

REGIONALE VISMIGRATIE KOOPMANSPOOLDER 2020 EN 2021



LIFE IP
} Deltanatuur





REGIONALE VISMIGRATIE KOOP- MANSPOLDER 2020 EN 2021

Kenmerk: 20191290/rap01
Versie: definitief
Datum: 18 november 2021

Auteur: Raoul Kleppe
Projectleider: Matthijs Koole
Kwaliteitscontrole: Matthijs Koole

Opdrachtgever: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK)
Stationsplein 136
1703 WC Heerhugowaard

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 ZOETERMEER
LOUIS BRAILLELAAN 100
2719 EK ZOETERMEER

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

SAMENVATTING

Aanleiding en doel

De Koopmanspolder is in 2012 ingericht als proeftuin voor natuur, landschap en waterbeheer. Het gebied heeft een beperkte omvang van circa 16 hectare. Het watersysteem bestaat uit een aantal sloten die in een draaikolkvorm aan elkaar verbonden zijn. Het totale wateroppervlak bedraagt circa 3,7 hectare en de totale oeverlengte is bijna 9 kilometer (Van Emmerik & De Laak, 2017). De (enige) verbinding naar het IJsselmeer bevindt zich aan de westkant van het gebied en sluit aan op een vooroever met slikplaten. In- en uitlaat zijn van elkaar gescheiden door het gemaal wat de mogelijkheid geeft het gebied intern door te laten stromen.

Naast een functie voor watervogels en steltlopers, is de intentie dat de Koopmanspolder een kraamkamerfunctie vervult voor het IJsselmeer, waarbij vis van het IJsselmeer in de polder paait en de jonge vis na verloop van tijd uittrekt naar het IJsselmeer. Uit onderzoek blijkt dat (voornamelijk juveniele) vis vanuit het IJsselmeer de Koopmanspolder weet te bereiken en dat er succesvolle recrutering van jonge vis plaatsvindt. Over de eventuele in- en uittrek van paairijpe vis is weinig bekend.

Het doel van dit onderzoek is om uit te vinden in hoeverre er uitwisseling van (paairijpe) vis plaatsvindt tussen het IJsselmeer en de Koopmanspolder. Onderliggend hieraan ligt de vraag of in de toekomst meer achterlandsituaties zouden moeten worden ingericht om vis paai-, opgroei- en foerageergebied te bieden waardoor vispopulaties in het IJssel- en Markermeer een impuls krijgen. Om bovenstaande doel te realiseren zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Maakt vis uit het IJsselmeer gebruik van de Koopmanspolder als paaigebied? Zo ja, welke soorten en aantallen maken gebruik van de Koopmanspolder?
2. Zijn deze vissen geneigd om (na de paai) terug te keren naar het IJsselmeer?
3. Wat is de omvang van de recrutering (productie) van de Koopmanspolder voor de verschillende vissoorten en welk deel hiervan weet via de buisvijzel succesvol het IJsselmeer te bereiken?
4. Is de visinlaat een geschikt middel voor de intrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de intrek geoptimaliseerd worden?
5. Is de buisvijzel een geschikt middel voor de uittrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de uittrek geoptimaliseerd worden?
6. In hoeverre biedt het habitat in de Koopmanspolder mogelijkheden aan vis om er (delen van) haar levenscyclus te voltooien.

Methode

Binnen dit onderzoek is gebruik gemaakt van PIT-tag monitoring. Door het inbrengen van een tag bij een vis kan deze bij in- en uittrek van de polder worden gedetecteerd op de strategisch geplaatste PIT-antennes. Met het gebruik van 12 millimeter tags konden vissen vanaf 10 centimeter worden getagd. Drie antennes zijn geplaatst; bij de in- en uitstroomput voordat vis via de inlaat de polder instroomt, bij de uitstroom van de visinlaat aan de polderzijde en bij de put van de buisvijzel aan de polderzijde (kunstwerk voor uittrek).

Om alle onderzoeksvragen te beantwoorden is het onderzoek opgedeeld in drie onderdelen; 1) intrek, 2) verspreiding en habitatgebruik en 3) uittrek.

Er is ook met larvennet, elektro en zegen gevist in de polder zelf en ook met een fuik achter het gemaal om uittrek van niet gezenderde vis te registreren.

Intrek

Om de intrek van vis in kaart te brengen, zijn de volgende onderdelen onderzocht; a) visaanbod aan de IJsselmeerzijde, b) intrek efficiëntie doormiddel van semi-gedwongen doorvoer en c) natuurlijke intrek. Het visaanbod aan IJsselmeerzijde is gemonitord door op drie momenten zegenvisserij uit te voeren vlak voor de uitstroom van de polder, nadat het gemaal had gedraaid. Ook in omliggend gebied aan de IJsselmeerzijde is zegenvisserij uitgevoerd, ook om vis te verzamelen om te taggen en te gebruiken voor de intrekmeting met semi-gedwongen doorvoer.

Met intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer kan de intrek efficiëntie en eventuele hinder door kunstwerken worden bepaald. Hiertoe zijn vissen in een net geplaatst voor de visinlaat van de polder. Vervolgens kregen de vissen 24 uur de tijd om de polder in te trekken. Na deze periode is vast te stellen welk percentage de polder intrekt en of eventuele obstakels aanwezig zijn in het kunstwerk. De natuurlijke intrek van vis is op drie momenten in de ochtend en avond gemonitord met een opvangnet bij de uitstroom van de visinlaat.

Verspreiding en habitatgebruik

Om te achterhalen hoe vissen en de nakomelingen ervan de Koopmanspolder door het jaar heen gebruiken is gekeken naar; a) verspreiding en habitatgebruik van vis in de polder en b) de aanwezige habitats. Om het gebruik van de aanwezige habitats door vis inzichtelijk te krijgen, zijn vier bemonsteringen met een larvennet, elektrovisserij en zegenvisserij uitgevoerd. De bemonsteringen in juni zijn met een speciaal larvennet uitgevoerd, om ook de kleinste vislarven te kunnen vangen. Bij alle bemonsteringen (mei, juni, augustus en september) is elektrovisserij uitgevoerd. In september is ook zegenvisserij ingezet, zodat een schatting van het visbestand voor de hele Koopmanspolder kon worden gemaakt. Om de verspreiding van vissen die met een PIT-tag zijn uitgerust te bepalen, zijn alle vangsten gescreend met een handheld PIT-reader. Tijdens de visbemonsteringen zijn op alle beviste trajecten relevante veldparameters in beeld gebracht. De parameters geven een beeld van de habitatgeschiktheid. Onder andere vegetatie, waterdiepte en waterdoorzicht zijn onderzocht.

Uittrek

Om een beeld te krijgen van de uittrek van vis zijn twee onderdelen onderzocht; a) uittrek van ingetrokken gemerkte vis; en b) mate van uittrek en periode.

De eventuele uittrek van gemerkte vissen is vastgelegd met de aanwezige PIT-stations. Detecties van de antenne bij de instroom van de buisvijzel (polderzijde) geven inzicht of vis zich aanbiedt bij de buisvijzel. Daarnaast geeft de antenne in de in-/uitstroomput aan hoe lang de migratie duurt. Ook de antenne aan de uitstroomzijde van de visinlaat (polderzijde) kan vissen detecteren die geneigd zijn om richting het IJsselmeer te trekken. Om een beeld te krijgen van de uittrek van vis (zonder PIT-tag) zijn van augustus tot en met november in totaal acht metingen uitgevoerd in de in-/uitstroomput om zodoende vis op te vangen die

middels de vijzel migreert van polder naar IJsselmeer. Hiervoor is een opvangnet in de put bevestigd, onder de uitstroom van de buisvijzel.

Resultaten

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van maart 2020 tot en met begin juni 2021. De visserij-inspanningen zijn tussen maart en eind november 2020 verricht, waarna de PIT-antennes nog tot begin juni 2021 actief zijn geweest. Tijdens het onderzoek hebben zich geen grote problemen voorgedaan. Echter was er van 24 augustus tot 1 september 2020 een stroomstoring waardoor de antennes in deze periode inactief zijn geweest. Verder bleek het lastig aan de IJsselmeerszijde aan voldoende vissen te komen om te taggen en vervolgens te gebruiken voor de intrekmeting met semi-gedwongen doorvoer. Voor deze metingen zijn daarom ook vissen afkomstig uit de polder ingezet. De visserij in de polder enigszins gehinderd door de aanwezigheid van hoge dichtheden (submerse) vegetatie. In totaal zijn tijdens het onderzoek 226 vissen voorzien van een PIT-tag.

Intrek

De drie aanbod bevissingen direct bij de uitstroom van het gemaal leverden weinig vis op, ondanks vooraf pompen met het gemaal. Alleen op 22 april zijn vier vissen gevangen, op 8 april en 14 mei zijn geen vissen gevangen. Geschikte vissen zijn wel gevangen voor gemaal Vier Noorder Koggen, waarvan er in totaal 28 zijn getagd. Van deze 28 vissen zijn er 24 (86%) succesvol de polder ingetrokken. Wegens een gebrek aan voldoende tag-bare vis van de IJsselmeerszijde zijn op 14 mei 63 vissen afkomstig uit de polder ingezet voor een twee intrekmeting. Tijdens deze meting trokken zeventien vissen (27%) de polder in.

Op 7-8 april, 21-22 april en 13-14 mei is tijdens een avond- en ochtendmeting de natuurlijke intrek van vis in de polder gemonitord. Tijdens deze metingen zijn in totaal 455 vissen aangetroffen, waarvan het overgrote deel juveniele vis met een lengte van 3 tot en met 15 centimeter betrof.

Verspreiding en habitatgebruik

Habitatonderzoek is uitgevoerd op vier verschillende momenten in de periode van half mei tot en met eind september 2020. Met het PIT-tag onderzoek is weinig over de verspreiding van vis in de polder te zeggen, omdat slechts één getagd exemplaar (baars van 18 centimeter) is teruggevangen.

Het aantal aangetroffen soorten in de polder, exclusief hybride, varieert van twaalf in het oog (centrale deel) tot vijftien in de aanvoersloot en sloten in cirkelvorm (deel rondom het oog). Op basis van aantallen zijn rietvoorn, blankvoorn en baars zijn de meest aangetroffen soorten. Op basis van gewicht is dat snoek. De grootste visdichtheden zijn aangetroffen in het oog en de afvoersloot, wat de diepere delen van de polder zijn.

Op basis van de vangstgegevens van september is een bestandschatting geraamd voor de gehele Koopmanspolder. De raming bedraagt 73,5 kg/ha en 2.319 stuks/ha, waarbij ruim de helft van de biomassa bestaat uit snoek. De recruitering van 2020 is geraamd op 3,6 kilogram/ha verdeeld over 1.051 stuks/ha. Dit is een relatief geringe aanwas. Met name juveniele rietvoorn is aangetroffen, met verder ook blankvoorn en brasem. In totaal zijn van tien soorten (exclusief hybride) juveniele exemplaren aangetroffen. De meeste larven zijn aangetroffen in de cirkelvormige sloten en de afvoersloot.

Het habitat in de Koopmanspolder is overwegend plantenrijk, met voornamelijk grof hoornblad en smalle waterpest als submerse vegetatie. De oevers zijn rijk begroeid met riet, dat vanaf de oever in de breedte

groeit van 0,1 tot 1,5 meter en daarmee beschuttingsplaatsen voor (jonge) vis creëert. De waterdiepte varieert van 0,1 tot 1,6 meter waarbij de bodem zichtbaar is. Het habitat in de Koopmanspolder biedt voor vis zowel paai, opgroei-, als voedingsmogelijkheden.

Uittrek

In totaal zijn tijdens het onderzoek 204 getagde vissen in de Koopmanspolder aanwezig geweest. Hiervan zijn er vijf (2,5%) via de vijzel uitgetrokken naar het IJsselmeer. Dit betreft twee rietvoorns, één winde en één kolblei en één blankvoorn (lengterange 14-22 cm). Beide rietvoorns zijn later weer de polder ingetrokken. In vier metingen in de periode van 6 augustus tot en met 27 november zijn in totaal twaalf uittrekkende vissen opgevangen, waarvan tien rietvoorns, één brasem en één kolblei. De lengterange van de uittrekkende vissen bedroeg 9 tot en met 15 centimeter.

Tijdens de uittrekmetingen is visueel vastgesteld dat zich veel vis ophoudt in de put onder de buisvijzel, zonder daadwerkelijk uit te trekken. Dit blijkt ook uit de detecties op de antenne bij de buisvijzel, waar voornamelijk in de maanden oktober-december verhoogde aantallen detecties zijn waargenomen. Waarschijnlijk vindt veel vis een geschikt overwinteringshabitat nabij de vijzel.

Discussie en conclusies

Intrek

De twee uitgevoerde intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer leveren uiteenlopende resultaten op. Tijdens de meting van 22 april (met IJsselmeervis) trok circa 86% binnen 24 uur de polder in, op 14 mei (met vis uit de polder), trok slechts 27% de polder in. Bij de meting van 14 mei had circa 75% van de ingezette vis een lengte van 20 centimeter of kleiner. De drang van deze vissen om in te trekken was, naast het feit dat ze al afkomstig waren uit de polder, wellicht minder groot vergeleken met de vissen ingezet tijdens de meting van april (50-75 centimeter) die afkomstig waren van het IJsselmeer. Echter is bij de vis uit de polder die voor de proef is ingezet weer aannemelijk dat ze de drang hebben om terug te keren naar het water van herkomst.

Intrek van vis naar de Koopmanspolder lijkt goed mogelijk, waarbij de natuurlijke intrekmetingen relatief veel vissen in een kort tijdsbestek zijn gevangen. Winde en in mindere mate brasem en blankvoorn zijn hierbij het meest frequent aangetroffen. Paairijpe vis is tijdens deze metingen niet aangetroffen. De resultaten van de semi-gedwongen doorvoer meting laten samen met de resultaten van de natuurlijke intrek zien dat het inlaatwerk geschikt is voor de intrek van zowel kleine als grotere vis, ondanks het feit dat er sprake is van een tegennatuurlijke stroming in de vispassage.

Het aanbod van vis aan de IJsselmeerszijde blijkt echter laag, uitgaande van de lage opbrengst tijdens de visserij bij de uitstroom van de polder aan IJsselmeerszijde. Mogelijk is de aanlokkende werking van het gebied beperkt.

Verspreiding en habitatgebruik

Vanaf de meetrone van 18 juni zijn de visstandbemonsteringen bemoeilijkt door de ontwikkeling van submerse vegetatie. Niet overal was (goed) te vissen, waardoor waarschijnlijk een onderschatting van het aangetroffen visbestand is ontstaan. Ook tijdens de bemonstering van 28 en 29 september is hinder ondervonden van de plantengroei. De raming van het visbestand op basis van de verzamelde gegevens op deze dagen

komt uit op 73,5 kg/ha en 2.319 stuks/ha. Tijdens een eerder onderzoek in 2017 is in zowel biomassa als aantallen een groter visbestand geraamd (345,5 kg/ha en 15.520 stuks/ha), echter was hier mogelijk sprake van een overschatting door de uitvoer van het onderzoek in begin november. De werkelijke omvang van het visbestand bevindt zich waarschijnlijk tussen de ramingen van 73,5 en 345,5 kg/ha. Een dergelijk visbestand is te verwachten bij heldere en plantrijke wateren zoals de Koopmanspolder.

De recrutering van de Koopmanspolder is geraamd op 3,6 kg/ha, waarbij juveniele exemplaren zijn aangetroffen van tien verschillende soorten. Hoogstwaarschijnlijk zijn deze aangetroffen jonge vissen (grotendeels) in de Koopmanspolder geboren.

Uittrek

Van de 204 getagde vissen in de polder zijn er slechts vijf (2,5%) via de vijzel de polder uitgetrokken. Ook tijdens de uittrekmetingen zijn relatief weinig vissen (twaalf stuks) aangetroffen, terwijl in de put onder de buisvijzel wel relatief veel vis aanwezig was. Het feit dat vis zich ophoudt in de afvoersloot en put onder de buisvijzel kan verschillende oorzaken hebben. Enerzijds zijn zowel de afvoersloot als de vijzelput relatief diep, waardoor vis dit als geschikt habitat kan zien om de winter door te brengen. Anderzijds kan het zo zijn dat vis onvoldoende gemotiveerd is om de polder te verlaten. Mogelijk vormt de opstelling van de vijzel, haaks op de aanvoersloot, ook een knelpunt omdat vissen zich moeten heroriënteren om de vijzel in te zwemmen. In eerder onderzoek (Van Emmerik, 2017) werd de diepteligging van de vijzel aangevoerd als mogelijk knelpunt. Deze is sindsdien aangepast met 20-30 centimeter.

Door de relatief korte meetperioden kan het zijn dat een eventuele uitgaande migratiepiek is gemist. Door de lage aantallen uittrekkende vis die zijn vastgesteld rijst de vraag hoe gemotiveerd vissen zijn om de polder uit te trekken. Doordat de Koopmanspolder een afgescheiden gebied is ten opzichte van het IJsselmeer, bestaat de kans dat zich in de polder een opzichzelfstaande visstand ontwikkelt, waarbij vissen nauwelijks de behoefte hebben om het gebied te verlaten. In de polder is voor veel vissoorten namelijk alles aanwezig; van voedsel, tot beschuttingsplekken en diepere delen om te overwinteren. De overwegend plantminnende soorten in de polder hebben ook weinig te zoeken in het kale IJsselmeer.

Bij de start van het onderzoek, maar ook in mei 2021, meldden zich opvallend veel getagde vissen bij de uitstroom (polderzijde) van de visinlaat. Mogelijk waren deze vissen op zoek naar de "uitgang". Later in het jaar, vanaf september 2020, werd dat minder en verplaatste het aanbod zich meer richting de buisvijzel.

Invloed kunstwerken op vismigratie

Uit intrekmetingen (natuurlijk en met semi-gedwongen doorvoer) blijkt dat de visinlaat in principe geschikt is voor de intrek van vis van verschillende formaten. Aan de buisvijzel als uittrekmechanisme voor vis kunnen op basis van dit onderzoek geen harde conclusies verbonden worden. Zowel met de PIT-registraties als de uittrekmetingen met het opvangnet zijn relatief weinig uittrekkende vissen waargenomen. Dit terwijl zich in de put onder de buisvijzel voldoende vis bevindt/aanbiedt. De motivatie om de polder via de buisvijzel te verlaten lijkt niet of weinig aanwezig; dit kan enerzijds te maken hebben met het feit dat vis de relatief diepe vijzelput geschikt acht om te overwinteren en/of anderzijds dat de buisvijzel niet ideaal gepositioneerd is. Door de positionering te optimaliseren kan de vijzel mogelijk beter dienst doen als uittrekmechanisme voor vis.

Bijdrage Koopmanspolder op de vispopulatie

De recruitering van 0+ vis is geraamd op 3,6 kg/ha, wat omgerekend naar het totale oppervlak van de Koopmanspolder (4,7 hectare) neerkomt op circa 16,9 kilogram voor de hele polder. Deze opbrengst van éénzomerige vis is relatief beperkt van omvang. Mogelijk hangt dit samen met een vrij lage voedselbeschikbaarheid en de regulatie door snoek speelt zeker ook mee. Uitgaand van 2,5% uittrek van de hele populatie zouden in de onderzoeksperiode omgerekend circa 272 vissen uittrekken naar het IJsselmeer. Dit betreft uiteraard een minimaal aantal, aangezien tijdens de uittrekmetingen is aangetoond dat meer vissen (dan de vier gedetecteerde vissen) via de buisvizel uittrekken. Al met al lijkt de bijdrage van (jonge) vis afkomstig uit de Koopmanspolder aan het visbestand op het IJsselmeer uiterst gering te zijn.

Vertaalbaarheid naar andere achterlandsituaties

De resultaten van het onderzoek in de Koopmanspolder geven aan dat de bijdrage van dit gebied voor de visstand in het IJsselmeer marginaal is. De vraag werpt zich dan ook op of het aanleggen van meer achterlandgebieden rondom het IJsselmeer in potentie wel zo'n positieve bijdrage op de visstand zal leveren als nu vaak wordt gedacht. Daarnaast is de vraag wat er eventueel aan het ontwerp van deze achterlandgebieden zou moeten worden veranderd zodat ze een grotere bijdrage aan de visstand in het IJsselmeer weten te bieden. Overigens is het ook bij een optimaal ontwerp de vraag of zich in de achterlandgebieden niet snel een 'eigen' visstand ontwikkelt, zoals ook in de Koopmanspolder is gebeurd, waardoor de potentie van een gebied niet meer optimaal benut kan worden door vis vanuit het IJsselmeer.

INHOUD

Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	2
1.3 Leeswijzer	2
2. Materiaal en methode	3
2.1 Onderzoeksgebied	3
2.2 Intrek	4
2.3 Verspreiding en habitatgebruik	7
2.4 Uittrek	8
2.5 Vangstverwerking, gegevensverzameling, handeling en registraties	10
3. Resultaten	14
3.1 Algemene opmerkingen	14
3.2 Intrek	15
3.3 Verspreiding en habitatgebruik	23
3.4 Uittrek	29
4. Discussie.....	33
4.1 Uitvoering onderzoek	33
4.2 Intrek	33
4.3 Verspreiding en habitatgebruik	35
4.4 Uittrek	37
4.5 Invloed kunstwerken op vismigratie	39
4.6 Bijdrage Koopmanspolder op de vispopulatie	40
4.7 Vertaalbaarheid van de resultaten voor andere achterland situaties	40
5. Conclusies en aanbevelingen.....	42
6. Literatuur	44

BIJLAGEN

- Bijlage 1 Bestandschattingen deelgebieden
 Bijlage 2 Grafieken gemaaldata en detecties

I. INLEIDING

I.1 AANLEIDING

De Koopmanspolder wordt gezien als proeftuin voor natuur, landschap en waterbeheer. Het is de intentie dat de Koopmanspolder een kraamkamerfunctie vervult voor het IJsselmeer, waarbij vis van het IJsselmeer in de polder paait en de jonge vis na verloop van tijd uittrekt naar het IJsselmeer. In de afgelopen jaren zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar het functioneren van de Koopmanspolder als paai- en opgroei-gebied voor vis, al dan niet afkomstig uit het IJsselmeer.

Uit onderzoeken (van Ek, 2016; van Ek *et al.*, 2017) is gebleken dat vis vanuit het IJsselmeer de Koopmanspolder weet te bereiken en dat er succesvolle recrutering van jonge vis plaatsvindt. Wel dient hierbij te worden opgemerkt dat slechts een klein deel van de ingetrokken vis volwassen, paarijpe exemplaren betreft. Het is dus de vraag in hoeverre paarijpe vis geneigd is om, via de visinlaat, met de stroming mee de Koopmanspolder in te zwemmen. In vergelijkbare onderzoeken zoals in 2012 bij gemaal Colijn (Hop, 2012) is duidelijk geworden dat zich soms zeer veel vis bij de uitstroom van een gemaal bevindt, maar dat slechts een gering percentage via de waterinlaat het achterland bereikt. Zelfs bij een open waterinlaat, zonder gemaalpomp, blijken vissen groter dan 15 centimeter zich nauwelijks mee te laten voeren met de waterstroom.

In voorgaande onderzoeken is niet aangetoond dat er veel jonge vis vanuit de polder naar het IJsselmeer trekt. De hoge ligging van de opening van de buisvijzel werd als mogelijke oorzaak gezien, hetgeen aanneemelijk is. Momenteel ligt de buisvijzel dieper in het water waardoor de verwachting is dat de mogelijkheden voor vismigratie naar het IJsselmeer verbeterd zijn. Of, en zo ja, in hoeverre de migratie hierdoor verbetert zal moeten blijken uit onderzoek. De ervaring die ATKB heeft opgedaan met paai- en opgroei-gebieden in achterlanden bij onder andere de Binnenschelde en de Bergse Plassen leert dat jonge snoek en ook andere soorten pas het gebied verlaten als ze daartoe gedwongen worden middels aanzienlijke waterpeilverlaging. Paling vormt daarop een uitzondering; deze verlaat een achterland zodra de verlaging van het waterpeil wordt ingezet. Dit laatste is ook in de Koopmanspolder gebleken (Van Ek, 2016). Mogelijk dat in de periode september-oktober jonge vis wel geneigd is het gebied spontaan te verlaten op zoek naar geschikte overwinteringsplaatsen. Nadeel hiervan is dat er dan al een decimering van aantallen heeft plaatsgevonden als gevolg van onderlinge concurrentie en natuurlijke sterfte. Momenteel is niet bekend welk deel van het aanwezige visbestand (aanwas) het gebied uittrekt en daarmee in potentie een bijdrage levert aan de visstand in het IJsselmeer. Deze vraag is actueel om te beantwoorden aangezien het gebied onder andere is aangelegd om een bijdrage te leveren aan de visstand in het IJsselmeer. Daar komt bij dat, wil het gebied een belangrijke rol vervullen als opgroei-gebied van jonge vis, het niet wenselijk is dat de draagkracht al ingenomen wordt door een lokale omvangrijke vispopulatie.

I.2 DOEL

Doel van het project ‘regionale vismigratie Koopmanspolder’ is om uit te vinden in hoeverre er uitwisseling van vis plaatsvindt tussen het IJsselmeer en de Koopmanspolder. Onderliggend hieraan ligt de bredere vraag of in de toekomst meer boezem- en achterland zou moeten worden ingericht om IJssel- en Markermeervis paai-, opgroei- en/of foerageergebied te bieden waardoor vispopulaties in het IJsselmeer/Markermeer een impuls krijgen. Om bovenstaande doel te realiseren en extra informatie over de meerwaarde van de Koopmanspolder in beeld te krijgen zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Maakt vis uit het IJsselmeer gebruik van de Koopmanspolder als paaigebied? Zo ja, welke soorten en aantallen maken gebruik van de Koopmanspolder?
2. Zijn deze vissen geneigd om (na de paai) terug te keren naar het IJsselmeer?
3. Wat is de omvang van de recruitering (productie) van de Koopmanspolder voor de verschillende vissoorten en welk deel hiervan weet via de buisvijzel succesvol het IJsselmeer te bereiken?
4. Is de visinlaat een geschikt middel voor de intrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de intrek geoptimaliseerd worden?
5. Is de buisvijzel een geschikt middel voor de uittrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de uittrek geoptimaliseerd worden?
6. In hoeverre biedt het habitat in de Koopmanspolder mogelijkheden aan vis om er (delen van) haar levenscyclus te voltooien.

I.3 LEESWIJZER

Dit rapport beschrijft de uitvoering en de resultaten van het onderzoek naar regionale vismigratie in de Koopmanspolder in 2020 en 2021. Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 de toegepaste onderzoeksmethodiek beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten van respectievelijk de intrek, verspreiding en habitatgebruik en uittrek gepresenteerd. In hoofdstuk 4 volgt daarna de discussie waarin de meest opmerkelijke resultaten worden besproken. Aansluitend worden in hoofdstuk 5 conclusies gegeven. De belangrijkste figuren en tabellen zijn in de hoofdttekst van het rapport opgenomen. Ondersteunende informatie, figuren, kaarten en tabellen worden in de bijlagen gepresenteerd.

Dit onderzoek is onderdeel van het LIFE IP Deltanatuur programma (Actie C3-1 Vismigratie in regionale wateren (actieplan HDSR)), waarbinnen verscheidene waterbeheerders gezamenlijk werken aan het verbeteren van vismigratie in het deelstroomgebied Rijn-West. Het doel van dit deelonderzoek is om inzicht te verkrijgen in de migratie van algemene vissoorten op een regionale schaal en het evalueren van de werking van de aangelegde vispassages. Deze kennis kan vervolgens worden gebruikt voor het optimaliseren van vismigratievoorzieningen.



2. MATERIAAL EN METHODE

De opzet van dit onderzoek is zodanig dat ook rekening gehouden is met de vertaalbaarheid van de resultaten naar andere achterland situaties. Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is het onderzoek opgedeeld in drie onderdelen;

- 1) Intrek (paragraaf 2.2)
- 2) Verspreiding en habitatgebruik (paragraaf 2.3)
- 3) Uittrek (paragraaf 2.4)

In de volgende paragrafen wordt elk onderdeel toegelicht. Daarnaast worden in paragraaf 2.5 de vangstverwerking, gegevensverzameling, handeling en registraties besproken.

2.1 ONDERZOEKSGBIED

Het onderzoeksgebied bestaat uit de Koopmanspolder (figuur 4). Dit gebied nabij Wervershoof en Andijk, dat direct gelegen is aan het IJsselmeer, is in 2012 ingericht als proeftuin voor natuur, landschap en waterbeheer. Het betreft een pilotproject van het zogenaamde achteroeverconcept. Een achteroever is een zoetwater bufferzone achter de dijk die in verbinding staat met een meer of rivier. In het geval van de Koopmanspolder betreft het een verbinding met het IJsselmeer. De Koopmanspolder is een ca. 16ha grote polder en een eerste pilot van het achteroeverconcept waarbij de inrichting is gericht op visserij, recreatie en natuur. De Koopmanspolder heeft de status van een natuurgebied en is onderdeel van het Natuurnetwerk Nederland.

Het watersysteem in de polder bestaat uit een stelsel van sloten die in een draaikolkvorm aan elkaar verbonden zijn. Het totale wateroppervlak bedraagt ongeveer 3,7 ha en de totale oeverlengte is bijna 9 km. De enige verbinding naar het IJsselmeer bevindt zich aan de westkant van het gebied en sluit aan op een vooroever met slikplaten en eilandjes. De verbinding met het IJsselmeer bestaat uit een inlaat (visinlaat) waarmee water onder vrij verval vanuit het IJsselmeer de polder instroomt en een vijzelgemaal (buisvijzel) waarmee overtollig water uitgemalen wordt.

Het waterpeil in de polder kan worden geregeld met een vijzelgemaal (buisvijzel van Fishflow Innovations met een capaciteit van ca. 6 m³/min) en een inlaat (visinlaat). Alleen als het waterpeil in de polder te hoog is of dreigt te worden, wordt er water uitgepomp richting het IJsselmeer. Alleen als de buisvijzel uitmaakt op het IJsselmeer is vis in de gelegenheid om de polder te verlaten naar het IJsselmeer. Als de waterstand in de polder te laag wordt kan water worden ingelaten vanuit het IJsselmeer. Bij opening van de visinlaat kan vis de polder in migreren of zich passief met de waterstroom mee laten voeren.

De polder kent geen vast peil. Ten behoeve van het bedienen van de verschillende functies van het gebied wordt het peil in februari/maart opgezet tot ca. -1,0 m NAP (o.a. ten behoeve van vispaai). Vervolgens mag het peil langzaam uitzakken/ wordt het peil verlaagd totdat in september het winterpeil wordt bereikt (-1,4m NAP).

Functioneren visinlaat en buisvijzel

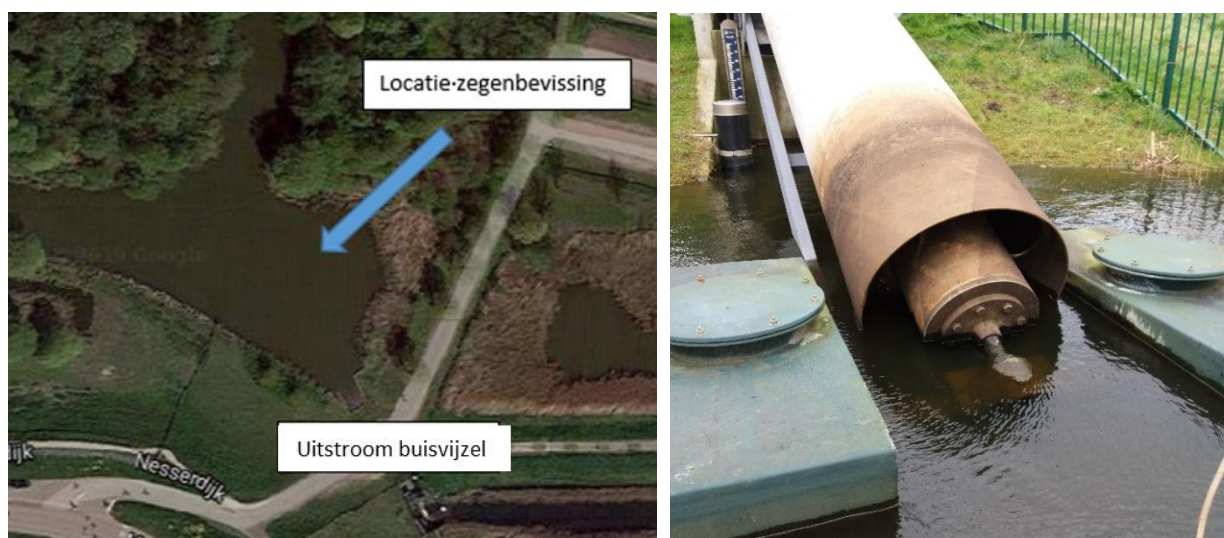
Voor het faciliteren van visintrek vanuit het IJsselmeer naar de Koopmanspolder bestaat een standaard bediening. Uitgangspunt hierbij is dat het polderpeil ongeveer op hetzelfde niveau blijft (net zoveel water de polder in als uit). De basisregeling ziet er als volgt uit: Met de buisvijzel wordt gedurende een uur een lokstroom opgewekt die vis in het IJsselmeer aan moet trekken. Direct daarna gaat de visinlaat voor 10 minuten open (schuif gaat voor 30% open) zodat water onder vrij verval de polder instroomt. De stromingsrichting keert hierbij vrij abrupt om: tijdens het lokken stroomt het water de polder uit via de buisvijzel waarna vervolgens water vanuit het IJsselmeer de polder instroomt via de visinlaat. Vis kan zich met de stroom mee de polder in laten voeren. Nadat de visinlaat 10 minuten open heeft gestaan wordt deze weer gesloten waarna de buisvijzel nog twee minuten water uitmaakt om te voorkomen dat de uitstroom van het gevaal droogvalt en vis daardoor sterft. Onder normale omstandigheden wordt circa twee keer per week, op een gunstig moment op de dag (rondom de avondschemering), een migratiecyclus gedraaid.

2.2 INTREK

Om vast te stellen welke soorten en hoeveelheden vis van het IJsselmeer de Koopmanspolder intrekken en in hoeverre ze daarbij gehinderd worden, heeft dit onderzoek aandacht besteed aan de volgende drie onderdelen; a) wat is de attractie-efficiëntie van de Koopmanspolder, b) in hoeverre wordt vis gehinderd bij de passage en c) hoeveel vis (in het bijzonder volwassen vis) weet de Koopmanspolder te bereiken? Onderstaand worden de onderdelen toegelicht.

a) Wat is de attractie-efficiëntie van de Koopmanspolder op regionale schaal?

De beantwoording van de vraag wat de attractie-efficiëntie van de Koopmanspolder op regionale schaal is maakt feitelijk geen deel uit van de onderzoeksvragen, maar wordt automatisch bepaald bij het vangen van vis voor de bepaling van de mate en successie van intrek (onderdeel b). Met zegenvisserij is vastgesteld hoeveel vis (aanbod) zich bij de uitstroom van de buisvijzel verzamelt (na uitmalen van polderwater gedurende circa 1 uur). Voor deze bemonstering is een 75 en 150 meter lange zegen ingezet (figuur 1).

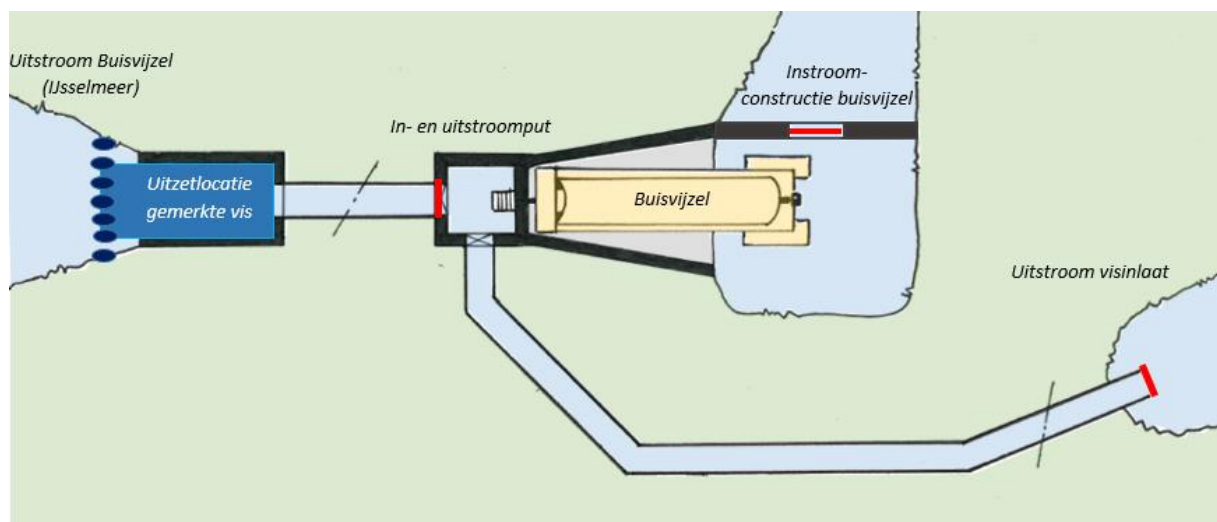


Figuur 1 Locatie zegenbevissing en uitstroompunt buisvijzel (links) (bron: Google Maps) en impressie van de buisvijzel aan de polderzijde (rechts).

Er zijn drie meetronden uitgevoerd om het aanbod van vis gedurende het voorjaar in beeld te krijgen. Per meetronde is de locatie éénmaal bevist ('s ochtends na zonsopkomst, nadat het gemaal enkele uren had gedraaid). Begin april is de eerste bemonstering uitgevoerd. In deze periode vertoont snoek de meeste migratiedrang in het IJsselmeergebied. De overige bemonsteringen zijn eind april en medio mei uitgevoerd, zodat de paaimigratie van de meest voorkomende vissoorten als kolblei, blankvoorn en brasem kon worden vastgesteld. De bemonsteringsmomenten zijn vastgesteld op basis van een combinatie van de water- en luchttemperaturen, omdat dit het belangrijkste sturingsmechanisme is van een vis om te migreren richting de paagebieden. De met de zegen gevangen vissen zijn, indien van voldoende formaat, voorzien van een PIT-tag voor het bepalen van de passage-efficiëntie (onderdeel b).

b) In hoeverre wordt vis bij de intrek gehinderd door aanwezige kunstwerken?

Om de attractie-efficiëntie op lokale schaal, zoekgedrag, migratievertraging en de uiteindelijke passage-efficiëntie (intrek) in beeld te brengen is PIT-telemetrie ingezet. Door op drie strategische locaties PIT-antennes te plaatsen (rode lijnen in figuur 2) is een inzicht verkregen in het migratiegedrag. Na het plaatsen van de antennes op 1 april 2020 is de werking van de antennes getest om het functioneren vast te stellen. De antennes hebben, in combinatie met het gebruik van 12mm tags, een bereik van circa 25 á 30cm. In totaal zijn, verdeeld over twee metingen, 91 vissen voorzien van een PIT-tag en uitgezet aan de uitstroomzijde van de buisvijzel (IJsselmeerzijde). Om te voorkomen dat de gemerkte vissen na uitzet direct het IJsselmeer opzwemmen en verloren zijn voor het onderzoek, is de uitstroom voor een periode van 24 uur afgesloten met fijnmazig netwerk (figuur 2). In die periode van 24 uur werd de visinlaat enkele malen (circa vier keer) geopend (volgens het normale bedieningsprotocol, dus inclusief opwekken lokstroom (paragraaf 2.1)) zodat vissen in de gelegenheid waren om de Koopmanspolder in te trekken. De ervaring van ATKB uit vergelijkbare onderzoeken is dat het grootste deel (50-75%) van de vis die gemotiveerd is om in te trekken dit binnen 24 uur ook daadwerkelijk doet als die mogelijkheid er is.



Figuur 2 Schematische proefopzet van de PIT-stations. Rode lijnen zijn PIT-antennes. Het donkerblauwe vlak is het afgesloten deel met netwerk waarin de gemerkte vissen zijn uitgezet voor de semi-gedwongen doorvoer.

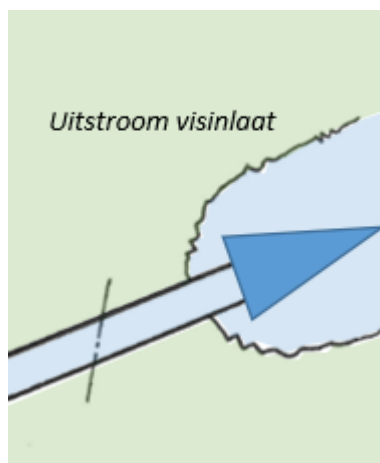
Tijdens het experiment is de vis zodanig ‘opgesloten’ dat ze de mogelijkheid hadden om aan de stroomsnelheid van de instroom te ontkomen (semi-gedwongen doorvoer). Een semi-gedwongen doorvoer is in deze situatie noodzakelijk, omdat het risico op onvoldoende detecties anders zeer groot zou zijn (vis kan gemakkelijk het IJsselmeer optrekken in plaats van de polder in) en hierdoor geen betrouwbaar antwoord op de onderzoeksvragen kan worden verkregen.

Gemerkte vissen kunnen worden gedetecteerd bij een intrekpoging in de in-/uitstroomput en na eventuele passage bij de uitgang van de visinlaat aan de polderzijde. Elke detectie bevat een uniek PIT-tag nummer dat gekoppeld is aan een individuele vis en het tijdstip van detectie. Op basis van de start van de inlaatmomenten is de passageduur van de vis vastgesteld. Aangenomen is dat de persleiding aan de uitstroomzijde van de buisvizel geen migratiebelemmering vormt. Daarom werd het niet noodzakelijk geacht om ook een PIT-antenne te plaatsen aan het uiteinde van de persleiding.

Aan de IJsselmeerzijde zijn in totaal 28 vissen van een PIT-tag voorzien, in een tweede meting met semi-gedwongen doorvoer zijn 63 vissen afkomstig uit de polder getagd en ingezet. Van elke gemerkte vis is de soort en lengte bepaald. Na 24 uur is het netwerk waarmee de vissen zijn opgesloten weggehaald om de achtergebleven vissen de mogelijkheid te geven om alsnog de polder in te trekken. De PIT-stations zijn operationeel gebleven tot begin juni 2021.

c) Hoeveel vis uit het IJsselmeer weet de Koopmanspolder te bereiken?

Met de semi-gedwongen doorvoer bij onderdeel b is de natuurlijke intrek van vis niet vastgesteld, aangezien de vis in een afgesloten net extra gestimuleerd werd om van de visinlaat gebruik te maken. Om de natuurlijke intrek in kaart te brengen is aan de polderzijde van de visinlaat een opvangnet (fuijk) geplaatst (figuur 3). Hiermee is vastgesteld welke soorten en hoeveelheden vis de Koopmanspolder in de paaiperiode intrekken.



Figuur 3 Schematische weergave opvangnet polderzijde visinlaat. De blauwe driehoek is het opvangnet.

Er zijn in totaal drie metingen met het opvangnet verricht. Per meting is in de avond en de ochtend de intrek bepaald gedurende 10 minuten dat er water vanuit het IJsselmeer via de visinlaat de polder instroomde. Voorgaand aan het openen van de inlaat en de metingen heeft de buisvizel steeds enige tijd water uitgemaalend zodat vis werd aangelokt doormiddel van een lokstroom. De momenten van de

intrekmelingen zijn afgestemd op de te verwachten paaimigratie. Voor vroege paaiers zoals snoek, is begin april de eerste intrekmeting uitgevoerd. De overige metingen zijn eind april en half mei uitgevoerd. De metingen zijn uitgevoerd in dezelfde weken als die van onderdeel a. Hierdoor zijn de gegevens vergelijkbaar. Van de ingetrokken vissen zijn in totaal dertien exemplaren voorzien van een PIT-tag. Door de natuurlijke intrek van deze vissen is het interessant om de migratiebewegingen van deze vissen te bestuderen. De gemerkte vissen zijn aan de polderzijde nabij de uitstroom van de vispassage uitgezet.

2.3 VERSPREIDING EN HABITATGEBRUIK

Met het eerste onderdeel van het onderzoek is vastgesteld welke (volwassen) vissen de Koopmanspolder intrekken. Om te achterhalen hoe deze vissen en de nakomelingen ervan de Koopmanspolder door het jaar heen gebruiken is een gefaseerd onderzoek uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar onderdelen; a) verspreiding en habitatgebruik van vis in de polder en b) inventarisatie van de aanwezige habitats.

a) Hoe ziet de verspreiding van vis en het habitatgebruik in de Koopmanspolder er uit?

De Koopmanspolder is grofweg in twee stukken op te delen; een overstromingsvlakte en een stelsel van watergangen waarbij het maaiveld droog blijft (figuur 4). Binnen beide delen zijn verschillende habitats aanwezig met unieke eigenschappen. Om de functie voor vis door het jaar heen van beide delen en verschillende habitats inzichtelijk te krijgen, zijn gedurende het jaar drie bemonsteringen met elektrovisserij uitgevoerd. De eerste bemonstering is uitgevoerd op 18 juni, om naast meerjarige vis ook een beeld te krijgen van de verspreiding van vislarven. De verspreiding van vislarven (aantallen, lengte en soorten) geeft een beeld van waar de paalocaties per soort in het gebied aanwezig zijn. De bemonsteringen in juni zijn met een speciaal larvennet uitgevoerd. Naast de bevissing met het larvennet is in juni ook elektrovisserij uitgevoerd om grotere vis te bemonsteren.



Figuur 4 Koopmanspolder met overzicht areaal overstromingsvlakte en watergangenstelsel (bron: Google Maps).

De overige bemonsteringen zijn uitgevoerd op 14 mei, 6 augustus en 28 september. In augustus is alleen met elektrovisserij bemonsterd en in september is naast de elektrovisserij ook zegenvisserij ingezet zodat

een schatting van het visbestand voor de hele Koopmanspolder kon worden gemaakt. De bestandschatting is gebruikt voor de opbrengstbepaling (recrutering) van het gebied. Per bemonstering zijn, verdeeld over de aanwezige habitats in de polder, tien trajecten van 80 tot 100 meter elektrisch bemonsterd. Indien mogelijk zijn de trajectlocaties binnen het onderzoek zoveel mogelijk gelijk gehouden in de verschillende uitvoeringsperioden, zodat de gegevens vergelijkbaar zijn. Om de verspreiding van vissen die met een PIT-tag zijn uitgerust te bepalen, zijn alle vangsten gescreend met een handheld PIT-reader.

b) Welke habitats zijn aanwezig in de Koopmanspolder en wat zijn de kenmerken van deze habitats?

Naast een bemonstering van de verschillende habitats is ook met een theoretische benadering de habitatgeschiktheid voor vis in kaart gebracht. Tijdens de visbemonsteringen zijn op alle beviste trajecten relevante veldparameters genoteerd. De parameters geven een beeld van de habitatgeschiktheid per vissoort. De parameters die werden geïnventariseerd zijn:

- Waterdiepte
- Substraat
- Dikte sliblaag
- Oevertalud
- Oeververdediging
- Submerse vegetatie
- Emerse vegetatie
- Drijvende vegetatie
- Doorzicht
- Breedte litorale zone

Tevens zijn gedurende het zomerhalfjaar van 2020 de nutriëntgehalten in de Koopmanspolder (afvoersloot) en net buiten de polder aan de IJsselmeerzijde in beeld gebracht. Deze metingen zijn uitgevoerd door Waterproef.

2.4 UITTREK

Voor het bepalen van de uitwisseling van vis tussen het IJsselmeer en de Koopmanspolder is naast de mate van intrek ook de mate van uittrek van belang. De opzet is immers dat jonge vis die is opgegroeid in de Koopmanspolder naar het IJsselmeer migreert. Om een algeheel beeld van de mate van uitwisseling te krijgen, is de uittrek van vis in twee onderdelen onderzocht; a) mate van uittrek van ingetrokken volwassen, paarijpe vis; en b) mate van uittrek van de in het gebied geboren (eerstejaars) en meerjarige vis door het jaar heen.

a) Hoeveel van de ingetrokken, gemerkte vissen weten de Koopmanspolder weer uit te trekken en op welk moment vindt deze migratie plaats?

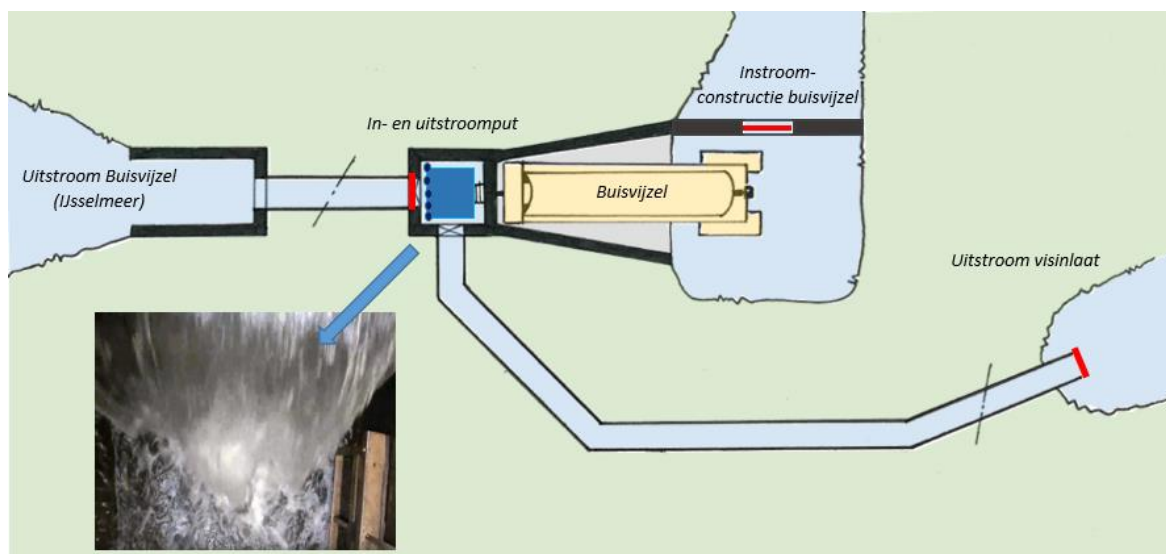
De eventuele uittrek van gemerkte vissen is vastgelegd met de aanwezige PIT-stations, waarvan de locaties zijn weergegeven in figuur 2. Detecties van de antenne bij de buisvizel (polderzijde) geven inzicht of vis zich aanbiedt bij de buisvizel. Daarnaast geeft de antenne in de in-/uitstroomput aan hoe lang de migratie

duurt. Ook de antenne aan de uitstroomzijde van de visinlaat (polderzijde) kan vissen detecteren die geneigd zijn om richting het IJsselmeer te trekken.

b) Hoeveel vis trekt de Koopmanspolder uit en op welk moment vindt deze migratie plaats?

Vis die in het gebied geboren wordt (eerstejaars vis of 0+ vis) en reeds aanwezig is (standvis) kan op een bepaald moment geneigd zijn om de polder te verlaten naar het IJsselmeer. Vanuit de visecologie is het aannemelijk dat de meeste vissen migratiebehoefte vertonen aan het einde van het groeiseizoen wanneer ze op zoek gaan naar overwinteringsgebieden. Dit is de periode vanaf eind september. Voor eerstejaars vis is het tevens de verwachting dat deze vanaf begin juli actief migreren als gevolg van natuurlijke dispersie. Om een goed beeld te krijgen van de uittrek van vis (omvang en soorten) zijn op 6 augustus, 28 september, 6 en 27 november gedurende vier avonden (totaal acht metingen) vissen opgevangen in de in-/uitstroomput voor het gemaal. Hiertoe is een opvangnet in de put bevestigd, zoals weergegeven in figuur 5. Hierin werden alle met de buisvizel uitgemalen vissen opgevangen. Per avond zijn steeds twee metingen uitgevoerd die elk circa één uur duurden. De eerste meting startte steeds ongeveer een half uur na zonsondergang (in de schemer) omdat dan normaliter de kans op migrerende vis het grootst is.

De vastgestelde mate van uittrek is gerelateerd aan de gemaakte bestandschatting van september. Daarmee is inzicht verkregen in het aandeel vis dat de polder uittrekt en daarmee bijdraagt aan de vispopulatie in het IJsselmeer.



Figuur 5 Locatie van het opvangnet (donkerblauw vlak) om de uittrek via de buisvizel vast te stellen (inzet betreft een foto van de in-/uitstroomput op het moment dat de buisvizel in werking is).

2.5 VANGSTVERWERKING, GEGEVENSVERZAMELING, HANDELING EN REGISTRATIES

Binnen het onderzoek zijn zowel vissen gevangen als gemerkt en vervolgens gedetecteerd. Navolgend wordt per onderdeel aangegeven hoe de gegevensverzameling en handeling heeft plaatsgevonden.

2.5.1 VANGSTVERWERKING EN GEGEVENSVERZAMELING

De gevangen vissen zijn per traject op soort gebracht, gemeten en geteld. De lengtemetingen zijn uitgedrukt in centimeter totaal lengte 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. Aangetroffen vislarven zijn zo veel mogelijk gelijk in het veld gedetermineerd. Larven die niet in het veld te determineren waren zijn op kantoor met een binoculair gedetermineerd.

Volwassen vissen die in de Koopmanspolder zijn gevangen zijn naast de bovenstaande verwerkingswijze ook gescreend met een handheld-reader (figuur 6) op de aanwezigheid van een PIT-tag. Zodra een tag werd gedetecteerd werd van deze vis het PIT-tagnummer, soort, lengte, vangstlocatie en vangstdatum genoteerd.



Figuur 6 Handheld-reader om vissen te controleren op de aanwezigheid van een PIT-tag (links) data afkomstig van de reader kan direct worden ingeladen op de laptop (rechts).

Bijkomende waarnemingen en habitat

Het begin- en eindpunt van de beviste trajecten zijn vastgelegd met een handheld gps (RD-coördinaten). Van elk traject is minimaal één foto gemaakt. Daarnaast zijn de volgende relevante (a)biotische habitatparameters opgenomen: waterbreedte en waterdiepte; doorzicht; bodemgesteldheid (indicatief; aanwezigheid slib); hellingsgraad oevertalud, oeververdediging (beschoeiing); waterplantenbedekking (percentage submerse, drijflad- en emergente vegetatie en dominante soorten) en aangetroffen kreeften en krabben. Deze gegevens zijn per traject/trek in het veld digitaal ingevoerd in een door ATKB ontwikkelde applicatie.

2.5.2 HANDELINGEN PIT-TAGGEN

De vissen die van een PIT-tag zijn voorzien zijn vanuit welzijnsoogpunt, zo snel mogelijk na de vangst overgebracht naar grote leefnetten/opslagbassins. De opslag van de reeds gevangen vissen voldeed aan de vereisten vanuit de WOD. De vissen zijn minimaal enkele uren opgeslagen alvorens te worden gemerkt. Op deze wijze kregen de vissen de tijd om te herstellen van de vangstprocedure.

De vissen zijn in kleine aantallen in het water, op gecontroleerde wijze, verdoofd door onderdompeling in een oplossing van benzocaïne (40 mg/l). Nadat de vis goed verdoofd was, is de PIT-tag met een injector ingebracht (figuur 7).



Figuur 7 PIT-tag injector (links) en het inbrengen van een PIT-tag in een verdoofde vis (rechts).

Nadat een vis is gemerkt, is deze in een ander bassin bijgebracht. De vis is vervolgens nadat deze goed was bijgekomen in een knooploos leefnet bewaard totdat alle vis was gemerkt. Nadat alle vis was gemerkt werden ze teruggezet op de vangstlocatie (polderzijde) of in de afgesloten uitstroom (IJsselmeerzijde). Van alle gemerkte vissen is het volgende geregistreerd:

- PIT-tagnummer;

- Vissoort;
- Lengte (centimeter totaallengte);
- Datum en uitzettijd;
- Vangst- en uitzetlocatie;
- Eventuele bijzonderheden (bijvoorbeeld paaiuitslag, loslaten hom/kuit en dergelijke).

De verzamelde gegevens van de gemerkte vissen zijn direct ingevoerd in een app en opgeslagen in een database.

Binnen het onderzoek zijn zo veel mogelijk volwassen, geslachtsrijpe vissen getagd. Echter zijn ook kleinere vissen getagd om zo aan voldoende getagde vissen voor het onderzoek te komen. Gezien de lengte van deze vissen was het mogelijk om 12 millimeter HDX+ PIT-tags te gebruiken (gewicht 0,6 gram). Volgens de literatuur is het mogelijk om vissen vanaf 10 centimeter lengte hiermee te merken. In figuur 8 is een impressie van de gebruikte materialen weergegeven.



Figuur 8 PIT-tag (12 millimeter HDX+) (links) en lock needle om de PIT-tag mee in de vis te brengen (rechts).

Merkprotocol en voorwaarden PIT-tag

Het merken is uitgevoerd volgens een vastgesteld protocol (merkprotocol: *PIT-tag Marking Procedures Manual, Columbia Basin Fish and Wildlife Authority, 1999*). Voor het merken zijn de volgende criteria van belang:

Conditie: om een vis te mogen merken dient deze in optimale conditie te verkeren. Het gaat hierbij om een, op het oog, optimale conditie. De vis dient geen beschadigingen te hebben, waarbij dit in het bijzonder voor het lichaam en de kop geldt (kieuwen). Op basis van de ervaring binnen ATKB is zorggedragen dat de vis tijdens de vangst en opslag zo goed mogelijk werd behandeld zodat de conditie optimaal bleef.

Formaat: vissen dienen voldoende groot te zijn om van een PIT-tag te voorzien. Door Lacroix *et al.* (2004) wordt aangegeven dat de lengte van de PIT-tag niet meer dan 16% van de lichaamslengte mag bedragen en het gewicht niet meer dan 8%. Dit is als uitgangspunt aangehouden in dit onderzoek.

2.5.3 REGISTRATIE DETECTIES EN DATA-ANALYSE

Registratie detecties

Wanneer een vis met een PIT-tag door of langs één van de antennes zwemt wordt deze gedetecteerd en de unieke code van de tag en het tijdstip van de detectie wordt opgeslagen in de reader. Via een internetverbinding is de data via de readers direct doorgestuurd naar de server van ATKB, waar de data direct in een database is opgeslagen. Daarmee is direct een back-up van de registraties beschikbaar en zijn eventuele storingen snel opgemerkt. In figuur 9 wordt een impressie gegeven van de gebruikte PIT-antennes.

Data-analyse

Door gebruik te maken van drie antennes is het mogelijk een gedegen analyse van de vismigratiebewegingen te maken. Vastgesteld is hoeveel vissen per antenne zijn geregistreerd, wanneer de

migratiebewegingen plaatsvonden, of vissen slaagden in hun in- en uittrekpogingen, hoeveel pogingen werden ondernomen en de tijdsduur van succesvolle passage. Hiermee is inzicht verkregen in:

- a) Migratiebewegingen van volwassen vis;
- b) De geschiktheid van de visinlaat voor de intrek van vis (en mogelijk ook voor uittrek);
- c) De geschiktheid van de buisvizel voor de uittrek van vis;
- d) Welk deel van de vis gebruik maakt van de visinlaat en buisvizel (efficiëntie).



Figuur 9 PIT-antenne zoals deze zijn gebruikt in het onderzoek (links) en geplaatste antenne in de in- en uitstroompout (antenne 2).

3. RESULTATEN

3.1 ALGEMENE OPMERKINGEN

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van maart 2020 tot en met begin juni 2021. De visserij-inspanningen zijn tussen maart en eind november 2020 verricht, waarna de PIT-antennes nog tot begin juni 2021 actief zijn geweest. Een overzicht van de geleverde onderzoeksinspanning is gegeven in tabel 1. Van 24 augustus tot 1 september 2020 is er door kortsluiting een stroomstoring ontstaan waardoor de antennes in deze periode inactief zijn geweest. Voor het onderdeel ‘intrek’ was het lastig om aan voldoende IJsselmeervis van geschikt formaat te komen om te taggen. Voor dit onderdeel zijn aanvullend vissen afkomstig uit de polder gebruikt. Verder zijn de visstands-bemonsteringen vanaf juni enigszins bemoeilijkt door de aanwezigheid van submerse vegetatie. Verder hebben zich binnen het onderzoek geen noemenswaardige problemen voorgedaan.

Voor het waterbeheer in de polder hebben zich wel wat problemen voorgedaan. Door stringen aan de inlaatvoorziening is het peil in de polder onbedoeld een aantal maal gestegen boven de streefpeilen. Dit water moest vervolgens weer worden uitgemalen, waardoor het gemaal soms enkele dagen achtereen gedraaid heeft in de periode van medio juli tot en met begin september 2020. Dit had vissen mogelijk kunnen stimuleren om de polder te verlaten, maar daarvan is weinig effect gezien.

Tabel 1 Overzicht onderzoeksinspanning in 2020 en 2021.

Datum	Installeren PIT-stations	Aanbod IJsselmeerszijde	Semi-gedwongen doorvoer	Natuurlijke intrek	Visstand polder	Larven polder	Uittrek	Verwijderen PIT-stations
1-4-2020	x							
7-4-2020				x				
8-4-2020		x		x				
21-4-2020				x				
22-4-2020		x	x	x				
13-5-2020				x				
14-5-2020			x	x	x			
18-6-2020					x	x		
6-8-2020					x		x	
28-9-2020					x		x	
29-9-2020					x			
6-11-2020							x	
27-11-2020							x	
3-6-2021								x

Tijdens het onderzoek zijn in totaal 226 vissen voorzien van een PIT-tag. De vissen zijn afkomstig van visserij-inspanning aan zowel de IJsselmeerszijde als polderzijde. Er zijn in totaal 30 vissen getagd die afkomstig

zijn van de IJsselmeerzijde. Hiervan zijn er 28 in het opvangnet geplaatst voor het intrekexperiment (opvangnet in tabel 2). De resterende twee vissen die opgevangen zijn in de fuik achter de visinlaat zijn direct in de polder uitgezet. Wegens een gebrek aan voldoende tag-bare vis aan de IJsselmeerzijde zijn in totaal tevens 63 vissen afkomstig uit de polder ingezet voor het intrekexperiment. Nog eens 133 vissen die later in de polder zijn gevangen zijn van een tag voorzien en teruggeplaatst in de polder, om zodoende het habitatgebruik van deze exemplaren te volgen en om uit te vinden of deze vissen de neiging hebben om naar het IJsselmeer te migreren. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de soortenverdeling onder de getagde vissen en de uitzetlocaties.

Tabel 2 Overzicht getagde vissen (vissen die zijn uitgezet in het opvangnet zijn gebruikt voor het semi-gedwongen doorvoer experiment).

Herkomst	Soort	Uitzetlocatie		Totaal
		Opvangnet	Polder	
IJsselmeer	Blankvoorn	-	1	1
	Brasem	26	-	26
	Karper	2	-	2
	Winde	-	1	1
Totaal IJsselmeer		28	2	30
Koopmanspolder	Aal	3	8	11
	Baars	25	17	42
	Blankvoorn	18	28	46
	Brasem	-	3	3
	Hybride	1	2	3
	Karper	2	-	2
	Kolblei	-	12	12
	Pos	-	1	1
	Rietvoorn	7	19	26
	Snoek	7	26	33
	Winde	-	9	9
	Zeelt	-	8	8
Totaal Koopmanspolder		63	133	196
Totaal		91	135	226

3.2 INTREK

Het onderzoek naar de intrek van vis in de Koopmanspolder heeft plaatsgevonden tussen 7 april en 14 mei 2020. Om de attractie-efficiëntie (=aanbod) van de Koopmanspolder te bepalen is tijdens drie meetronden het aanbod van vis aan de IJsselmeerzijde bepaald. Naast de uitstroom bij de Koopmanspolder is ook in het omliggend gebied aan de IJsselmeerzijde gevestigd, alsmede voor het gemaal Vier Noorder Koggen (figuur 10). Vissen die tijdens het aanbodonderzoek zijn gevangen, en die van voldoende formaat waren (=28 stuks), zijn gebruikt voor een experiment met semi-gedwongen doorvoer. De vangsten die met de zegen direct voor de Koopmanspolder werden gerealiseerd waren heel gering. De meeste vis werd gevangen voor het gemaal Vier Noorder Koggen.



Figuur 10 Ligging uitgevoerde zegentrekken aan de IJsselmeerzijkte.

3.2.1 ATTRACTIE-EFFICIËNTIE VAN DE KOOPMANSPOLDER

Om de attractie-efficiëntie van de Koopmanspolder in kaart te brengen is met de zegen gevist naar het aanbod (=aanwezigheid) van vis aan de IJsselmeerzijkte nabij de uitstroom van Koopmanspolder. De bevissingen hebben plaatsgevonden steeds nadat de buisvizel circa 1 uur had gedraaid, om zodoende een lokstroom van polderwater te realiseren. Ook is in het omliggend gebied aan de IJsselmeerzijkte gevist. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de ruwe vangsten die zijn gerealiseerd aan de IJsselmeerzijkte.

Tabel 3 Visaanbod (werkelijke vangst in aantallen) aan de IJsselmeerzijkte tijdens drie meetrondes.

Ruwe aantallen aanbod IJsselmeerzijkte	Uitstroom Koopmanspolder	Direct omliggend gebied	Gemaal Viernoorderkoggen	Totaal
Alver		2		2
Blankvoorn	1	2	1	4
Bot	3	2	1	6
Brasem			26	26
Driedoornige stekelbaars		2		2
Hybride		1		1
Karper			2	2
Kolblei			1	1
Marm grondel		1		1
Pos			2	2
Winde		5	1	6
Zwartbek grondel		2	18	20
Totaal	4	17	52	73

De bevissingen voor de uitstroom van de Koopmanspolder zijn uitgevoerd op 8 en 22 april en 14 mei 2020. De bevissingen in het omliggend gebied zijn uitgevoerd op 8 april en die voor gemaal Vier Noorder Koggen op 22 april.

Direct voor de uitstroom van de Koopmanspolder is weinig vis aangetroffen. De vier vissen die hier zijn gevangen (drie botten en één blankvoorn) komen alleen van de bevissing op 22 april. Tijdens de bevissingen van 8 april en 14 mei is op deze locatie geen vis gevangen. De lokstroom die wordt gecreëerd door de

werking van de buisvizel lijkt (op de onderzoeksmomenten) nauwelijks een aantrekkelijk effect op vis te hebben. Het water direct voor de uitstroom van het gemaal is ook zeer ondiep (maximaal 40 centimeter). In figuur 11 is een impressie gegeven van de zegenvisserij voor de instroom van de visinlaat.

In het gebied aan de IJsselmeerzijde rondom de Koopmanspolder (zie figuur 10) zijn op 8 april en 14 mei in verhouding meer vissen aangetroffen. Op 8 april is in het omliggend gebied ten noorden en noordwesten van de Koopmanspolder gevestigd. In totaal zijn zeventien vissen gevangen verdeeld over acht soorten (exclusief hybride). Op 14 mei zijn voor gemaal Vier Noorder Koggen 52 vissen aangetroffen, waarvan 26 brassems en achttien zwartbekgrondels.



Figuur 11 Zegenvisserij om het visaanbod voor de instroom van de visinlaat aan de IJsselmeerzijde te bepalen.

3.2.2 INTREK DOOR SEMI-GEDWONGEN DOORVOER

Voor het experiment met semi-gedwongen doorvoer zijn verdeeld over twee metingen in totaal 91 vissen ingezet. Op 22 april zijn 28 vissen afkomstig van de IJsselmeerzijde in het opvangnet geplaatst (figuur 12). De vis is losgelaten in de drijvende bak, waarna ze via het netwerk en de duiker de polder in konden trekken. Bij gebrek aan geschikte vissen aan de IJsselmeerzijde zijn op 14 mei 63 getagde vissen afkomstig uit de polder ingezet voor een tweede meting. Een overzicht van de ingezette vissen per meting is weergegeven in tabel 4.

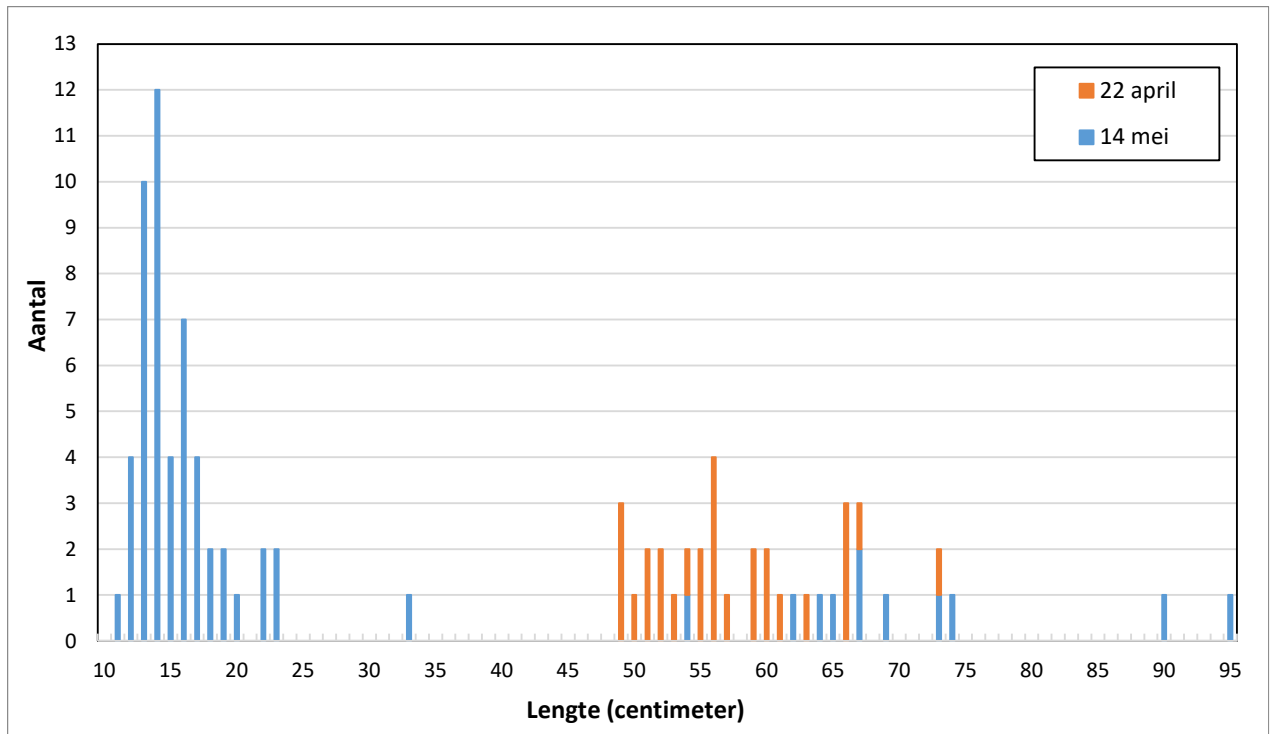
Tabel 4 Ingezette vissen voor het experiment met semi-gedwongen doorvoer.

Soort	22 april	14 mei
Aal		3
Baars		25
Blankvoorn		18
Brasem	26	
Hybride		1
Karper	2	2
Rietvoorn		7
Snoek		7
Totaal	28	63



Figuur 12 Opvangnet aan de IJsselmeerzijde waarin de vissen voor de intrekmeting met semi-gedwongen doorvoer werden geplaatst. De foto is genomen voor aanvang van de proef waarbij het netwerk tussen de drijvende bak en de duiker nog niet open is voor vis.

In figuur 13 is de lengtefrequentieverdeling gegeven van de vissen die zijn ingezet met de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer op 22 april en 14 mei. De vissen van 22 april, afkomstig van de IJsselmeerzijde, zijn voornamelijk brasems en karpers vanaf 50 centimeter. De vissen van 14 mei die afkomstig zijn uit de polder zijn voornamelijk baarzen en blankvoorns vanaf 11 centimeter.

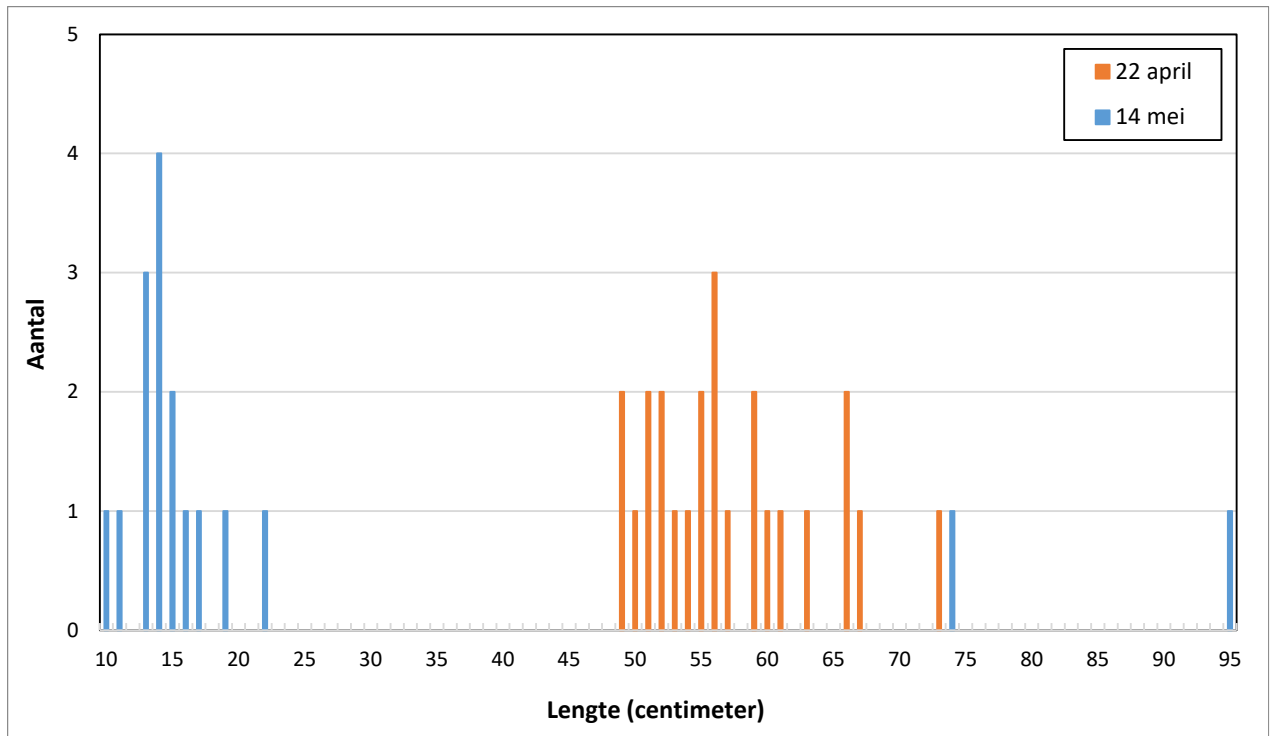


Figuur 13 Lengtefrequentieverdeling van de ingezette vissen tijdens de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer op 22 april en 14 mei 2020.

Op 22 april zijn 28 vissen gebruikt in de proef met semi-gedwongen doorvoer. Van deze vissen zijn er 24 (86%) de Koopmanspolder ingetrokken via de visinlaat. Eén vis (4%) is waarschijnlijk ontsnapt richting de IJsselmeerzijde en drie vissen (11%) zijn na de proef handmatig overgezet vanuit het net naar de polder. De 24 ingetrokken vissen betreffen 23 brasems en één karper in de lengterange van 50 tot en met 74 centimeter (figuur 14).

Bij de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer op 14 mei zijn 63 vissen afkomstig uit de polder gebruikt. Hiervan zijn er zeventien (27%) de polder ingetrokken. Er zijn 21 exemplaren ontsnapt, waarschijnlijk richting het IJsselmeer, en 25 exemplaren (40%) zijn na de proef handmatig overgezet naar de polder. De ingetrokken vissen zijn met name blankvoorn, rietvoorn en baars in een lengterange van 11 tot en met 22 centimeter. Daarnaast zijn een aal van 74 centimeter en een snoek van 95 centimeter ingetrokken. Het totaal van beide metingen komt op 91 ingezette vissen waarvan er 41 (45%) zijn ingetrokken, 28 (31%) vermist en 22 (24%) na de proef handmatig zijn overgezet naar de polder.

De ontsnapte vissen bij de proeven kunnen zich enerzijds bevinden in de buis tussen het opvangnet (figuur 12) en de in/uitstroomput (met PIT-antenne) waarna ze vervolgens het IJsselmeer zijn opgezwommen. Anderzijds is het niet volledig uitgesloten dat ze toch een uitweg hebben weten te vinden waarna ze het IJsselmeer op zijn gezwommen.



Figuur 14 Lengtefrequentieverdeling van de ingetrokken vis tijdens de intrekmetingen op 22 april en 14 mei 2020.

Van de 22 vissen die tijdens de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer zijn ontsnapt zijn er vijf nog tijdens de meting gedetecteerd bij de in/uitstroombak, waarna dus geen succesvolle intrek heeft plaatsgevonden. Twee alen (54 en 62 centimeter) zijn op latere momenten (na afloop van de proeven) nog gedetecteerd bij de in- en uitstroombak, maar tevens zonder succesvolle intrek. Uit de telemetriedata van het gemaal en de visinlaat is geen verband te zien tussen het detecteren van de alen en de werking van het gemaal of vispassage.

De passageduur is bepaald op basis van de detecties op de antennes in de in/uitstroombak (antenne 2) en die bij de instroom aan de polderzijde (antenne 3). De passageduur varieert van 25 seconden tot bijna 15 uur. Ruim 75% van de intrekkende vissen deed dit binnen 39 minuten (gemiddeld 3 minuten en 49 seconden). Een tweetal vissen passeerde in 2,5 tot 4,5 uur en twee vissen in circa 15 uur.

Een zestal vissen (voornamelijk grotere brasem en een aal) deed meerdere dagen over de passage (2,5 dag tot ruim 15 dagen). Deze vissen bevonden zich vermoedelijk direct na beëindiging van de proef (na 24 uur) in de buis (persleiding) tussen de locatie van het opvangnet en de in/uitstroompot zonder dat ze daadwerkelijk in de put zijn geweest (want de vissen zijn daar niet gedetecteerd tijdens de proef). Na afloop van de proef zijn deze vissen er toch in geslaagd om succesvol de polder in te trekken.

3.2.3 NATUURLIJKE INTREK

De natuurlijke intrek vanuit het IJsselmeer naar de Koopmanspolder is tijdens drie meetronden gemonitord. Tijdens iedere meetronde is het opvangnet bij de instroom van de visinlaat éénmaal in de ochtend en éénmaal in de avond gelicht. Voor iedere lichting heeft het gemaal 1 uur gedraaid ten behoeve van de

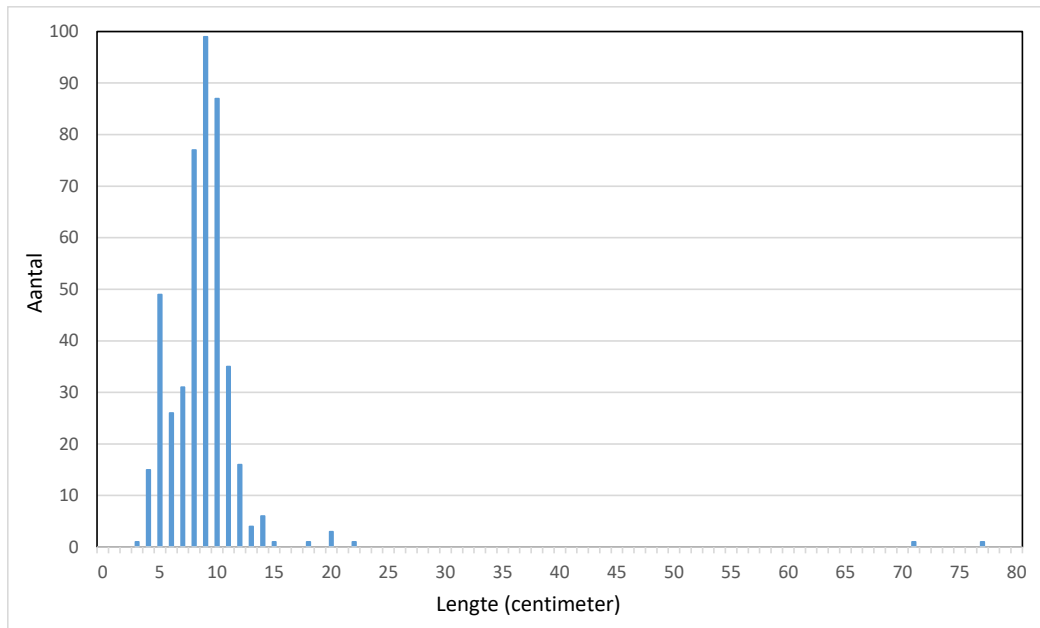
lokstroom en vervolgens is de schuif in de in/uitstroombak circa 10 minuten open geweest en konden visen onder vrij verval de polder in trekken. Een overzicht van de ruwe vangsten is gegeven in tabel 5.

Tabel 5 Ruwe vangsten van intrekende vis tijdens drie meetrondes.

Soort	7-8 april		21-22 april		13-14 mei		Totaal
	avond	ochtend	avond	ochtend	avond	ochtend	
Aal			1			2	3
Alver	1					3	4
Baars		1					1
Bittervoorn	4	7	1	4	1	1	18
Blankvoorn	13	9		2	31	11	66
Brasem	14	22	15	30	1		82
Driedoornige stekelbaars	5	3	2	1	1	6	18
Giebel						1	1
Hybride					1		1
Kleine modderkruiper						3	3
Kolblei	10	9	4	5	7	7	42
Marm grondel	8	6		3	1	3	21
Pontische stroomgrondel						1	1
Pos	2	4		1			7
Rietvoorn	1	5		1		2	9
Roofblei		1					1
Sneep	1						1
Winde	56	37	6	3	64	2	168
Zwartbekgrondel	2	3	1	2			8
Totaal	117	107	30	52	107	42	455

De hoogste aantallen intrekende vis zijn aangetroffen tijdens de meting van begin april. Hierbij zijn tijdens de avondlichting 117 exemplaren en tijdens de ochtendlichting 107 exemplaren gevangen. De aantallen in de avond- en ochtendlichting van 21-22 april waren, met respectievelijk 30 en 52 exemplaren, een stuk lager vergeleken met de lichtingen van de voorgaande meetronde. De aantallen in de avondlichting van mei zijn vergelijkbaar met de aantallen die zijn aangetroffen begin april (107 exemplaren). De aantallen tijdens de ochtendlichting van mei zijn vergeleken met de aantallen van de nachtlichting een stuk lager (42 exemplaren).

In totaal zijn, exclusief hybride, achttien verschillende intrekende vissoorten aangetroffen. Hierbij is winde de meest frequent aangetroffen soort (168 exemplaren, 37%). Ook brasem (82 exemplaren, 18%), blankvoorn (66 exemplaren, 15%) en kolblei (42 exemplaren, 9%) zijn in relatief hoge aantallen aangetroffen. De lengtefrequentieverdeling van de gehele vangst is gegeven in figuur 15.



Figuur 15 Lengtefrequentieverdeling van de natuurlijk ingetrokken vissen tijdens de meetrondes van begin april tot en met half mei 2020.

Bovenstaand figuur laat zien dat bij de metingen van de natuurlijke intrek voornamelijk vissen in de lengterange van 3 tot en met 15 centimeter zijn ingetrokken, met daarnaast enkele exemplaren van 18, 20 en 22 centimeter (kolblei, rietvoorn en gibel). Ook zijn twee alen van 71 en 77 centimeter aangetroffen. De lengtegroep van 3 tot en met 15 centimeter wordt voornamelijk gevormd door winde, brasem, blankvoorn en kolblei. Het lijkt er dus op dat voornamelijk jonge vis de Koopmanspolder in trekt, waarschijnlijk op zoek naar voedsel.

Onder de aangetroffen soorten behoren alver en sneep (figuur 16), welke beiden zijn opgenomen in de Rode Lijst met de status 'kwetsbaar'. Van alver zijn in totaal vier exemplaren aangetroffen en van sneep één exemplaar.

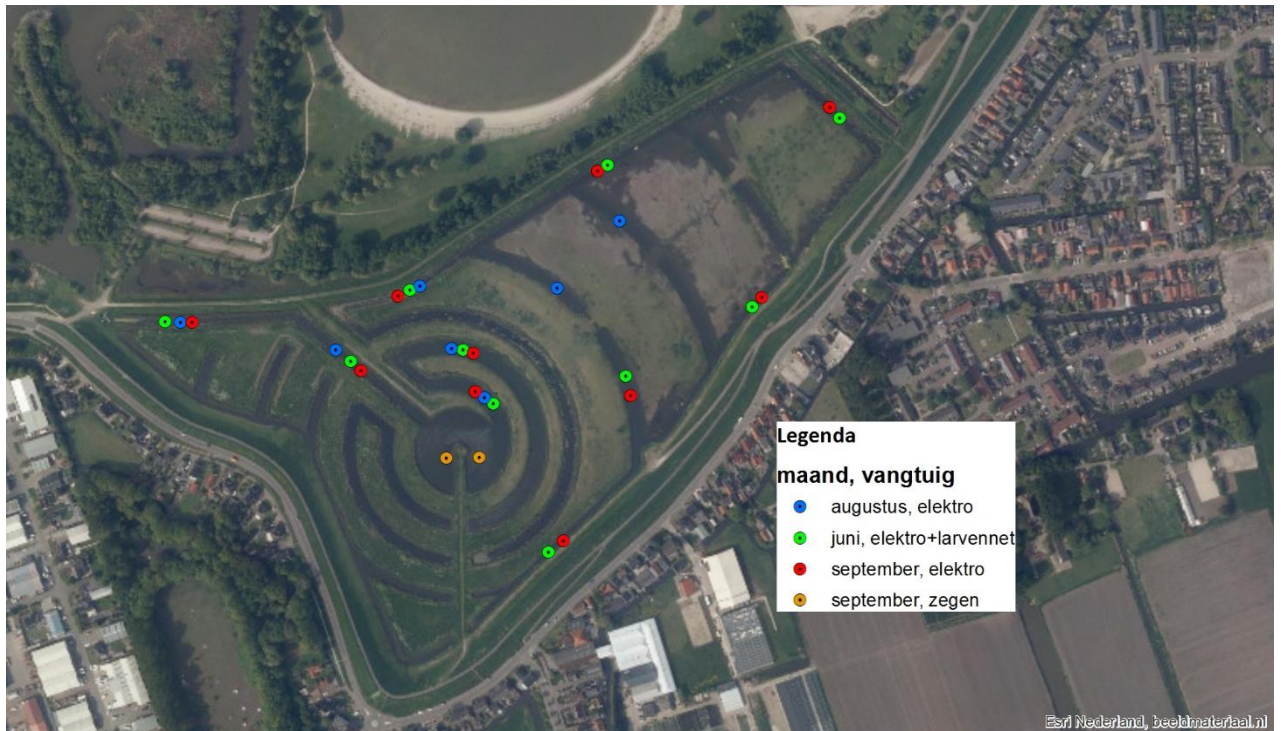
Tijdens de fuiklichting in de avond van 21 april is visueel ook glasaal waargenomen in de polder. Het is mogelijk dat deze tijdens de meting zijn ingetrokken maar door de maaswijdte van het toegepaste vangtuig wisten te ontsnappen. Een foto van deze waarneming is gegeven in figuur 16.



Figuur 16 Aangetroffen sneep (links) en visueel waargenomen glasaal tijdens de intrekmeting op 21 april 2020 (rechts).

3.3 VERSPREIDING EN HABITATGEBRUIK

Onderzoek naar het habitatgebruik van vis in de Koopmanspolder is op vier verschillende momenten uitgevoerd in de periode van half mei tot en met eind september 2020. De visstand is onderzocht middels een larvennet (juni), zegenvisserij (september) en elektrovisserij (tijdens elk moment). Beviste locaties zijn hierbij zoveel als mogelijk gelijk gehouden. In figuur 17 is een overzichtskaat weergegeven met daarop de beviste trajecten tijdens de meetrondes van juni, augustus en september.



Figuur 17 Beviste trajecten tijdens de vier meetrondes in de periode van half mei tot en met eind september 2020.

3.3.1 VERSPREIDING EN HABITATGEBRUIK

Op basis van de PIT-gegevens is weinig te zeggen over de verspreiding van vis in de Koopmanspolder. Tijdens de bevissingen in de polder is iedere gevangen vis gecontroleerd op de aanwezigheid van een PIT-tag. Tijdens de bevissingen is slechts één vis die eerder is getagd terug gevangen; een baars van 18 centimeter.

Op basis van de bevissingen die hebben plaatsgevonden op 14 mei, 18 juni, 6 augustus en 28 september is wel een beeld verkregen van de aanwezigheid en verspreiding van vis in de Koopmanspolder. De polder is grofweg op te delen in vier deelgebieden;

- sloten overstromingsvlakten - elektrovisserij;
- aanvoersloot en sloten in cirkelvorm - elektrovisserij;
- afvoersloot - elektrovisserij;
- oog - hier is in september met de zegen gevestigd.

In alle vier de deelgebieden is gedurende de bemonsteringen vis aangetroffen. Het aantal soorten, exclusief hybride, varieert van twaalf in het oog tot vijftien in de aanvoersloot en sloten in cirkelvorm. Rietvoorn, blankvoorn en baars zijn de meest aangetroffen soorten. In het oog zijn in september relatief grote aantallen hybrides gevangen; dit is een kruising tussen twee cypriniden (karperachtigen) en wordt niet als een aparte soort beschouwd. In de afvoersloot zijn relatief grote aantallen vetjes gevangen. In figuur 18 wordt een impressie gegeven van enkele van de aangetroffen soorten tijdens de bemonsteringen.



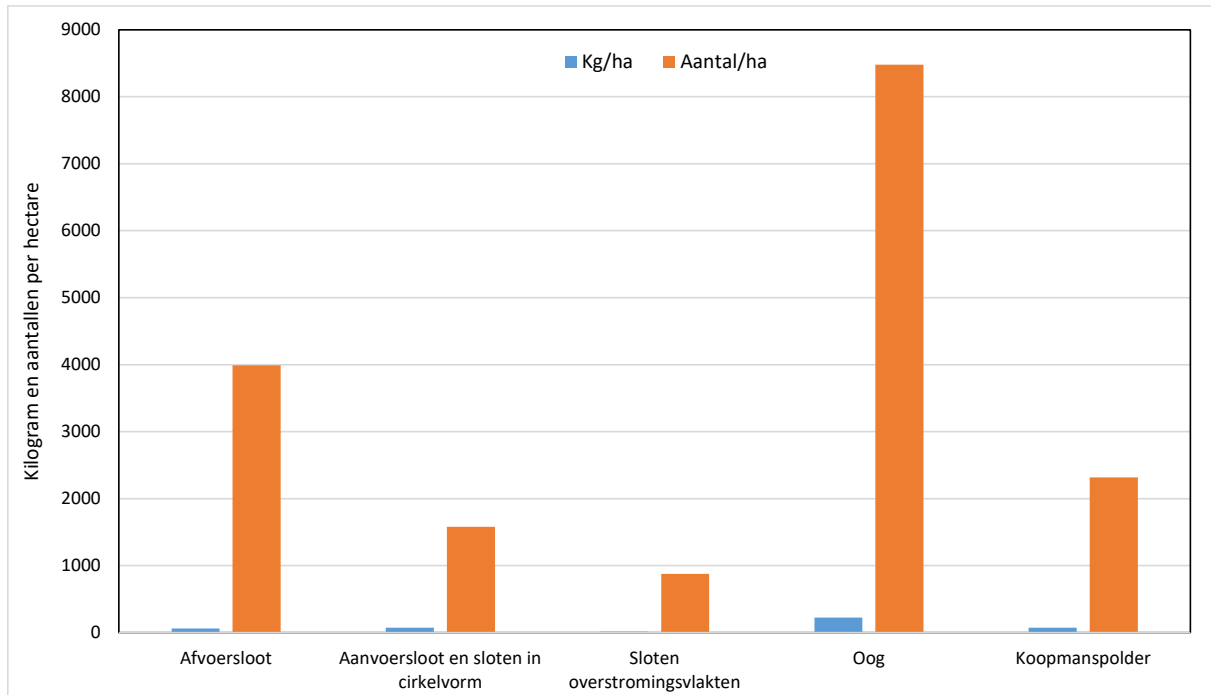
Figuur 18 Enkele van de aangetroffen soorten tijdens de bemonsteringen; bittervoorns (links), rietvoorns (rechts) en snoek (onder).

In september is zegen- en elektrovisserij uitgevoerd om zodoende een betrouwbare bestandschatting te kunnen maken voor de Koopmanspolder. Ook zijn bestandschatting per deelgebied gemaakt, om zo een beeld te krijgen van de verspreiding van vis in het gebied.

De bestandschatting per deelgebied varieert in biomassa van 16,0 kg/ha in sloten overstromingsvlakten tot 226,6 kg/ha in het oog. De bestandschattingen van de aanvoersloot en sloten in cirkelvorm bedraagt 71,9 kg/ha en voor de afvoersloot 61,0 kg/ha. In alle deelgebieden hebben blankvoorn en/of snoek een belangrijk aandeel in de biomassa. In het oog hebben ook rietvoorn, zeelt en hybride een relatief groot aandeel in de visbiomassa. Het oog vormt een dieper gedeelte in de Koopmanspolder, waarin veel (grotere) vissen zijn aangetroffen in vergelijking met de andere deelgebieden. Hierdoor is de raming in biomassa in het oog het hoogst van alle deelgebieden.

In aantallen varieert de raming van het visbestand van 877 stuks/ha in de sloten overstromingsvlakten tot 8.478 stuks/ha in het oog. In de aanvoersloot en sloten in cirkelvorm bedraagt de raming in aantallen 1.578

stuks/ha en in de afvoersloot 3.989 stuks/ha. Blankvoorn en/of rietvoorn hebben in de meeste deelgebieden het hoogste aandeel in aantallen. In het oog is ook het aandeel van hybride en brasem relatief hoog. In figuur 19 is een overzicht gegeven van de ramingen per deelgebied in kilogram en aantallen per hectare. De ramingen van het visbestand voor de vier deelgebieden in aantallen en kilogram per hectare is weergegeven in bijlage 1.



Figuur 19 Ramingen van de verschillende deelgebieden en de gehele Koopmanspolder in kilogram en aantallen per hectare.

Op basis van de ramingen per deelgebied is een totale bestandschatting voor de gehele Koopmanspolder gemaakt. De ramingen van het visbestand in kilogram en aantallen per hectare zijn weergegeven in tabel 6 en 7. Het visbestand is in biomassa geraamd op 73,5 kg/ha en 2.319 stuks/ha.

De meeste van de in totaal vijftien aangetroffen soorten behoren tot het eurytope gilde (negen). Dit zijn soorten die geen specifieke voorkeur hebben voor stilstaand of stromend water. Deze soorten zijn daarvoor ook minder aan een bepaald habitat gebonden. Vier soorten behoren tot het limnofiele gilde, waartoe soorten behoren met een voorkeur voor stilstaand water. Eén soort, winde, behoort tot het rheofiele gilde, met voorkeur voor stromend water. Marmergrondel behoort als enige soort tot de exoten.

Kijkend naar het visbestand in biomassa voor de gehele Koopmanspolder heeft snoek een aandeel van ruim 50%. Snoek is een soort die als zichtjager baat heeft bij het heldere en plantrijke water in de Koopmanspolder. Overige soorten met een noemenswaardig aandeel in de totale biomassa zijn blankvoorn, zeelt en rietvoorn. In aantallen heeft rietvoorn het hoogste aandeel van alle soorten. Ook blankvoorn en hybride hebben een relatief hoog aandeel in de totale aantallen.

Tabel 6 Visbestand geraamd in biomassa (kg/ha) in de Koopmanspolder.

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	1,6	-	-	-	0,1	1,5
	Alver	0,5	0,0	0,5	-	-	-
	Baars	1,5	0,1	1,2	0,1	-	-
	Blankvoorn	9,5	0,4	1,5	7,2	0,3	-
	Brasem	1,2	0,7	0,1	0,2	0,2	-
	Hybride	2,7	2,0	0,4	0,3	-	-
	Karper	1,0	-	-	-	1,0	-
	Kleine modderkruiper	0,1	-	0,1	-	-	-
	Kolblei	0,6	0,0	0,6	0,1	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Rietvoorn	7,2	0,3	5,8	1,0	-	-
	Vetje	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Zeelt	9,0	0,0	0,1	0,7	1,1	7,1
Rheofiel	Winde	0,5	-	0,1	0,5	-	-
Exoot	Marm grondel	0,1	0,0	0,1	-	-	-
Subtotaal		35,7	3,6	10,7	10,1	2,7	8,6
ecologische indeling voor snoek							
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	37,8	-	4,7	1,1	2,2	29,8
Totaal		73,5					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Tabel 7 Visbestand geraamd in aantallen (n/ha) in de Koopmanspolder.

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	8	-	-	-	1	7
	Alver	47	4	42	-	-	-
	Baars	89	29	58	2	-	-
	Blankvoorn	325	163	59	102	1	-
	Brasem	158	148	3	5	1	-
	Hybride	275	254	16	5	-	-
	Karper	1	-	-	-	1	-
	Kleine modderkruiper	33	-	33	-	-	-
	Kolblei	71	3	67	1	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	171	20	151	-	-	-
	Rietvoorn	865	398	452	15	-	-
	Vetje	142	16	127	-	-	-
	Zeelt	34	14	6	5	3	4
Rheofiel	Winde	11	-	4	7	-	-
Exoot	Marm grondel	38	3	35	-	-	-
Subtotaal		2.267	1.051	1.053	144	8	11
ecologische indeling voor snoek							
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	52	-	37	3	3	8
Totaal		2.319					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

In de Koopmanspolder vindt recrutering van verschillende vissoorten plaats. Paairijpe dieren zijn van de meeste soorten waarschijnlijk al in de polder aanwezig, aangezien tijdens de intrekmetingen (natuurlijke intrek) geen paairijpe vissen zijn aangetroffen. Tijdens de bemonsteringen in juni zijn verspreid door de

polder vislarven aangetroffen van de soorten alver, bittervoorn, blankvoorn, brasem, kolblei, marm grondel, rietvoorn en vetje. Hierbij zijn de meeste larven aangetroffen van brasem.

De grootste dichtheden van larven zijn aangetroffen in de sloten in cirkelvorm, aan de zuidoostkant van de polder en noordoostelijk van het oog. Ook in de afvoersloot zijn relatief veel larven gevangen met het larvennet. Het habitat waar de meeste larven zijn aangetroffen was voor 10-100% bedekt met submerse vegetatie, bestaand uit voornamelijk grof hoornblad en smalle waterpest. Waterdieptes varieerden van 0,2-1 meter.

Het is goed mogelijk dat een deel van deze larven/visbroed afkomstig is vanuit het IJsselmeer omdat deze zich mee hebben laten voeren met de visinlaat. Ook met de elektrovisserij in juni is visbroed aangetroffen. Dit betrof blankvoorn, baars, rietvoorn en winde. Bij de elektrovisserij in augustus zijn 0+ exemplaren (juvenile vis geboren in 2020) gevangen van baars, bittervoorn, blankvoorn, kleine modderkruiper, marm grondel, rietvoorn, vetje en een enkele snoek. In september zijn daarnaast 0+ exemplaren gevangen van alver, brasem, kolblei en zeelt. De recrutering van 0+ vis is, op basis van de gegevens van september, geraamd op 3,6 kg/ha. Aangezien het aandeel snoek aanzienlijk is, is de verwachting dat snoek een regulerend effect heeft. Anders gezegd is verhoudingsgewijs veel snoek aanwezig die in staat is om een aanzienlijk deel van de visproductie te prederen.

3.3.2 AANWEZIGE HABITATS IN DE KOOPMANSPOLDER

Tegelijk met de bevissingen zijn in de Koopmanspolder de habitatskenmerken in kaart gebracht. De diepte in de polder varieert van 0,1 tot 1,6 meter. Het diepste gedeelte bevindt zich bij het oog, in het midden van de cirkelvormige sloten. Het water is helder in de gehele polder, waarbij de bodem te zien is. Mede door het goede doorzicht is er een hoge bedekking aanwezig met submerse (=onderwater) planten (figuur 20).



Figuur 20 (Submerse) plantenontwikkeling in de Koopmanspolder; voornamelijk grof hoornblad tot net onder het wateroppervlak (links) en dichte begroeiing van grof hoornblad voor de emerse begroeiing (rechts).

Submerse soorten die zijn aangetroffen zijn voornamelijk grof hoornblad en smalle waterpest, waarvan de bedekking varieert van 0 tot 100%. Andere submerse soorten die in mindere mate zijn aangetroffen zijn schede fonteinkruid, sterrenkroos, tener fonteinkruid en kranwier (*spec.*).



Figuur 21 Emerse begroeiing en submerse begroeiing op verschillende plaatsen in de Koopmanspolder.

Op verschillende plaatsen in de polder is een kleine bedekking drijfblad aanwezig (1 tot 5%), bestaand uit veenwortel. Klein kroos en grote kroosvaren (exoot) zijn plaatselijk aanwezig in bedekkingen van 2 tot 10%. Op veel plaatsen in de Koopmanspolder is de oever volledig begroeid met emerse vegetatie (oeverplanten met de wortels onderwater). Naast riet komen ook grote egelskop, grote- en kleine lisdodde, zegges, biezen, rietgras, watermunt, russen, mattenbies en gele lis voor (figuur 21). De breedte van de emerse vegetatie vanaf de oever gezien varieert van 0,1 tot 1,5 meter. Emerse zones dienen als schuilplaats voor (jonge) vis en zijn daarmee belangrijk voor de recrutering in een gebied.

Het habitat in de Koopmanspolder biedt voor vis zowel paai-, opgroei-, als voedingsmogelijkheden.

In tabel 8 is een overzicht gegeven van gemiddelde zomerwaarden van stikstof, fosfaat en chlorofyl-a in en net buiten de Koopmanspolder. De gemiddelden zijn berekend op basis van de beschikbaar gestelde gegevens door Waterproef. Uit de metingen blijkt dat de concentratie fosfaat in en buiten de Koopmanspolder relatief hoog te zijn met respectievelijk 0,27 en 0,31 mg/l (in mei en augustus boven 0,4 mg/l). De streefwaarde van het IJsselmeer is $\leq 0,07$ mg/l.

Het systeem in de Koopmanspolder is stikstofgelimiteerd. Tevens lijkt het water in de Koopmanspolder gemiddeld gezien minder productief is dan het IJsselmeer, getuige de fors hogere chlorofyl-a concentratie in het IJsselmeer. Het IJsselmeer (vooroevergebied ter plaatse) zou voor vis dus voedselrijker zijn dan de Koopmanspolder.

Tabel 8 Gemiddelde gemeten nutriëntgehalten in de Koopmanspolder en de IJsselmeerszijde van de Koopmanspolder in de maanden april-oktober 2020 (bron: Waterproef).

Locatie	Meetpunt	Stikstof (mg/l)	Fosfaat (mg/l)	Chlorofyl-a (ug/l)
Koopmanspolder	6N1401	1,70	0,27	11
IJsselmeer	YM0002	2,70	0,31	70

3.4 UITTREK

De uittrek van vis uit de Koopmanspolder is op twee manieren onderzocht. Enerzijds is de uittrek van gemerkte vissen gemonitord via de antennes bij de buisvijzel en de in- /uitstroomput (respectievelijk antennes 1 en 2). Anderzijds is de uittrek op vier momenten gemonitord met behulp van een opvangnet achter de buisvijzel. De uittrekmetingen zijn op 6 augustus, 28 september en 6 en 27 november 2020 uitgevoerd, waarbij per meetronde gedurende tweemaal een uur vis is opgevangen terwijl de vijzel in werking was.

3.4.1 UITTREK GETAGDE VISSSEN

In totaal zijn er tijdens het onderzoek 226 vissen voorzien van een PIT-tag. Tijdens het experiment met de semi-gedwongen doorvoer zijn 22 vissen ontsnapt richting het IJsselmeer. Dit betekent dat er in de Koopmanspolder uiteindelijk 204 getagde vissen aanwezig zijn geweest. Van deze vissen zijn er vijf (=2,5%) via de buisvijzel uitgetrokken. Dit betreft twee rietvoorns (14 en 16 cm), één winde (22 cm), één kolblei (15 cm) en één blankvoorn (17 cm). Deze vissen zijn allen afkomstig uit de polder. Drie van de vijf vissen zijn uitgezet in de polder en twee zijn gebruikt voor de proef met semi-gedwongen doorvoer. Van deze laatste

twee is er één in geslaagd om bij de proef succesvol in te trekken. Het andere exemplaar was na afloop van de proef nog in het opvangnet aanwezig en deze is daarna handmatig weer in de polder geplaatst. De beide rietvoorns die zijn uitgetrokken via de vijzel zijn later weer de polder ingetrokken via de visinlaat. Vier van de vijf uitgetrokken vissen deden dat in de periode van 18 tot en met 27 december 2020, de vijfde vis trok uit op 12 februari 2021. Drie vissen trokken uit op 27 december 2020. Dit betrof beide rietvoorns die rond 5 uur 's nachts gelijktijdig uittrokken (5 seconden na elkaar gedetecteerd bij antenne 2 in de put) en de blankvoorn trok 's avonds uit. Op 27 december draaide het gemaal relatief lang (773 minuten). Maar de storm die op die dag woedde is waarschijnlijk nog belangrijker geweest als trigger om te migreren. Het is een bekend gegeven dat migratieactiviteit vaak piekt bij stromachtig weer. Drie van de vijf vissen trokken direct uit op het moment dat de vijzel in bedrijf kwam. De andere twee vissen trokken uit terwijl de vijzel respectievelijk circa 2 en 13 uur aan het malen was.

Gemiddeld is de periode tussen de eerste detectie ter hoogte van de buisvijzel en het moment van uittrekken 97,4 dagen (58,9-142,4 dag). De gemiddelde tijd tussen de laatste detectie op detectiestation buisvijzel en eerste detectie op detectiestation in-/uitstroomput is 3,0 dagen (0,4-7,8 dag). Tijdens de uittrekkingen is visueel vastgesteld dat vis zich ophoudt in de directe nabijheid van de buisvijzel, zonder daadwerkelijk uit te trekken. Dit verklaart het (grote) verschil in tijd tussen de eerste en laatste detecties op de antenne bij de buisvijzel.

De gemiddelde periode tussen de eerste en laatste detectie op de antenne bij de buisvijzel van alle vissen die hier zijn gedetecteerd is 94,1 dagen (SD=77,9). De vissen die op de antenne bij de buisvijzel zijn gedetecteerd worden hier gemiddeld 401,6 keer gedetecteerd (SD=535). Eén vis is hier zelfs 2.141 keer gedetecteerd. Het gebied nabij de vijzel wordt dus frequent door vis bezocht.

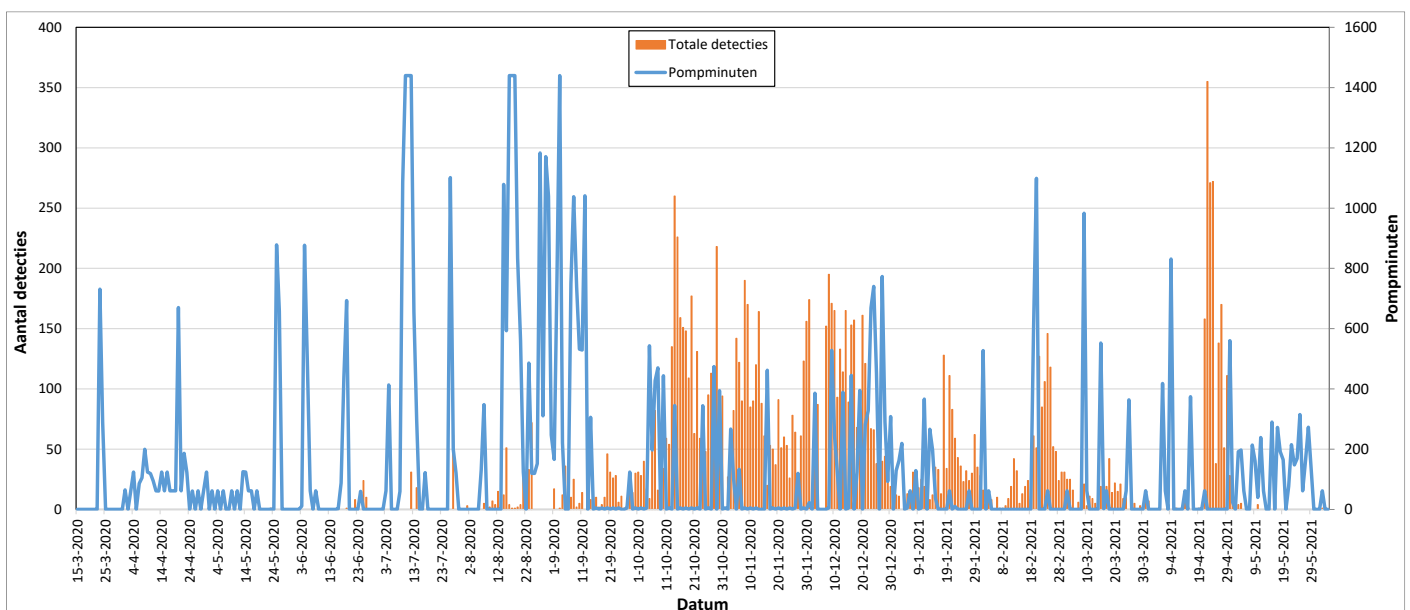
In tabel 9 is het totaal aantal detecties per antenne (vijzel en put) per maand weergegeven. Op de antenne bij de buisvijzel is vanaf oktober tot en met december een piek te zien in het aantal detecties (en unieke vissen). Uittrek van vis vond echter weinig tot niet plaats, aangezien op de antenne in de put geen of weinig detecties zijn geweest. In onderstaande tabel is op de antenne bij de put in de maanden april en mei 2020 een verhoogd aantal detecties te zien. Deze zijn afkomstig van de semi-gedwongen doorvoer metingen die toen zijn uitgevoerd. Detecties op de antenne bij de put kunnen afkomstig zijn van vis die via de vijzel uittrekt, of vis die zich vanaf de IJsselmeerzijde aanbiedt om de polder in te trekken.

De detectiepiek van oktober tot en met december op de vijzel antenne geeft aan dat vis zich in die periode van de najaarsmigratie richting de uitstroom van de Koopmanspolder begeeft, hetgeen ook visueel is waargenomen.

Tabel 9 Totaal aantal detecties per maand op de vijzel- en put antenne. Het getal tussen haakjes geeft het aantal unieke gedetecteerde vissen per maand weer.

Jaar	Maand	Antenne		
		Vijzel	Put	
2020	4	0	1.088 (24)	
	5	5 (2)	182 (23)	
	6	49 (2)	19 (4)	
	7	113 (1)	0	
	8	267 (5)	1 (1)	
	9	399 (9)	0	
	10	2.871 (22)	0	
	11	2.598 (20)	0	
	12	2.839 (20)	87 (4)	
	2021	1	1.012 (14)	180 (2)
		2	1.064 (12)	115 (1)
		3	400 (11)	386 (1)
4		1.611 (6)	37 (1)	
5		25 (2)	0	
6		1 (1)	0	
Totaal		13.254 (33)	2.095 (51)	

In figuur 22 is het aantal minuten dat de vijzelpomp per etmaal actief is geweest afgezet tegen het totaal aantal detecties dat is gedaan op de antenne nabij de vijzelpomp. De figuur laat de verhoogde activiteit vanaf oktober 2020 zien. Daarnaast is er een detectiepiek te zien eind april 2021, in een periode dat de vijzelpomp relatief weinig heeft gedraaid. Uit de figuur blijkt geen duidelijke relatie tussen de draaiuren en visaanbod. Overige figuren met betrekking tot activiteit van de vismigratievoorziening en het aantal detecties is gegeven in bijlage 2.



Figuur 22 Totaal aantal minuten per etmaal dat de vijzelpomp heeft gedraaid (pompminuten) met daarbij het aantal detecties op antenne 1 nabij de vijzelpomp.

3.4.2 NATUURLIJKE UITTREK

Om de uittrek van niet getagde vissen in kaart te brengen is op vier momenten een opvangnet in de in-/uitstroomput geplaatst (figuur 23). Vissen die via de vijzel uit de polder trekken worden op deze manier opgevangen. De uittrekmetingen hebben plaatsgevonden op 6 augustus, 28 september en 6 en 27 november 2020. Bij de uittrekmeting van augustus is één brasem (12 centimeter) aangetroffen. In september is geen vis gevangen. Bij de meting van begin november is een kolblei en een rietvoorn (respectievelijk 15 en 9 centimeter) aangetroffen en eind november zijn negen uittrekkende rietvoorns gevangen (10-13 centimeter). Het is onduidelijk of er in alle gevallen sprake is van natuurlijke uittrek of dat de gevangen vissen bij toeval zijn uitgeslagen door de vijzel. Zeker in november was er veel vis aanwezig rond de vijzel.



Figuur 23 Impressie van het opvangnet onder de uitstroom van de buisvijzel.

4. DISCUSSIE

In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op het verloop van de bemonsteringen en de representativiteit van de resultaten. Vervolgens is een beschouwing gegeven van de intrek, verspreiding en habitatgebruik en uittrek. Ook wordt de invloed van kunstwerken op vismigratie en de bijdrage van de Koopmanspolder op de vispopulatie besproken. Tot slot komt de vertaalbaarheid van de resultaten voor andere achterland situaties aan bod.

4.1 UITVOERING ONDERZOEK

De uitvoering van het onderzoek is over het algemeen zonder noemenswaardige problemen verlopen. Tijdens het onderzoek bleek het echter wel lastig om aan de IJsselmeerzijde aan voldoende geschikte vis te komen om te voorzien van een PIT-tag. In paragraaf 4.2 wordt hier meer toelichting op gegeven.

In de periode van 24 augustus tot en met 1 september 2020 is er door kortsluiting een stroomstoring ontstaan. Ondanks dat de antennes in deze periode buiten werking zijn geweest heeft dit naar verwachting nauwelijks invloed gehad op de uitkomsten van dit onderzoek.

Vanaf 18 juni 2020 zijn de bemonsteringen van de visstand bemoeilijkt door de aanwezigheid van de hoge bedekking met submerse vegetatie. In paragraaf 4.3 zal hier verder op worden ingegaan.

4.2 INTREK

Aan de IJsselmeerzijde is het visaanbod bepaald op 8 en 22 april en 14 mei 2020. Naast het bepalen van het visaanbod waren deze bevissingen voorzien om geschikte vis te vangen om te voorzien van een PIT-tag. Tijdens de bevissingen van 22 april zijn voor gemaal Vier Noorder Koggen in totaal 28 vissen gevangen die zijn voorzien van een PIT-tag en zijn ingezet voor de intrekmeting met semi-gedwongen doorvoer. Omdat aan de IJsselmeerzijde verder geen geschikte vis is gevangen is op 14 mei 2020 een tweede intrekmeting met semi-gedwongen doorvoer uitgevoerd met vis gevangen in de Koopmanspolder. Tijdens de tweede intrekmeting zijn in totaal 63 vissen ingezet.

De twee intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer leveren verschillende resultaten op. Tijdens de meting van 22 april (met IJsselmeervis) trok circa 86% (24 van de 28 vissen) binnen 24 uur de polder in. Bij de meting van 14 mei met vis afkomstig uit de polder, trok binnen 24 uur slechts 27% (17 van de 63 vissen) de polder in.

De 86% intrekende vis op 22 april is aanzienlijk. Echter is het aantal van 28 ingezette vissen relatief laag, daar waar vooraf een meting was voorzien met 200 vissen. De 27% succesvolle passage tijdens de meting van 14 mei ligt beneden de verwachting. Van de vis ingezet tijdens deze meting had circa 75% een lengte van 20 centimeter of kleiner. De drang van deze vissen om in te trekken was, naast het feit dat ze al afkomstig waren uit de polder, wellicht minder groot vergeleken met de vissen ingezet tijdens de meting van april. Toch is vrij waarschijnlijk dat de vis afkomstig uit de polder ook drang had om terug te keren naar de

polder (homing). In april zijn vissen ingezet in een lengterange van circa 50-75 centimeter. Ook de soorten-samenstelling was bij beide metingen verschillend.

Waar de bereidheid van vis om in te trekken tijdens verschillende metingen binnen dit onderzoek andere resultaten laat zien, lijkt intrek van vis naar de Koopmanspolder goed mogelijk. Naast de resultaten van de intrekmeting van 22 april blijkt dit ook uit de resultaten van de natuurlijke intrekmetingen, die zijn uitgevoerd in de periode van 7 april tot en met 14 mei 2021. Tijdens deze metingen is het net bij de visinlaat aan polderzijde in totaal zes keer gelicht, nadat het gemaal eerst 1 uur voor een lokstroom zorgde en de vissen vervolgens steeds 10 minuten de kans hadden om in te trekken door het openen van de schuif in de in-/uitstroombak. In deze relatief korte momentopnamen (die bij elkaar dus één uur duurde) zijn in totaal 455 vissen gevangen. Winde en in mindere mate brasem en blankvoorn zijn hierbij het meest frequent aangetroffen. Het gros (ruim 98%) van de intrekkende vis behoort tot een lengterange van 3 tot en met 15 centimeter. Grotere, paarijpe vis is tijdens de intrekmetingen niet aangetroffen. Echter kunnen deze door de relatief korte bemonsteringsmomenten zijn gemist.

De soortensamenstelling van de vis die op natuurlijke wijze is ingetrokken wijkt sterk af van een bestandsopname in het IJsselmeer die in het najaar van 2019 is uitgevoerd met de atoomkuil en stortkuil (Van der Sluis *et al.*, 2020). Bij deze bestandsopname waren juveniele spiering, baars en pos het meest frequent aanwezig. Dit in tegenstelling tot de intrekmetingen waarbij jonge winde, brasem en blankvoorn het talrijkst waren. Naast het feit dat de intrekmetingen in een ander seizoen zijn uitgevoerd speelt waarschijnlijk vooral mee dat het vooroeverhabitat ter plaatse van de Koopmanspolder heel ander habitat betreft dan het open water van het IJsselmeer waar de bemonstering met atoomkuil en stortkuil is uitgevoerd.

De resultaten van de semi-gedwongen doorvoer metingen laten zien dat het inlaatwerk zeker ook geschikt is voor de intrek van grotere vis. Aanzien het water onder vrij verval vanuit het IJsselmeer de polder instroomt werd ook geen belemmering voor vismigratie verwacht. Hooguit door het feit dat de stromingsrichting tijdens het migratieproces omkeert van tegenstrooms tegen de lokstroom in naar met de stroom mee als de inlaat open gaat.

Wel is het de vraag of paarijpe IJsselmeervis überhaupt wordt aangetrokken door het uitmalen van polderwater uit de Koopmanspolder en of ze de neiging hebben om zich met de stroom mee te laten voeren om de polder via de visinlaat te bereiken. De aanlokkende werking van het uitgemalen polderwater op paarijpe vis lijkt beperkt gezien de zeer geringe vangsten met de zegen aan de IJsselmeerzijde en de beperkte aantallen grote vis die op natuurlijke wijze zijn ingetrokken. Er kunnen meerdere redenen zijn waarom er weinig aanbod van paarijpe vis lijkt te zijn:

- 1) Door het beperkte debiet dat wordt uitgemalen is de aanlokkende werking beperkt en is die er slechts op kleine schaal;
- 2) Vis wordt in sterkere mate aangetrokken door andere lokstromen, bijvoorbeeld het naastgelegen gemaal Vier Noorder Koggen (of andere gemalen);
- 3) De waterkwaliteit of voedselbeschikbaarheid in de Koopmanspolder is dusdanig dat dit voor paarijpe vis niet aantrekkelijk is;
- 4) De wateren in de uitstroom van het gemaal Koopmanspolder en de vooroever zijn zeer ondiep en soms helder, waardoor het minder aantrekkelijk is voor vis om zich daar op te houden.

Het is mogelijk dat een combinatie van de vier bovenstaande redenen bijdraagt aan de beperkte intrek en aanbod van paarijpe IJsselmeervis. Metingen aan de nutriëntengehaltes, uitgevoerd door Waterproef, in het zomerhalfjaar van 2020, laten in elk geval zien dat stikstof en fosfaat gemiddeld in hogere concentraties aanwezig zijn aan de IJsselmeerszijde dan in de Koopmanspolder. Hetzelfde geldt voor de gemiddelde chlorofyl-a concentratie. Het voedselaanbod aan de IJsselmeerszijde van de Koopmanspolder zou voor vis dus groter kunnen zijn dan in de Koopmanspolder.

Paarijpe vis migreert in het voorjaar doorgaans tegen de stroom in. In onderzoek uit het verleden (o.a. Rutjes & Kampen 2002) is echter gebleken dat langs de IJsselmeer-/Markermeerkust toch aanzienlijke hoeveelheden vissen via inlaten de polders en boezems optrekken. Bij de Koopmanspolder worden de vissen eerst met een lokstroom naar het gemaal gelokt. Tijdens het migratieproces draait de stroomrichting echter om (tegenstrooms wordt met de stroom mee) als de inlaat open gaat. Omdat deze inlaatstroom relatief langzaam om gang komt heeft vis de gelegenheid om aan die stroming te ontkomen als ze het niet vertrouwen. In welke mate dit bijdraagt aan de beperkte intrek kan met de verkregen resultaten niet duidelijk worden gemaakt. Het is aannemelijk dat de beperkte aantrekkende werking in belangrijkere mate bijdraagt aan de lage intrek. Wat ook van invloed kan zijn is dat vis in het IJsselmeer de Koopmanspolder nog maar beperkt weet te vinden doordat het een gebied betreft dat vrij recent is ontwikkeld. Het kan vele jaren duren voordat bij een vispopulatie sprake is van 'inprenting' en het dus 'standaard' is dat vis achterlandgebieden optimaal benut.

4.3 VERSPREIDING EN HABITATGEBRUIK

De verspreiding van vis en het habitatgebruik is in 2020 op vier momenten onderzocht. Door de gehele polder is vis aangetroffen tijdens de zegen- en elektro-bemonsteringen. Tijdens de meetronde op 18 juni is met een larvennet gevist op aanwezige vislarven. Larven van alver, bittervoorn, blankvoorn, brasem, kolblei, marm grondel, rietvoorn en vetje zijn aangetroffen. Dit is een sterke aanwijzing dat deze soorten in de Koopmanspolder paaien. Mogelijk is een deel van de larven afkomstig is vanuit het IJsselmeer. Deze weten de Koopmanspolder te bereiken middels de visinlaat door zich mee te laten voeren met de stroming. Absolute zekerheid over de paailocatie kan op basis van de verkregen resultaten dus niet gegeven worden. Kijkend naar de lengteverdeling binnen het aangetroffen visbestand is het aannemelijk dat naast bovengenoemde soorten ook baars, snoek en zeelt de Koopmanspolder als paaiplaats gebruiken, alhoewel van deze soorten geen larven zijn aangetroffen. Medio juni is voor baars en snoek mogelijk al te laat om juvenielen van aan te treffen, terwijl zeelt in deze periode mogelijk nog niet is afgepaaid. Wel zijn van deze soorten later in het jaar tijdens de bemonsteringen 0+ exemplaren gevangen.

Vanaf de meetronde van 18 juni zijn de bemonsteringen bemoeilijkt door de ontwikkeling van submerse vegetatie. Niet overal was (goed) te vissen, waardoor waarschijnlijk een onderschatting van het aangetroffen visbestand is ontstaan. Ook tijdens de bemonstering van 28 en 29 september is hinder ondervonden van de plantengroei. De raming van het visbestand op basis van de verzamelde gegevens op deze dagen komt uit op 73,5 kg/ha en 2.319 stuks/ha. Deze uitkomst is fors lager dan het geraamde visbestand dat Sportvisserij Nederland in 2017 maakte (van Emmerik & de Laak, 2017). In tabel 10 is een vergelijking

gegeven tussen de raming van het onderliggende onderzoek (ATKB, 2020) en die van Sportvisserij Nederland in 2017.

Tabel 10 *Vergelijking tussen bestandschattingen in de Koopmanspolder van het huidige onderzoek (ATKB, 2020) en die van Sportvisserij Nederland in 2017 (van Emmerik & de Laak, 2017).*

Vissoort	ATKB (2020)		Sportvisserij Nederland (2017)	
	kg/ha	n/ha	kg/ha	n/ha
Aal	1,6	8	18,1	28
Alver	0,5	47	0,5	107
Baars	1,5	89	79,7	10.322
Bittervoorn	0,1	171	0,0	30
Blankvoorn	9,5	325	46,5	1.792
Brasem	1,2	158	0,0	3
Driedoornige stekelbaars	-	-	0,0	6
Giebel	-	-	0,1	9
Hybride	2,7	275	-	-
Karper	1,0	1	0,1	3
Kleine modderkruiper	0,1	33	0,1	6
Kolblei	0,6	71	11,1	904
Marmegrondel	0,1	38	0,0	91
Pos	-	-	0,4	45
Rietvoorn	7,2	865	28,5	1.391
Riviergrondel	-	-	0,0	3
Roofblei	-	-	0,1	3
Snoek	37,8	52	143,2	295
Snoekbaars	-	-	0,2	3
Tiendoorige stekelbaars	-	-	0,0	36
Vetje	0,1	142	0,0	98
Winde	0,5	11	10,6	184
Zeelt	9,0	34	6,3	158
Zwartbekgrondel	-	-	0,0	3
Totaal	73,5	2.319	345,5	15.520

Biomassa: 0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen. Aantallen: 0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen.

Het geraamde visbestand in 2017 ligt in zowel biomassa als aantallen fors hoger vergeleken met de ramingen van 2020. In beide jaren is snoek in biomassa de meest aangetroffen soort. Verder is de raming van (bijna) alle soorten die in beide jaren zijn aangetroffen in 2017 hoger, zowel in biomassa en aantallen. Soorten die in 2017 zijn aangetroffen en ontbreken in 2020 zijn driedoornige stekelbaars, giebel, pos, riviergrondel, roofblei, snoekbaars, tiendoorige stekelbaars en zwartbekgrondel. Echter zijn driedoornige stekelbaars, giebel, pos, roofblei en zwartbekgrondel in 2020 wel tijdens de natuurlijke intrekmetingen aangetroffen. Deze soorten zijn alleen niet aangetroffen in de visstandbemonstering van september 2020. De verschillen in de ramingen van 2020 en 2017 zijn enigszins te nuanceren. Waar in 2020 waarschijnlijk een onderschatting van het visbestand is ontstaan door de aanwezige plantengroei, is in 2017 mogelijk een overschatting ontstaan door de periode van bemonsteren: begin november. Voor een betrouwbare bestandschatting schrijft het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2014) de periode van half juli tot half oktober voor. Binnen deze periode is vis het meest willekeurig (homogeen) over het water verspreid. Buiten deze periodes bevinden vissen zich veelal in winterconcentraties in bepaalde (diepe) delen binnen een gebied. Verder zijn in 2020 en 2017 niet exact dezelfde delen van de Koopmanspolder bevestigd, wat de vergelijking bemoeilijkt. Tot slot is de Koopmanspolder een gebied dat nog in ontwikkeling is wat niet zelden leidt tot

schommelingen in o.a. de visstand. Mogelijk spelen ook veranderingen in de voedselrijkdom een rol in de gevonden verschillen.

De werkelijke omvang van het visbestand bevindt zich waarschijnlijk tussen de ramingen van beide jaren in. Een dergelijk visbestand is te verwachten bij heldere en plantrijke wateren zoals de Koopmanspolder. Zoals eerder beschreven in van Emmerik & de Laak (2017) is de Koopmanspolder te omschrijven als een rietvoorn-snoek viswatertype, waarbij een draagkracht hoort van 100-350 kg/ha (Zoetemeyer & Lucas, 2007).

Een draagkracht van 100-350 kg/ha wordt ook onderschreven door de chemische waterkwaliteitsgegevens. Het systeem in de Koopmanspolder is stikstof gelimiteerd, waarbij de concentratie fosfaat relatief hoog is. Omgerekend zou uit deze gegevens een draagkracht van circa 166 kg/ha mogelijk zijn. Uit tabel 10 blijkt tevens dat het water in de Koopmanspolder gemiddeld gezien minder productief is dan het IJsselmeer, getuige de fors hogere chlorofyl-a concentratie in het IJsselmeer. Het IJsselmeer zou voor vis dus voedselrijker zijn dan de Koopmanspolder.

De fosfaatconcentratie in de Koopmanspolder en het gebied aan IJsselmeerszijde buiten de Koopmanspolder is met circa 0,3 mg/l relatief hoog. Zeker als in acht wordt genomen dat de streefwaarde voor het IJsselmeer $\leq 0,07$ mg/l bedraagt. Uit navraag bij Waterproef blijkt dat hoge nitraatconcentraties in geïsoleerde delen van het IJsselmeer (zoals de Koopmanspolder) niet ongewoon zijn. De fosfaatconcentratie op het meetpunt buiten de Koopmanspolder fluctueren meer dan die in de polder, wat komt door de invloed van het IJsselmeer. Ook bij gemaal Vier Noorder Koggen, gelegen net ten noorden van de Koopmanspolder, zijn vergelijkbare fosfaatconcentraties gemeten. Dit kan ook betekenen dat het door het gemaal uitgemalen boezemwater kan bijdragen aan de verhoogde concentraties in het IJsselmeer ter plaatse.

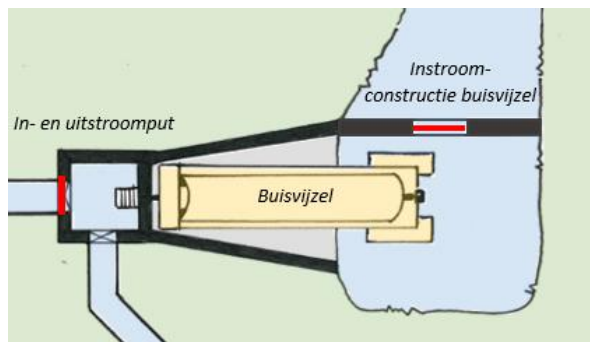
Het aangetroffen habitat in de Koopmanspolder bestaat veelal uit watergangen bedekt met submerse vegetatie en oevers bedekt met emerse vegetatie. Riet, grof hoornblad en smalle waterpest zijn hierbij dominant. De meeste variatie in het habitat is te vinden in de waterdieptes, die variëren van 0,5 tot 1,6 meter. Verder is de differentiatie in habitats beperkt. De meeste vis is (visueel) aangetroffen in het oog (centraal in de polder) en de afvoersloot met daarbij de put onder de vijzel. Zowel het oog als de afvoersloot behoren tot de diepste gedeelten van de polder. Het habitat in de Koopmanspolder is voor vis geschikt als zowel paai-, opgroei-, als overwinteringsgebied. De meeste van de aangetroffen soorten vinden in de Koopmanspolder een gebied waar ze hun gehele levenscyclus kunnen volbrengen. Aal en de rheofiele soorten vormen hierop een uitzondering.

4.4 UITTREK

De uittrek van vis uit de Koopmanspolder is op twee manieren gemonitord; enerzijds door te kijken naar detecties van uittrekkende getagde vis en anderzijds door uittrekmetingen te doen op verschillende momenten. Detecties van uittrekkende getagde vissen zijn relatief schaars. Van de in totaal 204 getagde vissen die in de polder aanwezig zijn geweest zijn er slechts vijf (2,5%) via de vijzel de polder uitgetrokken. Het gaat hierbij om twee rietvoorns, één winde, één kolblei en één blankvoorn. De twee rietvoorns zijn later weer terug de polder ingetrokken. Tijdens de uittrekmetingen zijn in totaal twaalf vissen opgevangen.

Eén daarvan werd aangetroffen in augustus (brasem van 12 centimeter), twee begin november (kolblei van 15 centimeter en rietvoorn van 9 centimeter) en negen eind november (rietvoorns van 10-13 centimeter). Het is onbekend of deze vissen daadwerkelijk de drang hadden om naar het IJsselmeer te migreren of dat ze min of meer per toeval zijn meegevoerd met de buisvijzel.

Op de antenne bij de vijzel, zoals ter verduidelijking weergegeven in figuur 24, is in de periode van oktober tot en met december een verhoogd aantal detecties zichtbaar. Dit geeft aan dat vis zich via de afvoersloot richting de uitgang van de Koopmanspolder begeeft. Het lijkt er echter op dat vis zich ophoudt in het relatief diepe gedeelte onder de vijzel. Dit is ook visueel waargenomen tijdens de uittrekmetingen. Uit detecties van uitgetrokken vissen blijkt dat deze gemiddeld (periode tussen eerste detectie vijzel antenne en uittrekmoment) 97,4 dagen (58,9-142,4) ophouden nabij de vijzel. De gemiddelde periode tussen de eerste en laatste detectie op de antenne bij de vijzel van alle vissen die hier zijn gedetecteerd is 94,1 dagen (SD=77,9).



Figuur 24 Schematische weergave van de antennes bij de vijzel en de in-/uitstroompot met daar tussenin de put en de vijzel.

Het feit dat vis zich ophoudt in de afvoersloot en in het diepe gedeelte onder de vijzel kan verschillende oorzaken hebben. Enerzijds zijn zowel de afvoersloot als de vijzelput relatief diep, waardoor vis dit als geschikt habitat kan zien om de winter door te brengen (winterrustgebied). Hoewel de buisvijzel zeer stil draait kan het zo zijn dat deze toch nog een drempel vormt voor uittrekkende migratie. Wat daarbij nog kan meespelen is dat de vijzel haaks op de stroom en zwemrichting ligt. Vis die aan komt zwemmen moet zich heroriënteren om de vijzel in te zwemmen, wat mogelijk leidt tot omkeergedrag. De sporadische uittrek die er is, vindt dan wellicht min of meer 'onvrijwillig' plaats. Mede door de nog steeds relatief hoge ligging van de vijzel in de waterkolom, kan het zo zijn dat dit systeem niet optimaal is voor de uittrek van vis. Ook tijdens het onderzoek van 2017 bleek dat weinig vis uittrekt via de buisvijzel (van Emmerik & de Laak, 2017). Sindsdien is de vijzel overigens wel circa 20 centimeter dieper gelegd.

Alhoewel zowel op basis van de detecties als de resultaten van de uittrekmetingen weinig uittrekkende vis is waargenomen, is het mogelijk dat een eventuele migratiepiek is gemist. Enerzijds was het aantal getagde vissen in de polder met 204 stuks relatief laag en anderzijds zijn de uittrekmetingen slechts momentopnamen. In de periode oktober-december, wanneer de najaarsmigratie doorgaans piekt, en ook het aantal detecties op de antenne bij de vijzel toenam, is in totaal vier uur gemonitord (twee maal twee uur). Vissen kunnen op andere momenten zijn uitgetrokken, maar dat zou dan toevallig zonder de getagde vissen moeten zijn geweest.

Door de lage aantallen uittrekkende vis die zijn vastgesteld rijst de vraag hoe gemotiveerd vissen zijn om de polder uit te trekken. Doordat de Koopmanspolder een afgescheiden gebied is ten opzichte van het IJsselmeer bestaat de kans dat zich in de polder een op zichzelf staande visstand ontwikkelt, waarbij het grootste deel van de vissen niet de behoefte heeft om het gebied te verlaten. In de polder is voor de meeste vis namelijk alles aanwezig; van voedsel, tot beschuttingsplekken en diepere delen om te overwinteren. Dit is mogelijk ook terug te zien in de lengteverdeling van de opgevangen uittrekkende vissen. Deze lengtes variëren van 9 tot en met 15 centimeter en lijken te duiden op het feit dat jonge vis niet in het eerste jaar de polder uittrekt. Kolblei van 15 centimeter en rietvoorn van 9 tot en met 13 centimeter zijn waarschijnlijk tweejarig (twee zomers oud). Het habitat in de polder is ook veel aantrekkelijker voor plantminnende soorten die er vooral worden aangetroffen.

Extra aandacht zou besteed kunnen worden aan de inlaat aan de polderzijde. Zeker in het voorjaar dienen zich hier regelmatig (getagde) vissen aan. Mogelijk dachten deze vissen de polder op deze plek te kunnen verlaten of kwamen ze af op instromend (voedselrijk) water. Door de inlaat passeerbaar te maken (met een extra schuif of met een hevelvistrap) krijgen deze vissen de gelegenheid om terug te keren naar het IJsselmeer, buiten de vijzel om. Daarbij is het in de huidige inrichting onpraktisch dat de inlaat- en de uitlaatvoorziening fysiek van elkaar gescheiden zijn.

4.5 INVLOED KUNSTWERKEN OP VISMIGRATIE

De invloed en geschiktheid van de aanwezige kunstwerken in de Koopmanspolder zijn voornamelijk getest bij de semi-gedwongen intrekmetingen (visinlaat) en de uittrekmetingen (buisvijzel). Bij de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer is in april een intrekpercentage van circa 86% waargenomen. De vissen die tijdens dit experiment zijn gebruikt waren voornamelijk grotere brasems en enkele karpers. Uit deze meting blijkt dat de visinlaat in principe geschikt is voor de intrek van (grotere) vis. Ook bij de intrekmetingen met het opvangnet aan de polderzijde zijn intrekkende vissen waargenomen, zij het voornamelijk kleinere exemplaren (3 tot en met 15 centimeter). Ook hier is de vraag in hoeverre de ingetrokken vissen gemotiveerd waren om de polder in te trekken of dat het min of meer een gedwongen inlaat was.

Aan het uittrekmechanisme voor vis, in de vorm van de buisvijzel, zijn geen harde conclusies te verbinden. Zowel met de PIT-registraties als de uittrekmetingen met het opvangnet zijn relatief weinig uittrekkende vissen waargenomen. Dit terwijl zich in de put onder de buisvijzel voldoende vis bevindt/aanbiedt. De motivatie om de polder via de buisvijzel te verlaten lijkt niet of weinig aanwezig; dit kan enerzijds te maken hebben met het feit dat vis de relatief diepe vijzelput geschikt acht om te overwinteren en/of anderzijds dat de buisvijzel niet ideaal is gepositioneerd. De vijzel ligt relatief hoog in de waterkolom waardoor vissen deze mogelijk lastiger vinden. Ook is de haakse ligging van de vijzel op de waterloop niet ideaal. Als de vijzel in de lengterichting van de afvoersloot zou staan kan dit het uittrekken mogelijk vergemakkelijken.

4.6 BIJDRAGE KOOPMANSPOLDER OP DE VISPOPULATIE

Uit de resultaten van het visstandonderzoek blijkt dat verschillende vissoorten zich (hoogstwaarschijnlijk) voortplanten in de Koopmanspolder; alver, baars, bittervoorn, blankvoorn, brasem, kolblei, marmergrondel, rietvoorn, snoek, vetje en zeelt. Dit blijkt uit het feit dat van deze soorten larven en/of 0+ exemplaren zijn aangetroffen in de Koopmanspolder. De recruitering van 0+ vis is geraamd op 3,6 kg/ha, wat omgerekend naar het totale oppervlak van de Koopmanspolder (4,7 hectare) neerkomt op circa 16,9 kilogram voor de hele polder. Deze opbrengst van éénzomerige vis is relatief beperkt van omvang. Mogelijk hangt dit samen met een vrij lage voedselbeschikbaarheid en de regulatie door snoek speelt zeker ook mee. Het bestand aan eenzomerige vis (0+) is mogelijk licht onderschat als gevolg van het kleine formaat van 0+ rietvoorn en vetje. Opmerkelijk is dat de eenzomerige bestanden van baars en blankvoorn, soorten die normaal profiteren van helder, plantenrijk water, beperkt van omvang zijn. Vooral in verhouding tot het bestand aan meerzomerige vis is de aandeel eenzomerige vis niet erg omvangrijk.

De totale aantallen vissen die vanuit de Koopmanspolder (terug) het IJsselmeer optrekken en daarbij bijdragen aan de vispopulatie van het IJsselmeer zijn alleen theoretisch in te schatten. Uit de resultaten van het PIT-tag onderzoek blijkt dat 2,5% van de vissen uittrekt (vijf van de 204 getagde exemplaren). Met een totaal oppervlak van 4,7 hectare zouden er volgens de raming circa 10.900 vissen in de Koopmanspolder aanwezig zijn ($4,7 \times 2.319$ stuks/ha). Uitgaand van 2,5% uittrek van de hele populatie zouden in de onderzoeksperiode omgerekend circa 272 vissen uittrekken naar het IJsselmeer. Dit betreft uiteraard een minimaal aantal, aangezien tijdens de uittrekmetingen is aangetoond dat meer vissen (dan de vijf gedetecteerde vissen) via de buisvizel uittrekken. Al met al lijkt de bijdrage van (jonge) vis afkomstig uit de Koopmanspolder aan het visbestand op het IJsselmeer uiterst gering te zijn.

Ook al zouden grote aantallen jonge vis hun weg weten te vinden van de Koopmanspolder naar het IJsselmeer dan nog is de vraag in hoeverre deze vissen succesvol weten op te groeien en daadwerkelijk bij weten te dragen aan (herstel van) de visstand in het IJsselmeer. Er slaan tientallen grote en kleinere gemalen uit op het IJssel- en Markermeer maar toch is in het IJsselmeer al jaren sprake van een afnemend bestand aan volwassen vis terwijl er bij veel soorten wel sprake is van ruim voldoende aanwas. De overleving en doorrekrutering van deze jonge vis is echter, door nog onbekende oorzaak, heel laag.

4.7 VERTAALBAARHEID VAN DE RESULTATEN VOOR ANDERE ACHTERLANDSITUATIES

De resultaten van het onderzoek in de Koopmanspolder geven aan dat de bijdrage van dit gebied voor de visstand in het IJsselmeer marginaal is. De vraag werpt zich dan ook op of het aanleggen van meer achterlandgebieden rondom het IJsselmeer in potentie wel zo'n positieve bijdrage op de visstand zal leveren als nu vaak wordt gedacht. Daarnaast is de vraag wat er eventueel aan het ontwerp van deze achterlandgebieden zou moeten worden veranderd zodat ze een grotere bijdrage aan de visstand in het IJsselmeer weten te bieden. Overigens is het ook bij een optimaal ontwerp de vraag of zich in de achterlandgebieden niet snel een 'eigen' visstand ontwikkelt, zoals ook in de Koopmanspolder is gebeurd, waardoor de potentie van een gebied niet meer optimaal benut kan worden door vis vanuit het IJsselmeer.

Het voert in dit onderzoek te ver om bovenstaande vragen uit te diepen en te beantwoorden. Onderstaand zijn wel enkele aandachtspunten benoemd:

- Wil vis optimaal gebruik kunnen maken van een achterlandgebied dan is het van groot belang dat vismigratie zo goed mogelijk wordt gefaciliteerd. Open verbindingen hebben uiteraard de voorkeur, daarna een voorziening die continu door vis benut kan worden. Stroomopwaartse migratie in het voorjaar en stroomafwaartse migratie in het najaar zijn daarbij het meest natuurlijk.
- Voor optimaal rendement zou de vispopulatie aan het einde van het groeiseizoen uit het achterlandgebied moeten worden verjaagd, bijvoorbeeld door het langzaam droogzetten van het gebied. Op die manier ontstaat geen eigen (achterblijvende) populatie en wordt jaarlijks optimaal jonge vis toegevoegd aan het IJssel- en Markermeer. Belangrijke voorwaarde daarbij is dan wel dat er in de meren voldoende schuilplekken voor jonge vis aanwezig zijn.
- Bij het ontwerp van gebieden moet vooraf goed nagedacht worden wat de doelstellingen zijn. Wat zijn de doelsoorten waar gebieden voor worden ingericht en wat zijn de eisen die deze soorten stellen aan bijvoorbeeld het habitat?

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- Maakt vis uit het IJsselmeer gebruik van de Koopmanspolder als paaigebied? Zo ja, welke soorten en aantallen maken gebruik van de Koopmanspolder?

De Koopmanspolder wordt door verschillende vissoorten als paaigebied gebruikt. Echter is niet vastgesteld dat paarijpe vissen op natuurlijke wijze vanaf het IJsselmeer de polder zijn ingetrokken om vervolgens te paaien. Paai in het gebied lijkt in hoofdzaak plaats te vinden door de standpopulatie die aanwezig is in de polder. Een massale paai in de polder door IJsselmeervis is in dit onderzoek niet vastgesteld. Omdat slechts op een beperkt aantal momenten proeven zijn gedaan met de visinlaat kan niet uitgesloten worden dat er paarijpe vissen van uit IJsselmeer de polder weten te bereiken en ook daadwerkelijk succesvol in het gebied paaien.

- Zijn deze vissen geneigd om (na de paai) terug te keren naar het IJsselmeer?

Het aandeel uittrekkende vis lijkt op basis van de verzamelde gegevens gering. Dit blijkt ook uit eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied naar de uittrek van vis middels de buisvijzel. Sindsdien is de vijzel wat dieper gelegd, maar dat lijkt niet de oplossing. Vissen trekken vanaf oktober richting de afvoersloot en de buisvijzel, maar lijken zich hier in het relatief diepe gedeelte op te houden zonder neiging om uit te trekken. Sporadisch trekt vis uit via de buisvijzel. Vastgestelde uittrekkende vissen hebben een lengte van circa 10-15 centimeter.

- Wat is de omvang van de recrutering (productie) van de Koopmanspolder voor de verschillende vissoorten en welk deel hiervan weet via de buisvijzel succesvol het IJsselmeer te bereiken?

De recrutering in de Koopmanspolder (0+ vis) is geraamd op 3,6 kg/ha, wat neerkomt op 16,9 kilogram (4.940 stuks) voor de gehele polder. De productie is daarmee van beperkte omvang. Het grote aandeel van snoek in de visstand heeft zeer waarschijnlijk een regulerend effect op de omvang van de productie. Daardoor is er mogelijk ook minder aanleiding voor dispersie. Soorten met het grootste aandeel in de recrutering zijn rietvoorn, blankvoorn en brasem. Uitgaand van de resultaten van het PIT-tag onderzoek trekt minimaal 2,5% van de vis de polder uit.

- Is de visinlaat een geschikt middel voor de intrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de intrek geoptimaliseerd worden?

Uit het onderzoek blijkt dat zowel kleine vis (3-15 centimeter) als grote vis (50-75 centimeter) erin slaagt de polder via de visinlaat te bereiken. De grote vis is echter niet op natuurlijke wijze de polder ingekomen maar deed dit tijdens de semi gedwongen doorvoer proeven. De huidige situatie, waarbij vis eerst (tegenstrooms) gelokt wordt door het gemaal en vervolgens intrekt onder vrij verval (met de stroom mee), is verwarrend voor vis. Voorjaarsmigratie met de stroom mee wordt in de literatuur als onnatuurlijk beschouwd. Toch zijn er voorbeelden dat dit wel succesvol kan zijn. Het verdient in ieder geval aanbeveling om in te spelen op en vast te houden aan één migratievorm per voorziening. Natuurlijk intrekkende vis groter dan circa 25 centimeter is in dit onderzoek dan ook niet waargenomen. Ook uit eerder uitgevoerde onderzoeken blijkt dat in hoofdzaak juveniele vis intrekt. Juveniele vis laat vis doorgaans veel gemakkelijker met de stroming

meevoeren, bewust of onbewust, dan grote vis. Optie om intrek voor volwassen vis te verbeteren is het realiseren van een andere migratievoorziening (bijvoorbeeld een vishevel met lokstroompompen) waarbij de hevel naargelang het seizoen water de polder inlaat of juist uitlaat waarbij vis de polder kan in- en uittrekken. Welke aanpassing ook wordt bedacht, het blijft een kunstmatige ingreep waarbij vis de tijd nodig zal hebben om aan de situatie te 'wennen' en waarbij de effectiviteit voor grotere, volwassen vis waarschijnlijk beperkt blijft.

- *Is de buisvijzel een geschikt middel voor de uittrek van vis? Als blijkt dat dit niet het geval is, hoe kan de uittrek geoptimaliseerd worden?*

Uit de resultaten komt naar voren dat slechts een klein deel (2,5%) van de aanwezige vis in de Koopmanspolder via de buisvijzel uittrekt. Ook uit eerder uitgevoerde onderzoeken in de Koopmanspolder blijkt dat vis in beperkte mate gebruik maakt van de vijzel om uit te trekken. Grotere vis (>15 cm), behoudens aal, is sowieso niet snel geneigd om zich via een gemaal of vijzel mee te laten voeren getuige ook het grote STOWA gemalenonderzoek dat in 2008 is uitgevoerd. Optimalisatie van de uittrek kan mogelijk worden gerealiseerd door de vijzel nog dieper in de waterkolom te leggen en de vijzel parallel aan de aanvoersloot (in het verlengde) te plaatsen. Echter, ook dan blijft overeind dat een groot deel van de aanwezig vis in de polder beperkte drang heeft om uit te trekken naar het IJsselmeer.

- *In hoeverre biedt het habitat in de Koopmanspolder mogelijkheden aan vis om er (delen van) haar levenscyclus te voltooien?*

Het habitat in de Koopmanspolder biedt voor vis zowel paai-, opgroei-, als voedings- en overwinteringsmogelijkheden. Vele soorten weten in de Koopmanspolder hun volledige levenscyclus te volbrengen. Het plantenrijke water biedt mogelijkheden voor vis om eieren af te zetten en vervolgens voor vislarven om op te groeien. De Koopmanspolder is voor veel vissen een geschikt permanent leefgebied, waardoor de neiging om uit te trekken laag is of ontbreekt.

6. LITERATUUR

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

Columbia Basin Fish and Wildlife Authority PIT Tag Steering Committee, 1999. PIT Tag Marking Procedures Manual. Columbia Basin Fish and Wildlife Authority PIT Tag Steering Committee, version 2.0.

Ek, R., van, 2016. Pilot Koopmanspolder. Deltares, kenmerk 1230049-004-BGS-0004, 99 p.

Ek, R., van, Doef, R., Bruin-Baerts, K. & Nierop, A., van, 2017. Achteroevers, lessen uit de Koopmanspolder. Landschap 2017/1.

Emmerik, W.A.M., van, & Laak, G.A.J., de, 2017. Visonderzoek achteroever Koopmanspolder, Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Hop, J., 2012. Visintrek via inlaatwerk bij gemaal Colijn voorjaar 2012. ATKB, rapportnummer 20120069/001.

Lacroix, G.L., Knox, D. & McCurdy, P., 2004. Effects of Implanted Dummy Acoustic Transmitters on Juvenile Atlantic Salmon. Transactions of the American Fisheries Society, 133:1, 211-220 pp.

Rutjes, P. & J. Kampen, 2002. Onderzoek naar de intrek van vis in de Noord Hollandse Boezem. ATKB, 2002.

Zoetemeyer, R.B., & Lucas, B.J., 2007. Basisboek visstandbeheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.



voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE I

Bestandschattingen deelgebieden

Afvoersloot

Biomassa in kg/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	4,0	-	-	-	-	4,0
	Baars	7,9	0,9	4,8	2,2	-	-
	Blankvoorn	12,5	2,9	1,7	7,9	-	-
	Brasem	1,1	0,8	0,3	-	-	-
	Hybride	1,2	0,3	0,2	0,7	-	-
	Kolblei	2,9	-	2,9	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,2	-	0,2	-	-	-
	Rietvoorn	6,7	0,1	5,1	1,5	-	-
	Vetje	0,4	0,0	0,4	-	-	-
Rheofiel	Winde	2,3	-	0,7	1,6	-	-
Exoot	Marm grondel	0,0	-	0,0	-	-	-
	Subtotaal	39,1	5,1	16,2	13,9	-	4,0
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	21,9	-	1,6	-	-	20,2
	Totaal	61,0					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Aantal/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	11	-	-	-	-	11
	Baars	400	156	211	33	-	-
	Blankvoorn	1.422	1.233	56	133	-	-
	Brasem	167	156	11	-	-	-
	Hybride	67	44	11	11	-	-
	Kolblei	311	-	311	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	111	-	111	-	-	-
	Rietvoorn	500	156	322	22	-	-
	Vetje	900	173	727	-	-	-
Rheofiel	Winde	67	-	33	33	-	-
Exoot	Marm grondel	11	-	11	-	-	-
	Subtotaal	3.967	1.918	1.804	233	-	11
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	22	-	11	-	-	11
	Totaal	3.989					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

Aanvoersloot en sloten in cirkelvorm

Biomassa in kg/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	0,8	-	-	-	-	0,8
	Alver	0,1	-	0,1	-	-	-
	Baars	0,9	0,0	0,9	-	-	-
	Blankvoorn	0,9	0,1	0,4	0,4	-	-
	Brasem	0,1	0,1	-	-	-	-
	Hybride	0,3	0,1	-	0,2	-	-
	Kleine modderkruiper	0,2	-	0,2	-	-	-
	Kolblei	0,2	0,0	0,2	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,2	0,0	0,1	-	-	-
	Rietvoorn	2,1	0,4	1,6	-	-	-
	Vetje	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Zeelt	9,2	0,0	0,1	-	1,9	7,1
Exoot	Marm grondel	0,1	-	0,1	-	-	-
	Subtotaal	15,1	0,9	3,7	0,6	1,9	8,0
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	56,8	-	4,2	1,9	4,0	46,6
Totaal		71,9					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Aantal/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	6	-	-	-	-	6
	Alver	6	-	6	-	-	-
	Baars	56	17	39	-	-	-
	Blankvoorn	72	50	17	6	-	-
	Brasem	39	39	-	-	-	-
	Hybride	11	6	-	6	-	-
	Kleine modderkruiper	50	-	50	-	-	-
	Kolblei	44	6	39	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	183	11	172	-	-	-
	Rietvoorn	822	552	270	-	-	-
	Vetje	144	6	139	-	-	-
	Zeelt	39	22	6	-	6	6
Exoot	Marm grondel	44	-	44	-	-	-
	Subtotaal	1.517	708	781	11	6	11
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	61	-	39	6	6	11
Totaal		1.578					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

Sloten overstromingsvlakte

Biomassa in kg/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	3,4	-	-	-	0,4	3,0
	Alver	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Baars	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Brasem	0,0	0,0	-	-	-	-
	Karper	3,8	-	-	-	3,8	-
	Kleine modderkruiper	0,1	-	0,1	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Rietvoorn	2,9	0,2	2,7	-	-	-
	Vetje	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Zeelt	2,8	0,0	0,2	2,5	-	-
Rheofiel	Winde	0,2	-	-	0,2	-	-
Exoot	Marm grondel	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Subtotaal	13,6	0,3	3,4	2,7	4,2	3,0
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	2,4	-	2,4	-	-	-
Totaal		16,0					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Aantal/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Aal	16	-	-	-	4	12
	Alver	36	16	20	-	-	-
	Baars	8	4	4	-	-	-
	Brasem	16	16	-	-	-	-
	Karper	4	-	-	-	4	-
	Kleine modderkruiper	20	-	20	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	159	52	107	-	-	-
	Rietvoorn	508	302	206	-	-	-
	Vetje	12	4	8	-	-	-
	Zeelt	40	8	12	20	-	-
Rheofiel	Winde	4	-	-	4	-	-
Exoot	Marm grondel	36	12	24	-	-	-
	Subtotaal	857	413	401	24	8	12
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	20	-	20	-	-	-
Totaal		877					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

Oog

Biomassa in kg/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Alver	3,5	-	3,5	-	-	-
	Baars	3,9	0,4	3,6	-	-	-
	Blankvoorn	73,0	1,5	10,6	58,2	2,7	-
	Brasem	9,5	4,8	0,5	2,1	2,1	-
	Hybride	21,5	17,3	3,6	0,7	-	-
	Kolblei	3,1	-	2,5	0,7	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,3	-	0,3	-	-	-
	Rietvoorn	42,9	-	34,5	8,4	-	-
	Zeelt	27,9	-	-	-	-	27,9
Rheofiel	Winde	3,2	-	0,4	2,8	-	-
Exoot	Marm grondel	0,1	-	0,1	-	-	-
	Subtotaal	189,0	23,9	59,4	72,9	4,8	27,9
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	37,6	-	14,2	-	-	23,3
	Totaal	226,6					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

Aantal/ha

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>=41
Eurytoop	Alver	305	-	305	-	-	-
	Baars	268	73	195	-	-	-
	Blankvoorn	1.720	488	415	805	12	-
	Brasem	1.086	1.000	24	49	12	-
	Hybride	2.366	2.220	134	12	-	-
	Kolblei	232	-	220	12	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	171	-	171	-	-	-
	Rietvoorn	2.147	-	2.025	122	-	-
	Zeelt	12	-	-	-	-	12
Rheofiel	Winde	49	-	12	37	-	-
Exoot	Marm grondel	24	-	24	-	-	-
	Subtotaal	8.380	3.781	3.525	1.037	24	12
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	0-15	16-35	36-44	45-54	>54
Eurytoop	Snoek	98	-	85	-	-	12
	Totaal	8.478					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen



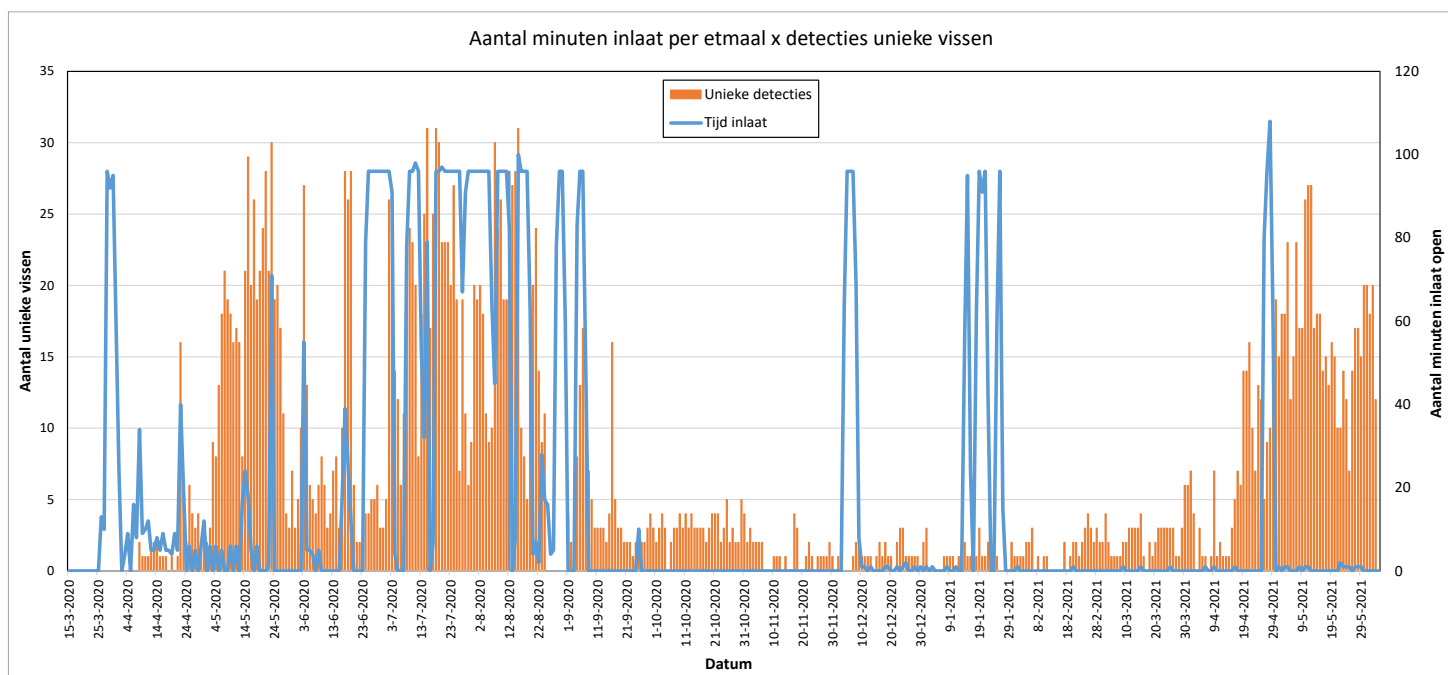
voor natuur
en leefomgeving

BIJLAGE 2

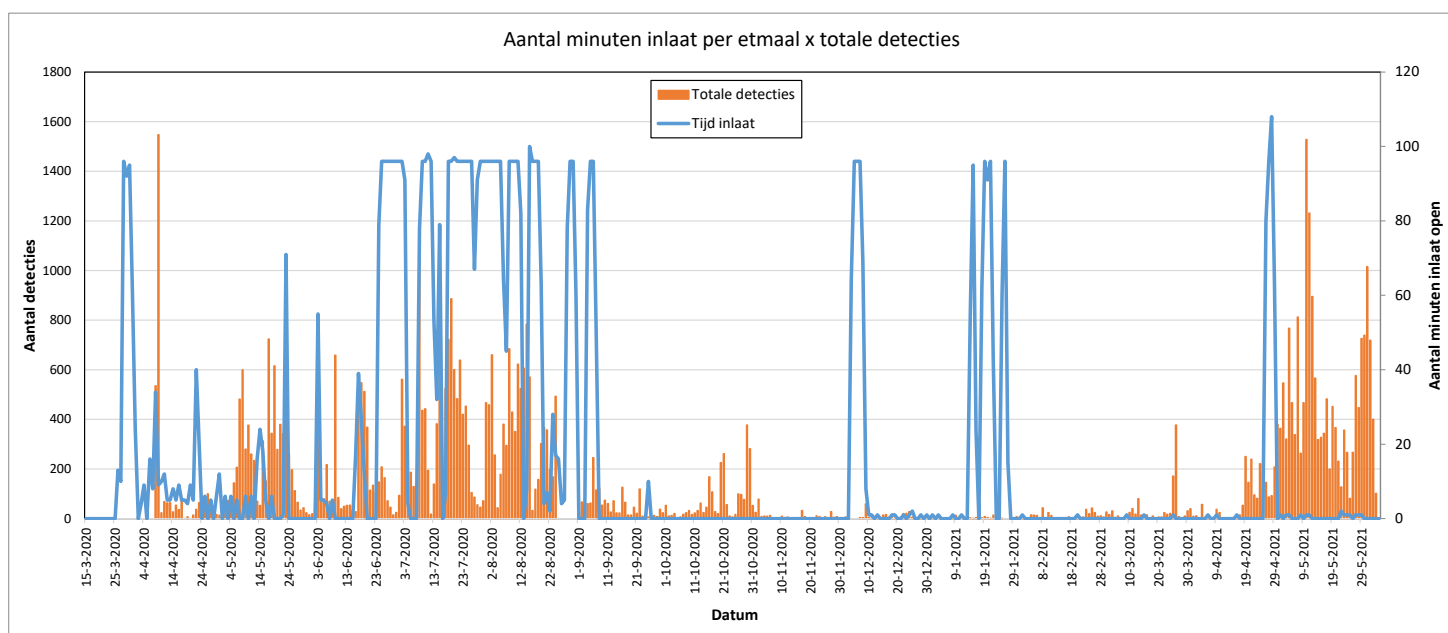
Gemaaldata en detectiedata

In onderstaande figuren is de gemaaldata geplot samen met detectiedata op verschillende antennes, waarbij antenne 1 = vijzelpomp, antenne 2 = in- en uitstroombak en antenne 3 = visinlaat polderzijde.

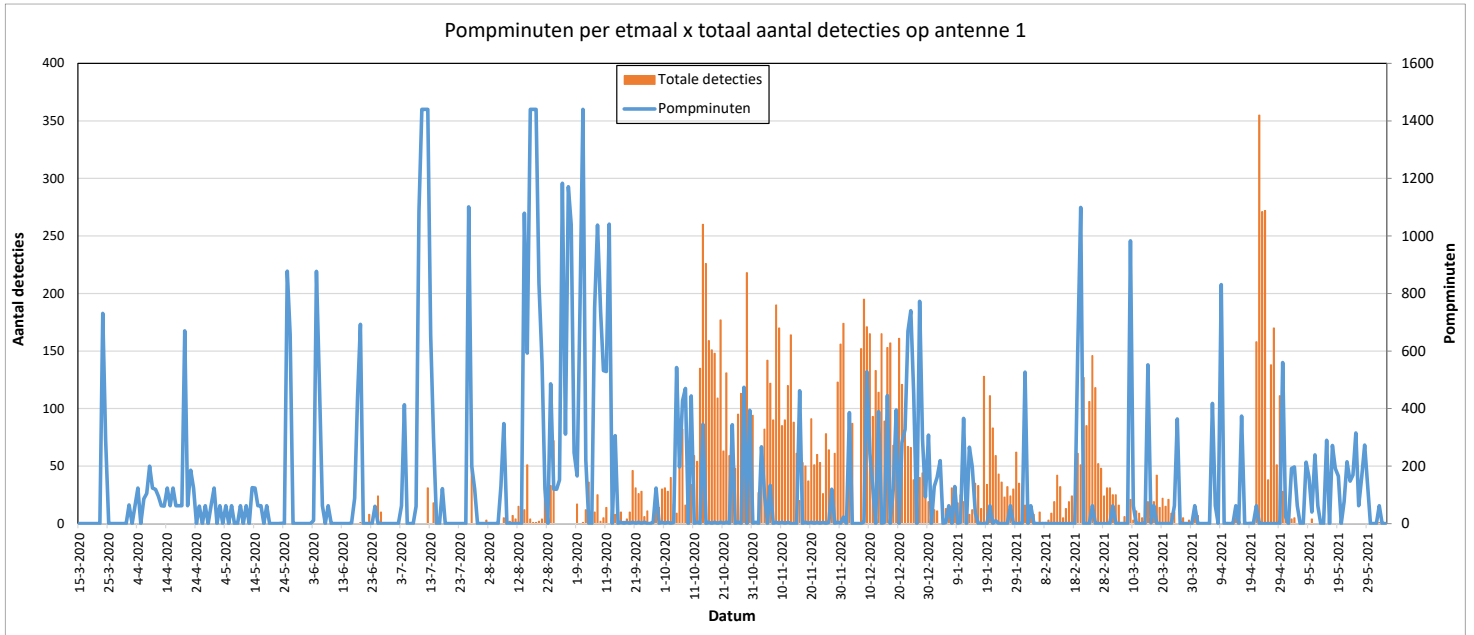
Tabel 1: aantal minuten dat de inlaat open heeft gestaan per etmaal met de unieke detecties (unieke vissen) op de antenne bij de visinlaat in de polder.



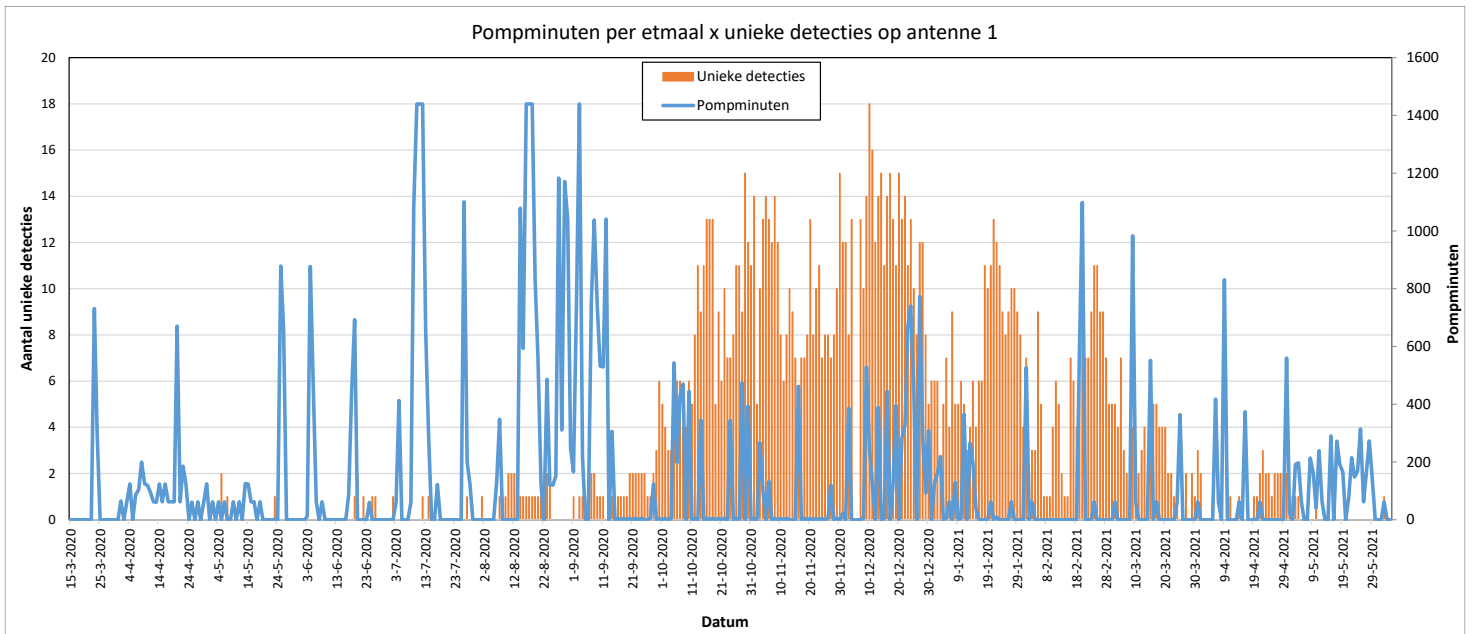
Tabel 2: aantal minuten dat de inlaat open heeft gestaan per etmaal met het totale aantal detecties op de antenne bij de visinlaat in de polder.



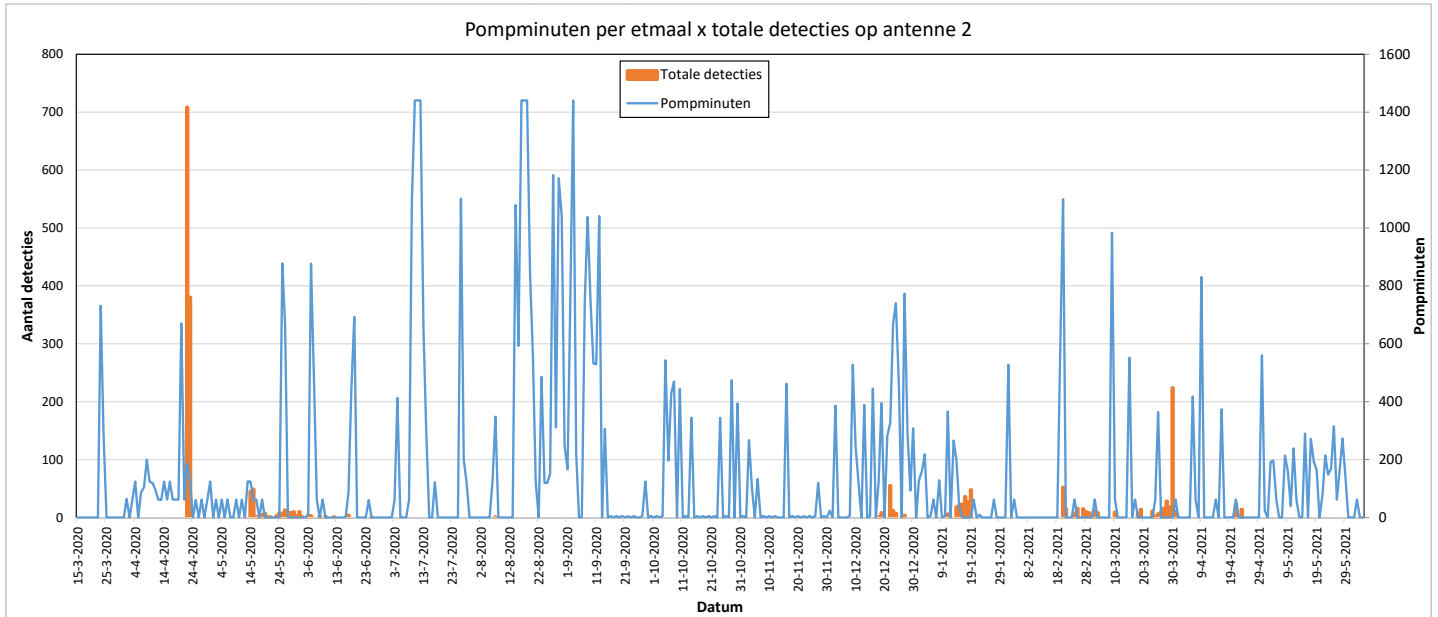
Tabel 3: aantal minuten (pompminuten) dat de vijzelpomp/buisvijzel heeft gedraaid per etmaal met het totaal aantal detecties op de antenne nabij de vijzelpomp.



Tabel 4: aantal minuten (pompminuten) dat de vijzelpomp/buisvijzel heeft gedraaid per etmaal met de unieke detecties (unieke vissen) op de antenne nabij de vijzelpomp.



Tabel 5: aantal minuten (pompminuten) dat de vijzelpomp/buisvijzel heeft gedraaid per etmaal met het totaal aantal detecties op de antenne in de in- en uitstroombak. De detectiepieken in april en mei 2020 zijn van de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer.



Tabel 6: aantal minuten (pompminuten) dat de vijzelpomp/buisvijzel heeft gedraaid per etmaal met de unieke detecties (unieke vissen) op de antenne in de in- en uitstroombak. De detectiepieken in april en mei 2020 zijn van de intrekmetingen met semi-gedwongen doorvoer.

