

# Kansen en knelpunten voor vismigratie bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer



**Monitoring en resultaten 2013-2014**



**VISSERIJBEDRIJF  
KOOISTRA SCHOT**  
VISSTANDBEMONSTERING  
AFVISSING | PALINGVISSERIJ



**Kansen en knelpunten voor vismigratie  
bij zoet-zout overgangen  
in het Volkerak-Zoommeer**

**Monitoring en resultaten 2013-2014**

In opdracht van: Kees-Jan Meeuse, Rijkswaterstaat Zee en Delta

Uitgevoerd door: Stichting Zeeschelp en Visserijbedrijf Kooistra-Schot

Auteur: Ing. M.C. Dubbeldam, Ing. B.J.L. van Broekhoven

Eindrapport, 10 december 2014



**Marien Onderzoek en Aquacultuur**

Jacobahaven 1  
4493 ML Kamperland

Tel: 0113-376296  
Fax: 0113-376297  
info@zeeschelp.nl  
www.zeeschelp.nl



## Inhoud

Samenvatting.....	3
1. Inleiding .....	1
2. Locaties en methodiek .....	3
Volkerak-Zoommeer .....	3
Inventarisatie diadrome vissoorten .....	5
Bathse spuisluis.....	5
Krammer duwvaartsluis .....	6
Krammer jachtensluis .....	7
Bergsediepsluis .....	8
Camerametingen Bergsediepsluis en Krammerjachtensluis.....	9
3. Resultaten.....	11
3.1 Bathse Spuisluis .....	11
3.2 Krammerduwvaartsluizen .....	14
3.3 Krammerjachtensluizen .....	16
3.4 Bergsediepsluis .....	22
3.5. Vismigratiemogelijkheden bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer .....	29
4. Knelpunten en kansen voor vismigratie bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer .....	31
5. Referenties .....	39
6. Bijlagen .....	I
Bijlage 1 .....	II
Bijlage 2 .....	VII



## Samenvatting

Rijkswaterstaat heeft in 2009 en 2010 de Proef Natuurlijk Sluisbeheer uitgevoerd in het Volkerak-Zoommeer. Tijdens de proef is onderzocht welk effect het aangepaste sluisbeheer heeft op de trek van vissen, op de waterkwaliteit en op de groei van schelpdieren. De algemene conclusie voor de mogelijkheden voor vismigratie was dat Natuurlijk Sluisbeheer technisch functioneert voor vis. Het aangepaste sluisbeheer bij de Bergsediepsluis heeft op basis van de resultaten een positieve invloed op de intrek van migrerende vissen met mogelijkheden voor verdere optimalisatie.

Rijkswaterstaat wil graag een integraal overzicht van de potenties van de huidige drie vismigratieroutes tussen zoet en zout water in het Volkerak-Zoommeer: de Krammersluizen, de Bergsediepsluis en de Bathse Spuisluizen.

Hiervoor is in 2013 en 2014 vismigratiemonitoring uitgevoerd met behulp van fuiken nabij de sluisen en onderwater videocamera's bij de rinketten in de sluisdeuren om een advies op te stellen voor verdere verbetering van de mogelijkheden voor vismigratie tussen het zoete Volkerak-Zoommeer, de zoute Oosterschelde en de estuariene Westerschelde.

Op alle locaties is vismigratie waargenomen, zowel naar het zoete als naar het zoute water. Voor paling, bot, drie doornige stekelbaars, harder, haring/sprot, koornaarvis, spiering, zeeprick en rivierprick zijn er migratiemogelijkheden tussen Volkerak-Zoommeer en Wester- en Oosterschelde via de sluisen. De mogelijkheden voor vismigratie variëren per locatie.

Bij spuisluizen kan uittrek optreden bij het spuien, intrek is beperkt mogelijk zoals bij de huidige instellingen bij de Bathse Spuisluis is waargenomen. Bij schutsluisen treedt vismigratie beperkt op tijdens het schutten, waarbij de vis de sluiscolk doorzwemt en de openstaande sluisdeuren passeert. Het vismigratieproces wordt geholpen als gebruik wordt gemaakt van natuurvriendelijk sluisbeheer via rinketten in de sluisdeuren, aan beide kanten van de sluis. De lokstroom trekt duidelijk vissen aan, die vervolgens vooral rond gelijk peil door de rinketten van de sluisdeuren kunnen migreren. Natuurvriendelijk sluisbeheer werkt doorlopend over de dag bij elke laagwaterperiode, terwijl schutten met tussenpozen en vrij ad-hoc gebeurt, met uitzondering van de Krammerduwvaartsluizen waar continu geschut wordt (7\*24).

De glasaalstand op de Bergsediepsluis heeft duidelijk vismigratie tot gevolg, zeker in perioden dat de sluis weinig schut zoals in het vroege voorjaar. Hier zijn ook de meeste vissoorten gevangen die tussen zoet en zout water kunnen migreren. Bij de Bathse spuisluis is het aanbod aan migrerende vis hoog, maar de migratie beperkt door de korte periode dat er mogelijkheden voor intrek zijn.

Bij de Krammerduwvaartsluizen lijken de mogelijkheden voor vismigratie vooral aanwezig door het vrijwel continu schutten van scheepvaart (gecombineerd met een schutdebiet van zoet water van  $9 \text{ m}^3/\text{s}$ , dat fungeert als 'lokstroom').

De Krammerjachtensluizen laten beperkte vismigratie zien in vergelijking met de andere sluisen.

Op basis van de camerabeelden bij de Bergsediepsluis, fuikwaarnemingen en zichtwaarnemingen op de sluisen, kan geconcludeerd worden dat de meest ideale condities voor vismigratie door rinketten plaatsvinden bij opkomend tij op de Ooster- of Westerschelde kort nadat gelijk peil met Volkerak-Zoommeer is bereikt. De meest gunstige periode is vanaf zonsondergang tot rond middernacht. De vis komt meestal vanaf gelijk peil met de stroming mee naar binnen, uitzonderingen daargelaten. De glasaalstand open laten staan tot 20 cm peilverschil met Oosterschelde is gunstiger dan 10 cm peilverschil. De vis krijgt zodoende meer tijd om door de sluiscolk te zwemmen en het tweede rinkel te vinden.

In de periode van oktober tot en met half april zijn er geen conflicterende belangen te verwachten tussen vismigratie en een zoutlast bij de zoetwatervoorziening voor de landbouw. Natuurvriendelijk sluisbeheer kan in deze periode optimaal ingesteld worden voor de stroomopwaartse en stroomafwaartse vismigratie. In de periode van half april tot en met september kan deze instelling gehandhaafd blijven zolang de zoutlast niet te hoog wordt voor de landbouw. In deze periode kan de beperkte glasaalstand ingezet worden.

Met de 'beperkte' glasaalstand wordt vooral de intrek van diadrome vis beperkt, de periode van de uittrek wordt met deze instelling grotendeels benut.

Ervaringen uit afgelopen jaren bij de schutsluiscomplexen rondom het Volkerak-Zoommeer tonen aan dat er belemmeringen voor vismigratie zijn wanneer:

- Weinig en onregelmatig wordt geschut zodat vispassage via schutten weinig tot geen mogelijkheden biedt en verder geen natuurvriendelijk sluisbeheer wordt toegepast.
- Spoelen of nivelleren gebeurt via infrastructuur als rioolstelsel met pompen en kroosrooster.
- Gebruik wordt gemaakt van bellen en waterscherm
- Alleen sprake is van uitsluitend sterke stroming door rinketten en geen rustige momenten waarbij een instroming is van zout water.

Bij spui- en schutsluiscomplexen tussen zoet water en zout getijdewater zijn positieve effecten op mogelijkheden of kansen op vismigratie te verwachten als er bepaalde componenten aanwezig zijn:

- Continue zoetwaterlokstroom met natuurlijk verval door sluiscolk of spuumiddel gedurende het gehele jaar.
- Momenten van weinig tot geen stroming gedurende gelijk peil zodat vis tijd heeft voor migratie en er korte tijd zout water instroomt over het gehele jaar, maar zeker in voor- en najaar.
- Rinketten aan beide zijden van de sluis en deze gebruiken als natuurvriendelijk sluisbeheer als er niet wordt geschut.
- Continu schutten, dag en nacht bij voldoende scheepvaart zoals dat nu gebeurt bij de Krammerduwvaartsluis, zonder bellenschermen.



Bovenstaande omstandigheden zijn zowel voor de in- als uittrek van toepassing. De huidige rendementen voor vismigratie worden het hoogst geschat op de Bathse spuisluis, gevolgd door de Bergsediepsluis. Bij de Krammerduwvaartsluis en Krammerjachtensluis met ZZS worden de rendementen lager geschat. De rendementen bij IZZS zijn lager dan bij ZZS. De nadelen van de schuttechniek bij IZZS kunnen worden gecompenseerd door een glasaalstand met de rinketten en/of een nieuw spuumiddel dat natuurvriendelijk is ingesteld.

De meeste potentie in vismigratie bij aanpassing van bestaande of aanleg van nieuwe infrastructuur is te verwachten bij de Bathse spuisluis, gevolgd door de Bergsediepsluis en de Krammerduwvaartsluis (indien hier natuurvriendelijk sluisbeheer wordt toegepast). De hoogste verbetering van rendement valt naar verwachting te behalen bij de Bathse Spuisluis gevolgd door de Krammerduwvaartsluis. Samenvattend staan de mogelijkheden voor vismigratie per object in onderstaande tabel, in volgorde van te behalen rendement bij aanpassing van het huidige management, de huidige infrastructuur en bij nieuwe infrastructuur.

**Tabel:** Potentie vismigratie bij de verschillende zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer.

	Potentie vismigratie
Bathse Spui	8
Bergsediepsluis	7
Krammerduwvaartsluis ZZS	4
Krammerduwvaartsluis IZZS VKV	2
Krammerduwvaartsluis IZZS VKV met natuurvriendelijk sluisbeheer	4
Krammerjachtensluis ZZS	0
Krammerjachtensluis IZZS	-1
Krammerjachtensluis IZZS met natuurvriendelijk sluisbeheer	1

Bij de Bathse Spuisluis zijn aanpassingen bij voorkeur aan de waakdeuren aan beide zijden nodig, met een instelling voor natuurvriendelijk beheer.

Bij de Bergsediepsluis kan de migratie van schieraal verbeterd worden door in het najaar 's nachts te schutten tijdens gelijk peil.

Voor vergroting van de mogelijkheden van vismigratie bij de Krammerduwvaartsluis zijn daarbij rinketten in de sluisdeuren aan beide zijden van de sluiscolk en een nieuw spuumiddel nodig, beide met natuurvriendelijk beheer.



# 1. Inleiding

Rijkswaterstaat heeft in 2009 en 2010 de Proef Natuurlijk Sluisbeheer uitgevoerd in het Volkerak-Zoommeer. Het beheer van de Bergsediepsluis en de Krammersluizen werd tijdelijk aangepast, zodat er tijdens laagwaterperiode in de Oosterschelde extra zoet water uit het Volkerak-Zoommeer in de Oosterschelde werd afgelaten en bij gelijk peil korte tijd zout water is ingelaten. De ‘harde’ zoet-zout overgangen bij de kunstwerken vormen een ecologische barrière. Als de zoet-zout overgangen geleidelijker zijn, ontstaan kansen voor een ecologische uitwisseling tussen de systemen. Tijdens de proef is onderzocht welk effect het aangepaste sluisbeheer heeft op de trek van vissen, op de waterkwaliteit en op de groei van schelpdieren. (LinkIt Consult & Wanningen Waterconsult, 2010)

De algemene conclusie voor de mogelijkheden voor vismigratie was dat Natuurlijk Sluisbeheer technisch functioneert voor vis. Met aangepast sluisbeheer in de vorm van aflaten van zoet water onder natuurlijk verval tijdens de laagwaterperiode, en kortstondig zout water richting zoet water laten stromen, zijn de kunstwerken duidelijk visvriendelijker.

Met verschillende methoden zijn 12 vissoorten waargenomen die tijdens aangepast sluisbeheer de sluisen zijn gepasseerd. Diadrome vissoorten zoals Driedoornige stekelbaars, Dunlipharder, Bot, Paling, Zeeprik, Zeeforel en Glasaal zijn aangetroffen, evenals soorten die een voorkeur hebben voor brak water zoals Koornaarvis, Haring/Sprot en incidenteel ook Spiering.

Voor Bot werd in 2009 een migratieknelpunt vastgesteld, bij weinig of geen schuttingen van de sluis zodat de vis niet mee kon schutten naar zout water. De resultaten in 2010 laten zien dat bij continu zoet-zout uitwisseling er eerder in het seizoen minder volwassen Bot aan de zoete zijde aanwezig blijft. Dit vormt een aanwijzing dat er verbeterde mogelijkheden voor de migratie van Bot zijn ontstaan.

Glasaaltrek vond voornamelijk plaats als zout water wordt ingelaten op zoet water. Er is een gradiënt zichtbaar van hoge aantallen naar lage aantallen richting het zoete water. Dit geeft aan dat glasaal tijd nodig heeft om de schuiven in de sluisen te passeren.

Direct achter de sluisdeur is in de zoete lokstroom duidelijk een verhoogd visaanbod zichtbaar. In het voorjaar zijn in de lokstroom direct aan de buitenkant van de sluis vaak scholen van Driedoornige stekelbaars, Spiering, Haring/Sprot en Harder waargenomen, als ook concentraties aan Glasaal en Bot. Dit aanbod kwam vaak niet tot uiting in de daadwerkelijk gemeten migratie door de sluis. De migratiemogelijkheden nemen toe naarmate er langer zout water wordt ingelaten en terugstroomt richting het Volkerak-Zoommeer. Het aangepaste sluisbeheer bij de Bergsediepsluis heeft op basis van de resultaten een positieve invloed op de intrek van migrerende vissen met mogelijkheden voor verdere optimalisatie.

Op basis van de resultaten uit de Proef Natuurlijk Sluisbeheer heeft Rijkswaterstaat besloten om per januari 2013 de instelling voor natuurlijk sluisbeheer door te voeren in het dagelijkse beheer van de Bergsediepsluis.

Bij de Krammerjachtensluis is in 2014 een pilot uitgevoerd met een innovatief systeem voor zoet-zout scheiding, waarbij gebruik wordt gemaakt van bellen- en waterschermen in combinatie met een zoet spoeldebiet door rinketten in de sluisdeur aan de Volkerak-Zoommeer zijde. Bij de pilot was inzicht gewenst in de mogelijkheden voor vismigratie in de oude en nieuwe situatie.

Bij de Bathse Spuisluizen is bij één koker een verhoogde eindstop gemonteerd, om vismigratie te bevorderen. De vraag is of er daadwerkelijk vismigratie plaatsvindt, of er verbeteringen mogelijk zijn en of het wenselijk is de voorziening uit te breiden naar meerdere kokers, omdat op korte termijn groot onderhoud is voorzien waarbij dit meegenomen kan worden.

Rijkswaterstaat wil graag een integraal overzicht van de potenties van de huidige drie vismigratieroutes tussen zoet en zout water in het Volkerak-Zoommeer: de Krammersluizen, de Bergsediepsluis en de Bathse Spuisluizen.

Hiervoor is in 2013 en 2014 vismigratiemonitoring uitgevoerd met behulp van fuiken nabij de sluizen en onderwater videocamera's bij de rinketten in de sluisdeuren. Met deze waarnemingen kan een overzicht opgesteld worden van de optredende vismigratie bij de verschillende kunstwerken en advies gegeven worden welke mogelijkheden er zijn om deze te verbeteren. Vervolgens is een rangorde mogelijk bij welke kunstwerken er naar verwachting het meeste rendement in vismigratie is te behalen voor het Volkerak-Zoommeer.

Deze rapportage geeft een overzicht van de uitgevoerde monitoring en een advies voor verdere verbetering van de mogelijkheden voor vismigratie tussen het zoete Volkerak-Zoommeer, de zoute Oosterschelde en de estuariene Westerschelde.

## 2. Locaties en methodiek

### Volkerak-Zoommeer

Het Volkerak-Zoommeer is ontstaan bij de completering van de Deltawerken in 1986. De Grevelingendam, Philipsdam met de Krammersluizen en de Oesterdam met de Bergsediepsluis zijn de compartimenteringsdammen die het zoete en het zoute water gescheiden houden.

Het Volkerak in het noordelijke deel is via kanaal de Eendracht verbonden met het Zoommeer in het zuiden. De Dintel en Steenbergse Vliet wateren vrij af op het Volkerak-Zoommeer. Via sluisen is verbinding met het Hollands Diep en het havengebied van Antwerpen.

Het waterpeil van het gehele meer wordt geregeld door het lozen van zoet water op de Westerschelde bij de Bathse Spuisluis. Andere afvoerpunten zijn schutverliezen bij de Krammersluizen, Bergsediepsluis en Kreekraksluis.

De aanvoer van zoet water komt vooral vanuit de Dintel en de Volkeraksluizen.

In de periode van april tot oktober wordt gestuurd op zoutgehalte (<450 mg/l chloride), waarbij in droge perioden water ingelaten wordt vanuit het Hollands Diep.



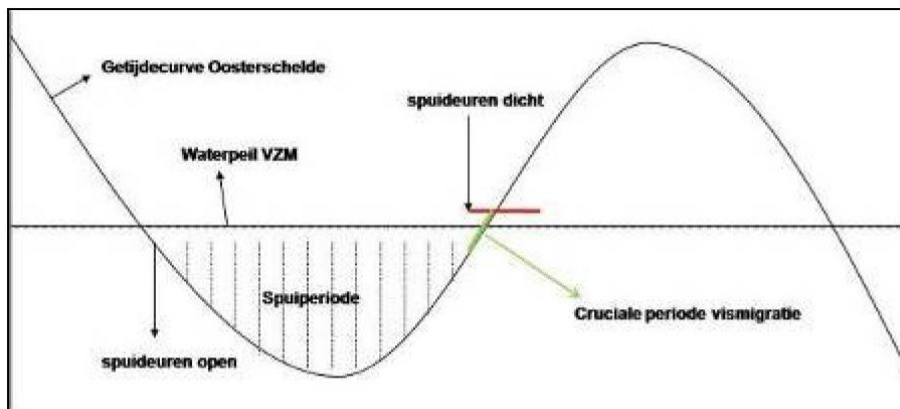
**Figuur 1.** Overzicht Volkerak-Zoommeer met de zoet-zout overgangen. Naar Royal Haskoning DRV(2013).

De Bathse Spuisluis, de Bergsediepsluis, de Krammerduwaartsluis en de Krammerjachtensluis zijn relevant voor vismigratie tussen zoet en zout water.

De afwatering(LW-spuil) via het Bathse Spuisluis varieert daggemiddeld van 0 tot 125 m<sup>3</sup>/s, jaargemiddeld 5-25 m<sup>3</sup>/s. De schutverliezen bij de Krammerduwvaartsuis bedragen daggemiddeld circa 8-10 m<sup>3</sup>/s, bij de Krammerjachtensluis daggemiddeld 0-2 m<sup>3</sup>/s (zowel bij ZZS en IZZS). Via de glasaalstand van de rinketten bij de Bergsediepsluis is de afwatering (LW-spuil) daggemiddeld 0.7 m<sup>3</sup>/s.

De schutverliezen bij de sluisen zijn afhankelijk van het scheepsaanbod. Bij de beroepsvaart (Krammerduwvaartsuis) zijn de sluisen vrijwel continu (dag en nacht) in bedrijf. Bij de recreatievaart (Krammerjachtensluis en Bergsediepsluis) vinden veruit de meeste schuttingen in de periode van mei tot en met september plaats. In deze periode kan vismigratie plaatsvinden door mee te schutten. In de najaar-winter-vroege voorjaar periode wordt er nauwelijks geschut. Vismigratie is dan alleen mogelijk met een ‘glasaalstand’ zoals die in de Bergsediepsluis is ingesteld.

Bij de ‘glasaalstand’ staan de rinketten in de sluisdeur gedeeltelijk open tijdens de periode dat het water in de Oosterschelde lager staat dan in het Volkerak-Zoommeer. Hierdoor ontstaat een duidelijke zoete lokstroom en kan vis migreren van zoet naar zout water. Bij opkomend tij blijven de rinketten open totdat het peil in de Oosterschelde 10-20 cm hoger staat dan in het Volkerak-Zoommeer. In deze korte periode stroomt er zout water door de sluisdeur richting zoet water en kunnen ook de kleinere of minder sterke vissoorten van de situatie gebruik maken om te migreren van zout naar zoet water. Met deze instelling is vismigratie naar beide kanten van de sluis mogelijk, van zoet naar zout en omgekeerd.



**Figuur 2.** Optimale spuiperiode bij natuurvriendelijk sluisbeheer, naar LinkIt Consult & Wanningen Waterconsult, 2010.

Stroom opwaartse migratie ofwel intrek (richting zoet water) van diadrome soorten vindt globaal plaats in de periode van februari tot en met juni en oktober tot en met december. Stroom afwaartse migratie ofwel uittrek vindt globaal plaats van maart tot en met juni en augustus tot en met november. Gedurende het grootste deel van het jaar vindt vismigratie plaats. Een jaarronde voorziening voor vismigratie is dus gewenst.

## Inventarisatie diadrome vissoorten

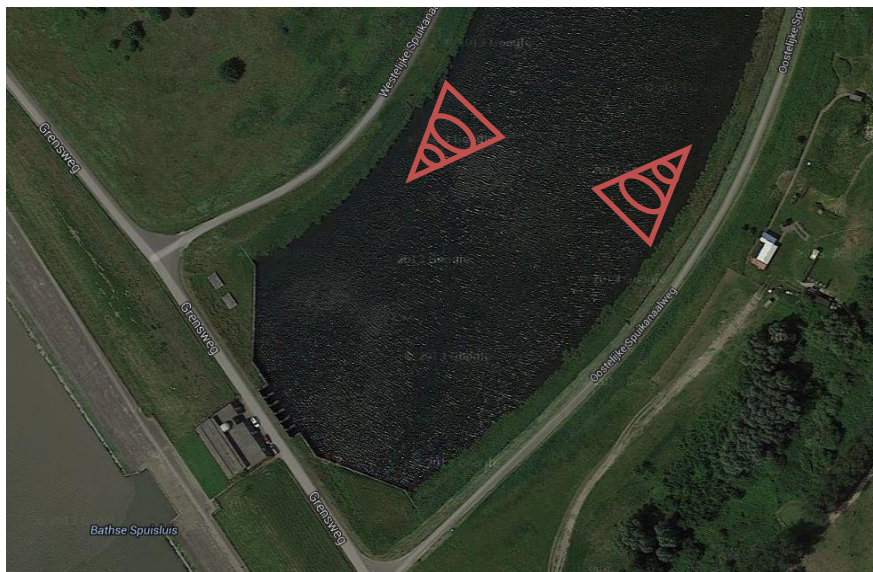
In de periode maart 2013 tot november 2014 zijn in samenwerking met Visserijbedrijf Kooistra-Schot de locaties Bathse spuisluis, Krammer duwvaartsluizen, Krammer jachtensluizen en de Bergsediepsluis bemonsterd met fuiken.

Bij de Bergsediepsluis en Krammerjachtensluis zijn tevens onderwater videobeelden gemaakt van de openingen in de sluisdeuren waar vissen door kunnen migreren. Gecombineerd met de fuikvangsten geeft dit een beeld van de opgetreden vismigratie. De fuikvangstgegevens is door Peter Kooistra doorgestuurd naar stichting Zeeschelp waarna zij deze verwerkt hebben. Op de volgende pagina's wordt per locatie toelichting gegeven hoe en waar de fuiken geplaatst zijn. Daarna wordt de monitoring met videocamera's besproken.

De resultaten uit de vismigratiemonitoring worden gebruikt voor een evaluatie van mogelijkheden voor vismigratie met het innovatieve zoet-zout scheidingsysteem (IZSS) zoals die vanaf voorjaar 2014 bij de eerste Krammerjachtensluis is geïnstalleerd. In deze evaluatie wordt aangegeven op welke punten van het IZZS er mogelijkheden of knelpunten ontstaan voor vismigratie. Tevens wordt er voor ieder object een uitspraak gedaan hoe vismigratie geoptimaliseerd kan worden binnen bestaande infrastructuur of mogelijke vernieuwde infrastructuur.

## Bathse spuisluis

De Bathse spuisluis watert af op de Westerschelde. Afhankelijk van de waterstand op het Volkerak-Zoommeer en Westerschelde is de spuisluis wel of niet in werking. Zoals op de volgende afbeelding is weergegeven is er gevist met twee fuiken. Eén in de oeverzone richting de Westerschelde en één in de oeverzone richting het Volkerak-Zoommeer.



**Figuur 3.** Bathse Spuisluis, met rechtsonder de Westerschelde en het Spuikanaal met fuiken.

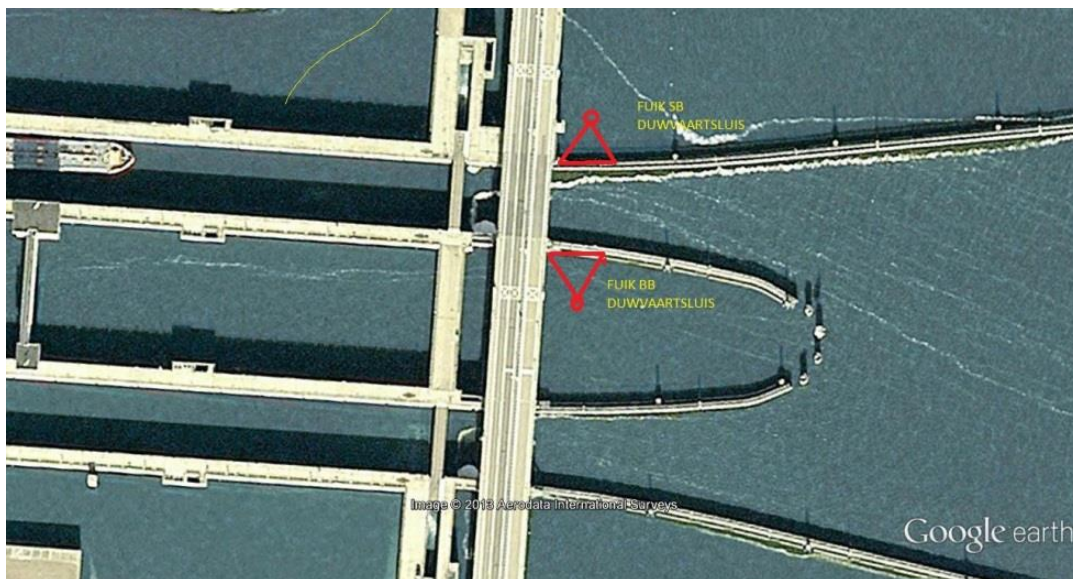
De meest oostelijke schuif in de spuisluis heeft een glasaalinstelling, waarbij de schuif continu circa 30 cm open staat. Bij gelijk peil tussen Westerschelde en het Bathse spuikanaal stroomt er korte tijd water vanuit de Westerschelde naar het spuikanaal via de waakdeur. Deze waakdeur sluit korte tijd (enkele minuten) nadat het gelijk peil is bereikt. Bij de huidige omstandigheden is de intrek van vis beperkt mogelijk.

#### *Kruisnetmetingen Bathse spuisluis*

Naast de fuikmetingen is in de avond van 24 en 25 april 2014 een kleine inventarisatie gehouden naar het aanbod vanuit de Westerschelde en de passage door de meest oostelijke schuif en de waakdeur tijdens gelijk peil richting het Bathse spuikanaal. Deze schuif heeft als enige een 'glasaalstand'. De inventarisatie is uitgevoerd door gelijktijdig aan beide kanten van het spui met kruisnetten te monitoren zodra er glasaal voor de schuiven komt. In het najaar van 2014 wordt groot onderhoud voorzien aan de schuiven van de Bathse spuisluis. Op verzoek van Rijkswaterstaat Zeeland is geïnventariseerd of het zinvol is om tijdens het groot onderhoud voorzieningen aan te brengen die de vismigratie kunnen bevorderen.

#### **Krammer duwvaartsluis**

De Krammerduwvaartsluizen is de meest noordelijke route voor de beroepsbinnenvaart om tussen het Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde te reizen. De noordelijke sluis is bemonsterd met een tweetal fuiken, zoals in de volgende afbeelding staat weergegeven aan de achterkant van de remmingwerken van de sluis. Op deze manier is er geen hinder voor de scheepvaart.



**Figuur 4.** Krammerduwvaartsluis aan Volkerak-Zoommeer kant met fuiken binnen het remmingwerk



## Krammer jachtensluis

In 2013 is bij de Krammerjachtensluis gemonitord met fuiken aan de noordzijde van het sluisencomplex achter de schuifwand voor zoetzoutscheiding. Op de volgende afbeelding staat dit weergegeven. Met een tweetal fuiken en een schutwand in de oever is vrijwel de gehele waterkolom afgezet waardoor het merendeel van de passerende vissen in de fuiken zijn gezwommen.

Eén fuik heeft de route van zout naar zoet bemonsterd en de andere de route van zoet naar zout. Een verschil tussen voorjaar 2013 en 2014 is de start van de pilot “innovatieve zoet-zout scheiding” IZZS. De sluis is aan het begin van de bemonsteringsperiode in 2014 gestremd geweest wegens aanpassingen aan de sluis. Vanaf 25 april werkte de jachtensluis conform de pilotinstellingen. De wandschuiven zijn volgens deze instellingen buiten gebruik. Voor de vergelijking tussen 2013 en 2014 is ervoor gekozen om met dezelfde fuikopstelling vismigratie te monitoren.

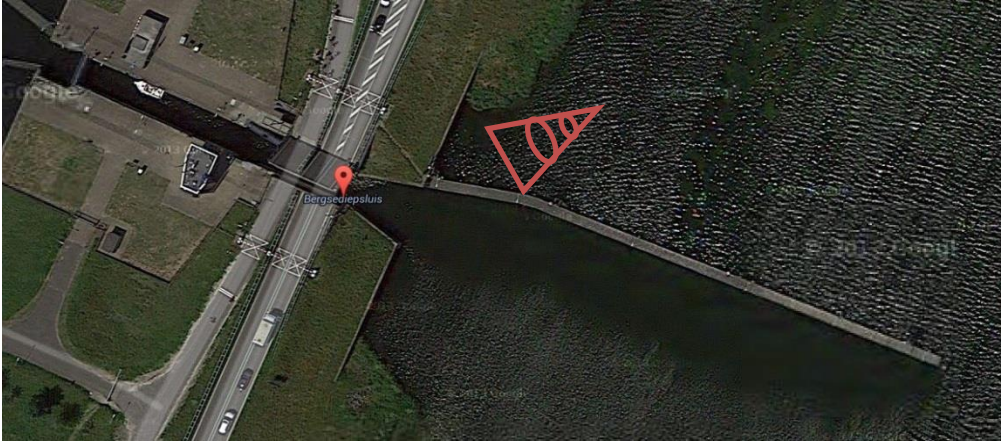
In het najaar van 2014 is tevens een zelfde fuikopstelling geplaatst bij de eerste jachtensluis, die nog op de oude manier schut (ZZS).



**Figuur 5.** Krammerjachtensluis met locatie van de fuiken.

## Bergsediepsluis

Op de volgende afbeelding staat weergegeven hoe de fuik geplaatst is bij de Bergsediepsluis.



**Figuur 6.** Bergsediepsluis met links de Oosterschelde en rechts het Zoommeer met de fuik.

Op de locatie Bergsediepsluis is er gevist met een fuik nabij de vaarroute richting de sluis. Fuikvangsten uit eerdere jaren hebben aangetoond dat er ook migrerende vissen mee worden gevangen, zowel in- als uittrek. Zo worden er ieder jaar wel een paar keer zeeprikken en dunlipharders aangetroffen.

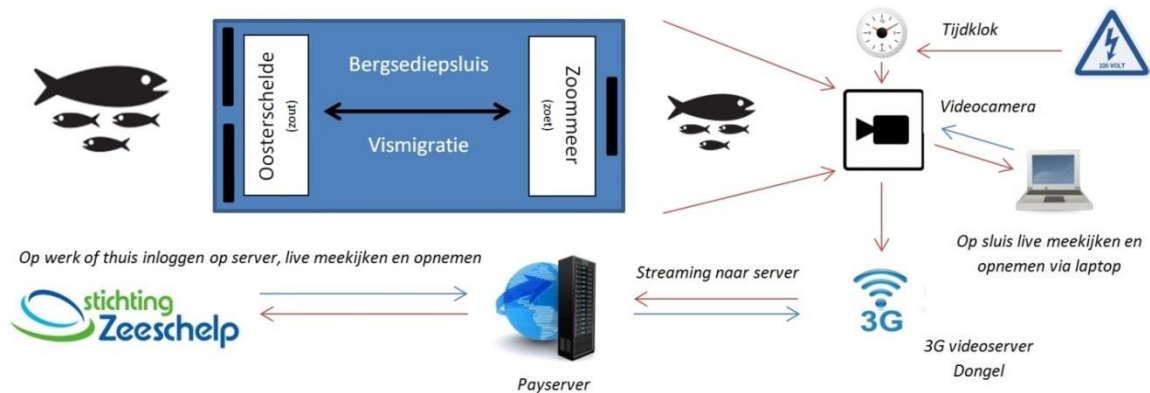
## Camerametingen Bergsediepsluis en Kramerjachtensluis

Op de Bergsediepsluis en Kramerjachtensluis zijn vismigratiemetingen uitgevoerd met behulp van een videocamera voor de rinketten in de Volkerak-Zoommeer deur.

Op onderstaand schema staat de opstelling op voor de Bergsediepsluis uitgewerkt. De shuttechniek op de Kramerjachtensluis wijkt iets af, maar het principe van de camerametingen is gelijk.

De camera is gemonteerd op de sluisdeur, aan de rechteronderkant van het rinket en kijkt schuin omhoog. De ruimte tussen de damwand en een openstaande sluisdeur is beperkt (het schutten moet onverhinderd kunnen gebeuren), zodat de camera niet in, maar langs het rinket kijkt. Na afstellen was het mogelijk om het grootste deel van de opening in beeld te krijgen. Het signaal van de camera werd via een kabel naar een hydrauliekruimte geleid, waar een videoreserver stond die het signaal via een dongel naar een internetserver stuurt. Door in te loggen op deze server kan op afstand meegekeken worden. Daarnaast zijn af en toe live opnamen gemaakt op de sluis. Op de Bergsediepsluis zijn in 2014 beeldopnamen gemaakt van maart t/m mei en van september t/m november. Op de Kramerjachtensluis zijn in 2014 beelden gemaakt in mei, juni, oktober en november.

In onderstaande figuur staat een schematische weergave van de cameraopstelling bij de Bergsediepsluis. De opstelling bij de Kramerjachtensluis is hetzelfde.



**Figuur 7.** Schematische weergave van de cameraopstelling op zowel de Bergsediepsluis als de Kramerjachtensluis.



**Foto 1, 2 en 3.** Links de cameraopstelling linksonder het rinket bij de reservedeur, midden de videocamera met lamp en de sluisdeur met bedrading naar de camera onder water.



### 3. Resultaten

In de volgende paragrafen worden de resultaten besproken van de bemonsteringen en waarnemingen in voor- en najaar van 2013 en 2014 bij de locaties Bathse spuisluis, Bergsediepsuis, Krammer duwvaartsluizen en Krammerjachtensluizen.

Aan de hand van de vangsten en waarnemingen op de sluizen wordt per locatie het (natuurvriendelijk) sluisbeheer geëvalueerd en een conclusie gegeven.

In bijlage 1 staan de ruwe vangstgegevens van de fuiken per locatie vermeld, in bijlage 2 een foto impressie.

#### 3.1 Bathse Spuisluis

##### 3.1.1. Waarnemingen

In onderstaande tabel staan de vangsten weergegeven teruggerekend naar het gemiddelde aantal vissen per nacht per fuik. In de tabel zijn alleen de gevangen soorten opgenomen die in aanmerking komen voor vismigratie tussen zoet en zout water. De vangsten van beide fuiken zijn samen genomen, omdat er geen verschil geconstateerd is tussen de fuik die richting Westerschelde heeft gevist en de fuik die richting het spui heeft gevist.

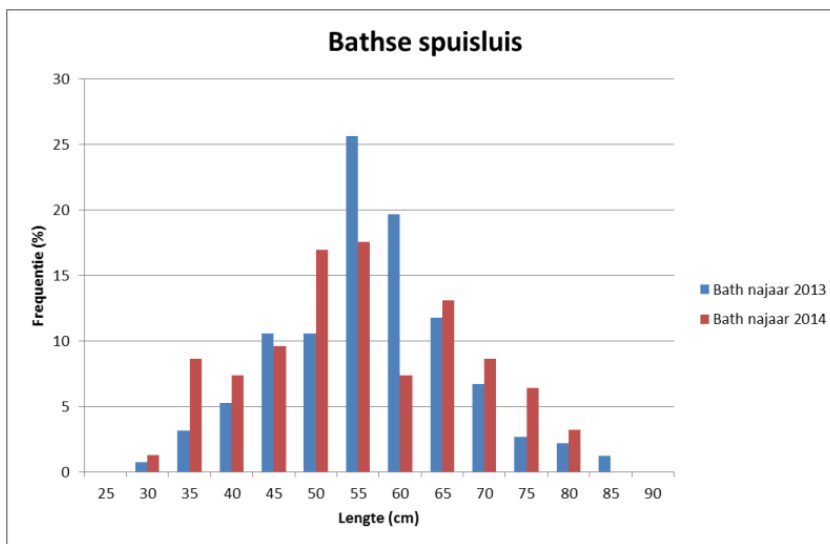
**Tabel 1.** Vangstgemiddelden Bathse Spuisluis

<b>Bath (gemiddelde vangst per nacht per fuik)</b>				
	2013		2014	
Soort	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar
Schieraal	0,30	3,80	0,89	4,44
Paling	0,54	0,16	0,27	0,21
Bot	0,10	0,10	0,01	0,06
Dunlipharder	0,01			
Driedoornige stekelbaars	0,12		0,01	
Koornaarvis				
Zeeprík				
Rivierprík				
Haring / Sprot				
Nachten gevist	61	65	75	48
Totaal aantal migrerende vissen per fuik	65	264	89	226
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	1,07	4,06	1,18	4,71

In de afgelopen twee jaar zijn bij de Bathse Spuisluis vijf migrerende soorten gevangen, namelijk: schieraal, paling, bot, dunlipharder en driedoornige stekelbaars gevangen. Verder zijn er als bijvangst zeedonderpad, zwartbekgrondel, baars, snoekbaars, snoek, blankvoorn en pos gevangen. Kreeftachtigen als Amerikaanse rivierkreeft, strandkrab en wolhandkrab zijn ook regelmatig gevangen in de fuiken.

De Bathse Spuisluizen lijken voor bot, paling en schieraal belangrijk te zijn. In het najaar zijn gemiddeld meer vissen per nacht gevangen dan in het voorjaar, als gevolg van de vangst aan schieraal.

In het najaar van 2013 en 2014 vertegenwoordigt schieraal de grootste groep migrerende vissen. Onderstaande lengtefrequentie grafiek geeft weer dat de vangst voornamelijk schieralen van 50 tot 60 cm bevatte.

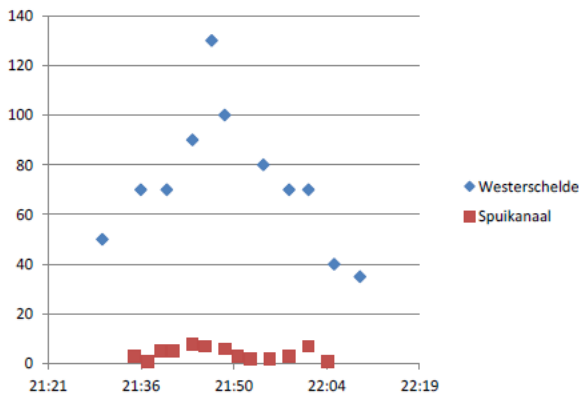


**Figuur 8.** Lengtefrequentie van gevangen schieraal bij Bathse Spui

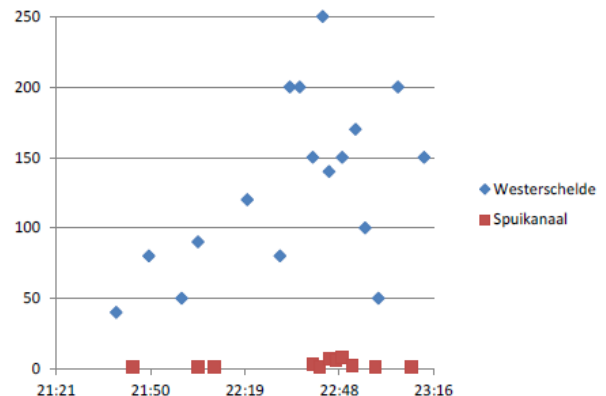
Aanvullend op de fuikmetingen zijn er bij de Bathse Spuisluis enkele glasaalmetingen gedaan. In de avonden van 24 en 25 april 2014 is waargenomen dat de glasaal langs de kanten richting spui komt en zodra de waterstroming het toelaat langs de waterkant richting schuiven zwemt. In de volgende grafieken staan de waarnemingen aan glasaal weergegeven, zowel aan de Westerschelde als aan de kant van het Bathse Spuikanaal. De punten geven aan wanneer er vangst in het kruisnet aanwezig was, momenten van geen vangst (in het spuikanaal) zijn niet in de grafiek opgenomen. Dit om het onderscheid tussen aanbod en intrek goed in beeld te brengen.

Het aanbod aan glasaal ligt in de ordegrrootte van tientallen tot honderdtallen per kruisnet, als intrek werden enkele tot maximaal een tiental glasalen per kruisnet gevangen. Er is dus sprake van een beperkte intrek. Nadat de waakdeur sloot, nam de glasaalvangst aan de binnenkant duidelijk af, terwijl het aanbod hoog bleef. Hetzelfde geldt voor driedoornige stekelbaars, waarbij een hoog aanbod aan de Westerschelde en een beperkte intrek richting kanaal is waargenomen. In onderstaande grafieken staan de metingen weergegeven van de glasaalmetingen.

Glasaal aanbod en -intrek Bathse Spuisluis 24 april 2014, aantal/kruisnet



Glasaal aanbod en -intrek Bathse Spuisluis, 25 april 2014, aantal/kruisnet



**Figuur 9 en 10.** Presentie glasaal Bathse Spui aan Westerschelde en binnenkant Spui.

### 3.1.2. Evaluatie

De fuikvangsten op het Bathse Spuikanaal laten zien dat er aanbod is van migrerende vissoorten. Hoewel de potentie van het visaanbod in de Westerschelde hoog wordt ingeschat, is het aantal gevangen migrerende vissoorten vrij laag. Verwachte soorten zoals dunlipharder, zeeprick, rivierprick, sprot komen niet of nauwelijks in de fuikvangsten voor. Gezien het verschil in aanbod en intrek van glasaal en stekelbaars kan dit een gevolg zijn van de huidige beperkte mogelijkheden voor vispassage. De kansen voor vismigratie kunnen sterk vergroot worden als de waakdeuren beter en langer passeerbaar gemaakt worden. Dit geldt vooral voor de buitenste waakdeuren. Momenteel wordt door Rijkswaterstaat onderzocht of de migratie via 1 koker kan worden verbeterd door naast de kierstand van de hefschuif, de wachtdeur vertraagd te laten sluiten.

Aangenomen wordt dat er voor uittrek van deze vissen geen problemen zijn, omdat er regelmatig veel water van het Volkerak-Zoommeer naar de Westerschelde wordt gespuid. Bij voorkeur vindt afwatering plaats tot aan gelijk peil, het moment waarop de stroming door de spuisluis minimaal wordt.

## 3.2 Krammerduwvaartsluizen

### 3.2.1. Waarnemingen

In onderstaande tabel staan de vangsten weergegeven teruggerekend naar het gemiddelde aantal vissen per nacht per fuik. In de tabel zijn alleen de gevangen soorten opgenomen die in aanmerking komen voor vismigratie tussen zoet en zout water.

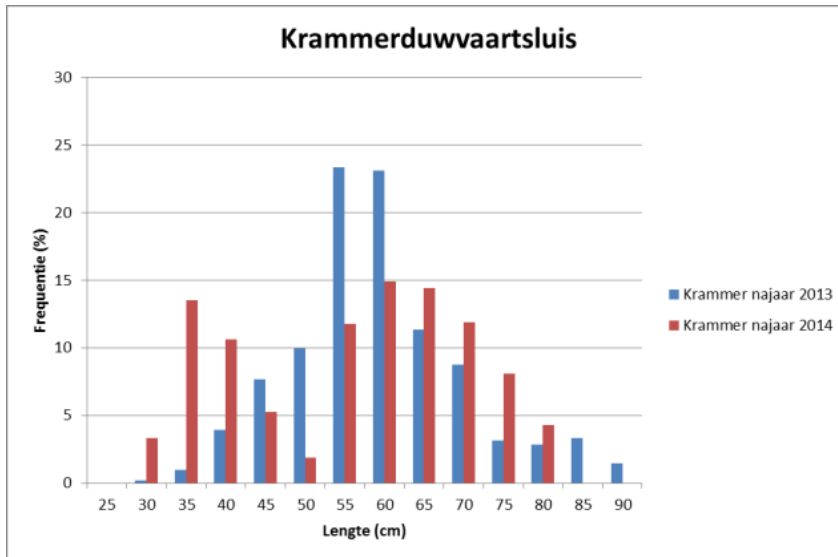
**Tabel 2.** Vangstgegevens Krammerduwvaartsluizen

<b>Krammer duwvaartsluizen (gemiddelde vangst per nacht per fuik)</b>				
	2013		2014	
Soort	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar
Schieraal	2,05	12,1	1,36	14,2
Paling	0,49	0,14	0,27	0,09
Bot	0,94	0,12	0,75	0,35
Dunlipharder	0,06		0,06	
Driedoornige stekelbaars	0,02			
Koornaarvis	2,15	0,02	2,23	
Zeeprik				
Rivierprik				
Haring / Sprot	0,16	0,04	0,34	
Nachten gevist	63	72	77	46
Totaal aantal migrerende vissen per fuik	370	894	385	675
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	5,87	12,42	5,00	14,67

In de afgelopen twee jaar zijn bij de Krammerduwvaartsluizen zeven migrerende soorten gevangen, namelijk: schieraal, paling, bot, dunlipharder, driedoornige stekelbaars, koornaarvis en haring/sprot gevangen. Verder zijn er als bijvangst spiering, zeebaars, zeedonderpad, tong, schar, griet, poon, snotolf, zwartbekgrondel, baars, snoekbaars, blankvoorn, winde en alver gevangen. Kreeftachtigen als Amerikaanse rivierkreeft, strandkrab en wolhandkrab zijn ook regelmatig gevangen in de fuiken.

In het najaar zijn gemiddeld meer vissen per nacht gevangen dan in het voorjaar, als gevolg van de vangst aan schieraal. In het najaar van 2013 en 2014 vertegenwoordigt schieraal de grootste groep migrerende vissen. De volgende lengtefrequentie grafiek geeft weer dat de vangst in 2013 voornamelijk uit schieralen van 55 tot 60 cm bestond. In het najaar van 2014 is de lengtefrequentie over twee toppen verdeeld, waarbij opvalt dat er ook kleinere schieralen van 35 tot 40 cm gevangen zijn.





**Figuur 11.** Lengtefrequentie van gevangen schieraal bij Krammerduwvaartsluis

### 3.2.2. Evaluatie

De Krammer duwvaartsluizen zijn vergeleken met de Bergsediepsluis en de Krammerjachtensluis het grootste object waar geschut wordt tussen zoet en zout water. Er wordt dag en nacht geschut, waarbij er dus veel water wordt verplaatst. De waterverplaatsing geldt niet alleen door de sluis van zoet naar zout water, maar ook via het zoet-zout scheidingsysteem via de bekkens. Migrerende vis heeft dus een goede kans in de bekkens terecht te komen. In totaal zijn er zeven migrerende vissoorten gevangen plus zeven mariene vissoorten. Met veertien verschillende soorten kan er worden gesteld dat er een duidelijk interactie is tussen het Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde bij het huidige schutproces (ZZS).

### 3.3 Krammerjachtensluizen

#### 3.3.1. Waarnemingen

Bij de Krammerjachtensluizen is er onderscheid gemaakt tussen twee migratierichtingen. De fuiken zijn zo geplaatst dat er is gevist waardoor de stroom van zout naar zoet is opgevangen en andersom.

In onderstaande tabel staan de vangsten weergegeven voor de migratierichting van **zout naar zoet**. De vangsten zijn teruggerekend naar het gemiddelde aantal vissen per nacht per fuik. In de tabel zijn alleen de gevangen soorten opgenomen die in aanmerking komen voor vismigratie tussen zoet en zout water.

**Tabel 3.** Vangstgegevens Krammerjachtensluis richting zout water

<b>Krammer jachtensluis <u>zoutwateropvang</u> (gemiddelde vangst per nacht per fuik)</b>					
	2013		2014		
	ZZS	ZZS	IZZS	IZZS	ZZS
Soort	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Najaar
Schieraal	0,18	3,19	0,01	0,35	0,22
Paling	0,62	0,49	0,16	0,11	0,07
Bot	0,04	0,03	0,39	0,15	0,09
Dunlipharder	1,24		0,05	0,02	0,22
Driedoornige stekelbaars					
Koornaarvis	0,60		11,9		0,07
Zeeprik					
Rivierprik					
Haring / Sprot	0,10				
Nachten gevist	50	72	83	46	46
Totaal aantal migrerende vissen per fuik	139	267	1038	29	30
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	2,78	3,71	12,51	0,63	0,65

In de afgelopen twee jaar zijn bij de Krammerjachtensluizen bij de zoutwateropvang zes migrerende soorten gevangen, namelijk: schieraal, paling, bot, dunlipharder, koornaarvis en haring/sprot gevangen. Verder zijn er als bijvangst zeebaars, schar, zwartbekgrondel, baars, snoekbaars, snoek, blankvoorn, ruisvoorn, winde en alver gevangen. Kreeftachtigen als Amerikaanse rivierkreeft, strandkrab en wolhandkrab zijn ook regelmatig gevangen in de fuiken.

In het najaar van 2013 is de vangst aan schieraal hoger dan in het voorjaar. In 2014 is er geen verschil te zien en blijft de vangst aan schieraal laag, zowel bij de sluis met ZZS als met IZZS.

In onderstaande tabel staan de vangsten weergegeven voor de migratierichting van **zoet naar zout**. De vangsten zijn teruggerekend naar het gemiddelde aantal vissen per nacht per fuik. In de tabel zijn alleen de gevangen soorten opgenomen die in aanmerking komen voor vismigratie tussen zoet en zout water.

**Tabel 4.** Vangstgegevens Krammerjachtensluis richting zoet water

<b>Krammer jachtensluis zoetwateropvang (gemiddelde vangst per nacht per fuik)</b>					
	2013		2014		
	ZZS	ZZS	IZZS	IZZS	ZZS
Soort	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Najaar
Schieraal	0,72	0,62	0,30	2,24	1,37
Paling	0,53	0,19	0,30	0,04	0,83
Bot	0,16	0,07	0,16	0,04	0,04
Dunlipharder	0,02	0,06	0,02		
Driedoornige stekelbaars					
Koornaarvis					
Zeeprik					
Rivierprik					
Haring					0,04
Nachten gevist	43	72	83	46	46
Totaal aantal migrerende vissen per fuik	62	68	65	107	105
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	1,44	0,94	0,78	2,33	2,28

In de afgelopen twee jaar zijn bij de Krammerjachtensluizen bij de zoetwateropvang vijf migrerende soorten gevangen, namelijk: schieraal, paling, bot, dunlipharder en haring/sprot gevangen. Verder zijn er als bijvangst zeebaars, zeedonderpad, zwartbekgrondel, baars, snoekbaars, snoek, blankvoorn, brasem, winde, alver en pos gevangen. Kreeftachtigen als Amerikaanse rivierkreeft, strandkrab en wolhandkrab zijn ook regelmatig gevangen in de fuiken.

De vangsten bij ZZS in 2013-2014 en IZZS in 2014 gedurende het voor- en najaar zijn qua aantal soorten vrijwel gelijk (op een incidentele vangst van haring/sprot na). Qua aantallen vissen per nacht is er in het voorjaar van 2013 bij ZZS-zoutwateropvang minder en bij ZZS-zoetwateropvang meer gevangen dan bij IZZS in voorjaar 2014, in het najaar van 2014 zijn de aantallen bij ZZS en IZZS gelijk.

**Tabel 5. Vangstgegevens Krammerjachtensluis over alle fuiken**

Krammer jachtensluis (gemiddelde vangst per nacht per fuik)					
	2013		2014		
	ZZS	ZZS	IZZS	IZZS	ZZS
	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Najaar
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	3,6	4,7	1,4	3,0	2,9

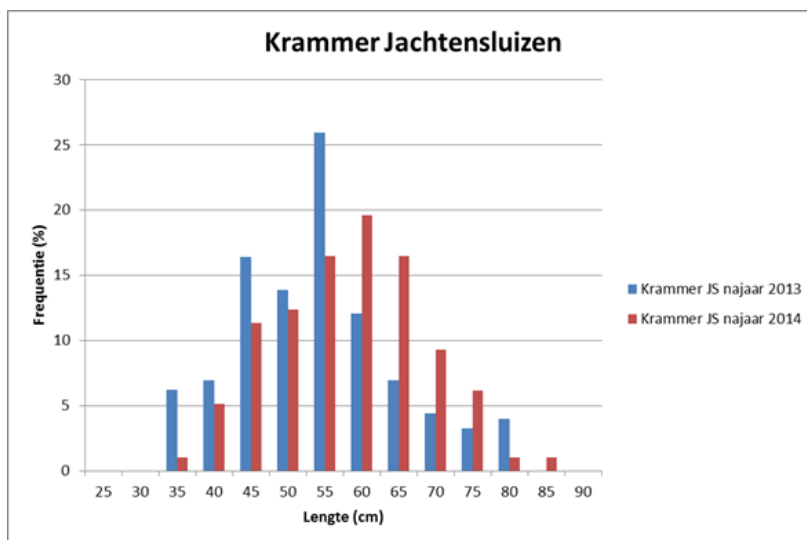
Bij de zoetwateropvang zijn in het najaar van 2014 meer schieralen gevangen dan in 2013. Aan de kant van de sluis met IZZS zijn meer schieralen gevangen dan aan de kant met ZZS.

De vangst aan koornaarvis is voornamelijk in het voorjaar, met veel vangst in het voorjaar van 2014 bij IZZS. Als koornaarvis buiten beschouwing wordt gelaten (als meer een estuariene soort) en de zoet en zout opvang wordt samengenomen blijken de vangsten bij ZZS hoger of gelijk te zijn aan IZZS.

Omdat de twee jachtensluizen naast elkaar liggen en in 2014 twee schuttechnieken zijn gebruikt is het mogelijk dat vis via de ene schuttechniek in de fuik aan de kant van de andere schuttechniek is gekomen. Een uitspraak of er verschil is in vismigratie bij ZZS of IZZS dient dan ook met voorzichtigheid gedaan te worden. Als algemene bevinding geldt dat de aantallen in 2013 bij ZZS hoger zijn dan bij IZZS in 2014, en dat de aantallen bij ZZS en IZZS in 2014 gelijk zijn.

De vismigratie bij IZZS is in ieder geval geen verbetering ten opzichte van ZZS. De meeste vismigratie treedt vermoedelijk op tijdens het schutten, waarbij de vis door de sluisolk zwemt.

In het najaar van 2013 en 2014 vertegenwoordigt schieraal de grootste groep migrerende vissen. Onderstaande lengtefrequentie grafiek geeft weer dat de vangst in 2013 voornamelijk uit schieralen van 45 tot 55 cm bestond. In het najaar van 2014 is de lengtefrequentie iets naar rechts verschoven, waarbij de grootste groep 60 cm was.



**Figuur 12.** Lengtefrequentie van gevangen schieraal bij Krammerjachtensluis

### 3.3.2. Evaluatie

De camerametingen op de Kramerjachtensluis geven inzicht in het schutproces van de pilot IZZS met bellen- en waterschermen. Bij een waterstand op de Oosterschelde van <30cm lager t.o.v. het Volkerak-Zoommeer vond tijdens de proef continu afwatering plaats via de rinketten in de Zoommeerdeur. Er is gedurende deze periode een ‘open’ verbinding tussen Oosterschelde en Volkerak-Zoommeer via het riolenstelsel in het gemaalgebouw. Theoretisch gezien kan vis via het riolenstelsel in de sluiskolk terecht komen. De vis moet dan wel eerst langs een fijn kroosrooster bij forse tegenstroom.



**Foto 4.** Rooster aan de Oosterscheldekant bij Kramerjachtensluis

Met de camera zijn in het voorjaar geen migrerende vissen waargenomen, in het najaar is migratie van sprot richting zout water gezien tijdens het afwateren buiten het schutproces om.

Tevens is waargenomen dat bij gesloten rinketten en hoog water op de Oosterschelde zout water lekt langs de deur. Deze kieren hebben weinig (eventueel kleine lokstroom) of geen functie voor vismigratie.



**Foto 5, 6, 7 en 8.** Krammerjachtensluis met dichte en open schuiven, met baars, grondel en sprot.

Op dit moment kan er volgens ons alleen vismigratie plaatsvinden tijdens het schutten. De vissen moeten dan wel de bellen- en waterschermen kunnen passeren. Er zijn harders gezien die over/door het scherm heen zwommen. Dat kleinere vissen hier ook in slagen lijkt minder waarschijnlijk omdat de opwaartse waterbeweging fors is bij de gebruikte bellen- en waterschermen.



Foto 9. Bellen- en waterscherm bij de Krammerjachtensluis.

In het najaar zijn haring en/of sprot waargenomen voor de rinketten. Bij afwatering naar de Oosterschelde is migratie van deze soorten richting de Oosterschelde waargenomen. In het najaar wordt er niet of nauwelijks meer geschut door de jachtensluizen, er vindt in principe geen afwatering meer plaats. De mogelijkheden voor vismigratie zijn dan minimaal tot afwezig. De vissen die door de rinketten in de sluiscolk terecht komen gaan via het riolenstelsel door het fijne rooster naar de Oosterschelde. Het is onduidelijk of de vissen hier heelhuids doorheen komen.

In 2014 is volop geëxperimenteerd met de onderdelen van IZZS: water- en bellenschermen, spoeldebiet en –tijd. Bij de huidige variant van IZZS wordt gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuur (rioolstelsel met pomp en een voor vis (te) smal vuilrooster) waarbij afwatering begint als het peil in de Oosterschelde 30 cm lager staat dan het Volkerak-Zoommeer. Door deze combinatie wordt vismigratie zowel van zout naar zoet als van zoet naar zout ernstig beperkt. Bij ZZS is er een directe uitwisseling van zoet water door de wandmoot tijdens het schutten, waarbij de vis door de wandmoot kan zwemmen. Bij IZZS ontstaat een hoger spoeldebiet door de sluis en het rioolstelsel, waarbij alleen kleine vis mogelijk van zoet naar zout kan migreren. De fuikvangsten laten gemiddeld weinig tot geen verschil zien tussen beide technieken, zodat er geen onderscheidende uitspraak gedaan kan worden of IZZS betere mogelijkheden biedt voor vismigratie dan ZZS. Als algemene conclusie kan gelden dat er geen verschil is waargenomen, en daarmee ook geen verbetering.

### 3.4 Bergsediepsluis

#### 3.4.1. Waarnemingen

In onderstaande tabel staan de vangsten weergegeven teruggerekend naar het gemiddelde aantal vissen per nacht per fuik. In de tabel zijn alleen de gevangen soorten opgenomen die in aanmerking komen voor vismigratie tussen zoet en zout water.

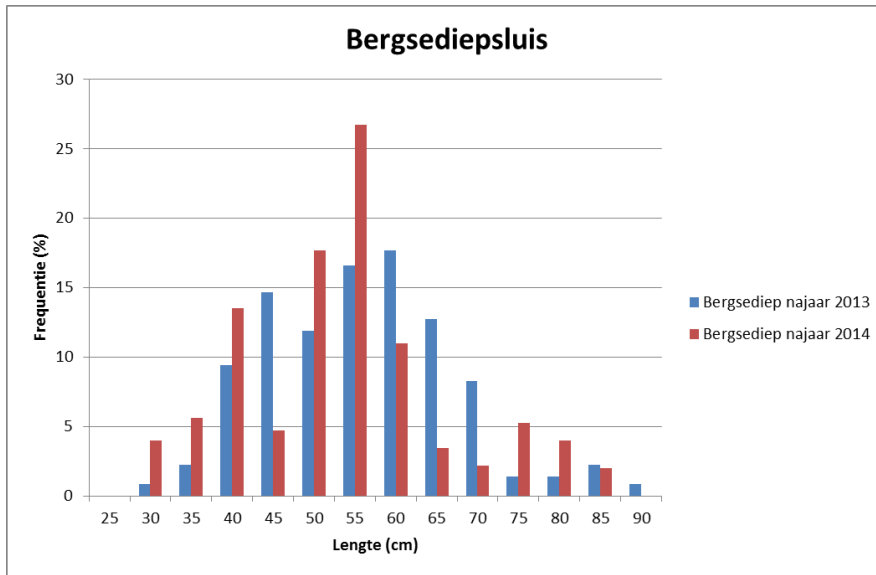
**Tabel 6.** Vangstgegevens Bergsediepsluis

<b>Bergsediepsluis (gemiddelde vangst per nacht per fuik)</b>				
	2013		2014	
Soort	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar
Schieraal	2,90	4,31	0,39	10,3
Paling	0,24	0,40	0,57	0,39
Bot	0,83	0,88	0,15	0,54
Dunlipharder	0,12	0,02	0,04	
Driedoornige stekelbaars			4,12	
Koornaarvis	1,69		2,44	0,15
Zeeprik	0,02		0,01	
Rivierprik			0,01	
Haring / Sprot			0,05	
Nachten gevist	42	65	75	46
Totaal aantal migrerende vissen per fuik	244	364	584	525
Gemiddeld aantal migrerende vissen per fuik per nacht	5,81	5,60	7,79	11,41

In de afgelopen twee jaar zijn bij de Bergsediepsluis negen migrerende soorten gevangen, namelijk: schieraal, paling, bot, dunlipharder, driedoornige stekelbaars, koornaarvis, zeeprik, rivierprik en haring/sprot gevangen. Verder zijn er als bijvangst zwartbekgrondels, baars, snoekbaars, snoek, blankvoorn, zeebaars, spiering, giebel, tong, makreel en zeedonderpad gevangen. Kreeftachtigen als Amerikaanse rivierkreeft, strandkrab en wolhandkrab zijn ook regelmatig gevangen in de fuiken.

In het najaar van 2013 en 2014 vertegenwoordigt schieraal de grootste groep migrerende vissen. De volgende lengtefrequentie grafiek geeft weer dat de vangst in 2013 voornamelijk uit schieralen van 55 tot 60 cm bestond. In het najaar van 2014 is de lengtefrequentie meer verdeeld, waarbij opvalt dat er meer kleinere schieralen van 35 tot 40 cm gevangen zijn (zoals ook bij de duwvaartsluis).





**Figuur 13.** Lengtefrequentie van gevangen schieraal bij de Bergsediepsuis

De camera op de Bergsediepsuis heeft in 2014 opnames gemaakt vanaf begin maart tot en met eind mei en van september tot eind november.



**Foto's 10, 11, 12 en 13.** Migratie van glasaal, bot, sprot en wolhandkrab door het rinket.

In onderstaande tabel staan globaal de waarnemingen weergegeven.

**Tabel 7.** Overzicht van waarnemingen van vismigratie door het rinket met de videocamera

Bemonsteringsperiode	Glasaal	Pootaal	Schieraal	Driedoornige stekelbaars	Bot	Harder	Grondels	Baars	Brasem	Sprot
Voorjaar										
7-15 maart	x			x			x	x		
23-28 maart	x			x	x		x			
7-14 april	x			x	x		x	x		
22-26 april	x				x		x			
8-13 mei	x				x	x	x		x	
22-26 mei		x			x	x	x	x		
Najaar										
25 september tot 2 oktober			x				x	x		x
9-15 oktober			x				x	x		x
28 oktober tot 6 november							x	x		x
11-19 november							x	x		x
21-30 november							x	x		x

Uit de tabel komt naar voren dat glasaal en driedoornige stekelbaars vooral in maart-april migreert. Bot in april-mei en harders in mei. Van september tot november zijn er vooral waarnemingen gedaan van grote scholen sprot en/of haring. Baars en zwartbekgrondel zwemmen permanent rond bij de rinketten.

#### 3.4.2. Evaluatie

De fuikvangsten en andere waarnemingen bij de Bergsediepsluis laten zien dat er aanbod is van migrerende vissoorten. Met de continue glasaalstand van de schuiven is er een dagelijkse lokstroom van zoet water aanwezig, die een duidelijke aantrekkingskracht heeft op trekvissen. Er is een duidelijke vispassage door de sluis vastgesteld en bij de Bergediepsluis is tevens het hoogste aantal diadrome vissoorten vastgesteld ten opzichte van de andere zoet-zout overgangen in het Volkerak- Zoommeer. In het voorjaar zijn er grote groepen dunlipharders die met opkomend water voor de sluisdeur wachten in het spuiwater. Nabij gelijk peil worden deze ook in de sluiscolk gezien en in de fuikvangsten aangetroffen.



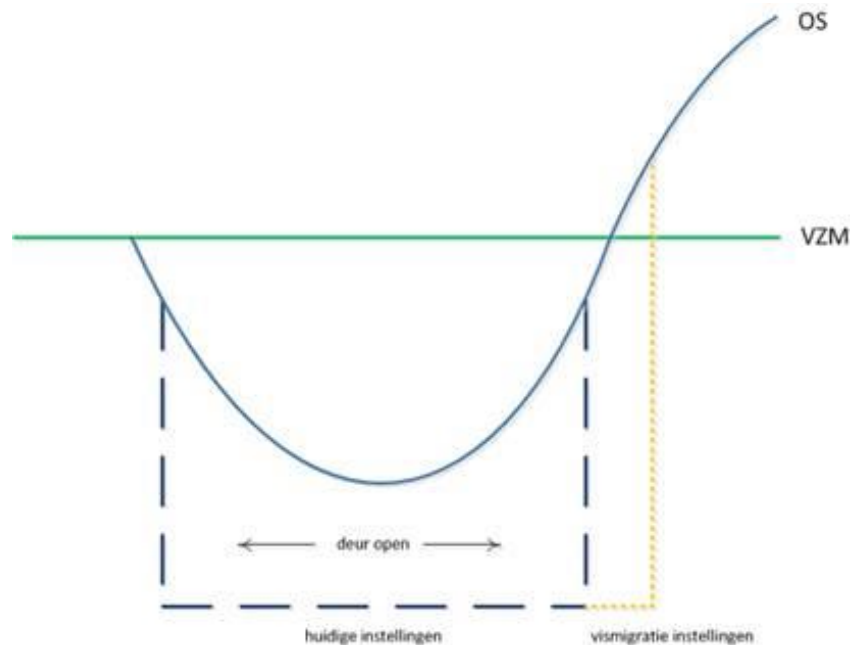
**Foto 14.** Samenscholende harder in het zoete spuiwater bij de Bergsediepsluis aan de Oosterscheldedeur.

De camerametingen laten zien dat er niet of nauwelijks vis van Oosterschelde naar Volkerak-Zoommeer migreert door de rinketten bij afwatering naar de Oosterschelde. Kennelijk is de stroming te sterk. De eerste vis komt door het rinkel als de waterstroming duidelijk minder aan het worden is, als het opkomend peil in de Oosterschelde nabij het peil van het Zoommeer komt. De meeste waarnemingen zijn gedaan bij opkomend tij op de Oosterschelde kort na gelijk peil met het Volkerak-Zoommeer.

De vis komt meestal met de stroming mee naar binnen, uitzonderingen daargelaten. Het duurt meestal 3-5 minuten na omkering van de stroming als de eerste vissen worden waargenomen. Dit betekent dat de vis de sluiscolk inkomt zodra de stroming acceptabel wordt, en enige tijd nodig heeft om de sluiscolk door te zwemmen en het openstaande rinkel richting Volkerak-Zoommeer te vinden. De huidige instelling is sluiting bij een peilverschil van 10 cm, meestal na 10-12 minuten na gelijk peil. Voor vismigratie is het beter om de 'oude' instelling van 20 cm te hanteren. De vis heeft zo meer de tijd om te migreren en de vismigratie zal daardoor toenemen. 7-10 minuten na gelijk peil wordt een troebeling waargenomen, die wordt veroorzaakt door het mengen van zoet en zout water. Dit geeft aan dat het zoute water (over de bodem) door de sluiscolk is gekomen en in het Zoommeer stroomt. Passieve vis (jonge bot) komt zodoende later bij het rinkel dan actief migrerende vis (harder).

In het najaar van 2014 is gebleken dat het zoutgehalte op het Volkerak-Zoommeer te hoog werd (norm-landbouw), waardoor de glasaalstand werd aangepast. De rinketten waren bij een waterstand op de Oosterschelde van -10cm t.o.v. Volkerak-Zoommeer altijd gesloten, waardoor er geen moment van gelijk peil was waarbij intrek verwacht kan worden. Dit is één van de basisprincipes van natuurvriendelijk sluisbeheer.

Bij hoog water was er weer een duidelijke lekstroom van zout water aanwezig. Voor het dichte rinket aan de zoete kant was er regelmatig sprout of haring te zien die juist in de zoute lokstroom bleef zwemmen. Bij open rinketten is er in het najaar alleen vismigratie waargenomen van Volkerak-Zoommeer naar Oosterschelde.



**Figuur 14.** De ‘beperkte’ glasaalstand in het najaar van 2014, waarbij de rinketten alleen bij duidelijk lager waterpeil in de Oosterschelde open staan om te voorkomen dat er zout water richting Volkerak stroomt. Met deze instelling wordt juist geen gebruik gemaakt van het gelijk peil principe van natuurvriendelijk sluisbeheer (zie gele stippellijn) (Figuur door R. Schrijver, RWS).

Met de ‘beperkte’ glasaalstand wordt vooral de intrek of opwaartse migratie van diadrome vis beperkt, de periode van de uittrek of afwaartse migratie wordt met deze instelling grotendeels benut. Om ook uittrekkende vis een rustig moment te geven om door beide rinketten te zwemmen is het aan te bevelen om bij afgaand tij de rinketten te openen op gelijk peil in plaats van -10 cm. Idealiter zal opening bij +10 of +20 cm de uittrekkende vissen meer tijd geven om de sluis te passeren, maar zal eerder gaan conflicteren met het zoutbeheer.

Link-It (2008) geeft een overzicht van belangen van verschillende functies die in het waterbeheer spelen: schutten van recreatie- en beroepsvaart, zoetwater voorziening voor landbouw, waterbeheer (aan- en afvoer zoet water, zoutbeheer) en ecologie (vismigratie). In de volgende figuur staat aangegeven in welke perioden van het jaar deze belangen belangrijk zijn en onderaan staat de periode waarin de belangen elkaar kunnen hinderen.



Figuur 15. Belangen in de tijd van verschillende functies binnen het Volkerak-Zoommeer, met als onderste balk de periode waarin geen beperkingen zijn voor natuurvriendelijk sluisbeheer en de periode waarin mogelijk beperkingen ontstaan voor een optimaal natuurvriendelijk sluisbeheer. Naar Link-It 2008)

In de periode van oktober tot en met half april zijn er geen conflicterende belangen te verwachten en kan natuurvriendelijk sluisbeheer (vanaf gelijk peil tot aan +20 cm) ingesteld worden voor de stroomopwaartse en stroomafwaartse vismigratie. In de periode van half april tot en met september kan deze instelling gehandhaafd blijven zolang de zoutlast niet te hoog wordt voor de landbouw. In de periode met te hoge zoutlast kan de beperkte glasaalstand ingezet worden.

Voor schieraal is een opvallend verschil tussen de fuikvangsten en de camerametingen. In het najaar van 2014 worden gemiddeld 10 schieralen per fuik per nacht gevangen, terwijl er vrijwel geen schieralen door de rinketten zijn vastgelegd. Andersom geldt het voor sprat, die wel vaak met de camera zijn vastgelegd, maar niet in de fuikvangsten zijn waargenomen.

De camerametingen zijn vooral tussen 18 en 24 uur uitgevoerd, terwijl de fuiken 24 uur per dag vissen. Het is mogelijk dat schieraal op andere momenten migreert of via het schutten of wellicht in de bovenste waterlagen. Van de benedenrivieren is bekend dat schieraal in de avonduren dicht onder het wateroppervlak in het midden van de rivier richting zee zwemt. Schietfuiken op de bodem vangen in de regel ook minder schieraal dan hokfuiken met schutwand tot aan het wateroppervlak. Mogelijk dat een rinket op 4 meter diepte geen logische keuze is voor schieraal. Dit kan ondervangen worden door bijvoorbeeld 's nachts rondom gelijk peil te schutten, zodat schieraal via de bovenste waterlaag door de sluis kan zwemmen.

Voor sprat geldt dat deze kleine vis waarschijnlijk niet met aalfuiken wordt gevangen.

Voor andere vissoorten zijn de verschillen tussen fuikvangst en camerameting minder groot. Alleen de minder algemene soorten zoals zeeprik en rivierprik worden met de fuiken wel waargenomen en met de camerametingen niet. Dit zal vooral trefkans zijn. Onderstaande tabel laat kwalitatief de waarnemingen tussen fuiken en camera zien.

**Tabel 8.** Waarnemingen van vissoorten met diverse technieken bij de Bergsediepsuis

Migrerende soort	Camera	Fuiken	Glasaalnet
Glasaal	x		x
Paling / schieraal	x	x	
Driedoornige stekelbaars	x	x	x
Bot	x	x	
Dunlipharder	x	x	
Koornaarvis	x	x	
Zeeprik		x	
Rivierprik		x	
Haring / Sprot	x	x	

De installatie en bediening van een onderwatercamera op 2 tot 4 meter diepte bij de rinketten is goed mogelijk gebleken. Het schutproces kan ongehinderd doorgaan en de camera kan op afstand bediend worden. In een periode van 3 maanden moet de camera met lamp enkele keren worden schoongemaakt op aangroei van de lens.

Deze techniek kan ook toegepast worden voor evaluatie van vismigratie bij de Bathse Spuisuis, indien er bij het groot onderhoud extra voorzieningen worden getroffen voor verbetering van vismigratie.

Ieder jaar vangt Visserijbedrijf Kooistra-Schot met fuiken migrerende vissen. Zeeforel, rivierprik, zeeprik, dunlipharder, paling, schieraal en bot zijn daar bekende voorbeelden van. Dit voor- en najaar jaar is echter nog een andere soort gevangen, namelijk houting. De houting (*Coregonus oxyrinchus*) behoort tot de familie van de zalmen. Een opvallend kenmerk voor soorten uit deze familie is de aanwezigheid van een vetvin (zie foto 15). De soort is anadroom, leeft in estuaria en kustgebieden en paait in zoet water.



**Foto 15.** Houting gevangen in het voorjaar van 2014 op het Zoommeer door visserijbedrijf Kooistra-Schot.

### 3.5. Vismigratiemogelijkheden bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer

Op alle locaties is vismigratie waargenomen. Voor paling, bot, drie doornige stekelbaars, harder, haring/sprot, koornaarvis, spiering, zeeprík en rivierprík zijn er migratiemogelijkheden tussen Volkerak-Zoommeer en Wester- en Oosterschelde via de sluisen. De mogelijkheden voor vismigratie variëren per locatie.

Bij spuisluisen kan uittrek optreden bij het spuien, intrek is beperkt mogelijk zoals bij de huidige instellingen bij de Bathse Spuisluis is waargenomen. Bij schutsluisen treedt vismigratie beperkt op tijdens het schutten, waarbij de vis de sluiscolk doorzwemt en de openstaande sluisdeuren passeert. Het vismigratieproces wordt geholpen als gebruik wordt gemaakt van natuurvriendelijk sluisbeheer via rinketten in de sluisdeuren, aan beide kanten van de sluis. De lokstroom trekt duidelijk vissen aan, die vervolgens vooral rond gelijk peil door de rinketten van de sluisdeuren kunnen migreren. Natuurvriendelijk sluisbeheer werkt doorlopend over de dag bij elke laagwaterperiode, terwijl schutten met tussenpozen en vrij ad-hoc gebeurt, met uitzondering van de Krammerduwvaartsluisen waar continu gesloten wordt (7\*24).

De glasaalstand op de Bergsediepsuis heeft duidelijk vismigratie tot gevolg, zeker in perioden dat de sluis weinig schut zoals in het vroege voorjaar. Hier zijn ook de meeste vissoorten gevangen die tussen zoet en zout water kunnen migreren. Bij de Bathse spuisluis is het aanbod aan migrerende vis hoog, maar de migratie beperkt door de korte periode dat er mogelijkheden voor intrek zijn. Bij de Krammerduwvaartsluisen lijken de mogelijkheden voor vismigratie vooral aanwezig door het vrijwel continu schutten van scheepvaart (gecombineerd met een schutdebiet van zoet water van 9 m<sup>3</sup>/s, dat fungeert als 'lokstroom'). De Krammerjachtensluisen laten beperkte vismigratie zien in vergelijking met de andere sluisen.

Tijdens de proef Natuurvriendelijk Sluisbeheer in 2009-2010 zijn vergelijkbare soorten gevangen: 3-doornige stekelbaars, bot en paling bij de Krammerjachtensuis en 3-doornige stekelbaars, bot, paling, dunlipharder, haring/sprot, glasaal, zeeprík en zeeforel bij de Bergsediepsuis. In 2013-2014 zijn tevens Koornaarvis en rivierprík gevangen.

Het bemonsteren met fuiken op de locaties geeft over de tijd een goed beeld van de vissoorten die migreren tussen zoet en zout water. Ondanks dat het vissen met fuiken inzicht geeft welke soorten er migreren, blijft het een indicatie van de aantallen en soorten die door de rinketten in de sluisdeuren migreren. Niet alle aanwezige vissen zullen daadwerkelijk in de fuiken of door de rinketten zwemmen. Het schutten van sluisen geeft ook mogelijkheden. De camerametingen vullen dit aan.

Op basis van de camerabeelden bij de Bergsediepsuis, fuikwaarnemingen en zichtwaarnemingen op de sluisen, kan geconcludeerd worden dat de meest ideale condities voor vismigratie door rinketten plaatsvinden bij opkomend tij op de Ooster- of Westerschelde kort nadat gelijk peil met Volkerak-Zoommeer is bereikt. De meest gunstige periode is vanaf zonsondergang tot aan middernacht. De vis komt meestal vanaf gelijk peil met de stroming mee naar binnen, uitzonderingen daargelaten. De glasaalstand open laten staan tot 20 cm peilverschil met Oosterschelde is gunstiger dan 10 cm peilverschil. De vis krijgt zodoende meer tijd om door de sluiscolk te zwemmen en het tweede rinkel te vinden.





## 4. Knelpunten en kansen voor vismigratie bij zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer

In dit hoofdstuk worden de inzichten uit het vismigratieproject gebruikt om kansen en knelpunten te benoemen bij de diverse zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer. Iedere overgang heeft door verschil in schuttechniek en locatie eigen kenmerken voor vismigratie. Door deze te benoemen en te beoordelen kan een rangschikking gemaakt worden naar potentie voor vismigratie per locatie, zowel in de bestaande situatie als in een aangepaste situatie. Een aanpassing kan zijn omschakelen van ZZS naar IZZS, het aanleggen van een spuumiddel, de glasaalstand verder en langer open en/of rinketten aan beide kanten van de sluisdeuren.

Op deze manier ontstaat een volgorde van locaties waar het meeste rendement voor vismigratie is te behalen bij het doorvoeren van verbeteringen in management of infrastructuur.

### *Bathse Spuisluis*

Op basis van de inventarisatie, de inzichten van visaanbod bij de Bathse spuisluis uit afgelopen jaren en de ervaringen bij vismigratiewaarnemingen bij de Bergsediepsluis en Krammerjachtensluis zijn enkele aanbevelingen mogelijk voor een verbetering van de mogelijkheden van visintrek bij de Bathse Spuisluis.

De vis komt vooral langs de waterkant richting het spui. De buitenste schuiven zijn dan ook het meest interessant om aan te passen voor vismigratie. In relatief korte tijd een flink debiet water geeft naar verwachting een veel beter resultaat dan over langere tijd een klein debiet. Dit wordt mogelijk als de glasaalstand van de schuif wordt ingesteld op 30 à 50 cm en de waakdeur een half uur na gelijk peil sluit. Te denken valt aan een vertraging in één of twee van de waakdeuren, waardoor er bij opkomend tij langere tijd zout water binnenstroomt. Momenteel wordt door Rijkswaterstaat onderzocht of de migratie via 1 koker kan worden verbeterd door naast de kierstand van de hefschuif, de wachtdeur vertraagd te laten sluiten. De door de lokstroom aanwezige vis voor de aangepaste spuikoker(s) kan dan voor een groot deel naar binnen trekken. De zoutlast van het binnenkomende water is relatief gering, aangezien het zoutgehalte van de Westerschelde bij het nabijgelegen Baalhoek in het voorjaar gemiddeld 11,5‰ is en in het najaar gemiddeld 15,9‰ in plaats van 30‰ bij de sluisen in de Oosterschelde. Bath ligt oostelijker en daar zal het zoutgehalte weer iets lager zijn dan op Baalhoek. Naast glasaal en stekelbaars geeft deze voorziening ook prima mogelijkheden voor de intrek van bot, harder en andere diadrome vissoorten die in het verleden in het Volkerak-Zoommeer gevangen zijn zoals zeeforel, zeeprík, rivierprík, spiering, haring en ook houting.

De potentie van visintrek bij Bath is hoog omdat de Westerschelde een intact estuarium is met een geleidelijke overgang naar lager zoutgehalte. Er is veel aanbod van vis die naar zoet water wil migreren.

### *Krammerjachtensluis ZZS-IZZS*

Bij de IZZS-pilot op de Krammerjachtensluis zijn veranderingen ontstaan in het spoeldebiet (lokstroom) en de shuttechniek. Naast de technische en economische aspecten (schuttijden, zoutlast, energiekosten) wordt voor een integrale beoordeling van de duwvaartsluizen ook een ecologisch aspect meegenomen, namelijk de eventuele mogelijkheden voor vismigratie.

Om een advies op te stellen over de kansen en knelpunten voor vismigratie bij het invoeren van een IZZS zijn twee hoofdvragen van belang:

- Vormt de IZZS een belemmering voor vismigratie ten opzichte van ZZS?
- Welke kansen kunnen gecreëerd worden voor een natuurlijker sluisbeheer bij de Krammersluizen?

Om een advies op te stellen wordt een effectinschatting gegeven van het IZZS ten opzichte van ZZS door de mogelijkheden van spoeldebiet als lokstroom te bekijken, de passagemogelijkheden van de bellen- en waterschermen, de bestaande infrastructuur in te schatten en de mogelijkheden van de shuttechniek te gebruiken waarbij verbindingen ontstaan tussen zoet en zout water.

Nadat deze afweging is gemaakt kan een overzicht gegeven worden van het belang van de Krammersluizen ten opzichte van de Bergsediepsuis en de Bathse spuuis, om zo inzicht te krijgen in de mate van rendement indien bij deze locaties verbeteringen mogelijk zijn voor vismigratie.

### *Inzichten IZZS-pilot Krammerjachtensluis 2*

Bij het IZZS op de Krammerjachtensluis is bij laag water op de Oosterschelde in principe een open verbinding tussen het Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde via de kolk en het rioleringsstelsel in het gemaalgebouw. Hoge stroomsnelheden door buizen en een smal vuilrooster vormen een belemmering en zelfs barrière voor vismigratie. Het spoeldebiet in de sluisolk geeft een forse stroming door de rinketten aan de Volkerak-Zoommeer zijde.

Cameraopnamen bij de rinketten laten zien dat de stroomsnelheden behoorlijk hoog zijn gedurende het spoelen en dat tijdens het schutten de rinketten open en dichtgaan bij een forse stroming. Er zijn slechts kortdurende momenten dat er weinig tot geen stroming plaatsvindt. In het voorjaar zijn geen vissen waargenomen die door de rinketten zwemmen, in het najaar is een enkele keer sprot waargenomen. De enige vorm van vispassage zal waarschijnlijk tijdens het schutten plaatsvinden bij openstaande deuren.

Passage van zoet naar zout water met de stroom mee is mogelijk voor kleine vis. Grote vis kan het rooster niet passeren. Voor intrek van zout naar zoet water zijn er door het rooster en de forse stroomsnelheden vrijwel geen mogelijkheden voor zowel grote als kleine vis. De mogelijkheid om via het schutten vis te laten migreren hangt, naast het visaanbod, in belangrijke mate af van de passeerbaarheid van de bellen- en waterschermen aan beide zijden van de sluisolk. Door de geconcentreerde toepassing ontstaat een dicht bellenscherm en uit zichtwaarnemingen blijkt dat dit waarschijnlijk een duidelijke barrière is voor vis. Grote vis kan deze passeren, waarbij ze meestal omhooggeduwd worden en aan de oppervlakte zichtbaar worden. Voor kleine vis is deze barrière waarschijnlijk niet actief passeerbaar.

Aangezien de fuiken in 2014 bij zowel de Bergsediepsluis als de Krammersluizen duidelijk koornaarvis hebben gevangen, is er toch sprake van vispassage. Bij de Krammerjachtensluis kan koornaarvis ook door de eerste sluis met ZZS zijn gekomen en mogelijk ook door de sluis met IZZS. Koornaarvis is een estuariene soort en kan slechts korte tijd op zoet water verblijven en is waarschijnlijk met de waterbewegingen van de bellenschermen in de sluiscolk meegenomen richting zoet water.

Een andere mogelijkheid is dat er aan de zijkanten dicht bij de bodem nog enkele openingen in het scherm zijn, waar de vis doorheen kan komen. Deze passage is waarschijnlijk passief, en niet actief vanuit de vis. Opmerkelijk is dat alleen de fuik die vismigratie van zout naar zoet koornaarvis heeft gevangen terwijl deze in 2014 op een afgesloten stuk heeft gevist, en de fuik van zoet naar zout geen vangsten van koornaarvis heeft. In dit deel zijn tevens de pompen voor het waterscherm geplaatst en heeft er aanzuiging van water plaatsgevonden, waarbij mogelijk vis is meegekomen. In 2014 zijn duidelijk minder harders gevangen die van zout naar zoet water migreren dan in 2013. De inzichten zijn dat water- en of bellenschermen natuurlijke vismigratie lijken te beperken.

*Inzichten sluizencomplexen tussen zoet en zout water rondom Volkerak-Zoommeer*  
Ervaringen uit afgelopen jaren bij de sluiscomplexen rondom het Volkerak-Zoommeer tonen aan dat er belemmeringen voor vismigratie zijn wanneer:

- Weinig en onregelmatig wordt geschut zodat vispassage via schutten weinig tot geen mogelijkheden biedt en verder geen natuurvriendelijk sluisbeheer wordt toegepast.
- Spoelen of nivelleren gebeurt via infrastructuur als rioolstelsel met pompen en kroosrooster.
- Gebruik wordt gemaakt van bellen en waterscherm
- Alleen sprake is van uitsluitend sterke stroming door rinketten en geen rustige momenten waarbij een instroming is van zout water.

*Uitwerking IZZS techniek voor vismigratie*

Bij de IZZS techniek is een aantal varianten beschikbaar, zoals reeds is uitgewerkt en op moment in discussie is. In het kort zijn er drie varianten:

1. Voor een brede inzet ook op andere sluizen. Rinketten in beide deuren, bellen en waterscherm, uitschakeling van infrastructuur (wandmoten, rioolstelsel), weinig zoutlast.
2. Met weinig kosten. Rinketten in beide deuren, bellenscherm aan beide kanten, hefschuif i.p.v. waterscherm, uitschakeling infrastructuur, enige zoutlast.
3. Met gebruik van huidige infrastructuur. Bellen en waterscherm, rinketten alleen aan kant van zoet water, gebruik waterbekkens en rioolstelsel blijft, minste zoutlast.

Rekening houdend met bovenstaande bevindingen is de verwachting dat de condities bij de IZZS-pilot op de Krammerjachtsluis niet interessant zijn voor bevordering van de vismigratie. Variant 1 laat hierbij de minst negatieve uitgangspunten zien, gevolgd door variant 2 en dan variant 3. Variant 3 heeft weinig tot geen mogelijkheden voor een natuurlijke vismigratie. Deze moeten dan komen vanuit een separaat spuumiddel dat natuurvriendelijk is ingesteld, zoals de glasaalstand met retourstroming van zout water op de Bergsediepsluis.

Het gebruik van vlinderkleppen die dicht gaan zodra de waterstroom stopt of keert vormt een sterke belemmering voor vismigratie. Het gebruik van een hefschuif in de sluisolk staat waarschijnlijk neutraal of iets negatief ten opzichte van vismigratie, omdat de opening kleiner wordt en de eventuele doorgang in het scherm niet makkelijker te vinden is. Een verbetering van vispassagemogelijkheden bij gebruik van een hefschuif in de sluisolk lijkt onwaarschijnlijk.

Indien gebruik wordt gemaakt van een nieuw separaat spuumiddel op het Krammer complex voor waterafvoer bij hoog water op de rivieren, biedt dit kansen voor vismigratie zoals dat bij de Bathse spuisluis het geval is. Van belang is het migratiegedrag van schieraal door de bovenste waterlagen hierin mee te nemen.

#### *IZZS en natuurvriendelijk sluisbeheer*

Bij sluiscomplexen tussen zoet water en zout getijdewater zijn positieve effecten op mogelijkheden of kansen op vismigratie te verwachten als er bepaalde componenten aanwezig zijn:

- Continue zoetwaterlokstroom met natuurlijk verval door sluisolk of spuumiddel gedurende het gehele jaar.
- Momenten van weinig tot geen stroming gedurende gelijk peil zodat vis tijd heeft voor migratie en er korte tijd zout water instroomt over het gehele jaar, maar zeker in voor- en najaar.
- Rinketten aan beide zijden van de sluis en deze gebruiken als natuurvriendelijk sluisbeheer als er niet wordt geschut.
- Continu schutten, dag en nacht bij voldoende scheepvaart zoals dat nu gebeurt bij de duwvaartsluis, zonder bellenschermen.

Er ontstaan mogelijkheden voor vismigratie als naar de principes van natuurvriendelijk sluisbeheer wordt gekeken: een 'glasaalstand' van de rinketten en een (toekomstig) spuumiddel waarbij ook een 'glasaalstand' en 'schieraalstand' wordt toegepast. Het natuurvriendelijk sluisbeheer (zoals op de Bergsediepsluis) lijkt op het visvriendelijk spuien met verlengd spuivenster zoals dat bij de afsluitdijk in overweging is. Bij een verbreed spuivenster wordt vanaf gelijk afgaand peil gespuid, zodat er kort een instroming is van zout water als gevolg van dichtheid verschil tussen zoet en zout. Kort daarop stroomt het IJsselmeerwater richting Waddenzee. Dit biedt mogelijkheden voor wegtrekkende vis. Bij opkomend peil sluit het spuiwerk, terwijl natuurvriendelijk sluisbeheer het spui openlaat tot een kwartier tot half uur na gelijk peil. Hierbij stroomt zout water door de kolk en uiteindelijk in het IJsselmeer.

Vooral het langer openblijven na gelijk opkomend peil laat bij de Bergsediepsuis vismigratie zien. Combinatie van de positieve punten van beide technieken laat dan een spuiregime zien vanaf gelijk afgaand peil tot aan 10 à 20 cm peilverschil bij opkomend tij, zodat er korte tijd zout water richting zoet water stroomt. Vooral dit laatste is nodig voor een effectieve vispassage van intrekende vis.

Er is door de projectgroep een voorkeurvariant voor de duwvaartsuis samengesteld uit variant 2 en 3, met variant 3 als basis.

Bij de voorkeurvariant wordt gewerkt met bellenschermen en hefschuif, rinketten aan beide zijden van de sluis in alle sluisdeuren, waarbij de bestaande infrastructuur van hoog- en laagwaterbekken intact blijft. Tevens wordt er een extra spuumiddel met een opening van 2,5-8 m<sup>2</sup> voorzien voor extra capaciteit in afwatering. Door het versnelde schutproces gaat er momenteel meer zoet water richting Oosterschelde dan voorheen: van 9 naar 20-40 m<sup>3</sup>/s. Met spuumiddel met een doorsnede van 2,5-8 m<sup>2</sup> kan dit 10-30 m<sup>3</sup>/s meer worden. Het is mogelijk om deze componenten te integreren in IZZS.

#### *Inschatting huidige en toekomstige rendementen voor vismigratie bij Volkerak-Zoommeersluizen tussen zoet en zout water*

In de volgende tabel staat een overzicht van de te verwachten effecten op vismigratie bij huidig gebruik van de verschillende sluisen in het Volkerak Zoommeer. Dit resulteert in een inschatting van het huidige rendement voor vismigratie bij de sluisen, inclusief de IZZS-pilot bij Krammerjachtensuis 2.

Aanvullend wordt een inschatting gegeven van de effecten van het IZZS op vismigratie bij de toekomstige aanpassing van de duwvaartsuisen, met en zonder natuurvriendelijk sluisbeheer.

Na inschatting van het huidige rendement is een inschatting gemaakt indien er verbeteringen in het management of de infrastructuur van de sluis wordt toegepast. Bij management valt te denken aan het openstaan van rinketten of waakdeuren afhankelijk van peilinstellingen. Bij infrastructuur valt te denken aan het aanbrengen van (extra) rinketten, een vertragingsmechanisme op de waakdeur(en) of het installeren van een apart spuumiddel om de kansen op vismigratie te bevorderen.

Voor de inschatting van het huidige rendement is een score van - - tot en met +++ gegeven per onderdeel. De optelsom van onderdelen geeft dan een score die vergeleken kan worden tussen locaties. De scores zijn opgesteld op basis van 'expert judgement' op basis van de ervaringen en resultaten bij de sluisen op het Volkerak-Zoommeer en het inzicht in het management van de verschillende kunstwerken.

De scores zijn ingedeeld volgens:

- - sterke beperking
- beperking
- 0 neutraal of aanwezig
- + functioneert of verbetering mogelijk
- ++ goede functie of positieve effecten mogelijk
- +++ sterke functie of aanzienlijke kans op positieve effecten

De onderdelen voor inschatting van een huidig rendement op vismigratie zijn als volgt benoemd:

*Lokstroom*: Continu, zo lang en zo veel mogelijk, zodat vis op afstand aangetrokken wordt

*Aanbod migrerende vis*: de vis die tot aan de sluizen komt en actief door het sluizencomplex wil migreren

*Passagemogelijkheden van zout naar zoet*: de mogelijkheid om zonder beperking deze richting te migreren

*Passagemogelijkheden van zoet naar zout*: de mogelijkheden om zonder beperking deze richting te migreren

De onderdelen die bij een implementatie in de toekomst een verbetering van rendement op vismigratie kunnen geven zijn als volgt benoemd:

*Rendement bij verbetering management*: meer uitwisseling met bestaande middelen of aanpassing hiervan (bv voelers die rinketten open laten staan, rinketten verder of langer open)

*Rendement bij aanpassing infrastructuur*: nieuwe rinketten aan beide zijden op bestaande deuren

*Rendement bij nieuwe infrastructuur*: een spuumiddel tussen zoet en zout water met natuurvriendelijk beheer

De afwegingen van scores zijn uitsluitend gebaseerd op vis ecologische parameters. Er is geen rekening gehouden met de kosten van implementatie van de diverse onderdelen. Uitgangspunten bij het huidige gebruik zijn: 1 (beperkte) glasaalschuif bij Bathse spui, glasaalstand bij 1 schuif Bergsediepsuis, huidig IZZ schutregime duwvaartsluis en IZZ schutregime krammerjachtensluis 1.

De scores zijn gebaseerd op implementatie van alle mogelijke onderdelen per locatie.

De pilot IZZS Krammerjachtensluis 2 is gebaseerd op doorspoeling via rioolstelsel, rinketten aan zoete kant, bellen- en waterscherm. De voorkeursvariant IZZS bij de duwvaartsluis geeft de technische kant weer: doorspoeling, bellenscherm met hefschuif, gebruik bekkens. Daarnaast staat het effect van een toekomstige implementatie van de componenten bij natuurvriendelijk sluisbeheer van rinketten en spuumiddel.

De optelsom van beide geeft een totaalscore en het rendement weer voor natuurvriendelijk IZZS, en kan vergeleken worden met de score ZZS.

**Tabel 15.** Scoretabel voor mogelijkheden vismigratie bij de verschillende zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer.

	Bathse Spui glasaalstand	Bergsediepsluis glasaalstand	Krammer duwvaartsluis ZZS	Krammer jachtensluis ZZS
Lokstroom	+	+	0	-
Aanbod migrerende vis	+++	++	+	0
Passagemogelijkheden zout naar zoet	--	+	0	-
Passagemogelijkheden zoet naar zout	+	+	0	0
Rendement huidige instellingen	3	5	1	-2
Rendement bij verbetering management	++	+	0	0
Rendement bij aanpassing infrastructuur	+++	0	+	+
Rendement bij nieuwe infrastructuur	nvt	+	++	+
Mogelijkheden rendementverbetering	5	2	3	2
<b>Inschatting potentie vismigratie</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

	Krammer duwvaartsluis IZZS voorkeurvariant	Krammer duwvaartsluis IZZS met toek. glasaalstand	Krammer Duwvaartsluis IZZS + nat.vr.sl.beh	Krammer jachtensluis IZZS pilot	Krammer jachtensluis IZZS toek. glasaalstand	Krammer jachtensluis IZZS + nat.vr.sl.beh.
Lokstroom	+	+		0	+	
Aanbod migrerende vis	+	+		0	+	
Passagemogelijkheden zout naar zoet	-	0		--	0	
Passagemogelijkheden zoet naar zout	-	0	totaalscore	-	0	totaalscore
Rendement huidige instellingen	0	2	2	-3	2	-1
Rendement bij verbetering management	nvt	nvt		0	nvt	
Rendement bij aanpassing infrastructuur	nvt	nvt		+	nvt	
Rendement bij nieuwe infrastructuur	++	nvt		+	nvt	
Mogelijkheden rendementverbetering	2	0	2	2	0	2
<b>Inschatting potentie vismigratie</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

De tabel laat zien dat de huidige rendementen voor vismigratie het hoogst worden geschat op de Bathse spuisluis, gevolgd door de Bergsediepsluis. Bij de Krammerduwvaartsluis en Krammerjachtensluis met ZZS worden de rendementen lager geschat. Dit geldt voor zowel de in- als uittrek van vis. De nadelen van de schuttechniek bij IZZS kunnen worden gecompenseerd door een glasaalstand met de rinketten en/of een nieuw spuumiddel dat natuurvriendelijk is ingesteld. Er zijn plannen om een spuumiddel met drie kokers tussen de Krammerduwvaartsluizen aan te leggen, indien deze met natuurvriendelijk sluisbeheer worden toegepast en de bovenkant van de kokers net boven water komen tijdens gelijk peil ontstaan goede mogelijkheden voor vismigratie, als ook voor de uittrek van schieraal.

Indien er aanpassingen in het management of de infrastructuur worden gedaan, is de meeste rendement verbetering mogelijk bij de Bathse spuisluis, in de vorm van verbetering van de huidige glasaalstand met aanpassing van de waakdeur en in bedrijf stelling van de tweede schuif aan de andere zijkant van het spui. Bij de Krammersluizen komt een nieuw spuumiddel bij de duwvaartsluis, voor de jachtensluis is deze als optie meegenomen. Bij de duwvaartsluis kunnen 3 duikers van 2,5 tot 8 m<sup>2</sup> komen, bij de jachtensluis waarschijnlijk 1, zodat aanleg bij de jachtensluis minder effect heeft dan bij de duwvaartsluis.

Bij een natuurvriendelijk ingesteld beheer geeft deze voorziening goede mogelijkheden voor vismigratie. Een spuumiddel is echter geen vistrap, en kan net als bij de andere sluizen en spuien in het Volkerak-Zoommeer alleen effectief zijn rond het moment van gelijk peil tussen zoet en zout getijdewater.

Bij een spuumiddel verdient het aanbeveling om rekening te houden met de migratie van zowel glas- als ook schieraal, die waarschijnlijk via de bovenste waterlagen migreert.

Bij de duwvaartsluizen zijn betere rendementen te verwachten dan bij de jachtensluis. Bij de Bergsediepsluis is reeds een werkend principe aanwezig en bij de Bathse spui heeft een extra spuumiddel in verhouding tot de zes spuikokers geen meerwaarde.

Samenvattend ziet de potentie voor vismigratie bij de verschillende sluizen er als volgt uit:

**Tabel 16.** Potentie vismigratie bij de verschillende zoet-zout overgangen in het Volkerak-Zoommeer.

	Potentie vismigratie
Bathse Spui	8
Bergsediepsluis	7
Krammerduwvaartsluis ZZS	4
Krammerduwvaartsluis IZZS VKV	2
Krammerduwvaartsluis IZZS VKV met natuurvriendelijk sluisbeheer	4
Krammerjachtensluis ZZS	0
Krammerjachtensluis IZZS	-1
Krammerjachtensluis IZZS met natuurvriendelijk sluisbeheer	1

Op basis van deze overwegingen zijn de meeste rendementen in vismigratie te verwachten bij de Bathse spuisluis, gevolgd door de Bergsediepsluis en de Krammerduwvaartsluis (indien hier natuurvriendelijk sluisbeheer wordt toegepast). De hoogste verbetering van rendement valt naar verwachting te behalen bij de Bathse Spuisluis gevolgd door de Krammerduwvaartsluis.

Bij de Bathse Spuisluis zijn bij voorkeur aanpassingen aan de waakdeuren aan beide zijden nodig, met een instelling voor natuurvriendelijk beheer.

Bij de Bergsediepsluis kan de migratie van schieraal verbeterd worden door in het najaar 's nachts te schutten bij gelijk peil.

Voor vergroting van de mogelijkheden van vismigratie bij de Krammerduwvaartsluis zijn daarbij rinketten in de sluisdeuren aan beide zijden van de sluiscolk en een nieuw spuumiddel nodig, beide met natuurvriendelijk beheer.



## 5. Referenties

Link-It Consult (2008). Naar een gezonde Zuidwestelijke Delta. Verbetering vismigratie en kleinschalige zoet-zout overgangen in de Zuidwestelijke Delta.

Wanningen Waterconsult & Link-It Consult (2008). Optimalisatie sluisbeheer Krammersluizen en Bergsediepsluis Plan van aanpak voor een proef met natuurvriendelijk sluisbeheer.

Dubbeldam, M.C. & Groot, R. de, 2009. T0 vismigratie Oosterschelde en Volkerak-Zoommeer. Resultaten van T0 metingen bij de Bergsediepsluis en Krammerjachtensluis en testen met visvriendelijk sluisbeheer.

Link-It Consult, Wanningen Waterconsult, Images Verzeke, Stichting Zeeschelp (2010). Proef natuurlijk sluisbeheer. De resultaten, conclusies en aanbevelingen.

Broekhoven, B.J.L. van, 2013. Voortgang Vismigratiemetingen Volkerak-Zoommeer voorjaar 2013.

Broekhoven, B.J.L. van, 2013. Voortgang Vismigratiemetingen Volkerak-Zoommeer najaar 2013.

Dubbeldam, M.C. & Broekhoven, B.J.L. van, 2014. Voortgang Vismigratiemetingen Volkerak-Zoommeer voorjaar 2014 en eerste advies vismigratiemogelijkheden Krammerjachtensluis IZZS.

Royal Hasjkonig DRV, 2013. Uitgangspuntennota Ontwerp en Beoordeling IZZS Krammersluizen, In opdracht van Rijkswaterstaat Zee en Delta. Rapport LW-AF 20131157.



## **6. Bijlagen**

Bijlage 1 *Vangstgegevens teruggerekend naar aantallen per nacht per fuik.*

Bijlage 2. *Foto impressie van de fuikvangsten*

## Bijlage 1

Vangstgegevens teruggerekend naar aantallen per nacht per fuik.

Bathse spuisluis - vangst in aantallen per nacht per fuik																																		
Periode	Datum	Schieraal	Paling	Bot	3D	Dunlipharder	Zeeprrik	Rivierprrik	Haring	Koornaanis	Spiering	Zeebaars	Makreel	Zeedonderpad	Tong	Schar	Griet	Poon	Snotolf	Zwartbekgrondel	Baars	Snoekbaars	Snoek	Blankvoorn	Ruisvoorn	Brasem	Winde	Alver	Pos	Giebel				
2013	Voorjaar	6-4	0,2	0,0	1,5	0,2															6,2	0,3										0,3		
		19-4	0,9	1,4		3,7																41,1	0,1									1,4		
		25-4	1,7	3,5																		62,3										0,2		
		2-5	1,0	1,3																		33,8												
		6-5	1,3	1,0																		12,5										0,5		
		11-5	1,2	4,8																		12,0												
		18-5	1,1	2,0	0,3																	5,0			0,3									
		25-5	1,4	2,6	0,6	0,1	0,1															3,7												
	Najaar	31-5	1,3	2,5	1,2	0,2	0,2															8,3												
		7-6	1,7	2,4	0,4		0,1															4,4	0,9											
		28-9	5,4	0,5																		2,6	22,3	0,1	0,1	0,1								
		5-10	1,9	0,6	0,4																		5,9	0,9										
		12-10	1,6	0,2	0,3																		2,0	2,1	0,2									
		19-10	2,8																				1,7											
		24-10	3,6		0,2											0,2							1,1	0,6										
		2-11	6,3																															
2014	Voorjaar	8-11	8,9																															
		16-11	8,9																															
		27-3	0,7		0,2	0,1																3,5												
		4-4	1,2																															
		12-4	2,5																				3,6											
		21-4	2,0	0,3																			7,3											
		28-4																					1,6											
		8-5	1,0	0,3																			4,8										0,2	
	Najaar	17-5	0,7	0,6																		4,6				0,1								
		27-5																				1,4												
		4-6		1,1																		2,9												
		11-10	0,8	0,9	0,1																	1,9	4,4											
		19-10	0,9	0,4																		6,3	25,0	1,9										
		28-10	5,1																			4,4	16,7	2,2										
		3-11	6,0		0,3																	3,3	16,7	3,3		1,7								
		11-11	9,0																			2,5	26,3	1,3		0,3								
20-11	5,1																			3,3	16,7	4,4												
*																																		

Krammer duwvaartsluizen - vangst in aantallen per nacht per fuik																																		
Periode	Datum	Schieraal	Paling	Sot	3D	Dunlipharder	Zeeprék	Rivierprék	Haring	Koornaanis	Spijering	Zeebaars	Makreel	Zeedonderpad	Tong	Schar	Griet	Poon	Snotolf	Zwartbekgrondel	Baars	Snoekbaars	Snoek	Blankvoorn	Ruisvoorn	Brasem	Winde	Aver	Pos	Giebel				
2013	Voorjaar	12-4	0,2		10,7	0,2												0,2		1,7	2,7	0,5		0,2										
		18-4	2,6		5,0	0,1				0,1										7,9	2,9	0,1												
		26-4	11,7		1,3					0,4							0,6			0,1	11,0													
		1-5	3,8	0,2						2,0		0,6									6,8	4,2												
		6-5	5,0	0,6	0,2						6,0											2,4												
		11-5	7,4	3,2	0,2						3,8											2,0	1,0											
		18-5	3,0	1,3	0,4					0,7	8,7																							
		25-5	1,6	0,9	0,1		0,4				14,0								0,1			4,0												
		1-6	1,9	0,7			0,3				9,0											0,3												
	8-6	4,4	3,1	0,6		0,4			0,1										0,3			1,7												
	Najaar	21-9	2,6	0,9	0,1					0,1							0,2				1,6	22,4	0,4		0,1									
		27-9	3,3	0,3						0,1			0,1				0,3				1,2		0,6						0,5					
		4-10	15,7										0,1		0,1	0,2				0,6	14,9													
		11-10	0,7		0,4										0,1	0,3						12,3	1,8						0,2					
		16-10	4,2	0,1	0,1											0,2						114,3												
		22-10	0,8		0,5					0,1	0,1		0,1		0,1	0,1					0,8	20,6	0,3						0,3					
		30-10	83,8																															
		7-11	4,4		0,1					0,1	0,1				0,1	0,1	0,2				1,0	50,6												
18-11		0,9														0,5					78,9	0,2		0,2					0,1					
26-11		4,6		0,1					0,2											1,4	37,3	0,4		0,2					0,1					
2014	Voorjaar	18-3	2,9		2,9				0,1		0,1									6,0														
		26-3	2,4		1,2				0,4												0,3													
		2-4	2,3	0,1	0,9								0,1								2,4	0,1												
		7-4	3,2	0,2	0,8																2,2	0,2												
		12-4	2,1	0,5	0,9					0,2	3,4										1,6													
		19-4	1,2	0,3	0,6					0,2	4,3										1,6													
		28-4	0,2	0,1	0,3		0,2			1,8	3,5		0,1		0,1	0,1					2,3								0,1					
		5-5	0,1	0,4						0,1	0,5										0,8													
		12-5	0,7	0,5	0,1		0,4				9,3		0,1								1,6	1,0												
	18-5	0,9	0,8	0,8					0,3	4,2		0,3								0,5														
	27-5	0,2	0,3			0,1															0,2	0,2												
	Najaar	10-10	0,8	0,5													0,3					75,0												
		17-10	3,6										0,1			0,1						57,1												
		24-10	54,3		0,9																	71,4												
		31-10	32,4										0,1								5,7	85,7	1,6											
		11-11	1,7		0,5								0,4								2,0	30,0												
		18-11	2,6		0,7								0,3				0,1				1,4	28,6			14,3									
		*																																

**Krammer jachtensluis 2 (zoet richting zout) - vangst in aantallen per nacht per fuik**

Periode	Datum	Schieraal	Paling	Bot	3D	Dunlipharder	Zeeprik	Rivierprik	Haring	Koo maarvis	Splering	Zeebaars	Makreel	Zeedonderpad	Tong	Schar	Griet	Poon	Snotoff	Zwartbekgrondel	Baars	Snoekbaars	Snoek	Blankvoorn	Ruissvoorn	Brasem	Winde	Alver	Pos	Giebel		
2013	Voorjaar	26-4																			1,4			0,2								
		1-5	0,4	0,4																		4,6										
		6-5	0,6	2,4	0,6																	2,8										
		11-5	1,6																			2,6										
		18-5	0,6	0,3																		3,0										
		25-5	0,7		0,3																	2,4										
	Najaar	1-6	0,6	0,3																	0,1											
		8-6	0,7	0,7	0,3		0,1															1,6		0,1								
		21-9	1,0	0,3																		2,9										
		27-9																				2,9										
		4-10		0,3	0,1		0,1															2,9										
		11-10		0,4	0,3		0,4															2,9										
		16-10																				2,9										
		22-10	0,2	0,3																		2,1	38,0	1,0					0,3			
		30-10	4,1																			2,1	38,0	0,1								
		7-11	0,1													2,1						4,9	55,5			0,6						
		18-11														2,1						4,9	55,5			0,6						
		26-11	0,6													2,1						4,6	44,4		0,3	1,1						
		2014	Voorjaar	18-3			2,1																4,0	0,9					0,0		0,1	0,1
				26-3			1,3																4,6									
				2-4									1,6										3,9	0,1			0,3					
7-4											5,4										3,2				0,2							
12-4											32,0										4,8											
19-4					0,6						32,3										4,4											
Najaar	28-4					0,3					38,9										3,8											
	5-5				0,1						1,3										4,4				0,1							
	12-5			0,6			0,1				29,3											1,5	0,7			0,2			0,2		0,2	
	18-5		0,2	0,5																		1,5	0,7			0,2			0,2		0,2	
	27-5			0,7	0,2																	0,7		0,2		0,1			0,2		0,2	
	2-6			0,0																		1,3	2,2	0,0				0,3	0,2		0,2	
	10-10		0,3	0,3									0,2									0,1	62,5	0,1		0,3				0,3		
	17-10		1,0										0,3									4,3	71,4	7,1						0,3		
	24-10		11,1										0,3									2,9	5,7			0,6						
	31-10		0,7			0,1																1,1	2,4	1,1	0,1	1,9						
	11-11		0,5																			0,5	2,5	1,1		1,3				0,2	0,1	
18-11	0,9				0,1																0,7	14,3			28,6							
Najaar JS 1	*																															
	10-10		1,8	4,1																			18,8	0,3		0,5						
	17-10		0,6	0,7						0,3												4,3	71,4	7,1								
	24-10		2,1																				9,6									
	31-10		1,4																			12,3	7,3									
	11-11		1,2			0,2																2,0	30,0	2,0								
	18-11																					2,9	28,6	2,1		14,3						
	*																															



**Bergsediepluis - vangst in aantallen per nacht per fuik**

Periode	Datum	Schieraal	Paling	Bot	3D	Dunlipharder	Zeeprék	Rivierprék	Haring	Koornaarvis	Splering	Zeebaars	Makreef	Zeedonderpad	Tong	Schar	Griet	Poon	Snotof	Zwartbekgrondel	Baars	Snoekbaars	Snoek	Blankvoorn	Ruisvoorn	Brasen	Winde	Alver	Pos	Giebel									
2013	Voorjaar	10-5	8,5		1,3					0,3										3,3											0,2								
		17-5	2,6		0,9						2,3										3,9																		
		23-5	2,8		1,2			0,2			2,2		0,2																										
		30-5	2,4	0,4	0,6		0,4				4,4																												
		7-6	2,0		0,8		0,3				1,1										0,8			0,1															
		14-6	0,4	0,9	0,5																																		
	Najaar	21-9	1,4	1,3																																			
		28-9	1,6	1,7	1,0		0,1																																
		4-10	8,5	0,8	1,3									0,2																									
		12-10	10,1																																				
		19-10	3,1		0,7																																		
		26-10	1,4		0,3																																		
		1-11	6,8																																				
		9-11	1,3		1,8							0,1																											
		18-11	4,9		2,3																																		
		2014	Voorjaar	27-3	0,3		5,3				0,2												17,5																
				4-4	0,6	0,3	0,5	6,5				0,4												3,1															
				12-4	1,5	0,4	0,1	16,0						0,6										1,0															
21-4	0,3				0,1	2,9			0,1		3,6											4,0																	
28-4	0,3			0,1	0,4	4,9		0,1			7,9											3,4																	
8-5	0,5			0,3		1,4					1,6											1,2																	
17-5					0,2	1,6	0,1				8,3											0,9																	
27-5				1,6		0,3	0,2															0,5																	
4-6				2,3		0,8																0,8																	
Najaar	9-10			2,2	3,0	1,0						0,2										7,8	6,4	0,2		1,0													
	18-10		1,6	0,3	0,4						0,3				1,7						2,8	16,7																	
	24-10		36,7		0,8						0,2		0,3			0,2					1,3	2,5	0,2																
	31-10		20,4		0,9						0,3																												
	11-11		3,2		0,2								0,3									3,0	30,0		5,0														
	20-11		6,1		0,3																	2,2	16,7	1,1															
	*																																						



## Bijlage 2





