

# Voorkomen en gedrag van trekvissen nabij kunstwerken en consequenties voor de vangkans met vistuigen

H.V. Winter

Rapport C076/09



## IMARES Wageningen UR

(IMARES - institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever: Ministerie van LNV  
T.a.v. Mevr. Ir. M. Sijdelaar  
Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

BAS BO-07-002-009-IMARES

Publicatiedatum: 08-10-2009

**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).

© 2009 Wageningen **IMARES**

IMARES is geregistreerd in het  
Handelsregister Amsterdam nr. 34135929,  
BTW nr. NL 811383696B04.

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.

A\_4\_3\_1-V78.0

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	4
1 Inleiding .....	5
2 Trekvissen rondom kunstwerken: literatuur en algemene principes .....	7
3 Kunstwerken en trekvis in de Nederlandse rijkswateren.....	17
4 Case studies rond kunstwerken in rivieren en estuaria in Nederland .....	23
4.1 Selectie van de locaties.....	23
4.2 Kornwerderzand .....	24
4.3 Noordzeekanaal.....	35
4.4 Haringvlietsluizen .....	38
4.5 Lek bij Hagestein .....	40
4.6 Maas bij Lith en Linne.....	44
4.7 Overijsselse Vecht.....	48
5 Conclusies en discussie .....	51
Referenties .....	53
Kwaliteitsborging .....	55
Verantwoording .....	57
Bijlage 1 .....	58

# Samenvatting

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft IMARES opdracht verleend te onderzoeken of “het instellen van een visserijvrije zone rond kunstwerken (inclusief zoet/zout overgangen) kan bijdragen aan de bescherming van zalm, zeeforel en andere trekvissen zoals paling”. Hiertoe heeft IMARES literatuuronderzoek verricht en een analyse uitgevoerd van reeds beschikbare gegevens.

In Nederland zijn tal van waterstaatkundige kunstwerken aanwezig: stuwen, dammen, spui- en scheepssluisen, waterkrachtcentrales, gemalen en vispassages. Op veel plaatsen is een combinatie van deze kunstwerken aanwezig. Deze studie beperkt zich tot de kunstwerken in de grotere watersystemen. Op basis van beschikbare onderzoeksgegevens zijn een aantal case studies geanalyseerd, bij zoet-zout overgangen (Haringvlietssluisen, Sluizencomplex Noordzeekanaal en Spuisluizen bij Kornwerderzand) en in grotere rivieren (stuwcomplexen in de Lek bij Hagestein, bij Linne en Lith in de Maas en in de Overijsselse Vecht).

De analyses en het literatuuronderzoek laten zien dat in de nabijheid van kunstwerken verhoogde concentraties trekvissen optreden. De mate van concentratie hangt af van de vernauwing van het watersysteem bij de kunstwerken en de passeerbaarheid van het kunstwerk. Wanneer trekvissen een kunstwerk niet of moeizaam kunnen passeren (in tijd en ruimte), dan zullen ze vaak zoekgedrag vertonen om toch een doorgang te vinden. De vernauwing bij het kunstwerk en de langere verblijfstijd van de vis tijdens het zoekgedrag zorgen samen voor de hogere concentratie trekvissen bij het kunstwerk.

De passeerbaarheid van locaties met kunstwerken hangt af van het type kunstwerk, de richting waarlangs trekvissen naderen (stroomopwaarts of stroomafwaarts), lokale omstandigheden zoals afvoer en watertemperatuur en het gevoerde waterbeheer. Het zoekgedrag van de vis en de passeerbaarheid van een kunstwerk verschillen van vissoort tot vissoort, en dikwijls hangen ze ook af van het levensstadium van de vis. De aanwezigheid van concentraties trekvis nabij kunstwerken maakt deze potentieel kwetsbaar voor bevissing en predatie van visetende vogels en roofvis.

Er is nog weinig bekend over het zoekgedrag van de trekvis en de ruimtelijke schaal waarop concentraties voorkomen bij kunstwerken. De geanalyseerde gegevens suggereren een schaal van tientallen tot honderden meters, en maar zelden vele kilometers. In stroomopwaartse richting (benedenstrooms van het kunstwerk) is de concentrerende werking van kunstwerken vaak groter, en is de vis over een groter gebied verspreid, dan bij trekvissen die in stroomafwaartse richting trekken (bovenstrooms van het kunstwerk).

Om het effect van het instellen van een visserijvrije zone te kunnen kwantificeren is kennis nodig van 1) de populatiegrootte en –verdeling van de trekvissen; 2) de inspanning van de visserij (beroep en sport) nabij kunstwerken; 3) de vangsten; 4) de overleving van gevangen of vrij doortrekkende vis. Over al deze zaken is momenteel nog weinig bekend.

Het instellen van visserijvrije zones rond kunstwerken zal ontegenzeggelijk een positief effect hebben op het herstel van trekvissen. Of het effect slechts marginaal is dan wel substantieel bijdraagt, is met de huidige gegevens niet te bepalen en zal waarschijnlijk sterk variëren tussen verschillende locaties en de diverse typen visserijen en trekvissoorten.

Bovendien kan verbetering van de passeerbaarheid van kunstwerken (middels vispassages, aangepast waterbeheer of visgeleiding) resulteren in een geringere concentratie van trekvissen, die daardoor minder kwetsbaar wordt voor bevissing en natuurlijke predatie.

## *Referentie:*

Winter, H.V. 2009. Voorkomen en gedrag van trekvissen nabij kunstwerken en consequenties voor de vangkans met vistuigen. IMARES-rapport C076/09, 58 pp.

# 1 Inleiding

Deze rapportage is opgesteld naar aanleiding van een aantal onderzoeksvragen die binnen een helpdesk-opdracht van de Directie Visserij van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit aan Wageningen IMARES zijn gesteld:

- Zal een visserijvrije zone rond kunstwerken (inclusief zoet/zout overgangen) bijdragen aan de bescherming van de zalm en de zeeforel?
- Biedt de maatregel ook mogelijke positieve bijdrage aan de bescherming van andere trekvissen (bijv. aal)?

In een eerdere helpdesk-vraag (Winter & Jansen, 2007) is een verkennende desk-studie uitgevoerd naar bovenstaande vragen in relatie tot een voorgenomen visserijvrije zone van 500m. In deze rapportage worden deze vragen verder uitgediept, zijn de beschikbare gegevens hiervoor gebruikt of diepgaander geanalyseerd voor specifiek bovenstaande vraagstellingen.

In hoofdstuk 2 wordt de beschikbare literatuur en een conceptueel framework voor gedrag van trekvissen rondom kunstwerken in relatie tot de afstand van kunstwerken uitgediept.

In hoofdstuk 3 wordt kunstwerken en trekvissen zoals die voorkomen in de grotere Nederlandse wateren beschreven.

In hoofdstuk 4 komen een aantal case-studies in zowel zoet-zoutovergangen, rivieren als en kanaal aan bod. Hierbij zijn bestaande gegevens geheranalyseerd, zowel onderzoeken en monitoringen van IMARES als van andere onderzoeksinstellingen en adviesbureau's.

In hoofdstuk 5 worden de conclusies en implicaties van de bevindingen voor beheer bediscussieerd.

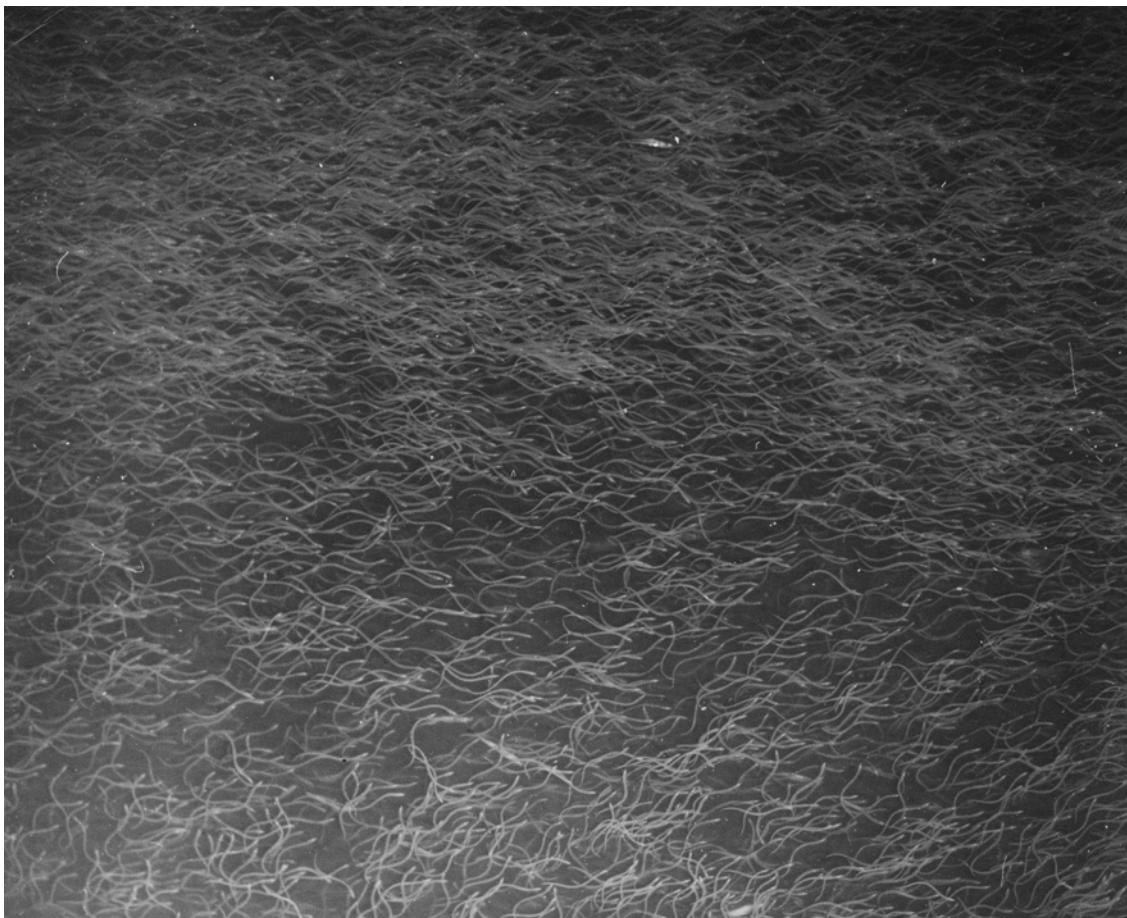
In een in 2008 afgerond onderzoek van IMARES in opdracht van LNV Directie Visserij naar de bijvangst van salmoniden en andere trekvissen (Jansen *et al.*, 2008) zijn al de beschikbare gegevens en literatuur over vangstinspanning van de verschillende typen visserijen, bijvangsten en trends in voorkomen van rivertrekvissen geïnventariseerd en geanalyseerd. Dit heeft uitgewezen dat nog veel basisgegevens ontbreken. Zo is informatie nodig over de totale populatiegrootte van zalm en zeeforel (en andere trekvis), zowel langs de kust als de binnentrekkende populaties, verdere informatie over gedrag van vissen rond kunstwerken, informatie over de vangstinspanning van elk van de deelsectoren binnen de beroeps- en sportvisserij en inzicht in de overleving van gevangen zalm of zeeforel (die wettelijk verplicht teruggezet moet worden). In hoofdstuk 5 worden ook de mogelijkheden om het effect van het instellen van een eventuele visserijvrije zone rondom kunstwerken in grotere wateren besproken.

Deze IMARES-studie" is begeleid door de Inter-Departementaal Overleg Vis (IDOV) voorbereidingsgroep, waarin de volgende partijen zitting hebben: Ministerie van LNV, Ministerie van V&W, Rijkswaterstaat, Combinatie van Beroepsvissers, Sportvisserij Nederland, Stichting Reinwater en de Unie van Waterschappen. De commentaren en opmerkingen van de IDOV-leden op de conceptrapportage en de reactie van IMARES zijn in Bijlage 1 achterin dit rapport opgenomen.



## 2 Trekvissen rondom kunstwerken: literatuur en algemene principes

Het is een bekend verschijnsel dat er in de directe nabijheid van migratiebarrières in rivieren en zoet-zout overgangen, zoals dammen, stuwen, sluizen en waterkrachtcentrales, soms onnatuurlijk grote concentraties trekvissen kunnen voorkomen (Baumgartner, 2006; Dekker, 2000, 2004; Winter, 2007b; Winter & Van Densen, 2001), zie ook onderstaande foto. Het voorkomen van dergelijke concentraties maakt deze trekvissen waarschijnlijk extra kwetsbaar voor (bij)vangst met vistuigen ter plaatse, maar ook voor bijvoorbeeld predatie door natuurlijke vijanden als roofvis en visetende vogels (Lucas & Baras, 2001).



*Voorbeeld van extreme concentratie van trekvis bij een barrière: deze foto van glasaal aan de buitenzijde van de sluisen bij Den Oever is genomen eind april 1958 door Cees Deelder. Dergelijke concentraties kwamen in de glasaal-rijke jaren voor 1980 dikwijls voor.*

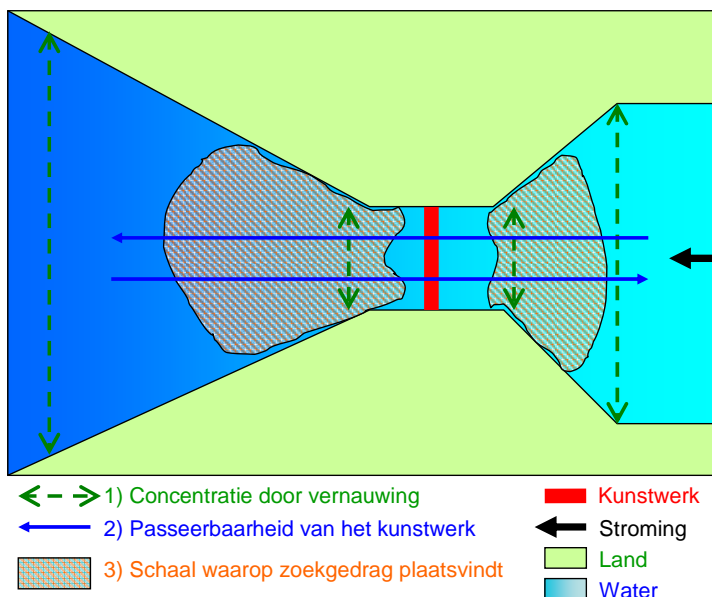
Waar, wanneer, voor welke vissoorten, in welke mate en op welke schaal deze concentraties nabij barrières optreden hangt van een aantal processen en factoren. De vangkans per vistuig in de nabijheid van kunstwerken die migratiebarrières kunnen vormen wordt bepaald door een optelsom van vele parameters. Uiteraard is de grootte van de populatie die langs bepaalde migratieroutes trekt bepalend voor de vangkans per vistuig, en uiteraard ook het type vistuig dat wordt gebruikt. Wanneer in deze rapportage over *vangkans* wordt gesproken, wordt hier bedoeld '*vangst per vistuig van een vissoort op een bepaalde plaats*' en niet de kans van een individuele vis op vangst in een vistuig. De procesfactoren die het optreden van concentraties en daarmee verhoogde vangkans van trekvissen nabij kunstwerken bepalen kunnen globaal worden onderverdeeld in de volgende categorieën:

1) *De morfologie van de wateren langs trekroutes.* Bij vernauwingen in watersystemen moeten evenveel trekvisser langstrekken dan bij wijdere sectoren, waardoor de vangkans toeneemt. Kunstwerken zijn ofwel vaak aangelegd in nauwere gedeelten ofwel veroorzaken vaak een vernauwing in een water systeem.

2) *De mate van barrièrewerking, ofwel de passeerbaarheid van het kunstwerk voor vis.* Wanneer een kunstwerk volledig niet passeerbaar is of slechts een deel van de tijd passeerbaar zal de vangkans nabij het kunstwerk hoger zijn dan wanneer een kunstwerk wel passeerbaar is voor trekvis.

3) *Het gedrag dat trekvis vertoont wanneer deze met een barrière wordt geconfronteerd.* De mate van extra zwemactiviteiten en bijbehorende vertraging om een doorgang of alternatief te zoeken en de ruimtelijke schaal waarop dit plaatsvindt bepaalt in welke mate de vangkans nabij kunstwerken worden verhoogd.

Bovenstaande procesfactoren spelen zowel in stroomopwaartse als stroomafwaartse richting (Figuur 1). Het effect van deze processen op de uiteindelijke vangkans is zeer soortspecifiek en hangt af van lokale factoren en omstandigheden, zoals onder andere beheer van de kunstwerken, de afvoer en de watertemperatuur. Hieronder zullen bovengenoemde processen en factoren op basis van literatuuronderzoek en algemene principes verder worden besproken.

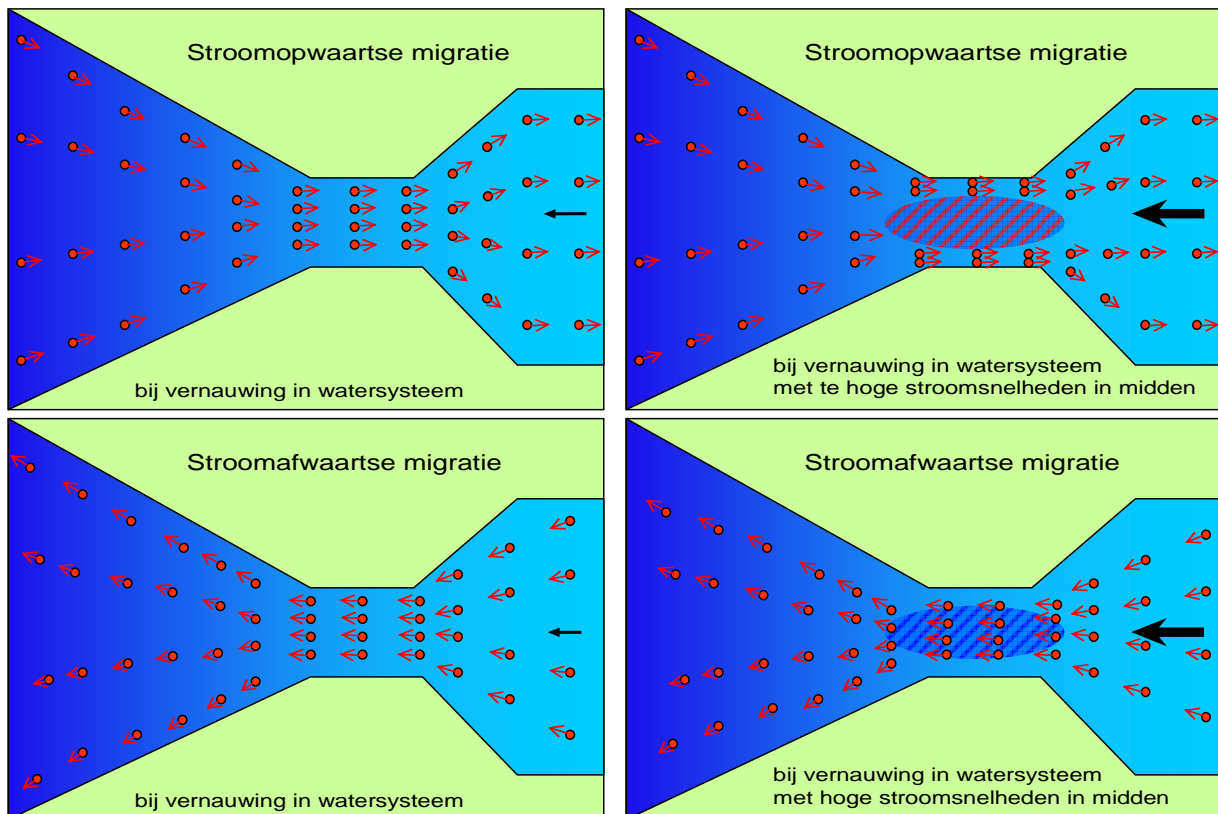


*Figuur 1. Schematisch overzicht van de processen en factoren die van invloed zijn op de vangkans van trekvisser nabij kunstwerken. Deze worden hieronder verder besproken en uitgewerkt.*

### 1) Concentratie van trekvis door morfologie van watersystemen

De morfologie van watersystemen leidt vaak tot een sterke concentratie van trekvisser danwel een sterke verdunning van trekvisser afhankelijk van de richting van de migratie. Dit geldt met name voor soorten die van zee naar zoetwater en andersom trekken (de zogenaamde 'diadrome' vissoorten). Riviermondingen en estuaria zijn vaak trechtervorming. Daarnaast zijn er in rivieren ook bredere en smallere secties. Langs al deze trajecten trekken evenveel trekvisser, maar de concentratie van trekvisser bij de vernauwing is uiteraard het grootst (Figuur 2.). Bij een gelijke vangstinspanning zal op de plaatsen met een meer geconcentreerde trek de vangkans het hoogste zijn.





*Figuur 2. Concentratie van langstreckende vis in relatie tot de morfologie van een watersysteem. De vangkansen per visserijinspanning zullen bij vernauwingen in een watersysteem groter zijn dan in de bredere delen. In de linkerpanelen wordt schematisch de trek van vis in een watersysteem met geringe stroming weergegeven. In de rechterpanelen in watersystemen met sterke stroming. In de bovenste panelen wordt de stroomopwaartse migratie schematisch weergegeven in de onderste de stroomafwaartse. Wanneer de vernauwing sterk is en de hoeveelheid doorstromend water groot, zullen er (te) hoge stroomsnelheden in het midden van de vernauwing ontstaan die voor een verdergaande concentratie van de optrek langs de oevers zorgen (paneel rechtsboven). In deze situatie zullen stroomafwaarts trekkende vis juist vaak wel via het gebied met hogere stroming trekken (paneel linksonder).*

Veel kunstwerken worden aangelegd in de smallere secties van watersystemen, zoals bijvoorbeeld dammen en stuwen, of een kunstmatige vernauwing van het watersysteem veroorzaken, zoals dijken met sluizen of waterkrachtcentrales.

## 2) Passeerbaarheid van kunstwerken

De passeerbaarheid van kunstwerken in stroomopwaartse richting verschilt vaak sterk van de passeerbaarheid in stroomafwaartse richting. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende typen kunstwerken, zoals die voorkomen in de grotere Nederlandse wateren:

### - Stuwen

In stroomopwaartse richting hangt de passeerbaarheid van een stuw sterk af van de afvoer en de watertemperatuur (Winter *et al.*, 2001). Bij geringe afvoer is het waterhoogteverschil bij een bovenlossende stuw alleen door springen te overbruggen. Van de Nederlandse trekvissen zal alleen zalm en zeeforel eventueel in staat zijn om waterhoogteverschillen van > 0.5 m te overbruggen. Echter de waterhoogteverschillen zijn vaak zodanig groot, dat deze als onpasseerbaar voor alle vis kan worden beschouwd. Of een vis in stroomopwaartse richting een gestreken of onderlossende stuw kan passeren hangt af van de stroomsnelheid, de afstand waarover gesprint moet worden de sprintcapaciteit van vis. Deze is sterk afhankelijk van de watertemperatuur (10 °C warmer geeft een verdubbeling van de sprintsnelheid), soort (je hebt snellere en tragere sprinters) en de lengte van de vis (kleine sprinten langzamer dan grote). Op basis van algemeen geldende verbanden en literatuurgegevens hebben Winter & Visser (box 8.1, blz 155 in Winter 2007) een rekenmodel gebouwd waarmee

voor elke dag met gestreken stuw doorgerekend is welke soort en bij welke lengte de gestreken stuw kón passeren op die dag (<http://orca.wur.nl/sprintfish/>). De passeer*mogelijkheden* bij stuwen zijn goed te bepalen, maar of vis ook daadwerkelijk gebruik maakt van deze mogelijkheden is veel minder bekend.

In stroomafwaartse richting vormen stuwen in stromende wateren meestal nauwelijks of slechts een geringe migratiebelemmering. Vis van verschillende grootte kan meestal probleemloos met het stromende water mee naar beneden zwemmen. Alleen in perioden met zeer weinig afvoer kan de stroomafwaartse migratie worden belemmerd, maar dat zijn veelal perioden waarin ook weinig vistrek plaatsvindt (Lucas *et al.*, 2001). In polderwateren en kanalen waar veel langere perioden met stagnant water kunnen voorkomen, zullen stuwen vaker volledig gesloten zijn en dan in beide richtingen onpasseerbaar zijn.

### **- Spuisluizen**

Spuisluizen lozen overtollig water door vrij verval. Wat betreft passeermogelijkheden voor trekvis zijn spuisluizen in principe vergelijkbaar met stuwen. In stroomopwaartse richting worden de optrek*mogelijkheden* bepaald door de stroomsnelheid, traject waarover hoge stroomsnelheden plaatsvinden en de watertemperatuur (zie stuwen). De stroomsnelheid wordt bepaald door het verval. Bij spuisluizen aan de zeezijde speelt de getijwerking een belangrijke rol, waardoor er meestal gedurende een deel van de getijcyclus gespuid wordt. Naast de barrièrewerking in stroomopwaartse richting trekkende vis, zal vis in perioden met weinig afvoer ook in stroomafwaartse richting belemmerd worden omdat de spuisluizen dan gesloten blijven.

### **- Scheepsluizen**

Met schuttingen van scheepsluizen kunnen in principe zowel in stroomopwaartse als stroomafwaartse richting vissen passeren. Er zijn waarnemingen dat dit plaatsvindt (bij de Vaate & Breukelaar, 2001; Johnson, Bouchard & Goetz, 2005). Er is nauwelijks direct onderzoek gedaan naar de passeerbaarheid van scheepsluizen. De algemene opvatting is dat een onregelmatige 'lokstroom' veroorzaakt door het slechts tijdelijk 'lozen' van water via een schutting verre van optimaal is voor het aantrekken van trekvis. Onderzoek aan vissluizen, zogenaamde 'fish-locks', vispassages die volgens hetzelfde principe als scheepsluizen vis via schuttingen overzetten, laten veelal zien dat deze slecht functioneren (Travade & Larinier, 2002). De toegang tot de sluis door het openen van de sluisdeuren komt pas beschikbaar als er geen of nauwelijks meer stroming staat. De stroomsnelheden in de openingen in de sluisdeuren tijdens het vullen van de sluis of spuien van de sluis zijn veelal hoog en moeilijk passeerbaar voor vis. De vis moet daardoor als de sluisdeuren open gaan een onnatuurlijke en vrijwel stagnante opening inzwemmen waar bovendien scheepsschroefgeluid en turbulentie aanwezig is. Trekkende vis lijkt hiertoe slechts in beperkte mate toe geneigd, al zijn hier vaak alleen indirecte gegevens voorhanden en melden sommige sluiswachters dat er soms wel op grotere schaal gebruik wordt gemaakt van scheepsluizen. In stroomafwaartse richting is vis wellicht meer geneigd via scheepsluizen te trekken omdat deze er tijdens vullen van de sluis en vervolgens het spuien van het water naar buiten met het instromende water mee kunnen zwemmen. Meer dan anekdotische informatie is hier vaak niet voorhanden.

### **- Waterkrachtcentrales**

In stroomopwaartse richting zijn waterkrachtcentrales niet passeerbaar voor alle vis. In stroomafwaartse richting kan in principe alle vis passeren, maar er treedt wel degelijk een belemmering op van de migratie (Schilt, 2007). Allereerst treedt er door de turbines directe sterfte op onder passerende vis. Hierdoor zullen de aantal stroomafwaarts trekkende vissen hoger liggen aan de stroomopwaartse zijde dan aan de stroomafwaartse zijde van de waterkrachtcentrale. Daarnaast kan er door de vuilroosters, vaak met 10 cm tussenruimte tussen de spijlen, een afschrikkend effect uitgaan naar vis die dit rooster nadert, mits de stroomsnelheden ter plekke zodanig zijn dat de vis eventueel in stroomopwaartse richting kan wegluchten van het rooster (Behrmann-Godel & Eckmann, 2003). Of dit mogelijk is is sterk afhankelijk van de vissoort, vislengte, stroomsnelheid, afstand waarover hogere stroomsnelheden plaatsvinden en de watertemperatuur (zie boven). Daarnaast kan het geluid van turbines het gedrag van stroomafwaarts trekkende vis beïnvloeden (Schilt, 2007). De lokale omstandigheden bij de instroomopening van de waterkrachtcentrale zullen bepalen in hoeverre er gedragsbeïnvloeding plaatsvindt van de trekkende vis. Stroomafwaarts migrerende vis selecteert vaak perioden met hogere afvoer om naar beneden te trekken, zoals zalm smolts (Lucas *et al.*, 2001) en schieraal (Jansen *et al.*, 2007; Winter & Jansen, 2006a; Winter, Jansen & Breukelaar, 2007b). Echter bij waterkrachtcentrales voor de ingang van turbines kan ook in stroomafwaartse richting afwijkend gedrag van trekkende vis worden waargenomen, waarbij extra zwembewegingen direct bovenstrooms van de barrière worden uitgevoerd (Behrmann-Godel *et al.*, 2003; Jansen *et al.*, 2007; Johnson *et al.*, 2000; Lemasson, Haefner & Bowen, 2008).

### - Gemalen

Gemalen zijn in principe vergelijkbaar met waterkrachtcentrales. In stroomopwaartse richting is vismigratie onmogelijk. In stroomafwaartse richting is deze passeerbaar, maar in afhankelijkheid van het type pomp, tegen een bepaalde sterfte onder de passanten. Deze kan sterk variëren afhankelijk van vrijwel geen schade tot vrijwel volledige sterfte van alle 'vermalen' vis (Kunst *et al.*, 2008). In de recente review van Kunst *et al.* 2008 wordt een overzicht gegeven van alle typen gemalen en wat er bekend is over schade aan vis. Wanneer er veel schade en sterfte van vis plaatsvindt bij het uitmalen van het water zal de vangkans benedenstrooms van een gemaal uiteraard lager zijn dan bovenstrooms. Direct bovenstrooms kan er belemmering van het inzwemmen van gemalen optreden analoog aan wat hierboven voor de instroomopeningen van waterkrachtcentrales is beschreven.

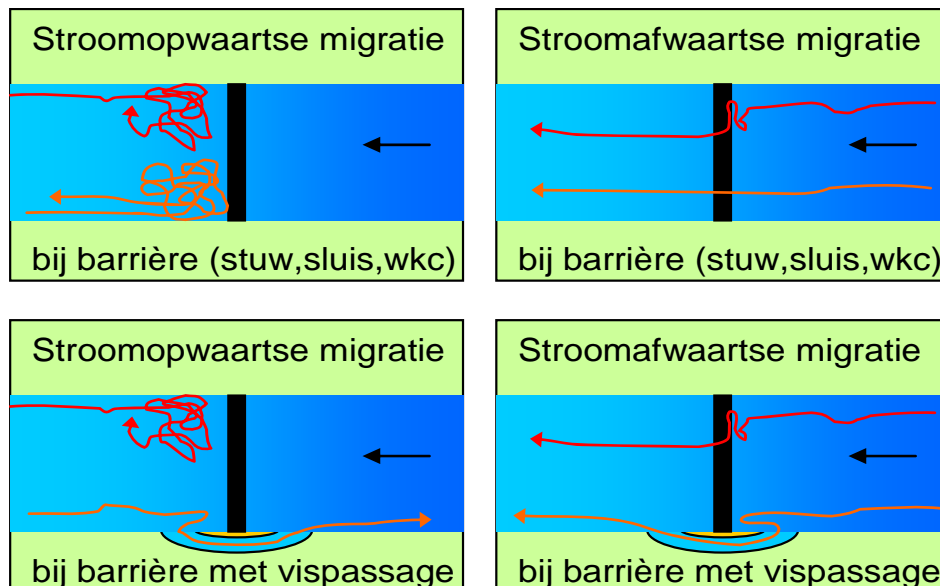
### - Vispassages

Deze kunstwerken zijn specifiek ontworpen om passeerbaar te zijn voor trekkende vis. Er zijn vele typen vistrappen ontwikkeld (Clay, 1995; Cowx & Welcomme, 1998). Een ideaal functionerende vistrap zorgt voor een onbelemmerde doortrek waarbij er in de directe nabijheid alleen een toename in vangkans optreedt door vernauwing van het water systeem. Echter, vaak zijn de omstandigheden in vistrappen niet even goed passeerbaar voor alle vis en levensstadia en is de vistrap gelegen in een omleiding die slechts een gering deel van het totale debiet voert. Onder andere hierdoor zijn vissen niet altijd in staat om snel en zonder vertraging de stroomopwaartse of stroomafwaartse ingangen te lokaliseren (Winter, 2007b).

Vaak zijn er bij barrières een combinatie van verschillende kunstwerken aanwezig.

### 3) Gedrag van vis bij barrières

Vis die met een barrière wordt geconfronteerd gaat vaak afwijkend gedrag vertonen om een doorgang te vinden (Lucas *et al.*, 2001; Lundqvist *et al.*, 2008; Winter, 2007b). Hierdoor spendeert trekvis meer tijd direct bij een barrière en vertoont deze meer heen en weer zwemgedrag dan op een vrij optrekbaar riviersegment (zie Figuur 3.). Afwijkend gedrag bij barrières in vergelijking met vrijstromende segmenten wordt in deze rapportage aangeduid als 'zoekgedrag', hoewel het vaak moeilijk is om de onderliggende bedoelingen van visgedrag te doorgronden (Winter, 2007b).



Figuur 3. Schematische weergave (bovenaanzicht) van visgedrag bij barrières tijdens stroomopwaartse migratie met en zonder vistrap langs de barrière (linker panelen) en tijdens de stroomafwaartse migratie met en zonder vistrap (rechter panelen). De rode en oranje pijlen geven voorbeelden van zwempatronen van vis bij barrières. De zwarte pijlen geven de stroomrichting aan. Bij stroomopwaartse migratie benedenstrooms van onpasseerbare barrières treedt veelal het meest intensieve zoekgedrag op (paneel linksboven), dit wordt vermindert wanneer de passeerbaarheid van een barrière toeneemt, bijvoorbeeld door de afwezigheid van een vistrap.

### - Stroomafwaartse trek

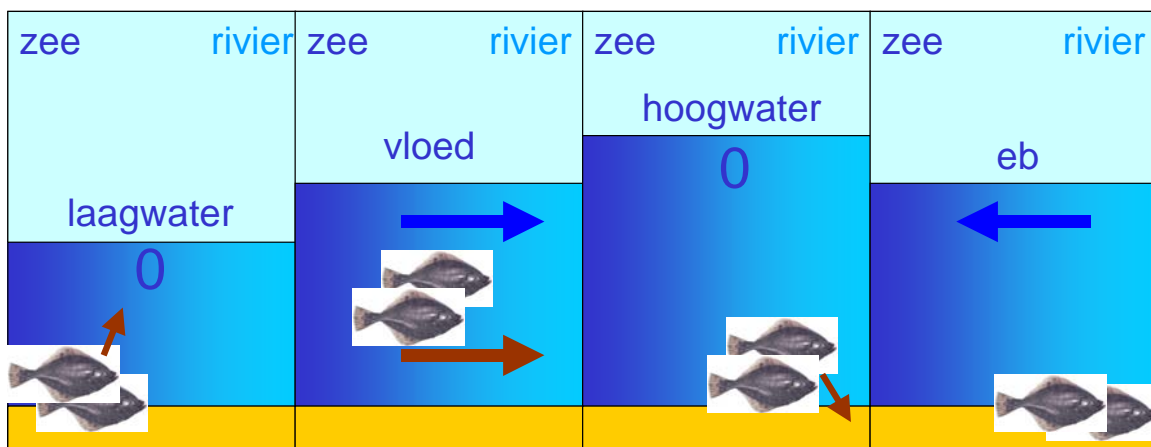
Vis die stroomafwaarts trekt kan zich met de stroming mee laten voeren, danwel actief meezwemmen en zo nog sneller stroomafwaarts te geraken. Bij nadering van versturende of afschrikwekkende prikkels, zoals over korte afstand versnellende waterstroming, vertoont vis vaak aarzelend of ontwijkend gedrag om uit een potentieel gevaarlijke situatie te blijven (Lemasson *et al.*, 2008). Zo draaien stroomafwaarts trekkende jonge zalmen (smolts) zich vaak om in stroomversnellingen en laten zich met staart vooruit afzakken om bij eventueel opduikend gevaar direct stroomopwaarts te kunnen sprinten (Kemp *et al.*, 2006; Kemp, Gessel & Williams, 2008).

### - Stroomopwaartse trek

In stroomopwaartse richting zal vis meestal actief zwemmend de weg van de minste weerstand, c.q. tegenstroom, volgen. De sprint- en springcapaciteit bepaald dan of vis de heersende omstandigheden die bij een barrière optreden kunnen passeren. Omdat de meest ernstige mate van barrièrewerking vaak in stroomopwaartse richting plaatsvindt, zal hier de concentrerende werking door langere verblijftijden en intensief zoekgedrag toenemen. Over zoekgedrag is relatief nog weinig bekend. Op welke schaal deze plaatsvindt. Hoe lang vis bereid is een doorgang te zoeken. Waar en hoe vaak er gerust wordt tussen inspannende zoek- of passeer-acties in, is nog maar in zeer geringe mate onderzocht (Lucas *et al.*, 2001; Winter, 2007b).

### - Selectief Getijden Transport

Een speciaal geval van stroomopwaarts migratiegedrag is te zien bij vis die een natuurlijk estuaria wil binnen zwemmen en slim gebruik te maken van het op en neer gaande tij (Figuur 4). Dit mechanisme dat *Selectief Getijden Transport* wordt genoemd (Rijnsdorp, Vanstralen & Vanderveer, 1985), is voor soorten met een zeer geringe zwemcapaciteit vaak essentieel om zich naar binnen te kunnen verplaatsen, maar biedt ook voor soorten met grotere zwemcapaciteiten duidelijk energetisch voordeel. Over het gedrag en de verspreiding van vis aan de zeezijde van barrières in relatie tot dit mechanisme is nog erg weinig bekend. Wel is duidelijk dat dit tot grote concentraties trekvis kan leiden (zie bijvoorbeeld foto hierboven van glasaal bij Den Oever)



*Figuur 4. Selectief getijden transport: door na laagwater hoger in de waterkolom te gaan zwemmen worden vissen meegevoerd naar de rivier tijdens vloed, om zich na hoogwater tegen de bodem te drukken zodat de uitgaande stroom tijdens eb ze niet weer terugplaatst. Zo kunnen ze stapsgewijs met geringe inspanning tegen de naar zee gerichte overheersende netto stroming toch in de riviermondingen geraken.*

### - Gedrag bij vispassages

Om het mogelijk te maken voor vissen om een barrière te passeren, zijn in veel gevallen vispassages aangelegd. Ook wanneer een vistrap langs de barrière is aangelegd zal migrerende vis benedenstrooms van de barrière vaak moeten zoeken naar een doorgang (de ingang van de vistrap) en zal relatief meer tijd doorbrengen en zwembewegingen maken direct benedenstrooms van een barrière dan op een vrij optrekbaar riviersegment (de Leeuw & Winter, 2006; Larinier, 2002; Winter, 2007b). De uiteindelijke effectiviteit van vispassages is een optelsom van de passeerbaarheid van de vispassage en de vindbaarheid van de ingang (Winter 2007). De meeste vispassages worden aangelegd om stroomopwaartse vismigratie mogelijk te maken. Maar trekvis kan ze ook in stroomafwaartse richting gemakkelijk passeren. De lokstroom ten opzichte van de andere stromen water speelt een belangrijke rol in het vinden met de ingang van de vistrap. In stroomopwaartse richting is dit vaak de enige

beschikbare weg. In stroomafwaartse richting gaat veelal slechts een klein deel van de stromingen die vis eventueel kan volgen, bijvoorbeeld door waterkrachtcentrales, over stuwen, via spuisluizen en door gemalen.

Om vissen in stroomafwaartse richting te sturen naar vispassages zijn tal van visgeleidingssystemen ontwikkeld. Een KEMA-rapportage van M.C. Bruijs geeft een goed overzicht van de bestaande systemen en hun effectiviteit (Bruijs, 2004). Met name in samenhang met waterkrachtcentrales is wereldwijd veel ervaring met deze systemen. In Nederland worden ze nog relatief weinig toegepast.

#### **- Habitatkeuze nabij kunstwerken**

Niet alle trekvis die bij kunstwerken opduikt hoeft gemotiveerd te zijn om door te trekken. De habitats nabij kunstwerken kunnen ook specifiek gebuikt worden om bijvoorbeeld te foerageren omdat er lokaal een groot voedselaanbod is. Hierbij kan gedacht worden aan kleine zoetwatervis die via spuisluizen in zoutwater wordt gespuid, of de aanwezigheid van veel beschadigde vis direct stroomafwaarts van gemalen of waterkrachtcentrales, zoals voor Witte Pacifische Steur in rivieren aan de westkust van de Verenigde Staten is aangetoond (Tyson, 2007). Daarnaast kan het habitat direct in de nabijheid van barrières worden geselecteerd om te paaien. Bijvoorbeeld omdat er hard substraat en hogere stroomsnelheden beschikbaar zijn, omstandigheden die normaal gesproken pas veel hoger stroomopwaarts aanwezig zijn. Tijdens perioden met hoge watertemperaturen kunnen de hogere zuurstofgehalten direct benedenstrooms van stuwen dit tijdelijk ook aantrekkelijke habitats maken waar daardoor concentraties van vis kunnen voorkomen. De onderliggende motivaties voor de aanwezigheid van trekvis bij barrières kan dus velerlei zijn en niet noodzakelijkerwijze altijd samenhangen met migratie (Winter, 2007b).

#### **Consequenties voor vangkansen in vistuigen in relatie tot de afstand tot kunstwerken**

Het verloop van de vangkansen van trekvis rond kunstwerken zal in afhankelijkheid van bovenstaande factoren, processen, kunstwerken en vissoorten verschillen per locatie. De vangkansen per vistuig zijn afhankelijk van de trefkans en activiteit van trekvis en uiteraard de gebruikte vismethode en vistuigen. Aan de hand van een aantal scenario's en omstandigheden willen we hier de verschillende typen hypothetische verbanden tussen de vangkansen per vistuig in functie van de afstand tot een kunstwerk verkennen, zowel in stroomopwaartse als in stroomafwaartse richting.

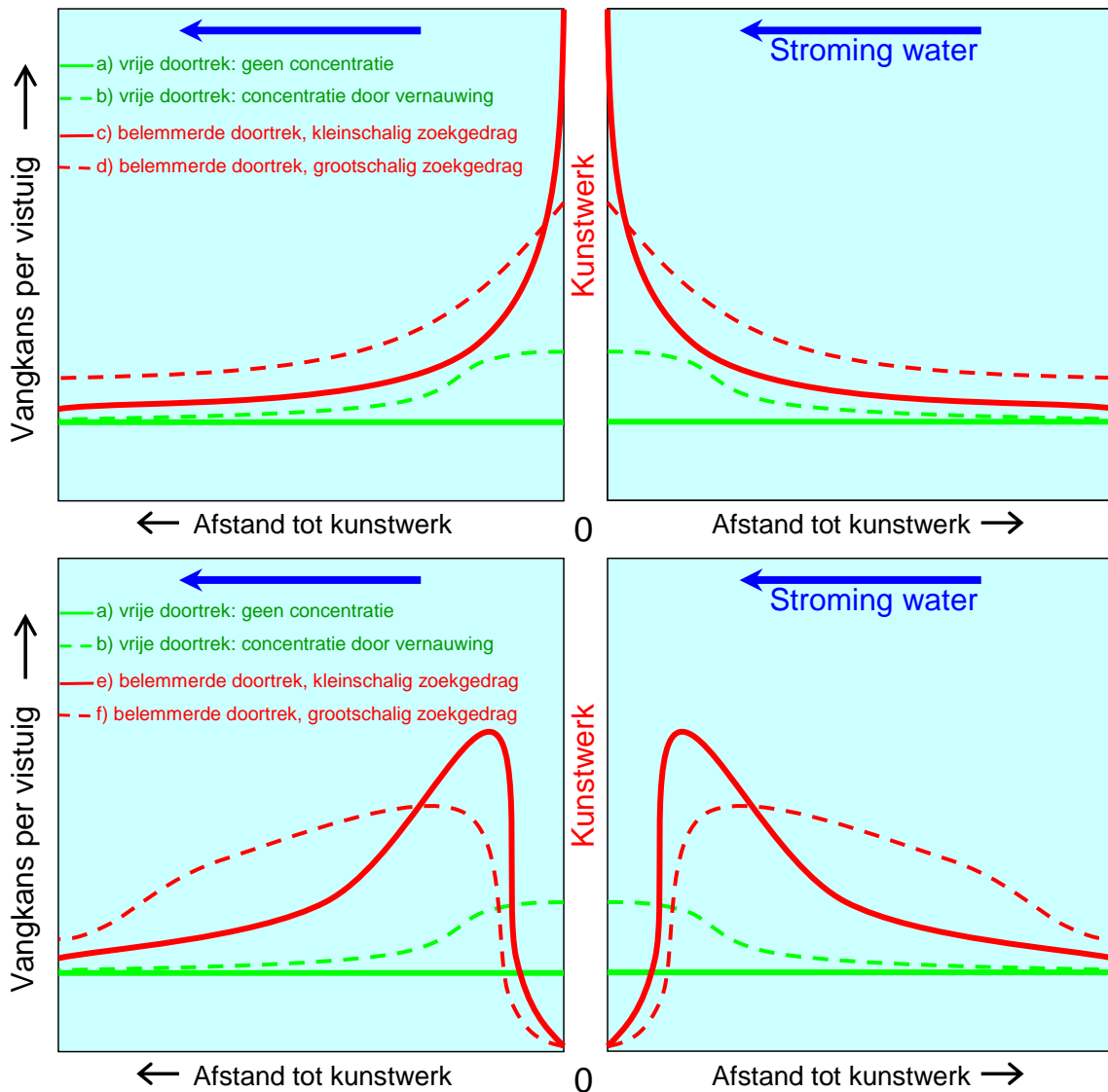
Wanneer de doortrek onbelemmerd in een overal even breed watersysteem plaatsvindt, zal de vangkans per vistuig overal precies even groot zijn, of de vis zich nu in stroomopwaartse of stroomafwaartse richting begeeft (lijn a in Figuur 5).

Wanneer de vis vrije doortrek heeft, maar er een vernauwing van het watersysteem optreedt (zie Figuur 2), dan zal de vangkans per vistuig plaatselijk in de vernauwing toenemen (curve b in Figuur 5). Wanneer een kunstwerk geen enkele belemmering heeft op de doortrek en er alleen lokaal vernauwing optreedt zal ook hier curve b van toepassing zijn, bijvoorbeeld in stroomafwaartse richting bij geopende spuisluizen.

Als trekvis belemmerd wordt in zijn doortrek, zal er door zoekgedrag een lokaal toenemende concentratie van trekvis ontstaan. Wanneer lokale omstandigheden direct in de nabijheid van de barrière het toelaten om de barrière heel dicht te naderen en er een sterke attractie van de omstandigheden direct bij de barrière uitgaan, kan de vangkans per vistuig zeer sterk toenemen met afnemende afstand tot het kunstwerk, met name wanneer er nauwelijks zoekgedrag plaats vindt, of op hele kleine ruimtelijke schaal (curve c in Figuur 5). Als er zoekgedrag plaats vindt op grotere ruimtelijke schaal zal deze exponentiële curve afvlakken direct bij het kunstwerk, maar zullen de vangkansen per vistuig relatief hoger blijven liggen op grotere afstand van het kunstwerk (curve d in Figuur 5).

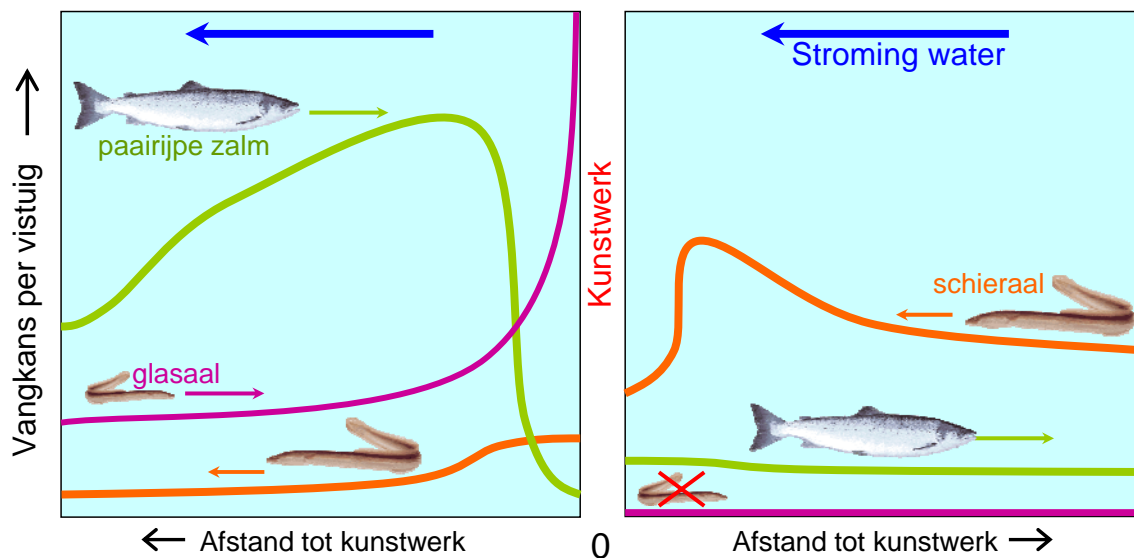
Bij een aantal typen kunstwerken, kan tijdelijk of permanent een zone met zeer ongunstige omstandigheden in de directe nabijheid van het kunstwerk voorkomen. Hierbij valt in stroomopwaartse richting te denken aan een zone met zeer hoge stroomsnelheden, of veel turbulentie direct benedenstrooms van bijvoorbeeld stuwen, gemalen, waterkrachtcentrales of geopende spuisuizen. Vis kan zich hierin ofwel niet begeven omdat het onvoldoende zwemcapaciteit heeft, ofwel omdat het veel energie kost en hooguit zeer kortstondig zich in deze zone kan begeven. In stroomafwaartse richting valt te denken aan zeer hoge stroomsnelheden bij de ingang van waterkrachtcentrales of gemalen. Trekvis die in deze zone 'gevangen' wordt kan zich hierin niet handhaven, maar heeft geen andere optie dan kortstondig in de zone aanwezig te zijn alvorens in het kunstwerk te 'verdwijnen'. In

dergelijke zones zal de vangkans per vistuig relatief gezien zeer laag zijn. Zoekgedrag zal dan voornamelijk direct buiten deze zone plaatsvinden (curve e en f in Figuur 5 voor respectievelijk zoekgedrag op kleinere en grotere ruimtelijke schaal).



*Figuur 5. Hypothetisch verloop van verschillende scenario's van vangkans per vistuig in relatie tot de afstand tot een kunstwerk of doorgang (zowel onnatuurlijk of natuurlijk). In de bovenste panelen zijn de omstandigheden in directe nabijheid van de barrière gunstig voor trekvis om zich in te begeven. In de onderste panelen zijn de omstandigheden direct nabij het kunstwerk ongunstig voor trekvis om zich langdurig in op te houden. De linkerpanelen geven verschillende scenario's stroomafwaarts, de rechter panelen stroomopwaarts van kunstwerken of doorgangen in watersystemen. Het type curve kan sterk variëren voor verschillende vissoorten, type kunstwerken, richting van migratie en variërende omstandigheden in de tijd (zie tekst voor verdere toelichting).*

Om deze relatief 'abstracte' functionele curves en benadering te verduidelijken is in Figuur 6 aan de hand van een drietal voorbeelden van migrerende trekvis die een kunstwerk nadert en wil passeren gegeven: stroomwaarts trekkende volwassen zalm, stroomopwaarts trekkende glasaal en stroomafwaarts trekkende schieraal.



Figuur 6. Drie voorbeelden van verwachte vangkansen voor zalm, glasaal en schieraal in de nabijheid van een kunstwerk, zie tekst hieronder voor uitleg.

- 1) De vangkans per vistuig van stroomopwaarts trekkende paairijpe zalm (groene curve van links naar rechts) bij nadering van een barrière, die in dit geval hoge stroomsnelheden met veel turbulentie kent direct benedenstrooms van de barrière (bijvoorbeeld een stuw met groot verval en veel debiet) en daardoor ongeschikt is om zich langdurig in te begeven. Vervolgens wordt geconfronteerd met een moeilijk vindbare vispassage. Daarna is bovenstrooms het watersysteem iets vernauwd direct bij het stuw-vistrap complex, en vervolgens verder vrij optrekbaar. Zalm is een soort die intensief en relatief grootschalig zoekgedrag vertoont. De vangkans zal in een dergelijke situatie van links naar rechts door het migratietraject heen waarschijnlijk eerst toenemen tot de zone met ongunstig hoge stroomsnelheden, hier snel afnemen. Een deel van de zalm vindt uiteindelijk toch de ongunstig gelegen vispassage, waardoor de vangkans per vistuig bovenstrooms van het complex relatief laag is, en alleen door het effect van de vernauwing direct bovenstrooms licht verhoogd.
- 2) De vangkans per vistuig van stroomopwaarts trekkende glasaal (paarse curve van links naar rechts). Glasaal benadert in dit fictieve voorbeeld een niet passeerbare barrière bijvoorbeeld een volledig en langdurig gesloten sluisdeur die het zoete binnenwater van het zoute zeewater scheidt, die tot op zeer dichtbij te benaderen is door gebrek aan sterke stroming. Door selectief getijden transport hopen zich steeds meer glasalen op direct voor de sluisdeur (aantal neemt exponentieel toe), terwijl deze glasalen in dit voorbeeld slechts op geringe schaal zoekgedrag vertonen. Geen van de glasalen slaagt er in om deze sluisdeur te passeren en de vangkans stroomopwaarts van deze barrière blijft dus nul. In de praktijk blijkt een deel van de glasaal zelfs bij gesloten sluisdeuren, vaak via lekwater of kleine openingen in de sluisdeur naar binnen te komen tijdens hoogwater (zoals blijkt uit video-opnamen die T. Bult bij de Bergdiepse Sluizen in de Oosterschelde heeft gemaakt). Daarnaast kan er door onzorgvuldig sluisbeheer zout water instromen (Dekker, 2004).
- 3) De vangkans per vistuig van stroomafwaarts trekkende schieraal (oranje curve van rechts naar links). In dit voorbeeld benadert de uittrekkende schieraal een waterkrachtcentrale. Bij nadering van de waterkrachtcentrale vertoont de schieraal aarzelend en terugzwemmend gedrag in respons op bijvoorbeeld het geluid of de trillingen die op afstand van de turbines te merken zijn, de vangkans per vistuig neemt toe. Na zoekgedrag en aarzeling komen ze uiteindelijk toch te dichtbij en geraken in een zone waar de stroomsnelheden zo hoog zijn dat ze niet de zwemcapaciteit hebben om hier tegen in te zwemmen en dus geen andere optie hebben dan met de stroom mee de waterkrachtcentrales via de draaiende turbines te passeren, hier neemt de vangkans per vistuig drastisch af. Een deel van de schieraal zal bij passage dodelijk verwond worden door de turbinebladen, vandaar dat de vangkans per vistuig bij de benedenstroomse uitgang van de waterkrachtcentrale iets lager weer begint dan deze stroomopwaarts bij de instroomopening eindigde. Na passage van het relatief smalle uitstroomkanaal van de waterkrachtcentrale bereikt de schieraal de bredere hoofdstroom zonder verdere barrières, vandaar dat de vangkans in het smallere uitstroomkanaal iets hoger is dan verder stroomafwaarts in de hoofdstroom gelijk blijft.

### Verschillende typen vangstuigen

De laatste factor die de vangkans per vistuig bepaalt is uiteraard de aard en type van het vistuig. We kunnen hierbij onderscheid maken in twee categorieën visserijen:

- commerciële of beroepsvisserij.
- sportvisserij.

Daarnaast is er onderscheid te maken in:

- 'passieve' 'staande' vistuigen waar vis actief in moet zwemmen'.
- 'actieve' 'gaande' vistuigen die actief vis 'zoeken'.

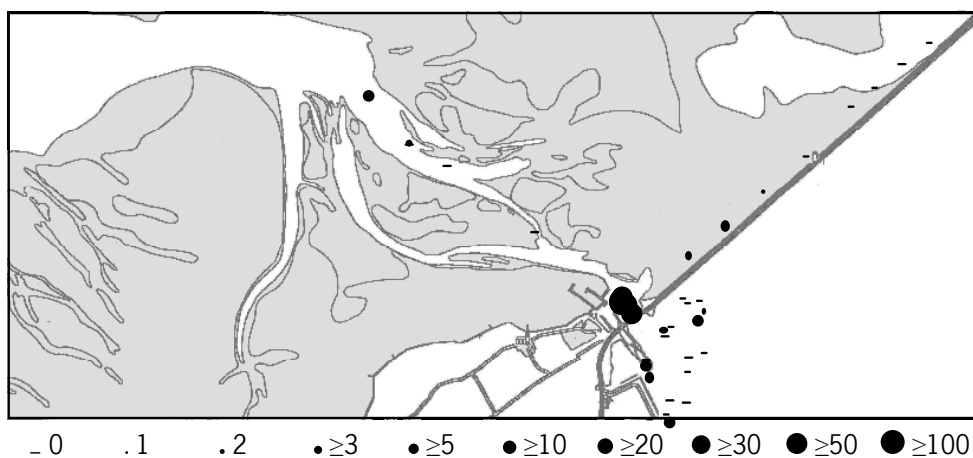
Veelgebruikte passieve vistuigen zijn fuiken en staand want, zowel door de beroepsvisserij in zoete en zoute water als binnen de recreatieve kustvisserij. Daarnaast wordt er commercieel met ankerkuilen op de Maas bij Lith en Linne en op het IJsselmeer met beaasde kistjes en hoekwant gevist op paling. Bij passieve vistuigen is de vangst per vistuig niet alleen afhankelijk van de omvang van de ter plaatse voorkomende populatie, maar ook van de activiteit van vis. Hoe intensiever er rond gezwommen wordt door trekvis hoe groter de vangkans.

De meest gebruikte commerciële actieve vistuigen zijn sleepnetten (met name in zoute wateren), en zegens. Hiermee wordt vis actief gezocht en zal dus voornamelijk afhangen van de omvang van de ter plaatse voorkomende populatie en veel minder van de activiteit van vis.

De recreatieve sportvisserij vindt plaats met hengels. Dit kan zowel passief met stilliggend aas zijn, als actief met bijvoorbeeld kunsttaas.

Voor alle vistuigen geldt dat deze een soort- en lengtespecifieke selectiviteit heeft. Bij netwerk speelt de maaswijdte een grote rol. Vis die door de mazen heen kan zwemmen wordt uiteraard vrijwel niet gevangen. De meeste aalfuiken hebben een gestrekte maaswijdte van 20 mm. Zegens en vooral staand want hebben vaak een veel grotere maaswijdte. Bij beaasde haken of kunsttaas zal de vangkans per vistuig afhangen van de neiging om te foerageren danwel aan te vallen.

In het vorig jaar verschenen IMARES-rapportage "Bijvangst van salmoniden en overige trekvisen vanuit een populatieperspectief" worden al deze vistuigen uitvoerig besproken, en is een inventarisatie gemaakt van gegevens over vangstinspanning en overleving (Jansen *et al.*, 2008). Deze bevindingen zullen in de discussie aan het eind van deze rapportage worden meegenomen en besproken in het licht van de kwetsbaarheid van trekvis voor (bij)vangst nabij kunstwerken. Voor meer detail en informatie over de verschillende visserijen wordt naar deze rapportage verwezen.

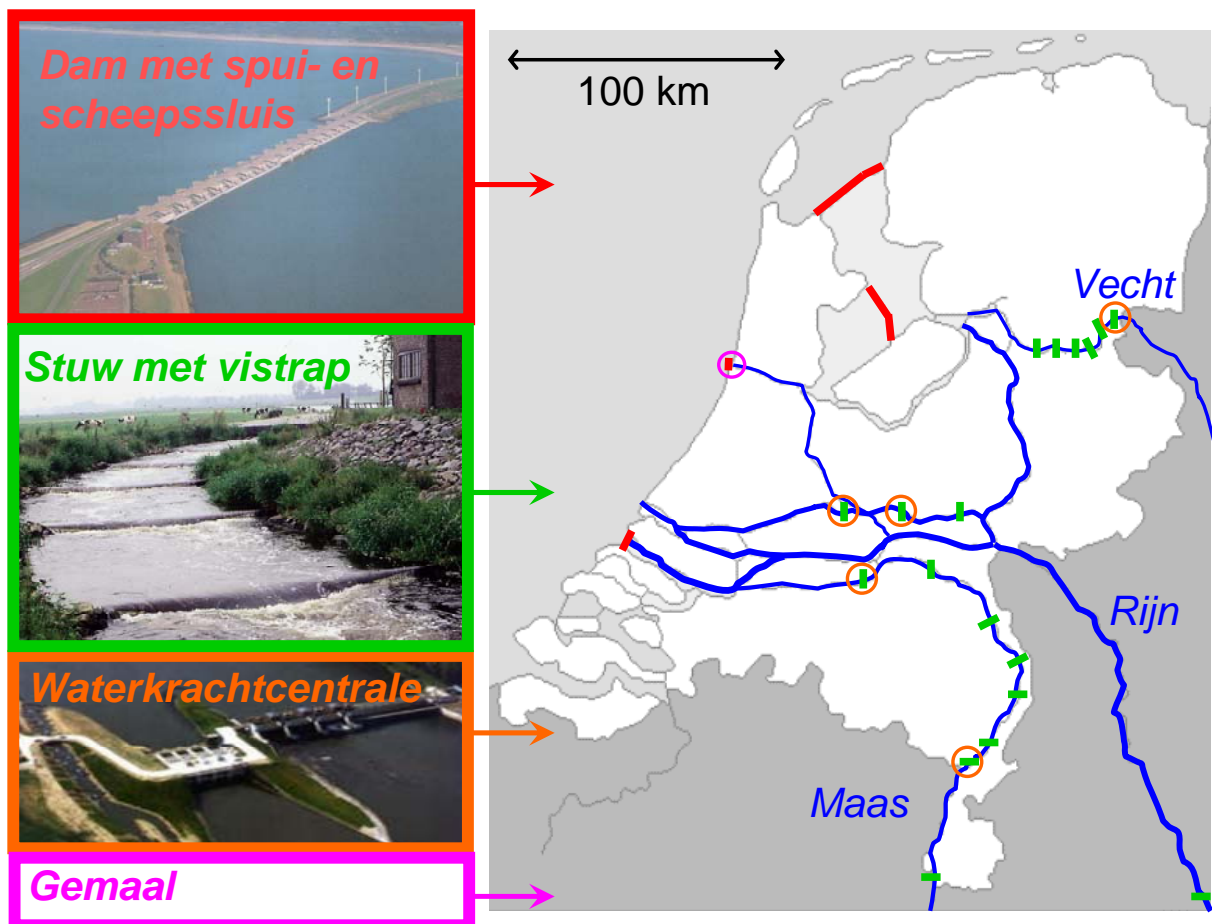


De verspreiding van de glasaal bij Den Oever in voorjaar 2000 toont een grote concentratie net buiten de sluisen, en veel lagere aantallen op de Waddenzee en in het IJsselmeer. (Dekker & van Willigen 2000)



### 3 Kunstwerken en trekvis in de Nederlandse rijkswateren

Veel watersystemen in Nederland zijn flink veranderd door waterstaatkundige ingrepen. Ten behoeve van het waterbeheer, scheepvaart en bescherming tegen overstroming zijn vele kunstwerken aangelegd.



Figuur 7. Overzicht van de belangrijkste kunstwerken die migratiebarrières voor trekvis kunnen vormen in de grotere Nederlandse watersystemen.

Door de bouw van de Afsluitdijk en uitvoering van de Deltawerken zijn de meeste natuurlijke estuaria in Nederland veranderd in abrupte zoet-zout overgangen die moeilijk of niet passeerbaar zijn voor vis die van zee het zoete water willen intrekken. Daarnaast vormen ook de vele kleinere uitwateringsluizen en gemalen, die het overtollige zoetwater van het meestal beneden zeeniveau achter dijken gelegen binnenland naar buiten laten, een barrière voor migrerende vis. In toenemende mate worden er maatregelen genomen om de migratie van trekvis te faciliteren, bijvoorbeeld door de aanleg van vistrappen, hevelpassages of aalgoten (Jager, 1999; Winter, 2007b; Winter *et al.*, 2005). Meestal, maar zeker niet altijd, wordt de aanleg van een vispassage gevolgd door bemonsteringen om te bepalen of vis hiervan gebruik maakt en zo ja, welke soorten en wanneer. Over de omvang van de hoeveelheid vissen aan de zeezijde die gemotiveerd is om naar binnen te trekken en het deel dat hierin slaagt is niets bekend. De effectiviteit van deze oplossingen is momenteel dan ook niet aan te geven. Naast de aanleg van passages zijn er ook mogelijkheden om middels aangepast sluisbeheer de intrek mogelijkheden te vergroten, zoals bijvoorbeeld bij de 'kier'-plannen voor de Haringvlietsluizen. Het uiteindelijke doel van deze maatregelen is het herstellen van populaties trekvis. Deze soorten die zowel zout- als zoetwater benutten tijdens verschillende fasen van hun levenscyclus zijn in de Nederlandse wateren als populatie vaak ofwel in het verleden verdwenen, zoals zalm, steur, elft en houting danwel bedreigd, zoals fint, zeeprik en zeeforel. Genoemde soorten spelen dan ook een belangrijke rol binnen de EU-Habitatrichtlijn. Daarnaast zal een herstel van

deze populaties in rivierstroomgebieden sterk positief werken op de uitkomst van de ecologische beoordeling die verplicht is binnen de EU-Kaderrichtlijn Water en waarbinnen vis een belangrijke plaats inneemt. Vaak wordt een herstel van alle soorten trekvisseren verwacht wanneer intrekbarrières worden verminderd. Dit is echter sterk afhankelijk van andere bottlenecks die spelen binnen het voltooiën van de levenscyclus van elke soort afzonderlijk. Kennis van de biologie achter elke trekvissoort is dus essentieel voor het duiden van migratiegedrag en habitatkeuze nabij kunstwerken, zowel bij zoet-zout overgangen als verder stroomopwaarts in de zoete delen van stroomgebieden. In deze rapportage worden alleen de grotere wateren die een belangrijke doortrekfunctie vervullen voor diadrome trekvisseren beschouwd. Veel van de algemene principes gaan echter ook op voor het enorme scala aan kunstwerken in kleinere wateren als beken, kanalen, vaarten, polderwateren, sloten etc., zij het vaak op andere schaal en deels met andere vissoorten.

### **Belang van zoet-zout overgangen voor populaties trekvisseren**

Voor een aantal diadrome riviertrekvissoorten spelen zoet-zout overgangen in het Nederlandse deel van het stroomgebied alleen een rol als doortrekhabitat (corridor), waaraan weinig specifieke eisen aan worden gesteld anders dan dat deze zonder negatieve gevolgen passeerbaar is:

**Zalm *Salmo salar*:** De spectaculaire paaitrek van de open oceaan naar de bovenlopen van rivieren is zeer bekend. Alle vrouwtjes en het overgrote deel van de mannetjes zijn afhankelijk van grootschalige migratie. Een klein deel van de mannetjes blijft op de rivier om vermold als kleine juvenielen (zogenaamde 'sneakers') een deel van de eitjes te bevuchten. In de eerste helft van de 20ste eeuw zijn de zalmpopulaties van de rivieren die door Nederland stromen uitgestorven door een optelsom van overbevissing, waterverontreiniging, aanleg van stuwen en dammen en habitatverlies (de Groot, 2002). Omdat zalm een zeer sterk terugkeergedrag naar dezelfde rivier vertoont ('homing') en het daardoor lang kan duren voordat de Rijn weer geherkoloniseerd was, is er gekozen voor een herintroductie nadat de waterkwaliteit sterk was verbeterd en vele obstakels passeerbaar waren gemaakt met vistrappen. Inmiddels trekken er weer minimaal honderden zalmen de Rijn op (Jansen *et al.*, 2008) en wordt er succesvol gepaaid, maar in hoeverre de populatie nog afhankelijk is van uitzettingen is onbekend.

**Zeeprik *Petromyzon marinus*:** De zeeprik heeft een bizarre levensloop. Ze paaien op grindbeddingen in rivieren, waarna de larven als ingegraven filterfeeders in de slib- en zandrijke delen van het zoete water in 6-8 jaar tijd tot slechts 15 cm uitgroeien. Daarna trekken ze naar zee om als parasiet vastgezogen aan vis in anderhalf jaar uit te groeien tot 60-100 cm. Dan trekken ze terug naar rivieren waarbij ze zich oriënteren op een speciale geurstof (feromoon) die de ingegraven larven uitscheiden. Ze trekken dus 'erkend goede' rivieren op, maar dit hoeft niet noodzakelijkerwijs hun geboorterivier te zijn. Na het paaien sterven ze.

**Rivierprik *Lampetra fluviatilis*:** De levensloop van de rivierprik is heel vergelijkbaar met de zeeprik. Alleen de zoetwaterfase duurt iets korter en ze groeien uit tot 35-45 cm tijdens de zee fase. Voor het paaien wordt naast grind ook zandbeddingen benut. Beide soorten prikken zijn wel achteruitgegaan, maar nooit helemaal verdwenen uit de Nederlandse rivieren. Vanaf de negentiger jaren zijn ze weer iets talrijker geworden, met name rivierprik.

Andere trekvissoorten benutten zoet-zout overgangen zowel als doortrekgebied als opgroeigebied tijdens een specifieke levensfase. Deze soorten stellen dus veel hogere eisen aan de kwaliteit en dynamiek van estuaria en brakwaterzones:

**Houting *Coregonus oxyrhynchus*:** Ook deze soort, die in de grindrijke bovenlopen van rivieren paait en opgroeit in estuaria en langs de kust, is verdwenen uit de Maas- en Rijnstroomgebieden. Slechts een kleine populatie in een Deens riviertje heeft zich kunnen handhaven. Exemplaren van deze populatie zijn gebruikt voor kweek- en herintroductieprogramma's in verschillende rivieren die in de Noordzee uitkomen, waaronder de Lippe, een zijrivier van de Rijn. Inmiddels wordt een steeds groter aantal houtingen aangetroffen bij de Afsluitdijk en het Haringvliet (Winter, de Leeuw & Bosveld, 2008).

**Elft *Alosa alosa*:** Deze grote haringachtige, die in het voorjaar de rivieren optrekt om te paaien, is in de loop van de 20ste eeuw eveneens verdwenen uit onze rivieren. Voor de juvenielen zijn goed functionerende estuaria noodzakelijk. Recentelijk zijn weer enkele 'verdwaalde' exemplaren in Nederland aangetroffen. Dit jaar is een herintroductie-programma gestart in het Duitse deel van de Rijn. Hierbij worden grote aantallen jonge gekweekte elft uitgezet. Als dit succesvol is zou de elft weer kunnen toenemen in de komende periode.

**Fint *Alosa fallax*:** De fint lijkt veel op de elft maar is slanker en wordt iets minder groot. Deze soort paait in het zoetwatergetijdengebied, waarna de eieren en larven zich verder ontwikkelen in estuaria. Als paai populatie in het stroomgebied van de Maas en Rijn is de soort verdwenen na de sluiting van de belangrijkste zeearmen. De fint wordt nog wel veelvuldig aangetroffen langs onze kust. Er lijkt af en toe succesvolle paai te zijn in het Eems-Dollard estuarium (Bosveld, 2009; Kleef & Jager, 2002).

De laatste categorie trekvissen zijn de soorten die meerdere migratiestrategieën hebben en daardoor als soort iets minder afhankelijk van zoet-zoutovergangsgebieden zijn:

**Forel *Salmo trutta*.** Elk individu binnen forelpopulaties kan zich afhankelijk van de lokale rivieromstandigheden ontwikkelen tot 'beekforel', die zijn hele levenscyclus in de bovenlopen voltooit, of tot 'zeeforel' die naar zee trekt, daar uitgroeit tot een veel groter formaat (tot maximaal 1 m) en vervolgens terugkeert om te paaien. De 'beslissing' om naar zee te gaan hangt met name af van de gerealiseerde groei tijdens de eerste levensjaren. Deze 'besliskriteria' zijn genetisch bepaald en kunnen sterk verschillen van stroomgebied tot stroomgebied. Tussen beekforellen en zeeforellen van dezelfde rivier zijn geen genetische verschillen, wel tussen forellen van verschillende riviersystemen. Het migrerende deel van forelpopulaties benut de zoet-zout overgangen als doortrekstation en daarnaast ook als voedselhabitat. Zeeforel is in tegenstelling tot zalm die ver op de oceanen buiten de Noordzee foerageert, vooral een kust- en estuaria-'afschuimer'. Omdat de 'beekforellen' zich in een aantal bovenlopen van de zijstromen van de Maas en Rijn hebben kunnen handhaven is de 'zeeforel', anders dan de zalm, nooit verdwenen uit deze stroomgebieden (de Groot, 2002).

**Paling *Anguilla anguilla*.** Paling of aal is een mysterieuze trekvis die ver op de oceaan paait (vermoedelijk de Sargassozee). Als glasaaltjes van 7 cm trekken de meesten het zoete water binnen, al verblijft een (onbekend) deel de rest van de groeifase in zoutere habitats in estuaria en langs kusten achter. De paling gaat in heel zijn verspreidingsgebied al decennia lang sterk in aantal achteruit (Dekker, 2004), waarschijnlijk door een optelsom van menselijke ingrepen en invloeden zoals verontreiniging, overbevissing, aanleg van dammen en stuwen, verlies aan achterland, exotische parasieten of waterkrachtwinning. De relatieve bijdrage van al deze effecten is nog onvoldoende bekend.

**Spiering *Osmerus eperlanus*.** Oorspronkelijk trok de spiering in grote aantallen de estuaria in om in de benedenlopen van onze rivieren te paaien. Na de afsluiting van de Zuiderzee ontstond een grote populatie spiering, de zogenaamde 'binnenspiering' die zijn volledige cyclus op zoetwater voltooit en al na een jaar geslachtsrijp wordt (7-10 cm). Het merendeel van de binnenspiering wordt ook niet veel ouder dan een jaar. De migrerende variant is pas na twee of drie jaar geslachtsrijp en wordt aanmerkelijk groter (tot 25 cm). Merkwaardig genoeg heeft zich op het Hollandsch Diep en Haringvliet niet of nauwelijks een binnenspieringpopulatie ontwikkeld na afsluiting.

**Driedoornige stekelbaars *Gasterosteus aculeatus*.** Deze soort is in staat om zeer uiteenlopende omstandigheden te benutten. Als een van de zeer weinige vissoorten kan er zowel in zout- als zoetwater succesvol gepaaid worden. Er zijn standpopulaties in zowel estuaria als zoetwater, maar ook trekkende varianten die van zee naar zoetwater trekken om te paaien.

**Bot *Platichthys flesus*.** De bot paait op zee waarna de larven zich in estuaria en benedenlopen van rivieren vestigen om daar op te groeien. Omdat de soort ook in iets zoutere milieu's kan opgroeien is de afhankelijkheid van passeerbare zout-zout overgangen geringer dan bij de eerste twee categorieën trekvissen. Dit neemt niet weg dat de populatie in aanwezigheid van goed functionerende estuaria veel groter zal zijn.

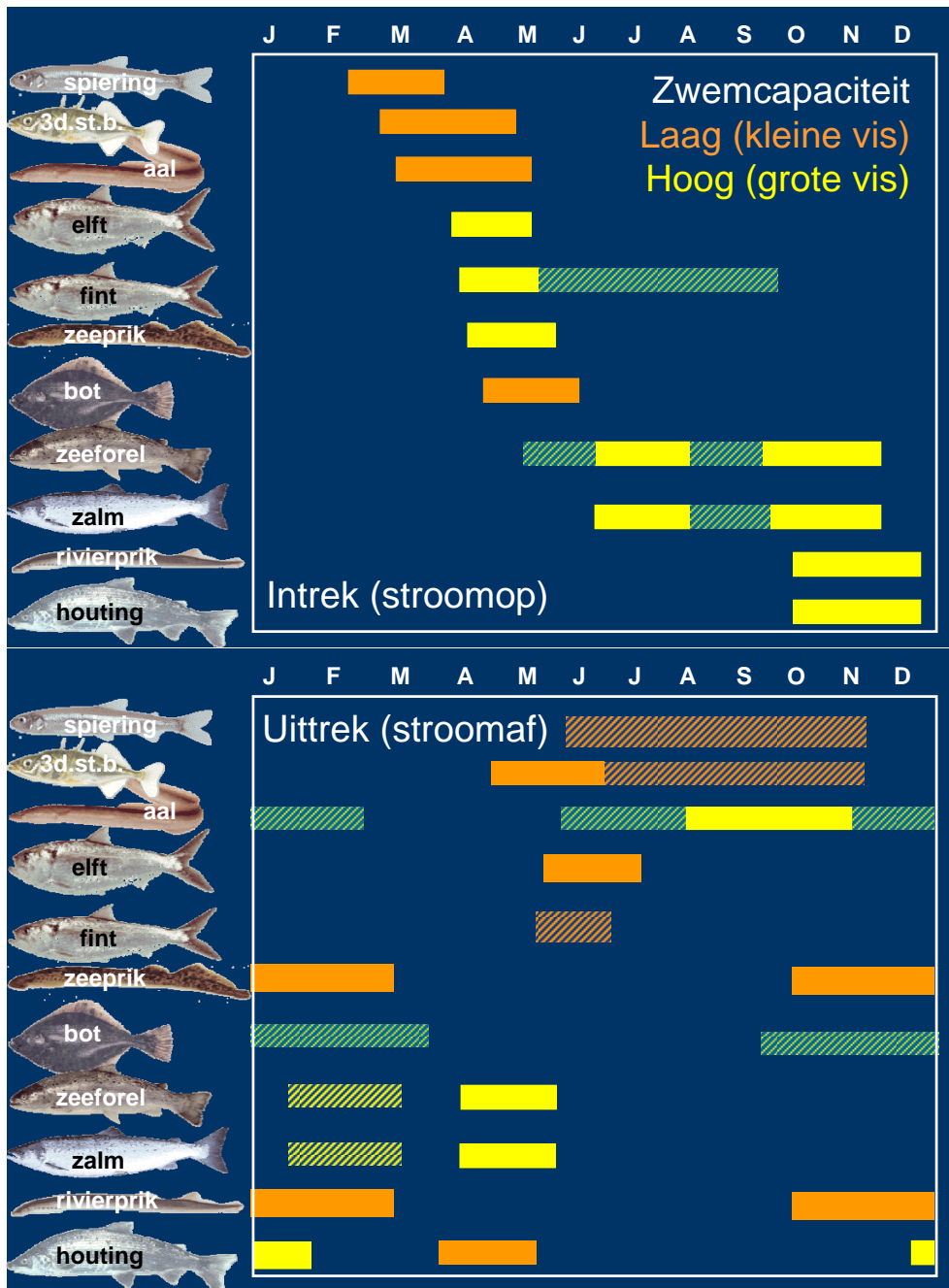
Een schematisch overzicht met het belang van en de eisen die de verschillende soorten stellen aan zoet-zout overgangen is weergegeven in Figuur 8.

### Passeerbaarheid van kunstmatige zoet-zout overgangen en stroomopwaartse migratiebarrières

De passeerbaarheid van kunstwerken hangt sterk af van de soortspecifieke zwemcapaciteit, de levensstadia en de timing gedurende het jaar (Figuur 9).



*Figuur 8. Het belang van zoet-zoutovergangsgebieden voor de diverse 'rivertrekvis' is gepositioneerd langs een 'corridor'-as en een 'habitat'-as. Wanneer maatregelen in zoet-zoutovergangen zich vooral beperken tot de vergroting van de intreikbaarheid is de te verwachten effectiviteit het grootst voor de soorten linksboven in de grafiek (corridor-functie van groot belang voor alle individuen binnen een populatie). De soorten rechtsboven in de grafiek stellen de hoogste eisen aan zowel de kwaliteit van corridors als habitats in zoet-zoutovergangen. Een herstel van trekvissoorten is natuurlijk ook afhankelijk van eventuele andere bottlenecks die tijdens het voltooien van de levenscyclus kunnen optreden. Ter illustratie is ook harder weergegeven. Deze soort dringt soms tot diep in zoete systemen door, maar voor de voltooiing van de levenscyclus is het passeren van zoet-zout overgangen of barrières danwel van het benutten van brakke of zoete habitats niet noodzakelijk voor deze zeevis en deze is dan ook linksonder in de plot gepositioneerd.*



*Figuur 9. Intrekperiodes (bovenste paneel) en uittrek (onderste paneel) van de verschillende soorten diadrome trekvis gedurende de maanden van het jaar. Bijvoorbeeld de 'kleinere' soorten driedoornige stekelbaars en spiering hebben een geringe zwemcapaciteit en kunnen alleen lage stroomsnelheden overwinnen. Ditzelfde geldt voor bot en paling die naar binnen trekken als juvenielen. Andere soorten als volwassen zeeforel, zalm, houting, elft en fint hebben een veel grotere zwemcapaciteit. Perioden waarin wel migratie plaatsvindt maar die van minder belang voor de populaties zijn gearceerd weergegeven.*



## 4 Case studies rond kunstwerken in rivieren en estuaria in Nederland

### 4.1 Selectie van de locaties

Er is een selectie gemaakt van locaties waarvoor onderzoeksgegevens beschikbaar waren die gebruikt konden worden om inzicht te krijgen in vangkansen en zoekgedrag van trekvis nabij kunstwerken. Er is gescreend op alle trekvissoorten, maar het zwaartepunt van de focus ligt op zalm, zeeforel en paling. IMARES beschikt over verschillende lang lopende monitoringsreeksen die in de rivieren, IJsselmeer, rond zoet-zoutovergangen en in de kustzone wordt uitgevoerd (Jansen *et al.*, 2008). Daarnaast zijn er diverse telemetrie-onderzoeken naar migratiegedrag van zalm, zeeforel en schieraal beschikbaar (bij de Vaate *et al.*, 2001; Jurjens, 2006; Winter *et al.*, 2006a). Op een aantal locaties zijn ook onderzoeken van andere adviesbureaus beschikbaar.

De keuze van de case studies is gemaakt op basis van de volgende criteria:

- Belang van de route voor trekvis (met name belangrijk voor paling, zalm en zeeforel)
- Beschikbaarheid van relevante data uit bestaande monitoring en/of onderzoeksprojecten
- Type watersysteem (met name zoet-zout overgangen en grotere rivieren)
- Type kunstwerken dat op de locatie aanwezig is (spuisluis, stuw,emaal, WKC, vistrap)

De volgende locaties zijn gekozen voor verdere uitwerking als case study (zie Figuur 10). Hierbij speelt de beschikbaarheid van data een grote rol. Dit betekent dus nadrukkelijk niet dat dit de enige locaties zijn die voor in- en doortrek van essentiële betekenis zijn:

Zoet-zoutovergangen:

- Kornwerderzand in de Afsluitdijk (dam met spuisluizen en een scheepssluis)
- Noordzeekanaal bij IJmuiden (scheepssluiscomplex met spuisluis enemaal)
- Haringvliet (dam met spuisluizen en scheepssluis)

Rivieren:

- Lek bij Hagestein (stuw met scheepssluis, waterkrachtcentrale en vistrap)
- Maas bij Lith (stuw met scheepssluis, waterkrachtcentrale en vistrap)
- Maas bij Linne (stuw met waterkrachtcentrale en vistrap)
- Overijsselse Vecht (serie van 6 stuwen met 6 vistrappen en 1 waterkrachtcentrale)



Figuur 10. De locaties die zijn geselecteerd als case studies

## 4.2 Kornwerderzand

### WOT-motoring Diadrome Vis

Sinds 2000, met uitzondering van 2004, wordt een monitoringprogramma van diadrome vis (trekvis) aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk uitgevoerd. Het programma wordt uitgevoerd door één visserijbedrijf met staande fuiken nabij de spuisluisen in de Afsluitdijk in Kornwerderzand. Tijdens twee periodes van ca 12 weken wordt in het voor- en najaar gevist op zeven fuiklocaties, waarvan vijf binnen de spuijkom, en twee daarbuiten (Tulp *et al.*, 2008). Omdat er met 7 fuiken op een vaste locatie wordt gevist met een gelijke vangstinspanning voor elk van de fuiken, is Kornwerderzand één van de weinige locaties binnen alle monitoringsprogramma's waar de vangst direct kan worden gerelateerd aan de afstand tot het kunstwerk (spuisluis in dit geval). Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat er in de fuiken buiten de spuijkom, om verdrinking van zeehonden in de fuiken te voorkomen, met keerwant wordt gevist en binnen de spuijkom zonder. Dit zou mogelijk de vangsten en vergelijkende analyse kunnen beïnvloeden. De vangstaantallen van alle soorten en de visserijinspanning worden genoteerd per lichte voor elke fuik apart. Hierbij wordt bij de meeste soorten in het veld onderscheid gemaakt in twee lengteklassen 'klein' en 'groot', waarbij de grenslengte tussen beide categorieën in principe gelijk staat aan de wettelijke minimummaat (Tulp *et al.*, 2008). Gebaseerd op de geregistreerde aantallen per soort en de duur dat de fuiken hebben gestaan (visserijinspanning) is de vangst per fuik per etmaal berekend. Daarnaast is voor elke fuik de kortste afstand via het water naar de spuisluis gemeten (Figuur 11). De meest dichtbij de spuisluis gelegen fuiklocatie 1 ligt op 80 m afstand (binnen de spuijkom), de meest veraf gelegen fuiklocatie 7 ligt op 2040 m (buiten de spuijkom) van de spuisluisen.



Figuur 11. Binnen het WOT-monitoringsprogramma "Diadrome vis" is bij Kornwerderzand gedurende 2000-2007 op 7 fuiklocaties de vangsten van trekvis geregistreerd aan de Waddenzijde van de Afsluitdijk. De 5 fuiklocaties binnen de spuijkom aan de Waddenzee-zijde zijn aangegeven in lichtblauw ("binnen spuijkom"), de 2 fuiklocaties buiten de spuijkom aan de Waddenzee-zijde zijn aangegeven in donkerblauw ("buiten spuijkom"). De fuiklocaties zijn in deze rapportage genummerd in volgorde van oplopende afstand tot de spuisluis en staan op respectievelijk ca. 80, 300, 540, 620, 650, 1780 en 2040 m afstand via het water gemeten naar de meest nabij gelegen spuisluis.

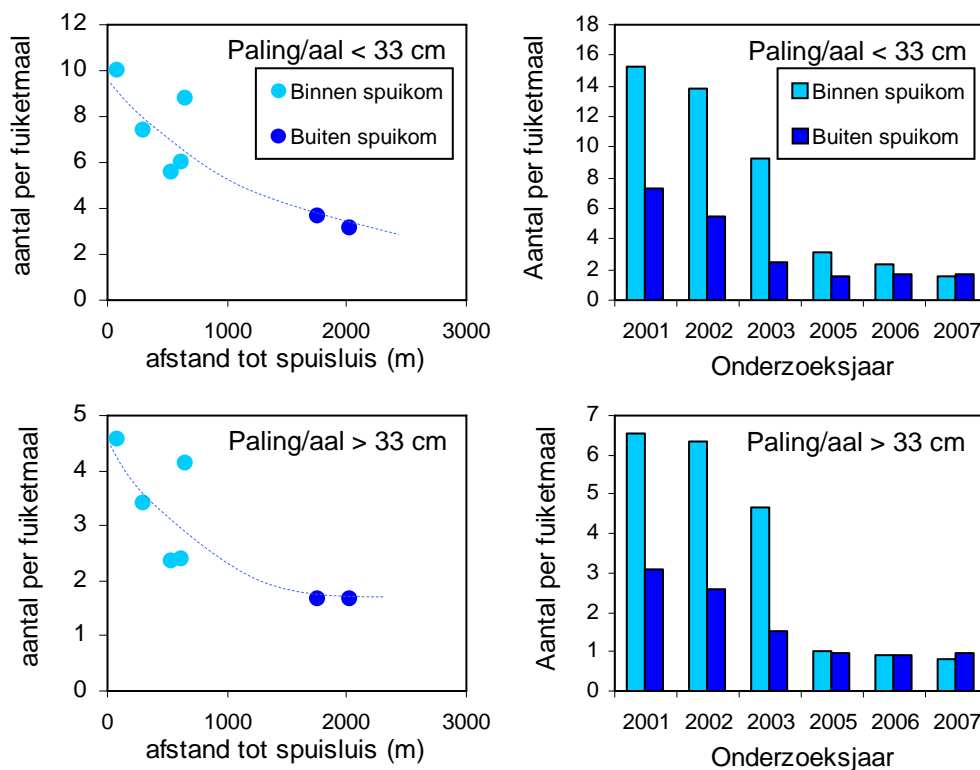




*Uitzicht op de geopende spuisluizen bij Kornwerderzand tijdens het spuien van overtollig zoetwater uit het IJsselmeer. De stroomafwaartse trek van vis van het IJsselmeer naar de Waddenzee is nu onbelemmerd. Stroomopwaartse trek vanuit de Waddenzee naar het IJsselmeer is nu alleen mogelijk als vis in staat is om de meestal hoge stroomsnelheden in de spuijoker te overwinnen.*

In totaal zijn er bij Kornwerderzand voor 10 diadrome riviertrekvissoorten voldoende aantallen gevangen om de relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis te onderzoeken. Hieronder worden de resultaten per soort besproken. Voor elk van de soorten wordt per fuiklocatie het gemiddeld gevangen aantal per fuiketmaal over de gehele periode 2000-2007 uitgezet tegen de afstand tot de spuisluizen. Door deze 7 gemiddelden per fuiklocatie wordt indicatief op het oog de best passende curve geplot, zoals die in Figuur 5 hypothetisch zijn weergegeven. Daarnaast wordt per onderzoeksjaar het gemiddelde aantal per fuiketmaal binnen de spuijoker (gemiddeld over 5 fuiklocaties) vergeleken met buiten de spuijoker (gemiddeld over 2 fuiklocaties). Voor een aantal soorten wordt onderscheid gemaakt in twee lengtecategorieën.

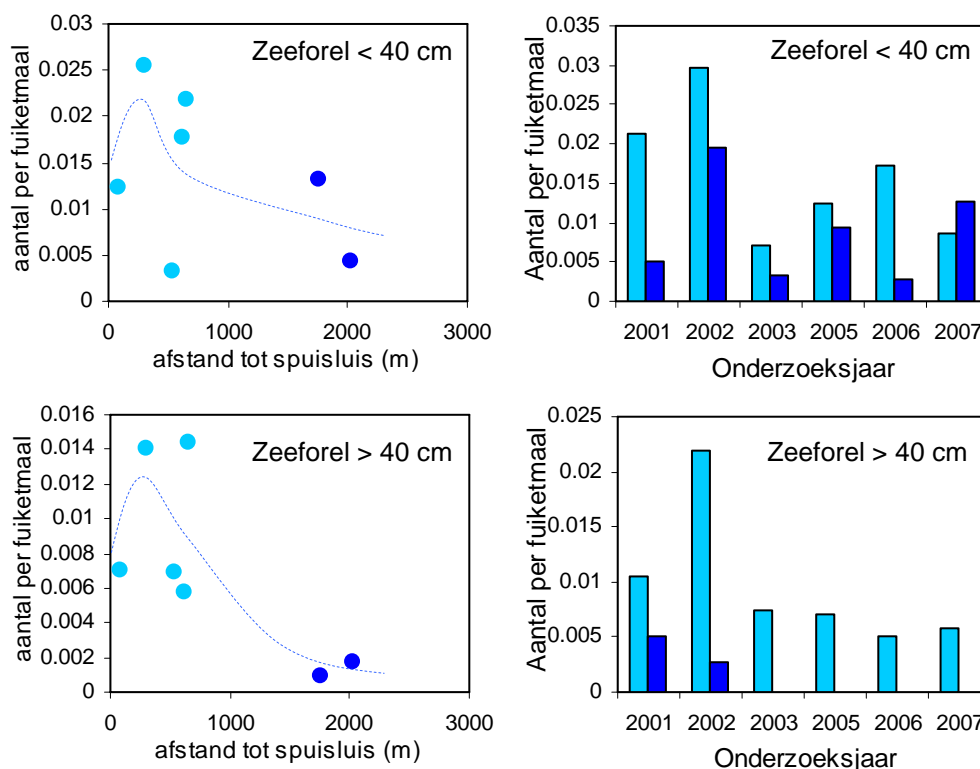
**Paling of aal** is onderscheiden in de lengteklassen < 33 cm en > 33 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuijoker per jaar is weergegeven in Figuur 12.



*Figuur 12. Gemiddeld aantal gevangen paling in relatie tot de afstand tot de spuisluizen te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuijoker (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

Beide lengte categorieën laten dezelfde patronen zien. Naarmate de afstand tot de spuisluis groter wordt nemen de gevangen aantallen paling af. Waarbij de vangsten van locatie 5 opvallend hoog zijn in vergelijking met de trend door de overige punten. Daarnaast nemen de gevangen aantallen paling geleidelijk af gedurende 2001-2007. Deze afname is het sterkst op de fuiklocaties binnen de spuirom. In 2001-2003 werden per fuiketmaal ongeveer twee keer zoveel paling binnen de spuirom dan buiten de spuirom gevangen. In 2005-2007 zijn deze aantallen ongeveer gelijk. Aangezien mannetjes bij ca. 35 cm schier kunnen worden en vrouwtjes bij 50 cm (Dekker, 2004), zal de eerste lengtecategorie uitsluitend uit rode aal (opgroeïende paling) bestaan. In de grootste lengte categorie zal een deel uittrekkende schieraal zijn. De intrekkende glasaal is veel te klein om met de gebruikte maaswijdte gevangen te worden. Paling kan zowel in zoet als zout water opgroeien. De aangetroffen paling kan dus bewust naar zee trekkende paling zijn (schieraal), onbedoeld uitgespoelde opgroeïende paling uit het IJsselmeer, maar ook lokaal in de Waddenzee opgroeïende paling. De hogere vangkans in de spuirom op een afstand van minder dan 700 m van de spuisluis kunnen dus niet eenduidig aan één factor worden toegeschreven. Het zal een optelsom zijn van uittrekkende schieralen die zich vanuit de spuirom verder verspreiden in de Waddenzee ('verdunning'), concentratie van onbedoeld uitgespoelde rode aal die gemotiveerd is om terug te keren naar het IJsselmeer en rode aal die lokale habitats in de Waddenzee bezetten om op te groeien.

**Zeeforel** is onderscheiden in een lengteklasse < 40 cm en > 40 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuirom per jaar is weergegeven in Figuur 13.

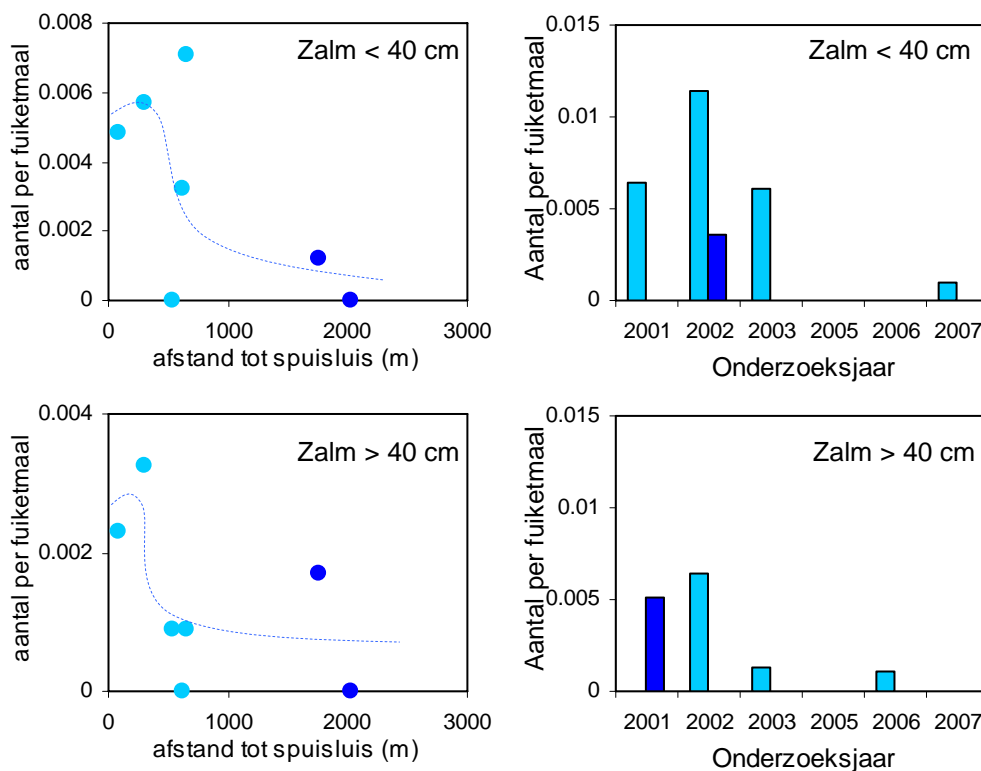


*Figuur 13. Gemiddeld aantal gevangen zeeforel in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuirom (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

De gevangen aantallen zeeforel zijn met enkele tientallen per jaar relatief klein (Tulp *et al.*, 2008). Uittrekkende jonge zeeforel (smolts) zijn veelal niet groter dan 25 cm. Terugkerende volwassen zeeforel zullen altijd groter dan 40 cm zijn. Dus de naar zee uittrekkende jonge zeeforel zal uitsluitend in de kleinste lengtecategorie voorkomen. Naar binnen trekkende volwassen zeeforel uitsluitend in de grootste lengtecategorie. Opgroeïende zeeforel foerageert langs kusten en in estuaria, dus in beide lengtecategorieën kunnen opgroeïende zeeforel voorkomen die lokaal foerageren en niet gemotiveerd zijn om te migreren. Bij beide lengtecategorieën zijn de gevangen

aantallen binnen de spuirom groter dan buiten, al geldt dit sterker voor de grotere zeeforel dan voor de kleinere. Aangezien uittrekkende smolts zich vrij kunnen verspreiden na de spuisluizen in stroomafwaartse richting te zijn gepasseerd en hier met name een 'verdunding' optreedt, terwijl voor binnentrekkende volwassen zeeforel een concentratie door belemmering van de intrek naar het IJsselmeer valt te verwachten, zijn de waarnemingen in lijn met wat verwacht kan worden. Wellicht speelt, met name voor de volwassen zeeforel, ook de aanwezigheid van keerwant in de twee fuiken aan de buitenzijde van de spuirom een rol in de lagere vangst per fuiketmaal.

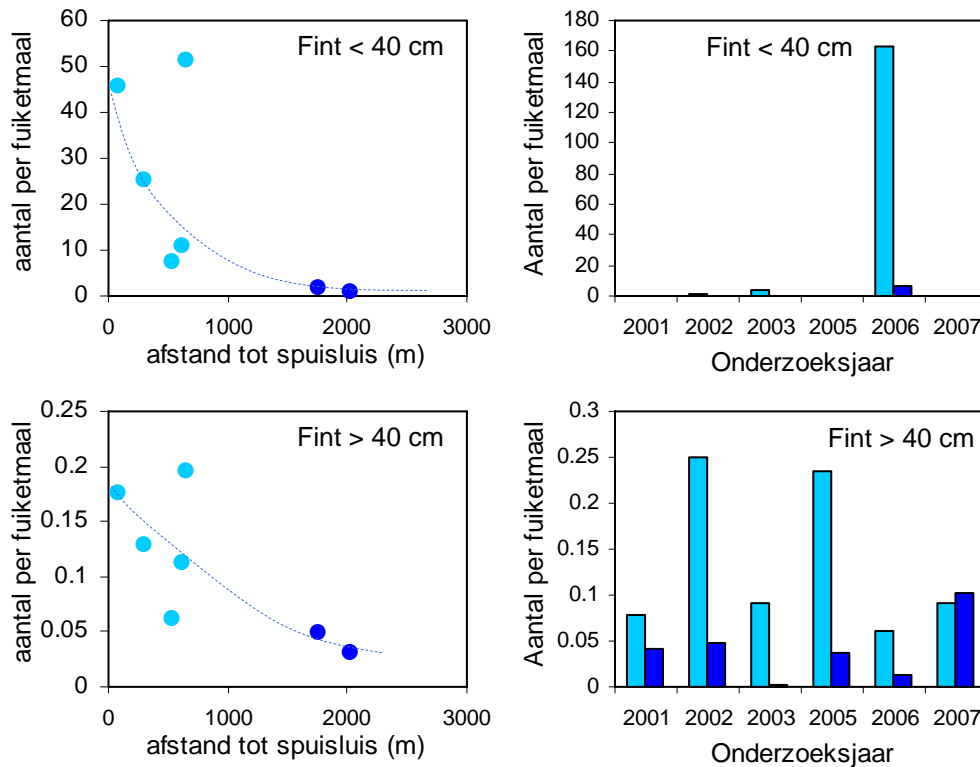
**Zalm** is onderscheiden in een lengteklasse < 40 cm en > 40 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuirom per jaar is weergegeven in Figuur 14.



*Figuur 14. Gemiddeld aantal gevangen zalm in relatie tot de afstand tot de spuisluizen te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuirom (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

De aantallen gevangen zalm zijn zeer laag, in de meeste jaren slechts enkele tot maximaal 14 in 2002. De patronen in Figuur 14 zijn gebaseerd op weinig exemplaren. Anders dan voor zeeforel liggen de mariene opgroeigebieden ver op de oceaan en zullen langs de Nederlandse kust uitsluitend uittrekkende smolts (kleinste lengtecategorie) of intrekkende volwassen zalm (grootste lengtecategorie) worden aangetroffen. Ook voor zalm zijn de vangsten binnen de spuirom hoger dan daarbuiten. Dit zal een optelsom zijn van zich 'verdundende' uittrekkende smolts en zich 'concentrerende' intrekkende volwassen zalm die belemmerd worden bij hun binnentrek. Daarnaast valt een effect van de aanwezigheid van keerwant in de twee fuiken buiten de spuirom, met name voor volwassen zalm, niet uit te sluiten.

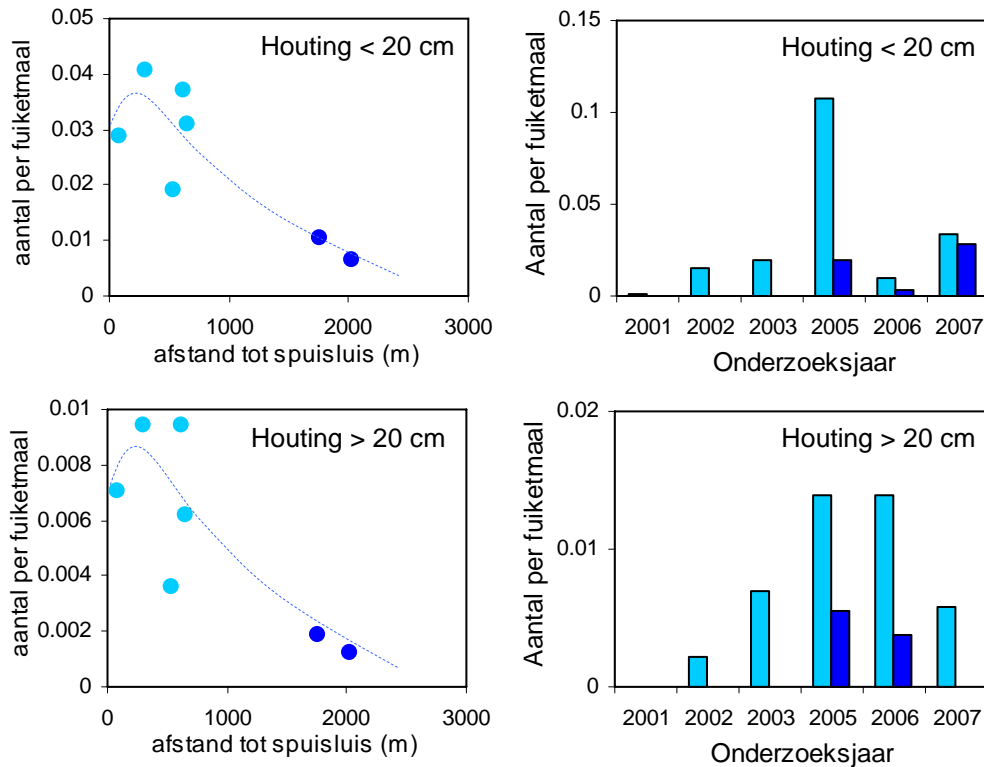
**Fint** is onderscheiden in een lengteklasse < 40 cm en > 40 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuirom per jaar is weergegeven in Figuur 15.



*Figuur 15. Gemiddeld aantal gevangen fint in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuirom (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

Fint wordt in zeer sterk wisselende aantallen gevangen bij Kornwerderzand. Met name in 2006 zijn grote aantallen jonge fint gevangen (gemiddeld 160 per fuiketmaal in de spuirom). Voor volwassen fint zijn de fluctuaties in aantallen geringer (Figuur 15). Beide lengtecategorieën laten een afname zien in de vangsten in relatie tot de afstand tot de spuisluis, waarbij de vangsten van locatie 5 afwijkend hoog zijn in vergelijking met de trend door de overige punten, evenals bij paling. Aangezien er geen enkele aanwijzingen zijn dat fint op het IJsselmeer paait (en dit gezien het zeer ongunstige habitat aldaar ook uiterst onwaarschijnlijk is), maar wel in de nabij gelegen Eems-Dollard (Bosveld, 2009; Kleef *et al.*, 2002), lijkt het voor de hand te liggen dat de jonge fint met name langs de kust foerageren en een voorkeur voor de lokale omstandigheden in de spuirom laten zien. Dit kan zowel het voorkomen van voedsel (uitspoeling vanuit het IJsselmeer) als het geringere zoutgehalte zijn (voorkeur voor brakkere opgroeizones (Gerkens & Thiel, 2001)). De volwassen finten kunnen zowel langs de kust foeragerende individuen zijn, als naar zoetwater trekkende paairijpe fint. Voor fint lijkt de meest waarschijnlijke verklaring voor de verschillen in vangkans in relatie tot de afstand tot de spuisluis aan habitatfactoren gerelateerd en minder aan een belemmerende werking van migraties. Maar een concentrerende werking van binnentrekkers en een effect van keerwant (met name voor de volwassen fint) zouden ook een deel van de verklaring voor de hogere vangsten kunnen zijn. Dat de waarnemingen verklaard worden door een verdunning van uittrekkende jonge fint lijkt uitgesloten.

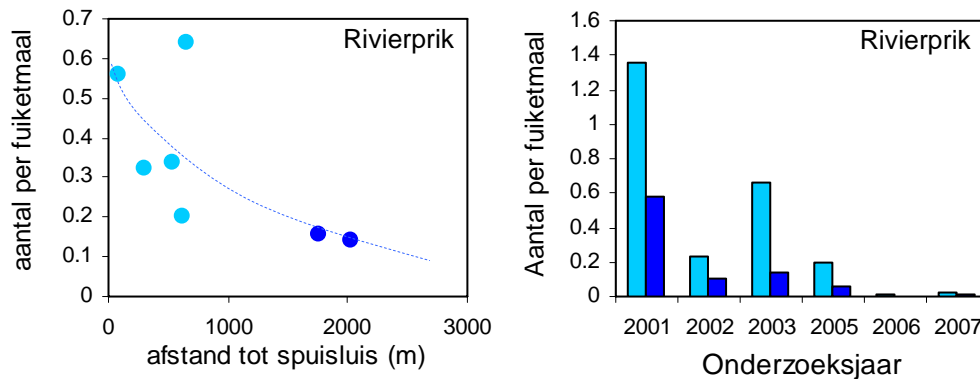
**Houting** is onderscheiden in een lengteklasse < 20 cm en > 20 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuikom per jaar is weergegeven in Figuur 16.



*Figuur 16. Gemiddeld aantal gevangen houting in relatie tot de afstand tot de spuisluisen te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuikom (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

De aantallen gevangen houting zijn binnen de spuikom beduidend groter dan buiten de spuikom voor beide lengtecategorieën (Fig. 16). Houting is gedurende 2005-2007 meer gevangen dan in 2001-2003, hetgeen goed aansluit bij de toename van houting zoals die in heel Nederland wordt gezien (Bosveld, 2009; Jansen *et al.*, 2008; Winter *et al.*, 2008). In het IJsselmeer-Waddenzegebied kunnen houting opgroeien op zowel zoetwater als zoutwater (Borcherding *et al.*, 2008) en de aangetroffen houtingen kunnen zowel uittrekkende jonge houting, foeragerende houtingen van alle lengteklassen, intrekkende volwassen houtingen op weg naar paaigronden of uittrekkende volwassen houtingen na afloop van het paaizeizoen. De hogere aantallen binnen de spuikom zal een optelsom zijn van zich 'verdunnende' uittrekkende jonge houting en zich 'concentrerende' intrekkende volwassen houting zijn die belemmerd worden bij hun binnentrek. Daarnaast valt een effect van de aanwezigheid van keerwant in de twee fuiken buiten de spuikom, met name voor de grotere houting, niet uit te sluiten.

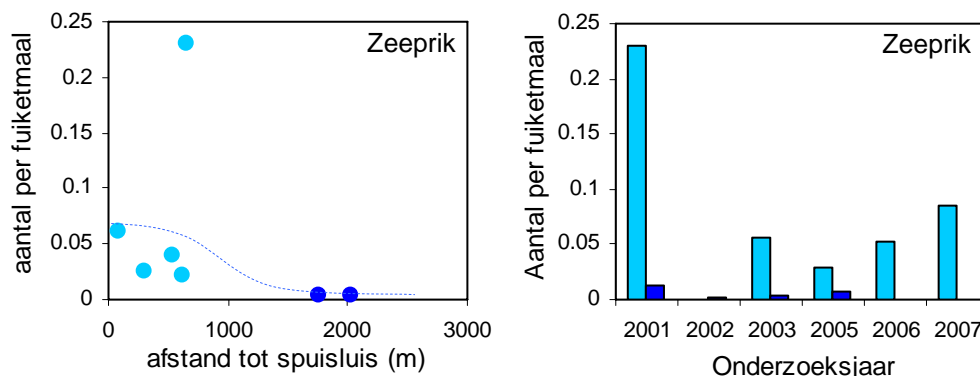
**Rivierprik** is onderscheiden in een lengteklasse < 33 cm en > 33 cm, maar rivierprikken kleiner dan 33 cm zijn vrijwel niet aangetroffen. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuikom per jaar is weergegeven in Figuur 17.



*Figuur 17. Gemiddeld aantal gevangen rivierprik in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpaneel) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuikom (donkerblauw) per jaar (rechterpaneel).*

De uittrekkende jonge rivierprikken zijn met een lengte van ca. 15 cm te klein om in de fuiken met de gebruikte maaswijdte gevangen te worden. Vrijwel alle gevangen rivierprik betrof volwassen exemplaren. Ook de timing van de vangsten laat in het najaar (Tulp *et al.*, 2008) komen overeen met de belangrijkste intrekperiode van rivierprik. De hogere vangsten van rivierprik binnen de spuikom ten opzichte van buiten lijken voornamelijk bepaald te worden door een combinatie van een concentrerende werking van binnentrekkende rivierprikken door de morfologie van het watersysteem en een belemmering van de binnentrek door de spuisluisen. Wellicht speelt het keerwant ook een rol. De vangsten op fuiklocatie 5 zijn wederom veel hoger dan de trend door de overige punten laat zien. De aantallen lijken af te nemen in de jaren, maar omdat de optrek plaatsvindt rondom de periode waarop de monitoring wordt gestopt is het ook mogelijk dat in 2006 en 2007 de optrek pas na het stoppen van de monitoring op gang is gekomen.

**Zeeprik** is onderscheiden in een lengteklasse < 50 cm en > 50 cm, maar zeeprikken kleiner dan 50 cm zijn vrijwel niet aangetroffen. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuikom per jaar is weergegeven in Figuur 18.

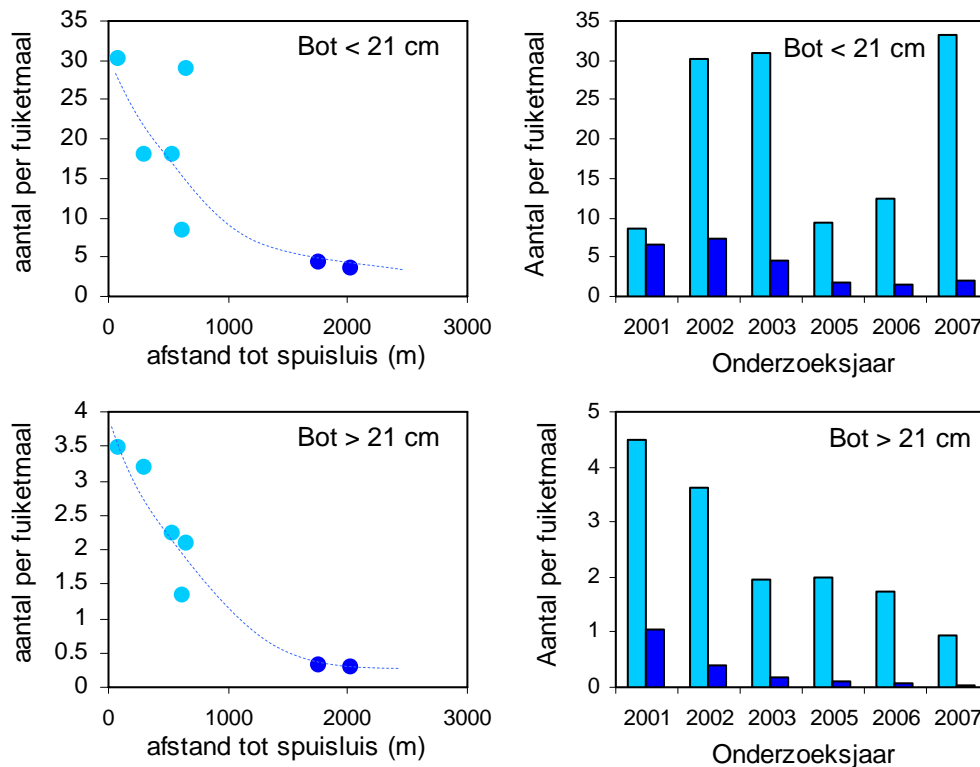


*Figuur 18. Gemiddeld aantal gevangen zeeprik in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpaneel) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuikom (donkerblauw) per jaar (rechterpaneel).*

Ook voor zeeprik geldt dat de uittrekkende jonge exemplaren met 15-18 cm te klein zijn om in de monitoring gevangen te worden. Vrijwel alle gevangen zeeprikken waren volwassen exemplaren. De timing van vangsten in april-juni (Tulp *et al.*, 2008) komen overeen met de timing van de paaitrek voor deze soort. De aantallen in de

spuikom liggen hoger dan buiten de spuikom. Opvallend zijn de extreme vangsten op fuiklocatie 5. De hogere vangsten van zeeprick binnen de spuikom ten opzichte van buiten lijken voornamelijk bepaald te worden door een combinatie van een concentrerende werking van binnentrekkende zeeprikken in verband met de morfologie van het watersysteem en een belemmering van de binnentrek door de spuisluisen. De invloed van het keerwant speelt mogelijk ook een rol.

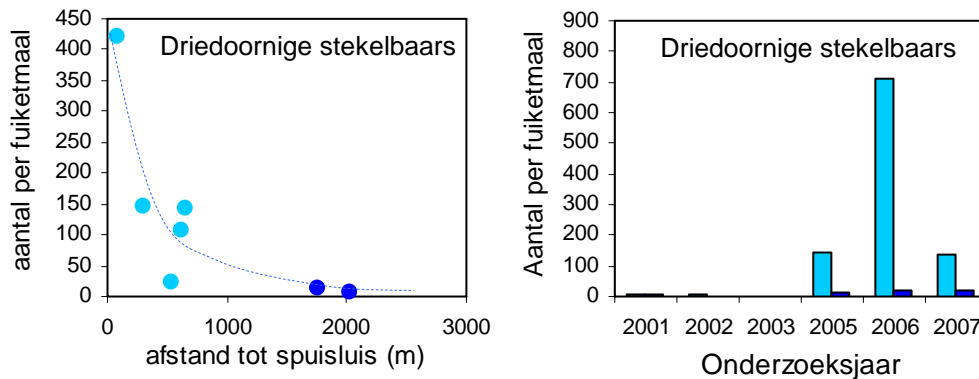
**Bot** is onderscheiden in een lengteklasse < 21 cm en > 21 cm. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuikom per jaar is weergegeven in Figuur 19.



*Figuur 19. Gemiddeld aantal gevangen bot in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpanelen) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuikom (donkerblauw) per jaar (rechterpanelen).*

De vangsten van bot binnen de spuikom zijn in elk van de onderzoeksjaren en beide lengtecategorieën groter dan daarbuiten (Figuur 19). Kleine bot lijkt in afnemend aantal voor te komen in relatie met de afstand tot de spuisluis, waarbij fuiklocatie 5 wederom beter vangt ten opzichte van de trend door de overige punten. Grotere bot laat een sterke afname zien bij een toenemende afstand tot de spuisluis. Bot paait op zee en de botlarven trekken met selectief getijdentransport dieper de estuaria in naar zoetere habitats. De hogere vangsten op kortere afstand van de spuisluis zal voornamelijk uit intrekende bot vanuit de Waddenzee bestaan, al kan een deel bestaan uit vanuit het IJsselmeer bedoeld trekkende of onbedoeld gespoelde exemplaren. Verderop in deze paragraaf wordt hier nog nader op ingegaan (Figuur 19).

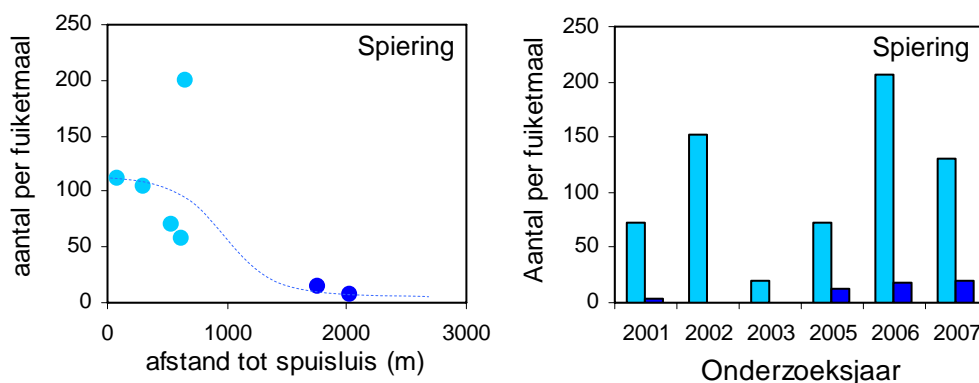
**Driedoornige stekelbaars** is niet onderscheiden in twee verschillende lengtecategorieën. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuijom per jaar is weergegeven in Figuur 20.



Figuur 20. Gemiddeld aantal gevangen driedoornige stekelbaars in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpaneel) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuijom (donkerblauw) per jaar (rechterpaneel).

De aantallen driedoornige stekelbaars nemen exponentieel af met een toenemende afstand tot de spuisluis (Figuur 20). Gezien de timing van de vangsten met een sterke piek in april (Tulp *et al.*, 2008), lijken de belangrijkste factoren een concentrerende werking van intrekkers door de morfologie van het watersysteem en een belemmerende werking van de spuisluisen voor de intrekkende volwassen stekelbaarsen. De aantallen pieken in 2006.

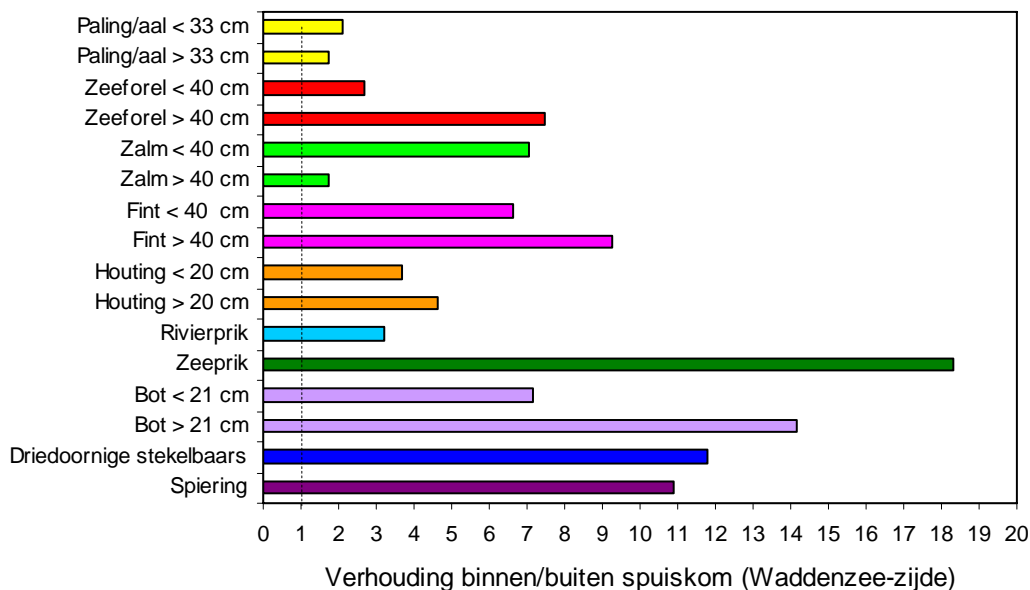
**Spiering** is in deze rapportage niet onderscheiden in twee verschillende lengtecategorieën. De relatie tussen de vangkans en afstand tot de spuisluis, en de verhouding tussen binnen en buiten de spuijom per jaar is weergegeven in Figuur 21.



Figuur 21. Gemiddeld aantal gevangen spiering in relatie tot de afstand tot de spuisluis te Kornwerderzand (linkerpaneel) en de gemiddeld gevangen aantallen binnen (lichtblauw) en buiten de spuijom (donkerblauw) per jaar (rechterpaneel).

De aantallen spiering binnen de spuijom liggen aanmerkelijk hoger dan daarbuiten (Figuur 21). Ook hier valt de zeer hoge vangst op fuiklocatie 5 op. Gezien de status van spiering met een zeer grote 'land-locked' populatie in het IJsselmeer (de zogenaamde 'binnenspiering') en het geringe voorkomen van diadrome spiering in het IJsselmeer-Waddenzegebied (de Leeuw, Dekker & Buijse, 2008), ligt het voor de hand dat het leeuwendeel van de gevangen spiering onbedoeld uitgespoelde exemplaren betreft. Deze zijn wellicht gemotiveerd om terug te keren naar het IJsselmeer, maar worden daarin ernstig belemmerd door de spuisluisen.





*Figuur 22. De verhouding van de gemiddelde vangst per fuiketmaal binnen de spuisikom versus buiten de spuisikom, uitgerekend over de periode 2000-2007 voor elk van de diadrome vissoorten die zijn aangetroffen aan de Waddenzee-zijde van de spuisluizen bij Kornwerderzand. Wanneer de vangkans zowel binnen als buiten de spuisikom gelijk zou de verhouding 1 zijn (stippellijn).*

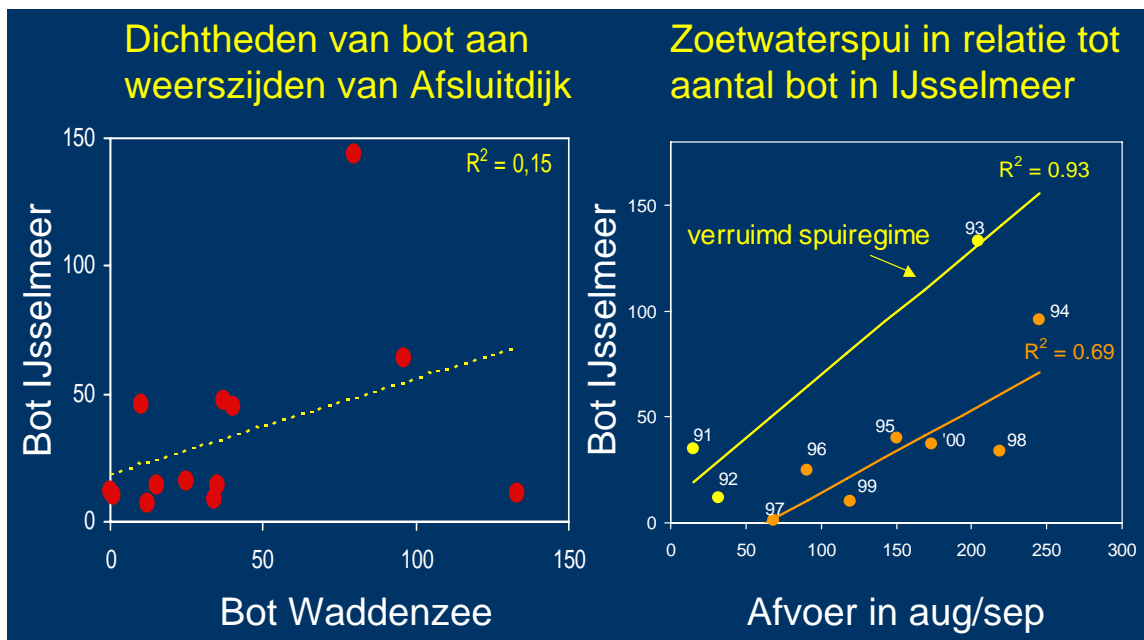
Samenvattend over alle bovengenoemde soorten en lengtecategorieën is zonder uitzondering de vangkans binnen de spuisikom beduidend groter dan buiten de spuisikom variërend van een factor 1.7 voor grote zalm tot een factor 18 voor zeeprik (Figuur 22). opvallend is het feit dat over de hele lijn de vangsten op fuiklocatie 5 veel hoger zijn dan op basis van de trend door de overige punten in relatie tot de afstand tot de spuisluizen verwacht zou worden. Het lijkt waarschijnlijk dat de lokale omstandigheden door stroming of beschutting deze locatie een relatief gunstige plek maken om zich hetzij langdurig op te houden (bijvoorbeeld om te rusten of te foerageren), of juist vaker langs te komen (bijvoorbeeld door wervelstromingen). Wanneer fuiklocatie 5 niet wordt meegenomen is er voor de meeste soorten een veel sterker verband tussen de vangst per etmaal en de afstand tot de spuisluizen. In hoeverre de aanwezigheid van keerwant op de locatie 6 en 7 heeft geleid tot een lagere vangst buiten de spuisikom en daardoor een overschatting van de verhouding, dit kan met de huidige beschikbare gegevens niet bepaald worden. Maar gezien de trends binnen de spuisikom, alsmede dat de vangsten op de meest dichtbij gelegen locatie 6 telkens hoger zijn dan op de iets verder gelegen locatie 7, lijkt het zeer waarschijnlijk dat het keerwant slechts hooguit ten dele heeft geleid tot lagere vangsten en voor slechts een deel van de soorten.

### **Resultaten uit andere onderzoeken bij locatie Kornwerderzand en Den Oever**

De MWTL Passieve Fuikenmonitoring (Wiegerinck *et al.*, 2009) en het WOT-Programma Zeldzame Vis IJsselmeer (Leijzer *et al.*, 2008) laten zien dat er ten opzichte van andere locaties in het IJsselmeer relatief veel diadrome vissoorten (zeeforel, zalm, zeeprik, rivierprik, houting en in geringere mate fint) worden gevangen aan de binnenzijde van de Afsluitdijk bij Kornwerderzand. Vis die van de Waddenzee naar binnen weet te trekken (hetzij via de spuisluizen of via de scheepsluis) kan zich eenmaal aan de binnenzijde zijnde vrij verspreiden over het IJsselmeer (onbelemmerde 'verdunding' van intrekende vis). Vis die wil uittrekken heeft in perioden waarin veel water wordt gespuid, goede (tijdelijke) uittrekmogelijkheden. In perioden met weinig afvoer zijn de uittrekmogelijkheden beperkter. Door de 'verdunding' van intrekende vis en de 'concentratie' van uittrekkende vis (met name door de sterke vernauwing van het watersysteem bij de spuisluizen en de belemmerende werking tijdens perioden zonder spuien, zal de vangkans nabij Kornwerderzand waarschijnlijk voor de meeste diadrome vis toenemen met afnemende afstand tot de spuisluizen. In welke mate en op welke schaal kan op basis van de gegevens in de programma's aan de binnenzijde niet worden bepaald.

Naast fuikenmonitoringsprogramma's zijn er ook telemetriestudie uitgevoerd met gezenderde zalm en zeeforel (bij de Vaate *et al.*, 2001; bij de Vaate *et al.*, 2003; Jurjens, 2006). Hierbij is gebleken dat zalm en zeeforel in staat zijn om de spuisluizen in stroomopwaartse richting te passeren. Sterke zwemmers als zalm en zeeforel zijn in staat om de stroomsnelheden die tijdens het spuien optreden, en dan met name bij het geringe hoogteverschil aan het begin en einde van een 'spui-getij'. In hoeverre alle zalm en zeeforel hierin slaagt en welke vertraging ze oplopen is niet bekend.

Bij slechte zwemmers als bijvoorbeeld bot, glasaal en driedoornige stekelbaars ligt dit anders. Hoe de afhankelijkheid van selectief getijtransport uitpakt op het gedrag bij onnatuurlijke barrières weten we nog niet. Kijken we naar de dichtheden eerstejaars botjes op de Waddenzee in vergelijking met de dichtheden op het IJsselmeer zoals elk jaar bemonsterd in de actieve monitoringsprogramma's met gesleepte vistuigen (kor en kuil) in het IJsselmeer (van Overzee *et al.*, 2009) en de Demersal Fish Survey op de Waddenzee (Jansen *et al.*, 2008), dan zien we dat hier slechts een zeer zwak verband bestaat (Figuur 23 linkerpaneel). Terwijl alle jonge bot in het IJsselmeer van de Waddenzee afkomstig moet zijn. De intrekmogelijkheden zijn waarschijnlijk sterk gerelateerd aan hoe vaak en hoeveel er gespuid wordt, al weten we niet precies hoe de jonge botten binnen komen. Als we de dichtheden jonge bot op het IJsselmeer vergelijken met de hoeveelheid gespuid water per maand, dan blijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen de dichtheden bot en de afvoer in de maanden augustus en september (Figuur 23 rechterpaneel). Op basis van de timing van intrek zou je verwachten dat dit meer in de maanden april-juni zou liggen. Blijkbaar is de bot dan nog te klein om naar binnen te kunnen trekken onder de huidige spui-omstandigheden en wordt het dus vertraagd tot de nazomer voordat de bot voldoende zwemcapaciteit heeft om te slagen. Binnen het huidige spuiregime worden de spuisluizen gesloten zodra de waterhoogte aan de zeezijde hoger komt dan 10 cm beneden het IJsselmeerpeil. In de jaren 1991-1993 is er geëxperimenteerd met een spuiregime die de sluisen openliet totdat het waterniveau buiten en binnen gelijk was. In deze jaren komen er relatief veel meer botjes binnen dan tijdens de rest van de periode met het normale spuiregime (Figuur 4, rechterpaneel). Middels het spuiregime kunnen dus de intrekmogelijkheden voor jonge bot (en andere diadrome vis) worden verbeterd en zal er aan de buitenzijde bij een voor visintrek gunstig spuiregime, zoals in 1991-1993 is uitgevoerd, waarschijnlijk minder grote concentraties ontstaan dan nu het geval is.



Figuur 23. Dichtheden bot in het IJsselmeer in relatie tot de dichtheden op de Waddenzee over de periode 1991-2000 (linkerpaneel) en de hoeveelheid gespuid water, waarbij onderscheid is gemaakt tussen jaren met het 'normale' spuiregime en de jaren 1991-93 (weliswaar  $n=3$ , maar allen boven de andere waarden) waarin er per getij iets langer is gespuid (tot gelijk waterniveau i.p.v. 10 cm beneden IJsselmeerpeil).

### 4.3 Noordzeekanaal

Aan de buitenzijde van het Noordzeekanaal bij IJmuiden en af en toe ook op het Noordzeekanaal worden zeeforel en zalm aangetroffen (Wiegerinck *et al.*, 2009). Voor zalm en zeeforel is de route Noordzeekanaal - Amsterdam-Rijnkanaal theoretisch een mogelijkheid om vanuit de Noordzee Nederland binnen te zwemmen en de Nederrijn of Waal te bereiken. Echter, langdurig zender-onderzoek liet zien dat gezenderde zeeforel en zalm geen gebruik maken van deze route (bij de Vaate *et al.*, 2001; bij de Vaate *et al.*, 2003; Jurjens, 2006), zie Figuur 24.



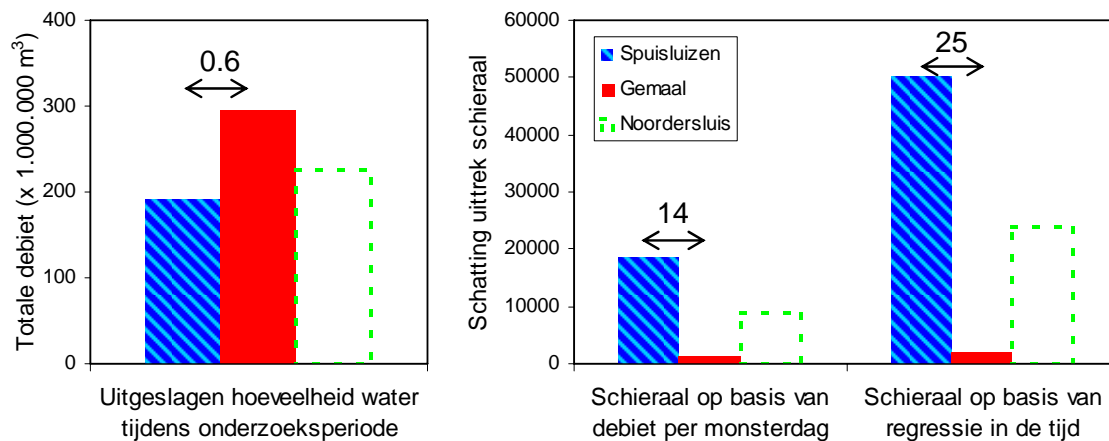
Figuur 24. Overzicht van het sluisencomplex in het Noordzeekanaal bij IJmuiden.

Het Noordzeekanaal speelt wel een belangrijke rol voor ontsluiting van een groot (polder-)achterland voor bijvoorbeeld intrekkende glasaal en uittrekkende schieraal. Naar de uittrek van schieraal via het Noordzeekanaal is in 2007 onderzoek uitgevoerd bij het gemaal en de spuisluis in het sluisencomplex bij IJmuiden (Kruitwagen, Manshanden & Winter, 2008). Fish Flow Innovations en Witteveen+Bos hebben met grote fuikconstructies periodiek in het najaar gedurende 11 oktober – 13 december de aantallen uittrekkende vis bepaald in zowel de spuikokers als de uitstroomopening van het gemaal. Daarnaast is de fractie beschadigde vis gemeten die via het gemaal naar zee trokken. 71 % van de aal die via het gemaal naar buiten trok was beschadigd (Kruitwagen *et al.*, 2008).

Op basis van de aantallen gevangen schieralen tijdens de bemonsteringen achter het gemaal en in de spuisluisen zijn schattingen gemaakt van de totale uittrek van schieraal via elk van deze routes. Er zijn twee methoden voor opwerking gekozen (Kruitwagen *et al.*, 2008): 1) Schatting op basis het gemiddelde aantal schieralen per bemonsterd debiet omgerekend naar totale debiet: ca. 18.000 schieraal via spuisluisen en ca. 1.300 via het gemaal, 2) Schatting op basis van polynome regressie over de bemonsteringsperiode: ca. 50.000 via spuisluisen en ca. 2.000 via gemaal. Omdat het aantal monsterdagen beperkt was, moeten deze opwerkingen als globale schattingen worden gezien.

Onderzoek op de Maas (Jansen *et al.*, 2007) en de Moesel (Behrmann-Godel *et al.*, 2003) laten zien dat de stroomafwaarts trekkende schieralen zich in eerste instantie conform het debiet over verschillende alternatieve routes verdelen, waarbij er bij nadering van barrières zoekgedrag kan optreden, naar alternatieve routes wordt gezocht en in tweede instantie een herverdeling van schieraal over de potentiële migratieroutes plaats kan vinden. Tijdens de onderzoeksperiode van het schieraalonderzoek in het Noordzeekanaal was de debietsverdeling: 27 % via de spuisluisen, 42 % via het gemaal en 31 % via de Noordersluis (de meest noordelijk

gelegen en verreweg grootste scheepsluis van het sluisencomplex van IJmuiden). De hoeveelheid geloosd debiet tijdens de onderzoeksperiode via de spuisluizen was een factor 0.6 lager dan wat er via het gemaal is uitgeslagen (Figuur 25). Wanneer de schieraal zich conform deze debietsverdeling over beide alternatieve uittrekroutes zou verdelen en uittrekken, zouden de geschatte totale hoeveelheid schieraal op basis van de bemonsteringen in de spuisluizen eveneens een factor 0.6 lager moeten liggen dan er via het gemaal naar zee trokken. Echter, de geschatte aantallen voor de spuisluizen liggen juist een factor 14-25 hoger dan de schattingen via het gemaal (Figuur 25).



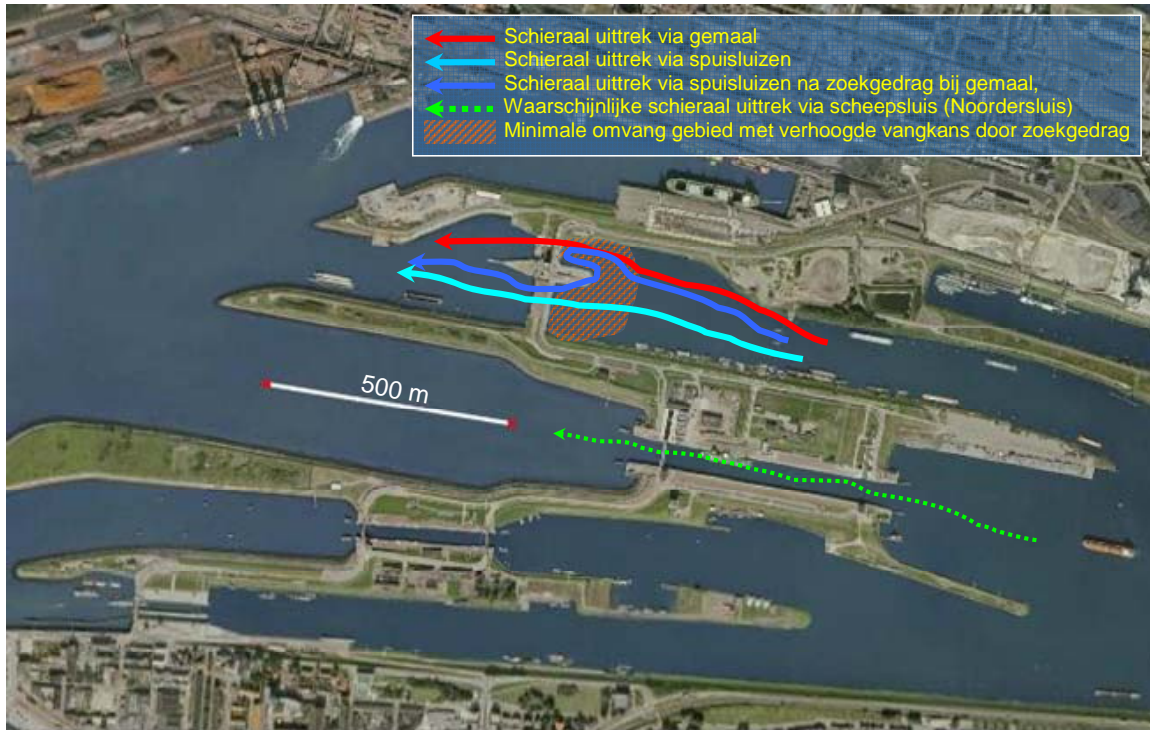
*Figuur 25. De totale hoeveelheid uitgeslagen debiet via de spuisluizen, gemaal en Noordersluis van het sluisencomplex bij IJmuiden (linkerpaneel) en de geschatte aantallen uitgetrokken schieralen via de spuisluizen, het gemaal en de Noordersluis (rechterpaneel) gedurende een bemonsteringsonderzoek van Witteveen+Bos en Fish Flow Innovations gedurende 11-okt t/m 13-dec-2007 (Kruitwagen et al., 2008). De schatting van de aantallen schieraal via de Noordersluis zijn indicatief, want niet gebaseerd op metingen maar op aannames.*

De meest waarschijnlijke verklaring hiervoor is dat schieraal zich in eerste instantie conform het debiet verdeelt over de alternatieve routes, maar dat een groot deel van de schieralen bij nadering van het gemaal aarzelt om het gemaal in te zwemmen (bijvoorbeeld door het krooshek of geluid) en zoekgedrag gaat vertonen en in tweede instantie uiteindelijk via de spuisluizen naar buiten trekt (Figuur 26). Zodoende trekt er veel meer schieraal dan op basis van het debiet verwacht kan worden via de spuisluizen en veel minder via het gemaal. De uiteindelijke schade die het gemaal aanricht aan de populatie uittrekkende schieraal bij het Noordzeekanaal blijft hierdoor beperkt (Kruitwagen *et al.*, 2008). Over de dimensies van het gebied stroomopwaarts van het gemaal, spuisluizen en scheepsluizen waarin zoekgedrag van schieralen plaats vindt zijn geen metingen, maar dit zal minimaal op een schaal van enkele honderden meters plaats vinden bij het gemaal en spuisluizen. Wellicht is dit gebied groter. De vangkansen benedenstrooms van het gemaal door verlies aan schieraal zijn gezien de relatief geringe uittrek van schieraal via het gemaal waarschijnlijk weinig verlaagd.

Of er schieralen via de scheepsluizen naar zee zijn getrokken is niet gemeten binnen bovengenoemd onderzoek. Met name door de Noordersluis wordt een aanzienlijke hoeveelheid water naar zee gespuid via schuttingen (9-16 schuttingen per dag met gemiddeld 292.0000 m<sup>3</sup> uitgeslagen water per schutting). Als er wordt aangenomen dat schieralen zich eveneens via deze route conform het debiet verdelen en geen belemmering of zoekgedrag vertonen bij het binnen zwemmen van de grote geopende Noordersluis, en het aantal wordt geschat op basis van de gecombineerde totale aantallen schieralen die via de spuisluizen en gemaal naar buiten zijn getrokken, dan zouden er globaal 9.000 – 24.000 schieralen via de Noordersluis naar buiten zijn getrokken (Kruitwagen *et al.*, 2008). Deze schattingen zijn indicatief in Figuur 25 weergegeven, maar niet gestoeld op daadwerkelijke metingen. Er is momenteel niet bekend in hoeverre schieraal bereid is met het water mee te trekken dat via de scheepsluizen wordt uitgeslagen, maar gezien de frequentie en dimensie van de schuttingen dan met name via de Noordersluis lijkt het waarschijnlijk dat er ook schieralen via deze route trekken. Het is goed denkbaar dat er (deels) ook zoekgedrag optreedt bij nadering van de scheepsluizen en dat de werkelijke aantallen schieraal die via de Noordersluis trekken wellicht iets lager liggen en dat er in een groter gebied zoekgedrag en dus een grotere vangkans voorkomt dan in Figuur 26 is geschat. De andere scheepsluizen kennen door hun ligging,



infrequentere schuttingen en veel geringere hoeveelheid naar buiten gespuid water waarschijnlijk een veel geringer aanbod aan schieraal, maar ook hier zijn geen data van.



*Figuur 26. Schematisch overzicht van de meest waarschijnlijke uittrekroutes van schieraal op basis van de resultaten van een bemonsteringsonderzoek van Witteveen+Bos en Fish Flow Innovations gedurende 11-okt t/m 13-dec-2007 (Kruitwagen et al., 2008). Of er schieraal via de sloopsluisen naar zee trekt is niet gemeten, maar wel waarschijnlijk. In hoeverre en op welke schaal er ook zoekgedrag van schieraal optreedt bij nadering van de sloopsluisen is momenteel onbekend.*

#### 4.4 Haringvlietsluizen

De dam in het haringvliet is in 1970 aangelegd. In de dam zijn zowel spuisluizen als een scheepssluis aanwezig (Figuur 27).



Figuur 27. Overzicht van de Haringvlietdam

Op grotere ruimtelijke schaal laten de resultaten van de MWTL- passieve fuikenmonitoring (Wiegerinck *et al.*, 2009) zien dat er voor een aantal diadrome vissoorten (bot, fint, rivierprik en zeeprik) hogere vangsten per fuiketmaal aan de buitenzijde van het Haringvliet worden gevangen, dan aan de binnenzijde van het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch (de Leeuw *et al.*, 2005). Dit duidt op concentraties veroorzaakt door intrekbelemmering (met name rivierprik en zeeprik) of een optelsom van intrekbelemmering en habitatselectie aan de buitenzijde (bot en fint).

Daarnaast heeft telemetrie-onderzoek aan schieraal in het stroomgebied van de Maas laten zien dat in perioden met hoge afvoer het merendeel van schieraal via de Haringvlietdam naar buiten trekt, en in perioden met minder afvoer via de Nieuwe Waterweg (Jansen *et al.*, 2007). In hoeverre de uittrek van schieraal belemmerd is in het haringvliet is onbekend. Een enkele gezenderde scheiraal hield zich langer op bij de Haringvlietdam en is daarna in de Oude Maas gedetecteerd. Dit zou kunnen duiden op een (tijdelijke) belemmering en zoekgedrag op grotere schaal (Winter *et al.*, 2006a), maar dit is voornamelijk anekdotisch materiaal. Gezien de lokale morfologie, relatief geringe spuisluizen in relatie tot de stroomopwaartse breedte van het haringvliet, zal er zelfs als er geen migratiebelemmering en zoekgedrag bij de sluisen plaatsvindt, alleen al door de vernauwing van het watersysteem een lokale verhoogde vangkans optreden aan de binnenzijde in gebied van minimaal vele honderden meters vanaf de sluisen (Figuur 27).

Langdurig telemetrie-onderzoek heeft laten zien dat zeeforel en zalm die aan de buitenzijde van de Haringvlietdam zijn gezenderd, deels via de spuisluizen naar binnen trekken en dus de stroomsnelheden in de openingen van de

spuisluizen tenminste tijdelijk (in de getijcyclus) kunnen passeren, en deels via de Nieuwe Waterweg intrekken (bij de Vaate *et al.*, 2001; bij de Vaate *et al.*, 2003; Jurjens, 2006). In hoeverre volwassen zeeforel en zalm intrekbelemmeringen ondervindt en in welk gebied zoekgedrag plaats vindt aan de buitenzijde van de Haringvlietsluizen is onbekend. Het lijkt wel waarschijnlijk dat er tenminste tijdelijk belemmering van de intrek plaatsvindt en dat er dientengevolge verhoogde vangkansen benedenstrooms (buitengaats) van de dam voorkomen.

Er is op dit moment weinig tot geen data beschikbaar over het gedrag, dichtheden en voorkomen van de diverse riviertrekvissoorten en hun verschillende levensstadia aan de buitenzijde van de Haringvlietdam. Speculatief kunnen er verschillende verdelingen van optredende concentraties voorkomen aan de buitenzijde (Figuur 28).



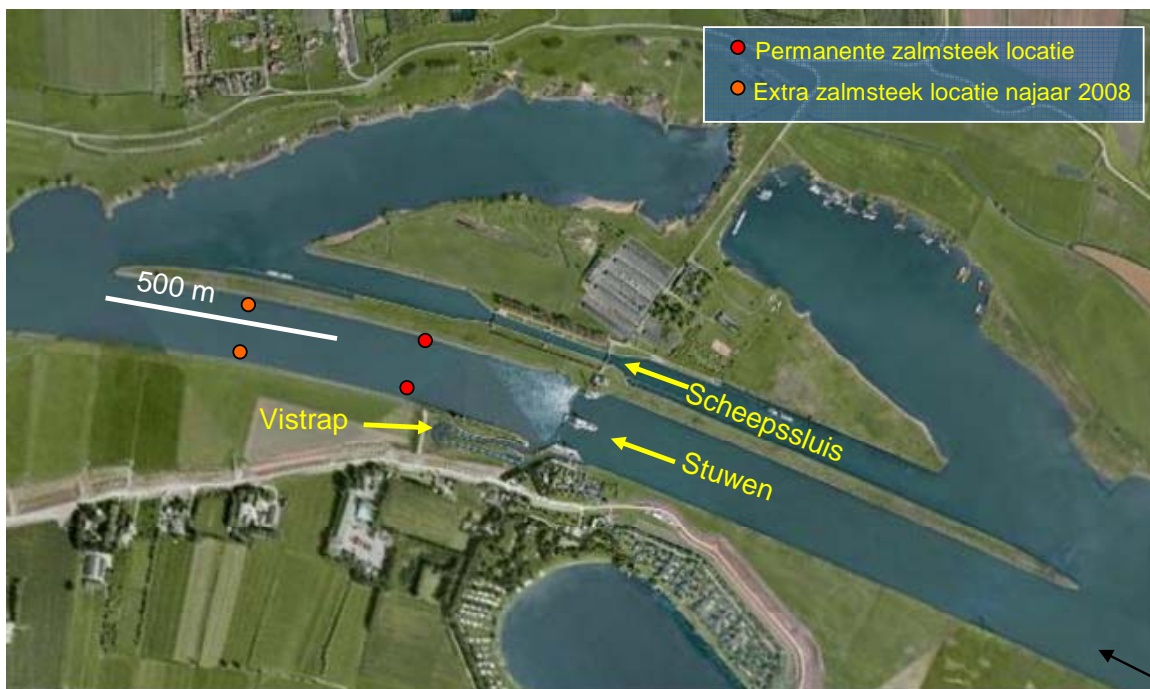
*Figuur 28. Voorbeelden van verschillende hypothetische verspreidingspatronen van zich concentrerende trekvis aan de buitenzijde van de Haringvlietdam. Rood geeft een ophoping van trekvis direct voor de sluisdeuren. Dit zou bijvoorbeeld kunnen optreden in perioden met weinig afvoer, of gedurende de getijcyclus wanneer de buitenwaterstanden hoger zijn dan de binnenwaterstanden en daarom de spuisluizen gesloten zijn. Groen geeft een ophoping van trekvis in beide 'neren' die aan weerszijden van de spuisluizen ontstaan als er veel sluisen open staan en water spuien. Geel geeft een ruime dispersie van trekvis over grote schaal weer.*

De verschillende verdelingen zijn niet meer dan plausible verspreidingen die mogelijk alledrie voorkomen, zowel onder verschillende spui-omstandigheden als naast elkaar bij verschillende soorten en levensstadia. Met het oog op de voorgenomen 'Kier'-maatregelen, waarbij een deel van de sluisen permanent op een 'kier' worden gezet om de migratiemogelijkheden te vergroten, is het van belang om kennis over de verdelingen van concentraties trekvis aan de buitenzijde te hebben. Het 'kier'-regime kan dan geoptimaliseerd worden om trekvis die vanaf de zeezijde met het opkomende tij mee naar binnen te laten liften. Wanneer het rode scenario uit Figuur 28 optreedt, zal een kortstondige opening van een reeks spuisluizen de vis het meest effectief binnenlaten. Wanneer het groene scenario optreedt, zal een langduriger opening van de twee spuisluizen aan beide uiteinden van de serie sluisen het beste rendement hebben. Wanneer het gele scenario optreedt zal een langdurig geopende willekeurige sluis het meest effectief trekvis binnenlaten. Een dergelijk geoptimaliseerd 'kier'-regime zou de concentraties aan de buitenzijde het meest doen verminderen, en daarmee de kwetsbaarheid voor vangst in visserij, of door predatie (in nov-dec kunnen aalscholvers hier flinke aantallen rivierprikken verschalken, pers. waarneming E. Winter). Ook zonder kennis van de verspreiding en dynamiek rond het optreden van concentraties trekvis zal de uitvoering van de 'kier'-maatregel de concentraties aan de zeezijde zeer waarschijnlijk doen verminderen. Hierdoor zullen ook bij gelijkblijvende populatiegroottes van trekvissen, de vangkansen aan de buitenzijde lager worden.



## 4.5 Lek bij Hagestein

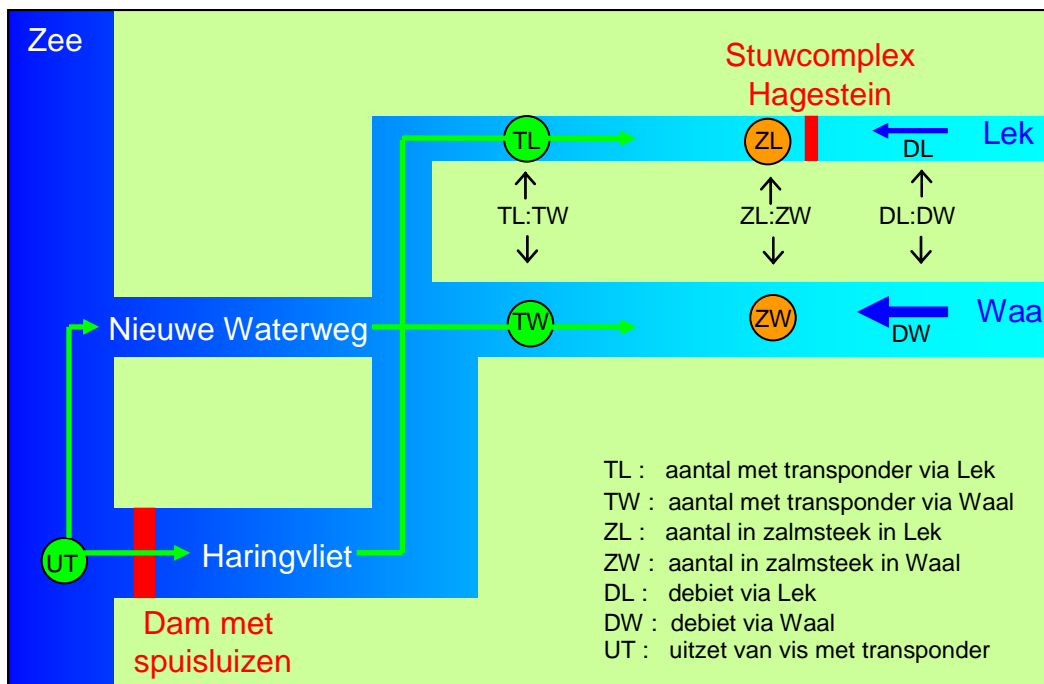
In de Lek bij Hagestein ligt een stuw-complex met twee onderlopende stuwen, een scheepssluis en een vistrap die in 2004 in bedrijf is gesteld (Figuur 29). Om de mate van belemmering, het voorkomen van concentraties en de schaal van eventueel zoekgedrag van trekvis bij deze kunstwerken te onderzoeken, is gebruik gemaakt van data afkomstig uit de MWTL passieve monitoring (Wiegerinck *et al.*, 2009), telemetrieonderzoek naar zalm en zeeforel (bij de Vaate *et al.*, 2001; bij de Vaate *et al.*, 2003; Jurjens, 2006; Winter & de Leeuw, 2007a), en monitoring van de vistrap (Winter, 2006, 2007a; Winter *et al.*, 2005). Vanuit zee gezien is het benedenstroomse traject vanaf het stuw-complex bij Hagestein via de Nieuwe Waterweg zonder barrière voor trekkende diadrome vis.



Figuur 29. Het stuw-complex in de Lek bij Hagestein. In de hoofdstroom zijn twee onderlopende stuwen aanwezig. In 2004

Gedurende 1994-2008 zijn de aantallen optrekkende zalm en zeeforel gemonitord met zogenaamde zalmsteken. Dit zijn fuiken die in het verleden werden gebruikt om specifiek op zalm te vissen. Aan weerszijden van de hoofdstroom en ca. 300 m benedenstrooms van de stuw zijn hiertoe elk jaar gedurende 2 perioden van 6 weken in juni-juli en in oktober-november zalmsteken geplaatst (Wiegerinck *et al.*, 2009). Deze weken zijn belangrijke trekperioden voor zalm en zeeforel. Daarnaast is in het najaar van 2008 ook met 2 extra zalmsteken gevist op ca. 700 m afstand van de stuw, om een indicatie te krijgen van de vangsten op twee verschillende afstanden van de stuw.





Figuur 30. Schematisch overzicht van de aanpak om te bepalen of er en in welke mate er direct benedenstrooms van het stuw-complex bij Hagestein concentratie/zoekgedrag plaatsvindt bij optrekkende zalm en zeeforel. Gedurende 1996-2005 zijn buitengaats van het Haringvliet zalm en zeeforel gevangen en uitgerust met een transponder (zender). Een deel van deze vis trekt via de Nieuwe Waterweg binnen, een deel via de spuisluizen in de Haringvlietdam. Daarna trekt een deel verder via de Lek en een deel via de Waal.

Als:

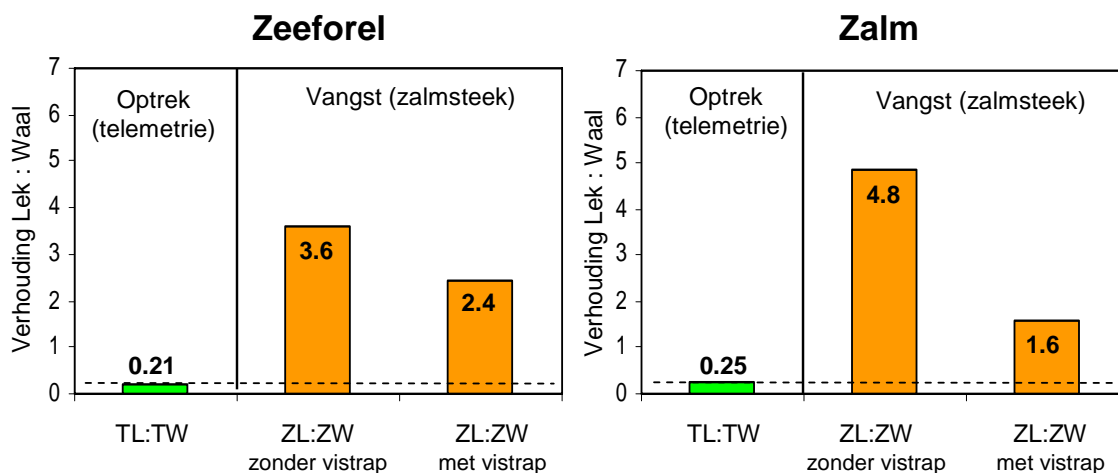
- 1) de verhouding van de aantallen gezenderde zalm en zeeforel die de Lek opzwemmen in vergelijking met de aantallen die de Waal op zwemmen (TL : TW, zie Figuur 30) indicatief zijn voor de verhouding in ongezonderde zalm en zeeforel, wat een realistische aanname lijkt. èn
  - 2) de selectiviteit van de zalmsteken in de Lek en de Waal identiek zijn, dat wil zeggen dat ze met even grote kans een eenmalig langstreckende zalm of zeeforel vangen. Aangezien optrek in stromende wateren voornamelijk langs de oevers gaat, lijkt dit gezien het feit dat er langs de oever met dezelfde zalmsteken wordt gevestigd in beide wateren, eveneens een redelijk realistische aanname. èn
  - 3) er geen enkele concentratie of zoekgedrag zou plaatsvinden benedenstrooms van Hagestein en hier evenals in de vrij optrekbare Waal geen migratiebelemmering optreedt.
- Dan zal de verhouding in de zalmsteekvangsten in de Lek en de Waal (ZL : ZW) gelijk zijn aan de verhouding in de aantallen gezenderde zalm of zeeforel (TL : TW).
- Als de verhouding in de zalmsteekvangsten in de Lek t.o.v. de Waal hoger is dan op basis van de verhouding in de gezenderde optrekkende zalm en zeeforel, dan zal dit duiden op het voorkomen van concentraties en zoekgedrag in minimaal de eerste honderden meters benedenstrooms van de stuw bij Hagestein.

Aangezien trekvis zich vaak conform de debietsverdeling verdeelt over verschillende alternatieve routes. En er gezien het feit dat de Lek en Nederrijn een aftakking van de Waal is en dus dezelfde 'oorsprong' van het water heeft dan de Waal geen aanleiding is om te veronderstellen dat er een duidelijke selectie in 'geur' plaatsvindt van de ene Rijn-tak boven de andere. Is de verhouding in het gemiddelde debiet wellicht ook een goede schater voor de verhouding in optrekkende zalm en zeeforel.

Gedurende 1994-2005 zijn er in totaal 131 gezenderde zeeforellen en 8 gezenderde zalmen de Waal op gezwommen, terwijl er 27 gezenderde zeeforellen en 2 gezenderde zalmen de Lek op zijn gezwommen (Jurjens, 2006). Dit betekend een TL : TW van 0.21 voor zeeforel en een TL : TW van 0.25 voor zalm. De verhouding in het langjarig gemiddelde debiet DL : DW bedraagt 0.16. Redelijk goed overeenkomend met de gevonden verhoudingen voor optrekkende zalm en zeeforel. Dat de verhouding voor zalm en zeeforel iets hoger ligt dan volgens het gemiddelde debiet zou verklaard kunnen worden door het feit bij lagere afvoer (en relatief veel debiet

via de Waal ten opzichte van de dan vrijwel stagnante Lek), en bij watertemperaturen hoger dan 20 °C de optrek van zalm en zeeforel vrijwel stil komt te liggen ((Jurjens, 2006).

Gedurende 1994-2008 is er op de Lek en de Waal een zalmsteekmonitoring uitgevoerd (Wiegerinck *et al.*, 2009). Omdat er in 2004 een vistrap is aangelegd bij het stuw-complex bij Hagestein (Winter *et al.*, 2005) is de verwachting dat er voor 2004 een grotere kans op concentraties en zoekgedrag benedenstrooms van de stuwen bij Hagestein plaats vond dan vanaf 2004. Daarom is voor het berekenen van de verhoudingen in de zalmsteekvangsten onderscheid gemaakt tussen de periode 1994-2003 zonder vistrap, en 2004-2008 met vistrap. Per periode is de gemiddelde vangst per zalmsteek per etmaal uitgerekend voor zeeforel en zalm (ZL : ZW). Deze verhoudingen zijn vervolgens vergeleken met de verhouding in optrek van gezenderde zalm en zeeforel (Figuur 31).



*Figuur 31. De verhouding in de optrek van gezenderde zalm en zeeforel tussen de Lek en de Waal (TL : TW), in vergelijking met de verhouding in de vangsten per zalmsteek tussen de Lek en de Waal (ZL : ZW), uitgesplitst over twee perioden 1993-2003, toen er geen vistrap aanwezig was bij Hagestein, en 2004-2008, toen er wel een vistrap langs de stuwen aanwezig is. Als er in beide perioden geen migratiebelemmeringen waren bij het stuw-complex van Hagestein en het gedrag van optrekkende zalm en zeeforel identiek is als in de vrij optrekbare Waal, dan zouden alle weergegeven verhoudingen even hoog als de stippellijn moeten zijn. Als er door migratiebelemmering bij Hagestein wel een concentratie en zoekgedrag plaatsvindt zullen de (beduidend) verhoudingen hoger liggen.*

Figuur 31 geeft aan dat zowel voor zeeforel als voor zalm de verhouding in de zalmsteekvangsten vele malen hoger liggen, dan in geval van onbelemmerde doortrek kon worden verwacht. Er treedt dus sterke concentratie en zoekgedrag op direct benedenstrooms van de stuwen bij Hagestein. Zowel bij zeeforel als bij zalm is de verhouding na het gereedkomen van de vistrap gedaald, hetgeen duidt op een verbetering van de doortrekmogelijkheden. Maar nog steeds is de verhouding ondanks de aanwezigheid van de vistrap nog vele malen hoger dan bij vrije doortrek mag worden verwacht. De vistrap heeft dus de belemmerende werking van het stuw-complex doen afnemen maar niet volledig opgeheven. Verder is het opvallend dat voor het gereedkomen van de vistrap de verhouding voor zalm groter is dan voor zeeforel, terwijl dit na het gereedkomen van de vistrap net andersom is. Dit doet vermoeden dat de belemmerende werking voor zalm groter was voordat de vistrap is aangelegd, en dat de vistrap voor zalm het meest effectief is geweest. Wat hierbij wellicht een rol speelt is dat bij zeeforel niet elk individu dat zich benedenstrooms bij Hagestein aandient ook daadwerkelijk gemotiveerd is om stroomopwaarts te migreren. Als kust- en riviermondingen -foerageerder heeft een deel van de zeeforel wellicht niet de neiging om de vistrap te zoeken en verder te trekken, maar bezoekt die deze locatie om te foerageren. Voor zalm die ver op de oceaan foerageert is het zeer waarschijnlijk dat alle zalm die benedenstrooms van Hagestein aankomt ook daadwerkelijk gemotiveerd is om stroomopwaarts te trekken en geen andere motivatie kent.

Door zoekgedrag en het grotere aantal zwembewegingen per vis bij optrekkende migrerende vis zal de vangkans met name direct benedenstrooms van barrières sterk toenemen. Om dit te verkennen zijn gedurende oktober-november 2008 optrekkende zalm en zeeforel gevangen, na vangst voorzien van een individueel merk en vervolgens weer teruggezet op de vangstplaats. Naast de standaard zalmsteken op 300 m van de zijn er twee extra geplaatst in de Lek in het stuwkanaal van het sluiscomplex Hagestein. Dit is de eerste barrière die optrekkende salmoniden op de Lek tegenkomen. Zalmsteken zijn speciale grofmazige fuiken die in het verleden werden gebruikt voor de zalmvisserij. De zalmsteken werden twee tot drie maal per week gelicht.

In totaal zijn vijf zalmen en vier zeeforellen gevangen (Tabel 1) en voorzien van een vismerk. De vangsten kwamen verspreid over alle vier de fuiken. Van deze vissen is alleen een terugmelding gemaakt van de zalm gemerkt op 10 november. Deze vis is wederom gevangen op 19 november, echter niet bij Hagestein maar 70 km meer stroomafwaarts nabij de Moerdijkbrug. Met dit onderzoek kan niet worden aangetoond of vissen een grotere vangkans hebben nabij sluisen. Op basis van 5 salmoniden op 600 m en 4 salmoniden op 300 m lijkt de vangkans op 300 m niet hoger dan op 700 m, maar de aantallen gevangen zalm en zeeforel zijn te laag om dit vast te kunnen stellen.

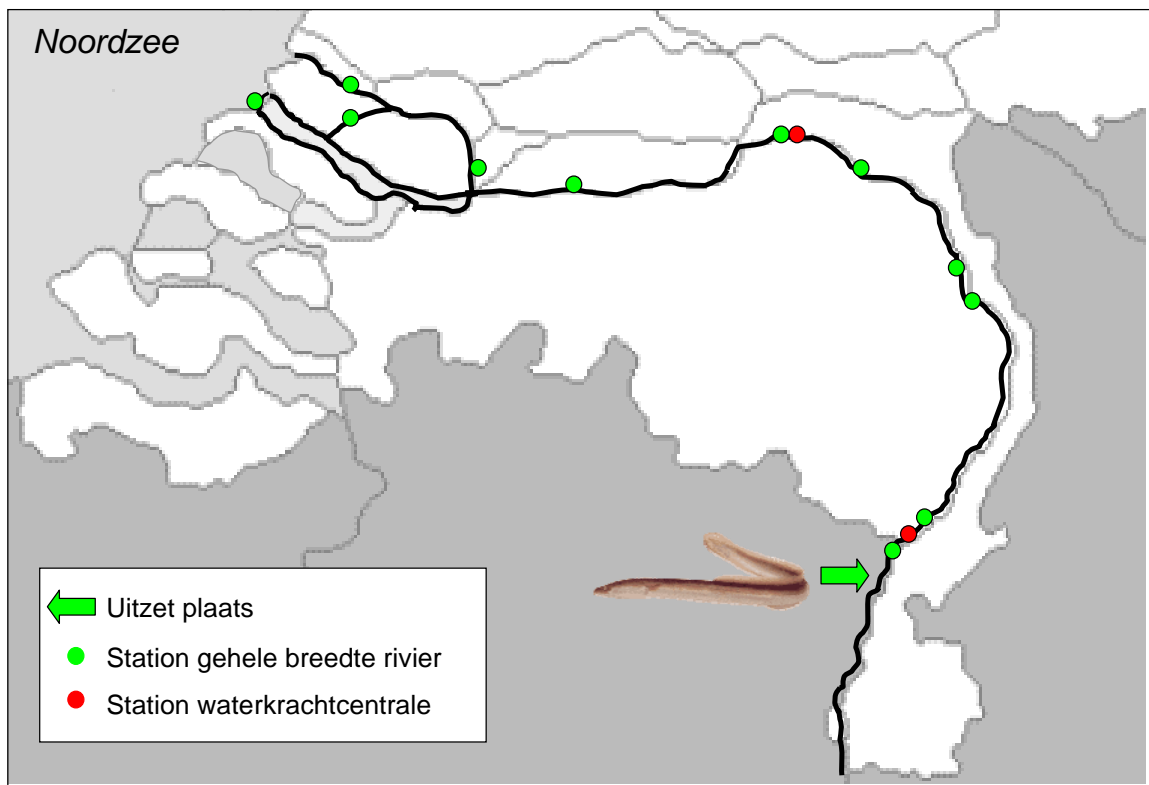
*Tabel 1. Gevangen zalm en zeeforel. Voor zalmsteek-locaties ten opzichte van de stuw zie Figuur 29.*

<b>Soort</b>	<b>Zetten</b>	<b>Halen</b>	<b>Locatie</b>	<b>Lengte</b>
Zalm	17-Okt	20-Okt-2008	600 m Noord	87
Zalm	3-Nov	5-Nov	300 m Zuid	61
Zalm	5-Nov	6-Nov	300 m Zuid	83
Zalm	6-Nov	10-Nov	600 m Zuid	85
Zalm	6-Nov	10-Nov	300 m Zuid	70
Zeeforel	24-Okt	28-Okt	600 m Noord	57
Zeeforel	29-Okt	31-Okt	600 m Noord	87
Zeeforel	29-Okt	31-Okt	300 m Noord	57
Zeeforel	11-Nov	13-Nov	600 m Zuid	Onbekend

## 4.6 Maas bij Lith en Linne

### Schieraal zender experiment 2002-2006

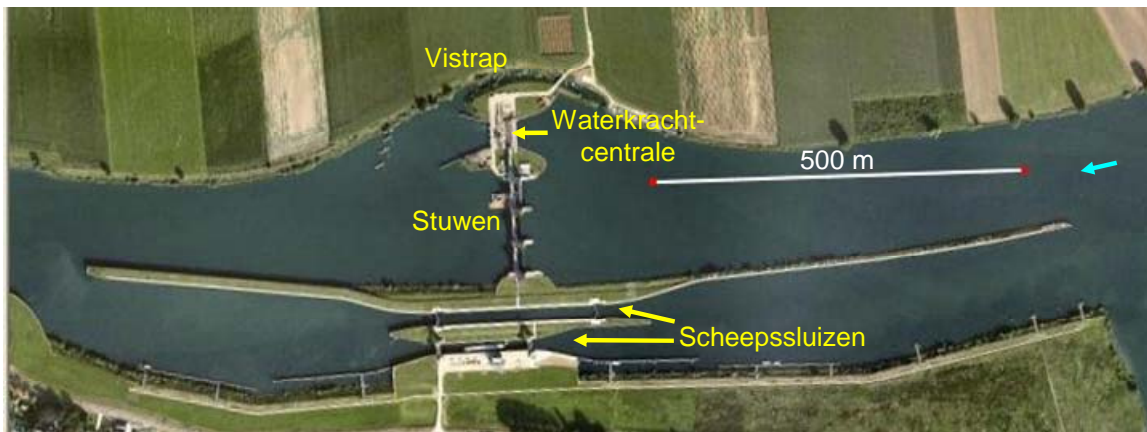
In de Maas is gedurende 2002-2006 in het kader van LNV- bestek 5c een telemetrie onderzoek uitgevoerd naar de uittrek van schieraal vanuit de Maas en welke effecten barrières, waterkrachtcentrales en visserij hebben op het uittrek-succes van schieraal naar zee (Jansen *et al.*, 2007; Winter *et al.*, 2006a; Winter *et al.*, 2007b; Winter, Jansen & Bruijs, 2006b). 150 schieralen met zenders zijn uitgezet in de Grensmaas in 2002 en 150 in 2004 en vervolgens met een reeks van 13 detectiestations gevolgd in hun stroomafwaarde migratie naar zee (Figuur 32). Daarnaast waren er 2 detectiestations die de ingang van beide waterkrachtcentrales afdekte (op ca. 50-70 m afstand van de bovenstroomse ingang van de waterkrachtcentrale).



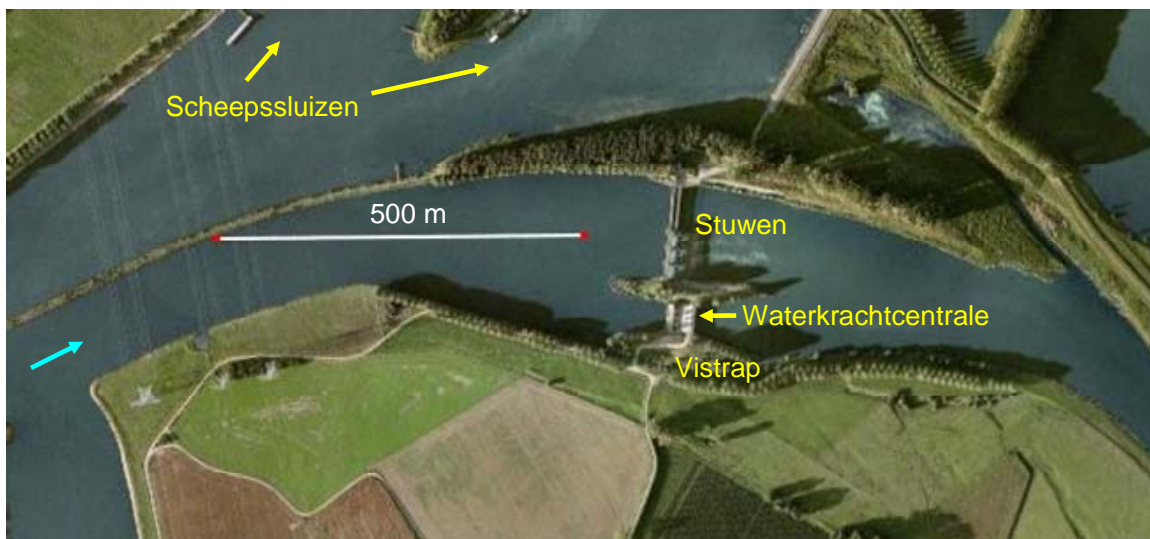
*Figuur 32. Uitzetplaats van gezenderde schieraal en ligging van de detectiestations zoals gebruikt tijdens een telemetrie-studie van 2002-2006 (Jansen *et al.*, 2007; Winter *et al.*, 2007b).*

Voor een groep schieraal die van de Grensmaas naar zee trekt verdween naar schatting 21-25% in 2002 en 19-22% in 2004 in de visserij, en naar schatting 16-26% in 2002 en 25-34% in 2004 door toedoen van beide waterkrachtcentrales gezamenlijk.

Zowel op kleine schaal (stuw-complex) bij beide waterkrachtcentrales Lith (Figuur 33) en Linne (Figuur 34), als op grote schaal (de migratieroutes via Haringvliet en nieuwe Waterweg), lieten zien dat de gezenderde schieraal zich in eerste instantie over de alternatieve routes verdeelde conform de heersende debietsverdeling (Jansen *et al.*, 2007). In een jaar met weinig afvoer tijdens de uittrekperiode trok de schieraal vrijwel uitsluitend via de Nieuwe Waterweg naar zee. In een jaar met veel afvoer trok vrijwel alle gezenderde schieraal via de Haringvlietsluizen naar buiten.



Figuur 34. Overzicht van het stuw-complex in de Maas bij Lith (Alphen)

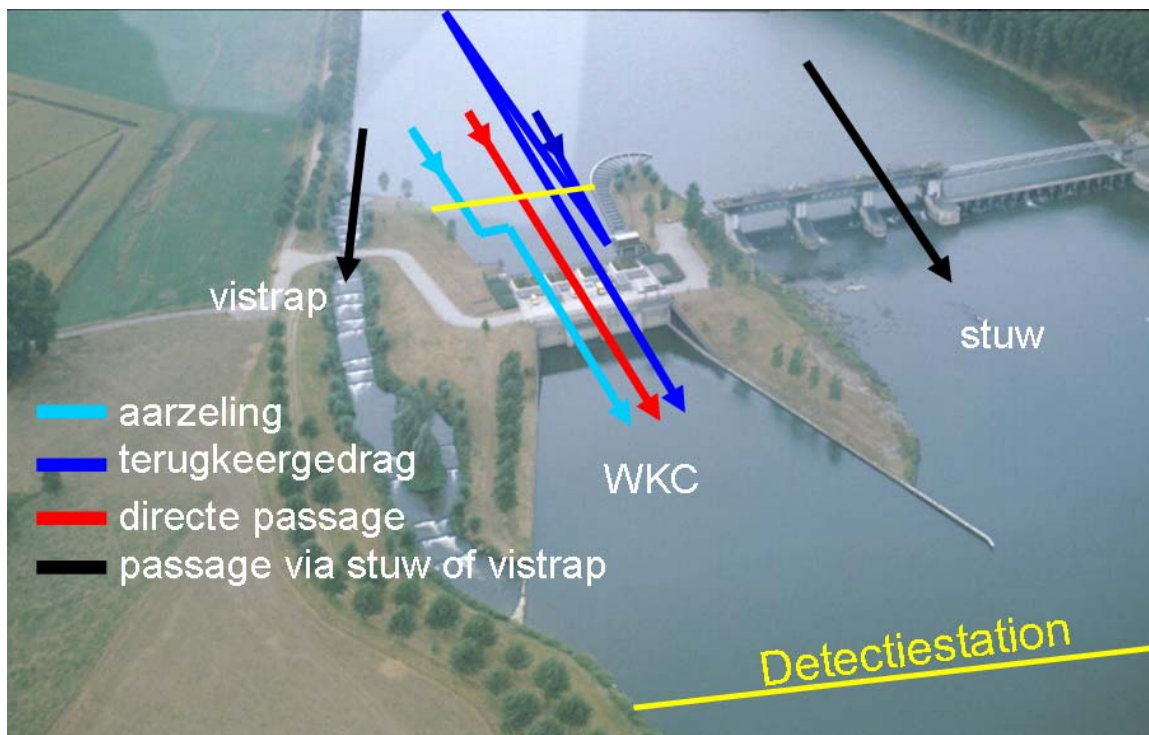


Figuur 35. Overzicht van het stuw-complex in de Maas bij Linne.

Op stuw-lokatie niveau verdeelde de schieraal zich ook conform het heersende debiet over de routes 'stuw+vistrap' en via de 'waterkrachtcentrale' (Jansen *et al.*, 2007). Maar het gedrag van schieralen bij de ingang van de instroomopening van de waterkrachtcentrales was sterk verschillend van het gedrag bij vrij passeerbare trajecten met detectiestations. Werden op de rivierstations passages van schieralen telkens gekenmerkt door slechts één detectie ('directe passage'), bij de ingang van de waterkrachtcentrale van Linne vertoonde slechts 50% één detectie ('directe passage'), 25% vertoonde langdurig blijven hangen op het detectie station ('aarzeling'), en 25% vertoonde terugkeergedrag of heen en weer zwemgedrag boven het detectiestation bij de ingang van de waterkrachtcentrale ('terugkeergedrag': Figuur 36).

Dit impliceert dat er tenminste op een schaal van 100 m en in een enkel geval zelfs meer dan 5 km (want slechts één schieraal keerde na bezoek aan de ingang van de waterkrachtcentrale terug naar de eerst stroomopwaarts gelegen station te Stevensweert op 5 km afstand).



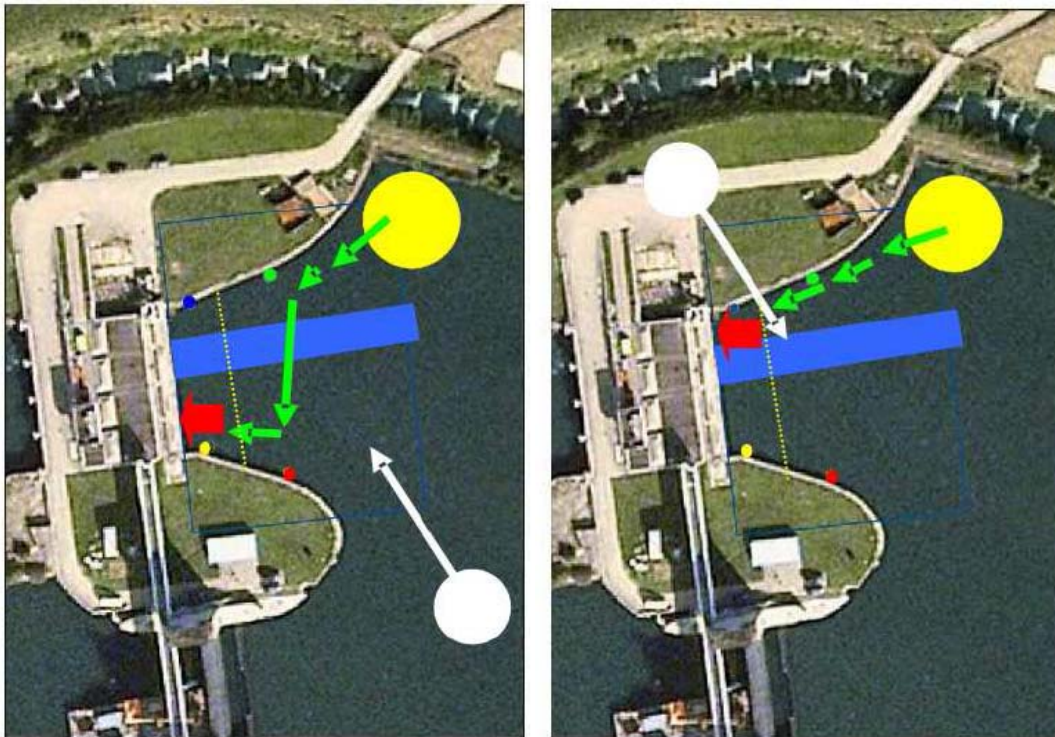


*Figuur 36. Schematische weergave van de verschillende gedragingen zoals die bij de ingang van de waterkrachtcentrale bij Linne is waargenomen . 50% vertoonde 'directe passage', 25% vertoonde 'aarzeling', en 25% vertoonde 'terugkeergedrag' of bij de ingang van de waterkrachtcentrale. Daarnaast zwom een deel van de schieraal via de stuw danwel vistrap naar beneden. Een deel van de schieralen die terugkeergedrag vertoonden is wellicht uiteindelijk ook via de stuw of vistrap naar beneden getrokken (Jansen et al., 2007)*

### **3-D telemetrie-onderzoek van VisAdvies BV bij de waterkrachtcentrale te Lith**

Om visgedrag en migratiepatronen rond waterkracht centrales (WKC) in kaart te brengen is aan de hand hydroakoestische technologie het gedrag van aal bij de WKC bij Lith / Alpen aan de Maas onderzocht door Visadvies (Spierts, de Lange & Kemper, 2008). In een proefgebied vlak voor de vier turbines werden vier hydrofoons (ontvangers) bevestigd aan steigerbuizen aan de kadewand. De afmeting van het proefgebied was ongeveer 20x45x8 meter (lengte x breedte x diepte). Bij 21 alen werd een akoestische zender in de buikholte geplaatst. De vissen werden na een herstelperiode van minimaal 32 uur aan de rand van het proefgebied op een beschutte plek vrij gelaten. De 3-D techniek die Visadvies heeft gebruikt maakt het bepalen van gedragingen op zeer kleine schaal (ca. 1m nauwkeurig) mogelijk.

Ten tijde van de 1e uitzetting (20-12-2007, 20.00 uur) was er door mist geen maan te zien. Drie van de acht vissen verdwenen direct door de turbines (37,5%). Ten tijde van de 2e uitzetting (10-1-2008, 19.30 uur) was het half bewolkt met een lichte neerslag. Zes vissen werden uitgezet en van alle vissen werden signalen opgevangen. Uit de resultaten bleek dat de vissen de inlaat van de WKC (40-50 meter breed) overstaken, richting de kade die niet door de maan 'verlicht' werd. Vier van de zes vissen (66,7%) gingen door de turbines, nadat ze enige tijd aan de overkant tegen de stroom inzwommen. Ten tijde van de 3<sup>e</sup> uitzetting (14-1-2008, 19.30 uur) was het licht bewolkt met matige neerslag en halve maan. Van de zeven uitgezette vissen werden van vijf alen meteen goede 3D opnames gemaakt en van de laatste twee ongeveer 2 uur later. De alen verbleven, in tegenstelling tot de 2e uitzetting, erg kort in het proefgebied en wederom aan de zijde die het minst door de maan beschenen werd. Nadat de alen een bepaalde denkbeeldige lijn in het proefgebied gepasseerd waren, verdwenen ze allen zeer snel door de turbines (100%).



*Figuur 37. Schematische weergave van het algemene zwemgedrag van de alen (groene pijlen) van de 2e uitzetting (links) en 3e uitzetting (rechts). Vertrekpunt is de luwte tussen de vistrap en de inlaat van de WKC (gele bol). Op de plek van de rode pijl verdwenen de alen in de WKC. De maanstand is weergegeven als witte pijl. Het blauwe vlak geeft ruwweg de locatie aan waar de stroomsnelheid behoorlijk lager was dan in de rest van het proefgebied. Kleine gekleurde bollen: de hydrofoons. Afbeeldingen overgenomen uit (Spierts et al., 2008).*

De alen die zich in het proefgebied bevonden gebruikten de gehele waterkolom en beperkte zich niet tot het midden en de bodem van de waterkolom, zoals veelal aangenomen wordt. Hoe dichter de alen de turbines naderden, hoe 'onrustiger' de vissen zich in de waterkolom gedroegen. De positie van de vissen in de nabijheid van kunstwerken kan dus zeer nauwkeurig geconcretiseerd worden, informatie die vervolgens van groot belang kan zijn voor bijvoorbeeld de mogelijke positie van een visgeleidingssysteem (Spierts *et al.*, 2008).

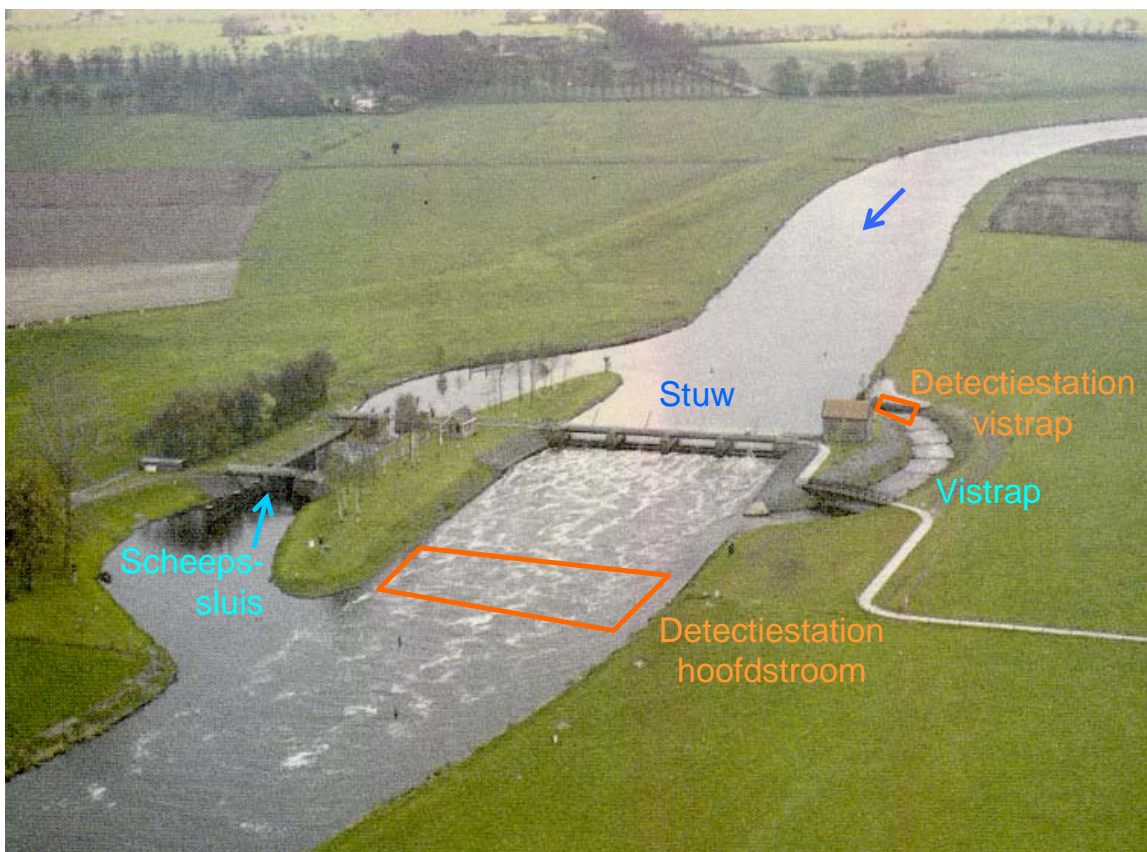
Uit berekeningen van de maximale sprintzwemsnelheden van schieralen bij 5 °C en de geschatte stroomsnelheden van de Maas in het inlaatgebied voor de turbines bleek dat op de plek waar alle alen snel de turbines in verdwenen ongeveer het 'omslagpunt' lag. Op dat punt werd de stroomsnelheid van het water hoger dan de maximale sprint snelheid van de alen en werden ze simpelweg meegezogen. Geconcludeerd kan worden dat er voor elke vissoort apart een bepaalde gevarenszone voor de turbines is, die afhangt van de watertemperatuur en de grootte van de vis. Binnen deze zone worden de vissen dan vrijwel zeker de turbines ingezogen. Bij dit onderzoek gingen in totaal 14 alen (67%) door de turbines, van 7 alen (33%) was het lot onbekend. Kanttekening hierbij is dat de vissen vrij dicht bij de WKC uitzetten zijn (Spierts *et al.*, 2008).



## 4.7 Overijsselse Vecht

De Overijsselse Vecht (was de eerste grotere rivier in Nederland waar een complete serie vistrappen langs alle stuwen zijn aangelegd in de jaren 80 en 90 van de vorige eeuw. Omdat hier ook in de jaren 70 vismigratie-onderzoeken zijn uitgevoerd en er daarnaast nog steeds een populatie riviertrekvis aanwezig was (namelijk de winde), was dit een geschikt gebied om de mate van barrière-werking van stuwen en het effect van de aanleg van vistrappen te onderzoeken (Winter, 2007b). In de jaren 70 bevonden zich in het voorjaar grote concentraties vis benedenstrooms van de stuwen. Het merendeel van deze vis wilde waarschijnlijk verder stroomopwaarts trekken, maar werd hierin belemmerd door de stuwen waardoor de aantallen zich ophoopten. Na de aanleg van vistrappen in de jaren 90 werden nauwelijks nog concentraties vis waargenomen (Winter, 2007b).

Het type vistrappen in de Vecht bleek goed passeerbaar voor de meeste soorten en maten vis (Winter, 2007b). Maar of deze vistrappen effectief functioneren hangt daarnaast ook af van de fractie vissen die de ingang van de vistrap weten te vinden. Vis oriënteert zich tijdens de migratie met behulp van vele zintuigen en in stromende wateren speelt de richting en sterkte van de waterstroom een belangrijke rol. Vissen die gemotiveerd zijn om stroomopwaarts te trekken worden bij een stuw of dam geconfronteerd met een scala aan waterstromingen in een onnatuurlijke omgeving. Vaak lopen routes waar stroming vandaan komt dood, zoals bijvoorbeeld bij een stuw of bij de uitstroom van een waterkrachtcentrale. De vis moet uit al deze stromingen de vistrap selecteren om succesvol te kunnen passeren. Dit heeft geleid tot de zogenaamde 'lokstroom'-hypothese die stelt dat de relatieve sterkte van de waterstroom uit de vistrap ten opzichte van de andere stromingen de kans bepaalt op het succesvol vinden van de vistrap. Mits deze opening niet te ver van de barrière wordt aangeboden.



Figuur 38. Overzicht van het telemetrie-experiment met winde naar het zoekgedrag benedenstrooms van een stuw met vistrap.

In totaal zijn er 50 volwassen windes in de Vecht van een zender voorzien. Bij de stuw te Vilsteren, de tweede in de rij die vis op de Overijsselse Vecht tegenkomt, zijn twee detectiestations aangelegd (Figuur 38.). Eén direct benedenstrooms de stuw over de volle breedte van de rivier en één in de bovenste bekkens van de vistrap.



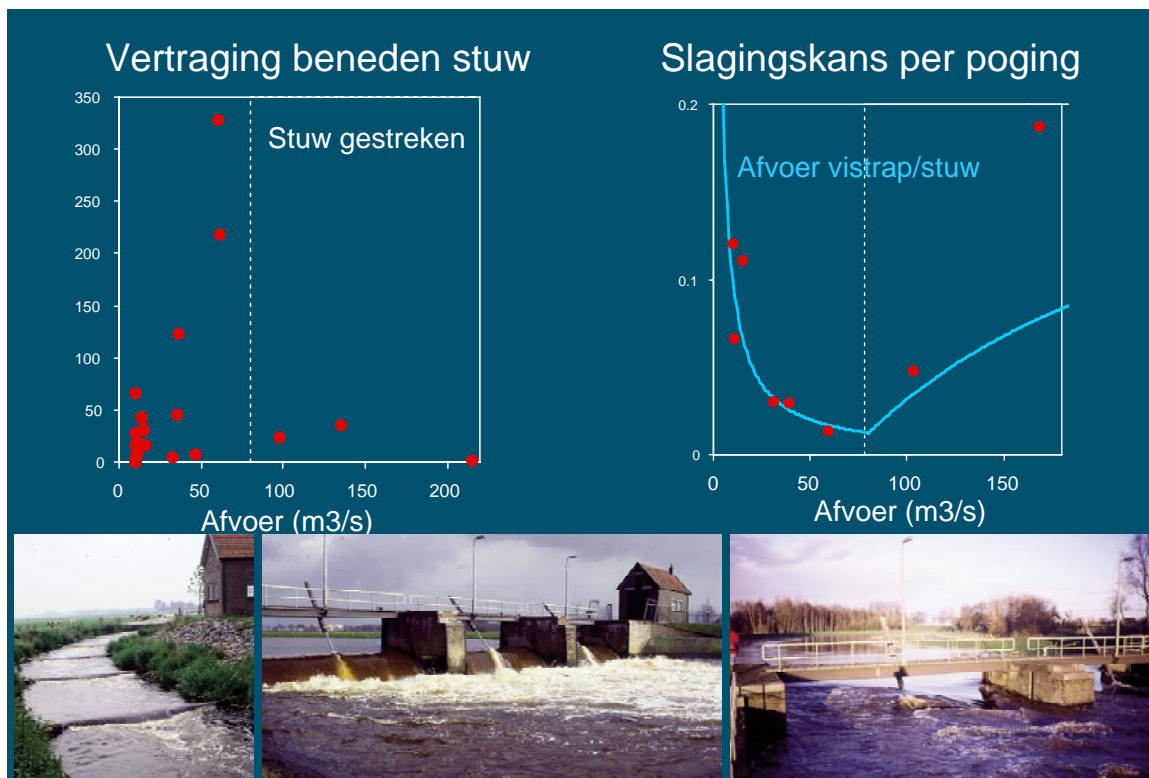
Hierdoor werd bepaald wanneer een winde aankwam bij de stuw en hoe lang daarna deze eventueel de vistrap succesvol passeerde. Daarnaast zijn er 340 volwassen windes die optrokken via de eerste vistrap in de rij (Vechterweerd) van een merkje voorzien. In de fuikenbemonsteringen bij hoger gelegen vistrappen is gekeken welke en wanneer deze gemerkte windes passeerden.

De zender- en merkgegevens werden gekoppeld aan dagelijkse gegevens over de rivierafvoer en de afvoer via de vistrap om de lokstroom-hypothese te testen. De waterafvoer via de vistrappen is constant rond  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  in de gestuwde situatie. Tijdens hoogwater, wanneer de stuwen volledig gestreken zijn, is er nauwelijks nog verval bij de stuw en vistrap. In deze situatie is de 'verdrongen' vistrap meer een vrij stromende nevengeul (zie Figuur 39). Vis kan dan zowel via de stuwopening als via vistrap stroomopwaarts trekken.

Van alle windes die benedenstrooms van de stuw bij Vilsteren aankwamen heeft 59 % vervolgens ook de vistrap succesvol gepasseerd. Aangekomen bij de stuw werden de meeste windes herhaaldelijk terug gezien op het detectiestation benedenstrooms van de stuw. Door elke keer dat een winde het gebied verliet dat door het detectiestation werd afgedekt als een poging tot passeren te beschouwen, kon het aantal pogingen gerelateerd worden aan het aantal succesvolle vistrap passages (de 'slagingskans' per poging). Deze slagingskans bleek een sterk verband te hebben met de verhouding in afvoer via de vistrap versus de afvoer via de stuw, waarmee de lokstroom-hypothese lijkt bevestigd (Figuur 39.). Hoe meer water er in verhouding tot de vistrap over de stuw ging, hoe lager de slagingskans. De vistrap is blijkbaar steeds moeilijker te vinden. Wanneer er echter zoveel water over de stuw gaat dat deze volledig gestreken is, werd de slagingskans weer snel groter. Logisch, want winde kan dan naast de vistrap ook via de stuwopening zelf passeren.

Dit verband werd alleen waargenomen als de analyse zich beperkte tot de pogingen van de uiteindelijk succesvolle windes. Als alle 'pogingen', inclusief niet succesvolle windes, werden meegenomen, was het verband niet waarneembaar. Blijkbaar gedragen de niet-succesvolle windes zich anders. Een ander opmerkelijk resultaat was dat de windes die meerdere jaren achtereen bij de stuw van Vilsteren aankwamen, óf nooit de vistrap passeerden (maar wel altijd via de eerste vistrap waren opgezwommen) óf in beide jaren de vistrap passeerden. Bij een kans van 59% op succes zou je ook een aantal windes verwachten die het ene jaar wel succesvol zijn en het andere jaar niet. Een verklaring hiervoor zou zijn dat niet alle windes die aankomen bij de stuw ook verder stroomopwaarts willen trekken. Een deel van de windes zou de relatief snelstromende leefomgeving direct beneden de stuw als einddoel kunnen selecteren om te paaien. Dan zou de werkelijke efficiëntie van de vistrappen veel hoger zijn dan de 59 % die het op het eerste gezicht is. Het bepalen van de motivatie van vis is echter op zijn minst zeer uitdagend zo niet vrijwel onmogelijk.

Winde is een riviertrekvis (Winter & Fredrich, 2003), maar geen diadrome soort. Wellicht staan de resultaten over het zoekgedrag van winde model voor ander (diadrome) riviertrevissen.



Figuur 39. De vertraging (in uur) van individuele windes met zenders benedenstrooms van de stuw bij Vilsteren (foto midden bij gestuwde omstandigheden) in de Overijsselse Vecht in relatie met de afvoer over het stuwcomplex. Bij een afvoer hoger dan 75 m<sup>3</sup>/s is de stuw volledig gestreken (foto rechts) en kan de winde ook naast via de vistrap (foto links) ook via de stuwopening stroomopwaarts zwemmen (linkerpaneel). Daarnaast is de slagingskans per poging tot het vinden en passeren van de vistrap afgezet tegen de afvoer. De verhouding tussen de lokstroom uit de vistrap en de 'afleidende' stroom over de stuw blijkt een goede voorspeller voor het slagingskans, behalve in de situatie dat de stuw volledig gestreken is.

## 5 Conclusies en discussie

### **Conclusies:**

De diverse case-studies bij diadrome vissen (trekvissoorten) laten zonder uitzondering zien dat verhoogde visconcentraties, zoekgedrag en vangkans rondom kunstwerken optreden. De gevonden verbanden zijn zeer uniform voor de onderzochte vissoorten en levensstadia. Lokaal zijn verhoogde concentraties waargenomen zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts van kunstwerken. In Kornwerderzand, waar de vangkans direct gerelateerd kan worden aan de afstand tot het kunstwerk, wordt aan de Waddenzee-zijde voor alle 10 diadrome vissoorten een toename van de vangkans waargenomen met afnemende afstand tot de spuisluisen. In het Noordzeekanaal en in de Maas bij Linne en Lith suggereren de gegevens van uittrekkende schieraal dat er op een schaal van tenminste tientallen meters zoekgedrag plaatsvindt. In de Lek bij Hagstein heeft de aanleg van vispassages bij het stuw-complex tot een vermindering van concentratie van zeeforel en zalm gezorgd, maar nog steeds zijn deze concentraties hoger dan in een vrij optrekbaar gedeelte van de Rijn worden waargenomen.

Samenvattend treedt er sterke concentratie op rondom kunstwerken op een schaal van zeker tientallen tot enkele honderden meters, en zelden vele kilometers. In stroomopwaartse richting (benedenstrooms van het kunstwerk) is de concentrerende werking van kunstwerken vaak groter, en is de vis over een groter gebied verspreid, dan bij trekvis die in stroomafwaartse richting trekken (bovenstrooms van het kunstwerk). Al zal de instelling van een precieze grens voor een eventuele visserijvrije zone tot op zekere hoogte arbitrair zijn, de resultaten suggereren dat de in een eerder stadium door het Ministerie van LNV geopperde afstand van 500 m een redelijke orde van grootte lijkt te zijn. Per locatie, vissoort, en omstandigheden (bijvoorbeeld afvoer), kan hier variatie in optreden.

### **Implicaties voor beleid:**

Op basis hiervan kan worden gesteld dat het instellen van een visserijvrije zone voor zowel beroepsvisserij als sportvisserij een beschermende werking zal hebben. Dit wordt bepaald doordat bij kunstwerken trekvis een grotere kans heeft om gevangen te worden bij gelijke inspanning:

- De concentratie vis is hoger, omdat watersystemen ter hoogte van kunstwerken vaak sterk vernauwd zijn..
- Afhankelijk van de mate waarin het kunstwerk een migratiebelemmering vormt, de trekvis zoeken gedrag vertonen. Hierdoor zijn ze langer voor het kunstwerk aanwezig en neemt de vangkans aanzienlijk toe.

Door het verder maximaliseren van doortrekmogelijkheden door optimalisatie van spuibeheer, vispassages en visgeleiding zal van minder zoekgedrag sprake zijn waardoor de kwetsbaarheid voor commerciële en recreatieve visserij en natuurlijke predatoren als roofvis en visetende vogels (aalscholvers) zal afnemen.

Om het effect van het instellen van een visserijvrije zone te kunnen kwantificeren is kennis nodig van:

- 1) de populatiegrootte en -verdeling van de trekvis (belang van een locatie als doortrekroute voor de totale populatie)
- 2) de inspanning van de visserij (beroep en sport) nabij kunstwerken
- 3) de vangsten in de diverse visserijen
- 4) de overleving van gevangen of vrij doortrekkende vis.

Over al deze zaken is momenteel nog weinig bekend. Het is uiteraard niet alleen de vangkans en de visserijinspanning die bepaalt wat het effect is van een dergelijke maatregel op populaties riviertrekvis. Doelsoorten voor de visserij zoals paling zullen uiteraard worden onttrokken aan de populatie, maar bijvangsten zoals bijvoorbeeld rivier- en zeeprikken zullen worden teruggezet. In geval van zeeforel en zalm is een terugzetverplichting van kracht. De overleving per gevangen trekvis bepaalt uiteindelijk hoeveel trekvis aan de populatie onttrokken worden. Deze overleving hangt sterk af van het gebruikte vistuig, de behandeling van de vis, de watertemperatuur en de motivatie van de vanger om deze zo onbeschadigd mogelijk weer terug te zetten. Het kwantificeren van de effecten van het instellen van een visserijvrije zone is met de huidige beschikbare gegevens nog niet mogelijk en deze zullen variëren tussen marginaal tot substantieel. Deze zullen waarschijnlijk verschillen tussen verschillende locaties, tussen de verschillende trekvissoorten en tussen de verschillende typen visserijen.



## Referenties

- Baumgartner, L.J. (2006) Population estimation methods to quantify temporal variation in fish accumulations downstream of a weir. *Fisheries Management and Ecology*, **13**, 355-364.
- Behrmann-Godel, J. & Eckmann, R. (2003) A preliminary telemetry study of the migration of silver European eel (*Anguilla anguilla* L.) in the River Mosel, Germany. *Ecology of Freshwater Fish*, **12**, 196-202.
- bij de Vaate, A. & Breukelaar, A.W. (2001). De migratie van zeeforel in Nederland, RIZA-report 2001.046.
- bij de Vaate, A., Breukelaar, A.W., Vriese, T., De Laak, G., & Dijkers, C. (2003) Sea trout migration in the Rhine delta. *Journal of Fish Biology*, **63**, 892-908.
- Borcherding, J., Pickhardt, C., Winter, H.V., & Becker, J.S. (2008) Migration history of North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus* L.) caught in Lake IJsselmeer (The Netherlands) inferred from scale transects of Sr-88 : Ca-44 ratios. *Aquatic Sciences*, **70**, 47-56.
- Bosveld, J. (2009) *The status and degree of rehabilitation of populations of Houting (Coregonus oxyrinchus) and Twaite shad (Alosa fallax) in the Netherlands*. MSc-thesis, Radboud University Nijmegen, The Netherlands.
- Breteler, J.K., Vriese, T., Borcherding, J., Breukelaar, A., Jorgensen, L., Staas, S., de Laak, G., & Ingendahl, D. (2007) Assessment of population size and migration routes of silver eel in the river Rhine based on a 2-year combined mark-recapture and telemetry study. *ICES Journal of Marine Science*, **64**, 1450-1456.
- Bruijs, M.C.M. (2004). Effectiviteit visgeleidingssystemen bij de bestaande waterkrachtcentrales Linne en Alphen KEMA-report 50351962-KPS/MEC 04-7019.
- Clay, C.H. (1995) *Design of fishways and other fish facilities* Lewis Publishers, London, UK.
- Cowx, I.G. & Welcomme, R.L., eds. (1998) *Rehabilitation of rivers for fish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- 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 Leeuw, J.J., Buijse, A.D., Griff, R.E., & Winter, H.V. (2005) Management and monitoring of the return of riverine fish species in the Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie*, **155**, Large Rivers 15, no.1-4: 391-411.
- de Leeuw, J.J., Dekker, W., & Buijse, A.D. (2008) Aiming at a moving target, a slow hand falls! 75 years of fisheries management in Lake IJsselmeer (the Netherlands). *Journal of Sea Research*, **60**, 21-31.
- de Leeuw, J.J. & Winter, H.V. (2006). Telemetriestudie naar migratiebarrières voor riviervis (winde, barbeel, kopvoorn, sneep), IMARES-report C074/06.
- Dekker, W. & J.A. van Wiliigen, 2000. De glasaal heeft het tij niet meer mee! RIVO rapport C055/00.
- Dekker, W. (2004) *Slipping through our hands. population dynamics of the European eel*. PhD-thesis, University of Amsterdam, The Netherlands.
- Gerken, M. & Thiel, R. (2001) Habitat use of age-0 twaite shad (*Alosa fallax* Lacepede, 1803) in the tidal freshwater region of the Elbe River, Germany. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, 773-784.
- Jager, Z. (1999). Visintrek Noord-Nederlandse kustzone, Rijkswaterstaat RIKZ-report 99.022.
- Jansen, H.M., Winter, H.V., Bruijs, M.C.M., & Polman, H.J.G. (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.
- Jansen, H.M., Winter, H.V., Tulp, I., Bult, T., van Hal, R., Bosveld, J., & Vonk, R. (2008). Bijvangst van salmoniden en overige trekvis vanuit een populatieperspectief, IMARES report C039/08.
- Johnson, G.E., Adams, N.S., Johnson, R.L., Rondorf, D.W., Dauble, D.D., & Barilla, T.Y. (2000) Evaluation of the prototype surface bypass for salmonid smolts in spring 1996 and 1997 at lower Granite Dam on the Snake River, Washington. *Transactions of the American Fisheries Society*, **129**, 381-397.
- Johnson, P.N., Bouchard, K., & Goetz, F.A. (2005) Effectiveness of strobe lights for reducing juvenile salmonid entrainment into a navigation lock. *North American Journal of Fisheries Management*, **25**, 491-501.
- Jurjens, H. (2006). The migration of salmonids through the Rhine Delta, MSc Thesis Wageningen University 007/2006.
- Kemp, P.S., Gessel, M.H., Sandford, B.P., & Williams, J.G. (2006) The behaviour of Pacific salmonid smolts during passage over two experimental weirs under light and dark conditions. *River Research and Applications*, **22**, 429-440.
- Kemp, P.S., Gessel, M.H., & Williams, J.G. (2008) Response of downstream migrant juvenile Pacific salmonids to accelerating flow and overhead cover. *Hydrobiologia*, **609**, 205-217.
- Kleef, H.L. & Jager, Z. (2002). Het diadrome visbestand in het Eems-Dollard estuarium in de periode 1999 tot 2001, Ministerie van Verkeer en Waterstaat: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ-report 2002.060.
- Kruitwagen, G., Manshanden, G., & Winter, H.V. (2008). Sterfte van schieraal door gemaal IJmuiden, onderzoeksjaar 2007. Inclusief de registratie van visuitspoeling, Witteveen+Bos report RW 1664-7.

- Kunst, J.M., Spaargaren, B., Vriese, T., Kroes, M., Rutjes, C., van der Pouw Kraan, E., & Jonker, R.R. (2008). Gemalen of vermalen worden. Onderzoek naar visvriendelijkheid van gemalen., Grontmij/Visadvies-report I&M-99065369-MK.
- Larinier, M. (2002) Location of fishways. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, 39-53.
- Leijzer, T.B., de Boois, I.J., van Willigen, J.A., & Westerink, H.J. (2008). Zeldzame vissen in het IJsselmeergebied: Jaarrapport 2007, IMARES-report C111/08.
- Lemasson, B.H., Haefner, J.W., & Bowen, M.D. (2008) The effect of avoidance behavior on predicting fish passage rates through water diversion structures. *Ecological Modelling*, **219**, 178-188.
- Lucas, M.C. & Baras, E. (2001) *Migration of Freshwater Fishes* Blackwell Science, Oxford, UK.
- Lundqvist, H., Rivinoja, P., Leonardsson, K., & McKinnell, S. (2008) Upstream passage problems for wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a regulated river and its effect on the population. *Hydrobiologia*, **602**, 111-127.
- Rijnsdorp, A.D., Vanstralen, M., & Vanderveer, H.W. (1985) Selective Tidal Transport of North-Sea Plaice Larvae *Pleuronectes-Platessa* in Coastal Nursery Areas. *Transactions of the American Fisheries Society*, **114**, 461-470.
- Schilt, C.R. (2007) Developing fish passage and protection at hydropower dams. *Applied Animal Behaviour Science*, **104**, 295-325.
- Spierts, I.L.Y., de Lange, M.C., & Kemper, J.H. (2008). Onderzoek naar schieraalmigratie bij de waterkrachtcentrale Alphen/Lith met behulp van akoestische merken, Visadvies-Report VA2007\_58.
- Travade, F. & Larinier, M. (2002) Fish locks and fish lifts. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, 102-118.
- Tulp, I., de Boois, I.J., van Willigen, J.A., & Westerink, H.J. (2008). Diadrome vissen in de Waddenzee: Monitoring bij Kornwerderzand 2000-2007, IMARES-report C048/09.
- Tyson, J. (2007) *White sturgeon (Acipenser transmontanus) population assessment and preferred habitats in Wells Reservoir*. MSc-thesis, Central Washington University.
- van Overzee, H.M.J., de Boois, I.J., van Keeken, O.A., van Os-Koomen, B., & van Willigen, J.A. (2009). Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2008, IMARES-report C029/09.
- Wiegerinck, J.A.M., de Boois, I.J., van Keeken, O.A., & Westerink, H.J. (2009). Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmsteekregistraties in 2008, IMARES-report C028/09.
- Winter, H.V. (2006). Vismigratie via de vistrappen bij Hagestein en Maurik tijdens het voorjaar van 2006, IMARES-report C092/06.
- Winter, H.V. (2007a). Datarapportage van de vismigratie via de vistrap bij Hagestein tijdens het najaar van 2006, IMARES-report C016/07.
- Winter, H.V. (2007b) *A fishery view on fishways*. PhD-thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Winter, H.V. & de Leeuw, J.J. (2007a). Zender-experiment met zalm en zeeforel in de Lek/Nederrijn bij Hagestein gedurende 2005-2006, IMARES-report C053/07.
- Winter, H.V., de Leeuw, J.J., & Bosveld, J. (2008). Houting in het IJsselmeergebied: Een uitgestorven vis terug?, IMARES Report C084/08.
- Winter, H.V. & Fredrich, F. (2003) Migratory behaviour of ide: a comparison between the lowland rivers Elbe, Germany, and Vecht, The Netherlands. *Journal of Fish Biology*, **63**, 871-880.
- Winter, H.V. & Jansen, H.M. (2006a). De effecten van waterkracht en visserij tijdens de stroomafwaartse trek van schieraal in de Maas: zender-onderzoek gedurende 2002-2006, IMARES-report C072/06.
- Winter, H.V., Jansen, H.M., & Breukelaar, A. (2007b) Silver eel mortality during downstream migration in the River Meuse, from a population perspective. *ICES Journal of Marine Science*, **64**, 1444-1449.
- Winter, H.V., Jansen, H.M., & Bruijs, M.C.M. (2006b) Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. *Ecology of Freshwater Fish*, **15**, 221-228.
- Winter, H.V., Klop, R.W., Klop, W., Klop, K., & Baks, B. (2005). Vismigratie via de vistrappen bij Hagestein en Maurik tijdens het voorjaar van 2005, RIVO-report C055/05.
- Winter, H.V. & Van Densen, W.L.T. (2001) Assessing the opportunities for upstream migration of non-salmonid fishes in the weir-regulated River Vecht. *Fisheries Management and Ecology*, **8**, 513-532.

## Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.





# Verantwoording

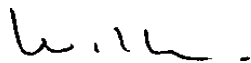
Rapport C076/09  
Projectnummer: 4392100001

## Verantwoording

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

Akkoord: dr. W. Dekker  
senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 08 Oktober 2009

Akkoord: Drs. J. Asjes  
Afdelingshoofd Ecologie

Handtekening:



Datum: 08 Oktober 2009

Aantal exemplaren: 35  
Aantal pagina's: 58  
Aantal tabellen: 1  
Aantal figuren: 39  
Aantal bijlagen: 1

# Bijlage 1

Overzicht van de opmerkingen en commentaren van de IDOV-leden op de conceptrapportage en de reactie van IMARES

**Overzicht van de commentaren van de IDOV leden op het conceptrapport:**

**“Voorkomen en gedrag van trekvissen nabij kunstwerken en consequenties voor de vangkans met vistuigen” door H.V. Winter, 2009, IMARES-rapport C076/09.**

Het commentaar dat verstrekt is door de IDOV-leden telkens in zwart weergegeven. Naar aanleiding hiervan is door IMARES in blauw aangegeven op welke wijze het commentaar is verwerkt in het definitieve rapport of, indien het commentaar niet is overgenomen, waarom deze niet is overgenomen.

**Reactie van Rijkswaterstaat op  
'Voorkomen en gedrag van trekvisseren rondom kunstwerken en consequenties  
voor de vangkans in vistuigen'**

Door B.J. de Witte RWS-IJsselmeergebied i.s.m. IDOV-RWS-klankbordgroep:	
Harriet Bakker/Marian Neven	RWS Limburg
Alexandra Cramer/Henk van Bommel	RWS Zuid-Holland
Kees Borrius	RWS Noord-Nederland
Andre Breukelaar	RWS Waterdienst
Rene van den Heuvel	RWS Utrecht
Arjen Kikkert	RWS Noord-Holland
Kees-Jan Meeuse/Willy Oorthuysen	RWS Zeeland
Peter Omvlee	RWS Noord-Brabant
Margriet Schoor	RWS Oost-Nederland

Waardering

Ten eerste willen we onze waardering uitspreken voor het initiatief om dit rapport te maken. De huidige (zeer kleine) visserijvrije zone bij vismigratieknelpunten van 75 meter is absoluut onvoldoende voor een herstel van visstand. Het is een goede zaak om gelijktijdig met het nemen van vismigratiemaatregelen door de waterbeheerders de visserijvrije zones bij de kunstwerken aan te passen.

Omvang visserijvrije zone bij kunstwerken

Daar op veel vismigratieknelpunten de komende jaren vispassages worden aangelegd is aanpassing van deze afstand richting 500 meter een algemene goede start.

De studie laat echter ook zien dat deze 500 meter op specifieke locaties niet voldoende is. Bijvoorbeeld bij Kornwerderzand (locatie 5). Afhankelijk van de interpretatie "afstand tot het kunstwerk (exclusief of inclusief de geleidedammen)" ligt deze locatie buiten of binnen de genoemde 500 meter.

Het instellen van visserijvrije zones heeft hierdoor enerzijds een generiek deel maar ook en wel degelijk lokaal maatwerk per kunstwerk.

Wij pleiten voor maatwerk op de lokaties waar de waterbeheerders de komende jaren vismigratiemaatregelen nemen.

Vergelijking lokaties

Er is een aantal belangrijke Nederlandse vismigratieknelpunten bestudeerd. In deze set lijkt Kornwerderzand oververtegenwoordigd. Hiermee ontstaat een rapport waarin deze lokatie beeldbepalend is. Waarmee de getrokken conclusies voorbarig lijken en het te vormen beleid vrij snel herzien moet worden. Daarnaast is sprake van veel onzekere factoren welke invloed hebben. [Mee eens. Er waren tijdens het opstellen van deze rapportage weinig datasets beschikbaar die het mogelijk maakt om vangstaantallen in relatie tot de afstand tot een kunstwerk te analyseren. De casestudie bij Kornwerderzand kon het meest uitgebreid worden geanalyseerd, maar de conclusies zijn niet uitsluitend gebaseerd op Kornwerderzand, maar ook op de andere case-studies en literatuuronderzoek naar algemene principes. Maar veel is inderdaad nog onbekend.](#)

Wij pleiten voor een uitgebreidere dataset om tot een meer gewogen beeld te komen. Reeds lopend onderzoek draagt hieraan bij. Voorbeelden hiervan zijn recent onderzoek aan de sluisen van IJmuiden (RWS-Noord-Holland), lopend onderzoek in Zeeland bij Krammersluisen en Bergsediepsuis (RWS-Zeeland), onderzoek aan centrales en passages in de Maas (RWS-Limburg) en telemetrie-onderzoek (RWS-Waterdienst). [IMARES is uiteraard altijd voorstander voor het verkrijgen en analyseren van uitgebreidere datasets wanneer kennishiaten nog onvoldoende zijn ingevuld zoals met deze studie het geval is.](#) Daarnaast willen we vragen om ook internationaal onderzoek te betrekken om dit beeld beter te onderbouwen. [De toenemende beschikbaarheid van telemetriewerk aan trekvissen bij nadering en passage van barrière maakt dit zeker mogelijk.](#) Echter meestal zijn de analyses in publicaties niet gericht op de vraagstelling om de relatie tussen gedrag en afstand tot een kunstwerk te kwantificeren en daardoor niet rechtstreeks uit gepubliceerd werk af te leiden. Hiertoe zal heranalyse op basis van de onderliggende datasets noodzakelijk zijn. Dit in samenwerking met buitenlandse onderzoekers uitvoeren zou inderdaad een betere onderbouwing kunnen geven en het inzicht in welke factoren hierbij van belang zijn vergroten.

#### Onjuistheid

Op p. 39 wordt gesteld dat trekvis zich vaak conform de debietsverdeling verdeelt over verschillende alternatieve routes. Dit is een onjuiste voorstelling van zaken. Er is juist vaak sprake van een onevenredige verdeling over het debiet. [Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen a\) de verdeling van trekvissen die initieel kiezen voor een route en b\) de verdeling van trekvissen die via bepaalde routes doortrekken.](#) De initiële verdeling van trekvissen die 'beginnen' aan een route lijkt sterker gerelateerd aan de debietsverdeling over de routes ten tijde de 'keuze' om te beginnen aan een route (a). De daadwerkelijke verdeling van trekvissen die verschillende routes gebruiken kan door verschillen in gedrag en passeerbaarheid sterk afwijken van de debietsverdeling over verschillende routes (b).

#### Conclusies:

- Rapport aanvullen met ander onderzoek (m.n. RWS-bron) en internationale gegevens.
- Instellen van 500 meter visserijvrije zone bij kunstwerken.
- Mogelijkheid openhouden om in samenwerking maatwerk voor een aantal belangrijke lokaties in te stellen.

**Reactie op hoofdlijnen van Fred Bloot (Hoofd Belangenbehartiging) namens Sportvisserij Nederland naar aanleiding van het concept rapport 'Voorkomen en gedrag van trekvisen rondom kunstwerken en consequenties voor de vangkans in vistuigen' door IMARES, mei 2009.**

Opmerkingen

- De gehanteerde onderzoeksmethode lijkt plausibel en geeft eigenlijk zonder uitzondering aan dat er een concentratie van vis is bovenstrooms en benedenstrooms van een kunstwerk.
- Op basis van de gegevens in het rapport kunnen geen conclusies worden getrokken met betrekking tot het werkelijke effect van het instellen van een visserijvrije zone op herstel van vis populaties. [In het rapport is aangegeven dat de kwantificering van de effecten op dit moment niet mogelijk is en dat gebaseerd op de literatuurstudie en case studies het effect kan variëren tussen marginaal tot substantieel positief en dat deze sterk afhankelijk zal zijn van locatie, type visserij en trekvissoort.](#)
- Het op voorhand beperken van de visserij op plekken waar trekvisen zich concentreren kan dan ook op basis van dit rapport niet worden gesteld.

Gelet op het bovenstaande komt Sportvisserij Nederland tot de volgende conclusie:

Het rapport geeft een goed inzicht in de verhoogde concentratie van vis rondom kunstwerken.

Echter door onvoldoende kennis van de bijvangst en sterfte van salmoniden en overige trekvisen veroorzaakt door zowel de sport-, en beroepsvisserij rondom kunstwerken, is het rapport als zodanig niet representatief en bruikbaar voor het maken van een goede inschatting van te nemen maatregelen.

Nadere veldstudie is noodzakelijk om de werkelijke mortaliteit rondom de verschillende kunstwerken door zowel de sport- als de beroepsvisserij te kunnen kwantificeren teneinde op maat, zo nodig per kunstwerk, gerichte maatregelen te kunnen nemen.

**Reactie van ir. A. Heinen namens de Combinatie van Beroepsvissers op het conceptrapport 'Voorkomen en gedrag van trekvisser rondom kunstwerken en consequenties voor de vangkans in vistuigen' mei 2009.**

In overleg met een aantal vissers hierbij de reactie op het conceptrapport "Voorkomen en gedrag van trekvisser rondom kunstwerken en consequenties voor de vangkans in vistuigen" van Erwin Winter.

Het onderzoek is gedegen gedaan en de conclusies ook veelal voorzichtig geformuleerd gegeven de vele nog onbekende zaken (bestandsschattingen van populaties zijn niet bekend, welk deel van de visser sterft na het vangen met de fuik of met de hengel etc. etc.).

Er is geen onderscheid gemaakt tussen mogelijke impact van de fuiken en de impact van de hengel op het uit de populatie verdwijnen van zalmen en zeeforellen. Zijn optrekkende zalmen en zeeforellen (onbedoeld) beter met de hengel te vangen in de buurt van barrières? [Hierover zijn geen onderzoeksgegevens bekend voor de Nederlandse situatie.](#)

Bij het vertalen van de onderzoeken in beleid worden de voorzichtige conclusies los gelaten. In de beleidsafweging wordt helaas erg weinig gekeken vanuit het oogpunt van de beroepsvisserij. [Deze studie beperkt zich tot het onderzoeken van de concentrerende werking van trekvisser nabij verschillende typen kunstwerken op basis van literatuuronderzoek en beschikbare datasets middels case-studies. Daarnaast wordt aangegeven in welke mate een inschatting van de effecten mogelijk is met de huidige gegevens. Het vertalen naar beleid en belangenafwegingen bij het nemen van maatregelen vallen buiten het bereik van deze studie.](#)

"Al zal de de instelling van een precieze grens voor een visserijvrije zone tot op zekere hoogte arbitrair zijn, de resultaten suggereren dat de in een eerder stadium door LNV geopperde afstand van 500 m redelijk van grootte lijkt te zijn. Al zullen per locatie, vissoort en omstandigheden hierin variatie optreden."

Hier hebben we het volgende bezwaar tegen: Voor schieraal die de rivier aftrekt vindt de onderzoeker dat er enige concentratie optreedt op een 10-tal meters voor de barrières. Concentraties van de rivier aftrekkende jonge zalmen zijn nergens geconstateerd. Een beleidsadvies om het visser bovenstrooms van barrière binnen 500 meter van deze barrière te verbieden heeft dan ook geen enkele grond. [Gegevens over de verdeling van stroomafwaarts trekkende vissoorten \(zoals schieraal en jonge zalm en zeeforel\) in relatie tot de afstand tot een kunstwerk zijn zeer beperkt voorhanden in Nederland. In de Maas bij de waterkrachtcentrale te Linne is voor schieraal met telemetrie terugkeer gedrag tot enkele kilometers waargenomen, maar dit lijken inderdaad meer uitzonderingen dan regel. In de definitieve rapportage is een beter genuanceerd onderscheid tussen stroomopwaartse en stroomafwaartse concentratie bij kunstwerken gemaakt.](#)

"Al zullen per locatie, vissoort en omstandigheden hierin variatie optreden."

Met deze uitspraak zijn wij het volledig eens. Het meest logische beleidsadvies zou dan zijn om in overleg per locatie afspraken te maken. Afspraken over deelgebieden benedenstrooms van de specifieke barrière die niet gevist mogen worden en met welke



vangstuigen/aassoorten. Aan dat overleg kunnen dan deelnemen vertegenwoordigers van beroepsvisserij en sportvisserij in de VBC, RWS en LNV (Dir. Visserij en Dir. Natuur). Afspraken kunnen dan vastgelegd worden in de huurovereenkomsten, schriftelijke toestemmingen en mogelijke contracten voor financiële compensatie.

Blz 50 opmerkingen over aal. “Voor aal is een minder groot effect te verwachten van barrières bovenstrooms van stuwen en spuisluizen op zoekgedrag van aal in de vergelijking met zoekgedrag van riviertrekvis benedenstrooms van kunstwerken. Alleen direct bij de inlaat van waterkrachtcentrales en gemalen lijken verandering van zoekgedrag op te treden. Voor aal zal een visserijvrije zone rond kunstwerken waarschijnlijk alleen invloed hebben wanneer dit een reductie in visserijinspanning inhoudt. Wanneer door een visserijvrije zone de visserijactiviteiten wordt verplaatst naar andere delen van de rivier, zal de maatregel uiteindelijk veel minder invloed hebben. Alleen in het geval dat er bij barrières veel efficiënter op paling kan worden gevist dan verder van barrières zal meer paling worden gevangen bij gelijkblijvende visserijinspanning. Hierover bestaan echter weinig gegevens. Zelfs als een populatieschatting gemaakt is, zoals bij vrouwelijke zilveraal in het Rijnstroomgebied (Breteler et al., 2007) en Maasstroomgebied (Winter et al., 2007b) en zalm (Jansen et al., 2008), is de onzekerheid in de gegevens groot en is het niet mogelijk met deze gegevens het effect van een maatregel als het instellen van een visserijvrije zone te beoordelen op het herstel van de populatie. “ De inzet in de toekomst zal zijn op een decentraal aalbeheer. Mogelijk dat er bijvoorbeeld gewerkt gaat worden met quota voor schieraal in combinatie met verplichte vangstregistratie. De beroepsvisserij zal het quotum met minder inspanning (minder fuiken, minder sta-uren) en daarmee minder kosten en vermoedelijk minder bijvangst maken op concentratiepunten van de schieraal. Dan is het juist aan te bevelen om zo dicht mogelijk te vissen op barrières.

Barrières met een WKC. Daarvoor zal een beroepsvisser de schieraal weg kunnen vangen en benedenstrooms weer uit kunnen zetten.

Blz. 49. In de conclusies in één na onderste alinea staan zinnen die totaal niet lopen en dus ook niet duidelijk zijn. [Deze sectie is aangepast.](#)