2016 heeft Bureau Waardenburg vervolgens jaarlijks (met uitzondering van 2015) *Dreissena* mosselen op de twee banken geïnventariseerd (zie hoofdstuk referenties) om het kolonisatieproces te monitoren.

Nieuwe ontwikkelingen IJburg 2^e fase

In het kader van de ontwikkeling van IJburg 2^e fase wordt opnieuw een eiland in het IJmeer aangelegd. Omdat de *Dreissena* populatie in het gebied onderhevig is aan veranderingen (zie § 1.2), is het verspreidingsbeeld en de populatiegrootte van *Dreissena* mosselen mogelijk anders dan in 2007/2008 toen de mosselbanken vak 0 en vak 1 werden aangelegd. Het effect van de ontwikkeling van IJburg 2^e fase op de huidige aanwezige *Dreissena* mosselpopulatie in het IJmeer is wellicht anders dan het effect van de IJburg 1^e fase waar oorspronkelijk vanuit is gegaan (op basis van de toen aanwezige populatie, 2006).

1.2 Veranderingen in de mosselpopulaties in en rondom IJburg

In de periode sinds de aanleg van de kunstmatige mosselbanken (vak 0 in 2007; vak 1 in 2008) tot en met oktober 2011 namen de populaties *Dreissena* mosselen op beide banken sterk toe. De kunstmatige banken werden snel gekoloniseerd en vormden een succesvolle maatregel om de mosselpopulatie in het gebied te vergroten. Echter, in de periode 2011 - 2016 fluctueerde de populatieomvang: van 2011 – 2013 nam de populatie *Dreissena* mosselen op beide banken sterk af; in 2014 en 2016 was er weer sprake van een licht herstel (Dorenbosch, 2015; Dorenbosch 2017). Aanslibbing van zwevend materiaal en/of uitbundige groei van waterplanten op beide banken zijn mogelijk onderliggende oorzaken voor de afname van de mosselbanken.

Daarnaast is er in het laatste decennium in het IJsselmeer gebied (inclusief Marker- en IJmeer) sprake van een sterke toename van *Dreissena* mosselpopulaties (Noordhuis *et al.*, 2014). Dit is vooral te wijden aan de sterke opkomst van quaggamossel (*Dreissena bugensis*) in het IJsselmeergebied. Oorspronkelijk kwam alleen driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) voor. Sinds 2009 wordt de quaggamossel steeds dominanter, op beide banken komt tegenwoordig vrijwel alleen nog maar quaggamossel voor. Deze verandering in soortensamenstelling van de *Dreissena* populatie op grotere geografische schaal heeft mogelijk ook effecten op het voorkomen van de *Dreissena* populatie op lokale schaal rondom IJburg. Waarschijnlijk is quaggamossel wat betreft verspreidingsareaal algemener geworden in het IJmeer rondom de kunstmatige mosselbanken ten opzichte van de oorspronkelijke verspreiding van driehoeksmossel in het IJmeer. Dit kan effect hebben op het functioneren van de kunstmatige banken rondom IJburg.

1.3 Onderzoeksvragen

Om de effectiviteit en de noodzaak van de aanleg van kunstmatig aangelegde mosselbanken vak 0 en vak 1 in het natuurcompensatieplan IJburg te evalueren, staan in dit onderzoek de volgende twee vragen centraal:

- 1) Is er sprake van een toename, afname of stabilisering van de populatie *Dreissena* mosselen op de kunstmatig aangelegde banken vak 0 en vak 1 en referentielocaties rondom IJburg?
- 2) Hoe verhoudt de (grootte van de) populatie *Dreissena* mosselen op de kunstmatig aangelegde banken (vak 0 en 1) zich tot de populatie mosselen in de aangrenzende referentiegebieden en in relatie tot gewenste streefaantallen/dichtheden mosselen zoals genoemd in de Natuurbeschermingswetvergunning?

1.4 Leeswijzer

De voorliggende rapportage bevat de resultaten van de mosselkartering uitgevoerd in het najaar van 2017. Het rapport gaat in op de mosselpopulatiegrootte in 2017 en maakt een vergelijking met de resultaten van de mosselmonitoring in de periode van 2007 t/m 2016 (zie referentielijst).

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de ingezette materialen en toegepaste methodieken. Hoofdstuk 3 bevat de resultaten inclusief een vergelijking met de voorgaande inventarisaties in de periode 2007 t/m 2016. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op factoren die populatiefluctuaties kunnen verklaren en worden de conclusies gepresenteerd. Hoofdstuk 5 bevat referenties.

In 2017 zijn behalve de standaard 20 monsterpunten uit de monitoring van de mosselbanken vak 0 en vak 1 ook 13 aanvullende monsterpunten verzameld. De resultaten van deze aanvullende bemonstering worden op verzoek van de opdrachtgever in een aparte notitie besproken en zijn geen onderdeel van voorliggende rapportage.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opzet van de studie

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is de studieopzet gehanteerd zoals die in eerder jaren (2007 - 2016) is toegepast:

- De monitoring van de *Dreissena* populaties op de kunstmatige banken (vak 0 en vak 1) en aangrenzende referentielocaties wordt uitgevoerd conform de eerdere inventarisaties in de periode 2007 – 2016 (o.a. beschreven in Dorenbosch et al., 2015; Dorenbosch, 2017). Hierbij zijn per bank zes monsterpunten op de bank bemonsterd die representatief zijn voor het voorkomen van *Dreissena* mosselen op het harde substraat van de bank. Daarnaast zijn per bank vier monsterpunten op het zachte ('natuurlijke') substraat direct aangrenzend aan de bank bemonsterd. Deze referentiemonsters zijn representatief voor het voorkomen van *Dreissena* mosselen in het IJmeer ter hoogte van IJburg buiten de kunstmatige banken. In totaal bestaat de monitoring uit 20 monsterpunten (12 monsterpunten op de kunstmatige banken en 8 referentiepunten).

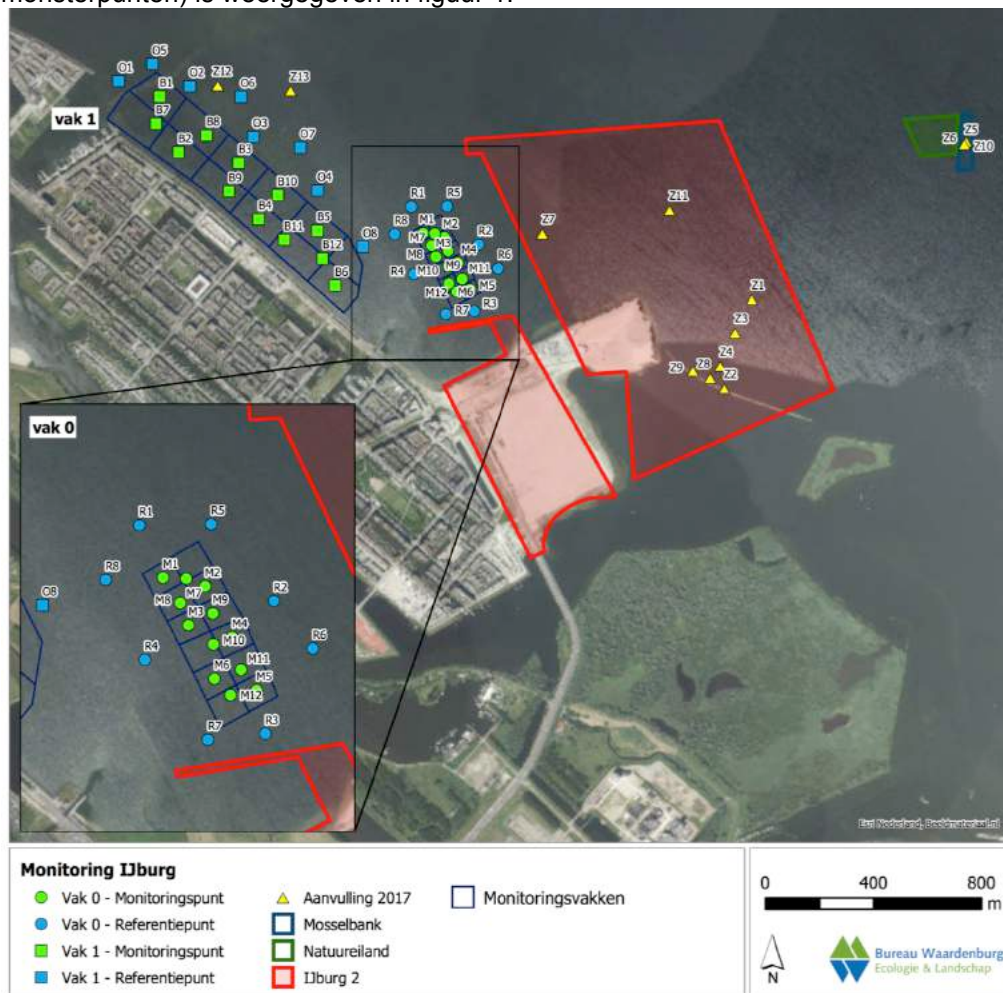
Het meetprotocol waarbij vaste monsterpunten worden gemonitord geeft inzicht in het populatieverloop en het kolonisatieproces van de kunstmatige banken in vergelijking met direct aangrenzende referentielocaties. Door het bevoegd gezag is voor het aanleggen van de kunstmatige banken een drempelwaarde vastgesteld (Plan- en Besluit MER IJburg 2^e fase, uitgedrukt in een biovolume van 300 mL m⁻²) waar een levende mosselbank aan moet voldoen om als vitaal functionerende mosselbank beschouwd te kunnen worden. Deze drempelwaarde kan als ondergrens worden beschouwd in het evalueren van het populatieverloop en het kolonisatieproces van de kunstmatige banken door *Dreissena* mosselen.

- Om een ruimer geografisch beeld te verkrijgen in het voorkomen van *Dreissena* mosselen in het IJmeer ter hoogte van IJburg zijn in 2017 13 aanvullende referentielocaties bemonsterd in het gebied rondom IJburg 2^e fase (figuur 1). Deze monsterpunten dienen enerzijds om vast te stellen wat de verspreiding van *Dreissena* mosselen op grotere afstand van de kunstmatige banken is en anderzijds om vast te stellen of ook andere harde substraten (zoals stortsteen dammen) gekoloniseerd worden door *Dreissena* mosselen. De resultaten van deze aanvullende monsterpunten worden in een aparte notitie besproken en zijn geen onderdeel van voorliggende rapportage.

De monsternamen van alle monsterpunten is uitgevoerd op 20 september en 3 oktober 2017.

2.2 Monsterlocaties

De ligging van de monsterlocaties die in 2017 zijn bemonsterd (inclusief aanvullende monsterpunten) is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Monitoringslocaties van *Dreissena* mosselen bij IJburg op de kunstmatig aangelegde banken vak 0 en vak 1 ($n=12$) en aangrenzende referentielocaties ($n=8$) in 2017. Locaties binnen de bank zijn aangeduid met de letter M voor vak 0 en de letter B voor vak 1; referentielocaties buiten de bank zijn aangeduid met de letter R voor vak 0 en de letter O voor vak 1. Tevens zijn aanvullende monsterpunten weergegeven (gecodeerd met de letter 'Z'). De inzet geeft een vergroting van vak 0 weer.

2.3 Methode van bemonsteren

De bemonstering is door het beroepsduikteam van Bureau Waardenburg uitgevoerd vanuit een boot. De monsterlocaties binnen de kunstmatige banken (vak 0 en vak 1) bestaan uit een harde bodem en zijn bemonsterd met behulp van een frame van 20 cm (lengte) x 20 cm (breedte) x 8 cm (hoogte), resulterende in een totaal bemonsterd oppervlakte van 0,04 m². Met behulp van dit frame is door duikers alle aan het

bodemoppervlak aanwezige (harde) substraat verzameld en in een fijnmazig netje (maaswijdte circa 2 mm) meegenomen naar de oppervlakte. Per monsterlocatie werd één monster met het frame genomen.

Op referentielocaties is sprake van een zachte bodem en is de bemonstering uitgevoerd met behulp van een bodemschep met een oppervlak van 0,0565 m² (afmetingen 296 mm x 191 mm). Per monsterlocatie zijn twee deelmonsters verzameld door de bodemschep twee keer op een willekeurige plek in de bodem te steken en een circa 10 cm dikke sediment laag te verzamelen, resulterende in een totaal bemonsterd oppervlakte van 0,113 m². De twee deelmonsters zijn onder water samengevoegd in een fijnmazig net en vervolgens meegenomen naar de oppervlakte. Alle monsters zijn voor de duur van het veldwerk in een koelbox bewaard en aan het eind van de dag ingevroren in een vriezer in het laboratorium van Bureau Waardenburg voor nadere verwerking.

Behalve het bemonsteren van de mosselen heeft het duikteam per monsterlocatie ook een inschatting gemaakt van de dikte van de sliblaag en de bedekking van waterplanten. Slibdikte werd in millimeters gemeten door een meetstok met mm-schaalverdeling in de bovenste sedimentlaag te steken tot de eerste harde onderlaag (zand- of kleibodem, oude Zuiderzeeschelpen). De bedekking waterplanten werden ingeschat op basis van procentuele bodembedekking van een oppervlakte van ca. 1 m² (doorgaans het zichtveld van de duikers).

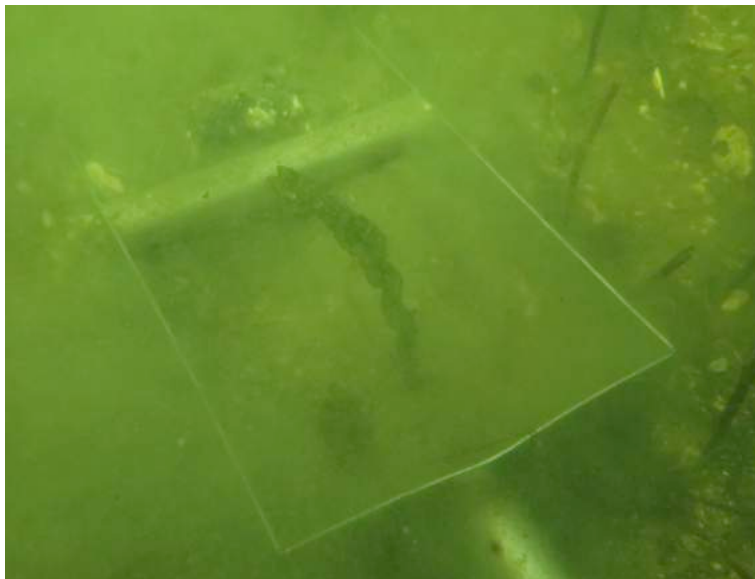


Foto 1. Monsternamen van zachte bodem met een bodemschep.

2.4 Laboratorium analyses

Na ontdooiing is per monster een foto gemaakt van het verzamelde materiaal. Vervolgens zijn de aanwezige *Dreissena* mosselen los-geprepareerd van het substraat en zijn dichtheden (uitgedrukt in aantal mosselen per m²) en biovolumes (uitgedrukt in ml per m²) bepaald. Het biovolume is bepaald door de mosselen over te brengen in een maatcilinder met water. De hoeveelheid verplaatst water dient als maat voor het biovolume.

Bij het kwantificeren van de mosselen is onderscheid gemaakt tussen driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* en quaggamossel *Dreissena bugensis*. In hoofdstuk 5 staan rapporten weergegeven waarin de methodiek in meer detail beschreven staat.

3 Resultaten

3.1 Dichtheden en biovolumes op de kunstmatige banken

Voor de kunstmatige banken en aangrenzende referentielocaties vak 0 en vak 1 zijn meetreeksen beschikbaar vanaf 2007 (vak 0) en 2008 (vak 1) tot en met 2017 (met uitzondering van 2015). In figuur 2 (dichtheden) en figuur 3 (biovolumes) staan de langjarige trends van de populaties *Dreissena* mosselen op beide mosselbanken en referentiegebieden weergegeven voor de periode 2007/2008 – 2017.

Dichtheden

Vanaf de aanleg van de kunstmatige banken (2007/2008) tot en met 2011, namen de populaties *Dreissena* mosselen op beide banken sterk toe. In 2012 en 2013 was er echter sprake van een sterke populatie afname (vak 0: 74% afname in dichtheid ten opzichte van 2011; vak 1: 69% afname ten opzichte van 2011). Van 2013 naar 2014 vlakke de afname weer af, voor vak 1 was er nog slechts sprake van een lichte afname (19% afname in dichtheid van 2013 naar 2014), voor vak 0 was er weer sprake van een lichte toename (2% toename in dichtheid van 2013 naar 2014). De trend van 2013 naar 2014 heeft zich op vergelijkbare wijze doorgezet in de periode 2014 – 2017. Voor vak 0 was er tussen 2014 en 2016 sprake van een verdere toename (33% toename in dichtheid) terwijl er van 2016 naar 2017 weer sprake was van een afname (16% afname in dichtheid). Voor vak 1 was het omgekeerde zichtbaar, tussen 2014 en 2016 was er sprake van een populatie afname (21% afname in dichtheid) terwijl de populatie weer toenam van 2016 naar 2017 (23% toename in dichtheid van 2016 naar 2017).

Biovolume

Op basis van biovolume is de populatie afname na 2011 zoals beschreven voor dichtheden ook zichtbaar, zowel voor vak 0 als vak 1 nemen biovolumes sterk af in de periode 2011 - 2014 (vak 0) en 2012 - 2014 (vak 1). In tegenstelling tot dichtheden die relatief laag blijven ten opzichte van het piekjaar 2011, herstellen de biovolumes zich echter beter in de periode 2014 - 2017. Voor vak 0 is er in 2017 sprake van een sterke toename in biovolume ten opzichte van 2014 van 146%, voor vak 1 bedraagt de toename 102%.

Trends

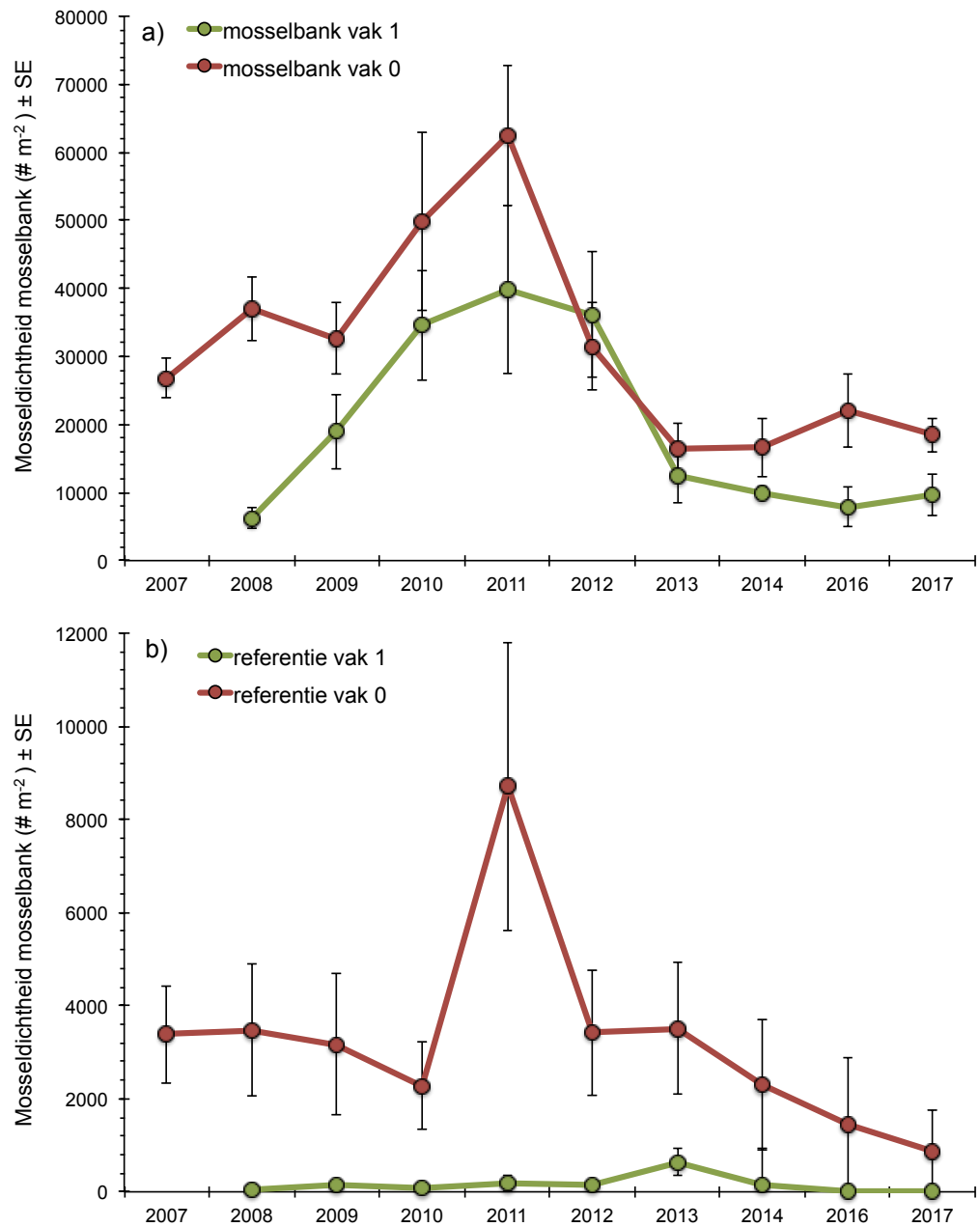
Op basis van bovenstaande aantals- en biovolume-ontwikkeling zijn drie trends zichtbaar:

- Voor wat betreft aantalsontwikkeling van *Dreissena* mosselen op de kunstmatige banken is er sprake van stabilisatie van dichtheden in de periode 2014 - 2017. Hierbij zijn geen grote fluctuaties meer zichtbaar zoals die zijn vastgesteld in de periode 2007 - 2013. De dichtheden in de periode 2014 - 2017 zijn daarbij aanzienlijk lager dan in het piekjaar 2011, waarbij op beide kunstmatige banken extreem hoge dichtheden mosselen werden aangetroffen.

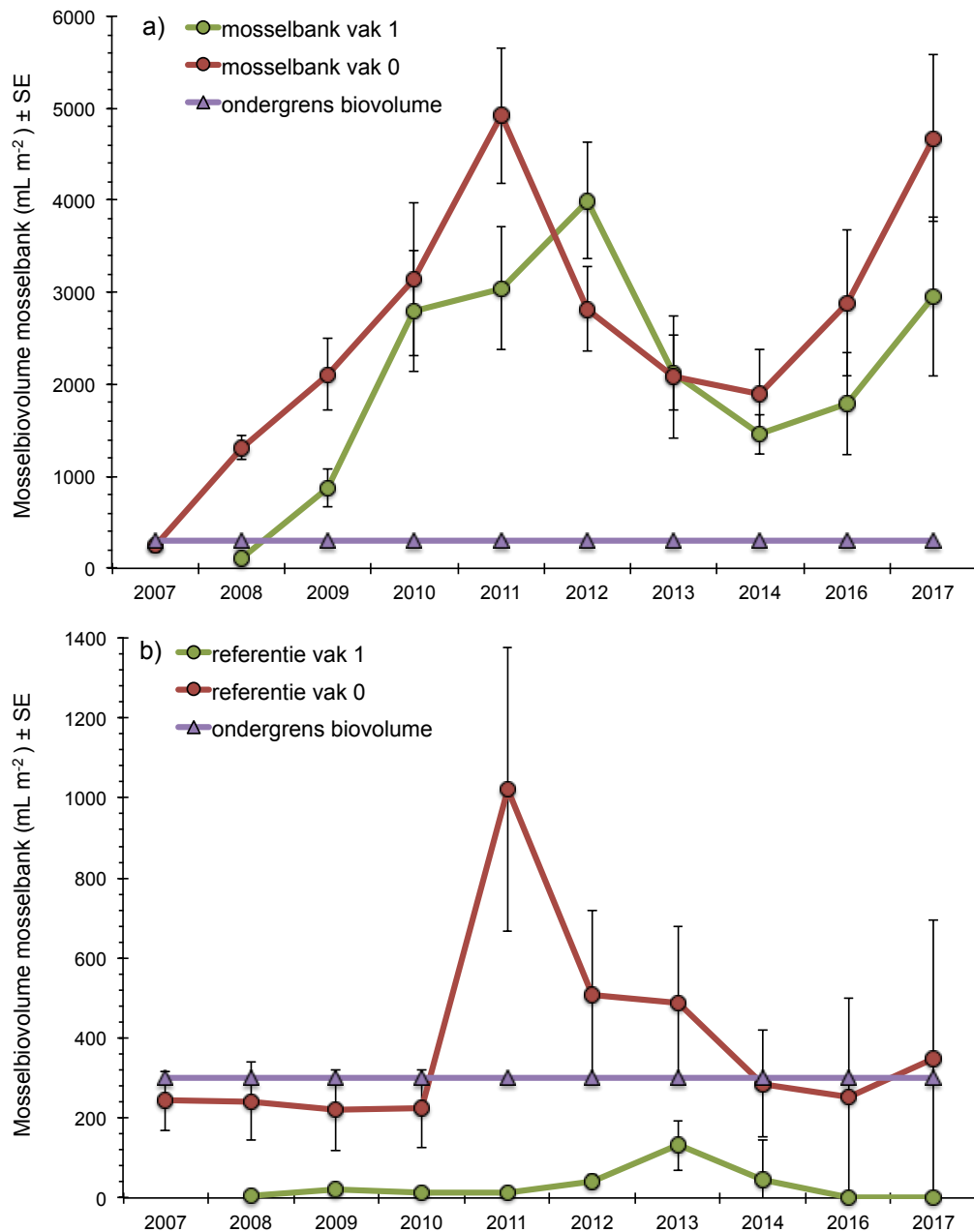
- Voor wat betreft biovolume ontwikkeling is er na een afname in de periode 2011 - 2014, sprake van sterke toename in de periode 2014 - 2017. Hierbij worden de biovolumes zoals die in de piekjaren 2011 (vak 0) en 2012 (vak 1) zijn vastgesteld weer benaderd.
- De dichtheden mosselen in de periode 2014 - 2017 zijn relatief stabiel en nemen niet simultaan toe met de toename in biovolume. De toename in biovolume van mosselen op beide banken is daarmee waarschijnlijk te wijten aan het groter worden van mosselen bij een gelijkblijvende dichtheid.



Foto 2. Weergave van de groeiwijze van mosselkolonies op het harde substraat van de kunstmatige bank (vak 0, bovenste foto) en van de groeiwijze op vlakke zachte bodem (referentiegebied vak 0, onderste foto).



Figuur 2. Populatietrends (dichtheden m⁻²) van *Dreissena* mosselen op de twee kunstmatige banken (a, vak 0 en vak 1, n=12) en de aangrenzende referentielocaties (b, vak 0 en vak 1, n=8) in de periode 2007 – 2017. Vak 0 is aangelegd in 2007, vak 1 in 2008. In 2015 zijn geen data verzameld. De schaal van de y-as verschilt tussen figuur a en b.



Figuur 3. *Populatietrends (biovolume m⁻²) van Dreissena mosselen op de twee kunstmatige banken (a, vak 0 en vak 1, n=12) en de aangrenzende referentielocaties (b, vak 0 en vak 1, n=8) in de periode 2007 – 2017. Vak 0 is aangelegd in 2007, vak 1 in 2008. In 2015 zijn geen data verzameld. De schaal van de y-as verschilt tussen figuur a en b. In de figuren is tevens de ondergrens van het biovolume aangegeven (Plan- en Besluit MER IJburg 2e fase, 300 mL m⁻²) waar de kunstmatige banken aan moeten voldoen om als functionerende mosselbank beschouwd te kunnen worden.*

3.2 Dichtheden en biovolumes in referentiegebieden

Dichtheden

In de referentiegebieden aangrenzend aan de kunstmatige banken (zie figuur 1 voor de ligging) zijn de populatie fluctuaties van *Dreissena* mosselen aanzienlijk minder groot dan op de kunstmatige banken. In de monitoringsperiode laten beide referentiegebieden een piek zien in de meetreeks, voor vak 0 in 2011, voor vak 1 in 2013. De piek in dichtheden in vak 0 in 2011 was hierbij aanzienlijk hoger dan de piek in vak 1 in 2013.

In de periode 2013 – 2016 is in beide referentiegebieden echter een duidelijke afname in populatie omvang zichtbaar. Voor de referentie van vak 0 is tussen 2013 en 2016 sprake van een afname in dichtheid van 37% en voor de periode 2016 en 2017 een verdere afname van 40%. Voor de referentie van vak 1 is tussen 2013 en 2016 sprake van een afname in dichtheid van 84% en voor de periode 2016 – 2017 een afname van 100%. Ter hoogte van vak 1 werden in 2017 helemaal geen levende mosselen meer aangetroffen. Dit betroffen allemaal monsterpunten die volledig bedekt waren met waterplanten. Hier wordt in een aparte notitie verder ingegaan .

Biovolume

In termen van biovolume is de ontwikkeling van de populatie *Dreissena* mosselen in referentiegebieden vergelijkbaar als voor dichtheden. De piekjaren in dichtheden (2011 - vak 0; 2013 - vak 1) zijn ook zichtbaar in biovolume. De afname van dichtheden zoals die zichtbaar is voor de referentie van vak 0 in de periode 2013 – 2017, is niet zichtbaar voor biovolume. Het biovolume van de mosselen in de periode 2013 – 2017 is hier relatief stabiel, waarbij in 2017 sprake is van een toename ten opzichte van 2016 (37%). Voor de referentie van vak 1 neemt het biovolume in de periode 2013 – 2017 echter wel sterk af (vergelijkbaar met dichtheden, geen levende mosselen in 2017).

Trends

Op basis van bovenstaande aantals- en biovolume-ontwikkeling zijn drie trends zichtbaar:

- Hoewel dichtheden en biovolumes fluctueren in de periode 2007 – 2017 is zowel de dichtheid als het biovolume *Dreissena* mosselen op de kunstmatige banken stelselmatig hoger dan op de aangrenzende referentiepunten. Op de banken bedraagt de gemiddelde mosseldichtheid 14.073 ex. m⁻², in de aangrenzende referentiegebieden bedraagt de dichtheid gemiddeld 437 ex. m⁻².
- Voor wat betreft aantalsontwikkeling van *Dreissena* mosselen is er sprake van een afname in dichtheden in beide referentiegebieden. De afname in de referentie van vak 1 is daarbij het sterkst, hier werden in 2017 helemaal geen levende mosselen meer aangetroffen.
- In vak 0 blijft het biovolume relatief constant in de periode 2013 – 2017 ondanks een afname in mosseldichtheden. Dit suggereert dat mosselen hier groter zijn geworden (vergelijkbaar met de toename in biovolume op de kunstmatige banken bij relatief stabiele mosseldichtheden).

- Voor de referentie van vak 1 gaat de afname in mosseldichtheden ook gepaard met een afname in biovolume waarbij in 2017 helemaal geen levende mosselen meer zijn aangetroffen.

3.3 Populatie omvang mosselen en drempelwaarde

In het Plan- en Besluit MER IJburg 2^e fase wordt een ondergrens van het biovolume aan driehoeksmosselen weergegeven. Bij het vaststellen van deze ondergrens werd uitgegaan van een populatie driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*). Inmiddels is de driehoeksmossel zeldzaam geworden en bestaat de mosselpopulatie op de banken vrijwel volledig uit de invasieve quaggamossel (*Dreissena bugensis*). Omdat beide mosselsoorten morfologisch en ecologisch sterk op elkaar lijken wordt er vanuit gegaan dat de oorspronkelijk gestelde ondergrens aan biovolume driehoeksmosselen uit de MER ook voor quaggamosselen geldt.

Ondanks de sterke populatie fluctuaties op beide banken, ligt het biovolume van de mosselpopulaties op beide banken nog steeds ruim boven de in de MER gestelde ondergrens van 300 ml m^{-2} ($= 3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), figuur 3. Voor vak 0 ligt het biovolume in 2017 hierbij ca. 15 maal boven de ondergrens van 300 ml m^{-2} en bedraagt 4.674 ml m^{-2} , voor vak 1 negen maal boven de ondergrens en bedraagt 2.950 ml m^{-2} .

Zoals eerder gesteld is het biovolume mosselen buiten de kunstmatige banken vele malen lager dan op de banken. In het referentiegebied van vak 1 zijn in 2017 helemaal geen levende mosselen gevonden. In referentiegebied van vak 0 bedraagt het biovolume 348 ml m^{-2} en ligt daarmee net boven de ondergrens van 300 ml m^{-2} .

3.4 Voorkomen driehoeksmossel en quaggamossel

Omstreeks 2006, vlak voor de aanleg van de kunstmatige mosselbanken in IJburg bestond de *Dreissena* mosselpopulatie in het IJmeer volledig uit driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*). Omstreeks 2009 heeft quaggamossel zich in het IJmeer gevestigd en is de populatie *Dreissena* mosselen gaan domineren.

In 2017 zijn beide mosselsoorten echter nog steeds op de mosselbanken in IJburg aanwezig. In totaal werden in de monsters van 2017 266 driehoeksmosselen en 11.686 quaggamosselen aangetroffen. Dit betekent dat 1 op de 44 *Dreissena* mosselen een driehoeksmossel is. De *Dreissena* populatie bestaat anno 2017 dus grotendeels uit quaggamosselen maar driehoeksmossel lijkt zich stabiel in kleine dichtheden tussen quaggamosselen te kunnen handhaven.

Vermeldenswaardig zijn de waarnemingen van juveniele driehoeksmosselen tussen waterplanten in monsters uit de referentiegebieden aangrenzend aan de mosselbanken. Hierbij werden in verschillende monsters helemaal geen levende mosselen op het bodemsubstraat gevonden. De monsters waren hierbij volledig overgroeid met waterplanten (bodembedekking van 100%). Tussen de waterplanten werden hierbij echter wel juveniele levende driehoeksmosselen op de plantenscheuten aangetroffen. In een monster waarbij alle waterplanten zijn uitgezocht op de aanwezigheid van mosselen werden hierbij 48 driehoeksmosselen aangetroffen. Broedval van driehoeksmosselen is daarmee mogelijk op waterplanten

die de bodem overwoekeren terwijl quaggamossel dit niet lijkt te kunnen. In het geval de bodem overgroeit raakt met waterplanten verdwijnen de quaggamosselen van de bodem onder de waterplanten terwijl de driehoeksmossel zich nog kan handhaven door op de waterplanten te groeien.



Foto 3. Monsterpunt waarbij de bodem volledig overgroeid is met waterplanten (kranswieren, bovenste foto, referentie vak 1) en waar wel broedval van driehoeksmossel op de waterplanten is aangetroffen (onderste foto).

3.5 Effect van waterplanten op het voorkomen van mosselen

In een aantal monsters uit 2017 zijn helemaal geen levende mosselen gevonden, in vak 0 bleken in de referentiemonsters R1, R2 en R4 (figuur 1) geen levende mosselen te zitten. Op de mosselbank van vak 1 werd in één monster van het harde substraat (B3, figuur 1) geen levende mosselen gevonden terwijl in alle aangrenzende referentiemonsters helemaal geen levende mosselen werden aangetroffen (O1 t/m O4, figuur 1). In alle gevallen waar geen mosselen werden gevonden was de bodem volledig (100% bedekking) overgroeid met een dikke laag waterplanten (kranswieren, waterpest, aarvederkruid, grof hoornblad).

In eerdere jaren werden ook af en toe hoge dichtheden waterplanten aangetroffen maar niet zo frequent als in 2017. Ten opzichte van 2016 is de bedekking waterplanten in 2017 dus sterk toegenomen.

Het lijkt er op dat op locaties waar de waterplantenbiomassa de bodem volledig overgroeid, zich geen levende mosselen op de bodem onder de waterplanten kunnen handhaven. Lokaal heeft de toename aan waterplanten reeds gezorgd voor het uitsterven van *Dreissena* mosselen in het referentiegebied van vak 1. Mogelijk dat een verdere toename in waterplanten (vooral op de kunstmatige banken) een negatief effect heeft op de populatiegrootte *Dreissena* mosselen in IJburg. In de aanvullende notitie wordt verder ingegaan op de relatie tussen het voorkomen van mosselen en de aanwezigheid van waterplanten.

In voorgaande paragraaf is reeds benoemd dat in tegenstelling tot quaggamossel, juveniele driehoeksmosselen wel in lage dichtheden kunnen voorkomen tussen hoge concentraties waterplanten. Driehoeksmossel is hiermee wellicht in staat om te overleven op locaties waar waterplanten sterk toenemen. In de winter sterven de plantenscheuten grotendeels weer af. De juveniele mosselen die zich vastgehecht hebben op de plantenscheuten zakken dan hoogstwaarschijnlijk naar de bodem. Of deze jonge driehoeksmosselen dan ook in het daarop volgende jaar overleven wanneer waterplanten weer opnieuw gaan groeien, is niet onderzocht. Vermoedelijk overleven de jonge mosselen wel de winterperiode en zijn dan bijvoorbeeld beschikbaar als voedsel voor duikeenden.



Foto 4. Weergave van het voorkomen van mosselen op zachte bodem in combinatie met een beperkte groei van waterplanten (referentie vak 1, bovenste foto) en van een situatie waarbij waterplanten de zachte bodem volledig overgroeien en onderliggende mosselen van de bodem zijn verdwenen (referentie vak 1, onderste foto).

4 Discussie & conclusie

4.1 *Dreissena* populatie op de kunstmatige mosselbanken

Op basis van de resultaten uit 2017 is er sprake van een stabilisatie van mosseldichtheden op de kunstmatige banken in vak 0 en 1 in de periode 2013 – 2017. Wat betreft biovolume is er echter sprake van een stijging in de periode 2014 – 2017. Omdat de dichtheden mosselen stabiel zijn, is de stijging in biovolume niet te verklaren met een toename in aantal mosselen. De meest voor de hand liggende verklaring is dat mosselen groter zijn geworden. Er zijn echter geen schelpenlengtemeetreeksen beschikbaar die dit verder kunnen staven. Het precieze mechanisme is vooralsnog onduidelijk.

Het biovolume mosselen dat in 2017 op de kunstmatige banken aanwezig is, ligt ruimschoots boven de in de MER gestelde ondergrens van 300 ml m^{-2} (15 maal hoger in vak 0 en negen maal hoger in vak 1).

4.2 *Dreissena* populatie in de referentiegebieden

Ten opzichte van de kunstmatige mosselbanken zijn zowel de dichtheden als het biovolume mosselen in de referentiegebieden aanzienlijk lager. In 2017 is het dichtheidverhogende effect van de kunstmatige mosselbanken waarbij hoge dichtheden mosselen op hard substraat worden aangetroffen nog steeds duidelijk zichtbaar ten opzichte van het jaar van aanleg in 2007/2008.

In de referentie van vak 1 is sprake van een gestage afname in dichtheden en biovolume mosselen in de periode 2013 – 2017. In 2017 werden hier zelfs helemaal geen levende mosselen meer aangetroffen. In de referentie van vak 0 nam de dichtheid mosselen ook af, het biovolume bleef echter stabiel en nam in 2017 zelfs licht toe. Net zoals bij de kunstmatige mosselbanken is de toename in biovolume ten opzichte van stabiele of zelfs afnemende mosseldichtheden hier alleen verklaarbaar door het groter worden van mosselen.

4.3 Andere *Dreissena* populaties in de IJsselmeerregio

In 2017 bedroeg de gemiddelde dichtheid *Dreissena* mosselen in IJburg op alle bemonsterde harde substraten (kunstmatige banken, stortsteen) 15.446 mosselen per m^2 en in alle referentiegebieden (inclusief aanvullende monsterpunten) 4.943 mosselen per m^2 . De overeenkomstige biovolumes betroffen in 2017 gemiddeld 4.032 mL per m^2 op harde substraten en 913 mL per m^2 in referentiegebieden.

In de IJsselmeerregio hebben de afgelopen jaren meerdere bemonsteringen van *Dreissena* mosselen plaatsgevonden waarbij dichtheden en/of biovolumes zijn gemeten. Deze metingen kunnen gebruikt worden om de dichtheden en biovolumes *Dreissena* mosselen uit het IJmeer nabij IJburg te vergelijken met andere *Dreissena* populaties uit de IJsselmeerregio.

Aan de westelijke zijde van het Markermeer nabij de Houtribdijk zijn in de periode 2010 – 2014 betonnen rifballen geplaatst waarbij de ontwikkeling van de populatie

Dreissena mosselen gemeten is op de rifballen en op aangrenzende referentiebodems (Bak *et al.*, 2014). Hierbij werden op het harde substraat van de rifballen in 2013 gemiddelde *Dreissena* dichtheden van 14.478 mosselen per m² aangetroffen en op de bodem van aangrenzende referentiegebieden slechts 22 mosselen per m². De hoeveelheden *Dreissena* mosselen die op het harde substraat in 2017 in IJburg zijn aangetroffen zijn daarmee vergelijkbaar (zelfs hoger) dan de hoeveelheden op de rifballen aan de westzijde van het Markermeer. Op de natuurlijke referentiebodems is de populaties in IJburg aanmerkelijk groter dan in het westelijke deel van het Markermeer. In oudere *Dreissena* metingen werden nabij IJburg omstreeks het jaar 2000 biovolumes van 100 – 600 mL mosselen per m² aangetroffen op natuurlijke zachte bodemsubstraten (Noordhuis & Houwing, 2003). Het gemiddelde biovolume van de referentiemonsters in 2017 van IJburg zijn hiermee nog steeds hoger dan de biovolumes gerapporteerd door Noordhuis & Houwing (2003).

In de zuidelijke Randmeren (Nijkerkernauw, Eemmeer en Gooimeer) werden in 2013 gemiddelde *Dreissena* dichtheden van 4.790 mosselen per m² aangetroffen en gemiddelde biovolumes van 1.766 ml per m² (Bouma *et al.*, 2013). De hoeveelheden *Dreissena* mosselen in de referentiegebieden in het IJmeer in 2017 liggen in dezelfde orde grootte als in 2013 in de zuidelijke Randmeren zijn aangetroffen (behalve dat het biovolume in 2017 het IJmeer lager lijkt te liggen).

In het IJsselmeer worden over het algemeen lagere biovolumes *Dreissena* mosselen op natuurlijke zachte bodems aangetroffen dan in de referentiemonsters van IJburg in 2017, biovolumes van > 500 mL mosselen per m² zijn in het IJsselmeer al uitzonderlijk hoog (Bij de Vaate & Jansen, 2012).

Anno 2017 kan gesteld worden dat de populatie *Dreissena* mosselen zoals die op harde substraten en natuurlijke waterbodems in referentiegebieden in het IJmeer rondom IJburg voorkomen, op zijn minst vergelijkbaar (soms zelfs hogere dichtheden en/of biovolumes) zijn met andere *Dreissena* populaties in de IJsselmeerregio (Markermeer, IJsselmeer en Randmeren).

4.4 Ontwikkelingen in de toekomst

Populatieontwikkeling rondom IJburg

Op basis van de resultaten van de monitoring in 2017 lijkt het aannemelijk dat een verdere toename van de bedekking waterplanten rondom IJburg een negatief effect heeft op het voorkomen van mosselen. 2017 is het eerste jaar waarbij op sommige monsterlocaties volledig bodembedekkende velden waterplanten zijn aangetroffen. In de bijbehorende monsters zijn vervolgens geen levende mosselen meer op de bodem onder de waterplanten aangetroffen. Vooralsnog is dit vooral waargenomen in de referentiegebieden. Mogelijk dat de populatie mosselen op de kunstmatige mosselbanken bij een verdere toename van de bedekking waterplanten ook negatief beïnvloedt wordt.

Een opvallende constatering is daarnaast dat er sprake is van een toename in biovolume zonder dat mosseldichtheden noemenswaardig toenemen. Dit kan het best verklaard worden door groei van mosselen zonder dat er sprake is van een sterke toename in broedval. Het is vooralsnog onduidelijk wat het achterliggende proces is. Het kan zijn dat mosselen in 2017 vooral investeren in groei en in mindere mate in

voorplanting, mogelijk door de sterke toename in waterplanten. Vergelijkingen met andere *Dreissena* populaties in de IJsselmeerregio laten echter zien dat dichtheden en biovolumes *Dreissena* mosselen rondom IJburg nog steeds relatief hoog zijn (zie § 4.3).

Populatieontwikkelingen op grotere geografische schaal: Markermeer

In het Markermeer zijn reeds eerder trends in de ontwikkeling van *Dreissena* populaties vastgesteld waarbij biovolumes en/of maximale schelp lengtes van *Dreissena* mosselen in het Markermeer afnemen gedurende het laatste decennium (Noordhuis & Houwing, 2003; Noordhuis *et al.*, 2014). Deze achteruitgang wordt toegeschreven aan opgeslagen slib dat vanaf de bodem in (re)suspensie komt, opnieuw neerslaat in combinatie met algengroei en indirect de groei van *Dreissena* mosselen negatief beïnvloedt.

Deze negatieve trend speelt op het hele niveau van het Markermeer maar is niet duidelijk terug te vinden in de *Dreissena* populatie ontwikkelingen rondom IJburg. In IJburg was in eerste instantie sprake van een sterke populatie toename vanaf 2009 en vervolgens van een stabilisatie vanaf circa 2013. De laatste meting uit 2017 suggereert daarbij dat *Dreissena* mosselen juist toenemen in lengte in plaats van afnemen.

Het is echter niet uit te sluiten dat de bovengenoemde bekende neerwaartse trend van *Dreissena* populaties in het Markermeer uiteindelijk ook van invloed is op de deelpopulatie *Dreissena* mosselen in IJburg. Er zijn in IJburg bijvoorbeeld geen schelp lengtes bepaald en/of drooggewicht-biomassa metingen uitgevoerd. Ontwikkelingen in de *Dreissena* populatieomvang worden ter hoogte van IJburg uitgedrukt in dichtheden en biovolumes. Kleine veranderingen in populatievitaliteit zoals veranderingen in schelp lengte en biomassa, zijn daardoor niet meteen zichtbaar. Vooralsnog lijken populatieveranderingen zoals ingegeven door veranderingen in dichtheden en biovolumes, beter verklaarbaar door ontwikkelingen in waterplantengroei dan door trends beschreven in Noordhuis & Houwing (2003) en Noordhuis *et al.* (2014).

5 Referenties

- Bak A., B. van den Boogaard & K. Dideren, 2014. Onderwater natuurrijf van rifballen. Veldexperiment in de Waterproeftuin van het Markermeer in het kader van Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer – IJmeer. Eindrapport 2014. Rapportnummer 14-216, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bij de Vaate, A. & E.A. Jansen, 2012. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het IJsselmeer: resultaten van een gebiedsdekkende kartering uitgevoerd in 2012. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2012/03.
- Bouma S., Lengkeek W., Bergsma J.H. & Broeckx P.B., 2008. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde 'mosselbank' (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2008 inclusief een vergelijking met eerder uitgevoerde bemonsteringen. Rapportnummer 08-148, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S., Lengkeek W. & Bergsma J.H., 2007. Vestiging van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde 'mosselbank' bij IJburg en het opstarten van een 'exclosure experiment'. Rapport nr. 07-177, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2012. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2012. Rapport 12-171. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2012. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2012. Rapport 12-170. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2009. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2009 inclusief een vergelijking met eerder uitgevoerde bemonsteringen. Rapportnummer 09-193. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2009. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde 'mosselbank' (vak 1) bij IJburg. Resultaten 19 mei 2009. Rapportnummer 09-064, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2011. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2011. Rapportnummer 11-183. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2011. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2011. Rapportnummer 11-182. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2010. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2010 inclusief een vergelijking met eerder uitgevoerde bemonsteringen. Rapportnummer 10-181. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2010. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2010 inclusief een vergelijking met eerder uitgevoerde bemonsteringen. Rapportnummer 10-182. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Lengkeek W., 2009. Het monitoren van driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde "mosselbank" (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2009

- inclusief een vergelijking met eerder uitgevoerde bemonsteringen. Rapportnummer 09-192. Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Bergsma J., 2013. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2013. Rapport 13-235, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma S. & Bergsma J., 2013. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2013. Rapport 13-234, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Bouma, S., J.H. Bergsma, P.B. Broeckx & W. Lengkeek, 2013. Tweekleppigen in de Randmeren. Bemonstering 2013. Rapport 13-236, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Dorenbosch M., 2015. Overzicht uitbreiding en monitoring mosselbanken IJburg 2014. Notitie van project 14-641, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Dorenbosch M., Bergsma J. & Broeckx P.B. 2015. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 0) bij IJburg. Resultaten 2014. Rapport 14-244, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Dorenbosch M., Bergsma J. & Broeckx P.B. 2015. Driehoeksmosselen op een kunstmatig aangelegde bank (vak 1) bij IJburg. Resultaten 2014. Rapport 14-245, Bureau Waardenburg bv., Culemborg.
- Dorenbosch M., 2017. Dreissena mosselen op kunstmatige banken en referentiegebieden in IJburg. Monitoringsresultaten 2016. Rapport 16-178. Bureau Waardenburg - Culemborg.
- Noordhuis R., S. Groot, M. Dionisio Pires & M. Maarse, 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen. Rapport Deltares 1207767, Utrecht
- Noordhuis, R., & E Houwing, 2003. Afname van de Driehoeksmossel in het Markermeer. Oorzaken en gevolgen van een vermoedelijke "crash" met betrekking tot waterkwaliteit, slibhuishouding en natuurwaarden. RIZA rapport 2003.016, RIZA Lelystad
- Schouten, P. 2006. Driehoeksmosselen rond IJburg tweede fase. Rapportnr. 06-127a, Bureau Waardenburg, Culemborg

Bijlage 1

In onderstaande tabel staan omgevingsvariabelen en het aantal en biovolume *Dreissena* mosselen weergegeven zoals die verzameld zijn in 2017 op monsterpunten weergegeven in figuur 1.

monster	habitat	m	diepte	%	silb	%	zand	%	hard substraat	%	waterplanten	mm silb- dikte	# zwartbek- grondel	driehoeksmosseel			quaggamosseel			mL	% monster uitgezocht	bemonsterde oppervlak (m ²)
														#	#	#	<5 mm	>5mm	biovolume			
B01	bank	1.9	80	20	80	70	18	0						39	5		741	225		100	0.04	
B02	bank	1.8	20	80	80	5	0	0						4	0.5		119	50		100	0.04	
B03	bank	1.9	20	80	80	100	14	0												100	0.04	
B04	bank	1.6	20	80	80	30	3	0						3	0.6		663	176		100	0.04	
B05	bank	1.5	20	80	80	40	0	0									336	105		100	0.04	
B06	bank	1.4	40	60	60	50	25	0						1	1		424	145		100	0.04	
O01	referentie	2	100	0	0	100	18	1												100	0.113	
O02	referentie	1.3	100	0	0	100	15	0												100	0.113	
O03	referentie	1.5	100	0	0	100	43	0												100	0.113	
O04	referentie	1.5	100	0	0	100	5	0												100	0.113	
M01	bank	1.9	40	60	60	50	30	4						5	0.3		381	110		100	0.04	
M02	bank	1.9	10	90	90	30	4	0									617	107		100	0.04	
M03	bank	2.1	10	90	90	80	3	1									713	185		100	0.04	
M04	bank	2.2	10	90	90	50	18	2						7	0.8		21	867	185	100	0.04	
M05	bank	1.9	5	95	95	8	4	0									40	1065	183	100	0.04	
M06	referentie	2.2	50	50	50	10	16	2						4	0.2		13	692	350.5	100	0.04	
R01	referentie	2.3	100	0	0	100	8	0												100	0.113	
R02	referentie	2.3	0	0	0	100	2	0												100	0.113	
R03	referentie	2.5	40	60	60	5	25	0						18	2.2		377	155		100	0.113	
R04	referentie	2.5	100			70	37	2												100	0.113	

monster	habitat	dichtheid # m ⁻²	biovolume mL m ⁻²	#: totaal aantal exemplaren			
B01	bank	19500	5750	< 5 mm: scheiplengte < 5 mm			
B02	bank	3075	1263	> 5 mm: scheiplengte > 5 mm			
B03	bank	0	0	bank: kunstmatige mosseelbank			
B04	bank	16650	4415	monsters M en R: vak 0			
B05	bank	8400	2625	monsters O en B: vak 1			
B06	bank	10625	3650				
O01	referentie	0	0				
O02	referentie	0	0				
O03	referentie	0	0				
O04	referentie	0	0				
M01	bank	9650	2758				
M02	bank	15425	2675				
M03	bank	17825	4625				
M04	bank	22375	4645				
M05	bank	27625	4575				
M06	referentie	17725	8768				
R01	referentie	0	0				
R02	referentie	0	0				
R03	referentie	3496	1391				
R04	referentie	0	0				



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie & landschap

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl