

# Het voorkomen van diadrome vis in de spuikom van Kornwerderzand 2001- 2012 en de relatie met spuidebieten

A.B. Griffioen & H.V. Winter  
Rapport C036/14



# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Dienst Landelijk Gebied / De Nieuwe Afsluitdijk  
Postbus 2003  
8901 JA Leeuwarden

BO-11-015-040

Publicatiedatum:

24 April 2014

**IMARES is:**

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
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 IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES 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.

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	6
2 Kennisvragen en doelstelling .....	8
3 Methoden .....	9
3.1 Afsluitdijk en spuicomplexen.....	9
3.2 Plaatsing fuiken en data verwerking .....	11
3.3 Data analyse.....	14
3.4 Gemiddelde spuidebieten .....	15
4 Korte beschrijving diadrome vissoorten .....	16
5 Resultaten .....	22
5.1 Spuigegevens en oppervlakte temperatuur .....	22
5.2 Vangstgegevens .....	25
5.3 Relatie temperaturen en vangsten.....	31
5.4 Relatie spuidebieten en vangsten .....	34
5.5 Vangsten en debieten per fuik .....	39
5.6 Na-ijl effect tussen spuivolume en visvangsten.....	44
6 Discussie .....	46
6.1 Vis in de spuikom bij Kornwerderzand.....	46
6.2 Interpretatie fuik vangsten.....	47
6.3 Diadrome vis: ecologie, motivatie, voorkomen en migratie.....	47
6.4 Spuidebiet als lokstroom.....	57
7 Conclusie.....	58
8 Aanbevelingen locatie ingang van vismigratierivier.....	60
9 Kwaliteitsborging .....	62
Referenties .....	63
Verantwoording .....	65

## Samenvatting

Het onderzoek van voorliggende rapportage is bedoeld als aanvulling op de reguliere Wettelijke Onderzoeks Taken (WOT) monitoring diadrome vis bij Kornwerderzand. Dit aanvullende onderzoek is een onderdeel van meerdere onderzoeken voorafgaand aan de besluitvorming van de 'VismigratieRivier' te Kornwerderzand. Het doel van deze deskstudie is om een uitgebreide analyse uit te voeren van de fuikvangsten die sinds 2001 worden uitgevoerd bij Kornwerderzand. Hierbij wordt ook een relatie van de fuikvangsten met de spuidebieten gelegd. Een tweede doel van deze rapportage is om een indruk te krijgen van het optreden van concentraties vis met een link naar de ingang (potentiele ingang) van de VismigratieRivier. Fuik vangsten zijn altijd een onbekende resultante van aanbod en het gedrag van vis. Het voorkomen en het gedrag van vis wordt beïnvloed door het (zoete) spuiwater wat dagelijks in de Waddenzee wordt gespuid en een aantrekkende werking heeft op diadrome vis, voornamelijk in de migratie periode. In 2009 heeft er door IMARES een analyse plaatsgevonden van deze fuikvangsten en de afstand tot het spuicomplex. Een relatie met de spuidebieten is hierbij buiten beschouwing gelaten. Deze rapportage geldt als een update en een uitbreiding van die analyse. De gegevens van de fuikenmonitoring en de spuidebieten zijn gebruikt om de volgende vragen te beantwoorden:

- In hoeverre heeft het spuiregime bij Kornwerderzand invloed op het voorkomen van diadrome vissen in de spuikom van Kornwerderzand?
- Welke patronen in het visaanbod zijn zichtbaar met betrekking tot de locatie van de fuiken in de spuikom en specifiek ten aanzien van het spuiregime?
- Is er een zogenaamd 'naijl – effect' in de aanwezigheid van vissen na een spui event?

De onderzochte diadrome vissoorten betreffen: spiering (*Osmerus eperlanus*), driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), Europese aal (glasaal) (*Anguilla anguilla*), fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), houting (*Coregonus oxyrinchus*), bot (*Platichthys flesus*), zeeforel (*Salmo trutta*) en Atlantische zalm (*Salmo salar*). Daarnaast zijn er ook zoetwatervissen meegenomen in de analyse die een commerciële waarde hebben of veel voorkomen in het IJsselmeer (baars, pos, snoekbaars, brasem en blankvoorn).

Er wordt bij Kornwerderzand vrijwel elke dag zoetwater gespuid. De frequentie van spuien is dermate hoog dat er altijd een constante aantrekkingskracht uitgaat van de zoete lokstroom. Meer of minder spuien leek over het algemeen niet heel veel invloed op te hebben op de vangsten van diadrome vis. Behalve bij bot was er een zogenaamd 'wegspoelrisico' zichtbaar wat zich uitte in lagere vangsten bij hogere spuidebieten op bijna alle locaties in de spuikom. Daarnaast waren de vangsten van zoetwatervissen en spiering over het algemeen hoger bij hogere debieten. Van spiering kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen anadrome individuen en zogenaamde uitspoelers uit het IJsselmeer. Er werden geen grotere vangsten gedaan in de fuiken wanneer er in het verleden een groter volume aan spuiwater werd afgevoerd.

Uit de gegevens blijkt dat er een zogenaamd naijl-effect is. Een naijl-effect betekent dat de vangkans van diadrome vissen aanwezig blijft in de spuikom, ondanks dat er een periode geen (grote) afvoer is geweest van zoetwater. Toch is er wel variatie in dit naijl-effect gevonden. Zo namen in sommige periodes waarin niet of nauwelijks werd gespuid de vangsten in de loop van de tijd af, terwijl bij andere periodes de vangsten niet zijn verminderd in tijden van beperkte spui. Wanneer de vangsten wel afnemen nadat de spuivolumes flink zijn afgenomen zijn er meerdere onderliggende verklaringen mogelijk.

Er werden zowel in de westelijke fuiken als in de oostelijke fuiken binnen de spuikom vissen gevangen. Zwakke of matig zwakke zwemmers werden goed gevangen in twee van de drie westelijke fuiken. Eén ten zuiden en één ten noorden haaks op de westelijke strekdam. Opvallend was dat de derde westelijke fuik aan de noordkant van de westelijke oever, in een luwe hoek, voor vrijwel alle soorten relatief lage vangsten opleverde. Voor sterke zwemmers was het onderscheid tussen oost en west minder goed te maken. Voor de Vismigratie rivier kan op basis van deze analyse worden geconcludeerd dat een ingang aan de zuidelijke zijde van de westelijke oever een goede locatie is, op basis van de relatief grote vangsten voor vrijwel alle soorten. Ook de andere locatie aan de westzijde waar goed gevangen wordt biedt mogelijkheden voor een ingang van de Vismigratierivier op basis van de relatief grotere vangsten. Echter bestaat er op beide locaties een kans op wegspoeling voor zwakke zwemmers als bot bij hogere spuidebieten. Hoe het gedrag van de vissen is op deze locaties en hoe dit zal aansluiten of veranderen op een eventuele ingang van de Vismigratie rivier, is onbekend.

## 1 Inleiding

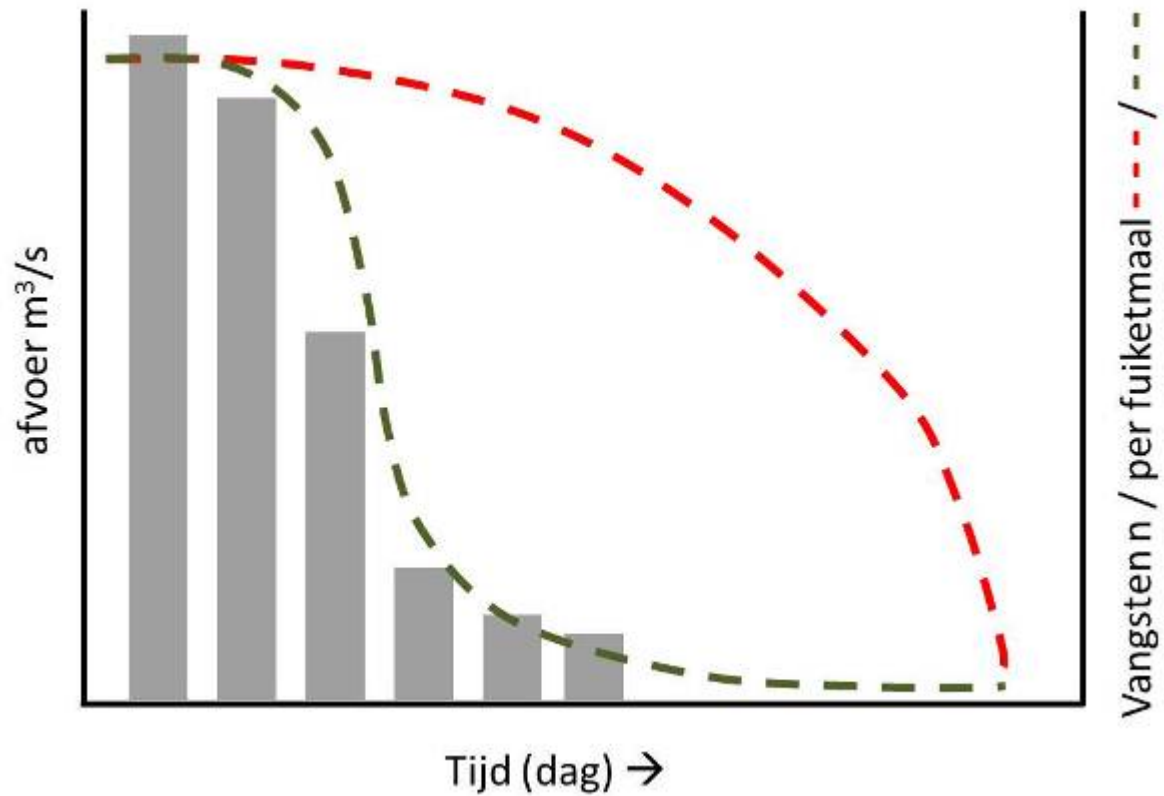
Het onderzoek van voorliggende rapportage is bedoeld als aanvulling op de reguliere Wettelijke Onderzoeks Taken (WOT) monitoring diadrome vis bij Kornwerderzand. Dit aanvullende onderzoek is een onderdeel van meerdere onderzoeken voorafgaand aan de besluitvorming van de 'VismigratieRivier' (VMR) te Kornwerderzand. De VMR is een uniek project om het Nederlandse icoon de Afsluitdijk te vernieuwen. Het project heeft als doel om de ecologische barrière, die de Afsluitdijk voor trekvis is, te verzachten. De VMR zorgt er voor dat een brede groep trekvis, zoals de spiering, houting, aal (paling) en zalm, weer de ruimte krijgt om hun paai-, leef- en opgroeigebieden in het IJsselmeer, de Friese Meren, de Overijsselse Vecht, de IJssel en verder te bereiken.

Voordat er een gedetailleerd werkplan voor de uitvoering van de VismigratieRivier bij Kornwerderzand kan worden uitgevoerd, moeten er een aantal cruciale vismigratieprocessen onderzocht worden. Veel van deze processen kunnen met een uitbreiding van monitoring of extra analyse van lopende Wettelijke Onderzoeks Taken (WOT) duidelijk worden gemaakt. Sinds 2001 wordt er een monitoringsprogramma voor diadrome vis uitgevoerd in samenwerking met beroepsvissers gebr. van Malsen (WON1) bij Kornwerderzand. Voor dit programma worden zeven fuiken in het voor- en najaar twee keer per week gelicht. Deze monitoring heeft als doel jaarlijkse trends waar te nemen van diadrome vis. In het najaar van 2013 is de monitoring verlengd met de maand december en is de frequentie van lichting verhoogd naar drie keer in de week. In december is de monitoring uitgebreid met een merk-terugvangst experiment voor rivierprik en gepubliceerd in Griffioen en Winter (2014). Daarnaast is er een bronnenonderzoek geweest voor de diadrome vis ten behoeve van de VMR welke reeds is gepubliceerd in Winter et al. (2014).

In 2009 heeft er een analyse plaatsgevonden op de fuikvangsten bij Kornwerderzand als onderdeel van het onderzoek of het instellen van een visserijvrije zone rond kunstwerken kan bijdragen aan een bescherming van zalm, zeeforel en andere diadrome vis zoals paling (Winter 2009). De algemene conclusie van dit onderzoek was dat in de nabijheid van kunstwerken in het algemeen verhoogde concentraties diadrome vis voorkomen. Wanneer diadrome vis een kunstwerk niet of nauwelijks kunnen passeren (in tijd en ruimte), dan zullen ze vaak zoekgedrag vertonen om toch een doorgang te vinden. De omvang en constructie van een barrière en de langere verblijftijd van de vis tijdens het zoekgedrag zorgen samen voor de hogere concentratie diadrome vis bij kunstwerken. In Winter (2009) zijn destijds voor Kornwerderzand alleen afstanden tot het spuikomplex in beschouwing genomen. Factoren als migratieperiode, spuidebieten en watertemperaturen werden buiten beschouwing gelaten en zullen in voorliggende rapportage wel worden meegenomen.

Deze deskstudie analyse heeft als doel de relatie weer te geven tussen het voorkomen van diadrome vis bij Kornwerderzand en de spuidebieten. Diadrome vis wordt aangetrokken door een zoetwater lokstroom door een spui event via de spuisluizen in de Afsluitdijk. Hierbij is het de vraag in hoeverre vis na een spui event aanwezig blijft, zowel op kleine tijdschaal in getij, als grotere tijdschaal over meerdere dagen/weken. Hierbij kan gedacht worden aan een zogenaamd naijl-effect, waarbij een vissoort een lange verblijftijd heeft en dus ook gevangen blijft worden in de fuiken, terwijl er relatief weinig gespuid wordt (rode lijn in *Figuur 1-1*). De vis blijft relatief lang in de spuikom aanwezig ondanks dat er weinig tot geen spuidebiet is. Een ander scenario kan zijn dat vis gelijk optrekt in relatie tot spui events (groene lijn in *Figuur 1-1*) en snel verdwijnt uit de spuikom wanneer er ook geen grote hoeveelheid zoetwater in de spuikom aanwezig is of er geen lokstroom wordt gecreëerd.

Een tweede doel van deze rapportage is om een indruk te krijgen van het optreden van concentraties vis met een link naar de ingang (potentiele ingang) van de VismigratieRivier. Hierbij wordt een inzicht in timing en het voorkomen van diadrome vis duidelijk aan de hand van de fuikvangsten (die de resultante zijn van aantallen en het gedrag, dus niet representatief voor aantallen alleen).



Figuur 1-1 Een zogenaamd na-ijl effect van spuien in relatie tot vangsten, waarbij enerzijds vissen worden gevangen parallel aan spui events of anderzijds langere tijd in de spuikom aanwezig blijven na een spui event.

## 2 Kennisvragen en doelstelling

De kennisvragen van dit onderzoek zijn:

- 1) Welke patronen in het visaanbod zijn zichtbaar met betrekking tot de locatie van de fuiken in de spuikom en specifiek ten aanzien van het spuiregime?
- 2) In hoeverre heeft het spuiregime bij Kornwerderzand invloed op het voorkomen van diadrome vissen in de spuikom van Kornwerderzand?
- 3) Is er een zogenoemd 'naijl – effect' in de aanwezigheid van vissen na een spui event?

Daarnaast zal in deze rapportage ook aandacht besteedt worden aan timing in relatie tot temperatuur, migratie periode en het voorkomen van vis gerelateerd aan uitspoeling en functies als foerageren en migratie. De migratie kan gerelateerd zijn aan overwintering, paaihabitat en opgroei. Ook zal er in de bijlage een update worden gepresenteerd van de analyse welke is gerapporteerd in Winter (2009).

De doelen van deze rapportage zijn:

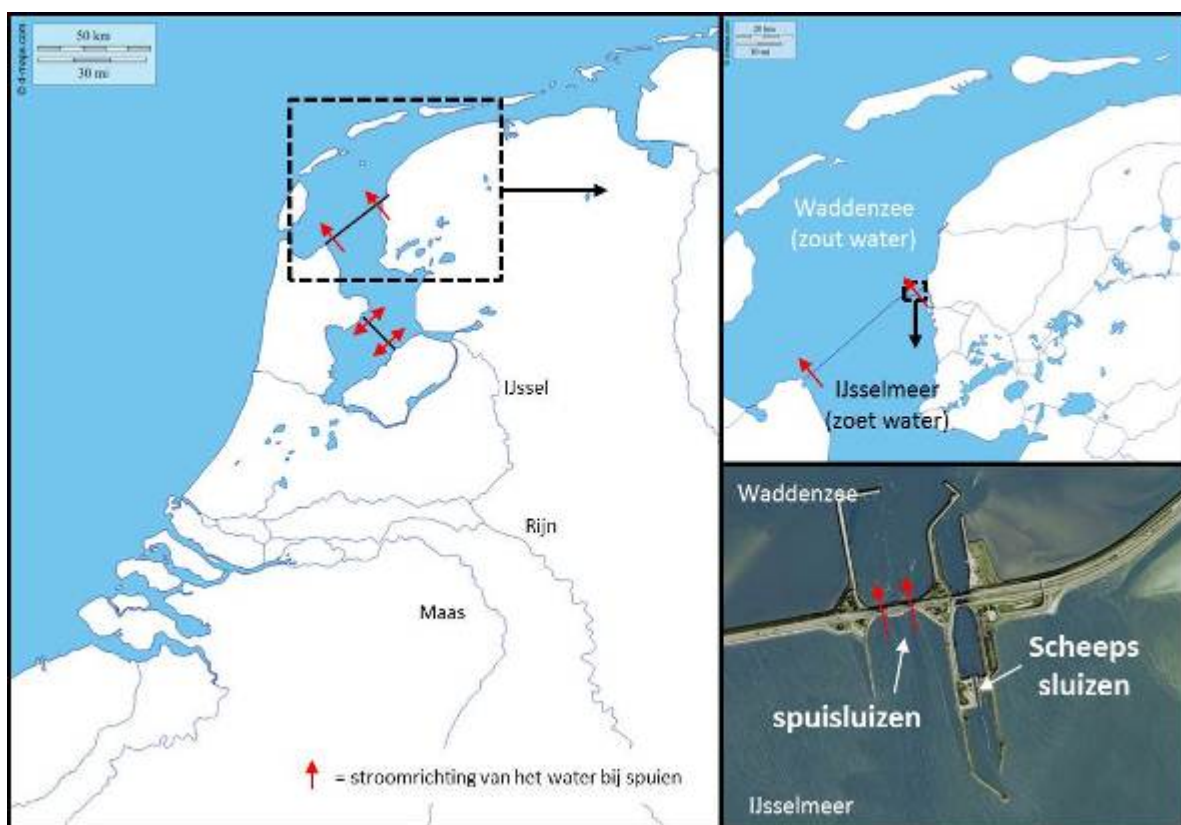
- 1) Het weergeven van de relatie tussen het voorkomen van diadrome vis bij Kornwerderzand en de spuidebieten.
- 2) Het weergeven van het optreden van concentraties vis met een link naar (potentiele) ingang van de VismigratieRivier.



### 3 Methoden

#### 3.1 Afsluitdijk en spuicomplexen

De monitoring in deze studie vindt plaats bij Kornwerderzand; één van de twee spuicomplexen in de Afsluitdijk. De Afsluitdijk is in 1932 voltooid en heeft geleid tot een harde grens tussen de zoute kustzone (Waddenzee) en het zoete water in het IJsselmeergebied. In 1976 is een tweede dijk aangelegd die het IJsselmeer verder heeft opgedeeld in het huidige IJsselmeer en het Markermeer. Beide dijken kennen in totaal vier spuicomplexen met een combinatie van scheepvaartsluizen en spuisluizen (*Figuur 3-1*). De IJssel is de belangrijkste rivier die via het Ketelmeer in het IJsselmeer uitmondt. De IJssel is één van de drie riviertakken, naast de Nederrijn en de Waal, die toegang geeft tot de bovenstroomse delen van de Rijn. Daarnaast biedt het IJsselmeer via het Ketelmeer en Zwarte Meer toegang tot het stroomgebied van de (Overijsselse) Vecht. Naast de rivieren Vecht en IJssel wateren er ook vele polder- en boezemgebieden af op het IJsselmeer (met name in Friesland, Flevoland en Noord-Holland).



*Figuur 3-1 De locatie van de Afsluitdijk die het vroegere Zuiderzee estuarium heeft afgesloten van de Waddenzee (1932). In 1976 is de aanleg van de Houtribdijk afgerond die het Markermeer heeft afgesloten van het huidige IJsselmeer. In de Afsluitdijk zijn twee complexen, Den Oever en Kornwerderzand, met scheeps- en spuisluizen (rechtsonder) die zoet water richting de Waddenzee lozen. In de Houtribdijk zijn twee scheeps- en spuisluizen-complexen die beide kanten op zoet water kunnen spuien, afhankelijk van een streefpeil. De Vismigratie rivier is gepland bij Kornwerderzand (zie inzet rechtsonder).*

De twee spuicomplexen in de Afsluitdijk kunnen twee maal daags het overtollige zoete water richting de Waddenzee spuien. Dit gebeurt bij afgaand tij op 10 cm peil verschil waarbij het water aan de Waddenzeezijde lager is. Op deze manier wordt 'zoutindringing' vanuit de Waddenzee voorkomen. Het water uit het IJsselmeer wordt immers gebruikt voor de landbouw en drinkwater en mag geen zout water bevatten. Beide complexen samen hebben vijf groepen van vijf spuikokers (*Figuur 3-2*). Den Oever heeft drie groepen van vijf spuikokers. Kornwerderzand heeft twee groepen van vijf spuikokers. Het openzetten van de schuiven gebeurt bij afgaand tij (eb) wanneer het waterpeil in de Waddenzee 10 cm lager is dan in het IJsselmeer. Het water uit het IJsselmeer stroomt dan onder vrij verval richting de Waddenzee. Om te waarborgen dat er ook aan het einde van het spuien geen zout water in het IJsselmeer komt, wordt er gespuid totdat er bij opkomend tij weer 10cm peilverschil is, waarbij het water in het IJsselmeer 10 cm hoger staat dan het waterpeil in de Waddenzee. In zeer droge periodes wordt er niet gespuid en in zeer natte periodes wordt er maximaal gespuid. Dit geldt voor beide complexen. Elk van de 25 spuikokers in de Afsluitdijk bestaat uit twee deuren: een noorddeur aan de Waddenzeezijde en een zuiddeur aan de IJsselmeerzijde. Deze deuren worden bij aanvang van het spuien achtereenvolgens geopend. Wanneer het mogelijk is wordt er aangepast spui-beheer toegepast ten behoeve van de vismigratie, bij de spuikokers aan de oost en westzijde van elke groep spuikokers (*Figuur 3-2*). Hierbij worden de schuiven op een 'kier' worden gezet. Een kier wordt gecreëerd doordat de schuiven maar gedeeltelijk worden opengezet en er ruimte ontstaat tussen de onderkant van de schuif en de bodem. Winter et al. (2014) gaat gedetailleerder in op dit zogenaamde visvriendelijk spui-beheer.



*Figuur 3-2 Kaartjes met de spuicomplexen bij Den Oever en Kornwerderzand. Den Oever heeft drie groepen van vijf spuikokers en Kornwerderzand heeft twee groepen van vijf spuikokers. Bij de buitenste schuiven van elke groep van spuikokers (rode pijlen) kan aangepast spui-beheer worden toegepast, waarbij de schuiven op een 'kier' worden gezet. Een kier wordt gecreëerd doordat de schuiven maar gedeeltelijk worden opengezet en er ruimte ontstaat tussen de onderkant van de schuif en de bodem.*

### 3.2 Plaatsing fuiken en data verwerking

Het onderzoeksprogramma 'diadrome vis' is een fuikenonderzoek dat IMARES in samenwerking met de beroepsvissers van Malsen uitvoert voor het WOT-programma van Ministerie van Economische Zaken (EZ) (Kuijs et al. 2012). Vanaf 2001 zijn jaarlijks, met uitzondering van 2004, op zeven fuiklocaties de vangsten geregistreerd gedurende drie maanden in het voorjaar (april-juni) en drie maanden in het najaar (september-november). Van de zeven fuiken staan vijf fuiken in de spuikom en twee langs de dijk aan de westzijde van de Afsluitdijk (Figuur 3-3). Het programma is specifiek gericht op diadrome vissoorten, maar alle soorten worden geregistreerd en de fuiken worden specifiek voor het onderzoek met ontheffing in het kader van de Visserijwet en Flora- en faunawet geplaatst. De fuiken worden normaal gesproken minimaal tweemaal per week gelicht. Alle vangst werd gesorteerd, op naam gebracht en geteld. Grote vangsten werden middels sub sampling geteld. De lengte van de vissen wordt niet opgemeten, wel wordt er onderscheid gemaakt in grote en kleine vissen op basis van maatse en ondermaatse vis (Tabel 1). De selectiviteit per vissoort is voor de fuiken niet bekend. Wel is bekend dat kleine vissen als glasalen (juvenile aal) en botlarven, welke doelsoorten zijn voor de VMR, niet gevangen worden in de fuiken. Hoewel stekelbaars veelvuldig gevangen wordt in de fuiken zullen kleinere stekelbaarzen door de mazen van de aalfuiken kunnen ontsnappen (Kuijs et al. 2012). Deze soorten zullen middels aanvullende monitoring met kruisnetten in de spuikom in een vervolgtraject wel gemonitord gaan worden door IMARES in het voorjaar van 2014.



Figuur 3-3 Locaties van de fuiken die sinds 2001 worden gemonitord door de WOT1. Dit gebeurt drie maanden in het voorjaar en drie maanden in het najaar. In de figuur worden de nummers van de fuiken aangegeven zoals deze in de analyse zijn gebruikt. De oostelijke fuiken zijn groen gekleurd, de westelijke fuiken in de spuikom rood en de fuiken buiten de spuikom langs de afsluitdijk zijn blauw gekleurd. Deze kleuren zullen in het overige gedeelte in de rapportage op deze manier gebruikt worden bij de presentatie grafieken en tabellen.

Tabel 1 De grenslengte op basis waarvan onderscheid tussen groot en klein gemaakt is, is gebaseerd op commerciële maten.

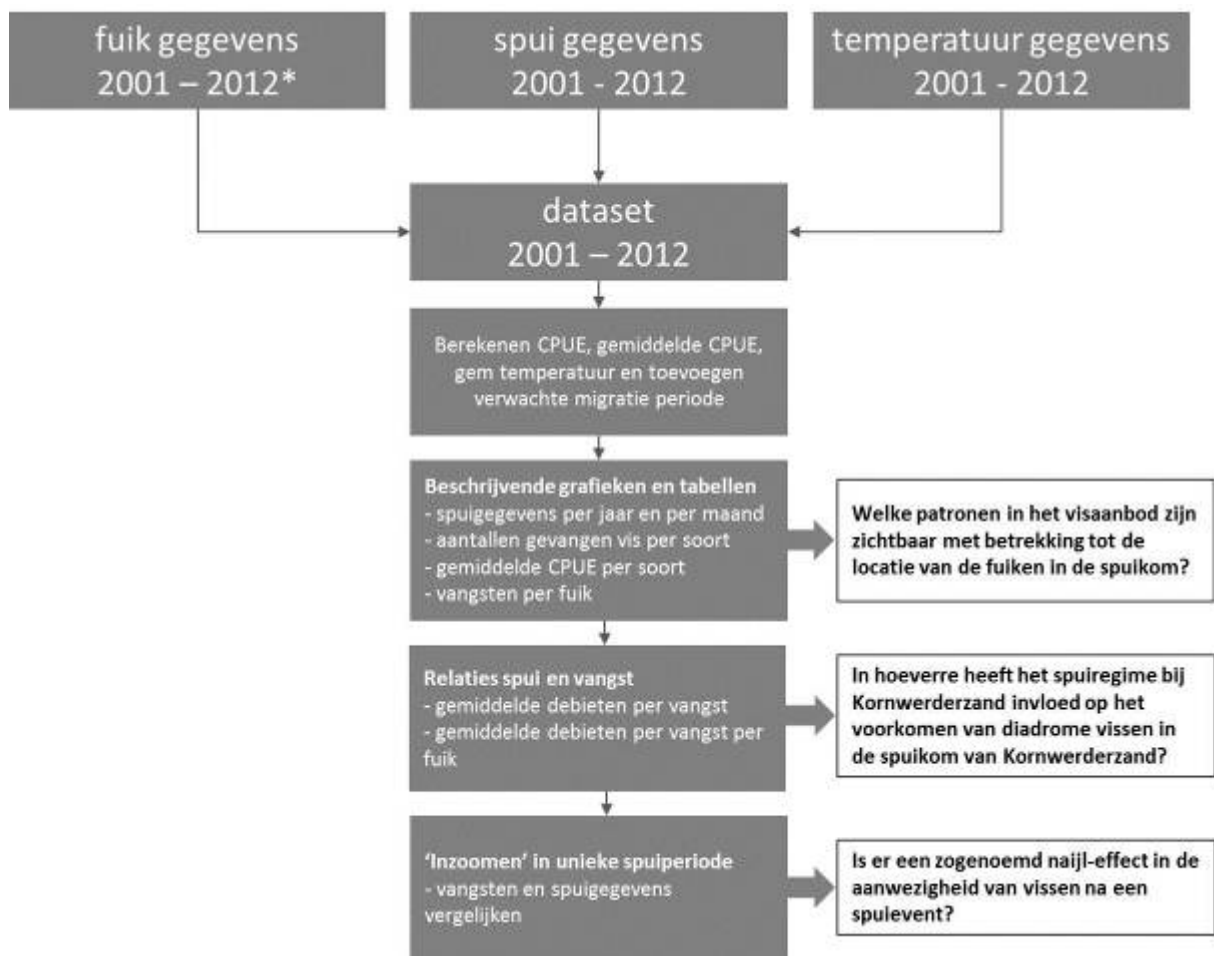
soort	soort (NL)	grens-lengte (cm)
<b>diadrome vissoorten</b>		
<i>Alosa fallax</i>	fint	40
<i>Anguilla anguilla</i>	aal	33
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	houting	20
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	driedoornige stekelbaars	-
<i>Lampetra fluviatilis</i>	rivierprik	33
<i>Osmerus eperlanus</i>	spiering	13
<i>Petromyzon marinus</i>	zeeprik	50
<i>Platichthys flesus</i>	bot	21
<i>Salmo salar</i>	zalm	40
<i>Salmo trutta</i>	zeeforel	40
<b>zoetwater vissoorten</b>		
<i>Abramis brama</i>	brasem	15
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	pos	-
<i>Perca fluviatilis</i>	baars	23
<i>Rutilus rutilus</i>	blankvoorn	15
<i>Stizostedion lucioperca</i>	snoekbaars	42



Foto impressie van de fuikenmonitoring bij Kornwerderzand. Foto's IMARES (Ben Griffioen).

### 3.3 Data analyse

Om tot een 'gewogen' of vergelijkbare vangst, te komen is per lichteing berekend wat de vangst per fuiketmaal is. Dit is de vangst in de fuik per 24 uur dat de fuik heeft gestaan en wordt Catch Per Unit Effort genoemd (CPUE). De fuiken worden normaal gesproken in de ochtend gelicht tussen 06:00 – 14:00 twee maal in de week. De data is ingevoerd in de database FRISBE van IMARES en uitgedraaid op 5 februari 2014. De data is opgewerkt en geanalyseerd in R (R-Core-Team 2013). De fuik gegevens met de vissoorten en de vangstaantallen zijn gekoppeld aan de spuidata. Deze data is opgevraagd bij RWS en opgewerkt tot dagdebieten. Via waterbase (live.waterbase.nl) zijn datareeksen met de oppervlakte temperaturen bij Kornwerderzand 'buiten' beschikbaar vanaf 21 augustus 2001.



*Figuur 3-4 Schema stappenplan voor data analyse. De gegevens van fuikvangsten, de spuidebieten en de oppervlakte watertemperatuur zijn samen in één dataset gezet. Vervolgens is de CPUE, de gemiddelde debieten over vangstperiode en de gemiddelde watertemperatuur over de vangst periode berekent. Het 'nail-effect' is gedaan voor een selectie van de debieten data. CPUE staat voor Catch Per Unit Effort.*

*\*in het jaar 2004 heeft er geen bemonstering plaatsgevonden.*

### 3.4 Gemiddelde spuidebieten

De fuiken worden tenminste twee keer in de week gelicht en de vangst gesorteerd. Dit betekent dat wanneer een fuik vier dagen heeft gestaan, de vis er op dag 1, 2, 3 of 4 kan zijn ingezwommen. Om deze vangst gegevens direct te koppelen aan spuidebieten wordt er gerekend met gemiddeld spuidebiet over de dagen dat de fuik heeft gestaan (Figuur 3-5). Hierbij ontstaat een data set met gemiddelde spuidebieten over dezelfde periode dat de fuik in het water heeft gestaan. Eenzelfde opwerking is uitgevoerd voor de gemiddelde wateroppervlakte temperatuur.

In theorie kan de zoetwater lokstroom die ontstaat door het spuien enerzijds pas later door vissen worden opgemerkt en hen naar de spui kom leiden. Anderzijds kan de afstand waarop de lokstroom wordt opgemerkt groot zijn waardoor het tijd kost voor een vis om richting de spui kom te zwemmen. Hierdoor kan er een 'vertraging' in de respons van vis op de spuidebieten voorkomen. Om dit te exploreren zijn er scenario's met 'delays' van één tot vijf dagen doorgerekend. Daarnaast kan het volume spuiwater per keer erg verschillen. Beide gegevens hebben er toe geleid om de fuikvangst ook te koppelen aan een 'delay'. Per 'delay' is het gemiddelde spuidebiet over het aantal dagen dat de fuik heeft gestaan een dag – in het verleden – opgeschoven (Figuur 3-5 delays).

datum		temp gem	debiet	debiet delay 1	debiet delay 2	debiet delay 3	debiet Delay 4	debiet Delay 5
1		10.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
2		11.2	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
3		11.3	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5
4	fuikgegevens	10.6	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
5	zetten fuiken	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
6		11.3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
7		11.9	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
8		12.2	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5
9	lichten fuiken	N = 0	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6	38.6
10		12.8	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2
11		13.1	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5
12	lichten fuiken	N = 10	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6
13		10.1	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5	40.5
14		9.8	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
15		10.5	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
16		10.6	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8
17	lichten fuiken	N = 542	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8
18		11.3	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
19		10.1	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4
20	lichten fuiken	N = 123	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6
21		10.7	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6	40.6

Figuur 3-5 Weergave van data en berekenen van gemiddelde temperatuur en debieten. De fuikgegevens zijn op een specifieke datum gelicht. Op die datum is een spuidebiet bekend. Voor de analyse zijn echter gemiddelde debieten genomen over de dagen dat de fuik gestaan heeft. Vis kan aangetrokken zijn door een hoog debiet eerder in de tijd er is daarom gekozen om een 'delay' te berekenen. Hetzelfde geldt voor temperatuur waarbij een gemiddelde is berekend over de dagen dat de fuik gestaan heeft.

## 4 Korte beschrijving diadrome vissoorten

Dit hoofdstuk beschrijft kort de verschillende diadrome vissen die zich aan kunnen dienen bij de spuikom van Kornwerderzand in de Afsluitdijk. De beschrijving zijn toegespitst op het belang van het passeren van de Afsluitdijk tijdens de migratie van zout naar zoet water (de intrekperiode). Een uitgebreide beschrijving per soort kan gevonden worden in (Winter et al. 2014). De foto's van de vissen zijn met toestemming verkregen via *Sportvisserij Nederland*.

### Atlantische zalm – *Salmo salar*

De levenscyclus van de anadrome zalm begint bovenstrooms in de bovenlopen van rivieren, waar de eieren in snelstromende grindrivieren en –beken worden afgezet. Na een opgroefase van veelal één tot drie jaar trekken jonge zalmen (15-20 cm, zogenaamde 'smolts') naar zee. Ze leven één tot enkele jaren op zee. Daarna trekken de volwassen zalmen met name in de zomer en het najaar naar de geboorterivier om te paaien. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor zalm populatie is groot. Zalm plant zich voor in de bovenstroomse gedeelten van het Rijngebied en het is cruciaal dat ze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. Om de bovenstroomse Rijn te bereiken kunnen drie intrekroutes worden genomen: via de Afsluitdijk en de IJssel, via het Haringvliet of via de Nieuwe waterweg. De laatstgenoemde is momenteel de enige vrij optrekroute naar het bovenstroomse deel van de Rijn.



### Bot - *Platichthys flesus*

Bot is een katadrome vissoort waarvan de paaigebieden op open zee liggen (Morais et al. 2011). In de winter trekken de volwassen dieren naar diepere delen van de zee. 's Zomers gebruiken volwassen botten estuaria als voedselgebied. In het voorjaar en voorzomer trekken jonge botlarven stroomopwaarts de estuariene gebieden en rivieren op middels selectief getijdetransport en zijn hierbij afhankelijk van waterstromen (Bos 1999, Jager and Mulder 1999, Jager 2001). Ze kunnen dan in gebieden worden gevonden waar het water een laag zout gehalte heeft (Bos and Thiel 2006). Botten die voorkomen bij harde zoet-zout overgangen lijken erg kwetsbaar voor een slechte waterkwaliteit (Vethaak 2013). Wat betreft predatie hebben botten een beperkte ontsnappingskans door een lage zwemcapaciteit, maar zijn zij door hun goede schutkleur beschermd tegen predatie (Trancart et al. 2012). De migratiemogelijkheid van zout naar zoet is geen vereiste voor bot omdat opgroei ook in de Waddenzee kan plaatsvinden, maar migratie vergroot hun opgroeiareaal flink en kan daarmee de totale populatieomvang doen toenemen. De bot, die in euryhaline zone van het estuarium gevonden kan worden, is de enige platvis van West-Europa die tot diep in het zoete water gevonden kan worden (Vethaak 2013), zolang er maar geen barrièrebarrière op de route liggen. Historisch zijn botten tot honderden kilometers landinwaarts in de Duitse Rijn waargenomen. De meeste Nederlandse botten komen voor in ondiepe kustwateren en estuaria zoals de Eems Dollard en de Westerschelde. Ook in grotere brakwatermeren en zoetwatermeren zoals het IJsselmeer worden ze gevonden (Overzee van et al. 2011, Griffioen and Kuijs 2013). Een deel van de botten uit het kustwater trekt de rivieren op, de rest van de botten groeit op in kustwateren en estuaria. In het zoete water blijven de botten hooguit enkele jaren om weer naar zee te trekken om te paaien. Daarna gaan deze botten niet meer terug naar het zoete water. De migratie van zoet-zout is vanuit een populatieperspectief niet essentieel voor de overleving van de soort in vergelijking met soorten die voor hun voortplanting volledig afhankelijk zijn van een goede migratie tussen zoet en zout.





### Driedoornige stekelbaars - *Gasterosteus aculeatus*

Driedoornige stekelbaars is een zeer flexibele soort die zich zowel in zout, brak, als zoet water kan voortplanten en zowel resident (morphotype: *leirus*) als anadroom (morphotype: *trachurus*) kan zijn. Hoe de huidige verdeling tussen de populaties met verschillende migratie strategieën is, is onbekend, al is het zeker dat de migrerende anadrome variant veel minder talrijk is geworden door barrières tussen het zoete en het zoute water. Driedoornige stekelbaars is door zijn kleine lichaamslengte een goede prooi voor visetende vogels zoals lepelaars, sterns, meeuwen, reigers, zaagbek etc. Maar ook piscivore vissen zoals snoek, baars en wellicht ook zout water vissen in de Waddenzee zoals zeebaars, prederen op de stekelbaars. Stekelbaars heeft migrerende en niet migrerende sub-populaties. Voor de migrerende sub-populaties is migratie tussen zoet en zout van belang, voor de niet migrerende sub-populaties zijn zoet-zout overgangen niet van belang. Driedoornige stekelbaars komt slechts in zeer klein aantal voor langs de oevers van het IJsselmeer (Overzee van et al. 2011), waarbij het hier waarschijnlijk veelal om de niet-trekkende populatie zal gaan (pers. comm. O.A. van Keeken). In vergelijking met de historische situatie is de trekkende driedoornige stekelbaars in het achterland van de Afsluitdijk enorm afgenomen.



### Europese aal - *Anguilla anguilla*

De Europese aal is een katadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om op te groeien. Aal plant zich waarschijnlijk voort in de Sargassozee en de larven driften met de stroming mee naar het Europese continent. Bij de kust vindt metamorfose tot glasaal plaats. Glasalen trekken het zoete water binnen om op te groeien. Na het verblijf in het zoete water veranderen de morfologische kenmerken van de alen wederom (schieraal). Schieralen trekken weer naar zee om zich voort te planten. De aalpopulatie kent een sterke afname gedurende de afgelopen decennia (Dekker 2004). Zo is de huidige intrek van glasaal slechts 1-5% van de intrek in de jaren 60-70 (Graaf and Bierman 2010). Verschillende factoren zijn mogelijk verantwoordelijk voor deze sterke afname zoals vervuiling, visserij, klimaatverandering, exotische parasieten en bouwwerken (Feunteun 2002, Wirth and Bernatchez 2003, Dekker 2004), maar het relatieve aandeel van elk van deze factoren is onbekend. Bouwwerken (of ook wel kunstwerken genoemd), zoals dammen, stuwen, waterkrachtcentrales, gemalen en sluizen kunnen fysieke barrières vormen tijdens de migratie of kunnen bijdrage aan een verhoogde sterfte. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor aal is groot. Er zijn ook opgroeiende alen bekend in zout (brak) water, zogenaamde 'buitenaal'. Dit geeft aan dat voor een deel van de alen de migratie naar zoet water niet noodzakelijk is. De bijdrage van het deel van de populatie dat in het zoute water opgroeit is onbekend, maar er wordt aangenomen dat dit relatief klein is en dat het grootste deel van de populatie afhankelijk is van intrek in zoete wateren.



### Fint - *Alosa fallax*

Fint is een anadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om te paaien. Als paai habitat prefereren finten grindbanken en zandbanken (Maitland and Lyle 2005). De eieren worden pelagisch afgezet in het zoetwatergetijdengebied van estuaria, zijn niet-kleeverig en bewegen zich vrijelijk in de lagere gedeelten van de waterkolom met het getij in estuaria mee. Na het paaien trekken de adulten terug naar zee. De eieren bevinden zich in het zoete water. Als de larven uit het ei komen, drijven ze stroomafwaarts, in Nederland



meestal naar het Waddengebied, waar ze een jaar pelagisch verblijven (Groot de 1992), daarna leven ze pelagisch in open zee. De gebroeders van Malsen hebben in het verleden volwassen fint gevangen, maar dit is al enkele jaren niet meer het geval. Wel werd er in 2006 een grotere hoeveelheid kleinere fint (10 – 15cm) gevangen wat ook weer het geval lijkt te zijn in 2013 (pers. comm. gebr. van Malsen). Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor fint is groot. In het verleden paaide de fint in de Merwede en de Bergse Maas, maar de exacte paaigebieden zijn nooit gevonden (Groot de 1992). In de Eems werden in augustus 1999 in het midden van de rivier jonge finten van circa 10 cm aangetroffen (Kleef and Jager 2002). In het voorjaar van 2005 werden paaiende finten waargenomen in de Beneden-Merwede (waarnemingen vissers van Fam. Klop). Of er daadwerkelijk in Nederland gepaaid wordt is nog steeds de vraag. Wat wel duidelijk is, is dat geschikt habitat (zoetwater getijdegebied met zand of grind) daarvoor in het IJsselmeergebied ontbreekt.

### **Houting - *Coregonus oxyrinchus***

Houting is een anadrome vis die in de loop van de twintigste eeuw uitgestorven is als paaipopulatie in de Nederlandse rivieren. De houting is een endemische soort van de Waddenzee en trekt de rivieren op om te paaien (Poulsen et al. 2012). De eieren van de houting worden vrij in het water losgelaten en ze plakken vast aan grind en vegetatie (Poulsen et al. 2012). Wanneer houting niet de bovenstroomse delen de rivier kunnen bereiken door bijvoorbeeld obstructies, zijn zij genoodzaakt om beneden in de rivier te paaien. De larven komen in februari tot maart uit het ei en zijn dan 10 mm groot (Borcherding et al. 2006). De jonge houtingen kunnen langere of kortere tijd in zoet water verblijven, waarna ze naar zee trekken (Borcherding et al. 2008).



In het verleden is de houting uitgestorven door het afsluiten van de Zuiderzee, vervuiling, visserij en het verdwijnen van paaiplekken (Poulsen et al. 2012). Welke habitats in de benedenlopen, estuaria en kustgebieden belangrijk zijn (geweest) voor de opgroei van jonge houting tot volwassen stadia is niet goed bekend. Van Bemmelen (1866) noemt dat de houting in het najaar en het begin van de winter zeer algemeen voorkwam in de Zeeuwse stromen, de meeste Nederlandse rivieren en de Zuiderzee. In de overige tijd van het jaar werd de houting in 'meer of minder' groot aantal langs de Nederlandse kusten aangetroffen. Van 1987 tot 1992 zijn houtingen uitgezet in het Deense Waddengebied (Jepsen et al. 2012) en sinds begin jaren negentig worden houtingen massaal uitgezet in de Rijn en bij het zijriviertje de Lippe (Kranenbarg et al. 2002). Het IJsselmeer blijkt nu een belangrijk leefgebied voor de succesvol uitgezette houting (Borcherding et al. 2008). Het hele jaar door worden hier houtingen van verschillende leeftijdsklassen aangetroffen. Onderzoek met Nedap-transponders laat zien dat een belangrijk deel van de volwassen houting-populatie in de paaiperiode november-december van het IJsselmeer de IJssel optrekt en na de paai weer terugkeert naar het IJsselmeer (Borcherding et al. 2014). Slechts een klein deel trekt verder dan de IJssel en trekt door naar het Duitse deel van het Rijnstroomgebied of naar de benedenrivieren. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor houting is groot, echter een deel van de houting-populatie lijkt niet te migreren tussen de Waddenzee en het IJsselmeer. Uit analyses van otolieten bleek dat een deel van de houting-populatie het IJsselmeer als foerageergebied gebruiken en niet naar zee trekt (Winter et al. 2008, Borcherding et al. 2008). De soort plant zich voor in de zoete beneden delen van de rivier. Voor houting blijft het wel van belang dat deze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. De IJssel lijkt een belangrijk paaigebied voor de houting die langs de Afsluitdijk en vanaf het IJsselmeer trekt (Borcherding et al. 2014).

### **Rivierprik - *Lampetra fluviatilis***

Rivierprik is taxonomisch gezien geen vissoort, maar behoort tot de orde der rondbekken (Agnatha). Rivierprik wordt vaak meegenomen in beschouwingen over vis, mede vanwege hun



anadrome levenscyclus en visachtige voorkomen. Volwassen rivierprikken trekken na enkele jaren op zee de rivieren op, naar hoger stroomopwaarts gelegen paaigebieden. De prikken sterven na de paai. De jonge prikken (zogenoemde ammocoeten) verblijven enige jaren als filterfeeder in de waterbodem van rivieren en trekken bij een lengte van ongeveer 12 cm naar zee om als parasiet op andere vissen te leven totdat ze volgroeid zijn (ongeveer 30-40 cm). Waarnemingen van beroepsvissers geven aan dat jonge uittrekkende rivierprik worden gevangen bij de spuikom van Kornwerderzand (pers. comm. van Malsen), wat zou kunnen wijzen op paaigronden van wateren die uitmonden in het IJsselmeer zoals de IJssel. In de Overijsselse Vecht zijn ook rivierprikken waargenomen (Winter 2007). Rivierprik dringt niet ver het Rijn-stroomgebied in en lijkt met name in de benedenstroomse delen en zijbeken te blijven hangen om waarschijnlijk te paaien. Omdat de rivierprik een migratie piek kent in december en mogelijk januari blijft deze vaak onderbelicht in fuikenmonitoring of vangsten omdat de fuiken vaak voor ijsvorming worden verwijderd.

### **Spiering - *Osmerus eperlanus***

Spiering kan verschillende 'life-history' strategieën vertonen. De trekkende variant (anadroom) die tot 25 cm groot kan worden, was in de Zuiderzee voor de afdamming met de



Afsluitdijk zeer talrijk (De Groot 1991). Sinds de afsluiting op het IJsselmeer komt de soort ook voor als zoetwaterstandvis die kleiner blijft en al na een jaar paarij is. Uit analyses blijkt dat er waarschijnlijk geen of zeer beperkte bijdrage is van anadrome spiering aan de spiering populatie in het IJsselmeer (Tulp et al. 2013). Het blijft echter onduidelijk of een klein aantal grotere diadrome individuen een disproportionele bijdrage hebben aan de paai in het IJsselmeer (Tulp et al. 2013). Dat spiering wel naar binnen trekt blijkt uit visintrek onderzoeken door Witteveen en Bos (Witteveen+Bos 2009) en informatie van beroepsvissers. Maar in hoeverre dit grotendeels 'binnenspiering' is die na uitspoeling terug wil of dat dit een diadrome vorm is, is minder goed bekend. Een deel van de spiering aan de buitenzijde hebben formaten > 20 cm die niet passen bij 'binnenspiering' en betrekking zullen hebben op anadrome spiering. Voor de trekkende variant is de migratie tussen zoet en zout water van groot belang, voor de zoetwaterstandvis van geen belang.

### **Zeeforel - *Salmo trutta***

Forel kent verschillende 'life-history' strategieën binnen dezelfde populatie, waarvan de één permanent op de rivieren verblijft (residente strategie, verschijningsvorm 'beekforel') en de ander naar zee trekt (migrerende strategie, verschijningsvorm 'zeeforel'). Elk individu kan zich



afhankelijk van de opgroeiomstandigheden ontwikkelen tot één van beide verschijningsvormen. Er is dus geen sprake van twee verschillende ondersoorten of subpopulaties per rivier zoals nog vaak wordt aangegeven. In de monitoring programma's worden af en toe forellen gevangen die veel uiterlijke kenmerken van de beekforel hebben. Omdat de vissen bij de Afsluitdijk migrerende individuen zijn van de verschijningsvorm zeeforel, is deze soort in deze rapportage verder als zeeforel aangeduid. Jonge zeeforel trekt, evenals zalm, na één tot drie jaar in de rivieren te hebben geleefd in het voorjaar naar zee, om vervolgens na enkele jaren als volwassen vis weer terug te keren naar de rivieren (Jonsson & Jonsson 2002). In tegenstelling tot zalm verblijft zeeforel in zeeën en kustwateren in de buurt van hun

geboorterivier en kan ook tussentijds wel in enige mate het zoete water intrekken. De paaigebieden van zeeforel en zalm kunnen overlappen, waarbij zalm paait op ondiepere en sneller stromende gedeeltes. De jonge dieren, de zogenaamde pre-smolts, verlaten na 1 tot 6 jaar het zoete water in het voorjaar en groeien op in het estuarium of de zee. Na 1 tot 3 jaar op zee te zijn geweest trekken de zeeforellen de rivier weer op in de vroege winter. Na de paai sterft een deel van de ouderdieren, terwijl een deel weer teruggaat naar zee om op een later moment nogmaals aan de paai mee te doen. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor zeeforel is groot. Zeeforel plant zich voort in de bovenstroomse gedeeltes van het Rijngebied en in de bovenstroomse delen van de Vecht (dit lijkt momenteel slechts een kleine populatie, Winter 2007). Voor de soort is het van belang dat deze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. De Afsluitdijk vormt een barrière tussen de zee en het bereiken van de paaigronden in de Overijsselse vecht. Doordat sommige individuen op de rivier blijven als beekforel en dat deze eigenschap zich kan ontwikkelen bij het opgroeien, doet de soort aan een vorm van risicospreiding die de populatie in stand kan houden (Gosset et al. 2006, Lucas & Baras 2001). In hoeverre de Afsluitdijk een barrièrebarrière vormt voor zeeforellen was onderwerp van onderzoek dat in 2003 is gepubliceerd. Hierbij is de migratie van zeeforel vanuit zee richting de zoete wateren bestudeerd met behulp van NEDAP-telemetrie. Op een vijf tal plekken zijn zeeforellen van een zender voorzien, waaronder ook bij de Afsluitdijk bij Den Oever en Kornwerderzand (De Vaate et al. 2003). In totaal zijn er over de jaren 1996–2000 582 zeeforellen van een zender voorzien (NEDAP), waarvan 9 bij Den Oever en 61 bij Kornwerderzand. Gedurende deze jaren was er een spui-beheer waarbij de stroomsnelheid in de spuikokers werd geremd ten behoeve van de vismigratie (Winter et al (2014)). 33 zeeforellen van deze 70 zijn in het IJsselmeer waargenomen en één is gezien bij het Haringvliet terwijl deze bij de Afsluitdijk van een zender was voorzien. Het feit dat andere gezenderde zeeforellen terug zijn gevonden in andere delen van Europa, zoals Frankrijk en Noorwegen (De Vaate et al. 2003) kan erop wijzen dat niet alle zeeforellen die bij de Nederlandse kust worden gezien ook daadwerkelijk in Nederland willen binnentrekken. Van de dieren die het IJsselmeer waren binnengekomen zijn er 25 (74%) gezien bij Kampen en 20 (59%) in de beneden Rijn. Deze hoge succesvolle passages door het IJsselmeer heen duidt er op dat de zeeforellen relatief goed in staat zijn om de toentertijd veelvuldig aanwezige aalfuiken te ontwijken.

### **Zeeprik - *Petromyzon marinus***

Zeeprik behoort evenals de rivierprik tot de orde der rondbekken. De zeeprik leeft het grootste deel van zijn leven (6-8 jaar) als ammocoete in zoet water voordat deze uiteindelijk in het najaar naar zee trekt. Daar vindt een snelle groei als parasiet op andere vis plaats en na enkele jaren keert de zeeprik



in het voorjaar terug naar de rivieren om hoog stroomopwaarts te paaien. Van zeeprik is nog grotendeels onbekend in hoeverre er een paaipopulatie voorkomt in het stroomgebied van de Nederlandse rivieren. De in het IJsselmeergebied gemelde zeeprikken kunnen afkomstig zijn uit ons omringende landen, omdat ze niet noodzakelijkerwijs terug gaan naar hun geboorterivier (Bergstedt & Seelye 1995). Ze selecteren rivieren op de aanwezigheid van feromonen die door de ammocoeten worden uitgescheiden (Bjerselius et al. 2000, Vrieze & Sørensen 2001). Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor rivierprik is groot. Voor de soort is het van belang dat deze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. Omdat zeeprikken geen *homing* vertonen, maar afgaan op feromonen van de larven is de Afsluitdijk één van de doorgangen richting eventuele geschikte paaigronden in het achterland en zal er ook sprake zijn van 'mengende populaties'. In welke mate de IJssel een route richting de paaigronden op de Rijn vormt is onbekend. Op de Noordzee worden zeeprikken slechts incidenteel aangetroffen. In de kustzone zijn de waarnemingen talrijker. Dit verschil is zeer waarschijnlijk beïnvloed door het trekgedrag in relatie tot de voortplanting en de grotere monsterinspanning in de kustzone. De zeeprik trok vroeger vanuit de Noordzee in de rivieren stroomopwaarts, in de Rijn tot Basel en in de Maas tot diep in België. Ook in de

Schelde en de Eems is de zeeprik van oudsher aanwezig. Het aantal waarnemingen van de soort in de grote rivieren is vanaf 1960 sterk afgenomen en vertoont een dieptepunt in de jaren '70 en '80. Toch is de soort nooit geheel verdwenen uit de Maas en Rijn. De zeeprik gebruikt ons land vooral als opgroeigebied voor de larven (ammocoeten) en als doortrekgebied voor volwassen dieren (adulten) die op weg zijn naar geschikte paaiplaatsen in Duitsland en België. Mogelijk bevinden zich echter ook in ons land paaiplaatsen: zo zijn bijvoorbeeld in de Roer sinds 2004 ammocoeten gevonden en zijn in 2009 en 2010 ook enkele volwassen paarijpe zeeprikken waargenomen. De recente waarneming van een net gemetamorfoseerde zeeprik in de Niers versterkt het vermoeden dat de soort zich ook in het Maasdal voortplant (Kessel et al. 2009). Zeeprikken gezenderd bij Lith trekken relatief snel door richting bovenstroomse gebieden, waarbij in enkele dagen 120 km afgelegd is met een gemiddelde snelheid van 0.7 m/s. Ook bestaat de indruk dat zeeprik meer stroomafwaarts in de Maas paaien, aangezien er dode zeeprikken gevonden zijn in juni/juli bij Lith.

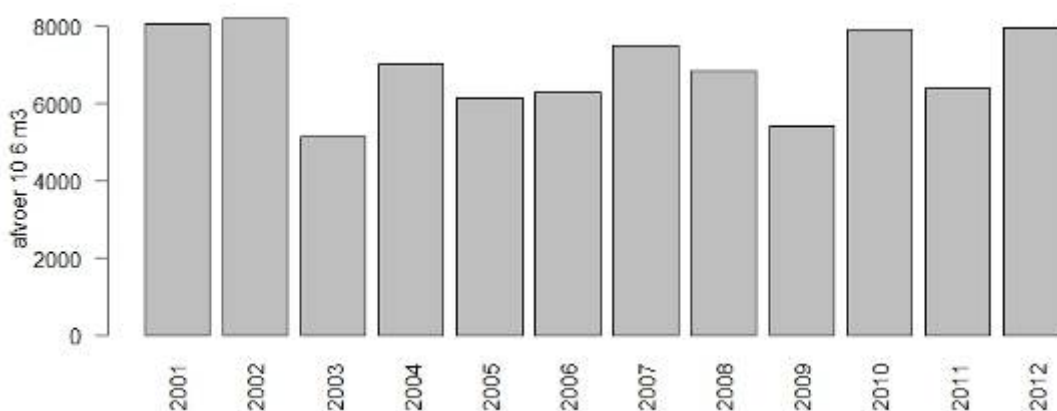
#### Timing van intrek diadrome vis (Winter et al. 2014)

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Stadium	winter		lente		zomer		herfst		D	
			J	F	M	A	M	J	J	A		S
Atlantische steur	<i>Acipenser sturio</i>	(sub)adult										
Atlantische zalm	<i>Salmo salar</i>	Adult										
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Juveniel										
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Adult										
Elft	<i>Alosa alosa</i>	Adult										
Europese aal	<i>Anguilla anguilla</i>	Juveniel										
Fint	<i>Alosa fallax</i>	Adult										
Houting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Adult										
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Adult										
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	Adult										
Zeeforel	<i>Salmo trutta</i>	Adult										
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	Adult										

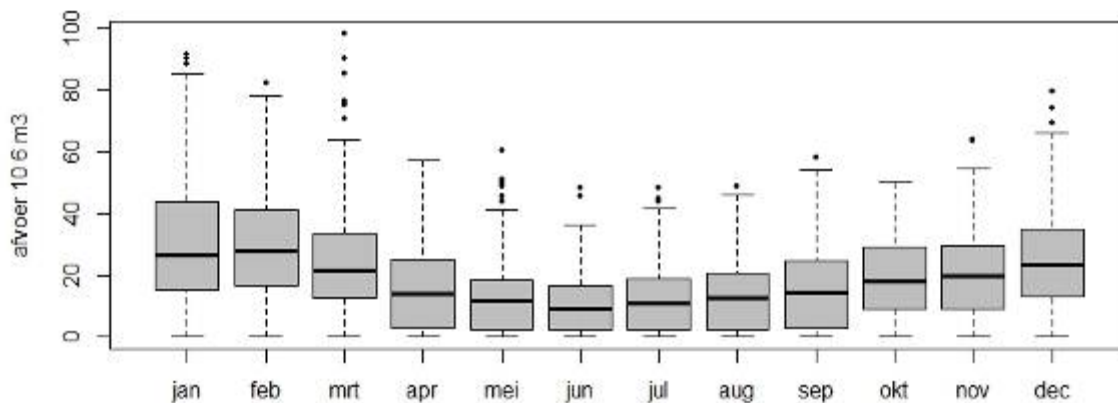
## 5 Resultaten

### 5.1 Spuigegevens en oppervlakte temperatuur

Het gemiddelde debiet over de jaren 2001 – 2012 wat per jaar gespuid werd is  $6981 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  met een minimum van 5150 in het jaar 2003 en een maximum van  $8188 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  in 2002. De variatie verschilt per jaar (Figuur 5-1). In de maanden januari – maart en de maanden in het najaar (september – december) wordt er over het algemeen veel water geloosd (Figuur 5-2). De maanden april – augustus zijn over het algemeen 'droger'.

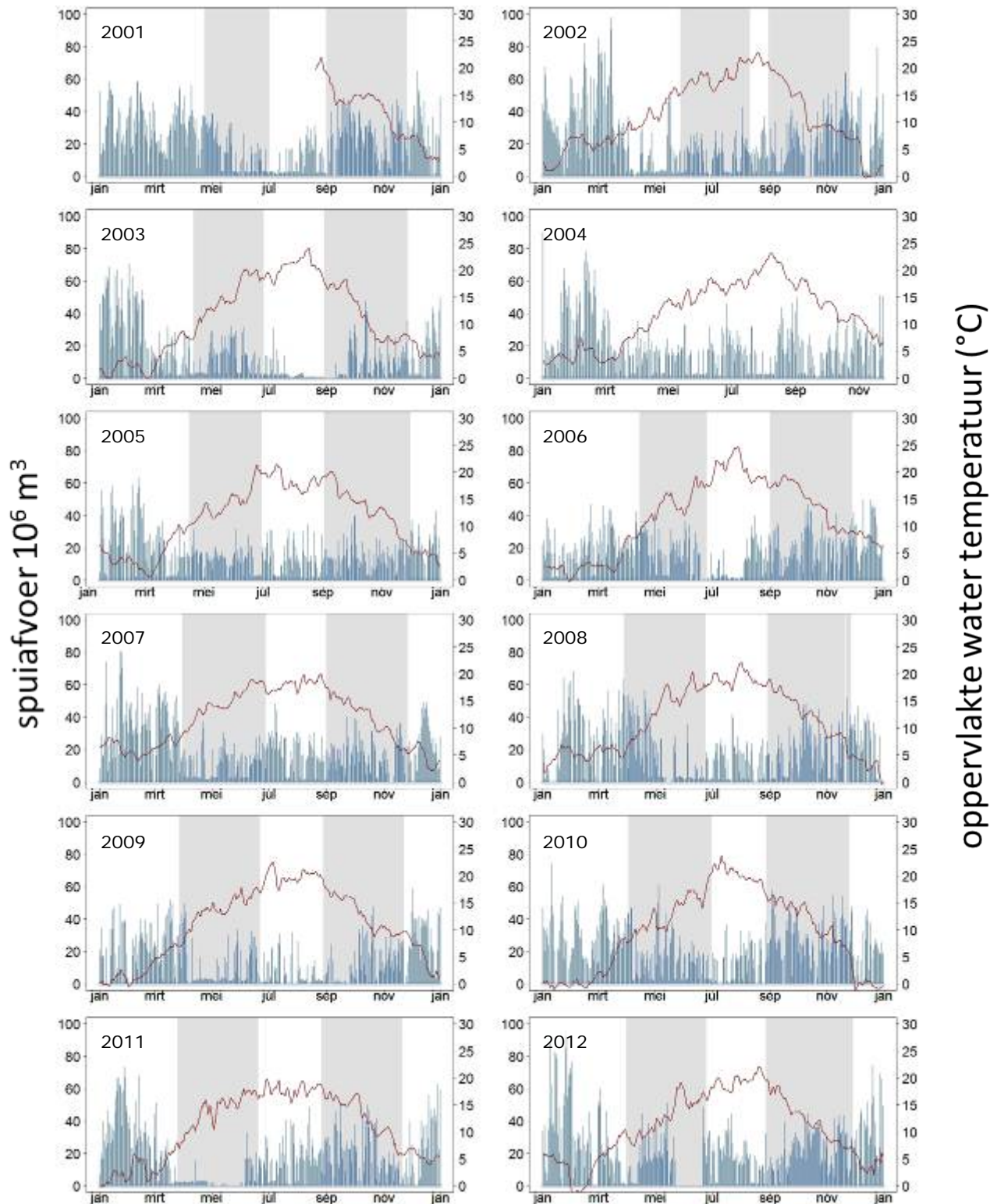


Figuur 5-1 Spuidebieten bij Kornwerderzand in  $10^6 \text{ m}^3$  per jaar periode 2001 - 2012.

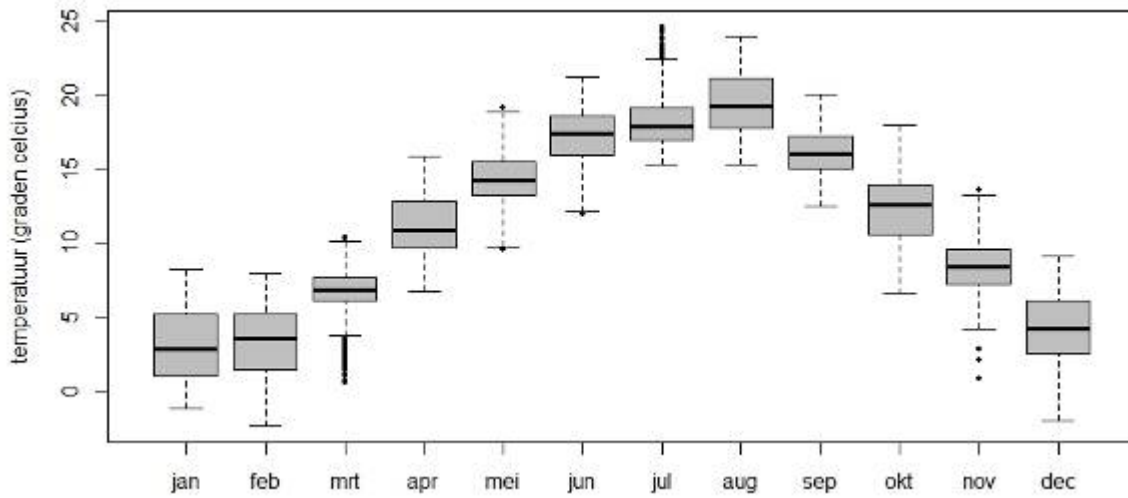


Figuur 5-2 Variatie in spuidebieten per dag bij Kornwerderzand in  $10^6 \text{ m}^3$ , weergegeven per maand over de periode 2001 – 2012. Een boxplot is een weergave van een getallen reeks met de mediaan in het midden (zwarte balk in het grijze vlak). De mediaan geeft het middelste getal in de reeks weer. De grijze balk geeft de mediaan aan van de bovenste en onderste 50% van de getallen. De eventuele bollen boven of onder de boxplots geven extreme waarden aan.

Op enkele korte periodes na, wordt er over het algemeen elke dag gespuid (Figuur 5-3), waarbij de variatie in het volume per dag en per periode afhankelijk is van regenval, wind en peilbeheer. Met uitzondering van 2004 zijn alle jaren bemonsterd in het voorjaar en het najaar (Tabel 2), waarbij het jaar 2002 in het voorjaar / zomer afwijkt van de andere jaren. Vanaf 2003 is een gelijke monitoringsperiode aangehouden in het voorjaar en het najaar. De oppervlaktewater temperatuur varieert van dag tot dag en kan variëren van enkele graden onder nul (winter 2010 en 2012) tot bijna 25 °C (2003) (Figuur 5-4).



Figuur 5-3 Spuidebieten (blauwe verticale lijnen) in  $10^6 \text{ m}^3$  en watertemperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ) (continue rode lijn). De monitoringsperiode is weergegeven in lichtgrijze blokken.



Figuur 5-4 Variatie in oppervlaktewater temperatuur per dag bij Kornwerderzand in graden Celcius, weergegeven per maand over de periode 2001 – 2012.

Tabel 2 Tabel met jaren en weeknummers waar er gegevens zijn verzameld met de fuikenmonitoring bij Kornwerderzand.

jaar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52											
2001																																																															
2002																																																															
2003																																																															
2004																																																															
2005																																																															
2006																																																															
2007																																																															
2008																																																															
2009																																																															
2010																																																															
2011																																																															
2012																																																															



## 5.2 Vangstgegevens

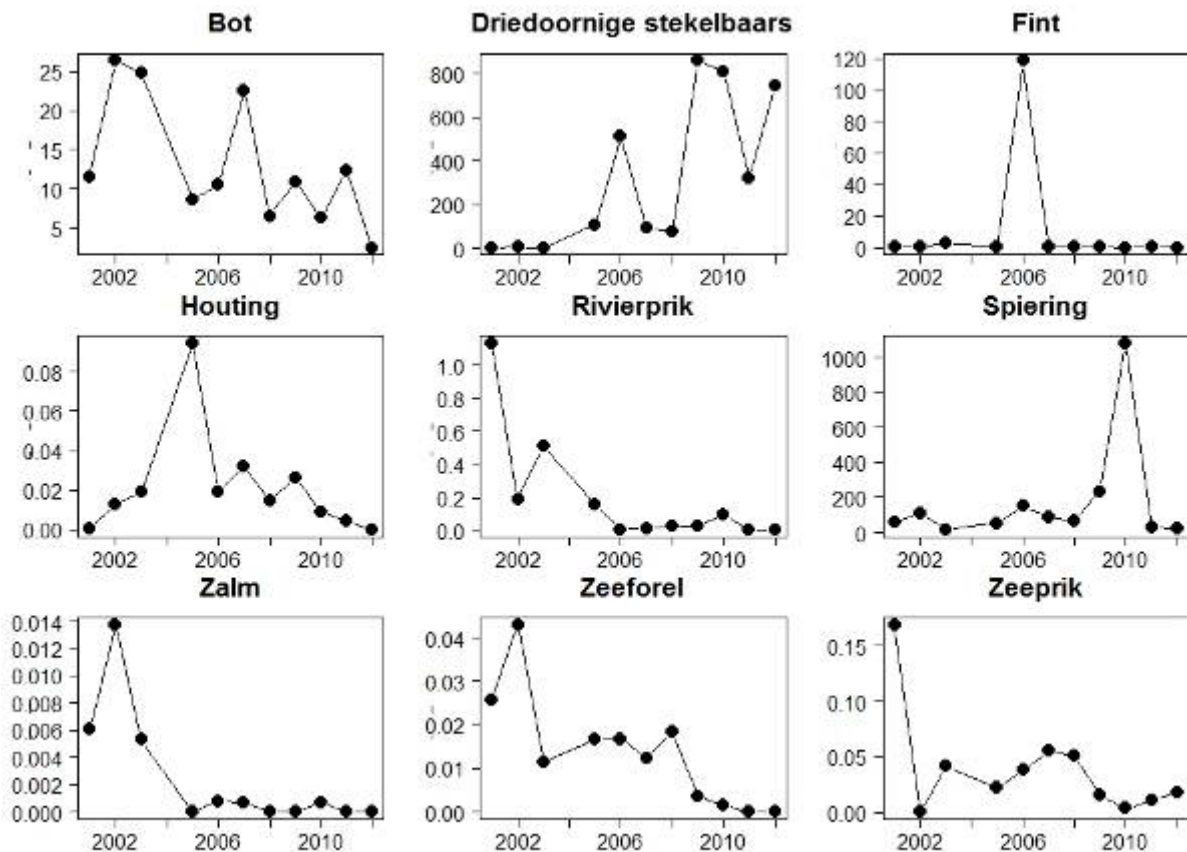
In totaal zijn er in de periode van 2001 - 2012 bijna 42 miljoen individuen geteld gevangen, waarvan bijna 6.5 miljoen diadrome vissoorten (aal, bot, driedoornige stekelbaars, fint, houting, rivierprik, spiering, zalm, zeeforel en zeeprik) (Tabel 3). Het merendeel betrof driedoornige stekelbaars (60%). Van de spiering is het niet altijd duidelijk of het ook een al dan niet gemotiveerd diadrome individu of een uitgespoelde zoetwater spiering betreft. Van de andere soorten is het ook vaak onduidelijk of zij ook op het moment van de vangst gemotiveerd zijn om te migreren tussen zoet en zout of dat zij lokaal foerageren zoals jonge fint, grotere bot, zeeforel, houting en aal. Er zijn ruim 6.2 miljoen individuen gevangen van baars, blankvoorn, brasem, snoekbaars en pos. Steur (*Acipenser sturio*) en elft (*Alosa alosa*) zijn in de afgelopen jaren niet gevangen.

Tabel 3 Aantallen gevangen vis en andere soorten met bijbehorende CPUE en onderscheid in grote en kleine individuen.

soort	klein	groot	totaal	CPUE	soort	klein	groot	totaal	CPUE	soort	klein	groot	totaal	CPUE
<b>Aal</b>	<b>49683</b>	<b>23524</b>	<b>73207</b>	<b>6.00</b>	Harnasmantetje	2	51	53	0.00	Schol	73452	47	73499	5.78
Adderzeenaald	0	2	2	0.00	Heremietkreeft	0	11	11	0.00	Schurftvis	1	7	8	0.00
Alver	146	1011	1157	0.09	Hondshaai	2	1	3	0.00	Serpeling	0	1	1	0.00
Ansjovis	2	356	358	0.03	Horsmakreel	238	296	534	0.05	Slakdolf	68	593	661	0.06
<b>Baars</b>	<b>980366</b>	<b>49100</b>	<b>1029466</b>	<b>85.86</b>	<b>Houting</b>	<b>232</b>	<b>41</b>	<b>273</b>	<b>0.02</b>	Smelt	1211	164	1375	0.09
Barbeel	0	4	4	0.00	Kabeljauw	843	51	894	0.08	Sneep	0	6	6	0.00
Bittervoorn	1	1	2	0.00	Karper	356	18	374	0.02	Snoek	3	5	8	0.00
<b>Blankvoorn</b>	<b>195250</b>	<b>4617</b>	<b>199867</b>	<b>16.00</b>	Kesslers grondel	6	0	6	0.00	<b>Snoekbaars</b>	<b>352667</b>	<b>1032</b>	<b>353699</b>	<b>27.64</b>
Blauwe wijting	4	2	6	0.00	Kleine pieterman	22	383	405	0.03	Snotolf	30	8	38	0.00
Blauwneus	0	2	2	0.00	Kleine zandspiering	22	0	22	0.00	Spiegelkarper	0	0	0	0.00
<b>Bot</b>	<b>149876</b>	<b>14033</b>	<b>163909</b>	<b>12.98</b>	Kleine zeenaald	3	0	3	0.00	<b>Spiering</b>	<b>2097147</b>	<b>109039</b>	<b>2206186</b>	<b>180.28</b>
Botervis	10	3161	3171	0.28	Kolblei	15	15	30	0.00	Steenbol	2789	80	2869	0.23
Brakwatergrondel	0	4	4	0.00	Koolvis	0	1	1	0.00	Steurgarnaal	144	256651	256794.9	20.22
<b>Brasem</b>	<b>50480</b>	<b>754</b>	<b>51234</b>	<b>4.28</b>	Koornaarvis	1	37	38	0.00	Strandkrab	100	841361	841461	65.70
Chinees wolhandkrab	52882	65485	118367	9.36	Koornaarvissen	1	135	136	0.01	Tarbot	4	2	6	0.00
Dikkopje	0	409	409	0.03	Kopvoorn	0	0	0	0.00	Tong	1018	171	1189	0.10
<b>Driedoornige stekelbaars</b>	<b>19453</b>	<b>3887590</b>	<b>3907043</b>	<b>298.79</b>	L. forbesi	1	13	14	0.00	Tongschar	219	0	219	0.02
Dwerginktvis	0	4	4	0.00	Leng	2	0	2	0.00	Vierdradige meun	0	4	4	0.00
Dwergpijlinktvis	1	0	1	0.00	Loligo	6	800	806	0.07	Vijfdradige meun	25	2622	2647	0.20
Dwergtong	1	1	2	0.00	Makreel	8	6	14	0.00	Vorskwab	0	1	1	0.00
<b>Fint</b>	<b>132278</b>	<b>1064</b>	<b>133342</b>	<b>10.43</b>	Mul	2	2	4	0.00	Wijting	4207	41	4248	0.34
Garnaal	15244	3091530	3106774	123.64	Noordzeekrab	0	17	17	0.00	Winde	9884	503	10387	0.83
Geep	16	313	329	0.03	P. bernhardus	0	17	17	0.00	Witte koolvis	1	0	1	0.00
Gehoornde slijmvis	0	5	5	0.00	Pelser	0	78	78	0.01	<b>Zalm</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>0.00</b>
Gemarmerde grondel	25	42	67	0.01	Penseelkrab	0	211	211	0.02	Zandspiering	77	2781	2858	0.26
Gewone zwemkrab	4	2854	2858	0.24	Pitvis	0	2	2	0.00	Zeebaars	19687	324	20011	1.59
Giebel	1	1	2	0.00	Pont. stroomgrondel	2	2	4	0.00	Zeedonderpad	2	5044	5046	0.41
Glasgrondel	0	2	2	0.00	<b>Pos</b>	<b>233524</b>	<b>4367609</b>	<b>4601133</b>	<b>361.92</b>	<b>Zeeforel</b>	<b>118</b>	<b>47</b>	<b>165</b>	<b>0.01</b>
Goudharder	1	0	1	0.00	Puitaal	12	21781	21793	1.77	Zeekarper	0	0	0	0.00
Graskarper	1	2	3	0.00	Rivierdonderpad	4	199	203	0.02	Zeenaald	59	281	340	0.01
Grauwe poot	10	0	10	0.00	<b>Rivierprik</b>	<b>8</b>	<b>2625</b>	<b>2633</b>	<b>0.20</b>	<b>Zeeprik</b>	<b>5</b>	<b>489</b>	<b>494</b>	<b>0.04</b>
Griet	180	22	202	0.02	Rode poot	14	3	17	0.00	Zeestekelbaars	0	2	2	0.00
Grondel	317	70096	70413	5.42	Roofblei	66	2	68	0.00	Zwartbekgrondel	9	2	11	0.00
Grote marene	56	0	56	0.00	Ruisvoorn	0	0	0	0.00	Zwarte grondel	0	0	0	0.00
Harder	1768	273	2041	0.06	Schar	1236	21	1257	0.12	Zwarte koolvis	0	0	0	0.00
Haring/Sprot	24684844	11918	24696762	959.10	Scheve zakpijp	0	0	0	0.00	Zwartooglipvis	0	1	1	0.00

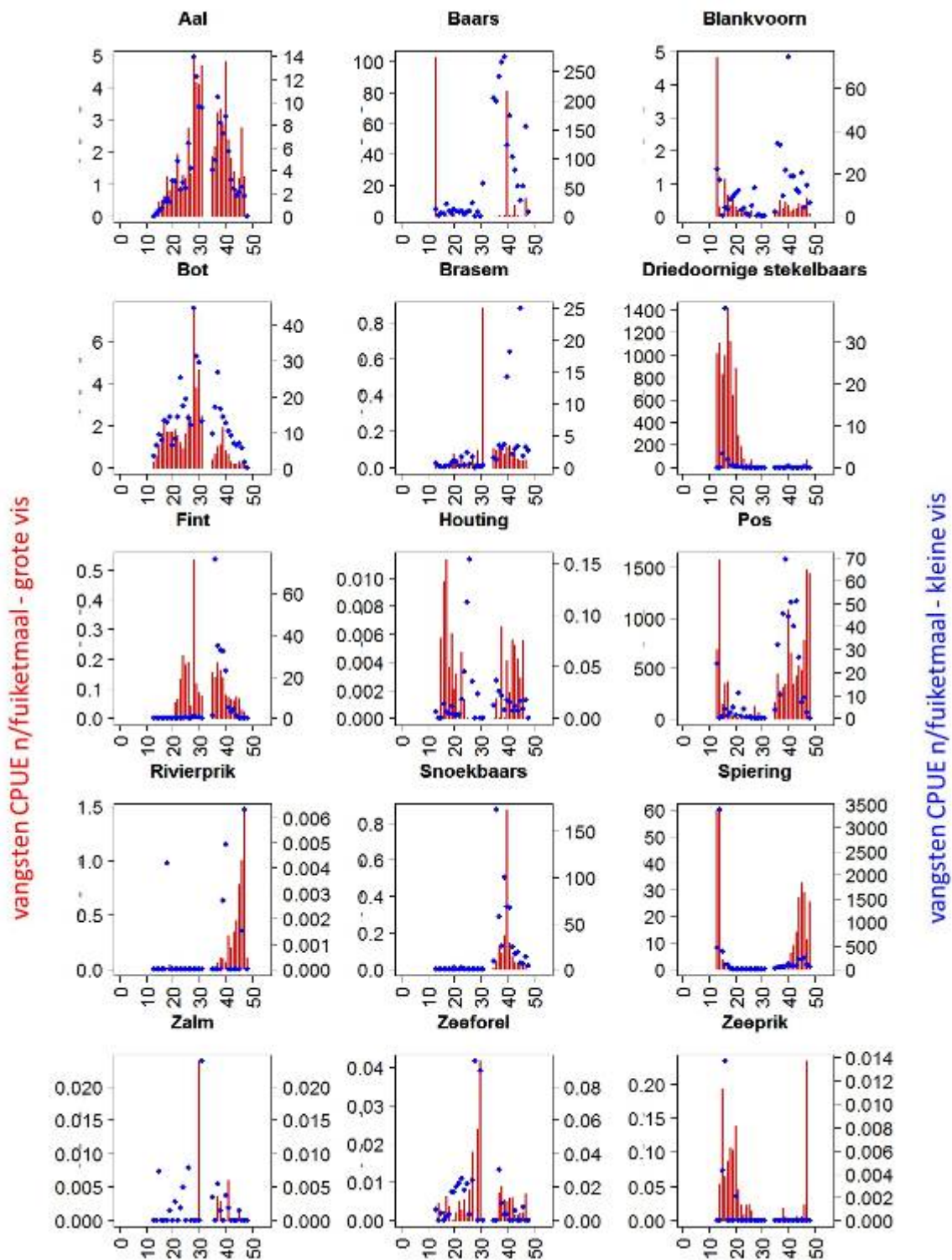


De vangsten per soort variëren per jaar en per periode. Bot lijkt een lichte neergaande trend weer te geven (Figuur 5-5). Driedoornige stekelbaars lijkt door de jaren heen meer gevangen te worden. Fint laat een constante lage vangst zien met uitzondering van veel juveniele finten in 2006. Houting wordt vanaf 2005 minder gevangen en rivierprik vanaf 2003. Spiering had in 2010 grote vangsten, terwijl de andere jaren lager waren. Zalm laat vanaf 2002 een neergaande trend zien evenals zeeforel. Zeeprik wordt door de jaren heen wisselend in aantallen gevangen met een piek in 2001.



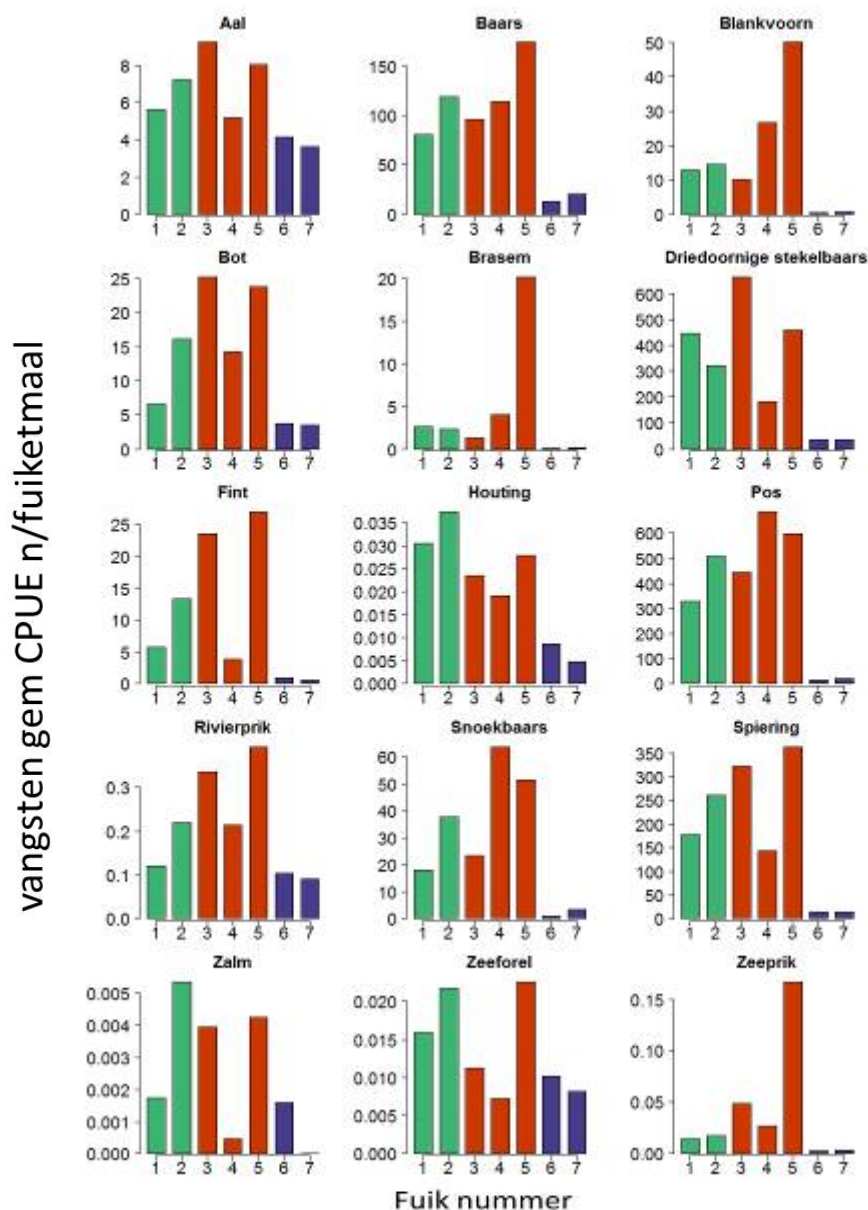
Figuur 5-5 Gemiddelde CPUE per soort voor de jaren 2001 – 2012. In 2004 heeft er geen monitoring plaatsgevonden. De grote en kleine vissen zoals weergegeven in Tabel 1 zijn hier bij elkaar opgeteld. De grote hoeveelheden fint in 2006 zijn allemaal juveniele soorten.

Voor de soorten waar er een duidelijk grens is voor grote en kleine vissen (Tabel 1) worden er veel meer kleine vis gevangen dan grote: aal, baars, blankvoorn, bot, brasem, fint, houting, snoekbaars en spiering (Figuur 5-6). Van deze soorten zullen het voor de diadrome soorten aal, fint, houting en spiering veelal foeragerende vissen zijn (fint en houting) of uitspoelers uit het IJsselmeer (spiering). Het zijn, gezien hun lengte en vangstperiode, over het algemeen geen gemotiveerde migranten die gericht zwemmen naar paai gebieden. Van de kleine aal en bot die gevangen worden zijn het over het algemeen ook geen gemotiveerde migranten die gericht richting opgroei gebieden zwemmen, maar eerder foeragerende exemplaren die al dan niet tussen het IJsselmeer en de Waddenzee zwemmen. Van de driedoornige stekelbaars, rivierprik en zeeprik worden voornamelijk grote exemplaren gevangen. De vangsten van zalm (n=28) en zeeforel (n=165) zijn ten opzichte van de andere soorten zeer laag.



Figuur 5-6 Gemiddelde CPUE per soort per week voor de jaren 2001 – 2012. De grote vissen worden met rode lijnen weergegeven, terwijl de kleine vissen met blauwe cirkels worden weergegeven. NB de range in de Y-as verschilt voor grote en kleine vissen, waarbij de linker Y-as voor de grote vis is en de rechter Y-as voor de kleine vis. Ook wordt niet in alle weken gevist (zie Tabel 2).

De gemiddelde fuikvangsten (gem. CPUE in n/fuiketmaal) verschillen per fuik per soort (Figuur 5-7). Behalve voor houting, zeeforel en zalm leveren de fuiken 3 en of 5 de hoogste vangsten op voor de diadrome vissen. Maar ook voor houting en zalm zijn de vangsten in fuik 3 en 5 vergelijkbaar met de hoogste vangsten. Het verschil in vangsten tussen de west en oostoever van de spuikom is verschillend. Ten eerste staan er drie fuiken aan de west oever, waarvan één dichtbij de spuideur (fuik 3). Aan de oost oever staan twee fuiken. Hoewel fuik 3 en fuik 5 over het algemeen grote vangsten oplevert, geldt voor alle vissoorten dat er vangsten zijn gedaan bij zowel de oost als de west oever van de spuikom en vaak in vergelijkbare orde van grootte (Figuur 5-7). Toch is over het algemeen voor sterke zwemmers niet eenduidig welke oever (west of oost) hogere vangsten oplevert, terwijl zwakke zwemmers meer gevangen worden aan de west oever (Tabel 4). Opvallend is dat fuik 4 voor de sterke en de zwakke zwemmers minder goede vangsten opleveren (Tabel 4).



Figuur 5-7 Gemiddelde CPUE per soort per fuik voor de jaren 2001 – 2012. De cijfers op de x-as corresponderen met de fuiknummers gegeven in Figuur 3-3. De groene staven zijn fuiken aan de oost oever, de rode staven aan de west oever en de donker blauwe staan buiten de spuikom.

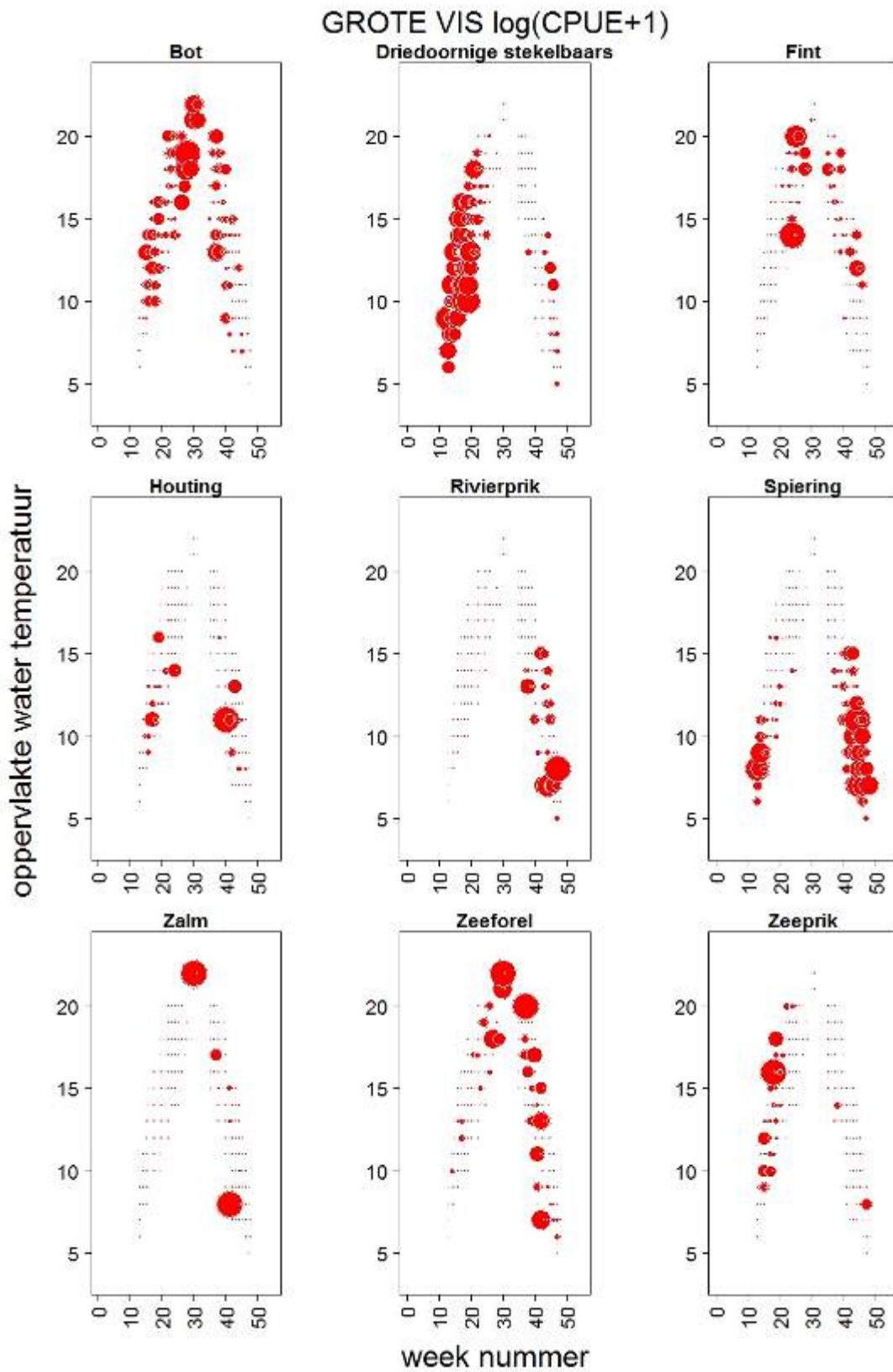
Tabel 3 De diadrome soorten en hun zwem vermogen. De fuikvangsten staan gerangschikt in volgorde van grootste vangsten (donkerblauw) tot laagste vangsten (wit).

Doelsoort VMR	Zwemmer (Winter et al. 2014)	fuik 1	fuik 2	fuik 3	fuik 4	fuik 5	fuik 6	fuik 7
		oost kant spuikom		west kan spuikom			langs afsluitdijk	
<i>Bot</i>	zwak							
<i>Driedoornige stekelbaars</i>	zwak							
<i>Spiering</i>	zwak / matig							
<i>Rivierprik</i>	matig / sterk							
<i>Zeeprik</i>	matig / sterk							
<i>Atlantische Zalm</i>	sterk							
<i>Fint (groot)</i>	sterk							
<i>Houting</i>	sterk							
<i>Zeeforel</i>	sterk							

### 5.3 Relatie temperaturen en vangsten

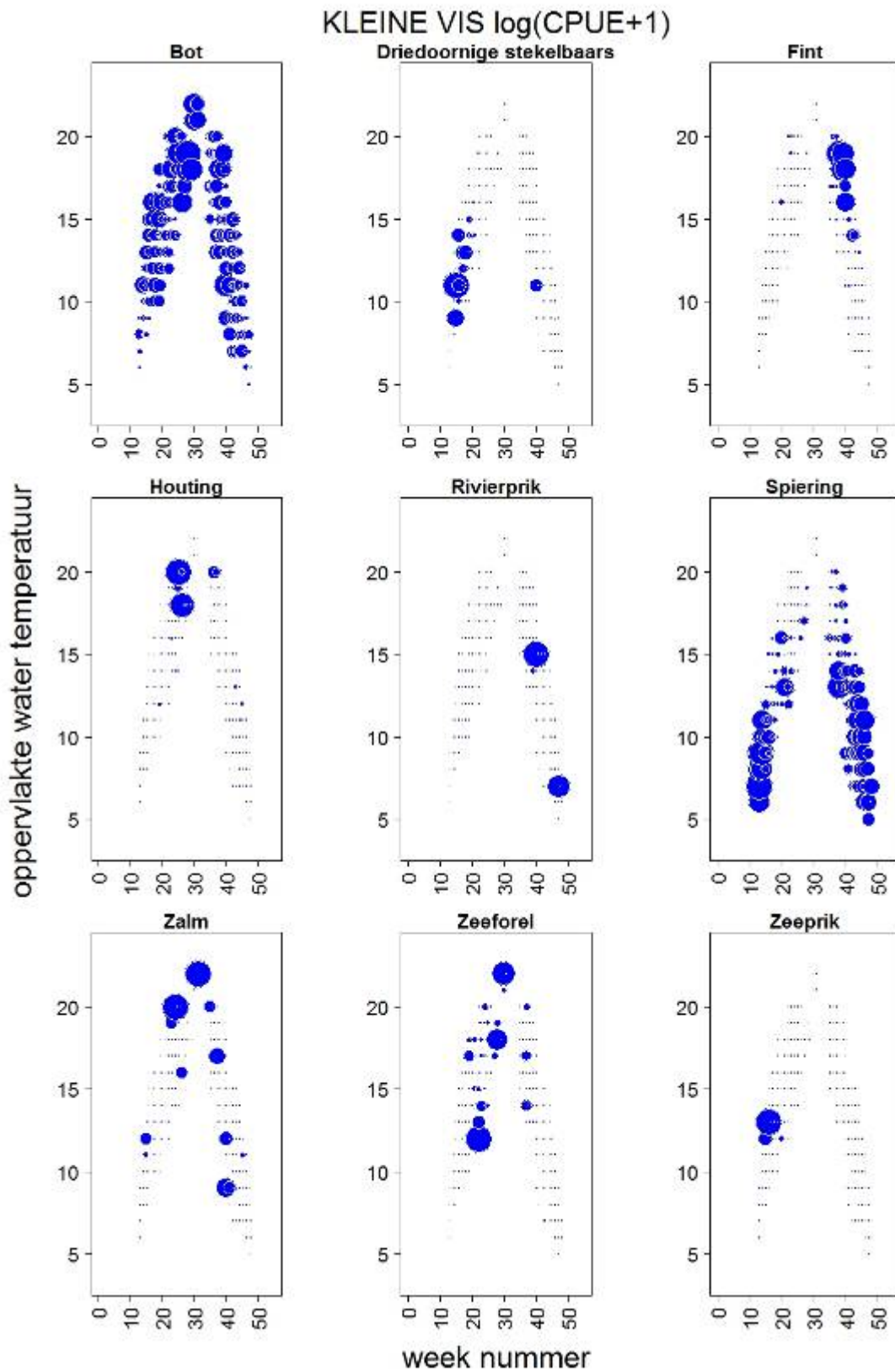
Om tot een relatie van de timing van de vangst, de CPUE en de oppervlaktewater temperatuur te komen, zijn de temperaturen afgerond op hele cijfers. Vervolgens is per weeknummer over de jaren 2001 – 2012 per temperatuur de gemiddelde vangst ( $\log(\text{CPUE}+1)$ ) berekend (Figuur 5-8 en Figuur 5-9). Hierbij is onderscheid gemaakt in grote en kleine vissen van de diadrome soorten. Onderstaande tabel vat de resultaten per soort samen van Figuur 5-8 en Figuur 5-9. Op deze manier wordt inzichtelijk wanneer er een vissoort in het jaar wordt gevangen en in welke orde van grootte, met daaraan gekoppelde de watertemperatuur. Hierbij moet in acht worden genomen dat de monitoring niet het gehele jaar wordt uitgevoerd er dat er niet bij alle temperaturen ook vangsten zijn gedaan.

soort	Beschrijving relatie
<i>Bot</i>	Botten worden vrijwel de gehele monitoringsperiode gevangen bij alle oppervlaktewater temperaturen.
<i>Driedoornige stekelbaars</i>	Driedoornige stekelbaars wordt voornamelijk gevangen in het voorjaar bij wisselende temperaturen tussen de 5 en 19°C met een nadruk van vangsten rond de 10°C.
<i>Fint</i>	Grote fint wordt voornamelijk in de maand juni bij temperaturen tussen de 14 en 20°C gevangen. Daarnaast worden zowel grote als kleine finten in het najaar gevangen bij temperaturen tussen de 11 en 19°C.
<i>Houting</i>	Houting wordt zowel in het voorjaar als het najaar gevangen bij temperaturen tussen de 9 en 16°C. Kleinere houting wordt voornamelijk bij hogere temperaturen gevangen > 18°C.
<i>Rivierprik</i>	Volwassen rivierprik wordt voornamelijk in het najaar gevangen bij lage temperaturen lager dan 10°C.
<i>Spiering</i>	Spiering wordt in het voorjaar gevangen bij temperaturen onder de 10°C. Ook in het najaar wordt er veel grote en kleine spiering gevangen bij een grote variatie aan temperaturen, voornamelijk tussen de 5 en 15°C.
<i>Zalm</i>	De weinig Atlantische zalm die werd gevangen werd over de gehele monitoringsperiode gevangen en over een grote range van watertemperaturen.
<i>Zeeforel</i>	Grote zeeforel wordt voornamelijk in het najaar gevangen met pieken in of aangrenzend aan de zomermaanden over een grote range van oppervlaktewater temperaturen. Kleinere zeeforel, wordt boven de 10°C gevangen verspreid over verschillende maanden.
<i>Zeeprik</i>	Zeeprik wordt bij een grote range aan temperaturen gevangen, voornamelijk in het voorjaar.



Figuur 5-8 Watertemperatuur (Y-as), weeknummer (X-as) en gemiddelde vangst ( $\log(CPUE+1)$ ) (rode cirkels) voor grotere vis volgens Tabel 1. Hoe groter de cirkel, hoe groter de  $\log(CPUE+1)$ .

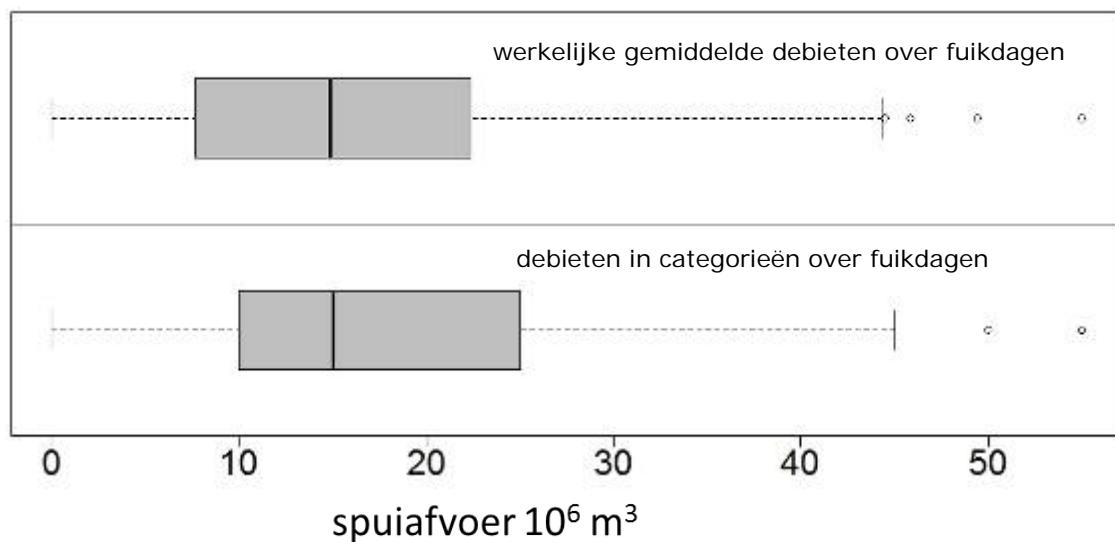




Figuur 5-9 Watertemperatuur (Y-as), weeknummer (X-as) en gemiddelde vangst ( $\log(CPUE+1)$ ) (blauwe cirkels) voor kleinere vis volgens Tabel 1. Hoe groter de cirkel, hoe groter de  $\log(CPUE+1)$ .

#### 5.4 Relatie spuidebieten en vangsten

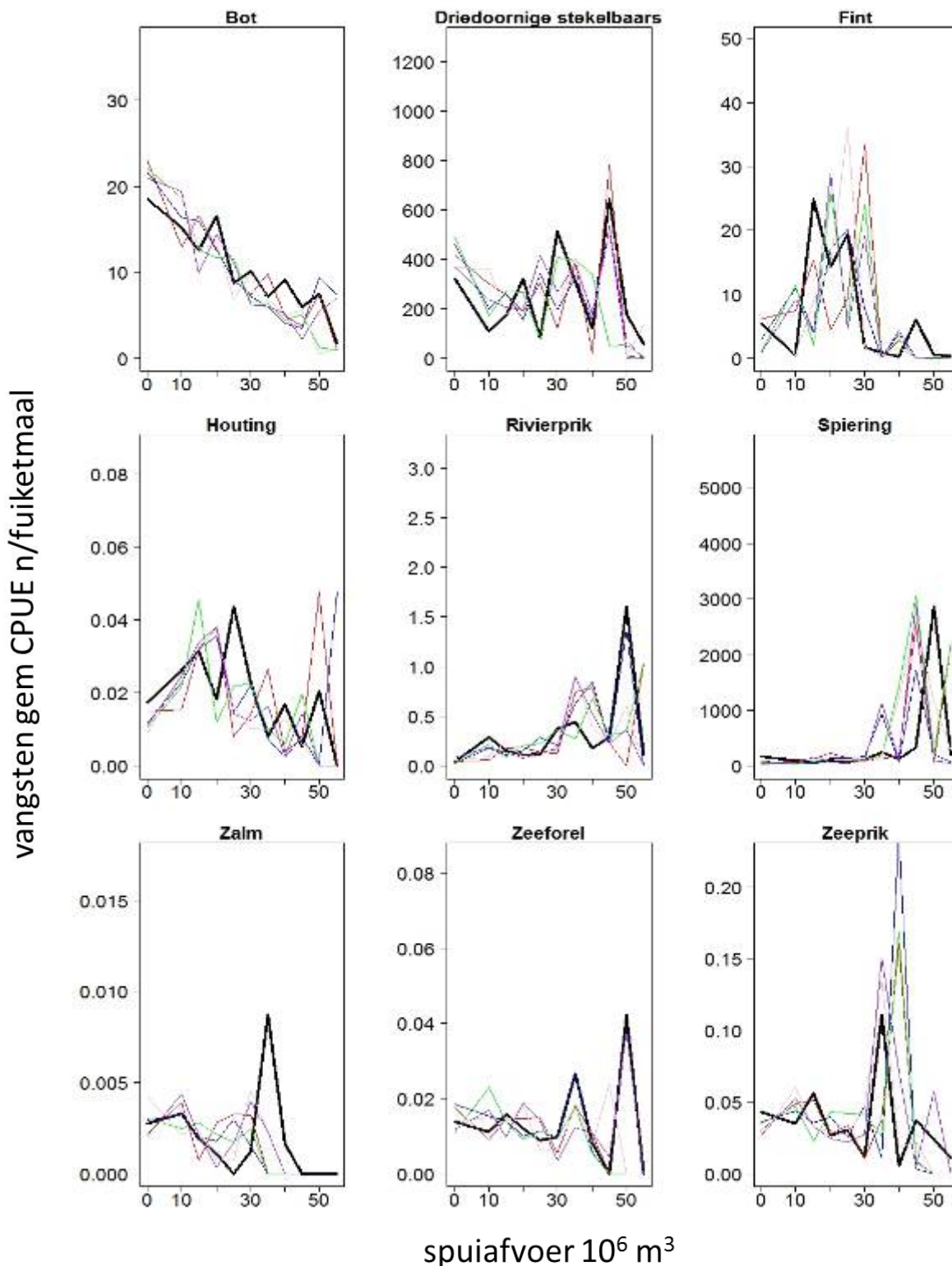
Om tot een relatie te komen van de vangsten per spuidebiet zijn de debieten in  $10^6 \text{ m}^3$  in categorieën ingedeeld met stappen van  $5 * 10^6 \text{ m}^3$ . Dus  $0 - 5 * 10^6 \text{ m}^3$ ,  $5 - 10 * 10^6 \text{ m}^3$  tot en met een categorie groter dan  $55 * 10^6 \text{ m}^3$ . Dit heeft als gevolg dat er een lichte verschuiving van de werkelijke debieten plaatsvindt (Figuur 5-10). Vervolgens zijn de gemiddelde debieten per 'delay' berekend, zoals beschreven in Figuur 3-5. Deze zijn in een plot samen met de gemiddelde CPUE tegen elkaar uit gezet voor negen soorten diadrome vis (Figuur 5-11A en Figuur 11B migratieseizoenen cf. Winter et al. 2014). De delays zijn voor de zoetwatervissen niet relevant en hier is alleen het gemiddelde debiet over de fuikdagen afgezet tegen de CPUE (Figuur 5-12). De beschrijving van de grafieken is per soort behandeld in Tabel 4. Het doel van Figuur 5-11AB is om de verschillende lijnen te vergelijken en op deze manier te beoordelen of er een effect van de debieten in het verleden op de vangsten is te ontdekken.



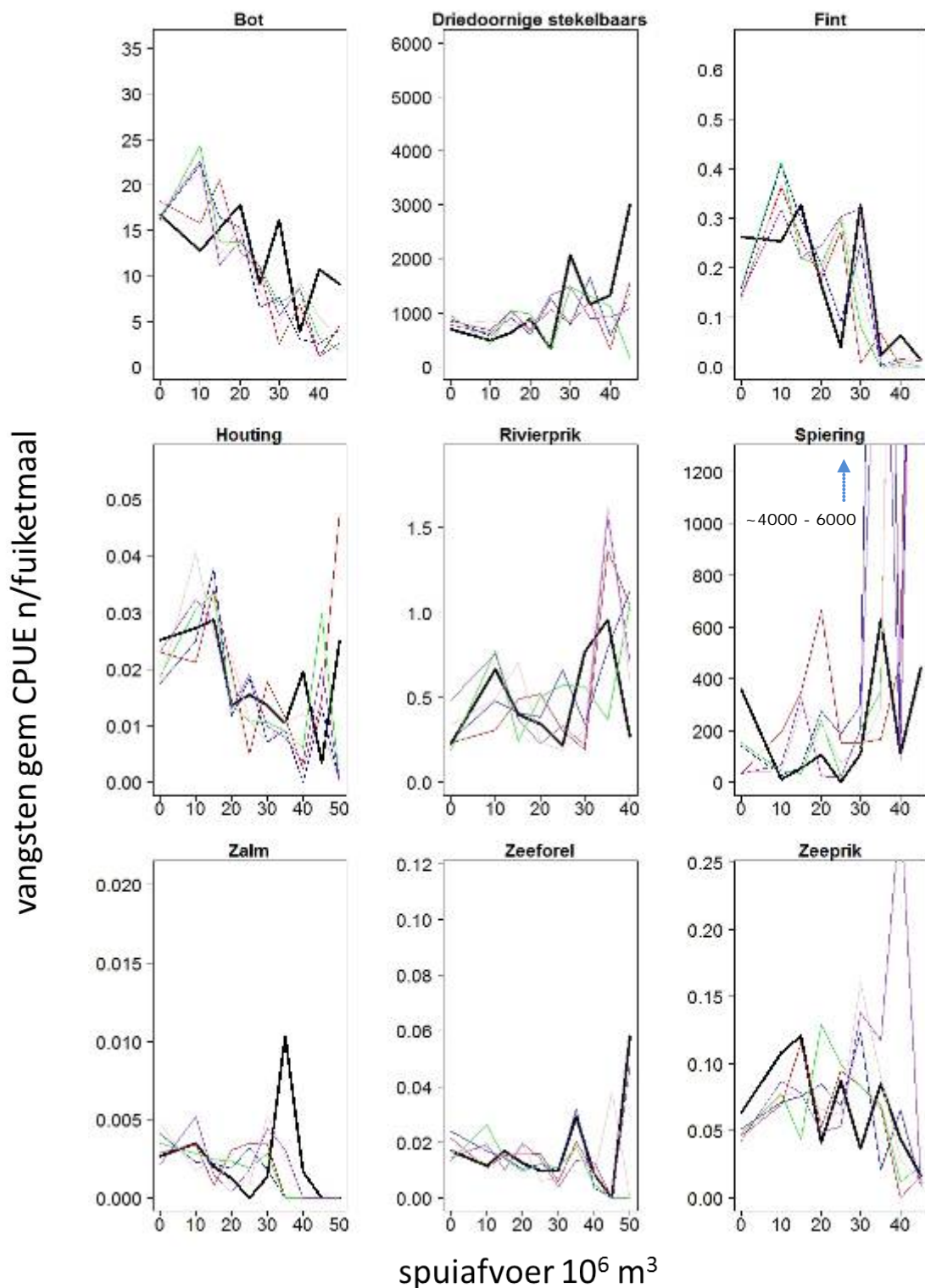
Figuur 5-10 Boxplot van gemiddelde debieten over de fuikdagen die zijn berekend volgens de redenering in Figuur 3-5 (NB. geen delay). Op basis van deze gemiddelde zijn categorieën bepaald per  $5 * 10^6 \text{ m}^3$ . De mediaan van de boxplot valt hiermee op dezelfde waarde, echter is de gehele boxplot iets naar rechts verschoven.

Tabel 4 De gevangen vissoorten en de relatie tussen de vangsten en de spuidebieten.

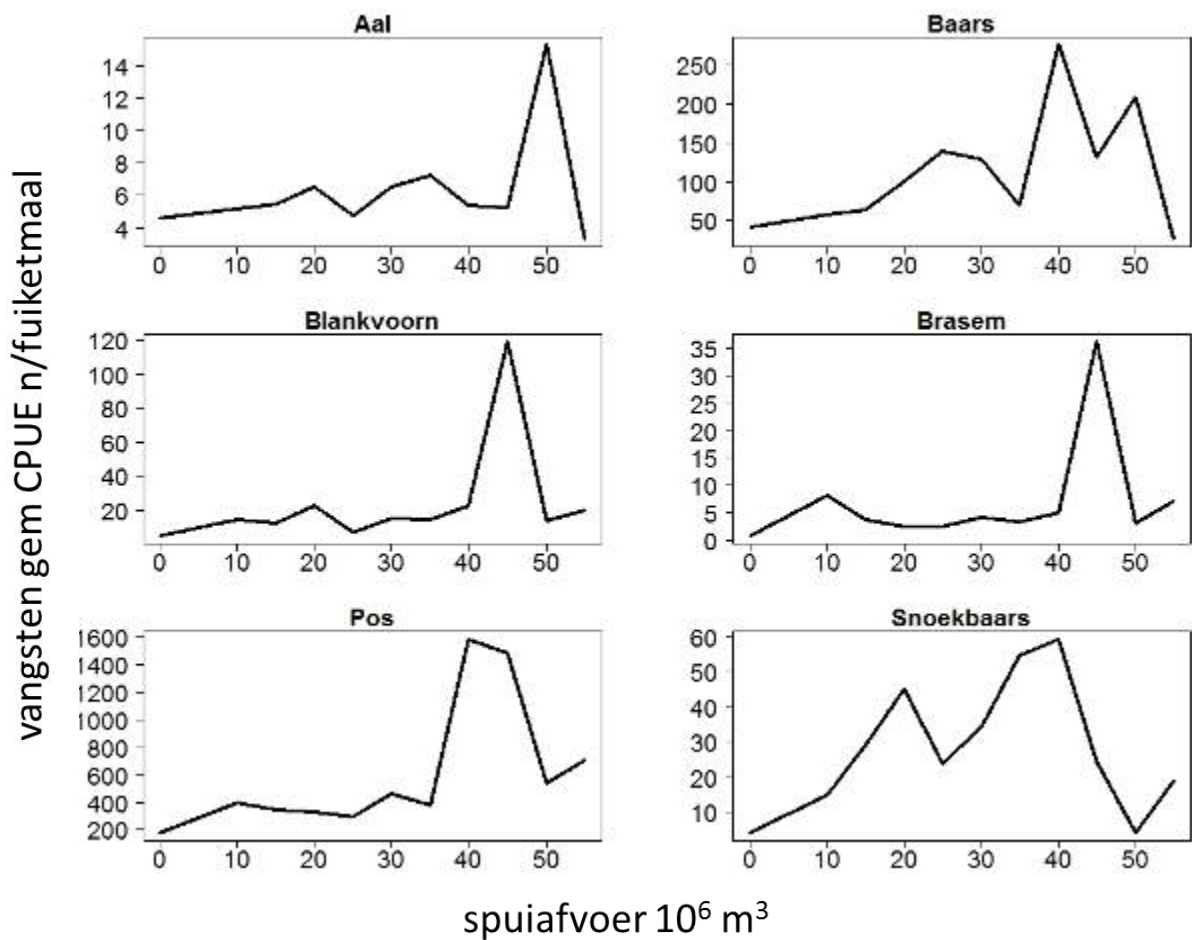
soort	Beschrijving relatie
<i>Aal</i>	Aal wordt voornamelijk gevangen bij hogere debieten.
<i>Bot</i>	Bot laat een neergaande trend zien in alle reeksen debieten (alle delays). Er worden minder botten gevangen bij hogere volumes spuiwater. Het maakt voor de vangsten niet uit of er in het verleden een groot spui event is geweest. NB het betreft hier geen botlarven..
<i>Driedoornige stekelbaars</i>	De vangsten van driedoornige stekelbaars verdelen zich over elke debieten categorie. De diverse 'delays' geven allemaal een vergelijkbaar beeld.
<i>Fint</i>	Fint wordt het meest gevangen bij spui volumes $10 - 30 * 10^6 m^3$ . Wanneer de rode lijn in de grafiek wordt bekeken (delay 1) lijken er bij hogere spui volumes iets meer finten te worden gevangen. De vangsten bij delay 2 en 3 zijn vergelijkbaar met het gemiddelde spui volume in de tijd dat de fuik gestaan heeft. NB het betreft hier voornamelijk kleine finten.
<i>Houting</i>	Houting laat een lichtelijk negatieve trend zien vanaf volumes $25 * 10^6 m^3$ en hoger. Over het algemeen laten de delays in spui volumes een vergelijkbare trend zien met uitzondering bij volume rond de $50 * 10^6 m^3$ waar delay 1 een iets hogere vangst laat zien. Het betreft hier een mix foeragerende dieren en gemotiveerde migranten.
<i>Rivierprik</i>	Rivierprik wordt meer gevangen bij gemiddeld hoge debieten. De delays geven grofweg een vergelijkbaar beeld.
<i>Spiering</i>	Spiering wordt meer gevangen bij hogere spui volumes. De vertraging in het spui volume maakt hierin geen verschil. De gevangen spiering kan een mix van uitgespoelde IJsselmeer spiering, gemotiveerde migranten en foerageerders zijn. Wanneer de data wordt beperkt tot de migratie periode dan worden er veel meer spiering gevangen bij hogere debieten (Figuur 11B). Dit zou erop kunnen wijzen dat spiering wordt aangetrokken door hogere spuidebieten. De vangsten verschuiven van een debiet gelijk aan $\sim 0 m^3 * 10^6 m^3$ naar $\sim 50 * 10^6 m^3$ . Dit betreft echter zeer grote vangsten in fuiken 1, 2, 3 en 4 van enkele duizenden kleine spiering (17408 – 35499 n / fuiketmaal) op slechts twee lichtingsdagen (8 en 15 april 2010). Het gaat hier zeer waarschijnlijk om uitgespoelde spiering die blijft rondzwemmen in de spui kom dan dat het om anadrome spiering uit de Waddenzee gaat.
<i>Zalm</i>	De aantallen gevangen zalm zijn te laag om goede uitspraken te doen.
<i>Zeeforel</i>	De aantallen gevangen zeeforel zijn laag. Er zijn geen hogere vangsten wanneer er in het verleden grotere spui volumes zijn geweest.
<i>Zeeprik</i>	De vangsten voor zeeprik geven een hogere CPUE bij de hogere debieten met een vertraging van één tot drie dagen. Dit zou erop kunnen duiden dat zeeprikken getriggert zijn door een grotere spui volume eerder in de tijd om richting de spui kom te zwemmen.
<i>Baars, blankvoorn, brasem, pos</i>	Al deze soorten worden voornamelijk gevangen bij hogere debieten (uitspoelers uit het IJsselmeer).
<i>Snoekbaars</i>	De vangsten van snoekbaars zijn hoger bij hogere debieten. Ook bij lagere debieten rond de $20 * 10^6 m^3$ worden grote vangsten gedaan.



Figuur 5-11A De relatie tussen de vangsten en de gemiddelde debieten met een vertraging in gemiddelde debieten (— = gemiddeld debiet over fuikdagen, — delay 1, — delay 2, — delay 3, — delay 4, — delay 5). De grote en kleine vissen en migratieseizoenen worden in de figuur niet onderscheiden. Bij fint gaat het voornamelijk om kleine individuen. Het doel van Figuur 5-11A is om de verschillende lijnen te vergelijken en op deze manier te beoordelen of er een effect van de debieten in het verleden op de vangsten is te ontdekken. De lijnen suggereren een continuïteit die onterecht is. De lijnen zijn door de punten getrokken om de diverse delays onderling beter te vergelijken.



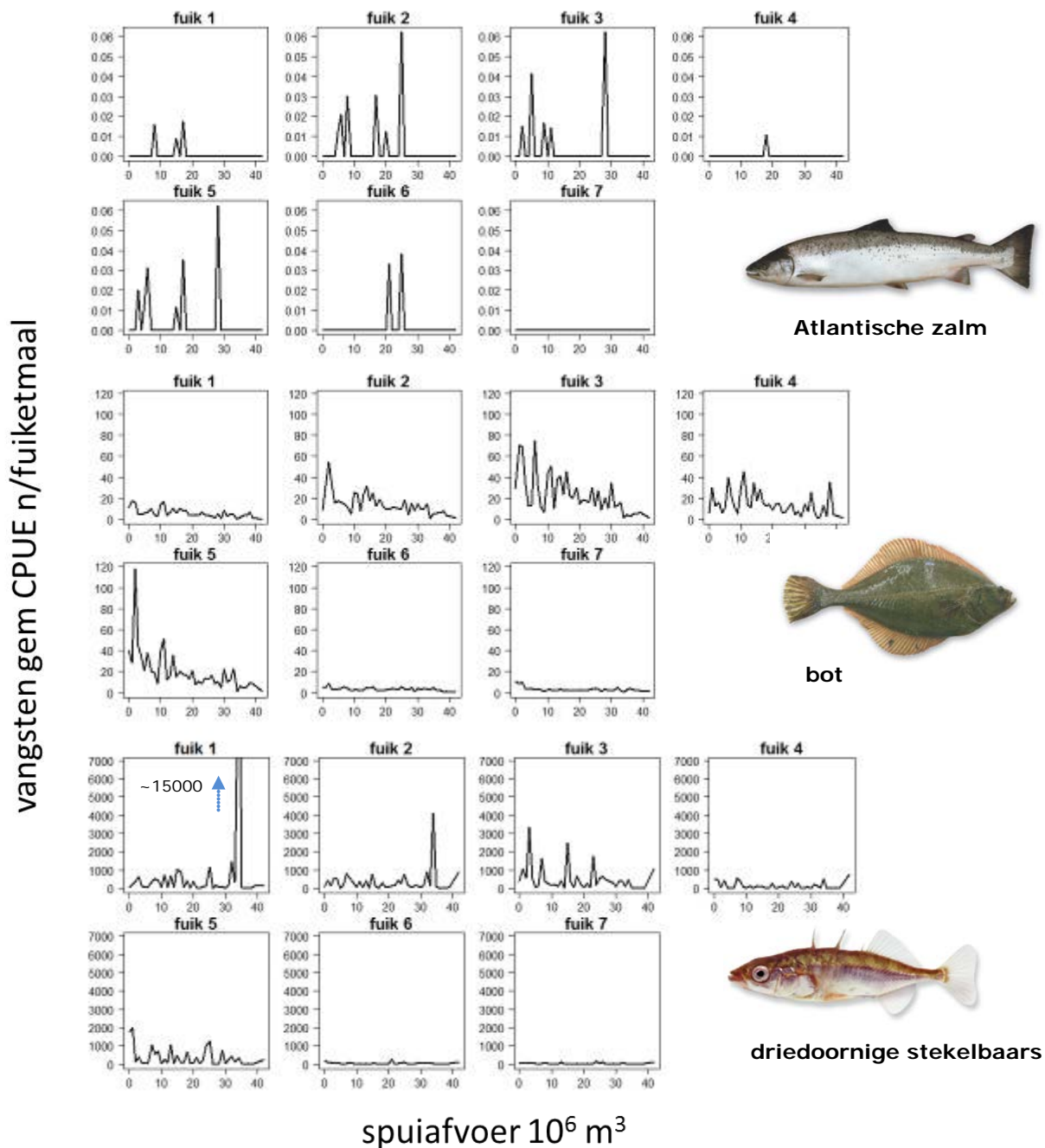
Figuur 11B De relatie tussen de vangsten en de gemiddelde debieten met een vertraging in gemiddelde debieten (— = gemiddeld debiet over fuikdagen, — delay 1, — delay 2, — delay 3, — delay 4, — delay 5) alleen voor het migratieseizoen (zie hoofdstuk 4). De grote en kleine vissen worden in de figuur niet onderscheiden. Bij fint gaat het voornamelijk om kleine individuen (62% van de finten). Het doel van Figuur 5-11B is om de verschillende lijnen te vergelijken en op deze manier te beoordelen of er een effect van de debieten in het verleden op de vangsten is te ontdekken binnen het migratieseizoen. De lijnen suggereren een continuïteit die ontbrekend is. De lijnen zijn door de punten getrokken om de diverse delays onderling beter te vergelijken.



Figuur 5-12 De relatie tussen de vangsten en de gemiddelde debieten over de dagen dat de fuik heeft gestaan voor zoetwater vissen en aal. De grote en kleine vissen worden in de figuur niet onderscheiden en het betreft zowel voorjaars als najaars gegevens.

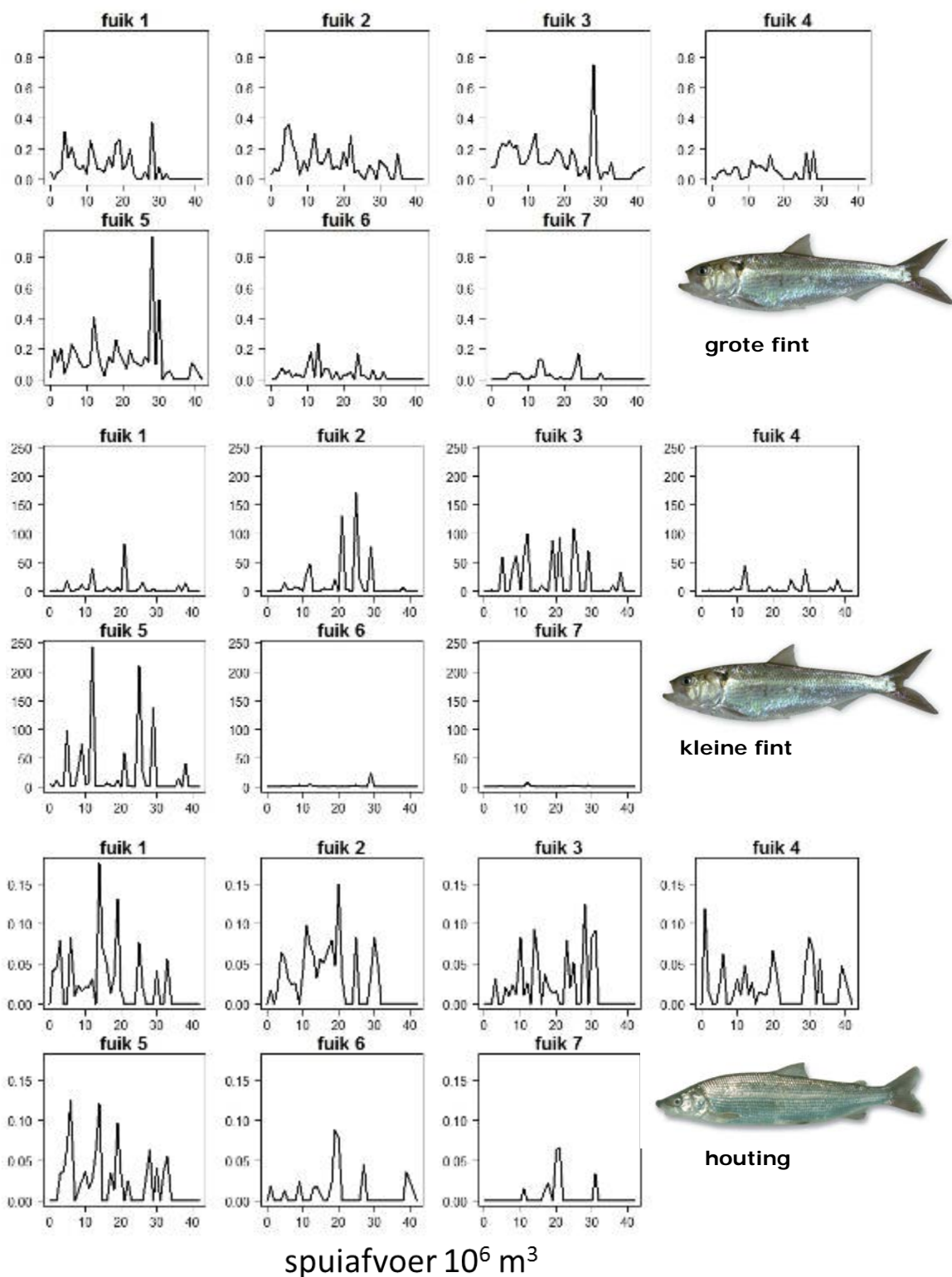
## 5.5 Vangsten en debieten per fuik

Om te analyseren wat er per fuik gebeurt bij de verschillende debieten zijn per soort de gemiddelde debieten berekend over de periode dat de fuiken in het water hebben gestaan. Deze debieten zijn op hele cijfers afgerond en geplot tegen de aantallen vis per fuiketmaal (CPUE) per fuik (Figuur 5-13). Omdat de gemiddelde debieten veelal vallen in de range van  $\sim 8-22 * 10^6 \text{ m}^3$  (Figuur 5-10) zijn de grafieken per fuik extra gevoelig voor toevalligheden bij voornamelijk de hogere debieten. De interpretatie van de grafieken wordt gegeven in Tabel 5.



Figuur 5-13 De relatie tussen gemiddelde debieten over de fuikdagen en CPUE (n/fuiketmaal) per fuik.

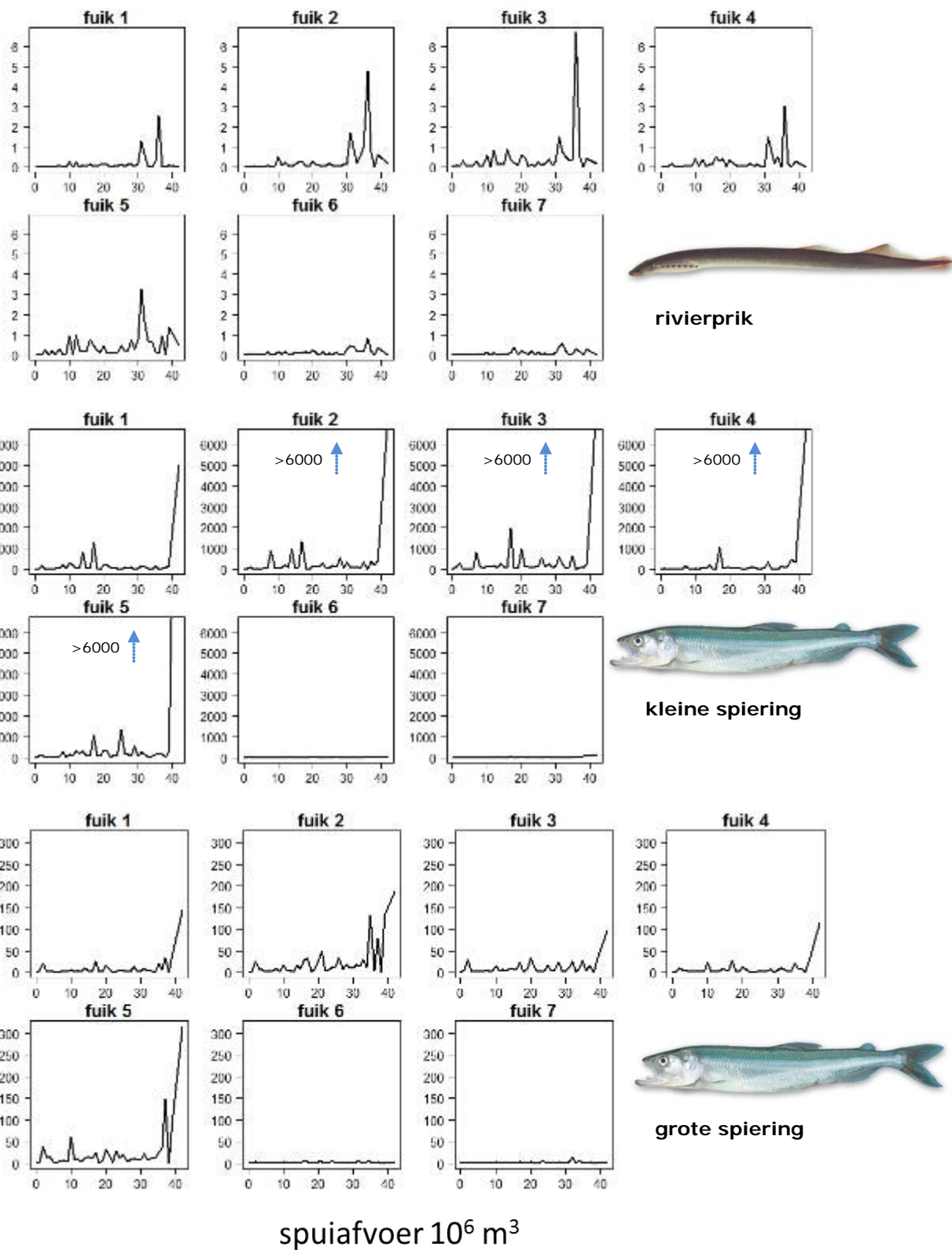
vangst gem CPUE n/fuiketmaal



Figur 5-13 VERVOLG De relatie tussen gemiddelde debieten over de fuikdagen en CPUE (n/fuiketmaal) per fuik.

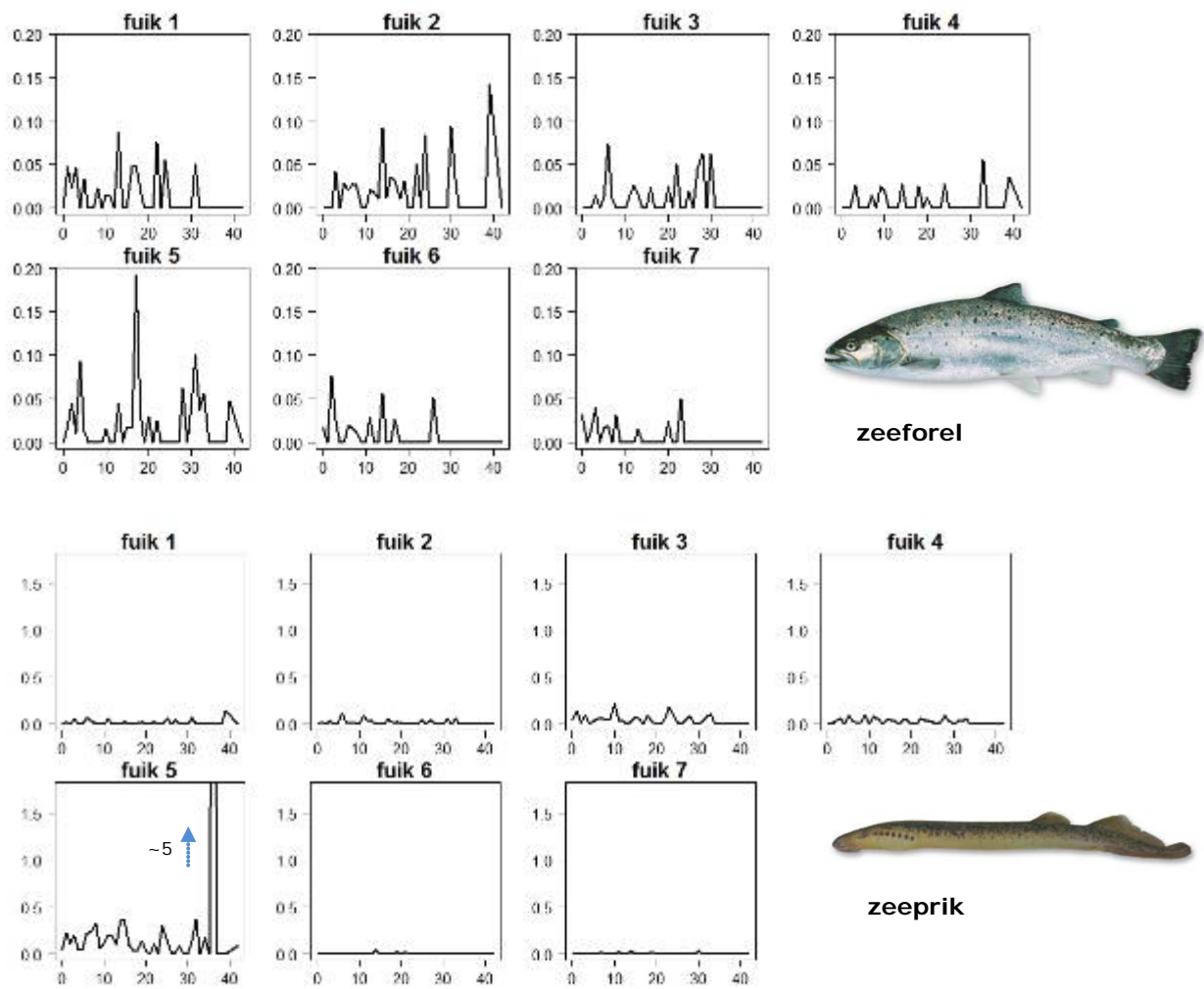


vangsten gem CPUE n/fuiketmaal



spuiafvoer  $10^6 \text{ m}^3$

Figur 5-13 VERVOLG De relatie tussen gemiddelde debieten over de fuikdagen en CPUE (n/fuiketmaal) per fuik.



Figuur 5-13 VERVOLG De relatie tussen gemiddelde debieten over de fuike dagen en CPUE (n/fuiketmaal) per fuik.

Tabel 5 beschrijving van de grafieken zoals gepresenteerd in Figuur 5-13

<b>soort</b>	<b>Beschrijving relatie</b>
<i>Atlantische Zalm</i>	Er zijn weinig zalmen gevangen in de fuiken. Bij de zalmen die wel zijn gevangen is geen duidelijke relatie te vinden tussen de debieten en de vangsten in de verschillende fuiken.
<i>Bot</i>	Er is een duidelijk neergaande trend in de vangsten per gemiddeld debiet voor de fuiken 2, 3 en 5. Hierbij zijn er hogere vangsten bij lagere debieten. Bij fuik 4 en fuik 1 is deze neergaande trend niet zichtbaar en zijn de vangsten meer verdeeld over de debieten.
<i>Driedoornige stekelbaars</i>	Fuiken 1, 2, 3 en 5 laten vangsten zien verdeeld over alle debieten. Hierbij zijn er pieken zichtbaar bij hoge en bij lage debieten. Opvallend is dat fuik 4 in de spuikom lage vangsten oplevert ten opzichte van de andere fuiken in de spuikom. Fuiken 1 en 2 laten een (enorme) piek zien in de vangsten bij hogere debieten. Echter zijn dit toevalstreffers die dit domineren in 4 en 8 april 2010 met enkele tienduizenden in de fuik.
<i>Fint (groot)</i>	Grote fint wordt in alle fuiken gevangen, met iets hogere vangsten in fuiken 1 t/m 3 en fuik 5. Over alle debieten wordt vangsten gedaan met pieken bij hogere debieten.
<i>Fint (klein)</i>	Kleine fint wordt met name in fuiken 2, 3 en 5 gevangen verdeeld over de hele linie van de range in debieten van laag naar hoog.
<i>Houting</i>	Houting wordt in alle fuiken gevangen verdeeld over de gehele range aan debieten.
<i>Rivierprik</i>	Rivierprik wordt voornamelijk in de fuiken 1 t/m 5 (gehele spuikom) gevangen bij hogere debieten. De variatie in debieten en vangsten is groter bij fuik 3 en fuik 5. De vangsten bij hoge debieten in de fuiken 1, 2, 3, 4 en 5 worden voornamelijk gedomineerd door grotere vangsten in 12, 15 en 19 november 2001 met vangsten variërend van 28 – 107 prikken (totaal 502 prikken = 19% van totaal). Wanneer dit gegeven niet wordt meegenomen in de interpretatie, dan worden prikken bij alle debieten gevangen voornamelijk in de fuiken 2, 3, 4 en 5.
<i>Spiering (groot)</i>	De pieken in de grafieken bij hogere debieten worden gedomineerd door vangsten op 5 april 2010 met 1534 - 2776 individuen in de fuiken 2 en 5. Daarnaast zijn er nog pieken in oktober en november 2010 met 1856 – 2400 individuen in fuiken 2 en 5. Aangenomen wordt dan de grotere spiering op deze dagen ook grotere spiering is uit het IJsselmeer (uitspoelers). Wanneer hiermee rekening wordt gehouden worden spiering in de gehele debieten rangen gevangen voornamelijk in de fuiken 2, 3 en 5.
<i>Spiering (klein)</i>	De pieken in de grafieken bij hogere debieten worden gedomineerd door vangsten op 5 april 2010 met 59392 – 237568 individuen in de fuiken 2, 3, 4 en 5. Wanneer hiermee rekening wordt gehouden worden spiering in de gehele debieten rangen gevangen voornamelijk in de fuiken 2, 3 en 5.
<i>Zeeforel</i>	Zeeforellen worden bij alle debieten gevangen voornamelijk in de fuiken 1 t/m 5.
<i>Zeeprik</i>	De piek in fuik 5 bij een hoog debiet wordt gedomineerd door een vangst van 92 individuen op 19 november 2001. Alle andere vangsten zijn niet hoger dan 23 individuen gekomen. Wanneer hiermee rekening wordt gehouden wordt zeeprik in de gehele range van debieten gevangen voornamelijk in fuik 5 en in mindere mate in fuik 3.

## 5.6 Na-ijl effect tussen spuivolume en visvangsten

Er zijn in de jaren 2001 – 2012 maar enkele perioden waar er enkele dagen achtereenvolgens weinig tot geen afvoer van zoetwater is geweest. Op basis van Figuur 5-3 zijn een aantal perioden geselecteerd waar er niet of nauwelijks water werd gespuid in Kornwerderzand. Dit zijn de perioden 28 – 08 – 2003 tot en met 30 – 10 – 2003, 01 – 04 – 2009 tot en met 15 – 05 – 2009, 15 – 04 – 2011 tot en met 01 – 07 – 2011 en 15 – 05 – 2012 tot en met 30 – 06 – 2012. Van deze perioden zijn de dagelijkse afvoeren en het verloop van de fuikvangsten vergeleken. Hierbij moet rekening worden gehouden dat de fuiken om de x-aantal dagen worden gelicht en de afvoeren dagelijkse metingen zijn.

### 15 – 05 – 2012 tot en met 30 – 06 – 2012

In de periode half mei tot en met eind juni 2012 is vrijwel niet gespuid volgens de spuidata van RWS. Gedurende deze periode zijn er langere tijd diadrome vissen gevangen in de fuiken welke voornamelijk bestaan uit driedoornige stekelbaars. De migratie periode van driedoornige stekelbaars is dan al aflopend. In de *Figuren 5-14 A* en *B* zijn de fuik vangsten van alle diadrome vis en driedoornige stekelbaars samen met de afvoer van water bij elkaar gezet. De vangsten nemen af in de tijd na het laatste spui event. De monitoring is eind juni gestopt. De vangsten voor spiering waren gedurende de hele periode dat er niet gespuid is aanwezig, maar laag. In het midden van de reeks is een vangst gedaan van vergelijkbare orde van grootte als vangsten in de periode dat er wel werd gespuid (*Figuur 5-14 F*)

### 15 – 04 – 2011 tot en met 01 – 07 – 2011

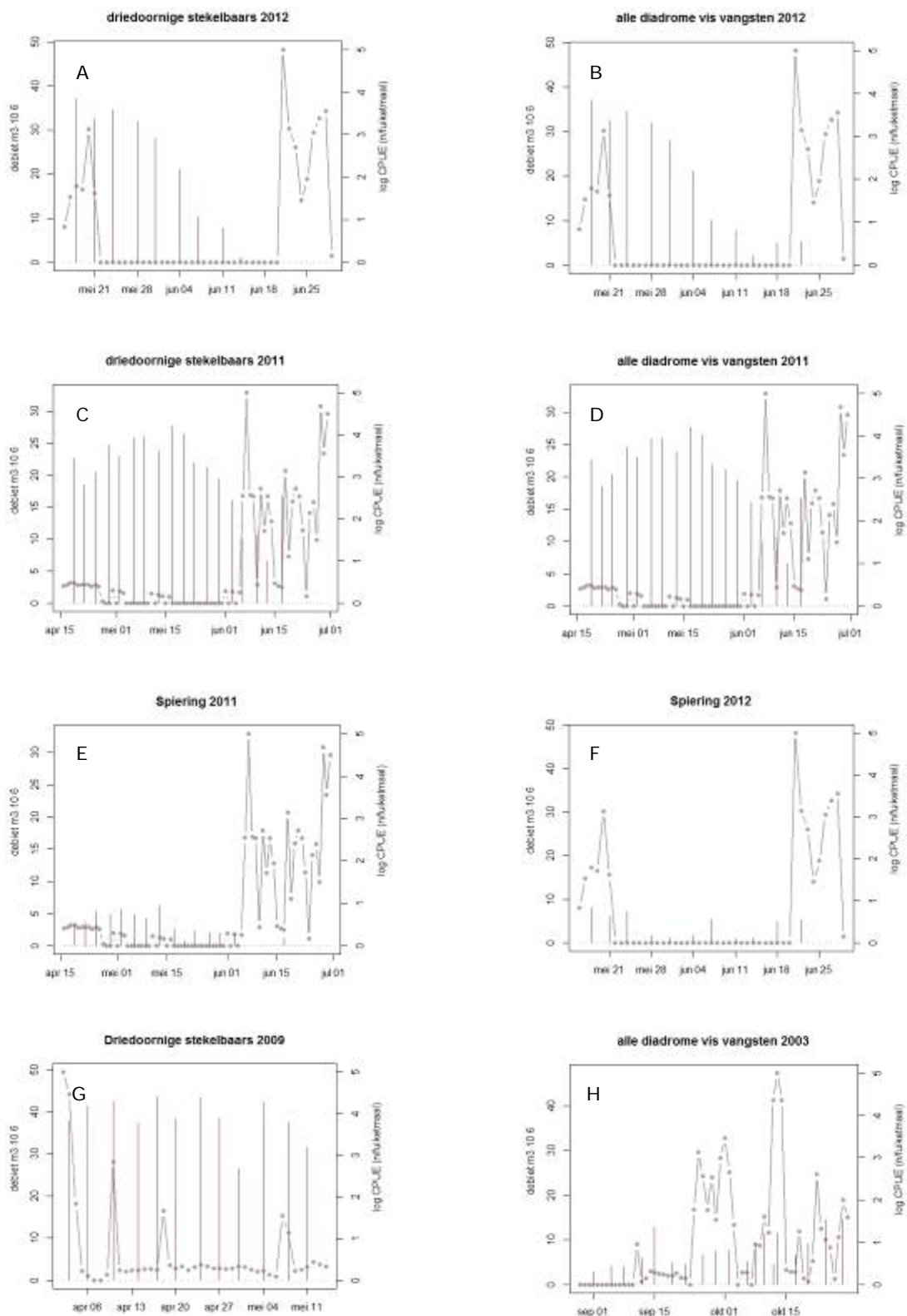
In de periode half april tot en met eind juni 2011 is er vrijwel niet gespuid volgens de spuidata van RWS. Gedurende deze periode zijn er langere tijd diadrome vissen gevangen in de fuiken welke voornamelijk bestaan uit driedoornige stekelbaars. De migratie periode van driedoornige stekelbaars is dan al aflopend. In de figuren *Figuur 5-14C* en *D* zijn de fuik vangsten van alle diadrome vis en driedoornige stekelbaars samen met de afvoer van water bij elkaar gezet. De vangsten blijven in dezelfde orde van grootte ten tijde van periodes dat er gespuid is en perioden dat er niet of nauwelijks werd gespuid. De monitoring is eind juni gestopt. De vangsten voor spiering waren gedurende de hele periode dat er niet of nauwelijks werd gespuid aanwezig. Terwijl na de beperkte spui er juist geen of nauwelijks vangsten zijn gedaan (*Figuur 5-14E*)

### 01 – 04 – 2009 tot en met 15 – 05 – 2009

In de periode begin april tot en met half 2009 is er vrijwel niet of nauwelijks gespuid volgens de spuidata van RWS. Er zijn enkele dagen waarop er meer is gespuid. Toch blijven de vangsten van driedoornige stekelbaars relatief hoog en vergelijkbaar over de gehele periode (*Figuur 5-14G*).

### 28 – 08 – 2003 tot en met 30 – 10 – 2003

In de periode eind augustus en begin september 2003 is er vrijwel niet of nauwelijks gespuid volgens de spuidata van RWS. Gedurende deze periode zijn er diadrome vissen gevangen (*Figuur 5-14H*). De fuikvangsten nemen toe naarmate er meer gespuid wordt.



Figuur 5-14 A-G De vangsten van vissen in de fuiken in periode wanneer er weinig tot nauwelijks gespuid werd.

## 6 Discussie

### 6.1 Vis in de spuikom bij Kornwerderzand

Veel van de diadrome vissoorten, waaronder rivierprik, houting, zalm en zeeforel laten een negatieve trend zien in het vangsten door de jaren heen. De tijdreeks is nog beperkt en er is voor sommige vissen een grote jaar op jaar variatie. Het is derhalve onbekend of er echt sprake is van een negatieve trend. Toch komt de negatieve trend overeen met een trendanalyse uitgevoerd voor de soorten fint, houting, rivierprik, zalm en zeeprik over de periode tot en met 2012 middels het programma Trendspotter (Visser 2004) en gepubliceerd in de Graaf et al. (2014). Zeeforel is niet meegenomen in de trendanalyse. De analyse is onder andere uitgevoerd voor de locaties Kornwerderzand en IJsselmeer. Voor Kornwerderzand is er een sterk negatieve trend te vinden in de soorten houting, rivierprik en zalm. Daarnaast een onzekere trend voor fint en zeeprik. In deze trendanalyse werd geen rekening gehouden met de ecologie van de soort.

De verklaring van een eventuele negatieve trend is lastig te verklaren en kan verschillende redenen hebben. Zo moet de negatieve trend voor rivierprik rekening worden gehouden dat de piek van de migratie buiten de monitoringsperiode valt, waardoor de trend mogelijk een verkeerde indruk geeft van de werkelijke aantallen. Houting is een soort die een standpopulatie heeft ontwikkeld op het IJsselmeer zelf. De trend is daardoor een mix van foeragerende vissen en anadrome vissen. Dat zalmen een negatieve trend laten zien is zorgelijk, sowieso zijn er maar weinig zalmen gevangen over de gehele periode. De route via de Afsluitdijk richting de paaigronden is echter niet de enige route. Ook via de Nieuwe Waterweg (vrije intrek route) en het Haringvliet kunnen zalmen de paaigronden in het bovenstroomse gedeelte van de Rijn bereiken. Het is onbekend welk deel van de migrerende populatie gebruik maakt van de migratieroute richting de paaigronden via de Afsluitdijk. Voor zeeforel lijkt het belang van het passeren van de Afsluitdijk groter doordat er een populatie op de Overijsselse Vecht paait. Voor het deel wat in de Boven Rijn paait is het passeren van de Afsluitdijk één van de routes en geldt net als voor de zalm dat zij ook via het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg (vrije intrek route) de paaigronden kunnen bereiken. Ook is een deel van de gevangen zeeforel geen gemotiveerde migrant. Uit onderzoek van de Vaate et al. (2003) bleek dat een deel van de gezenderde zeeforellen bij Den Oever en Kornwerderzand zijn terug gevonden in andere delen van Europa, zoals Frankrijk en Noorwegen. Hieruit kan men concluderen dat de zeeforellen langs de Nederlandse kust niet altijd Nederland willen binnentrekken.

Over de verschillende jaren zijn 101 verschillende soort vissen en kreeftachtigen geïdentificeerd door de beroepsvissers. De aantallen getelde vis lopen op tot bijna 42 miljoen vissen en kreeftachtigen. De werkelijke aantallen vissen die de spuikokers passeren of in de spuikom voorkomen zullen vele malen hoger liggen. De fuiken staan aan de oevers van de spuikom of de afsluitdijk. Het meeste spuiwater gaat door het midden van spuikom richting de Waddenzee. Dit water voert uitgespoelde vis met zich mee. De uitgespoelde zoetwatervis in de fuikenmonitoring zal daarom maar een fractie zijn van de werkelijke hoeveelheden uitgespoelde zoetwatervis. Andersom geldt dit ook voor diadrome vis die vanuit de Waddenzee het IJsselmeer in wil trekken. Uit observaties van lokale beroepsvissers blijkt dat diadrome vis in het midden van de spuikom te migreren, waardoor de vangsten van grotere diadrome vis in de fuiken maar een onbekend deel is van het totale aanbod.

## 6.2 Interpretatie fuik vangsten

Fuikvangsten zijn altijd een resultante van het voorkomen van vis en het gedrag van vis. Hoewel fuikvangsten een beeld geven van de soortsaanstelling, het voorkomen en migratie periode, geven fuikvangsten maar ten dele inzicht in aantallen vis. Bij barrières op migratie routes vertonen vissen zogenoemd terugkeergedrag of twijfelgedrag en gedragen ze zich anders dan wanneer zij zich vrijelijk zouden kunnen bewegen (Keefe et al. 2013, Jansen et al. 2007). Door dit gedrag zouden vissen bijvoorbeeld meerdere keren gevangen kunnen worden in de fuiken enerzijds door grootschalig en actief zoekgedrag en anderzijds doordat vissen langere tijd in de spuikom verblijven waardoor de vangkans groter wordt. Voor rivierprik is echter gebleken dat de terugvang kans op deze locatie zeer klein is maar ook dat de gevangen prikken in de fuiken slechts een fractie is van wat er werkelijk in de spuikom rondzwemt (Griffioen en Winter 2014). Dit is in lijn met de beroepsvissers op deze locatie aangeven voor voornamelijk grotere vis die eerder een hoofdstroom kiezen dan dat zij de oevers opzoeken. Ook grotere aantallen spiering bevinden zich volgens hen voornamelijk in de diepere put in het midden van de spuikom (Winter et al. 2014). Al met al zullen de werkelijke aantallen vis in de spuikom veel hoger liggen dan de gevangen aantallen in de fuiken. Alleen in een zeer extreem geval wanneer een soort een zeer hoge vangkans heeft doordat hij lokaal bij een fuik geconcentreerd aanwezig is, actief zwemt en een lange verblijftijd heeft, zouden veel vissen meerdere malen gevangen kunnen worden met als resultaat dat het werkelijke aantal vis in de spuikom van deze soort zelfs lager is dan de gevangen aantallen. Dit lijkt vooral een theoretische mogelijkheid. De gevangen aantallen zullen vrijwel altijd lager zijn dan het werkelijke aanbod.

Voor de VMR relevante doelsoorten als zoals glasaal en botlarven is de vangkans 'nul' in de fuiken. Ze worden dus niet gevangen maar zijn in werkelijkheid in, al dan niet, grote aantallen aanwezig. Voor grotere soorten die zich niet goed laten vangen in aalfuiken, zoals prikken, volwassen fint, houting, zeeforel en zalm is de vangkans ook beperkt doordat zij minder langs de oevers voorkomen (pers. comm. gebr. van Malsen). Zo zijn er met vijf gerichte zegenvisserij acties verdeeld over twee dagen in het voorjaar van 2014 vijf grotere houting (rond de 40 cm) en een zeeforel (50.2 cm) gevangen, terwijl dergelijke vissen in de fuikenmonitoring een zeldzaamheid zijn (ongepubliceerde resultaten IMARES/ATKB). Ook voor prikken geldt dat de fuiken slecht een fractie zullen vangen van wat er werkelijk in de spuikom aanwezig is (Griffioen en Winter 2014). Deze feiten maken de gevangen aantallen van deze soorten des te indrukwekkender.

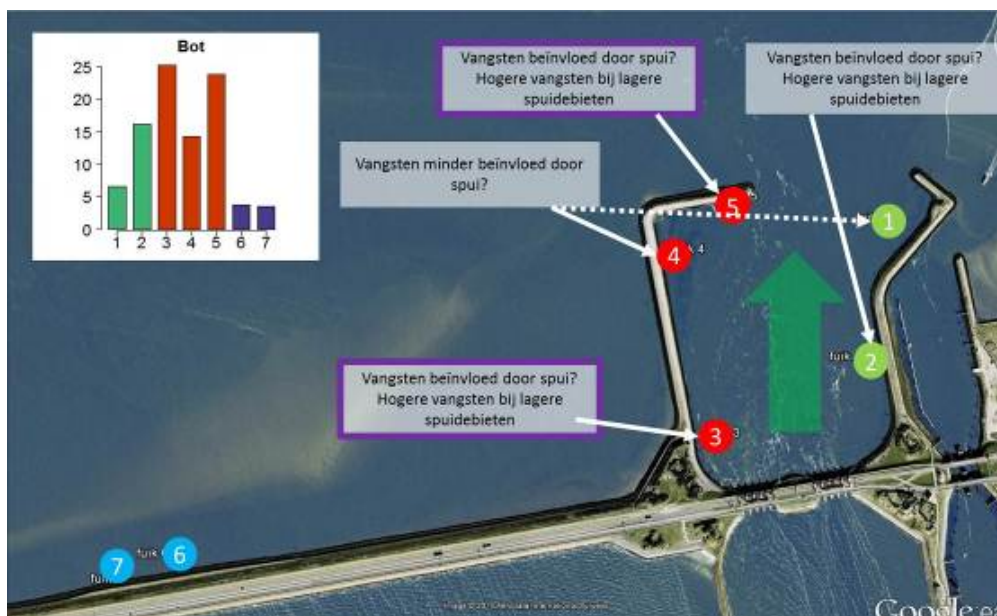
## 6.3 Diadrome vis: ecologie, motivatie, voorkomen en migratie

De monitoring van diadrome vis aan de Waddenzeezijde van de spuikom bij Kornwerderzand geeft inzicht in het aanbod van diadrome vis die naar binnen wil trekken en hoe dit in de tijd verloopt. Fuikvangsten zijn altijd een resultante van aanbod en gedrag (Griffioen en Winter 2014). Zo kunnen in het ene uiterste geval grote vangsten voordoen in de fuiken als gevolg van een kleine groep vissen die zeer lokaal actief zoekgedrag vertonen of zich concentreren in de spuikom nabij de fuiken. In het andere uiterste geval worden er geen vissen gevangen in de fuiken, terwijl het aanbod zeer groot is. Dit kan het gevolg zijn van een zeer korte verblijftijd in de spuikom en beperkt zoekgedrag of een zeer efficiënte doortrek richting het IJsselmeer. Daarnaast is van de gevangen vis de motivatie niet altijd bekend: een aantal van de diadrome soorten gebruikt de Waddenzee om op te groeien of te foerageren en kan hierbij ook de spuikom benutten voor het zoeken naar voedsel, terwijl anderen juist sterk gemotiveerde migranten zijn.

De onderliggende motivatie en gedrag van de vissen ten tijde van de vangst is niet bekend, toch zijn er met de kennis over de biologie, de timing van de vangst en het levensstadium aanwijzingen over de motivatie en het gedrag van de vis te destileren. In de volgende alinea's worden deze aanwijzingen voor elk van de aangetroffen diadrome vissoort verder besproken. Veelal betreft dit speculeren over onderliggende patronen en motivatie van de vis op basis van de resultaten die in voorgaande hoofdstukken zijn gepresenteerd. Daarnaast wordt er per soort een samenvattende figuur gegeven van de fuilocaties en de vangsten per fuik.

## Bot

Botlarven migreren van open zee naar kustgebieden, estuaria en riviermondingen in de maanden april, mei en juni. Botlarven zijn te klein om in de fuiken gevangen te worden. In de fuiken worden kleine (geen larven) en grote bot gedurende de hele monitorings periode zowel in het voorjaar als het najaar gevangen en dit zijn veelal foeragerende individuen. Hierbij kunnen ze tussen het IJsselmeer en de Waddenzee migreren. Zo wordt er in het IJsselmeer bot gevangen (klein en groot) (Griffioen en Kuijs 2013, Overzee van et al. 2011). Bot wordt voornamelijk gevangen bij lagere debieten (*Figuur 5-11*). Een verklaring hiervoor is dat botten zwakke zwemmers zijn (Winter et al. 2014) en derhalve slecht tegen de stroom in kunnen zwemmen met als gevolg dat ze bij hogere spuidebieten worden weggespoeld uit de spui kom (*Figuur 5-13*). De bodem ter hoogte van fuik 4 bestaat voornamelijk uit slib (pers. comm. van Malsen). Dit duidt erop dat het een luwe plek is die minder beïnvloed wordt door spuidebieten. De vangsten bij fuik 4 in relatie tot de spuidebieten zijn derhalve ook anders dan de andere fuiken (*Figuur 5-13* en *Tabel 5*). De vangsten in fuik 4 zijn over het algemeen gelijk verdeeld over de verschillende debieten. Ook in fuik 2 is er geen duidelijk verschil te zien in de vangsten tussen de verschillende debieten, hoewel er een lichtelijk neergaande trend zichtbaar is. Dit in tegenstelling tot fuiken 3 en 5 waar er enerzijds hogere vangsten worden gedaan en anderzijds ook een neergaande trend is waar te nemen is. Eenzelfde redenatie gaat overigens op voor fuik 1, die ook op een luwe plek ligt. Al met al zijn deze resultaten een aanwijzing dat botten bij hogere spuidebieten worden weggespoeld bij de fuiken 3 en 5, terwijl er over het algemeen wel een hogere vangkans is ten opzichte van de andere fuiken.

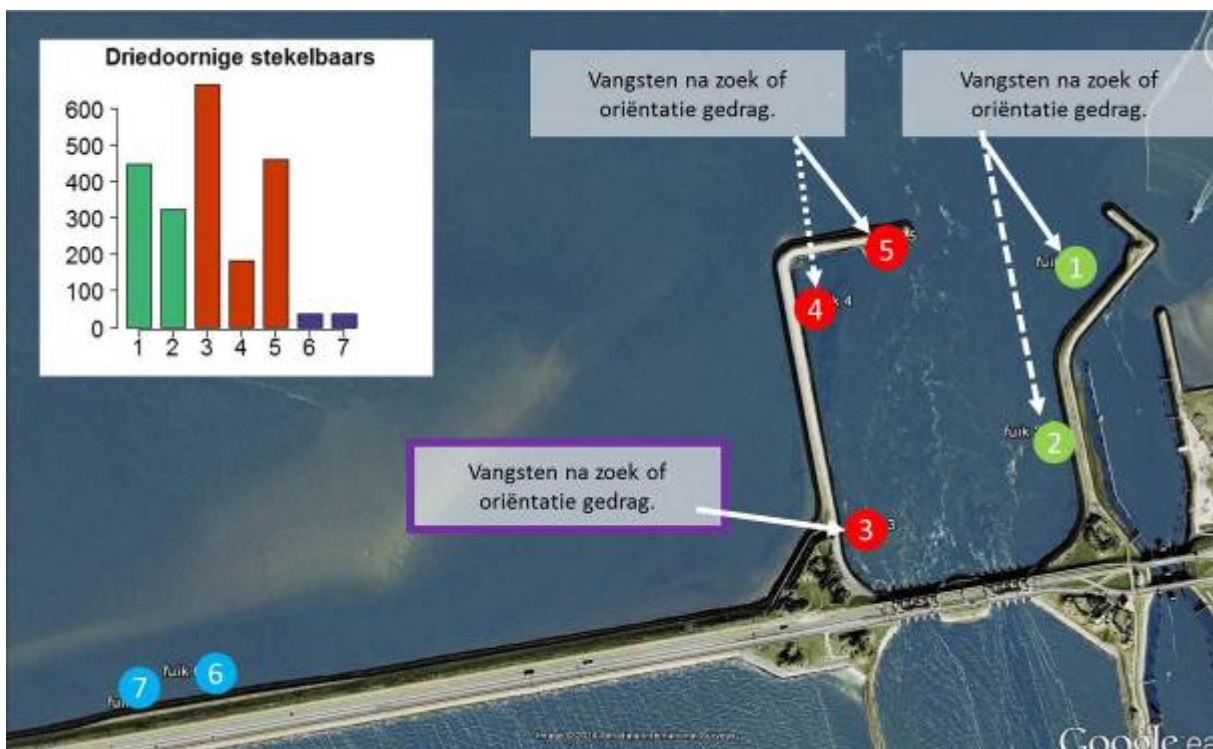


*Figuur 6-1 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge bot vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spui kom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spui kom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder bot. De groene pijl in de spui kom geeft de stromingsrichting aan van het spuiwater waar bot gevoelig voor is, zeker bij hogere debieten zijn er aanwijzingen voor een uitspoelingrisico.*



### Driedoornige stekelbaars

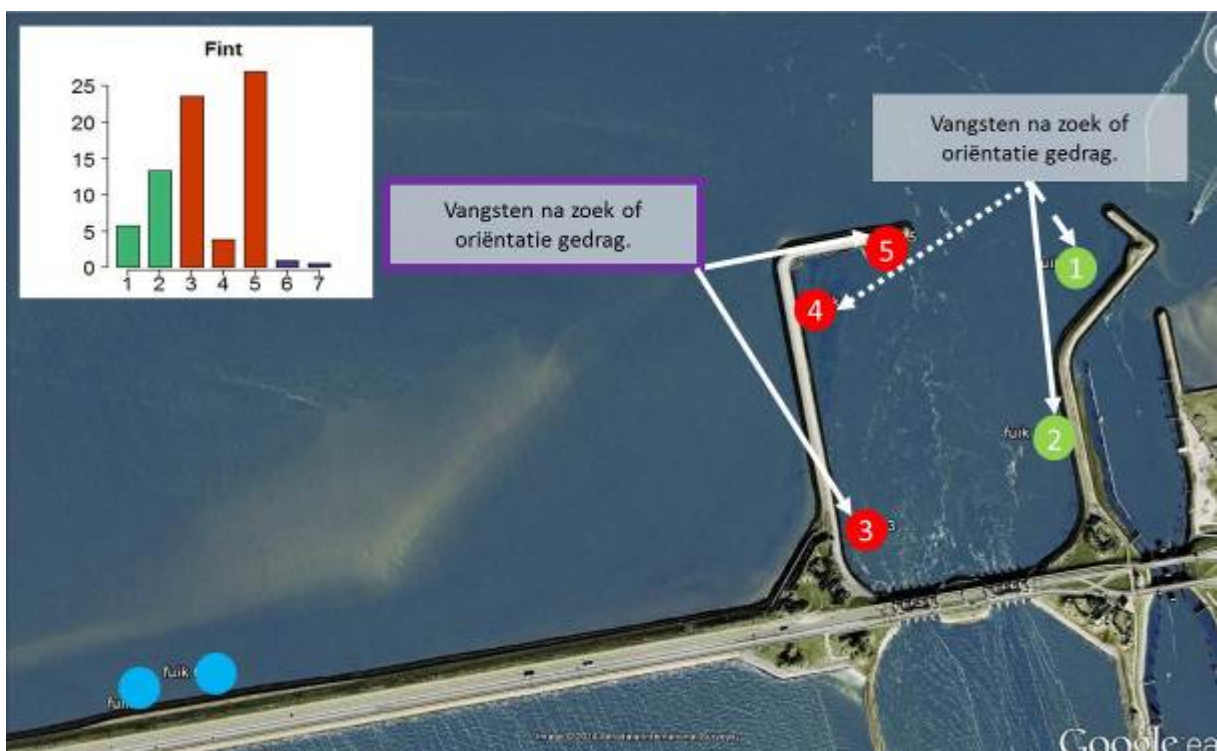
Stekelbaarzen worden voornamelijk in de fuiken 1, 3 en 5 gevangen. Stekelbaarzen worden in deze fuiken bij variërende debieten van hoog naar laag gevangen in een vergelijkbare orde van grote. Hoewel zij door hun beperkte grote aangemerkt worden als zwakker zwemmers (Winter et al. 2014), lijken zij op basis van de vangsten per spuidebiet (Figuur 5-13) in vergelijking tot bot minder gevoelig voor hogere spuidebieten. Opvallend hierbij is ook dat stekelbaars de luwe plek ter hoogte van fuik 4 relatief minder gevangen worden. Wanneer er weinig tot niet gespuid is blijft driedoornige stekelbaars langere tijd in de spuikom aanwezig (Figuur 5-14C). Enerzijds is dit een aanwijzing dat wanneer er een beperkte lokstroom is gecreëerd door het spuien, de stekelbaarzen toch blijven 'wachten' op migratie mogelijkheden. Anderzijds kan het ook betekenen dat de verblijftijd kort is, maar er ondanks een beperkte lokstroom er steeds een continue aanwas is van nieuwe stekelbaarzen uit de Waddenzee, waardoor de vangkans gelijk blijft in de tijd. Natuurlijk zijn er ook scenario's denkbaar die tussen deze twee extremen invallen, zoals deze voor rivierprik uit een is gezet in Griffioen en Winter (2014). Het laatste scenario, met een continue nieuwe aanwas en een korte verblijftijd, zou betekenen dat stekelbaars minder afhankelijk is van een grote lokstroom om de spuikom te vinden. Wellicht is een beperkte zoetwater stroom middels het 'visvriendelijk spuibeheer' al voldoende om stekelbaarzen aan te trekken vanuit de Waddenzee. Ook is het niet ondenkbaar dat veel stekelbaarzen tijdens of buiten het migratieseeizoen in de spuikom zullen foerageren.



Figuur 6-2 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge driedoornige stekelbaars vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder stekelbaars.

## Fint

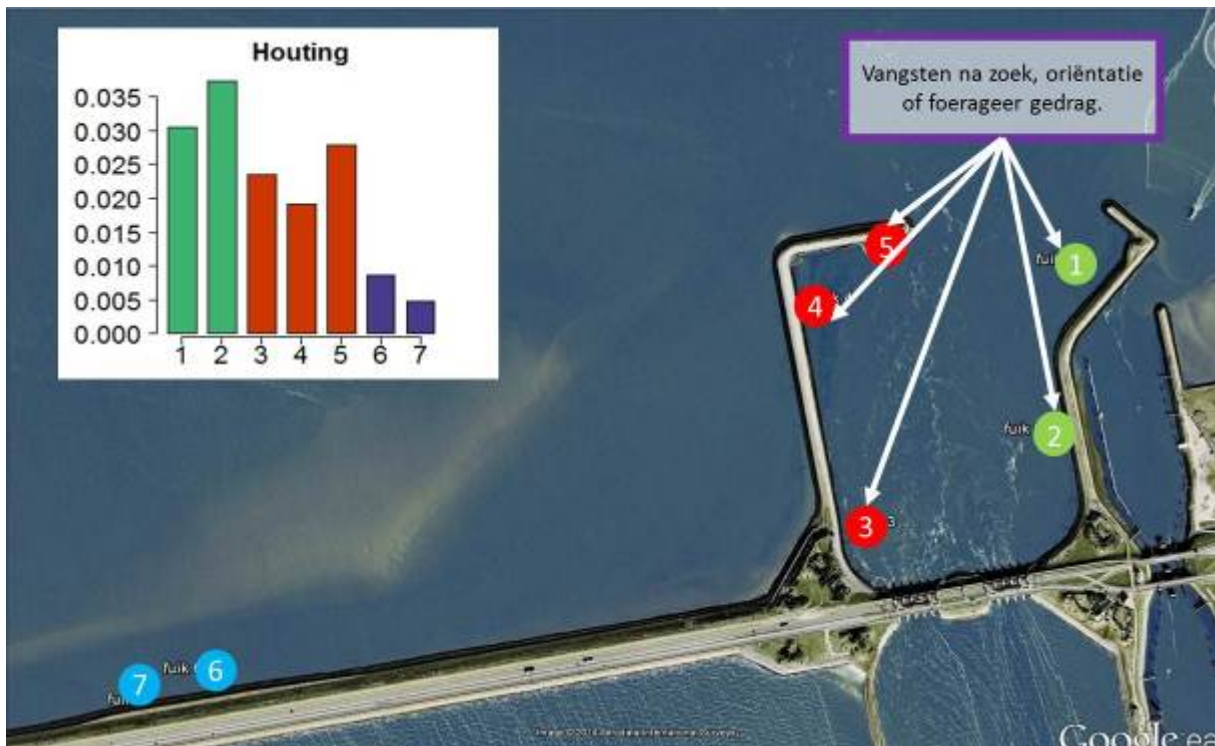
De meeste finten die in deze monitoring zijn gevangen zijn juveniele vissen (10 – 15 cm) voornamelijk in 2006. Zij zijn niet opzoek naar paaigronden, maar benutten het gebied om te foerageren, hierbij vermijden ze grotendeels het ondiepere slibbige gedeelte van de spuikom bij fuik 4 (Figuur 5-13). Het is vooralsnog onbekend waar deze fint is geboren, maar onwaarschijnlijk dat dit in het IJsselmeer heeft plaatsgevonden. Mogelijk komen ze uit de Eems. Grotere fint is op basis van de fuikvangsten meer 'random' in de spuikom aanwezig, hierbij wordt in fuik 4 net als bij de kleinere fint minder gevangen ten opzichte van de andere fuiken. Er is geen direct verband met spuidebieten gevonden voor fint en een uitspoel risico zoals dat voor bot is gevonden lijkt niet aanwezig voor fint. Grote fint is geclassificeerd onder de sterkere zwemmers en er wordt aangenomen dat deze goed in staat is om tegen de stroom in te zwemmen of zich te handhaven ten tijde van hogere debieten.



Figuur 6-3 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge fint vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage.) De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder fint.

## Houting

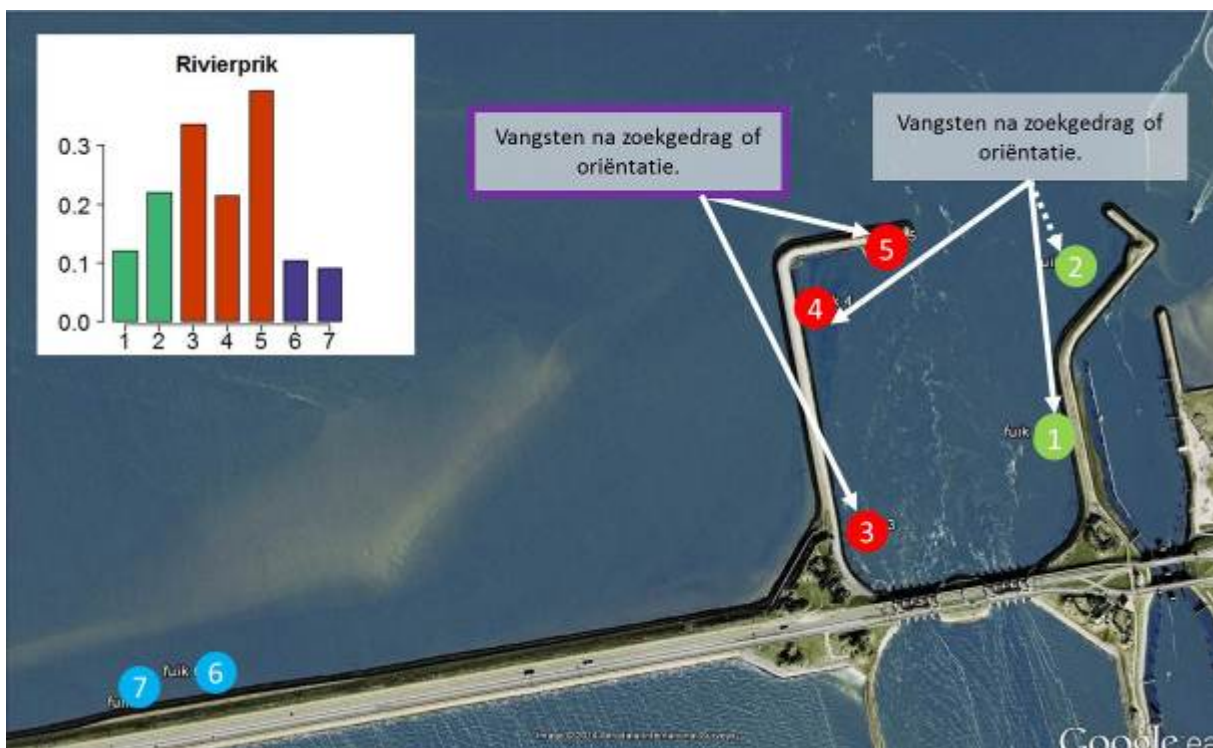
De meeste houting die is gevangen zijn kleiner dan 20 cm en geen paarijpe houting maar foeragerende individuen. Grotere houting worden zowel in het voorjaar als in het najaar gevangen. Houting kan zowel volledig in het IJsselmeer als in de Waddenzee foerageren (Winter et al. 2008). In het voorjaar zullen de grotere houting dan voornamelijk foeragerende houting betreffen, terwijl het in het najaar een mix van gemotiveerde migranten en foeragerende individuen zullen zijn. Houting wordt in vergelijkbare orde van grote gevangen in alle fuiken in de spuikom. Dit duidt erop dat in de spuikom voornamelijk foeragerende houting wordt gevangen er geen duidelijke voorkeur is voor een locatie waar een fuik staat. Ook worden de vangsten niet beïnvloed door het spuien en blijven de vangsten in vergelijkbare orde van grote over de hele range van spuidebieten.



Figuur 6-4 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge houting vangsten (paars omrande grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder houting.

## Rivierprik

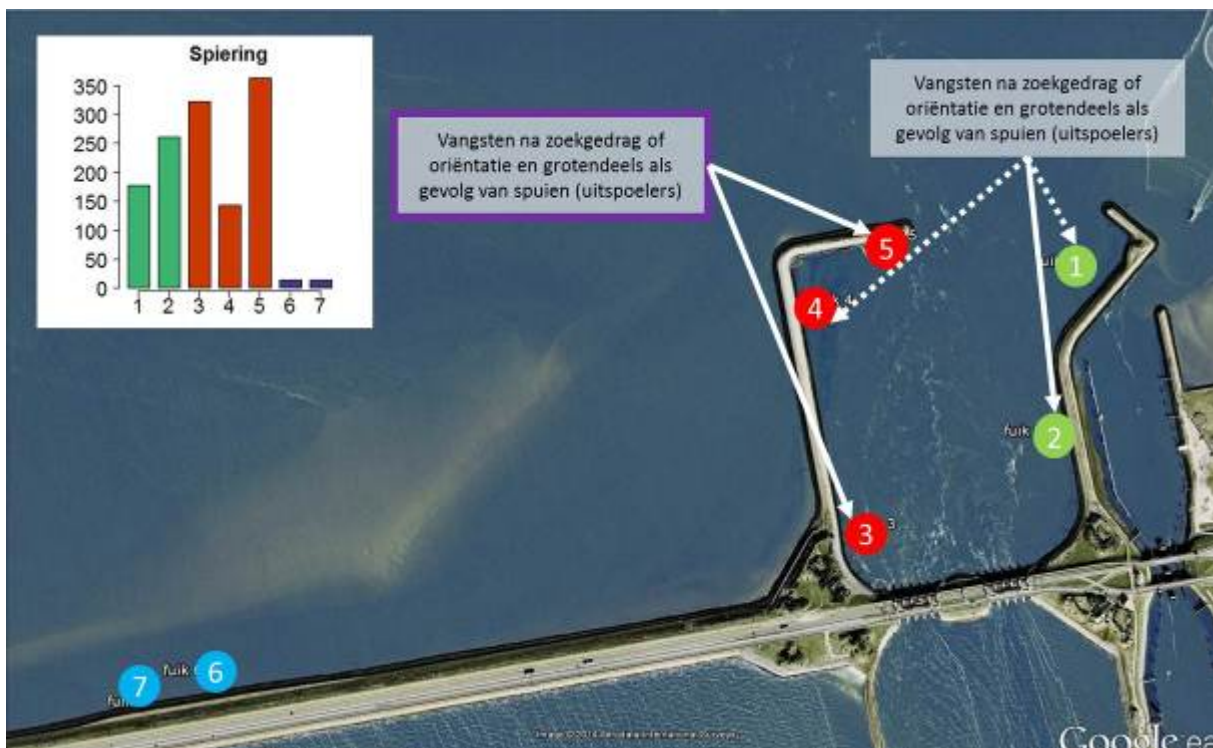
Rivierprik migreert voornamelijk in de maanden december en januari richting het zoete water op zoek naar paaigronden. De rivierprikken die gevangen zijn in de monitoring zijn volwassen dieren waarvan het aannemelijk is dat zij richting de paaigronden in het zoete water migreren. Rivierprikken worden in monitoring in het algemeen vaak gemist doordat er geen of nauwelijks fuiken worden geplaatst gedurende de wintermaanden in verband met ijsvorming of planning. In de monitoring bij Kornwerderzand worden er prikken gevangen aan het einde van de monitoring periode, voornamelijk in de maand november. In 2013 is de monitoring één maand verlengd in december en zijn er merk terug vangst experimenten uitgevoerd van december tot begin maart 2014 (Griffioen en Winter 2014). Prikken die zijn gemerkt en teruggezet bij de 'haven' voor de schutsluizen zijn terug gevangen in de spuikom middels kuilbemonsteringen. Er worden ook prikken gevangen in de diepere delen van de spuikom vlak voor de deuren van de spuisluisen. Er is een kleine piek zichtbaar van vangsten bij hogere debieten (*Figuur 5-11*). Wanneer er de 'delays' in de debieten worden bekeken dan verdubbelen de vangsten bij debieten rond de 30 – 40 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> maar verminderen de vangsten bij hoge debieten. Dit is een aanwijzing, hoewel niet erg sterk, dan prikken alert reageren op spuidebieten. Prikken worden zowel aan de oost als de westoever gevangen, maar de vangsten pieken bij fuik 3 en 5. Opvallend is dat zij ook in fuik 6 en 7 worden gevangen, weliswaar in iets kleinere aantallen dan de andere fuiken. De verklaring hiervoor kan zijn dat zij langs stortstenen dijken 'houvast' zoeken tijdens stroming door spuien of getij. Het feit dat prikken geen borstvinnen hebben maakt hen extra gevoelig voor turbulentie waardoor het goed mogelijk is dat prikken tijdens het spuien al dan niet passief richting fuik 3 en fuik 5 begeven.



*Figuur 6-5 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge rivierprik vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder rivierprik.*

## Spiering

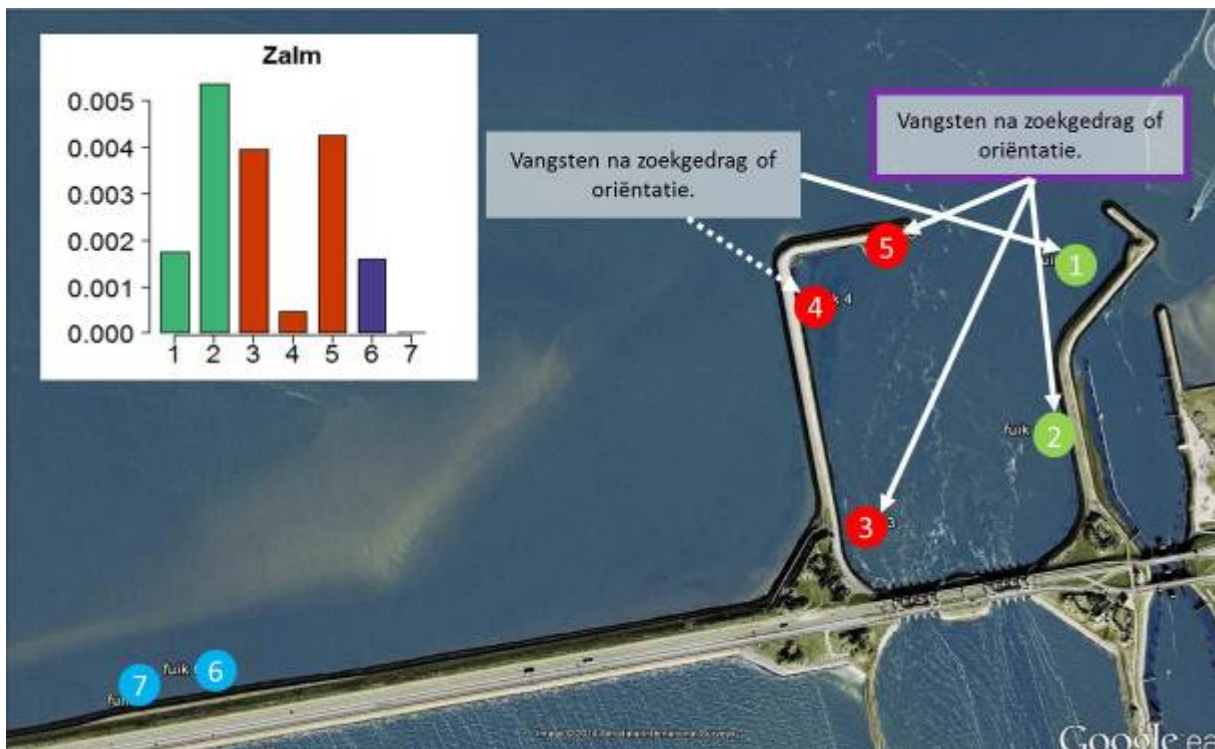
Een deel van de gevangen grotere spiering wordt in de migratie periode gevangen (Figuur 5-8), hoewel de monitoring voor spiering eigenlijk net te laat begint. Buiten het migratiesizoen zal de gevangen spiering een mix zijn van foeragerende anadrome spiering maar voornamelijk uitgespoelde IJsselmeer spiering. Dit wordt geconcludeerd op basis van de hogere vangsten bij hogere debieten (Figuur 5-11), welke ook zichtbaar is voor zoetwatervissen als pos, baars, blankvoorn en brasem (Figuur 5-12). Opvallend is weer dat net als voor bot en stekelbaars een derde relatief zwakke zwemmer (Winter et al 2014) het minst wordt gevangen in de spuikom bij fuik 4. Behalve dat spiering voornamelijk uitgespoelde zoetwater spiering zal zijn, is er geen direct verband te vinden in de vangsten en het spuidebiet (Figuur 5-13).



Figuur 6-6 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge spiering vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder spiering.

## Zalm

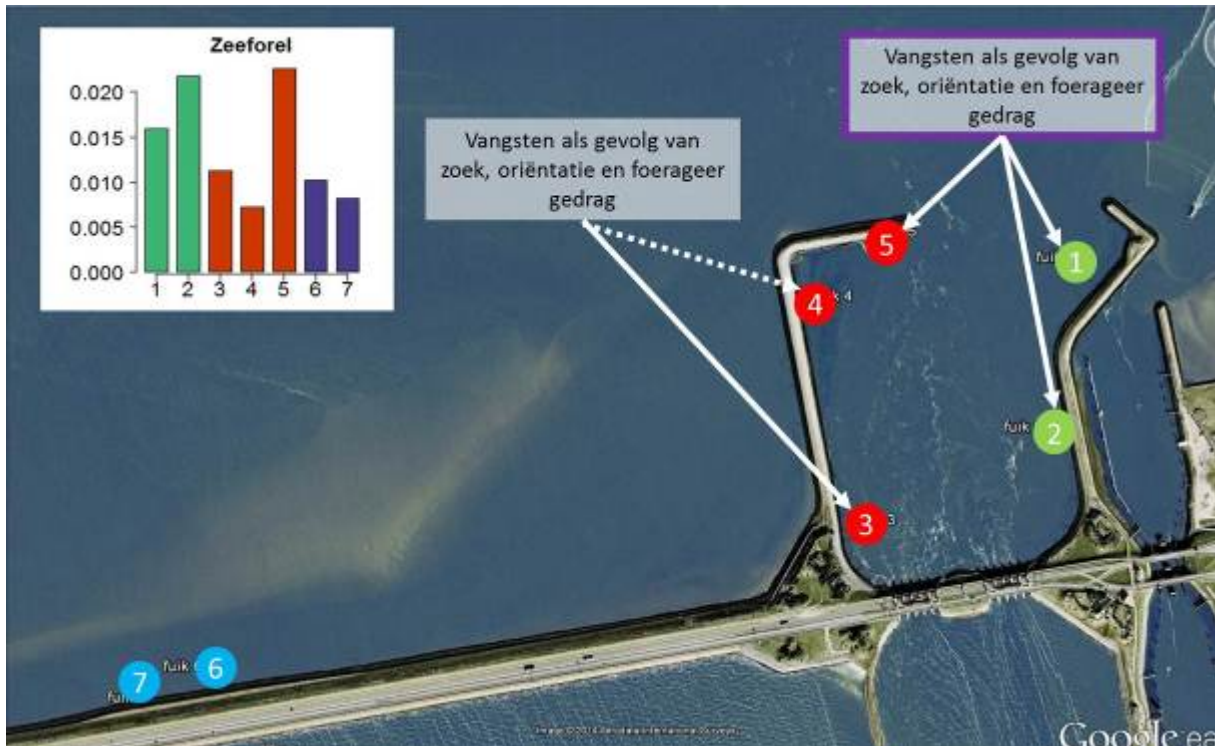
Er zijn slechts 28 zalmen gevangen gedurende de monitoringsperiode. Dit aantal is in vergelijking met andere soorten erg laag. Zalmen worden, samen met o.a. zeeforel, geassocieerd onder zogenoemde sterke zwemmers (Winter et al. 2014) en kunnen zich van al deze diadrome vissen waarschijnlijk het beste handhaven in de sterkere stroming in de spuikom. Het is zeer waarschijnlijk dat de aanwezige zalmen in de spuikom niet worden gevangen in de fuiken doordat zij voornamelijk door het midden van de spuikom zwemmen al dan niet tegen de stroming in. Ook zijn de fuiken die worden gebruikt voor de monitoring doorgaans geen geschikte vangstmethoden voor zalmen. Zo worden er voor zalmen vaak zalmsteken gebruikt, een soort fuiken met grotere mazen.



Figuur 6-7 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge zalm vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder zalm.

## Zeeforel

Zeeforellen kunnen langs de kust van Nederland foerageren. Wanneer er zeeforellen worden gevangen in de monitoring blijft het de vraag of dit een migrerend exemplaar of een foeragerend exemplaar is. In vergelijking met zalmen worden zeeforellen vaker gevangen, maar ook hier zijn de aantallen laag. Ook zeeforellen kunnen zich, net als zalmen, goed handhaven in sterkere stroming en zullen voornamelijk door het midden van de spuikom zwemmen. Ook zijn de fuiken die worden gebruikt voor de monitoring doorgaans geen geschikte vangstmethoden voor zeeforellen. Zo worden er voor salmoniden vaak zalmsteken gebruikt met fuiken die grotere mazen hebben.



Figuur 6-8 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge zeeforel vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder zeeforel.

## Zeeprik

Zeeprik migreert voornamelijk in de maanden mei en juni. In de monitoring worden er ook vangsten gedaan in april. Over het algemeen wordt ervanuit gegaan dat de gevangen volwassen zeeprik gemotiveerde migranten zijn die op weg zijn naar de paaigronden. Het grootste deel van de zeeprik vangsten is gedaan in fuik 5. Net als voor rivierprik geldt dat dit mogelijk een resultante is van het actief gebruik maken van de stortstenen dammen of het passief 'wegspoelen' tijdens het spuien. Er is een indicatie dat zeeprikken getriggerd worden om richting de spuikom te zwemmen na een groter spuivolume.



Figuur 6-9 De fuiken in Kornwerderzand met een aanduiding voor hoge zeeprik vangsten (paars omrande grijze kaders) en minder hoge vangsten (grijze kaders). De westelijke fuiken in de spuikom zijn rood gekleurd, de oostelijke groen en de fuiken buiten spuikom blauw (cf. voorgaande figuren in deze rapportage). De fuiken waar geen kader bij staan vangen gemiddeld minder zeeprik.



## 6.4 Spuidebiet als lokstroom

Er is sprake van een zogenoemd naijl-effect. Dit betekent dat de gevangen aantallen vis relatief hoog blijven ondanks dat er een periode van enkele dagen niet of nauwelijks wordt gespuid. Het spuien wordt gezien als een belangrijke aantrekkende factor om vis in de Waddenzee aan te trekken met zoetwater, het spuiwater. Het feit dat er vissen in de spuikom aanwezig blijven ondanks dat deze aantrekkende werking door zoet wat er flink is gereduceerd, kan door twee verklaringen worden uitgelegd. Het is mogelijk dat de continue vangsten een resultante is van vis die continu blijft 'wachten' (hoge verblijftijd) in de spuikom (verklaring 1) of dat er een continue nieuwe aanwas is van vis vanuit de Waddenzee, maar dat de verblijftijd in de spuikom beperkt is (verklaring 2). Het is echter onbekend in hoeverre het aanbod van diadrome vis varieert in de tijd. Wanneer de verblijftijd in de spuikom hoog is, zoals in de jaren 90 ook is gevonden voor glasaal bij de spuisluizen bij Den oever (Dekker & van Willigen 1997, 2000), blijft de vangkans gedurende de periode gelijk of loopt zelfs op wanneer er een continue aanwas is van nieuwe vis in de spuikom in combinatie met een hoge verblijftijd. Ook voor rivierprik zijn er aanwijzingen dat de verblijftijd hoog kan zijn (Griffioen en Winter 2014). Verklaring 2 zou betekenen dat vissen zelfs in perioden van minder grote of afwezigheid van spuidebieten toch hun weg weten te vinden richting de spuisluizen.

Het gedrag of lokale concentraties van vis in de spuikom kan variëren met de dagelijkse getijcyclus al dan niet beïnvloed door spui events (Winter et al. 2014). Vissen die bijvoorbeeld gebruik maken van selectief getijde transport of met het getij meebewegen kunnen zich bij opkomend tij aandienen voor de spuideuren en bij afgaand tij op grotere afstand van de deuren of op de bodem van de spuikom bevinden. Het is voornamelijk onbekend hoe vis die zich in de spuikom bevindt reageert op een spui event of een getijcyclus en wat voor effect dit heeft op het aanbod van vis in de spuikom. Dit wordt in het voorjaar van 2014 nader onderzocht door kruisnetten in de spuikom. Op basis van de resultaten van voorliggende rapportage blijkt dat een soort als bot een wegspoelrisico heeft door het spuiwater. Onderzoek naar de intrek van vis liet zien dat vis voornamelijk aan het begin van een spui event naar binnen migreerde (Witteveen+Bos 2009a, b). Wellicht dat een deel van de vissen zich ook kunnen handhaven tijdens het spuien wanneer het spuiwater nog 'op gang' moet komen, door op de bodem te blijven of luwe plekken in de spuikom op te zoeken tussen het stortsteen op de bodem.

## 7 Conclusie

### **In hoeverre heeft het spuiregime bij Kornwerderzand invloed op het voorkomen van diadrome vissen in de spuikom van Kornwerderzand?**

Er wordt vrijwel elke dag gespuid en vissen worden gevangen in de spuikom met een variërend debiet aan spuiwater. Voor het grootste deel van de tijd is er een voldoende zoetwater om vissen aan te trekken richting de spuikom. Meer of minder spuien lijkt hier niet heel veel invloed op te hebben. De vangkans voor vis blijft zelf aanwezig in de zeldzame perioden wanneer er niet of nauwelijks gespuid wordt.

Er is geen directe relatie tussen de fuikvangsten voor diadrome vis en een bepaald volume aan spuidebiet. Alleen bot vertoont meer en ook grotere vangsten bij lagere debieten, terwijl grote vangsten bij hogere debieten vaker uitblijven (*Figuur 5-13*). Voor zoetwatervis is er een directe link met gespuid volume, waarbij grotere spui volumes hogere vangstaantallen geven. Dit is in overeenstemming van wat verwacht kon worden dat er in absolute zin meer vissen passief uitspoelen met grotere volumes. Voor alle andere vissen is de grootte van de vangst en een bepaald spuidebiet niet afhankelijk van elkaar.

Alle soorten worden aanzienlijk beter gevangen in de spuikom dan erbuiten. Op basis van de fuikvangsten per fuiklocatie worden er aanzienlijk minder vangsten gedaan in de fuiken 6 en 7 die buiten de spuikom, langs de Afsluitdijk staan. Dit geldt bijvoorbeeld voor de diadrome soorten, bot, driedoornige stekelbaars, fint, houting, rivierprik, spiering en zeeprik. Van de vissen die wel worden gevangen is het zeer aannemelijk dat het foerageerders zijn (bijvoorbeeld aal) of vissen die zich langs de oevers oriënteren.

De variatie in grootte van de fuikvangsten blijft vergelijkbaar bij een vertraagd gemiddelde van het debieten. Er worden niet meer vissen aangetrokken wanneer er in het verleden een groter volume aan spuiwater is afgevoerd. Echter de frequentie van spuien is dermate hoog en constant dat er een constante aantrekkingskracht uitgaat van de zoete lokstroom. Voor zeeprik lijken de vangsten hoger wanneer de vangsten worden gekoppeld aan debieten met een vertraging van één tot drie dagen.

### **Welke patronen in het visaanbod zijn zichtbaar met betrekking tot de locatie van de fuiken in de spuikom en specifiek ten aanzien van het spuiregime?**

Er worden zowel in de westelijke fuiken als in de oostelijke fuiken van de spuikom vissen gevangen. Zwakke of matig zwakke zwemmers worden goed gevangen in fuik 3 en 5. Waarbij er een 'weg spoel risico' is voor zwakke zwemmers als bot op de locaties bij fuik 2 (oost), 3 (west) en 5 (west). Dit risico is minder bij fuiken 1 (oost) en 4 (west). Het wegspoelrisico is gebaseerd op het feit dat er minder botten worden gevangen bij hogere debieten. Er is een duidelijke negatieve trend zichtbaar in de vangsten ten opzichte van de debieten. Voor sterke zwemmers is het onderscheid tussen oost en west minder niet te maken. Deze worden zowel oost als west gevangen, waarschijnlijk als gevolg van zoek of foerageer gedrag. Voor zowel de zwakke als de sterke zwemmers zijn fuik nummer 3 en fuik nummer 5 over het algemeen goed vangende fuiken, waarbij fuik 4 (ook aan de westzijde) voor vrijwel alle soorten relatief lage vangsten opleverde. De hoge vangsten bij fuik 3 en 5 zijn een resultante van een hogere vangkans door actief zoekgedrag en aanbod van vis. In de fuiken buiten de spuikom (fuik 6 en fuik 7) wordt over het algemeen het minst goed vis gevangen.

### **Is er een zogenoemd 'naijl – effect' in de aanwezigheid van vissen na een spui event?**

Er is een zogenoemd naijl-effect. De vangkans van diadrome vissen blijft aanwezig in de spuikom, ondanks dat er een periode geen (grote) afvoer is geweest van zoetwater. Toch is er wel variatie in het naijl-effect te vinden. Zo nemen in sommige periodes waarin niet of nauwelijks wordt gespuid de vangsten in de loop van de tijd af, terwijl bij andere periodes de vangsten niet zijn verminderd in tijden van beperkte spui. Wanneer de vangsten wel afnemen nadat de spuivolumes flink zijn afgenomen dan zijn er meerdere onderliggende verklaringen mogelijk waarbij in elke van de verklaringen blijkt dat vissen afhankelijk zijn van een zoete lokstroom om de spuikom te vinden:

- Er komt weinig nieuwe aanwas van vis de spuikom inzwemmen en de aanwezige vis trekt na enige tijd weer de Waddenzee op.
- Er komt weinig nieuwe aanwas van vis bij en er zijn in de spuikom predatie of visserij verliezen waardoor de aantallen langzaam minder worden.
- Er komt weinig nieuwe aanwas van vis bij en de aanwezige vis weet met vertraging toch succesvol naar het IJsselmeer te geraken.
- Vis blijft maar kort in de spuikom, maar er blijft, zij het steeds minder, nieuwe aanwas komen.

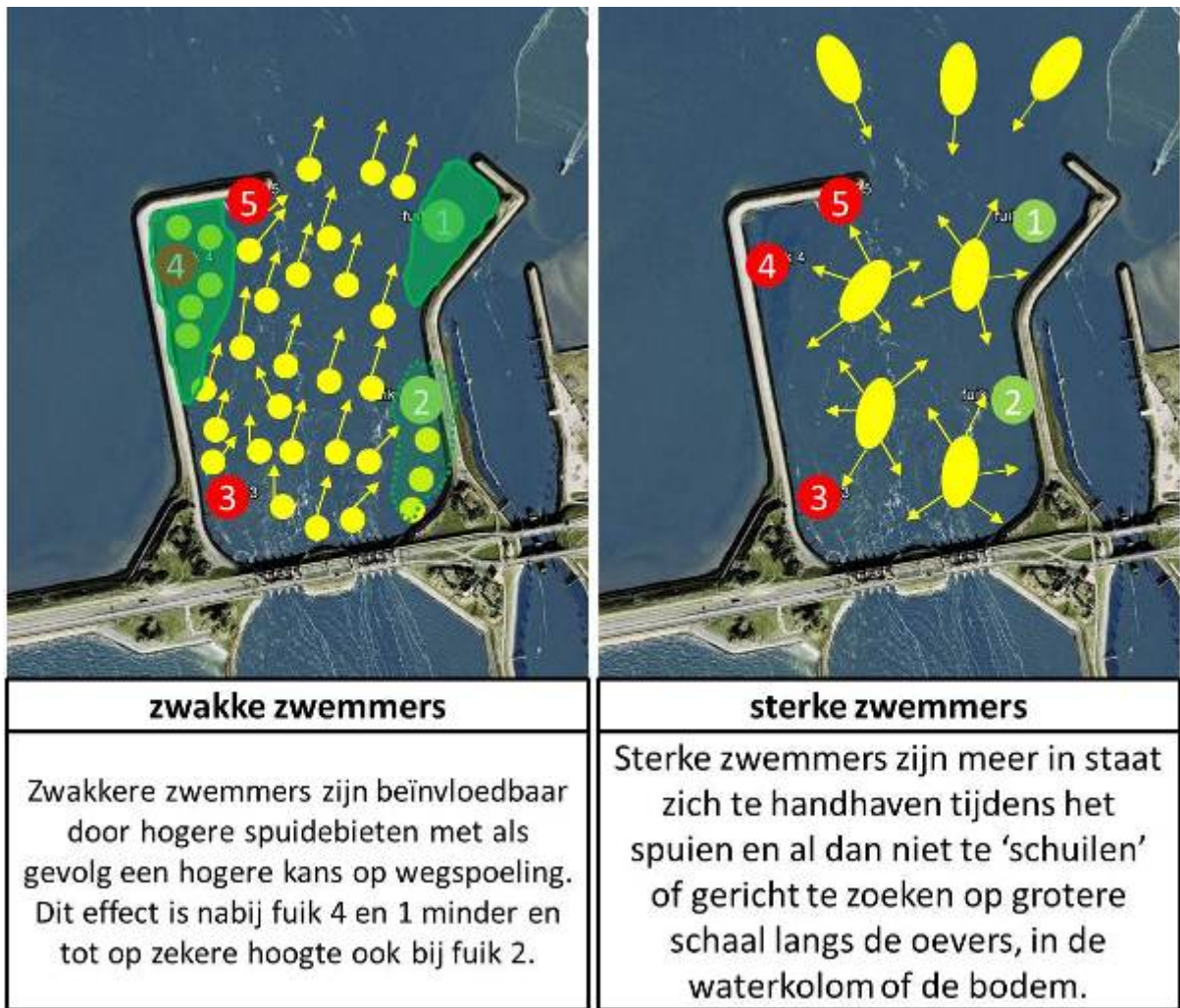
Voor driedoornige stekelbaars welke de aantallen afnamen in perioden dat er niet of nauwelijks werd gespuid (*Figuur 5-14A*) kan worden verklaard door een aflopende migratie periode. De afname in de vangsten vond plaats in de periode eind mei tot halverwege juni, terwijl de piek van de migratie periode van driedoornige stekelbaars wordt ingeschat op maart tot en met april. Feit blijft dat de vangsten afnamen ten tijde van beperkte spui en geldt voor deze individuen één van de bovenstaande scenario's.

## 8 Aanbevelingen locatie ingang van vismigratierivier

Wanneer alle resultaten uit voorliggende resultaten op een rij worden gezet kunnen er, hoewel veel slechts op speculatie is gebaseerd en nader onderzocht gaat worden, aanbevelingen worden gedaan voor de locatie van de ingang van de vismigratierivier (VMR). Opvallend is namelijk dat fuiken 3 en 5 voor veel soorten, zowel voor zwakkere als voor sterke zwemmers relatief hoge vangsten opleveren (*Tabel 3*). Dit kan een gevolg zijn van foeragerende vissen of het gevolg van gericht zoek en oriëntatie gedrag om richting het zoete water te migreren. Het onderscheid tussen de type gedragingen kan niet worden gemaakt. Feit is dat deze twee fuiken voor veel soorten hoge vangsten opleveren. Daarnaast is het opvallend dat fuik 4, in de buurt van fuik 5, voor vrijwel alle soorten relatief de minst grote vangsten in de spuikom opleveren. Zo worden de zwakke zwemmers meer gevangen aan de westelijke kant in fuik 3 en 5 met uitzondering van het slibbige gedeelte bij fuik 4. Terwijl sterkere zwemmers zowel oost als west goed gevangen worden, maar gemiddeld minder bij fuik 4 (*Tabel 3*). Onbekend is waarom de locatie bij fuik 4 minder goed vis vangt. Ook is het onbekend of hier feitelijk wel vis aanwezig is in even grote aantallen als bij fuik 3 of 5 maar dat de vangkans door onbekende redenen minder groot is. Feit is wel dat voor vrijwel alle soorten geldt en dat het daarom aannemelijk is dat fuik 4 minder (actieve) vis in de omgeving heeft.

Op basis van deze resultaten lijkt een ingang van de VMR aan de zuidelijke kant (ter hoogte van fuik 3) van de westelijke strekdam meer aan te sluiten bij het gedrag en het voorkomen van vis dan de noordelijke kant (ter hoogte van fuik 4). Hoe een ingang van de VMR met stroming het gedrag en de aanwezigheid van de vis op deze locatie beïnvloedt is vooralsnog onbekend. Echter is er een 'wegspoeling risico' voor zwakkere zwemmers zoals bot die in minder grote aantallen worden gevangen bij hogere spuidebieten dan bij lage debieten op deze locatie. Een locatie ter hoogte van fuik 4 lijkt hier juist weer minder gevoelig voor, maar levert overall minder grote vangsten op. Het patroon dat botten bij hogere spuidebieten minder gevangen worden is daarnaast niet zichtbaar bij zwakkere zwemmers als driedoornige stekelbaars en spiering. Daarnaast heeft er in het verleden vlakbij locatie 3 een zogenaamde commerciële spieringkamer gestaan die hoge vangsten opleverde (pers. comm. gebr. van Malsen). In het voorjaar van 2014 wordt met kruisnet visserij in de spuikom onderzocht of er concentraties van kleine vis in de spuikom bevinden tussen het spuien door, hierbij worden locaties langs de westelijke oever onderzocht en zal blijken of er verschil is aan hoeveelheid vis langs de westelijke oever.

Verskil tussen zwakke en sterke zwemmers is dat zij fysiek anders kunnen reageren op de hogere spuidebieten (*Figuur 8-1*) en daarnaast op relatief grotere schaal zoekgedrag kunnen vertonen (Griffioen en Winter 2014). Dit zoekgedrag hoeft niet perse ook op grote schaal plaats te vinden in de spuikom (Griffioen en Winter 2014). Dit zal voor een deel inzichtelijk worden gemaakt middels telemetrie experimenten in het voorjaar 2014. De vangkans in de fuiken bij grotere vis is minder afhankelijk van lokale concentraties van vissen alleen, maar eerder van actief en al dan niet lokaal zoekgedrag.



Figuur 8-1 hypothetische situatie voor verspreiding in de spuikom waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen zwakke en sterke zwemmers en hun vermogen om te reageren op de spuidebieten in de spuikom. Het risico dat zwakke zwemmers (voornamelijk bot) worden weggespoeld lijkt op basis van de resultaten nabij fuik 4 minder.

## **9 Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

## Referenties

- Bergstedt RA, Seelye JG. 1995. Evidence for lack of homing by sea lampreys. Transactions of the American Fisheries Society 124:235-239
- Bjerselius R, Li WM, Teeter JH., Seelye JG., Johnsen PB, Maniak, PJ, Grant GC, Polkinghorne CN, Sorensen PW. 2000. Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lampreys (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57:557-569
- Borcherding, J., C. Pickhardt, H. V. Winter, and J. S. Becker. 2008. Migratory history of North Sea Houting *Coregonus oxyrinchus* (L.) caught in Lake IJsselmeer (The Netherlands) inferred from scale transects of 88Sr:44Ca ratios. Aquatic Sciences 69:47-56.
- Borcherding, J., A. Scharbert, and R. Urbatzka. 2006. Timing of downstream migration and food uptake of juvenile North Sea houting stocked in the Lower Rhine and the Lippe (Germany). Journal of Fish Biology 68:1271-1286.
- Borcherding, J., Breukelaar AW, Winter HV, Konig U. 2014. Spawning migration and larval drift of anadromous north sea houting (*coregonus oxyrinchus*) in the river IJssel, the Netherlands. Ecology of Freshwater Fish 23:161-170.
- Bos, A. R. 1999. Tidal transport of flounder larvae (*Pleuronectes flesus*) in the Elbe River, Germany. Archive of Fishery and Marine Research 47:47-60.
- Bos, A. R. and R. Thiel. 2006. Influence of salinity on the migration of postlarval and juvenile flounder *Pleuronectes flesus* L. in a gradient experiment. Journal of Fish Biology 68:1411-1420.
- de Groot, S. J. 2002. A review of the past and present status of anadromous fish species in the Netherlands: is restocking the Rhine feasible? Hydrobiologia 478:205-218.
- De Vaate, A. B., A. W. Breukelaar, T. Vriese, G. De Laak, and C. Dijkers. 2003. Sea trout migration in the Rhine delta. Journal of Fish Biology 63:892-908.
- Dekker, W. 2004. Slipping through our hands - Population dynamics of the European eel. - Phd Thesis University - of Amsterdam, 186 pp.
- Feunteun, E. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. Ecological Engineering 18:575-591.
- Gosset, C., J. Rives, and J. Labonne. 2006. Effect of habitat fragmentation on spawning migration of brown trout (*Salmo trutta* L.). Ecology of Freshwater Fish 15:247-254.
- Graaf, M. d. and S. M. Bierman. 2010. De toestand van de Nederlandse aalstand en aalvisserij 2010 - IMARES rapport C143/10.
- Graaf, M. d. H. van Overzee, I.J. de Boois, P. de Vries, N. Tien, I. Tulp, A.B. Griffioen. 2014 Toestand vis en visserij in de Zoete Rijkswateren: 2012. Deel I: trends van de visbestanden, vangsten en ecologische kwaliteits ratio's. - IMARES rapport C058/13
- Griffioen, A.B. en H.V. Winter 2014. Merk-terugvangst experiment rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) bij Kornwerderzand - IMARES rapport C044/14.
- Griffioen, A. B. 2014. Data rapportage najaar 2013 fuik monitoring Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier - IMARES Rapportnummer C034/14.
- Griffioen, A. B. and E. Kuijs. 2013. Een eerste monitoring voor een index voor schieraal in Nederland 2012 - IMARES rapport nr C139/13.
- Groot de, S. J. 1991. Herstel van riviertrekkvissen in de Rijn een realiteit? de Spiering. De Levende Natuur 92:19-22.
- Groot de, S. J. 1992. Herstel van riviertrekkvissen in de Rijn een realiteit? de Fint. De Levende Natuur 93:182-186.
- Jager, Z. 2001. Transport and retention of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard nursery (Ems estuary). Journal of Sea Research 45:153-171.
- Jager, Z. and H. P. J. Mulder. 1999. Transport velocity of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems estuary). Estuarine Coastal and Shelf Science 49:327-346.
- Jansen, H. M., H. V. Winter, M. C. M. Bruijs, and H. J. G. Polman. 2007. Just go with the flow? Route selection and mortality during downstream migration of silver eels in relation to river discharge. Ices Journal of Marine Science 64:1437-1443.

- Jepsen N. Deacon M. Koed A. 2012. Decline of the north sea houting: Protective measures for an endangered anadromous fish. *Endangered species research* 16:77-84
- Jonsson, N. and B. Jonsson. 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology* 47:1391-1401.
- Keefer, M. L., C. C. Caudill, C. A. Peery, and M. L. Moser. 2013. Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes* 96:691-700.
- Kleef, H. L. and Z. Jager. 2002. Het diadrome visbestand in het Eems-Dollard estuarium in de periode 1999 tot 2001. Rapport nr 2002.060.
- Kranenburg, J., H. V. Winter, and J. Backx. 2002. Recent increase of North Sea houting and prospects for recolonization in the Netherlands. *Journal of Fish Biology* 61:251-253.
- Kuijs, E., I. Tulp, I. de Boois, J. Willigen, and R. Nijman. 2012. Diadrome vissen in het IJsselmeer / Markermeer en de Waddenzee jaarrapport 2010. IMARES, IJmuiden.
- Lucas, M. C. and E. Barras. 2001. Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Ltd.
- Maitland, P. S. and A. A. Lyle. 2005. Ecology of allis shad *Alosa alosa* and twaite shad *Alosa fallax* in the Solway Firth, Scotland. *Hydrobiologia* 534:205-221.
- Morais, P., E. Dias, J. Babaluk, and C. Antunes. 2011. The migration patterns of the European flounder *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) (Pleuronectidae, Pisces) at the southern limit of its distribution range: Ecological implications and fishery management. *Journal of Sea Research* 65:235-246.
- Overzee van, H. J. M., I. J. de Boois, O. A. van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen, and M. de Graaf. 2011. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer. IMARES.
- Poulsen, S. B., L. F. Jensen, C. Schulz, M. Deacon, K. E. Meyer, T. Jager-Kleinicke, H. Schwarten, and J. C. Svendsen. 2012. Ontogenetic differentiation of swimming performance and behaviour in relation to habitat availability in the endangered North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus*). *Aquatic Living Resources* 25:241-249.
- R-Core-Team. 2013. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Trancart, T., P. Lambert, E. Rochard, F. Daverat, J. Coustillas, and C. Roqueplo. 2012. Alternative flood tide transport tactics in catadromous species: *Anguilla anguilla*, *Liza ramada* and *Platichthys flesus*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 99:191-198.
- Tulp, I., M. Keller, J. Navez, H. V. Winter, M. de Graaf, and W. Baeyens. 2013. Connectivity between Migrating and Landlocked Populations of a Diadromous Fish Species Investigated Using Otolith Microchemistry. *PLoS ONE* 8.
- Van Bemmelen AA . 1866. Lijst van visschen in Nederland waargenomen. In: Herklots, J.A. (ed.) *Bouwstoffen voor eene fauna van Nederland*, 3, E.J. Brill, Leyden, pp. 318 - 413
- Vethaak, A. D. 2013. Disease prevalence in flounder (*Platichthys flesus*) from the Dutch Wadden Sea as indicator of environmental quality: A summary of 1988-2005 surveys. *Journal of Sea Research* 82:142-152.
- Visser, H. 2004. Estimation and detection of flexible trends. *Atmospheric Environment* 38:4135 - 4145.
- Vrieze, L. A. and P. W. Sorensen. 2001. Laboratory assessment of the role of a larval pheromone and natural stream odor in spawning stream localization by migratory sea lamprey (*Petromyzon marinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:2374-2385.
- Winter, H. V. 2009. Voorkomen en gedrag van trekvissen nabij kunstwerken en consequenties voor de vangst met vistuigen - IMARES rapport nr C076/09.
- Winter, H. V., J. J. de Leeuw, and J. Bosveld. 2008. Houting in het IJsselmeergebied. Een uitgestorven vis terug? - IMARES rapport nr C084/08.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and O. A. Keeken. 2014. Vismigratierivier: Bronnenonderzoek visgedrag rond zoet-zout overgangen - IMARES rapport C035/14.
- Wirth, T. and L. Bernatchez. 2003. Decline of North Atlantic Eels: A Fatal Synergy? *Proceedings: Biological Sciences* 270:681-688.
- Witteveen+Bos. 2009a. Metingen aan visintrek bij de uitvoering van schuttingen met de spuiscuilen te Kornwerderzand - RW1696-2.
- Witteveen+Bos. 2009b. Metingen vismigratie via de spuiscuilen in de afsluitdijk - RW1696-1.



## Verantwoording

Rapportnummer : C036/14

Projectnummer : 4308601064

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Ir. A.J. Paijmans  
Onderzoeker

Handtekening:

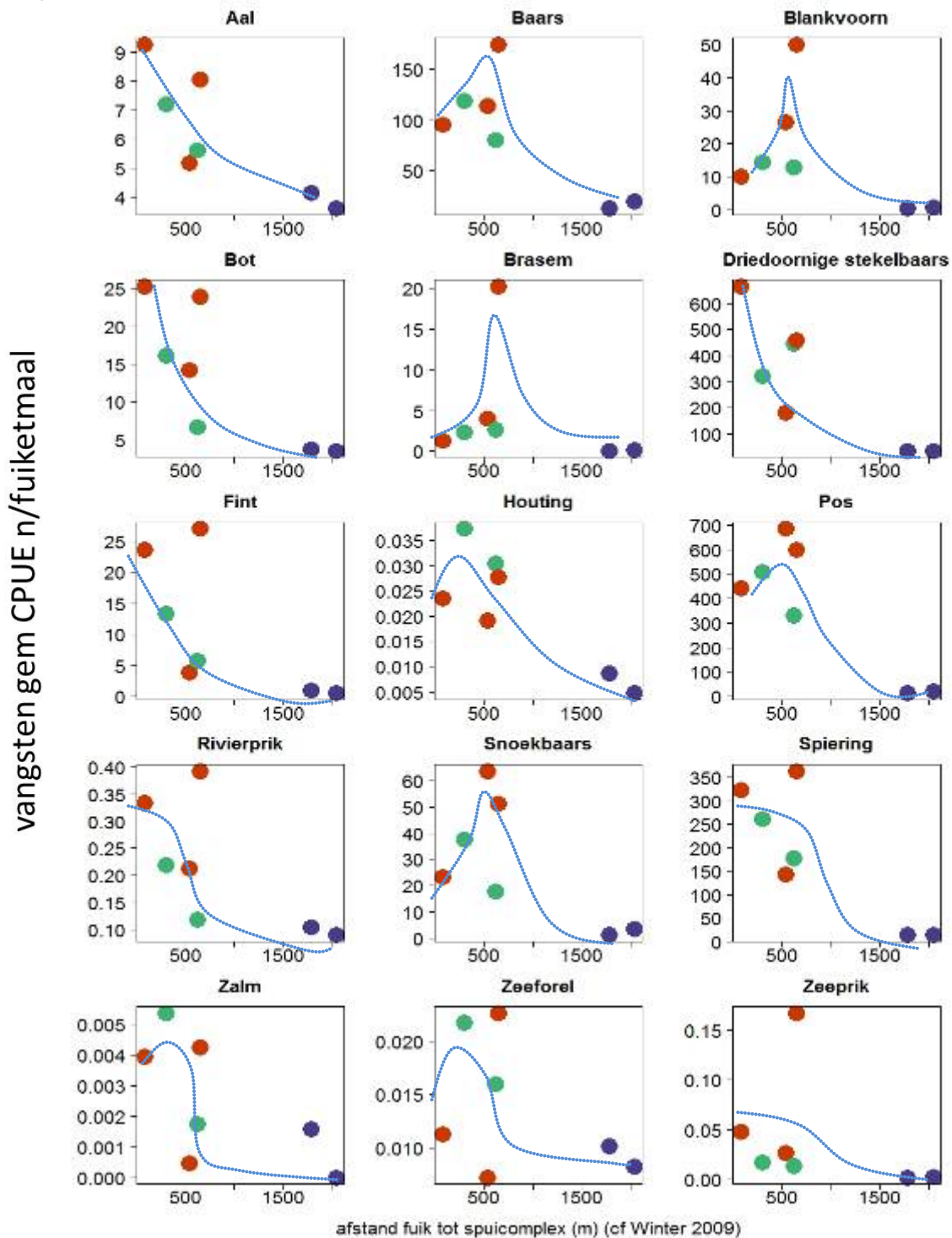
Datum: 24 april 2014

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben  
Hoofd afdeling Vis

Handtekening:

Datum: 24 april 2014

## Bijlagen A – update Winter (2009)



Figuur A Gemiddelde CPUE per soort per fuik voor de jaren 2001 – 2012. De cijfers op de x-as corresponderen met de afstanden tot het spuikomplex cf. Winter (2009) en zijn respectievelijk 80 (fuik 3), 300 (fuik 2), 540 (fuik 4), 620 (fuik 5), 650 (fuik 6), 1780 (fuik 6) en 2040m (fuik 7). De groene puntjes zijn fuiken aan de oost oever, de rode puntjes aan de west oever en de donker blauwe staan buiten de spuikom. Door de zeven gemiddelden per fuiklocatie is indicatief op het oog de best passende curve geplot (cf. Winter (2009)). De zoetwater vissen zijn in tegenstelling tot Winter (2009) ook meegenomen. De volgorde van de fuiken corresponderend met figuur 3-3 is 3 – 2 – 4 – 1 – 5 – 6 – 7.