



Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018

Aanbodsschattingen, passage-efficiëntie, timing en verspreidingsgedrag, onderzocht met behulp van merk-terugvangst experimenten. Uitgevoerd in het kader van het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.

Auteurs: A.B. Griffioen, H.V. Winter, O.A. van Keeken, B. van Houten

Wageningen University
& Research
Rapport C054/19

Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018

Aanbodsschattingen, passage-efficiëntie, timing en verspreidingsgedrag, onderzocht met behulp van merk-terugvangst experimenten. Uitgevoerd in het kader van het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.

Auteur(s): A.B. Griffioen, H.V. Winter, O.A. van Keeken, B. van Houten

Publicatiedatum: 3 juni 2019

Wageningen Marine Research, Den Helder, juni 2019

Wageningen Marine Research rapport C054/19

A.B. Griffioen, H.V. Winter, O.A. van Keeken, B. van Houten, 2018. Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018; Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research Centre), Wageningen Marine Research rapport C054/19. 87 blz.

Keywords: Merk terugvangst, Glasaal, Driedoornige Stekelbaars, Noordzeekanaal, migratie.

Opdrachtgever: Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden:
RWS West-Nederland Noord en RWS Midden Nederland
Provincie Noord-Holland
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Hoogheemraadschap van Rijnland
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
Sportvisserij Midwest Nederland
Gemeente Amsterdam
Port of Amsterdam

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/478346>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© 2019 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven
en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd
worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder
schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Kennisvraag	9
3 Methoden	11
3.1 Studiegebied	11
3.2 Temperatuur en zoutgehalte	13
3.3 Merken	14
3.3.1 Vie-tag	14
3.3.2 Bismarck Brown	15
3.4 Testvissen	15
3.5 Rekenmethoden	20
3.5.1 Databewerking	20
3.5.2 Aanbodschatting lokaal, verblijftijd en zwemsnelheid	20
3.5.3 Aanbodschatting IJmuiden	21
3.5.4 Definitie vispassage-efficiëntie	21
3.5.5 Gewicht per glasaal	21
4 Resultaten	23
4.1 Glasaal: resultaten per locatie	23
4.1.1 Overzicht	23
4.1.2 IJmuiden	23
4.1.3 Aagtendijk	26
4.1.4 Spaarndam	28
4.1.5 Gemaal Houtrakpolder	29
4.1.6 Gemaal Nauerna	31
4.1.7 Gemaal Halfweg	33
4.1.8 Gemaal Overtoom	35
4.1.9 Wilhelminasluis	37
4.1.10 De Waker	39
4.1.11 Willem I-sluis	41
4.1.12 Vispassage-zuid Schellingwoude	43
4.1.13 Aetsveldsepolder	44
4.2 Terugvangsten, verspreiding en zwemsnelheid glasaal	46
4.2.1 Terugvangst alen op NZK en herverdeling	46
4.2.2 Zwemsnelheid glasaal	47
4.2.3 Timing	50
4.3 Aanbodschattingen, verblijftijd en relatie met debiet	53
4.3.1 Aanbod glasaal Buitenhaven	53
4.3.2 Relatie aanbod en verblijftijd	57
4.3.3 Relatie debiet	57
4.4 Resultaten driedoornige stekelbaars	59
5 Discussie	66
5.1 Aanbod	66
5.2 Passeerbaarheid sluizencomplex IJmuiden	67
5.3 Zwemsnelheid	68
5.4 Verspreiding en timing	69

5.5	Verblijftijden en passeerbaarheid vispassages voor glasaal	70
5.6	Glasaalaanbod en debiet	71
6	Conclusies	72
7	Aanbevelingen	74
8	Dankwoord	76
9	Kwaliteitsborging	77
	Literatuur	78
	Verantwoording	79
Bijlage 1	Temperatuur en Zoutgehalte Noordzeekanaal	80
Bijlage 2	Methodiek schatting aanbod en verblijftijd bij De Waker	83
Bijlage 3	Gewichtsmeting glasaal Halfweg	84
Bijlage 4	Cohortweergave vangsten en terugvangsten	85
Bijlage 5	Afvoer en glasaalvangst	86

Samenvatting

Inleiding

Via het Noordzeekanaal wordt een groot achterland aan water ontsloten en IJmuiden is daardoor een belangrijk in- en uittrekpunt voor diadrome trekvis zoals (glas)aal en driedoornige stekelbaars. De regionale waterbeheerders en andere partners rondom het Noordzeekanaal zetten zich in voor een goede bereikbaarheid van de regio voor trekvis binnen het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ NZKeo). In de periode tussen 2017 en 2019 richt de EVZ zich op onderzoek aan de uittrek van schieraal en intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Het gebruik van vispassages langs het Noordzeekanaal door standvis wordt in 2019 en 2020 onderzocht. Een belangrijke motivatie voor het trekvisonderzoek is het vaststellen van de effectiviteit van gerealiseerde vispassages, waarbij de passages na realisatie worden getest op passeerbaarheid. Het onderzoek dient ook als nul-opname voor de realisatie van de nieuwe zeesluis in IJmuiden en de maatregel 'selectieve onttrekking' die gericht is op mitigatie van de extra instroom van zout water door de nieuwe zeesluis.

Methode

Dit rapport is de verslaglegging van het onderzoek naar de intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Het onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar van 2018 en richtte zich op het gedrag (de aanwezigheid, timing en de verspreiding) van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal en de passage-efficiëntie in IJmuiden en bij vispassages langs het Noordzeekanaal. Hiervoor zijn drie verschillende experimenten gedaan; Het eerste experiment is gedaan in de Buitenhaven van IJmuiden met glasaal. In totaal zijn 6.896 glasalen, verdeeld over 20 groepen, gemerkt met VIE-tags. Ook is een groep van 7.907 glasalen gemerkt met Bismarck Brown-Y. De gemerkte vissen zijn na een kort verblijf in het laboratorium, losgelaten op verschillende locaties in het onderzoeksgebied. De glasalen zijn alle verzameld in de Buitenhaven van IJmuiden en zowel aan de 'binnenzijde' als de 'buitenzijde' van de ze sluizen uitgezet. In het tweede experiment zijn op elf locaties merk-terugvangst experimenten gedaan bij overgangen tussen het Noordzeekanaal en regionale watersystemen, met groepen van ca. 250 glasalen per locatie. In het derde experiment zijn 1.268 driedoornige stekelbaarzen, verdeeld over 6 groepen, gemerkt met VIE-tags. De herkomst van de helft van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen is de vispassage te Halfweg, waar ze gevangen zijn in de glasaalfuik. De andere helft komt uit de Buitenhaven van IJmuiden. De stekelbaarzen met verschillende oorsprong zijn in gelijke groepen uitgezet in IJmuiden en bij de Amerikahaven.

Om de glasalen en stekelbaarzen te verzamelen en terug te vangen zijn kruisnetten en glasaaldetectoren ingezet op verschillende plekken langs het gehele Noordzeekanaal. Hierbij verzorgde Visserij Service Nederland de kruisnetbemonsteringen in de Buitenhaven en de plaatsing en bemonstering van de glasaaldetectoren. Ravon begeleidde de kruisnetbemonsteringen met vrijwilligers langs intreklocaties langs het Noordzeekanaal. Daarnaast zijn drie vispassages (Halfweg, De Waker en Overtoom) continue bemonsterd door lokale beroepsvissers met netten en is de passage bij de Kleine Sluis te IJmuiden op gezette tijden bemonsterd door Fish Flow Innovations. In totaal zijn twaalf locaties bemonsterd: sluizen/spui/gemaal IJmuiden, Aagtendijk, Gemaal Spaarndam, Gemaal Houtrakpolder, Gemaal Nauerna, Gemaal Halfweg (vispassage), Gemaal Overtoom (vispassage), Wilhelminasluis, Gemaal De Waker (vispassage), Willem I-sluis, zuidelijke vispassage Schellingwoude en Gemaal Aetsveldseppolder.

Resultaten

Afgezien van ophoping van glasaal bij het spui/gemaal is er op basis van de resultaten geen grote belemmering voor glasaal om het sluizencomplex te passeren. De passage efficiëntie is hoog. De ze sluizen lijken voor glasaal goed passeerbaar. Voor driedoornige stekelbaars is een passeerbaarheid van 96% vastgesteld op basis van een enkelvoudig merk-terugvangst experiment. De omvang van het aanbod bij IJmuiden, in het voorjaar van 2018, wordt voor glasaal geschat op ca. 9.600.000 glasalen (SD 900.000). Het aanbod driedoornige stekelbaars wordt geschat op ca. 620.000 dieren, met een SD

van 310.000. Echter, dit is gebaseerd op een enkelvoudige merk terugvangst experiment, waardoor de onzekerheid over deze schatting groot is.

Glasaal verspreidt zich door het gehele Noordzeekanaal op de diverse locaties waar ze de polders en boezems willen opzwemmen. Hierbij is aangetoond dat glasalen ook heen en weer langs het Noordzeekanaal zwemmen. Echter, langdurige verblijftijden zijn ook vastgesteld bij diverse knooppunten, met als gevolg een mogelijk verhoogd predatie risico. Een deel zwemt richting het Markermeer en het Amsterdam-Rijnkanaal. De schatting van het aanbod op de verschillende onderzochte locaties (som van lokaal aanbod), uitgezonderd Aagtendijk en Schellingwoude, komt overeen met ca. 9,9% van het totaal geschatte aanbod in IJmuiden. De andere 90,1% zal op andere locaties langs het Noordzeekanaal aankomen, op het Noordzeekanaal zelf blijven of richting Markermeer of elders zwemmen. Het debiet van de onderzoekslocaties is ca. 14,9% van het afvoerdebiet van spui en gemaal IJmuiden in de periode april-juni 2018. Binnen het onderzoek is ook een eerste relatie gelegd met de kwantitatieve verspreiding van glasaal langs de knooppunten langs het Noordzeekanaal. Deze volgt in grote lijnen de omvang van het plaatselijke debiet, maar er is meer onderzoek nodig om uitspraken over de verspreiding van glasaal in het Noordzeekanaal te kunnen doen.

De efficiëntie van vispassages is vastgesteld door gemerkte glasaal uit te zetten en terug te vangen achter de vispassage. Omdat onbekend is of alle glasaal gemotiveerd was om de passage te passeren wordt uitgegaan van een minimale passage effectiviteit. De vispassage Halfweg heeft een hoge efficiëntie voor de intrek van glasaal met minimaal 79% en een lage verblijftijd (gemiddeld 4 dagen). De aalgoot bij Overtoom functioneert minder goed met minimaal 17%, wat mogelijk te wijten is aan een slechte vindbaarheid van de passage, wat wordt afgeleid uit de lage verblijftijd (gemiddeld 4-5 dagen) op deze locatie. Dat de verblijftijd laag is, kan erop duiden dat een deel van de glasalen wegtrekt en elders zal intrekken of op het Noordzeekanaal blijft. Vispassage De Waker functioneert zeer beperkt (minimaal 0,4-8%) door onbekende oorzaak. De verblijftijd is hier hoog, waardoor het risico op predatie hoger zal zijn in vergelijking tot Overtoom. Mogelijk dat een verdere aanpassing van de toegankelijkheid van de vispassage de efficiëntie voor glasaal nog kan verbeteren.

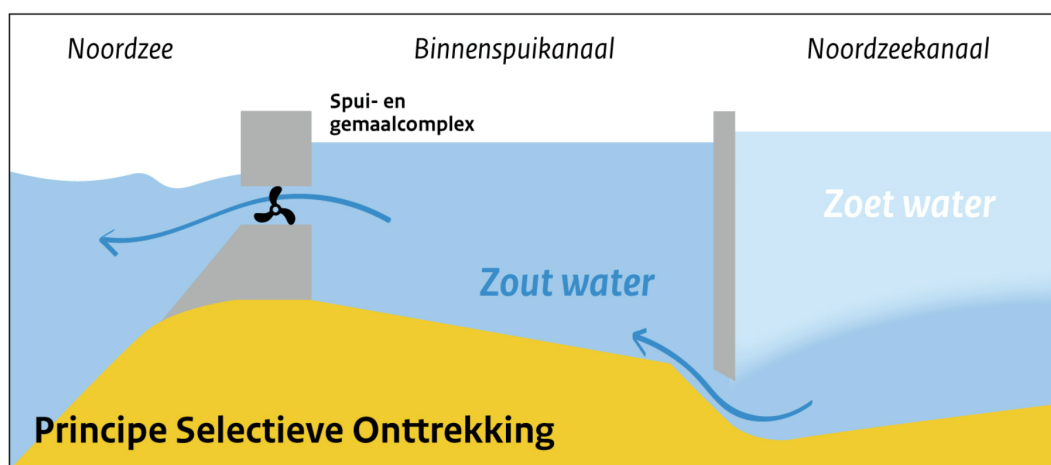
De verblijftijd van glasaal is voor de locaties langs het Noordzeekanaal/ARK tussen 4 en 15 dagen. Bij Halfweg, Overtoom en Aetsveldsepolder is deze laag (4,1-4,6 dagen), bij alle overige locaties is deze hoger, tussen 9,8 en 15,1 dagen. Een hoge verblijftijd hangt vrijwel zeker samen met een hoge attractie in combinatie met een beperkte passeerbaarheid van deze locaties. Een lage verblijftijd kan wijzen op een goede passeerbaarheid of een lage attractie, zoals vermoedelijk bij Overtoom.

Aanbevelingen

- Voor de intrek zijn de zeesluizen van groot belang. Aanbevolen wordt deze functie van de zeesluizen voor trekvis te waarborgen.
- Kleine gemalen met een laag maar regelmatig debiet, zoals bij de bemaling van een kwelpolder, kunnen voor trekvis en speciaal voor glasaal voor verlies zorgen door lokale ophoping en daarmee samenhangend predatie risico. Oplossingen hiervoor kunnen zijn:
 - het passeerbaar maken van deze locaties;
 - het verleggen van de voornaamste afvoer naar overdag om zodoende minder glasaal aan te trekken (bijv. Gemaal Houtrakpolder, gemaal Westzanerpolder). Glasaal is in de nacht immers meer actief dan overdag. Op basis van de resultaten is het onbekend hoe snel een maal event effect heeft op de aantrekking van glasaal én hoelang glasalen dan blijven 'rondhangen'. Tevens kan lekwater mogelijk ook een continue lokkende werking hebben op glasaal. Het valt aan te bevelen hier meer onderzoek naar te doen en daarnaast of er locatie specifieke verschillen optreden.
- Het verder optimaliseren van de vispassage bij Gemaal De Waker.
- Nader onderzoek uitvoeren naar de effectiviteit van visintrekmaatregelen bij schutsluizen langs het Noordzeekanaal in verband met de beperkte omvang van de lokstroom en bijgevolg het mogelijk geringe aanbod van trekvis.

1 Inleiding

Via het Noordzeekanaal wordt een groot achterland aan water ontsloten en IJmuiden is daardoor een belangrijk in- en uittrekpunt voor diadrome trekvis zoals (glas)aal en driedoornige stekelbaars. De regionale waterbeheerders en andere partners rondom het Noordzeekanaal zetten zich in voor een goede bereikbaarheid van de regio voor trekvis. Hierin wordt samengewerkt binnen het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ NZK eo)¹. In de periode tussen 2017 en 2019 richt de samenwerking zich op onderzoek aan de uittrek van schieraal en intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Het gebruik van vispassages langs het Noordzeekanaal door standvis wordt in 2019 en 2020 onderzocht. Een belangrijke motivatie voor het trekvisonderzoek is het vaststellen van de effectiviteit van gerealiseerde vispassages. Het onderzoek dient ook als nul-opname voor de realisatie van de nieuwe zeesluis in IJmuiden en de maatregel 'selectieve onttrekking' die gericht is op mitigatie van de extra instroom van zout water door de nieuwe zeesluis (Figuur 1-1).



Figuur 1-1 Het principe van selectieve onttrekking bij het sluiscomplex te IJmuiden. Er vindt selectieve onttrekking plaats door de plaatsing van een constructie (wand). Hierbij wordt de onderste waterlaag, de zoute waterlaag, onttrokken uit het systeem door spui of gemaal. De bovenste waterlaag, het zoete/brakke gedeelte blijft achter. Deze constructie is bedacht naar aanleiding van een toename aan zout water instroom als gevolg van de nieuwe zeesluis. (bron: Rijkswaterstaat)

Voorliggende rapportage is de verslaglegging van het onderzoek aan de intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. Het onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar van 2018. In het voorjaar van 2017 is ter voorbereiding een pilotstudie uitgevoerd (Griffioen and Winter 2018).

Er zijn drie verschillende experimenten gedaan; Het eerste experiment is gedaan in de Buitenhaven van IJmuiden met glasaal. In totaal zijn 6.896 glasalen, verdeeld over 20 groepen, gemerkt met VIE-tags. Ook is een groep van 7.907 glasalen gemerkt met Bismarck Brown-Y. De gemerkte vissen zijn na een kort verblijf in het laboratorium, losgelaten op verschillende locaties in het onderzoeksgebied. De glasalen zijn alle verzameld in de Buitenhaven van IJmuiden en zowel aan de 'binnenzijde' als de 'buitenzijde' van de zeesluizen uitgezet. In het tweede experiment zijn op elf locaties merkt-terugvangst experimenten gedaan bij overgangen tussen het Noordzeekanaal en regionale watersystemen, met groepen van ca. 250 glasalen per locatie. In het derde experiment zijn 1.268 driedoornige stekelbaarzen, verdeeld over 6 groepen, gemerkt met VIE-tags. De herkomst van de helft van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen is de vispassage te Halfweg, waar ze gevangen zijn

¹ Partners: provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Sportvisserij Midwest Nederland, Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam en Rijkswaterstaat West-Nederland Noord

in de glasaalfuik. De andere helft komt uit de Buitenhaven van IJmuiden. De stekelbaarzen met verschillende oorsprong zijn in gelijke groepen uitgezet in IJmuiden en bij de Amerikahaven.

Om de glasalen en stekelbaarzen te verzamelen en terug te vangen zijn kruisnetten en glasaaldetectoren ingezet op verschillende plekken langs het gehele Noordzeekanaal. Hierbij verzorgde Visserij Service Nederland de kruisnetbemonsteringen in de Buitenhaven en de plaatsing en bemonstering van de glasaaldetectoren. Ravon begeleidde de kruisnetbemonsteringen met vrijwilligers langs intreklocaties langs het Noordzeekanaal (Goverse 2018). Daarnaast zijn drie vispassages (Halfweg, De Waker en Overtoom) continu bemonsterd door lokale beroepsvissers met netten en is de passage bij de Kleine Sluis te IJmuiden op gezette tijden bemonsterd door Fish Flow Innovations (Manshanden 2018).

Dit onderzoek is uitgevoerd dankzij de inzet van vele mensen: Patrick Deitzweig Senior (student Hogeschool Zeeland), Xander de Boer (student Hogeschool Zeeland), Britt van Houten (student Aeres Hogeschool Almere), Edo Goverse en Fabian Smith (Ravon, coördinatoren vrijwilligersmonitoring kruisnet Noordzeekanaal), Bram van Wijk en Koen Linschoten (Visserij Service Nederland), Piet Hartog en Gerard de Vries (beroepsvissers gemaal De Waker), Jeroen Los (beroepsvisser gemaal Overtoom), Gerard Manshanden, Eddy Kalliski en Niels Manshanden (Fish Flow Innovations, passage Kleine Sluis), beroepsvisser Piet Ruijter, Marco van Wieringen, Geert Timmermans, Martin Melchers, Martin Vodegel, Joop Abbing en Amber Maijer (vispassage gemaal Halfweg) en de vele mensen betrokken bij het kruisnetten programma van Ravon: team Halfweg, team Oranjesluizen, team Aagtendijk, team Nauerna, team Overtoom, team De Waker, team Kadoelen en team Aetsveldsepolder.

2 Kennisvraag

Alle waterbeheerders in Europa hebben de opdracht om uiterlijk in 2021 te voldoen aan de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water. Deze doelstellingen omvatten onder meer eisen aan de visgemeenschap. Het streven is in de waterlichamen te komen tot een zo natuurlijk mogelijke, evenwichtige en bestendige visstand waarbij met “natuurlijk” wordt bedoeld: de situatie in een oorspronkelijke, historische situatie of vergelijkbare referentiesituatie.

Vandaag de dag zijn de watersystemen sterk gecompartmenteerd. Met behulp van gemalen, dijken, dammen, stuwen en andere kunstwerken zijn de watersystemen in kleine beheersbare eenheden verdeeld. Dat is noodzakelijk om een optimaal waterbeheer te kunnen voeren. Echter, deze compartimentering heeft geleid tot een grote mate van versnippering van de watersystemen. Voor trekvis is dit een probleem; waar vroeger de migratie tussen zee en polders eenvoudig mogelijk was, bevinden zich nu vaak onpasseerbare barrières in de (vaak historische) routes. Waarschijnlijk is dit, naast vele factoren zoals klimaat verandering, kanalisering, visserij, scheepvaart, één van de oorzaken van de gestage achteruitgang van de trekvispopulaties; voor vrijwel alle trekvissoorten in Nederland geldt dat de populatiegrootte de laatste decennia sterk is afgenomen en voor een aantal soorten dreigt de populatiegrootte zelfs onder het minimum te komen dat nodig is om zich als soort te kunnen handhaven.

Het Noordzeekanaal vormt de verbinding tussen de Noordzee en het zoete binnenwater. Het wordt gekenmerkt door een langgerekte zoet-zoutgradiënt. Hierin onderscheidt het watersysteem zich van vrijwel alle andere wateren in Nederland. Deze eigenschap maakt het voor trekvis die migreren tussen zee en zoet (polder)water mogelijk om de overgang naar het andere watertype geleidelijk en op een natuurlijke wijze te maken. Op basis van monitoring is bekend dat diverse soorten trekvis gebruik van dit kanaal maken (Keeken et al. 2016, Goverse 2017, Griffioen and Winter 2017). Dit betreft in het bijzonder aal en driedoornige stekelbaars en daarom zijn deze soorten gekozen als doelsoorten in het onderhavige onderzoek.

Het probleem van versnippering is door de betrokken partijen van het samenwerkingsverband “Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en ommelanden” onderkend en in het gezamenlijke areaal zijn in de loop van de tijd diverse maatregelen genomen om vismigratieknelpunten te mitigeren of teniet te doen. De samenwerking hierin is noodzakelijk om tot een succesvol resultaat te kunnen komen. De vismigratieroutes stoppen immers niet bij de overgang naar een ander beheersgebied.

Er zijn maatregelen genomen voor de trekvispopulaties die gebruikmaken van het Noordzeekanaal. De vraag is in hoeverre deze maatregelen effectief zijn en of de vispassages goed passeerbaar zijn. Voor de beantwoording van deze vraag is het nodig om een goed beeld te hebben van de totale hoeveelheid van de doelsoorten die zich in het voorjaar bij IJmuiden aandienen en de verdeling daarvan over de diverse intreklocaties langs het Noordzeekanaal. De mate van ophoping van vis bij een passage of de tijdsduur die een vis gemiddeld nodig heeft om de passage te passeren, is een indicatie voor de barrièrewerking van een knooppunt (vb. gemaal i.c.m. vispassage). Zie voor de redenering (Griffioen et al. 2017). Naast het beantwoorden van de vraag of de genomen maatregelen in het Noordzeekanaal effectief zijn, biedt dit onderzoek de mogelijkheid om een meer algemener of fundamenteeler inzicht te krijgen dat kan helpen bij een visvriendelijker waterbeheer, zoals de timing van de migratie in relatie tot de watertemperatuur en de waterafvoer. Daarnaast zijn ook de verspreiding van de vissen over de intreklocaties langs het Noordzeekanaal en de invloed hierop van het lokale debiet bestudeerd.

Het merk-terugvangst experiment met driedoornige stekelbaars is in dit onderzoek een pilotstudie, omdat de motivatie van stekelbaarzen om te migreren richting de boezem niet bekend is. Tevens was voorafgaand aan het onderzoek de terugvangkans van gemerkte stekelbaarzen onbekend (voor

glasaal was een pilot studie voorafgegaan om in te schatten hoeveel glasalen gemerkt moesten worden).

De centrale kennisvragen die aan dit onderzoek ten grondslag liggen, zijn als volgt geformuleerd:

Hoe verloopt de intrek (het aanbod, de temporele en de ruimtelijke verspreiding) van glasaal naar het Noordzeekanaal en omliggende boezemstelsels en zijn genomen maatregelen om migratie van glasaal te bevorderen effectief?

De volgende deelvragen worden onderscheiden:

1. Wat is het aanbod² in IJmuiden en op intrekpunten langs het Noordzeekanaal?
2. Is het sluizencomplex in IJmuiden goed passeerbaar?
3. Wat zijn de verblijftijden voor de objecten/passages en hoe goed zijn vispassages passeerbaar bij Gemaal De Waker, Gemaal Overtoom en Gemaal Halfweg?
4. Wat is de timing van de intrek en hoe verloopt de verspreiding in het Noordzeekanaal?
5. Wat is de zwemsnelheid?
6. Wat is de invloed van het debiet op het aanbod?

Voor zover mogelijk binnen de opzet van de pilot voor driedoornige stekelbaars, worden deze vragen ook voor die soort beantwoord.

² Het aanbod is gedefinieerd door de hoeveelheid glasaal die zich vanuit zee aanbied in de Buitenhaven van IJmuiden. Het aanbod op de diverse intrekpunten langs het Noordzeekanaal is uiteindelijk een gedeelte van het aanbod wat het sluiscomplex te IJmuiden is gepasseerd.

3 Methoden

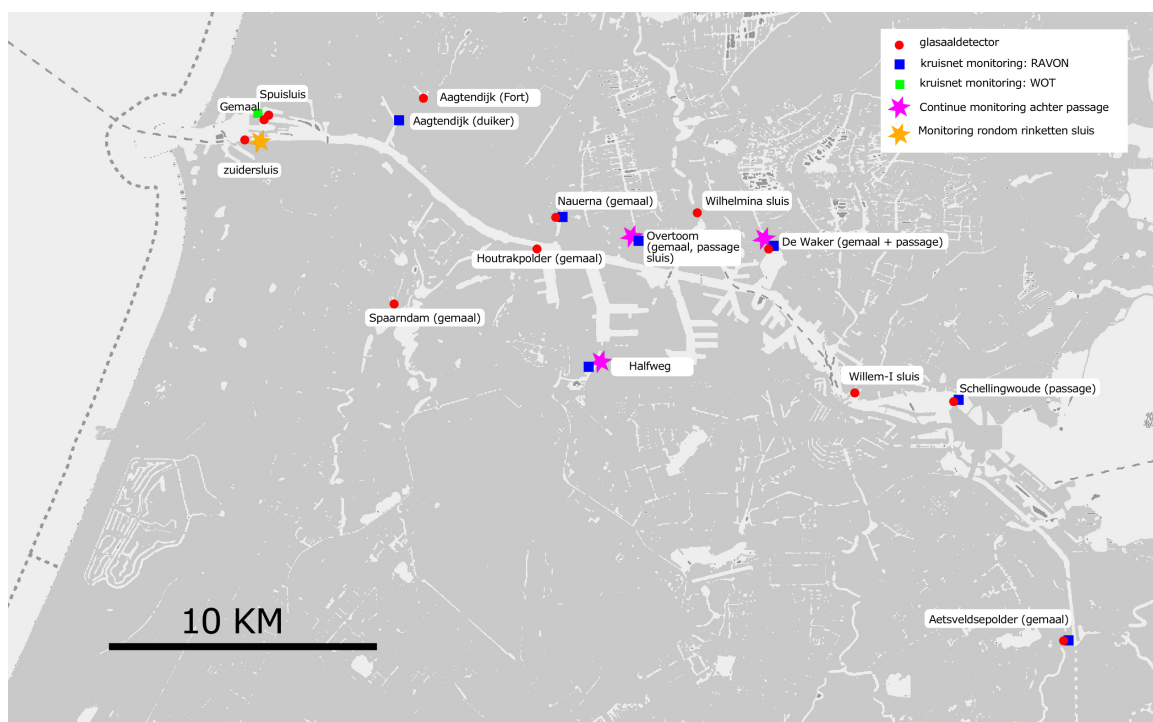
3.1 Studiegebied

Het studiegebied van dit onderzoek is gelegen in en rondom het Noordzeekanaal (Figuur 3-1). In totaal zijn 12 locaties bemonsterd: sluisen/spui/gemaal IJmuiden, Aagtendijk, Gemaal Spaarndam, Gemaal Houtrakpolder, Gemaal Nauerna, Gemaal Halfweg (vispassage), Gemaal Overtoom (vispassage), Wilhelminasluis, Gemaal De Waker (vispassage), Willem I-sluis (vispassage), zuidelijke vispassage Schellingwoude en Gemaal Aetsveldsepolder. Door Fish Flow Innovations is met een fuik/doortreknet achter een van de rinketten in een binnendeur van de Kleine Sluis IJmuiden de werking van de vispassage gemonitord. Deze vispassage bestaat uit een regeling van de rinketschuiven gericht op de intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het voorjaar en uittrek van schieraal in het najaar. Ook deze vangsten zijn meegenomen in de analyse. De activiteiten en vangtuigen per locatie worden weergegeven in Figuur 3-2.

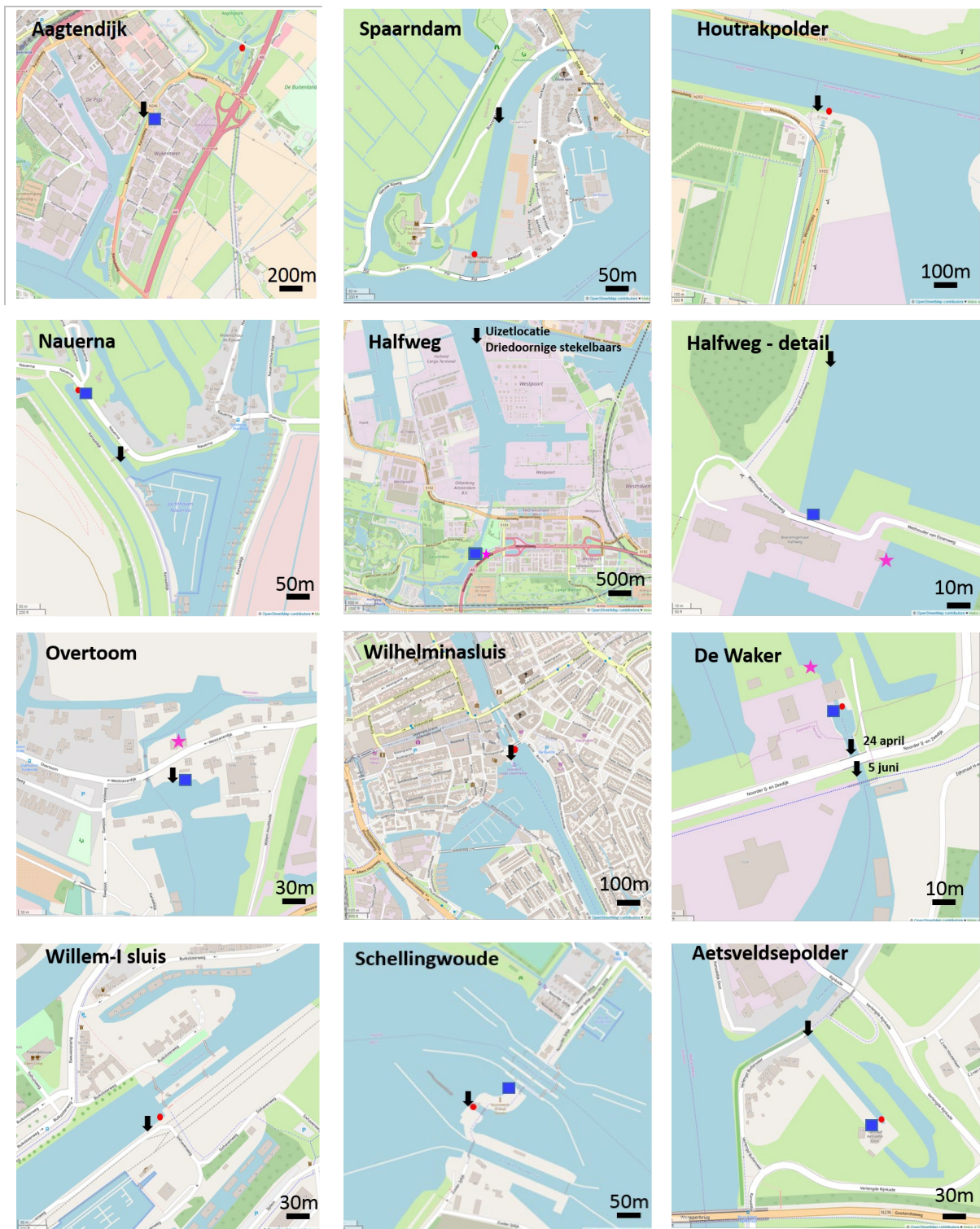
De bemonsteringsfrequentie is als volgt:

- Glasaaldetectoren: continue inzet, legen eenmaal tot tweemaal per week;
- Intreknetten: continue inzet bij Halfweg en Overtoom, legen dagelijks (Halfweg) tot driemaal per week (Overtoom). Achter de Kleine Sluis is 29 maal een nachtelijk bemonstering uitgevoerd tussen 8 maart en 10 mei;
- Kruisnetbemonsteringen langs het NZK: twee maal per week na zonsondergang van februari t/m juni.

Glasaal om te merken is verzameld met kruisnet, schepnet en de glasaaldetectoren in de Buitenhaven van IJmuiden (voor een overall merk terugvangst experiment) en op alle andere locaties langs het Noordzeekanaal (voor lokale merk terugvangst experimenten). Voor driedoornige stekelbaars is gebruik gemaakt van kruisnet- en schepnetvangsten in de Buitenhaven en intrekvangsten achter de Kleine Sluis met het intreknet. Daarnaast zijn de stekelbaars vangsten gebruikt van de vispassage bij Halfweg voor het experiment.



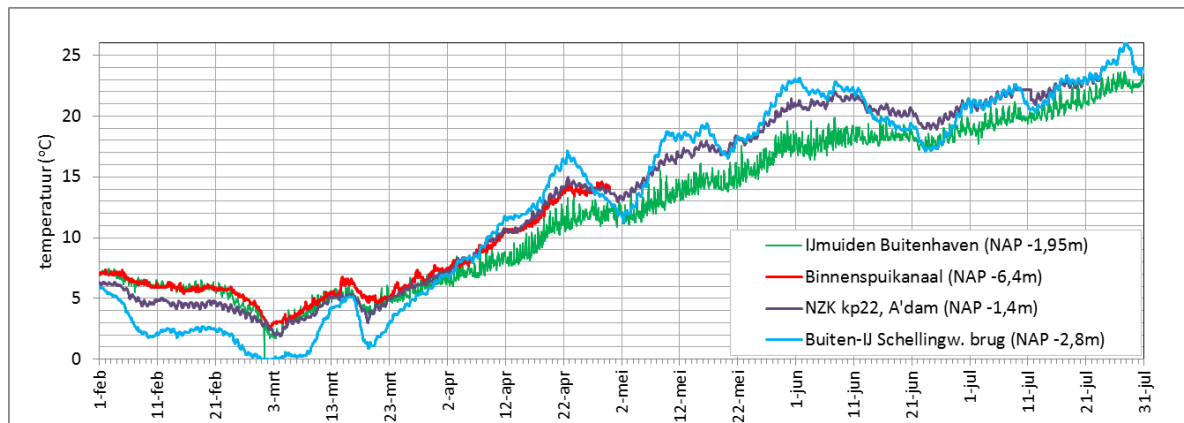
Figuur 3-1 Studiegebied met locaties en daaraan gekoppelde wijze van monitoring (glasaal detector, kruisnet en monitoring achter vispassage). Wettelijke Onderzoek Taak (WOT) kruisnet is onderdeel van een landelijk glasaal monitoring netwerk onder coördinatie van WMR en maakt onderdeel uit van Europese glasaal trend (ICES 2017).



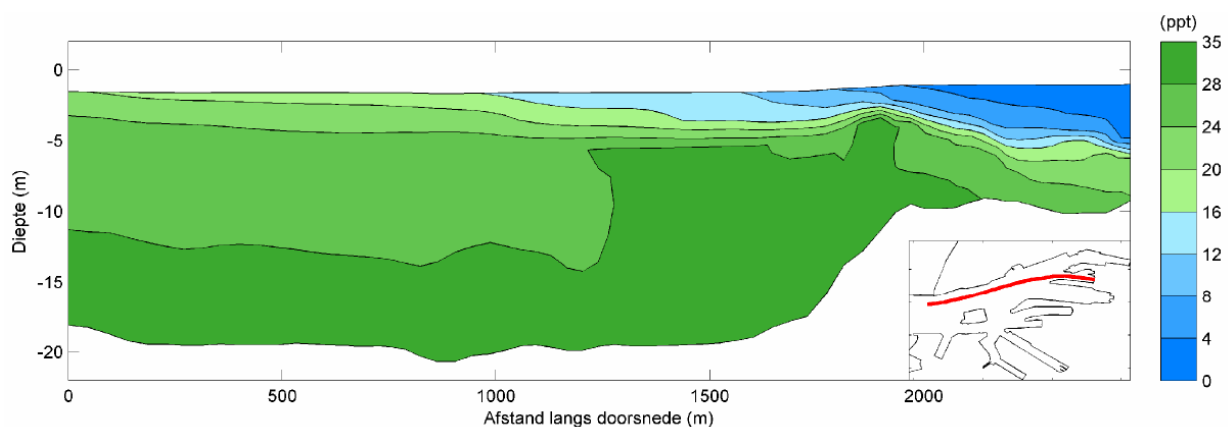
Figuur 3-2 Overzicht per locatie. ● = glasaal detector, ★ = monitoring vispassage, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uizetlocatie gemerkte glasaal (IJmuiden, zie Figuur 3-9)

3.2 Temperatuur en zoutgehalte

Omdat het zwemgedrag afhankelijk is watertemperatuur en saliniteit (overzicht van enkele referenties in Winter et al. 2014), zijn beide opgenomen dit rapport. In de tweede week van maart bereikte de watertemperatuur op het Noordzeekanaal een waarde boven de 5 °C, om een maand later boven de 10 °C te komen en Bijlage 1). De temperatuur in de Buitenhaven was tot aan april tot een graad kouder dan op het Noordzeekanaal, daarna liep het temperatuurverschil op tot 3 à 4 graden. In de Buitenhaven is het zoutgehalte aan het oppervlak sterk wisselend als gevolg van de waterafvoer, het schutten en het getij. Nabij de bodem heerst een vrij constant zoutgehalte van 28-30 ppt ([Cl] 15.500-16.600 mg/l). In het Noordzeekanaal is het chloridegehalte tijdens de onderzoeksperiode in de bovenste 6m ca. 2.000-6.000 mg/l in de westelijke helft en 2.000-5.000 mg/l in Amsterdam (Figuur 3-4 en Bijlage 1).



Figuur 3-3 Watertemperatuur van 1 februari 2018 – 1 juli 2018 (uurwaarnemingen, bron RWS). Temperatuurverloop op het NZK, kp8 is overeenkomstig aan dat in Amsterdam.



Figuur 3-4 Dwarsdoorsnede van het zoutprofiel door de Buitenhaven van IJmuiden. Zichtbaar is de zoetwaterbel van het spui/gemaal, die bovenop het zoutere water drijft (Swinkels et al, 2010)

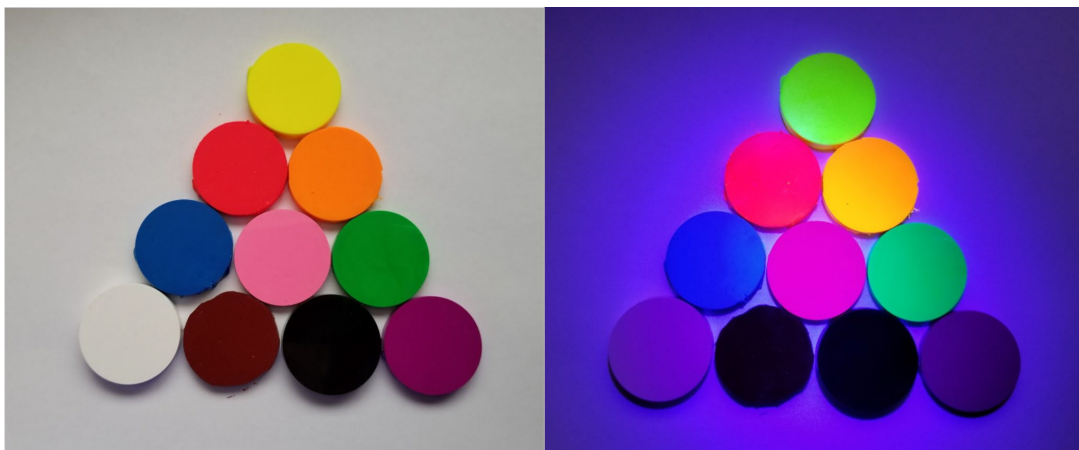
3.3 Merken

Om zowel verblijftijd, het aanbod, verspreiding als de passage-effectiviteit te bepalen zijn groepen vissen gemerkt. Elke groep heeft een eigen kleurcodering en onderscheidt zich van de andere groepen in de locatie en datum van uitzet. Binnen dit onderzoek zijn twee merkmethoden uitgevoerd: Visible Implant Elastomer (VIE) tags voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars en Bismarck Brown voor alleen glasaal.

3.3.1 Vie-tag

Alle vissen zijn gemerkt op het laboratorium van Wageningen Marine Research te IJmuiden. Voor het plaatsen van de tags is de methode van (Imbert et al. 2007) aangehouden met dat verschil dat de driedoornige stekelbaars en glasaal werden verdoofd met 0,4 ml/l 2-phenoxyethanol. Na het merken werden glasalen 1-4 dagen in het laboratorium gevolgd op afwijkend gedrag (Griffioen and Winter 2018).

Binnen het onderzoek zijn de fluorescente kleuren blauw, geel, rood en oranje gebruikt (Figuur 3-5). Andere beschikbare kleuren (roze en groen) zijn buiten beschouwing gelaten om mogelijke verwarring bij controle te voorkomen³. Bij het gebruik van de kleur rood in combinatie met blauw lijkt deze voor sommige waarnemers op oranje met blauw. Er is op gelet niet beide kleurcombinaties te gebruiken om verwarring te voorkomen. Om verschillende groepen te onderscheiden zijn één, twee of drie tags gebruikt per individu. Voorafgaand aan de procedure is de glasaal in een verdovingsbad gebracht met 2-phenoxyethanol (0,4ml/l). De verdoving trad op na 5-10 minuten. Binnen 5-10 minuten na het intreden van de verdoving werd de VIE-tag geplaatst. Dit werd gedaan met een dunne naald (0,3mm) onder een flauwe hoek direct onder de huid in het spierweefsel. De lengte van de VIE-tag is 2-4 mm. Het ingespoten elastomeer hardt in 24 uur uit tot een flexibel merkje. Na het plaatsen van de VIE-tag is de glasaal geplaatst in een verzamelbak met beluchting om bij te komen van de behandeling. Na het merken zijn de glasalen gecontroleerd op normaal zwemgedrag (Griffioen and Winter 2018). Alle groepen, op één na (blauwe groep) vertoonden normaal zwemgedrag. De glasalen bleven maximaal 10 dagen in de opslag voordat zij werden uitgezet. Bij driedoornige stekelbaars is eenzelfde procedure gevolgd, waarbij de vissen in de staart werden gemerkt (in de wortel van de vinstralen). Bij stekelbaarzen is een enkel of een dubbel merk gebruikt.



Figuur 3-5 De verschillende kleuren VIE-tags onder lichte omstandigheden (links) en onder violet licht, waarbij fluorescentie optreedt⁴ (rechts) (www.nmt.us). Bij fluorescentie lijken geel en groen erg op elkaar, ook rood, oranje en roze lijken dan op elkaar. In dit onderzoek is daarom gekozen voor de kleuren geel, blauw, rood en oranje.

³ Terugvangsten werden o.a. gecontroleerd door vrijwilligers die enkel de terugvangsten te zien krijgen. Daarom is heldere kleuronderscheid noodzakelijk.

⁴ <http://www.nmt.us/wp-content/uploads/2017/11/Using-the-VI-Light.pdf>

3.3.2 Bismarck Brown

Naast de VIE-tags is bij de glasalen ook een Bismarck Brown-Y kleuring toegepast. In tegenstelling tot de verwachting op basis van de pilotstudie (Griffioen en Winter 2018), bleek in 2019 voldoende glasaal beschikbaar waardoor het mogelijk was een aanvullende aanbodschatting bij IJmuiden uit te voeren. De glasalen werden hiervoor gedurende 3 uur gekleurd met een 0,05 gr/l Bismarck Brown-Y kleuring in een goed doorlucht bak. Vervolgens kregen de glasalen 72 uur de tijd om bij te komen onder gecontroleerde omstandigheden alvorens ze werden uitgezet. Deze vissen zijn, in verband met vervaging van de kleur, alleen gebruikt voor berekening in de Buitenhaven van IJmuiden waar zij ook zijn losgelaten.

3.4 Testvissen

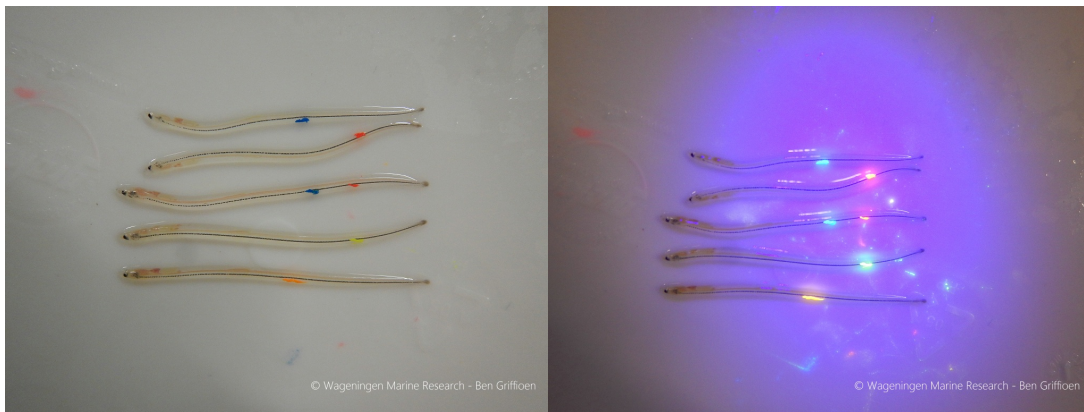
Glasaal

Er zijn glasalen gemerkt afkomstig uit de Buitenhaven van IJmuiden voor een 'overall' merk experiment. Deze zijn gevangen en losgelaten bij het sluiscomplex te IJmuiden (Binnenhaven en Buitenhaven). Daarnaast zijn ook glasalen gevangen op de diverse intrekpunten langs het Noordzeekanaal gebruikt voor een 'lokaal' merk experiment.

Voor het experiment zijn in totaal 6.896 glasalen met een VIE-tag gemerkt (Tabel 1, Figuur 3-6). Hiervan zijn er 1.943 aan de binnenzijde van het sluisencomplex te IJmuiden uitgezet (4 groepen, 'Vogeleiland') en 2.036 weer terug in de Buitenhaven (4 groepen, 'Forteiland', Figuur 3-9). De rest van de 2.917 glasalen (verdeeld over 12 groepen) zijn op de overige locaties gevangen met detectoren en achter vispassages (Overtoom en Halfweg) en gebruikt voor 'lokale' merk experimenten. De groepen van ~250 individuen zijn gemarkeerd met een unieke kleurcode (Tabel 1, Figuur 3-10). Bij Halfweg was de groep groter [n=507] en bij Willem I-sluiskonden slechts 53 individuen worden gemerkt omdat de vangst daar lager was. Tevens is een extra groep van 125 glasalen gemerkt bij gemaal De Waker na aanpassing van de passage. Vanwege lage vangsten bij Aagtendijk is daar gebruikgemaakt van glasalen die verzameld zijn achter de vispassage bij Halfweg [n=250].

Indien glasalen werden gevangen t.b.v. het merk experiment, zijn deze vervoerd en opgeslagen in gecontroleerde gekoelde systemen met een watertemperatuur (vrijwel) gelijk aan buitenwatertemperatuur te IJmuiden (circa 6-8°C). Voor elke vanglocatie was een aparte tank (60L) zodat groepen gescheiden werden (Tabel 1). De tanks werden gevuld of aangevuld met zeewater van de Noordzee waarbij de volgende saliniteit is aangehouden: 30-35 ppt zout (Buitenhaven IJmuiden), 6-8 ppt brak ([Cl] 3.300-4.400 mg/l) (andere locaties) en 0 ppt zoet (Aetsveldse polder) en continu belucht. Een aantal groepen is gevangen in de Buitenhaven en uitgezet aan de binnenzijde van de zeesluizen. Er is voor gekozen deze groepen niet op het lab kunstmatig te 'acclimatiseren' aan een geleidelijke overgang naar brak water. Glasalen kunnen grote verschillen in saliniteit zonder bezwaar overbruggen in het migratie seizoen (Wilson et al. 2004). Een kunstmatig acclimatisatie proces waarbij de saliniteit geleidelijk wordt aangepast kost bovendien tijd, waardoor de testvissen langer onder labcondities moeten worden gehouden en kan ook weer nieuwe vragen oproepen omtrent het merk-terugvangst experiment. Tevens is er nauwelijks iets bekend over acclimatisatie van vissen die migreren tussen zoet en zout water (Winter et al. 2014).

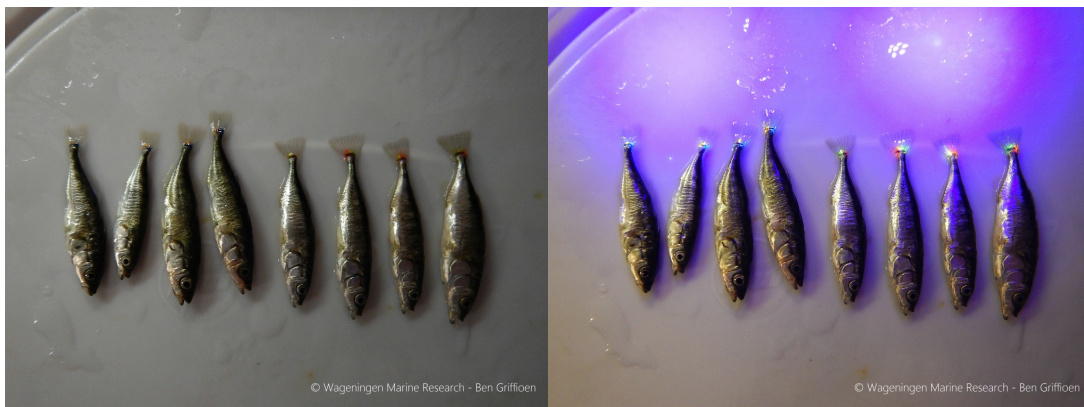
Van alle groepen, uitgezonderd één, was de uitval na merken minimaal (<0,1%) en was het gedrag normaal. De glasalen zwommen actief in de tank en zochten na verloop van tijd een schuilplek in PVC buisjes. Echter, bij de groep 'blauw' was de uitval, door onbekende oorzaak, ~10%. Ook was het gedrag van deze alen minder actief dan bij alle overige groepen het geval was. Deze groep is aan de binnenzijde van het sluisencomplex bij IJmuiden uitgezet om de uitkomsten van de intrek-effectiviteit zo min mogelijk negatief te beïnvloeden, mocht deze groep na uitzet minder presteren dan de oranje groep die gelijktijdig aan de buitenzijde is uitgezet.



Figuur 3-6 Foto's van gemerkte glasalen. Links onder omgevingslicht en rechts onder VI licht.



Figuur 3-7 Foto's van gemerkte driedoornige stekelbaarzen. Links onder omgevingslicht en rechts onder violet licht.



Figuur 3-8 Foto's van dubbel gemerkte driedoornige stekelbaarzen. Links onder omgevingslicht en rechts onder violet licht. Op beide foto's zijn de linker vier vissen oranje-blauw gemerkt en de rechter geel-rood.

Driedoornige stekelbaars

Er zijn in totaal zes groepen stekelbaarzen gebruikt van twee verschillende herkomsten: afkomstig uit de Buitenhaven van IJmuiden en daar gevangen met schepnet, kruisnet of in het net achter de vispassage bij de Kleine Sluis en afkomstig van Halfweg, gevangen met het net achter de vispassage. Deze groepen zijn gekozen om het verschil in aankomst (terugvangst en timing) bij Halfweg te meten tussen stekelbaarzen die:

- in IJmuiden zijn gevangen en aan weerszijden van de zeesluizen zijn uitgezet;
- in Halfweg zijn gevangen en aan weerszijden van de zeesluizen zijn uitgezet;
- in IJmuiden en Halfweg zijn gevangen en gezamenlijk uitgezet in de monding van de Amerikahaven.

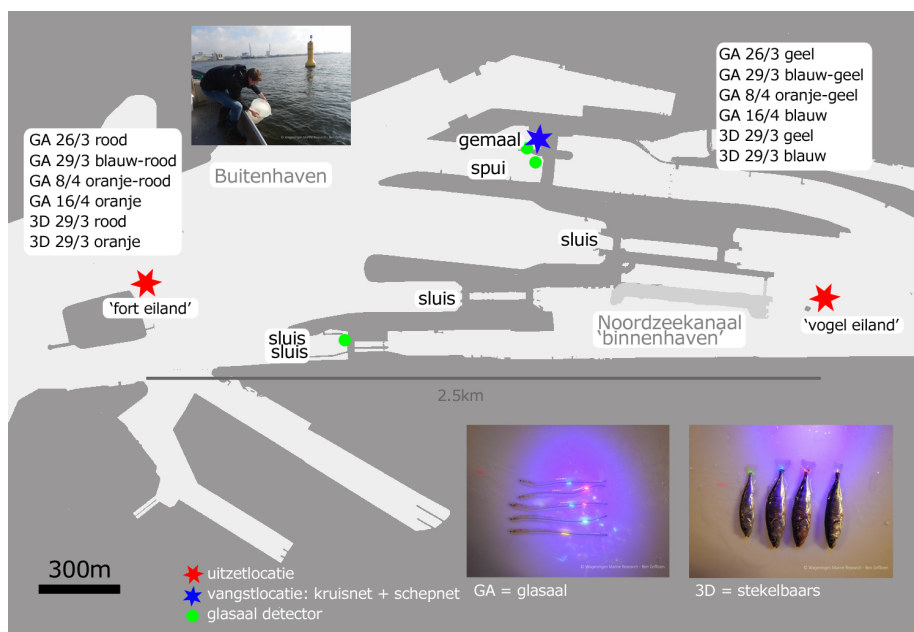
De gevangen stekelbaarzen zijn opgeslagen in gecontroleerde gekoelde systemen met een watertemperatuur van 6-8 °C gelijk aan de buitenwater temperatuur. Voor elke vanglocatie was een aparte tank (1000L) zodat afzonderlijke groepen gescheiden bleven (Tabel 1). De tanks werden gevuld

met zeewater waarvan de saliniteit gelijk was aan het water van herkomst (30-34 ppt zout en 6-8 ppt brak) en continu belucht. De stekelbaarzen zijn gevoerd met rode muggenlarven. Na het merken konden de stekelbaarzen die van de Buitenhaven naar de Amerikahaven werden overgeplaatst acclimatiseren aan zoeter water, omdat de twee groepen gezamenlijk in één tank werden opgeslagen. Evenzo konden de stekelbaarzen die van Halfweg naar de Buitenhaven of naar de binnenzijde van de zeesluizen werden verplaatst aan zouter water wennen. Er is na deze overplaatsing geen sterfte waargenomen als gevolg van deze saliniteit verschillen. Er is relatief veel onderzoek gedaan naar de fysische veranderingen van stekelbaars tijdens het verplaatsen van zout naar zoet water. Het is echter onbekend in hoeverre zij een specifiek acclimatisatiezone en -periode nodig hebben. Feit is dat stekelbaars van het migrerende type (trachurus) gedurende het paaiseizoen beter is staat is om in een omgeving te leven met lage zout gehalten. Andersom verliezen zij deze eigenschappen in de herfst wanneer zij richting zee migreren (Lam and Hoar 1967). Een review artikel door Kitano et al. (2012) laat zien dat speciale eigenschappen om een zoetzout gradiënt te kunnen weerstaan hormonaal gedreven zijn (Kitano et al. 2012). Dit betekent onder andere dat de migrerende vorm van de stekelbaars hogere thyroxine niveaus heeft. Hierdoor verschillen het metabolisme, de zwemcapaciteit en de osmoregulatie tussen de residente en de anadrome vorm van de stekelbaars. Er zijn geen meldingen van massale sterfte bekend bij het passeren van hevelpassages waarbij de overgang tussen zoet en zout abrupt is. Persoonlijke observaties van Peter Paul Schollemans en George Wintermans waarbij driedoornige stekelbaarzen probleemloos snel werden overgeplaatst van zout naar zoet water suggereren ook dat er weinig tijd/aanpassing nodig is voor de overgang van zoet naar zout (Winter et al. 2014).

Voor het experiment zijn in totaal 1.268 driedoornige stekelbaarzen met een VIE-tag gemerkt (Tabel 1, Figuur 3-7 en Figuur 3-8). Hiervan zijn 508 individuen aan de binnenzijde van het sluisencomplex van IJmuiden uitgezet (Figuur 3-11). Dit waren twee groepen. Een geel gemerkte groep afkomstig van de Buitenhaven van IJmuiden [n=256] en een blauw gemerkte groep afkomstig vanuit Halfweg [n=252]. De groepen zijn tegelijk uitgezet.

In de Buitenhaven zijn in totaal 509 individuen uitgezet (twee groepen). Een rood gemerkte groep afkomstig van de Buitenhaven van IJmuiden [n=259] en een oranje gemerkte groep afkomstig van Halfweg [n=250]. Ook deze twee groepen zijn tegelijk uitgezet.

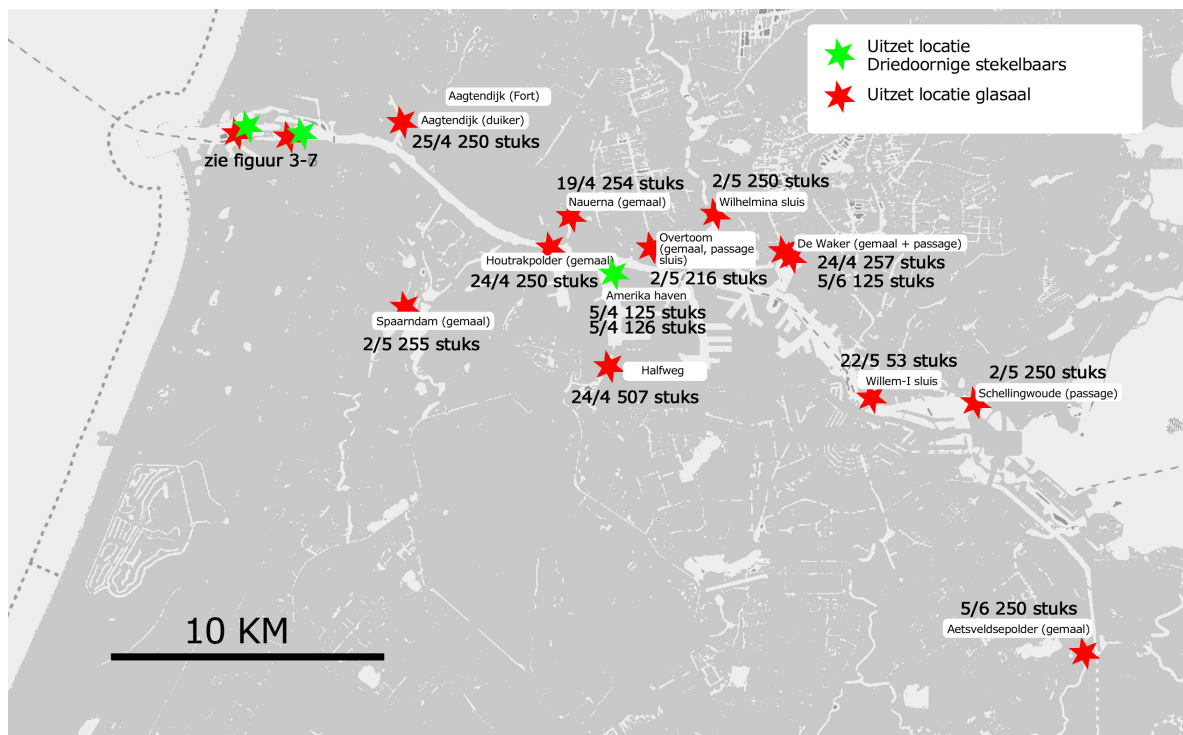
Aanvullend hierop zijn twee extra groepen uitgezet in de monding van de Amerikahaven ter hoogte van Halfweg. Eén oranje-blauw gemerkte groep [n=125] gevangen bij IJmuiden en één geel-rood gemerkte groep [n=126] gevangen achter de passage bij Halfweg. Beide groepen zijn gelijktijdig uitgezet in de Amerikahaven, 3,4 km ten noorden van de vispassage (Figuur 3-2 en 3-11).



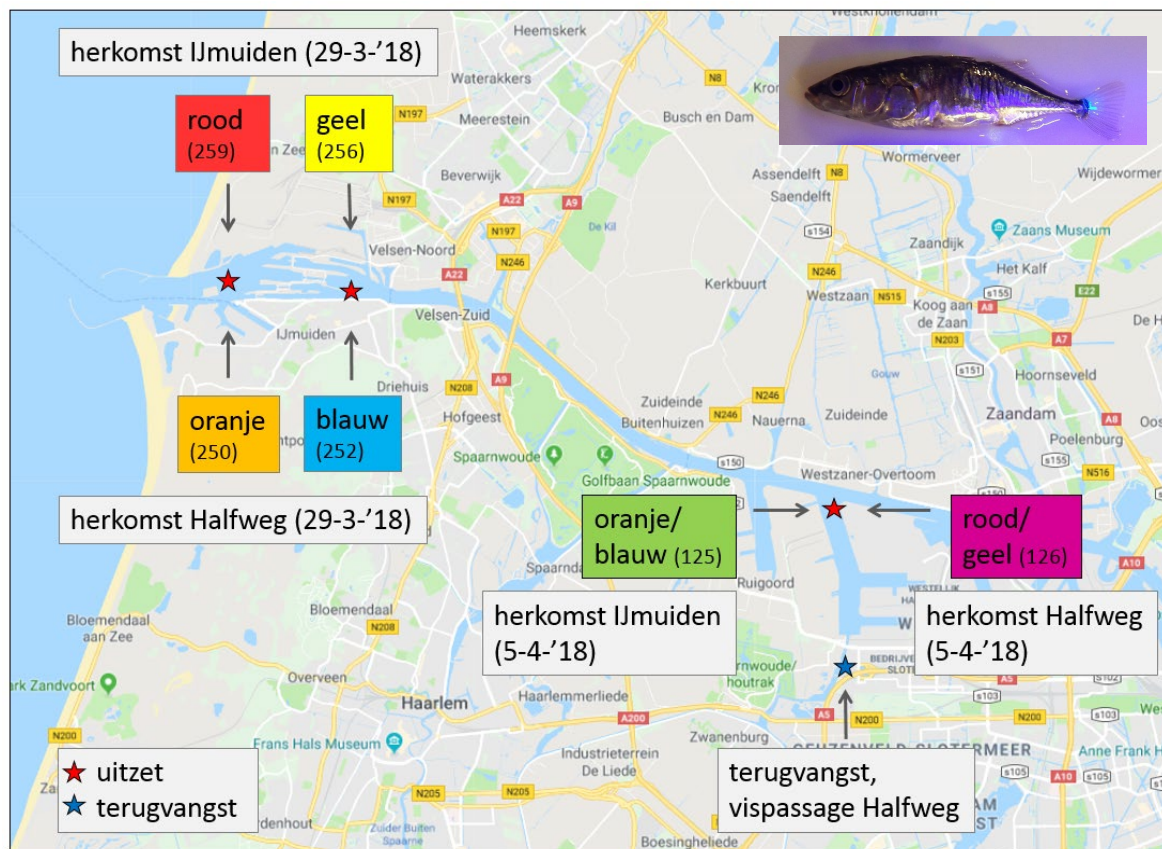
Figuur 3-9 Locaties uitzet van glasaal en driedoornige stekelbaars bij het sluisencomplex van IJmuiden. De verschillende groepen zijn uitgezet nabij het Forteiland in de Buitenhaven (west) en 'Vogeleiland' in de binnenhaven (oost). De locaties liggen ca. 2,6 km uit elkaar.

Tabel 1 Overzicht van testvissen. De tabel geeft de locatie van uitzet weer, de coördinaten (lat en lon), de locatie waar de vissen oorspronkelijk vandaan komen (herkomst), de datum (dag, maand en jaar) en tijd van uitzet, de soort, de merkcode en het aantal. De geel gearceerde balken maken onderscheid tussen verschillende uitzetlocaties.

Uitzetlocatie	Sublocatie	lat	lon	Herkomst	D	M	J	Tijd	Soort	Merkcode	Aantal
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	26	3	2018	20:00	glasaal	rood	632
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	29	3	2018	11:00	glasaal	blauw rood	300
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	8	4	2018	21:00	glasaal	oranje rood	206
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	16	4	2018	22:00	glasaal	oranje	898
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	16	4	2018	22:00	glasaal	Bismarck Br.	7907
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	IJmuiden	26	3	2018	19:35	glasaal	geel	626
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	IJmuiden	29	3	2018	10:35	glasaal	blauw geel	300
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	IJmuiden	8	4	2018	19:45	glasaal	oranje geel	206
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	IJmuiden	16	4	2018	20:00	glasaal	blauw	811
Aagtendijk	ter plaatse	52° 28' 25,42"	4° 40' 18,84"	Halfweg	25	4	2018	14:15	glasaal	geel geel blauw	250
Spaarndam	toeleidingsk.	52° 24' 39,32"	4° 40' 29,42"	Spaarndam	2	5	2018	19:15	glasaal	oranje oranje rood	255
Houtrakpolder	ter plaatse	52° 25' 47,91"	4° 44' 21,66"	Houtrakpolder	24	4	2018	17:45	glasaal	blauw blauw geel	250
Nauerna	loopbrug	52° 26' 21,27"	4° 44' 59,66"	Nauerna	19	4	2018	16:00	glasaal	rood rood	254
Halfweg	ter plaatse	52° 23' 35,61"	4° 46' 14,88"	Halfweg	24	4	2018	18:00	glasaal	blauw blauw	507
Overtoom	ter plaatse	52° 25' 49,83"	4° 47' 02,28"	Overtoom	2	5	2018	17:00	glasaal	blauw rood blauw	216
Wilhelminasluis	Zaantheater	52° 26' 18,49"	4° 49' 33,08"	Wilhelminasluis	2	5	2018	17:30	glasaal	oranje oranje geel	250
De Waker	ter plaatse	52° 25' 46,68"	4° 51' 45,56"	De Waker	24	4	2018	18:20	glasaal	geel geel	257
De Waker	ter plaatse	52° 25' 47,46"	4° 51' 45,07"	De Waker	5	6	2018	17:00	glasaal	oranje oranje blauw	125
Willem I-sluis	ter plaatse	52° 23' 00,59"	4° 54' 27,35"	Willem I-sluis	22	5	2018	16:45	glasaal	oranje blauw oranje	53
Schellingwoude	ter plaatse	52° 22' 51,92"	4° 57' 31,38"	Schellingwoude	2	5	2018	18:30	glasaal	geel rood geel	250
Aestveldsepolder	ter plaatse	52° 18' 16,23"	5° 01' 22,97"	Aestveldsepolder	5	6	2018	17:30	glasaal	blauw blauw oranje	250
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	IJmuiden	29	3	2018	11:00	3d-stekelb.	rood	259
IJmuiden	Forteiland	52° 27' 58,91"	4° 34' 41,56"	Halfweg	29	3	2018	11:00	3d-stekelb.	oranje	250
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	IJmuiden	29	3	2018	10:35	3d-stekelb.	geel	256
IJmuiden	Vogeleiland	52° 27' 55,12"	4° 37' 01,50"	Halfweg	29	3	2018	10:35	3d-stekelb.	blauw	252
Halfweg	Amerikahaven	52° 25' 16,52"	4° 46' 26,42"	IJmuiden	5	4	2018	16:30	3d-stekelb.	oranje blauw	125
Halfweg	Amerikahaven	52° 25' 16,52"	4° 46' 26,42"	Halfweg	5	4	2018	16:30	3d-stekelb.	geel rood	126



Figuur 3-10 Overzicht van locaties, data en aantal uitzet van glasaal en driedoornige stekelbaars in het studiegebied



Figuur 3-11 Opzet merk-terugvangst experiment driedoornige stekelbaars

3.5 Rekenmethoden

3.5.1 Databewerking

Omdat het een merk-terugvangst experiment in een open systeem betreft kunnen schattingen van aanbod, verblijftijd en vispassage-efficiëntie alleen worden verricht aan de continue uitgevoerde bemonsteringen⁵. Dat zijn de bemonsteringen uitgevoerd met de glasaaldetectoren en met de intreknetten bij Halfweg, Overtoom en De Waker. Voor driedoornige stekelbaars beperkt dit zich tot de vangsten achter de vispassage bij Halfweg.

De vangsten met de detector zijn na controleren en tellen weer ter plaatse, aan de kanaalzijde (vangstlocatie), te water gelaten. De vangsten met een intreknet achter de vispassage zijn aan de boezemzijde (vangstlocatie) uitgezet. De kruisnetvangsten zijn in de regel ook aan de kanaalzijde weer uitgezet. Bij Halfweg is een aantal vangsten met kruisnet en schepnet wel overgezet naar de boezem. Deze vangsten zijn dan ook onttrokken aan de potentiële vangst voor de vispassage. Bij de berekeningen aan de vangst met de vispassage is hiervoor gecorrigeerd, door in evenredigheid aan de efficiëntie van de vispassage deze overgezette vangsten toe te kennen aan de vispassage.

Voor een optimale benadering van het fictieve dagelijkse vangstverloop tijdens de onderzoeksperiode zijn de dagwaarden berekend van alle (terug)vangsten met een detector of intreknet door middel van interpolatie tussen de vangstmomenten. Perioden met een mislukte vangst (technisch defect), of zonder bemonstering zijn ook geïnterpoleerd. Dit was voor korte perioden (1-4 nachten) het geval bij Halfweg en Houtrakpolder en twee langere perioden bij De Waker. Bij De Waker is direct na uitzet van lokaal gemerkte glasaal de detector gedurende twee weken uitgezet, om eventuele concurrentie in lokstroom tussen detector en vispassage uit te sluiten. Dit is nog een keer gebeurd na een tweede uitzet van een tweede gemerkte groep glasaal. Om toch iets over verblijftijd en aanbod te kunnen inschatten zijn de ontbrekende dagwaarden van de terugvangsten aangevuld door de gerealiseerde terugvangsten na weer inschakelen van de detector, te 'fitten' op een negatieve exponentiële functie. Zie voor een toelichting hierop Bijlage 2.

3.5.2 Aanbodschatting lokaal, verblijftijd en zwemsnelheid

Om tot een schatting te komen van het lokale aanbod aan glasaal tijdens de onderzoeksperiode is de zogenaamde 'unbiased modified Lincoln-Petersen' methode toegepast (Ricker 1975, Pollock et al. 1990). In een eerdere studie op het Noordzeekanaal en op de Maas is deze methode ook voor schieraal toegepast (Winter et al. 2007, Griffioen and Winter 2017). Deze methode is er op gebaseerd dat de verhouding tussen het totale aantal gemerkte dieren (M) en de werkelijke populatiegrootte (N) gelijk is aan de verhouding tussen de teruggevangen gemerkte dieren (R) en het totaal aantal gevangen dieren (C). De populatiegrootte (N) kan dan worden geschat conform de volgende formule:

$$N = \frac{(M + 1)(C + 1)}{R + 1} \quad (1)$$

Om de standaarddeviatie (SD) van de geschatte populatiegrootte N te berekenen wordt R als binomiale variabele behandeld en berekend met de volgende formule (Seber 1970):

$$SD = \sqrt{\frac{(M + 1)(C + 1)(M - R)(C - R)}{(R + 2)(R + 1)^2}} \quad (2)$$

Het eventueel meervoudig vangen (dubbel vangsten) van individuen in de detectoren beïnvloedt de uitkomst van de aanbodschatting met formule (1) niet. Meervoudig vangen van individuen zorgt voor

⁵ Onder 'bemonstering' wordt in dit rapport verstaan de aanwezigheid van een functionerende vangstinstallatie, zoals een detector of staande fuik. Een 'vangst' is de oogst bij het legen van de detector of fuik.

een toename van de gemiddelde vangkans, wat evenveel doorwerkt in de vangst (C) als in de terugvangst (R).

Voor een juiste schatting van de standaarddeviatie met formule (2) moeten de totale vangst en de terugvangst wel eerst worden gedeeld door de gemiddelde verblijftijd, om te compenseren voor de meervoudige vangst van individuen.

De verblijftijd is gerelateerd aan de (locatie specifieke) barrièrewerking van de locatie. De gemiddelde verblijftijd wordt voor glasaal en driedoornige stekelbaars op een andere wijze meegenomen in de berekeningen vanwege het verschil in migratiegedrag. De glasaal migreert met name na zonsondergang. Voor de verblijftijd voor glasaal wordt dan ook aangehouden het gemiddeld aantal nachten van terugvangst volgend op de nacht na uitzet. Driedoornige stekelbaarzen migreren ook overdag, is gebleken uit een aantal experimentele daglicht-bemonsteringen uitgevoerd bij vispassage Halfweg (ongepubliceerde resultaten). De verblijftijd voor deze soort wordt in de berekeningen meegenomen als het gemiddeld aantal dagen na uitzet.

De berekening van de gemiddelde verblijftijd gebeurt door het gewogen gemiddelde te berekenen van het aantal nachten na de nacht volgend op de uitzet (glasaal) of dagen na de dag van uitzet (driedoornige stekelbaars) waarop de terugvangsten plaatsvinden. In de tekst wordt voor beide soorten onder verblijftijd verstaan het aantal dagen na uitzet.

De zwemsnelheid wordt voor beide soorten berekend door het delen van het aantal dagen van de terugvangst na uitzet door de overbrugde afstand. Hierbij worden de volgende afstanden gehanteerd:

- IJmuiden, Forteiland ('buiten') - Gemaal Halfweg: 18,0 km
- IJmuiden, Vogeleiland ('binnen') - Gemaal Halfweg: 15,4 km

3.5.3 Aanbodschatting IJmuiden

In deze studie is het aanbod van glasaal in IJmuiden op drie wijzen geschat. De drie benaderingen geven een indruk van de mate van onzekerheid van de schatting:

- a. Een aanbodschatting met gebruikmaking van de detectorvangsten in IJmuiden (C), de terugvangst daarbij van gemerkte dieren die in de Buitenhaven zijn uitgezet (R) en het aantal gemerkte glasalen dat is uitgezet in de Buitenhaven (M);
- b. Een aanbodschatting op basis van de omvang van de detectorvangsten langs het Noordzeekanaal en de vangsten bij de vispassages Halfweg en Overtoom tezamen (dus uitgezonderd de vangsten in de Buitenhaven) (C), de terugvangsten van gemerkte dieren aldaar die in de Buitenhaven zijn uitgezet (R) en de som van de bijbehorende aantallen gemerkte dieren (M);
- c. De derde wijze is gebaseerd op alle afzonderlijke berekeningen per locatie van het aanbod in IJmuiden op basis van de 'lokale' vangsten met een glasaaldetector en intreknetten bij Halfweg en Overtoom (C), het aantal teruggevangen gemerkte individuen afkomstig uit de Buitenhaven op die locatie (R) en de som van de bijbehorende aantallen gemerkte dieren (M). Deze wijze geeft een indruk van de variatie van de aanbodschattingen voor IJmuiden.

Het aanbod aan driedoornige stekelbaars is geschat aan de hand van de vangsten bij Halfweg.

3.5.4 Definitie vispassage-efficiëntie

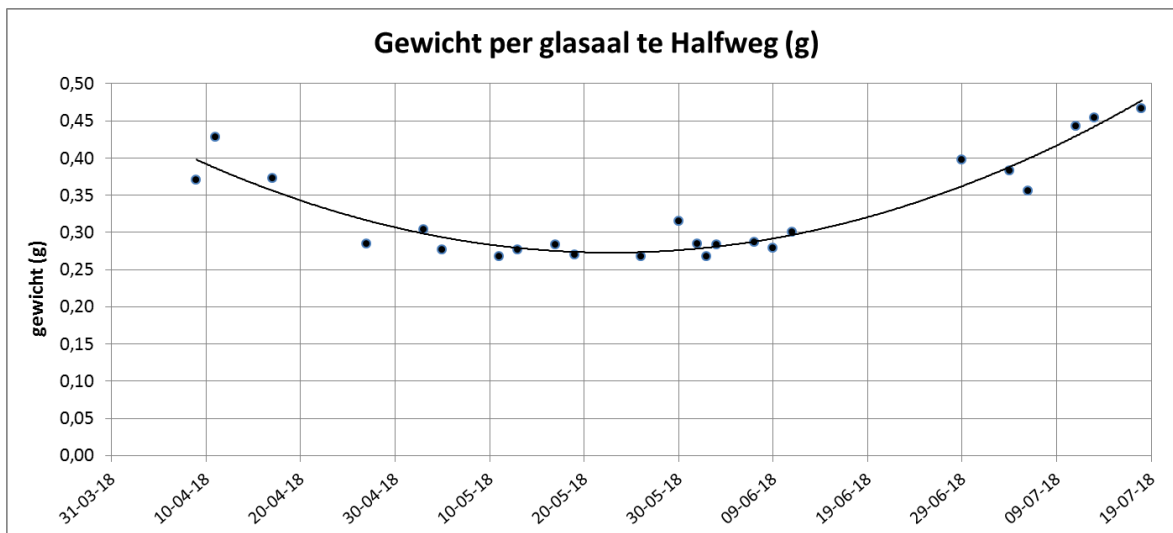
De efficiëntie van de vispassages bij Halfweg, Overtoom (glasaalgoot) en De Waker voor de intrek van glasaal wordt vastgesteld door meting van het percentage succesvolle passages van een batch gemerkte glasalen die lokaal is uitgezet. De passage-efficiëntie is afhankelijk van de vindbaarheid van de vispassage, de mogelijkheid deze in te zwemmen en succesvol te passeren.

3.5.5 Gewicht per glasaal

In veel gevallen was de vangst van glasaal te groot om alle individuen te tellen. In dat geval is het totale gewicht bepaald van de vangst. Gedurende de bemonsteringsperiode is op grond van de

vangsten bij Halfweg het gemiddelde gewicht per glasaal bepaald. Veelal door twee maal een groep van 200 stuks te wegen op een digitale weegschaal (Figuur 3-12). Het minimale stuksgewicht is gemeten eind mei, ca. 0,27 g, het hoogste stuksgewicht is gevonden aan het einde van de onderzoeksperiode half juni. Ook de vangsten gedaan in april hadden een hoog stuksgewicht.

Grotere vangsten in de detectoren en bij Halfweg zijn gewogen en omgerekend naar aantallen op basis van het gemiddelde gewicht per glasaal, zoals dit is vastgesteld bij Halfweg rond de dag van de vangst.



Figuur 3-12 Verloop van gemiddeld gewicht van glasaal gevangen bij de vispassage te Halfweg (zie voor de gegevens Bijlage 3)

4 Resultaten

4.1 Glasaal: resultaten per locatie

4.1.1 Overzicht

Tabel 2 geeft een overzicht van alle glasaalvangsten binnen het project. Deze is gevuld inclusief de interpolatie voor de neutrale vangsten bij Houtrakpolder, Halfweg en De Waker (ca. 20.000 exx.⁶). In totaal zijn binnen het programma ruim 737.000 glasalen gevangen. Van de vangsten was in totaal 2.447 gemerkt. Bijna tweederde van de glasaal is gevangen bij Halfweg, voornamelijk in de vispassage (62%, n=467.371 na interpolatie), gevolgd door Spaarndam (14%, n=109.630 met de detector) en Nauerna (6%, n=43.127 met de detector en kruisnet).

Tabel 2 Overzicht van de glasaalvangst met de diverse vangtuigen per locatie, en het aantal vangsten per kleurcodering. Oranje cel kleur geeft onderscheid in locatie. Afkortingen voor de diverse kleuren: r=rood, g=geel, b=blauw, o=oranje en BB=Bismarck Brown. Combinaties van meerdere tags per vis worden onderscheiden door een '/' vb. o/r = oranje-rood

[illegible]

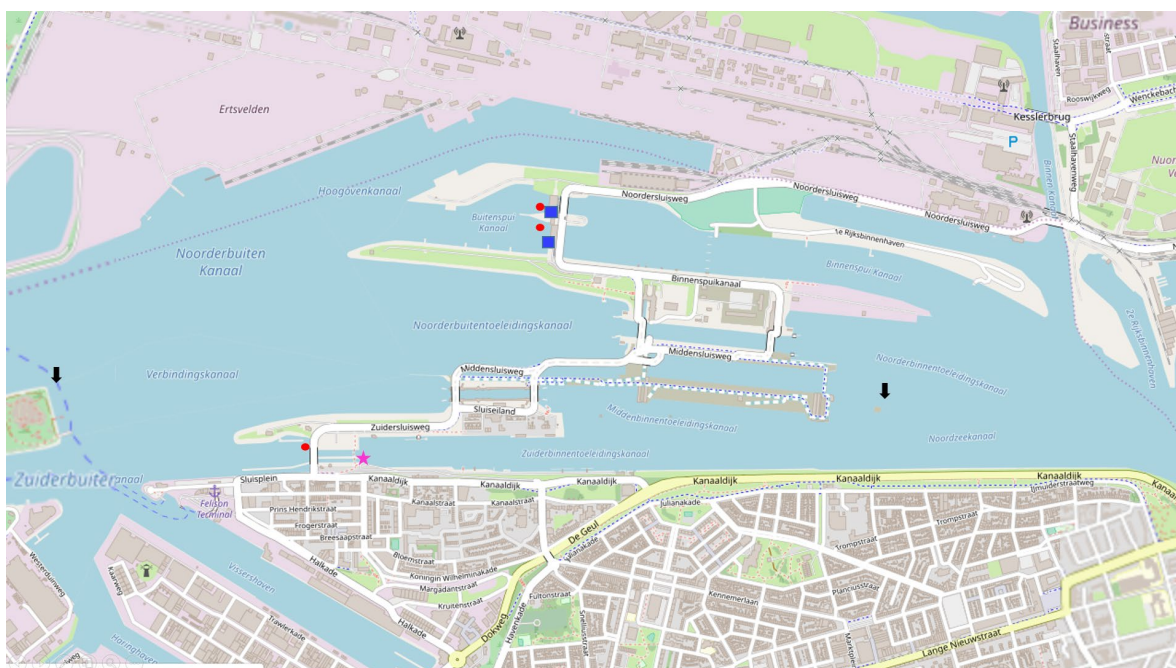
4.1.2 IJmuiden

Vangsten, afvoer en temperatuur

In de Buitenhaven van IJmuiden zijn drie detectoren geplaatst op 7 maart en deze hebben gefunctioneerd t/m 26 juni (Figuur 4-1). In totaal zijn met deze detectoren 24.822 glasalen gevangen (ongemerkte en terugvangsten). De meeste glasaal is gevangen bij het gemaal (62%), gevolgd door de spuisluis (28%) en de Zuidersluis (9%). Daarnaast is bij het spui/gemaal met het kruisnet en het schepnet ook glasaal gevangen: 11.078 stuks. In het doortreknet achter vispassage Kleine Sluis zijn

⁶ ex.=exemplaar, exx. = exemplaren

4.201 glasalen gevangen. Gedurende het onderzoek zijn meerdere terugvangsten van gemerkte glasaal gerapporteerd. In de Buitenhaven zijn teruggevangen: 71 Bismarck Brown, 19 oranje en 7 rood en 3 oranje-rood gemerkte glasalen (Tabel 2). Ook zijn 2 blauw en 1 blauw-geel gemerkte glasalen teruggevangen die waren uitgezet aan de binnenzijde van het sluizencomplex.



Figuur 4-1 Overzicht IJmuiden. ● = glasaal detector, ★ = monitoring vispassage, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uitzetlocatie

Het verloop van de vangsten bij het gemaal en het spuicomplex is vergelijkbaar, met een piek na de eerste week van mei (Figuur 4-2). Bij de detector bij de Zuidersluis is het verloop anders en is een -kleinere- piek waargenomen rond eind april. De gemiddelde afvoer via het gemaal en spuicomplex bij IJmuiden was over de periode maart-juni 2018 resp. 21 en 54 m³/s en het (vrij constante) uitwisselvolumen via de zeesluizen was 47 m³/s, samen gemiddeld 122 m³/s (Tabel 3).

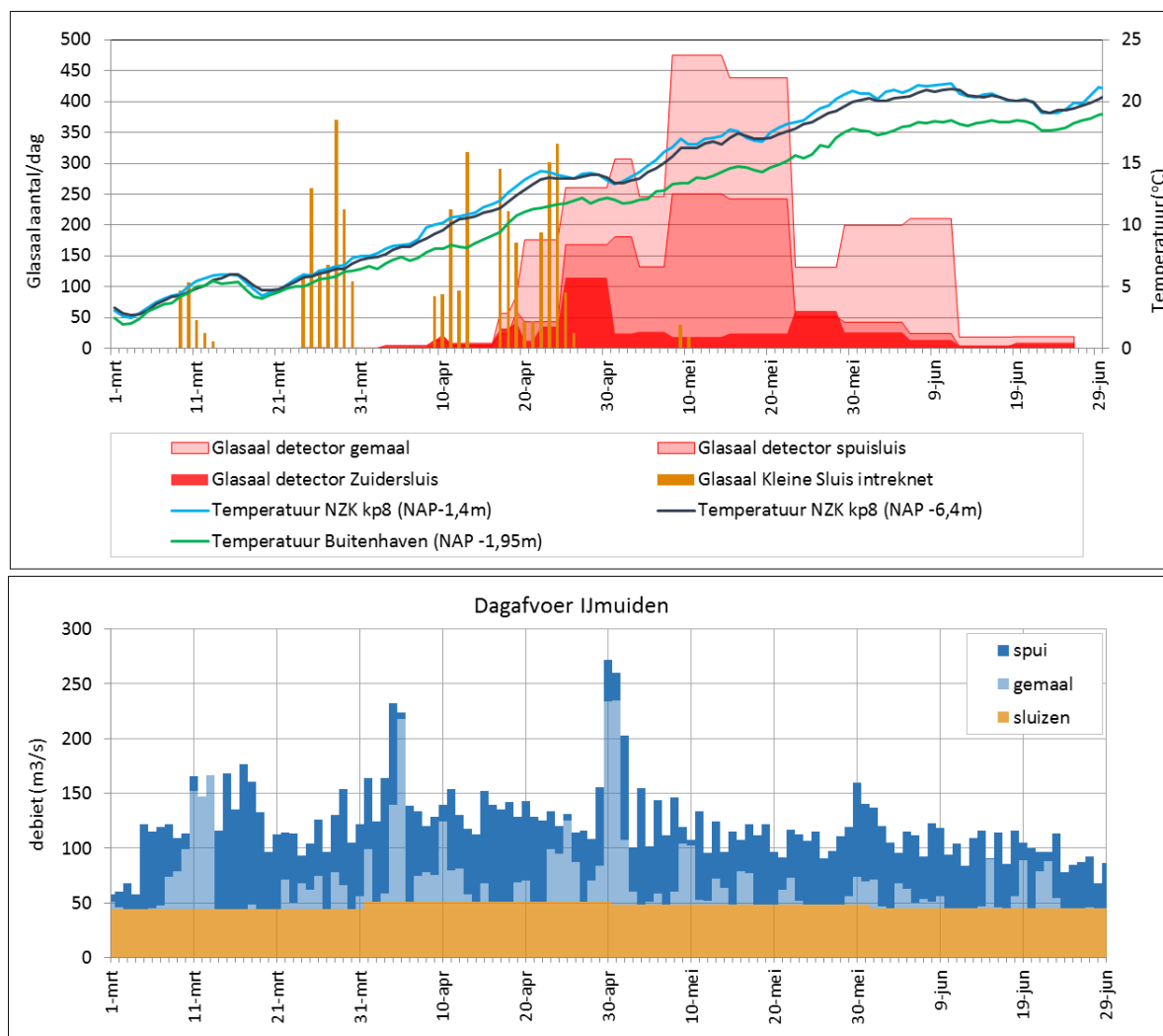
Tabel 3 Verdeling debieten bij IJmuiden in het voorjaar van 2018. Debieten schutsluizen betreffen het uitstromend uitwisselingsdebiet.

m ³ /s	Spui	Gemaal	Noordersluis	Middensluis	Kleine-/Zuidersluis	Totaal
maart	53,8	20,8	33,3	5,7	4,9	119
april	59,4	34,0	40,5	5,3	4,9	144
mei	56,1	18,9	37,9	5,5	5,1	124
juni	46,4	9,4	34,5	6,1	4,6	101
mrt-jun	53,9	20,8	36,6	5,7	4,9	122
%						
maart	45%	18%	28%	5%	4%	100%
april	41%	24%	28%	4%	3%	100%
mei	45%	15%	31%	4%	4%	100%
juni	46%	9%	34%	6%	5%	100%
mrt-jun	44%	16%	30%	5%	4%	100%

De eerste vangst in IJmuiden is gedaan in de nacht van 8 op 9 maart in het intreknet achter de Kleine Sluis (watertemperatuur Buitenhaven was die nacht tussen 3,5 en 4,4 °C). Op 23 maart zijn in de detectoren bij de Zuidersluis en het gemaal de eerste glasalen aangetroffen nadat deze sinds 14 maart niet meer waren geleegd. Uit de fuikbemonsteringen van de vispassage door de Kleine Sluis blijkt dat

al in maart glasaal in de Buitenhaven aanwezig was, terwijl de vangsten in de detectoren vanaf plaatsing op 7 maart tot in de eerste week van april verwaarloosbaar klein waren (Figuur 4-2)⁷.

Vanaf 7 maart tot 31 maart steeg de gemiddelde watertemperatuur in de Buitenhaven van 3,6 naar 6,5 °C. De eerste piek van vangsten in de detectoren, tussen 20 april en 2 mei, was bij een watertemperatuur tussen 11,1 en 12,2 °C. Vanaf toen werden glasalen in grotere aantallen gevangen. Tijdens de tweede piek tussen 8 mei en 22 mei was dit tussen 13,3 en 15,2 °C. De derde en laatste piek bij het gemaal was van 29 mei t/m 11 juni, bij een watertemperatuur tussen 17,3 en 18,5 °C (Figuur 4-2).



Figuur 4-2 De vangsten bij de drie detectoren in de Buitenhaven van IJmuiden en in het intreknet achter de Kleine Sluis, samen met de watertemperatuur in de Buitenhaven en op het Noordzeekanaal (daggemiddelden). De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. Daaronder de gemiddelde dagafvoer van spui, gemaal en het uitwisselingsdebiet van de zeesluizen (cumulatief).

Verblijftijd en uitspoelers

De vastgestelde verblijftijd in de Buitenhaven is maximaal 23 dagen (Tabel 4). De gemiddelde verblijftijd op basis van de detectorvangsten is gemiddeld 5,9 dagen en de mediaan is 3 dagen [n=46]. Voor de drie detectoren afzonderlijk is de gemiddelde verblijftijd: Zuidersluis: 4,8 dagen [n=29], spuisluizen: 12,3 dagen [n=2] en gemaal: 7,8 dagen [n=15]. Er zijn in totaal 3 gemerkte glasalen aan de buitenzijde in IJmuiden gevangen die aan de binnenzijde in IJmuiden zijn uitgezet: twee blauw gemerkte (0,3%) uitgezet op 16 april en teruggevangen op 24 april bij het gemaal (8

⁷ Waarschijnlijk het gevolg dat detectoren alleen actieve glasalen vangen. De glasalen moeten actief in de detector kruipen. Mogelijk was het water nog te koud om dit type gedrag te vertonen of was het merendeel van de glasalen nog 'passief' en vertrouwde op selectief getijgedrag. De vispassage is ingesteld dat deze passief met de stroom mee de sluiskolk in kunnen 'zwemmen'.

dagen) en op 7 mei bij de spuisluis (21 dagen) en van de blauw-geel gemerkte groep (uitgezet op 29 maart) is één exemplaar (0,3%) teruggevangen met het schepnet bij het gemaal op 18 april (20 dagen).

Tabel 4 Overzicht van terugvangsten met de diverse vangtuigen bij IJmuiden. De tabel geeft de terugvanglocatie, de kleurcode, uitzetlocatie, het aantal, het vangtuig, de uitzetdatum, de terugvangdatum en het aantal tussenliggende dagen weer.

Vangstlocatie	Merkcode	Uitzetlocatie	Aantal	Vangtuig	Uitzetdatum	Vangstdatum	Dagen
Zuidersluis	rood	IJ'den-buiten	1	detector	26-03-18	18-04-18	23
spui	blauw	IJ'den-binnen	1	detector	16-04-18	07-05-18	21
gemaal (zuid)	blauw geel	IJ'den-binnen	1	schepnet	29-03-18	18-04-18	20
Kleine Sluis	rood	IJ'den-buiten	1	intreknet	26-03-18	13-04-18	18
gemaal (zuid)	rood	IJ'den-buiten	2	kruis&schepnet	26-03-18	10-04-18	15
Kleine Sluis	rood	IJ'den-buiten	1	intreknet	26-03-18	09-04-18	14
Zuidersluis	rood	IJ'den-buiten	1	detector	26-03-18	08-04-18	13
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	2	intreknet	16-04-18	25-04-18	9
gemaal	blauw	IJ'den-binnen	1	detector	16-04-18	24-04-18	8
gemaal	Bismarck B	IJ'den-buiten	9	detector	16-04-18	24-04-18	8
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	1	intreknet	16-04-18	24-04-18	8
Zuidersluis	oranje	IJ'den-buiten	1	detector	16-04-18	21-04-18	5
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	1	intreknet	16-04-18	21-04-18	5
gemaal (zuid)	oranje	IJ'den-buiten	2	schepnet	16-04-18	19-04-18	3
Zuidersluis	oranje	IJ'den-buiten	2	detector	16-04-18	19-04-18	3
Kleine Sluis	rood	IJ'den-buiten	1	intreknet	26-03-18	29-03-18	3
gemaal	Bismarck B	IJ'den-buiten	2	detector	16-04-18	19-04-18	3
gemaal (zuid)	Bismarck B	IJ'den-buiten	3	kruisnet	16-04-18	19-04-18	3
gemaal (zuid)	Bismarck B	IJ'den-buiten	7	schepnet	16-04-18	19-04-18	3
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	3	intreknet	16-04-18	19-04-18	3
gemaal (zuid)	oranje	IJ'den-buiten	1	kruisnet	16-04-18	18-04-18	2
gemaal (zuid)	oranje	IJ'den-buiten	3	schepnet	16-04-18	18-04-18	2
Zuidersluis	oranje	IJ'den-buiten	5	detector	16-04-18	18-04-18	2
gemaal (zuid)	oranje rood	IJ'den-buiten	2	kruis&schepnet	08-04-18	10-04-18	2
gemaal	Bismarck B	IJ'den-buiten	1	detector	16-04-18	18-04-18	2
gemaal	Bismarck B	IJ'den-buiten	1	schepnet	16-04-18	18-04-18	2
gemaal (zuid)	Bismarck B	IJ'den-buiten	1	kruisnet	16-04-18	18-04-18	2
gemaal (zuid)	Bismarck B	IJ'den-buiten	12	schepnet	16-04-18	18-04-18	2
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	5	intreknet	16-04-18	18-04-18	2
Kleine Sluis	oranje	IJ'den-buiten	1	intreknet	16-04-18	17-04-18	1
Kleine Sluis	Bismarck B	IJ'den-buiten	2	intreknet	16-04-18	17-04-18	1

4.1.3 Aagtendijk

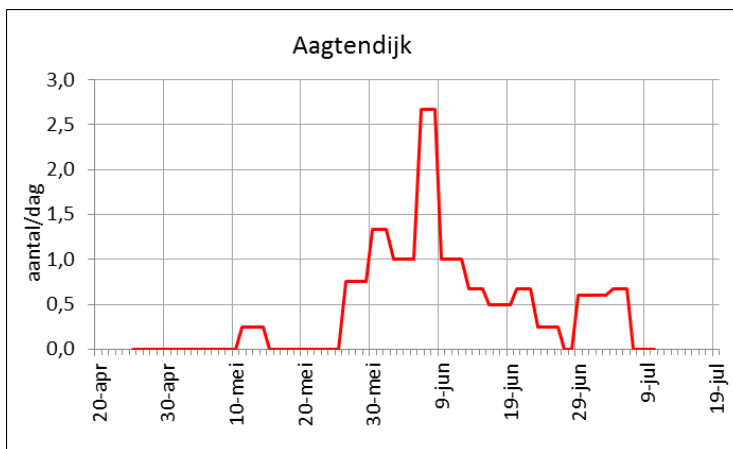
Bij Aagtendijk is gevestigd met een kruisnet, een schepnet en een detector (Figuur 4-3). Op verzoek van HHNK, is de detector op een andere locatie geplaatst dan waar het kruisnetten programma heeft plaatsgevonden. Reden hiervoor was dat bij HHNK de vraag of de glasalen een weg kunnen vinden door duikers en ondergrondse systemen, prioriteit had. Dit met het oog op het eventueel realiseren van een migratieroute richting het Liniekanaal. De ligging van de detector was in de noordoosthoek van het watersysteem achter de Beverwijkse Bazaar. Op die plek is sprake van een lichte stroming in noordelijke richting via de inlaat naar het Liniekanaal. De detector heeft vanwege afstemmingsproblemen met een naburige eigenaar (en stroomleverancier) minder lang gefunctioneerd dan op de andere locaties het geval was, en is 25 april in werking gesteld. De detector heeft tot en met 10 juli gefunctioneerd (Figuur 4-4). In het kruisnettenprogramma zijn op de kruisnet/schepnet locatie in totaal 930 glasalen gevangen en in het schepnet 2.307 glasalen. In de detector zijn 36 glasalen gevangen.

Op 25 april zijn 250 geel-geel-blauw gemerkte glasalen uitgezet bij de kruisnetlocatie. Deze glasalen waren afkomstig van gemaal Halfweg en hadden dus een andere "oorsprong" dan de niet gemerkte glasalen. Van deze gemerkte glasalen is met behulp van een kruisnet op vrijdagavond 27 april 1 exemplaar teruggevangen. Op die avond zijn in totaal 60 glasalen met het schepnet gevangen en 18 in het kruisnet. Op basis van deze enkele terugvangst kan echter geen betrouwbare uitspraak worden gedaan over het aanbod of over de verblijftijd. In de detector, bij het fort, zijn geen gemerkte glasalen teruggevangen. De eerste vangst was tussen 11 en 14 mei en zette in juni en juli door met een piek in de eerste helft van juni.

Elders in het gebied zijn drie van de geel-geel-blauw gemerkte glasalen teruggevangen, nl. bij de vispassage te Halfweg: 2 exx. op 5 mei en 1 ex. op 12 mei, respectievelijk 10 en 17 dagen na uitzet. De afstand tussen Aagtendijk en Halfweg is ca. 13.600m. De minimale zwemsnelheid komt neer op resp. 1.360 en 800 m/dag. Bij Aagtendijk is één glasaal gevangen, die uitgezet is in de Buitenhaven van IJmuiden (blauw rood). De afvoer vanuit het gebied gebeurt onder vrij verval en wordt niet gemeten.



Figuur 4-3 Overzicht Aagtendijk. • = glasaal detector, ■ = kruisnetlocatie en schepnet locatie, ↓ = uitzetlocatie



Figuur 4-4 Dagvangsten in de detector bij Aagtendijk (fort). De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd, waarbij de totaal vangst is gedeeld over het aantal dagen CPUE = n/dag . De start van de monitoring vond plaats op 25 april. Toen zijn ook 250 gemerkte glasalen uitgezet. Er zijn geen terugvangsten gedaan in de detector.

4.1.4 Spaarndam

Bij Spaarndam is uitsluitend gevist met een detector (Figuur 4-5), die heeft gefunctioneerd van 20 maart tot en met 17 juli. In de detector zijn 109.630 glasalen gevangen. Op 2 mei zijn 255 oranje-oranje-rood gemerkte glasalen uitgezet op ca. 290m ten noorden van de detector. Deze glasalen waren lokaal gevangen bij Spaarndam. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 124 exemplaren teruggevangen in de detector.



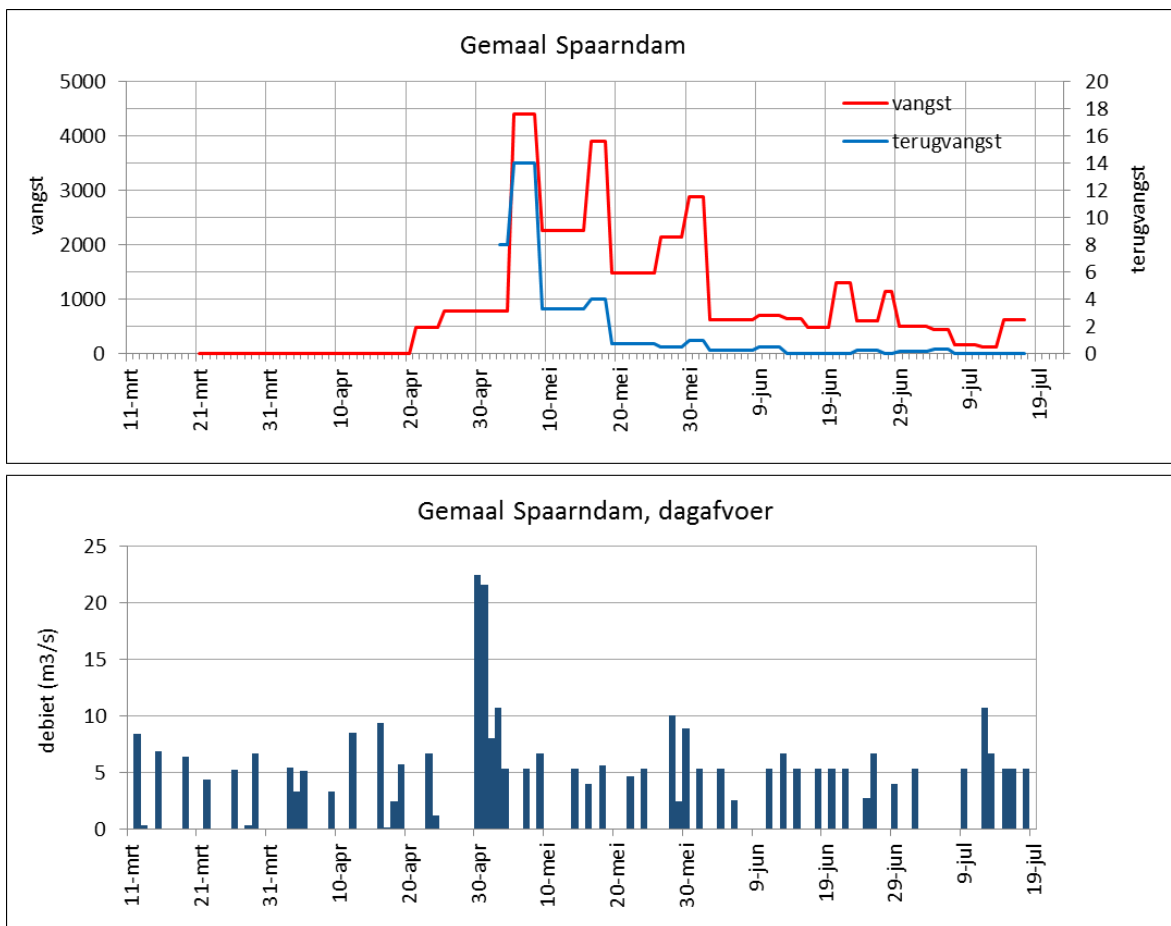
Figuur 4-5 Overzicht Spaarndam. ● = glasaal detector, juist ten noorden van het gemaal, ↓ = uitzetlocatie

Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 119 dagen gevist (Figuur 4-6). Dat leverde gemiddeld een vangst op van 922 glasalen per dag. De piek van de vangst ligt in de eerste twintig dagen van mei. Begin juni waren de vangsten aanzienlijk lager. De laatste terugvangst is 65 dagen na uitzet teruggevangen (6 juli). De gemiddelde verblijftijd van glasaal is vastgesteld op 10,1 dagen. Het totale aanbod is berekend op 224.270 glasalen (SD 51.638). Het geschat aantal teruggevangen lokaal gemerkte individuen is gelijk aan de terugvangst gedeeld door het gemiddeld aantal nachten voor terugvangst (=verblijftijd min 1): ca. 14 exx. Wat overeenkomt met 5,4% van de lokale uitzet. In deze benadering wordt rekening gehouden met dubbelvangsten.

Op 24 mei (22 dagen na uitzetting) is 1 van de bij Spaarndam gemerkte glasalen teruggevangen bij Halfweg. De vispassage is ca. 11km verwijderd van de uitzetlocatie bij Spaarndam. De minimale zwemsnelheid van deze glasaal was 500 m/dag. Bij Spaarndam zijn 20 glasalen uit IJmuiden met een VIE-tag merk gevangen, 2 Bismarck Brown-alen en 2 alen met de merkcode van Houtrakpolder.

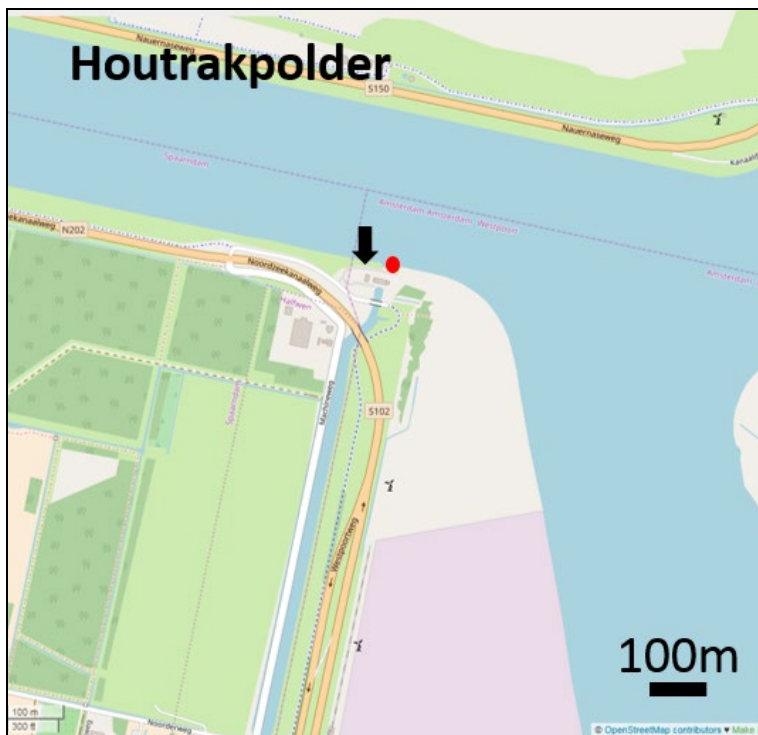
De eerste piek in de vangsten komt vlak na een hoge afvoer op 30 april en 1 mei. Het kan zijn dat deze vangstpiek is vertraagd door de onbereikbaarheid van de vispassage, en/of juist hierdoor getriggerd. De terugvangsten vertonen eenzelfde patroon.



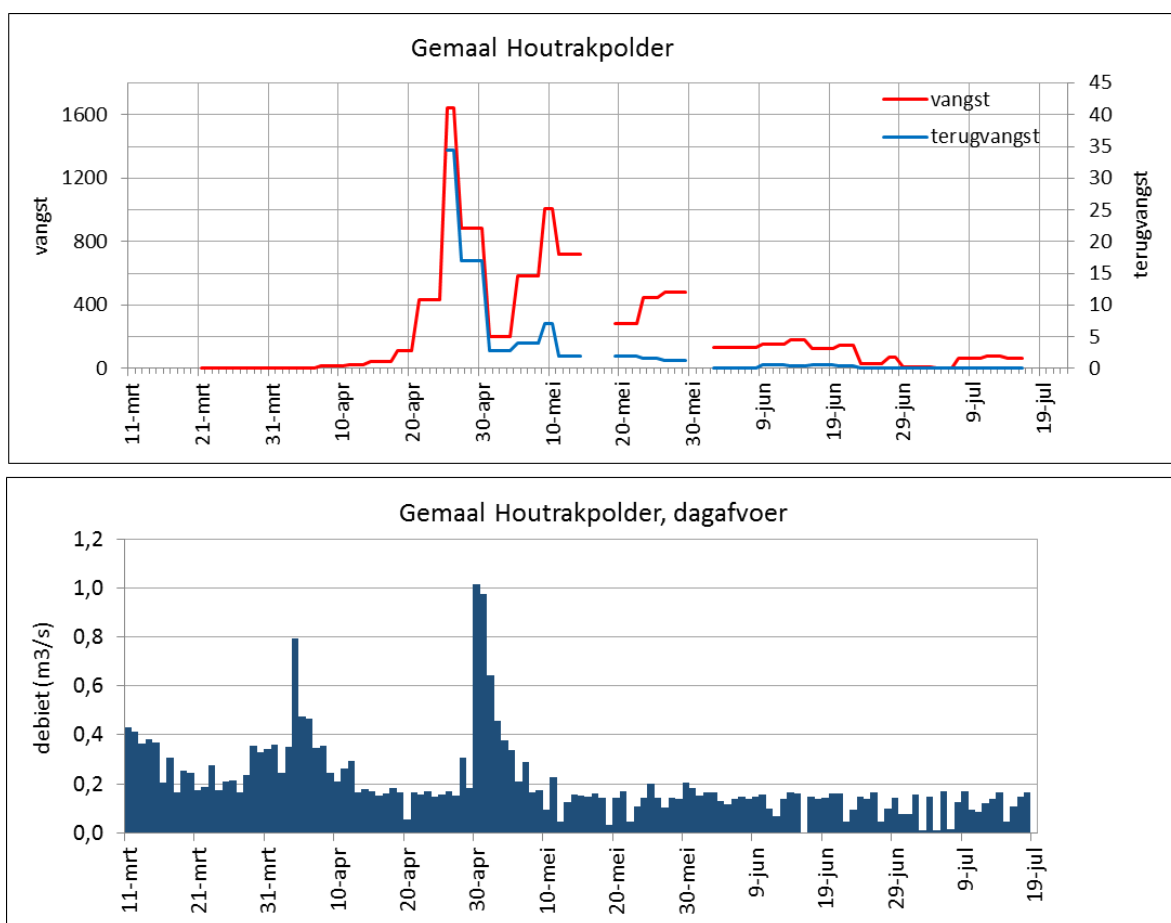
Figuur 4-6 Bovenste grafiek: dagvangsten in de detector bij Spaarndam. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 20 maart. Op 2 mei zijn 255 glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft het verloop weer van de dagelijkse afvoer van het gemaal.

4.1.5 Gemaal Houtrakpolder

Bij Gemaal Houtrakpolder is uitsluitend gevist met een detector, in de uitstroom van het gemaal (Figuur 4-7). De detector heeft gefunctioneerd van 20 maart tot en met 16 juli, afgezien van twee korte perioden met een mankement (Figuur 4-8). In de detector zijn 26.694 glasalen gevangen. Op 24 april zijn 250 blauw-blauw-geel gemerkte glasalen uitgezet op een afstand van ca. 50m ten westen van de detector langs de kanaaloever. Deze glasalen waren lokaal gevangen in de detector. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn in totaal 210 exemplaren teruggevangen in de detector.



Figuur 4-7 Overzicht gemaal Houtrakpolder. • = glasaal detector ↓ = uitzetlocatie



Figuur 4-8 Bovenste grafiek: dagvangsten in de detector bij Gemaal Houtrakpolder. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 20 maart. Op 24 april zijn 250 gemerkte glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft het verloop weer van de dagelijkse afvoer van het gemaal.

Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 111 dagen gevist en werd een vangst van gemiddeld 240 glasalen per dag gerealiseerd. Echter, gedurende twee perioden van in totaal 7 dagen bleek de detector buiten werking door vandalisme of andere oorzaak (15 mei – 18 mei en 30 mei – 1 juni). Tijdens deze perioden kon geen glasaal worden verzameld. Voor de berekeningen zijn de vangsten en terugvangsten in deze relatief korte perioden geïnterpoleerd. De laatste week van maart zijn de eerste glasalen gevangen en rond 20 april liepen de vangsten op. De piek van de vangst lag rond 25 april, en een tweede piek is zichtbaar rond 10 mei. Begin juni waren de vangsten lager. De laatste terugvangst is 59 dagen na uitzetting teruggevangen (22 juni). De gemiddelde verblijftijd van glasaal op deze locatie is vastgesteld op 9,8 dagen. Het aanbod is berekend op 32.274 glasalen (SD 5.667). Het aantal teruggevangen gemerkte individuen is, rekening houdend met de verblijftijd, 24 exx., wat overeenkomt met 9,5% van de uitzet.

Gemerkte glasalen die zijn uitgezet bij Houtrakpolder zijn ook teruggevangen bij de vispassage te Halfweg (6 stuks, 5, 10, 10, 12, 13 en 15 dagen na uitzet), de detector bij Nauerna (5 stuks, 2, 2, 7, 10 en 28 dagen na uitzet) en in de detector bij Spaarndam (2 stuks, 10 en 45 dagen na uitzet). Omdat de detector niet dagelijks geleegd werd, is de minimale gemiddelde zwemsnelheid bepaald (dag van vangst). Voor de glasalen richting Halfweg is de zwemsnelheid 393-1.180 m/dag (617 m/dag gemiddeld), voor Nauerna 64-900 m/dag (460 m/dag gemiddeld) en voor Spaarndam 122-550 m/dag (336 m/dag gemiddeld). Hierbij is gerekend met een afstand van 5.900m (Halfweg), 1.800m (Nauerna) en 5.500m (Spaarndam).

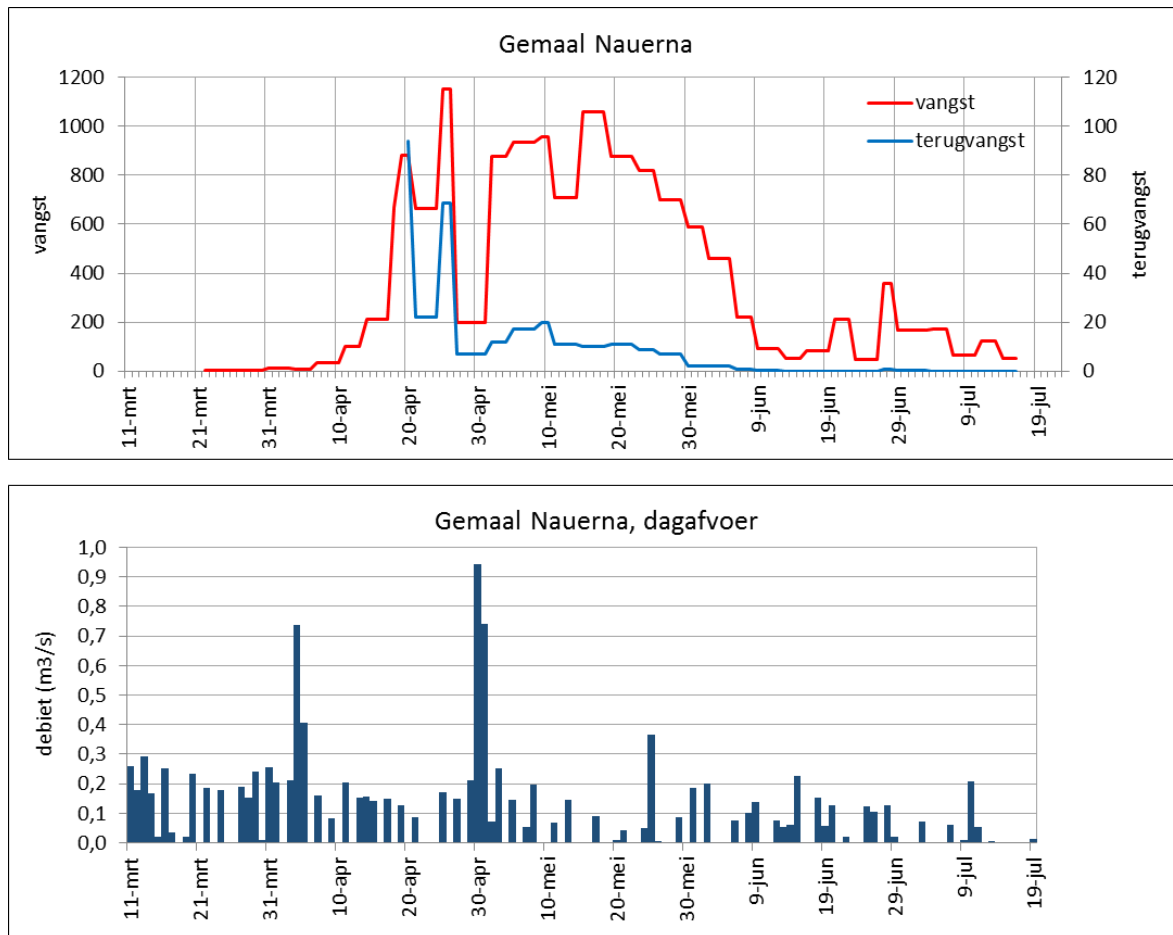
Van 30 april tot 4 mei is een afvoerpiek te zien. De piek valt samen met een dip in de vangsten in de detector. Mogelijk dat door de hoge afvoer de glasalen de detector tijdelijk niet goed hebben kunnen bereiken. Dat het patroon van de terugvangsten het patroon van de vangsten volgt ondersteunt dit.

4.1.6 Gemaal Nauerna

Bij gemaal Nauerna is zowel gevist met een detector als met een kruisnet (Figuur 4-9). De detector was geplaatst in de uitstroom van het gemaal en heeft gefunctioneerd van 21 maart tot en met 16 juli. In de detector zijn 42.663 glasalen gevangen en in het kruisnet 464 stuks. Op 19 april zijn 254 rood-rood gemerkte glasalen (M) uitgezet op ca. 100m van de detector ter hoogte van de loopbrug over het water. Deze glasalen waren lokaal gevangen in de detector. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 698 exemplaren (R) in de detector teruggevangen (dus relatief veel dubbelvangsten) en 6 stuks met het kruisnet, respectievelijk op 20 april (4 stuks, 1 dag na uitzet) en op 17 mei (2 stuks, 28 dagen na uitzet).



Figuur 4-9 Overzicht Nauerna. ● = glasaal detector, ■ = kruisnetlocatie en schepnet locatie, ↓ = uitzetlocatie



Figuur 4-10 Vangsten in de detector bij gemaal Nauerna. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 21 maart. Op 19 april zijn 254 gemerkte glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft de dagelijkse afvoer van gemaal Nauerna weer.

Aanbodsschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 117 dagen gevist en is een vangst gerealiseerd van gemiddeld 367 glasalen per dag. Vanaf 18 april is een stijging te zien in de glasaal vangsten, met een piek rond 25 april (Figuur 4-10). De laatste terugvangst is 75 dagen na uitzet (3 juli). De gemiddelde verblijftijd van glasaal op deze locatie is vastgesteld op 15,1 dagen. De aanbodberekening komt neer op 15.310 glasalen (SD 1.861). Het aantal teruggevangen gemerkte individuen is, rekening houdend met de verblijftijd, 50 exx., wat overeenkomt met 19,5% van de uitzet.

Op 20 april zijn 4 lokaal gemerkte glasalen teruggevangen met het kruisnet (op een totaal van 53 stuks). In de detector zijn op deze locatie 5 glasalen gevangen die bij Gemaal Houtrakpolder zijn gemerkt, evenals 1 exemplaar afkomstig van Gemaal Overtoom. 18 met VIE-tag gemerkte alen afkomstig van IJmuiden zijn in de detector bij Nauerna teruggevangen, evenals 12 exx. Bismarck Brown. Bij Nauerna uitgezette gemerkte glasalen zijn niet elders langs het Noordzeekanaal aangetroffen.

De afvoerpiek op 30 april en 1 mei lijkt zich ook op deze locatie te weerspiegelen in een lage vangst in de periode 27 april-1 mei. Dit is een interpolatie van de bemonstering op 1 mei. Opvallend is dat de terugvangsten een vergelijkbaar patroon volgen als van de totale vangst. Dit wijst er op dat de glasaal zich niet altijd in de buurt van de detector bevindt, wat deels te maken kan hebben met de afvoer van het gemaal.

4.1.7 Gemaal Halfweg

Bij Halfweg is zowel met het kruisnet, schepnet als met een fuik achter de vispassage gevist (Figuur 4-11) en niet met een detector. De bemonsteringen zijn hier het vroegst gestart van alle locaties, nl. op 22 januari. Van 29 maart t/m 15 juni hebben de bemonsteringen achter de vispassage dagelijks plaatsgevonden. Achter de vispassage zijn gevangen 454.967 glasalen, waarvan 673 gemerkte (VIE-tag plus Bismarck Brown). Tevens zijn 264 glasalen met een kruisnet gevangen en 1.836 met een schepnet, waarvan 8 gemerkte. In totaal zijn dus 457.067 glasalen gevangen bij Halfweg.

Op 24 april zijn 507 blauw-blauw gemerkte glasalen uitgezet ca. 60m van de ingang van de vispassage langs de oever (west). Deze glasalen waren lokaal gevangen achter de vispassage te Halfweg. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn er 396 teruggevangen achter de vispassage (79%). Gedurende de proef zijn 4 blauw-blauw gemerkte glasalen door kruisnetters in de boezem uitgezet na de vangst in een schepnet en onttrokken uit de proef ($M=503$ voor formule 1 en 2).

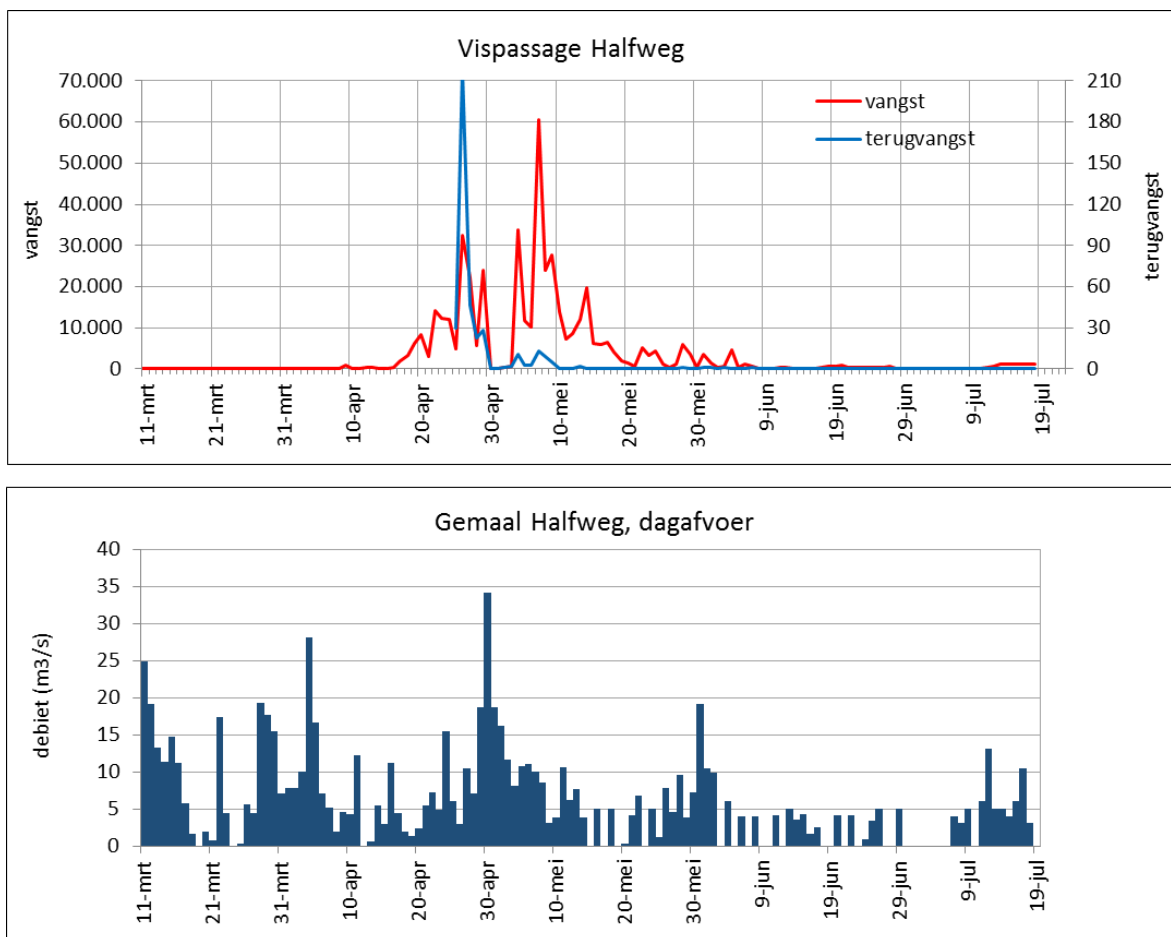


Figuur 4-11 Overzicht Halfweg. ★ = monitoring vispassage, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uitzetlocatie

Aanbodsschatting, verblijftijd en gedrag

Vanaf half april is een stijging in de glasaalvangsten te zien (Figuur 4-12). De eerste piek in de vangst ligt rond 25 april, en op 7 mei is een piekvangst verricht van ca. 60.000 glasalen. Vanaf dan lopen de vangsten terug tot begin juni. De lage vangsten, ook van gemerkte exemplaren, in de periode 30 april-3 mei corresponderen met een periode waarbij alle vijzels van het gemaal langdurig zijn ingezet. De toegang tot de vispassage is gelegen in de uitstroom van het gemaal, waardoor bij volle inzet van het gemaal de alen de vispassage mogelijk niet kunnen bereiken. Opvallend is dat na de periode met verminderde passage, mogelijk als gevolg van een verhoogde afvoer, de vangsten wat hoger lijken te zijn, mogelijk een gevolg van ophoping. Dit is het geval op 26 april, 4 mei en 7 mei. Omdat de vispassage een lange periode dagelijks is geleege, is dit effect op deze locatie te zien.

Binnen 5 dagen waren 344 lokaal gemerkte glasalen achter de passage gevangen (68%), wat uiteindelijk opliep tot 396 exemplaren. De laatste terugvangst is 40 dagen na uitzet (3 juni). In het kruisnet en schepnet zijn ook 4 gemerkte blauw-blauw glasalen gevangen. Er zijn geen blauw-blauw gemerkte glasalen elders in het studiegebied gevangen. Wel zijn bij Halfweg achter de vispassage 12 gemerkte alen gevangen afkomstig van andere locaties in het Noordzeekanaal (Aagtendijk: 3, Spaarndam: 1, Gemaal Houtrakpolder 6, Overtoom: 1 en Wilhelminasluis: 1) en nog 265 bij IJmuiden gemerkte glasalen, waarvan 63 met Bismarck Brown gemerkte alen.

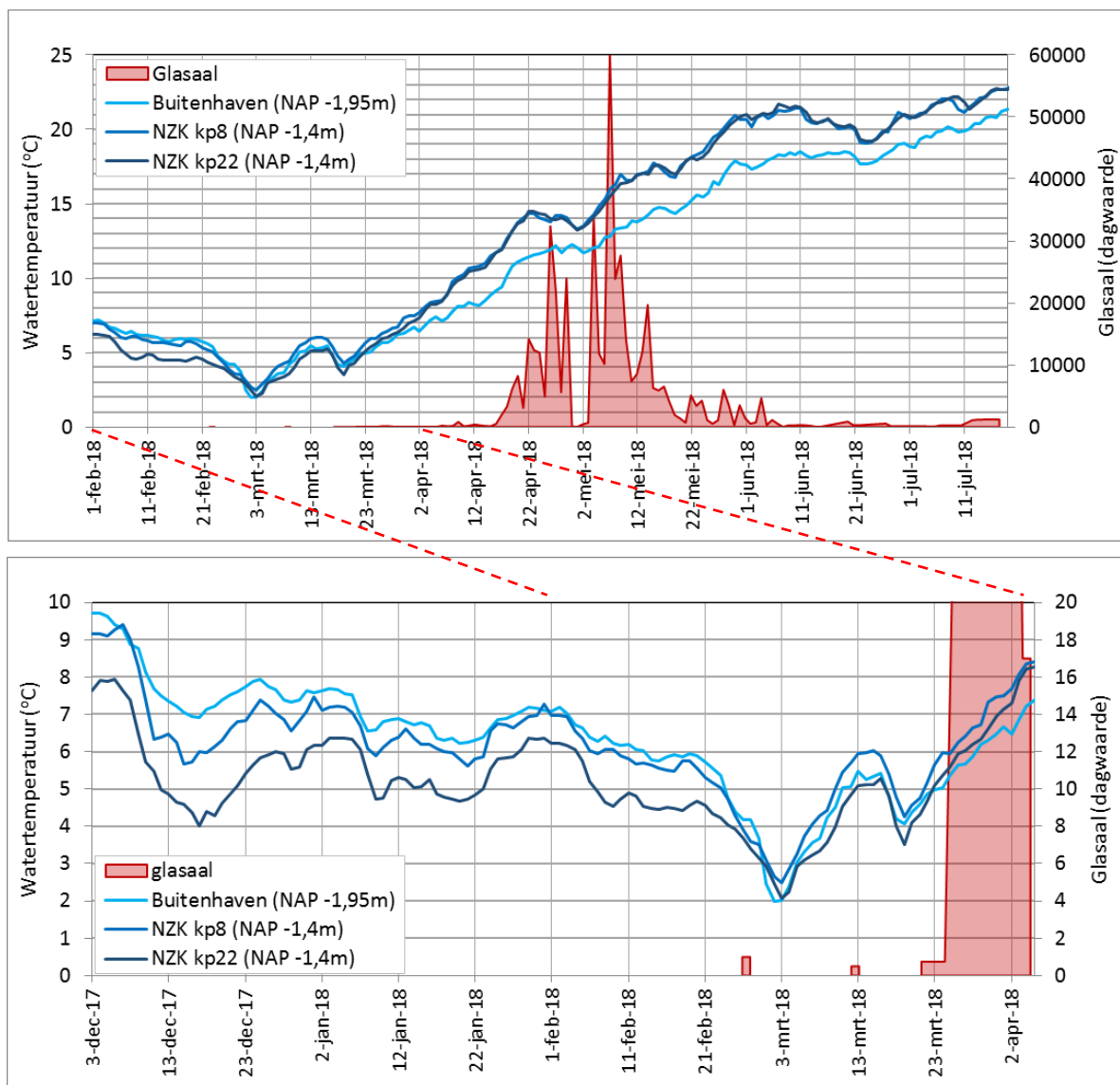


Figuur 4-12 Vangsten in vispassage bij Halfweg. De start van de monitoring vond plaats op 22 januari en was van 29 maart t/m 15 juni dagelijks. Op 24 april zijn 507 gemerkte glasalen uitgezet (start blauwe lijn in bovenste grafiek). De onderste grafiek geeft de dagelijkse afvoer van gemaal Halfweg weer.

Gezien de hoge passage effectiviteit van 79% van de vispassage, is het aannemelijk dat een groot deel van de glasalen die met het schepnet voor de vispassage zijn gevangen en overgezet naar de boezem, uiteindelijk door de passage zouden zijn getrokken. Dit deel is voor de berekening van het aanbod en passage-efficiëntie opgeteld bij de fuikvangsten. Bovendien heeft nog een interpolatie plaatsgevonden van de fuikvangsten na 15 juni, toen deze niet meer dagelijks plaatsvonden. Dit betekent dat er glasaal ongezien de passage zijn gepasseerd. Voor de aanbodschatting is gerekend met een terugvangst van 399 exx. $(396 + 79\% \cdot 4 \text{ exx.})$ (R) en een totaalvangst van 466.037 alen (C). Dit cijfer is opgebouwd uit 454.294 (fuikvangst niet-lokaal-gemerkte alen) + 1.439 $(79\% \cdot 1828)$ + 10.304 (interpolatie vangsten na 15 juni). Het aanbod bij Halfweg is op deze wijze berekend op 591.649 glasalen (SD 13.605). De gemiddelde verblijftijd is vastgesteld op 4,1 dagen.

Watertemperatuur

De eerste glasalen van het onderzoek (2 exx.) werden bij de vispassage van Halfweg gevangen op 23 februari bij een temperatuur van gemiddeld 5,0 °C (NZK kp8, 1 m diepte) (Figuur 4-13). De eerste groep glasalen uitgezet in de Buitenhaven, rood op 26 maart, heeft de 18 km naar Halfweg overbrugd in 34 dagen bij een gemiddelde temperatuur van 10,4 °C op het NZK (kp8, 1m diep)(zie par. 4.2.3). De glasalen, gevangen op 23 februari zullen er langer over gedaan hebben gezien de lagere watertemperatuur, zodat ze de zeesluizen zijn gepasseerd niet later dan half januari. In januari was de watertemperatuur in de Buitenhaven vrij hoog: gemiddeld 6,5 °C en op 1 januari zelfs 7,5 °C.



Figuur 4-13 De watertemperatuur en glasaal-intrek vispassage Halfweg. Onderste grafiek is een uitsnede van het begin van het intrekseizoen. Start van de monitoring was op 22 januari 2018 en de eerste glasaalvangst was op 23 februari.

4.1.8 Gemaal Overtoom

Bij Overtoom is zowel gevestigd met een net achter de passage (aalgoot) als met een kruisnet voor het gemaal (Figuur 4-14). In de passage zijn in totaal 8.342 glasalen gevangen. Op 2 mei zijn 216 blauw-rood-blauw gemerkte glasalen (M) uitgezet op ca. 10m van de ingang van de glasaalgoot. Deze glasalen waren lokaal gevangen achter de passage. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 36 individuen teruggevangen (R) in de glasaalgoot. Met de kruisnetmonitoring zijn 11 blauw-rood-blauw gemerkte glasalen gevangen op een vangst van in totaal 800 stuks. Ook bij het nabijgelegen Gemaal Westzanerpolder is de kruisnetmonitoring uitgevoerd en daar is op 4 juni een rood-blauw gemerkte glasaal gevangen. Deze was afkomstig van IJmuiden-binnen en daar 67 dagen eerder uitgezet op 29 maart.



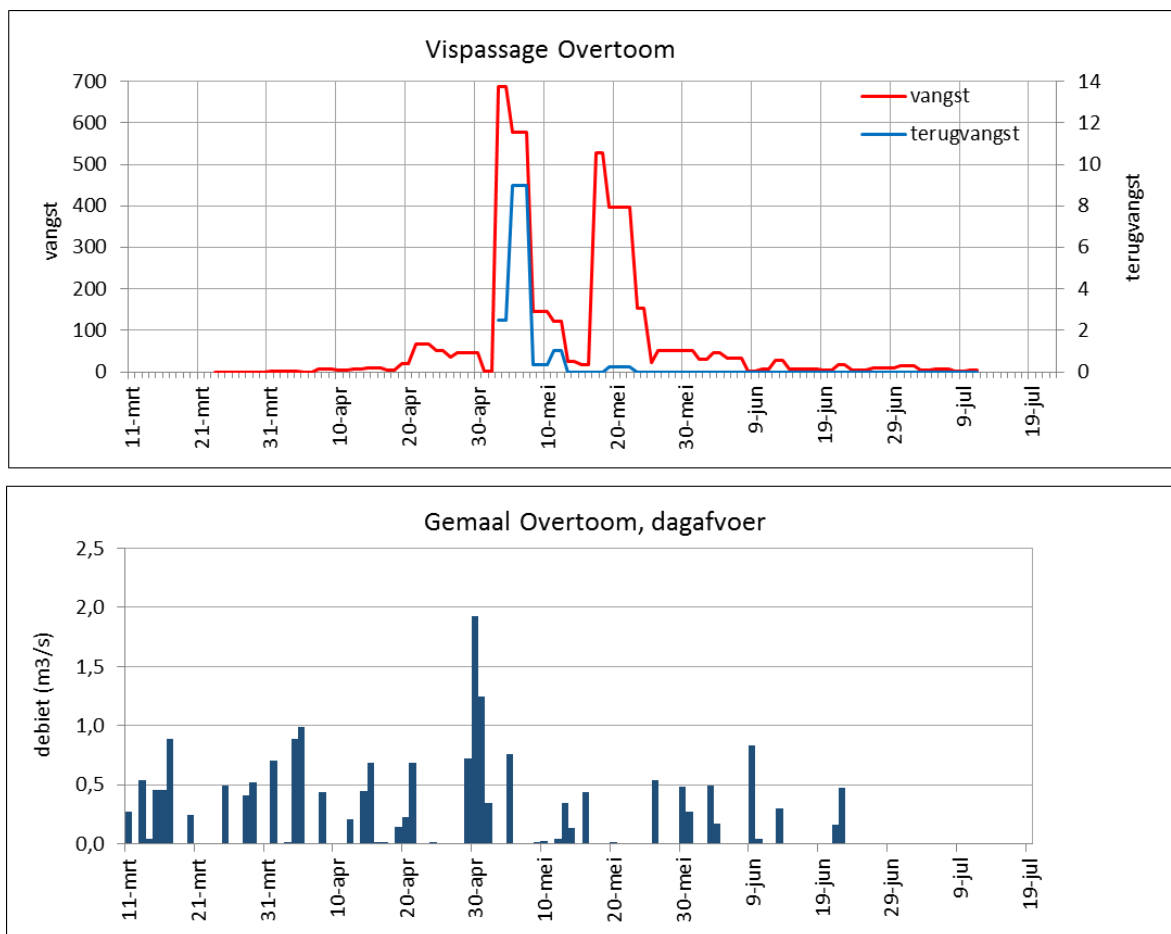
Figuur 4-14 Overzicht gemaal Overtoom. ★ = monitoring vispassage, ■ = kruisnetlocatie Gemaal Overtoom, ■ = kruisnetlocatie Gemaal Westzanerpolder, ↓ = uitzetlocatie

Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

Het aanbod is berekend op 48.719 exx. (SD 7.182). Hierbij is gerekend met 216 gemerkte (M), en 36 terugvangsten op een totaal van 8.307 glasalen. De gemiddelde verblijftijd aan de buitenkant is vastgesteld op 4,4 dagen met een maximale verblijfsduur van 20 dagen. De passage-effectiviteit van de vispassage is vastgesteld op 16,7% (36 terugvangsten op 216 gemerkte exemplaren).

Op 22 mei (20 dagen na uitzet) is bij Nauerna, op een afstand van 3.700m, één van de bij Overtoom gemerkte glasalen teruggevangen. Deze had een minimale zwemsnelheid van 185 m/dag en op 18 juli (77 dagen na uitzet) is bij Halfweg, op een afstand van 4.900m één van de bij Overtoom gemerkte glasalen teruggevangen. Deze had een minimale zwemsnelheid van 64 m/dag. Bij Overtoom zijn geen alen aangetroffen die elders op het Noordzeekanaal zijn gemerkt.

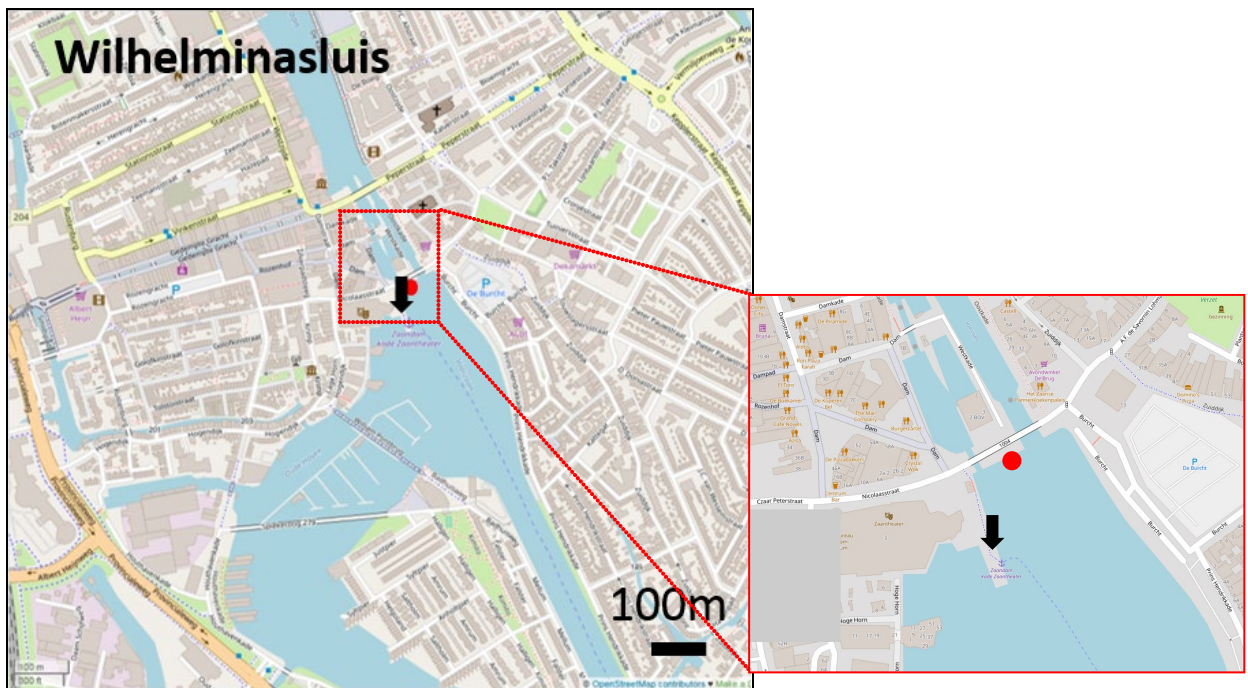
Het patroon van de vangsten kent twee pieken: op 7 mei en op 22 mei 2018 (Figuur 4-15). Wellicht dat de start van de eerste piek wat is opgehouden door de hoge afvoeren van het gemaal op 30 april en 1 mei. In de ochtend van 2 mei is slechts 1 glasaal achter de vispassage gevangen na 2 nachten vangen.



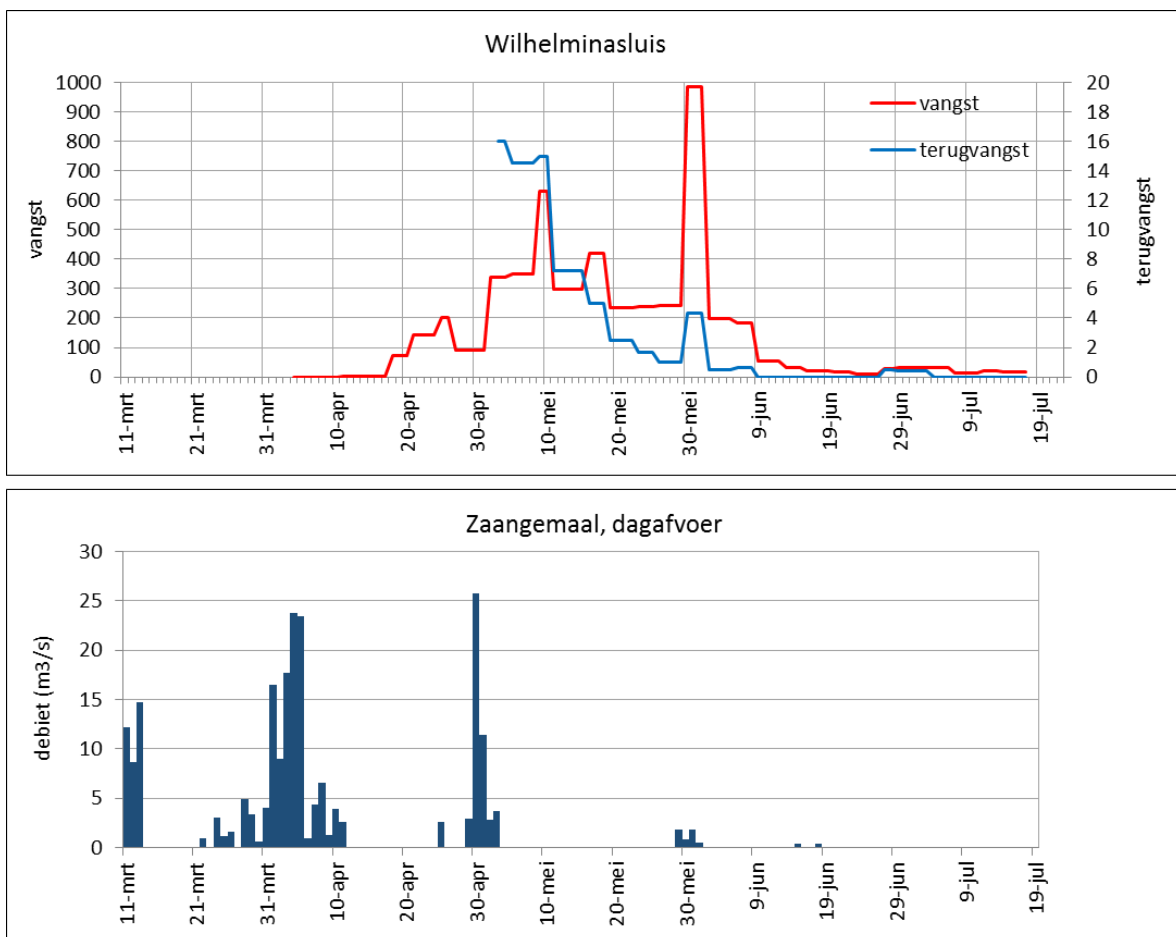
Figuur 4-15 Vangsten in vispassage bij Overtoom. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. Op 2 mei zijn 216 gemerkte glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft de dagelijkse afvoer van gemaal Overtoom weer.

4.1.9 Wilhelminasluis

Bij Wilhelminasluis is uitsluitend gevist met een detector, die was geplaatst aan de westzijde van de sluis, naast de uitstroom van het Zaangemaal (Figuur 4-16). De detector heeft gefunctioneerd van 3 april t/m 17 juli. In de detector zijn 15.974 glasalen gevangen. Op 2 mei zijn 250 oranje-oranje-geel gemerkte glasalen uitgezet op ca. 40m van de detector langs de oever bij het Zaantheater. Deze glasalen waren lokaal gevangen bij de Wilhelminasluis. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 210 exemplaren teruggevangen in de detector.



Figuur 4-16 Overzicht Wilhelminasluis/Zaangemaal. • = glasaal detector, ↓ = uitzetlocatie



Figuur 4-17 Vangsten in de detector bij de Wilhelminasluis. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 3 april. Op 2 mei zijn 250 gemerkte glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft de dagelijkse afvoer van het naastgelegen Zaangemaal weer.

Aanbodsschatting, verblijftijd en gedrag

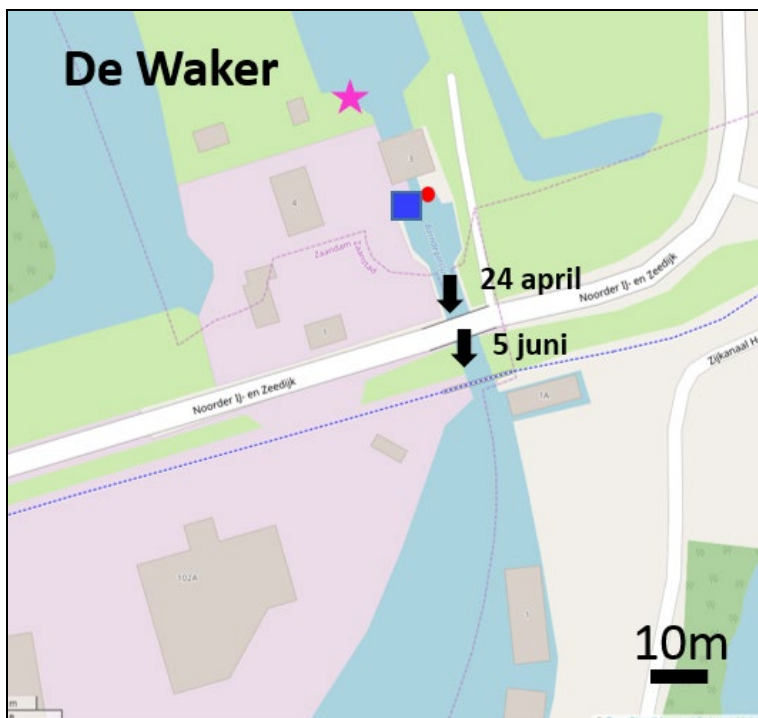
In totaal heeft de detector 104 dagen gevist en is een vangst van 154 glasalen per dag gerealiseerd. Vanaf 2 mei is een stijging te zien in de glasaalvangsten, met een piek rond 9 mei en 30 mei (Figuur 4-17). De laatste terugvangst is 91 dagen na uitzet (3 juli). De gemiddelde verblijftijd van glasaal is vastgesteld op 10,7 dagen. Het totaalaanbod is berekend op 18.753 glasalen (SD 3.506). Rekening houdend met de verblijftijd zijn van de lokaal gemerkte glasalen 22 individuen teruggevangen, wat neerkomt op 8,7% van de uitgezette dieren.

Op 10 mei (na 8 dagen) is één op deze locatie gemerkte glasaal teruggevangen in de detector bij de vispassage te Schellingwoude op een afstand van 12.300m, wat neerkomt op een minimale zwemsnelheid van 1.540 m/dag. Daarnaast is op 14 mei (na 12 dagen) één glasaal teruggevangen bij de vispassage te Halfweg op een afstand van 8.530m (route Nieuwe Zeehaven), of 10.620m via Zijkanaal G, wat neerkomt op een minimale zwemsnelheid van 710 m/dag via de Nieuwe Zeehaven, of 885 m/dag buitenom. De laatste route ligt meer voor de hand omdat hier de uitstroom is van het Zaangemaal. Bij de Wilhelminasluis zijn geen alen aangetroffen die elders op het Noordzeekanaal zijn gemerkt.

Voor het lozingsdebiet is gebruik gemaakt van de gegevens van het naastgelegen Zaangemaal. De sluis zelf trekt bij schuttingen alleen water aan, omdat het boezempeil ca. 20 cm lager ligt dan dat van het Noordzeekanaal.

4.1.10 De Waker

Bij gemaal De Waker is zowel gevist met een detector, met kruisnetten als met een fuik achter de vispassage (Figuur 4-18). De detector heeft gefunctioneerd van 21 maart t/m 17 juli, met twee onderbrekingen van ca. twee weken. In de detector zijn 16.714 glasalen gevangen, in het kruisnet 193 stuks en achter de vispassage 760 stuks. Bij gemaal De Waker is twee maal een groep gemerkte glasaal uitgezet. Omdat de vangsten in de vispassage achterbleven ten opzichte van de vangsten in de detector is besloten na uitzet van de gemerkte glasalen de detector 14 dagen uit te zetten, om uit te sluiten dat de detector een concurrerende lokstroom zou geven waardoor glasalen zouden worden afgeleid om de passage te gebruiken.



Figuur 4-18 Overzicht gemaal De Waker. • = glasaal detector, ★ = monitoring vispassage, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uitzetlocatie

Op 24 april zijn 257 geel-geel gemerkte glasalen losgelaten op een afstand van ca. 35 meter van het gemaal. De detector is vervolgens uitgezet en weer aangezet op 8 mei. In de tussentijd zijn geen gemerkte glasalen teruggevangen in de vispassage of in het kruisnet. In de detector zijn in de periode van 8 mei – 5 juni 84 geel-geel gemerkte glasalen teruggevangen. De enige terugvangst in het kruisnet was op 22 mei (28 dagen na uitzet) en in de passage op 16 mei (22 dagen na uitzet). De effectiviteit van de passage is daarmee vastgesteld op 0,4%. Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier heeft vervolgens aanpassingen gedaan aan de passage waardoor de instroomopening meer aan de oppervlakte is komen te liggen. Er werd een overlans doorgezaagde HDPE duiker aangebracht die ervoor zorgde dat de lokstroom van 1,5 meter onder water tot vlak onder het oppervlak gebracht werd (Figuur 4-19). Tevens is met een pomp een extra lokstroom gecreëerd voor de opening van de passage.

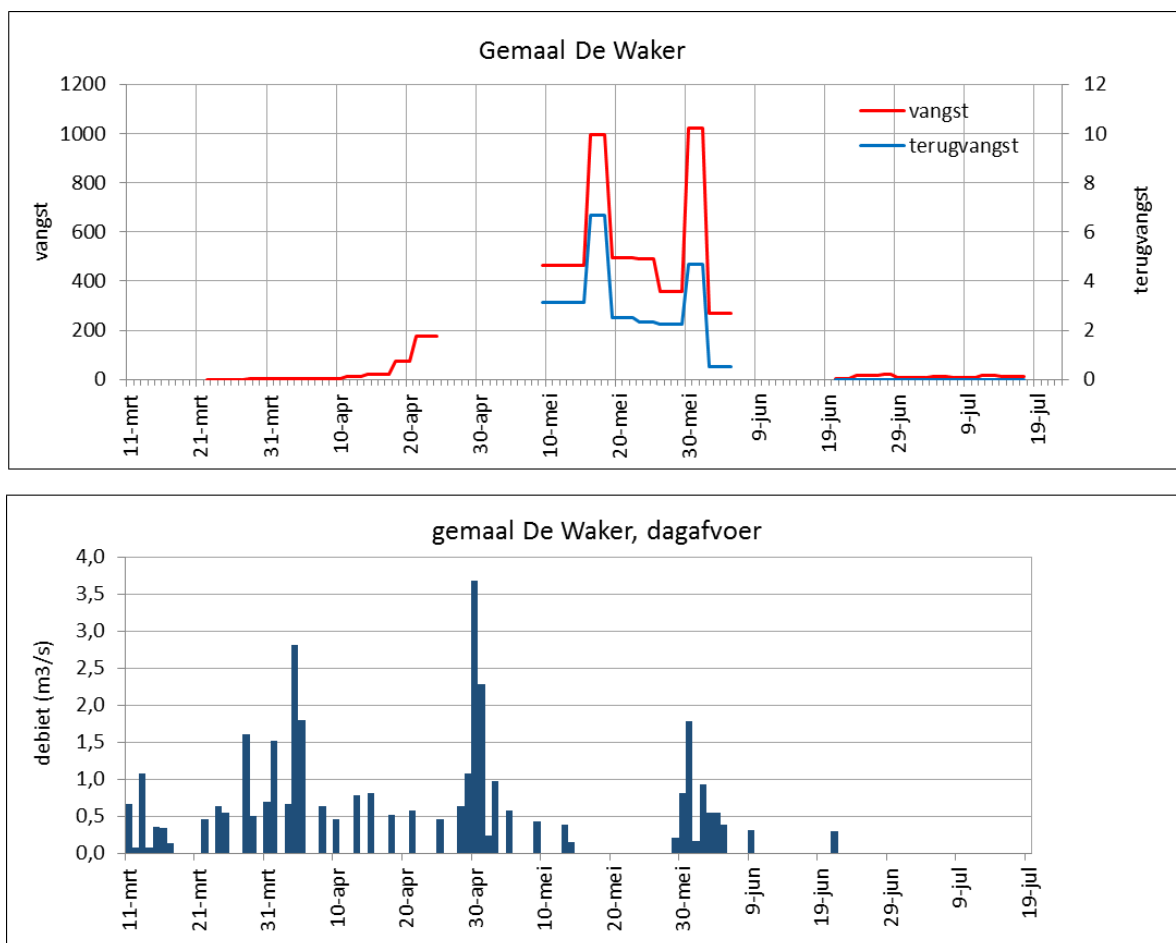


Figuur 4-19 Bovenaanzicht aanpassingen zuidelijke toegang vispassage bij Gemaal De Waker (foto Rik Beentjes)

Op 5 juni is een tweede groep van 125 stuks oranje-oranje-blauw gemerkte glasalen losgelaten en is de detector wederom uitgezet. Op 19 juni is de detector weer aangezet. In de detector zijn na 19 juni geen gemerkte glasalen meer gevangen. In de passage zijn op 13 juni 6 stuks, (8 dagen na uitzet) en 25 juni 4 stuks, (20 dagen na uitzet) teruggevangen. Hiermee is de effectiviteit vastgesteld op minimaal 8%. Ook in het kruisnettenprogramma is één oranje-oranje-blauw gemerkte glasaal teruggevangen op 16 mei (11 dagen na uitzet).

Aanbodsschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 90 dagen gevist en is een gemiddelde vangst van 186 glasalen per dag gerealiseerd. Vanaf 18 april is een stijging te zien in de glasaalvangsten. De eerste piek van de vangst ligt rond 16 mei, en een tweede rond 30 mei (Figuur 4-20). Vanaf dan lopen de vangsten terug. De laatste geel-geel gemerkte aal is 42 dagen na uitzet teruggevangen op 5 juni, toen de detector is uitgezet voor de tweede effectiviteitsbepaling van de vispassage. De gemiddelde verblijftijd van de glasaal is vastgesteld aan de hand van de geel-geel gemerkte terugvangsten in de detector. De ontbrekende waarden zijn geïnterpoleerd aan de hand van een gefitte exponentiële functie. Hiermee is de verblijftijd vastgesteld op 12,3 dagen. Door het ontbreken van 2 maal 2 weken aan vangstgegevens, waarvan de eerste 2 weken direct na de uitzet, is dit cijfer een heel ruwe schatting.



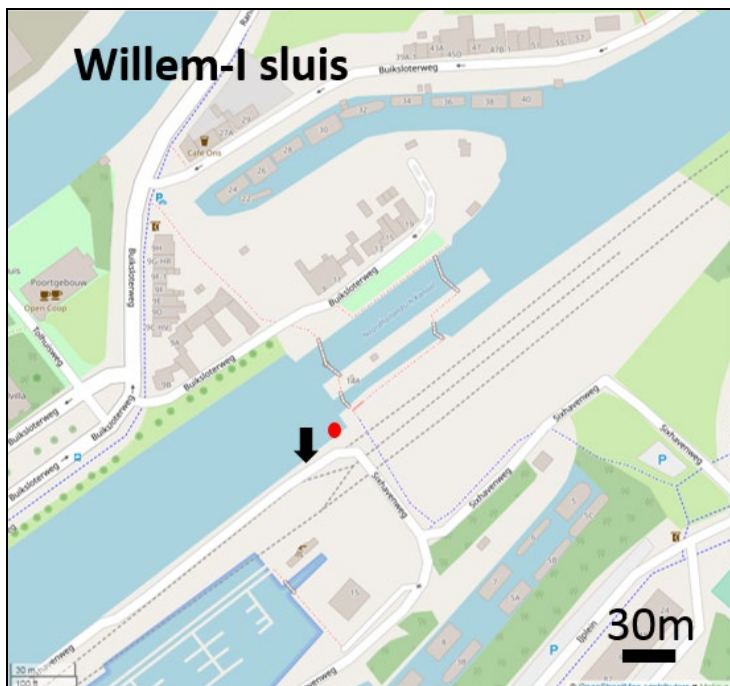
Figuur 4-20 Vangsten in de detector bij gemaal De Waker. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 21 maart. Op 24 april zijn 257 gemerkte glasalen uitgezet. 15 dagen voor de start van de terugvangst in de bovenste grafiek. De detector is toen uitgezet. Op 5 juni is een tweede groep van 125 gemerkte alen uitgezet. Ook toen is de detector weer uitgezet, nu tot 20 juni. Van deze tweede groep zijn geen exemplaren teruggevangen in de detector. De onderste grafiek geeft het verloop van de dagelijkse afvoer van het gemaal weer.

Het aanbod is berekend op 18.794 glasalen (SD 3.118). Voor de twee periodes dat de detector niet heeft gefunctioneerd, zijn de vangstgegevens op basis van interpolatie op een gefitte exponentiële functie bepaald (Bijlage 2). Rekening houdend met de verblijftijd zijn ca. 7 individuen van de geel-geel gemerkte glasalen teruggevangen in de detector, wat overeenkomt met 2,9%. Indien geen vangstonderbreking zou hebben plaatsgevonden zou het terugvangpercentage, op basis van de gefitte modelfunctie zijn uitgekomen op ca. 28 individuen (10,8%). Hierbij is dan een schatting gemaakt voor de gemiste vangsten als gevolg van het niet functioneren van de detector. Deze schatting is door het ontbreken van vele vangsten onzeker.

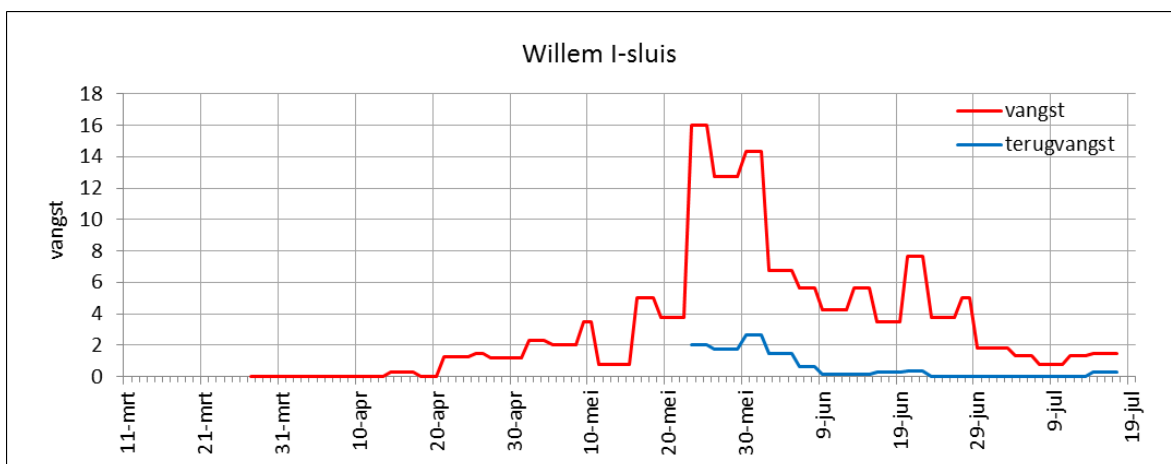
Er zijn op deze locatie geen glasalen gevangen die elders langs het Noordzeekanaal zijn gemerkt. Ook zijn elders geen glasalen gevangen afkomstig van Gemaal De Waker.

4.1.11 Willem I-sluis

Bij Willem I-sluis is uitsluitend gevist met een detector, die gefunctioneerd heeft van 26 maart t/m 17 juli (Figuur 4-21). In de detector zijn 412 glasalen gevangen. Op 22 mei zijn 53 oranje-blauw-oranje gemerkte glasalen uitgezet op ca. 20m afstand van de detector, langs de oever. Deze glasalen waren lokaal gevangen bij de Willem I-sluis. Het streefaantal van ca. 250 stuks gemerkte glasalen is voor deze locatie niet gehaald. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn in totaal 33 exemplaren teruggevangen in de detector.



Figuur 4-21 Overzicht Willem I-sluis. • = glasaal detector, ↓ = uitzetlocatie



Figuur 4-22 Vangsten in de detector bij de Willem I-sluis. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 26 maart. Op 22 mei zijn 53 gemerkte glasalen uitgezet.

Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 113 dagen gevist en is een vangst van gemiddeld 3,6 glasalen per dag gerealiseerd. Vanaf 23 mei is een stijging te zien in de glasaalvangsten (Figuur 4-22). De laatste gemerkte aal is 56 dagen na uitzet teruggevangen (17 juli). De gemiddelde verblijftijd van glasaal is vastgesteld op 11,0 dagen. Het aanbod is berekend op 551 glasalen (SD 175).

Rekening houdend met de verblijftijd zijn ca. 3 individuen teruggevangen, wat overeenkomt met een terugvangst van 6,3%. Er zijn op deze locatie geen glasalen gevangen die elders langs het Noordzeekanaal zijn gemerkt. Ook zijn elders geen glasalen gevangen afkomstig van de Willem I-sluis. Bij de Willem I-sluis wordt geen water afgevoerd (sluis).

4.1.12 Vispassage-zuid Schellingwoude

Bij de zuidelijke vispassage te Schellingwoude is gevist met een detector (in de direct naast de vispassage gelegen inlaatsluis) en met het kruisnet (Figuur 4-23). De detector heeft gefunctioneerd van 22 maart t/m 19 juli. In de detector zijn 14.713 glasalen gevangen en in het kruisnet 97 stuks. Op 2 mei zijn 250 geel-rood-geel gemerkte glasalen uitgezet op ca. 10m vanaf de detector, op de kop van de zuidelijke vispassage. Deze glasalen waren lokaal gevangen in de detector. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 92 stuks teruggevangen in de detector.



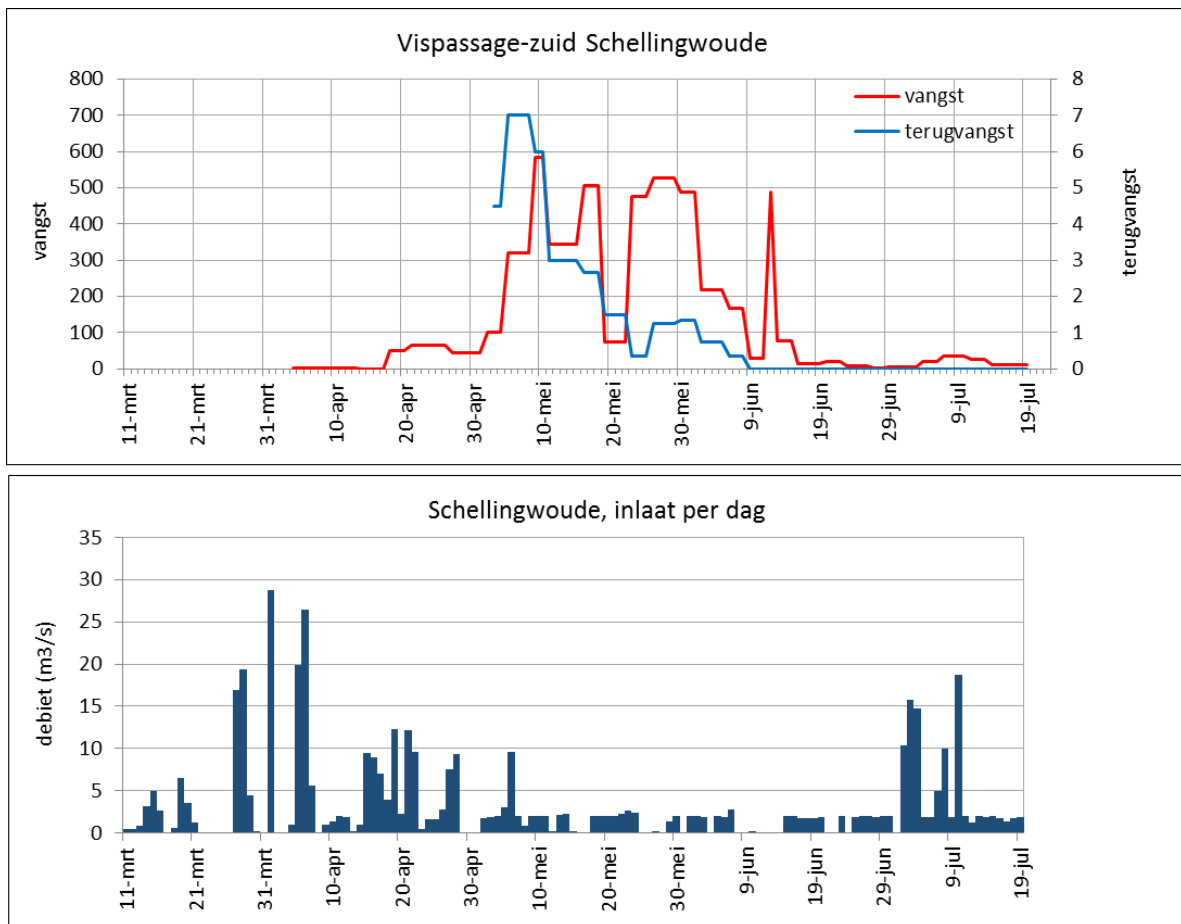
Figuur 4-23 Overzicht vispassage te Schellingwoude. • = glasaal detector, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uitzetlocatie

Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 119 dagen gevist waarin een vangst van gemiddeld 124 glasalen per dag werd gerealiseerd. Vanaf 2 mei is een stijging te zien in de glasaalvangsten (Figuur 4-24). De eerste piek in de vangst ligt rond 9 mei, en een tweede en derde piek zijn zichtbaar rond 17 mei en rond 28 mei. Vanaf dan lopen de vangsten terug. De laatste terugvangst is 37 dagen na uitzet (8 juni). De gemiddelde verblijftijd van glasaal is vastgesteld op 11,1 dagen. Het aanbod is berekend op 39.465 glasalen (SD 10.548). Voor het gehele sluizencomplex bij Schellingwoude zal het aanbod waarschijnlijk veel hoger liggen. Het experiment heeft plaatsgevonden bij de vispassage, waar mogelijk een andere dynamiek is dan op andere locaties van het complex. Een volledige menging van gemerkte glasalen met ongemarkeerde glasalen over het hele complex genomen lijkt onwaarschijnlijk. Dit is van invloed op de aanbodbepaling van het gehele gebied. Het is bijvoorbeeld bekend dat de noordelijk gelegen Oranjesluizen behoorlijk lekken en hiermee een lokstroom creëren. Vanaf half april wordt het Markermeer opgezet, waarna het gemiddeld peil er ca. 20 cm hoger ligt dan aan de IJ-zijde van het complex. Hierdoor zal er sprake zijn van een continue lokstroom van water uit het IJmeer bij deze sluizen, maar ook bij de noordelijke en de zuidelijk vispassage.

Rekening houdend met de verblijftijd zijn ca. 9 individuen teruggevangen, wat overeenkomt met een terugvangst van 3,6%. Er zijn elders geen glasalen gevangen die gemerkt zijn bij Schellingwoude. Er is met de detector één glasaal gevangen die gemerkt is bij de Wilhelminasluis.

De zuidelijke vispassage heeft door omstandigheden dicht gestaan van 23 februari tot en met 9 april, wat ruim voor de komst van de glasaal was. Daarna is de vispassage slechts sporadisch gesloten geweest.



Figuur 4-24 Vangsten in de detector bij de zuidelijke vispassage te Schellingwoude. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 22 maart. Op 2 mei zijn 250 gemerkte glasalen uitgezet.

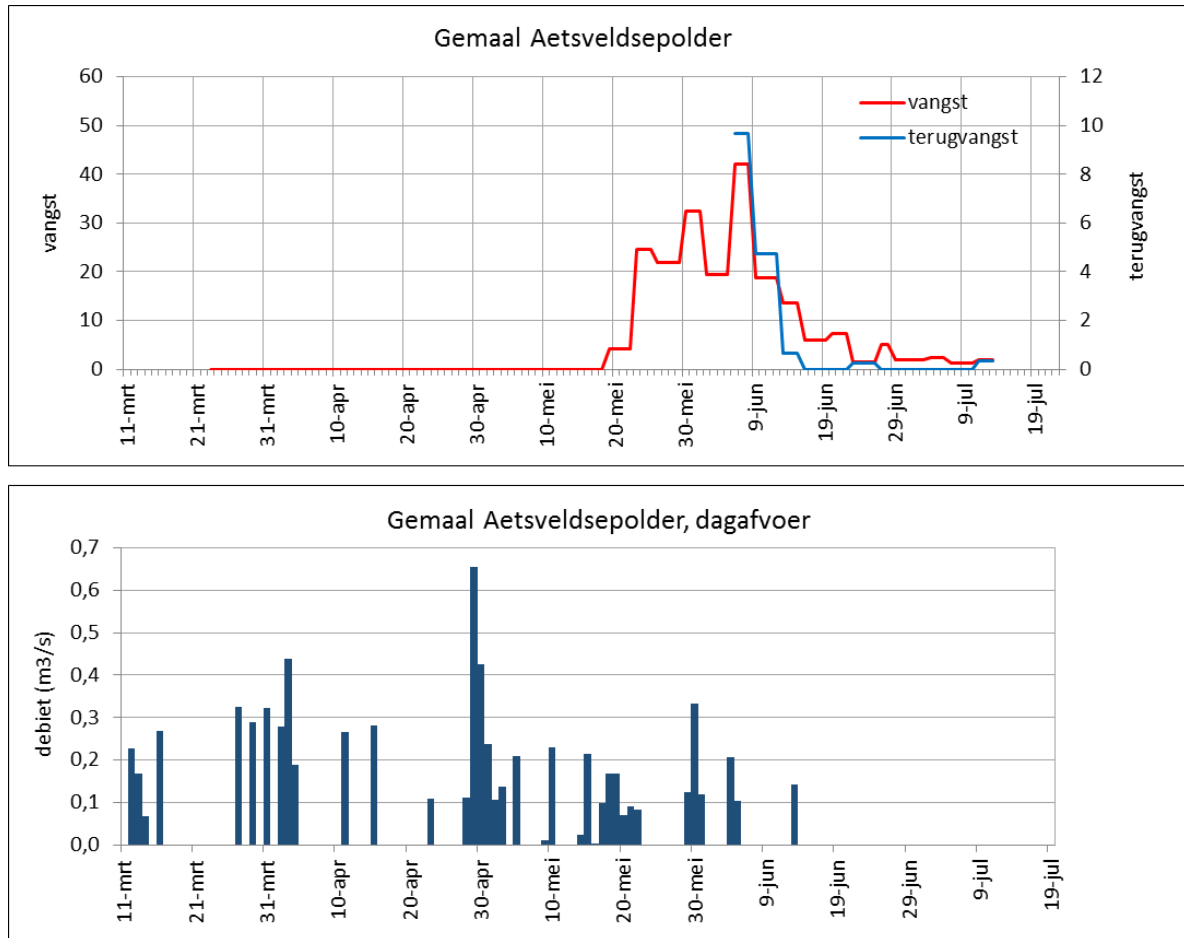
4.1.13 Aetsveldsepolder

Bij Aetsveldsepolder is zowel gevist met een detector als met het kruisnet (Figuur 4-25). De detector heeft gefunctioneerd van 22 maart t/m 13 juli. In de detector zijn 738 glasalen gevangen en in het kruisnet 6 stuks.



Figuur 4-25 Overzicht vispassage te Schellingwoude. • = glasaal detector, ■ = kruisnetlocatie, ↓ = uitzetlocatie

Op 5 juni zijn 250 blauw-blauw-oranje gemerkte glasalen uitgezet op ca. 120m vanaf de detector. Deze glasalen waren lokaal gevangen in de detector. Van de lokaal gemerkte glasalen zijn 52 individuen teruggevangen in de detector.



Figuur 4-26 Vangsten in de detector bij Gemaal Aetsveldse polder. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. De start van de monitoring vond plaats op 22 maart. Op 5 juni zijn 250 gemerkte glasalen uitgezet. De onderste grafiek geeft de dagelijkse afvoer weer van het gemaal.

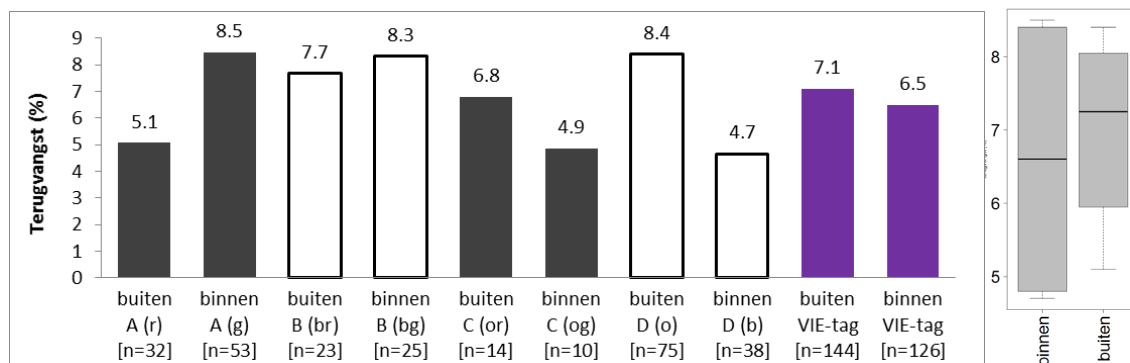
Aanbodschatting, verblijftijd en gedrag

In totaal heeft de detector 112 dagen gevestigd en hiermee is een gemiddelde vangst van 6,6 glasalen per dag gerealiseerd. De eerste vangsten waren rond 18 mei en op 6 juni was er een piek in de aantallen (Figuur 4-26). De laatste terugvangst is 38 dagen na uitzet (13 juli). De gemiddelde verblijftijd van glasaal is vastgesteld op 4,6 dagen. Het totaalaanbod is berekend op 3.007 glasalen (SD 654). Rekening houdend met de verblijftijd zijn ca. 15 individuen teruggevangen van de lokaal gemerkte groep. Dat is 5,8%. In het kruisnetten-programma is één lokaal gemerkte glasaal teruggevangen, op 11 juni. Dat was tevens de enige gevangen glasaal die avond. Er zijn op deze locatie geen glasalen gevangen elders langs het Noordzeekanaal zijn gemerkt. Ook zijn elders geen glasalen gevangen afkomstig van Aetsveldse polder.

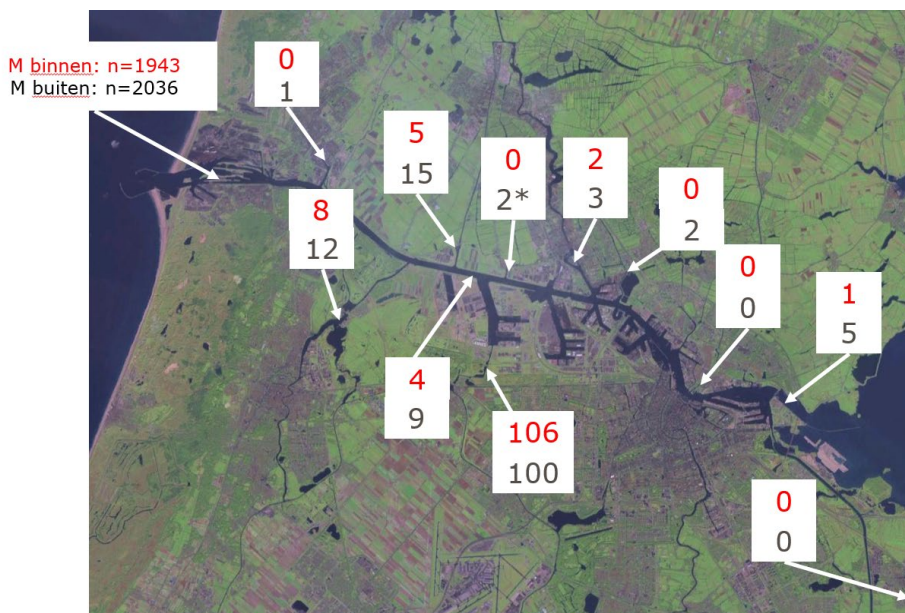
4.2 Terugvangsten, verspreiding en zwemsnelheid glasaal

4.2.1 Terugvangst alen op NZK en herverdeling

De terugvangsten in de detectoren langs het Noordzeekanaal en de vispassages Halfweg en Overtoom laten zien dat gemiddeld meer glasalen met een VIE-tag, uitgezet in de Buitenhaven zijn teruggevangen (7,1%) dan glasalen die aan de binnenzijde van de zeesluizen zijn uitgezet (6,5%) (Figuren 4-28 en 4-29). 77% van deze terugvangsten is gedaan achter de vispassage bij Halfweg. Naast deze terugvangsten zijn er met het kruisnet nog 5 exx. teruggevangen van de buitengroepen met VIE-tag. De terugvangst van de groep 'blauw' (b), de groep met de meeste uitval na het aanbrengen van het kleurmerk, is relatief laag.



Figuur 4-28 Terugvangsten in detectoren langs het Noordzeekanaal en vispassages Halfweg en Overtoom van de diverse groepen die bij IJmuiden zijn uitgezet. In paars de som van alle groepen met VIE-tags. Rechts een boxplot met de spreiding van terugvangst percentage (%) voor de binnen groepen en de buiten groepen. Elke staaf geeft op de X-as aan of de glasalen in de Buitenhaven zijn uitgezet (buiten) of in de Binnenhaven (binnen). Tevens geeft een hoofdletter A, B, C, D aan of de groepen gelijktijdig zijn uitgezet met de kleur codering (r=rood, g=geel, o=oranje en b=blauw) en als laatste het aantal terugvangsten (n).



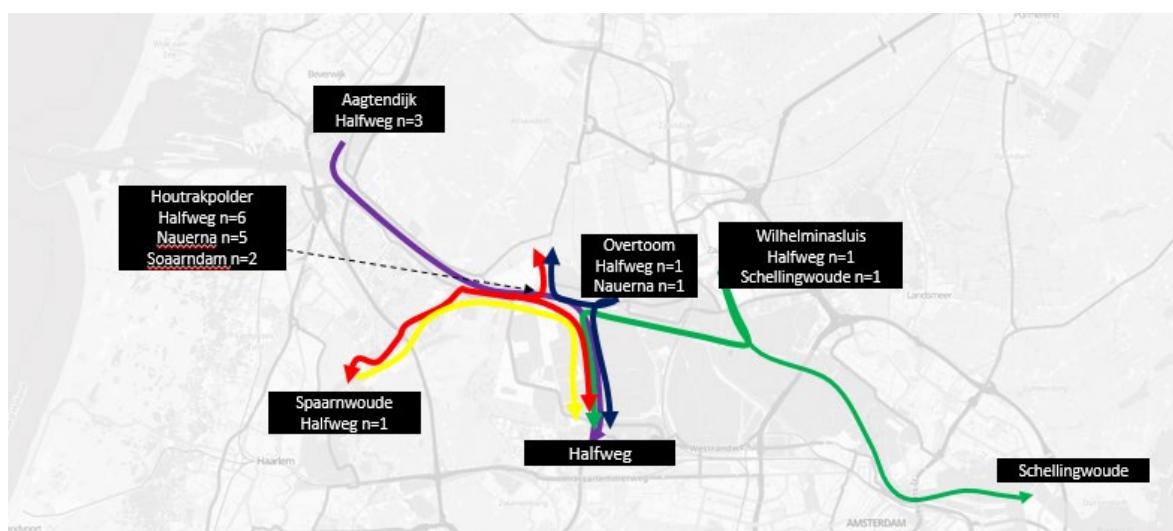
Figuur 4-29 Samenvattend overzicht van alle terugvangsten van de in IJmuiden (incl. kruisnet) uitgezette met VIE-tag gemerkte glasalen. *Bij Westzanerpolder is ook een gemerkte glasaal teruggevangen in het kruisnettenprogramma. Terugvangsten binnengroepen: 126 exx. (uitzet: Binnenhaven), buitengroepen: 149 exx (uitzet: Buitenhaven)

In totaal zijn 21 glasalen teruggevangen die op een specifieke locatie elders langs het kanaal zijn uitgezet (Tabel 5 en Figuur 4-30). Bij de herverdeling van glasaal in het systeem komen 12 van de 21 glasalen terecht bij Halfweg, bovendien zijn elders geen glasalen gevangen die bij Halfweg zijn

uitgezet. Dit is het gevolg van een hoge intrek efficiëntie en daarmee hoge vangkans binnen deze proef. De locatie vanwaar de meeste herverdeling plaatsvindt is Houtrakpolder. Het gemaal kent geen intrek mogelijkheid⁸ (vispassage), een laag debiet, vergelijkbaar met de gemalen bij Nauerna en Overtoom, en ligt niet geïsoleerd in het uiteinde van een zijkanaal, waardoor glasalen, na enig oponthoud, elders hun geluk te beproeven.

Tabel 5 Terugvangsten van glasaal die elders in het NZK is uitgezet. NB. gemerkte uitgezette glasalen bij Aagtendijk zijn oorspronkelijk afkomstig uit Halfweg. De oorsprong van de andere gemerkte glasalen is dezelfde locatie als waar ze zijn uitgezet.

Uitzet	Terugvangst	Vangmiddel	Richting	Afstand		% van gemerkt	Dagen	Zwemsnelheid	
				(m)	Aantal			min.	max.
Aagtendijk	Halfweg	vispassage	zuid-oost	13.600	3	1,2%	10-17	800	1.360
Spaarndam	Halfweg	vispassage	oost	11.000	1	0,4%	22	500	
Houtrakpolder	Halfweg	vispassage	zuid-oost	5.900	6	2,4%	5-14	421	1.180
"	Nauerna	detector	noord	1.800	5	2,3%	2-28	64	900
"	Spaarndam	detector	zuid-west	5.500	2	0,9%	10-45	550	122
Overtoom	Halfweg	vispassage	zuid	4.900	1	0,5%	77	64	
"	Nauerna	detector	west	3.700	1	0,5%	20	185	
Wilhelm. Sluis	Halfweg	vispassage	zuid-west	10.620	1	0,4%	12	885	
"	Schellingwoude	detector	zuid-oost	12.300	1	0,4%	8	1.538	
Totaal					21				



Figuur 4-30 Overzicht van routes van lokaal uitgezette glasalen, die op andere locaties zijn teruggevangen in het Noordzeekanaal

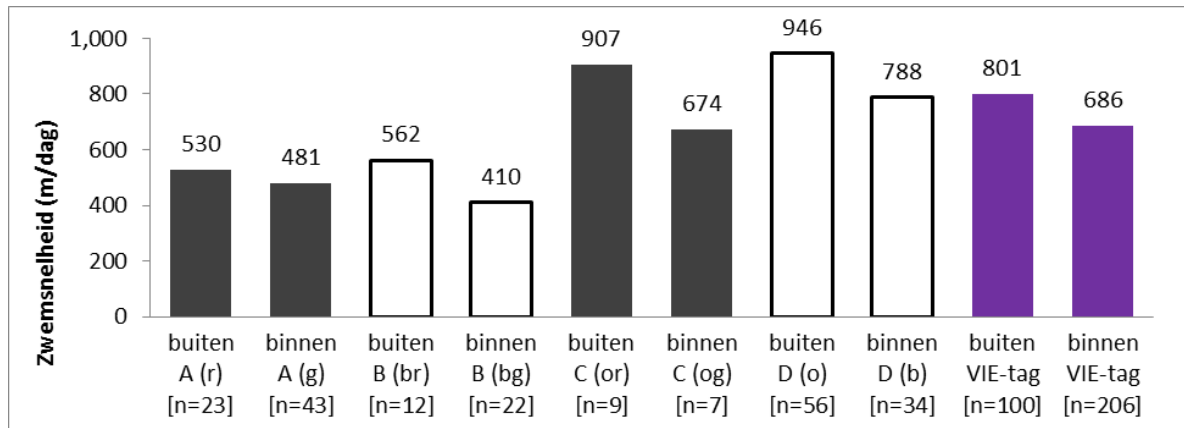
4.2.2 Zwemsnelheid glasaal

Het gemiddeld aantal dagen tussen uitzetten van glasaal bij IJmuiden en terugvangst achter de vispassage bij Halfweg was voor de 'binnengroep' 26,7 dagen (9-93 dagen). Voor de 'buitengroep' met VIE-tag was dit gemiddeld 22,5 dagen (10-58 dagen). Dit komt voor de 'binnengroep' neer op een gemiddelde zwemsnelheid van 577 m/dag (166-1.711 m/dag) en voor de 'buitengroep' met VIE-tag op 801 m/dag (310-1.800 m/dag) (Tabel 6 en Figuur 4-31). Het gemiddelde voor de binnen- en buitengroepen samen was 686 m/dag. De maximale zwemsnelheid van de alen die binnen het NZK tussen locaties migreerden was 1.538 m/dag (Tabel 5). De zwemsnelheid van de groepen A en B is lager dan van de 10 tot 21 dagen later uitgezette groepen C en D (Figuur 4-32 en 4-33). De groepen A en B zijn uitgezet bij een temperatuur in de Buitenhaven tussen de 5,0 en 6,0 °C, terwijl dit bij de latere groepen tussen ca. 8,0-10,5 °C was.

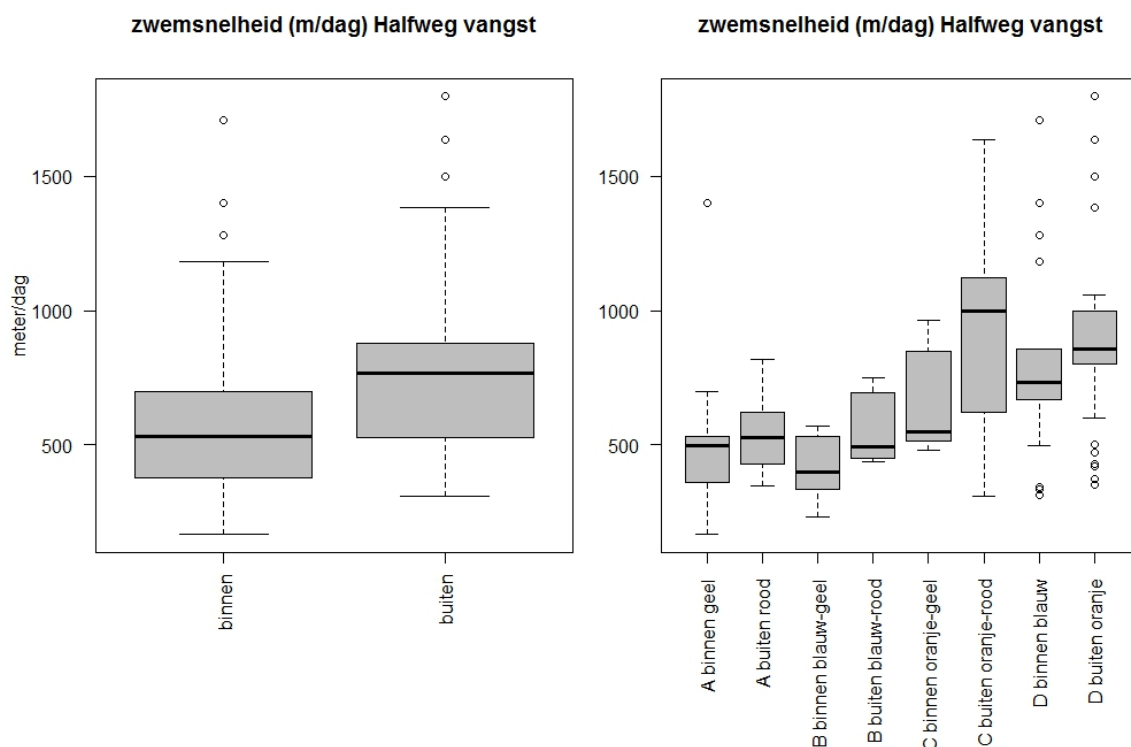
⁸ Mogelijk alleen via lekken in het gemaal.

Tabel 6 Zwemsnelheden voor glasaal teruggevangen achter de vispassage te Halfweg, voor de groepen alen afkomstig van de beide uitzetlocaties in IJmuiden. Rechter kolommen geven de diverse kleurcoderingen weer (r=rood, g=geel, b=blauw en o=oranje).

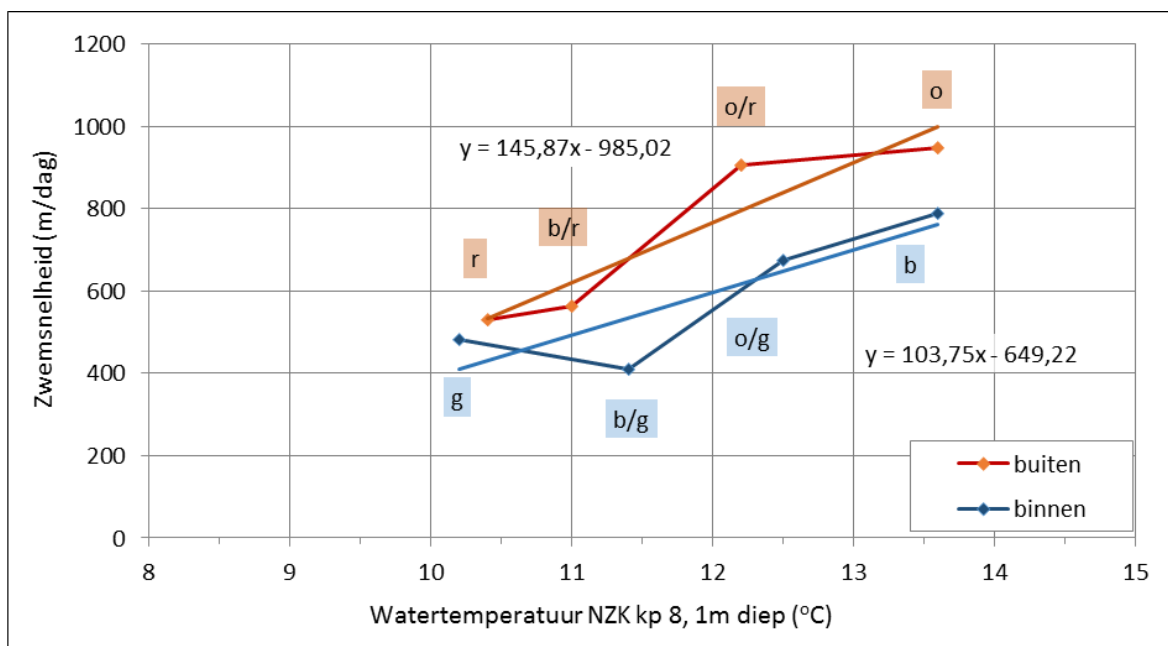
V (m/dag)					Terugvangsten								
groep	uitzet	gem.	min.	max.	R tot	bu r	bi g	bu b/r	bi b/g	bu o/r	bi o/g	bu o	bi b
A (r)	IJ'den buiten	530	346	818	23	23							
A (g)	IJ'den binnen	481	166	1,400	43		43						
B (b/r)	IJ'den buiten	562	439	750	12			12					
B (b/g)	IJ'den binnen	410	233	577	22				22				
C (o/r)	IJ'den buiten	907	310	1,636	9					9			
C (o/g)	IJ'den binnen	674	481	962	7						7		
D (o)	IJ'den buiten	946	353	1,800	56							56	
D (b)	IJ'den binnen	788	314	1,711	34								34
VIE-tag	IJ'den buiten	801	310	1,800	100	23		12		9		56	
VIE-tag	IJ'den binnen	577	166	1,711	106		43		22		7		34



Figuur 4-31 Zwemsnelheden voor glasaal teruggevangen achter de vispassage te Halfweg, voor de groepen alen afkomstig van de beide uitzetlocaties in IJmuiden. Diagramweergave van Tabel 6.



Figuur 4-32 Boxplot van gemiddelde zwemsnelheden voor glasaal voor de diverse groepen en uitzetlocaties. De zwemsnelheid is bepaald op basis van dagelijkse terugvangsten bij Halfweg. Voor de 'buitengroep' is een afgelegde afstand van 18 km aangehouden en voor de 'binnengroep' 15,4 km.



Figuur 4-33 Verband tussen de gemiddelde zwemsnelheid en de gemiddelde watertemperatuur op het Noordzeekanaal voor de acht groepen die met VIE-tags zijn uitgezet aan weerszijden van de zeesluizen.

4.2.3 Timing

In Figuur 4-34 zijn de vangsten van de locaties groepsgewijze in een grafiek gezet, waarbij de vangdata van de stroomopwaartse locatie(s) zijn vervroegd ten opzichte van de andere locatie(s) in de grafiek, rekening houdend met de afstand en de gemiddelde zwemsnelheid van glasaal (zie 4.2.2). Op deze wijze worden de cohorten ongeveer in het gelid gezet, zodat het verloop van de vangsten tussen de locaties kan worden vergeleken. Als gemiddelde zwemsnelheid is gekozen die van de met VIE-tag gemerkte glasaal, uitgezet in de Buitenhaven IJmuiden en teruggevangen bij Halfweg: 801 m/dag. De alen die in IJmuiden aan de binnenzijde zijn uitgezet zwemmen gemiddeld langzamer, bijvoorbeeld doordat ze meer tijd nodig hebben om zich na uitzet te oriënteren. Hierdoor vormen zij een minder goede referentie. In Bijlage 4 staan dezelfde grafieken, maar daar zijn de terugvangsten uitgesplitst op kleurcode, wat nog wat extra informatie geeft. In Bijlage 5 zijn alle vangstgegevens nog eens samen met de debieten in een grafiek gezet.

IJmuiden

De detector bij de Zuidersluis kent de meeste terugvangsten van de drie detectoren van de alen die aan de buitenzijde bij Forteiland zijn uitgezet, nl. 63%: 29 stuks bij de Zuidersluis, 2 bij het spuicomplex en 15 stuks bij het gemaal (Tabel 2). Dit terwijl de totale vangst daar slechts 9% is van de detectorvangsten in IJmuiden. Een deel van de verklaring hiervoor kan zijn dat de uitzetlocatie bij de noord-oostpunt van Forteiland dichterbij de detector bij de Zuidersluis is gelegen (850m, ca. een nacht zwemmen), dan die bij de spuisluizen en het gemaal (1.680m).

Opvallend is dat de vangsten bij Houtrakpolder, Nauerna, Halfweg en Overtoom al vroeg een eerste vangpiek tonen, terwijl in IJmuiden de in de tijd overeenkomende vangsten in de detectoren nog minimaal zijn. Halfweg en Nauerna tonen zelfs een relatief nog vroegere eerste vangpiek dan Houtrakpolder. Dat betekent dat relatief veel aanbod van glasaal in IJmuiden aanwezig moet zijn geweest in de periode vanaf 30 maart, terwijl de eerste vangpiek in IJmuiden pas rond 17 april begint. Tussen 30 maart en 17 april steeg de gemiddelde watertemperatuur in de Buitenhaven van 6,3 °C naar 9,4 °C. Het vangpatroon dat in IJmuiden volgt vertoont anderzijds pieken bij de spui en het gemaal, die niet zichtbaar zijn bij Halfweg en in mindere mate bij Houtrakpolder. Nauerna kent wel nog hogere vangsten van glasalen die rond de vangpieken bij 't spui/gemaal IJmuiden vertrokken zouden kunnen zijn, maar hier zullen de vangpieken zijn verlengd door de hoge verblijftijd (15,1 dagen). Dit is bijvoorbeeld te zien aan de late en vermoedelijk herhaalde terugvangsten bij Nauerna van gemerkte aal uit de Buitenhaven (Bijlage 4, grafiek e). De verschuiving van vangsten in de loop van het seizoen van de detector bij de Zuidersluis richting die bij het spui/gemaal is ook geconstateerd tijdens de pilotstudie in het voorjaar van 2017 (Griffioen & Winter, 2018).

Het uitblijven van hoge vangsten bij de Zuidersluis geeft waarschijnlijk aan dat ophoping bij de zeesluizen nauwelijks plaatsvindt. Ophoping van glasaal vindt wel plaats bij de spui en het gemaal, die zij kennelijk minder goed weten te passeren. Ook voor half april moet er al veel glasaal hebben rondgezwommen. Op 8-10 april zijn met het kruisnet bij het gemaal wel meer dan 9.000 glasalen gevangen (t.b.v. het merken), terwijl de vangst in de detectoren toen nog minimaal was. Dit aanbod is met de detectoren bij het spui/gemaal gemist doordat de glasaal waarschijnlijk door de lage temperatuur minder actief is en daardoor slecht vangbaar met de detector. Glasalen moeten actief de detectoren in kruipen, terwijl een kruisnet ook 'passieve' glasalen vangst in de waterkolom. Ook in de netten achter de vispassage bij de Kleine Sluis is het waarschijnlijk dat er 'passieve' glasalen worden gevangen.

De aantallen in beide detectoren zijn niet heel hoog vergeleken met detectorvangsten langs het Noordzeekanaal. Ze zijn bijv. vergelijkbaar met die bij Schellingwoude. Toenames in de vangsten bij het spui en het gemaal zijn mogelijk te zien als reactie op hoge spui/maal-afvoeren rond 30 april en 30 mei. Bij de Zuidersluis lijkt dit echter juist tot het inzakken van de vangsten te leiden, mogelijk vanwege de veranderende verhouding in de afvoer tussen zeesluizen en spui/gemaal.

De detector bij het gemaal laat hogere vangsten zien dan die bij de spuisluizen, terwijl het debiet via het spuicomplex over maart-juni gemiddeld 54 m³/s bedraagt en via het gemaal slechts 21 m³/s.

Beide locaties zijn niet van elkaar geïsoleerd, zodat een verschil in passeerbaarheid tussen spui en gemaal geen goede reden is voor het verschil in vangsten. Een mogelijke reden is dat glasaal tijdens de spui, die tot meer dan 500m³/s kan toenemen uit de buurt van de detector wordt geblazen, of naar dieper water duikt. Of de glasalen maken beter gebruik van mogelijkheden via 'lek water' en bereiken zo het Noordzeekanaal. Het gemaal is in theorie beter benaderbaar: de maximum capaciteit van het gemaal is 260 m³/s en wordt meestal niet volledig benut. Er zit weinig verschil in tijdsduur van spuien en malen, over de maanden maart-juni: is het gemaal 20,2% van de tijd in bedrijf en wordt er 25,5% van de tijd gespuid.

Aagtendijk

De detector bij Fort Aagtendijk ligt op ruim 6,9km afstand van de detectoren in IJmuiden, wat zich vertaalt in een timing van het aanbod die 9 dagen achterloopt op die bij IJmuiden op basis van gemiddelde zwemsnelheid. Ondanks het aanbrenge van deze verschuiving is in de eerste grafiek van Figuur 4-34 te zien dat de bij het fort gevangen glasaal er vele dagen langer over moeten hebben gedaan. Afgemeten aan de eerste vangpiek bij Houtrakpolder in de tweede grafiek, kan deze extra vertraging zijn opgelopen tot twee maanden. Deze vertraging is te verklaren uit de vele hindernissen onderweg, waaronder twee duikers van meer dan 50 meter lang, en het gebrek aan debiet, wat hoogstens plaatselijk en dan nog gering aanwezig is.

Spaarndam, Overtoom

De timing van de vangsten bij Spaarndam en Overtoom toont een afwijkend beeld als deze wordt vergeleken met die bij Halfweg, Houtrakpolder en Nauerna. Vooral de eerste vangpiek valt relatief laat. Een mogelijke verklaring is dat bij Spaarndam en Overtoom minder continu is gemalen dan op de andere drie locaties (zie Bijlage 5). Na een periode van dagelijkse hoge afvoer bij Spaarndam en Overtoom van 29-30 april t/m 4 mei nemen de vangsten op beide locaties een vlucht.

Houtrakpolder, Halfweg, Nauerna en Wilhelminasluis

De eerste grotere dip in de vangsten bij Houtrakpolder, Halfweg, Nauerna en Wilhelminasluis vallen in Figuur 4-27 onderling niet samen, waardoor het geen aanwijzing is voor een dip in het doortrekkend aanbod. Deze dip valt voor deze locaties samen met de hoge afvoeren rond 30 april, waardoor glasaal maar beperkt in de buurt van de detectoren kon komen en niet werd gevangen. Goede kans dat de glasaal er voor koos te schuilen voor de sterke stroming in dieper water, wat overeenkomt met natuurlijk gedrag wat vertoond wordt ter vermindering van de ebstroom in het getijdengebied. Direct na deze hoge afvoer, waren er pieken in de vangsten bij Halfweg, wat kan worden veroorzaakt door ophoping gedurende de dagen daarvoor, maar ook door een extra aantrekking richting het gemaal.

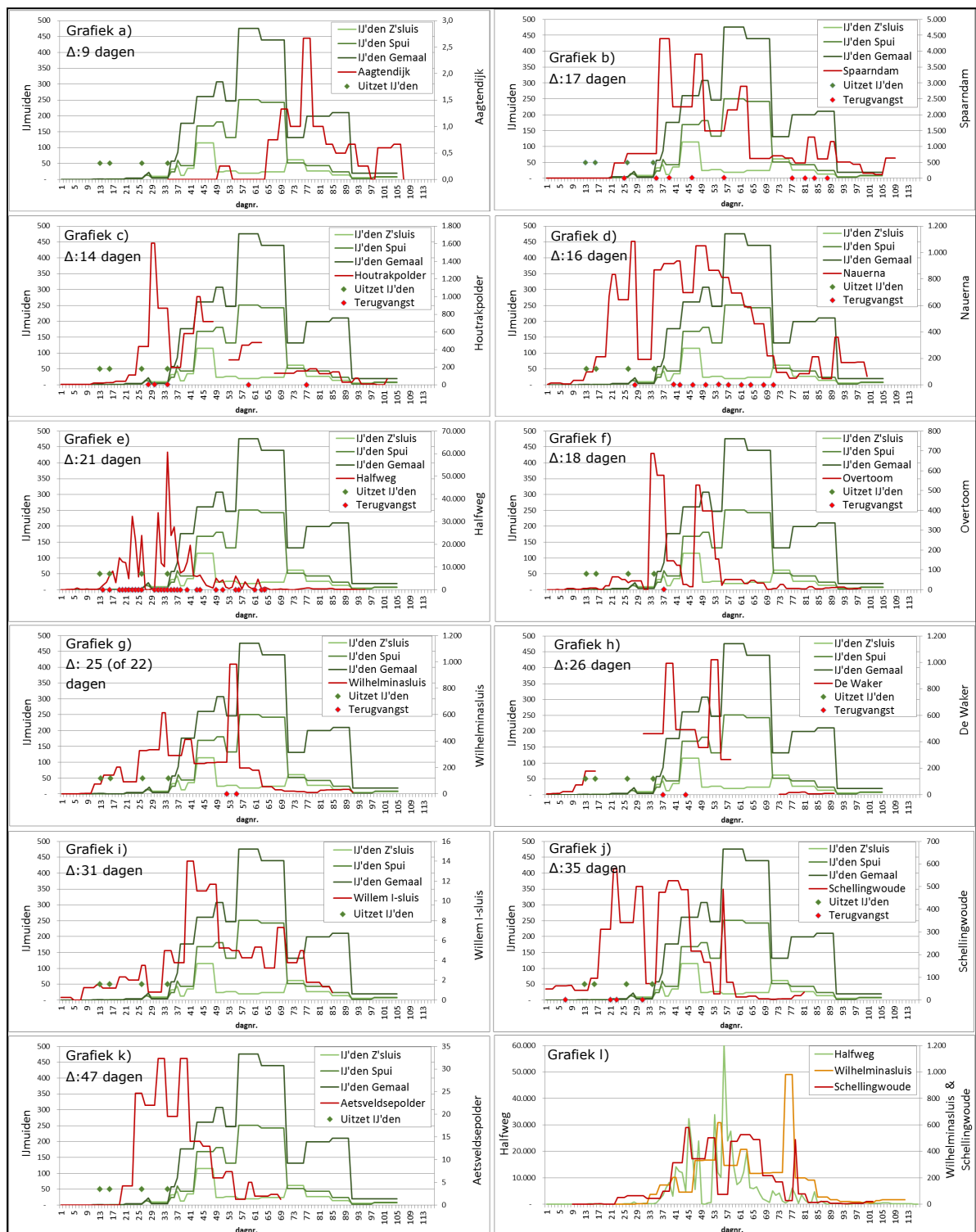
De Waker

Bij De Waker is te zien dat juist in de periode waarbij veel (terug)vangst te verwachten is, na de hoge afvoer van 28 april-5 mei, de detector uit is geweest (Bijlage 5). Dit is van grote invloed op de schattingen van aanbod en verblijftijd.

Schellingwoude, Aetsveldsepolder

Opvallend is dat bij Schellingwoude de vangsten geen enkel verband laten zien met de inlaat. De inlaatsluis bevindt zich daar op ca. 100m afstand van de vispassage, waar de detector naast gelegen was. De eerste vangsten daar blijken in timing overeenkomen met de eerste vangpieken aan de westzijde van het kanaal, zoals bij Halfweg. Een deel van de vroege alen kiest blijkbaar niet de eerste de beste toegang tot het boezemwater, maar zwemt over een grote afstand door het hoofdsysteem. De vangsten bij Aetsveldsepolder, tenslotte, komen in timing mooi overeen met de vangperiode bij Schellingwoude. In Bijlage 5 is goed te zien dat de vangsten bij Aetsveldsepolder gecorreleerd zijn met de afvoer van het gemaal.

Aantal glasaal (n)



Aantal glasaal (n)

Figuur 4-34 Verloop van vangsten op locatie (rode lijn), ten opzichte van de vangsten in IJmuiden (groene lijnen). Grafiek geeft een indruk van een cohortweergave van de vangsten en terugvangsten (niet kwantitatief) VIE-tag IJmuiden, met detector en intreknets. In elke grafiek zijn de data van de stroomopwaartse locatie(s) vervroegd t.o.v. die bij IJmuiden om de cohorten in beeld te brengen. De verschuiving is verricht op basis van gemiddelde zwemsnelheid van glasaal tussen Buitenhaven en Halfweg en de te overbruggen afstand. Bij Wilhelminasluis zal de route via Zijkanaal G 25 zwemdagen vergen vanuit de Buitenhaven, er is ook een route via de Nieuwe Zeehaven die iets korter is, maar de uitstroom van het Zaangemaal verloopt via Zijkanaal G.

4.3 Aanbodsschattingen, verblijftijd en relatie met debiet

4.3.1 Aanbod glasaal Buitenhaven

Volgens de berekeningsmethodiek in paragraaf 3.5 kan een schatting van het glasaal-aanbod in de Buitenhaven van IJmuiden op drie elkaar aanvullende wijzen worden benaderd. In de eerste plaats door de resultaten te gebruiken uit de merk-terugvangsten in IJmuiden zelf. Een andere methode is de schatting uit te voeren op basis van de gezamenlijke resultaten van alle locaties langs het Noordzeekanaal. Tot slot ditzelfde doen, maar dan voor alle locaties afzonderlijk, waardoor meerdere onafhankelijk schattingen van het aanbod worden verkregen.

A. Schatting op basis van de detectorvangsten in de Buitenhaven

Tussen de uitgezette groepen in de Buitenhaven verschillen de terugvangpercentages in de detectoren in IJmuiden, nl.:

- rood 0,32% (R: 2, M: 632, uitgezet op 26 maart, 20:00 uur, LW, vloed),
- blauw/rood (M: 300, uitgezet op 29 maart, 11:00 uur, GW, vloed) geen terugvangsten
- oranje/rood (M: 206, uitgezet op 8 april, 21:00 uur, HW, eb) geen terugvangsten
- oranje 1,22% (R: 11, M: 898, uitgezet op 16 april, 22:00 uur, GW, eb)
- Bismarck Brown 0,42% (R: 24, M: 7907, uitgezet op 16 april, 22:00, GW, eb).

De terugvangsten zijn relatief laag en mogelijk daarmee ook de nauwkeurigheid. Wat opvalt is het verschil tussen de relatief hoge terugvangst van de glasalen met een oranje merk ten op zichten van de Bismarck Brown-gekleurde alen, terwijl ze op hetzelfde moment en op dezelfde locatie bij Forteiland zijn uitgezet. De terugvangst van de Bismarck Brown-alen was grofweg 3 keer zo laag als die van de groep met oranje merk. Dit doet vermoeden dat er ook een verschil is geweest in gedrag van de Bismarck Brown-alen in vergelijking met de alen met een oranje VIE-tag. Bij de hogere terugvangst van de oranje gemerkte alen ten opzichte van de eerder uitgezette gemerkte groepen zal zeker ook de watertemperatuur een rol hebben gespeeld: de oranje groep is in de Buitenhaven uitgezet op 16 april, bij een gemiddelde watertemperatuur van 9,1 °C, terwijl de eerdere groepen op 26/3, 29/3 en 6/4 zijn uitgezet bij een gemiddelde watertemperatuur van resp. 5,6, 6,2 en 7,8 °C. Daarnaast zorgt de hoge dynamiek in de Buitenhaven, door de combinatie van getijdestromingen, afvoer door spui en gemaal en schutbewegingen van m.n. de Noordersluis, mogelijk voor een ongelijkmatige verdeling van de glasalen in de Buitenhaven. Eenmaal op het Noordzeekanaal zijn de terugvangsten van de verschillende groepen opvallend overeenkomstig van de VIE-tag groepen.

Een aanbodschatting gebeurt op basis van gemerkte vissen die in de Buitenhaven zijn uitgezet en de (terug)vangsten van de drie detectoren in de Buitenhaven. Als de Bismarck-alen worden meegenomen gaat deze als volgt: de vangst (C) is gelijk aan de totale vangst met de drie detectoren, inclusief alle terugvangst van gemerkte dieren. Omdat de te merken alen overwegend met het kruisnet zijn verzameld is er geen risico op dubbeltellen van de terugvangsten. Na invoeren in formule 1 en 2 in par. 3.5.2 van: C: 24.807, M: 9.943, R: 46, volgt voor het totale aanbod in IJmuiden, N: 5.248.739. Rekening houdend met een gemiddelde verblijftijd voor de drie detectoren van 5,9 dagen (4,9 nachten na de eerste nacht na uitzet) is de SD 1.433.399. Indien de Bismarck Brown-alen niet worden meegenomen wordt voor de parameters het volgende ingevuld: C: 24.774 (zonder de vangst BB), M: 9.943, R: 13, met als uitkomst N: 3.599.961. Hier moet vervolgens de onttrekking van de BB-alen bij worden opgeteld: N=3.607.868, met een SD van 1.303.813. Vergeleken met de waarden die berekend worden op basis van terugvangsten op het Noordzeekanaal (methoden B en C) is dit een lagere uitkomst. De reden voor de te lage uitkomst kan zijn de grote onnauwkeurigheid door de lage aantallen terugvangsten en m.n. een bias van gemerkte glasaal richting de detector bij de Zuidersluis ten opzichte van de populatie in de Buitenhaven. Het kiezen van een uitzetlocatie tussen de buitenhoofden kan zorgen voor een betere menging evenals betere verdeling tussen de detector bij de Zuidersluis en de twee bij het spui/gemaal.

B. Schatting op basis van alle detector- en vispassagevangsten op het Noordzeekanaal-binnenzijde

De vangst (C) is volgens deze methode gelijk aan alle vangsten met detectoren aan de binnenzijde van het Noordzeekanaal en met intreknetten achter de vispassages bij Halfweg en Overtoom, incl. de terugvangst van alle dieren die bij IJmuiden zijn uitgezet. Om dubbeltellingen te voorkomen zijn de terugvangsten van lokaal uitgezette dieren hierop in mindering gebracht. De terugvangst (R) is een optelling van terugvangsten aan de binnenzijde van het Noordzeekanaal met detectoren en intreknetten van de in de Buitenhaven met een VIE-tag uitgezette dieren. Het aantal gemerkte dieren (M) is gelijk aan het totaal van de in de Buitenhaven uitgezette dieren met een VIE-tag. De dieren die aan de binnenzijde van de zeesluizen bij Vogeleiland zijn uitgezet worden hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat de interesse uitgaat naar het aanbod wat zich in de Buitenhaven aandient. Om te voorkomen dat locaties waar alen vaak opnieuw worden gevangen zwaarder meewegen dan waar dit minder het geval is, moeten de waarden voor vangst en terugvangst op elke locatie eerst worden gedeeld door de verblijftijd ter plaatse. De verblijftijd is berekend bij de behandeling van de resultaten per locatie in par. 4.1. Voor de berekening wordt de verblijftijd gekozen uitgedrukt in het aantal nachten na de eerste nacht na uitzet, dat is een dag minder dan de opgave in dagen. Zie Tabel 7A voor een overzicht van de waarden per locatie voor de berekening voor de Buitenhaven groepen en Tabel 7B voor de Binnenhaven groepen.

Tabel 7A Waarden voor de berekening van de aanbodschatting voor de Buitenhaven IJmuiden, op basis van detector- en vispassagevangsten op het Noordzeekanaal. Voor Aagtendijk is de verblijftijd onbekend, maar zijn ook geen terugvangsten gedaan. Bij Halfweg en Overtoom zijn de vangsten onttrokken aan de populatie, dus meervoudige vangsten kunnen daar niet optreden, zodat de waarden niet verrekend hoeven te worden met de verblijftijd van de glasaal op die locaties.

Locatie	Vangmiddel	T-verblijf (nachten)	Vangst (C)	VIE-tag IJmuiden buiten (M)	Terugvangst (R)	C/T-verblijf	R/T-verblijf
Aagtendijk	detector	nvt	36	2.036	-	nvt	nvt
Spaarndam	detector	9,1	109.506	2.036	12,0	12.075	1,3
Houtrakpolder	detector	8,8	28.413	2.036	9,0	3.221	1,0
Nauerna	detector	14,1	41.965	2.036	13,0	2.973	0,9
Halfweg	intrek&schepnet	nvt	466.323	2.036	99,4	466.323	99,4
Overtoom	intreknet	nvt	8.306	2.036	1,0	8.306	1,0
Wilhelm. sluis	detector	9,7	15.764	2.036	3,0	1.629	0,3
De Waker	detector	11,3	22.991	2.036	2,0	2.036	0,2
Willem I-sluis	detector	10,0	379	2.036	-	38	-
Schellingwoude	detector	10,1	14.621	2.036	5,0	1.443	0,5
Aestveldsempolder	detector	3,6	686	2.036	-	193	-
Totaal			708.990		144	498.237	104,6
Totaal, zonder De Waker			685.999		142	496.201	104,4

Tabel 7B Waarden voor de berekening van de aanbodschatting voor IJmuiden-binnen, op basis van detector- en vispassagevangsten op het Noordzeekanaal. Zie voorts de toelichting bij tabel 7.

Locatie	Vangmiddel	T-verblijf (nachten)	Vangst (C)	VIE-tag IJmuiden binnen (M)	Terugvangst (R)	C/T-verblijf	R/T-verblijf
Aagtendijk	detector	nvt	36	1.943	-	nvt	nvt
Spaarndam	detector	9,1	109.506	1.943	8	12.075	0,9
Houtrakpolder	detector	8,8	28.413	1.943	4	3.221	0,5
Nauerna	detector	14,1	41.965	1.943	5	2.973	0,4
Halfweg	intrek&schepnet	-	466.323	1.943	106	466.323	105,8
Overtoom	intreknet	-	8.306	1.943	-	8.306	-
Wilhelm. sluis	detector	9,7	15.764	1.943	2	1.629	0,2
De Waker	detector	11,3	22.991	1.943	-	2.036	-
Willem I-sluis	detector	10,0	379	1.943	-	38	-
Schellingwoude	detector	10,1	14.621	1.943	1	1.443	0,1
Aestveldsempolder	detector	3,6	686	1.943	-	193	-
Totaal			708.990		126	498.237	107,8
Totaal, zonder De Waker			685.999		126	496.201	107,8

Ingevuld in formule 1 en 2 in par. 3.5.2. van C/T-verblijf: 498.237, M: 2.036, R/T-verblijf: 104,6 volgt voor het aanbod in de Buitenhaven, N: 9.609.523, met een SD van 906.119. Indien de vangsten bij De Waker buiten beschouwing worden gelaten, vanwege het niet functioneren van de detector van 24 april t/m 8 mei, juist een periode waarbij terugvangsten van dieren uit IJmuiden konden worden verwacht, dan is de berekening als volgt, C/T-verblijf: 496.201, M: 2.036, R/T-verblijf: 104,4, volgt voor het aanbod in de Buitenhaven van IJmuiden, N: 9.586.327, met een SD van 904.725. Grofweg 9,6 miljoen.

Aan de vitaliteit van de groep 'blauw' die aan de binnenzijde is uitgezet wordt getwijfeld. De terugvangst van deze groep is relatief laag, maar de zwemsnelheid is bovengemiddeld gebleken. Indien de aanbodschatting wordt gebaseerd op enkel de eerste drie groepen die zijn uitgezet in de Buitenhaven (rood, blauw/rood en oranje/geel), dan zijn de waarden van de parameters in formule 1 en 2 (zonder De Waker): C/T-verblijf: 496.201, M: 1.183, R/T-verblijf: 47,2, met als uitkomst: N: 11.733.191, SD 1.635.779. Grofweg 11,7 miljoen. Doordat de groep met kleurmerk oranje relatief veel is teruggevangen komt de aanbodschatting zonder 'oranje' hoger uit (deze groep is tegelijk met blauw uitgezet).

Een aanbodschatting voor de groepen die aan de binnenzijde zijn uitgezet komt neer op 8,9 miljoen. Ingevuld in formule 1 en 2 in par. 3.5.2. van C/T-verblijf: 496.201, M: 1.943, R/T-verblijf: 107,8 volgt voor het aanbod aan de binnenzijde van de zeesluizen, N: 8.867.160, met een SD van 822.167.

C. Onafhankelijke schattingen op basis van onderzoekslocaties langs het Noordzeekanaal

Tabel 8 geeft het resultaat voor aanbodschattingen in IJmuiden voor alle afzonderlijke locaties. De lokale vangst (C) is gelijk aan de vangst met detectoren of intreknetten achter vispassages Halfweg en Overtoom, inclusief de terugvangst van de in de Buitenhaven uitgezette dieren, maar exclusief de terugvangsten van lokaal uitgezette dieren. De terugvangsten (R) betreffen de VIE-tag-gemerkte dieren uitgezet aan de buitenzijde van de zeesluizen. Het aantal gemerkte dieren (M) is overeenkomstig de twee voorgaande benaderingen.

Het totale aanbod komt uit op een gemiddelde van N: 9.447.703 glasalen (SD 3.023.017). Grofweg 9.4 miljoen. Interessant zijn de verschillen tussen de schattingen. Hoge schattingen worden gedaan op basis van de vangstgegevens bij Spaarndam en De Waker. Voor Spaarndam is deze afwijkende uitkomst te verklaren uit de late start van de vangsten, doordat de afvoer via het gemaal pas vanaf 30 april goed op gang kwam. De eerste cohorten, met daarbij veel gemerkte alen is die locatie vermoedelijk misgelopen, ten voordele van andere locaties die wel vroege vangsten kenden, m.n. Houtrakpolder, Nauerna, Halfweg en Schellingwoude (zie Bijlage 4, grafiek c voor Spaarndam en vergelijk met grafieken d, e, f en k van de voornoemde locaties). Aanbodschattingen voor IJmuiden op grond van die locaties vallen dan relatief wat lager uit. De vangsten op de diverse locaties fungeren dus deels als communicerende vaten. Voor De Waker is de aanbodschatting heel twijfelachtig, vanwege het ontbreken van vangsten in een periode waarbij terugvangsten uit IJmuiden konden worden verwacht. Daarom zal deze buiten beschouwing gelaten moeten worden.

Tabel 8 Schattingen aanbod Buitenhaven IJmuiden op basis van terugvangst langs 't NZK van VIE-tag gemerkte glasalen die zijn uitgezet in de Buitenhaven

Locatie	vangmiddel	Totale vangst (C)	Terugvangst VIE-tag IJ'den-buiten (R)	Aanbod IJmuiden o.b.v. VIE-tag gemerkten IJ'den-buiten (M=2.036)	SD
Aagtendijk	detector	36	-	nvt	nvt
Spaarndam	detector	109.506	12	17.158.905	5.804.421
Houtrakpolder	detector	28.413	9	5.787.932	1.867.863
Nauerna	detector	41.965	13	6.106.053	1.843.808
Halfweg	intrek&schepnet	466.323	99	9.463.994	916.433
Overtoom	intreknet	8.306	1	8.460.680	4.881.789
Wilhelm. sluis	detector	15.764	3	8.028.326	1.666.237
De Waker	detector	22.991	2	15.611.568	2.387.917
Willem I-sluis	detector	379	-	nvt	nvt
Schellingwoude	detector	14.621	5	4.964.169	1.245.921
Aestveldsepolder	detector	686	-	nvt	nvt
Som		708.990	144		
Gemiddelde				9.447.703	3.023.017

De vispassage bij Halfweg kent de laagste SD, ondermeer vanwege de relatief grote vangsten (als gevolg van een hoge effectiviteit). De aanbodberekening komt overeen met die bij methode B, uiteraard doordat deze locatie door de grote vangsten bepalend is voor de uitkomst van methode B. De aanbodschatting volgens methode B wordt gehanteerd als beste schatting, omdat een onevenwichtige verdeling van de verhouding tussen gemerkte en ongemerkte glasaal tussen locaties wordt vereffend. Het aanbod glasaal in de Buitenhaven van IJmuiden in 2018 kan worden gesteld op ca. N: 9.600.000 exx., met SD: 900.000.

De som van het aanbod bij de locaties langs het Noordzeekanaal wordt geschat op 10,3% van het aanbod in IJmuiden (Tabel 9). Halfweg (6,2%) en Spaarndam (2,3%) ontvangen het grootste aandeel glasaal van het totaal berekende aanbod.

Bij deze berekening de volgende kanttekeningen:

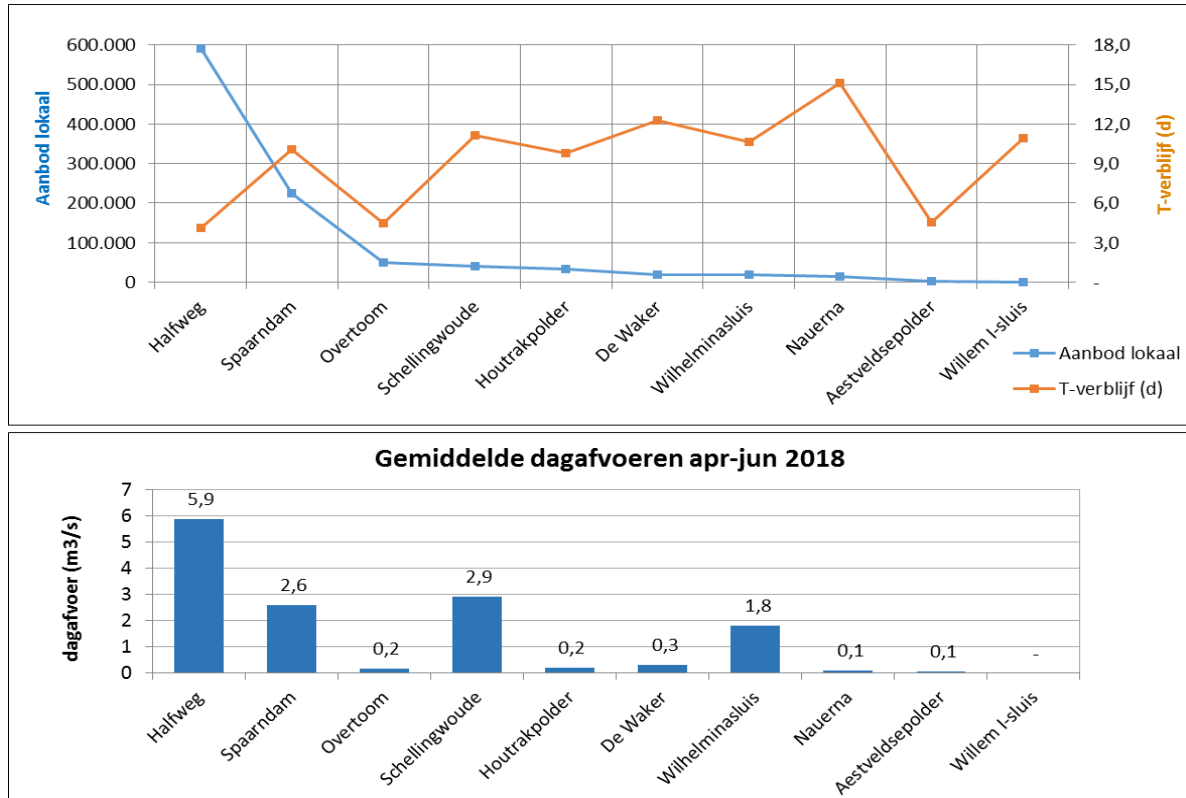
- het de aanbod voor De Waker is een grove schatting, vanwege het ontbreken van vier weken bemonstering met de detector, waardoor veel data moesten worden verkregen door interpolatie;
- de aanbodschatting bij Schellingwoude geldt ter plaatse van de zuidelijke vispassage. De detector was ver gelegen van de voornaamste inlaat.

Tabel 9 Schatting lokale aanbod op basis van lokale merk-terugvangst-experimenten. De vangmiddelen zijn gelijk aan die in tabel 7.

Locatie	Totale vangst (C)	Terugvangst lokaal (R)	Lokaal gemerkten (M)	Aanbod lokaal	SD	% van IJmuiden (n=9.600.000)	T-verblijf*
Aagtendijk	36	-	250	nvt	nvt	nvt	nvt
Spaarndam	109.506	124	255	224.270	51.638	2,34%	10,1
Houtrakpolder	28.400	220	250	32.274	5.667	0,34%	9,8
Nauerna	41.965	698	254	15.310	1.861	0,16%	15,1
Halfweg	466.037	399	507	591.649	13.605	6,16%	4,1
Overtoom	8.306	36	216	48.719	7.182	0,51%	4,4
Wilhelm. sluis	15.764	210	250	18.753	3.506	0,20%	10,7
De Waker	22.989	315	257	18.794	3.118	0,20%	12,3
Willem I-sluis	346	33	53	551	175	0,01%	11,0
Schellingwoude	14.621	92	250	39.465	10.548	0,41%	11,1
Aestveldsepolder	634	52	250	3.007	654	0,03%	4,6
Som				992.792	97.953	10,34%	
Gewogen gemiddelde							6,4
* aantal dagen							

4.3.2 Relatie aanbod en verblijftijd

De gemiddelde verblijftijd van glasaal bij een onderzoekslocatie is gecorreleerd met de passeerbaarheid van het object. Om de omvang van knelpunten in de passeerbaarheid weer te geven is in Figuur 4-35 de verblijftijd gerangschikt op de grootte van het aanbod. Bij Halfweg is een hoog aanbod ingeschat, met een lage verblijftijd. Dit sluit aan bij de goede passeerbaarheid van de vispassage (intrekefficiëntie van minimaal 79%). Ook bij Overtoom lijkt de invloed van de vispassage zichtbaar, ook al is de intrekefficiëntie daar minimaal 17%. Gemaal Aetsveldsepolder steekt gunstig af met een relatief lage verblijftijd. Op de locaties Spaarndam, Nauerna, Wilhelminasluis en Schellingwoude zijn de verblijftijden relatief hoog. Bij De Waker en Willem I-sluiz zijn wel al vispassages aanwezig, waarvan bij De Waker is geconstateerd dat deze niet goed functioneert. Bij Willem I-sluiz is het functioneren ook twijfelachtig op grond van de relatief hoge verblijftijd van de glasaal. Maar de efficiëntie is niet onderzocht binnen de proef.

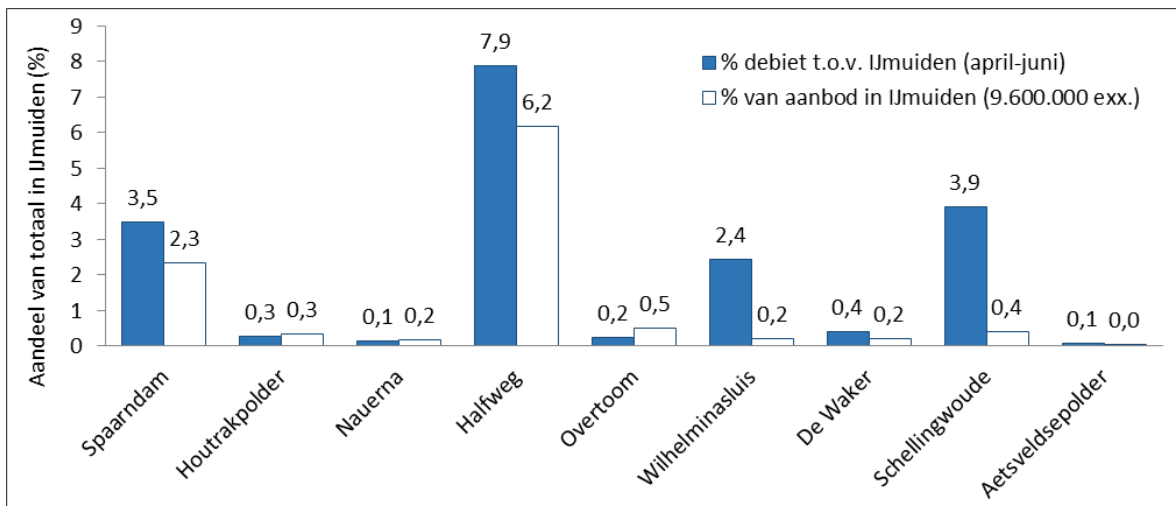


Figuur 4-35 Het verband tussen het lokale aanbod aan glasaal (% van totaal aanbod) en de gemiddelde verblijftijd (bovenste grafiek), daaronder de bijbehorende dagafvoeren op de onderzoekslocaties. Bij Wilhelminasluis is het debiet weergegeven van het naastgelegen Zaangemaal

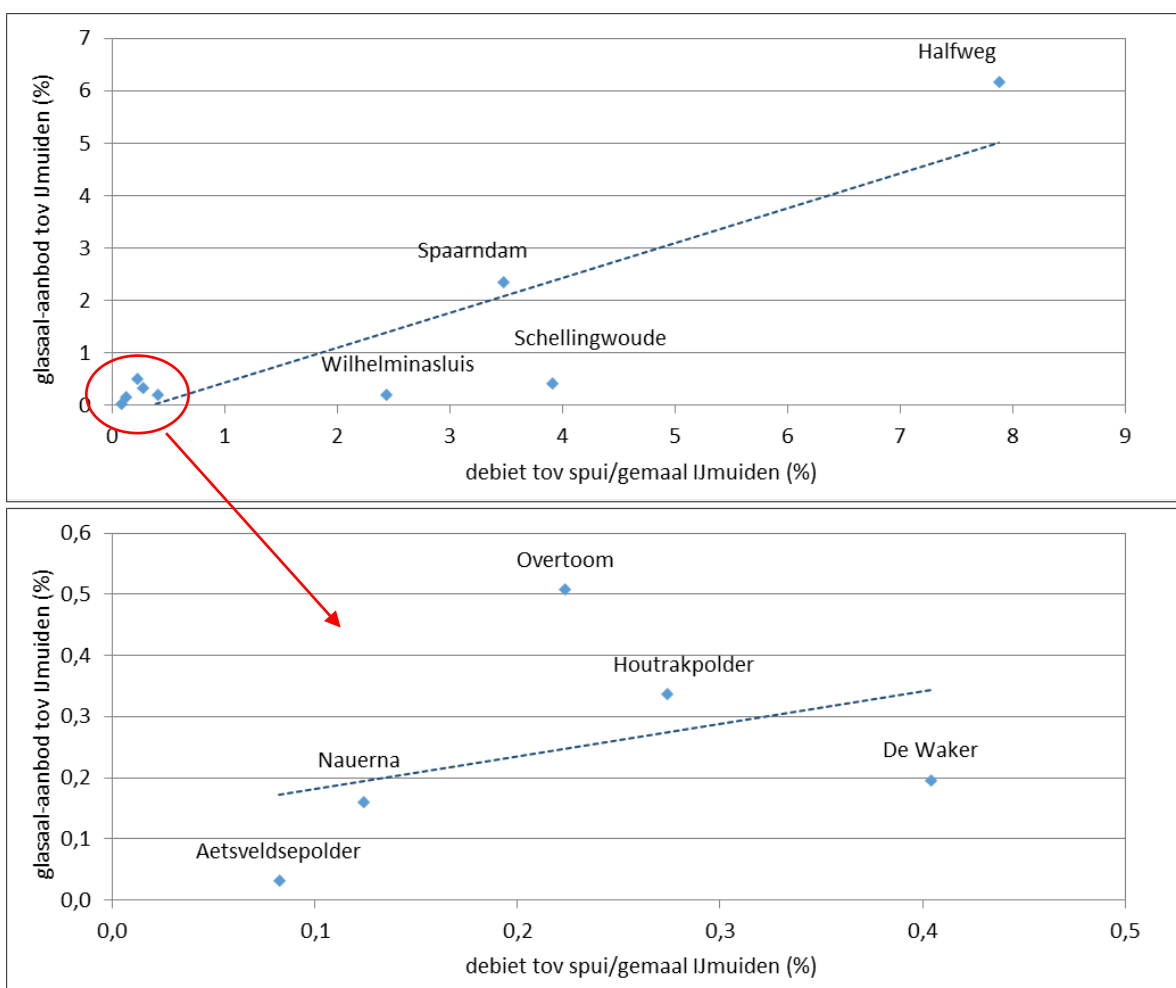
4.3.3 Relatie debiet

De relatie debiet op systeemniveau

De afvoer bij IJmuiden is een resultante van de aanvoer van het Amsterdam-Rijnkanaal en de aanvoer door gemalen langs het Noordzeekanaal. In de Figuren 4-36 en 4-37 is het verband weergegeven tussen de verdeling van het glasaalaanbod en het lokale debiet van de in het onderzoek betrokken locaties (uitgezonderd Aagtendijk). Beide uitgedrukt in respectievelijk het aandeel van het debiet van het spui en gemaal in IJmuiden en van het deel van het aanbod in IJmuiden. Het totale debiet voor deze locaties is 18,6% van dat van het spui/gemaal in IJmuiden, terwijl naar schatting 10,3% van het aanbod in IJmuiden bij deze locaties aanwezig is. Als je Schellingwoude hier niet in betreft, omdat de detector niet nabij de grootste inlaat was gelegen, dan wordt het debietpercentage 14,9% en het percentage glasaal-aanbod 9,9%.



Figuur 4-36 Overzicht per locatie van aandeel van het debiet (blauwe balken) van dat in IJmuiden (alleen spui en gemaal) voor de periode april-juni 2018 en van het aanbod glasaal van IJmuiden voorjaar 2018. Bij Wilhelminasluis is het debiet weergegeven van het naastgelegen Zaangemaal.



Figuur 4-37 Relatie tussen debiet en de aanbodschatting glasaal per locatie voor de periode april-juni 2018

4.4 Resultaten driedoornige stekelbaars

In de periode 22 januari – 18 juli 2018 zijn in totaal 6.523 stekelbaarzen gevangen achter de vispassage te Halfweg (>4cm). Met het kruisnetprogramma zijn nog eens 216 stekelbaarzen bij Halfweg gevangen (>3cm) en elders langs het Noordzeekanaal 568 exx. In Tabel 10 is de opgave voor stekelbaarzen in het intreknet bij Halfweg hoger in verband met de uitgevoerde interpolatie tussen de bemonsteringsperioden (niet gevist).

Tabel 10 Overzicht van vangsten van driedoornige stekelbaars met de diverse vangtuigen voor Halfweg en elders langs het Noordzeekanaal, en het aantal terugvangsten per kleurcodering

vanglocatie	sublocatie	vangtuig	totaal	neutraal	driedoornige stekelbaars					
					IJmuiden buiten	IJmuiden binnen	herkomst: Halfweg, uitzet: IJmuiden -buiten	herkomst: Halfweg, uitzet: IJmuiden -binnen	herkomst: IJmuiden, uitzet: Amerikahaven	herkomst: Halfweg, uitzet: Amerikahaven
					r	g	o	b	o/b	g/r
IJmuiden	gemaal	schepnet		onb.			1			
IJmuiden	Kleine Sluis	intreknet	276	268	3		5			
Halfweg*	visp.	intreknet	7.182	7.116	2	9	18	19	7	11
Halfweg	gemaal	kruis-/schepnet	127	127						
Halfweg	gemaal	idem, overgezet	89	88		1				
elders NZK		kruis-/schepnet	568	568						
* Aantal neutraal bij Halfweg vispassage is inclusief interpolatie. Maat bij vispassages > 4cm. Maat opgave kruis-/schepnet: 3-10cm.			neutraal	8.242	8.167					
			R	76	5	10	24	19	7	11
			neutraal+R	8.243						
			M	1.268	259	256	250	252	125	126

Merk-terugvangst

Op 29 maart zijn in totaal vier groepen gemerkte stekelbaarzen uitgezet bij IJmuiden: twee groepen aan de buitenzijde (rood en oranje) en twee aan de binnenzijde (geel en blauw). De herkomst was verschillend per groep (rood en geel: IJmuiden, blauw en oranje: Halfweg) (zie Figuur 3-11 voor de opzet van het merk-terugvangst experiment). De geel gemerkte stekelbaars die in een kruisnet is gevangen is overgezet naar de binnenzijde, en daardoor onttrokken aan de vangst in de vispassage (Tabel 10). Dit overgezette exemplaar is voor de berekening van het terugvangpercentage opgeteld bij de exemplaren die achter de vispassage zijn gevangen. Voor de neutrale exemplaren geldt hetzelfde met betrekking tot de aanbodberekening, aangenomen dat een groot deel anders de vispassage was gepasseerd.

Op 9 april is in de Buitenhaven bij IJmuiden een oranje gemerkte stekelbaars gevangen in een schepnet. Dat is 11 dagen na uitzet. Ook in de vispassage bij de Kleine sluis zijn 5 oranje gemerkte en 3 rood gemerkte stekelbaarzen gevangen. Allemaal op 30 maart, 1 dag na de uitzet in de Buitenhaven.

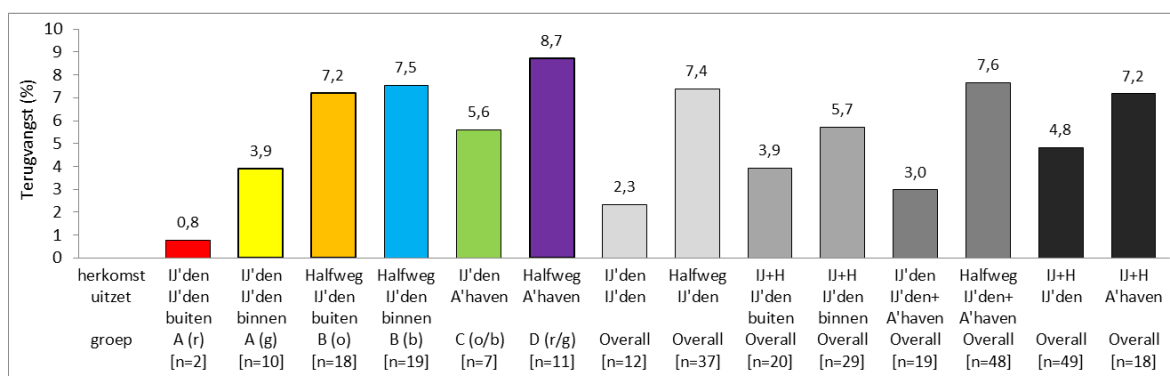
De twee groepen die aan de binnenzijde van de zeesluizen zijn uitgezet hebben een terugvangpercentage van 3,9% (geel: herkomst IJmuiden) en 7,5% (blauw: herkomst Halfweg) ten opzichte van 0,8% (rood: herkomst IJmuiden) en 7,2% (oranje: herkomst Halfweg) van de groepen die in de Buitenhaven zijn losgelaten (Figuur 4-38). Van de twee groepen die oorspronkelijk bij IJmuiden zijn gevangen en aan weerszijden van de zeesluizen zijn uitgezet was het terugvangpercentage gemiddeld 2,3% (rood en geel), terwijl dit voor de stekelbaarzen afkomstig van Halfweg hoger lag, nl. 7,4% (oranje en blauw). Het lage terugvangpercentage voor de groep met rood merk kan een aanwijzing zijn dat niet alle stekelbaarzen die in de Buitenhaven zwemmen niet direct gemotiveerd waren om (direct) te migreren of ze zijn op het Noordzeekanaal zelf gebleven. De

groepen oranje en blauw, die zijn verzameld achter de vispassage bij Halfweg beschikken in ieder geval over migratiedrang (ze zijn immers door de vispassage gegaan).

Ook bij de groep afkomstig uit IJmuiden en uitgezet op 5 april in de Amerikahaven, op 3,4 km van de vispassage (oranje/blauw), lag het percentage lager: 5,6%, in vergelijking met de groep uit Halfweg (rood/geel): 8,7%. Over het geheel werden dus meer dieren in Halfweg teruggevangen die oorspronkelijk daar zijn verzameld dan dieren die in de Buitenhaven van IJmuiden zijn verzameld. Als alle groepen die zijn verzameld in IJmuiden worden gemiddeld, dan is het terugvangpercentage 3,0% en van de groepen verzameld bij Halfweg is dat 7,6%.

Er is ook een systematisch verschil in terugvangst tussen dieren die aan de buitenzijde van de zeesluizen zijn uitgezet ten opzichte van de dieren die aan de binnenzijde zijn uitgezet. De groepen die, afkomstig van IJmuiden of Halfweg, aan de binnenzijde van het sluizencomplex waren losgelaten kenden een terugvangpercentage van gemiddeld 5,7%. De gemiddelde terugvangst van stekelbaarzen die in de Buitenhaven zijn uitgezet was met 3,9% bijna 2% lager.

Het hogere terugvangpercentage voor de vissen die zijn verzameld in Halfweg suggereert een grotere voorkeur van die dieren voor Halfweg, wellicht als gevolg van homing (terugkeren naar locatie van herkomst). Een andere verklaring kan zijn dat niet alle dieren die zijn gevangen in de Buitenhaven beschikken over eenzelfde migratiedrang als de dieren die de vispassage bij Halfweg zijn gepasseerd.



Figuur 4-38 Terugvangpercentages van de verschillende groepen en combinaties daarvan, bij de vispassage te Halfweg

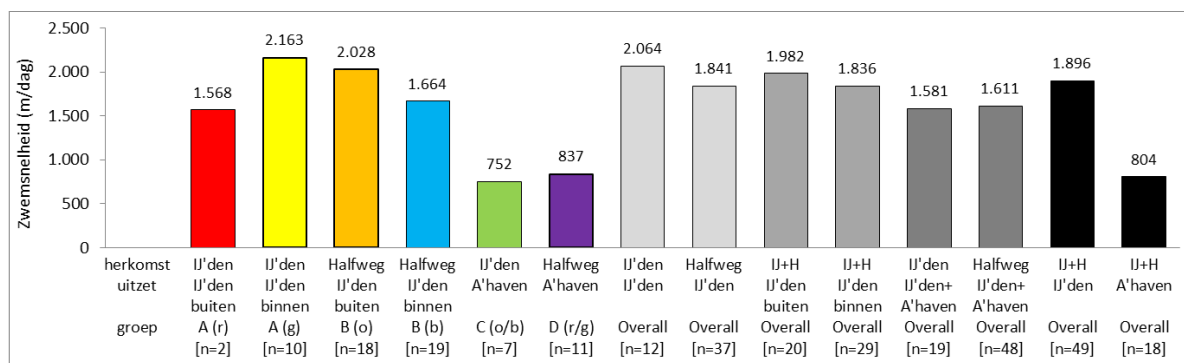
Zwemsnelheid

De zwemsnelheid van de snelste stekelbaars die bij Halfweg is gevangen is vastgesteld op minimaal 7.700 m/dag (geel gemerkt, 31 maart). Deze zwom in twee dagen van zijn uitzetplek bij Vogeleiland naar Halfweg. Tabel 11 en Figuur 4-39 bieden een overzicht van de zwemsnelheden van de afzonderlijke groepen en combinaties van groepen. De spreiding in zwemsnelheid is groot binnen de groepen. De groepen uitgezet aan de buitenzijde van de zeesluizen zijn gemiddeld iets sneller in Halfweg dan die zijn uitgezet aan de binnenzijde. Dit geldt ook voor de groepen die in IJmuiden zijn verzameld en uitgezet in IJmuiden ten opzichte van de groepen afkomstig van Halfweg. Beide constatering zijn echter tussen de groepen onderling niet eenduidig (Figuur 4-40).

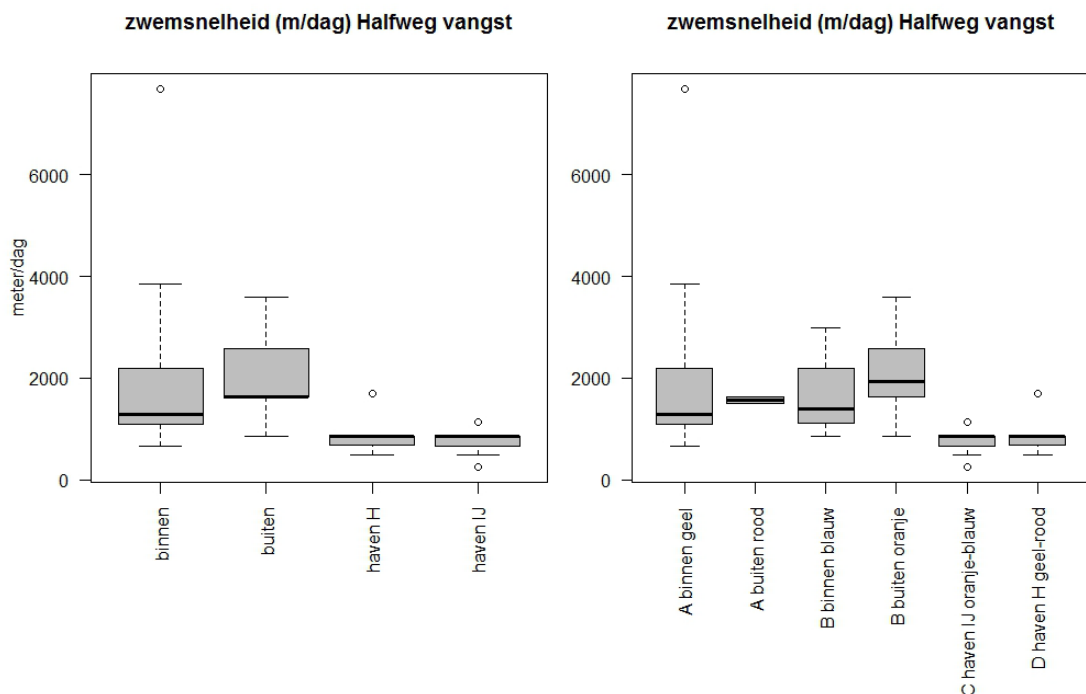
De laatste terugvangst van de groepen die in de Amerikahaven zijn uitgezet was 14 dagen na uitzet (1 oranje/blauw gemerkte). De rest van de 18 stekelbaarzen was binnen 7 dagen gevangen, waarbij de snelste er 2 dagen over deed. Het gemiddelde aantal dagen tussen uitzet en terugvangst was 4,2 dagen. De dieren die verzameld zijn in Halfweg en uitgezet in de Amerikahaven waren iets sneller dan de exemplaren die in IJmuiden zijn verzameld (Figuur 4-39 en 4-40). Samen met het resultaat voor de groepen die zijn uitgezet in IJmuiden –waarbij zelfs de groep uit IJmuiden die aan de binnenzijde is uitgezet sneller in Halfweg aankwam dan de groep verzameld in Halfweg– is dit een aanwijzing dat homing geen (grote) rol speelt in het verschil in terugvangkans tussen de groepen met herkomst IJmuiden en die met herkomst Halfweg.

Tabel 11 Overzicht van de zwemsnelheden van de verschillende groepen stekelbaars, waarbij aangegeven het aantal individuen waarmee gerekend is (de terugvangsten)

groep	herkomst	uitzet	V (m/dag)			Terugvangsten						
			gem.	min.	max.	R tot	r	g	o	b	o/b	g/r
A (r)	IJmuiden	IJ'den buiten	1.568	1.500	1.636	2	2					
A (g)	IJmuiden	IJ'den binnen	2.163	670	7.700	10		10				
B (o)	Halfweg	IJ'den buiten	2.028	857	3.600	18			18			
B (b)	Halfweg	IJ'den binnen	1.664	856	3.000	19				19		
C (o/b)	IJmuiden	Amerikahaven	752	243	1.133	7					7	
D (r/g)	Halfweg	Amerikahaven	837	486	1.700	11						11
Overall	IJmuiden	IJmuiden	2.064	670	7.700	12	2	10				
Overall	Halfweg	IJmuiden	1.841	856	3.600	37			18	19		
Overall	IJ'den+Halfweg	IJ'den buiten	1.982	857	3.600	20	2		18			
Overall	IJ'den+Halfweg	IJ'den binnen	1.836	670	7.700	29		10		19		
Overall	IJmuiden	IJ'den + A'haven	1.581	243	7.700	19	2	10			7	
Overall	Halfweg	IJ'den + A'haven	1.611	486	3.600	48			18	19		11
Overall	IJ'den+Halfweg	IJmuiden	1.896	670	7.700	49	2	10	18	19		
Overall	IJ'den+Halfweg	Amerikahaven	804	243	1.700	18					7	11



Figuur 4-39 Gemiddelde zwemsnelheid van driedoornige stekelbaars op basis van terugvangsten bij Halfweg, cf. Tabel 7B



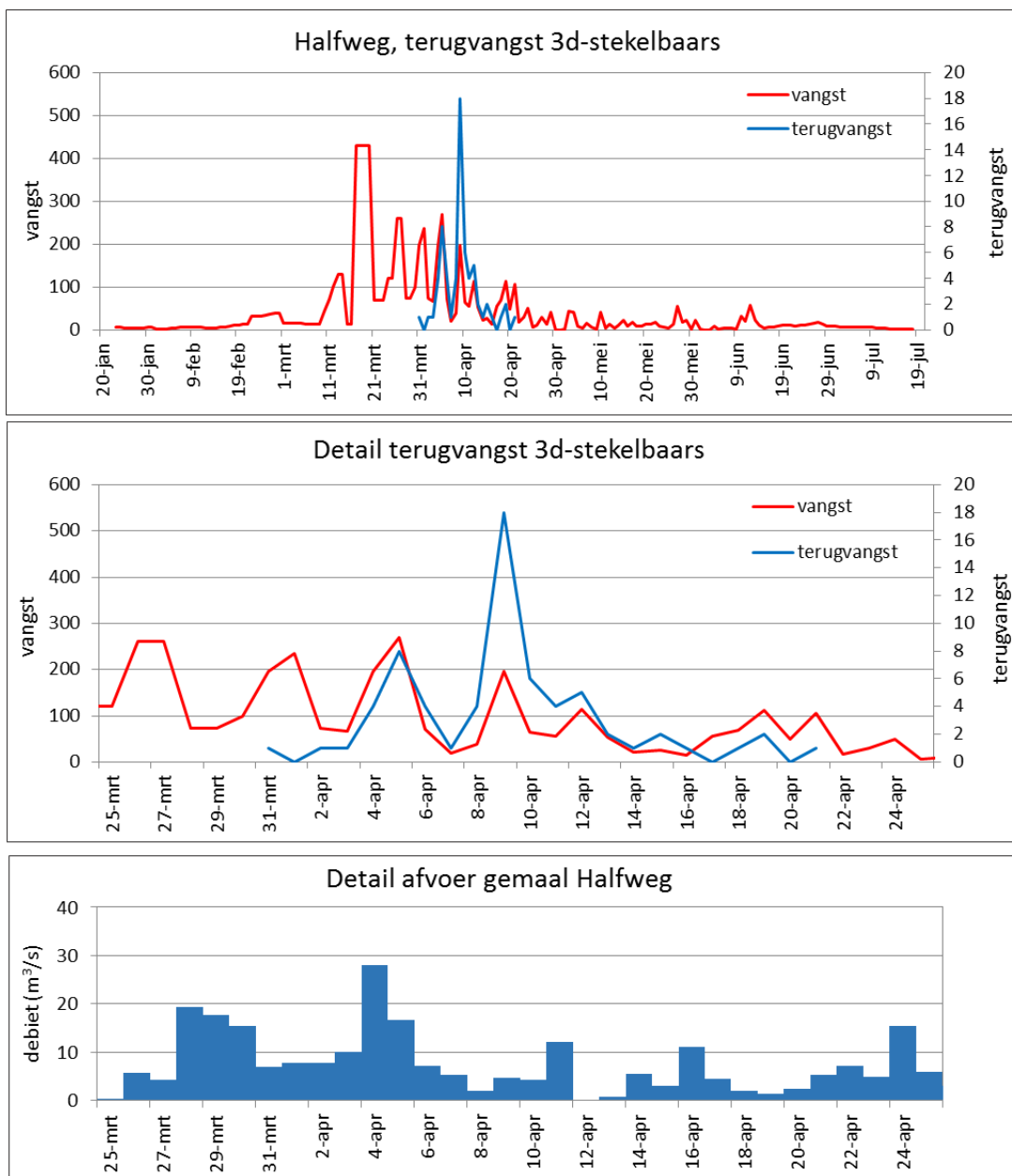
Figuur 4-40 Gemiddelde zwemsnelheid van driedoornige stekelbaars op basis van terugvangsten bij Halfweg. De waarden zijn afkomstig van Tabel 12.

De resultaten voor terugvangst en zwemsnelheid samengenomen, laten zien dat er tussen de groepen die aan weerszijden van de zeesluizen zijn uitgezet een verschil bestaat in terugvangst van ca. 32%, maar geen duidelijk verschil in zwemsnelheid. De terugvangst van exemplaren met herkomst Halfweg is groter dan met herkomst IJmuiden, echter van een verschil in zwemsnelheid tussen beide herkomsten is geen sprake.

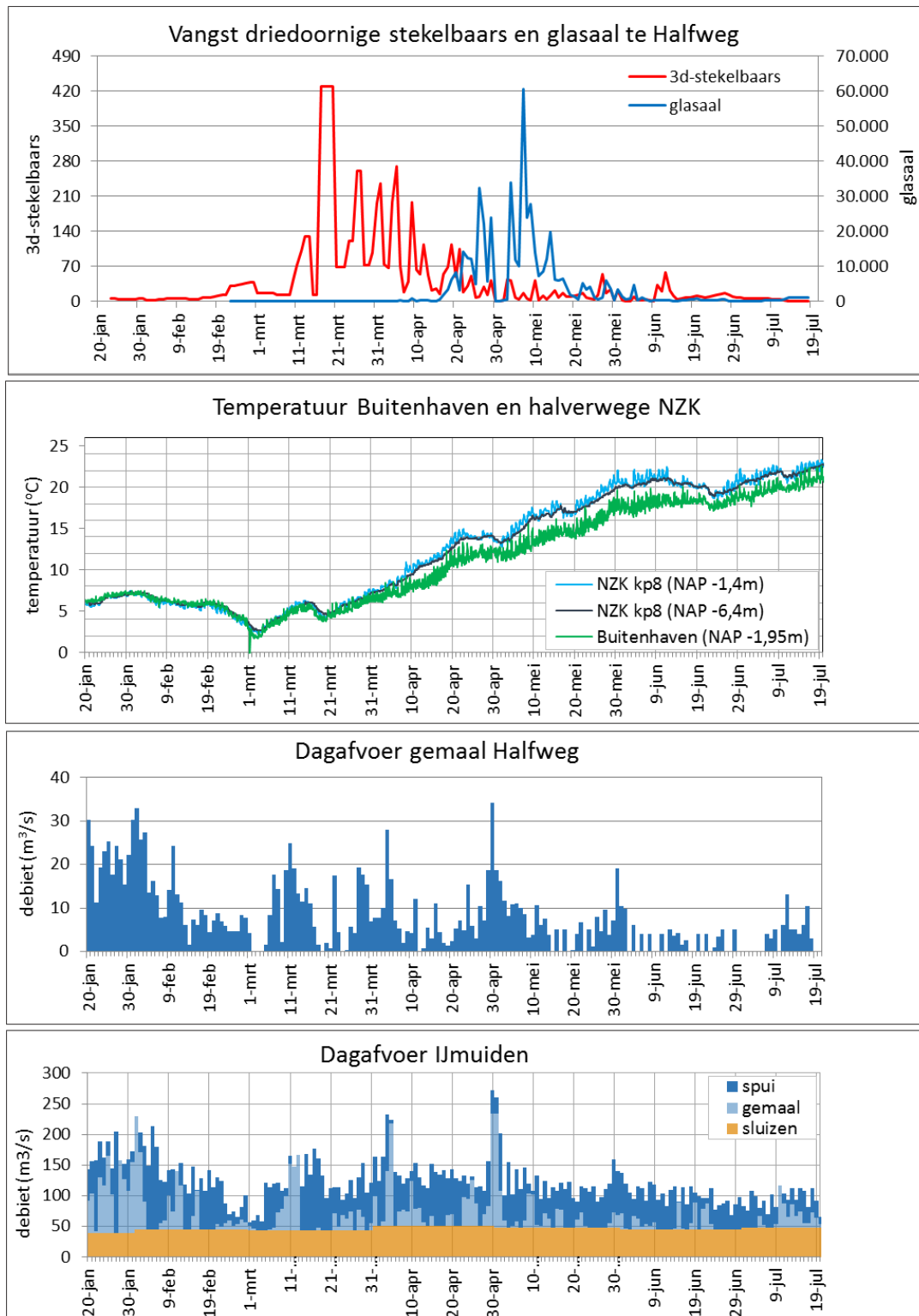
Timing

Al vanaf de eerste bemonstering van de vispassage bij halfweg op 24 januari is driedoornige stekelbaars gevangen. Een stijging van de vangsten bij Halfweg kwam in 2018 ongeveer anderhalve maand eerder op gang dan bij glasaal (Figuur 4-41). De vangperiode daar liep globaal van 9 maart tot 21 april en voor glasaal globaal tussen 17 april en 20 mei. Na een periode met lage afvoer bij IJmuiden, nam de afvoer op 5 maart sterk toe. Bij Halfweg zie je, op basis van de ruwe vangstregistratie, de eerste toename van de vangsten rond 14 maart, waarna deze piekt rond 20 maart. Op grond van de gemiddelde zwemsnelheid van gemerkte individuen die in de Buitenhaven zijn uitgezet (1.982 m/dag, Tabel 12), moeten de dieren minstens 9 dagen eerder uit de Buitenhaven zijn vertrokken, maar waarschijnlijk veel eerder vanwege de lagere watertemperatuur ten opzichte van 29 maart toen de gemerkte dieren zijn uitgezet. De watertemperatuur steeg tussen 9 maart en 21 april geleidelijk, in de Buitenhaven van 4,2 °C naar 11,3 °C en op het Noordzeekanaal, halverwege, van 4,4 °C naar 14,1 °C.

Typerend in het hele verloop is een sterke wisseling van de vangsten, met 2 tot 7 dagen tussen de pieken (Figuur 4-42). Ook de terugvangsten vertonen dit verloop, wat samenvalt met dat van de ongemerkte dieren. Dit verloop is niet gecorreleerd aan dat van de afvoer van het gemaal. Een mogelijke verklaring voor dit patroon is dat de soort in scholen migreert, waardoor de vangsten in pulsen optreden.



Figuur 4-41 Het verloop van de geïnterpoleerde vangsten en alle terugvangst bij Halfweg voor driedoornige stekelbaars. In de middelste en onderste grafiek een uitsnede van de periode 25 maart-25 april, met het bijbehorende afvoerpatroon van het gemaal. De vangsten zijn per 29 maart dagelijks.



Figuur 4-42 Bovenste grafiek: het verloop van de dagvangsten in de vispassage te Halfweg van driedoornige stekelbaars en glasaal. De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd. In de middelste grafiek de debietverdeling van gemaal Halfweg. In de onderste grafiek de watertemperatuur in de Buitenhaven en het Noordzeekanaal, op basis van uurwaarden.

Aanbod en passeerbaarheid sluizen IJmuiden

Op grond van de terugvangst in Halfweg van de groep met het rode kleurmerk wordt een aanbod in de Buitenhaven ingeschat van ca. 620.000, met een ruime foutmarge vanwege de geringe terugvangst (Tabel 13). Hierbij wordt voor de vangst (C) gerekend met de geïnterpoleerde neutrale vangst bij Halfweg, inclusief de terugvangsten van dieren uit IJmuiden Buitenhaven, die daar ook verzameld zijn. Voor de groep 'geel' die is verzameld in de Buitenhaven en uitgezet aan de binnenzijde, wordt ook de terugvangst van die dieren opgeteld bij de vangst (C). De groep met oranje kleurmerk, verzameld bij Halfweg en uitgezet in de Buitenhaven, vertegenwoordigt de dieren met migratiedrang. Hiervan is het aanbod in de Buitenhaven ca. 94.000, met een SD van ca. 20.000. Dat is 15,2% van de dieren aanwezig in de Buitenhaven. Als je uitgaat van slechts 15,2 % van de dieren uit de rode groep met migratiedrang (39,5 van de 259 exx.), dan kom je op een aanbod van deze dieren in de Buitenhaven van 96.037 exx., met een SD van 46.202. Deze uitkomst komt goed overeen met de aanbodschatting op grond van de dieren met oranje kleurmerk.

Tussen de aanbodschattingen van de groepen 'oranje' en 'blauw', resp. uitgezet in de Buitenhaven en aan de binnenzijde van de zeesluizen, is een reductie naar 95,6% te zien. Omdat dit vissen betreft afkomstig van Halfweg, met migratiedrang, is dit cijfer een maat voor de passage-efficiëntie van het spui/maal/sluiscomplex IJmuiden voor driedoornige stekelbaars.

De bemonsteringen door Fish Flow Innovations achter de Kleine Sluis duiden ook op een goede passage-mogelijkheid van de zeesluizen voor driedoornige stekelbaars. Een dag na de uitzet werden in het intreknet al 5 oranje gemerkte (2% van de groep) en 3 rood gemerkte (1% van groep) stekelbaarzen gevangen op een totaal van 19 stekelbaarzen (>4cm). Na deze vangst zijn er geen gemerkte stekelbaarzen meer gevangen in de bemonstering bij de Kleine Sluis. Echter, de eerstvolgende bemonstering was 11 dagen later, op 9 april (Manshanden 2018) en het is waarschijnlijk dat in de tussentijd meerdere gemerkte individuen de Kleine Sluis zijn gepasseerd. In de bemonstering vanaf 9 april zijn in beperkte mate stekelbaarzen gevangen (23 stuks >4cm in 17 nachten). Daarvoor was het aantal 257 stuks >4cm in 12 nachten (Manshanden 2018). De langst geregistreerde verblijftijd van stekelbaars was 11 dagen. Deze stekelbaars is teruggevangen met een schepnet in de Buitenhaven van IJmuiden op 9 april. Dit was een stekelbaars die van oorsprong was gevangen bij Halfweg (oranje gemerkt).

De aanbodschatting voor de monding van de Amerikahaven, waar de stekelbaarzen met de dubbele kleuren in de staart zijn uitgezet is zoals je mag verwachten kleiner dan voor de groepen die aan de binnenzijde van de zeesluizen zijn uitgezet, tenminste als je de cijfers vergelijkt tussen de groepen van gelijke herkomst.

Tabel 12 Aanbodschattingen driedoornige stekelbaars op basis van de zes afzonderlijke groepen en de twee groepen uitgezet in de Amerikahaven tezamen

Herkomst Uitzet kleurcode	IJmuiden buiten r	IJmuiden binnen g	Halfweg buiten o	Halfweg binnen b	IJmuiden A'haven o/b	Halfweg A'haven g/r	H+IJ A'haven g/r+o/b
C	7.128	7.128	7.128	7.128	7.128	7.128	7.128
M	259	256	250	252	125	126	251
R	2	10	18	19	7	11	18
Aanbod IJ'den	617.717	166.524	94.158	90.024	-	-	-
SD IJmuiden	307.050	47.002	20.218	18.858	-	-	-
Aanbod A'haven	-	-	-	-	112.258	75.433	94.533
SD Amerikahaven	-	-	-	-	36.197	19.894	20.302
binnen tov buiten	100%	27,0%	100%	95,6%			

5 Discussie

5.1 Aanbod

Glasaal

Het aanbod aan glasaal bij IJmuiden in het voorjaar van 2018 wordt geschat op ca. 9.600.000 met een SD van 900.000 glasalen. Dit is gedaan op grond van alle vangsten op het Noordzeekanaal met detector en de vispassages bij Halfweg en Overtoom en de met VIE-tag gemerkte glasalen die in de Buitenhaven zijn uitgezet. De vangsten bij De Waker zijn hierin niet betrokken.

Een aanbodschatting op grond van de terugvangsten in de drie detectors in de Buitenhaven komt op 3.600.000 - 5.200.000 stuks. De glasalen gemerkt met Bismarck Brown worden in een andere verhouding teruggevangen. Mogelijk het gevolg van een ander gedrag. Een zelfde ongelijke verhouding tussen VIE-tag en Bismarck Brown is te zien bij een experiment bij gemaal Schoute (Griffioen et al. 2018). Op grond van de uitkomsten van de terugvangsten op de locaties langs het Noordzeekanaal, die ieder voor zich vaak veel hoger uitkomen, zie Tabel 8, wordt ingeschat dat deze schatting van de terugvangsten in IJmuiden niet representatief is. De reden voor de lagere uitkomst kan zijn dat er geen volledige menging is geweest van de gemerkte t.o.v. de ongemerkte glasalen in de Buitenhaven. Dit wordt ondersteunt door een andere verhouding gemerkt en ongemerkte glasaal in de detector bij de Zuidersluis t.o.v. de detectoren bij het gemaal en spui. Het kiezen van een uitzetlocatie tussen de buitenhoofden kan zorgen voor een betere menging evenals betere verdeling tussen de detector bij de Zuidersluis en de twee bij het spui/gemaal.

Het aanbod bij de onderzochte locaties langs het Noordzeekanaal is weergegeven in Tabel 13. De aantallen bij De Waker zijn onbetrouwbaar vanwege ontbrekende vangsten. Die bij Schellingwoude is mogelijk niet representatief voor het gehele complex (onderschatting), omdat de detector ver van de hoofdinlaat was gelegen en het experiment alleen bij de passage is uitgevoerd.

Driedoornige stekelbaars

Voor de aanbodschattingen voor driedoornige stekelbaars geldt hetzelfde voorbehoud, als hiervoor is genoemd. Op grond van het enkelvoudig uitgevoerde experiment kan worden geconcludeerd dat tenminste een deel van de driedoornige stekelbaars die vanuit het Noordzeekanaal naar de omliggende boezemwateren trekt afkomstig is van zee. Het aanbod in de Buitenhaven wordt voor voorjaar 2018 geschat op ca. 620.000 exx. met een SD van 310.000. Het deel hiervan met migratiedrang wordt geschat op ca. 94.000 exx. met een SD van 20.000. Dit is berekend op basis van merk-terugvangst van dieren, afkomstig van Halfweg (bewezen migratiedrang), die zijn uitgezet in de Buitenhaven. Ongeveer deze uitkomst wordt ook verkregen als je uitgaat van het percentage dieren met migratiedrang ($94.000/620.000=15,2\%$) binnen de groep dieren die aan de buitenzijde zijn uitgezet, met herkomst IJmuiden.

Er zijn in het intrekseizoen 2018 ruim 7.100 driedoornige stekelbaarzen de vispassage bij Halfweg gepasseerd. Het aanbod zal hoger zijn geweest, maar is onbekend. De merk-terugvangst met de groepen die zijn uitgezet in de monding van de Amerikahaven kon hiervoor niet worden gebruikt, vanwege de te grote afstand tot de vispassage.

Uit de kruisnetbemonsteringen blijkt dat 2018 vergeleken met voorgaande jaren een laag aanbod van de soort liet zien (Goverse 2018).

Tabel 13 Overzicht aanbod, verblijftijd en passage-efficiëntie. Aanbodsschatting glasaal IJmuiden op grond van methode B (par. 4.3.1) en voor driedoornige stekelbaars op grond van resultaten voor de groepen met rood merk en met oranje merk (zie tabel 12).

Glasaal						
Locatie	Vangmiddel	Aanbod	SD	T-verblijf (dagen)	T-verblijf-max (dagen)*	Efficiëntie passage
IJmuiden	detector	9.594.234	904.725	5,9	22-23	64-98%
Aagtendijk	detector	?		?		
Spaarndam	detector	224.270	51.638	10,1	63-65	
Houtrakpolder	detector	32.274	5.667	9,8	57-59	
Nauerna	detector	15.310	1.861	15,1	71-75	
Halfweg	intrek&schepnet	591.649	13.605	4,1	44	78,7%
Overtoom	intreknet	48.719	7.182	4,4	17-20	16,7%
Wilhelminasluis	detector	18.753	3.506	10,7	58-62	
De Waker**	detector	18.794	3.118	12,3	42-?	0,4% --> 8,0%
Willem I-sluys	detector	551	175	11,0	53-56	
Schellingwoude	detector	39.465	10.548	11,1	35-37	
Aestveldsepalder	detector	3.007	654	4,6	36-38	
Totaal binnenzijde		992.792	97.953			

Driedoornige stekelbaars						
Locatie	Aanbod totaal	SD	Migratie-drang	SD		Efficiëntie passage
IJmuiden	616.850	306.619	94.026	20.189		96%
*range omdat vangst niet altijd dagelijks is geweest (alleen bij Halfweg een periode)						
**verblijftijd De Waker is vastgesteld vóór aanpassing van de vispassage, waarbij de efficiëntie is verhoogd van 0,4 naar 8,0%						

5.2 Passeerbaarheid sluizencomplex IJmuiden

Glasaal

Op basis van de resultaten lijkt er geen belemmering voor glasaal om het sluizencomplex te passeren. De passage efficiëntie is hoog. De passage van het sluizen complex te IJmuiden kan worden vastgesteld doormiddel van terugvangst verschillen tussen de groepen die in de buitenhaven zijn uitgezet en de groepen die in de Binnenhaven zijn uitgezet. Gemiddeld ligt het terugvangst percentage van de buiten groepen iets hoger vergeleken met de binnen groepen. Maar de spreiding tussen de twee groepen lijkt niet significant. Hiermee lijkt de data erop te duiden dat de sluizen geen belemmering vormen voor de intrek van glasaal.

Een passage efficiëntie op basis van een vergelijk van aanbodsschatting tussen groepen van de Buitenhaven en de groepen van de Binnenhaven komt neer op circa 92,5%, waarmee de passage-efficiëntie van het gehele spui/maal/sluyscomplex in IJmuiden voor glasaal op minimaal 92,5% kan worden gesteld.

Er zijn aanwijzingen dat de zeesluizen zorgen voor een goede doorstroming van glasaal. Zo is er nauwelijks ophoping geconstateerd in de detector bij de Zuiderluis. Tussen half april en half juni, zijn er relatief veel vangsten achter het spui en het gemaal, wat wijst op ophoping van glasaal en dus op een minder goede doorstroming op die locaties. De afvoer in IJmuiden door spui en gemaal beïnvloedt de verdeling van glasaal in de Buitenhaven, waarbij er bij grotere afvoeren door spui en gemaal kans is op afleiding van glasaal van de goed passeerbare zeesluizen naar het minder goed passeerbare spui- en maalcomplex.

Er zijn ook drie glasalen die aan de binnenzijde zijn uitgezet, aan de buitenzijde van het sluizencomplex teruggevangen. Dit betekent dat er uitspoeling is geweest, met het uitwisselingsdebiet van een van de zeesluizen, via het gemaal of via het spuicomples. De kans op uitspoeling zal voor de uitgezette dieren zijn mogelijk vergroot door desoriëntatie na het uitzetten in brak water.

De gemiddelde verblijftijd van glasaal aan de buitenzijde is vastgesteld op 6 dagen met een maximum van 23 dagen. Dit cijfer berust echter op 15 terugvangsten in de drie detectoren in de Buitenhaven.

Driedoornige stekelbaars

Op basis van de terugvangsten lijkt stekelbaars het sluizencomplex goed te kunnen passeren indien deze migratiedrang hebben. Met 7,2% (buiten) teruggevangen stekelbaarzen tegen 7,5% (binnen) is er nauwelijks verschil. Echter, dit geldt alleen voor de groepen die de herkomst Halfweg hebben. Voor de groepen die afkomstig waren uit IJmuiden lijkt er wel een barrière 0,8% (buiten) tegenover 3,9% (binnen) teruggevangen stekelbaarzen bij Halfweg. Een verklaring kan zijn dat niet alle dieren die zijn gevangen in de Buitenhaven beschikken over eenzelfde migratiedrang als de dieren die de vispassage bij Halfweg zijn gepasseerd. Het hogere terugvangpercentage voor de vissen die zijn verzameld in Halfweg suggereert een grotere voorkeur van die dieren voor Halfweg, wellicht als gevolg van homing.

De opzet van het merk-terugvangstonderzoek voor stekelbaars is met slechts enkelvoudige groepen, omdat het onderzoek voor deze soort een pilot betreft. Berekend is een passage-efficiëntie van 96% voor driedoornige stekelbaars op grond van aanbodschattingen van de deelpopulatie met migratiedrang aan weerszijden van de zeesluizen. De bemonsteringen achter de Kleine Sluis duiden ook op een goede passage-mogelijkheid van de zeesluizen voor driedoornige stekelbaars. Een dag na de uitzet werden in het intreknet al 5 oranje gemerkte (2% van de groep) en 3 rood gemerkte (1% van groep) stekelbaarzen gevangen op een totaal van 19 stekelbaarzen (>4cm). Vergelijkbaar als voor de glasaal zal driedoornige stekelbaars ook ophopen voor het spui/gemaal.

5.3 Zwemsnelheid

Glasaal

De gemiddelde zwemsnelheid van glasaal tussen IJmuiden en Halfweg over alle groepen lag op 686 m/dag (166-1.800 m/dag). Dit is berekend op basis van terugvangsten bij de vispassage te Halfweg. De werkelijke zwemsnelheid ligt veel hoger, omdat glasaal bij voorkeur in de nacht zwemt en het onbekend is wanneer de glasaal in het intreknet zwemt, dat 's ochtends wordt gelegeerd. Ook zal de glasaal niet altijd de snelste route volgen onderweg naar Halfweg.

Opvallend was dat van alle vier de groepenparen de groepen die aan de binnenzijde zijn uitgezet langzamer waren dan de groepen die in de Buitenhaven zijn uitgezet, nl. 577 m/dag (166-1.711 m/dag) tegen 801 m/dag (310-1.800 m/dag). Wellicht dat de glasalen gedesoriënteerd waren als gevolg van het saliniteitsverschil tussen de herkomst in de Buitenhaven en het brakke water oostelijk van de zeesluizen. De aaltjes zijn na het merken bijgekomen in zeewater, zoals is beschreven in par. 3.4. Ze hebben daardoor niet geacclimatiseerd in brak water na het merken. De glasalen uitgezet in de Buitenhaven hebben een duidelijk brakwater oriëntatie punt, iets wat de glasalen uitgezet in de Binnenhaven missen. Glasaal kan in korte tijd prima een groot saliniteitsverschil aan. Glasalen gevangen in een estuarium met een saliniteit van 24‰ hadden een overleving van 100% bij een directe overplaatsing naar zoet water (Wilson et al. 2004). Ook het voorkomen van palingpopulaties in kleine rivieren die geen estuarium hebben zijn in lijn met de ervaring dat zij in staat zijn om een 'harde overgang' tussen zoet-zout te kunnen passeren. Het ligt meer voor de hand dat het oriënteren op de aanwezige lokstromen aan de binnenzijde de nodige tijd vergt, voordat de dieren 'on track' zijn. De dieren die aan de buitenzijde zijn uitgezet hebben dit probleem kennelijk minder, wat te verwachten is in de Buitenhaven waar sterke lokstromen aanwezig zijn.

Er is een duidelijke invloed van watertemperatuur op de zwemsnelheid vastgesteld. Voor de dieren die zijn uitgezet in de Buitenhaven en aankomen bij Halfweg betekent een temperatuuroptename van een graad een toename van de gemiddelde zwemsnelheid van 146 m/dag. Op een gemiddelde zwemsnelheid van 801 m/dag over deze afstand is dat 18%.

Driedoornige stekelbaars

Voor de stekelbaars lag de gemiddelde snelheid vanuit IJmuiden tot aan Halfweg op 1.896 m/dag (670-7.700 m/dag). De eerste stekelbaars, verzameld in de Buitenhaven, was binnen 2 dagen bij

Halfweg. Dit duidt erop dat een deel van de stekelbaarzen zeer gericht de boezemgebieden opzoekt voor de voortplanting.

De zwemsnelheid van stekelbaarzen uitgezet aan de buitenzijde van de zeesluizen was iets sneller (1.982 m/dag) dan van die uitgezet aan de binnenzijde (1.836 m/dag), maar dat verschil is niet significant. Dit geldt ook voor de dieren die in IJmuiden zijn uitgezet met herkomst IJmuiden Buitenhaven die iets sneller in Halfweg aankwamen dan de dieren die verzameld zijn in Halfweg. Een groot verschil daarentegen bleek tussen de dieren die in de monding van de Amerikahaven zijn uitgezet en die in IJmuiden zijn uitgezet. De eerste groepen zwommen aanmerkelijk trager, nl. gemiddeld 804 m/dag (243-1.700 m/dag), mogelijk doordat ze relatief veel tijd spenderen aan oriëntatie op lokstromen. Hierin was geen verschil in snelheid tussen de groep met herkomst IJmuiden en die met herkomst Halfweg. Samen met de uitkomst voor de groepen, uitgezet bij IJmuiden wijst dit er op dat 'homing' of een voorkeur van de bij Halfweg gevangen stekelbaarzen voor Halfweg niet aan de orde is, of in elk geval vrijwel geen rol speelt.

5.4 Verspreiding en timing

Glasaal

Glasaal komt aan het begin van het seizoen mondjesmaat binnen. De eerste glasalen van het onderzoek (2 exx.) werden bij de vispassage van Halfweg gevangen op 23 februari bij een temperatuur van gemiddeld 5,0 °C (NZK kp8, 1 m diepte). Deze alen zijn naar schatting (ruim) voor half januari de zeesluizen gepasseerd. In januari was de watertemperatuur in de Buitenhaven vrij hoog: gemiddeld 6,5 °C en op 1 januari zelfs 7,5 °C. Volgens Dekker (1998) zwemt glasaal het binnenwater in als de temperatuur boven 7 °C komt. In de Buitenhaven dook de watertemperatuur onder deze grens op 8 januari. De voornaamste intrekperiode van glasaal bij Halfweg was tussen 16 april en 20 mei.

De vangsten op het Noordzeekanaal (halverwege en m.n. Gemaal Houtrakpolder, Gemaal Nauerna, vispassage Halfweg) kwamen in 2018 tegen half april op gang. In de detectoren in de Buitenhaven gebeurde dat ongeveer tegelijkertijd. Door de afstand van de intreklocaties tot IJmuiden moet een groot deel van de glasaal al tussen eind maart en half april IJmuiden zijn gepasseerd. Dit is in de detectoren daar echter onopgemerkt gebleven. Op 8-10 april zijn met het kruisnet bij het gemaal wel meer dan 9.000 glasalen gevangen (t.b.v. het merken), terwijl de vangst in de detectoren toen nog minimaal was. De watertemperatuur in de Buitenhaven was toen zo'n 6,9-9,1 °C (uurwaarden). Ook in de Kleine Sluis zijn in de maand maart enkele tientallen tot honderden glasalen per nacht gevangen (Manshanden 2018), terwijl de vangst in de detectoren in de Buitenhaven toen nog op gang moest komen. In die periode was de glasaal waarschijnlijk nog in een 'passieve modus' of in ieder geval minder actief dan in de periode daarna. Tussen 30 maart en 15 april steeg de gemiddelde watertemperatuur daar van 6,3 °C naar 8,9 °C, waarbij de uurwaarden regelmatig boven de 7 °C uitkwamen.

Aannemelijk is dat grote intreklocaties als Spaarndam en Halfweg relatief veel afkomen van de intrekkende glasaal, waardoor verder oostwaarts, zoals bij het Zaangemaal/Wilhelminasluis, minder aanbod over is. Een deel van de glasaal zwemt linea recta door het hoofdsysteem westwaarts helemaal tot aan Schellingwoude (Markermeer) en verder het Amsterdam-Rijnkanaal op.

Gemerkte glasaal wordt spaarzaam teruggevangen op andere locaties dan waar deze is uitgezet. Dat betekent dat een klein deel van de dieren in staat is ingeval van een obstakel een alternatieve intrekmogelijkheid te vinden. Vanuit gemaal Houtrakpolder zijn de meeste dieren elders teruggevangen (13 exx.). Dit zal komen omdat het gemaal weinig debiet heeft en dit de enige locatie is die direct langs het kanaal is gelegen en daardoor minder geïsoleerd van andere lokstromen. Voor meer geïsoleerd gelegen locaties en dat zijn verreweg de meeste, zal het lastiger zijn voor glasaal om een betere intreklocatie te zoeken want de vis zal eerst tegen de gradiënt in het zijkanaal moeten verlaten. Gemaal Halfweg kent de meeste terugvangsten van andere locaties en tegelijk worden geen lokaal bij Halfweg gemerkte dieren elders teruggevangen. Dit heeft meerdere redenen. Ten eerste de

efficiënte vangmethode met de intrekfuik (100% afdekking) en de hoge efficiëntie van de vispassage, waardoor veel gemerkte glasaal kan worden gedetecteerd. Daarnaast heeft gemaal Halfweg het grootste debiet van alle boezemgemalen langs het Noordzeekanaal.

De detector bij Fort Aagtendijk toont een grote vertraging in de vangsten ten opzichte van de aankomst van glasaal in IJmuiden. De aantallen zijn er ook heel laag. De locatie zal er slecht bereikbaar zijn door de lage afvoer en twee lange duikers op de route.

Opmerkelijk is dat bij de locaties die 14,9% van het aanvoerdebiet in april-juni op het Noordzeekanaal vertegenwoordigen (alle locaties, zonder Aagtendijk en Schellingwoude) slechts 9,9% van het totale glasaalaanbod terecht komt. De drie grotere gemalen in het onderzoek trekken minder glasaal aan dan hun aandeel in het totale debiet. Voor enkele kleinere gemalen is dit beeld juist andersom. Dit kan er op wijzen dat juist de vele kleinere gemalen langs het NZK/ARK in verhouding tot hun aandeel in het debiet meer glasaal aantrekken dan de paar grote gemalen. Daarnaast zal een deel van de glasaal zich verspreiden over het kanaal zelf, inclusief de zijkanalen en het vrij toegankelijke Amsterdamse water. Meer onderzoek is nodig naar de relatie tussen debieten en aanbod van glasaal om de gevonden relaties te bevestigen.

Driedoornige stekelbaars

De vangst van driedoornige stekelbaars bij Halfweg kwam in 2018 ongeveer anderhalve maand eerder op gang dan bij glasaal en liep globaal van 9 maart tot 22 april. De watertemperatuur steeg tussen 9 maart en 22 april geleidelijk, in de Buitenhaven van 4,2 °C naar 11,3 °C en op het Noordzeekanaal, halverwege, van 4,4 °C naar 14,1 °C (kp8, 1m diep). Een interessant fenomeen tijdens de dagelijks verrichtte vangsten is het optreden van vangpieken om de 2 tot 7 dagen, wat wellicht verband houdt met het feit dat de soort in scholen zwemt.

5.5 Verblijftijden en passeerbaarheid vispassages voor glasaal

De vispassage bij Halfweg kent een hoge efficiëntie voor de intrek van glasaal (minimaal 79%) en een lage verblijftijd van 4,1 dagen (Tabel 14). De glasaalgoot bij Gemaal Overtoom lijkt minder efficiënt met minimaal 17%. Echter, de verblijftijd is relatief laag met 4,4 dagen en daarnaast zijn elders glasalen van Overtoom teruggevangen. Dit wijst er op dat de glasaal, ook al maakt deze weinig gebruik van de vispassage, niet lang in de buurt van het gemaal blijft, zoals ook te zien is aan het vangstpatroon met pieken die ook snel weer afnemen. Mogelijk zullen niet alle glasalen de ingang van de passage hebben gevonden en is de efficiëntie van deze passage in werkelijkheid hoger voor de alen die zich aandienen, maar de attractie dusdanig laag, dat hij overall niet effectief is. Als men kijkt naar de afvoer van het gemaal bij Overtoom valt op dat na de piek rond 30 april nog maar op weinig dagen in mei afvoer heeft plaatsgevonden (Bijlage 5). Bovendien zijn in het zijkanaal nog twee kleinere gemaaltjes voor de afwatering van de Zaandammer- en de Westzanerpolder, die regelmatig kleine hoeveelheden brakke kwel malen en daardoor goed traceerbaar zijn voor glasaal. De hoeveelheid glasaal die tijdens de kruisnetbemonstering bij gemaal Westzanerpolder is gevangen (87 exx.) bedraagt ca. 10% van de hoeveelheid bij Gemaal Overtoom (789 exx.). Bij Overtoom gemerkte glasaal is ook teruggevangen bij Nauerna en bij Halfweg, wat er op duidt dat de attractie van Overtoom laag is. Een regelmatigere werking van het gemaal vergroot mogelijk de vindbaarheid van de lokstroom en kan de efficiëntie van de glasaalgoot vergroten.

Eenzelfde situatie als bij Overtoom met weinig frequente afvoeren na begin mei is te zien bij de Wilhelminasluis, maar daar blijft het aanbod meer op peil en is de verblijftijd hoger (10,7 dagen). Ook bij Gemaal Aetsveldsepolder is de verblijftijd laag (4,6 dagen), en is de afvoer ook niet heel frequent, waardoor eenzelfde mechanisme zou kunnen optreden als bij Overtoom, maar wellicht blijkt het gemaal daar passeerbaar.

Bij Gemaal De Waker zijn twee merk-terugvangst proeven uitgevoerd. De eerste proef resulteerde in een effectiviteit van 0,4%. Terwijl in de detector wel gemerkte glasalen werden gevangen (tot

minstens 42 dagen na uitzet en gemiddeld 12,3 dagen). Deze bevindingen doen vermoeden dat de ingang van de passage niet attractief was voor glasaal. Na aanpassing van de lokstroom van de vispassage (zie par. 4.1.10) is de effectiviteit verhoogd naar 8%.

5.6 Glasaal aanbod en debiet

Voor de meeste locaties lijkt het totale aanbod sterk gecorreleerd met het gemiddelde lokale debiet. De vangsten in de detectors bij Wilhelminasluis en Schellingwoude wijken af van dit patroon (figuur 4-37). Bij Wilhelminasluis is waarschijnlijk de reden dat het aanbod er al is verlaagd door afkomen ervan door westelijk gelegen intreklocaties. Bij Schellingwoude ligt de detector ver van de hoofdinlaat van water uit het IJmeer, maar ook hier zal sowieso minder aanbod zijn van glasaal dan meer westelijk op het kanaal.

Bij IJmuiden is een duidelijke invloed te zien van de afvoeren door het spui/gemaal op de glasaalvangsten bij de detectors en de verdeling daartussen. De vangsten bij het spui/gemaal nemen toe na hoge spui/maal-afvoeren rond 30 april en 30 mei. Daar aan verbonden nemen de vangsten bij de Zuidersluis af, vanwege de veranderde afvoerverhouding tussen zeesluizen en spui/gemaal. De vertraging in de toename van de vangsten bij het spui/gemaal na een afvoerpiek duidt er op dat glasaal die er door wordt aangetrokken uit de kustzone afkomstig kan zijn.

Bij de locaties langs het Noordzeekanaal blijkt ook de timing van de vangsten in belangrijke mate samen te hangen met het debiet. Bij Spaarndam en Overtoom zorgt een hoge afvoer rond eind april/begin mei na lage onregelmatige afvoeren voor een start van de vangsten met de detector. Op veel locaties bij een gemaal is een tijdelijke dip in de vangst waar te nemen tijdens hoge afvoeren, met name die rond 30 april. De glasaal blijft dan noodgedwongen uit de buurt van het gemaal en houdt zich wellicht schuil tussen stortsteen langs de oevers. Na deze piekafvoer is de vangst weer snel op het voorgaande niveau, of laat een extra vangpiek zien, wat duidt op een aantrekkende werking van de afvoer op de glasaal. In een aantal gevallen blijft de vangst relatief hoog, ook al is de afvoer alweer verminderd, zoals bij Nauerna.

Wat betreft Gemaal Houtrakpolder kan worden opgemerkt dat dit gemaal wordt gekenmerkt door een lage, maar wel dagelijkse afvoer. Hierdoor is de lokkende werking ervan toch relatief hoog. De enige locatie zonder waterafvoer op het Noordzeekanaal, Willem I-sluis, kent een heel laag aanbod (lage attractie). Gepaard aan de relatief hoge verblijftijd, wat duidt op slechte passagemogelijkheden, lijkt deze locatie voor de intrek van glasaal van weinig belang.

6 Conclusies

Wat is het aanbod in IJmuiden en op intrekpunten langs het Noordzeekanaal?

Het aanbod aan glasaal bij IJmuiden in het voorjaar van 2018 wordt geschat op ca. 9.600.000 met een SD van 900.000 glasalen.

Het aanbod van de onderzochte locaties langs het Noordzeekanaal is weergegeven in Tabel 13. Het aantal berekend voor De Waker is onbetrouwbaar en dat voor Schellingwoude is niet representatief voor de gehele locatie (onderschatting).

Tenminste een deel van de driedoornige stekelbaars die van het Noordzeekanaal naar de omliggende boezemwateren migreert is direct afkomstig van zee. In de Buitenhaven is een aanbod berekend van ca. 620.000 dieren, met een SD van 310.000. Slechts 15% hiervan heeft voldoende migratiedrang om het Noordzeekanaal op te trekken en te migreren naar omliggende zoete boezemwateren. Dat deel omvat 94.000 vissen met een SD van 20.000. Bovenstaande cijfers zijn onder voorbehoud, want gebaseerd op een enkelvoudig merk-terugvangst experiment.

Is het sluizencomplex in IJmuiden goed passeerbaar?

Op basis van de resultaten lijkt er geen belemmering voor glasaal om het sluizencomplex te passeren. De passage efficiëntie is hoog met minimaal 93%. Ophoping van glasaal treedt op voor de spuisluis en het gemaal. De zeesluizen lijken goed passeerbaar voor glasaal.

Voor driedoornige stekelbaars is een passeerbaarheid van 96% vastgesteld. Dit berust echter slechts op een enkelvoudig merk-terugvangst experiment. Ook voor deze soort zullen de zeesluizen goede passagemogelijkheden bieden.

Wat is de timing van de intrek en hoe verloopt de verspreiding in het Noordzeekanaal?

In 2018 zijn de eerste glasalen al voor half januari het Noordzeekanaal opgezwommen in een periode met wat hogere watertemperaturen. De bulk moet zijn aangekomen in IJmuiden rond eind maart. De intrek van driedoornige stekelbaars liep ongeveer anderhalve maand voor op die van de glasaal. Bij Halfweg liep deze globaal van 9 maart tot 22 april en voor glasaal globaal tussen 16 april en 20 mei.

Grote aantallen glasalen komen uit bij relatief grote gemalen als halfweg en Spaarndam. Een deel van de glasaal zwemt via het hoofdsysteem oostwaarts richting Markermeer en Amsterdam-Rijnkanaal. Tevens vindt herverdeling van glasaal tussen knooppunten plaats langs het Noordzeekanaal. Een slecht passeerbaar gemaal met een hoge attractie vormt een risico op predatie. Echter, glasalen kunnen ook op het Noordzeekanaal zelf opgroeien of vinden na verloop van tijd elders mogelijkheden om de polders op te zwemmen. Met name niet passeerbare gemalen met een regelmatig afvoerpatroon, zoals kleinere gemalen die kwel afvoeren vormen daarbij mogelijk een knelpunt (in termen van langdurige hoge accumulatie en predatie risico).

De grote gemalen langs het Noordzeekanaal trekken de meeste glasalen aan, maar gerelateerd aan het debiet lijken kleinere gemalen effectiever in het aantrekken van glasaal.

Wat is de zwemsnelheid?

De gemiddelde zwemsnelheid van glasaal tussen IJmuiden en Halfweg (18 km) is voor de groepen die in de Buitenhaven zijn uitgezet 801 m/dag (310-1.800 m/dag).

Gebleken is dat dieren die worden uitgezet tijd nodig hebben om zich te oriënteren wat ten koste gaat van de gemiddelde zwemsnelheid tussen uitzet- en terugvangplek.

De zwemsnelheid van glasaal die de afstand tussen Buitenhaven en Halfweg overbrugt zwemt ca. 18% sneller bij elke graad Celcius stijging van de watertemperatuur.

De gemiddelde zwemsnelheid van driedoornige stekelbaars tussen IJmuiden en Halfweg is vastgesteld op 1.896 m/dag (670-7.700 m/dag). Er was geen significant verschil tussen de groepen die aan de binnen- of de buitenzijde van de zeesluis zijn uitgezet.

Tussen de groepen met verschillende herkomst, nl. IJmuiden of Halfweg was geen significant verschil in zwemsnelheid.

Wat zijn de verblijftijden voor de objecten en hoe goed zijn vispassages passeerbaar bij Gemaal De Waker, Gemaal Overtoom en Gemaal Halfweg?

Tabel 13 biedt een overzicht van de geconstateerde verblijftijden van de onderzochte locaties en de passage-efficiëntie van de drie vispassages. De berekende verblijftijden bij IJmuiden en die bij Gemaal De Waker zijn gebaseerd op erg weinig terugvangsten (IJmuiden) of ontbrekende waarnemingen (De Waker) en daardoor onbetrouwbaar. De verblijftijd berekend bij Schellingwoude geldt voor de directe omgeving van de vispassage, niet voor het gehele complex.

Een hoge verblijftijd zal samenhangen met hoge attractie in combinatie met een lage passeerbaarheid van een knooppunt. Een lage verblijftijd wil echter niet altijd zeggen dat de passeerbaarheid ter plaatse goed is. Door andere oorzaken, zoals lage attractie, afschrikkende werking van een gemaal, nabijgelegen lokstromen, kunnen glasalen worden weggeleid van de locatie.

De vispassage Halfweg heeft een hoge efficiëntie voor de intrek van glasaal. De aalgoot bij Overtoom functioneert minder goed, wat mogelijk te wijten is aan een lage attractie. Vispassage De Waker functioneert voor glasaal niet goed door onbekende oorzaak. Mogelijk dat een verdere aanpassing van de toegankelijkheid van de vispassage de efficiëntie voor glasaal nog kan verbeteren.

Wat is de invloed van het debiet op het aanbod?

Het afvoerpatroon in IJmuiden is van invloed op de verdeling van glasaal in de Buitenhaven. Bij hoge afvoer via spui/gemaal verschuift het aanbod in die richting. Ook wordt dan mogelijk glasaal aangetrokken naar de Buitenhaven vanuit de kustzone.

Het lokale aanbod aan glasaal lijkt sterk gecorreleerd met het plaatselijke debiet.

Ook de timing van het debiet is van invloed op het plaatselijke aanbod. Een piek in de afvoer heeft een aantrekkende werking op glasaal, wat op meerdere locaties is waargenomen. Een afvoerpiek zorgt er echter ook voor dat glasaal tijdelijk uit de directe omgeving van het gemaal verdwijnt of bij de bodem beschutting zoekt.

Gemalen met een meer continu afvoerpatroon trekken relatief meer glasaal aan, zoals bij Gemaal Houtrakpolder en Gemaal Halfweg, terwijl een sterk onderbroken afvoerpatroon minder gunstig is om glasaal aan te trekken of aanbod vast te houden. Met name boezemgemalen op kwelpolders horen tot de eerste categorie, terwijl gemalen die regenwater afvoeren een meer onderbroken afvoer kennen.

Willem I-sluis kent een laag aanbod aan glasaal, vermoedelijk omdat daar geen gemaal aanwezig is en dus geen of nauwelijks lokstroom. Het is dan ook de vraag of schutsluizen voor de intrek van glasaal en wellicht ook driedoornige stekelbaars geschikt zijn. De omvang van de lokstroom is hiervoor een belangrijke maatstaf.

7 Aanbevelingen

Aanleg en beheer

Voor de intrek van glasaal, en naar aangenomen mag worden driedoornige stekelbaars, zijn de zeesluizen van groot belang. Aanbevolen wordt bij de vervanging van de Noordersluis het handhaven van deze functie van de zeesluizen voor trekvis te waarborgen.

Aanbevolen wordt maatregelen te overwegen die ophoping van glasaal, en het daarmee samenhangende predatie risico, voor het spui/gemaal tegengaan. Dit zou kunnen door passagemogelijkheden van het spui/gemaal te vergroten voor glasaal, of door de isolatie van het Buitenspuikanaal ten opzichte van het Noorderbuitentoeleidings-kanaal te verminderen, waardoor glasaal makkelijker kan uitwijken naar de zeesluizen.

Kleine gemalen met een laag maar regelmatig debiet, zoals bij de bemaling van een kwelpolder, kunnen voor trekvis en speciaal voor glasaal voor verlies zorgen van een deel van de populatie als deze locaties slecht passeerbaar zijn, er ophoping plaatsvindt en daarmee een hoger predatierisico. Oplossingen hiervoor kunnen zijn:

- het passeerbaar maken van deze locaties;
- het verleggen van de voornaamste afvoer naar de dag (bijv. Gemaal Houtrakpolder, gemaal Westzanerpolder).

De benutting van vispassages bij gemalen langs het Noordzeekanaal kan worden geoptimaliseerd door te zorgen voor een zoveel mogelijk continu afvoerpatroon. Zo zou –na realisatie van de vispassage aldaar- Gemaal Spaarndam regelmatig kunnen worden ingezet ten kosten van de afvoer bij Gemaal Halfweg, of van de afvoer aan de zuidzijde van de boezem.

De vispassage bij Gemaal De Waker functioneert niet goed. Aanbevolen wordt om verder te onderzoeken hoe dit kan worden verbeterd.

Voor de aalgoot bij Gemaal Overtoom is het van belang dat de glasaal deze beter weet te vinden. Het gemaal kan in de migratieperiode met meer regelmaat ('s nachts) worden ingezet om glasaal te lokken en in de buurt te houden. De concurrentiekracht ten opzichte van Gemaal Westzanerpolder wordt daarmee vergroot.

Nader onderzoek uitvoeren naar de effectiviteit van visintrekmaatregelen bij schutsluizen langs het Noordzeekanaal in verband met de beperkte omvang van de lokstroom en bijgevolg het mogelijk geringe aanbod van trekvis.

Methode

De uitzetlocatie voor gemerkte trekvis in de Buitenhaven moet westelijker worden gesitueerd dan Forteiland, bijvoorbeeld tussen de buitenhoofden of op verschillende plekken waarbij groepen te onderscheiden zijn.

Het plaatsen van een detector bij de Noordersluis geeft informatie over de mate van ophoping van glasaal op die locatie, bovendien vormt het een referentie voor de situatie na realisatie van de nieuwe zeesluis.

Het gebruik van VIE-tags voor glasaal heeft de voorkeur boven kleuring met Bismarck Brown, ook voor merk-terugvangst experimenten van korte duur. In dit experiment is gebleken dat glasaal na enkele weken wordt teruggevangen. De onzekerheid met Bismarck Brown is hiermee te groot en zorgt voor onzekerheid in interpretatie. Aanbevolen wordt om beide technieken te vergelijken met andere studies en een analyse te doen naar de verschillen in merk technieken in relatie tot terugvangkans (Griffioen and Winter 2018, Griffioen et al. 2018).

Nader onderzoek

Het aanbod van glasaal bij schutsluizen verdient nader onderzoek, evenals de uitwisseling van schutwater onder invloed van het dichtheidsverschil. Bij een toenemend dichtheidsverschil is de kans op uitwisseling van schutwater tijdens een schutting groter en dus de omvang van de lokstroom richting de sluis.

De omvang van de populatie van driedoornige stekelbaars en de mate van migratiedrang zou nog eens bevestigd moeten worden in een herhaald onderzoek. Vermoedelijk zal maar een deel van de dieren in de Buitenhaven gemotiveerd zijn te migreren, waarmee bij de keuze van de omvang van de gemerkte groep rekening moet worden gehouden.

Ook uitlaten van RWZI's en koelwater kunnen voor m.n. glasaal tot verlies leiden door een verhoogd predatie risico. De omvang daarvan en eventuele mitigerende maatregelen verdienen nader onderzoek.

8 Dankwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd dankzij de inzet van vele mensen: Patrick Deitzelweg Senior (student Hogeschool Zeeland), Xander de Boer (student Hogeschool Zeeland), Britt van Houten (student Aeres Hogeschool Almere), Edo Goverse en Fabian Smith (Ravon, coördinatoren vrijwilligersmonitoring kruisnet Noordzeekanaal), Bram van Wijk en Koen Linschoten (Visserij Service Nederland), Piet Hartog en Gerard de Vries (beroepsvissers gemaal De Waker), Jeroen Los (beroepsvisser gemaal Overtoom), Gerard Manshanden, Eddy Kalliski en Niels Manshanden (Fish Flow Innovations, passage Kleine Sluis), beroepsvisser Piet Ruijter, Marco van Wieringen, Geert Timmermans, Martin Melchers, Martin Vodegel, Joop Abbing en Amber Maijer (vispassage gemaal Halfweg) en de vele mensen betrokken bij het kruisnetten programma van Ravon: team Halfweg, team Oranjesluizen, team Aagtendijk, team Nauerna, team Overtoom, team De Waker, team Kadoelen en team Aetsveldsepolder.

Tevens heeft Marco van Wieringen van Rijkswaterstaat grote bijdragen geleverd aan dit rapport. Zijn enthousiasme en toewijding in dit onderzoek werkt aanstekelijk. Bedankt!

9 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Literatuur

- Goverse, E. 2017. Monitoring trekvisseren in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017 - monitoring van diadrome vissen met focus op intrekken glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON - rapport nr. 2017.069.
- Goverse, E. 2018. Monitoring trekvisseren in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018 - monitoring van diadrome vissen met focus op intrekken glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON - rapport nr. 2017.069.
- Griffioen, A. B., M. E. Schiphouwer, H. V. Winter, and S. Ploegaert. 2018 Aalonderzoeken Hoogheemraadschap van Delfland: efficiëntie van glasaalintrek bij gemaal Schoute Wageningen Marine Research report C007.18.
- Griffioen, A. B., P. d. Vries, R. H. Twijnstra, and M. d. Graaf. 2017. Glass eel monitoring in the Netherlands. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2017. Schieraal uittrek Noordzeekanaal 2016 - een merk-terugvangst experiment met fuikvangsten. Wageningen University & Research Rapport C050/17.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2018. Glasaal bij het sluiscomplex van IJmuiden - Een pilotstudie ter voorbereiding van een onderzoek naar het gedrag, voorkomen en passage van glasaal bij het sluiscomplex te IJmuiden., Wageningen University & Research rapport C001/18.
- ICES. 2017. Report of the joint EIFAAC/ICES/GFCM working group on eels (WGEEL).
- Imbert, H., L. Beaulaton, C. Rigaud, and P. Elie. 2007. Evaluation of visible implant elastomer as a method for tagging small European eels. *Journal of Fish Biology* **71**:1546-1554.
- Keeken, O. A. v., M. v. Hoppe, I. J. d. Boois, M. d. Graaf, A. B. Griffioen, M. Lohman, E. v. Os-Koomen, H. J. Westerink, J. A. M. Wiegierinck, and H. M. J. v. Overzee. 2016. Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2015 Deel III: Data. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Kitano, J., A. Ishikawa, M. Kume, and S. Mori. 2012. Physiological and genetic basis for variation in migratory behavior in the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*. *Ichthyological Research* **59**:293-303.
- Lam, T. J., and W. S. Hoar. 1967. SEASONAL EFFECTS OF PROLACTIN ON FRESHWATER OSMOREGULATION OF MARINE FORM (TRACHURUS) OF STICKLEBACK GASTEROSTEUS ACULEATUS. *Canadian Journal of Zoology* **45**:509-8.
- Manshanden, G. 2018. Monitoring visintrek Kleine Sluis IJmuiden 2018. FishFlowInnovation FFI-1711.04.
- Pollock, K. H., J. D. Nichols, C. Brownie, and J. E. Hines. 1990. Statistical Inference for Capture-Recapture Experiments. *Wildlife Monographs*:3-97.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries and Marine Service.
- Seber, G. A. F. 1970. The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters.
- Wilson, J. M., J. C. Antunes, P. D. Bouca, and J. Coimbra. 2004. Osmoregulatory plasticity of the glass eel of *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **61**:432-442.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and O. A. v. Keeken. 2014. De Vismigratierivier: Bronnenonderzoek naar gedrag van vis rond zoet - zout overgangen. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., H. M. Jansen, and A. Breukelaar. 2007. Silver eel mortality during downstream migration in the River Meuse, from a population perspective. *Ices Journal of Marine Science* **64**:1444-1449.

Verantwoording

Rapport C054/19

Projectnummer: 4316100136

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. Paulien de Bruijn
Onderzoeker



Handtekening:

Datum: 3 juni 2019

Akkoord: Jakob Asjes
MT-lid

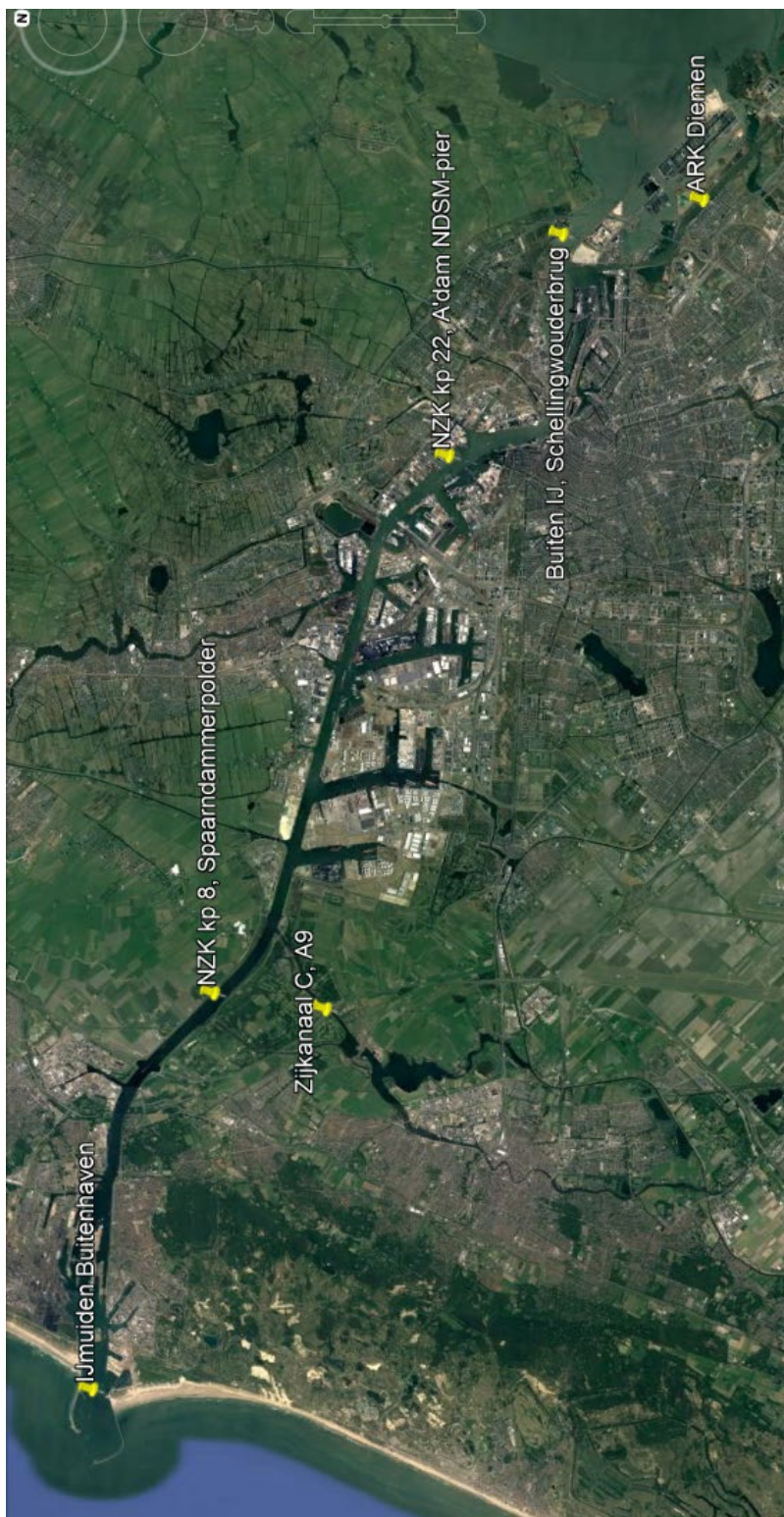


Handtekening:

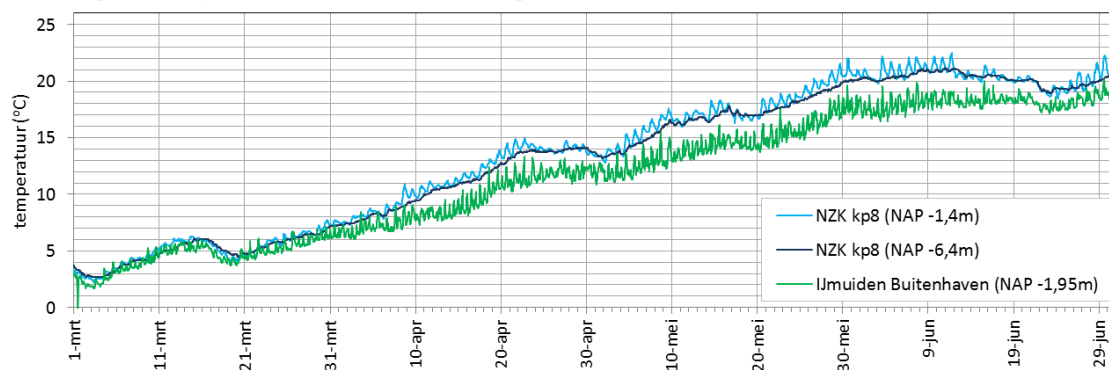
Datum: 3 juni 2019

Bijlage 1 Temperatuur en Zoutgehalte Noordzeekanaal

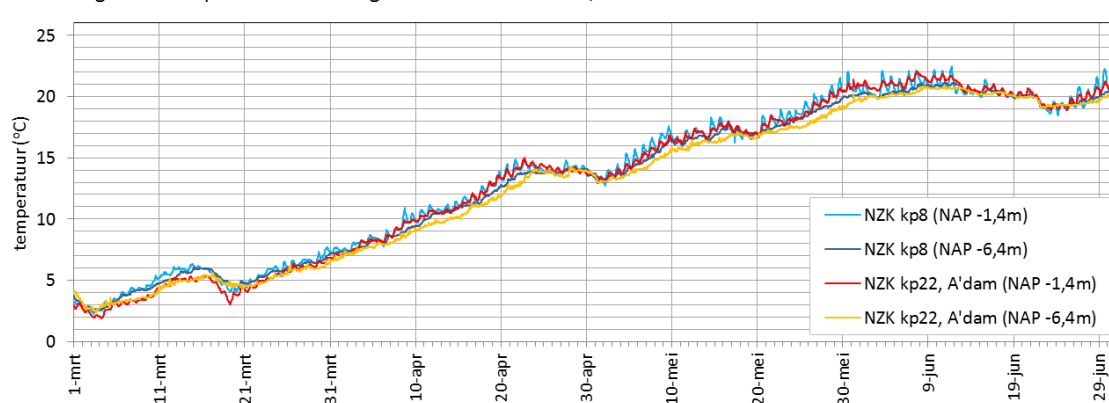
Locaties waterkwaliteitsgegevens



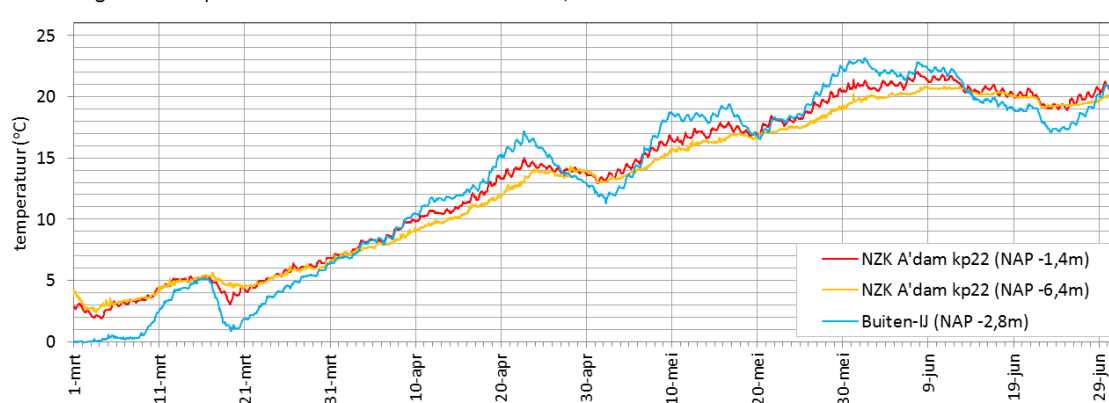
Figuur 1 Temperatuur Buitenhaven en halverwege NZK, uurwaarden



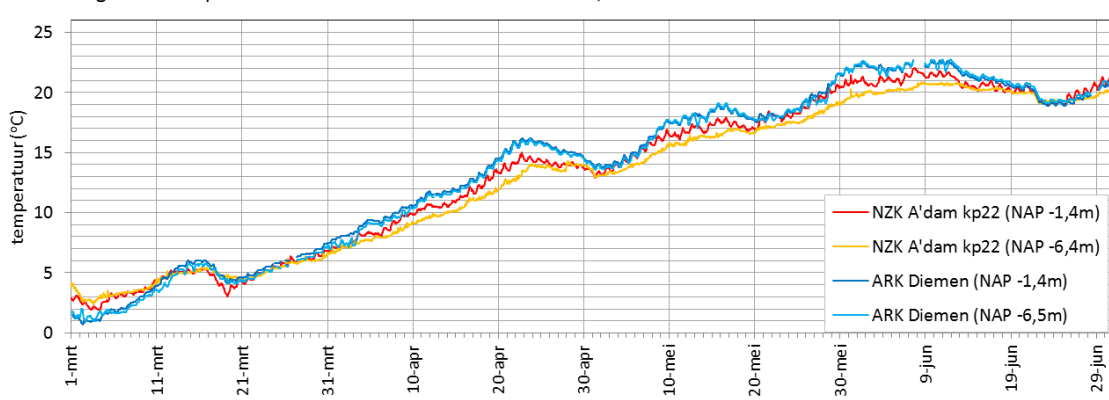
Figuur 2 Temperatuur halverwege NZK en in Amsterdam, uurwaarden

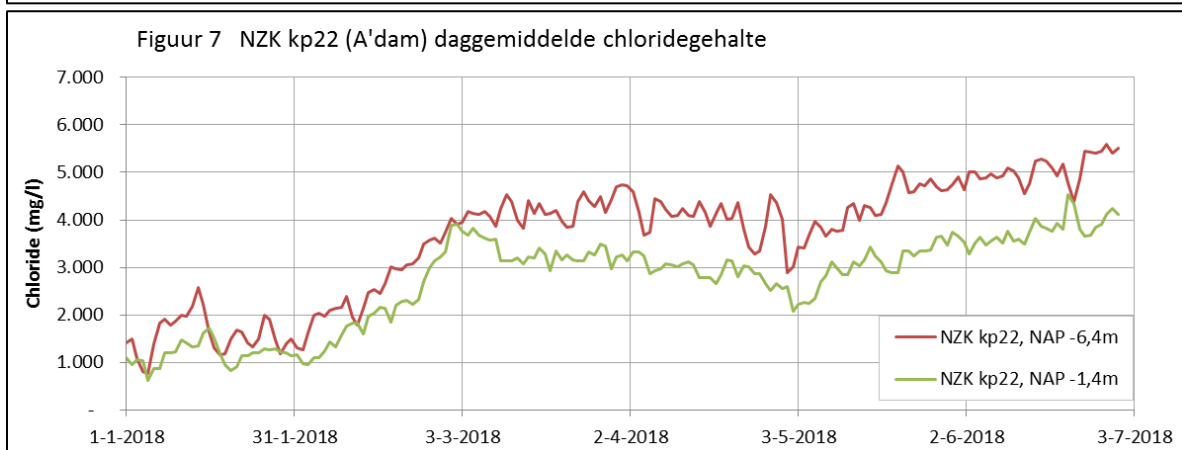
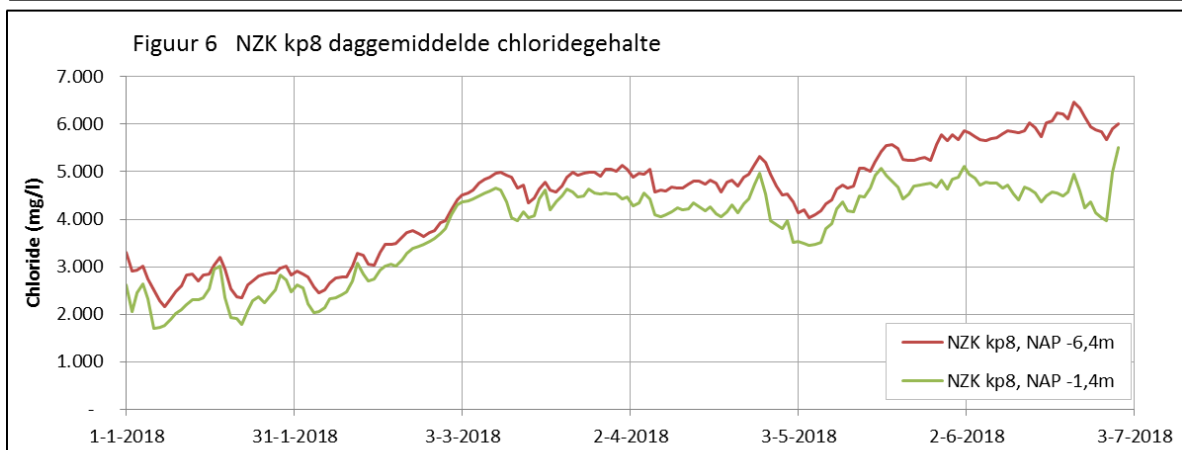
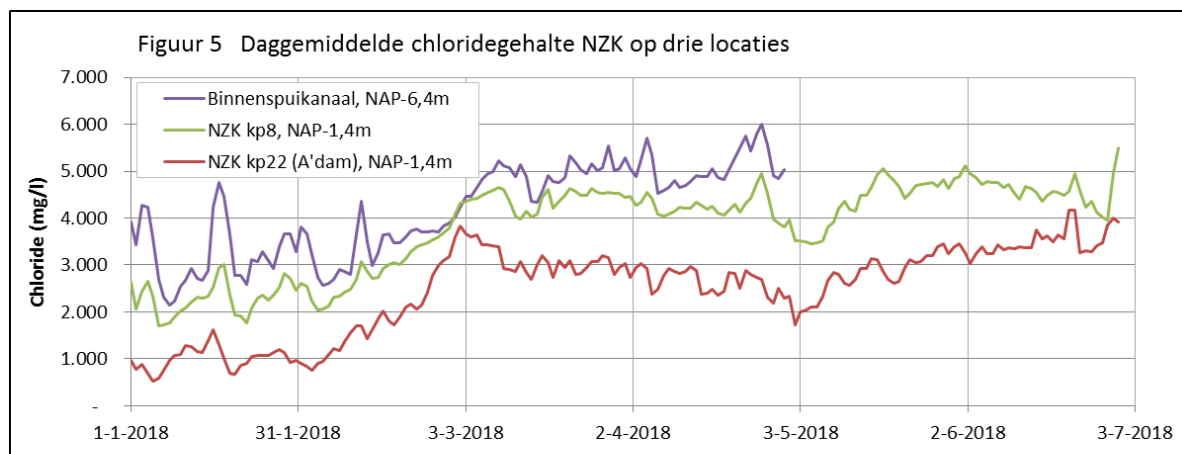


Figuur 3 Temperatuur NZK in Amsterdam en Buiten-IJ, uurwaarden



Figuur 4 Temperatuur NZK in Amsterdam en ARK Diemen, uurwaarden





Bijlage 2 Methodiek schatting aanbod en verblijftijd bij De Waker

Bij de inschatting van aanbod en verblijftijd van glasaal bij gemaal De Waker was het probleem dat de eerste twee weken na uitzet van de eerste groep gemerkte glasalen de detector was uitgeschakeld. Hierna heeft de detector vier weken gefunctioneerd, waarna deze ten behoeve van de tweede uitzetgroep weer twee weken is uitgeschakeld. Daarna heeft de detector opnieuw vier weken gefunctioneerd. Van de eerste uitzetgroep [n=257] zijn met de detector 84 terugvangsten gedaan en in de vispassage 1 exemplaar, van de tweede groep [n=125] zijn geen exemplaren in de detector opgedoken en zijn tien exemplaren gevangen achter de vispassage.

Bij de inschatting van de fictieve terugvangsten tijdens de eerste twee weken na uitzet van de eerste groep gemerkte glasalen is een berekeningswijze toegepast waarbij is aangenomen dat uitgezette dieren uit de omgeving van de detector verdwijnen volgens een negatief exponentieel verband. Dit is eenzelfde verband als het geleidelijk verval van een radioactieve stof.

De helling van de functie wordt bepaald door de gemiddelde verblijftijd van de dieren. De exponentiële functie is als volgt:

$$y = \lambda e^{-(\lambda x)}$$

y staat in deze formule voor het aantal terugvangsten en x is de tijd na uitzet. De lambda (λ) in de functie bepaalt de helling ervan en is gerelateerd aan de verblijftijd.

De gemiddelde verblijftijd (t) is verkregen door het gewogen gemiddelde te berekenen van het aantal nachten van de terugvangst na de nacht volgend op de uitzet. Omdat glasaal bij uitstek nachtactief is, betekent een fictieve terugvangst op de eerste nacht na uitzet een verblijftijd van 0 nachten.

Op basis van de gemiddelde verblijftijd is de 'halveringstijd' (τ) uitgerekend volgens:

$$\tau = t \ln 2$$

Vervolgens is de lambda van de exponentiële functie uitgerekend:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{\tau}$$

Met de exponentiële functie zijn de dagwaarden berekend voor de terugvangsten. Deze functie is gefit op de daadwerkelijke terugvangsten tijdens de periode na de eerste twee weken na uitzet [n=84], waarbij de detector functioneerde. Dit vergt een iteratie tussen de uitkomst van de gefitte exponentiële functie op de reële en fictieve terugvangsten, omdat deze laatste de verblijftijd beïnvloedt, wat weer van invloed is op de lambda van de functie. De iteratie stopt zodra de exponentiële functie past op het terugvangresultaat in de gerealiseerde bemonsteringsperiode.

Voor het berekenen van de totale vangst zijn eerst de ontbrekende dagwaarden verkregen door interpolatie tussen de laatst verrichte vangst op de dag van uitzet en de eerste vangst na het weer opstarten van de detector. Vervolgens is de totale vangst (C) bepaald als de som van alle (geïnterpoleerde) dagvangsten, hetgeen ook is gedaan voor alle (geïnterpoleerde) terugvangsten (R).

Met deze waarden is vervolgens het aanbod bepaald zoals is weergegeven in paragraaf 3.5.2.

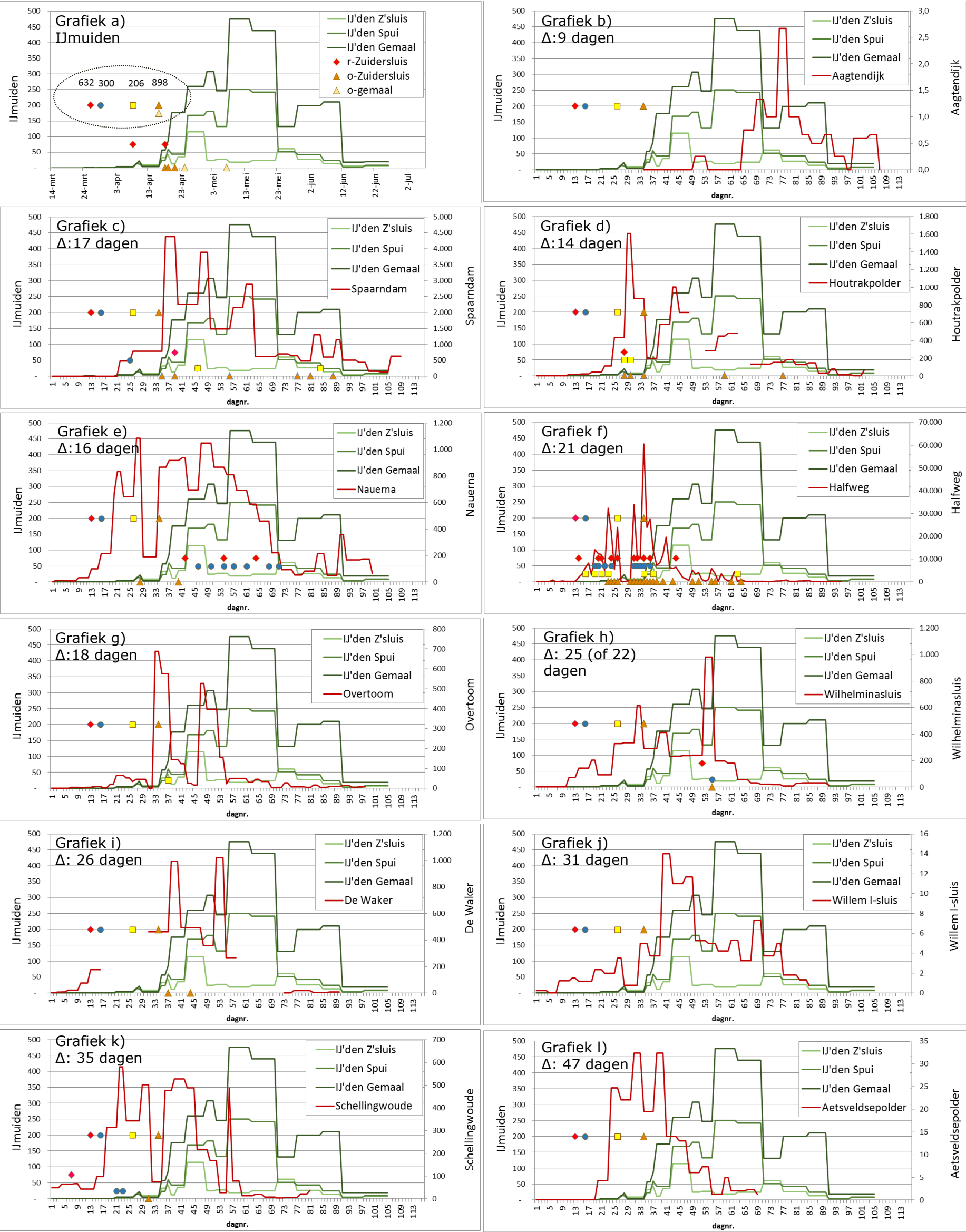
Bijlage 3 Gewichtsmeting glasaal Halfweg

datum	gewicht	aantal	gr/glasaal
4/9/2018	300,0	810	0,370
4/11/2018	90,0	210	0,429
4/17/2018	730,0	1960	0,372
4/27/2018	163,0	573	0,284
5/3/2018	127,0	418	0,304
5/5/2018	138,1	500	0,276
5/11/2018	53,2	200	0,266
„	53,7	200	0,269
5/13/2018	55,3	200	0,277
„	55,4	200	0,277
5/17/2018	56,0	200	0,280
„	57,6	200	0,288
5/19/2018	53,0	200	0,265
„	55,0	200	0,275
5/26/2018	135,0	505	0,267
5/30/2018	89,9	285	0,315
6/1/2018	57,0	200	0,285
6/2/2018	137,3	512	0,268
6/3/2018	56,0	200	0,280
„	57,6	200	0,288
6/7/2018	150,6	525	0,287
6/9/2018	67,6	242	0,279
6/11/2018	89,0	296	0,301
6/29/2018	84,0	211	0,398
7/4/2018	54,0	141	0,383
7/6/2018	46,2	130	0,355
7/11/2018	117,0	264	0,443
7/13/2018	91,8	200	0,459
„	89,7	200	0,449
7/18/2018	91,2	200	0,456
„	95,6	200	0,478

Bijlage 4 Cohortweergave vangsten en terugvangsten

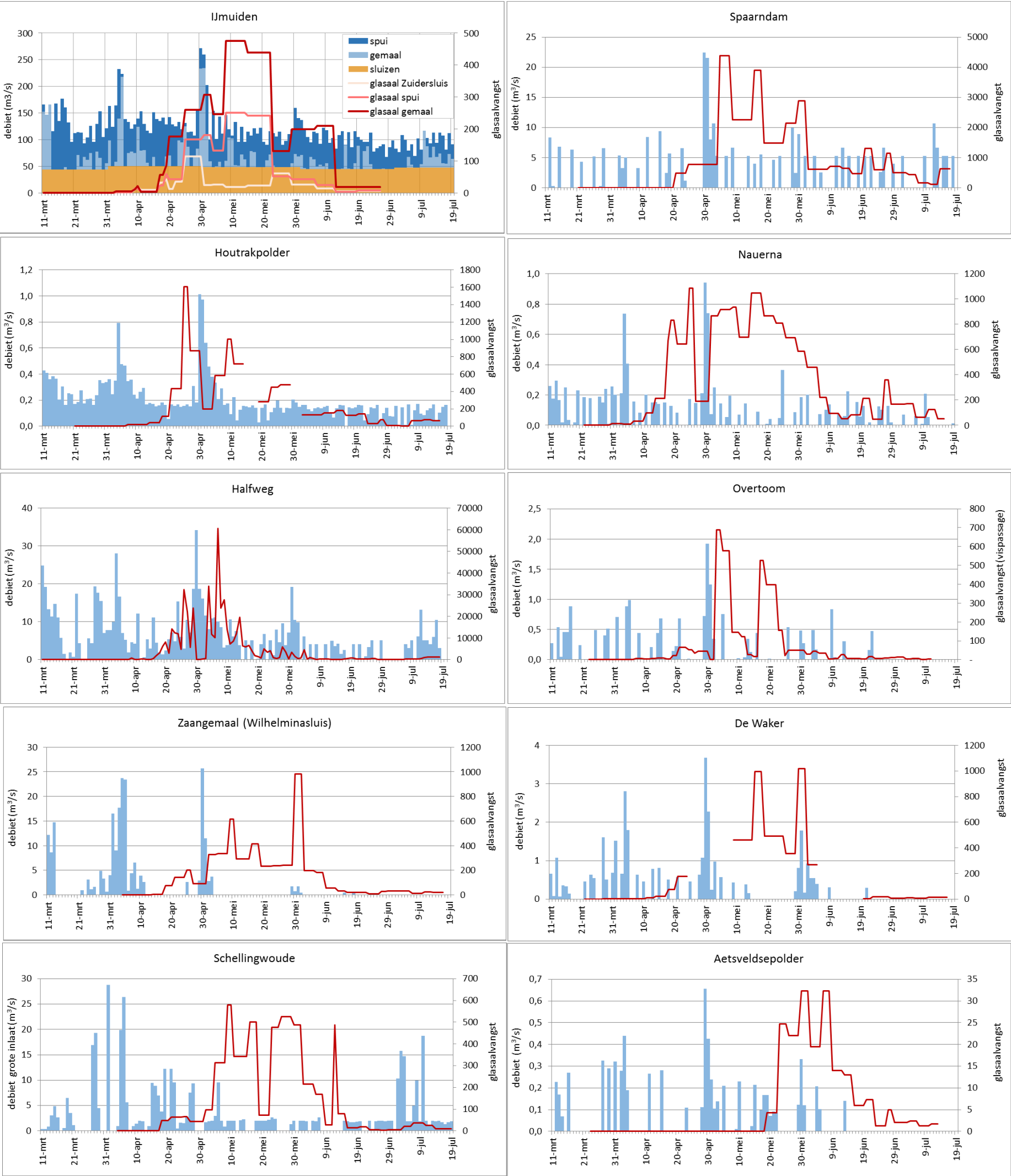
Weergave van vangsten en terugvangsten (niet kwantitatief) VIE-tag IJmuiden, met detector en intreknet. In elke grafiek zijn de data van de stroomopwaartse locatie vervoegd t.o.v. die bij IJmuiden om de cohorten in beeld te brengen. De verschuiving is verricht op basis van gemiddelde zwemsnelheid van glasaal tussen Buitenhaven en Halfweg en de te overbruggen afstand. Omcirkeld in grafiek a: glasaal met VIE-tag uitgezet in IJmuiden, op volgorde:

♦ r ♦ b/r ♦ o/r ♦ o



Bijlage 5 Afvoer en glasaalvangst

Weergave van het debiet (m3/s) en glasaalvangsten op dagbasis voor alle locaties, uitgezonderd Willem I-sluiz (geen debiet). Glasaalvangsten betreffen die in de detectoren, uitgezonderd voor Halfweg en Overtoom, waar de vispassages zijn bemonsterd.



Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.
