

# Dichtheid, graasdruk en predatie van zoöplankton in het Bovenwater in 2015



Rapport 2015-067

R. Bijkerk  
G.H. Bonhof



koeman en bijkerk bv  
ecologisch onderzoek en advies



# Dichtheid, graasdruk en predatie van zoöplankton in het Bovenwater in 2015

Rapport 2015-067

R. Bijkerk  
G.H. Bonhof



koeman en bijkerk bv  
ecologisch onderzoek en advies

bezoekadres	oosterweg 127 Haren
postadres	postbus 111 9750 AC Haren
telefoon	050 8200018
telefax	050 8200013
email	<a href="mailto:info@koemanenbijkerk.nl">info@koemanenbijkerk.nl</a>
website	<a href="http://www.koemanenbijkerk.nl">www.koemanenbijkerk.nl</a>



## Colofon


Opdrachtgever	Waterschap Zuiderzeeland Postbus 229, 8200 AE Lelystad
Titel	Dichtheid, graasdruk en predatie van zoöplankton in het Bovenwater in 2015
Auteurs	R. Bijkerk, G.H. Bonhof
Datum	26 oktober 2015
Pagina's (inclusief bijlagen)	36
Inkoopnr	ZZL-2015.034/PPA
Projectnr	2015-024
Rapportnr	2015-067
Status	Definitief
Akkoord	dr. W. Patberg (medewerker Ecologie en Natuur)
Paraaf	

Foto omslag: Zicht op Lelystad-Haven vanaf het Bovenwater op 26 mei 2015

Deze publicatie kan geciteerd worden als:

Bijkerk R & Bonhof GH (2015) Dichtheid, graasdruk en predatie van zoöplankton in het Bovenwater in 2015. KenB rapport 2015-067. Koeman en Bijkerk bv, Haren.

© Koeman en Bijkerk bv / Waterschap Zuiderzeeland

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Koeman en Bijkerk bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Koeman en Bijkerk bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassingen van resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Koeman en Bijkerk bv; opdrachtgever vrijwaart Koeman en Bijkerk bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.



# Inhoudsopgave

COLOFON	3
VOORWOORD	7
SAMENVATTING	9
<b>1 INLEIDING</b>	<b>11</b>
1.1 Achtergrond	11
1.2 Doel	11
1.3 Opzet	11
1.4 Leeswijzer	11
<b>2 MATERIAAL EN METHODEN</b>	<b>13</b>
2.1 Onderzoeksgebied	13
2.2 Zoöplanktononderzoek	14
2.3 Graasdruk	16
2.4 Visonderzoek	17
2.5 Uitvoering en verantwoording	18
<b>3 RESULTATEN</b>	<b>19</b>
3.1 Zoöplankton in het Bovenwater	19
3.2 Voedselkeuze jonge vis	23
<b>4 DISCUSSIE</b>	<b>25</b>
4.1 Graasdruk	25
4.2 Predatie	25
4.3 Teruggang Daphnia	26
<b>5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>27</b>
5.1 Conclusies	27
5.2 Aanbevelingen	27
<b>6 LITERATUURVERWIJZINGEN</b>	<b>29</b>
BIJLAGE I OVERZICHT VAN ONTVANGEN EN GEANALYSEERDE ZOÖPLANKTONMONSTERS	31
BIJLAGE II ANALYSERESULTATEN ZOÖPLANKTONMONSTERS	32
BIJLAGE III LENGTEMETINGEN <i>DAPHNIA</i> IN $\mu\text{M}$	33
BIJLAGE IV BIOMASSA BEPALINGEN <i>DAPHNIA</i> EN FYTOPLANKTON	35
BIJLAGE V BEPALING POTENTIËLE GRAASDRUK	36





## Voorwoord

Het fytoplankton in het Bovenwater vormt een aandachtspunt voor het waterschap, omdat dit plankton elk jaar in de zomer gedomineerd wordt door hinderlijke blauwalgen. Planktonalgen worden begraasd door dierlijk plankton. Met name grotere watervlooien kunnen de hoeveelheid planktonalgen sterk verminderen. Op hun beurt worden grotere watervlooien gegeten door planktivore vis. Hoe zit het in het Bovenwater met de graasdruk van zoöplankton en de predatiedruk van planktivore vis? In dit rapport proberen wij hier antwoord op te geven op basis van de resultaten van onderzoek in het groeiseizoen van 2015.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Waterschap Zuiderzeeland. Contactpersoon namens de opdrachtgever was Martijn Hokken, ecooloog bij het waterschap, die ook verantwoordelijk is geweest voor de bemonstering van het zoöplankton. Bij de bemonstering van jonge, mogelijk planktivore vis hebben we hulp gekregen van de beroepsvisser Stefan Lok. Wij danken beiden voor de prettige samenwerking.

Haren, 26 oktober 2015

Ronald Bijkerk  
Gerwin Bonhof



## Samenvatting

Om vast te stellen of de graasdruk van watervlooien in het Bovenwater beperkt wordt door planktivore vis, heeft Koeman en Bijkerk in opdracht van en in samenwerking met het Waterschap Zuiderzeeland onderzoek gedaan in de voorzomer van 2015. Door zoöplanktonbemonsteringen in de periode mei-juli is de ontwikkeling beschreven van de biomassa en van de lengte-frequentieverdeling van *Daphnia*. Door een bemonstering van jonge vis en een onderzoek van hun maaginhoud, hebben we de vraag proberen te beantwoorden of *Daphnia* en ander algenetend zoöplankton op het menu staat van vis.

De biomassa van *Daphnia* in het Bovenwater was in de periode mei tot medio juni 2015 een half tot anderhalf keer zo hoog als de biomassa van fytoplankton. Hieruit maken we op dat de graasdruk van *Daphnia* in deze periode voldoende hoog moet zijn geweest om de biomassa van fytoplankton te onderdrukken. Na half juni echter stortte de *Daphnia*-gemeenschap in. Voor de periode van medio juni tot en met eind juli 2015 moeten we vaststellen dat de biomassa van *Daphnia* dusdanig laag was ten opzichte van die van het fytoplankton (veel minder dan eenhonderdste) dat van enige graasdruk van betekenis geen sprake kan zijn geweest. De grote watervlooien zijn in het Bovenwater dus niet in staat om de ontwikkeling van algenbloeien in de zomerperiode te onderdrukken.

We hebben geen aanwijzingen gevonden voor een significante predatie van herbivore zoöplankton door planktivore vis. In slechts één van de onderzochte vijftien vissemagen zaten watervlooien (*Daphnia*) en in de ontwikkeling van de lengte-frequentieverdelingen zagen we geen versnelde afname van relatief grote dieren; de plotselinge afname van de dichtheid na half juni deed zich voor in alle lengteklassen.

De meest aangetroffen prooidieren van jonge Baars en Pos in het Bovenwater in mei 2015 waren muggelarven. Veel meer dan Pos bleek jonge Baars een gevarieerd dieet te hebben. Naast muggelarven zijn aasgarnalen (zelf een predator van *Daphnia*...), vlokreeften, waterwantsen, andere insecten en een bloedzuiger in de magen aangetroffen. Opvallend talrijk in de oeverzone van het Bovenwater waren exotische grondels, te weten Marmergrondel en Zwartbekgrondel. Deze bleken voornamelijk vlokreeften te eten.



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In het Bovenwater ontwikkelt zich 's zomers een hoge dichtheid aan fytoplankton. Omdat het hierbij gaat om hinderlijke blauwalgen, vormt het fytoplankton in het Bovenwater een aandachtspunt voor het waterschap. De vraag is in hoeverre deze algenbloei gestimuleerd wordt door een lage graasdruk van zoöplankton als gevolg van een hoge dichtheid van planktivore vis. Volgens het Waterschap Zuiderzeeland zou via de vishevel in het voorjaar een grote hoeveelheid Driedoornige stekelbaars vanuit het Markermeer in de plas terecht komen (pers. meded. M. Hokken). Mogelijk zorgen deze voor een belangrijke predatiedruk op het zoöplankton. Uit visbestandsopnamen weten we dat Brasem in het Bovenwater in april 2013 veruit de talrijkste vissoort was, gevolgd door Pos, Baars en Blankvoorn (van Donselaar 2014). In de eerste weken van hun leven voeden Brasem, Baars en Blankvoorn zich ook met dierlijk plankton en dragen daardoor bij aan de predatiedruk op het zoöplankton.

Om vast te stellen wat de graasdruk is van groter zoöplankton op fytoplankton in het Bovenwater en of dit zoöplankton in sterke mate begraasd wordt door vis, heeft het Waterschap Zuiderzeeland (WZZ) ons opdracht gegeven voor de uitvoering van een onderzoek. In dit rapport presenteren we de resultaten.

## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek was vast te stellen wat de graasdruk is van zoöplankton op fytoplankton in het Bovenwater en in welke mate dit zoöplankton gegeten wordt door vis.

## 1.3 Opzet

Om de graasdruk van zoöplankton vast te stellen zijn in de periode mei-juli eens per twee weken watermonsters verzameld waarin de dichtheid en lengte zijn bepaald van grotere watervlooien en copepoden. Soorten uit het geslacht *Daphnia* worden beschouwd als de belangrijkste begrazers van fytoplankton in plassen en meren (Portielje & Van der Molen 1998, Meijer *et al.* 1999). Daarom is de analyse van de graasdruk gebaseerd op de biomassa van dit geslacht. Om te onderzoeken of jonge vis zoöplankton eet, is eind mei jonge vis gevangen waarvan de maaginhoud onderzocht is.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 geven we een uitgebreide beschrijving van onze werkwijze en de gebruikte apparatuur. In hoofdstuk 3 presenteren we de resultaten van het onderzoek en in hoofdstuk 4 bespreken we de uitkomsten. De conclusies en aanbevelingen staan in hoofdstuk 5. Alle verzamelde gegevens zijn opgenomen in de bijlagen.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Onderzoeksgebied

Het onderzoek is uitgevoerd in het Bovenwater ten zuidwesten van Lelystad (Figuur 1). Het Bovenwater is in 1977 aangelegd en heeft een oppervlakte van omstreeks 120 hectare. De gemiddelde diepte bedraagt 1,25 meter. De plas heeft een recreatiefunctie en wordt beheerd om te zeilen en te surfen. Hierbij wordt in de zomer intensief waterplanten gemaaid. Tevens is een zwemstrand aanwezig. Het Bovenwater is een geïsoleerde plas en wordt gevoed met regenwater dat voor een deel afkomstig is uit het stedelijk gebied. Om het water in de zomer op peil te houden wordt water ingelaten vanuit het Markermeer via een hevel (Bakker & Haverkamp 2008).

In het Bovenwater treedt jaarlijks een bloei op van blauwalgen. Deze bestaat hoofdzakelijk uit soorten van het geslacht *Anabaena* (Torenbeek & Bijkerk 2012). Enkele jaren geleden is de zomergemiddelde fosfaatbelasting geschat op een waarde tussen de twee kritische grenzen. De ene grens is bepaald voor de omslag van een helder naar een troebel systeem, de andere voor de omgekeerde ontwikkeling (Jaarsma *et al.* 2008). Dit betekent dat het Bovenwater op de wip zit tussen een heldere, waterplantgedomineerde toestand en een troebele toestand met dominantie van fytoplankton. De grootste bronnen van fosfaat voor de fytoplanktonontwikkeling vormen het inlaatwater en het maaisel (Torenbeek & Bijkerk 2012). In de periode februari-mei kan de fytoplanktongroei beperkt worden door stikstof, in juni-december ligt fosfaatbeperking voor de hand (Bijkerk 2015).



**Figuur 1** Gezicht op het Bovenwater in Noordelijke richting (Bron luchtfoto: Bing, Microsoft).

## 2.2 Zoöplanktononderzoek

### Bemonstering

De bemonsteringen van het zoöplankton vonden plaats in de periode mei tot en met juli, met een frequentie van eens in de twee weken (Bijlage I).

De bemonstering van het zoöplankton is uitgevoerd door medewerkers van het WZZ volgens een door ons opgesteld voorschrift. Hierbij is op minimaal twee punten in het open water van de plas de gehele verticaal bemonsterd, door een waterhapper net onder het wateroppervlak, op halve diepte en vlak boven het sediment te vullen. De deelmonsters zijn verzameld in een vat of een grote koelbox en het verzamelde totale volume is genoteerd. Vervolgens is het totale volume gefilterd over een planktonnet met een maaswijdte van 50 µm. Het materiaal dat achterbleef op het filter is met wat water overgebracht in een 200 ml kunststof potje en direct geconserveerd met circa 1 ml alkalische Lugol. Elk monster is door WZZ verzonden naar het lab van Koeman en Bijkerk en binnen vier dagen na monsterneming door ons ontvangen (Bijlage I). Tot het moment van analyse zijn de monsters door ons koel (3-5 °C) en donker bewaard.

### Analyse

De analyse is gericht geweest op een bepaling van de dichtheid en lengtefrequentieverdeling van groter zoöplankton. Onder groter zoöplankton verstaan we grotere watervlooien (met name *Daphnia*, maar ook *Simocephalus*) en roeipootkreeften (Copepoda) met uitzondering van hun naupliusstadia. Dit grotere zoöplankton kan een significante graasdruk op fytoplankton uitvoeren en wordt zelf gegeten door planktivore vis. Omdat ook andere organismen, *i.c.* aasgarnalen, *Leptodora* en *Chaoborus* groter zoöplankton eten, zal ook op de aanwezigheid van deze dieren worden gelet. De analyse omvatte dus geen bepaling van de dichtheid van kleiner zoöplankton, zoals naupliuslarven, raderdieren en kleinere watervlooien zoals *Alona*, *Bosmina* en *Chydorus*.

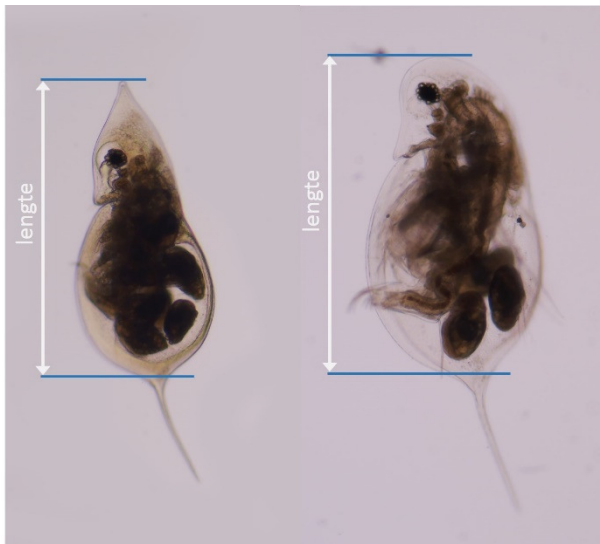
De analyse is uitgevoerd met behulp van omkeermicroscopie na bezinking van het materiaal in sedimentatiecuvetten, zoals beschreven in Werkvoorschrift 10B in Bijkerk (2014). Wanneer het monster te grote hoeveelheden zoöplankton, algen of andere deeltjes bevatte, is het monster voorafgaand gesplitst in twee of meer deelmonsters met behulp van een Folsom planktonsplitter (Hydrobios Kiel). Het gehele monster of de deelmonsters zijn kwantitatief overgebracht in sedimentatiecuvetten met een bodemoppervlak van 7,07 cm<sup>2</sup>. Voor sedimentatie van de organismen is een periode van minstens één uur in acht genomen. De monsters zijn geanalyseerd met een omkeermicroscop (Olympus IMT-2) met een ULWCD-condensor, numerieke apertuur 0,30, 10× WHK-ocularen, waarvan één is voorzien van een oculair micrometer en met de volgende objectieven : A 4×/0,1 achromaat, SPlan PL 10×/0,30 planachromaat en SPlanApo 20×/0,70 apochromaat. De analyses zijn verricht in helderveld.

De watervlooien zijn zo mogelijk gedetermineerd tot op soort, maar minimaal tot op geslacht. De copepodieten en volwassen copepoden zijn onderscheiden op ordeniveau; de orde Calanoida is herbivore, de orde Cyclopoida omvat zowel herbivore, carnivore als omnivore soorten.

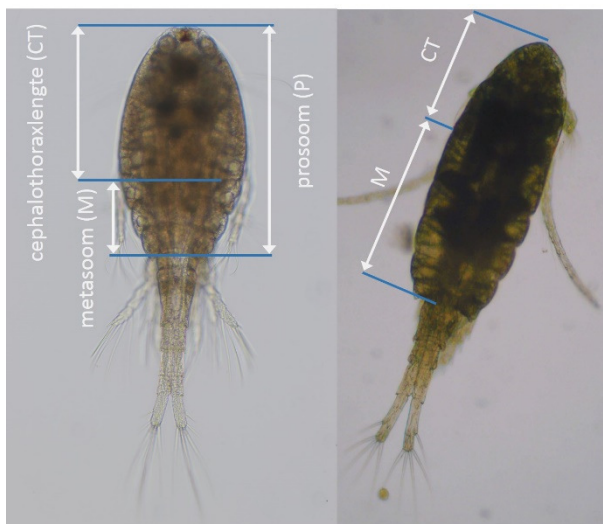


Van *Daphnia* en copepoden zijn separate lengte-frequentieverdeling bepaald, door van elke groep minimaal dertig aselekt gekozen exemplaren te meten tot op 25 µm nauwkeurig, tenzij in het gehele monster minder dan dertig aanwezig waren. Dat gold voor de monsters van na medio juni (Bijlage III).

Bij *Daphnia* is de gemeten lengte de lichaamslengte vanaf de bovenkant van de kop tot aan het midden van de staartstekelbasis (Figuur 2). Bij roeipootkreeften zijn twee lengtes gemeten, de cephalothoraxlengte en de lengte van het prosoom (de totale lengte van cephalothorax en metathorax; Figuur 3). De cephalothorax-lengte wordt vaak gemeten in onderzoek waarin de lengteverdeling wordt vergeleken tussen dieren in het water en dieren in vissemagen, omdat deze lengte doorgaans nog goed te meten is. Wij hebben ook de lengte van het prosoom gemeten omdat deze een meer vergelijkbare indruk geeft van de 'optische' lichaamslengte van beide copepodenorden, voor visuele predatoren.



**Figuur 2** Lengtemeting bij *Daphnia*.



**Figuur 3** Lengtemeting bij copepoden. Links een cyclopoïde, rechts een calanoïde.

### Lengte-frequentieverdeling

Uit de lengtemetingen is een lengte-frequentieverdeling gemaakt, door het aantal dieren per lengteklasse te turven. Hierbij zijn klassen met een breedte van 200 µm gebruikt.

### Biomassabepaling

Uit de lengtemeting van individuele daphnia's is een biomassa in microgram koolstof berekend volgens onderstaande vergelijking uit Bottrell *et al.* 1976:

$$\ln C = 2,46 + 2,52 \ln L$$

In deze vergelijking is C de biomassa in µg C en L de lengte in mm. In feite geldt deze vergelijking voor *Daphia hyalina*. Die voor *D. galeata* heeft factoren die in geringe mate afwijken, maar omdat deze factoren tussen publicaties ook verschillen en omdat de bovenstaande vergelijking in veel Nederlands onderzoek gebruikt is, hebben wij hem in ons onderzoek ook gehanteerd.

## 2.3 Graasdruk

In plassen en meren worden watervlooiën van het geslacht *Daphnia* beschouwd als de belangrijkste begrazers van planktonalgen (Portielje & Van der Molen 1998, Meijer *et al.* 1999). Als maat voor de graasdruk wordt de verhouding berekend tussen de biomassa van *Daphnia* en die van het fytoplankton, beide in termen van koolstof. Dit quotiënt noemt men de potentiële graasdruk (PGP):

$$PGP_{Daphnia} = mg C_{Daphnia} / mg C_{Fytoplankton}$$

De biomassa van *Daphnia* wordt doorgaans berekend uit een lengtemeting volgens de in de vorige paragraaf genoemde vergelijking uit Bottrell *et al.* 1976. De biomassa van fytoplankton wordt bepaald uit het chlorofyl-a-gehalte, met gebruikmaking van de conversiefactor:

$$0,07 \text{ mg C} / \mu\text{g chlorofyl-a}$$

Een PGP van 0,1 vormt een kritische grens waarboven begrazing daadwerkelijk een rol gaat spelen in de onderdrukking van de algenbiomassa (Portielje & Van der Molen 1998). Spiegeling aan dit niveau van 0,1 is daarom een belangrijk onderdeel van de interpretatie van de berekende potentiële graasdruk. Voor een beoordeling van de graasdruk worden wel de volgende drie klassen gehanteerd (naar WLN 2015):

PGP < 0,05	te lage biomassa aan <i>Daphnia</i> om de algenbiomassa te beperken;
0,05 ≤ PGP < 0,2	de biomassa van <i>Daphnia</i> is min of meer in evenwicht met de algenbiomassa;
PGP ≥ 0,2	de biomassa van <i>Daphnia</i> is dusdanig hoog dat een hoge graasdruk op de algengemeenschap aannemelijk is.

## 2.4 Visonderzoek

### Bemonstering

Een éénmalige bemonstering van planktivore vis is uitgevoerd op 26 mei 2015. Hierbij is de volledige oeverzone van het Bovenwater afgevist met behulp van een elektrovis-apparaat aangedreven door een 5 kW elektroaggregaat van het merk Avasto ( Figuur 4). Hierbij zijn drie trajecten onderscheiden. Gevangen vissen zijn overgebracht in een grote witte bak waaruit de jonge, potentieel planktivore vis apart is gezet. De bedoeling was om vooral Driedoornige stekelbaars en jonge Blankvoorn (lengte circa 5 tot 8 centimeter) te verzamelen tot van elke groep vijftien exemplaren zouden zijn gevangen. Deze soorten zijn echter niet aangetroffen. In plaats daarvan zijn jonge exemplaren van de wel talrijke soorten verzameld, te weten jonge Baars, Pos en meerdere soorten grondels. De vissen zijn gedood door ze op ijs te leggen en vervolgens per traject overgebracht in potten gevuld met formaline. Om de maaginhoud tijdig te conserveren, is van elke vis eerst de buikholte opengesneden voor ze in de pot gestopt zijn.



**Figuur 4** Links: Visbemonstering met het elektrovisapparaat in het Bovenwater op 26 mei 2015. Rechts: een gevangen Paling in de witte uitzoekbak.

### Analyse

In totaal is van vijftien vissen de maaginhoud onderzocht, waarbij het aantal onderzochte individuen per soort proportioneel verdeeld was naar het aantal gevangen individuen per soort en zo mogelijk gelijkmatig verdeeld over de drie onderscheiden trajecten. De maag en darm zijn onder afzuiging uit de buikholte verwijderd en overgebracht in een petrischaal. Daarna zijn de maag en het eerste stuk van de darm met een fijn ontleedschaartje opengeknipt en is hun inhoud eruit gespoeld met leidingwater (spuitfles). De inhoud is vervolgens kwantitatief overgebracht in meerdere bekeerglazen, om de hoeveelheid per bekeerglas beperkt te houden voor een goede analyse. Voor een eerste telling is de inhoud van elk bekeerglas onderzocht met behulp van een stereo zoommicroscop (Olympus SZX9, vergroting 6,3-57 $\times$ ) met onder- en bovenverlichting. Wanneer watervlooien aanwezig waren, is de inhoud na telling van de grotere organismen overgebracht in zoöplanktoncuvetten voor een telling van de watervlooien volgens de werkwijze beschreven voor zoöplankton (paragraaf 2.2). Bij de telling zijn alle prooiresten geïdentificeerd tot op het niveau van hoofdgroep, met uitzondering van het zoöplankton (behalve copepoden) dat gedetermineerd is tot op

geslacht. Van elke groep is de hoeveelheid geschat, waarbij rekening is gehouden met fragmentatie.

## **2.5 Uitvoering en verantwoording**

Het zoöplankton in het Bovenwater is bemonsterd door medewerkers van het Waterschap Zuiderzeeland. De bemonstering van de vis is uitgevoerd door Gerwin Bonhof en de beroepsvisser Stefan Lok (Lok v.o.f.). De zoöplanktonmonsters zijn geanalyseerd in de periode 8-10 september 2015 (Bijlage I) en de analyse van de maaginhoud is uitgevoerd op 8 en 9 oktober 2015. Alle analyses zijn verricht door Ronald Bijkerk. De rapportage is samengesteld door Ronald Bijkerk en Gerwin Bonhof.

## 3 Resultaten

### 3.1 Zoöplankton in het Bovenwater

#### Algemeen

De zoöplanktonmonsters waren goed geconserveerd en te analyseren. Sommige watervlooien waren beschadigd, vermoedelijk door het filterproces. Deze zijn buiten de lengtemetingen gehouden. Door een hoge dichtheid van zoöplankton en/of algen moesten alle monsters één tot drie keer gesplitst worden voor een goede telling.

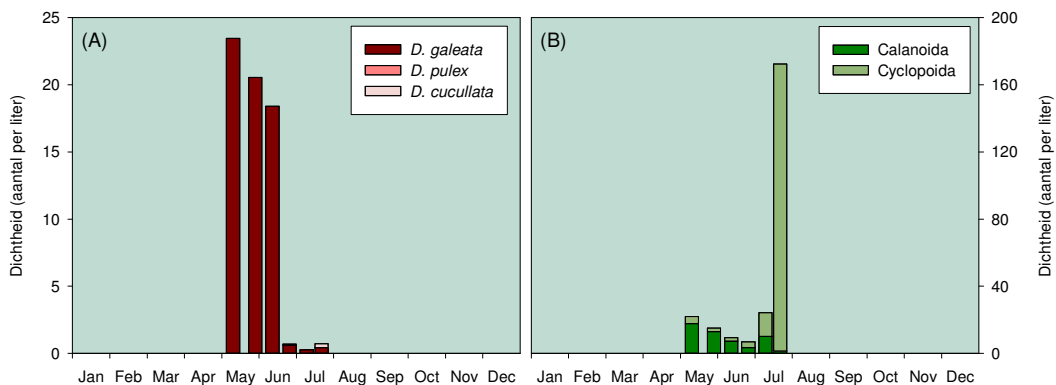
#### Soortensamenstelling

Onder de watervlooien was *Daphnia galeata* veruit de meest talrijke soort in de monsters (Figuur 5A). Andere soorten van dit geslacht, *i.c.* *D. cucullata* en *D. pulex*, zijn slechts incidenteel waargenomen. Andere grotere en fytoplankton etende watervlooien, zoals *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma* en *Simocephalus*, zijn niet in de watermonsters aangetroffen. Van de meer bentisch en perifytisch levende watervlooien, zoals *Chydorus*, is in elk monster een klein aantal gezien. Opvallend is dat van het geslacht *Bosmina*, dat in geëutrofiëerde plassen met veel planktivore vis meestal sterk vertegenwoordigd is, in alle monsters slechts enkele individuen gezien zijn.

Onder de copepoden overheersten soorten uit de orde van de calanoiden in de eerste twee maanden van de bemonstering (Figuur 5B). Deze leven uitsluitend van fytoplankton. Na de eerste twee maanden namen cyclopoiden het over. Deze copepoden hebben een breder dieet. Sommige cyclopiode soorten zijn strikt carnivoor en eten ook jonge daphnia's (Arndt *et al.* 1993). Ander predatoor zoöplankton dat in de monsters is gezien zijn de roofwatervlo, *Leptodora kindtii*, en de aasgarnaal, *Neomysis integer* (Bijlage II).

#### Dichtheid

De hoogste dichtheid van *Daphnia* is gemeten aan het begin van de bemonsteringscampagne, op 11 mei. De seizoenspiek is dus mogelijk gemist. Medio juni nam de dichtheid in zeer korte tijd sterk af en bleef tot en met juli op dit lage niveau (Figuur 5A). Embryo's van *Daphnia* zijn alleen in mei en juni in de monsters aangetroffen (Bijlage II).

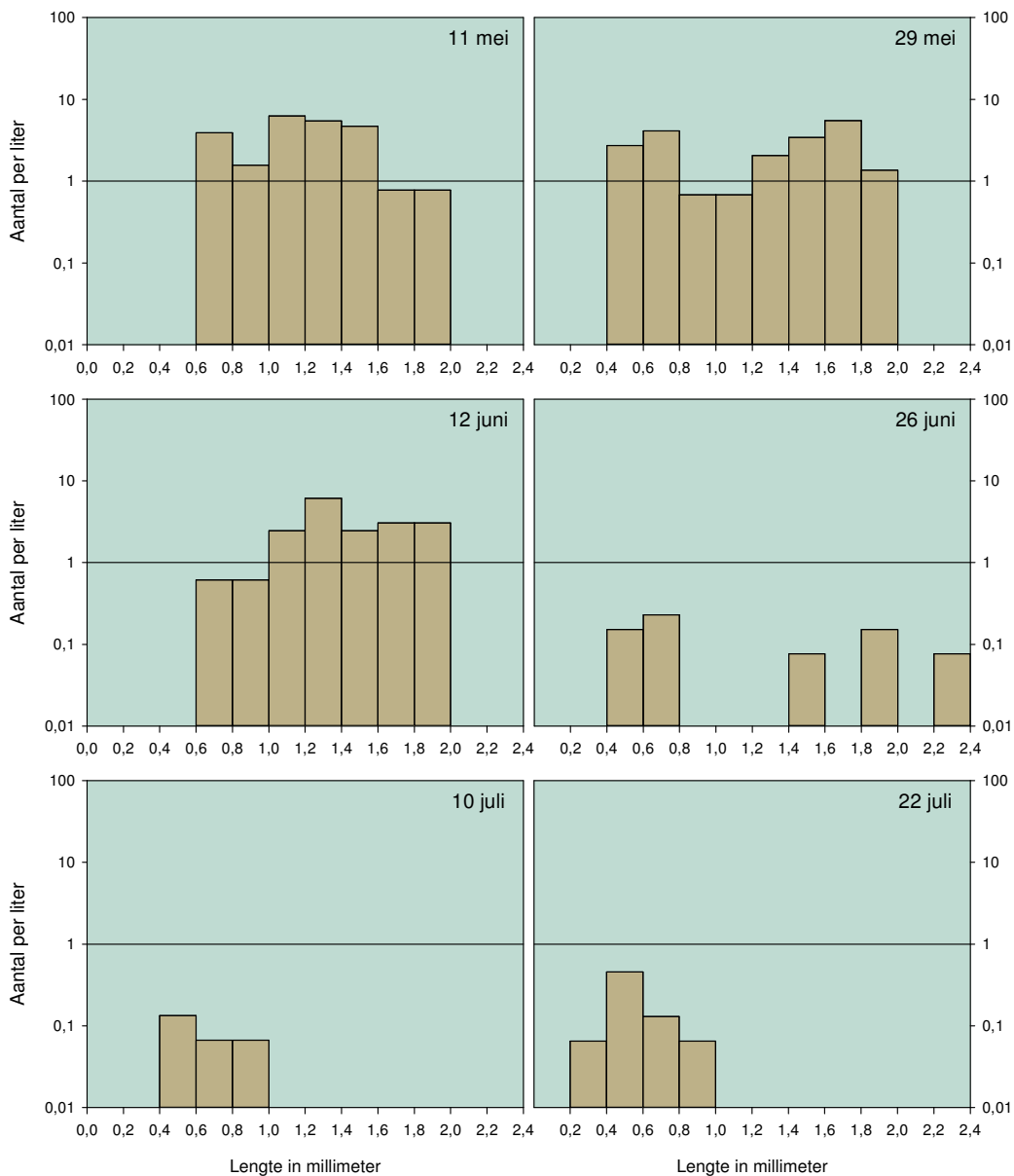


**Figuur 5** Dichtheid van *Daphnia* (A) en van copepoden (B) in het Bovenwater in de periode mei-juli 2015.

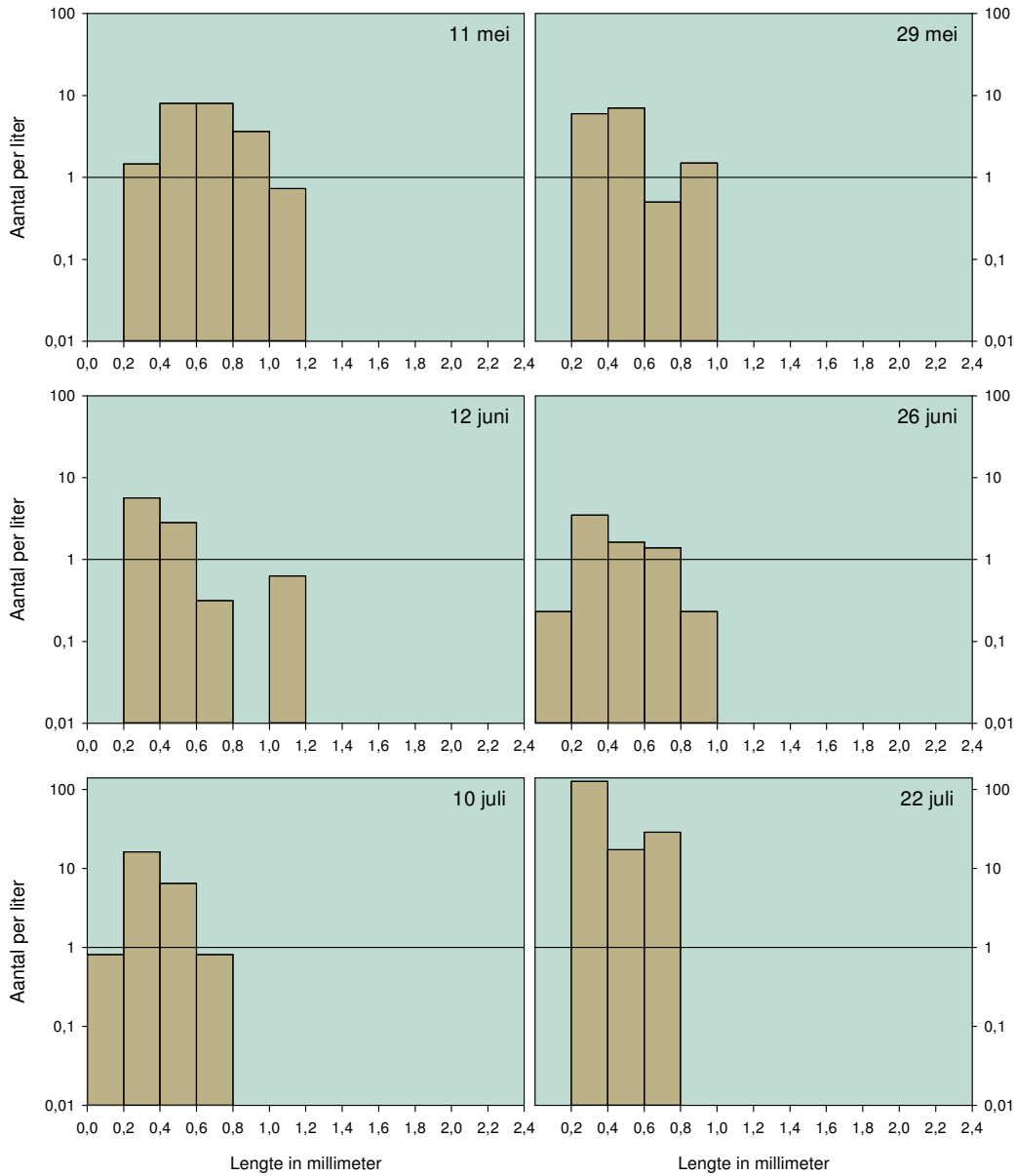
Ook de dichtheid van calanoïde copepoden was het hoogst op 11 mei en nam daarna geleidelijk af. De dichtheid van cycloïden nam na juni sterk toe en bereikte eind juli een hoogste waarde (Figuur 5B).

### Lengte-frequentie

Onder daphnia's zien we in de periode 11 mei-12 juni een toename van het aantal dieren met een lengte groter dan 1,6 millimeter en een afname van dieren kleiner dan 1,0 millimeter (Figuur 6). De sterke teruggang in dichtheid na 12 juni heeft in eerste instantie betrekking op alle lengteklassen. In tweede instantie zien we in de monsters alleen nog maar dieren kleiner dan 1,0 millimeter.



**Figuur 6** Lengte-frequentie verdelingen van *Daphnia* in het Bovenwater, mei-juli 2015. De gemeten lengte is de lengte vanaf de bovenkant van de kop (inclusief eventuele helm) tot het midden van de staartstekelbasis.

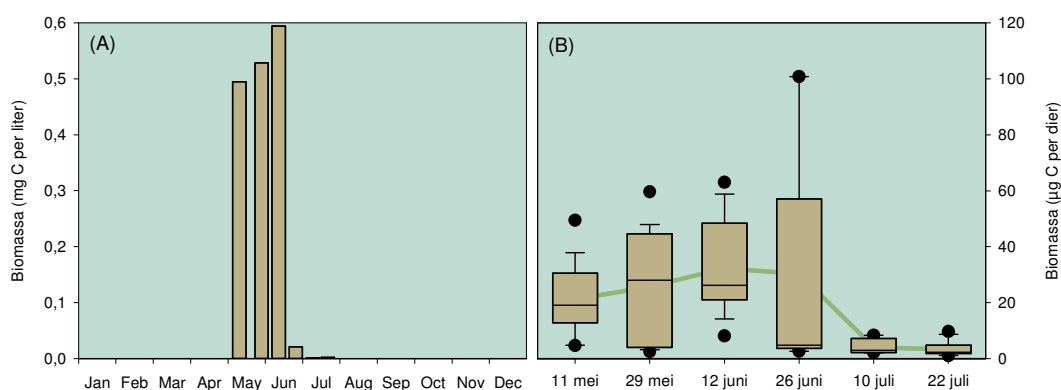


**Figuur 7** Lengte-frequentie verdelingen van copepoden (exclusief naupliusstadia) in het Bovenwater, mei-juli 2015. De gemeten lengte is de lengte van het prosoom (zie Figuur 3).

Onder de copepoden zien we in de periode mei-juli aanvankelijk een afname van de dichtheid van dieren met een prosoomlengte groter dan 0,6 millimeter en een toename van dieren die kleiner zijn. Na 12 juni zien we een toename van de dichtheid van eerste copepodietstadia (prosoomlengte < 0,5 mm) en een doorgroei naar latere stadia. Deze uit zich in een toename van de dichtheid in de klasse 0,6-0,8 millimeter. Dieren met een prosoomlengte van meer dan 0,8 millimeter zijn in juli niet meer aangetroffen.

### Biomassa van *Daphnia*

Ondanks de afnemende dichtheid van *Daphnia* in de periode mei tot medio juni (Figuur 5) stijgt de biomassa van *Daphnia* over dit tijdvak (Figuur 8A). Dit komt door een toename van de gemiddelde individuele biomassa tot 12 juni (Figuur 8B). Na 26 juni neemt dit gemiddelde sterk af. Wat we ook al zagen in Figuur 6, kwamen op 26 juni naast enkele kleine daphnia's ook enkele grote voor, waaronder één individu met een tot dan toe niet eerder waargenomen hoge lengte (2,35 mm; zie Bijlage III). Gemiddelde, mediane, maximale en minimale waarden van de biomassa per individu staan in Bijlage IV.



**Figuur 8** Biomassa van *Daphnia* per liter oppervlaktewater (A) en per individu (B) in het Bovenwater in de periode mei-juli 2015. De groene lijn in (B) geeft de gemiddelde, individuele biomassa.

### Potentiële graasdruk

Om de biomassa van fytoplankton te bepalen zijn de chlorofyl-a gegevens uit 2015 gebruikt (Bijlage IV). Gehalten op de tijdstippen van de zoöplanktonbemonstering zijn geschat door intrapolatie. Over de periode 2010-2015 is het patroon van de ontwikkeling van het chlorofyl-a-gehalte in het Bovenwater gelijk, maar qua timing en meetwaarde kunnen er verschillen optreden (bron: dataset WZZ). In het voorjaar en de voorzomer zien we zeer lage gehalten rond of beneden de detectielimiet van 10 µg/l, in april tot omstreeks medio juni. Van omstreeks medio juni tot en met september zien we zeer hoge gehalten, van 20 tot meer dan 200 µg Chl a/l. In 2015 is de graasdruk in mei en de eerste helft van juni meer dan voldoende hoog om de algenbiomassa beperkt te houden, maar vanaf medio juni veel te laag daarvoor (Tabel 1 en Bijlage V).

**Tabel 1** Potentiële graasdruk van *Daphnia* op basis van chlorofyl-a gegevens uit 2015.

Maand	PGP	Beoordeling
11-mei-2015	1,41	Hoge graasdruk van <i>Daphnia</i>
29-mei-2015	1,51	Hoge graasdruk van <i>Daphnia</i>
12-jun-2015	1,70	Hoge graasdruk van <i>Daphnia</i>
26-jun-2015	0,02	Te lage graasdruk van <i>Daphnia</i>
10-jul-2015	< 0,01	Te lage graasdruk van <i>Daphnia</i>
22-jul-2015	< 0,01	Te lage graasdruk van <i>Daphnia</i>



### 3.2 Voedselkeuze jonge vis

#### Gevangen vis

Bij de bemonstering van potentieel planktivore vis zijn in totaal 23 exemplaren verzameld verdeel over zes soorten (Tabel 2). De meeste exemplaren hadden een lengte tussen 7 en 12 centimeter. Baars was het meest vertegenwoordigd. Opvallend, want niet vermeld in de bestandsopname van april 2013 (van Donselaar 2014), was de aanwezigheid van de exotische grondels Marm grondel en Zwartbek grondel. Mogelijk hebben deze het Bovenwater pas recent gekoloniseerd.

**Tabel 2** Gevangen soorten en aantallen in het Bovenwater op 26 mei 2015.

Traject	Baars	Kolblei	Marm grondel	Pos	Alver/Roofblei	Zwartbek grondel
1	4	1			1	3
2	4		2	4		
3	1			1		2
Totaal	9	1	2	5	1	5

#### Maagonderzoek

In het algemeen waren de prooiresten in de magen van Baars en Pos goed te herkennen op hoofdgroepniveau en was het aantal betrokken prooidieren goed te tellen. Het voedsel in de magen van de grondels echter was zo sterk gefragmenteerd, dat dit aantal door ons niet te bepalen was. In de maag van de jonge Kolblei konden we geen prooiresten identificeren.

Slechts in één van de onderzochte magen hebben we een hoeveelheid watervlooien aangetroffen, 25 stuks, waaronder 24 *Daphnia* en één *Simocephalus*. Het betrof een Baars met een lengte van 9,5 centimeter (Tabel 3). De aangetroffen watervlooien hadden een lengte van ongeveer 1,8 tot 2,3 millimeter.

Het grootste aandeel op het menu van zowel jonge Baars als Pos hadden muggelarven (Chironomidae). Bij de drie onderzochte possen was dit zelfs het enige prooidier in de maag. Wat dat betreft bleken de baarzen veel veelzijdiger. Naast muggelarven zijn aasgarnalen, vlokreeften en waterwantsen aangetroffen, naast andere insecten en in één geval een bloedzuiger (*Erpobdella*) die vrijwel de gehele maag vulde.

Het voedsel van de grondels bestond vooral uit vlokreeften, met daarnaast een enkel exemplaar uit een andere macrofaunagroep.

**Tabel 3** Aantal prooidieren per groep in de maag van de onderzochte vissen. Door sterke fragmentatie kon het aantal gammariden in de magen van de grondels niet bepaald worden.

Soort	Lengte (cm)	Traject	Daphnia e.a.	Neomysis	Gammaridae	Chironomidae	Heteroptera	Insecta non det	Gastropoda	Hirudinae	Oligochaeta
Baars	10,0	1		3		15					
Baars	9,5	1	25			17	1				
Baars	14,0	2		6	1	51	1	3			
Baars	11,2	2			1	4	2	1		1	
Baars	11,7	2		11		28					
Baars	8,6	3				7		1			1
Baars	10,4	1			1	14	4	2			
Pos	9,0	3				8					
Pos	8,9	2				6					
Pos	7,9	2				4					
Kolblei	8,3	1			geen herkenbare prooiresten						
Marmmergrondel	8,7	2			+						
Zwartbekgrondel	12,0	1			+	1					
Zwartbekgrondel	7,8	1			+						
Zwartbekgrondel	11,0	3			+				1		1

## 4 Discussie

### 4.1 Graasdruk

De biomassa van *Daphnia* was in het voorjaar van 2015 dusdanig hoog ten opzichte van de biomassa van fytoplankton, dat we kunnen spreken van een voldoende hoge graasdruk van het zoöplankton op het fytoplankton. De ommekeer in 2015 kwam medio juni. Vanaf dat moment stortte de *Daphnia*-biomassa in en was zeer laag ten opzichte van de fytoplanktonbiomassa. Daarmee werd de graasdruk onvoldoende. De grote watervlooien zijn in het Bovenwater dus niet in staat om de ontwikkeling van algenbloeien in de zomerperiode te onderdrukken. Maar hoe komt het dat de biomassa van *Daphnia* zo snel en sterk afnam medio juni?

### 4.2 Predatie

Wij hebben geen aanwijzingen gekregen dat het 'instorten' van de *Daphnia*-populatie het gevolg is van predatie door planktivore vis. Op de eerste plaats hebben we in de magen van de onderzochte vissen slechts in één geval daphnia's gezien en geen copepoden. Bijzonder is wel dat bij het vissen in de oeverzone geen jonge Brasem of Blankvoorn is aangetroffen. Volgens het laatste visstandonderzoek in april 2013 bestond het overgrote deel van de Brasempopulatie uit 0+ vis, met een lengte tussen 3 en 7 centimeter (van Donselaar 2014). Mogelijk hebben we de jonge Brasem gemist omdat deze zich elders bevond en hierdoor de predatie door planktivore vis onderschat. Mogelijk ook was in het Bovenwater in het voorjaar van 2015 vrijwel geen jonge Brasem aanwezig.

Op de tweede plaats zien we in de lengte-frequentie verdeling van *Daphnia* niet een sterkere daling van de dichtheid van relatief grote exemplaren ten opzichte van relatief kleine exemplaren. In de sterke dichtheidsafname in de loop van juni waren alle lengteklassen in gelijke mate betrokken. Omdat jonge planktivore vis (0+) zich het eerst richt op de relatief grote watervlooien (Vijverberg *et al.* 1990), zou dit bij een hoge predatiedruk naar verwachting tot uiting komen in de lengte-frequentie verdeling. De planktivore klasse 0+ vis (Brasem, Blankvoorn) verschijnt gewoonlijk in de periode april-mei, maar het exacte tijdstip is sterk afhankelijk van de watertemperatuur (Vijverberg *et al.* 1990). In het algemeen hebben ze vanaf half mei een effect op de dichtheid van groter zoöplankton. We mogen aannemen dat we een eventueel effect van planktivore vis met onze bemonstering zouden hebben kunnen waarnemen, zeker omdat de watertemperatuur in april lang laag bleef.

Andere mogelijke predatoren van *Daphnia* zijn de aasgarnaal, de roofwatervlo en carnivore copepoden. Omdat een zoöplanktonbemonstering geen geschikte methode is om de dichtheid van aasgarnalen te bepalen, kunnen we uit de analysesresultaten geen conclusies trekken omtrent de dichtheid van dit dier. Wel zien we dat de aasgarnaal in het Bovenwater na muggelarven een veel gegeten prooidier is, dus in ieder geval zelf onder druk staat van predatie door vis. Predatie door aasgarnalen als oorzaak van het

nagenoeg verdwijnen van *Daphnia* lijkt ons niet aannemelijk gelet op het plotselinge karakter van de teruggang.

De cyclopoïde *Acanthocyclops* en de roofwatervlo *Leptodora* kunnen in het algemeen verantwoordelijk zijn voor een zekere predatie van *Daphnia*. Beide organismen staan bekend als predatoren van (neonate) *Daphnia* (Arndt *et al.* 1993, Notenboom-Ram 1989). Alleen *Leptodora* is met zekerheid vastgesteld in het laatste monster uit juli. Deze soort komt gewoonlijk pas na juni op en zal dus ook in het Bovenwater waarschijnlijk niet hebben bijgedragen aan de teruggang van de *Daphnia*-gemeenschap na half juni. *Acanthocyclops* kan al eerder in het seizoen voorkomen, maar de dichtheid van cyclopoïden was in mei-juni in het Bovenwater bijzonder laag.

### 4.3 Teruggang *Daphnia*

De plotselinge en sterke teruggang van de dichtheid van *Daphnia* na half juni kunnen we niet verklaren uit predatie door planktivore vis, aasgarnalen of andere ongewervelden. Een dergelijke plotselinge daling van de dichtheid van grotere watervlooien is een bekend fenomeen in eutrofe, ondiepe plassen en meren (). Eén mogelijke verklaring is een verschuiving in de fytoplanktongemeenschap, naar algen met een lagere voedselkwaliteit (Threlkeld 1985, Lampert *et al.* 1986). Een andere verklaring is een toenemende predatie door planktivore vis en ongewervelde predatoren, zoals de Aasgarnaal en de roofwatervlo *Leptodora kindtii*, met toenemende watertemperaturen in de zomer (DeBernardi & Giussani 1975, Hairston *et al.* 1987, Wojtal *et al.* 2004).

Door het plotselinge karakter van het verdwijnen van de daphnia's en het feit dat de dichtheidsdaling zich over alle lengteklassen voordeed, vermoeden we dat deze teruggang te maken heeft met een verschuiving in de fytoplanktongesamenstelling. De verschuiving in het Bovenwater van kiezelwieren, groenalgen en flagellaten, naar potentieel toxische blauwalgen heeft waarschijnlijk effect gehad op het filtervermogen van *Daphnia*. Niet zo zeer omdat de watervlooien gevoelig zijn voor de toxines (daarover verschillen de waarnemingen), maar omdat de grotere kolonies van *Anabaena* (> 30 µm) niet door de dieren opgenomen kunnen worden en daardoor een effectieve filtratie van eetbaar materiaal verstoren. Boven een kritische dichtheid van draadvormige blauwalgen stoppen de groei en voortplanting van *Daphnia* (Maciej Gliwicz 1990). Het effect van een verminderde voedselkwaliteit op daphnia's kan onderzocht worden door het aantal eieren dat zij produceren (fecunditeit) te meten (Müller-Navarra & Lampert 1996).

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

De biomassa van *Daphnia* in het Bovenwater was in de periode mei tot medio juni 2015 0,5 tot 1,5 keer zo hoog als de biomassa van fytoplankton. Hieruit kan men concluderen dat de graasdruk van *Daphnia* in deze periode voldoende hoog moet zijn geweest om de biomassa van fytoplankton te onderdrukken. Voor de periode van medio juni tot en met eind juli 2015 moeten we vaststellen dat de biomassa van *Daphnia* dusdanig laag was ten opzichte van de biomassa van fytoplankton (0,01 keer zo hoog en minder) dat van enige graasdruk van betekenis geen sprake kan zijn geweest.

Er zijn geen aanwijzingen voor een significante predatie van herbivoor zoöplankton door planktivore vis.

### 5.2 Aanbevelingen

Of voedselkwaliteit een rol speelt bij de achteruitgang van *Daphnia* zou onderzocht kunnen worden door een frequente bemonstering en analyse van het fytoplankton te combineren met een even frequente analyse van de fecunditeit van *Daphnia*.

Het lijkt er op dat de zoöplanktonbemonstering gestart is na de periode met de hoogste dichtheid van *Daphnia*. Om deze seizoenspiek in een eventueel volgend onderzoek mee te kunnen nemen, bevelen we aan om eerder in het seizoen met de bemonstering te beginnen. Bij voorkeur al in de eerste helft van april.



## 6 Literatuurverwijzingen

- Arndt H, Krockner M, Nixdorf B & Köhler A (1993) Long-term annual and seasonal changes of meta- and protozooplankton in Lake Müggelsee (Berlin) ; Effects of eutrophication, grazing activities, and the impact of predation. *Int Revue ges Hydrobiol* 78: 379-402.
- Bakker B & Haverkamp S (2008) Zwemwaterprofiel het Bovenwater. Tauw, Deventer. 32 pp + bijl.
- Bijkerk R (red) (2014b) *Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren*. Deels aangepaste versie. Rapport 2014-02, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- Bijkerk R (2015) Speelt begrazing door zoöplankton een rol in het Bovenwater? KenB rapport 2015-001. Koeman en Bijkerk bv, Haren. 6 pp.
- Bottrell HH, Duncan A, Gliwicz ZM, Grygierek E, Herzig A, Hillbricht-Ilkowska A, Kurasawa H, Larsson P & Weglenska T (1976) A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw J Zool* 24: 419-456.
- DeBernardi R & Giussani G (1975) Population dynamics of three cladocerans of Lago Maggiore related to predation pressure by a planktophagous fish. *Int Ver Theor Angew Limnol Verh* 19: 2906-2912.
- Hirston NG Jr (1987) Diapause as a predator avoidance adaptation. In: Kerkfoot WC & Sih A (eds) *Predation: Direct and indirect impacts on aquatic communities*. New England. pp 281-290.
- Jaarsma N, Klinge M & Lamers L (2008) *Van helder naar troebel en weer terug*. Rapport 2008-04, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht. 73 pp.
- Lampert W, Fleckner W, Rai H & Taylor BE (1986) Phytoplankton control by grazing zooplankton: a study on the spring clear-water phase. *Limnol Oceanogr* 31: 478-490.
- Maciej Gliwicz Z (1990) Why do cladocerans fail to control algal blooms? *Hydrobiologia* 200/201: 83-97.
- Meijer M-L, de Boois I, Scheffer M, Portielje R & Hosper H (1999). Biomaniipulation in shallow lakes in the Netherlands: An evaluation of 18 case studies. *Hydrobiologia* 408/409: 13-30.
- Müller-Navarra D & Lampert W (1996) Seasonal patterns of food limitation in *Daphnia galeata*: separating food quantity and food quality effects. *J Plankton Res* 18: 1137-1157.
- Notenboom-Ram E (1989) Verspreiding en ecologie van de Branchiopoda in Nederland. RIN-Rapport 91/14, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 95 pp.
- Portielje R & van der Molen DT (1998) Relaties tussen eutrofiëringsvariabelen en systeemkenmerken van de Nederlandse meren en plassen. Deelrapport II voor de Vierde Eutrofiëringsenquête. RIZA rapport 98.007, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad. 98 pp.
- Threlkeld ST (1985) Resource variation and the initiation of midsummer declines of cladoceran populations. *Ergebnisse Limnologie* 21: 333-340.
- Torenbeek R & Bijkerk R (2012) Maatregelen ter bestrijding van blauwalgoverlast in Recreatieplas 't Bovenwater. Torenbeek Consultant, Hoenderloo/Koeman en Bijkerk bv, Haren. 43 pp.
- van Donselaar S (2014) Visstandonderzoek in vier waterlichamen in het beheergebied van waterschap Zuiderzeeland 2013. Rapport 20130405/rap01, ATKB, Geldermalsen.
- Vijverberg J, Boersma M, van Densen WLT, Hoogenboezem W, Lammens EHRR & Mooij WM (1990) Seasonal variation in the interactions between piscivorous fish, planktivorous fish and zooplankton in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia* 207: 279-286.
- WLN (2015) Bepaling van de biomassa van *Daphnia* en hun graasdruk op de algengemeenschap. Werkvoorschrift WLN-BH.W.15.1, Revisie 1.0.0, Waterlaboratorium Noord, Glimmen.
- Wojtal A, Frankiewicz P, Wagner-Łotkowska I, Zalewski M (2004) The evaluation of the role of pelagic invertebrate versus vertebrate predators on the seasonal dynamics of filtering Cladocera in a shallow, eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 515: 123-135.





## Bijlage I      Overzicht van ontvangen en geanalyseerde zoöplanktonmonsters

KenBcode	Meetpuntnaam	Datum			Analist	Volume (l)
		Bemonstering	Ontvangst	Analyse		
150254	Bovenwater	11-mei-2015	12-mei-2015	8-sep-2015	RB	13,3
150255	Bovenwater	29-mei-2015	1-jun-2015	8-sep-2015	RB	14,5
150256	Bovenwater	12-jun-2015	15-jun-2015	9-sep-2015	RB	14,4
150445	Bovenwater	26-jun-2015	29-jun-2015	9-sep-2015	RB	14,5
150709	Bovenwater	10-jul-2015	13-jul-2015	9-sep-2015	RB	15
150833	Bovenwater	22-jul-2015	27-jul-2015	10-sep-2015	RB	14
<b>Totaal</b>	<b>6</b>					

## Bijlage II      Analyseresultaten zoöplanktonmonsters

Kenbcode	Monsterdatum	Naam	Waarnemingen	Dichtheid aantal/liter	Onderzocht volume (liter)
150254	11-mei-2015	Calanoida	59	17,74	3,325
150254	11-mei-2015	Cyclopoida	14	4,21	3,325
150254	11-mei-2015	Daphnia embryo	13	3,91	3,325
150254	11-mei-2015	Daphnia galeata	78	23,46	3,325
150254	11-mei-2015	Neomysis integer	1	0,08	13,300
150255	29-mei-2015	Calanoida	94	12,97	7,250
150255	29-mei-2015	Cyclopoida	15	2,07	7,250
150255	29-mei-2015	Daphnia embryo	23	3,17	7,250
150255	29-mei-2015	Daphnia galeata	149	20,55	7,250
150256	12-jun-2015	Calanoida	52	7,22	7,200
150256	12-jun-2015	Cyclopoida	16	2,22	7,200
150256	12-jun-2015	Daphnia embryo	35	4,86	7,200
150256	12-jun-2015	Daphnia galeata	265	18,40	14,400
150445	26-jun-2015	Calanoida	50	3,45	14,500
150445	26-jun-2015	Cyclopoida	51	3,52	14,500
150445	26-jun-2015	Daphnia embryo	2	0,14	14,500
150445	26-jun-2015	Daphnia galeata	9	0,62	14,500
150445	26-jun-2015	Daphnia pulex	1	0,07	14,500
150445	26-jun-2015	Neomysis integer	1	0,07	14,500
150709	10-jul-2015	Calanoida	76	10,13	7,500
150709	10-jul-2015	Cyclopoida	106	14,13	7,500
150709	10-jul-2015	Daphnia galeata	4	0,27	15,000
150833	22-jul-2015	Calanoida	9	1,29	7,000
150833	22-jul-2015	Cyclopoida	599	171,14	3,500
150833	22-jul-2015	Daphnia man	1	0,07	14,000
150833	22-jul-2015	Daphnia cucullata	4	0,29	14,000
150833	22-jul-2015	Daphnia galeata	5	0,36	14,000
150833	22-jul-2015	Leptodora kindtii	2	0,14	14,000

Bijlage III Lengtemetingen *Daphnia* in  $\mu\text{m}$ 

Nr	Datum	Daphnia	Copepoden		Nr	Datum	Daphnia	Copepoden	
			C	P				C	P
1	11-5-2015	1075	225	500	1	12-6-2015	1775	275	475
2	11-5-2015	1075	325	625	2	12-6-2015	1300	250	375
3	11-5-2015	1300	300	525	3	12-6-2015	1350	225	375
4	11-5-2015	950	400	925	4	12-6-2015	1625	175	275
5	11-5-2015	1500	325	675	5	12-6-2015	1225	200	300
6	11-5-2015	1600	175	300	6	12-6-2015	1500	225	375
7	11-5-2015	1400	200	300	7	12-6-2015	1625	275	550
8	11-5-2015	1125	275	550	8	12-6-2015	1300	250	450
9	11-5-2015	1500	400	850	9	12-6-2015	1450	200	325
10	11-5-2015	1500	425	925	10	12-6-2015	1075	475	1000
11	11-5-2015	1150	325	650	11	12-6-2015	1950	250	450
12	11-5-2015	1450	300	600	12	12-6-2015	1100	200	350
13	11-5-2015	725	300	575	13	12-6-2015	1325	475	1050
14	11-5-2015	1325	325	675	14	12-6-2015	1200	225	425
15	11-5-2015	1825	275	575	15	12-6-2015	1000	225	400
16	11-5-2015	1300	350	700	16	12-6-2015	1900	225	375
17	11-5-2015	1525	300	650	17	12-6-2015	1950	200	350
18	11-5-2015	1000	225	500	18	12-6-2015	1750	325	550
19	11-5-2015	700	375	800	19	12-6-2015	1825	200	300
20	11-5-2015	1400	450	1025	20	12-6-2015	625	275	450
21	11-5-2015	775	325	675	21	12-6-2015	1275	250	375
22	11-5-2015	700	300	575	22	12-6-2015	1375	200	300
23	11-5-2015	1275	425	850	23	12-6-2015	1575	200	325
24	11-5-2015	675	375	775	24	12-6-2015	1350	200	325
25	11-5-2015	1125	375	800	25	12-6-2015	1800	200	350
26	11-5-2015	1325	325	600	26	12-6-2015	1875	225	375
27	11-5-2015	1075	400	875	27	12-6-2015	1275	375	625
28	11-5-2015	1050	325	575	28	12-6-2015	1500	275	475
29	11-5-2015	1725	300	575	29	12-6-2015	1150	225	375
30	11-5-2015	1075	325	675	30	12-6-2015	1375	250	425
1	29-5-2015	1975	175	375	1	10-7-2015	625	325	550
2	29-5-2015	925	250	550	2	10-7-2015	500	150	275
3	29-5-2015	1750	175	325	3	10-7-2015	875	200	375
4	29-5-2015	1400	250	475	4	10-7-2015	525	275	500
5	29-5-2015	650	375	725	5	10-7-2015		225	325
6	29-5-2015	625	225	375	6	10-7-2015		200	275
7	29-5-2015	1850	275	475	7	10-7-2015		275	425
8	29-5-2015	675	250	475	8	10-7-2015		150	250
9	29-5-2015	600	300	500	9	10-7-2015		225	375
10	29-5-2015	1325	275	525	10	10-7-2015		225	450
11	29-5-2015	1625	250	475	11	10-7-2015		175	325
12	29-5-2015	1450	400	950	12	10-7-2015		225	325
13	29-5-2015	1750	225	350	13	10-7-2015		125	225
14	29-5-2015	1225	250	475	14	10-7-2015		175	275
15	29-5-2015	625	250	475	15	10-7-2015		200	325
16	29-5-2015	650	225	375	16	10-7-2015		175	300
17	29-5-2015	1575	225	400	17	10-7-2015		275	450
18	29-5-2015	1725	275	525	18	10-7-2015		275	400
19	29-5-2015	600	200	350	19	10-7-2015		150	250
20	29-5-2015	1700	400	900	20	10-7-2015		300	425
21	29-5-2015	1125	250	400	21	10-7-2015		200	300

Nr	Datum	Daphnia	Copepoden		Nr	Datum	Daphnia	Copepoden	
			C	P				C	P
22	29-5-2015	550	225	375	22	10-7-2015		325	675
23	29-5-2015	1700	300	575	23	10-7-2015		175	250
24	29-5-2015	525	250	475	24	10-7-2015		325	475
25	29-5-2015	650	275	575	25	10-7-2015		175	250
26	29-5-2015	1425	225	350	26	10-7-2015		250	475
27	29-5-2015	1450	400	825	27	10-7-2015		125	200
28	29-5-2015	1550	200	400	28	10-7-2015		175	250
29	29-5-2015	1650	200	375	29	10-7-2015		225	325
30	29-5-2015	1750	250	425	30	10-7-2015		150	250
1	26-6-2015	2350	250	475	1	22-7-2015	700	175	250
2	26-6-2015	650	200	300	2	22-7-2015	525	200	300
3	26-6-2015	1900	325	775	3	22-7-2015	475	250	350
4	26-6-2015	700	325	725	4	22-7-2015	450	375	675
5	26-6-2015	600	175	250	5	22-7-2015	575	225	325
6	26-6-2015	550	175	200	6	22-7-2015	925	200	300
7	26-6-2015	1600	150	250	7	22-7-2015	700	400	625
8	26-6-2015	675	200	300	8	22-7-2015	375	425	725
9	26-6-2015	1850	275	500	9	22-7-2015	475	200	325
10	26-6-2015		100	225	10	22-7-2015	475	225	350
11	26-6-2015		200	325	11	22-7-2015	525	175	250
12	26-6-2015		275	500	12	22-7-2015		200	325
13	26-6-2015		225	425	13	22-7-2015		175	275
14	26-6-2015		350	725	14	22-7-2015		200	325
15	26-6-2015		300	625	15	22-7-2015		175	275
16	26-6-2015		200	350	16	22-7-2015		200	325
17	26-6-2015		150	250	17	22-7-2015		400	625
18	26-6-2015		200	300	18	22-7-2015		175	300
19	26-6-2015		350	700	19	22-7-2015		200	325
20	26-6-2015		175	250	20	22-7-2015		175	275
21	26-6-2015		175	275	21	22-7-2015		175	250
22	26-6-2015		250	475	22	22-7-2015		275	450
23	26-6-2015		225	425	23	22-7-2015		400	675
24	26-6-2015		225	400	24	22-7-2015		275	475
25	26-6-2015		175	275	25	22-7-2015		175	400
26	26-6-2015		275	550	26	22-7-2015		150	250
27	26-6-2015		425	650	27	22-7-2015		250	375
28	26-6-2015		175	225	28	22-7-2015		300	450
29	26-6-2015		200	400	29	22-7-2015		175	250
30	26-6-2015		400	925	30	22-7-2015		150	250

## Bijlage IV Biomassa bepalingen *Daphnia* en fytoplankton

### Koolstofgehalte in µg C per *Daphnia* individu

Monsterdatum	N	Gemiddelde	Mediaan	Minimum	Maximum
11-mei-2015	30	21,10	19,12	4,35	53,30
29-mei-2015	30	25,72	27,95	2,31	65,04
12-jun-2015	30	32,30	26,11	3,58	62,99
26-jun-2015	9	30,23	4,76	2,59	100,80
10-jul-2015	4	4,07	2,94	2,04	8,36
22-jul-2015	11	3,15	2,31	0,99	9,62

### Aantal en biomassa *Daphnia*

Monsterdatum	N	Aantal/l	µg C/ind	µg C/l	mg C/l
11-mei-2015	78	23,46	21,10	495,03	0,495
29-mei-2015	149	20,55	25,72	528,66	0,529
12-jun-2015	265	18,40	32,30	594,42	0,594
26-jun-2015	9	0,69	30,23	20,85	0,021
10-jul-2015	4	0,27	4,07	1,09	0,001
22-jul-2015	10	0,71	3,15	2,25	0,002

### Biomassa fytoplankton

Monsterdatum	Chlorofyl-a in µg/l		Biomassa
	Gemeten	Rekenwaarde	mg C/l
5-mei-2015	< 10	5	0,35
18-mei-2015	< 10	5	0,35
2-jun-2015	< 10	5	0,35
15-jun-2015	< 10	5	0,35
29-jun-2015	20	20	1,40
6-jul-2015	70	70	4,90
13-jul-2015	20	20	1,40
27-jul-2015	270	270	18,90
3-aug-2015	470	470	32,90
10-aug-2015	550	550	38,50
24-aug-2015	410	410	28,70
7-sep-2015	150	150	10,50

## Bijlage V Bepaling potentiële graasdruk

### Potentiële graasdruk Daphnia (PGP)

Monsterdatum	Biomassa Daphnia mg C/l	Biomassa fytoplankton mg C/l	PGP mg C/mg C
11-mei-2015	0,495	0,35	1,4144
29-mei-2015	0,529	0,35	1,5104
12-jun-2015	0,594	0,35	1,6983
26-jun-2015	0,021	1,18	0,0177
10-jul-2015	0,001	2,90	0,0004
22-jul-2015	0,002	12,65	0,0002