



**OVERLEVING VAN JONGE
VIS IN HET IJSSELMEER**



OVERLEVING VAN JONGE VIS IN HET IJSSELMEER

Kenmerk: 20220253_rap03
Status rapport: Definitief
Versie: 04
Datum: 17 november 2023

Auteurs: Raoul Kleppe & Nadine Bleile
Kwaliteitscontrole: Matthijs Koole & Jouke Kampen

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Griffioenlaan 2
3526 LA Utrecht

Contactpersoon: Marieke de Lange (RWS)

Dit rapport is digitaal gegenereerd en derhalve niet voorzien van een handtekening. De inhoud van de rapportage is aantoonbaar gecontroleerd en vrijgegeven.

*©ATKB voor natuur en leefomgeving. Gebruik en overname van gegevens alleen toegestaan met volledige bronvermelding.
Foto's: ATKB*

ATKB ASSEN
STATIONSSTRAAT 29C
9401 KW ASSEN

ATKB MIDDELHARNIS
PRINS BERNHARDLAAN 147
3241 TA MIDDELHARNIS

ATKB WAARDENBURG
KOEWEISTRAAT 7
4181 CD WAARDENBURG

ATKB WAGENINGEN
SPORTSTRAAT 42
6707 GH WAGENINGEN

ATKB ZOETERMEER
LOUIS BRILLELAAN 100
2719 EK ZOETERMEER

KVK 27 1771 40
BTW NL 8076 36 757B01
IBAN NL53 RABO 0160177529

DANKWOORD

Het onderzoek dat beschreven is in dit rapport is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat WVL. Tijdens het onderzoek heeft een door RWS WVL samengestelde begeleidingsgroep gefungeerd als klankbordgroep. De begeleidingscommissie bestond uit Marieke de Lange, Marjoke Muller, Wim Schouten, Mervyn Roos (allen RWS) en Rik Beentjes (HHNK). We willen hierbij graag de leden van de begeleidingscommissie bedanken voor hun waardevolle suggesties tijdens het onderzoek.

Naast de begeleidingsgroep gaat onze dank uit naar de drie externe deskundigen die aan het project mee hebben gewerkt. Deze deskundigen zijn Joep de Leeuw (WMR), Jaap Quak (Sportvisserij Nederland) en Marcel Klinge (Witteveen+Bos). Dank voor jullie inzet, waardevolle adviezen en kritische blik.

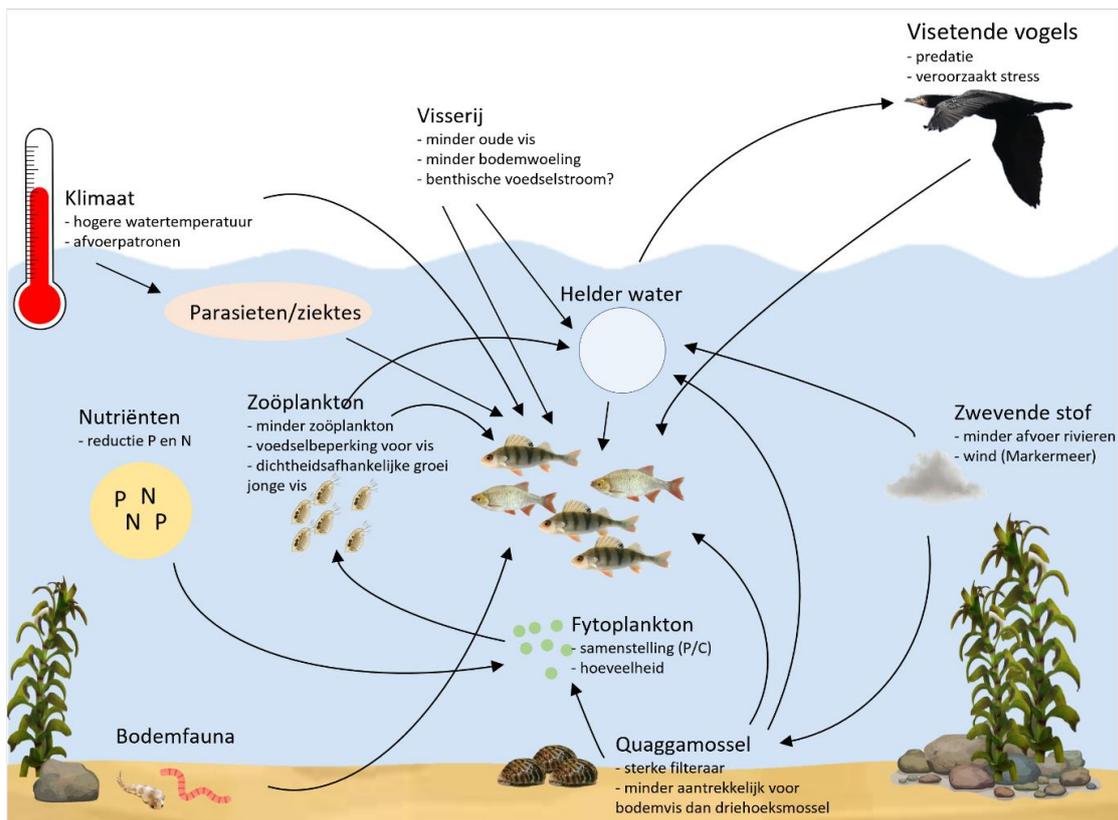
Tot slot willen we beroepsvisser Hans Poepjes (WON77) bedanken voor zijn medewerking tijdens enkele dagen waarop de visstand bij Makkum en Medemblik werd bemonsterd.

SAMENVATTING

Inleiding en doelstelling

De afgelopen decennia zijn er grote veranderingen zichtbaar in de visstand in het IJsselmeer, waarbij deze zowel in aantallen als in biomassa sterk is afgenomen. Bestanden aan oudere (grote) vissen nemen sterk af en er treden verschuivingen op naar relatief jonge visbestanden. In het Markermeer is dat in mindere mate het geval. Wat hierbij opvalt, is dat in het Markermeer het aandeel en de absolute dichtheid van jonge vis (0+) lager is, maar er wel meer oudere vis voorkomt.

De afname in het visbestand heeft waarschijnlijk te maken met veranderingen en verschuivingen die in de laatste decennia in het IJsselmeer(gebied) hebben plaatsgevonden. Verschuivingen zoals afnemende nutriëntengehaltes en voedselbeschikbaarheid, extremen in weersomstandigheden en introductie van uitheemse soorten hebben een effect op het gehele ecosysteem in het IJsselmeer. In figuur A is een schematische weergave van het voedselweb in het IJsselmeer weergegeven, met daarbij factoren die de omvang en samenstelling van het visbestand beïnvloeden.



Figuur A. Schematische weergave van het voedselweb met mogelijke factoren die een verklaring kunnen bieden voor de afname van de visbiomassa en veranderde populatieopbouw in het IJsselmeer. Aangepast van de Leeuw & van Donk, (2020).

De afgelopen jaren is geconstateerd dat er in de zomer en het najaar grote hoeveelheden jonge vis aanwezig zijn in het IJsselmeer, maar dat deze tijdens/na de wintermaanden massaal lijken te verdwijnen. Door de Leeuw & van Donk (2020) zijn drie hypothesen geformuleerd die de afname van de visstand en de geringe overleving van juveniele vis mogelijk kunnen verklaren:

1. Door gebrekkige nutriëntenstromen die mogelijk samenhangen met (onbegrepen) bodemprocessen en het grotendeels ontbreken van natuurlijke oevers ontstaat voedselgebrek voor verschillende vissoorten en levensfasen.
2. Het steeds vaker helder worden van het IJsselmeer en gebrek aan (natuurlijke) schuilmogelijkheden leidt ertoe dat veel jonge vis ten prooi valt aan roofvissen en visetende watervogels
3. Door zachtere winters blijft het metabolisme van de jonge vissen in de winter actiever waardoor de energiebehoefte in de winter te groot is ten opzichte van het voedselaanbod.

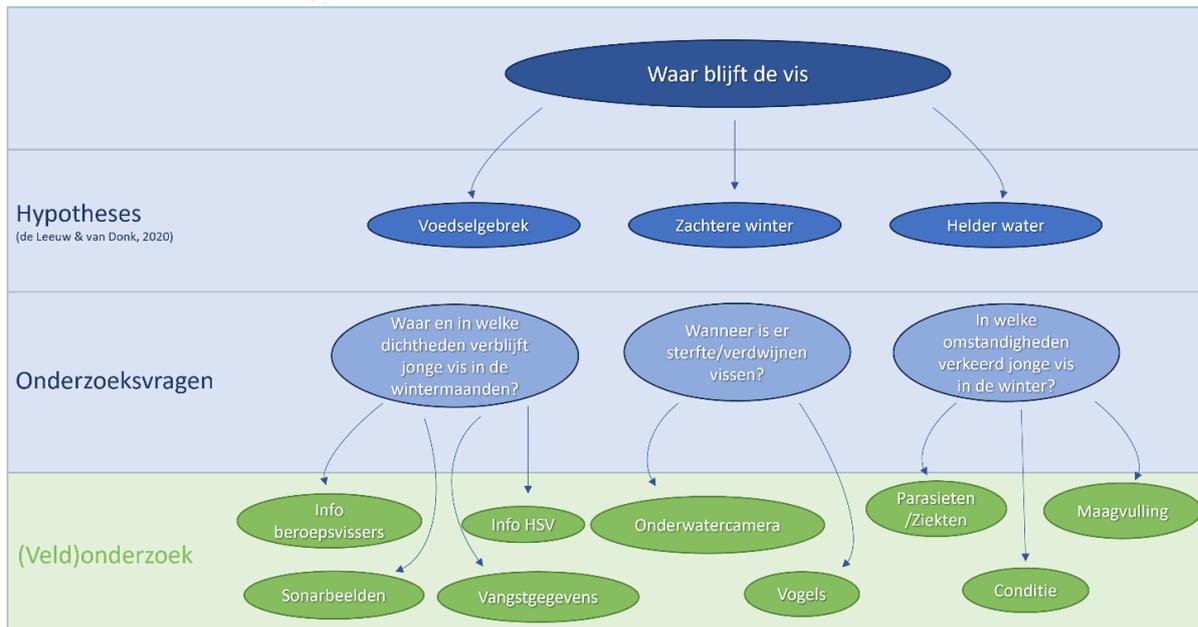
Vooralsnog is het onbekend welke factoren precies bijdragen aan de ogenschijnlijk geringe overleving van jonge vis in het IJsselmeer. Ook is het onduidelijk hoe de 'tijdlijn' van jonge vis in het winterhalfjaar eruit ziet. Verondersteld wordt dat er gedurende de winter en/of het volgende voorjaar massale sterfte plaatsvindt onder de jonge (0+) vis. Deze massale sterfte is een ongewenste trend binnen de visstand, en meer inzicht is nodig om te onderbouwen welke (inrichtings)maatregelen in het IJsselmeer effectief zijn voor het verbeteren van de visstand. Om meer inzicht te verkrijgen heeft Rijkswaterstaat opdracht gegeven aan ATKB om onderhavig onderzoek uit te voeren. Dit onderzoek heeft als doel om meer kennis en inzicht in de (gedrags)kenmerken van jonge vis in de wintermaanden in het IJsselmeer te krijgen. Binnen dit onderzoek is in de eerste plaats een literatuurstudie uitgevoerd waarvan de resultaten in een rapport zijn gepresenteerd (Hop *et al.*, 2022). Vervolgens is veldonderzoek uitgevoerd in de periode van oktober 2022 tot en met april 2023. Het onderzoek richt zich primair op de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars en daarbij is gefocust op jonge vis van het voorjaar van 2022 (0+) en op eventueel aanwezige vis van het voorjaar van 2021 (1+). Doel van het veldonderzoek is aanknopingspunten te vinden voor oorzaken die bijdragen aan de geringe overleving van jonge vis in het IJsselmeer en daarmee de hypothesen van de Leeuw & van Donk (2020) te toetsen. De centrale vraag daarbij luidt:

“Waar blijft de vis in de winter?”

Om deze centrale vraag te beantwoorden zijn tijdens het onderzoek de volgende deelvragen beantwoord:

1. Waar en in welke dichtheden verblijft de jonge vis in de wintermaanden?
 - a. Hoe zijn winterconcentraties verspreid?
 - b. Hoe ziet de soortensamenstelling van winterconcentraties er gedurende de winterperiode uit?
 - c. Hoe is de (vis)dichtheid van winterconcentraties?
2. Wat zijn de omstandigheden?
 - a. Hoe verloopt de conditie van de aanwezige vis gedurende de winterperiode?
 - b. In welke mate komen parasieten bij vissen voor gedurende de winterperiode?
3. Wanneer is er sterfte/verdwijnen vissen?
 - a. Vindt er, en zo ja in welke periode, verdwijning van jonge vis plaats?
 - b. Welke rol speelt de (predatie door) aalscholver op het verdwijnen van jonge vis in de winterperiode?

Figuur B geeft een overzicht van de probleemstelling, hypothesen en onderzoeksvragen binnen onderhavig onderzoek. In groen is weergegeven welke onderzoeksinspanning is verricht.



Figuur B. Conceptueel schema van de probleemstelling en aanpak binnen onderhavig onderzoek.

Materiaal en methode

Kerngebieden

Aangezien het IJsselmeer een groot oppervlak beslaat, is er binnen dit onderzoek voor gekozen om de inspanning toe te spitsen op twee kerngebieden, namelijk Makkum en Medemblik. Op deze locaties is onderzoek uitgevoerd in zowel de havens als in het buitengebied. Als referentiegebied is Muiden in het Markermeer gebruikt. Nabij de havens bevinden zich diepere waterdelen. Zowel de havens als het buitengebied vormen geschikt overwinteringsgebied voor vis, waardoor tijdens het onderzoek ook de interactie van vis tussen havens en open water inzichtelijk kan worden gemaakt.

Onderzoekperiode

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode november 2022 - april 2023. Binnen deze periode zijn vier meetronden uitgevoerd: 1) eind november-begin december 2) half tot eind januari; 3) eind februari-begin maart en 4) begin april. Daarnaast zijn de gegevens van de Atoomkuilsurvey van september/oktober 2022 in het IJssel- en Markermeer gebruikt als referentiepunt (meetronde 0).

Op referentielocatie Muiden is alleen tijdens meetronde 2 en 4 onderzoek uitgevoerd. Aanvullend op de vier reguliere metingen is in de haven van Urk een extra meting uitgevoerd, aansluitend op een periode van intensievere predatie door aalscholvers in de haven.

Werkwijze en inspanning

De werkzaamheden bestaan uit de volgende drie stappen.

Stap 1 – In beeld brengen waar en in welke dichtheden de vis verblijft

Om vast te stellen waar en in welke dichtheden de (jonge) vis verblijft, is primair gebruikgemaakt van een sonar. Met een sonar is het mogelijk om scholen vis op te sporen.

Stap 2 - In beeld brengen welke soorten aanwezig zijn en in welke fysieke toestand deze verkeren

Wanneer winterconcentraties met de sonar zijn gelokaliseerd is vervolgens een klein deel/oppervlak van de winterconcentraties bevestigd. De bevestigingen zijn uitgevoerd met stortkuil, boomkor of zegen. Van (een deel van) de vissen is naast de lengte ook het gewicht (conditiebepaling) en de maaginhoud geanalyseerd. Ook is gekeken naar de aanwezigheid van extern zichtbare parasieten.

Stap 3 - In beeld brengen van het leefmilieu waarin de vis zich bevindt

Vervolgens is het leefmilieu in beeld gebracht. Het gaat hierbij om de parameters zuurstofgehalte, watertemperatuur en geleidbaarheid.

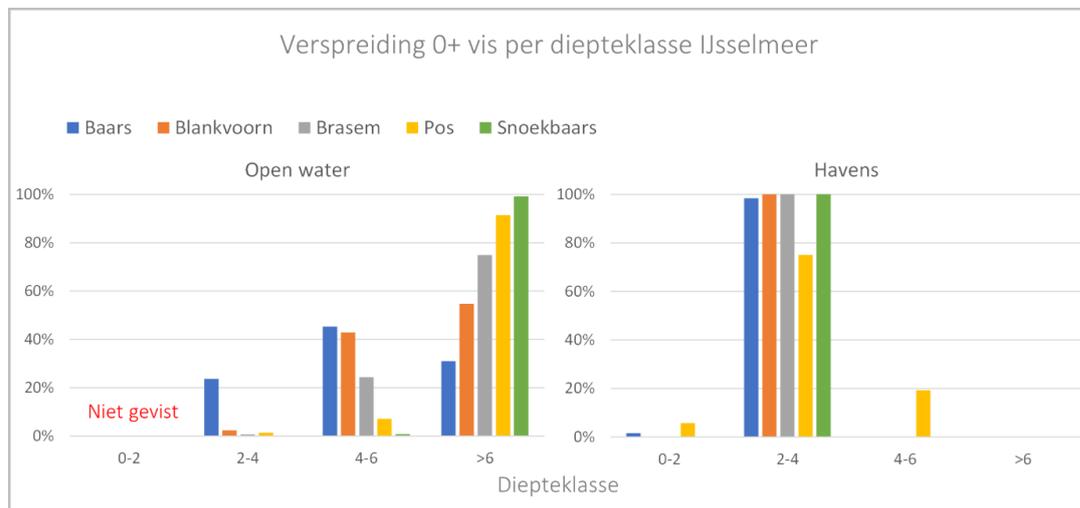
Indruk aanwezigheid visetende vogels in havens

Om een indruk te krijgen van de aanwezigheid van visetende vogels in de havens is gebruik gemaakt van live-beelden van webcams in verschillende IJssel- en Markermeerhavens. In deze havens zijn in de periode oktober 2022-maart 2023 tellingen van aalscholvers en andere visetende vogels uitgevoerd.

Resultaten

Verspreiding visconcentraties

De aangetroffen 0+ vis (doelsoorten) in het open water is vooral op de diepere plekken aangetroffen (figuur C). Van brasem, pos en snoekbaars is het grootste deel op plekken met een diepte >6 meter aangetroffen. Van baars is het grootste deel van de vissen op locaties met een diepte tussen 4 en 6 meter aangetroffen. Blankvoorn is evenredig verspreid aangetroffen in de diepteklassen van 4-6 en >6 meter. In de havens is van alle doelsoorten het grootste deel aangetroffen op locaties met een diepte tussen 2 en 4 meter. Dit is ook de diepteklasse die in de havens het meest aanwezig is.

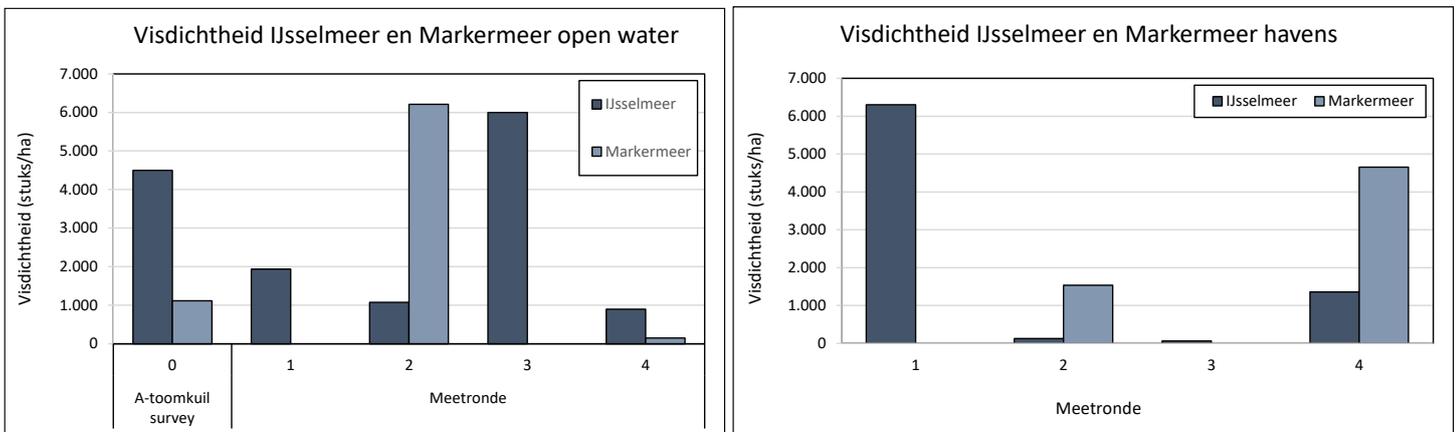


Figuur C. Relatieve verspreiding van jonge vis (0+) in het IJsselmeer over verschillende diepteklassen in het open water (links) en de havens (rechts). Tijdens de visserijactiviteiten is altijd alleen over de bodem gevestigd.

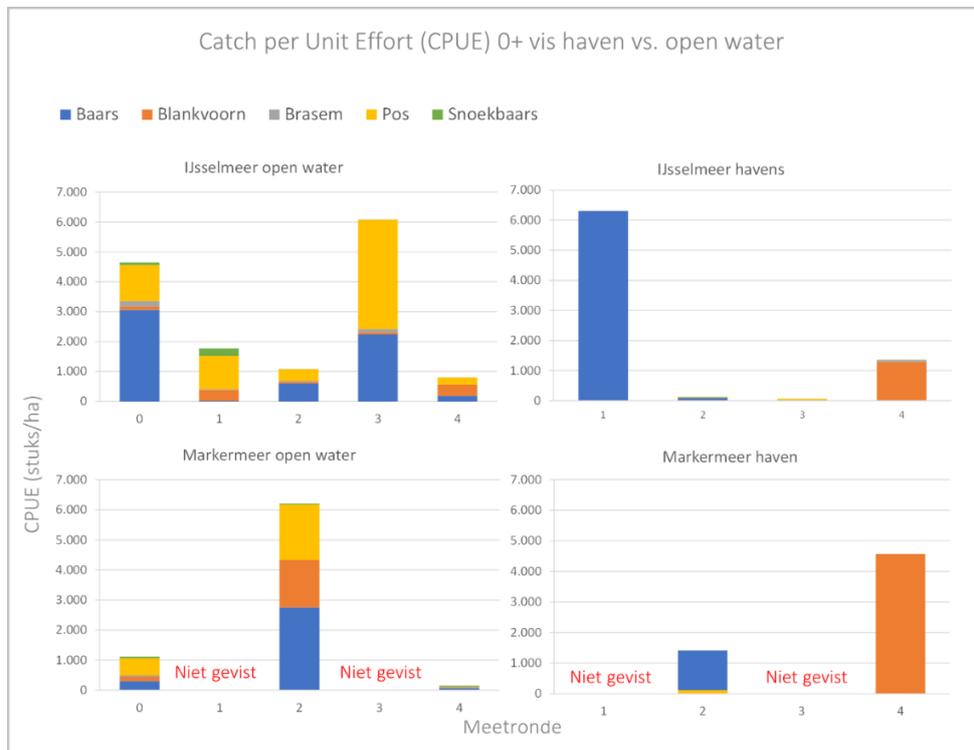
De vangstgegevens maken zichtbaar dat de verspreiding van winterconcentraties, zowel in de havens als in het open water, een grote variatie in tijd en ruimte laat zien. Vis is niet altijd in de havens aanwezig en ook in het open water is vis niet altijd op dezelfde plekken aangetroffen.

Vangstomvang en soortensamenstelling

Samenvattend zijn de vangstresultaten gedurende de verschillende meetronden wisselend (figuur D). In het IJsselmeer zijn in het open water in meetronde 0 en 3 de hoogste vangsten (Catch-per-Unit-of-Effort/CPUE) gerealiseerd (0+ vis). In het Markermeer zijn de meeste vissen in het open water gevangen bij meetronde 2. In de havens van het IJsselmeer zijn in meetronde 1 de meeste vissen aangetroffen. In het Markermeer zijn in de haven met name bij meetronde 4 relatief veel vissen aangetroffen. Wat opvalt is dat in meetronde 4 in zowel de haven(s) van het IJssel- als Markermeer hogere vangsten zijn gerealiseerd dan in het open water. Een opvallende waarneming is dat ook bij de laatste meetronde nog redelijke aantallen 0+ vissen (met name blankvoorn) zijn aangetroffen in beide meren. Het is dus niet zo dat begin april alle 0+ vissen waren verdwenen (gestorven).



Figuur D. CPUE (stuks/ha) van 0+ vis in het open water en de onderzochte havens van het IJssel- en Markermeer per meetronde.



Figuur E. CPUE (stuks/ha) van 0+ vis en soortensamenstelling in het open water en in de havens van het IJsselmeer en Markermeer.

De aangetroffen soortensamenstelling (doelsoorten) is in het open water meer divers dan in de havens (figuur E). Pos en baars vormen het grootste deel van de vangsten in het open water. Snoekbaars en brasem zijn over het algemeen weinig aangetroffen tijdens de bemonsteringen maar zijn vooral in het open water gevangen. Het aandeel van blankvoorn is in het open water lager dan in de havens. In de havens zijn, op sommige momenten, vooral baars en blankvoorn aangetroffen. De overige soorten zijn in de havens slechts in lage aantallen aangetroffen. Opvallend is dat de vangsten tijdens de eerste twee meetrondes voor een groot deel uit, baars bestonden. Bij meetronde 4 bestonden de vangsten daarentegen met name uit blankvoorn. Dit beeld is zowel zichtbaar in het IJsselmeer als Markermeer.

Fysieke gesteldheid van de jonge vis

Conditie

Voor alle doelsoorten geldt dat de gemiddelde conditie in het IJsselmeer in meetronde 0 normaal tot goed is. In meetronde 1 is de gemiddelde conditie duidelijk lager en ligt rond normaal of iets daarboven. Bij alle doelsoorten is de gemiddelde conditie (IJsselmeer, open water en haven samen) in meetronde 0 statistisch gezien significant beter, vergeleken met meetronde 1. Tussen meetronde 1 en 3 is de gemiddelde conditie bij de meeste soorten vervolgens relatief constant, waarna deze bij baars en pos iets oploopt in meetronde 4. Voor de oplopende gemiddelde conditie van baars (en pos) in het IJsselmeer vanaf meetronde 2 is geen eenduidige verklaring verkregen. Mogelijk speelt de ontwikkeling van gonaden een rol. Andere mogelijke verklaringen zijn 1) sterfte van zwakkere dieren waardoor het gemiddelde van de overgebleven exemplaren hoger uitkomt, 2) toenemende voedselbeschikbaarheid in de loop van het voorjaar waardoor de conditie weer verbetert. Wanneer de conditie van open water en havens apart wordt bekeken valt op dat deze in het open water gemiddeld beter is. Dit geldt voor bijna alle soorten waar een vergelijking van is te maken en zowel voor het IJssel- als Markermeer. Het aantreffen van een gemiddeld betere conditie in het open water dan in de havens laat zich niet verklaren door een mindere voedselbeschikbaarheid in de havens. Uit de resultaten van het onderzoek komt namelijk geen duidelijk verschil naar voren in het aandeel vissen met maagvulling in het open water vergeleken met de havens.

Voeding, aanwezigheid en samenstelling maaginhoud

In totaal zijn er in het IJsselmeer 378 vissen onderzocht waarvan er in 211 vissen inhoud in de maag is aangetroffen. Bij de onderzochte baars in het IJsselmeer neemt het aandeel met maagvulling af van meetronde 1 tot aan meetronde 3. Bij brasem is het aandeel met maagvulling in meetronde 1 en 2 stabiel en ligt hoger in meetronde 3 en 4. Bij pos neemt het aandeel met maagvulling licht af tussen meetronde 1 en 3 en vervolgens neemt het aandeel sterk toe in meetronde 4. Bij blankvoorn en snoekbaars varieert het aandeel vissen met maaginhoud tussen de meetronden.

Bij baars en pos in het IJsselmeer is in meetronde 1 bij een groot deel van de onderzochte exemplaren nog zoöplankton (*Daphnia*) in de magen aangetroffen. Deze voedselbron is in de latere meetronden niet meer waargenomen. In meetronde 2 en 3 is bij een deel van de baarzen planktivoor materiaal in de maag aangetroffen. Bij blankvoorn en brasem is in alle meetronden voornamelijk bentisch materiaal gevonden en bij pos is in meetronde 2 tot en met 4 voornamelijk planktivoor en bentisch materiaal.

In het Markermeer zijn veel minder vissen onderzocht dan in het IJsselmeer (67 exemplaren). In het Markermeer heeft een relatief groot deel van de onderzochte exemplaren van pos in zowel meetronde 2

als 4 maaginhoud. Bij pos is in zowel meetronde 2 als 4 voornamelijk planktivoor materiaal in de magen waargenomen. Uit de resultaten van de maaginhoud analyse komt geen duidelijk patroon naar voren. Een oorzaak is het feit dat in veel gevallen de maaginhoud ondefinieerbaar bleek, doordat deze al te ver was verteerd.

Aanwezigheid parasieten

Binnen het onderzoek zijn voornamelijk vissen met trematode parasieten aangetroffen, die zijn te herkennen aan de zwarte stippen op de huid. Veruit het hoogste aandeel vissen met parasieten is in het IJsselmeer aangetroffen in meetronde 0 (circa 10%, in het Markermeer bedroeg het aandeel vissen met parasieten in meetronde 0 0,4%). Het gaat hier om vissen die allen zijn verzameld in het zuidelijk IJsselmeer (niet in de kerngebieden die in het vervolg van het onderzoek zijn onderzocht).

In de overige meetronden is het aandeel vissen met parasieten veel lager (meetronde 1 en 2) of nul (meetronde 3 en 4). Er is in de overige meetronden echter niet meer gevist in het zuidelijke IJsselmeer. Wel is er tijdens meetronde 2 nog een extra bemonstering uitgevoerd in de haven van Urk waarbij een groot deel van de vangst besmet was.

Sterfte door predatie

De aanwezige visetende vogels in de havens bleken voornamelijk aalscholver en fuut te zijn. Aalscholver is in alle vijf de onderzochte havens waargenomen. In Lemmer zijn pieken te zien in de aanwezigheid van aalscholver. De grootste piek is in week 2 van 2023 te zien. In de haven van Urk zijn steeds aalscholvers gezien, voornamelijk in relatief lage aantallen. In 2023 zijn van week 2 tot en met week 5 echter hogere aantallen waargenomen. Ook fuut is in de meeste onderzochte havens aangetroffen, over het algemeen in lagere aantallen dan aalscholver. Ook bij fuut zijn pieken in de gemiddelde maximale telwaarden door de tijd te zien. In Urk is een piek te zien in week 49 en in de periode van week 2 tot en met 6, gelijk aan de periode waarin veel aalscholvers zijn geteld in deze haven.

Predatie vindt naast visetende vogels ook plaats door roofvissen. In het IJssel- en Markermeer gaat het hierbij vooral om grotere baars en snoekbaars. In het Markermeer is het bestand aan predatoren duidelijk hoger in vergelijking met het IJsselmeer. Dit impliceert dat de predatiedruk door roofvissen in het IJsselmeer juist relatief laag is.

Discussie

Uitvoering bemonsteringen

De uitvoering van de bemonsteringen is over het algemeen goed verlopen. Wel zijn er een aantal aanpassingen geweest ten opzichte van het monitoringsplan (Hop, 2022). De belangrijkste afwijking is de inzet van de boomkor in plaats van de stortkuil in meetronde 2 en 3. De boomkor is een ander vangtuig dan de stortkuil, echter is met beide vangtuigen op de bodem gevist, waar naar verwachting de doelsoorten van dit onderzoek zich voornamelijk ophouden. Ondanks de verschillende vangtuigen die zijn ingezet is er naar verwachting een goed beeld gekregen van de aanwezige doelsoorten. Andere afwijking is dat de inzet van camera's is komen te vervallen omdat het doorzicht daarvoor ontoereikend was. Het zoeken van dode vis met camera is daarom geschrapt als methode in dit onderzoek. Bij de uitvoering van de visserij, waarbij steeds over de bodem is gevist, zijn geen dode vissen waargenomen. **Daadwerkelijk opgetreden sterfte is in dit onderzoek dus niet vastgesteld.**

Beperkingen van de onderzoeksopzet

Tijdens dit onderzoek is een tamelijk statische onderzoeksopzet gebruikt; op vier vooraf bepaalde momenten is in drie vooraf gekozen gebieden onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van vis. Tijdens de meetronden is beoogd om de sterfte van jonge vis en oorzakelijke factoren in voldoende mate in beeld te krijgen. Op basis van het uitgevoerde onderzoek kunnen geen duidelijke conclusies worden getrokken over de (exacte momenten van) vissterfte en de oorzakelijke factoren. Gebleken is dat het aantal variabelen, zoals bijvoorbeeld weersomstandigheden, clustergedrag van vis en invloed van predatie, in relatie tot de omvang van het onderzoeksgebied te groot zijn.

Sterfte en verdwijning van jonge vis

De aanwezigheid van aalscholver en fuut in de havens lijkt in bepaalde periodes hoger te zijn dan in andere periodes, wat waarschijnlijk afhankelijk is van de beschikbaarheid van vis in de havens en van de weersomstandigheden. Het niet constant aanwezig zijn van vis in havens is iets dat in dit onderzoek ook uit de resultaten naar voren komt. De aanwezigheid van grote aantallen jagende aalscholvers in een haven is daarbij een indicatie dat er nog (veel) vis aanwezig is. Echter, de aanwezigheid van vis is niet de enige reden dat aalscholvers de havens in trekken; dit gebeurt ook bij onstuimig weer waarbij ze de luwte van de haven opzoeken om te foerageren. Predatie is een vorm van wintersterfte die direct aan visetende vogels en roofvis is te relateren. Jagende aalscholvers en het opjagen van vis kan echter ook een indirect gevolg hebben op de wintersterfte van vissen. Overwinterende vissen zijn gebaat bij rust om zo min mogelijk energie te verspillen. Wanneer ze opgejaagd worden door predatoren, dan leidt dit tot een stressreactie waarbij de vis genooddaakt is tot activiteit. Langdurige stress en uitputting kan de weerstand van de vis doen verminderen. Bij een suboptimale conditie van de vissen is het niet onwaarschijnlijk dat dit uiteindelijk tot sterfte kan leiden.

Het sterven van jonge vis richting het einde van het groeiseizoen en in de winter (wintersterfte) is een natuurlijk fenomeen. Immers, de overgrote meerderheid van de jaarlijkse aanwas sterft in het eerste levensjaar. Onderhavig onderzoek is uitgevoerd in een milde winter, waardoor factoren als temperatuurstress door kou of zuurstofgebrek door ijs geen rol speelden. Voor 0+ vissen is stress als gevolg van verhongering een belangrijkere factor. Kleine vissen zijn hier gevoeliger voor dan grote vissen. Massale, meer dan normale, sterfte is niet waargenomen. Sterker nog, er zijn helemaal geen dode vissen gezien of gevangen.

De resultaten uit de laatste meetronde laten zien dat er nog redelijke aantallen 0+ vis zijn in het voorjaar. Dat een deel van de 0+ vis van 2022 in het IJsselmeer de eerste winter en het volgende voorjaar+zomer heeft overleefd (dit in tegenstelling tot voorgaande jaren!) is duidelijk zichtbaar in de resultaten van de Atoomkuilsurvey die is uitgevoerd in de herfst van 2023. Bij deze survey is een vrij omvangrijke jaarklasse van 1+ baars aangetroffen (vis geboren in het voorjaar van 2022). In 2022 (en ook in de jaren daarvoor) ontbraken 1+ baarzen nagenoeg. Ook van brasem zijn veel grotere aantallen 1+ (en 2+) aangetroffen dan in voorgaande jaren. Deze waarneming ondersteunt de conclusies dat in het voorjaar van 2023 nog redelijke aantallen 0+ vis aanwezig waren. Kennelijk is de overleving van 0+ vis uit 2022 duidelijk beter dan in voorgaande jaren.

Conclusie en aanbevelingen

Conclusies

1. Waar en in welke dichtheden verblijft de jonge vis in de wintermaanden?

a. Hoe zijn winterconcentraties verspreid?

Door het winterhalfjaar heen blijkt de verspreiding van winterconcentraties variabel, wat aangeeft dat 0+ vis in de wintermaanden mobieler is dan vooraf gedacht. Verspreiding vindt zowel plaats binnen het open water als tussen de havens en het open water.

Wat vermoedelijk bijdraagt aan de grotere mobiliteit is de zachte winter waardoor vissen actiever blijven en dat vissen (lokaal) meer activiteit vertonen door verstoring van predatoren.

b. Hoe ziet de soortensamenstelling van winterconcentraties er gedurende de winterperiode uit?

Het veldonderzoek heeft uitgewezen dat, naast variaties in de verspreiding, ook de samenstelling van winterconcentraties in tijd en ruimte variëren. Uit de geconstateerde variatie is geen duidelijke trend in de tijd zichtbaar. In het IJsselmeer zijn in zowel het open water als de havens door de tijd heen steeds lagere aantallen van baars in de vangsten te zien. Onbekend is of deze vissen sterven of naar andere plekken migreren waar niet is gevestigd. Het aandeel van blankvoorn neemt daarentegen, voornamelijk in de havens, in de loop van het voorjaar toe. Pos vormt in alle meetronden een relatief groot deel van de vangsten, voornamelijk in het open water. Tijdens meetronde 4 (april) zijn in het IJsselmeer nog 0+ exemplaren aangetroffen van baars, blankvoorn, brasem en pos, wat aangeeft dat zeker niet alle 0+ vis aan het eind van de winter is gestorven. Dit geldt ook voor het Markermeer, waar in meetronde 4, naast genoemde soorten ook nog 0+ snoekbaars is gevangen. Uit de resultaten van dit onderzoek is door methodologische aspecten niet op te maken welk deel van de 0+ vis tijdens meetronde 4 nog aanwezig was ten opzichte van meetronde 0.

c. Hoe is de (vis)dichtheid van winterconcentraties?

Op basis van de gehanteerde onderzoeksopzet bleek het bepalen van dichtheden in winterconcentraties niet haalbaar. Met de sonar is de omvang van een concentratie vis in beeld te brengen, echter is hieruit niet in te schatten wat de dichtheid is. Ook met de gerealiseerde visserij-inspanningen is de dichtheid niet te bepalen, omdat niet exact bekend is welk deel van de winterconcentratie is bevestigd. Echt grote en massale winterconcentraties zijn in dit onderzoek niet aangetroffen. Zeer waarschijnlijk varieert de dichtheid ook in de tijd net zoals de verspreiding en samenstelling van de concentraties.

2. Wat zijn de omstandigheden?

a. Hoe verloopt de conditie van de aanwezige vis gedurende de winterperiode?

Bij de doelsoorten in het IJsselmeer blijkt de gemiddelde conditie aan het begin van de herfst normaal (pos) tot goed (baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars) te zijn. De vissen hebben in deze periode waarschijnlijk vetreserves opgebouwd voor de winter. Hieruit kan ook worden geconcludeerd dat de (voedsel)omstandigheden voor jonge vis gedurende het groeiseizoen goed zijn. In de periode eind november-begin december is de gemiddelde conditie bij alle soorten, met uitzondering van pos, beduidend minder goed (gemiddelde conditie rond normaal). In de

daaropvolgende periode blijft de gemiddelde conditie redelijk stabiel, waarna in het vroege voorjaar (begin april) bij baars en pos een lichte toename in conditie is te zien.

Wanneer de resultaten van het open water en de havens worden gesplitst, is er bij de meeste soorten een betere conditie zichtbaar bij de vissen van het open water. Bij de analyse van maaginhouden van vissen zijn geen duidelijke verschillen tussen open water en haven waargenomen.

b. In welke mate komen parasieten bij vissen voor gedurende de winterperiode?

Parasieten, in de vorm van zwarte stippen veroorzakende trematoden, zijn voornamelijk tijdens meetronde 0 in het zuidelijk IJsselmeer tussen Enkhuizen, Urk en Lelystad aangetroffen. Het aandeel onderzochte vissen met parasieten betrof in deze meetronde ruim 10%. Tijdens een extra bemonstering in Urk zijn bij 24% van de vissen zwarte stippen aangetroffen. In meetronde 1 en 2 in het IJsselmeer bedraagt het aandeel onderzochte vissen met parasieten circa 0,7% en in meetronde 3 en 4 zijn geen vissen met parasieten waargenomen (in deze periode is niet in het zuidelijk IJsselmeer gevestigd). In het Markermeer is alleen in meetronde 0 bij 0,4% van de onderzochte vissen besmetting met parasieten aangetroffen. Een mogelijke verklaring voor het vaker voorkomen van trematode parasieten in het zuidelijk IJsselmeer kan het koelwater zijn dat door de Maxima centrale bij Lelystad op het IJsselmeer wordt geloosd. Trematode parasieten kunnen zich sneller ontwikkelen in warmer water.

3. Wanneer is er sterfte/verdwijnen vissen?

a. Vindt er, en zo ja in welke periode, verdwijning van jonge vis plaats?

Binnen dit onderzoek is geen (massale) sterfte van juveniele vis waargenomen. Tijdens alle meetronden is bij de visserij-inspanningen over de bodem bevist, waarbij geen dode vis is aangetroffen. Daarnaast zijn in meetronde 4 nog 0+ exemplaren van baars, blankvoorn, brasem en pos gevangen. Mogelijk vindt er nog sterfte plaats buiten de periode dat dit onderzoek is uitgevoerd (na half april) als wijzen de resultaten van de Atoomkuilsurvey in de herfst van 2023 daar niet op. Na meetronde 1 in het IJsselmeer neemt het aandeel van baars in de vangsten af (havens). In het open water is na meetronde 3 een afname in de vangsten te zien van baars. In het Markermeer neemt het aandeel van baars in de vangsten af vanaf meetronde 2, in zowel het open water als de haven. Het aandeel van blankvoorn neemt in de haven juist toe in zowel het IJssel- als Markermeer, evenals in het open water van het IJsselmeer.

b. Welke rol speelt de (predatie van) aalscholver op het verdwijnen van jonge vis in de winterperiode?

Consumptie van vis in de wintermaanden door aalscholver, en in mindere mate andere visetende vogels, is een duidelijke vorm van wintersterfte. De aanwezigheid van de jagende aalscholers en het opjagen en prederen van vis kan naast een direct gevolg voor sterfte ook een indirect gevolg hebben op de wintersterfte van vissen. Overwinterende vissen zijn in de wintermaanden gebaat bij rust, om zo min mogelijk energie te verbruiken. Wanneer vissen opgejaagd worden door predatoren, dan leidt dit tot een stressreactie waarbij de vis genoodzaakt is tot activiteit. Langdurige stress en uitputting kan de weerstand van de vis doen verminderen. Bij een suboptimale conditie van de vissen is het niet onwaarschijnlijk dat dit uiteindelijk tot sterfte kan leiden.

De mate van (aalscholver)predatie is binnen dit onderzoek niet gekwantificeerd. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de predatiedruk van aalscholver dusdanig groot is, dat als gevolg hiervan de populaties juveniele vis dermate onder druk komen te staan dat dit leidt tot gebrekkige recrutering. Stressreacties bij vis kunnen ook worden veroorzaakt door andere factoren dan visetende vogels, bijvoorbeeld door roofvis en, voornamelijk in havens, door activiteit van motorboten.

Hypotheses, bespreking en conclusies

1. Door gebrekkige nutriëntenstromen die mogelijk samenhangen met (onbegrepen) bodemprocessen en het grotendeels ontbreken van natuurlijke oevers ontstaat voedselgebrek voor verschillende vissoorten en levensfasen.

Nutriëntenconcentraties zijn afgelopen decennia in zowel het IJssel- als Markermeer flink afgenomen, wat doorwerkt in de productiviteit van het watersysteem en uiteindelijk ook zichtbaar wordt in de omvang van de visstand. Een algehele afname van de visbiomassa kan worden verklaard door afnemende nutriëntenconcentraties; gebrekkige nutriëntenstromen verklaren echter niet de gebrekkige overleving die de laatste jaren zichtbaar is bij verschillende vissoorten in het IJsselmeer. Het is mogelijk dat een sterke afname in de productiviteit inwerkt op het functioneren van het voedselweb, waardoor uiteindelijk ook voedselgebrek optreedt bij vis. Dit kan in theorie optreden bij bepaalde soorten en levensstadia. Het veldonderzoek heeft, net als de visbestandopnames in afgelopen jaren, aangetoond dat 0+ vis aan het eind van het groeiseizoen in ruime mate aanwezig is. Ook verkeert deze vis op dat moment gemiddeld in een normale tot goede conditie. Ook in de winter en het voorjaar lijken, in tegenstelling tot de verwachting, nog redelijke hoeveelheden éénzomerige vis aanwezig; echter, laat de gemiddelde conditie wel een scherpe terugval zien tussen september-oktober en eind november-begin december.

Natuurlijke oevers ontbreken al lange tijd grotendeels in het IJssel- en Markermeer. Naast het feit dat dit in beide meren het geval is, ligt het ook door de tijdschaal niet voor de hand dat het geringe areaal natuurlijke oevers de laatste jaren ineens tot belangrijke veranderingen in de visstand leidt. Wel is het Markermeer qua habitat meer divers dan het IJsselmeer, met gebieden zoals onder andere het IJmeer, Gouwee en de Marker Wadden. Mogelijk zorgt de grotere habitatdiversiteit, eventueel samen met (kleine) verschillen in het voedselweb, voor betere doorgroeimogelijkheden voor 0+ vis in het Markermeer, vergeleken met het IJsselmeer.

Deze hypothese wordt verworpen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt niet dat voedselgebrek de oorzaak is van de gebrekkige overleving van jonge vis. Overigens is de precieze oorzaak hiervoor ook niet aangetoond. Vast staat dat het voedselaanbod in de loop van de tijd is afgenomen. Maar de dichtheid van jonge vis (0+-vis) is de laatste jaren juist hoog. Kennelijk is er in het groeiseizoen voldoende voedsel aanwezig. De goede conditie van de 0+-vis aan het eind van het groeiseizoen getuigt hier ook van. Vermoedelijk is er voor 0+-vis ook voldoende voedsel vanwege de lage dichtheid aan oudere vissen.

2. Het steeds vaker helder worden van het IJsselmeer en gebrek aan (natuurlijke) schuilmogelijkheden leidt ertoe dat veel jonge vis ten prooi valt aan roofvissen en visetende watervogels.

Korte perioden van relatief helder water kunnen ervoor zorgen dat het gedrag van vissen verandert. Bepaalde vissoorten hebben een voorkeur voor relatief troebel water, terwijl andere soorten meer gebaat

zijn bij helder water. De verspreiding van vis is in water met een groter doorzicht vaak anders, meer geconcentreerd, dan in troebel water. Ook vindt in helder water een grotere mate van dag en nacht migratie plaats waarbij vis in de nachtelijke uren het ondiepere water opzoekt om te foerageren. In helderder water kan het predatiesucces van bijvoorbeeld visetende vogels zoals aalscholver en fuut groter zijn. Anderzijds is het ook mogelijk dat het predatiesucces afneemt, omdat prooien buiten het bereik van bijvoorbeeld visdieven raken (diepte) of omdat de prooivis de predator eerder opmerkt en eerder zal vluchten. Maar enkel een (periodiek) toegenomen doorzicht zal niet de oorzaak zijn voor de gebrekkige overleving van vis. Een gebrek aan schuilmogelijkheden, zoals vooral aanwezig in het IJsselmeer, werkt onder omstandigheden met helderder water als extra drukfactor. Dat er dan relatief veel jonge vis ten prooi valt aan visetende watervogels lijkt aannemelijk. Het logische gevolg daarvan zou kunnen zijn dat populaties van visetende vogels toenemen omdat de voedselomstandigheden gunstig zijn. Hiervan is de laatste jaren in het IJsselmeer echter geen sprake. Daarnaast ligt het ook niet voor de hand dat een hoge (toenemende) predatiedruk tot gevolg heeft dat de overleving van 0+-vis van sommige soorten bijna richting nul gaat. Predatoren en prooien zijn onder normale omstandigheden in balans, waarbij temporele variatie natuurlijk wel aanwezig is.

De hypothese wordt deels verworpen. Helder water maakt vis in principe kwetsbaarder voor predatie. Dit geldt in het bijzonder voor wateren waar weinig schuilmogelijkheden voorhanden zijn. Populaties van visetende vogels en van roofvissen in het IJsselmeer nemen de laatste jaren overigens af. Daarnaast ligt het niet voor de hand dat de predatiedruk dusdanig groot wordt dat nauwelijks 0+-vis het eerste levensjaar overleeft. Alleen (periodiek) helder water zal niet de oorzaak zijn voor de gebrekkige overleving. Het creëren van meer schuilplaatsen is wel een maatregel die potentieel kan bijdragen aan de overleving.

3. Door zachtere winters blijft het metabolisme van de jonge vissen in de winter actiever waardoor de energiebehoefte in de winter te groot is ten opzichte van het voedselaanbod.

Het is duidelijk dat de winters in Nederland de laatste jaren steeds zachter worden. Dat het metabolisme van vis tijdens zachte winters hoger ligt dan tijdens koude winters is ook bekend. Dat de energiebehoefte in zachte winters te groot is ten opzichte van het voedselaanbod lijkt ook plausibel. Het gevolg hiervan zou zijn dat vissen tijdens de winter (te) sterk interen op hun reserves, waardoor de conditie op een gegeven moment zo slecht wordt dat ze sterven. Dit laatste is echter niet het beeld dat het veldonderzoek heeft opgeleverd. Daarnaast zijn zachtere winters voor heel Nederland aan de orde waardoor dan in alle binnenwateren vergelijkbare effecten zichtbaar zouden moeten zijn. Maar dit is niet het geval. Een disbalans in de mate van verschil in het metabolisme als gevolg van warmere perioden in het jaar en de mate van voedselbeschikbaarheid kan er wel voor zorgen dat vissen in bepaalde perioden netto meer energie verbruiken dan consumeren, waardoor ze interen op hun reserves. De onderzoeksresultaten wijzen ook in die richting met de geconstateerde scherpe teruggang van de conditie tussen meetronde 0 en 1. Maar in het winterhalfjaar waarin de metingen zijn uitgevoerd was de overleving van 0+-vis niet dramatisch slecht en juist beter dan voorgaande jaren terwijl de winter wel bijzonder zacht was.

De hypothese wordt deels verworpen. Uiteraard blijft het metabolisme van vissen in zachte winters actiever dan in koude winters. Echter, zachte winters zijn aan de orde voor alle wateren in Nederland. Gebrekkige overleving van 0+ vis wordt echter niet in alle wateren waargenomen, waardoor de zachtere

winters de gebrekkige overleving niet (geheel) kunnen verklaren. In dit onderzoek is daarnaast vastgesteld dat zeker niet alle jonge vis sterft in een zachte winter. Een modelstudie naar de activiteit van het metabolisme in relatie tot zachte winters en voedselbehoefte kan meer duidelijkheid scheppen op een eventuele mismatch tussen energiebehoefte en voedselaanbod.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

- Binnen dit onderzoek is op vier momenten in het winterhalfjaar vis onderzocht. Het startpunt (meetronde 0), waarmee vis de winter in gaat, is gebaseerd op gegevens die zijn verzameld aan het eind van het groeiseizoen tijdens de Atoomkuilsurvey van eind september, medio oktober 2022. Deze gegevens geven een gemiddelde weer van de situatie in respectievelijk het IJsselmeer en Markermeer, aangezien de gegevens afkomstig zijn uit een groot aantal random verdeelde kuiltrekken in beide meren. Tijdens de vier meetronden in dit onderzoek is binnen de kerngebieden naar vis gezocht, waardoor data van meetronde 0 niet een-op-een vergelijkbaar is met de data van meetronde 1-4. Een waardevolle aanvulling op de onderzoeksinspanning zou het uitvoeren van een aantal kuiltrekken verdeeld over het IJssel- en Markermeer zijn in de periode april tot en met juni. Door aanvullend in deze periode onderzoek uit te voeren kan worden vastgesteld of overgebleven 0+ vissen alsnog sterven.
- Voor een toekomstig onderzoek zou het ideaalbeeld zijn om jaarrond gegevens te verzamelen (één- of tweemaandelijks). Hierbij zou het verzamelen van conditiegegevens en maaginhouden op meerdere locaties (in enkel het open water) in zowel het IJssel- als Markermeer waardevol zijn. In dit geval bestaat het veldwerk voornamelijk uit het verzamelen van vis voor analyse, wat kan worden gerealiseerd met een relatief beperkte inspanning. Op deze manier is een beter en completer beeld te krijgen van het conditieverloop en de omstandigheden waaronder vis zich door het jaar heen bevindt, waardoor waarschijnlijk duidelijker aanwijzingen worden gevonden voor de mechanismen die de slechte recrutering veroorzaken.
Over de voedselbeschikbaarheid in het IJsselmeer is relatief weinig bekend. Een breed onderzoek naar de aanwezigheid en ontwikkeling van voedselbronnen als fyto- en zoöplankton en ook macrofauna, zoals binnen het project 'Levend Markermeer' is uitgevoerd, zou een waardevolle basis vormen om de situatie in het IJsselmeer beter te kunnen begrijpen en te achterhalen wat de belangrijkste oorzaken zijn van de slechte doorgroeimogelijkheden van jonge vis. Binnen dit onderzoek is dan ook conditiebepaling en maaginhoud analyse van 0+ vis een waardevolle toevoeging. Pas als deze factoren bekend zijn kan effectief worden aangestuurd op (inrichtings)maatregelen om de visstand te bevorderen.

INHOUD

1	Inleiding.....	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	4
1.3	Leeswijzer	5
2	Materiaal en methode	6
2.1	Onderzoeksgebied en kerngebieden	6
2.2	Onderzoeksperiode	10
2.3	Bemonstering winterconcentraties	10
2.4	Bepaling conditie, aanwezigheid parasieten en maagvulling	15
2.5	Onderzoek predatie door visetende vogels en vissen	18
2.6	Literatuurstudie en interviews	19
2.7	Presentatie resultaten	19
3	Resultaten	20
3.1	Algemeen	20
3.1.1	Parameters waterkwaliteit	20
3.2	Verspreiding en vangstomvang	23
3.2.1	Totale vangsten	23
3.2.2	Verspreiding winterconcentraties	25
3.2.3	Vangstomvang en soortsamenstelling van winterconcentraties	28
3.3	Fysieke gesteldheid van de jonge vis	31
3.3.1	Conditie	31
3.3.2	Voeding	47
3.3.3	Aanwezigheid parasieten.....	52
3.4	Sterfte	55
3.4.1	Predatie door vogels.....	55
4	Discussie.....	58
4.1	Uitvoering bemonsteringen	58
4.2	Bespreking methode en resultaten	59
4.2.1	Verspreiding en vangstomvang	59
4.2.2	Fysieke gesteldheid van de jonge vis	60
4.2.3	Sterfte.....	64
4.3	Hypotheses	68
5	Conclusies en aanbevelingen.....	74
5.1	Conclusies	74
5.2	Aanbevelingen en aanknopingspunten voor verder onderzoek	77
6	Literatuur.....	79

Bijlagen

1 - Onderzoeksinspanning

-
- 2 - Soortenlijst zoete wateren en FAME-indeling voor gilden
 - 3 - Meetgegevens waterkwaliteit
 - 4 - Kaarten veldwaarnemingen
 - 5 - Lengtefrequentieverdelingen
 - 6 - Maaginhoud IJsselmeer open water en haven apart
-

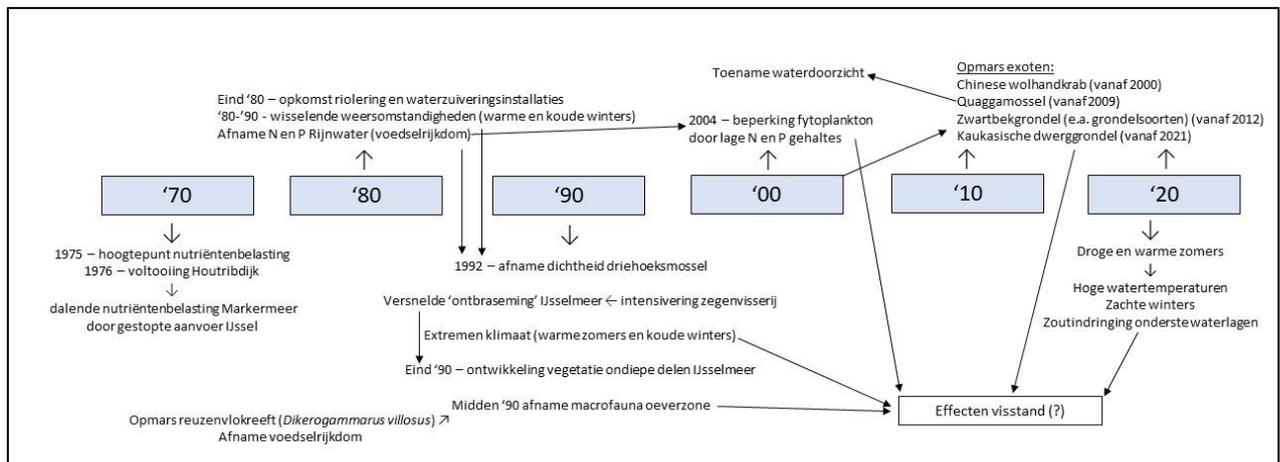
I INLEIDING

I.1 AANLEIDING

Het IJsselmeer is het grootste meer van Nederland en maakt samen met het Markermeer en de verschillende Randmeren onderdeel uit van het IJsselmeergebied. Het IJsselmeer(gebied) kent in de geschiedenis verscheidene ingrijpende veranderingen, voordat het in zijn huidige vorm ontstond. Het IJsselmeer ontstond in 1932, toen de Afsluitdijk werd voltooid en de Zuiderzee werd gescheiden van de Waddenzee. Het Wieringermeer was voor die tijd (1930) al ingepolderd. Het in het begin nog zoute IJsselmeergebied werd door de aanvoer van zoet water uit onder meer de IJssel in vijf jaar een zoetwatergebied. In de daaropvolgende jaren werden delen van het IJsselmeergebied verder ingepolderd in de vorm van de Noordoost- en Flevopolders (1954-1968) en in 1976 werd de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad voltooid. Vanaf dat jaar is het IJsselmeergebied ontstaan in de vorm die we nu kennen.

Mede door de menselijke ingrepen vinden er tot op de huidige dag in het ecosysteem van het IJsselmeergebied de nodige verschuivingen plaats. Mogelijk is één van de belangrijkste redenen van de veranderingen de opkomst van rioleringen en rioolwaterzuiveringen vanaf eind jaren 80, waardoor het stikstof- en fosfaatgehalte in het Rijnwater afnam. Een afname van de nutriëntenbelasting was al eerder in de jaren 80 zichtbaar en was vanaf half jaren 70 al waargenomen in het Markermeer, dat door de aanleg van de Houtribdijk niet meer werd voorzien door aanvoer vanaf de IJssel. In figuur 1 is een tijdlijn weergegeven van de veranderingen in het IJsselmeer vanaf de jaren 70.

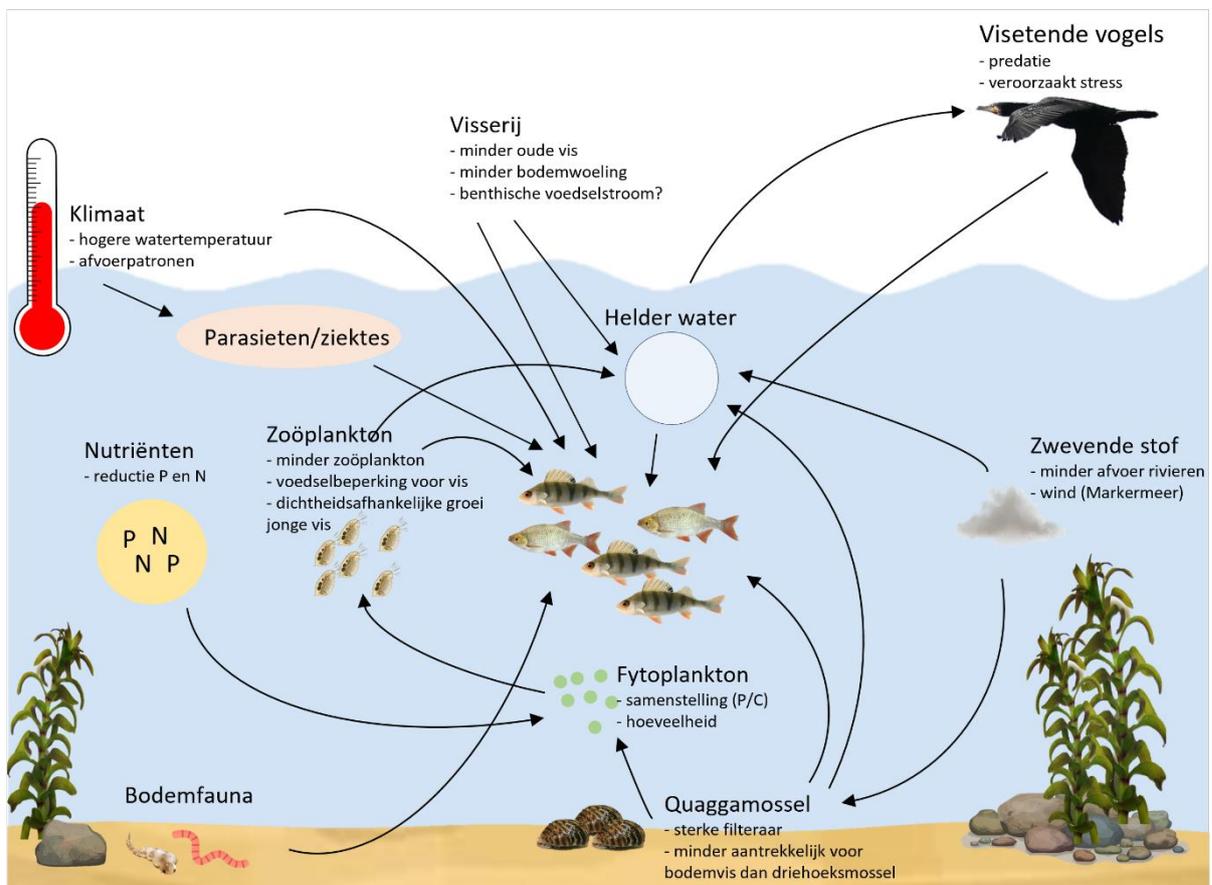
De afname van de nutriëntenbelasting zorgt voor een afname in de voedselbeschikbaarheid binnen het ecosysteem. Uit onderzoek van Noordhuis *et al.*, (2014) bleek dat de ontwikkeling en de kwaliteit van fytoplankton, dat aan de basis staat als voedselbron voor het gehele ecosysteem, wordt beperkt door de lage nutriëntgehaltenes in het IJsselmeerwater. De afname van voedselbeschikbaarheid is waarschijnlijk (mede) een verklaring van de afname van de driehoeksmossel begin jaren 90 en de afname van macrofauna in de oevers vanaf midden jaren 90.



Figuur 1 Tijdlijn van de ontwikkelingen in het IJsselmeer(gebied) vanaf de jaren '70. N = stikstof, P = fosfaat. (Noordhuis, 2010; Noordhuis *et al.*, 2014; Tien *et al.*, 2019; de Leeuw & van Donk, 2020).

Andere belangrijke factoren die de ontwikkeling van het ecosysteem in het IJsselmeer beïnvloeden zijn wisselende klimaatomstandigheden, zoals afwisselend warme en koude winters in de jaren 80, warme zomers en koude winters in de jaren 90 en warme en droge zomers met relatief milde winters in de meest recente jaren. Daarnaast hebben vanaf de jaren 2000 verschillende uitheemse diersoorten hun opwachting gemaakt in het IJsselmeer, zoals de quaggamossel en de zwartbekgrondel.

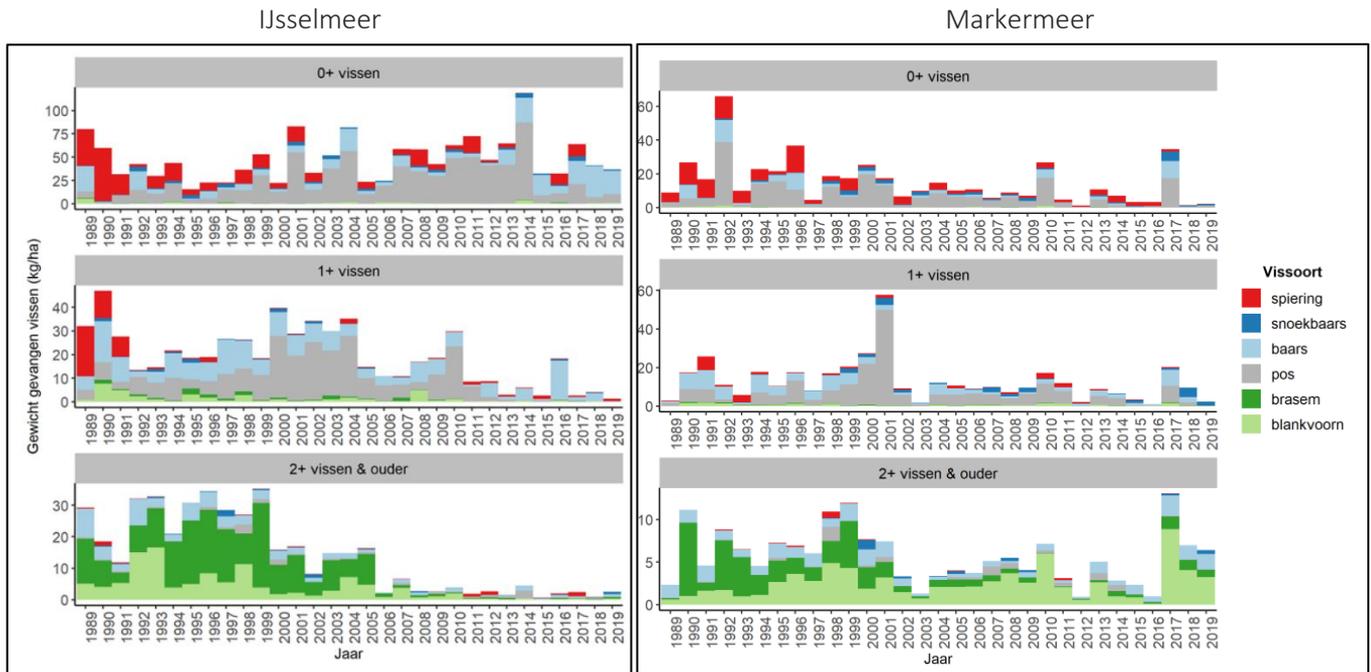
De verschuivingen in onder andere de nutriëntgehalten en voedselbeschikbaarheid, extremen in weersomstandigheden en introductie van uitheemse soorten hebben een effect op het gehele ecosysteem in het IJsselmeer, wat schematisch is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Schematische weergaven van het voedselweb met de verschillende factoren die een verklaring kunnen bieden voor de afname van de visbiomassa in het IJsselmeer en de asymmetrische leeftijdsopbouw (zeer weinig grote vis). Helder water, het gedrag van vissen en vogels en voedselbeperkingen in de planktonketen zijn aangegeven als de centrale mechanismen. Aangepast van De Leeuw & Van Donk (2020).

Eén van de meest zichtbare parameters voor de mens is hierbij de visstand. De afgelopen decennia zijn er veranderingen te zien in de visstand in het IJsselmeer, waar deze zowel in aantallen als in biomassa is afgenomen. Sinds de eeuwwisseling is zichtbaar dat de bestanden aan oudere (grote) vissen sterk afnemen en er verschuivingen naar relatief jonge visbestanden optreden. Met name in het IJsselmeer is een situatie met veel juveniele vis en maar weinig grote/oude exemplaren ontstaan.

In het Markermeer is dat in mindere mate het geval. Dit geldt zowel voor benthische vissoorten die van bodemfauna leven zoals brasem en blankvoorn, alsook voor de piscivore (visetende) soorten baars en snoekbaars (de Leeuw & van Donk, 2020). Wat hierbij opvalt is dat in het Markermeer het aandeel jonge vis (0+) kleiner is, maar er wel relatief meer oudere vis voorkomt. In figuur 3 is het verloop van het visbestand in het IJsselmeer (links) en het Markermeer (rechts) voor de meest voorkomende soorten in de periode van 1989 tot en met 2019 weergegeven.



Figuur 3 Visbiomassa (kg/ha) per hectare bevestigd oppervlak in het IJsselmeer (links) en het Markermeer (rechts) in de periode 1989-2019. In de figuur zijn de meest voorkomende vissoorten in het IJsselmeer en Markermeer getoond. Vissen zijn geselecteerd op leeftijdsklasse op basis van jaarlijkse lengteverdelingen. Let wel: waarden op de Y-as verschillen tussen de figuren van het IJssel- en Markermeer. Overgenomen uit de Leeuw & van Donk, 2020.

De afgelopen jaren is geconstateerd dat er in de zomer en het najaar grote hoeveelheden jonge vis aanwezig zijn in het IJsselmeer (voornamelijk baars en pos), maar dat deze tijdens/na de wintermaanden massaal lijken te verdwijnen. Vissen ouder dan twee jaar worden tijdens visbemonsteringen in het IJsselmeer nog slechts beperkt aangetroffen. Deels is dat het gevolg van de bemonsteringsmethode met een 3 meter boomkor, welke gericht is op het bemonsteren van de jongste jaarklassen van vis. Doch de trends en de verschillen tussen beide meren worden daardoor niet beïnvloed. De monitoring van de visstand met de veel grotere A-toomkuil sinds 2018 bevestigt het beeld van veel 0+ vis en nauwelijks meerjarige vis in het IJsselmeer. Door de Leeuw & van Donk (2020) zijn drie hypothesen opgesteld die de afname van de visstand en de geringe overleving van juveniele vis mogelijk verklaren:

1. Door gebrekkige nutriëntstromen die mogelijk samenhangen met (onbegrepen) bodemprocessen en het grotendeels ontbreken van natuurlijke oevers ontstaat voedselgebrek voor verschillende vissoorten en levensfasen.

2. Het steeds vaker helder worden van het IJsselmeer en gebrek aan (natuurlijke) schuil mogelijkheden leidt ertoe dat veel jonge vis ten prooi valt aan roofvissen en visetende watervogels.
3. Door zachtere winters blijft het metabolisme van de jonge vissen in de winter actiever waardoor de energiebehoefte in de winter te groot is ten opzichte van het voedselaanbod.

Vooralsnog is het onbekend welke factoren precies bijdragen aan de ogenschijnlijk geringe overleving van jonge vis in het IJsselmeer. Ook is het onduidelijk hoe de ‘tijdlijn’ van jonge vis in het winterhalfjaar in het IJsselmeer eruit ziet. Verondersteld wordt dat er gedurende de winter en/of het volgende voorjaar massale sterfte plaatsvindt onder de jonge (0+) vis. Naast dat dit gevolgen heeft voor de omvang en samenstelling van de vispopulatie heeft dit gevolgen voor de voedselbeschikbaarheid van visetende vogels in een deel van het jaar, waaronder het broedseizoen.

Door onderzoek te laten doen naar de (gedrags)kenmerken van jonge vis in de winterperiode wil Rijkswaterstaat meer kennis en inzicht vergaren over mogelijke mechanismen die bijdragen aan de slechte overleving van deze vissen. Er is en wordt relatief veel onderzoek naar vis in het IJsselmeergebied verricht, maar gegevens van de wintersituatie zijn nauwelijks voorhanden.

I.2 DOELSTELLING

Het primaire doel van voorliggende studie is meer inzicht te krijgen in de (gedrags)kenmerken van jonge vis tijdens de wintermaanden in en rondom het IJsselmeer. Binnen dit onderzoek is getracht hier antwoorden op te vinden middels een literatuurstudie en veldonderzoek. Het doel is op deze wijze aanknopingspunten te vinden voor oorzaken die bijdragen aan de geringe overleving van de jonge vis in het IJsselmeer en daarmee de hypothesen aan te scherpen en te komen tot adviezen/handelingsopties voor inrichting in beheer. Het onderzoek richt zich primair op de (commercieel beviste) soorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars, met daarbij als centrale vraag:

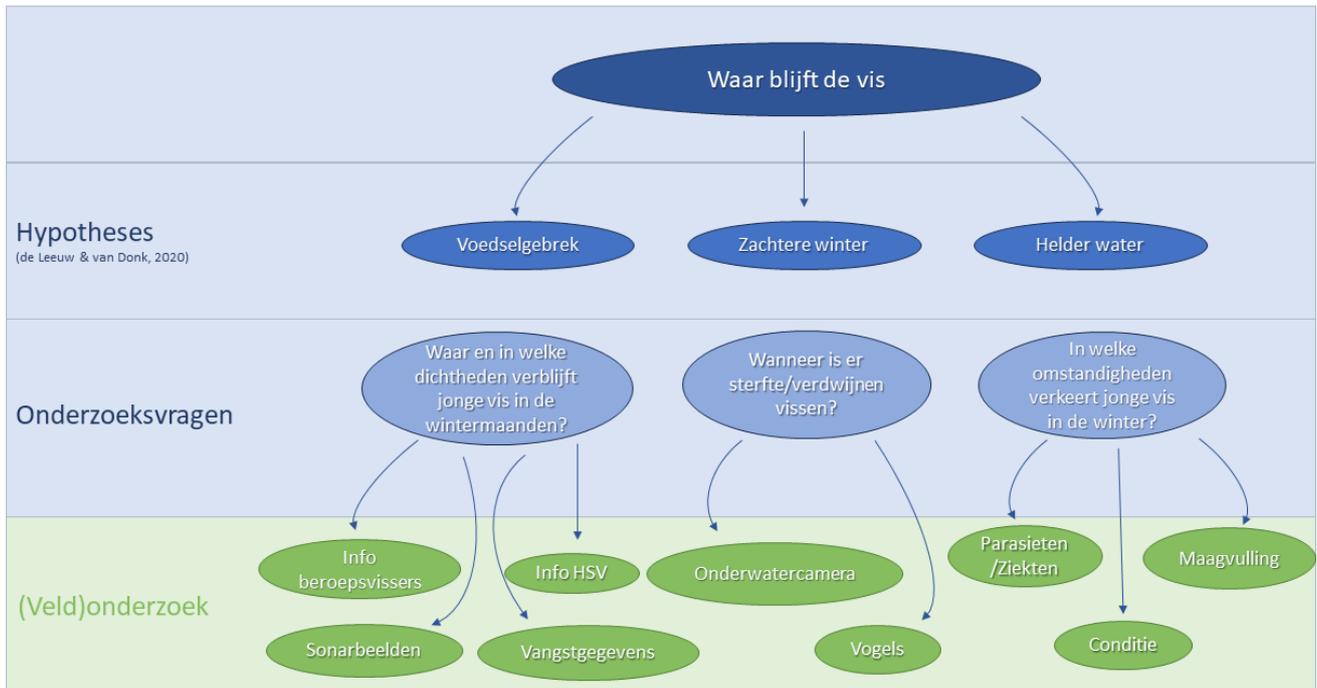
“Waar blijft de vis in de winter?”

Om deze centrale vraag te beantwoorden dienen tijdens het onderzoek de volgende deelvragen te worden beantwoord:

1. Waar en in welke dichtheden verblijft de jonge vis in de wintermaanden?
 - a. Hoe zijn winterconcentraties verspreid?
 - b. Hoe ziet de soortensamenstelling van winterconcentraties er gedurende de winterperiode uit?
 - c. Hoe is de (vis)dichtheid van winterconcentraties?
2. Wat zijn de omstandigheden?
 - a. Hoe verloopt de conditie van de aanwezige vis gedurende de winterperiode?
 - b. In welke mate komen parasieten bij vissen voor gedurende de winterperiode?
3. Wanneer is er sterfte/verdwijnen vissen?
 - a. Vindt er, en zo ja in welke periode, verdwijning van jonge vis plaats?

- b. Welke rol speelt de (predatie door) aalscholver op het verdwijnen van jonge vis in de winterperiode?

Onderstaand schema (figuur 4) geeft een overzicht van de probleemstelling, de bestaande hypothesen en de onderzoeksvragen binnen onderhavig onderzoek. In groen is weergegeven welke onderzoeksinspanning is verricht om de onderzoeksvragen te beantwoorden.



Figuur 4 Conceptueel schema van de probleemstelling en de aanpak binnen onderhavig onderzoek..

1.3 LEESWIJZER

Na deze inleiding worden in hoofdstuk twee de materialen en methoden besproken, met daarin een beschrijving van het onderzoeksgebied en het plan van aanpak van het onderzoek. In hoofdstuk drie worden de resultaten weergegeven. In hoofdstuk vier volgt de discussie waarin de belangrijkste resultaten en bevindingen van het onderzoek worden beschouwd. In hoofdstuk vijf worden de conclusies van het onderzoek weergegeven alsmede aanbevelingen voor vervolgonderzoek. De belangrijkste figuren en tabellen zijn opgenomen in de hoofdtekst van dit rapport. Overige gegevens worden gepresenteerd in de bijlagen.

2 MATERIAAL EN METHODE

In dit hoofdstuk worden in §2.1 het onderzoeksgebied en de kerngebieden waarin het veldonderzoek heeft plaatsgevonden beschreven. In §2.2 tot en met §2.7 wordt de werkwijze, uitvoering en gegevensverzameling binnen het veldonderzoek beschreven.

2.1 ONDERZOEKSGBIED EN KERNGEBIEDEN

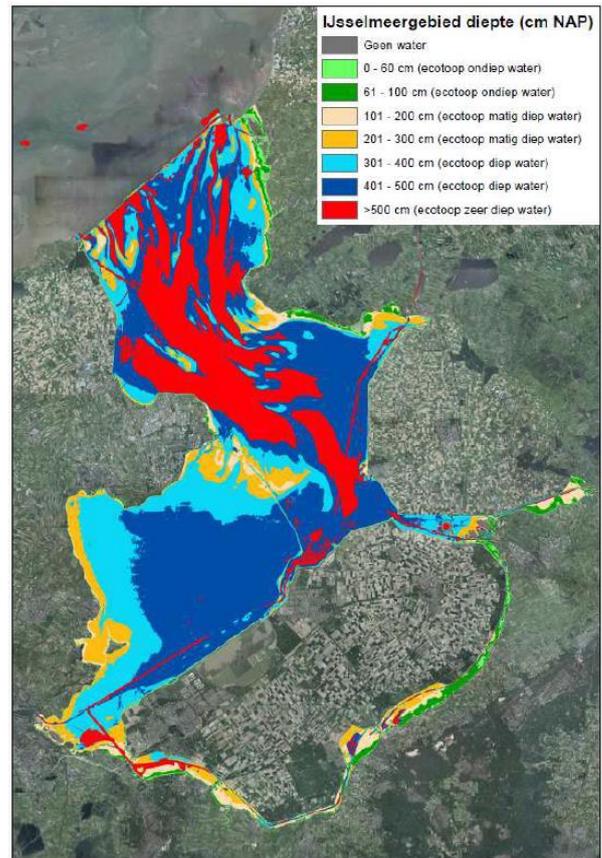
Onderzoeksgebied

Het IJsselmeer is het grootste meer van Nederland en maakt samen met het Markermeer en de verschillende Randmeren onderdeel uit van het IJsselmeergebied. Het IJsselmeer in zijn huidige vorm is nog relatief jong en bestaat sinds 1976. In dat jaar werd de Houtribdijk tussen Enkhuizen en Lelystad voltooid, resulterend in het huidige IJsselmeer aan de noordkant en het Markermeer aan de zuidkant. In figuur 5 is een impressie van de ligging van het IJsselmeer ten opzichte van het Markermeer gegeven.



Figuur 5 Begrenzing van het IJsselmeer (blauwe lijn) met aan de noordzijde de Waddenzee, aan de zuidwestelijke zijde het Markermeer en aan de zuidoostelijke zijde de monding van de IJssel (Ketelmeer).

Het IJsselmeer heeft een oppervlakte van circa 1.100 km². De gemiddelde diepte bedraagt 4,6 meter met een maximale diepte van bijna 10 meter voor de kust van Lelystad (figuur 6). In vergelijking is het Markermeer over het algemeen minder diep (gemiddeld 4 meter) met beduidend minder zones dieper dan 5 meter. Wel zijn in het Markermeer een aantal verdiepingen met dieptes tot 25 meter aanwezig die (vrij recent) ontstaan zijn door zandwinning. De meest recente verdiepingen zijn ontstaan bij de aanleg van de Markerwadden. De toplaag van de bodem in het IJsselmeer bestaat grotendeels uit kleiarm zand en in mindere mate uit klei. Het IJsselmeer wordt in belangrijke mate gevoed met Rijnwater dat via de IJssel ter hoogte van Kampen het Ketelmeer en vervolgens het IJsselmeer instroomt. Circa 70% van de wateraanvoer gaat via de IJssel, het overige water wordt aangevoerd via het Markermeer, de Randmeren en de polders in Friesland en Noord-Holland (Riel *et al.*, 2021). De aanvoer van water vanuit het Markermeer gaat via de sluiscomplexen in de Houtribdijk. Vanuit het IJsselmeer kan water worden ingelaten naar de verschillende omliggende polders en boezemsystemen. Het teveel aan water wordt via de spuisluizen te Kornwerderzand en Den Oever op de Waddenzee geloosd.



Figuur 6 Dieptekaart van het IJsselmeergebied (bron: Remmelzwaal *et al.*, 2017).

Kerngebieden

Aangezien het IJsselmeer een groot oppervlak beslaat, is er binnen dit onderzoek voor gekozen om de inspanning toe spitsen op twee kerngebieden. Binnen het IJsselmeer zijn de havens van Makkum en Medemblik, evenals het aangrenzende deel van het IJsselmeer als kerngebied aangewezen. De havens van Makkum en Medemblik zijn enerzijds geselecteerd omdat er in deze havens normaliter sprake is van clustering van vis en verstoring door aalscholvers. Anderzijds zijn de havens geselecteerd vanwege de kenmerken van het IJsselmeer op deze locaties. Nabij de havens, in de aangrenzende delen van het IJsselmeer, bevinden zich diepe (zandwin) putten, geulen en/of vaarwater. Dit is mogelijk geschikt overwinteringsgebied voor vis, waardoor tijdens het onderzoek de interactie tussen havens en open water inzichtelijk kan worden gemaakt. De kerngebieden hebben elk een oppervlakte van circa 10 km². Binnen de kerngebieden is een gedetailleerd onderzoek uitgevoerd naar de verspreiding en dichtheden van (jonge) vis, de toestand van de vissen, de omstandigheden en eventuele sterfte van vissen.

Naast de kerngebieden in het IJsselmeer is binnen dit onderzoek ook een referentielocatie onderzocht. Hiervoor is de haven en het buitgebied van Muiden in het IJ/Markermeer geselecteerd. Hier bevindt zich een zone met een aanzienlijk grotere waterdiepte dan in de overige delen van het Markermeer (figuur 6).

De werkwijze en inspanning op de referentielocatie was enkel gericht op het in beeld brengen van de fysieke toestand van de overwinterende vis ter vergelijking met vis op het IJsselmeer.

In figuur 7 is het onderzoeksgebied weergegeven met daarin de kerngebieden Makkum, Medemblik en Muiden.

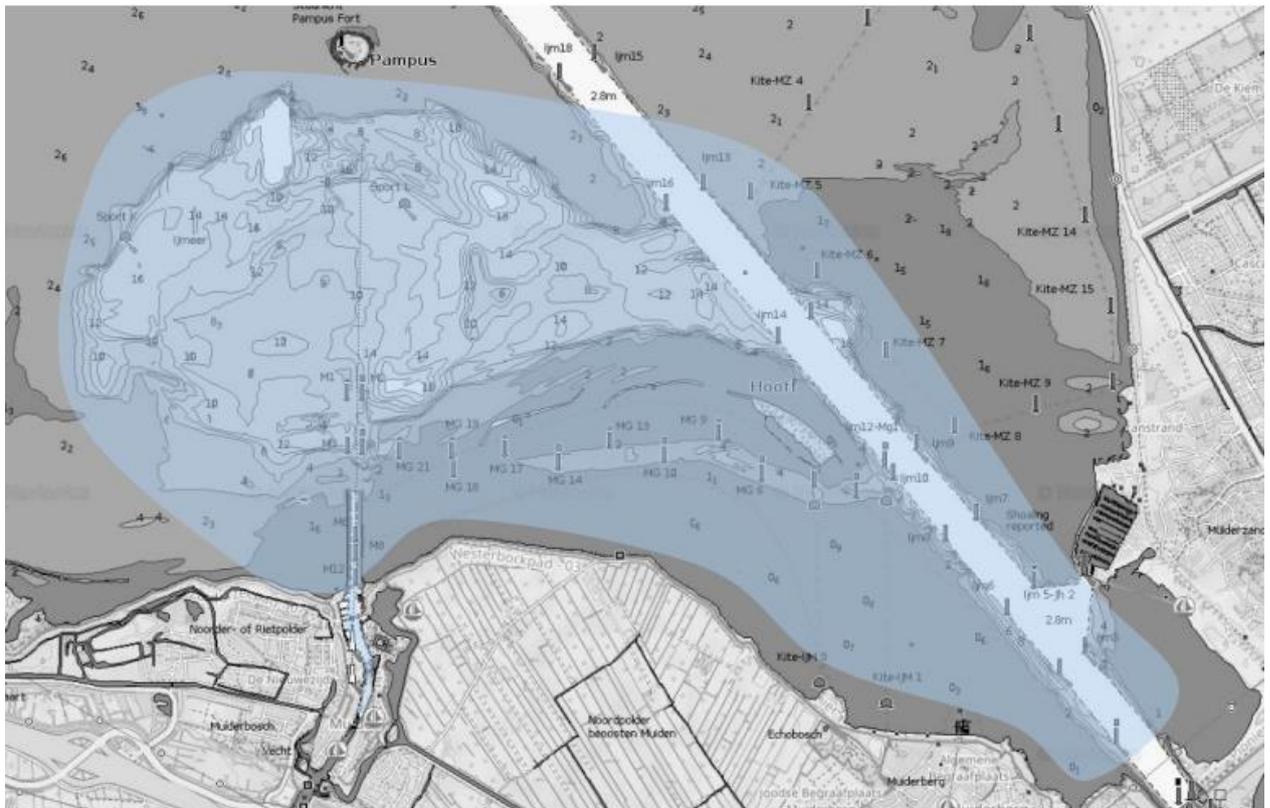


Figuur 7 Begrenzing van het IJsselmeer (blauwe lijn) met aan de noordzijde de Waddenzee, aan de zuidwestelijke zijde het Markermeer en aan de zuidoostelijke zijde de monding van de IJssel (Ketelmeer). De kerngebieden Makkum, Medemblik en referentiegebied Muiden zijn rood omcirkeld.

In figuur 8 en figuur 9 is een schematische weergave te zien van de ligging van respectievelijk de havens van Makkum/Medemblik en referentiegebied Muiden en het daarbij behorende buitengebied.



Figuur 8 Globale ligging van de kerngebieden (blauwe zone) Makkum (links) en Medemblik (rechts). Elk kerngebied omvat de haven en het aangrenzende deel van het IJsselmeer (circa 10 km²) met daarin een verscheidenheid aan habitat, waaronder diepe geulen/putten en vaarwater (bron: webmapp.navionics.com).



Figuur 9 Onderzoekgebied bij Muiden langs het Markermeer, met in blauw globaal het zoekgebied op het Markermeer aangegeven (bron: webmapp.navionics.com).

2.2 ONDERZOEKSPERIODE

Het onderzoek in de kerngebieden heeft plaatsgevonden in de periode van november 2022 tot en met april 2023. Binnen deze periode is het onderzoek in vier verschillende meetronden uitgevoerd:

- Meetronde 0 – eind september-begin oktober 2022 (Atoomkuilsurvey IJsselmeer en Markermeer). De uitvoering van deze meetronde wordt verder toegelicht in de tekstbox vanaf pagina 14.
- Meetronde 1 – eind november-begin december 2022 (IJsselmeer).
- Meetronde 2 – half, eind januari 2023 (IJsselmeer en Markermeer).
- Meetronde 3 – eind februari-begin maart 2023 (IJsselmeer).
- Meetronde 4 – begin april 2023 (IJsselmeer en Markermeer).

In elk kerngebied is tijdens elke meetronde één dag op het open water gemeten (dag 1) en één dag in de haven (dag 2). Aan het einde van dag 1 is in de haven een quickscan uitgevoerd naar de aanwezigheid van vis. Meetronde 1 is eind november-begin december uitgevoerd, wanneer de juveniele vis al enige weken in winterrust is en meerdere weken nadat de “startconditie” is bepaald (gegevens van de Atoomkuilsurvey). Binnen de onderzoeksperiode zijn per kerngebied vier veldmetingen uitgevoerd, met een interval van één per zes weken. De laatste meting is in april uitgevoerd, wanneer de vis weer uit winterrust komt en het metabolisme van de vis toeneemt. Op deze wijze kunnen veranderingen in de toestand van de vis inzichtelijk worden gemaakt; vanaf het einde van het groeiseizoen tot net na de winterrust als de activiteit van de vis weer toeneemt (maar voedsel mogelijk nog schaars is).

Op de referentielocatie in Muiden (Markermeer) is op twee momenten bemonsterd; ten tijde van meetronde 2 en 4.

Aanvullend op de vier reguliere metingen is in de haven van Urk een extra meting uitgevoerd. Deze metingen is op 24 januari 2023 uitgevoerd, aansluitend op een periode van intensieve predatie door aalscholvers in de haven (waargenomen via de live-beelden van de webcam in de haven). Middels de resultaten van de extra meting kan de reactie van de overwinterende vis op de verstoring door aalscholvers inzichtelijk worden gemaakt.

2.3 BEMONSTERING WINTERCONCENTRATIES

De werkzaamheden die binnen de aangewezen kerngebieden zijn uitgevoerd bestaan uit de volgende drie stappen:

- Stap 1. In beeld brengen waar de vis verblijft en inschatten hoeveel vis aanwezig is.
 - Stap 2. In beeld brengen welke soorten aanwezig zijn en in welke fysieke toestand.
 - Stap 3. In beeld brengen van het leefmilieu waarin de vis zich bevindt.
- Bovengenoemde stappen worden onderstaand verder toegelicht.

Stap 1 – In beeld brengen waar en in welke dichtheden de vis verblijft

Om vast te stellen waar de (jonge) vis verblijft, is primair gebruik gemaakt van een sonar. Sonar is een techniek die gebruik maakt van geluidsgolven om een beeld te creëren van hetgeen zich onder het wateroppervlak bevindt. De sonar zendt een signaal uit en vangt de weerkaatsing op, waarmee visscholen opgespoord kunnen worden. De sonar is toepasbaar op alle locaties waar met een boot kan worden gevaren (open water en havens). Binnen dit onderzoek is gebruik gemaakt van een sonar van het merk Lowrance HDS-9 Gen 3.

In het open water van het IJsselmeer is met de sonar een vaste route gevaren (rode stippellijn in figuur 10), waarop is gezocht naar eventuele visconcentraties. Per meetronde is met de sonar een traject van circa 15-20 kilometer binnen het kerngebied afgelegd. Het traject omvatte zowel diepe als ondiepe locaties, maar de nadruk lag op de aanwezige vaarweg, geulen en diepe putten binnen het kerngebied (evenals de daar aanwezige taluds). Op deze wijze kon clustering van vis in deze delen van het kerngebied in beeld worden gebracht.

In onderstaande figuur is het zoekgebieden en de vaarroute weergegeven in en bij de havens van Medemblik en Makkum, waar met de sonar naar overwinterende vis is gezocht. Bij Muiden is eveneens met de sonar gezocht naar winterconcentraties, echter is hier in het open water geen vaste route gevaren.



Figuur 10 Inspanning zoekgebied sonar op het IJsselmeer. Linksboven: zoekgebied Makkum open water met vaarroute (rode lijn); rechtsboven: zoekgebied Medemblik open water met vaarroute (rode lijn); linksonder zoekgebied Makkum haven; rechtsonder zoekgebied Medemblik haven. (Bronnen: webmapp.navionics.com (boven), ESRI Nederland, beeldmateriaal.nl (onder)).

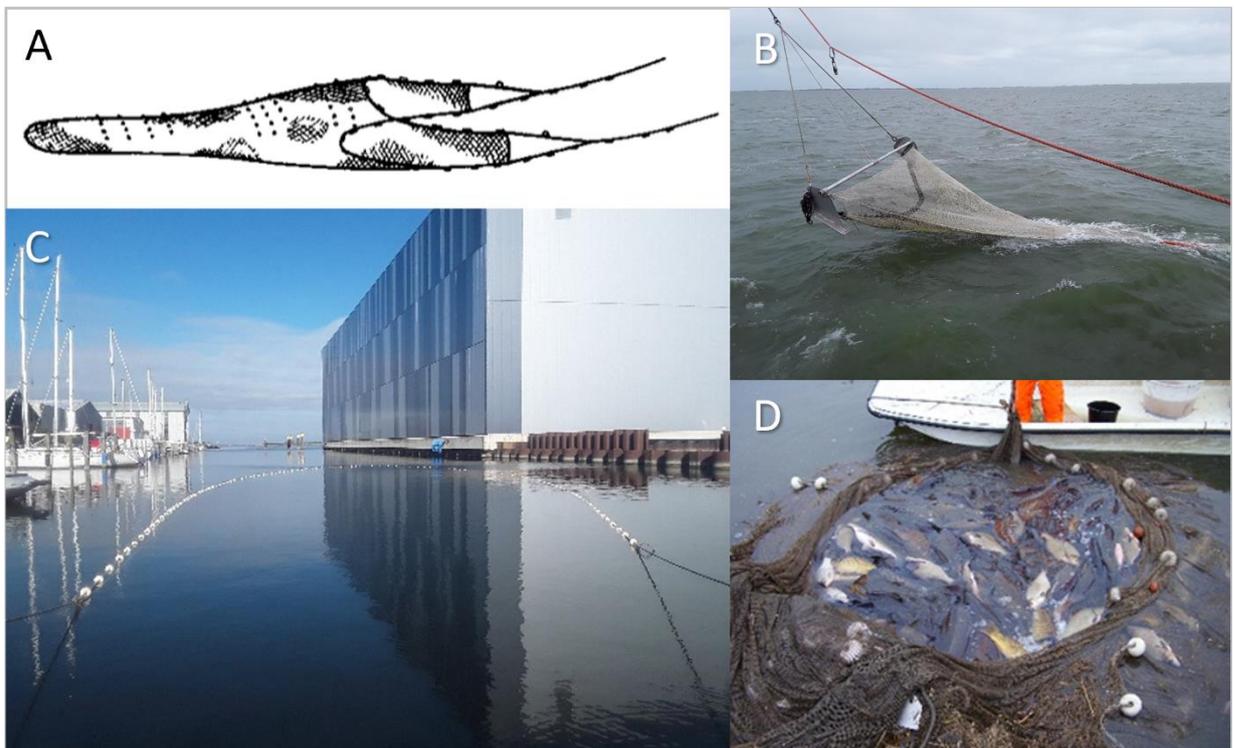
In de onderzochte haven(s) van het IJsselmeer en Markermeer is min of meer het totale oppervlak bevaren om met de sonar de aanwezigheid van winterconcentraties vast te stellen. In de jachthavens is vanaf de steigers de aanwezigheid van vis onder de boten vastgesteld door een hengelstok onder de boten door te halen. Aanwezige vissen tikken tegen de stok en worden zo waargenomen. Op deze wijzen werden de verschillende steigers afgelopen. Elke locatie waar een winterconcentratie van vissen werd aangetroffen, is ingetekend op veldkaarten. Daarnaast is het volgende gedocumenteerd:

- Coördinaten (XY).
- Sonarbeeld opgeslagen (indien van toepassing).
- Waterdiepte (meter).
- Doorzicht (meter).

Het oorspronkelijke plan was dat met de sonar ook een inschatting zou kunnen worden gemaakt van de omvang en visdichtheid van de aangetroffen winterconcentraties. Dit bleek achteraf echter niet mogelijk. In het vervolg wordt dan ook niet meer gesproken over visdichtheid maar over de Catch-per-Unit-of-Effort (CPUE) of over de vangstomvang.

Stap 2 - In beeld brengen welke soorten aanwezig zijn en in welke fysieke toestand

Wanneer de locaties van de winterconcentraties in beeld zijn gebracht (stap 1) is vervolgens een klein deel/oppervlak van de winterconcentraties bevestigd. Door slechts een klein deel van de winterconcentratie te bevissen wordt aanwezige vis zo min mogelijk verstoord. De bevissingen zijn uitgevoerd met stortkuil, boomkor of zegen. In figuur 11 is een impressie gegeven van de vangtuigen die zijn toegepast.



Figuur 11 *Overzicht van de gebruikte vangtuigen: A: schematische weergave van de stortkuil, B: impressie van de ingezette boomkor, C en D: impressie van de zegenvisserij.*

De vangtuigen zijn zogenaamde “actieve” vangtuigen, waarmee een bepaald oppervlak bemonsterd wordt en waarmee vervolgens de CPUE kan worden berekend. Visserij met stortkuil en boomkor is uitgevoerd in het open water, zegenvisserij is uitgevoerd in de havens.

De ingezette stortkuil heeft een vissende breedte van 10 meter en vissende hoogte van 1,5 meter. De stortkuil wordt door twee vaartuigen door het water getrokken met een snelheid van 4,5-4,8 kilometer per uur. De boomkor is een vangtuig bestaand uit een metalen buis (de “boom”) met daaraan vast twee sloffen waarmee het net over de bodem glijdt. Aan de boom zit een puntvormig net bevestigd. De boomkor heeft een vaste vissende breedte van 3 meter en een vissende hoogte van 0,5 meter. Met de stortkuil en de boomkor zijn trekken uitgevoerd met een lengte van 100 tot maximaal 2.000 meter. De zegen is een staand net. Met de toegepaste zegen (75 meter lengte) zijn relatief kleine “rondgooien” uitgevoerd. Hierbij is de zegen vanuit een boot in cirkelvorm uitgevaren en vervolgens in de boot binnengehaald. Bij de zegenrondgooien is per trek een oppervlak van 0,03 tot 0,17 hectare bevestigd. Ook bij de extra bemonstering in de haven van Urk is de zegen ingezet. In de haven van Urk zijn in totaal vijf locaties bevestigd met een 75 meter lange zegen.

Met de zegen (havens), stortkuil en boomkor (open water) is met elk vangtuig op minimaal drie locaties gevestigd. Hierbij is getracht om het bevestigd oppervlak te minimaliseren om zodoende de verstoring van winterconcentraties tot een minimum te beperken. Voor zowel de stortkuil, boomkor als de zegen geldt dat de maaswijdte van het netwerk voldoende klein was om alle jonge vis (doelsoorten) te kunnen vangen. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de ingezette vangtuigen per meetronde. De gepleegde inspanning per kerngebied en deelgebied (open water en haven) is weergegeven in bijlage 1.

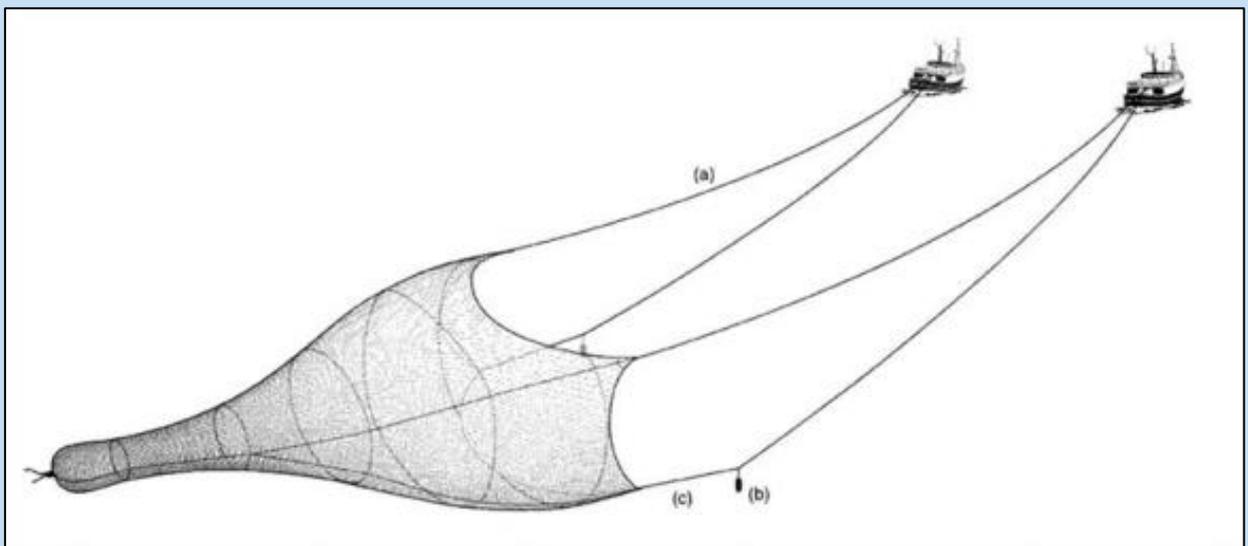
Tabel 1 Overzicht van de ingezette vangtuigen per meetronde.

Meetronde	Periode	Locaties	Ingezetten vangtuigen
1	Eind november-begin december 2022	IJsselmeer	Zegen (haven), stortkuil (open water)
2	Half-eind januari 2023	IJsselmeer + Markermeer	Zegen (havens), boomkor (open water)
3	Eind februari-begin maart 2023	IJsselmeer	Zegen (havens), boomkor (open water)
4	Begin april 2023	IJsselmeer + Markermeer	Zegen (havens), stortkuil (open water)

De gevangen vissen zijn per bevestigd traject op soort gesorteerd, gemeten en geteld. Hierbij zijn alle soorten die zijn aangetroffen in de vangst verwerkt. De lengtemetingen zijn uitgedrukt in centimeter totaallengte met een nauwkeurigheid van $\pm 0,5$ centimeter. Bij grote vangsten zijn eerst de soorten en lengteklassen die weinig in de vangst voorkomen gescheiden van de overige vangst. Daarna is de resterende vangst gesorteerd in functionele lengtegroepen, waarna op gewichtsbasis monsters zijn genomen. De vissen in de monsters zijn vervolgens gemeten en geteld. Voor zowel de stortkuil-, boomkor- als zegenvisserij geldt dat de registratie en verwerking van de vangsten is uitgevoerd, conform de richtlijnen zoals beschreven in het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014). Hiermee is het mogelijk om de vangstgegevens te vertalen naar Catch-per-Unit-of-Effort (CPUE), wat kan worden uitgedrukt in biomassa en/of aantallen per hectare. Na verwerking van de vangst is alle vis direct levend op de vangstplaats teruggezet, met uitzondering van de vissen die voor verder onderzoek zijn gebruikt. Het gaat hierbij om juveniele exemplaren van de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars.

Atoomkuilsurvey – startpunt veldonderzoek (meetronde 0)

Eind september/begin oktober 2022 is in het IJssel- en Markermeer een uitgebreid visstandonderzoek uitgevoerd, waarbij gevestigd is met een A-toomkuil. De A-toomkuil is een net dat door twee boten door het water wordt voortgesleept. In figuur 12 is een schematische weergave van de A-toomkuil gegeven. De ingezette A-toomkuil heeft een vissende breedte van 12 meter en een vissende hoogte van 5 meter (vissende opening 60 m²). Tijdens de visserij sleept de onderkant van het net (grondpees) over de grond. Bij deze visserijmethode wordt dus, net als bij de vangtuigen in het reguliere onderzoek, de vis die zich op de bodem bevindt bemonsterd. Dit is van belang, aangezien de (juvenile exemplaren van de) doelsoorten binnen dit onderzoek zich veelal in deze waterlaag bevinden.



Figuur 12 Schematische weergave van de A-toomkuil (bron: Vroman et al., 2022).

De gegevens die bij dit onderzoek zijn verzameld, vormen de basis voor de bepaling van de omvang en de verspreiding van de visstand aan het einde van het groeiseizoen. Tijdens de Atoomkuilsurvey zijn van de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars juvenile exemplaren verzameld voor verdere analyse, waarmee een indruk is verkregen van de conditie waarin de vissen de wintermaanden ingaan. Per soort zijn maximaal 100 exemplaren verzameld, waarbij het volgende is gemeten/vastgesteld:

- Lengte (millimeter totaallengte).
- Gewicht (gram)
- Aanwezigheid uitwendige parasieten (met het oog zichtbaar)
- Aanwezigheid uitwendige verwondingen.

Deze aanvullende analyse van de toestand van de juvenile vis is zowel in het IJsselmeer als Markermeer uitgevoerd.

Stap 3 - In beeld brengen van het leefmilieu waarin de vis zich bevindt.

De laatste stap binnen het veldonderzoek is het in beeld brengen van het leefmilieu binnen de verschillende deelgebieden (haven en open water). Per deelgebied zijn minimaal drie metingen uitgevoerd (0,5 meter onder het wateroppervlak). Het gaat hierbij om parameters die een aanvulling zijn op de eerdergenoemde waterdiepte en doorzicht (stap 1), waarbij het gaat om locaties waar winterconcentraties aanwezig zijn, maar ook waar deze ontbreken. In het veld bepaalde parameters zijn:

- Waterdiepte (meter).
- Doorzicht (meter)
- Structuur (boten, steigers, waterplanten, etc.)
- Watertemperatuur (°C)
- Zuurstofgehalte (mg/L).
- Geleidbaarheid (µS).

De geleidbaarheid van het water is vooral relevant in de diepe putten nabij de Afsluitdijk, waar sprake kan zijn van zoutindringing. In de diepste putten is met een Ruttner waterhapper een watermonster genomen net boven de waterbodem (op locaties waar winterconcentraties aanwezig zijn, evenals op locaties waar ze ogenschijnlijk ontbreken).

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de uitvoering van het onderzoek per periode in de verschillende kerngebieden en ook de extra onderzoeksinspanning in de haven van Urk.

Tabel 2 Onderzoeksinspanning per meetronde en uitvoeringsdatum verdeeld over de kerngebieden in het IJsselmeer. LG-onderzoek = lengte-gewicht bepaling ten behoeve van conditieonderzoek.

Meetronde	Periode	Locatie	Sonaronderzoek	Visserij haven	Visserij open water	LG onderzoek	Metingen parameters
0	29 september-19 oktober 2022	IJssel- en Markermeer				x	
1	28-29 november 2022	Medemblik	x	x	x	x	
1	30 november-1 december 2022	Makkum	x	x	x	x	
2	18-19 januari 2023	Medemblik	x	x	x	x	
2 (extra)	24 januari 2023	Urk		x		x	
2	25-26 januari 2023	Makkum	x	x	x	x	
2	2 februari 2023	Muiden	x	x	x	x	x
3	27-28 februari 2023	Makkum	x	x	x	x	x
3	1 en 7 maart 2023	Medemblik	x	x	x	x	x
4	3-4 april 2023	Makkum	x	x	x	x	x
4	5-6 april 2023	Medemblik	x	x	x	x	x
4	11 en 17 april 2023	Muiden	x	x	x	x	x

2.4 BEPALING CONDITIE, AANWEZIGHEID PARASieten EN MAAGVULLING

Per deelgebied (haven en open water) en kerngebied zijn per doelsoort maximaal 25 exemplaren verzameld voor analyse. De analyse is binnen enkele uren na de vangst uitgevoerd, waarbij per vis het volgende is gemeten/vastgesteld:

- Lengte (millimeter totaal lengte).
- Gewicht (gram).
- Aanwezigheid uitwendige parasieten (met het oog zichtbaar).
- Aanwezigheid uitwendige verwondingen.

Door van vissen de lengte en het gewicht te bepalen is het mogelijk een conditie factor te berekenen. Conditie factor 1 staat voor een ‘normale’ conditie. Door per vis de conditie factor te berekenen kan dus worden bepaald of de conditie van een individuele vis boven of onder het gemiddelde zit en hoe ver. De conditie factor wordt bepaald door het gemeten gewicht te delen door het standaardgewicht. Per soort kan het standaardgewicht per centimeterklasse worden berekend aan de hand van de volgende formule: $G = a * TL^b$

Hierbij is:

G = gewicht in gram.

a = standaard coëfficiënt per soort.

b = standaard coëfficiënt per soort.

TL = totaallengte vis in centimeter.

Voor de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars zijn de standaard coëfficiënten (a en b) weergegeven in tabel 3 (Klein Breteler & de Laak, 2003). Dit zijn de standaardwaarden voor de gemiddelde vis (per vissoort) in Nederland.

Tabel 3 Standaard coëfficiënten voor de soorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars (Klein Breteler & de Laak, 2003).

soort	a	b
baars	0,005461	3,285250
blankvoorn	0,004116	3,343937
brasem	0,004606	3,234545
pos	0,010643	3,078040
snoekbaars	0,003523	3,228941

Vervolgens zijn maximaal vijftien van deze vissen per locatie per meetronde bewaard op alcohol (96%). Op een later tijdstip is de maaginhoud van deze vissen onderzocht. Tijdens de maaginhoud analyse is per vis het volgende vastgesteld:

- Aanwezigheid maagvulling (ja/nee).
- Determinatie maaginhoud, onderverdeeld in voedseltypen en indien mogelijk op soortniveau.
- Aanwezigheid inwendige parasieten (met het oog zichtbaar).

Om aan te tonen of er significante verschillen bestaan tussen gemiddelde condities van soorten tussen meetronden is statistiek toegepast. De statistische analyse is uitgevoerd in Rstudio (versie 4.1.1). Voor de vergelijking van de conditie tussen meetronde 0 en meetronde 1 bij de vijf doelsoorten op het IJsselmeer is gebruik gemaakt van de t-toets voor onafhankelijke steekproeven (parametrische toets) en de Wilcoxon toets voor onafhankelijke steekproeven (niet parametrische toets). Voor de keuze van de juiste toets is getoetst of de data normaal verdeeld is (Shapiro-Wilk toets) en of er sprake is van homogeniteit van variantie (F-toets). Als er geen sprake was van homogeniteit van variantie is een log-transformatie uitgevoerd.

Parasieten – Posthodiplostomum cuticola

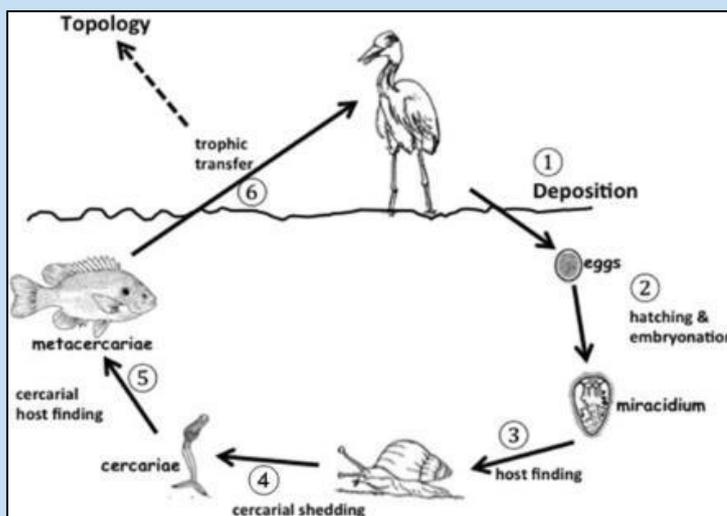
Een parasiet die in Nederland vaak bij vissen wordt aangetroffen is de trematode/zuigworm *Posthodiplostomum cuticola*. Deze parasiet veroorzaakt kenmerkende zwarte stippen op het lichaam van besmette vissen (foto 1).



Foto 1 Een tweetal juveniele exemplaren van baars met een parasitaire platworm. Op de plekken waar de larven van deze parasiet zich bevinden ontstaat een duidelijk zichtbare zwarte stip op het lichaam van de vis (foto: ATKB).

De trematode parasieten kennen een complexe levenscyclus, waarin ze zich niet alleen in vissen bevinden. De levenscyclus van deze parasieten bestaat uit verschillende fases (figuur 13). Wanneer een vis besmet is met de parasiet en wordt gegeten door een vogel, worden in de nieuwe ‘gastheer’ eieren gelegd. De eieren komen via de ontlasting van de vogel na verloop van tijd weer in het water terecht, waarna deze uitkomen en er vervolgens wordt gezocht naar een nieuwe gastheer in de vorm van slakken. In de slak ontwikkelt de parasiet zich verder, waarna deze opnieuw vrijkomt in het water en vervolgens op zoek gaat naar weer een nieuwe gastheer, deze keer in de vorm van vissen (Harnage, 2013).

Eenmaal in de vis reageert het lichaam van de vis op de parasiet door deze in te kapselen met lichaamseigen macrofagen. Het inkapselen veroorzaakt de zwarte uitslag die vervolgens te zien is op de huid van de vis (Harnage, 2013).



Figuur 13 Schematische weergaven van de levenscyclus van trematode parasieten (Sukhdeo, 2012).

In de vrije natuur, en zeker op de schaal van het IJsselmeer, is vismortaliteit door de parasieten niet aannemelijk doordat de visconcentraties hiervoor te laag zijn (Hoffman, 1956). Echter is het wel mogelijk dat parasieten zich in de ogen van een vis nestelen, waardoor uiteindelijk blindheid kan ontstaan (Harnage, 2013). Voor individuele vissen kan de parasiet in bepaalde gevallen dus wel schadelijk/dodelijk zijn.

2.5 ONDERZOEK PREDATIE DOOR VISETENDE VOGELS EN VISSEN

Om een indruk te krijgen van de aanwezigheid van aalscholvers en andere visetende vogels in de havens is gebruik gemaakt van live-beelden. In een groot aantal (jacht)havens rondom het IJssel- en Markermeer bevinden zich webcams die via internet vrij toegankelijk zijn. Hoewel het zichtveld van de camera's van locatie tot locatie kan verschillen, is de beeldkwaliteit in het algemeen voldoende groot om eventueel aanwezige aalscholvers en andere visetende vogels (in de op beeld zichtbare delen van de haven) waar te nemen. Door op gestandaardiseerde wijze de live-beelden te analyseren is het mogelijk op deze wijze een indruk te krijgen van de mate waarin aalscholvers de betreffende havendelen bezoeken. Havens die over een camera beschikken met een relatief groot beeldveld en zijn onderzocht zijn: Urk (foto 2), Lemmer, Hindeloopen, Makkum en Volendam.

Van de genoemde havens is in de periode van eind oktober 2022 tot en met begin maart 2023 op minimaal drie dagen per week de aanwezigheid van aalscholvers en andere vogels vastgesteld. Met tussenpozen van circa twee uur is viermaal per dag vastgesteld of er aalscholvers en/of andere visetende vogels aanwezig waren (omstreeks 9.00, 11.00, 13.00 en 15.00). Tijdens elke telling is het volgende geregistreerd:

- Datum.
- Tijdstip.
- Aanwezigheid aalscholvers/futen/grote zaagbekken.
 - o Ja/nee;
 - o Aantal (maximale telwaarde).



Foto 2 *Impressie van een live beeld via de webcam in de haven van Urk.*

2.6 LITERATUURSTUDIE EN INTERVIEWS

Voorafgaand aan het veldonderzoek is binnen hetzelfde project een uitgebreide literatuurstudie naar de overleving van jonge vis in het IJsselmeer uitgevoerd en uitgewerkt in Hop *et al.*, 2022. Voor deze literatuurstudie is zowel wetenschappelijke als grijze literatuur gebruikt.

Aanvullende informatie is verkregen via experts en beroepsvissers van het IJssel- en Markermeer. Met verschillende experts is tijdens de uitvoering van het project regelmatig contact geweest waarbij feedback is verkregen op de aangeleverde producten. De beroepsvissers hebben een vragenlijst ontvangen en zijn vervolgens telefonisch geïnterviewd om navraag te doen naar de ontwikkelingen die zij waarnemen binnen de visstand.

2.7 PRESENTATIE RESULTATEN

Binnen dit onderzoek lag de focus op juveniele vis (0+ en 1+). 0+ vis betreft eenzomerige vis die in het voorjaar van 2022 geboren is. 1+ vis betreft vis die in het voorjaar van 2021 geboren is. Uit de vangstgegevens van het IJsselmeer en Markermeer blijkt dat het aandeel van 1+ vis van de totale vangst op beide locaties gering is. De informatie in de gepresenteerde figuren en tabellen laat alleen informatie zien van 0+ vis, tenzij anders aangegeven.

Voor het presenteren van de totale vangsten zijn de gevangen vissoorten ingedeeld in ecologische groepen en gilden. De indeling in ecologische groepen wordt beschreven in het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014). De ecologische groepen zijn voornamelijk gebaseerd op voedselvoorkeur.

Dit hangt samen met de lengte van de vissoorten: kleine exemplaren benutten ander voedsel (bijvoorbeeld zoöplankton) dan grote exemplaren (die veelal macrofauna of kleine vissen eten). Voor snoek wijkt de indeling af van de overige vissoorten, omdat deze vooral uitgaat van de voorkeur van deze soort voor een bepaald type habitat. Naast ecologische groepen zijn de vissoorten ingedeeld in stromingsgilden volgens FAME (bijlage 2 en Noble & Cowx, 2002). De indeling in stromingsgilden is gebaseerd op de voorkeur van soorten voor stromend dan wel stilstaand water.

Er worden drie stromingsgilden onderscheiden:

- Eurytopen: soorten die geen specifieke voorkeur hebben voor stromend of stilstaand water.
- Limnofielen: soorten met een voorkeur voor stilstaand water.
- Rheofielen: soorten met een voorkeur voor stromend water.

Voor de indeling in de verschillende lengteklassen zijn voor de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars de 0+ grenzen bepaald op basis van de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten tijdens de Atoomkuilsurvey (meetronde 0). Voor de overige soorten zijn de standaard 0+ grenzen gehanteerd.

3 RESULTATEN

3.1 ALGEMEEN

Het veldonderzoek is uitgevoerd in de periode van 28 november 2022 tot en met 17 april 2023. Het initiële plan binnen dit onderzoek was om het open water (gebied buiten de havens) te bemonsteren met de stortkuil. Dit vangtuig wordt achter twee vaartuigen in span door het water getrokken en deze visserij kan worden uitgevoerd met eigen materiaal van ATKB. Tijdens meetronde 2 (medio januari) bleek het door de weersomstandigheden niet mogelijk om veilig met de stortkuil te kunnen vissen. Er is daarom besloten om de visserij op het open water uit te voeren met een viskotter. De grotere omvang van dit schip maakte het mogelijk om de visserij ook uit te kunnen voeren met minder gunstige weersomstandigheden. Het verschil ten opzichte van het initiële plan is dat er vanaf de kotter met de boomkor in plaats van de stortkuil is gevestigd. Visserij met de boomkor kan met één schip worden uitgevoerd. Ondanks dat de stortkuil en de boomkor twee verschillende typen vangtuigen zijn, is het vastgestelde vangstrendement van beide vangtuigen voor kleine vis (waaronder 0+ en 1+ vis) redelijk vergelijkbaar (van der Sluis *et al.*, 2019). Daarnaast wordt zowel met de boomkor als de stortkuil de bodem bevestigd; dit is naar verwachting ook de plek waar de juveniele exemplaren van de doelsoorten zich ophouden. Tijdens meetronde 1 en 4 is het buitengebied met de stortkuil bevestigd, tijdens meetronde 2 en 3 met de boomkor.

In het plan van aanpak dat voorafgaand aan het veldonderzoek is opgesteld (Hop, 2022) werd ook elektrovisserij aangedragen als een van de visserijmethoden. Hierbij wordt met een elektrovisapparaat vanuit de boot langs de oevers gevestigd. Een elektrisch geladen schepnet vormt een spanningsveld in het water, waarbij vis, die zich in het veld bevindt, tijdelijk verdoofd raakt en met het net kan worden opgeschept. Tijdens meetronde 2 zijn in Makkum in totaal vijf trajecten elektrisch bevestigd. Echter bleek deze methode weinig toe te voegen aan het onderzoek, doordat met de elektrovisserij slechts kleine oppervlaktes worden bevestigd en in de bevestigde trajecten bijna geen vissen zijn gevangen. Omdat de tijd, binnen het onderzoek, beter kon worden gespendeerd, is ervoor gekozen om in het vervolg geen elektrovisserij meer uit te voeren.

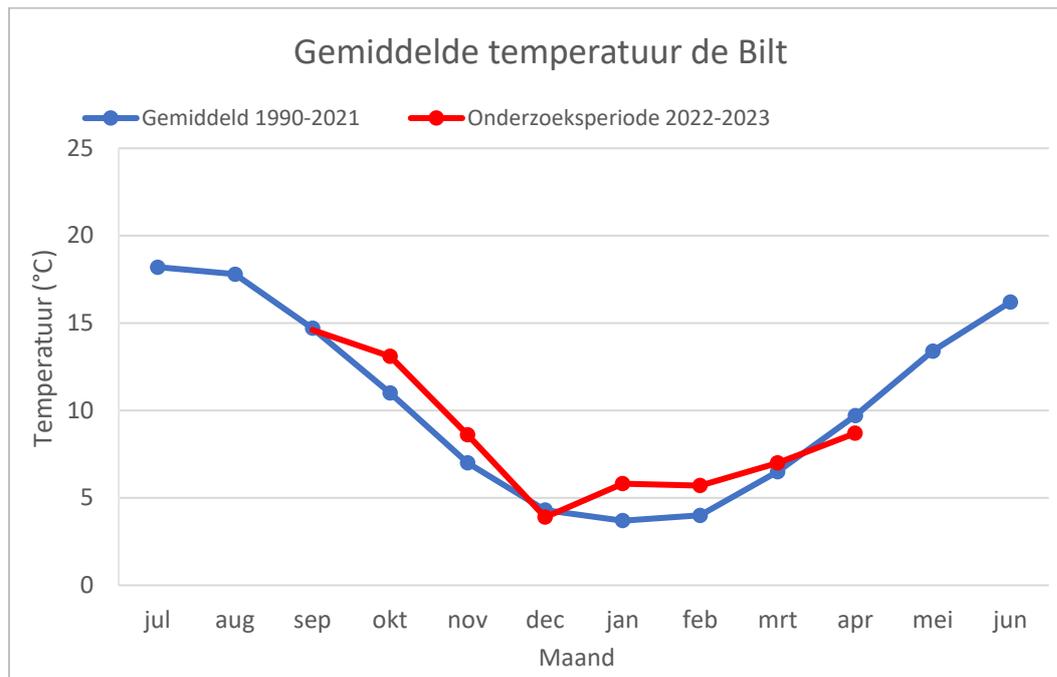
3.1.1 PARAMETERS WATERKWALITEIT

De water- en luchttemperatuur speelt een belangrijke rol bij biologische processen, zoals ook de groei en het metabolisme van vis. Relatief hoge temperaturen in de winterperiode kunnen ervoor zorgen dat het metabolisme van vissen actiever blijft dan bij koude winters, waardoor voedselbehoefte groter blijft. Voor dit onderzoek, waarin wordt gekeken naar het gedrag en de toestand van jonge vis in de winterperiode, is het daarom belangrijk om een beeld te hebben van de temperatuur in deze periode.

Om een beeld te krijgen van het temperatuurverloop tijdens de onderzoeksperiode ten opzichte van het langjarig gemiddelde zijn de gemiddelde maandtemperaturen van de lucht in de periode van 1990 tot en met 2023 geraadpleegd. De temperatuurgegevens zijn verzameld door het KNMI in De Bilt in de provincie Utrecht en kunnen worden gezien als een landelijk gemiddelde.

In figuur 14 is de gemiddelde maandtemperatuur van de lucht in de periode van 1990 tot en met 2021 weergegeven (blauwe lijn).

De rode lijn geeft de gemiddelde maandtemperatuur over de onderzoeksperiode van september 2022 tot en met maart 2023 weer. **De winter van 2022-2023 kan worden beschouwd als zacht, met een gemiddelde luchttemperatuur van 5,1 °C vergeleken met het gemiddelde van 3,9 °C.** De gemiddelde maandtemperatuur tijdens de onderzoeksperiode lag in de meeste maanden van de winter boven het gemiddelde van 1990-2021. Alleen in de maand december lag de gemiddelde maandtemperatuur rond het gemiddelde. In maart 2023 lag de gemiddelde maandtemperatuur dicht bij het langjarig gemiddelde en in april zelfs wat daaronder.



Figuur 14 Gemiddelde maandtemperatuur (luchttemperatuur) in de Bilt in de periode van 1990-2021 (blauwe lijn) en maandgemiddelden tijdens de onderzoeksperiode (rode lijn). (Bron: KNMI).

Tijdens de bemonsteringen zijn per kerngebied in het open water en de haven in iedere meetronde aanvullende metingen gedaan aan de waterkwaliteit. Per meetronde is getracht om per kerngebied drie metingen uit te voeren in zowel het open water als de havens. Gemiddelde waarden van de parameters per meetronde en per locatie zijn weergegeven in figuur 15. Een volledig overzicht van alle gemeten waarden is in tabellen opgenomen in bijlage 3.

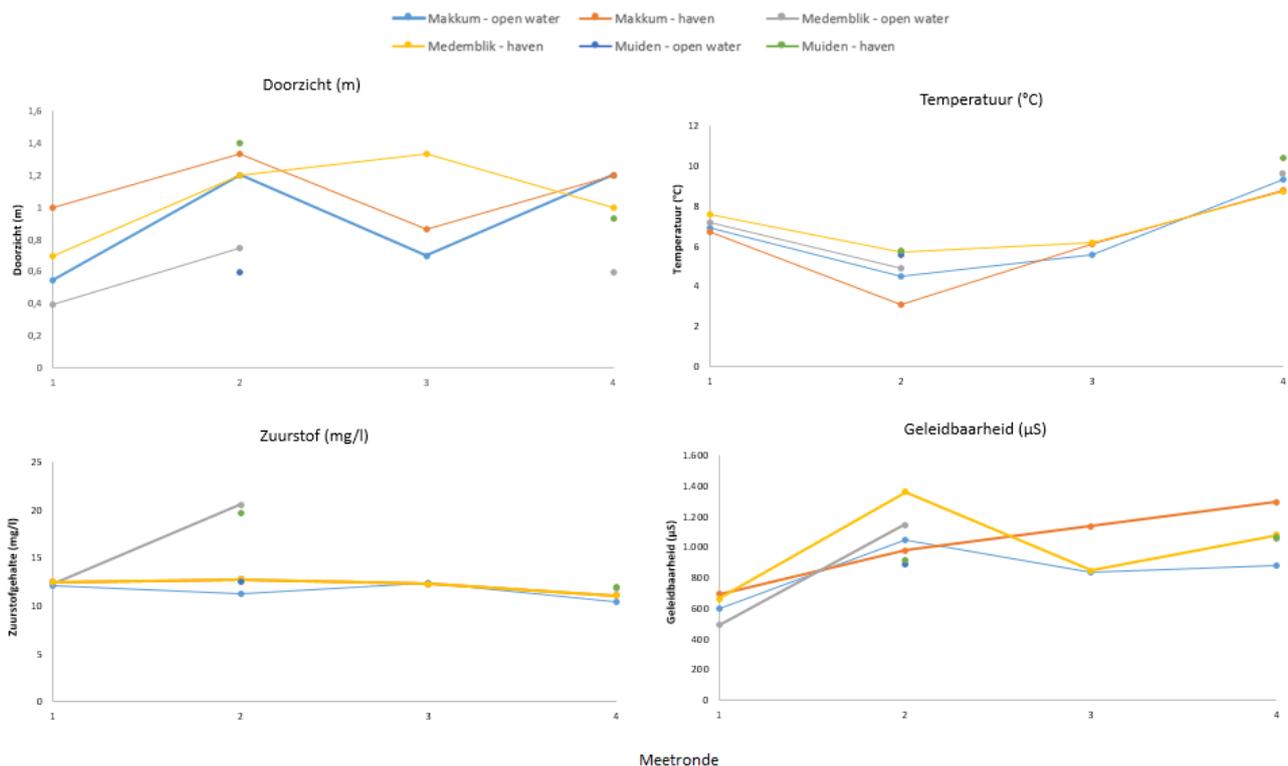
Makkum

In het open water varieerde het waterdoorzicht van 0,6-0,7 meter in meetronde 1 en 3 en betrof deze 1,2 meter in meetronde 2 en 4. Het waterdoorzicht in de haven varieerde van 0,6-1,0 meter in meetronde 3 en betrof 1,0-1,5 meter in de overige meetronden.

De watertemperatuur bedroeg in meetronde 1, in zowel het open water als de haven, circa 7,0 °C. In meetronde 2 was de watertemperatuur in het open water circa 4,5 °C en in de haven circa 3,0 °C. In meetronde 3 was de watertemperatuur in het open water 5,5-5,8 °C en in de haven 6,0-6,2 °C. Tijdens de laatste meetronde was de watertemperatuur duidelijk alweer opgelopen en betrof deze in het open water 9,1-9,6 °C en in de haven 8,8 °C.

Het zuurstofgehalte varieert in het open water van 10,3 mg/l (meetronde 4) tot 13,5 mg/l in meetronde 3. In de haven is dit vergelijkbaar en varieert het zuurstofgehalte van 11,0 mg/l in meetronde 4 tot 13,2 mg/l in meetronde 2. Dergelijke zuurstofgehalten zijn als normaal te beschouwen er ruim voldoende voor vis (kritieke grens bedraagt circa 6 mg/l zuurstof).

De geleidbaarheid van het water is in meetronde 1 in zowel het open water als de haven vergelijkbaar. In meetronde 1 bedraagt de geleidbaarheid aan het oppervlak 572-709 μS . In de diepere delen van het open water (9,2 meter) is de geleidbaarheid in meetronde 1 duidelijk hoger en bedraagt 6.264-8.150 μS . Dit is verklaarbaar doordat zout(er) water zwaarder is dan zoetwater en daardoor naar onderen zakt. Ook in meetronde 2 is de geleidbaarheid in het open water en de haven aan het oppervlak vergelijkbaar (980-1.164 μS). In meetronde 3 en 4 bedraagt de geleidbaarheid in het open water aan het oppervlak 822-884 μS en in de havens 1.054-1.298 μS . In meetronde 3 is in de diepere delen (5,6-8,1 meter) een geleidbaarheid van, 822-864 μS gemeten.



Figuur 15 Doorzicht (m), watertemperatuur (°C), zuurstofgehalte (mg/l) en geleidbaarheid (μS) in de verschillende kerngebieden per meetronde in het open water en de haven. Gegevens weergegeven in de figuren zijn per meetronde per locatie (kerngebied/haven/open water) gemiddeld (doorgaans is per locatie driemaal gemeten). De parameters zijn niet op alle momenten in zowel het open water als in de haven gemeten, vandaar dat lijnen in de figuren in sommige gevallen niet volledig zijn doorgetrokken. In het IJsselmeer (Makkum en Medemblik) is in vier meetronden gemeten, in het Markermeer (Muiden) is alleen in meetronde 2 en 4 gemeten. Een volledig overzicht van de meetgegevens is in tabellen weergegeven in bijlage 3.

Medemblik

In het open water varieerde het waterdoorzicht van 0,4-0,6 meter in meetronde 1 en 4 en betrof deze 0,6-1,3 meter in meetronde 2. Het waterdoorzicht in de haven varieerde van 0,7 meter in meetronde 1, tot 1,6 meter in meetronde 3. Evenals in Makkum is er redelijke variatie te zien in het waterdoorzicht door de meetronden heen.

De watertemperatuur bedroeg in meetronde 1 7,2°C in het open water en 7,5-7,7°C in de haven. In meetronde 2 bedroeg de watertemperatuur in het open water op de meeste meetpunten 5,2-5,5°C, met op één meetpunt een gemeten temperatuur van 3,6°C (op dit meetpunt is ook een uitschieter te zien in het zuurstofgehalte). In de haven bedroeg de temperatuur in meetronde 2 5,5-5,7°C. Vanaf meetronde 2 neemt de temperatuur in de haven toe (5,8-6,7°C in meetronde 3 en 8,7-8,8°C in meetronde 4). In meetronde 4 bedroeg de watertemperatuur in het open water 9,6-9,7°C.

Het zuurstofgehalte varieert in het open water van 11,8 mg/l (meetronde 4) tot 40,3 mg/l op een meetpunt in meetronde 2. Deze waarde vormt een uitschieter vergeleken met de overige meetwaarden in die meetronde (12,8-22,1 mg/l). In de haven varieert het zuurstofgehalte van 11,3 mg/l in meetronde 2 tot 18,7 mg/l in dezelfde meetronde.

De geleidbaarheid van het water is in meetronde 1 in zowel het open water als de haven relatief laag vergeleken met de overige meetronden. In meetronde 1 bedraagt de geleidbaarheid in het open water 491 µS en in de haven 654-682 µS. In meetronde 2 is de geleidbaarheid een stuk hoger; in het open water 920-1.448 µS en in de haven 1.082-1.481 µS. In meetronde 3 is de geleidbaarheid in de haven lager (820-884 µS) en in meetronde 4 juist weer wat hoger (1.046-1.158 µS). De geleidbaarheid in het open water is in meetronde vier 1.060 µS.

Muiden

In het open water bedroeg het waterdoorzicht 0,6 meter in meetronde 2 (in meetronde 4 zijn in het open water bij Muiden geen waterkwaliteit parameters gemeten). In de havens bedroeg het doorzicht in deze meetronde 1,4 meter. In meetronde 4 was er in de haven een doorzicht van 0,8-1,0 meter.

De watertemperatuur bedroeg in meetronde 2 in het open water 5,2-6,0 °C. In de haven is in deze meetronde op twee punten gemeten, met daarbij wisselende resultaten van 4,2 en 7,3 °C. In meetronde 4 bedroeg de temperatuur in de haven 10,3-10,5 °C.

Het zuurstofgehalte bedroeg in meetronde 2 in het open water 12,4-12,8 mg/l en 19,2-20,1 mg/l in de haven. In meetronde 4 bedroeg het zuurstofgehalte in de haven 11,8-12,3 mg/l.

De geleidbaarheid in het open water (864-920 µS) en de haven (906-932 µS) was in meetronde 2 vergelijkbaar. In meetronde 4 was de geleidbaarheid van het water in de haven wat hoger, namelijk 1.064 µS.

3.2 VERSPREIDING EN VANGSTOMVANG

3.2.1 TOTALE VANGSTEN

IJsselmeer

In tabel 4 is een overzicht gegeven van de totale vangsten uit het IJsselmeer tijdens de vier meetrondes (1 tot en met 4, dus exclusief meetronde 0). In totaal zijn tijdens de bemonsteringen 22 vissoorten aangetroffen, waarvan twaalf eurytope soorten, vijf limnofiele soorten, één rheofiele soort en vier exoten.

Uit het overzicht wordt duidelijk dat het bij het overgrote deel van de gevangen vis om eenzomerige vissen (0+) gaat. De overige lengteklassen maken over het algemeen slechts een klein deel uit van de totale vangsten. Bij de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars is het aandeel meerzomerige exemplaren binnen de totale vangst respectievelijk 0,4%; 20,7%; 19,9%, 6,4%; en 14,1%. Van blankvoorn bestaat het meerzomerige bestand met name uit grotere vissen in de lengteklasse van 16-25 centimeter. Bij brasem bestaat het meerzomerige bestand met name uit vissen ≥ 41 centimeter.

Tabel 4 Overzicht van de totale vangsten (ruwe vangstaantallen) tijdens de vier meetrondes in het IJsselmeer per soort en lengteklasse. Voor de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars zijn de 0+ grenzen bepaald op basis van de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten tijdens de Atoomkuilsurvey (meetronde 0). Voor de overige soorten zijn standaard 0+ grenzen gehanteerd.

Gilde	Volledige naam	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	≥ 41	
Eurytoop	Aal	11	-	-	-	2	9	
	Alver	8	4	4	-	-	-	
	Baars	12.680	12.635	12	11	20	2	
	Blankvoorn	6.985	5.537	179	1.189	80	-	
	Brasem	1.640	1.313	55	55	44	174	
	Driedoornige stekelbaars	4	1	3	-	-	-	
	Giebel	2	-	1	-	1	-	
	Karper	8	-	-	-	-	8	
	Kolblei	22	-	19	3	-	-	
	Pos	17.025	15.942	1.082	1	-	-	
Limnofiel	Snoekbaars	572	491	-	-	70	11	
	Bittervoorn	1	-	1	-	-	-	
	Bot	16	6	8	1	1	-	
	Noordzeehouting	62	-	1	49	2	10	
	Rietvoorn	5	-	4	1	-	-	
	Spiering	4.796	483	4.268	46	-	-	
	Rheofiel	Winde	47	13	31	3	-	-
	Exoot	Kaukasische dwerggrondel	195	145	50	-	-	-
		Pontische stroomgrondel	16	-	15	1	-	-
		Roofblei	2	2	-	-	-	-
Zwartbekgrondel		1.009	-	1.005	4	-	-	
Subtotaal		45.105	36.571	6.736	1.363	220	214	
		ecologische indeling voor snoek						
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54	
Eurytoop	Snoek	32	1	2	11	4	14	
Totaal		45.137	36.572	6.738	1.374	224	228	

Omdat de focus binnen dit onderzoek op juveniele vis (0+ en 1+) lag en omdat het aandeel 1+ vissen bij de doelsoorten zeer gering is, wordt in de overige resultaten alleen ingegaan op 0+ vis.

Lengtefrequentieverdelingen van juveniele exemplaren van de doelsoorten voor het IJssel- en Markermeer zijn per meetronde onderverdeeld in open water en haven weergegeven in bijlage 5.

Markermeer

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de totale vangsten in het Markermeer tijdens meetronde 2 en meetronde 4. In het Markermeer zijn in totaal veertien vissoorten aangetroffen (exclusief hybride), waarvan negen eurytope soorten, één limnofiele soort, één rheofiele soort en drie exoten. Hybride is een kruising tussen twee karperachtigen en wordt daarom niet als aparte soort gerekend. In totaal zijn 3.449 vissen gevangen. Bij de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars is het aandeel

meerzomerige exemplaren aan de totale vangst respectievelijk 3,4%; 6,2%; 82,0%; 8,7% en 29,4%. Van brasem zijn met name veel exemplaren met een lengte ≥ 41 centimeter aangetroffen.

Tabel 5 *Overzicht van de totale vangsten (ruwe vangstaantallen) tijdens de twee meetrondes op het Markermeer per soort en lengteklasse. Voor de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars zijn de 0+ grenzen bepaald op basis van de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten tijdens de Atoomkuilsurvey (meetronde 0). Voor de overige soorten zijn de standaard 0+ grenzen gehanteerd.*

Gilde	Volledige naam	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	≥ 41
Eurytoop	Alver	17	16	-	1	-	-
	Baars	960	927	26	5	1	1
	Blankvoorn	1.478	1.386	25	54	13	-
	Brasem	244	44	2	23	8	167
	Hybride	1	-	-	1	-	-
	Kolblei	1	-	-	1	-	-
	Pos	505	461	44	-	-	-
	Snoekbaars	68	48	-	10	10	-
Limnofiel	Noordzeehouting	1	-	-	1	-	-
Rheofiel	Winde	1	-	1	-	-	-
Exoot	Kaukasische dwerggrondel	20	17	3	-	-	-
	Pontische stroomgrondel	11	11	-	-	-	-
	Zwartbekgrondel	141	15	126	-	-	-
Subtotaal		3.448	2.925	228	96	32	168
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	1	-	-	1	-	-
Totaal		3.449	2.925	228	97	32	168

Urk

In tabel 6 is een overzicht gegeven van de totale vangsten in de haven van Urk. In de haven van Urk zijn weinig vissen aangetroffen. In totaal zijn slechts drie vissoorten gevangen, namelijk alver, baars en zwartbekgrondel. In totaal zijn 30 vissen gevangen.

Tabel 6 *Overzicht van de totale vangsten (ruwe vangstaantallen) tijdens de bemonstering in de haven van Urk per soort en lengteklasse. Voor de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars zijn de 0+ grenzen bepaald op basis van de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten tijdens de Atoomkuilsurvey (meetronde 0). Voor de overige soorten zijn de standaard 0+ grenzen gehanteerd.*

Gilde	Volledige naam	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	≥ 41
Eurytoop	Alver	1	1	-	-	-	-
	Baars	15	15	-	-	-	-
Exoot	Zwartbekgrondel	14	-	14	-	-	-
Subtotaal		30	16	14	-	-	-
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Totaal		30	16	14	-	-	-

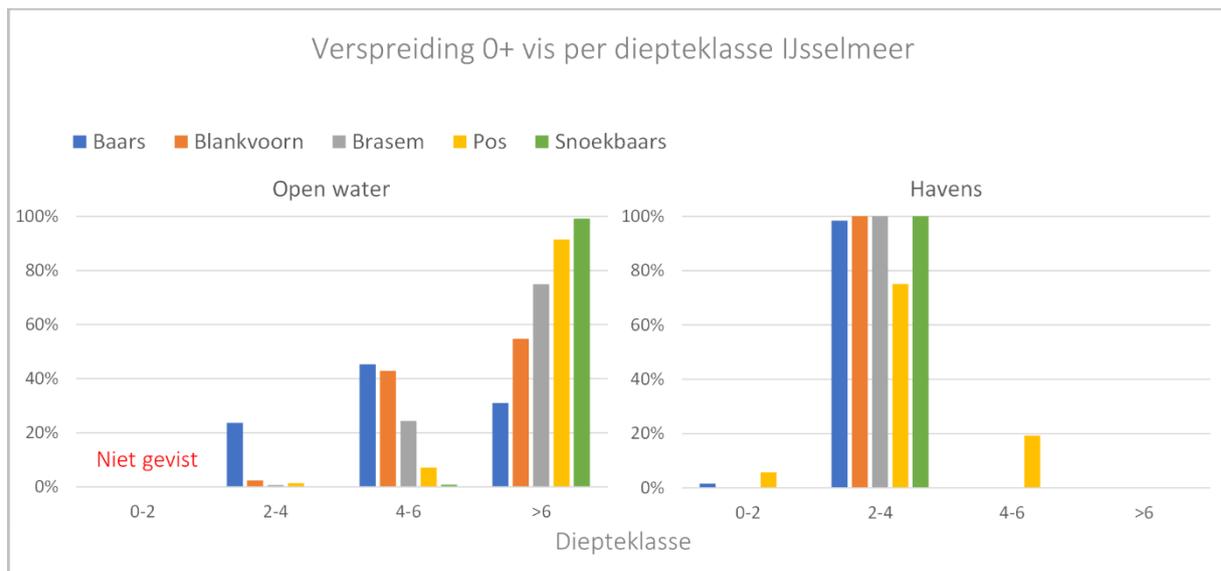
3.2.2 VERSPREIDING WINTERCONCENTRATIES

In figuur 16 en figuur 17 is de verspreiding van 0+ vis over de verschillende diepteklassen weergegeven voor respectievelijk het IJsselmeer en Markermeer. Op beide locaties is vis in het open water, met name op plekken dieper dan 4 meter aangetroffen.

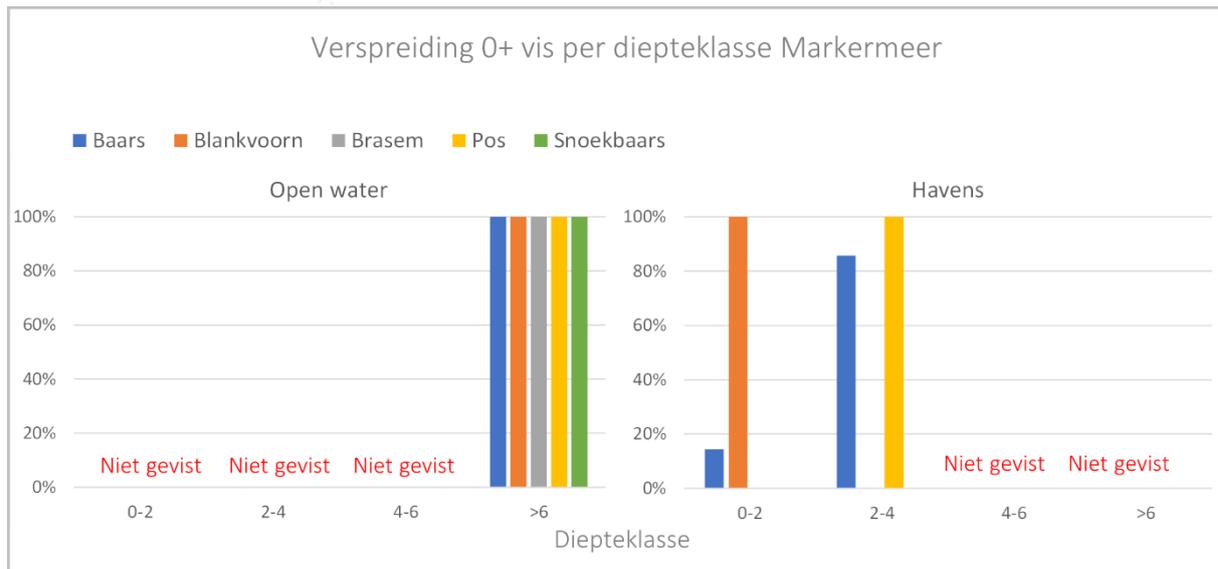
Op het IJsselmeer is van blankvoorn (55%), brasem (75%), pos (91%) en snoekbaars (99%) het grootste deel van de vissen aangetroffen op plekken met een diepte >6 meter. Op ondiepe plekken met een diepte tussen 2 en 4 meter zijn deze soorten in het open water bijna niet gevangen. Baars is de enige soort die redelijk verspreid over de verschillende diepteklassen is aangetroffen. Het grootste deel van de baarzen (45%) is in het open water aangetroffen op plekken met een diepte tussen 4 en 6 meter. Op het Markermeer is in het open water alleen op plekken gevist met een diepte >6 meter.

In de havens is van baars, brasem, pos en snoekbaars het grootste deel van de vissen aangetroffen op locaties met een diepte tussen 2 en 4 meter. Op het IJsselmeer zijn blankvoorn, brasem en snoekbaars zelfs uitsluitend op plekken aangetroffen met een diepte tussen 2 en 4 meter. Op het Markermeer is blankvoorn uitsluitend op plekken aangetroffen met een diepte tussen 0 en 2 meter.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat in het open water geen ondiepe plekken met een diepte tussen 0 en 2 meter bemonsterd zijn. Ook is er in het open water alleen bij Makkum op een plek met een diepte tussen 2 en 4 meter gevist. In de havens is alleen bij Medemblik op plekken gevist met een diepte groter dan 4 meter. Op de overige locaties is in de havens alleen op plekken gevist met een diepte tussen 0 en 4 meter. De inspanning per deelgebied en diepteklasse is weergegeven in bijlage 1.



Figuur 16 Relatieve verspreiding van jonge vis (0+) in het IJsselmeer over verschillende diepteklassen in het open water (links) en de havens (rechts). Het percentage is berekend op basis van het totaal aantal gevangen vissen (0+) per soort en diepteklassen en de totale inspanning per diepteklasse in het open water en de havens. Aantallen open water: baars: n=10.194, blankvoorn: n=4.030, brasem: n=1.229, pos: n=15.876 en snoekbaars: n=481. Aantallen havens: baars: n=2392, blankvoorn: n=1056, brasem: n=82, pos: n=66 en snoekbaars: n=10. Alleen de vangsten uit meetrondes 1 tot en met 4 zijn weergegeven. In het open water is niet op locaties met een diepte tussen 0 en 2 meter gevist en is alleen bij Makkum op een locatie met een diepte tussen 2 en 4 meter gevist. In de havens is alleen in Medemblik op locaties met een diepte >4 meter gevist.



Figuur 17 Relatieve verspreiding van jonge vis (0+) in het Markermeer over verschillende diepteklassen in het open water (links) en de havens (rechts). Het percentage is berekend op basis van het totaal aantal gevangen vissen (0+) per soort en diepteklassen en de totale inspanning per diepteklasse in het open water en de havens. Aantallen open water: baars: n=720, blankvoorn: n=394, brasem: n=44, pos: n=442 en snoekbaars: n=58. Aantallen havens: baars: n=207, blankvoorn: n=992, brasem: n=0, pos: n=19 en snoekbaars: n=0. Alleen de vangsten uit meetrondes 2 en 4 zijn weergegeven. In het open water is alleen op locaties met een diepte >6 meter gevist. In de haven is niet op locaties met een diepte >4 meter gevist.

Wat verder duidelijk wordt uit de vangstgegevens is dat de verspreiding van winterconcentraties zowel in de havens als in het open water een grote variatie in de tijd en tussen locaties laat zien. Vis is niet altijd in de havens aanwezig en ook in het open water is vis niet altijd op dezelfde plekken aangetroffen.

In figuur 18 is de CPUE (in stuks/ha) weergegeven voor de verschillende deelgebieden. De met de sonar aangetroffen en vervolgens ingetekende visconcentraties zijn op kaart weergegeven in bijlage 4. Op alle drie de locaties laat de CPUE in het open water een grote variatie zien over de verschillende meetrondes. Hoewel de CPUE niet direct in verhouding staat met de omvang van de aangetroffen winterconcentraties, geven deze gegevens wel een indruk van de variatie in de hoeveelheid aanwezige vis.

Op het IJsselmeer is in het open water vooral bij meetronde 3 veel vis aangetroffen. Dit geldt zowel voor Makkum als Medemblik. In het Markermeer is bij meetronde 2 de meeste vis gevangen. In de haven van Makkum zijn alleen bij meetrondes 1 en 4 winterconcentraties aangetroffen. Bij meetrondes 2 en 3 was er weinig vis aanwezig in de haven. In de haven van Medemblik is in iedere meetronde relatief weinig vis aangetroffen.



Figuur 18 CPUE (in stuks/ha) van jonge (0+) vis en soortsamenstelling van de aangetroffen winterconcentraties in de verschillende deelgebieden in het IJsselmeer en Markermeer. Tijdens meetronde 1 en 4 is met de stortkuil gevist. Tijdens meetronde 2 en meetronde 3 is met de boomkor gevist. Tijdens meetronde 1 en meetronde 3 is alleen in het IJsselmeer bij Makkum en Medemblik gevist.

3.2.3 VANGSTOMVANG EN SOORTSAMENSTELLING VAN WINTERCONCENTRATIES

In figuur 19 is de CPUE (in stuks/ha) weergegeven voor het open water en de havens op het IJsselmeer en Markermeer. Voor een beter overzicht zijn hier de beide kerngebieden op het IJsselmeer samengevoegd.

Omvang vangsten

Kijkend naar de verschillen tussen IJsselmeer en Markermeer valt op dat bij meetronde 0 en meetronde 4 in het open water op het IJsselmeer meer vissen gevangen zijn dan in het open water op het Markermeer.

In de havens is een tegenovergesteld beeld te zien. Hier zijn zowel bij meetronde 2 als bij meetronde 4 meer vissen gevangen op het Markermeer dan op het IJsselmeer.

In het open water zijn op het IJsselmeer bij meetronde 0 (Atoomkuilsurvey) en bij meetronde 3 de meeste vissen gevangen. Op het Markermeer zijn de meeste vissen in het open water gevangen bij meetronde 2. Bij meetronde 4 zijn in het open water zowel op het IJsselmeer als op het Markermeer de minste vissen gevangen.

In de havens van het IJsselmeer zijn bij meetronde 1 de meeste vissen gevangen. Bij meetrondes 2 en 3 zijn weinig vissen aangetroffen. Bij meetronde 4 was het aantal vissen weer iets hoger, maar wel duidelijk lager dan bij meetronde 1. Op het Markermeer zijn in de haven met name bij meetronde 4 veel vissen aangetroffen.

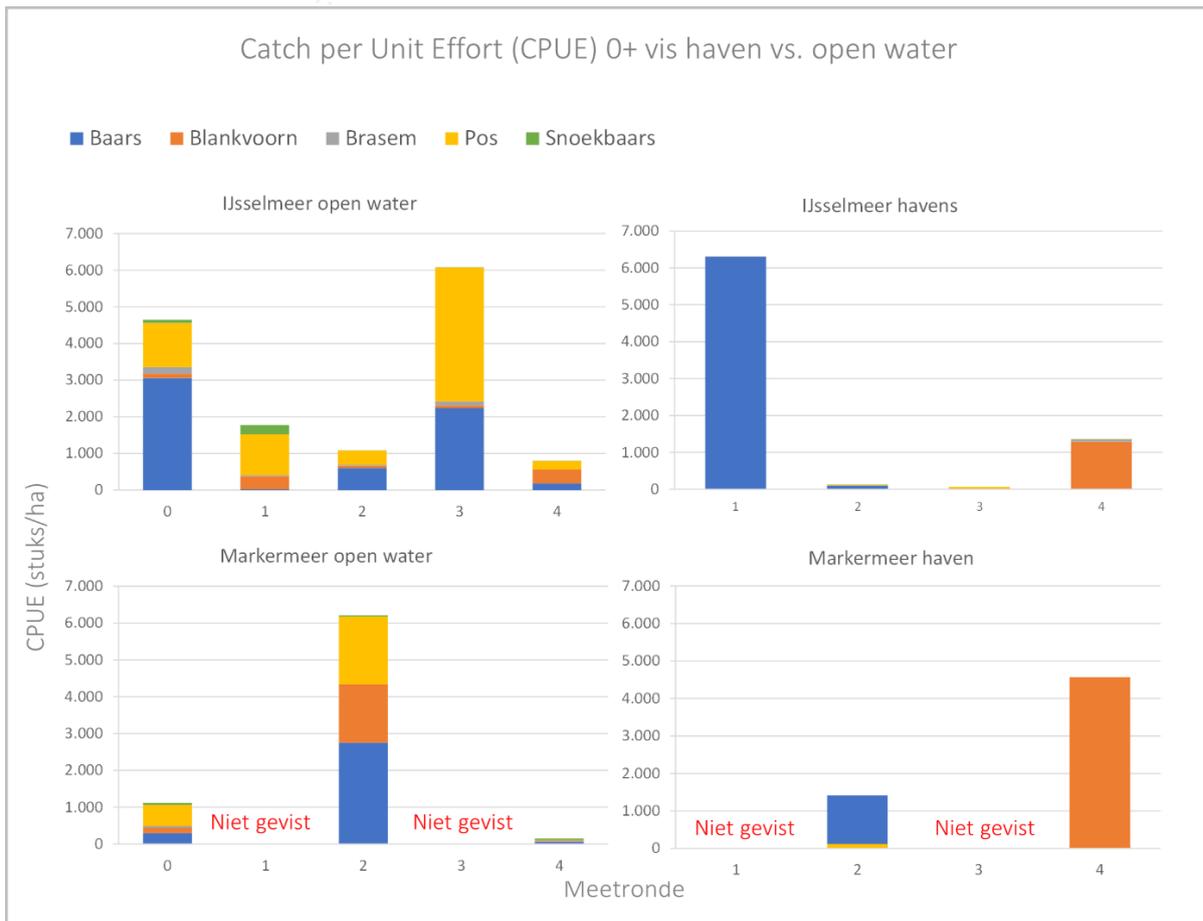
Wat daarnaast opvalt is, dat bij meetronde 4 zowel in de havens van het IJsselmeer als in de haven op het Markermeer meer vissen gevangen zijn dan in het open water. Ook bij de laatste meetronde zijn dus nog 0+ vissen (met name blankvoorn) aangetroffen op beide meren.

Soortensamenstelling

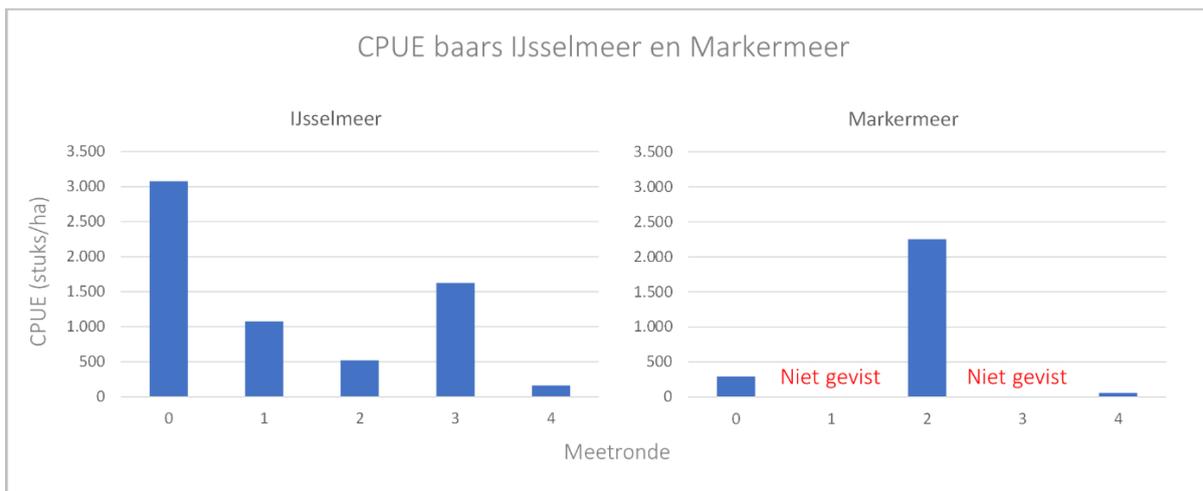
Bij de vergelijking van de soortensamenstelling in het open water en in de havens valt op dat de soortensamenstelling in het open water meer divers is dan in de havens. Snoekbaars en brasem zijn over het algemeen weinig aangetroffen tijdens de bemonsteringen maar zijn vooral in het open water gevangen. Pos en baars hebben het grootste aandeel aan de vangsten in het open water. Het aandeel van blankvoorn is in het open water lager.

In de havens is met name baars en blankvoorn gevangen. De overige soorten zijn in de havens slechts in lage aantallen gevangen. Opvallend hierbij is dat de vangsten tijdens de eerste twee meetrondes bijna uitsluitend uit baars bestonden. Bij meetronde 4 bestonden de vangsten daarentegen met name uit blankvoorn. Dit beeld is zowel op het IJsselmeer als op het Markermeer zichtbaar.

Worden de vangsten uit het open water en de havens samengenomen, dan laten de vangstaantallen van baars op het IJsselmeer een afname in de tijd zien (figuur 20). In het IJsselmeer is de CPUE van baars bij meetronde 0 veel hoger dan tijdens meetronde 1 tot en met 4. Meetronde 0 is uiteraard een gewogen gemiddelde van heel het IJsselmeer. Aangezien in meetronden 1 tot en met 4 in aangetroffen visconcentraties is gevist zou men een hogere CPUE verwachten, wat echter niet het geval is. Mogelijke verklaringen zijn 1) tussen meetronden 0 en 1 is al veel sterfte onder baars opgetreden en 2) grote concentraties baars zijn tijdens de bemonsteringen in meetronde 1 tot en met 4 gemist. Op het Markermeer is tussen meetronde 2 en meetronde 4 eveneens een afname in de vangstaantallen van baars te zien. Echter is er een ander beeld dan in het IJsselmeer zichtbaar. De CPUE in meetronde 0 is veel lager dan in het IJsselmeer. In meetronde 2 is duidelijk in een concentratie gevist getuige de hoge piek.



Figuur 19 CPUE (in stuks/ha) van jonge (0+) vis en soortensamenstelling in het open water en in de havens van het IJsselmeer en Markermeer. Meetronde 0 is de Atoomkuilsurvey. Bij dit onderzoek is alleen in het open water gevestig. Daarnaast is bij de Atoomkuilsurvey vis random over de beide meren bemonsterd. Bij de overige meetrondes is gericht naar winterconcentraties gezocht. Tijdens meetronde 1 en meetronde 3 is alleen in het IJsselmeer gevestig.



Figuur 20 CPUE (in stuks/ha) van jonge (0+) baars op het IJsselmeer en Markermeer tijdens de verschillende meetrondes. Meetronde 0 is de Atoomkuilsurvey. Bij dit onderzoek is alleen in het open water gevestig. Daarnaast is bij de Atoomkuilsurvey vis random over de beide meren bemonsterd. Bij de overige meetrondes is gericht naar winterconcentraties gezocht. Bij meetrondes 1 en 4 is met de stortkuil gevestig. Bij meetrondes 2 en 3 is met de boomkor gevestig. Tijdens meetronde 1 en meetronde 3 is alleen in het IJsselmeer gevestig.

3.3 FYSIEKE GESTELDHEID VAN DE JONGE VIS

De omstandigheden waaronder de vis in het winterhalfjaar verkeert, is binnen dit onderzoek op verschillen manieren onderzocht. In de volgende paragrafen worden achtereenvolgens de resultaten van de conditie van vissen, voedselbeschikbaarheid en aanwezigheid van parasieten weergegeven.

3.3.1 CONDITIE

Tijdens alle vier de meetronden en de Atoomkuilsurvey (meetronde 0) zijn 0+ (en 1+) vissen verzameld ten behoeve van conditiebepalingen. In onderstaande figuren zijn voor de doelsoorten de lengte-gewicht relaties per meetronde geplot, voor vissen uit zowel het IJssel- als Markermeer. Hierbij zijn tevens lijnen geplot voor de normale conditie (groen) en voor de kritieke grens (= conditie factor van 0,8, in rood). Deze kritieke grens is gebaseerd op expert judgement. Uitschieters met conditie factor <0,5 en >1,5 zijn buiten beschouwing gelaten.

Baars

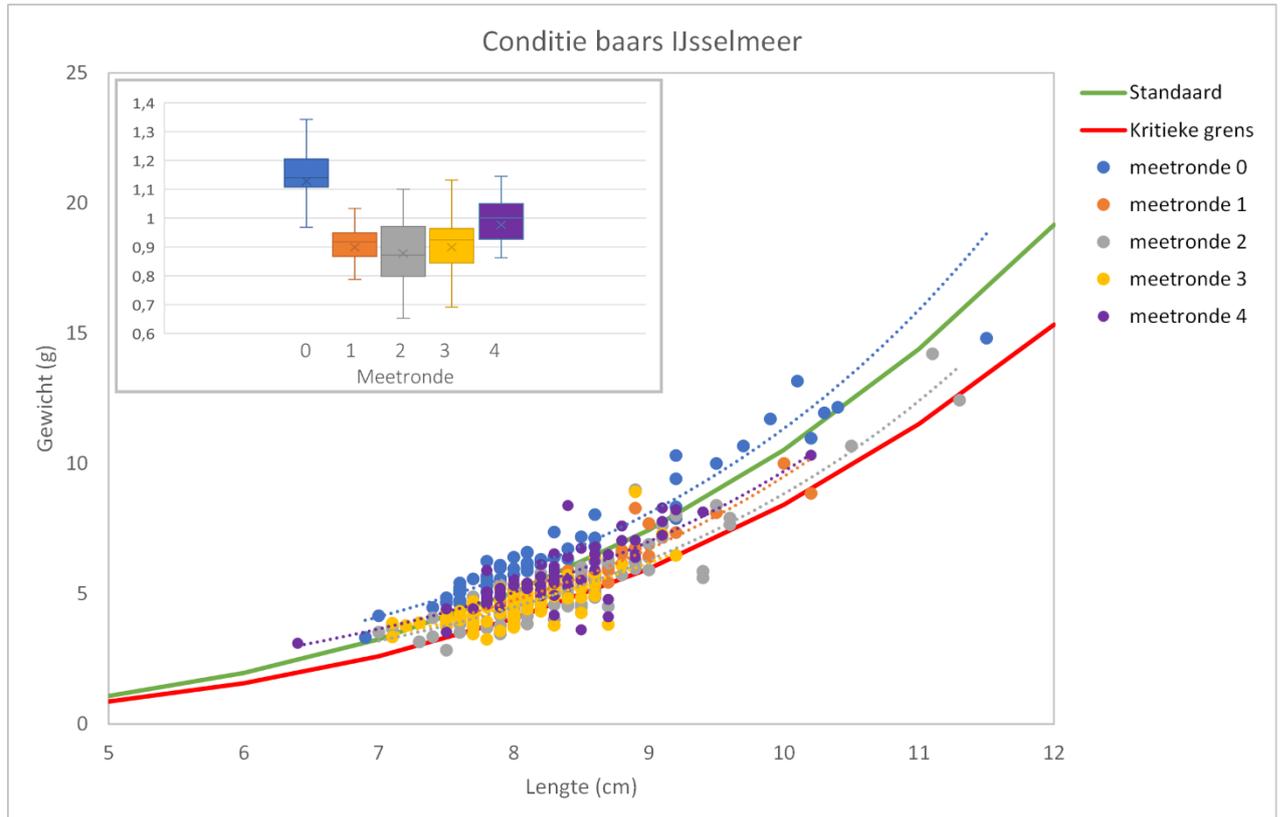
Bij de onderzochte exemplaren van baars in het IJsselmeer (resultaten van open water en haven samen, onderscheid open water en haven in tabel 8) is gemiddeld de beste conditie waargenomen tijdens meetronde 0 (gemiddelde conditie factor van 1,15). Bij de eerstvolgende meetronde is de gemiddelde conditie met 0,92 beduidend minder. In meetronde 2 ligt de conditie gemiddeld op 0,89, waarna deze in meetronde 3 (0,91) en meetronde 4 (0,99) weer wat oploopt. Mogelijk wordt de toename aan het eind van de winter/begin voorjaar veroorzaakt doordat de sterkste exemplaren over zijn gebleven, waardoor de gemiddelde conditie wat hoger uitkomt. Visuele observaties uit het veld geven aan dat baars in het IJsselmeer in zowel het open water als de havens in meetronde 2 en 3 er (erg) mager uitziet (foto 3). De tekstuele beschrijving van de conditie factor en van de onderzochte exemplaren van baars in het Markermeer volgt onderstaand. In tabel 7 is voor de onderzochte vissen op het IJsselmeer en Markermeer een samenvatting gegeven van het aantal onderzochte vissen per meetronde, de minimale, maximale en gemiddelde conditie en de standaarddeviatie van de berekende conditie factor en per meetronde.

Tabel 7 Overzicht aantallen onderzochte exemplaren van baars in het IJsselmeer en Markermeer per meetronde (open water en haven samen). Hierbij is tevens de minimale (min.), maximale (max.), gemiddelde conditie factor en standaarddeviatie (st. dev.) van alle berekende conditie factor s per meetronde weergegeven.

baars Periode	n	IJsselmeer				Markermeer				
		min.	max.	gemiddeld	st. dev.	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.
meetronde 0	63	0,89	1,34	1,15	0,09	23	0,99	1,22	1,08	0,06
meetronde 1	42	0,79	1,15	0,92	0,07					
meetronde 2	105	0,65	1,25	0,89	0,11	50	0,78	1,35	0,98	0,12
meetronde 3	96	0,57	1,24	0,91	0,10					
meetronde 4	65	0,59	1,41	0,99	0,13	48	0,66	1,21	0,98	0,13

Tijdens meetronde 0 (M=1,15; SD=0,09) verkeerden baarzen op het IJsselmeer in een betere conditie dan tijdens meetronde 1 (M=0,92; SD=0,07). De Wilcoxon toets voor onafhankelijke steekproeven laat een significant verschil zien (r=0,79; p < 0,001).

In figuur 21 is van alle onderzocht exemplaren van 0+ baars in het IJsselmeer de lengte-gewicht relatie geplote voor de meetronden 0-4. De groene lijn geeft de standaard conditie (conditie factor 1) weer en de rode lijn de kritieke grens (conditie factor 0,8). Linksboven in de hoek is per meetronde een boxplot opgenomen op basis van de berekende conditie factor en. Gegevens zijn van het open water en de havens samen.



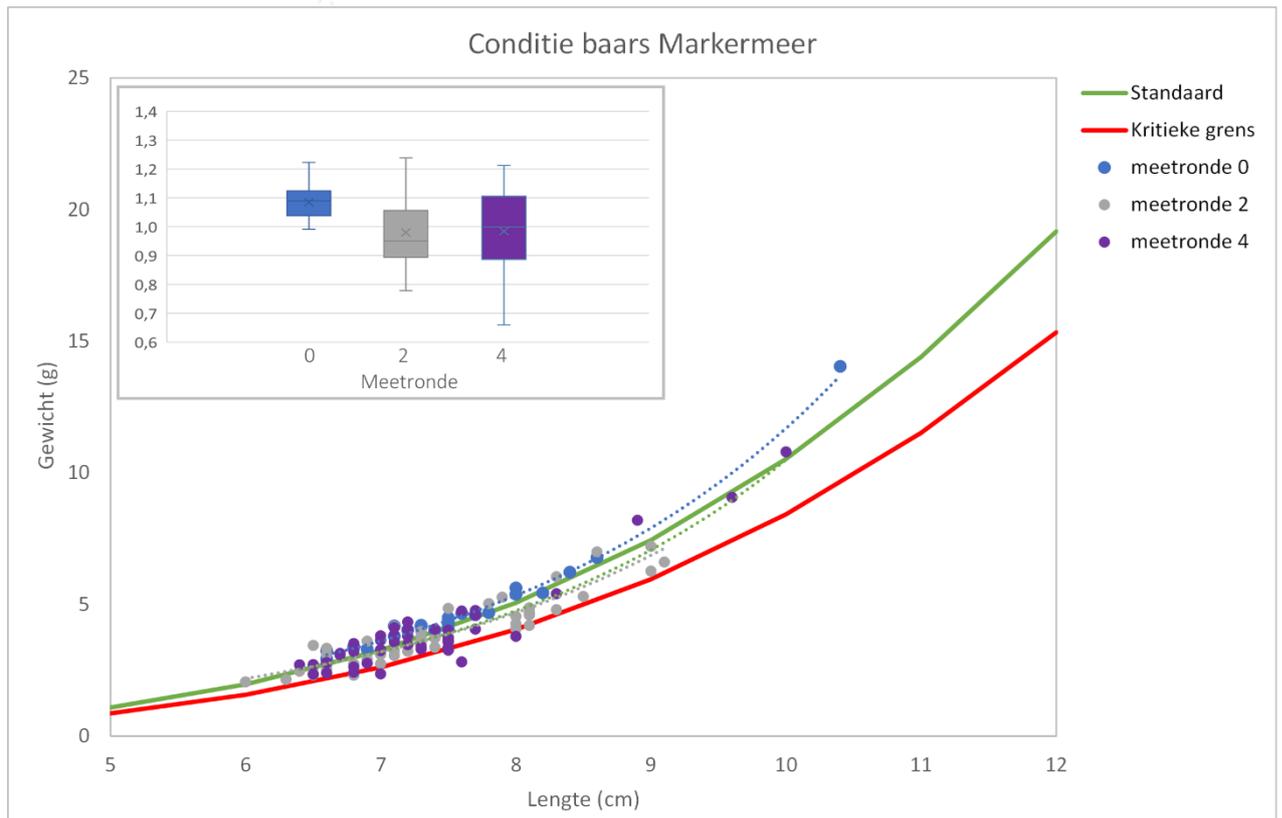
Figuur 21 Lengte-gewicht relatie van 0+ baars in het IJsselmeer tijdens meetronden 0 tot en met 4 (gegevens van open water en havens samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=63; meetronde 1 – n=42; meetronde 2 – n=105; meetronde 3 – n=96 en meetronde 4 – n=65.

Ook bij de onderzochte baars in het Markermeer (gegevens open water en haven samen) is na meetronde 0 een afname in de gemiddelde conditie te zien; van 1,08 in meetronde 0 naar 0,98 in meetronde 2. In meetronde 1 en 3 is in het Markermeer geen bemonstering uitgevoerd, waardoor er van deze meetronden geen informatie beschikbaar is. De gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren van baars is met 0,98 gelijk in meetronde 2 en 4. In figuur 22 is van alle onderzocht exemplaren van 0+ baars in het Markermeer de lengte-gewicht relatie geplote voor de meetronden 0-4.



Foto 3 Magere baarsjes in de haven van Medemblik in meetronde 2.

De conditieafname van de onderzochte baars na meetronde 0 is zichtbaar in zowel het IJsselmeer als Markermeer. Kijkend naar meetronde 0 en 2 (gegevens van meetronde 1 van het Markermeer ontbreken) is de conditieafname van de onderzochte baars in het IJsselmeer (-0,26) groter dan in het Markermeer (-0,10). Tussen meetronde 2 en 4 is bij de onderzochte baars van het IJsselmeer een toename in conditie te zien (+0,10) terwijl de conditie van de onderzochte baarzen in het Markermeer gelijk blijft. In de discussie wordt verder ingegaan op de mogelijke verklaringen voor het toe- en afnemen van de gemiddelde conditie van vis door de onderzoeksperiode heen.



Figuur 22 Lengte-gewicht relatie van 0+ baars in het Markermeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=23; meetronde 2 – n=50 en meetronde 4 – n=48.

Bij de onderzochte baars is de gemiddelde conditie van de exemplaren van het open water in iedere meetronde beter vergeleken met de exemplaren uit de havens. In zowel het open water als de haven loopt de gemiddelde conditie vanaf meetronde 3 iets op. Ook in het Markermeer is de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren in het open water beter dan die van de exemplaren in de haven. In tabel 8 is een overzicht gegeven van de gemiddelde condities in het IJssel- en Markermeer in meetronde 1 tot en met 4.

Tabel 8 Gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van baars in meetronde 1 tot en met 4 in het open water en de haven(s) van het IJssel- en Markermeer. - = geen bemonstering uitgevoerd. IJsselmeer, aantallen open water: meetronde 1 - n=18; meetronde 2 – n=50; meetronde 3 – n=75 en meetronde 4 – n=50. Aantallen haven: meetronde 1 - n=24; meetronde 2 – n=55; meetronde 3 – n=21 en meetronde 4 – n=15. Markermeer, aantallen open water: meetronde 2 – n=25 en meetronde 4 – n=24. Aantallen haven: meetronde 2 – n=25 en meetronde 4 – n=24.

Water	Deelgebied	Meetronde			
		1	2	3	4
IJsselmeer	open water	0,94	0,94	0,94	1,02
	haven	0,91	0,83	0,81	0,89
Markermeer	open water	-	1,01	-	1,06
	haven	-	0,95	-	0,92

Blankvoorn

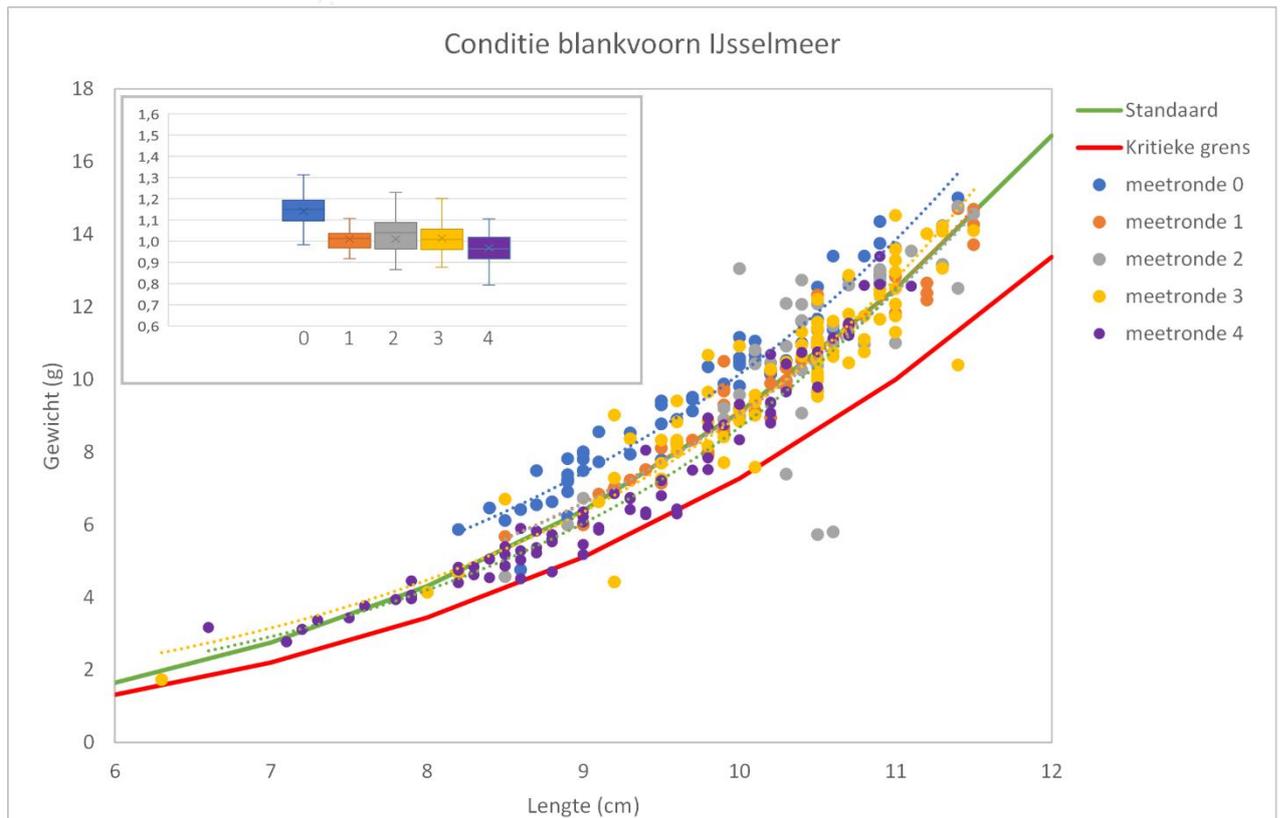
Bij de onderzochte exemplaren van blankvoorn in het IJsselmeer (resultaten van open water en haven samen, onderscheid open water en haven in tabel 10) is gemiddeld de beste conditie waargenomen tijdens meetronde 0 (conditie factor van 1,14). Bij de eerstvolgende meetronde is de gemiddelde conditie met 1,01 wat minder, maar nog wel rond de 'normale' conditie. Ook in meetronde 2 en 3 is de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren van blankvoorn 1,01. In meetronde 4 is de gemiddelde conditie iets minder (0,97). De tekstuele beschrijving van de conditie factors van blankvoorn in het Markermeer volgt onderstaand. In tabel 9 is voor de onderzochte vissen op het IJsselmeer en Markermeer een samenvatting gegeven van het aantal onderzochte vissen per meetronde, de minimale, maximale en gemiddelde conditie en de standaarddeviatie van de berekende conditie factor en per meetronde.

Tabel 9 Overzicht aantallen onderzochte exemplaren van blankvoorn in het IJsselmeer en Markermeer per meetronde (open water en haven samen). Hierbij is tevens de minimale (min.), maximale (max.), gemiddelde conditie factor en standaarddeviatie (st. dev.) van alle berekende conditie factors per meetronde weergegeven.

blankvoorn Periode	IJsselmeer					Markermeer				
	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.
meetronde 0	60	0,87	1,31	1,14	0,08	41	0,79	1,15	1,02	0,07
meetronde 1	45	0,92	1,20	1,01	0,06					
meetronde 2	43	0,53	1,44	1,01	0,16	24	0,83	1,39	1,08	0,12
meetronde 3	78	0,64	1,31	1,01	0,10					
meetronde 4	76	0,79	1,40	0,97	0,09	48	0,69	1,26	0,92	0,11

Bij blankvoorn is het verschil in conditie tussen meetronde 0 (M=1,14; SD=0,08) en meetronde 1 (M=1,01; SD=0,06) significant ($t(104)=9,1$; $p < 0,001$). Tijdens meetronde 0 was de conditie van de aangetroffen blankvoorns significant beter dan tijdens meetronde 1.

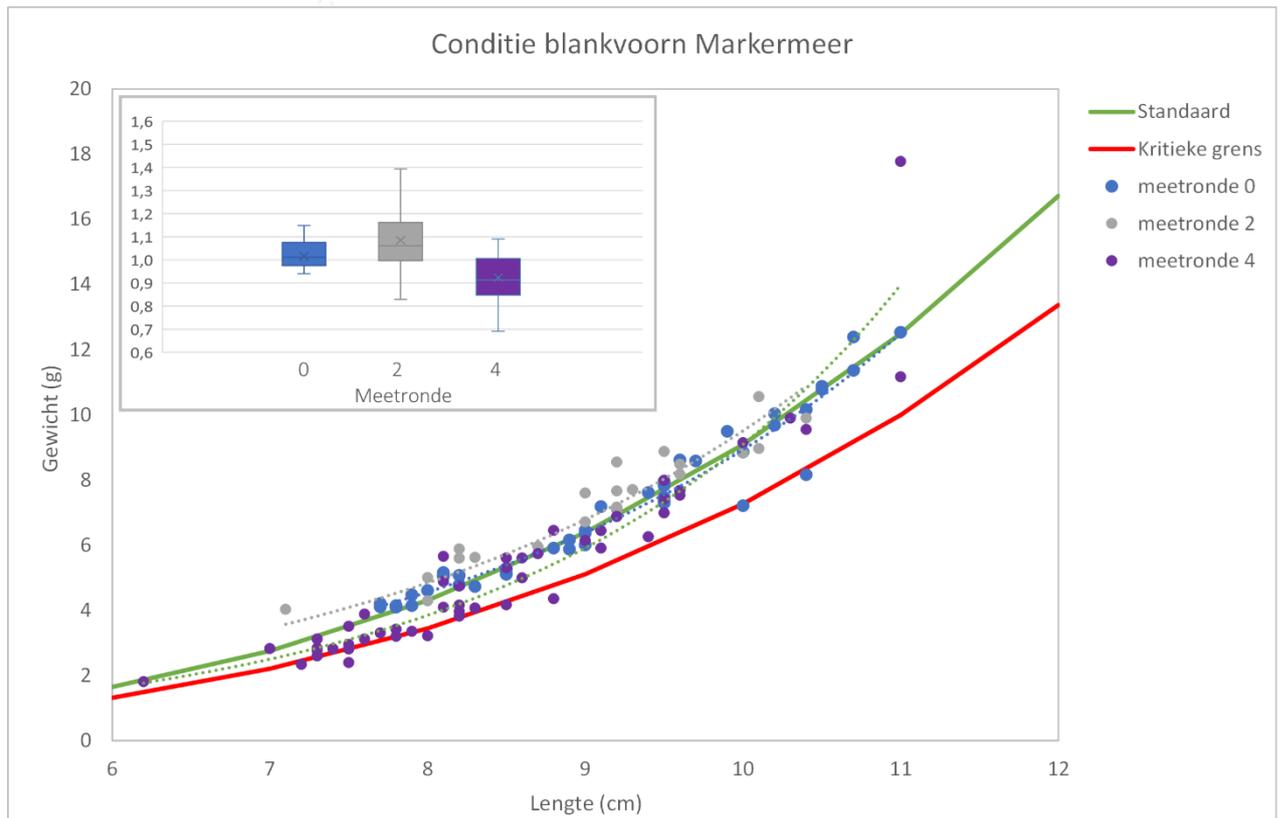
In figuur 23 is van alle onderzocht exemplaren van 0+ blankvoorn in het IJsselmeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4. De groene lijn geeft de standaard conditie (conditie factor 1) weer en de rode lijn de kritieke grens (conditie factor 0,8). Linksboven in de hoek is per meetronde een boxplot opgenomen op basis van de berekende conditie factors. Gegevens zijn van het open water en de havens samen.



Figuur 23 Lengte-gewicht relatie van 0+ blankvoorn in het IJsselmeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factors per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=60; meetronde 1 – n=45; meetronde 2 – n=43; meetronde 3 – n=78 en meetronde 4 – n=76.

Bij blankvoorn in het Markermeer (gegevens open water en haven samen) is in meetronde 0 een gemiddelde conditie factor van 1,02 (normaal) berekend. In meetronde 2 is de gemiddelde conditie factor nog water beter (1,08). In meetronde 4 is de conditie juist een stuk minder (gemiddeld 0,92). In figuur 24 is van alle 0+ blankvoorn in het Markermeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4.

In tegenstelling tot het Markermeer is de gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van blankvoorn in het IJsselmeer het hoogst in meetronde 0. Van meetronde 0 naar meetronde 2 is bij de onderzochte blankvoorn in het IJsselmeer een afname in gemiddelde conditie te zien (-0,13), terwijl in het Markermeer een toename is te zien (+0,06). In meetronde 4 is de gemiddelde conditie van blankvoorn in het IJsselmeer net onder 'normaal' (0,97, -0,03 ten opzichte van meetronde 3), in het Markermeer is tussen meetronde 2 en 4 een grotere afname in conditie te zien (-0,16).



Figuur 24 Lengte-gewicht relatie van 0+ blankvoorn in het Markermeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor *s* per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=41; meetronde 2 – n=24 en meetronde 4 – n=48.

Bij blankvoorn is de gemiddelde conditie van de exemplaren van het open water in meetronden 2 tot en met 4 beter vergeleken met de exemplaren uit de havens. In meetronde 4 is het verschil minimaal. In het Markermeer is alleen voor meetronde 4 een vergelijking tussen de gemiddelde conditie te maken. Deze is in het open water beter dan in de haven. In tabel 10 is een overzicht gegeven van de gemiddelde condities in het IJssel- en Markermeer in meetronde 1 tot en met 4.

Tabel 10 Gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van blankvoorn in meetronde 1 tot en met 4 in het open water en de haven(s) van het IJssel- en Markermeer. - = geen bemonstering uitgevoerd; lege cellen = geen exemplaren in dit deelgebied gevangen/onderzocht. IJsselmeer, aantallen open water: meetronde 1 - n=45; meetronde 2 - n=41; meetronde 3 - n=59 en meetronde 4 - n=48. Aantallen haven: meetronde 1 - n=0; meetronde 2 - n=2; meetronde 3 - n=19 en meetronde 4 - n=28. Markermeer, aantallen open water: meetronde 2 - n=24 en meetronde 4 - n=24. Aantallen haven: meetronde 2 - n=0 en meetronde 4 - n=24.

Water	Deelgebied	Meetronde			
		1	2	3	4
IJsselmeer	open water	1,01	1,00	1,02	0,97
	haven		0,96	0,95	0,96
Markermeer	open water	-	1,08	-	1,02
	haven	-		-	0,85

Brasem

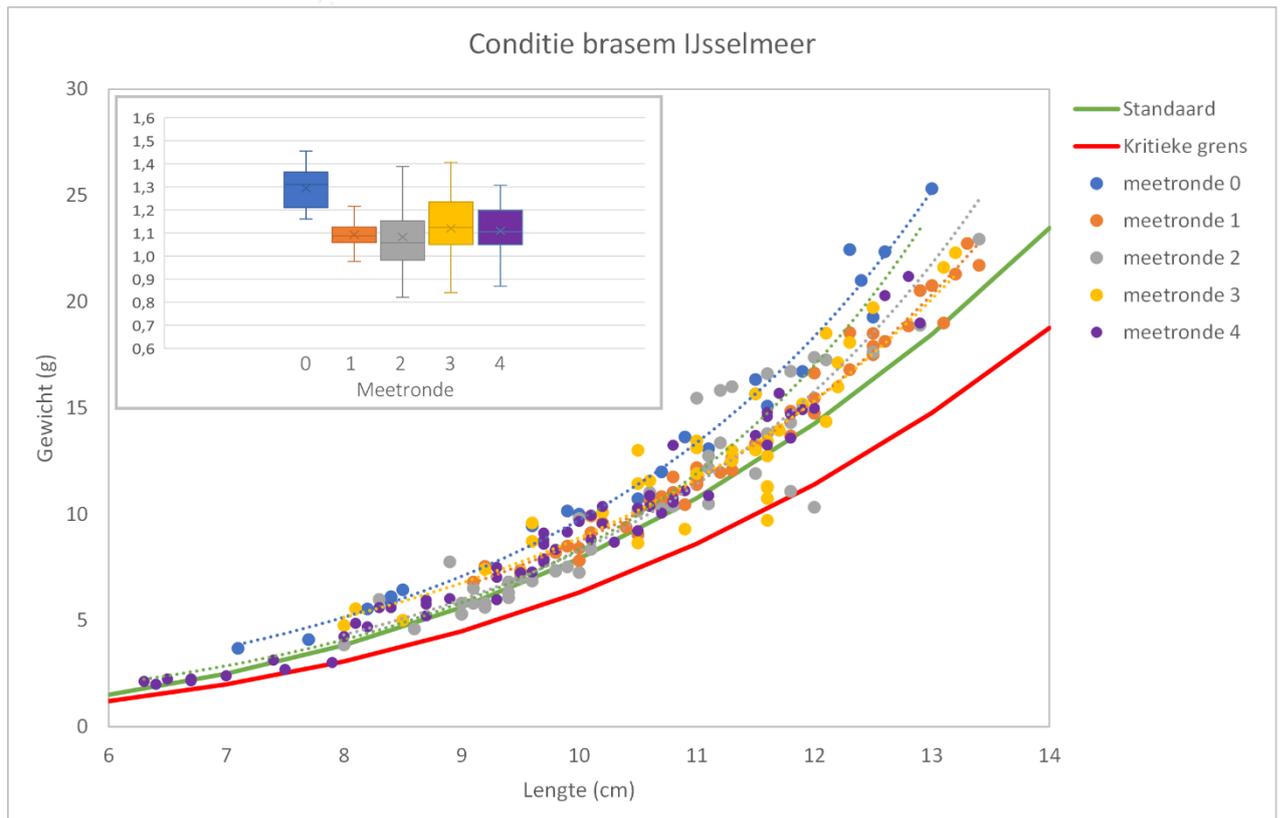
Bij brasem in het IJsselmeer (resultaten van open water en haven samen, onderscheid open water en haven samen in tabel 12) is gemiddeld de beste conditie waargenomen tijdens meetronde 0 (conditie factor van 1,29). Deze conditie factor geeft een bovengemiddeld goede conditie van brasem in deze meetronde weer. In meetronde 1 en 2 is de gemiddelde conditie minder, respectievelijk 1,09 en 1,08, maar nog steeds boven de 'normale' grens. In meetronde 3 en 4 is de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren nog wat beter, respectievelijk 1,12 en 1,11. In tabel 11 is voor de onderzochte vissen op het IJsselmeer en Markermeer een samenvatting gegeven van het aantal onderzochte vissen per meetronde, de minimale, maximale en gemiddelde conditie en de standaarddeviatie van de berekende conditie factor en per meetronde.

Tabel 11 Overzicht aantallen onderzochte exemplaren van brasem in het IJsselmeer en Markermeer per meetronde (open water en haven samen). Hierbij is tevens de minimale (min.), maximale (max.), gemiddelde conditie factor en standaarddeviatie (st. dev.) van alle berekende conditie factor s per meetronde weergegeven.

brasem Periode	IJsselmeer					Markermeer				
	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.
meetronde 0	22	1,16	1,45	1,29	0,08	73	0,92	1,34	1,16	0,08
meetronde 1	48	0,98	1,25	1,09	0,06					
meetronde 2	50	0,72	1,44	1,08	0,15	1	1,13	1,13	1,13	-
meetronde 3	36	0,76	1,41	1,12	0,16					
meetronde 4	58	0,82	1,31	1,11	0,10	22	0,91	1,27	1,08	0,08

Brasem heeft in meetronde 0 (M=1,29; SD=0,08) een significant betere conditie ($t(68)=11,7$; $p<0,001$) dan in meetronde 1 (M=1,09; SD=0,06).

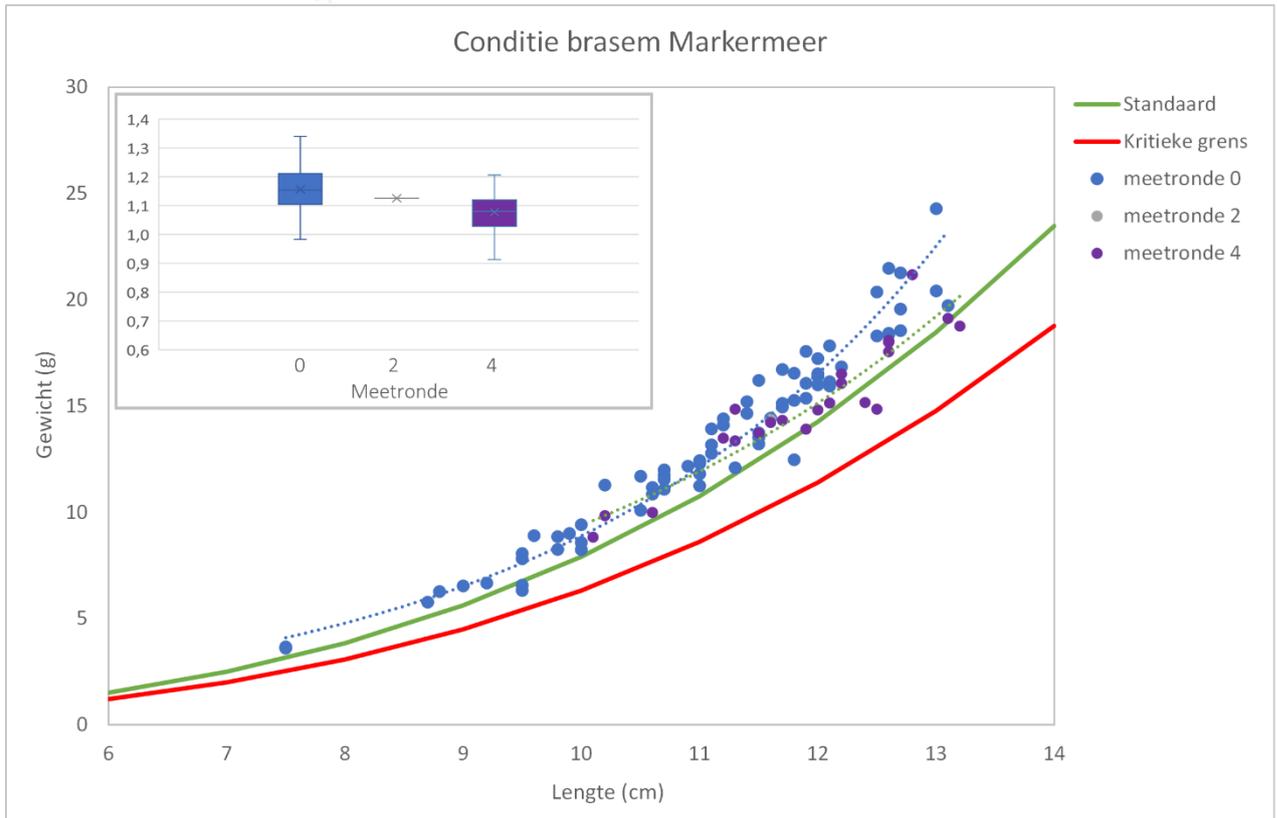
In figuur 25 is van 0+ brasem in het IJsselmeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4. De groene lijn geeft de standaard conditie (conditie factor 1) weer en de rode lijn de kritieke grens (conditie factor 0,8). Linksboven in de hoek is per meetronde een boxplot opgenomen op basis van de berekende conditie factor s. Gegevens zijn van het open water en de havens samen.



Figuur 25 Lengte-gewicht relatie van 0+ brasem in het IJsselmeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – $n=22$; meetronde 1 – $n=48$; meetronde 2 – $n=50$; meetronde 3 – $n=36$ en meetronde 4 – $n=58$.

Ook bij de onderzochte exemplaren van brasem in het Markermeer (gegevens open water en haven samen) is de gemiddelde conditie in meetronde 0 het best (1,16). In meetronde 2 is slechts één exemplaar van brasem onderzocht (conditie factor 1,13). In meetronde 4 bedroeg de gemiddelde conditie 1,08, wat nog ruim boven de normale grens is. In figuur 26 is van alle 0+ brasem in het Markermeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4.

De conditie factor en van brasem zijn gemiddeld het hoogst in meetronde 0 in zowel het IJssel- als Markermeer. Tussen meetronde 0 en 2 is in het IJsselmeer een conditieafname van $-0,21$ te zien, bij de onderzochte brasem ($n=1$). In het Markermeer is de conditie $-0,03$ in meetronde 2 ten opzichte van meetronde 0. De conditie van de onderzochte brasems is in meetronde 4 vergelijkbaar voor het IJssel- en Markermeer, met respectievelijk gemiddeld 1,11 en 1,08.



Figuur 26 Lengte-gewicht relatie van 0+ brasem in het Markermeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=73; meetronde 2 – n=1 en meetronde 4 – n=22.

Bij brasem in het IJsselmeer is de gemiddelde conditie van de exemplaren van het open water in meetronde 2 en 4 beter vergeleken met de exemplaren uit de havens in deze meetronden (in meetronde 1 en 3 zijn geen exemplaren van brasem in de havens aangetroffen). In zowel het open water als de haven loopt de gemiddelde conditie vanaf meetronde 2 iets op (haven in meetronde 3 onbekend). In het Markermeer zijn geen exemplaren van brasem in de haven aangetroffen, waardoor geen vergelijking is te maken. In tabel 12 is een overzicht gegeven van de gemiddelde condities in het IJssel- en Markermeer in meetronde 1 tot en met 4.

Tabel 12 Gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van brasem in meetronde 1 tot en met 4 in het open water en de haven(s) van het IJssel- en Markermeer. - = geen bemonstering uitgevoerd; lege cellen = geen exemplaren in dit deelgebied gevangen/onderzocht. IJsselmeer, aantallen open water: meetronde 1 - n=48; meetronde 2 – n=48; meetronde 3 – n=36 en meetronde 4 – n=43. Aantallen haven: meetronde 1 - n=0; meetronde 2 – n=2; meetronde 3 – n=0 en meetronde 4 – n=15. Markermeer, aantallen open water: meetronde 2 – n=1 en meetronde 4 – n=22. Aantallen haven: meetronde 2 – n=0 en meetronde 4 – n=0.

Water	Deelgebied	Meetronde			
		1	2	3	4
IJsselmeer	open water	1,09	1,09	1,12	1,12
	haven	-	0,98	-	1,03
Markermeer	open water	-	1,13	-	1,08
	haven	-	-	-	-

Pos

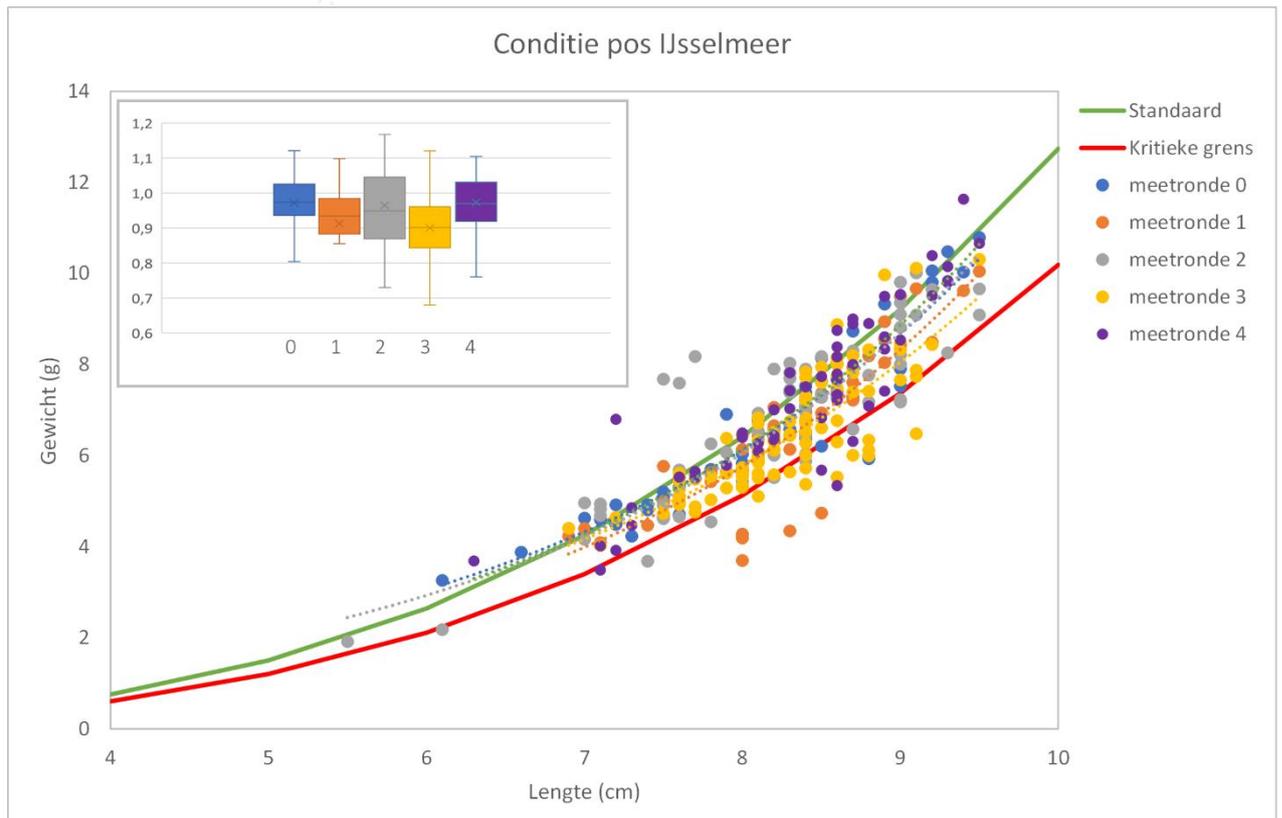
Bij pos in het IJsselmeer (resultaten van open water en haven samen, onderscheid open water en haven samen in tabel 14) varieert de gemiddelde conditie tussen de meetronden. In meetronde 0, 2 en 4 bedraagt de gemiddelde conditie 0,97 (normale conditie). De gemiddelde conditie in meetronde 1 en 3 is wat minder, met respectievelijk 0,91 en 0,90. De tekstuele beschrijving van de conditie factor en van pos in het Markermeer volgt onderstaand. In tabel 13 is voor het IJsselmeer en Markermeer een samenvatting gegeven van het aantal onderzochte vissen per meetronde, de minimale, maximale en gemiddelde conditie, en de standaarddeviatie van de berekende conditie factor en per meetronde.

Tabel 13 Overzicht aantallen onderzochte exemplaren van pos in het IJsselmeer en Markermeer per meetronde (open water en haven samen). Hierbij is tevens de minimale (min.), maximale (max.), gemiddelde conditie factor en standaarddeviatie (st. dev.) van alle berekende conditie factor s per meetronde weergegeven.

pos Periode	IJsselmeer					Markermeer				
	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.
meetronde 0	42	0,69	1,17	0,97	0,09	49	0,69	1,45	0,95	0,10
meetronde 1	45	0,58	1,10	0,91	0,12					
meetronde 2	65	0,73	1,46	0,97	0,15	31	0,85	1,28	1,03	0,09
meetronde 3	91	0,68	1,12	0,90	0,09					
meetronde 4	52	0,67	1,47	0,97	0,12	14	0,87	1,17	0,99	0,08

Pos heeft in meetronde 0 (M=0,97; SD=0,09) een significant betere conditie ($r=0,28$; $p=0,009$) dan in meetronde 1 (M=0,91; SD=0,12).

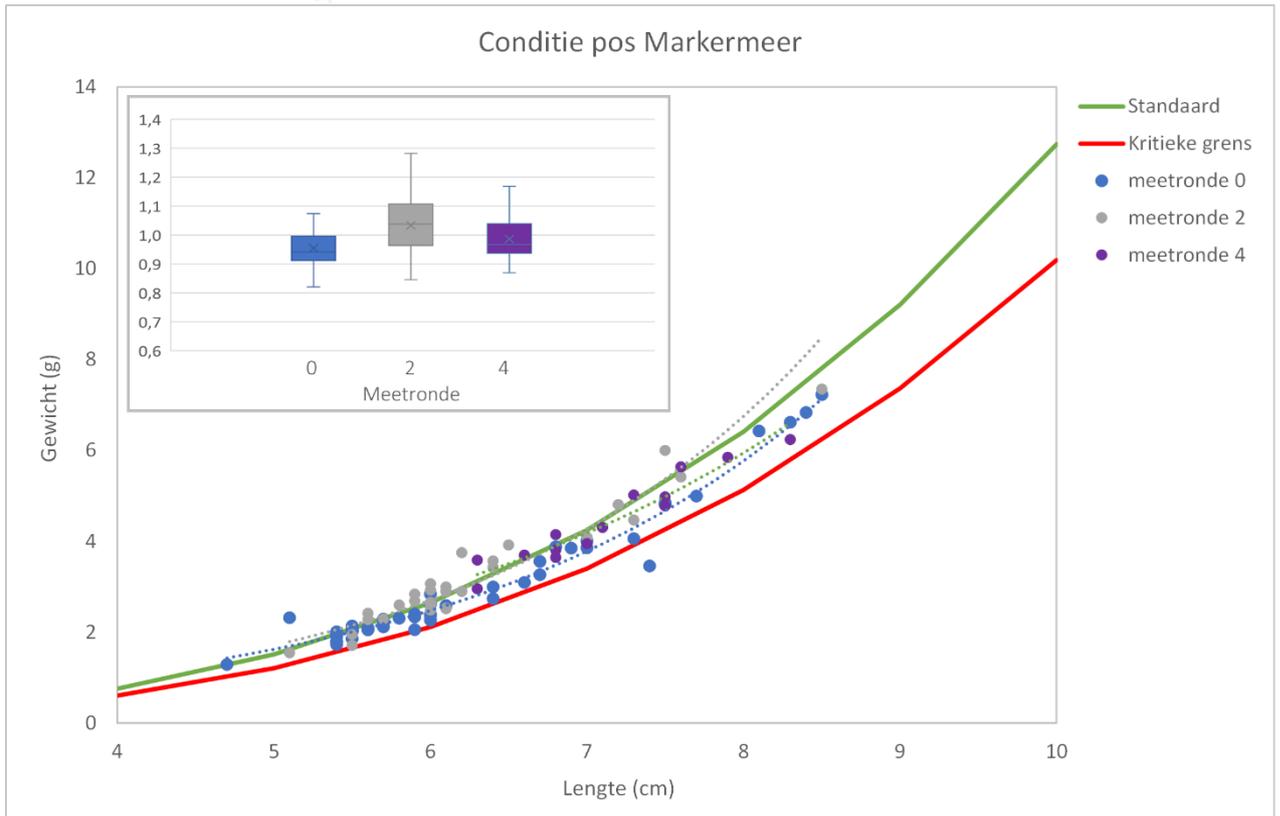
In figuur 27 is van alle onderzocht exemplaren van 0+ pos in het IJsselmeer de lengte-gewicht relatie geplote voor de meetronden 0-4. De groene lijn geeft de standaard conditie (conditie factor 1) weer en de rode lijn de kritieke grens (conditie factor 0,8). Linksboven in de hoek is per meetronde een boxplot opgenomen op basis van de berekende conditie factor s. Gegevens zijn van het open water en de havens samen.



Figuur 27 Lengte-gewicht relatie van 0+ pos in het IJsselmeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – $n=42$; meetronde 1 – $n=45$; meetronde 2 – $n=65$; meetronde 3 – $n=91$ en meetronde 4 – $n=52$.

De gemiddelde conditie van pos in het Markermeer bedraagt in meetronde 0 0,95, dicht bij de normale conditie. In meetronde 2 is de conditie wat beter (1,03) en in meetronde 4 weer iets minder (0,99). De gemiddelde conditie van pos in het Markermeer ligt in de drie onderzochte meetronden steeds rond de normale conditie van 1. In figuur 28 is van alle exemplaren van 0+ pos in het Markermeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4.

Het verloop van de gemiddelde condities van pos tussen de meetronden is verschillend tussen het IJsselmeer en het Markermeer. In het IJsselmeer verschilt de gemiddelde conditie van 0,97 tot 0,90 en wisselen betere en mindere gemiddelde condities per meetronde af. Hierbij valt op dat de gemiddelde conditie in meetronde 0 relatief laag is vergeleken met de gemiddelde condities van de overige onderzochte soorten in meetronde 0 (allen ruim boven de normale conditie factor van 1). Ook in het Markermeer is de gemiddelde conditie van pos in meetronde 0 relatief minder (0,95) vergeleken met de overige doelsoorten. In de overige meetronden blijft de gemiddelde conditie echter wel rond de normale waarde.



Figuur 28 Lengte-gewicht relatie van 0+ pos in het Markermeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en havens samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor *s* per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=49; meetronde 2 – n=31 en meetronde 4 – n=14.

Bij de onderzochte pos is de gemiddelde conditie van de exemplaren van het open water in meetronde 2 tot en met 4 beter vergeleken met de exemplaren uit de havens. Hierbij is in het open water variatie in de gemiddelde condities tussen de meetronden te zien, terwijl de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren in de haven stabiel is. In het Markermeer is alleen een vergelijking van de gemiddelde conditie te maken voor meetronde 2; hier is net als in het IJsselmeer de conditie van de onderzochte pos uit het open water hoger dan van de exemplaren in de haven. In tabel 14 is een overzicht gegeven van de gemiddelde condities in het IJssel- en Markermeer in meetronde 1 tot en met 4.

Tabel 14 Gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van pos in meetronde 1 tot en met 4 in het open water en de haven(s) van het IJssel- en Markermeer. - = geen bemonstering uitgevoerd; lege cellen = geen exemplaren in dit deelgebied gevangen/onderzocht. IJsselmeer, aantallen open water: meetronde 1 - n=45; meetronde 2 – n=48; meetronde 3 – n=63 en meetronde 4 – n=42. Aantallen haven: meetronde 1 - n=0; meetronde 2 – n=17; meetronde 3 – n=28 en meetronde 4 – n=10. Markermeer, aantallen open water: meetronde 2 – n=24 en meetronde 4 – n=14. Aantallen haven: meetronde 2 – n=7 en meetronde 4 – n=0.

Water	Deelgebied	Meetronde			
		1	2	3	4
IJsselmeer	open water	0,90	0,99	0,90	0,99
	haven	-	0,88	0,89	0,91
Markermeer	open water	-	1,05	-	0,94
	haven	-	0,96	-	-

Snoekbaars

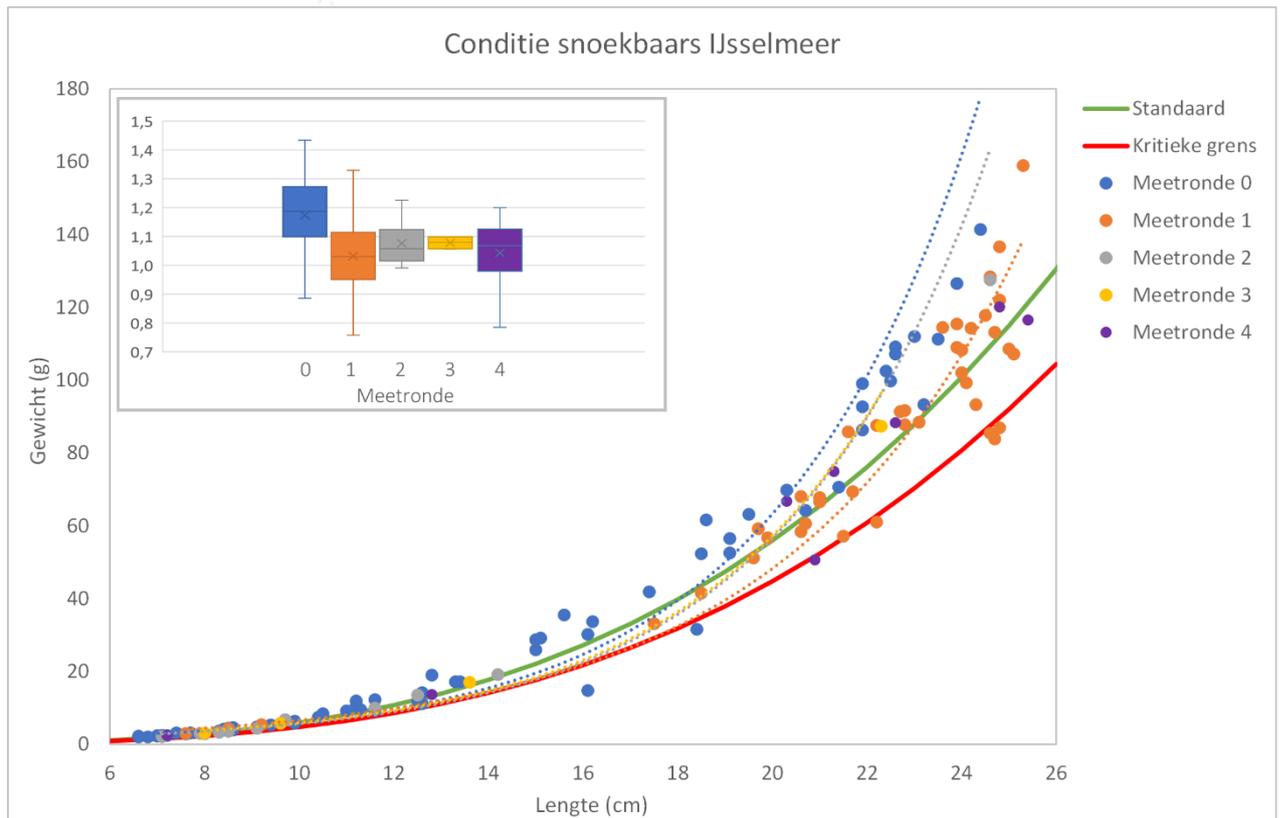
Bij de onderzochte exemplaren van snoekbaars in het IJsselmeer (resultaten van open water en haven samen, onderscheid open water en haven in tabel 16) is gemiddeld de beste conditie waargenomen tijdens meetronde 0 (conditie factor van 1,17, ruim boven de normale conditie van 1). Bij de volgende meetronden is de gemiddelde conditie een stuk minder, en varieert licht tussen 1,03 in meetronde 1 en 1,08 in meetronden 2 en 3. In de laatste twee meetronden zijn relatief weinig exemplaren van snoekbaars onderzocht waardoor de gegevens minder betrouwbaar zijn. De tekstuele beschrijving van de conditie factor en van snoekbaars in het Markermeer volgt onderstaand. In tabel 15 is voor de onderzochte vissen op het IJsselmeer en Markermeer een samenvatting gegeven van het aantal onderzochte vissen per meetronde, de minimale, maximale en gemiddelde conditie en de standaarddeviatie van de berekende conditie factor en per meetronde.

Tabel 15 Overzicht aantallen onderzochte exemplaren van snoekbaars in het IJsselmeer en Markermeer per meetronde (open water en haven samen). Hierbij is tevens de minimale (min.), maximale (max.), gemiddelde conditie factor en standaarddeviatie (st. dev.) van alle berekende conditie factor s per meetronde weergegeven.

snoekbaars Periode	IJsselmeer					Markermeer				
	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.	n	min.	max.	gemiddeld	st. dev.
meetronde 0	67	0,53	1,43	1,17	0,15	32	0,76	1,44	1,10	0,11
meetrondd 1	41	0,76	1,33	1,03	0,14					
meetronde 2	10	0,99	1,23	1,08	0,08	1	1,06	1,06	1,06	-
meetronde 3	4	1,06	1,10	1,08	0,02					
meetronde 4	8	0,79	1,20	1,04	0,13	23	0,88	1,08	0,98	0,04

Snoekbaars heeft in meetronde 0 ($M=1,17$; $SD=0,15$) een significant betere conditie ($t(106)=4,8$; $p<0,001$) dan in meetronde 1 ($M=1,03$; $SD=0,14$).

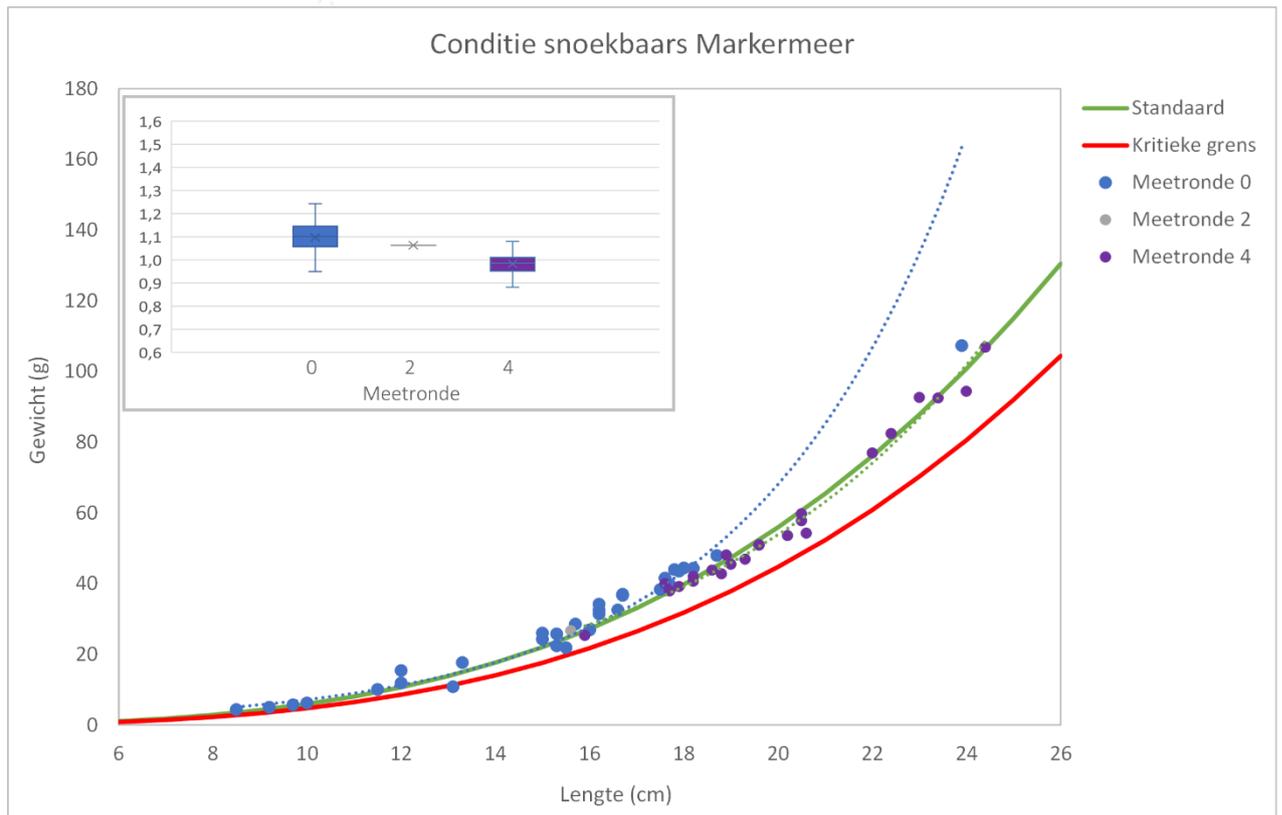
In figuur 29 is van 0+ snoekbaars in het IJsselmeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4. De groene lijn geeft de standaard conditie (conditie factor 1) weer en de rode lijn de kritieke grens (conditie factor 0,8). Linksboven in de hoek is per meetronde een boxplot opgenomen op basis van de berekende conditie factor s. Gegevens zijn van het open water en de havens samen.



Figuur 29 Lengte-gewicht relatie van 0+ snoekbaars in het IJsselmeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=67; meetronde 1 – n=41; meetronde 2 – n=10; meetronde 3 – n=4 en meetronde 4 – n=8.

Bij snoekbaars in het Markermeer (gegevens open water en haven samen) bedraagt de gemiddelde conditie in meetronde 0 1,10 (ruim boven de normale grens). In meetronde 2 is slechts één exemplaar van snoekbaars onderzocht, met een conditie van 1,06. In meetronde 4 zijn wat meer exemplaren van snoekbaars onderzocht (n=23) met een gemiddelde conditie van 0,98 (rond de normale factor van 1). In figuur 30 is van alle onderzocht exemplaren van 0+ snoekbaars in het Markermeer de lengte-gewicht relatie geplot voor de meetronden 0-4.

In zowel het IJssel- als Markermeer is de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren van snoekbaars het best in meetronde 0. Van meetronde 0 naar meetronde 2 neemt de gemiddelde conditie bij de onderzochte exemplaren in het IJsselmeer af (-0,14) en in het Markermeer –0,04 (echter wel op basis van slechts één onderzocht exemplaar). De gemiddelde conditie van de onderzochte snoekbaars in meetronde 4 is in het IJssel- en Markermeer vergelijkbaar en rond de normale waarde van 1 (respectievelijk 1,04 en 0,98).



Figuur 30 Lengte-gewicht relatie van 0+ snoekbaars in het Markermeer tijdens de verschillende meetronden (gegevens van open water en haven samen). De groene lijn geeft het standaardgewicht per centimeterklasse weer, de rode lijn de kritieke grens (conditie factor van 0,8). Linksboven: boxplots op basis van de berekende conditie factor s per meetronde. Gegevens op basis van de volgende aantallen: meetronde 0 – n=32; meetronde 2 – n=1 en meetronde 4 – n=23.

Bij de onderzochte snoekbaars is de gemiddelde conditie van de exemplaren van het open water in meetronde 2 beter vergeleken met de exemplaren uit de havens. In meetronde 1 en 4 is de gemiddelde conditie van de onderzochte exemplaren in de havens juist beter dan van de exemplaren van het open water. Bij de onderzochte exemplaren uit de havens is relatief veel variatie tussen de gemiddelde conditie factor en per meetronde te zien. In het Markermeer zijn geen exemplaren van snoekbaars in de haven aangetroffen, waardoor geen vergelijking is te maken. In tabel 16 is een overzicht gegeven van de gemiddelde condities in het IJssel- en Markermeer in meetronde 1 tot en met 4.

Tabel 16 Gemiddelde conditie factor van de onderzochte exemplaren van snoekbaars in meetronde 1 tot en met 4 in het open water en de haven(s) van het IJssel- en Markermeer. - = geen bemonstering uitgevoerd; lege cellen = geen exemplaren in dit deelgebied gevangen/onderzocht. IJsselmeer, aantallen open water: meetronde 1 - n=37; meetronde 2 – n=6; meetronde 3 – n=4 en meetronde 4 – n=7. Aantallen haven: meetronde 1 - n=4; meetronde 2 – n=4; meetronde 3 – n=0 en meetronde 4 – n=1. Markermeer, aantallen open water: meetronde 2 – n=1 en meetronde 4 – n=23. Aantallen haven: meetronde 2 – n=0 en meetronde 4 – n=0.

Water	Deelgebied	Meetronde			
		1	2	3	4
IJsselmeer	open water	1,02	1,09	1,08	1,03
	haven	1,18	1,05	-	1,20
Markermeer	open water	-	1,06	-	0,99
	haven	-	-	-	-

3.3.2 VOEDING

In het IJsselmeer en Markermeer zijn in iedere meetronde verschillende exemplaren van de doelsoorten baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars verzameld voor maaginhoud analyse. Hierbij is per vis in eerste instantie gekeken of er maagvulling aanwezig is of niet. Indien maagvulling aanwezig was is geprobeerd de inhoud te definiëren en waar mogelijk op soort te brengen.

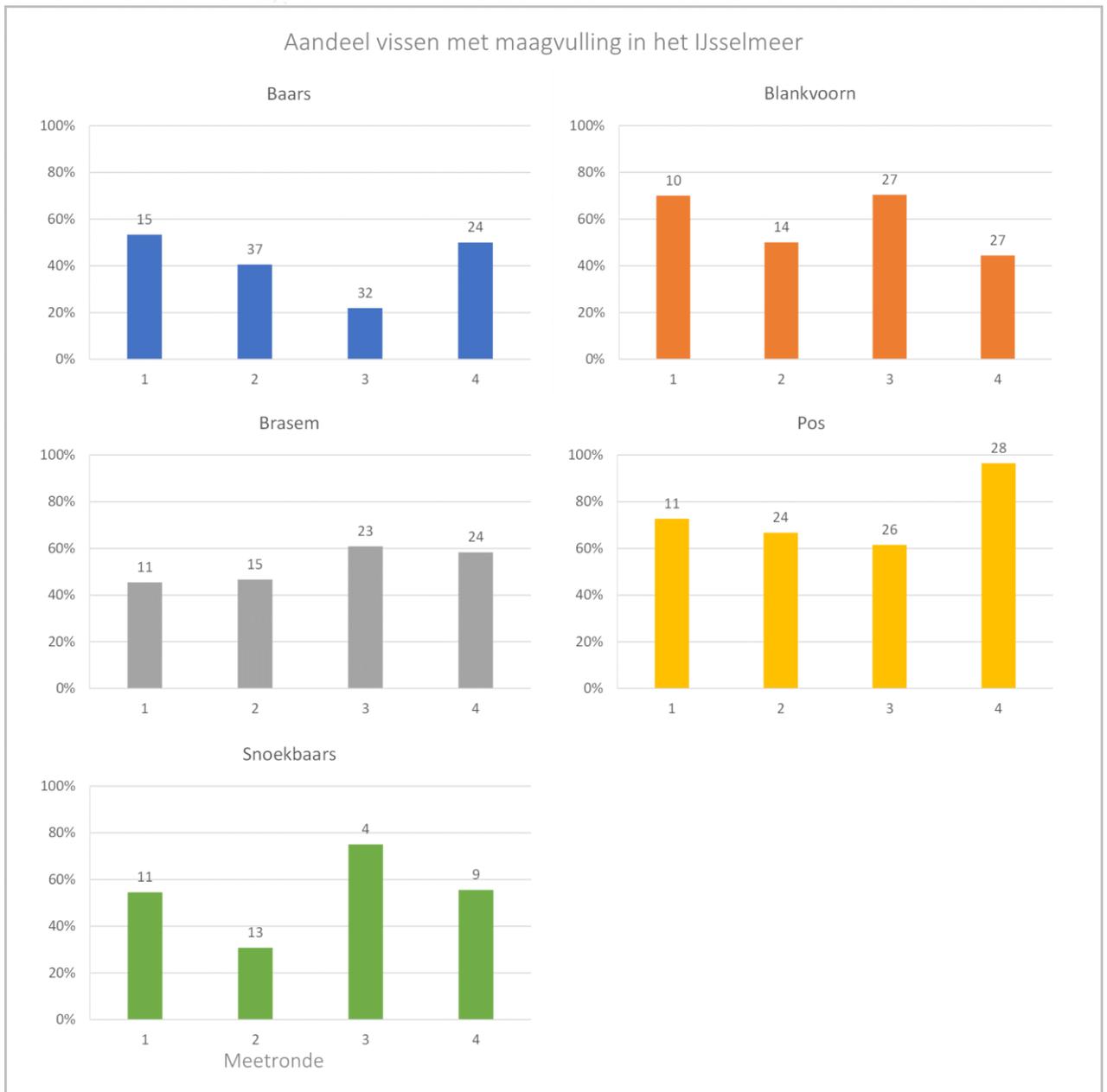
Wel of geen maagvulling

IJsselmeer - Per vis is gekeken of er wel of geen maagvulling aanwezig was. In totaal zijn er in het IJsselmeer 378 vissen onderzocht (alle soorten, open water en haven samen), waarvan er in 211 vissen maaginhoud is aangetroffen. In figuur 31 is per doelsoort het aandeel van de vissen met maagvulling per meetronde weergegeven in het IJsselmeer (open water en haven samen). Als bijvoorbeeld tien vissen zijn onderzocht waarvan er vijf exemplaren met maagvulling zijn aangetroffen, is het aandeel 50%. Getallen boven de staven in de figuur geven het aantal onderzochte exemplaren per meetronde weer (dus vissen met en zonder maagvulling samen). In bijlage 6 is per doelsoort het aandeel vissen met maaginhoud weergegeven voor het open water en de havens apart.

Bij de onderzochte exemplaren van baars is van meetronde 1 naar meetronde 3 een afname in het aandeel exemplaren met maagvulling te zien (van 53 naar 22%). In meetronde vier had 50% van de onderzochte baarzen maagvulling.

Ook bij pos is het beeld van een teruglopend aandeel vissen met maagvulling te zien tussen meetronde 1 en 3. Bij pos is het aandeel vissen met maagvulling echter hoger dan bij baars; 73% in meetronde 1 en nog 62% in meetronde 3. In meetronde 4 had 96% van de onderzochte exemplaren van pos maagvulling. Bij brasem is het aandeel vissen met maagvulling in meetronde 1 (45%) en 2 (47%) vergelijkbaar en neemt toe in meetronde 3 (61%) en blijft redelijk gelijk in meetronde 4 (58%).

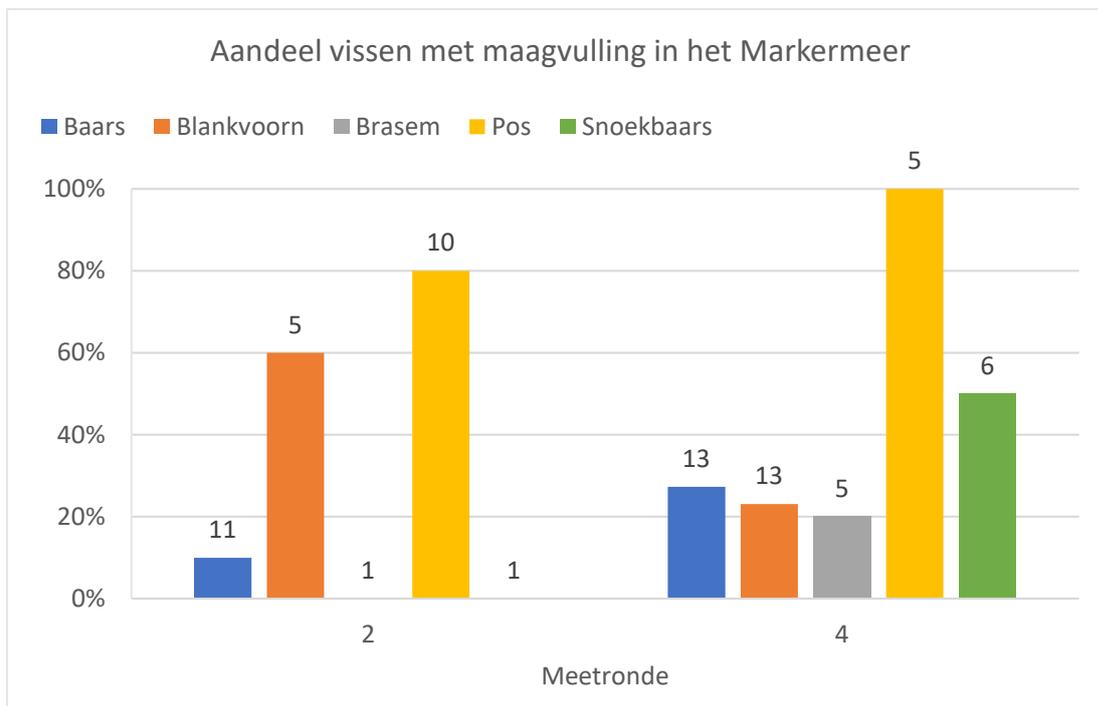
Bij blankvoorn en snoekbaars is per meetronde een wisselend beeld te zien in het aandeel vissen met maaginhoud. Bij de onderzochte blankvoorns heeft 70% maagvulling in meetronde 1 en 3 en respectievelijk 50% en 44% in meetronde 2 en meetronde 4. Bij de onderzochte exemplaren van snoekbaars varieert het aandeel met maagvulling van 55% in meetronde 1, 31% in meetronde 2, 75% in meetronde 3 en 56% in meetronde 4. In meetronde 3 zijn echter maar vier exemplaren van snoekbaars onderzocht.



Figuur 31 Aandeel van de onderzochte vissen met maagvulling in het IJsselmeer, verdeeld over de verschillende meetronden en doelsoorten (open water en haven samen). Van de onderzochte vissen is per soort het aandeel met maaginhoud weergegeven. Getallen boven de staven geven het totaal aantal onderzochte vissen per soort per meetronde weer (met en zonder maagvulling).

Markermeer – in het Markermeer zijn in totaal 67 vissen onderzocht (alle doelsoorten, open water en haven bij elkaar) waarvan er in 27 exemplaren maaginhoud is aangetroffen. In figuur 32 is per doelsoort het aandeel van de vissen met maagvulling per meetronde weergegeven. Getallen boven de staven in de figuur geven het aantal onderzochte exemplaren per meetronde weer (dus vissen met en zonder maagvulling samen). In het Markermeer is alleen in meetronde 2 en 4 onderzoek uitgevoerd, waardoor er geen gegevens zijn van meetronde 1 en 3.

Per meetronde zijn er in het Markermeer veelal minder vissen onderzocht dan in het IJsselmeer, door beperkte vangst. In meetronde 2 is van brasem en snoekbaars zelf maar een enkel exemplaar onderzocht. Bij baars bedraagt het aandeel vissen met maagvulling in meetronde 2 10% en in meetronde 4 27%. Het aandeel baarzen met maagvulling in het Markermeer is daarmee relatief laag vergeleken met het aandeel vissen met maaginhoud in het IJsselmeer (41% in meetronde 2 en 50% in meetronde 4). Bij de onderzochte exemplaren van blankvoorn had in meetronde 2 60% maagvulling en in meetronde 4 23%. Bij pos lag het aandeel in meetronde 2 op 80% maagvulling en in meetronde 4 is dit 100% (vijf exemplaren onderzocht). Ook in het IJsselmeer had in elke meetronde een relatief groot deel van de onderzochte possen maaginhoud.



Figuur 32 Aandeel van de onderzochte vissen met maagvulling in het Markermeer, verdeeld over de verschillende meetronden (open water en haven samen). Van de onderzochte vissen is per soort het aandeel met maaginhoud weergegeven. Getallen boven de staven geven het totaal aantal onderzochte vissen per soort per meetronde weer (met en zonder maagvulling).

Samenstelling maaginhoud

Bij de vissen waar maagvulling is aangetroffen is in meer detail gekeken naar de maaginhoud. Hierin zijn verschillende categorieën onderscheiden:

- Benthivoor - bodemmateriaal (vaak niet in detail te determineren).
- Benthivoor + mossel – bodemmateriaal en restanten van mosselen.
- Piscivoor - (restanten van) vis.
- Zoöplankton (Daphnia) – watervlooien.
- Planktivoor - (restanten van) insecten en macrofauna.
- Macrofauna (mossel) - (restanten van) mosselen.
- Ondefinieerbaar - de maaginhoud was niet nader te determineren.

Van iedere onderzochte vis met maaginhoud is de maagvulling ingedeeld in een van bovengenoemde categorieën en nooit in meerdere categorieën. Als in een vis verschillende typen voedsel zijn aangetroffen, is hier een aparte categorie voor aangemaakt (zoals bij blankvoorn, waar in een exemplaar naast benthisch materiaal ook restanten van mosselen zijn aangetroffen). In figuur 33 is per doelsoort in het IJsselmeer (open water en haven samen) een overzicht gegeven van het aandeel van de vissen met maaginhoud verdeeld over de verschillende voedselcategorieën. Getallen in de staven geven het aantal vissen per voedselcategorie weer.



Figuur 33 Aandeel van de verschillende voedseltypen in de maaginhoud van de vijf doelsoorten in het IJsselmeer (open water en haven samen). Percentages zijn berekend op basis van de vissen met maaginhoud, waarbij elke vis in slechts één categorie is geplaatst. Getallen in de staven geven het totaal aantal exemplaren per voedselcategorie weer.

IJsselmeer – bij baars is in meetronde 1 bij het grootste deel van de onderzochte vissen zoöplankton in de vorm van Daphnia in de maag aangetroffen (foto 4). In meetronde 2 en 3 is bij een deel van de onderzochte baars planktivoor materiaal (niet op soort determineerbaar) aangetroffen. In meetronde 2-4 is bij de meeste baarzen de maaginhoud niet te categoriseren (ondefinieerbaar).

Bij blankvoorn en brasem is in alle meetronden voornamelijk benthisch materiaal aangetroffen. Bij een enkele blankvoorn zijn er ook restanten van mosselen waargenomen in meetronde 1. Bij pos is in meetronde 1 (net als bij baars) in een groot deel van de onderzochte exemplaren restanten van zoöplankton in de vorm van Daphnia aangetroffen. In de overige meetronden is bij pos voornamelijk planktivoor en benthisch materiaal aangetroffen.

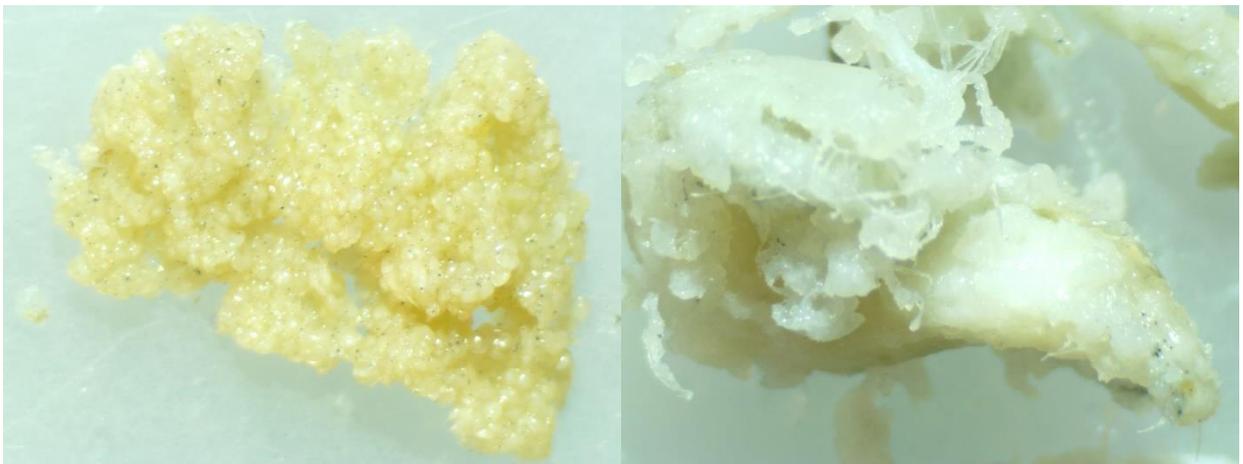
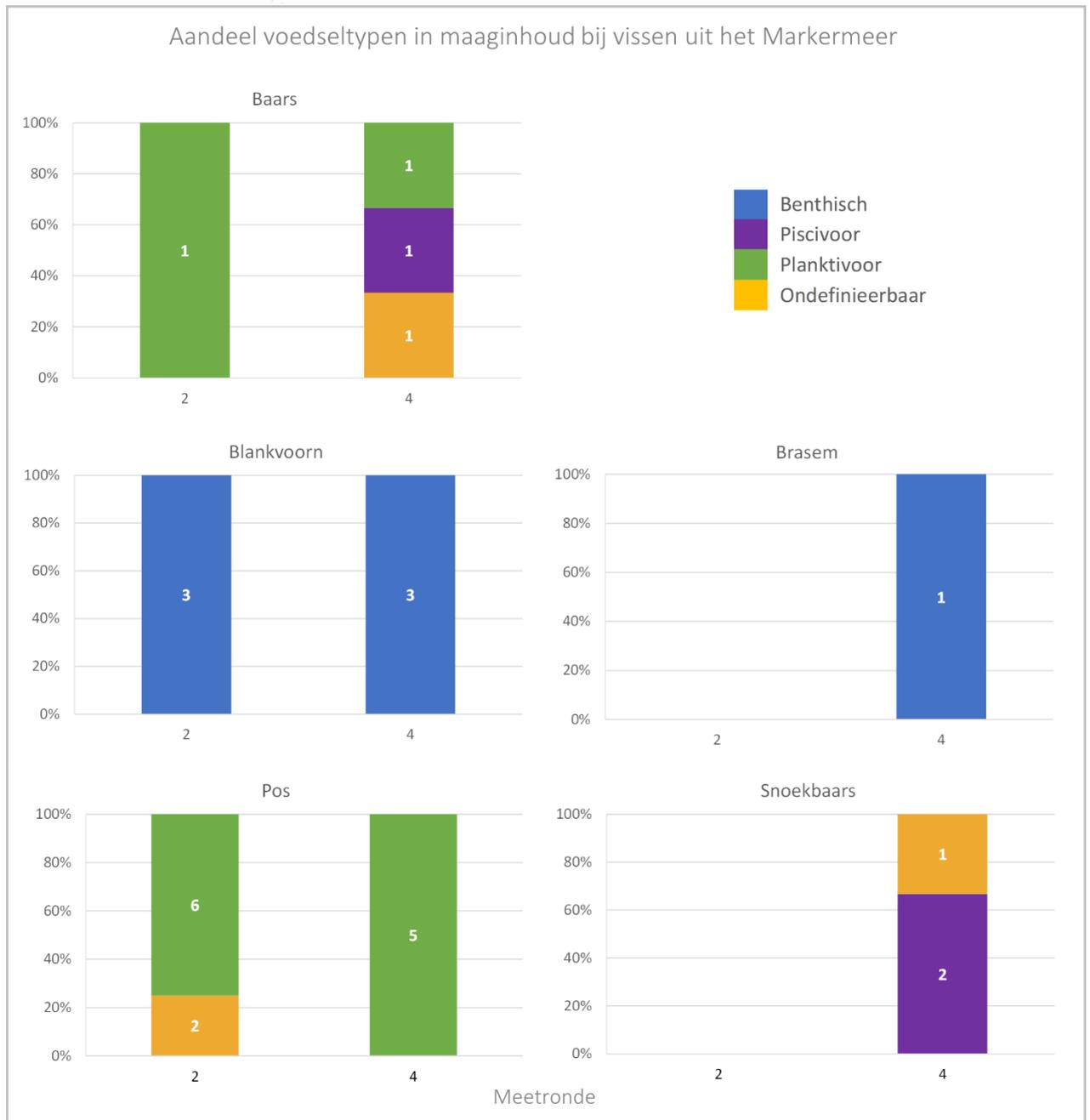


Foto 4 Zoöplankton (*Daphnia*) afkomstig uit de maag van baars (links) en restanten van vis afkomstig uit de maag van snoekbaars (rechts) (foto: ATKB).

Markermeer - In figuur 34 is per doelsoort in het Markermeer (open water en haven samen) een overzicht gegeven van het aandeel van de vissen met maaginhoud verdeeld over de verschillende voedselcategorieën. Getallen in de staven geven het aantal vissen per voedselcategorie weer.

In het Markermeer zijn over het algemeen veel lagere aantallen vissen onderzocht dan in het IJsselmeer (respectievelijk 378 en 67 exemplaren). In onderstaande figuren is de maaginhoud dan ook in veel gevallen gebaseerd op slechts enkele vissen per soort en in het geval van brasem en snoekbaars zijn in meetronde 2 geen exemplaren met maaginhoud aangetroffen.

Bij baars is in meetronde 2 en 4 een enkel exemplaar met planktivoor materiaal in de maag waargenomen. In meetronde 4 zijn daarnaast een baars met piscivoor en een exemplaar met ondefinieerbare maaginhoud aangetroffen. Bij blankvoorn is in beide meetronden bij drie exemplaren benthisch materiaal aangetroffen. Bij pos is in zowel meetronde 2 als 4 voornamelijk planktivoor materiaal waargenomen.



Figuur 34 Aandeel van de verschillende voedseltypen in de maaginhoud van de vijf doelsoorten in het Markermeer (open water en haven samen). Percentages zijn berekend op basis van de vissen met maaginhoud, waarbij elke vis in slechts een categorie is geplaatst. Getallen in de staven geven het aantal exemplaren per voedselcategorie weer. Van brasem en snoekbaars zijn tijdens meetronde 2 geen exemplaren met maagvulling gevangen.

3.3.3 AANWEZIGHEID PARASieten

Tijdens het meten van lengte en gewicht van vissen ten behoeve van de conditiebepalingen is tevens gekeken naar de aanwezigheid van parasieten. Binnen het onderzoek zijn voornamelijk vissen met trematode parasieten (zuigwormen) aangetroffen, die zijn te herkennen aan zwarte stippen op de huid (foto 5). In feite zijn dit inwendige parasieten die uitwendig zichtbaar zijn.

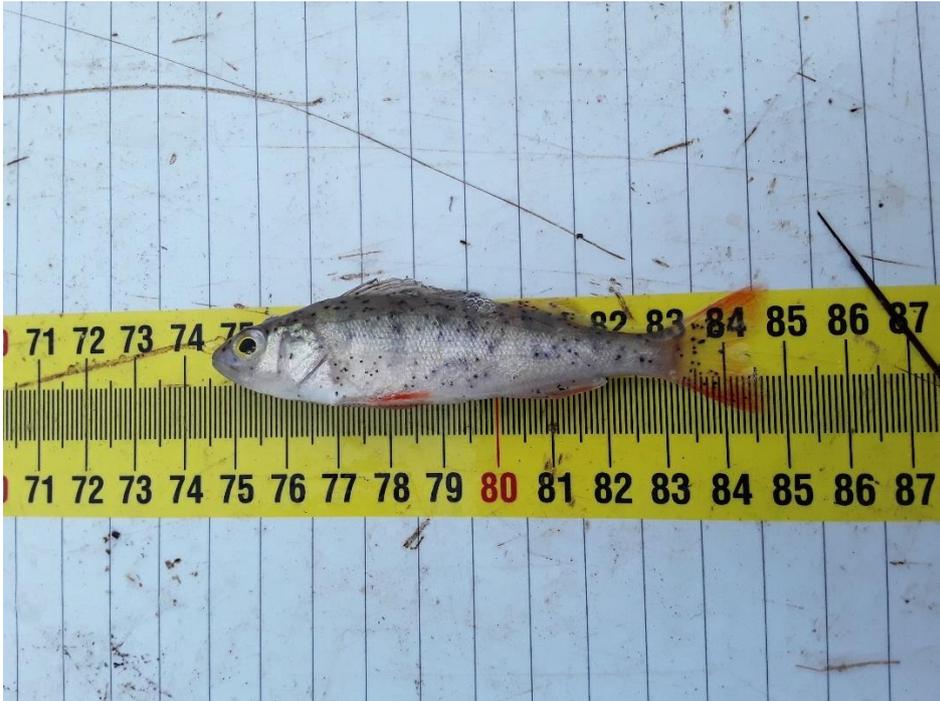
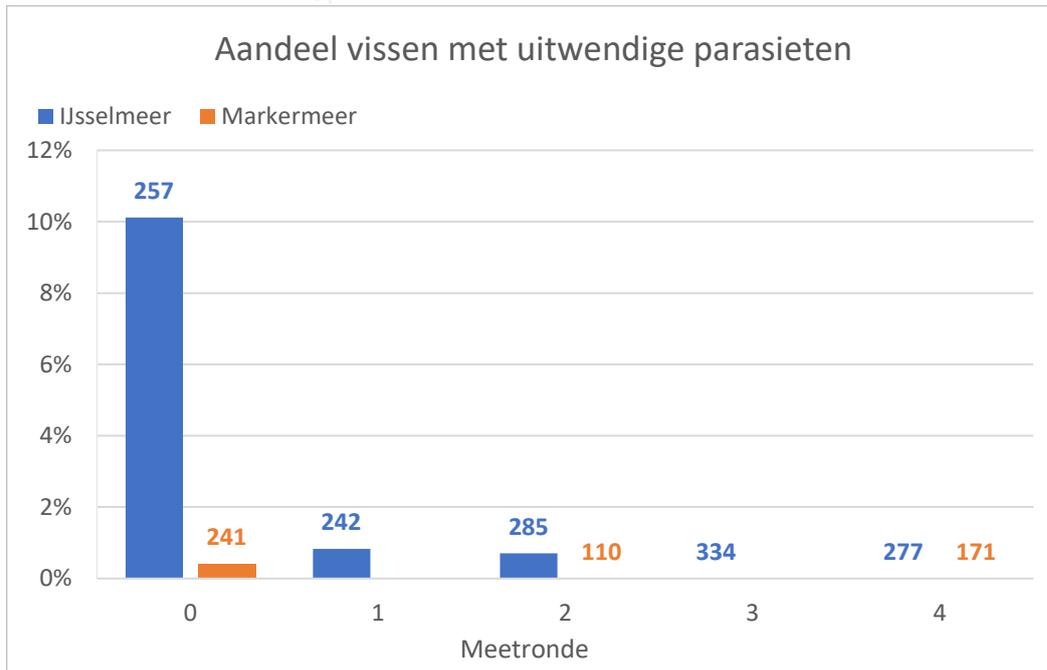


Foto 5 Baars met trematode parasieten, die visueel zijn waar te nemen door de zwarte stippen die op de huid ontstaan (foto: ATKB).

In figuur 35 is het aandeel parasieten binnen de vangst per meetronde (open water en haven bij elkaar) weergegeven. Deze percentages zijn berekend op basis van het totaal aantal onderzochte vissen per meetronde. Wanneer bijvoorbeeld tien vissen in totaal zijn onderzocht waarvan er vijf zijn besmet met een parasiet, is het totaal aandeel vissen met parasieten 50%. Veruit het grootste aandeel vissen met parasieten is aangetroffen in het IJsselmeer in meetronde 0 (circa 10%, oftewel 26 van de 257 onderzochte vissen) tijdens de Atoomkuilsurvey. Het gaat hier om vissen die allen zijn verzameld in het zuidelijk IJsselmeer (driehoek tussen Enkhuizen, Urk en Lelystad). Tijdens meetronde 0 zijn parasieten aangetroffen bij baars (bij acht exemplaren), bij brasem (vijf exemplaren), pos (twee exemplaren) en snoekbaars (elf exemplaren). In meetronde 1 en 2 bedraagt het aandeel onderzochte vissen met parasieten in het IJsselmeer respectievelijk 0,8 en 0,7% en in meetronde 3 en 4 0%. In het Markermeer zijn alleen in meetronde 0 bij 0,4% van de onderzochte vissen zwarte stippen aangetroffen.

In de verdere meetronden is het aandeel vissen met parasieten beduidend lager, er is in deze meetronden dan ook niet meer gevestigd in het zuidelijke IJsselmeer maar in de omgeving van Makkum en Medemblik. Wel is er tijdens meetronde 2 nog een extra bemonstering uitgevoerd in de haven van Urk, na een periode van aalscholverpredatie. Ondanks dat er in Urk slechts zeventien vissen zijn onderzocht bleken er in vier gevallen (24%) parasieten in de vissen aanwezig te zijn. Het ging hier in alle gevallen om baars.



Figuur 35 Aandeel van de onderzochte vissen met uitwendige parasieten (zwarte stippen). Percentages berekend op basis van alle voor lengte-gewicht relatie onderzochte vissen per meetronde. Meetronde 0 is de Atoomkuilsurvey. Bij dit onderzoek is alleen in het open water gevist. Daarnaast is bij de Atoomkuilsurvey vis random over de beide meren bemonsterd. Bij de overige meetrondes is gericht naar winterconcentraties gezocht. Bij meetronde 1 en meetronde 3 is alleen op het IJsselmeer gevist. Getallen boven de staven geven het aantal onderzochte exemplaren per locatie en meetronde weer. Bij meetronde 1 en meetronde 3 is alleen op het IJsselmeer gevist.

Vissen met (met het blote oog waarneembare) inwendige parasieten zijn binnen dit onderzoek bijna niet aangetroffen. In een exemplaar van brasem (10,4 centimeter) werd in het maag-darmkanaal een spoelworm aangetroffen (foto 6).

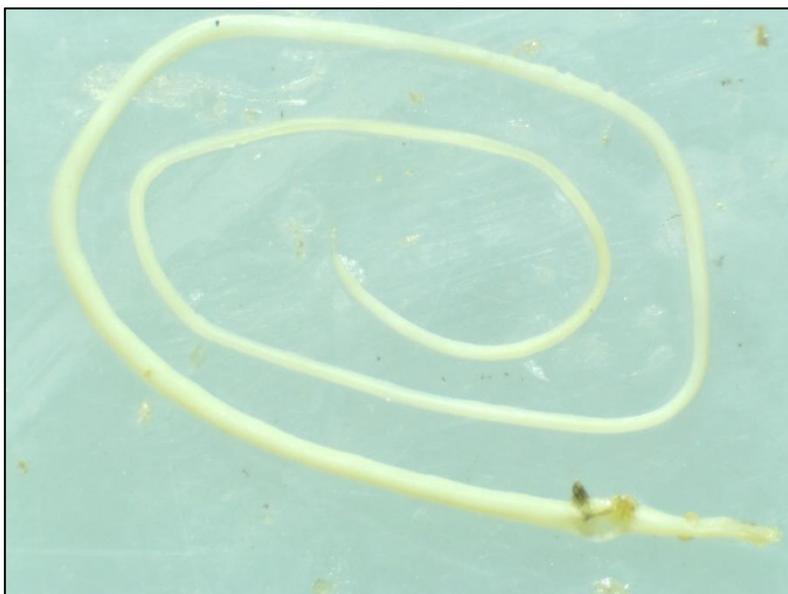


Foto 6 Spoelworm aangetroffen in het maag-darmkanaal van een brasem (foto: ATKB).

3.4 STERFTE

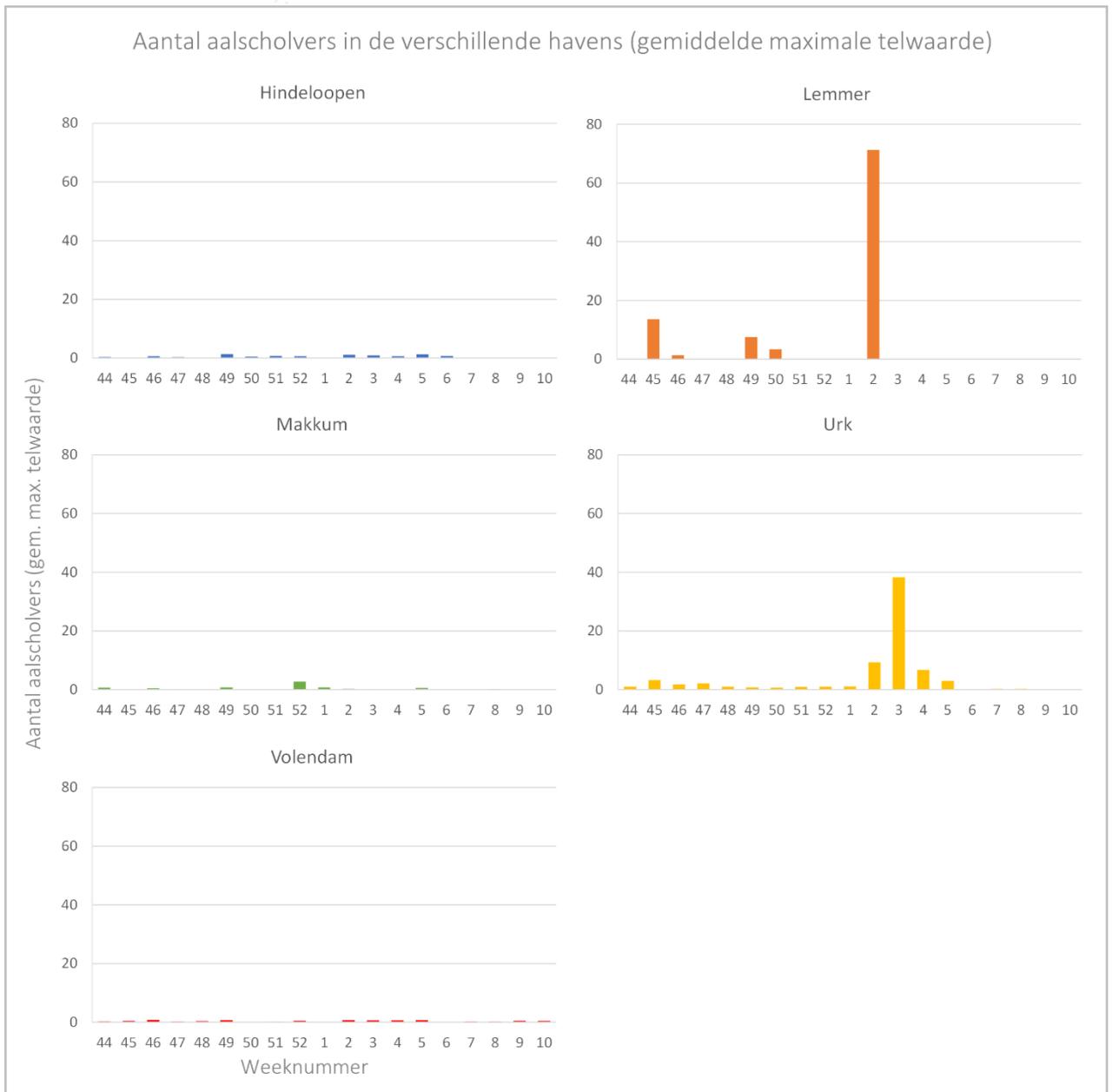
3.4.1 PREDATIE DOOR VOGELS

Via livebeelden van de webcams in de havens van Hindeloopen, Lemmer, Makkum, Urk en Volendam is de aanwezigheid van visetende vogels zoals aalscholver, fuut en grote zaagbek in beeld gebracht. Van week 44 (eind oktober) 2022 tot en met week 10 (eind februari) 2023 is op drie dagen per week op drie momenten per dag naar de aanwezigheid van de genoemde soorten gekeken. Per waarnemingsmoment is er per soort een maximale telwaarde genoteerd (maximaal aantal individuen die te zien waren op dat moment).

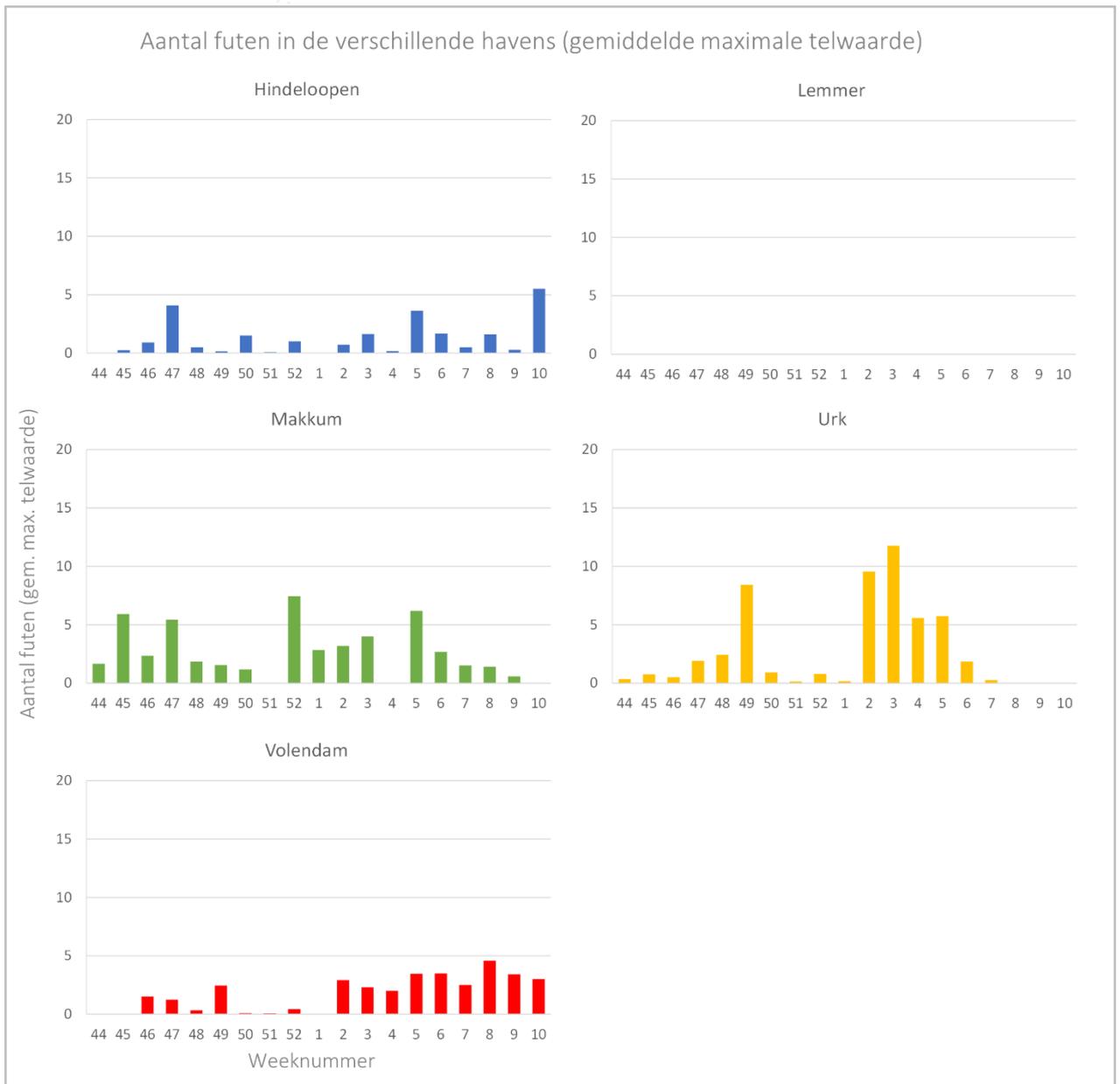
In de praktijk bleek de aanwezigheid van visetende vogels in de havens voornamelijk te gaan om aalscholver en fuut. Grote zaagbek is slechts af en toe in een aantal havens aangetroffen. Aalscholver is in alle vijf de onderzochte havens aangetroffen. In Hindeloopen en Volendam zijn aalscholvers in het grootste deel van de periode in relatief lage aantallen gezien. In Lemmer zijn pieken te zien in de aanwezigheid van aalscholver, met daartussenin perioden zonder waarnemingen. De grootste piek is in week 2 van 2023 te zien (gemiddelde maximale telwaarde van ruim 70 stuks). In de haven van Urk zijn van week 44 tot en met week 1 in 2023 steeds aalscholvers gezien, voornamelijk in relatief lage aantallen. Van week 2 tot en met 5 2023 zijn echter hogere aantallen waargenomen (tot een gemiddelde maximale telwaarde van bijna 40 stuks in week 3). In figuur 36 is een overzicht van de gemiddelde maximale telwaarden per week van aalscholvers in de havens van Hindeloopen, Lemmer, Makkum, Urk en Volendam in de periode van week 44 2022 tot en met week 10 2023 weergegeven.

In de haven van Urk is in week 4 een extra bemonstering uitgevoerd na de periode van relatief veel aalscholverpredatie. Tijdens de bemonstering is weinig vis aangetroffen. De mogelijkheid bestaat dat de meeste vis toen al uit de haven was verjaagd en/of gepredeerd door de aanwezige aalscholvers.

Futen zijn waargenomen in de havens van Hindeloopen, Makkum, Urk en Volendam. Over het algemeen is fuut in lagere aantallen aangetroffen dan aalscholver. Ook bij fuut zijn pieken in de gemiddelde maximale telwaarden door de tijd te zien. In Urk is een piek te zien in week 49 en in de periode van week 2 tot en met 6, gelijk aan de periode waarin veel aalscholvers zijn geteld in deze haven. In figuur 37 is een overzicht van de gemiddelde maximale telwaarden per week van futen in de havens van Hindeloopen, Lemmer, Makkum, Urk en Volendam in de periode van week 44 2022 tot en met week 10 2023 weergegeven.



Figuur 36 Gemiddelde maximale telwaarden van het aantal aalscholvers in de havens van Hindeloopen, Lemmer, Makkum, Urk en Volendam in de periode van week 44 2022 tot en met week 10 2023.



Figuur 37 Gemiddelde maximale telwaarden van het aantal futen in de havens van Hindeloopen, Lemmer, Makkum, Urk en Volendam in de periode van week 44 2022 tot en met week 10 2023.

4 DISCUSSIE

In deze discussie worden achtereenvolgens de uitvoering van de bemonsteringen en de resultaten van het onderzoek besproken in respectievelijk §4.1 en §4.2. Vervolgens wordt beschouwd of de hypothesen van de Leeuw & van Donk (2020) op basis van de resultaten van dit onderzoek kunnen worden aangenomen, verworpen of aangescherpt.

4.1 UITVOERING BEMONSTERINGEN

Het onderzoek in de kerngebieden heeft plaatsgevonden in de periode van november 2022 tot en met april 2023. Binnen deze periode is het onderzoek in vier verschillende meetronden uitgevoerd:

- Meetronde 1 – eind november-begin december 2022 (IJsselmeer).
- Meetronde 2 – half-eind januari 2023 (IJsselmeer en Markermeer).
- Meetronde 3 – eind februari-begin maart 2023 (IJsselmeer).
- Meetronde 4 – begin april 2023 (IJsselmeer en Markermeer).

In de periode eind september-oktober 2022 zijn tijdens de Atoomkuilsurvey in het IJsselmeer en Markermeer vissen verzameld voor conditiebepaling. De gegevens van deze metingen dienen als referentiepunt binnen dit onderzoek (meetronde 0).

De uitvoering van de bemonsteringen is over het algemeen goed verlopen. Echter zijn er een aantal aanpassingen ten opzichte van het plan van aanpak (Hop, 2022) te vermelden.

De belangrijkste afwijking van het onderzoek ten opzichte van het initiële onderzoeksplan is de inzet van de boomkor in plaats van de stortkuil in meetronde 2 en 3. Vooraf was voorzien om in alle meetrondes de stortkuil in te zetten voor de visserij in het open water. Door de weersomstandigheden in de periode van meetronde 2 en –3 (respectievelijk half-eind januari en eind februari-begin maart) was het niet veilig stortkuilvisserij uit te voeren met eigen materiaal van ATKB. Er is daarom voor gekozen om in deze meetronden de visserij op het open water uit te voeren vanaf een grotere boot zodat de veiligheid kon worden gegarandeerd. Hiervoor is de kotter van H. Poepjes ingezet, waarmee met de boomkor is gevist. De boomkor (vissende breedte 3 meter en hoogte 0,5 meter) is een totaal ander vangtuig dan de stortkuil (vissende breedte 10 meter en hoogte 1,5 meter). Echter is met beide vangtuigen op de bodem gevist, waar naar verwachting de doelsoorten van dit onderzoek (juvenile baars, blankvoorn, brasem, pos en snoekbaars) zich voornamelijk ophouden. Ondanks de verschillende vangtuigen die zijn ingezet is er naar verwachting een goed beeld gekregen van de verspreiding van de doelsoorten. De effecten van de verschillende vangtuigen die zijn ingezet op de vangstberekeningen wordt verder toegelicht sub paragraaf 4.2.1. Naast de stortkuil en de boomkor is in meetronde 0 gevist met de A-toomkuil binnen de Atoomkuilsurvey IJssel- en Markermeer in 2022. De A-toomkuil heeft een vissende breedte van 12 meter en vissende hoogte van 5 meter. In tabel 17 is een overzicht gegeven van de inzet per meetronde en de karakteristieken van de ingezette vangtuigen in het open water.

Tabel 17 Overzicht inzet en karakteristieken van de verschillende vangtuigen in het open water in meetronde 0 tot en met -4.

Vangtuig	Inzet	Vissende hoogte (m)	Vissende breedte (m)
A-toomkuil	meetronde 0	5,0	12,0
Stortkuil	meetronde 1 en 4	1,5	10,0
Boomkor	meetronde 2 en 3	0,5	3,0

Het initiële plan was om met de inzet van een camera, op plaatsen waar winterconcentraties werden aangetroffen, op de bodem te kijken of dode vis aanwezig was. In de praktijk bleek dit echter niet uitvoerbaar (meetronde 1), voornamelijk door het geringe waterdoorzicht in combinatie met lichtinval. Het was daardoor niet mogelijk om een goed oriënterend beeld van de bodem en eventueel dode vis te krijgen. Het zoeken van dode vis met camera is daarom geschrapt als methode in dit onderzoek. Ook het bevissen met elektrovisserij van stukken potentieel geschikte oevers die dienstdoen als winterhabitat werd in het plan van aanpak benoemd als onderzoeksmethode (op verzoek van opdrachtgever). In meetronde 1 zijn verschillende stukken van de oever elektrisch bevist. Het vangstsucces was hierbij gering, visconcentraties werden in elk geval niet gesignaleerd. Omdat nauwelijks vis werd gevangen in meetronde 1 en omdat geen geschikt winterhabitat aanwezig bleek in de oeverzone, is de bemonstering van oevers met elektrovisserij tijdens latere meetronden niet meer uitgevoerd.

Met de gehanteerde onderzoeksopzet is getracht een beeld te krijgen van de aan- of afwezigheid van visconcentraties, de samenstelling ervan en het verloop van sterfte binnen visconcentraties door de tijd in de onderzochte kerngebieden. De onderzoeksopzet is daarbij statisch te noemen; op vier vooraf bepaalde momenten is in vaste kerngebieden gekeken naar de aanwezigheid van vis. Tijdens de meetronden is beoogd om de sterfte van jonge vis en oorzakelijke factoren in voldoende mate in beeld te krijgen. In een onderzoeksperiode van circa een half jaar heeft men echter te maken met natuurlijke variaties zoals onder andere weersvariabelen, aalscholvergedrag/predatie en clustergedrag van vis. Deze variatie treedt op binnen zowel één winterhalfjaar als tussen jaren en ook ruimtelijk. In dit kader is het uitvoeren van onderzoek op vier momenten binnen bepaalde kerngebieden in een groot gebied als het IJsselmeer in zowel ruimte als tijd vrij beperkt. Daardoor is het lastig om (exacte momenten van) vissterfte te kunnen identificeren en een verband met oorzakelijke factoren te kunnen leggen.

4.2 BESPREKING METHODE EN RESULTATEN

4.2.1 VERSPREIDING EN VANGSTOMVANG

Uit de resultaten blijkt dat vis(concentraties) ook in de winter mobiel blijven. Dit blijkt zowel het geval te zijn in het open water, in de havens en tussen het open water en de havens. Zowel in het open water als in de havens verschilde de aanwezigheid en de locaties van de waargenomen visconcentraties. Uit de gegevens van de Atoomkuilsurvey (meetronde 0) blijkt dat in het IJsselmeer het grootste deel van de aangetroffen 0+ vis uit baars bestaat. De vangsten van 0+ baars in het open water in meetronden 1 tot en met 4 is in zowel het IJssel- als Markermeer wisselend. In de havens is baars in meetronde 1 (IJsselmeer) en in meetronde 2 (Markermeer) de meest aangetroffen soort. In meetronde 4 is in de onderzochte havens en het open water van zowel het IJssel- als Markermeer relatief weinig baars aangetroffen en bestonden de vangsten voor een groot deel uit blankvoorn.

Het is echter wel duidelijk dat in de laatste meetronde, van begin tot half april, nog steeds redelijk veel 0+ vis in het IJssel- en Markermeer aanwezig is. Het is echter op basis van de verzamelde gegevens niet te achterhalen hoe groot het aandeel aanwezige 0+ vis is, ten opzichte van het einde van het groeiseizoen in 2022.

De verspreiding van visconcentraties is binnen dit onderzoek primair in beeld gebracht met de sonar. Deze methode werkt goed om scholen vis in het diepteprofiel van het water in beeld te brengen. Met de sonar kan ook een inschatting worden gemaakt van de hoogte van een school vis. In de praktijk blijkt het echter lastig om een beeld te krijgen van de dichtheid binnen een school vis, aangezien niet bekend is hoe dicht vis op elkaar zit. Ook soortherkenning is niet mogelijk. Wanneer met de sonar een school vis is aangetroffen, is hier met de stortkuil of boomkor (open water) of de zegen (havens) in gevist. Hierbij is conform het plan van aanpak getracht slechts een (klein) deel van de visconcentratie te bemonsteren om de overige vis zodoende, zo min mogelijk te verstoren. Deze visserijmethode past bij het antwoorden van de vraag van het onderzoek (conditie en maaginhoud bepalen), maar is niet of minder geschikt voor het bepalen van dichtheden van visconcentraties. Dit heeft er voornamelijk mee te maken dat niet bekend is welk deel van een visconcentratie is gevangen. Er is daarom voor gekozen de vangsten in de verschillende meetronden uit te drukken in Catch-per-Unit-of Effort (CPUE). Hiermee is een beeld verkregen van de vangsten per vangstinspanning. De gegevens per meetronde dienen vooral om een beeld te geven van de aanwezigheid van vis(soorten) op de bezochte locaties en niet zozeer om tussen de meetronden te vergelijken. Dit om de volgende redenen:

1. Vis is in iedere meetronde steeds op andere plekken aangetroffen. Wat aangeeft dat visconcentraties in de winter ook nog mobiel zijn. Vis kan dus tussen de ene en de andere meetronde op een andere plaats zitten en er sterven waarschijnlijk dieren, waardoor de dichtheid van concentraties kan veranderen. Daarnaast is zoals gezegd niet bekend welk deel van de concentratie is bevestigd.
2. Verschillen in methodiek tussen meetronde 0 en meetronden 1 tot en met 4. In meetronde 1 tot en met 4 is op vaste trajecten met de sonar gekeken waar scholen vis zich bevonden. Wanneer vis werd aangetroffen is hierop gevist. In feite is er dus naar vis gezocht, terwijl in meetronde 0 (Atoomkuilsurvey) random is gevist en er in feite een gemiddelde van het gehele IJssel- en Markermeer is verkregen.
3. Binnen dit onderzoek zijn in het open water verschillende vangtuigen (A-toomkuil, stortkuil en boomkor) gebruikt. Ondanks dat alle vangtuigen op de bodem vissen, waar de doelsoorten zich naar verwachting voornamelijk ophouden, is de vissende hoogte van de vangtuigen verschillend. De boomkor heeft een vissende hoogte van 0,5 meter, waar dit voor de stortkuil 1,5 meter is. Met laatstgenoemd net wordt dus waarschijnlijk meer vis, die zich wat verder boven de bodem bevinden, opgevist terwijl deze met de boomkor zouden worden gemist. De A-toomkuil vist 5 meter hoog en bemonsterd in veel gevallen dus de hele waterdiepte.

4.2.2 FYSIEKE GESTELDHEID VAN DE JONGE VIS

Om de fysieke gesteldheid te bepalen waarin de jonge vis zich gedurende de winter begeeft, is gekeken naar de conditie (lengte-gewicht relatie), aanwezige maaginhoud en de aanwezigheid van parasieten.

Conditie

Bij de analyse zijn vissen meegenomen met een conditie factor in de range van 0,5 tot en met 1,5 (een dertigtal vissen is uitgesloten). Waarden onder en boven deze range zijn onwaarschijnlijk en betreffen waarschijnlijk meetfouten. In het geval van roofvissen zoals snoekbaars is het in theorie wel mogelijk dat er uitschieters in gewicht voorkomen, wanneer bijvoorbeeld net een grote prooi is gegeten. Onderstaand is per vissoort (0+) het algemene beeld van de conditie geschetst en zijn bijzonderheden benoemd.

Baars

Bij de gemiddelde conditie van baars zijn enige verschillen zichtbaar tussen het IJsselmeer en Markermeer. Veelal is de gemiddelde conditie rond normaal. Vooral in meetronde 0 is de gemiddelde conditie duidelijk beter dan gemiddeld, waarbij de conditie factor in het IJsselmeer nog licht hoger is dan in het Markermeer. Tussen meetronde 0 en 1 (0 en 2 voor Markermeer) is een redelijk grote achteruitgang in de gemiddelde conditie waargenomen. Vooral in meetronde 1 tot en met 3 is de conditie in het IJsselmeer minder (en beneden normaal) dan in het Markermeer. In het IJsselmeer geldt voor een deel van de baarsjes die in meetronde 2 t/m 4 zijn gevangen dat de conditie rond of beneden de kritische grens ligt. Visuele observaties uit het veld gaven meetronden 2 en 3 geven ook aan dat een deel van de baars in slechte conditie bleek en mager oogde. In meetronde 4 is de gemiddelde conditie weer vergelijkbaar met meetronde 1, wat ook blijkt uit de visuele waarnemingen. In het IJsselmeer is de conditie het minst in de meetronden 1, 2 en 3. In meetronde 4 loopt het gemiddelde weer op tot normaal. Dit kan duiden op het individueel aansterken van vissen, maar ook worden verklaard doordat magere vissen gestorven zijn en de gezondere vissen zijn overgebleven.

Blankvoorn

De gemiddelde conditie van blankvoorn is redelijk vergelijkbaar tussen het IJsselmeer en Markermeer. De beste conditie is in beide meren waargenomen tijdens meetronde 0. In het Markermeer is de conditie daarbij normaal en in het IJsselmeer boven normaal. In de daaropvolgende meetronden ligt het gemiddelde rond normaal. In het IJsselmeer is vooral sprake van teruggang in de conditie tussen meetronde 0 en 1. Daarna is de conditie nagenoeg constant. In het Markermeer neemt de conditie juist af tussen meetronde 2 en 4 waarbij het gemiddelde afneemt van licht boven normaal in meetronde 2 naar licht onder normaal in meetronde 4.

Brasem

De gemiddelde conditie van brasem is goed vergelijkbaar tussen het IJsselmeer en Markermeer. De beste conditie (boven normaal) is in beide meren waargenomen tijdens meetronde 0 waarbij het gemiddelde in het IJsselmeer nog iets hoger ligt dan in het Markermeer. Tussen meetronde 0 en 1 is in het IJsselmeer sprake van een redelijke achteruitgang van de conditie maar nog steeds bevindt het gemiddelde zich iets boven normaal. In de daaropvolgende meetronden blijft de gemiddelde conditie gelijk. In het Markermeer is de trend in de conditie licht dalend maar ook in meetronde 4 ligt het gemiddelde nog boven normaal. In het geval van brasem in het Markermeer dient te worden vermeld dat in meetronde 2 door beperkte vangst slechts één exemplaar is onderzocht.

Pos

De gemiddelde conditie van pos is vergelijkbaar tussen IJsselmeer en Markermeer. Over heel de periode is zowel in het IJsselmeer als Markermeer nauwelijks verloop zichtbaar in de conditie. Over het geheel gezien geldt dat de conditie zich rond normaal bevindt. In het IJsselmeer is in twee meetronden (1 en 3) sprake van een licht beneden normale conditie.

Snoekbaars

De conditie van snoekbaars in het IJsselmeer is over de hele periode gezien steeds licht beter dan in het Markermeer. Net als bij baars, blankvoorn en brasem is de gemiddeld hoogste conditie waargenomen tijdens meetronde 0. In beide meren is de conditie dan boven normaal waarbij deze in het IJsselmeer nog licht beter is dan in het Markermeer. In het Markermeer neemt de gemiddelde conditie in de loop van de tijd licht af waarbij deze in meetronde 4 rond normaal uitkomt. In het IJsselmeer is sprake van een behoorlijke teruggang in de conditie tussen meetronde 0 en 1. Vervolgens blijft de conditie min of meer gelijk tot aan meetronde 4 waarbij het gemiddelde steeds licht boven normaal uitkomt.

In het geval van snoekbaars in het Markermeer dient te worden vermeld dat in meetronde 2 door beperkte vangst slechts één exemplaar is onderzocht.

Voor de vier doelsoorten baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars geldt dat de gemiddelde conditie aan het eind van het groeiseizoen (meetronde 0) (ruim) boven normaal ligt. **Deze vissen verkeren op dat moment dus in een goede conditie en hebben waarschijnlijk reserves opgebouwd voor de winter.** Dit geldt in belangrijkere mate nog voor het IJsselmeer, waar de gemiddelde conditie tijdens meetronde 0 nog wat hoger ligt dan op het Markermeer. Uitzondering op bovenstaande is pos die op beide meren aan het eind van het groeiseizoen (meetronde 0) gemiddeld in een normale conditie verkeert.

Voor de oplopende gemiddelde conditie van baars (en pos) in het IJsselmeer vanaf meetronde 2 is binnen dit onderzoek geen eenduidige verklaring verkregen. Mogelijke verklaringen zijn:

1. Sterfte van zwakkere dieren waar bij de betere exemplaren overblijven en de gemiddelde conditie toeneemt;
2. Toenemende voedselbeschikbaarheid in de loop van het voorjaar waardoor vissen meer (kunnen) eten waardoor de conditie kan verbeteren;
3. Ontwikkeling van gonaden (zie tekstbox).

Gonadenontwikkeling – effecten op de lengte-gewicht relatie van vis

Van baarsachtigen zoals baars en pos is vanuit ervaring en literatuur bekend dat mannetjes al op jonge leeftijd, deels al eenzomerige vis, geslachtsrijp kunnen worden (Fedorova & Vetkasov, 1974; Willemsen, 1977; Kottelat & Freyhof, 2007). Binnen dit onderzoek is dit bij pos daadwerkelijk waargenomen; in meetronde 4 (vanaf begin april) zijn in het IJsselmeer exemplaren van 6,3 tot 10,6 centimeter aangetroffen met ontwikkelend hom. Het geslachtsrijp worden van pos op jonge leeftijd kan een respons op populatieniveau zijn op een hoge mortaliteit in de populatie en het gebrek aan oudere dieren (Lind, 1977; persoonlijk commentaar J. Kampen).

Ontwikkende gonaden zorgen voor een toename van het gewicht van de vis. Het is daarbij aannemelijk dat vissen deze ontwikkeling in gaan wanneer er ook (voldoende) voedsel aanwezig is. Uit de analyse van de maaginhouden blijkt dat het grootste deel van de possen in zowel het IJssel- als Markermeer in alle meetronden maagvulling had.

Wanneer de gemiddelde conditie factor en van de onderzochte vissen van het open water en de havens worden gesplitst is er bij de meeste soorten een hogere conditie zichtbaar bij de vissen van het open water. Dit geldt, waar het maken van een vergelijking mogelijk is, ook voor het Markermeer. De enige uitzondering betreft snoekbaars, waarbij de gemiddelde conditie in het IJsselmeer (in meetronde 1 en 4) van de exemplaren uit de haven hoger is dan die van de vissen van het open water. Deze exemplaren bevinden zich tussen de prooivissen, waardoor voedsel voor snoekbaars voldoende beschikbaar zou moeten zijn in de havens. Uit het maaginhoud onderzoek komt dit niet duidelijk naar voren, mede omdat weinig exemplaren van snoekbaars uit de havens zijn aangetroffen/onderzocht.

Het is naar verwachting dat vissen in het open water in een betere conditie verkeren vergeleken met vissen in de haven. In het open water is naast meer ruimte waarschijnlijk ook meer voedsel beschikbaar en is er minder concurrentie om voedsel. Daarnaast is er in de havens waarschijnlijk meer stress door predatie. Uit de gegevens van het maaginhoud onderzoek komen geen duidelijke verschillen naar voren in het aandeel vissen met maaginhoud tussen open water en haven. Het feit dat bij snoekbaars in twee meetronden een hogere gemiddelde conditie van de exemplaren in de haven vergeleken met het open water is waargenomen kan echter wel te maken hebben met de voeding. Een snoekbaars die net een prooi(vis) heeft gegeten komt bij het bepalen van het gewicht hoger uit dan een vis met lege maag en heeft daardoor een hogere conditie factor. De onderzochte aantallen van snoekbaars in de havens van het IJsselmeer zijn daarnaast laag en betreffen vier exemplaren in meetronde 1 en een exemplaar in meetronde 4.

Voedsel

Binnen dit onderzoek is bij circa vijf vissen per soort, per deelgebied (open water en haven) per meetronde de inhoud van de maag geanalyseerd. Eerst is gekeken of er in de maag wel of geen inhoud aanwezig was en vervolgens is bij de vissen met maaginhoud geprobeerd de maaginhoud nader te determineren. In veel gevallen bleek de maaginhoud ondefinieerbaar, doordat deze al te ver was verteerd. In een relatief warme winter, zoals de winter van 2022-2023, is het metabolisme van vissen hoger dan tijdens koude winters. Als resultaat verteert het aanwezige voedsel in de magen van vissen sneller, waardoor bij de analyse in veel gevallen de maaginhoud niet exact meer is te determineren. Bij soorten als baars en snoekbaars is, uit ervaring, bekend dat ze de maaginhoud kunnen uitbraken in geval van stress. Bij deze soorten is het in theorie dus mogelijk dat ze hun maaginhoud verliezen tijdens het vangst- en/of verwerkingsproces, waardoor er geen maaginhoud meer aanwezig was bij de analyse.

Bij pos heeft in zowel het IJssel- als het Markermeer in alle meetronden een relatief groot deel van de vissen maaginhoud. Van pos is ook bekend dat ze tot laat in de winter blijven foerageren (Ogle, 2000). Mogelijk blijft pos in milde winters meer door foerageren dan andere soorten.

Het feit dat pos lang door foerageert verklaart mogelijk de normale conditie van deze soort in meetronde 0, waar deze bij de overige doelsoorten juist boven gemiddeld is. In tegenstelling tot de overige

doelsoorten, die in de winter (veel) minder foerageren, is het voor pos mogelijk minder belangrijk om vetreserves op te bouwen voor de winter. Van een soort als brasem is bijvoorbeeld bekend dat het foerageergedrag in de winterperiode vermindert (Backiel & Zawisza, 1968). Toch is bij brasem in het IJsselmeer in voornamelijk meetronde 3 en 4 bij meer dan de helft van de onderzochte exemplaren maagvulling waargenomen. Waarschijnlijk heeft het ermee te maken dat de (gemeten) watertemperaturen (circa 6-10 °C) in deze meetronden zich boven de grens bevonden waaronder brasem stopt met foerageren (4-5 °C) (Backiel & Sawisza, 1968). Het is dan ook aannemelijk dat brasem en andere soorten in mildere winters langer door foerageren om aan de voedselbehoefte te voldoen.

In tegenstelling tot brasem zijn baars en blankvoorn in de winter goed vangbaar met de hengel in de havens. Dat kan een vorm van opportunisme zijn, echter paait baars vrij vroeg in het voorjaar (watertemperatuur van 8-14°C, meestal vanaf maart) (OVB, 1986) en moet dus dooreten om in conditie te zijn voor de paai. Blankvoorn paait bij een watertemperatuur van 12-14°C (meestal eind april) (de Laak, 2010) en paait doorgaans circa een week eerder dan brasem (OVB, 1988).

Parasieten

Binnen het onderzoek zijn voornamelijk trematode parasieten (zuigwormen) aangetroffen, die in een besmette vis is te herkennen aan de zwarte stippen op de huid.

Vissen met parasieten zijn voornamelijk aangetroffen tijdens de Atoomkuilsurvey bij trekken in het zuidelijk IJsselmeer, in het gebied tussen Enkhuizen, Urk en Lelystad. Soorten met parasieten betroffen baars, brasem, pos en snoekbaars. Bij de extra bemonstering in Urk is relatief weinig vis aangetroffen, echter was een relatief groot deel van de aangetroffen vissen bedekt met zwarte stippen. In dit geval ging het om exemplaren van baars.

De reden waarom voornamelijk parasieten in het zuidelijk deel van het IJsselmeer zijn aangetroffen is binnen dit onderzoek niet duidelijk geworden. Wel is duidelijk dat de ontwikkeling van de parasieten wordt versneld bij hogere temperaturen (Sweeting, 1974). In het zuidelijk IJsselmeer zou (lokaal) sprake kunnen zijn van verhoogde watertemperaturen door de Maxima-centrale (Flevocentrale) die zich ten noordoosten van Lelystad bevindt. Deze centrale gebruikt IJsselmeerwater als koelwater, waarna het warmere water weer wordt geloosd op het IJsselmeer.

4.2.3 STERFTE

Predatie door vogels

Omdat periodiek is gekeken naar de aanwezigheid van visetende vogels in de havens is er geen continu beeld van de verspreiding en aantallen verkregen. In theorie is het dus mogelijk dat op dagen of momenten waarop niet is gekeken meer of minder vogels aanwezig waren. De waarnemingen zijn daarom slechts indicatief.

De aanwezigheid van aalscholver en fuut in de havens lijkt in bepaalde periodes meer te zijn dan in andere periodes. Waarschijnlijk is dit afhankelijk van de beschikbaarheid van vis in de havens.

Het niet constant aanwezig zijn van vis in havens is iets dat in dit onderzoek ook uit de vangstresultaten naar voren komt. Ook beroepsvissers zien dit verschijnsel door de winterperiode heen plaatsvinden zoals

blijkt uit interviews die met vissers zijn gehouden. Hierbij wordt vermeld dat het in eerste instantie vaak om beperkte aantallen aalscholvers gaat die de havens bezoeken, maar wanneer er zich grote hoeveelheden vis hebben verzameld, komen de aalscholvers massaal foerageren. De vis wordt hierbij opgejaagd door de haven. Ook bij de vissen die zich in de diepe geulen van het IJsselmeer verzamelen, is dit het geval (persoonlijk commentaar beroepsvissers IJsselmeer). De aanwezigheid van grote aantallen jagende aalscholvers in een haven is daarbij een indicatie dat er nog (veel) vis aanwezig is; echter trekken aalscholvers ook de havens in om te schuilen als de weersomstandigheden op het IJsselmeer niet optimaal zijn (wind). Na een periode waarin relatief veel exemplaren van aalscholver en fuut zijn geteld in de haven van Urk begin 2023 is in deze haven een extra bemonstering uitgevoerd in week 4 met als doel vast te stellen of er nog vis was achtergebleven. Ten tijde van de bemonstering bevond zich weinig vis meer in de haven en zijn slechts een paar vissen gevangen. Omdat niet bekend is hoeveel vis er voor de aanwezigheid van de visetende vogels in de haven zat is niet na te gaan of de aanwezige vis door de vogels is verjaagd en/of opgegeten of vooraf ook al niet in de haven aanwezig was.

De consumptie van vis in de wintermaanden is een duidelijke vorm van wintersterfte die direct aan de aalscholver en andere visetende vogels te relateren is. De aanwezigheid van de jagende aalscholvers en het opjagen van vis kan echter ook een indirect gevolg hebben op de overleving van vissen en zeker ook op de verspreiding en mate van mobiliteit van vis. Overwinterende vissen zijn in de wintermaanden gebaat bij rust. Wanneer deze vissen opgejaagd worden door predatoren, dan leidt dit tot een stressreactie waarbij de vis genoodzaakt is tot activiteit. Langdurige stress en uitputting kan de weerstand van de vis doen verminderen. Bij een suboptimale conditie van de vissen is het niet onwaarschijnlijk dat dit uiteindelijk tot sterfte kan leiden. Vissen met een mindere conditie zijn daarnaast vatbaarder voor ziekten en parasieten. Echter kunnen ook vissen met een goede conditie besmet raken met parasieten, zoals in meetronde 0 in het zuidelijk IJsselmeer is waargenomen. Ook in de haven van Urk, dicht bij het gebied waar in meetronde 0 relatief veel vissen met parasieten zijn waargenomen, was het aantal met parasieten besmette vissen hoog. Daarnaast is het (incidenteel) mogelijk dat vissen in dusdanig grote dichtheden bij elkaar gejaagd worden dat er zuurstofloosheid kan ontstaan. Dit laatste was eind januari 2022 het geval in een gracht in Enkhuizen, waar zich duizenden vissen in een doodlopend deel hadden verzameld. Eerst waren dit voornamelijk kleine exemplaren, maar later kwamen hier ook grote exemplaren bij van voornamelijk blankvoorn. Het verzamelen van vis in het doodlopende deel kende waarschijnlijk meerdere oorzaken; een deel van de vissen werd opgejaagd door aalscholvers en een andere deel van de vissen bevond zich al in de haven, waarna meer vissen volgende (kudgedrag) (Vos, 2022; J. Voet via NHnieuws, 2023). Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat er wegens een calamiteit bij het onderhoud sprake was van een afsluiting van de Sasluis. De vissen konden hierdoor de haven niet meer uit, wat normaal gesproken wel het geval is. Ook in de winter/voorjaar van 2023 trokken veel vissen in de haven van Enkhuizen, echter zorgde dit deze keer niet voor problemen.

Van alle visetende vogels die in het IJsselmeergebied voorkomen, heeft de aalscholver de hoogste totale consumptie van vis, waarmee de aalscholver een dominante soort is in het voedselweb (Klap *et al.*, 2022). In het IJsselmeergebied is de aalscholver zowel een standvogel als broedvogel. Daarbij blijven aalscholvers in zachte winters in Nederland, waarbij zich exemplaren (wintergasten) uit noordelijk gelegen streken voegen (Witteveen+Bos, 2008). De aalscholver is een opportunist en eet wat er

in het systeem aanwezig is (persoonlijk commentaar Van Eerden in Klap *et al.*, 2022). De consumptie van verschillende vissoorten varieert over het jaar, al naargelang de beschikbaarheid van prooivissen en omstandigheden ter plaatse. In de periode 2014 tot 2018 is de visconsumptie door aalscholvers in het IJsselmeergebied berekend op ruim 5.000 kg/dag, voor fuut (circa 1.500 kg/dag) en grote zaagbek (<1.000 kg/dag) (Klap *et al.*, 2022).

Verdwijning van jonge vis

Het sterven van jonge vis richting het einde van het groeiseizoen en in de winter (wintersterfte) en het voorjaar is een natuurlijk fenomeen dat in alle wateren voorkomt. De voortplantingsstrategie van de meeste vissoorten is dan ook gericht op de productie van grote aantallen nakomelingen, waarvan er in een natuurlijk systeem slechts enkelen doorgroeien die op hun beurt later weer voortplanten. Het verschijnsel van (extreme) (winter)sterfte van vis gaat veelal om de effecten van lagere wintertemperaturen dan normaal en het effect daarvan op de overleving van vis. De primaire oorzaken voor wintersterfte zoals beschreven door Hurst (2007) zijn temperatuurstress, verhongering, predatie en parasieten en pathogenen, welke beïnvloed worden door intrinsieke, abiotische en ecologische omgevingsfactoren. Daarnaast kan in strenge winters ook zuurstoftekort optreden wanneer er ijs en sneeuw op het water ligt. Stress als gevolg van suboptimale (te lage) temperaturen en verhongering worden als de belangrijkste oorzaken gezien, hoewel er ook steeds meer bewijs is dat predatie en ziekten van significante invloed kunnen zijn (Hurst, 2007).

Onderhavig onderzoek is uitgevoerd in een milde winter waarbij de temperaturen boven normaal lagen, waardoor een factor als temperatuurstress waarschijnlijk geen of een minder grote rol speelt. Voor 0+ vissen is stress als gevolg van verhongering een belangrijkere factor. Kleine vissen zijn hier gevoeliger voor dan grote vissen, doordat zij een hogere relatieve stofwisseling hebben ten opzichte van hun lichaamsgewicht. Daarbij hebben kleine vissen in verhouding tot hun lengte een kleiner lichaamsvolume om energie in op te slaan. De hoeveelheid vet die voorafgaand aan de wintermaanden wordt opgeslagen, is afhankelijk van temporale en ruimtelijke condities, zoals temperatuur, voedselbeschikbaarheid en de kenmerken van het aanwezige voedsel web (Fernandes & McMeans, 2019). De hoogste vetgehalten worden in de praktijk waargenomen tijdens de warme zomermaanden (Fernandes & McMeans, 2019). Dit is waarschijnlijk ook de verklaring voor de hogere gemiddelde condities van de onderzochte vis binnen dit onderzoek tijdens meetronde 0, aan het eind van het groeiseizoen wanneer veel soorten ook reserves opbouwen en/of opgebouwd hebben voor de winter.

Binnen soorten wordt de jaarlijkse variatie in het vetgehalte bepaald door de lichaamslengte en omgevingsfactoren. Laagproductieve systemen, waar het IJsselmeer ook onder valt, leiden hierbij tot populaties met een grotere variatie in het vetgehalte (Cunjak, 1988). Op basis hiervan kan worden gesteld dat in het bijzonder kleine vissen in laag productieve systemen kwetsbaar zijn voor sterfte in de winter als gevolg van te lage vetreserves. In wateren die beïnvloed worden door de seizoenen, met een variabele voedselbeschikbaarheid en metabolische behoeftes die temperatuurafhankelijk zijn, kunnen omstandigheden ontstaan die gunstig kunnen zijn voor grote ofwel kleine vis (Byström *et al.*, 2006). Dit wordt veroorzaakt doordat grotere vissen een grotere (kritische) hoeveelheid voedsel nodig hebben en daardoor sneller verhongeren. Wanneer de beschikbare hoeveelheid voedsel echter beneden de kritische

grens voor zowel grote als kleine individuen ligt, dan verhongeren kleinere exemplaren sneller (Byström *et al.*, 2006).

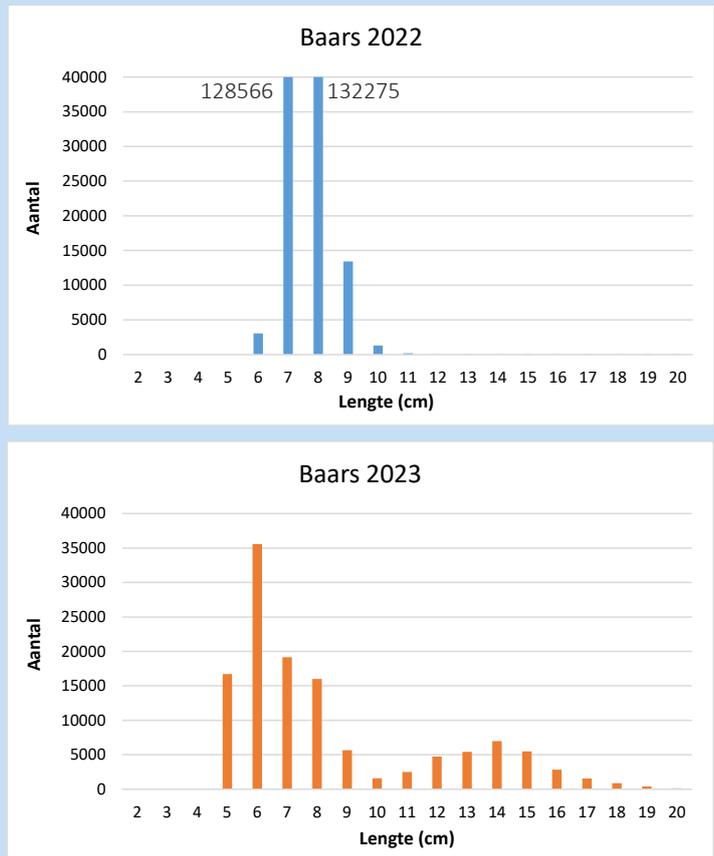
Soorten als blankvoorn, baars, brasem, pos en in het bijzonder snoekbaars hebben een voorkeur voor warmer water (Kangur *et al.*, 2021). Hoewel er een sterke theoretische basis is voor wintersterfte bij vissen in gematigde zones, zijn waarnemingen uit de praktijk minder overtuigend (Hurst, 2007). Ook binnen dit onderzoek komt niet duidelijk naar voren wanneer (massale) sterfte plaatsvindt. Er moet ook worden bedacht dat de onderzoeksinspanning, vanwege budgettaire redenen, minimaal was qua aantal meetrondes en aantal bemonsterde gebieden. Zeker voor een omvangrijk gebied als het IJssel en Markermeer, is het dan bijzonder lastig om een duidelijk beeld te vormen van wat er in de praktijk gebeurt en al helemaal van oorzaak en gevolg. Daarbij, van de soorten brasem en blankvoorn en eigenlijk ook snoekbaars waren de dichtheden aan 0+ vis in meetronde 0 al laag. Dat is meestal zo in het IJsselmeer en in mindere mate in het Markermeer. Dat maakt het lastiger om afnames vast te stellen. Op basis van de gegevens lijkt er in de onderzoeksperiode geen massale wintersterfte plaats te hebben gevonden. Massaal wil in deze zeggen, een grotere sterfte dan in een natuurlijk functionerend systeem mag worden verwacht. Aan het einde van de onderzoeksperiode (eerste helft april) zijn van alle doelsoorten nog juvenielen (0+ exemplaren) aangetroffen. Dit geldt zowel voor het IJsselmeer als Markermeer. Omdat in het IJsselmeer tijdens de Atoomkuilsurvey van de laatste jaren zo weinig tweezomerige en oudere vissen zijn gevangen, lijkt het aannemelijk dat een belangrijk deel van de overgebleven juvenielen (aangetroffen tijdens meetronde 4), die normaliter doorgroeien naar tweezomerige vis, alsnog sterft in de periode tussen half april en september.

Een mogelijke verklaring voor het niet waarnemen van (massale) sterfte is dat de vissen die door verhongering sterven niet zichtbaar aan het wateroppervlak komen, maar naar de waterbodem zakken en daardoor buiten het zicht blijven. In eerste instantie was het de bedoeling om binnen dit onderzoek met een camera de bodem te onderzoeken op dode juveniele vis. Deze methode bleek door het geringe doorzicht met de beschikbare materialen in de praktijk niet uitvoerbaar. Tijdens de visserij-inspanningen is echter op de bodem bemonsterd, waardoor eventuele op de bodem liggende dode vis zou worden opgevist. In geen van de meetronden is echter dode vis in de trekken waargenomen. Het lijkt daarmee aannemelijker dat vis die op een gegeven moment in een verminderde conditie verkeert een eenvoudige prooi wordt voor roofvissen en visetende watervogels.

Eerste resultaten Atoomkuilsurvey 2023 – relatief veel 1+ baars

Dat een deel van de 0+ vis van 2022 in het IJsselmeer de eerste winter heeft overleefd (dit in tegenstelling tot voorgaande jaren!) is terug te zien in de vangsten van de Atoomkuilsurvey die is uitgevoerd in de herfst van 2023. In figuur 38 is de lengteopbouw van baars vergeleken tussen de Atoomkuilsurvey van 2022 en 2023. Ten opzichte van 2022 zijn in 2023 minder exemplaren van 0+ baars aangetroffen en is baars over het algemeen wat kleiner dan in 2022. In tegenstelling tot 2022 is in 2023 een vrij omvangrijke lengteklasse van 1+ baars van 11 tot en met 19 centimeter aangetroffen. In 2022 (en ook in de jaren daarvoor) werden 1+ baarzen nauwelijks waargenomen. Ook van brasem zijn grotere aantallen 1+ (en 2+) aangetroffen in 2023 vergeleken met 2022. Deze waarneming ondersteunt de conclusies dat in het voorjaar van 2023 nog redelijke aantallen 0+ vis aanwezig waren. Kennelijk is de overleving van 0+ vis van 2022, in tegenstelling tot voorgaande jaren, veel beter.

Figuur 38 Lengteopbouw van jonge baars (op basis van werkelijke ruwe vangst in aantallen) tijdens de Atoomkuilsurvey van 2022 (links) en 2023 (rechts) in het IJsselmeer.



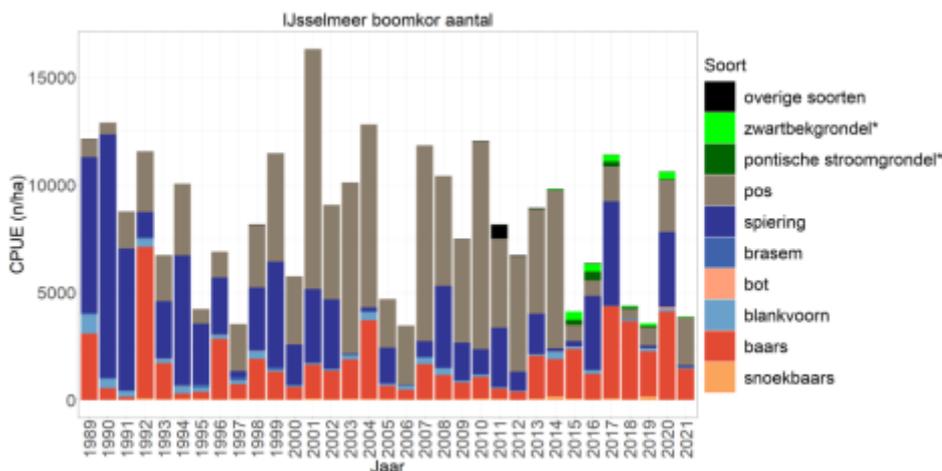
4.3 HYPOTHESES

Onderstaand worden de hypothesen, die door de Leeuw & van Donk (2020) zijn geformuleerd, weergegeven met daarbij een reflectie van de inzichten die, ondermeer door onderhavig onderzoek, zijn verkregen.

1. Door gebrekkige nutriëntenstromen die mogelijk samenhangen met (onbegrepen) bodemprocessen en het grotendeels ontbreken van natuurlijke oevers ontstaat voedselgebrek voor verschillende vissoorten en levensfasen.

Nutriëntenconcentraties zijn afgelopen decennia flink afgenomen in zowel het IJsselmeer als Markermeer, zoals onder andere beschreven in Noordhuis (2010) en Noordhuis *et al.* (2014). Het is navenant dat deze afname doorwerkt in de productiviteit van het watersysteem. De productiviteit in het

IJsselmeer neemt in het algemeen af, waarbij dit ook zichtbaar wordt in de omvang van de visstand (draagkracht van het systeem wordt lager). Een algehele afname van de visbiomassa kan dus eenvoudig worden verklaard door afnemende nutriëntenconcentraties. Gebrekkige nutriëntenstromen verklaren echter niet de gebrekkige rekrutering die zichtbaar is bij verschillende vissoorten in het IJsselmeer. Het is uiteraard mogelijk dat een sterke afname in de productiviteit inwerkt op het functioneren van het voedselweb, waardoor uiteindelijk wellicht ook voedselgebrek optreedt bij vis. Dit kan in theorie optreden bij bepaalde soorten en levensstadia/grootteklassen. Het veldonderzoek heeft, net als de visbestandopnames in afgelopen jaren, aangetoond dat éénzomerige vis (voornamelijk baars, pos, snoekbaars en in mindere mate blankvoorn en brasem) aan het eind van het groeiseizoen (oktober/november) in voldoende mate aanwezig is. Brasem en blankvoorn zijn de afgelopen jaren in deze periode nooit in grote aantallen (als 0+) in het IJsselmeer aangetroffen, zoals is te zien in figuur 39 (van Rijssel *et al.*, 2022). In deze figuur zijn de resultaten van het boomkoronderzoek in het IJsselmeer weergegeven dat vanaf 2002 jaarlijks in de periode oktober/november wordt uitgevoerd (van Keeken *et al.*, 2022). Baars en pos vormen jaarlijks wel een belangrijk deel van het aangetroffen visbestand.



Figuur 39 Gemiddelde CPUE (n/ha) per jaar van de meest algemene soorten in het IJsselmeer in het open water. Gegevens afkomstig van jaarlijkse boomkorvisserij in de periode oktober/november. Dit figuur is overgenomen uit van Rijssel *et al.*, 2022.

Ook verkeert deze vis op dat moment gemiddeld in een goede conditie (baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars). Voor de pos geldt dat de gemiddelde conditie dan normaal is. Ook in de winter en het voorjaar lijken nog redelijke hoeveelheden eenzomerige aanwezig. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de gemiddelde conditie een relatief sterke terugval laat zien tussen meetronde 0 (september-oktober) en eind november-begin december.

Dit is niet volgens verwachting. Normaal gesproken mag worden verwacht dat de conditie vanaf het einde van het najaar langzaam afneemt, totdat deze in het voorjaar stabiliseert of licht toeneemt wanneer de temperatuur oploopt en er weer meer voedsel beschikbaar komt. Hierbij is zit wel verschil tussen proovis (zoals blankvoorn en brasem) en roofvis (baars en snoekbaars), aangezien roofvis eerder paait en daardoor 's winters door dient te eten om in voldoende conditie te blijven. Mogelijk is de sprong in de conditie deels te verklaren door een combinatie van een erg zacht najaar en begin van de winter en

een lage voedselbeschikbaarheid. Hierdoor kan vis in theorie sterk interen op zijn reserves doordat het metabolisme hoger is dan normaal terwijl voedsel beperkt beschikbaar is (zie verder bij hypothese 3). Tussen eind november-begin december en begin april stabiliseert de gemiddelde conditie of loopt in het voorjaar weer licht op (voornamelijk bij baars en pos). Het feit dat in het vroege voorjaar nog redelijke hoeveelheden eenzomerige vissen aanwezig zijn, doet vermoeden dat de overleving tot dat moment in het jaar voldoende zou moeten zijn voor doorgroei naar oudere jaarklassen.

Uit veldwaarnemingen blijkt echter dat baars in de meetronden 2 en 3 gemiddeld in slechte conditie lijkt (visueel). Dit, in combinatie met de iets oplopende gemiddelde conditie van baars tussen meetronde 3 en 4 kan betekenen dat er tussen deze periode mogelijk (enige) sterfte plaatsvindt. Het is echter de vraag wat er met de overleving van de éénzomerige baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars gebeurt in de rest van het voorjaar na half april en in zomer. Het is mogelijk dat in deze periode de laatste exemplaren alsnog sterven. Van baars, blankvoorn en brasem is bekend dat jonge exemplaren op den duur overschakelen van zoöplankton op andere voedselbronnen. Deze overschakelmomenten hangen waarschijnlijk samen met de voedselbeschikbaarheid. Bij een bemonstering bij de Markerwadden in het Markermeer in het voorjaar van 2023 zijn exemplaren van baars aangetroffen van 3 centimeter met juveniele spiering in de bek/maag (persoonlijk commentaar J. Kampen). Baars van deze lengte wordt theoretisch gerekend tot de planktivoren (Voorhamm & van Emmerik, 2011), maar deze waarneming geeft ook aan dat vissen opportunisten zijn en soms overschakelen op andere voedselbronnen dan dat verondersteld wordt. Echter moet er wel voedsel beschikbaar zijn en moet de vis in staat zijn voedsel te eten, dit hangt samen met de bekgrootte van de vis.

Natuurlijke oevers ontbreken al lange tijd grotendeels in het IJsselmeer en Markermeer. Naast het feit dat dit in beide meren het geval is, ligt het ook door de tijdschaal niet voor de hand dat het geringe areaal natuurlijke oevers de laatste jaren ineens tot belangrijke veranderingen in de visstand leidt. Wel moet worden opgemerkt dat het Markermeer qua habitat meer divers is dan het IJsselmeer, met gebieden als het IJmeer, Gouwzee, het aanliggende Gooi- en Eemmeer en recent ook de Marker Wadden. In deze gebieden wordt doorgaans meer 0+ vis van brasem en blankvoorn aangetroffen (van Rijssel *et al.*, 2022; persoonlijk commentaar J. Kampen). Mogelijk vormen de grotere habitatdiversiteit, eventueel samen met (kleine) verschillen in het voedselweb, voor betere doorgroeimogelijkheden voor 0+ vis in het Markermeer, vergeleken met het IJsselmeer.

In een eerdere studie (Vriese *et al.*, 2021) is geconstateerd dat er situaties in meren mogelijk zijn waarbij de verhouding tussen de productiviteit in de pelagische zone en benthische zone veranderd. Het aandeel van de productiviteit in de benthische zone kan sterk toenemen, waarbij dit ten koste gaat van de productiviteit in de pelagische zone.

Een dergelijke verandering kan in belangrijke mate in gang worden gezet door een hoge dichtheid dreissenas (*quagga-* en *driehoeksmosselen*). Deze mosselen zorgen ervoor dat een aanzienlijk deel van de productie die plaatsvindt in de pelagische zone wordt vastgelegd als biomassa in de benthische zone. Doordat de mosselen veel fytoplankton consumeren kan dit van invloed zijn op de voedselomstandigheden van zoöplankton en daarmee ook op de dichtheid en samenstelling van deze

groep organismen. Dit kan er op zijn beurt weer voor zorgen dat de voedselbeschikbaarheid voor zoöplankton etende vis veranderd/verslechterd.

Brasem zorgt door zijn foeragegedrag (bioturbatie), zeker als ze in hoge dichtheid voorkomen, voor het continu opwervelen van bodemmateriaal waarmee ook nutriënten uit de bodem beschikbaar komen in de pelagische zone. Mede door de overbevissing van brasem is het bestand in het IJsselmeer sterk afgenomen (de Leeuw *et al.*, 2008; Tien *et al.*, 2020). Ook dit kan eraan hebben bijgedragen dat de importantie van de productie in de pelagische zone is afgenomen. Dit wordt bijvoorbeeld ook waargenomen in situaties waar brasem wordt weggevangen in het kader van actief biologisch beheer (ABB). Ook dan ontstaat een situatie waarbij jaarlijks veel 0+ vis wordt geproduceerd (vaak baars en soms pos). Indien ook brasem en blankvoorn 0+ aanwezig is aan het eind van het groeiseizoen zijn vaak klein. Ook in deze situatie verdwijnen de eerste jaarklassen vrijwel volledig. Ook in diepe zandwinplassen wordt dit fenomeen vaak gezien (persoonlijk commentaar J. Kampen).

Het lijkt op het eerste gezicht onlogisch dat er de laatste jaren relatief hoge dichtheden planktivore éénzomerige vissen in het IJsselmeer aanwezig zijn, terwijl de planktonproductie vermoedelijk juist relatief laag is. Een mogelijke verklaring hiervoor kan het gebrek aan grotere planktivore vis zijn waardoor de juveniele vissen (in het groeiseizoen) toch voldoende voedsel beschikbaar hebben om 1) relatief hoge dichtheden te behalen en 2) in goede conditie te verkeren aan het einde van het groeiseizoen. Mogelijk spelen ook veranderingen in de samenstelling van het fyto- en zoöplankton een rol. Grotere planktivore vis pakt doorgaans grotere prooien, die een hogere energetische waarde hebben. Als dit grote zoöplankton bijvoorbeeld in lagere dichtheden aanwezig is, is het niet ondenkbaar dat er voedselgebrek optreedt bij grotere planktivore vis. Kleinere vis kan zich in zo'n situatie daarentegen nog wel voldoende voeden met kleinere prooien mits er daarvan voldoende aanwezig zijn. Een andere factor die van belang kan zijn bij de vrij omvangrijke bestanden éénzomerige vis is dat de bestanden van piscivore baars en snoekbaars, en in zijn algemeenheid de stand aan roofvissen, op het IJsselmeer relatief laag is. Dit betekent dat de predatiedruk van piscivore vis relatief laag is, waardoor de overlevingskansen van éénzomerige vis relatief goed zijn.

Het verschil in temperatuursverloop tussen jaren, en daarmee het tijdstip van voortplanten van vis en andere kritische factoren, kan ertoe leiden dat het ene jaar baars de voedselconcurrentie wint en het andere jaar bijvoorbeeld pos of spiering. Concurrentie om voedsel hangt bij pasgeboren vis naast de aanwezigheid van voedsel ook af van de grootte van de vislarven en of ze in staat zijn het voedsel te eten. De constante factor is echter dat de verhouding grote en kleine vis in het IJsselmeer uit balans is. Als er (te) weinig grote vis is, ontstaat er ruimte voor relatief veel kleine vis (in het groeiseizoen). Echter, als de voedselvoorraad in de winter beperkt wordt kan er ook te veel jonge vis aanwezig zijn om allemaal te voeden, waardoor er sterfte optreedt.

Hypothese 1 wordt verworpen. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt niet dat voedselgebrek de oorzaak is van de gebrekkige overleving van jonge vis. Overigens is de precieze oorzaak hiervoor ook niet aangetoond. Vast staat dat het voedselaanbod in de loop van de tijd is afgenomen. Maar de dichtheid van jonge vis (0+-vis) is de laatste jaren juist hoog. Kennelijk is er in het groeiseizoen voldoende voedsel

aanwezig. De goede conditie van de 0+-vis aan het eind van het groeiseizoen getuigd hier ook van. Vermoedelijk is er voor 0+-vis ook voldoende voedsel vanwege de lage dichtheid aan oudere vissen.

2. Het steeds vaker helder worden van het IJsselmeer en gebrek aan (natuurlijke) schuilmogelijkheden leidt ertoe dat veel jonge vis ten prooi valt aan roofvissen en visetende watervogels.

Korte perioden (zelfs enkele dagen per jaar) van relatief helder water kunnen ervoor zorgen dat het gedrag van vissen verandert. Bepaalde vissoorten hebben een voorkeur voor relatief troebel water (brasem, snoekbaars, spiering), terwijl andere soorten meer gebaat zijn bij helder water (baars, blankvoorn). De verspreiding van vis is in water met een groter doorzicht vaak anders dan in troebel water. Bekend is dat vis in helderder water meer samschoolt. Vaak gebeurt dit op plekken waar het water nog wel relatief troebel is of waar de aanwezige habitat enige veiligheid biedt; bijvoorbeeld in diep water of tussen waterplanten (de Leeuw & van Donk, 2020). Van spiering is bijvoorbeeld bekend dat ze zich dieper in het water ophouden bij een toenemend doorzicht. Ook vindt in helder water een grote mate van dag en nacht migratie plaats waarbij vis in de nachtelijke uren het ondiepere water opzoekt om te foerageren. In helderder water kan het predatiesucces van bijvoorbeeld visetende vogels zoals aalscholver en fuut groter zijn. Anderzijds is het ook mogelijk dat het predatiesucces afneemt, omdat prooien buiten het bereik van bijvoorbeeld visdieven raken. Enkel een (periodiek) toegenomen doorzicht zal echter niet de oorzaak zijn voor de gebrekkige overleving van vis.

Een gebrek aan schuilmogelijkheden, zoals aanwezig in het IJsselmeer, werkt onder omstandigheden met helderder water wel als extra drukfactor. Dat er dan relatief veel jonge vis ten prooi valt aan visetende watervogels lijkt aannemelijk. Het logische gevolg daarvan zou kunnen zijn dat populaties van visetende vogels toenemen omdat de voedselomstandigheden gunstig zijn. Hiervan is de laatste jaren in het IJsselmeer echter geen sprake (van Rijn & van Eerden, 2021). Daarnaast ligt het ook niet voor de hand dat een hoge (toenemende) predatiedruk tot gevolg heeft dat de overleving van sommige soorten bijna richting nul gaat. Predatoren en prooien zijn onder normale omstandigheden redelijk in balans, waarbij temporele variatie natuurlijk wel aanwezig is.

Hypothese 2 wordt deels verworpen. Helder water maakt vis in principe kwetsbaarder voor predatie. Dit geldt in het bijzonder voor wateren waar weinig schuilmogelijkheden voorhanden zijn. Populaties van visetende vogels en van roofvissen in het IJsselmeer nemen de laatste jaren overigens af. Daarnaast ligt het niet voor de hand dat de predatiedruk dusdanig groot wordt dat nauwelijks 0+-vis het eerste levensjaar overleeft. Alleen (periodiek) helder water zal niet de oorzaak zijn voor de gebrekkige overleving. Het creëren van meer schuilplaatsen is wel een maatregel die potentieel kan bijdragen aan de overleving.

3. Door zachtere winters blijft het metabolisme van de jonge vissen in de winter actiever waardoor de energiebehoefte in de winter te groot is ten opzichte van het voedselaanbod.

Het is duidelijk dat de winters in Nederland de laatste jaren steeds zachter worden (meetgegevens KNMI). Dat het metabolisme van vis tijdens zachte winters hoger ligt dan tijdens koude winters is ook bekend (Volkoff & Rønnestad, 2020). Dat de energiebehoefte in zachte winters te groot is ten opzichte van het voedselaanbod lijkt ook plausibel. Het gevolg hiervan zou zijn dat vooral jonge vissen tijdens de winter (te) sterk interen op hun reserves, waardoor de conditie op een gegeven moment zo slecht wordt

dat ze sterven. Dit laatste is echter niet het beeld dat het veldonderzoek heeft opgeleverd. Daarnaast zijn zachtere winters voor heel Nederland aan de orde waardoor dan in alle binnenwateren effecten zichtbaar zouden moeten zijn. Dit is echter niet het geval. Een disbalans in de mate van verschil in het metabolisme als gevolg van warmere perioden in het jaar en de mate van voedselbeschikbaarheid kan er wel voor zorgen dat vissen in bepaalde perioden netto meer energie verbruiken dan consumeren, waardoor ze interen op hun reserves. De onderzoeksresultaten wijzen ook in die richting met de geconstateerde scherpe teruggang van de conditie tussen meetronde 0 en 1.

Hypothese 3 wordt deels verworpen. Uiteraard blijft het metabolisme van vissen in zachte winters actiever dan in koude winters. Echter, zachte winters zijn aan de orde voor alle wateren in Nederland. Gebrekkige overleving van 0+ vis wordt echter niet in alle wateren waargenomen, waardoor de zachtere winters de gebrekkige overleving niet (geheel) kunnen verklaren. In dit onderzoek is daarnaast vastgesteld dat zeker niet alle jonge vis sterft in een zachte winter. Een modelstudie naar de activiteit van het metabolisme in relatie tot zachte winters en voedselbehoefte kan meer duidelijkheid scheppen op een eventuele mismatch tussen energiebehoefte en voedselaanbod.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden in §5.1 de conclusies van dit onderzoek weergegeven aan de hand van de vooraf gestelde hoofd- en deelvragen. In §5.2 worden aanbevelingen gegeven voor toekomstig onderzoek.

5.1 CONCLUSIES

“Waar blijft de vis in de winter?”

Om deze centrale vraag te beantwoorden dienen tijdens het onderzoek de volgende deelvragen te worden beantwoord:

1. Waar en in welke dichtheden verblijft de jonge vis in de wintermaanden?

a. Hoe zijn winterconcentraties verspreid?

Door het winterhalfjaar heen blijkt de verspreiding van winterconcentraties variabel, wat aangeeft dat 0+ vis in de wintermaanden mobieler is dan vooraf gedacht. Verspreiding vindt zowel plaats binnen het open water en tussen de havens en het open water. Wat vermoedelijk bijdraagt aan de grotere mobiliteit is de zachte winter waardoor vissen actiever blijven en dat vissen (lokaal) meer activiteit vertonen door verstoring van predatoren.

b. Hoe ziet de soortensamenstelling van winterconcentraties er gedurende de winterperiode uit?

Het veldonderzoek heeft uitgewezen dat, naast variaties in de verspreiding, ook de samenstelling van winterconcentraties in tijd en ruimte variabel zijn. Uit de geconstateerde variatie is geen duidelijke trend in de tijd zichtbaar. In het IJsselmeer zijn, in zowel het open water als de havens, door de tijd heen steeds lagere aantallen van baars in de vangsten te zien. Onbekend is of deze vissen sterven of naar andere plekken migreren waar niet is gevestigd. Het aandeel van blankvoorn neemt daarentegen, voornamelijk in de havens, in de loop van het voorjaar toe. Pos vormt in alle meetronden een relatief groot deel van de vangsten, voornamelijk in het open water. Tijdens meetronde 4 (vanaf begin april) zijn in het IJsselmeer nog 0+ exemplaren aangetroffen van baars, blankvoorn, brasem en pos. Wat aangeeft dat zeker niet alle 0+ vis aan het eind van de winter is gestorven. Dit geldt ook voor het Markermeer, waar in meetronde 4, naast genoemde soorten ook nog 0+ snoekbaars is gevangen. Uit de resultaten van dit onderzoek is door methodologische aspecten niet op te maken welk deel van de 0+ vis tijdens meetronde 4 nog aanwezig was ten opzichte van meetronde 0.

c. Hoe is de (vis)dichtheid van winterconcentraties?

Op basis van de gehanteerde onderzoeksopzet bleek het bepalen van dichtheden in winterconcentraties niet haalbaar. Met de sonar is de omvang, van een concentratie vis, in beeld te brengen. Echter is hieruit niet in te schatten wat de dichtheid is. Ook met de gerealiseerde visserij-inspanningen is de dichtheid niet te bepalen, omdat niet exact bekend is welk deel van de winterconcentratie is bevestigd. Echt grote en massale winterconcentraties zijn in dit onderzoek niet aangetroffen.

2. Wat zijn de omstandigheden?

a. Hoe verloopt de conditie van de aanwezige vis gedurende de winterperiode?

Bij de doelsoorten in het IJsselmeer blijkt de gemiddelde conditie aan het begin van de herfst normaal (pos) tot goed (baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars) te zijn. De vissen hebben in deze periode waarschijnlijk vetreserves opgebouwd voor de winter. Hieruit kan ook worden geconcludeerd dat de (voedsel)omstandigheden voor jonge vis gedurende het groeiseizoen goed zijn. In de periode eind november-begin december is de gemiddelde conditie bij alle soorten, met uitzondering van pos, beduidend minder goed (gemiddelde conditie rond normaal). In de daaropvolgende periode blijft de gemiddelde conditie redelijk stabiel, waarna in het vroege voorjaar (begin april) bij baars en pos een lichte toename in conditie is te zien. Wanneer de gemiddelde conditie factor en van de onderzochte vissen van het open water en de havens worden gesplitst is er bij de meeste soorten een betere conditie zichtbaar bij de vissen van het open water. Bij de analyse van maaginhouden van vissen zijn geen duidelijke verschillen tussen open water en haven waargenomen.

b. In welke mate komen parasieten bij vissen voor gedurende de winterperiode?

Parasieten, in de vorm van zwarte stippen veroorzakende trematoden (zuigwormen), zijn voornamelijk tijdens meetronde 0 in het zuidelijk IJsselmeer tussen Enkhuizen, Urk en Lelystad aangetroffen. Het aandeel onderzochte vissen met parasieten betrof in deze meetronde ruim 10%. Tijdens een extra bemonstering in Urk zijn bij 24% van de vissen zwarte stippen aangetroffen. In meetronde 1 en 2 in het IJsselmeer bedraagt het aandeel onderzochte vissen met parasieten circa 0,7% en in meetronde 3 en 4 zijn geen vissen met parasieten waargenomen. In het Markermeer is alleen in meetronde 0 bij 0,4% van de onderzochte vissen besmetting met parasieten aangetroffen. Een mogelijke verklaring voor het meer voorkomen van trematode parasieten in het zuidelijk IJsselmeer is mogelijk het relatief warme koelwater dat door de Maxima centrale bij Lelystad op het IJsselmeer wordt geloosd. Trematode parasieten kunnen zich sneller ontwikkelen in warmer water.

3. Wanneer is er sterfte/verdwijnen vissen?

a. Vindt er, en zo ja in welke periode, verdwijning van jonge vis plaats?

Binnen dit onderzoek is geen (massale) sterfte van juveniele vis waargenomen. Tijdens alle meetronden is bij de visserij-inspanningen over de bodem bevestigd, waarbij geen dode vis is aangetroffen. Daarnaast zijn in meetronde 4 nog 0+ exemplaren van baars, blankvoorn, brasem en pos gevangen. Mogelijk vindt er nog sterfte plaats buiten de periode dat dit onderzoek is uitgevoerd (na half april). Na meetronde 1 in het IJsselmeer neemt het aandeel van baars in de vangsten af (havens). In het open water is na meetronde 3 een afname in de vangsten te zien van baars. In het Markermeer neemt het aandeel van baars in de vangsten af vanaf meetronde 2, in zowel het open water als de haven. Het aandeel van blankvoorn neemt in de haven juist toe in zowel het IJssel- als Markermeer, evenals in het open water van het IJsselmeer.

b. Welke rol speelt de (predatie van) aalscholver op het verdwijnen van jonge vis in de winterperiode?

Consumptie van vis in de wintermaanden door aalscholver, en in mindere mate andere visetende vogels, is een duidelijke vorm van wintersterfte. De aanwezigheid van de jagende aalscholvers en

het opjagen en prederen van vis kan naast een direct gevolg voor sterfte ook een indirect gevolg hebben op de wintersterfte van vissen. Overwinterende vissen zijn in de wintermaanden gebaat bij rust, om zo min mogelijk energie te verbruiken. Wanneer vissen opgejaagd worden door predatoren, dan leidt dit tot een stressreactie waarbij de vis genoodzaakt is tot activiteit. Langdurige stress en uitputting kan de weerstand van de vis doen verminderen. Bij een suboptimale conditie van de vissen is het niet onwaarschijnlijk dat dit uiteindelijk tot sterfte kan leiden.

De mate van (aalscholver)predatie is binnen dit onderzoek niet gekwantificeerd. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de predatiedruk van aalscholver dusdanig groot is, dat als gevolg hiervan de populaties juveniele vis dermate onder druk komen te staan dat dit leidt tot gebrekkige recrutering. Stressreacties bij vis kunnen ook worden veroorzaakt door andere factoren dan visetende vogels, bijvoorbeeld door roofvis en, voornamelijk in havens, door activiteit van motorboten.

Met betrekking tot de onderzoeksvragen uit de inleiding kunnen op basis van de voorafgaande literatuurstudie (Hop *et al.*, 2022) de volgende antwoorden worden gegeven:

1. Waar en in welke dichtheden verblijft de jonge vis in de wintermaanden?

De jonge vis verzamelt zich in de wintermaanden in het diepe vaarwater, de geulen, putten en havens. Ook wordt er jonge vis tegen de Afsluitdijk aangetroffen, waar het water troebel is. De winterclustering van vis is een dynamisch geheel, waarbij aantallen in de tijd kunnen toenemen of afnemen. Dichtheden wisselen hierbij in de loop van de tijd, wat ook binnen het veldonderzoek is waargenomen. Er zijn geen directe aanwijzingen/waarnemingen dat er in het najaar grote hoeveelheden jonge vis naar de IJssel, het Markermeer of de polderwateren rondom het IJsselmeer trekken. Wel is er sprake van uitspoeling door de spuuisluizen van de Afsluitdijk, waarbij de vissen in de Waddenzee terechtkomen (Witteveen+Bos, 2008).

2. Wat zijn de omstandigheden?

Uit het literatuuronderzoek bestaat de indruk dat jonge vis in het IJsselmeer in relatief slechte conditie de wintermaanden ingaat. Uit het veldonderzoek blijkt dat de gemiddelde conditie aan het eind van de zomer (half september-half oktober) bij de meeste van de onderzochte soorten juist boven gemiddeld is. In de periode eind november-begin december is wel een afname in de gemiddelde conditie zichtbaar. De aanname is dat dit veroorzaakt wordt door voedseltekort in het najaar (periode oktober-november). Dit kan veroorzaakt worden door een laag voedselaanbod (muggenlarven en -poppen) al dan niet in combinatie met een sterke concurrentie van soortgenoten uit dezelfde jaarklasse om het beschikbare voedsel. Normaliter neemt de voedselbehoefte in deze tijd van het jaar sterk af, door het dalen van de watertemperatuur. Echter ligt dit met de recente warme najaar perioden waarschijnlijk anders (hogere temperaturen en dus hoger metabolisme). Als er dan onvoldoende te eten is teren vissen al in het najaar/vroege winter sterk in op de reserves, die ze eigenlijk nodig hebben om de hele winter door te komen.

Als gevolg van predatie door aalscholvers is er veel verstoring van de vissen in winterrust. Dit geldt zowel voor de vissen in het open water als in de havens. Er is hierbij sprake van directe sterfte, maar mogelijk eveneens indirecte sterfte (uitputting en stress). Onder suboptimale omstandigheden kunnen ziekten en parasieten opsteken die de vissen verder verzwakken.

Door een combinatie van bovenstaande factoren is de druk op juveniele vis groot, met als gevolg dat een groot deel (vermoedelijk groter dan normaal het geval is) uiteindelijk sterft. Toch zijn bij de laatste meting nog redelijke aantallen juvenielen aangetroffen. Deze vissen zouden normaliter door moeten kunnen groeien naar tweezomerige exemplaren. Dit gebeurt in het IJsselmeer echter onvoldoende. Bovenop de (vermoedelijk) bovengemiddelde sterfte in de winterperiode komt mogelijk nog extra sterfte in het volgende voorjaar/zomer. In deze studie zijn geen metingen uitgevoerd in deze periode dus er zijn geen metingen die dit aan kunnen tonen.

3. Wanneer is er sterfte/verdwijnen vissen?

Sterfte als gevolg van predatie door aalscholvers vindt gedurende de gehele winter plaats, maar de intensiteit fluctueert hierbij (in tijd en ruimte). Zolang de aalscholvers in grote aantallen aanwezig zijn/jagen kan gesteld worden dat de vis nog niet is verdwenen. Het sterven van vissen door uitputting en verhongering is nog maar weinig in beeld gebracht. De verwachting is dat dit vooral richting het einde van de winter plaatsvindt, wanneer energievoorraden van de (resterende) vissen uitgeput raken (en de energiebehoefte weer gaat stijgen bij een toenemende watertemperatuur).

Sterfte van vis lijkt niet massaal plaats te vinden. Dit is een geleidelijk proces dat niet leidt tot massa's dode vissen in de havens of op andere locaties. Bij grote visconcentraties is ook altijd roofvis aanwezig die de verzwakte exemplaren eruit pikt.

5.2 AANBEVELINGEN EN AANKNOPINGSPUNTEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Op basis van de verzamelde gegevens en resultaten binnen dit onderzoek is het formuleren van concrete inrichtingsmaatregelen voor het bevorderen van de doorgroei van jonge vis in het IJsselmeer(gebied) een stap te ver. Voordat inrichtingsmaatregelen kunnen worden geformuleerd is het van belang te achterhalen wat exact de gebrekkige doorgroei van jonge vis veroorzaakt. Hiervoor is meer gericht onderzoek nodig, zoals in onderstaande aanbevelingen wordt omschreven.

Binnen dit onderzoek is op vier momenten in het winterhalfjaar vis onderzocht. Het startpunt (meetronde 0), waarmee vis de winter in gaat, is gebaseerd op gegevens die buiten de kerngebieden zijn verzameld aan het eind van het groeiseizoen tijdens de Atoomkuilsurvey van eind september, medio oktober 2022. Deze gegevens geven in feite een gemiddelde weer van de situatie in het IJsselmeer en Markermeer, aangezien de gegevens afkomstig zijn uit een groot aantal random verdeelde kuiltrekken in beide meren. Tijdens de vier meetronden in dit onderzoek is binnen de kerngebieden naar vis gezocht, waardoor data van meetronde 0 niet een-op-een vergelijkbaar is met de data van meetronde 1-4. Een waardevolle aanvulling op de onderzoeksinspanning zou het uitvoeren van een aantal kuiltrekken verdeeld over het IJssel- en Markermeer zijn in de periode april tot en met juni. Door aanvullend in deze periode onderzoek uit te voeren kan worden vastgesteld of overgebleven 0+ vissen alsnog sterven.

Voor een toekomstig onderzoek zou het ideaalbeeld zijn om jaarrond gegevens te verzamelen (maandelijks). Hierbij zou het verzamelen van conditiegegevens en maaginhouden op meerdere locaties (in enkel het open water) in zowel het IJssel- als Markermeer waardevol zijn. In dit geval bestaat het veldwerk

voornamelijk uit het verzamelen van vis voor analyse, wat kan worden gerealiseerd met een relatief beperkte inspanning. Op deze manier is een beter en completer beeld te krijgen van het conditieverloop en de omstandigheden waaronder vis zich door het jaar heen bevindt waardoor waarschijnlijk duidelijker aanwijzingen worden gevonden voor de mechanismen die de slechte recrutering veroorzaken. Idealiter zou een dergelijk onderzoek meerdere jaren moeten beslaan. De omvang en samenstelling van 0+ bestanden aan het eind van het groeiseizoen kunnen per jaar namelijk sterk wisselen. Ook het verloop van conditie en de overleving van vis in de periode najaar-winter-voorjaar is niet constant.

Over de voedsel, behoefte, voorkeur en de voedselbeschikbaarheid, en de ontwikkeling ervan in het IJsselmeer is relatief weinig bekend. Een breed onderzoek naar de aanwezigheid en ontwikkeling van voedselbronnen als fyto- en zoöplankton alsmede macrofauna zou een waardevolle basis vormen om de situatie in het IJsselmeer beter te kunnen begrijpen en te achterhalen wat de belangrijkste oorzaken zijn van de slechte doorgroeimogelijkheden van jonge vis. Binnen dit onderzoek is dan ook conditiebepaling en maaginhoud analyse van 0+ vis een waardevolle toevoeging. Pas als deze factoren bekend zijn kan effectief worden aangestuurd op (inrichting)maatregelen om de visstand te bevorderen.

en de ontwikkeling ervan in het IJsselmeer is relatief weinig bekend. Een breed onderzoek naar de aanwezigheid en ontwikkeling van voedselbronnen als fyto- en zoöplankton alsmede macrofauna zou een waardevolle basis vormen om de situatie in het IJsselmeer beter te kunnen begrijpen en te achterhalen wat de belangrijkste oorzaken zijn van de slechte doorgroeimogelijkheden van jonge vis. Binnen dit onderzoek is dan ook conditiebepaling en maaginhoud-analyse van 0+ vis een waardevolle toevoeging. Pas als deze factoren bekend zijn kan effectief worden aangestuurd op (inrichtings)maatregelen om de visstand te bevorderen.

Bij het nemen van maatregelen voor de visstand in het IJsselmeergebied moet goed worden nagedacht voor welke soorten dit wordt gedaan. Recrutering (aanwas van jonge vis) van brasem en blankvoorn is in het IJsselmeer altijd al matig geweest; historisch planten deze soorten zich voort in omringende wateren, waarbij het Zwarte Water, Vollenhovermeer en Kadoelermeer belangrijke gebieden zijn (waren). Onbekend is of deze gebieden nog steeds als paaigebied functioneren. Als dat niet meer goed functioneert en daar een gebrekkige overleving in de wintermaanden bij komt, dan ontstaat een knelpunt. Duidelijk is wel dat de recrutering en overleving van vis in het IJsselmeer een ingewikkeld proces is waar veel factoren van invloed op zijn. De kans dat met enkele ongerichte maatregelen de visstand stabiel in de gewenste richting ontwikkelt is niet groot.

6 LITERATUUR

Backiel, T. & Sawisza, J., 1968. Synopsis of biological data on the bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). FAO Fisheries synopsis no. 36. Rome.

Bijkerk, R. red. 2014. *Handboek Hydrobiologie*. Vol. Biologisch onderzoek voor de beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. STOWA, Utrecht.

Byström, P., Andersson, J., Kiessling, A. & Eriksson, L.O., 2006. Size and temperature dependent foraging capacities and metabolism: consequences for winter starvation mortality in fish. OIKOS 00: 00-00, 2006. DOI: 10.1111; j.2006.0030-1299.15014.x.

Cunjak, R.A., 1988. Physiological Consequences of Overwintering in Streams: The Cost of Acclimitization? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. <https://doi.org/10.1139/f88-053>.

Fedorova, G.V. & Vetkasov, S.A., 1974. The biological characteristics and abundance of Lake Ilmen ruff, *Acerina cernua*. Journal of Ichthyology 14(6): 836-841.

Fernandes, T. & McMeans, B.C., 2019. Coping with the cold. Energy storage strategies for surviving winter in freshwater fish. Review and synthesis. *Ecography* 42: 2037-2054, 2019.

Harnage, P.M., 2013. Occurrence and connection of black spot disease in proximity of sewage treatment facilities. University of Tennessee.

Hoffmann, G.L., 1956. The Life Cycle of *Crassiphiala bulboglossa* (Trematoda: Strigeida). Development of the Metacercaria and Cyst, and Effect on the Fish Hosts. *The Journal of Parasitology*, Vol. 42, No.4, Section 1, pp. 435-444.

Hop, J., Kleppe, R., Koole, M. & Bleile, N., 2022. Overleving van jonge vis in het IJsselmeer, literatuurstudie. ATKB Waardenburg, 36 pp.

Hop, J., 2022. Overleving van jonge vis in het IJsselmeer, meetplan veldonderzoek. ATKB Waardenburg, 24 pp.

Hurst, T.P., 2007. Causes and consequences of winter mortality in fish. *Journal of Fish Biology* (2007) 71, 315–345.

Kangur, K., Tammiksaar, E. & Pauly, D., 2021, Using the “mean temperature of the catch” to assess fish community responses to warming in a temperate lake. *Environmental Biology Fish*. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01114-7>.

- Keeken, O.A., van, Bruijn, P.J.A., van, Griffioen, A.B., Os-Koomen, E., van & Wiegerinck, J.A.M., 2022. Vismonitoring Rijkswateren t/m 2021, Deel II Toegepaste methoden. Wageningen University & Research, rapport C077/22, 108 pp.
- Klap B. Kooy, K., Kouwenberg, S., Oosthoek, S., Vasseur, H., Velzen, J. van, Vermeulen, I., 2022. Aalscholverproblematiek belicht structurele problemen binnen het IJssel- en Markermeer. Rapport van Academic Consultancy Training project 2.867 vak-code: YMC-60809, periode 5, schooljaar: 2021-2022.
- Klein Breteler, J.G.P. & de Laak, G.A.J., 2003. Lengte-gewicht relaties Nederlandse vissoorten. Deelrapport I, versie 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB), Nieuwegein, 13 pp.
- Kottelat, M. & Freyhof, J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.
- Laak, G.A.J., de, 2010. Kennisdocument blankvoorn, *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Sportvisserij Nederland, Kennisdocument 32, 84 pp.
- Leeuw, J.J., de, Dekker, W. & Buijse, A.D., 2008. Aiming at a moving target, a slow hand fails! 75 years of fisheries management in Lake IJsselmeer, the Netherlands. *Journal of Sea Research* 60:21-31.
- Leeuw, J.J. de & Donk, S.C., van, 2020. Hypotheses voor afname van de visstand in het IJsselmeer. Wageningen University & Research rapport C051/20a.
- Lind, E.A., 1977. A review of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*), Eurasian perch (*Perca fluviatilis*), and ruff (*Gymnocephalus cernuus*) in Finland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34(10): 1684-1695.
- Noble, R. & Cowx, I., 2002. FAME Work Package 1 – Development of a River-type classification system (D1) & Compilation and harmonization of fish species classification (D2) United Kingdom: University of Hull, 2002. Final report.
- Noordhuis, R., 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling. Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat, CD0810VV059, 24 pp.
- Noordhuis, R., Groot, S., Dionisio Pires, M. & Maarse, M., 2014. Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied. Vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Nature-2000 doelen. Deltares rapport 1207767-000, 98 pp.
- Ogle, D.H., 1998. A synopsis of the biology and life history of ruffe. *Journal of Great Lakes Research* 24 (2): 170-185.
- OVB, 1986. Cursus vissoorten. Deel 2. Hoofdstuk de baars: p. 34-57.

OVV, 1988. Cursus vissoorten. Deel 1. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVV), Nieuwegein.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rommelzwaal, A., Lankester, J., Broeke, M. A., van den, Lichtendahl, M., Konijnenburg, P., van, Garritsen, T. & Heusen, W., van, 2017. Preverkenning IJsselmeergebied, achtergronddocument Preverkenning ecologische kwaliteit IJsselmeergebied. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat/Rijkswaterstaat, versienummer 20171201, 52 pp.

Riel, M., van, Verdonschot, R. & Verdonschot, P., 2021. Systeemanalyse van het IJsselmeergebied; verkenning van de water- en stoffenstromen in het IJsselmeergebied voor de toepassing in een systeemanalyse. Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen, 32 pp.

Rijn, S. van & Eerden, M.R. van, 2021. Actualisatie Doeluitwerking Vogelrichtlijnsoorten IJsselmeergebied 2020. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2021-08.

Rijssel, J.C., van, Keeken, O.A., van & Leeuw, J.J., de, 2022. Vismonitoring Rijkswateren t/m 2021, Deel I Toestand en trends. Wageningen University & Research, rapport C085/22, 439 pp.

Sluis, M., van der, Vries, P., de, Kampen, J. & Niemeijer, B., 2019. Vergelijking van bemonsteringen in het IJsselmeer en Markermeer met de verhoogde 4m-boomkor versus de A-toomkuil. Wageningen University & Research rapport C084/19, 50 pp.

Sukhdeo, M., 2012. Where are the parasites in foodwebs? *Parasites & Vectors* 2012, 5:239.

Sweeting, R., 1974. Investigations into natural and experimental infections of freshwater fish by the common eye-fluke *Diplostomum spathaceum* Rud. *Parasitology*, 69(3), pp. 291-300.

Tien, N., Mosqueira Sanchez, I., Brunel, T., Hammen, T., van der, Molla Gazi, K., Donk, S., van, Foekema, E., Bruijn, P., de & Leeuw, J.J., de, 2020. Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars in het IJssel-/Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C041/20.

Voet, J. via NHnieuws, 2023, 9 februari. Waarom vissen samenkomen in de haven van Enkhuizen. NHnieuws. <https://www.nhnieuws.nl/nieuws/314511/waarom-duizenden-vissen-samenkomen-in-de-haven-van-enkhuizen>

Volkoff, H. & Ronnestad, I., 2020. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *TEMPERATURE* 2020, vol. 7, No. 4, 307-320.

Voorhamm, T. & Emmerik, W.A.M., van, 2011. Kennisdocument baars, *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 31. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Vos, T. de, 2022. Tienduizenden vissen snakken naar adem in doodlopende gracht. NH Nieuws, 26 januari 2022. <https://www.nhnieuws.nl/nieuws/298479/tienduizenden-vissen-snakken-naar-adem-in-doodlopende-gracht>

Vroman, J., Tien, N., Leeuw, J., de, Kampen, J. & Bruijn, P., de, 2022. ATOOMKUILSURVEY 2021; Eerste stap richting een gestandaardiseerde methodiek. Wageningen Mariene Research rapport C020/22, 40 pp.

Vriese, T., Koole, M., Bleile, N., Kleppe, R. & Hop, J., 2022. Invloed van systeemveranderingen op visstand en visgedrag in het IJsselmeer. Rapport 20212113/01. ATKB, Waardenburg.

Willemsen, J., 1977. Population dynamics of percids in Lake IJssel and some smaller lakes in the Netherlands. Journal of the Fisheries Board of Canada, 34(10): 1710-1719.

Witteveen+Bos, 2008. Bureaustudie invloed Aalscholver IJsselmeer en Markermeer op visstand en beroepsvisserij. DDT135-1/wnb/027, 141 pp.



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE I

Onderzoeksinspanning

Gepleege inspanning (ha) per kerngebied, meetronde en diepteklasse

		Meetronde				Totaal
		1	2	3	4	
IJsselmeer	Makkum	0,84	3,13	2,05	3,97	9,99
	haven	0,19	0,36	0,61	0,60	1,76
	open water	0,65	2,78	1,44	3,36	8,23
	Medemblik	1,32	1,57	1,92	4,77	9,59
	haven	0,17	0,37	0,48	0,57	1,60
	open water	1,15	1,20	1,44	4,20	7,99
Totaal IJsselmeer		2,16	4,70	3,97	8,74	19,58
Markermeer	Muiden	-	0,36	-	1,92	2,28
	haven	-	0,14	-	0,22	0,35
	open water	-	0,23	-	1,70	1,93
Totaal Markermeer		-	0,36	-	1,92	2,28

- = niet bemonsterd

Deelgebied		Kerngebied	Diepteklasse			
			0-2 meter	2-4 meter	4-6 meter	>6 meter
Open water	IJsselmeer Makkum	-	2,12	2,98	3,13	
	IJsselmeer Medemblik	-	-	3,70	3,39	
	Markermeer Muiden	-	-	1,93	1,93	
	Totaal open water	0,11	9,85	3,22	4,07	
Haven	Haven Muiden	0,12	0,23	-	-	
	Haven Makkum	0,50	1,37	-	-	
	Haven Medemblik	0,07	1,39	0,17	0,39	
	Totaal haven	0,65	2,00	0,82	0,39	

- = niet bemonsterd



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 2

Soortenlijst zoete wateren en FAME-indeling voor gilden

Nederlandse naam	Wetenschappelijk naam	Stromingsgilde
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	Eurytoop
Alver	<i>Alburnus alburnus</i>	Eurytoop
Atlantische forel	<i>Salmo trutta</i>	Rheofiel
Baars	<i>Perca fluviatilis</i>	Eurytoop
Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	Rheofiel
Beekprik	<i>Lampetra planeri</i>	Rheofiel
Bermpje	<i>Barbatula barbatula</i>	Rheofiel
Bittervoorn	<i>Rhodeus amarus</i>	Limnofiel
Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	Eurytoop
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Limnofiel
Brasem	<i>Abramis brama</i>	Eurytoop
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Eurytoop
Elft	<i>Alosa alosa</i>	Rheofiel
Elrits	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Rheofiel
Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	Eurytoop
Europese steur	<i>Acipenser sturio</i>	Rheofiel
Fint	<i>Alosa fallax</i>	Rheofiel
Gestippelde alver	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Rheofiel
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	Eurytoop
Grote marene	<i>Coregonus lavaretus</i>	Eurytoop
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	Limnofiel
Karper	<i>Cyprinus carpio</i>	Eurytoop
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	Eurytoop
Kolblei	<i>Blicca bjoerkna</i>	Eurytoop
Kopvoorn	<i>Squalius cephalus</i>	Rheofiel
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>	Limnofiel
Kwabaal	<i>Lota lota</i>	Eurytoop
Noordzeehouting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Limnofiel
Pos	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Eurytoop
Rivierdonderpad	<i>Cottus perifretum</i>	Rheofiel
Riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	Rheofiel
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Rheofiel
Roofblei	<i>Leuciscus aspius</i>	Exoot
Rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Limnofiel
Serpeling	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Rheofiel
Sneep	<i>Chondrostoma nasus</i>	Rheofiel
Snoek	<i>Esox lucius</i>	Eurytoop
Snoekbaars	<i>Sander lucioperca</i>	Eurytoop
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	Limnofiel
Tienddoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>	Limnofiel
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>	Limnofiel
Vlagzalm	<i>Thymallus thymallus</i>	Rheofiel
Winde	<i>Leuciscus idus</i>	Rheofiel
Zalm	<i>Salmo salar</i>	Rheofiel
Zeeforel	<i>Salmo trutta trutta</i>	Rheofiel
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>	Limnofiel
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	Rheofiel

Toelichting bij de tabel

De bovenstaande indeling is afgeleid voor het FAME-project. De afkorting FAME staat voor Fish-based Assessment Method for the Ecological status of European rivers. De soorten in de tabel zijn voor stagnante en stromende Nederlandse zoete wateren geselecteerde soorten uit de totale FAME-lijst. Alleen de indeling naar stromingsgilde is voor het onderhavige project relevant en is daarom in de tabel opgenomen. Onderstaand worden de gilden kort toegelicht. Voor de volledige indeling en een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar Noble & Cowx, 2002.

Stromingsgilde

Limnofiel; voorkeur voor stilstaand water

Rheofiel; voorkeur voor stromend water

Eurytoop; zonder voorkeur voor stilstaand of stromend water



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 3

Meetgegevens waterkwaliteit

Gegevens zijn verzameld tijdens de bemonsteringen in de verschillende deelgebieden. Metingen zijn gedaan op 0,5 meter onder het wateroppervlak. Indien de totale waterdiepte >6 meter betref is er ook gemeten op 0,5 meter boven de waterbodem.

Makkum

Datum	Meetronde	open water/haven	Meting	Trek	Oppervlaktmeting (0,5 m onder wateroppervlak)			Oppervlaktmeting (0,5 m boven waterbodem)				
					Waterdiepte (m)	Doorzicht (m)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)
01-12-2022	1	open water	1		9,2	0,6	6,9	12,0	630	6,9	11,0	6.264
01-12-2022	1	open water	2		9,2	0,6	6,8	12,2	572	6,8	8,5	8.150
30-11-2022	1	haven	1	ze1	2,0	1,0	6,7	12,7	669			
30-11-2022	1	haven	2	ze2	3,0	1,0	6,7	12,4	709			
30-11-2022	1	haven	3	ze3	2,6	1,0	6,7	12,4	701			
25-01-2023	2	open water	1	bk6	2,4	1,2	4,5	10,8	1.164	4,8	11,6	
25-01-2023	2	open water	2	bk7	7,1	1,2	4,5	11,6	994	4,8	11,7	
25-01-2023	2	open water	3		5,8	1,2	4,5	11,4	994	4,8	11,8	
25-01-2023	2	haven	1	ze2	2,4	1,0	3,0	12,4	980			
25-01-2023	2	haven	2	ze3	3,0	1,5	3,2	12,8	980			
25-01-2023	2	haven	3	ze5	3,2	1,5	3,1	13,2	980			
27-02-2023	3	open water	1	bk1	5,6	0,7	5,8	13,5	822	5,8	13,6	822
27-02-2023	3	open water	2	bk2	8,1	0,7	5,5	12,5	822	5,8	13,5	822
27-02-2023	3	open water	3	bk3	6,0	0,7	5,5	11,1	864	5,8	13,4	864
27-02-2023	3	haven	1	ze1	2,2	0,6	6,2	12,4	1.200			
27-02-2023	3	haven	2	ze2	2,6	1,0	6,0	12,6	1.054			
27-02-2023	3	haven	3	ze5	2,7	1,0	6,0	11,9	1.162			
03-04-2023	4	open water	1	sk2	6,7	1,2	9,1	10,3	884			
03-04-2023	4	open water	2	sk3	8,8	1,2	9,2	10,4	884			
03-04-2023	4	open water	3		7,4	1,2	9,6	10,4	884			
03-04-2023	4	haven	1	ze3	4,3	1,2	8,8	11,3	1.298			
03-04-2023	4	haven	2	ze5		1,2	8,8	11,1	1.298			
03-04-2023	4	haven	3	ze6		1,2	8,8	11,0	1.298			

Medemblik

Datum	Meetronde	open water/haven	Meetpunt	Oppervlaktemeting (0,5 m onder wateroppervlak)					Oppervlaktemeting (0,5 m boven waterbodem)		
				Waterdiepte (m)	Doorzicht (m)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)
29-11-2022	1	open water	1	6,0	0,4	7,2	12,4	491	7,2	12,0	505
29-11-2022	1	haven	1	3,2	0,7	7,7	10,7	682			
29-11-2022	1	haven	2	3,2	0,7	7,5	11,9	656			
29-11-2022	1	haven	3	2,3	0,7	7,5	11,6	654			
19-01-2023	2	open water	1	3,5	1,3	5,5	22,1	1.448			
19-01-2023	2	open water	2	1,0	0,6	3,6	40,3	1.366			
19-01-2023	2	open water	1	7,7	0,8	5,2	12,8	920	4,5	12,6	884
19-01-2023	2	open water	2	6,7	0,8	5,2	13,3	930	4,8	19,1	932
19-01-2023	2	open water	3	4,4	0,8	5,2	14,5	1.082	4,8	14,5	984
18-01-2023	2	haven	1	4,0	1,2	5,7	17,9	1.183			
18-01-2023	2	haven	2	3,2	1,2	5,7	18,7	1.298			
18-01-2023	2	haven	3	2,3	1,2	5,7	16,9	1.481			
18-01-2023	2	haven	4	3,1	1,2	5,5	11,3	1.481			
01-03-2023	3	haven	1	2,3	1,6	5,8	14,3	842			
01-03-2023	3	haven	2	3,1	1,6	6,2	14,1	884			
01-03-2023	3	haven	3	2,1	0,8	6,7	14,4	820			
05-04-2023	4	open water	1	6,4	0,6	9,6	11,8	1.060			
05-04-2023	4	open water	2	6,8	0,6	9,6	11,9	1.060			
05-04-2023	4	open water	3	8,2	0,6	9,7	12,1	1.060			
05-04-2023	4	haven	1	3,2	1,0	8,7	13,1	1.046			
05-04-2023	4	haven	2	2,8	1,0	8,7	12,8	1.046			
05-04-2023	4	haven	3	2,6	1,0	8,8	12,8	1.158			

Muiden

Datum	Meetronde	open water/haven	Meetpunt	Oppervlaktemeting (0,5 m onder wateroppervlak)					Oppervlaktemeting (0,5 m boven waterbodem)		
				Waterdiepte (m)	Doorzicht (m)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)	Temp. (c)	Zuurstof (mg/l)	Geleidbaarheid (uS)
02-02-2023	2	open water	1	8,2	0,6	6,0	12,8	864	5,2	12,1	862
02-02-2023	2	open water	2	15,9	0,6	5,2	12,4	920	5,1	12,1	936
02-02-2023	2	haven	1	3,6	1,4	4,2	20,1	932			
02-02-2023	2	haven	2	3,8	1,4	7,3	19,2	906			
11-04-2023	4	haven	1	2,1	1,0	10,5	11,8	1.064			
11-04-2023	4	haven	2	2,1	1,0	10,3	12,3	1.064			
11-04-2023	4	haven	3	1,8	0,8	10,4	11,9	1.064			

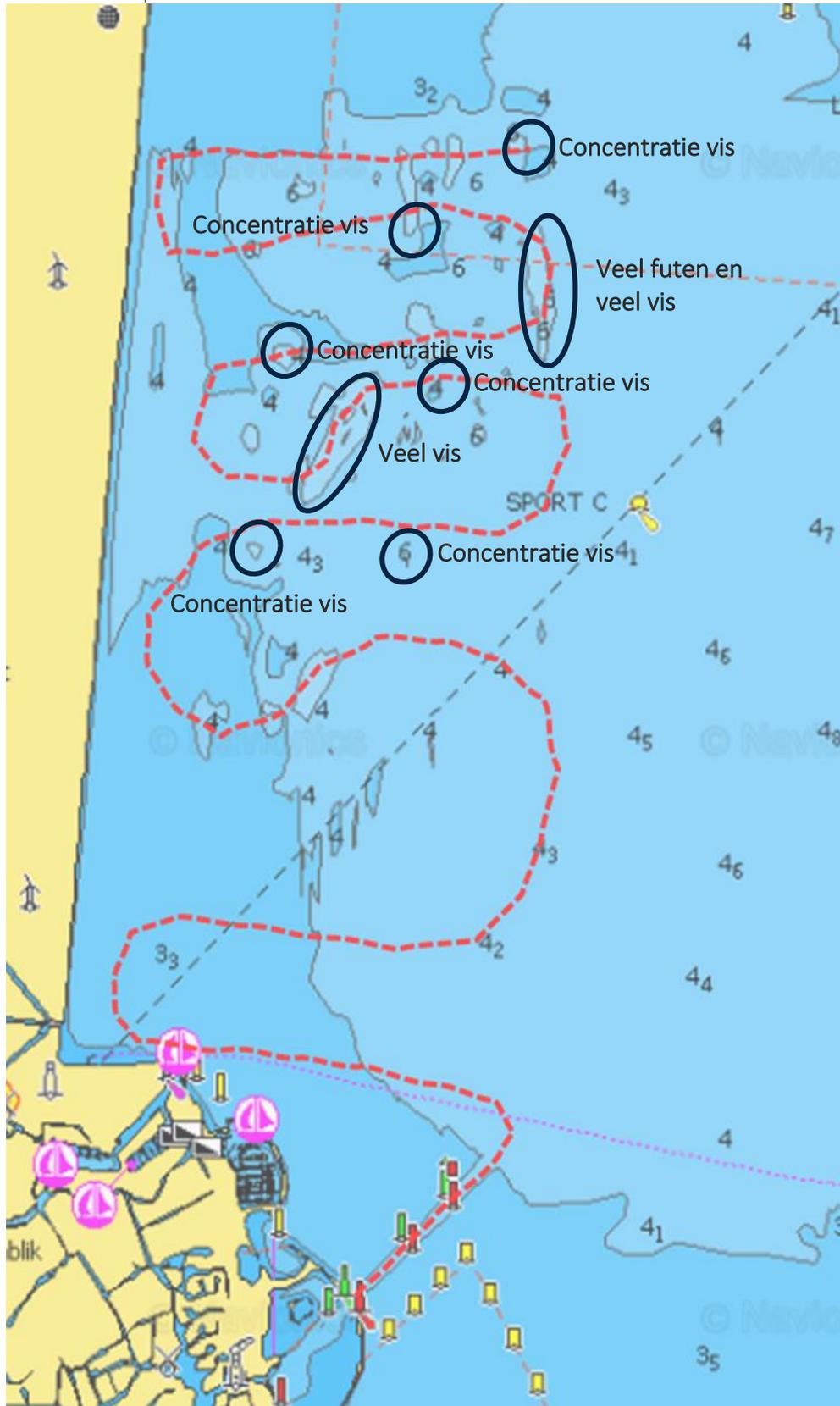


voor natuur
en leefomgeving

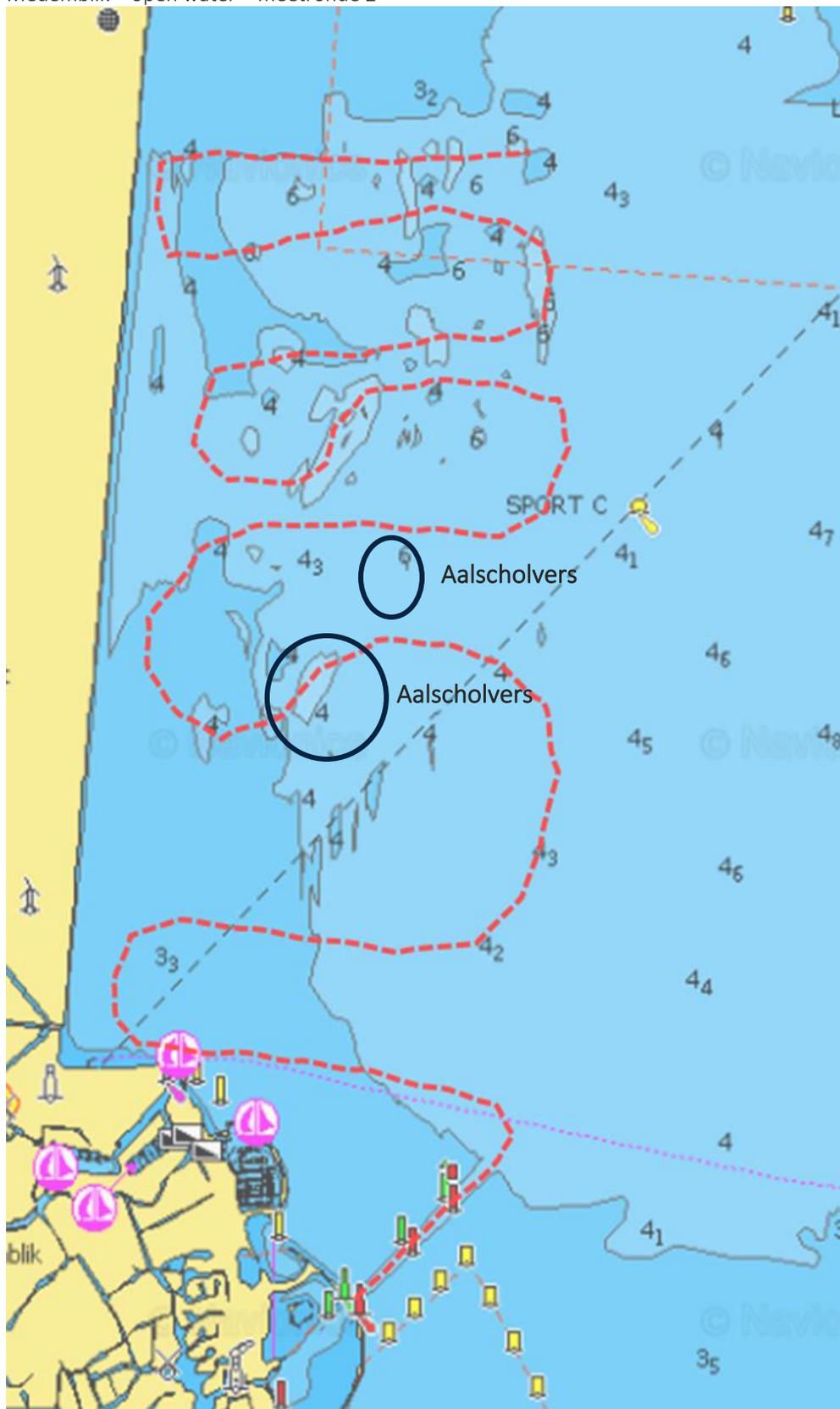
BIJLAGE 4

Karten veldwaarnemingen

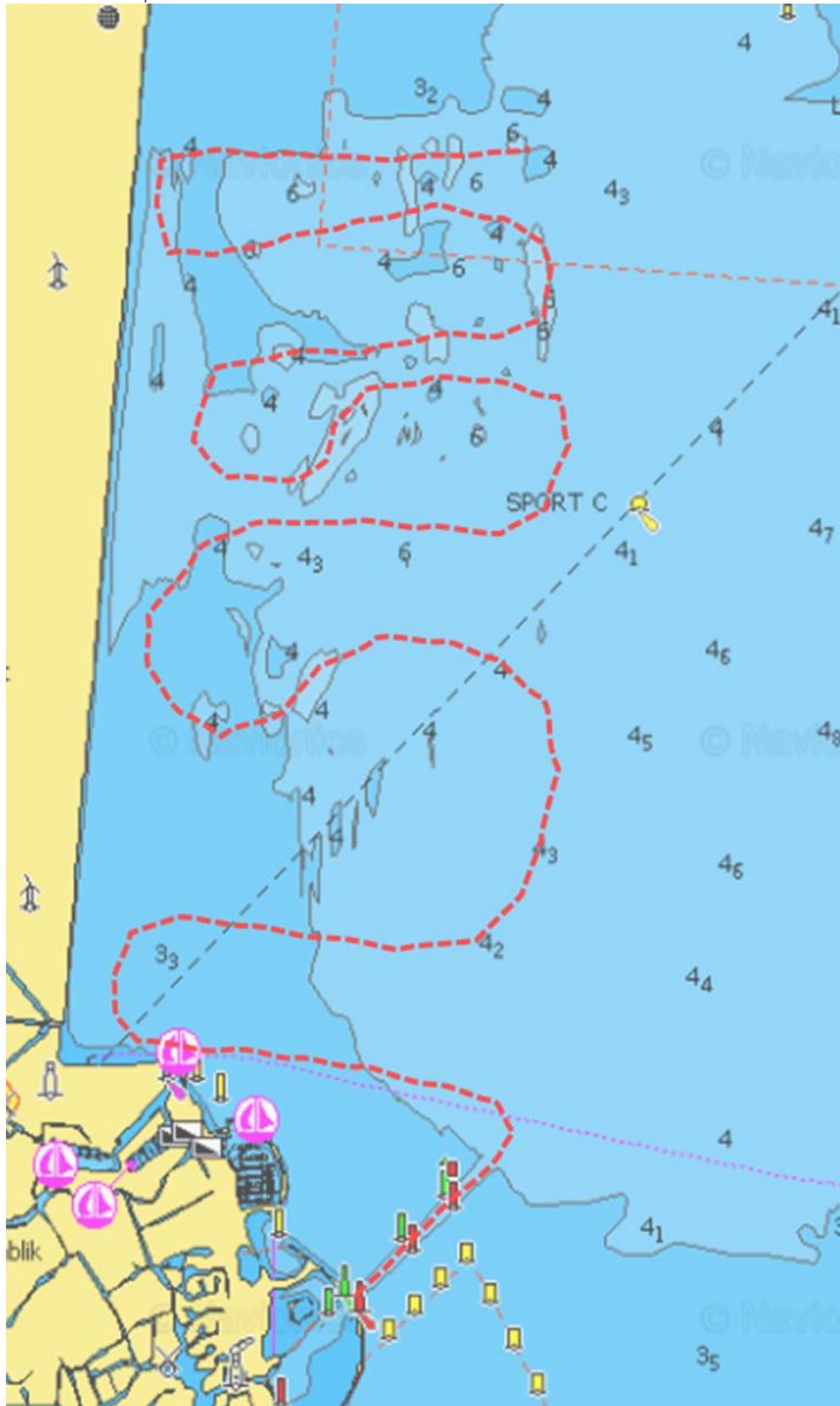
Medemblik – open water – meetronde 1



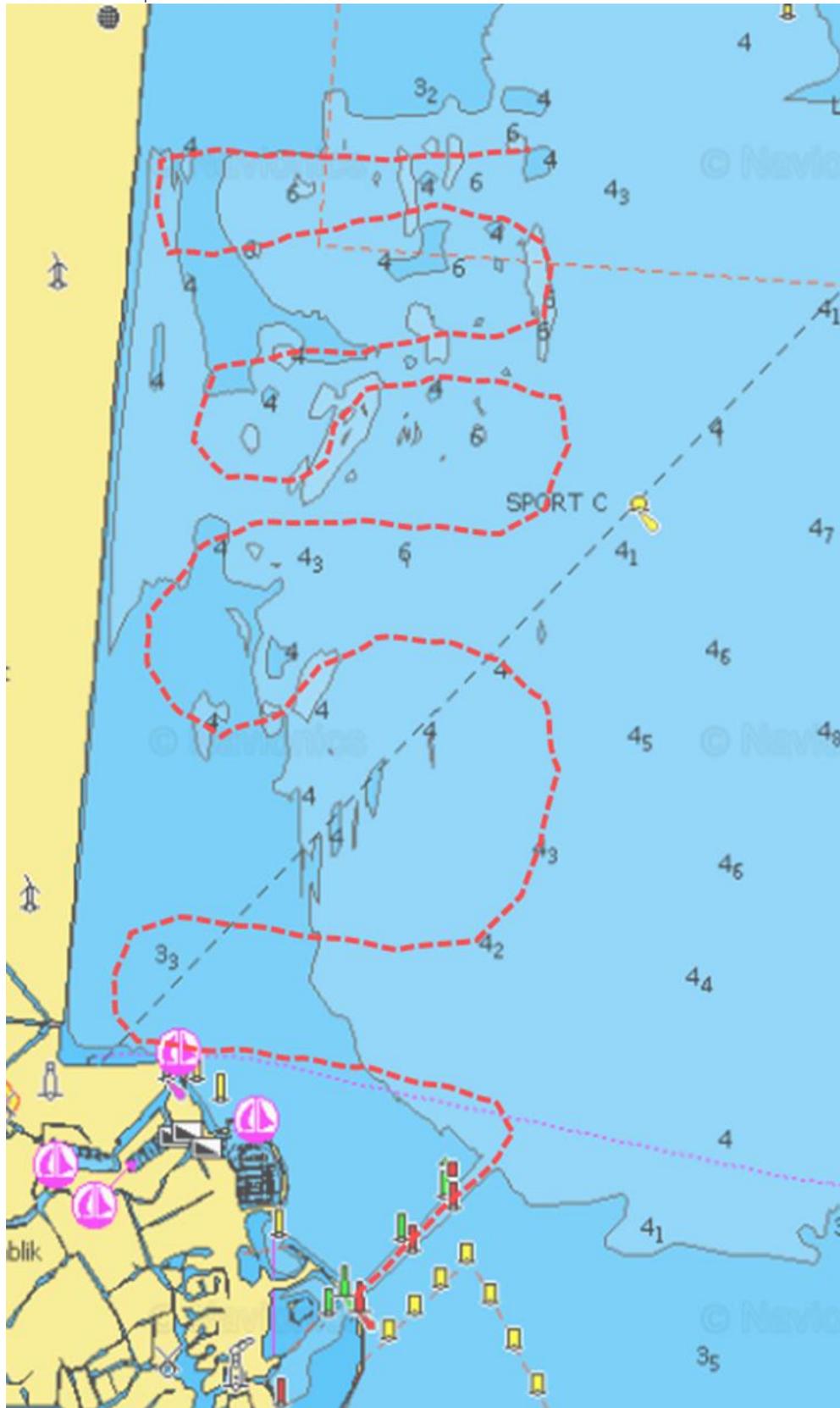
Medemblik – open water – meetronde 2



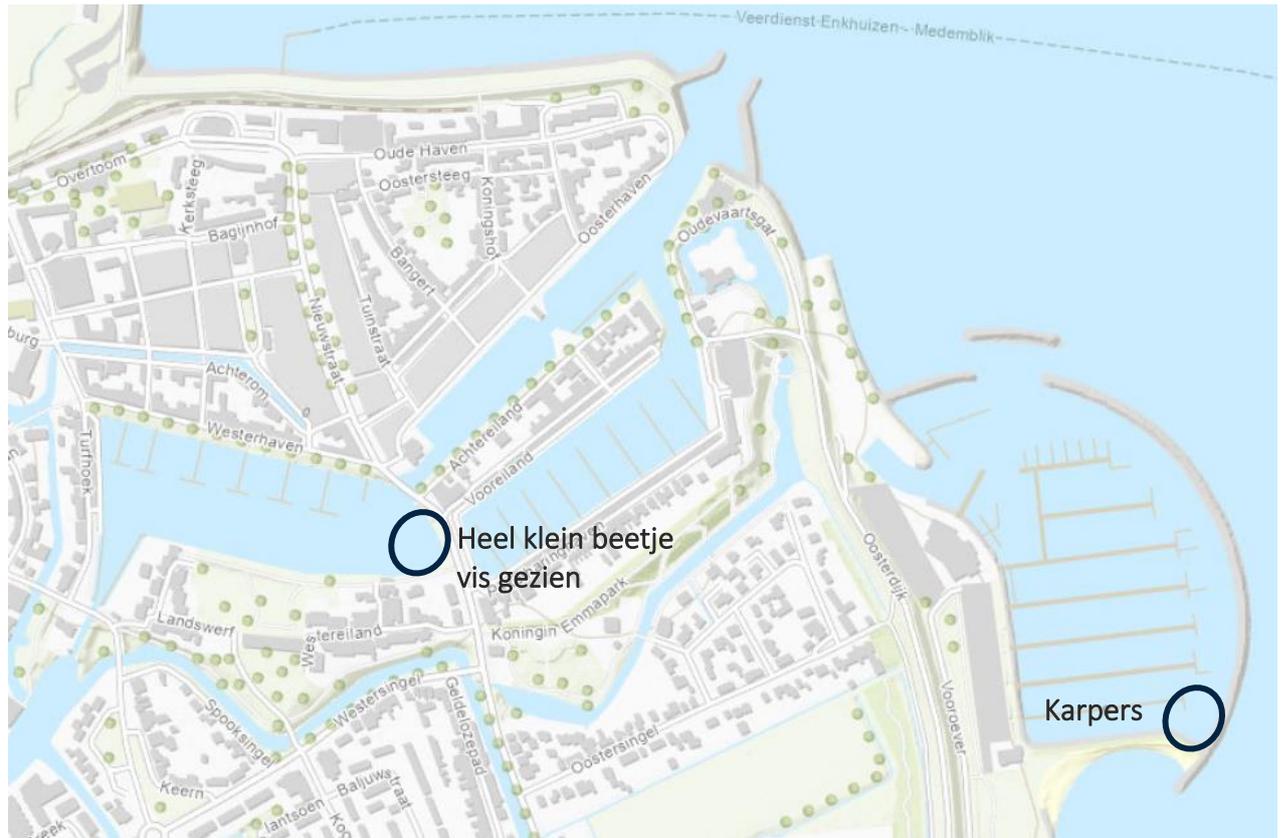
Medemblik – open water – meetronde 3



Medemblik – open water – meetronde 4



Medemblik – haven – meetronde 1

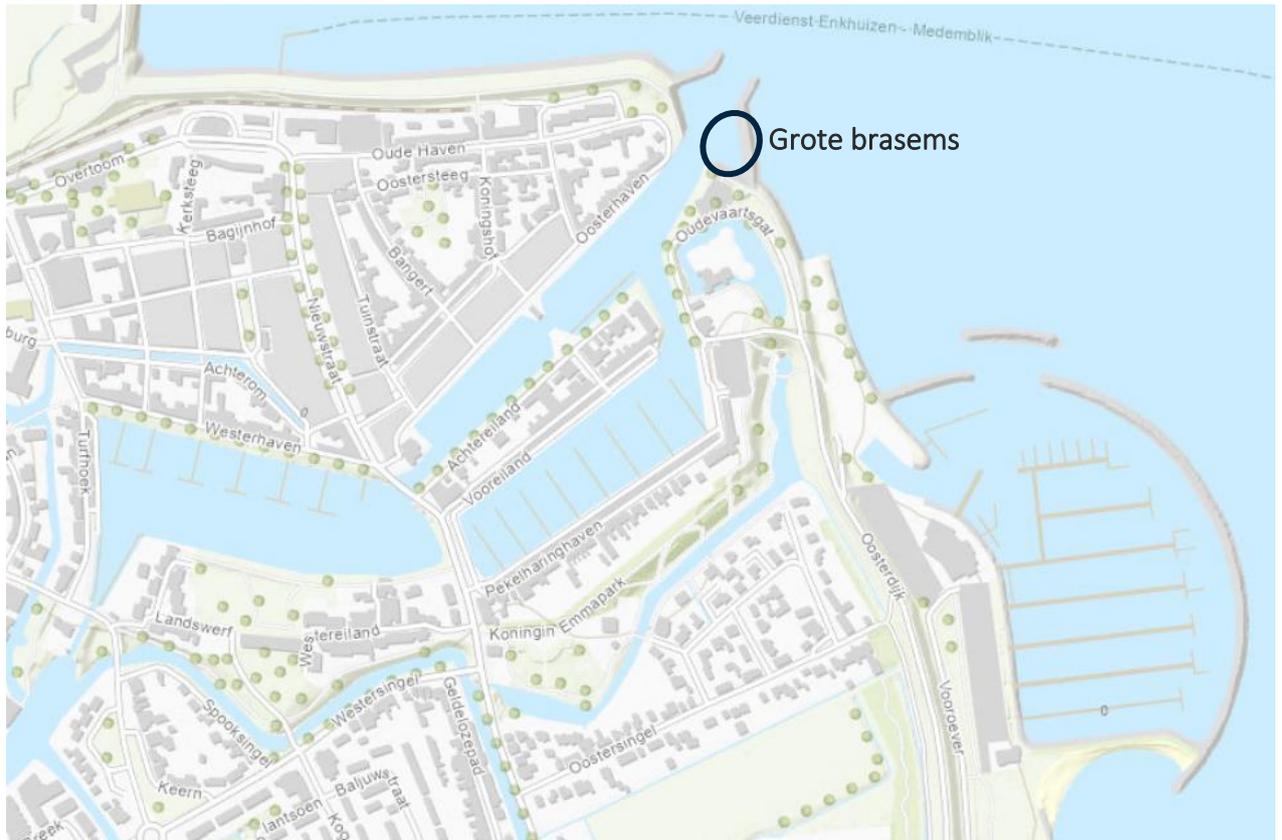


Medemblik – haven – meetronde 2



Geen duidelijke visconcentraties

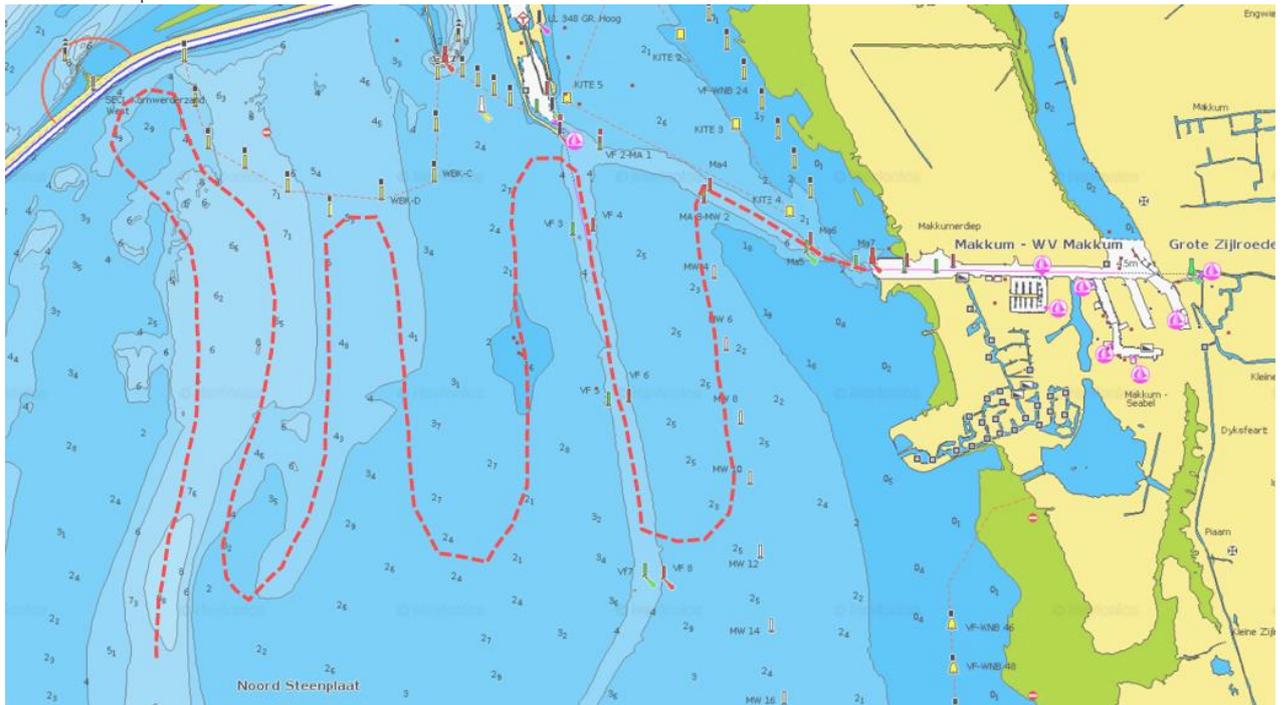
Medemblik – haven – meetronde 3



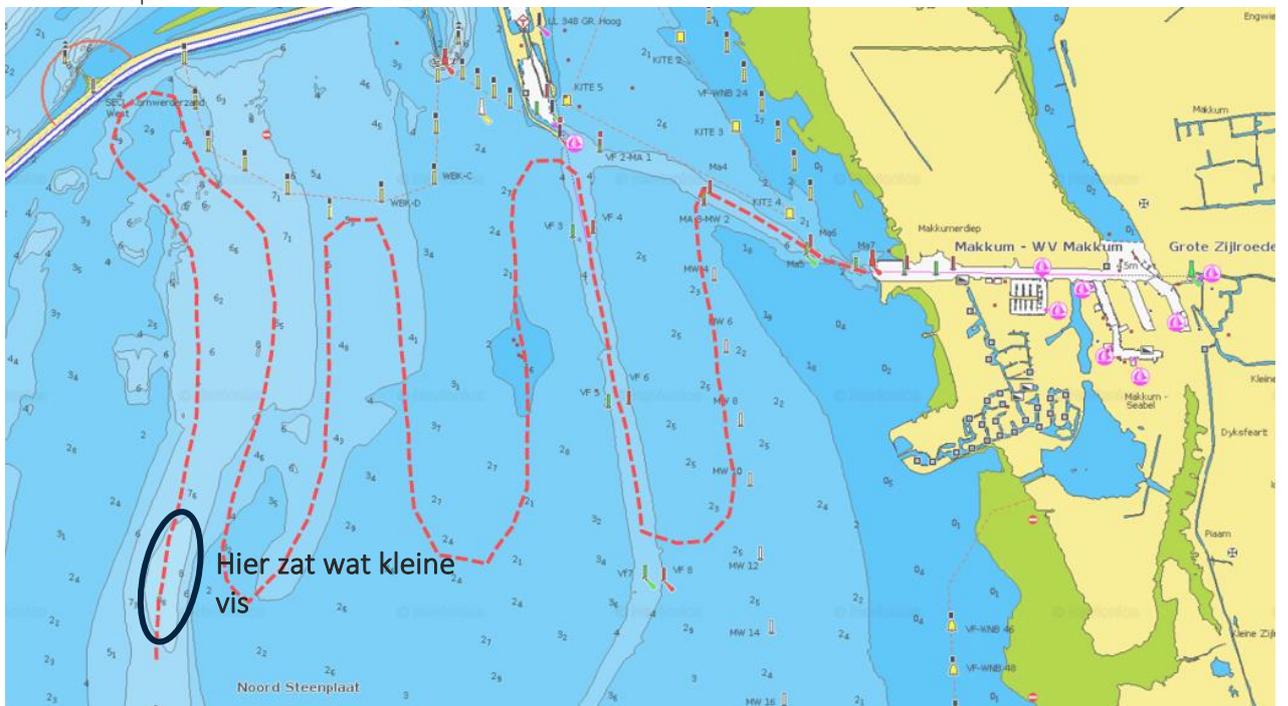
Medemblik – haven – meetronde 4



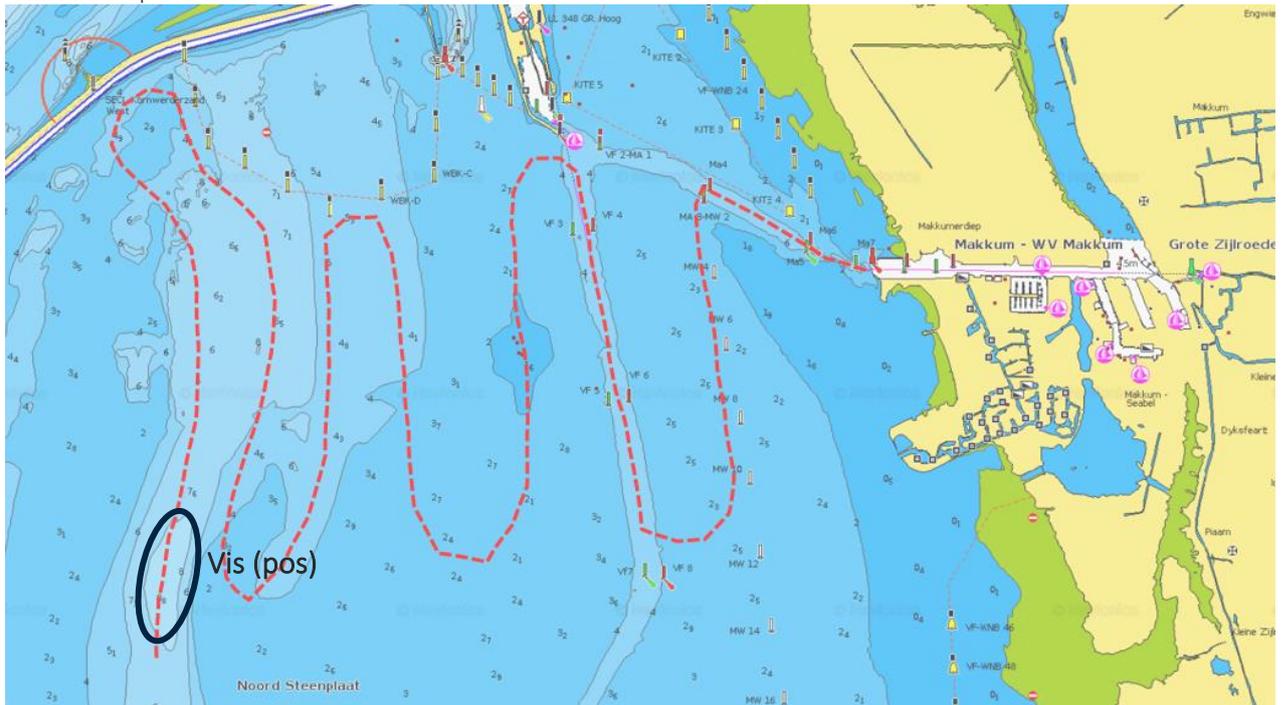
Makkum – open water – meetronde 1



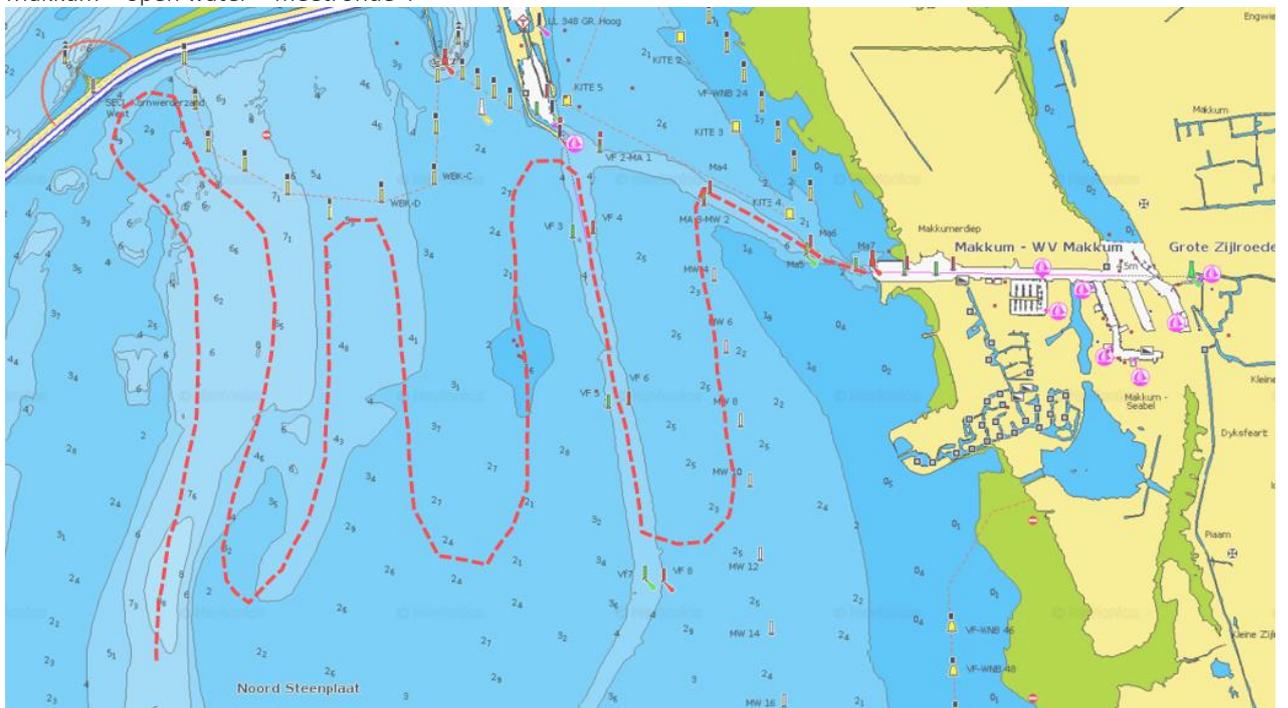
Makkum – open water – meetronde 2



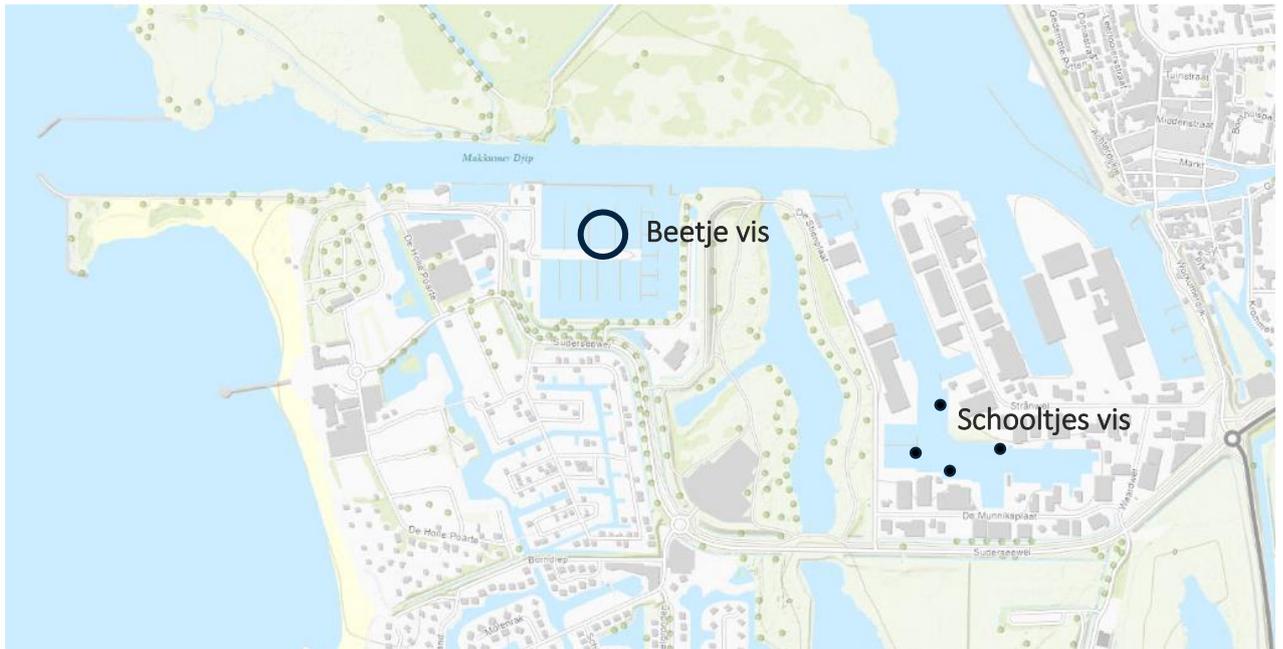
Makkum – open water – meetronde 3



Makkum – open water – meetronde 4



Makkum – haven – meetronde 1



Makkum – haven – meetronde 2



Makkum – haven – meetrone 3



Makkum – haven – meetrone 4

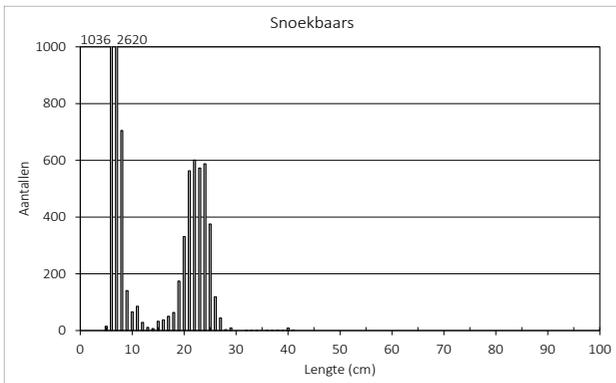
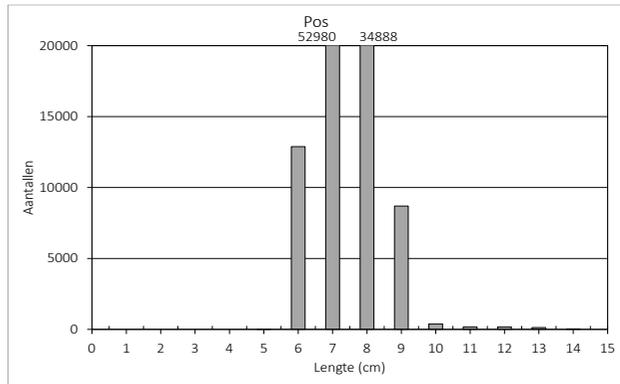
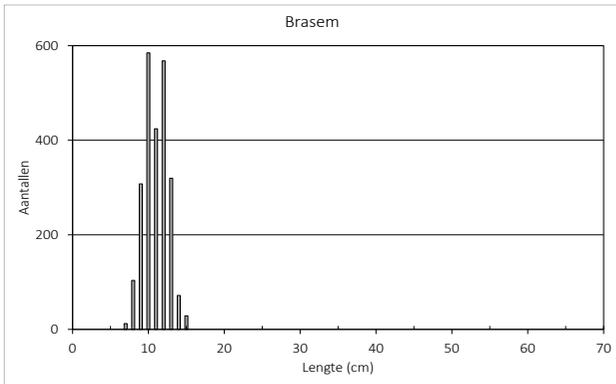
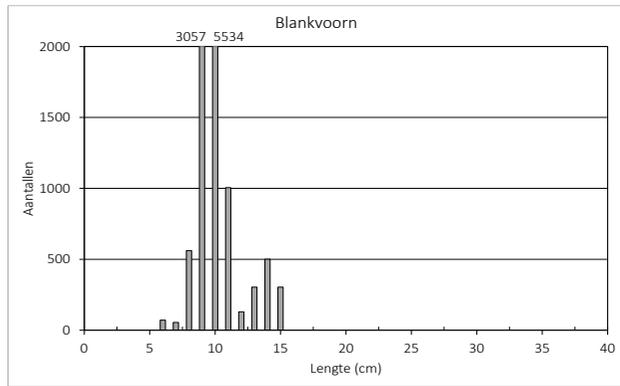
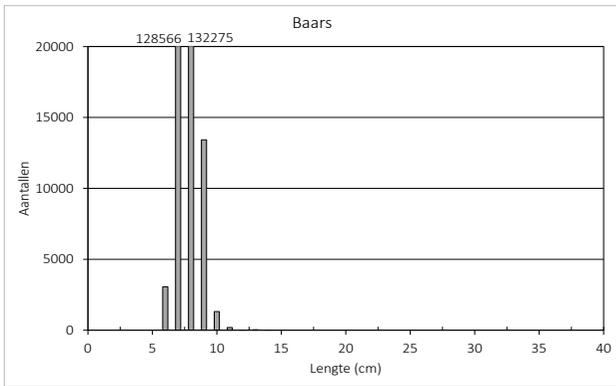




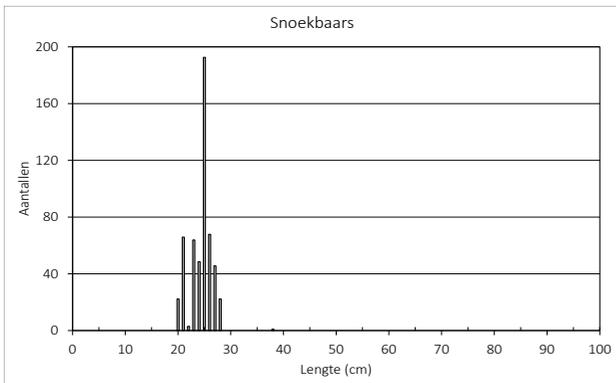
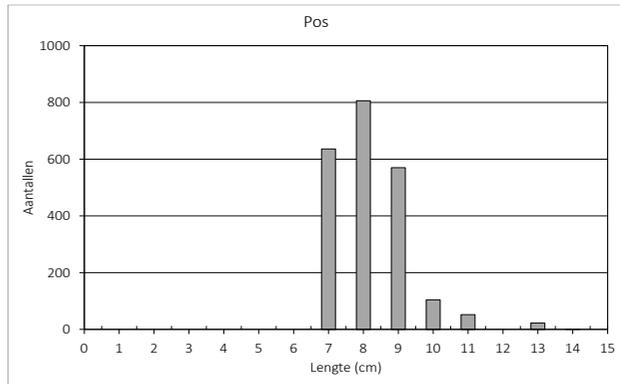
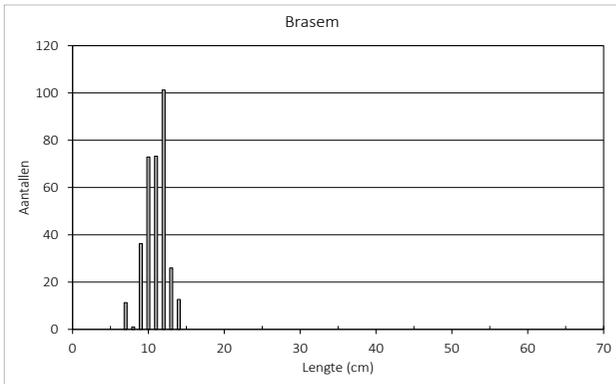
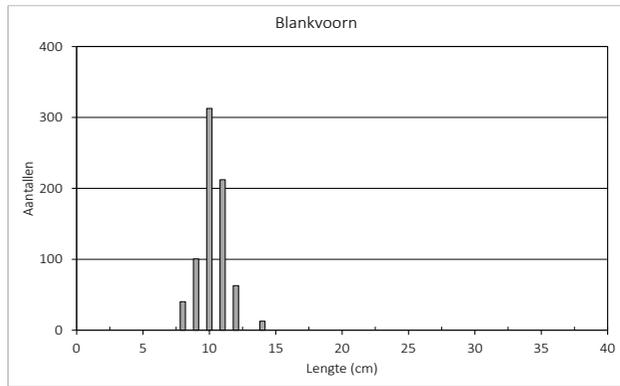
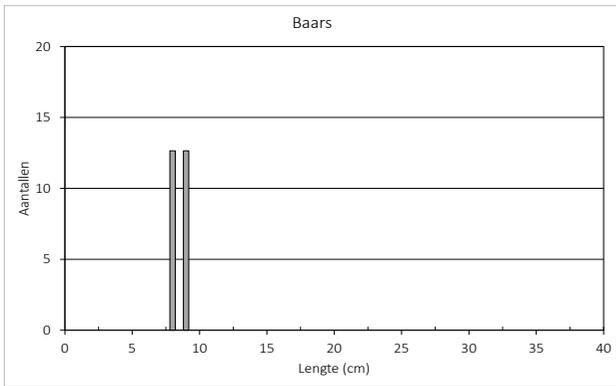
voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 5

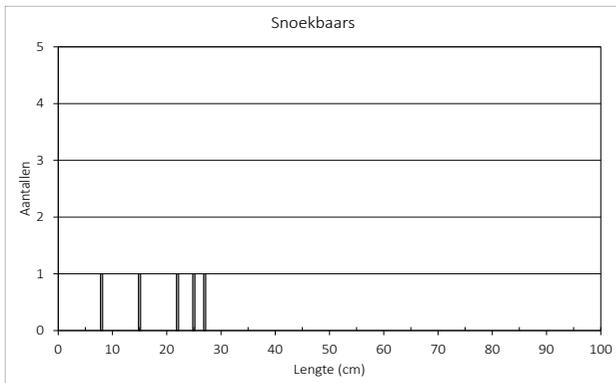
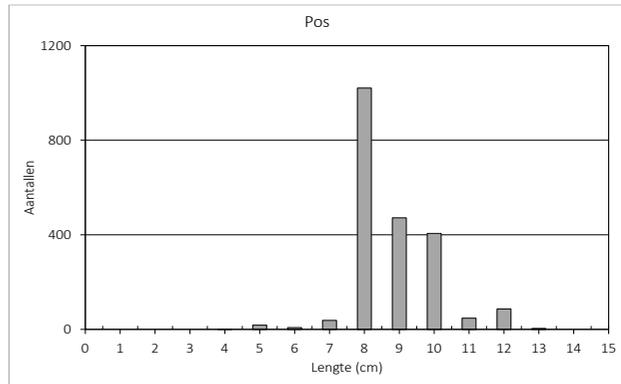
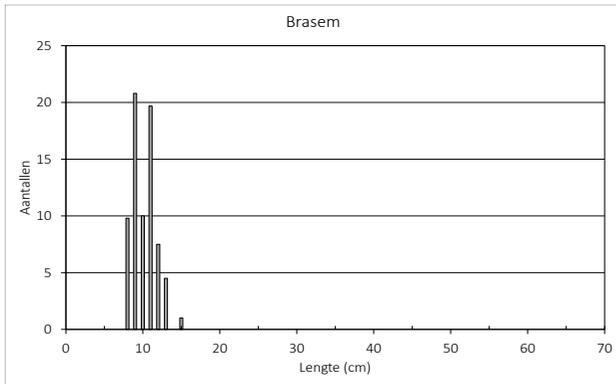
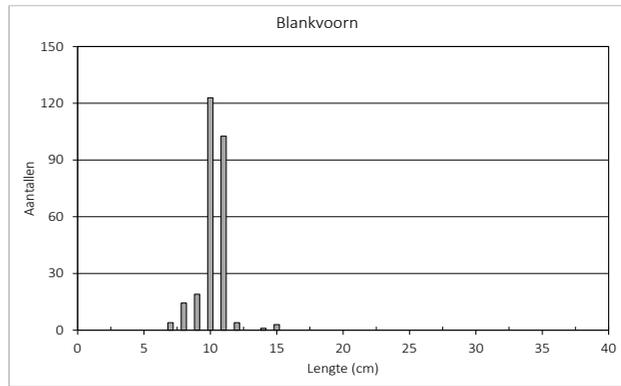
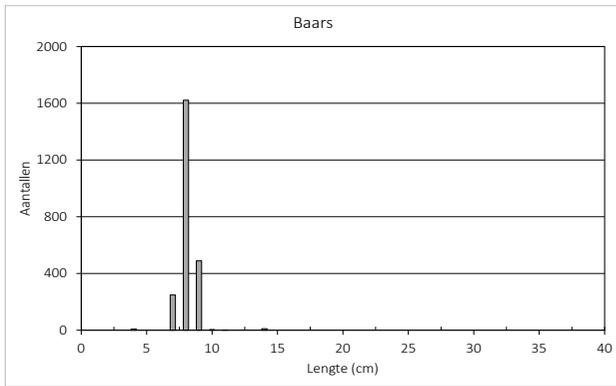
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer meetronde 0 (A-toomkuil survey)



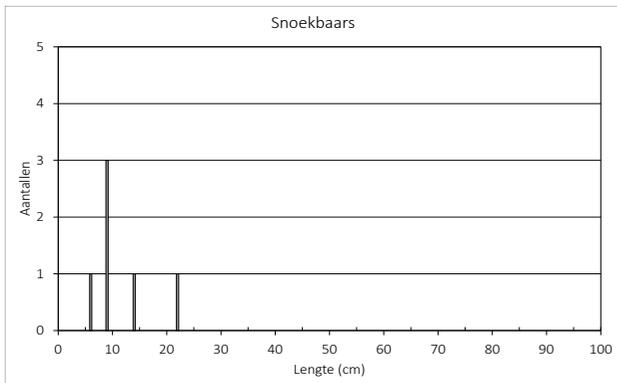
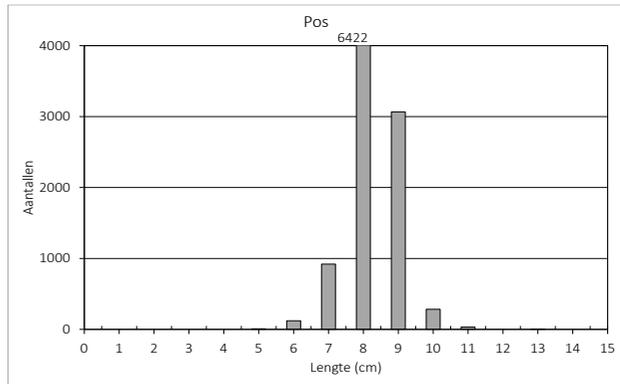
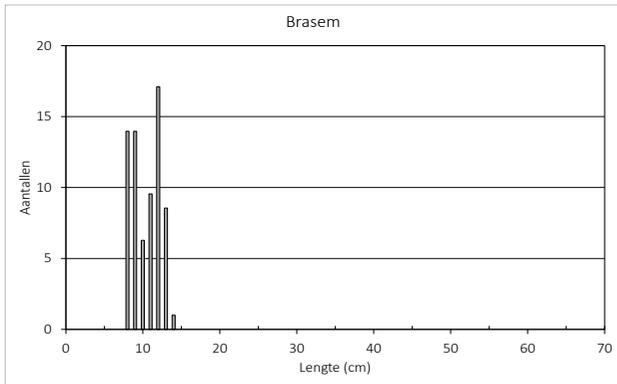
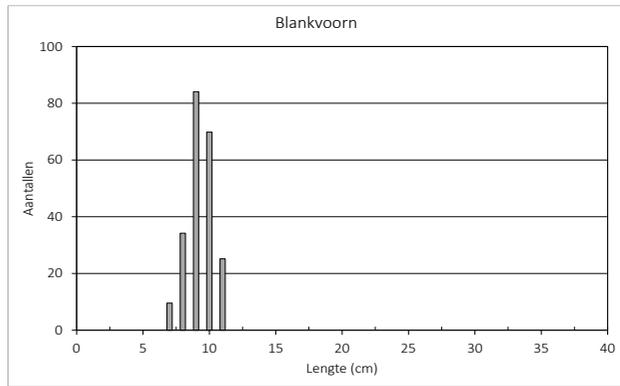
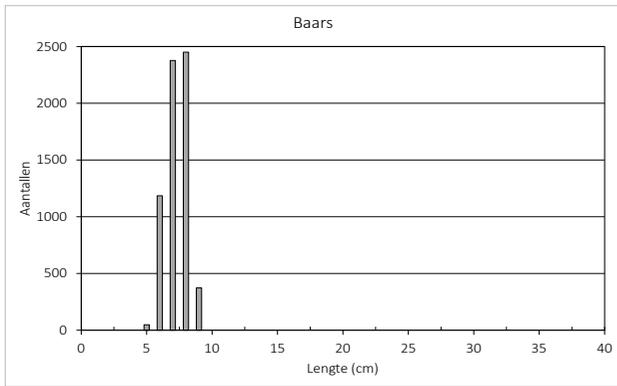
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer open water meetronde 1



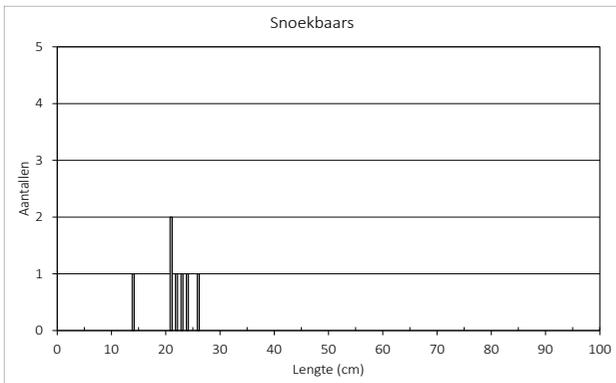
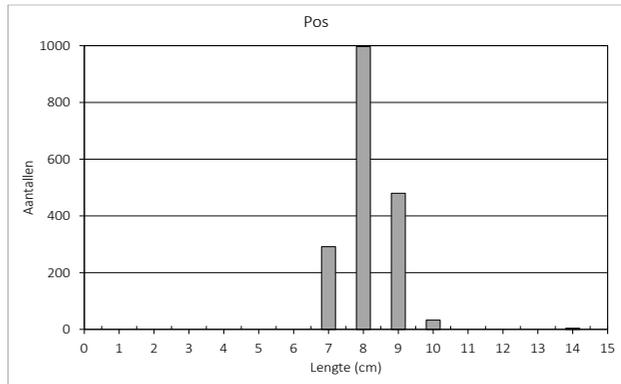
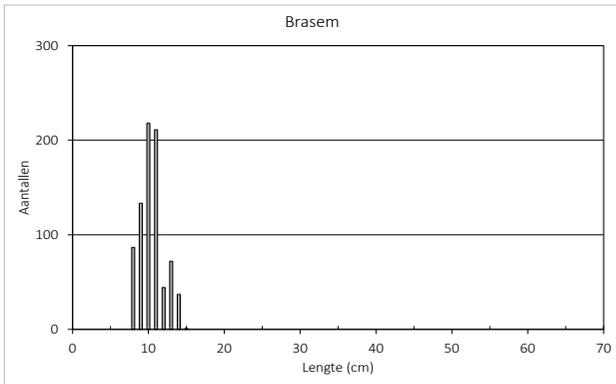
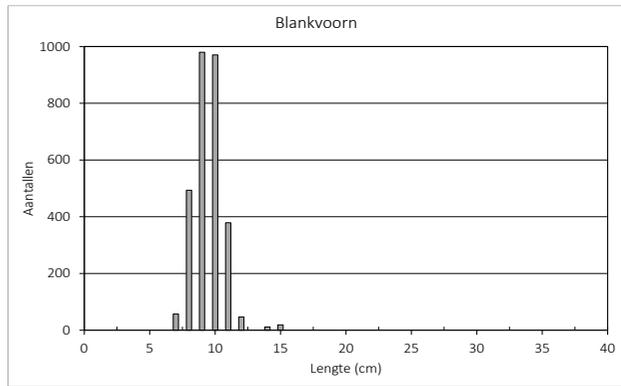
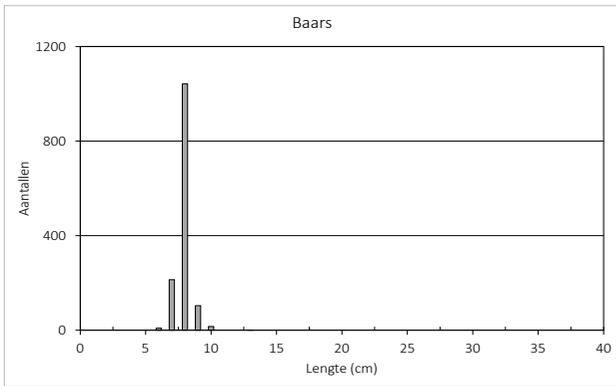
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer open water meetronde 2



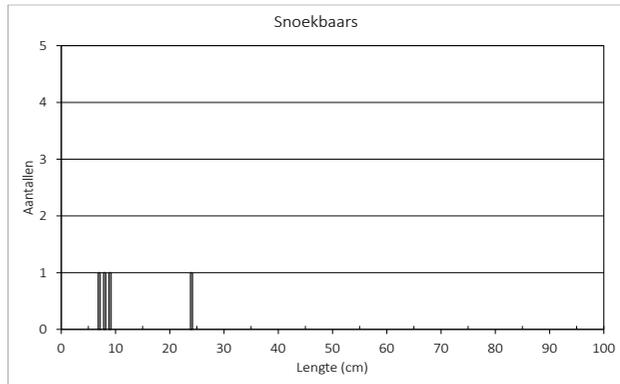
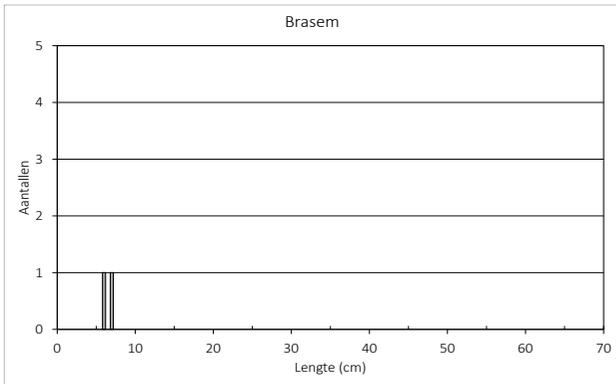
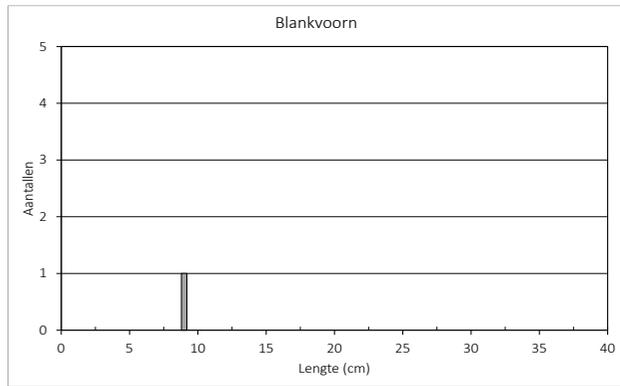
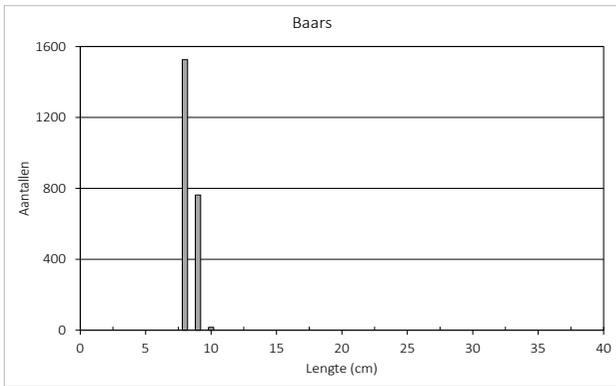
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer open water meetronde 3



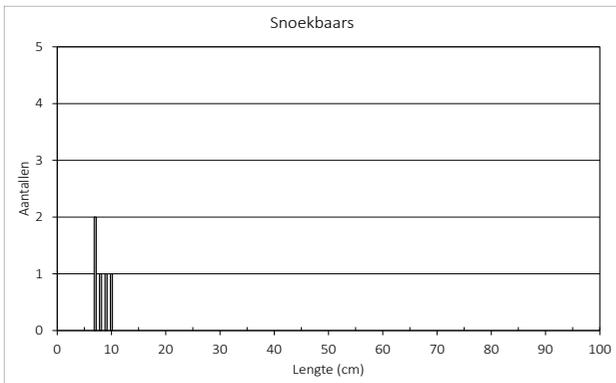
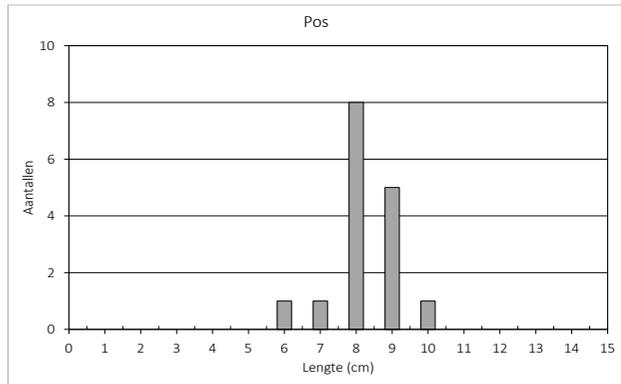
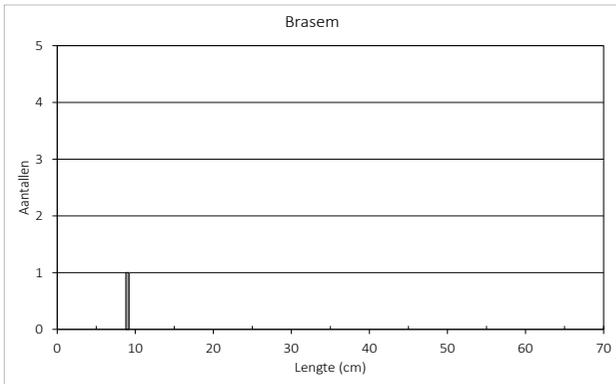
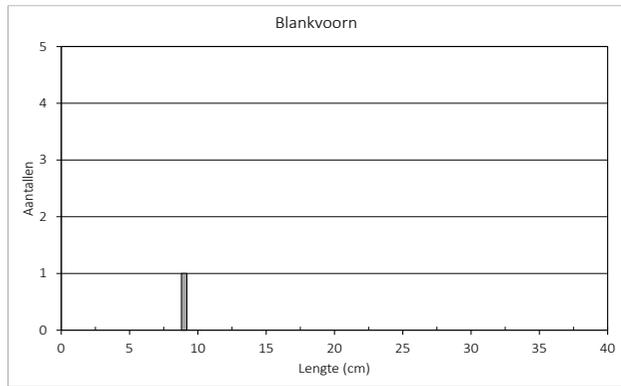
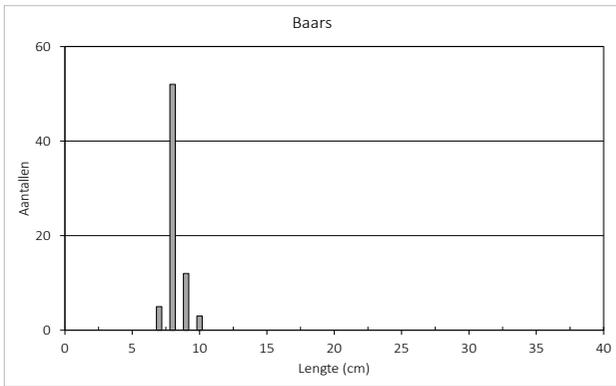
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer open water meetronde 4



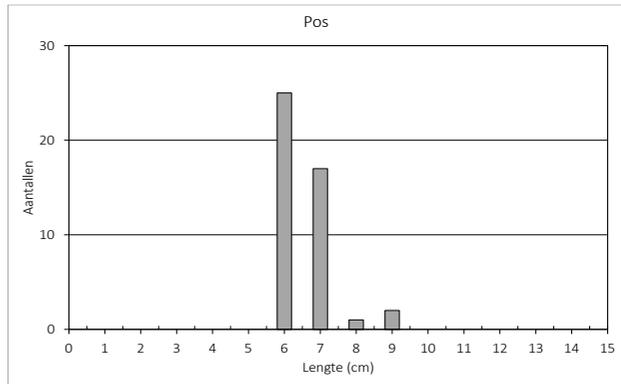
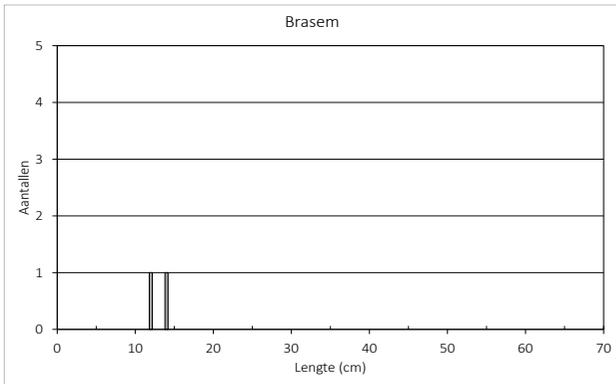
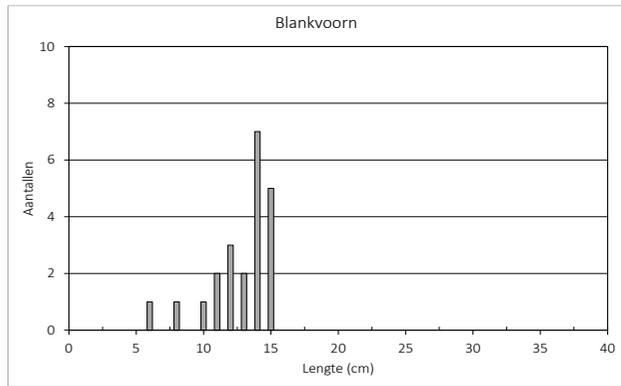
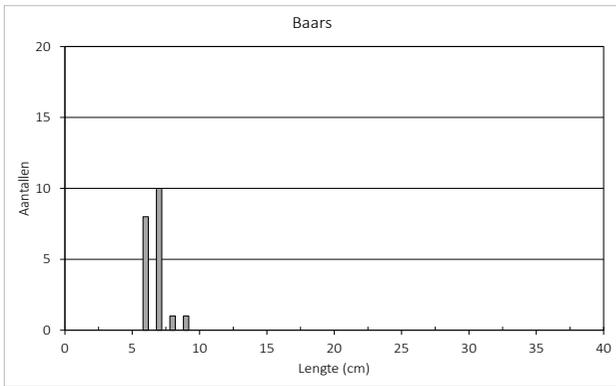
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer havens meetronde 1



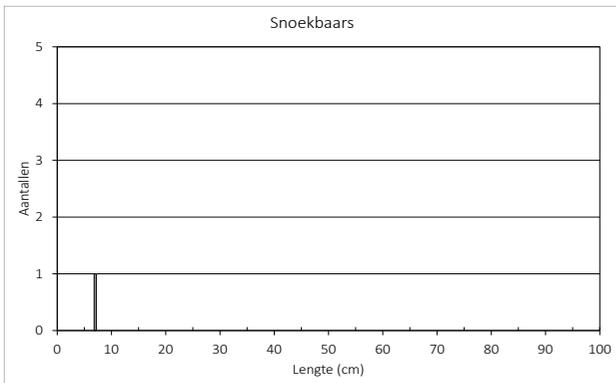
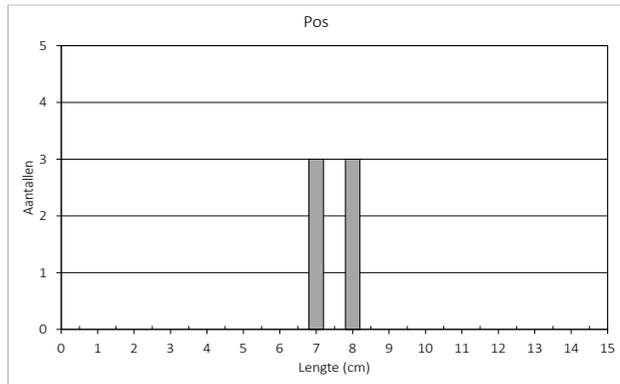
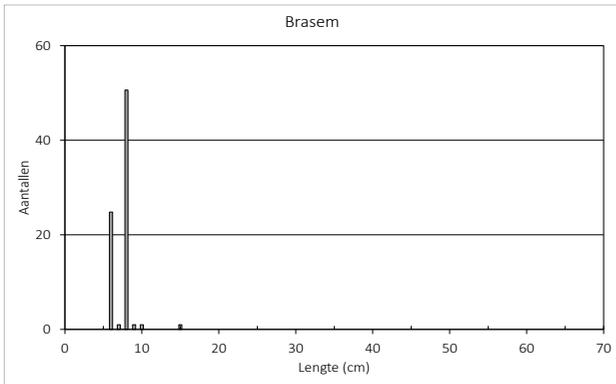
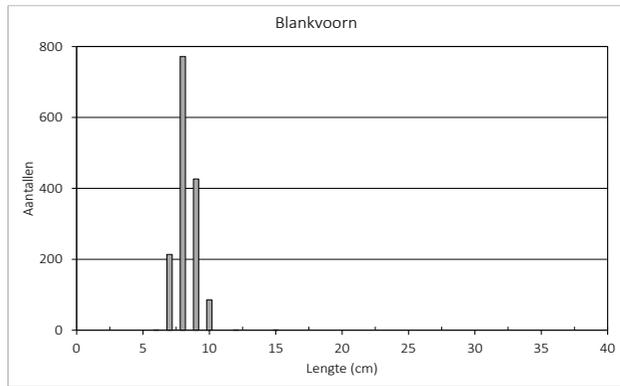
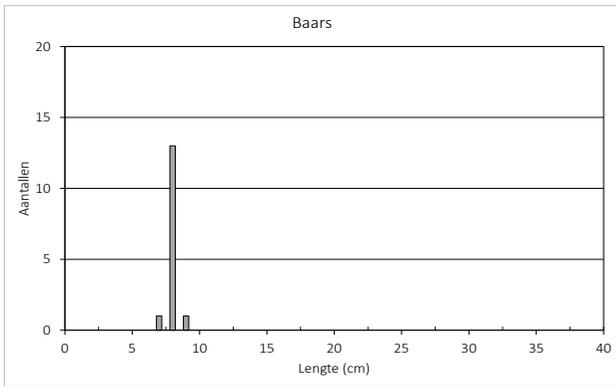
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer havens meetronde 2



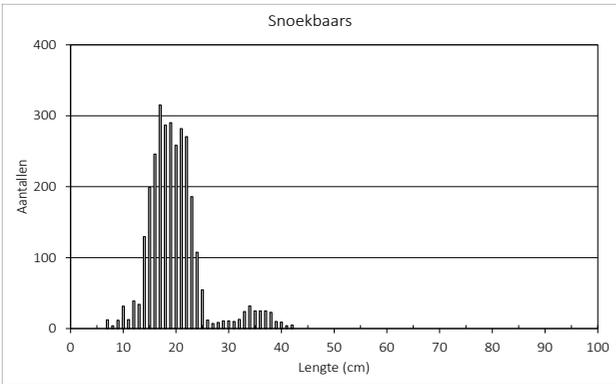
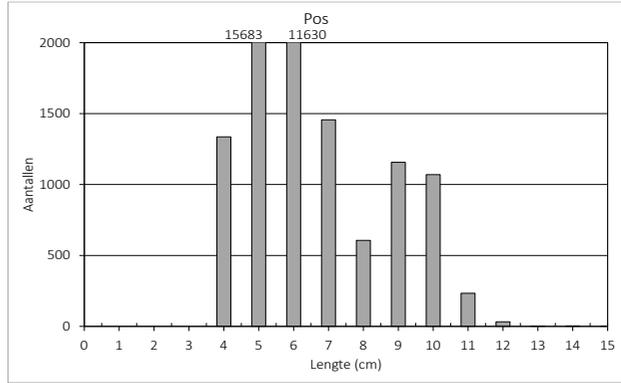
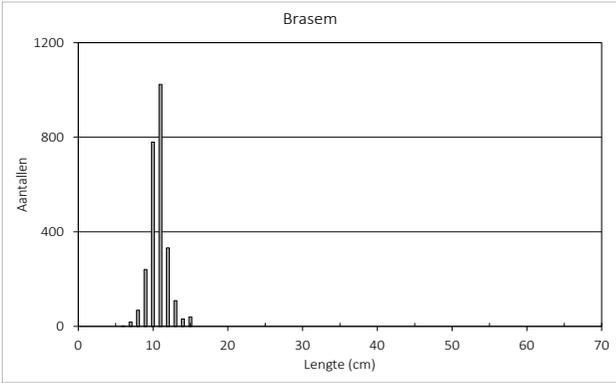
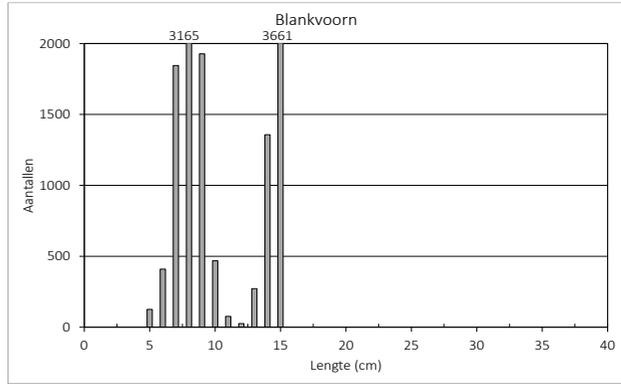
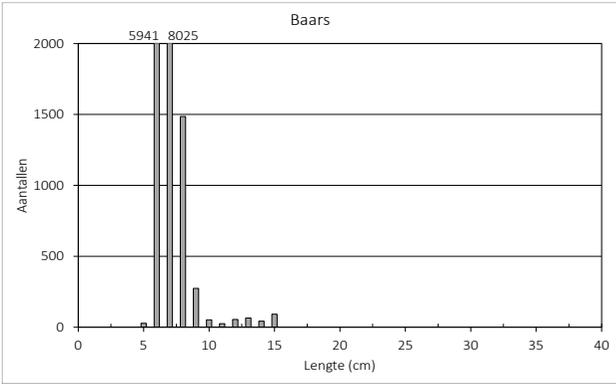
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer havens meetronde 3



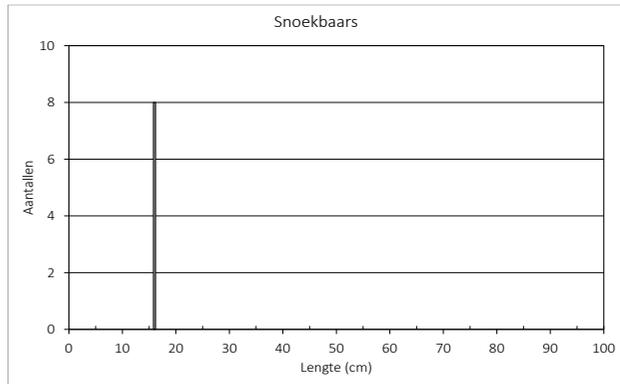
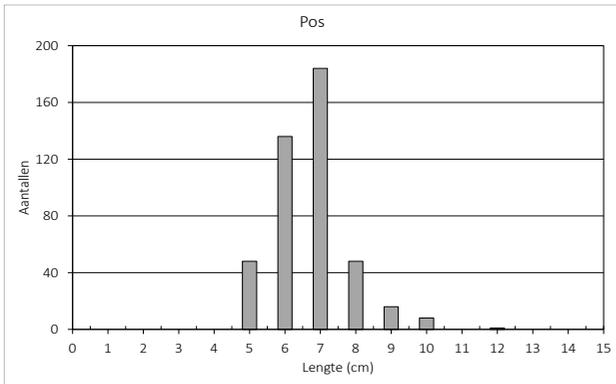
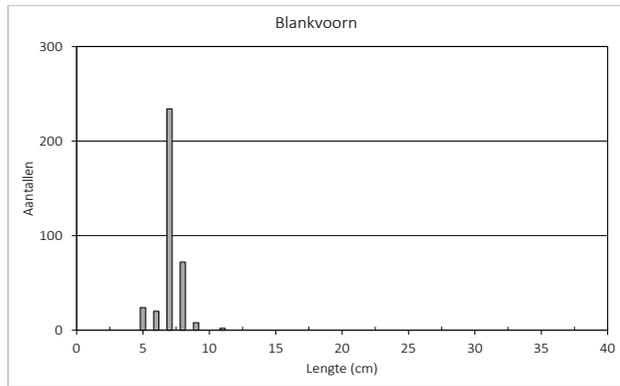
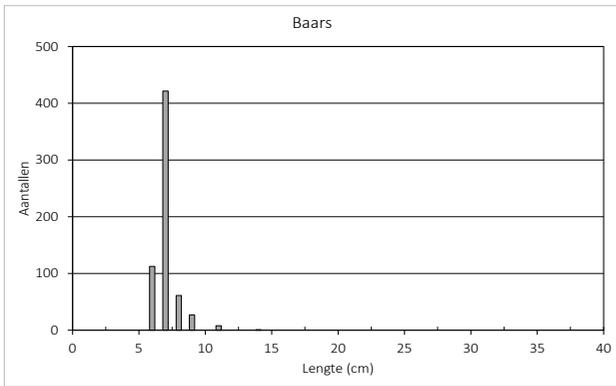
Lengtefrequentieverdeling IJsselmeer havens meetronde 4



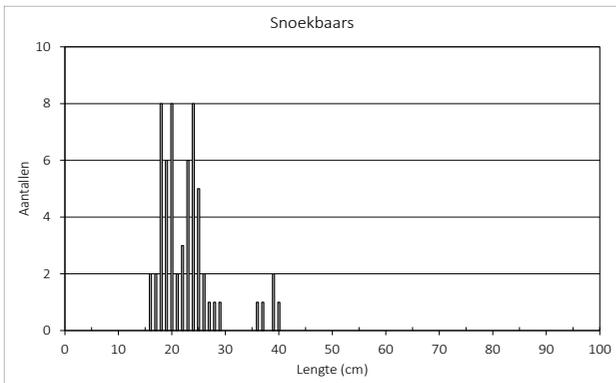
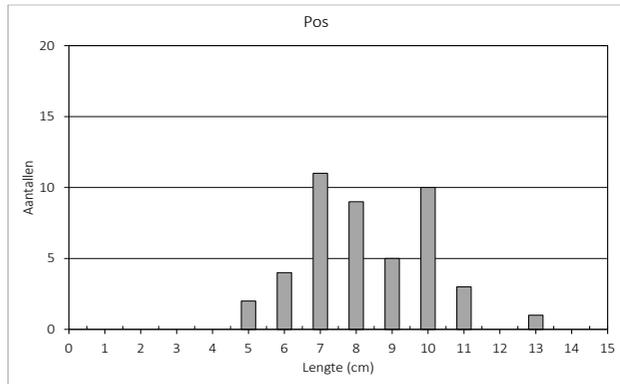
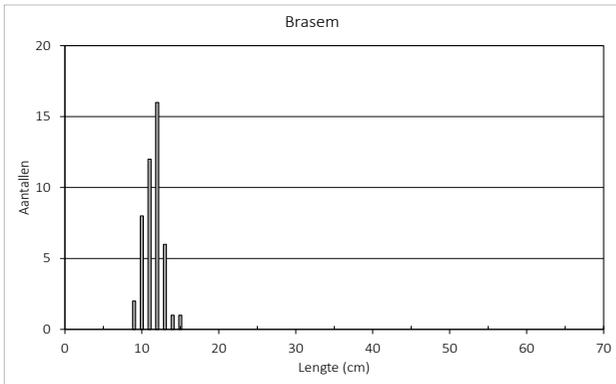
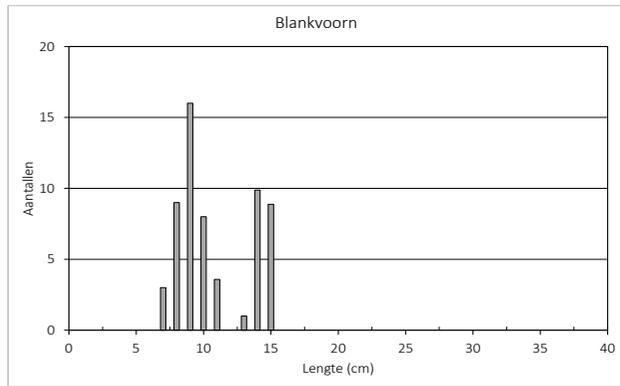
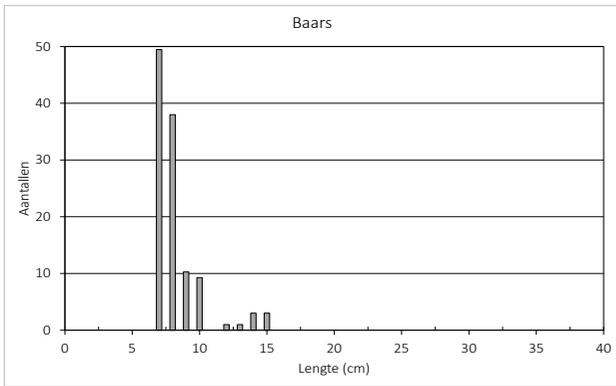
Lengtefrequentieverdeling Markermeer meetronde 0 (A-toomkuil survey)



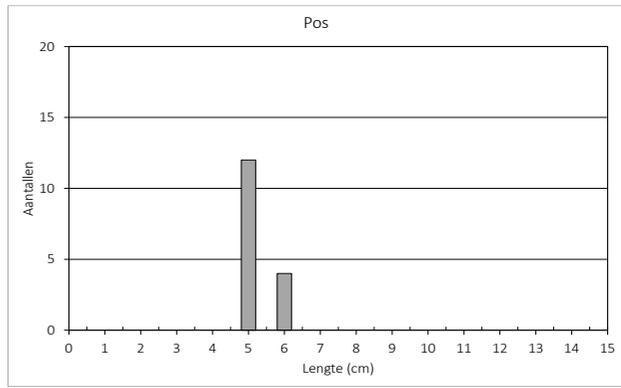
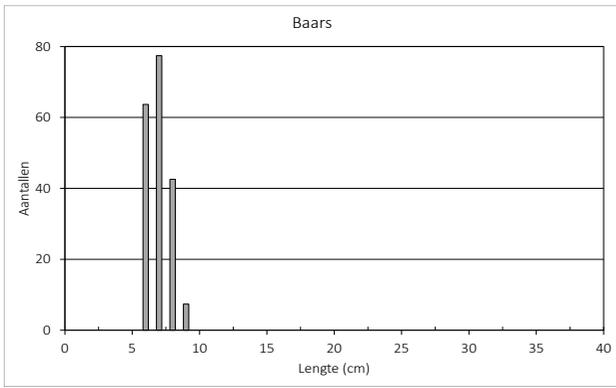
Lengtefrequentieverdeling Markermeer open water meetronde 2



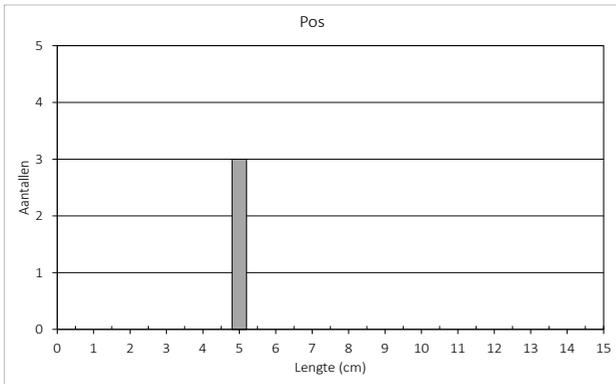
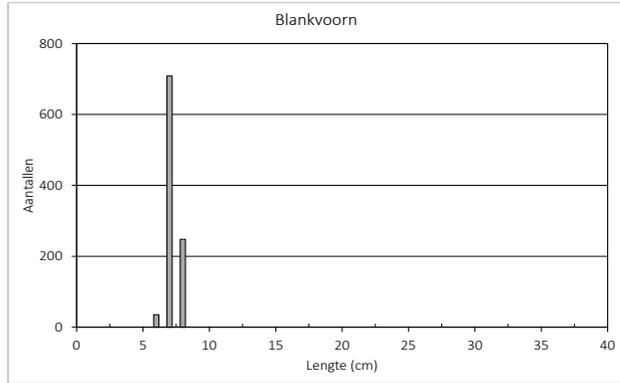
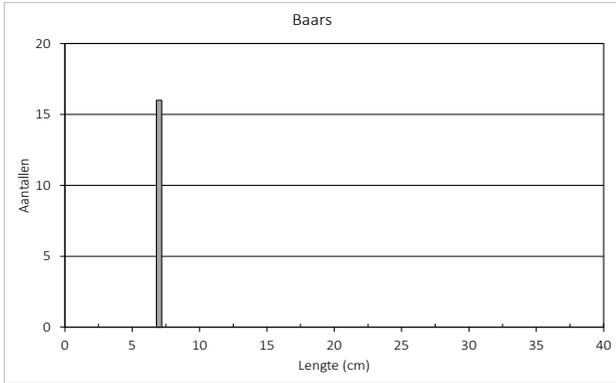
Lengtefrequentieverdeling Markermeer open water meetronde 4



Lengtefrequentieverdeling Markermeer haven meetronde 2



Lengtefrequentieverdeling Markermeer haven meetronde 4

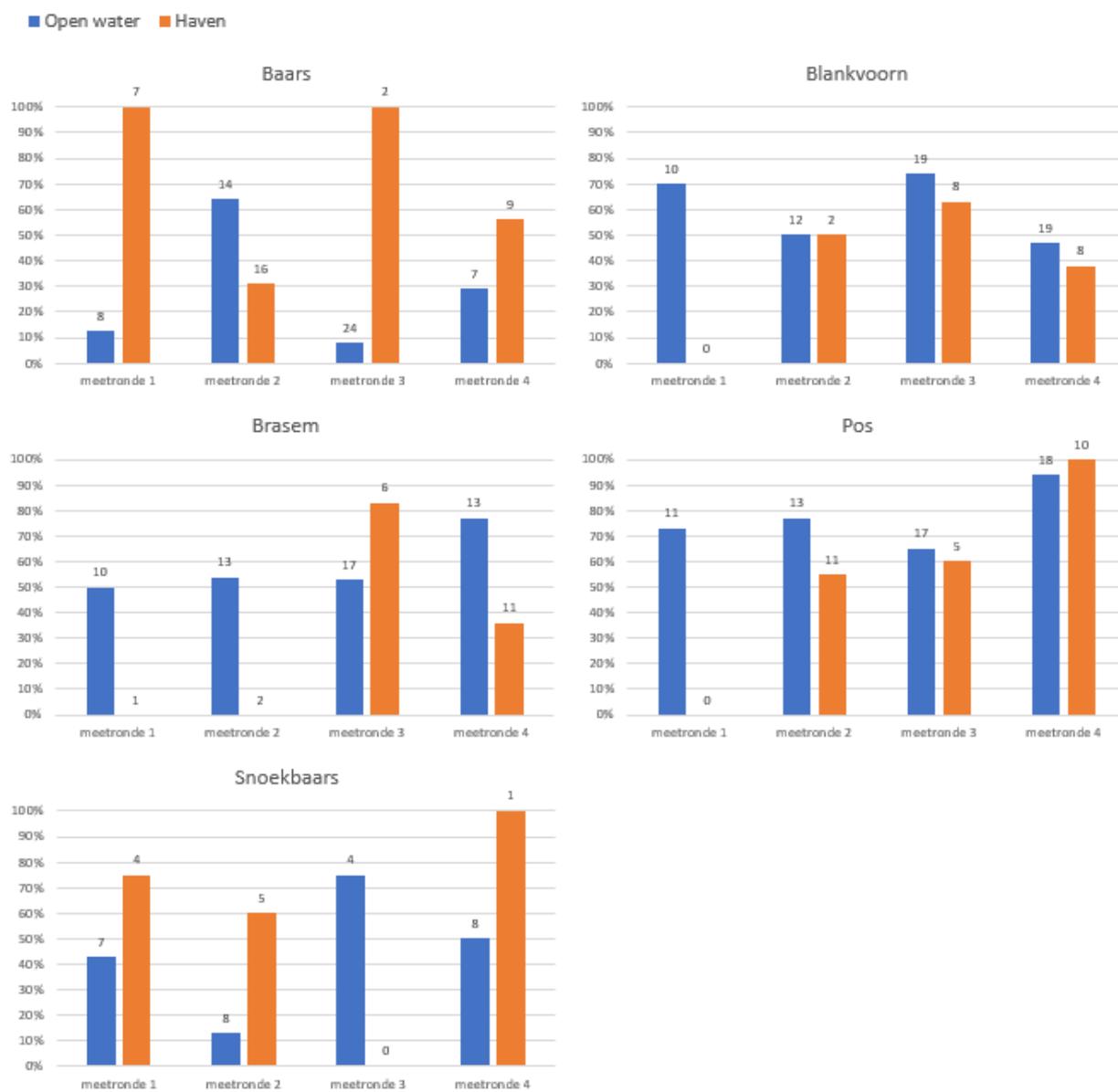




voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 6

Maaginhoud IJsselmeer open water en haven apart



Aandeel van de onderzochte vissen met maagvulling in het IJsselmeer, verdeeld over de verschillende meetronden en doelsoorten van het open water en de havens. Van de onderzochte vissen is per soort het aandeel met maaginhoud weergegeven. Getallen boven de staven geven het totaal aantal onderzochte vissen per soort per meetronde weer (met en zonder maagvulling).