

# **Evaluatie stroboscooplampen en FishTrack bij gemaal Offerhaus**

**Stroomafwaartse migratie**

**25 januari 2013**



---

# **Evaluatie stroboscooplampen en FishTrack bij gemaal Offerhaus**

**Stroomafwaartse migratie**



## Verantwoording

<b>Titel</b>	Evaluatie stroboscooplampen en FishTrack bij gemaal Offerhaus
<b>Opdrachtgever</b>	Combinatie van Beroepsvissers
<b>Projectleider</b>	Remco Schreuders
<b>Auteur(s)</b>	Martin Kroes& Martijn de Boer
<b>Met bijdragen van</b>	Erwin Winter (IMARES)
<b>Projectnummer</b>	4745184
<b>Aantal pagina's</b>	60 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	25 januari 2013
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

Tauw bv  
BU Meten, Inspectie & Advies  
Australiëlaan 5  
Postbus 3015  
3502 GA Utrecht  
Telefoon +31 30 28 24 82 4  
Fax +31 30 28 89 48 4

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001



## Inhoud

<b>Verantwoording en colofon .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding.....	9
1.2 Noodzaak project .....	11
1.3 Doelstelling van het project .....	13
1.4 Onderzoek- en vraagstelling .....	14
<b>2 Locatie en systeembeschrijving .....</b>	<b>17</b>
2.1 Gemaal Offerhaus .....	17
2.2 FishTrack en het FIS-systeem bij gemaal Offerhaus .....	18
<b>3 Materiaal en methode.....</b>	<b>23</b>
3.1 Proefopzet .....	23
3.2 Uitvoering van het veldwerk .....	23
3.3 DIDSON observaties voor het krooshek .....	26
3.4 Algemene aspecten rond uitvoering .....	27
<b>4 Resultaten .....</b>	<b>29</b>
4.1 Algemeen .....	29
4.2 Overzicht van totale vangst .....	30
4.3 Vangst in aanbodfuike voor het gemaal .....	31
4.4 Passage door het gemaal .....	32
4.5 Aanbod versus passage.....	35
4.6 Verhouding merk-terugvangst schieralen.....	37
4.7 Schade door gemaal .....	38
4.8 Observatie van gedrag voor de aanzuigzijde van FishTrack en Pomp 3 (Didson) .....	42
<b>5 Discussie.....</b>	<b>43</b>
5.1 Effectiviteit van het visweringsysteem en FishTrack .....	43
5.2 Effectiviteit van de bypass (FishTrack aan, lampen uit en pomp 3 uit) .....	51
5.3 Visgedrag .....	51
5.4 Visschade.....	52
5.5 Vergelijking met het onderzoek in 2009 (nulsituatie).....	52
5.6 Technische toepasbaarheid .....	53

<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>55</b>
6.1	Conclusies.....	55
6.2	Aanbevelingen.....	56
<b>7</b>	<b>Geraadpleegde literatuur .....</b>	<b>57</b>

**Bijlage(n)**

1. Afkortingen van vissoorten



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

### **Problematiek van aal en gemalen**

Gemalen vormen een barrière voor migratie van schieraal en vooral de conventionele pomptypen veroorzaken schade en sterfte onder de passerende aalen. Met de circa 4.000 gemalen in Nederland is de problematiek van gemalen voor aal omvangrijk. Een opvoerwerk is alleen volledig visvriendelijk als voldaan is aan volledige vispasseerbaarheid en volledige overleving. De vispasseerbaarheid van gemalen krijgt momenteel breed aandacht in nationaal en lokaal beleid en waterbeheer. In het kader van aalherstel is connectiviteit tussen waterlichamen gewenst (2 kanten op). Naast het aalherstelplan zijn ook de Benelux Beschikking Vrije Vismigratie, de KRW en de Natura2000 redenen om de vismigratieknelpunten bij de relevante gemalen op te lossen. Daarnaast is de overleving van aal en andere vissoorten tijdens passage van gemalen een actueel vraagstuk. De vraag is in welke mate schade en sterfte optreedt onder de vis die pogingen onderneemt om het opvoerwerk te passeren of juist door de pompen onvrijwillig wordt ingezogen. In opdracht van de STOWA is een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar de vischade door gemalen bij stroomafwaartse vismigratie. Hierbij wordt het schadeprofiel vastgesteld van uiteenlopende pomptypes en capaciteiten. In het fase 1 onderzoek van de STOWA bleek dat het schadeprofiel bij gemalen kan verschillen tussen verschillende pomptypen (en varieert van 0 % tot 100 % overleving). Dit project richt zich op de visonvriendelijke typen opvoerwerken, zoals uit het STOWA-onderzoek naar vischade bij gemalen naar voren is gekomen.

### **Beschikbare technieken bij gemalen**

Sinds de jaren '70 zijn wereldwijd zowel mechanische als gedragsgebaseerde technologieën ontwikkeld voor het geleiden of afschrikken van vis. De technieken zijn vooral ontwikkeld voor bescherming van vis bij waterkrachtcentrales en (koel)waterinlaten (elektriciteitscentrales en industrie). In Nederland is vooral door de KEMA veel werk verricht aan onderzoek en ontwikkeling. Verder zijn in Duitsland, Engeland en de Verenigde Staten een veeltal mechanische en gedragsgebaseerde methoden ontwikkeld en onderzocht. Met deze technieken kan, afhankelijk van de specifieke hydraulische condities op een locatie en aanwezigheid van alternatieve routes, de vis naar een passage of bypass worden geleid of kan worden voorkomen, dat vis wordt ingezogen door deze uit de gevarezone te weren. De afgelopen jaren hebben meerdere innovatieve ontwikkelingen geleid tot een aantal geoptimaliseerde systemen.

Voorzieningen voor visgeleiding bij gemalen kunnen als volgt worden geclassificeerd:

Mechanische barrières, die ervoor zorgen dat vis door fysieke wering niet wordt ingezogen. Ze zijn wel van invloed op het aanzwemgedrag van vis, kunnen als geleiding- of verzamelsysteem worden toegepast en worden bij waterkrachtcentrales gecombineerd met een bypass.

Gedragsbarrières, die vis geleiden naar een bypass of weren uit de gevarenzone met behulp van stimuli (meestal licht of geluid of een combinatie daarvan) en resulteren in vermijding, vertraging of vluchtreacties.

Verzamelsystemen, die vissen mechanisch verwijderen uit zones en actief transporteren naar de stroomafwaarts gelegen zijde.

Bypass systemen, die een alternatieve route zijn voor vis en deze veilig geleiden naar het benedenstroomse deel van de migratiebarrière.

Transportsystemen (trap & transport), waarbij vissen worden gevangen in het bovenstrooms gelegen deel van een migratiebarrière en vervolgens via een actief transportmiddel (onder andere boot, vrachtauto) benedenstrooms worden uitgezet.

Aangepast beheer, waarbij visschade wordt voorkomen / gereduceerd door in te spelen op migratiepieken van doelvissoorten of waarbij de aanstroomsnelheid wordt aangepast, zodat vis een ontsnappingskans heeft.

Visvriendelijke pompsystemen, die worden ontwikkeld om zoveel mogelijk visschade te voorkomen bij passage.

Soms worden verschillende systemen gecombineerd ten behoeve van stroomafwaarts gerichte passage. Bypass-systemen worden vaak gecombineerd met mechanische barrières of gedragsbarrières om de efficiëntie te vergroten. Het is ook mogelijk om de waterinnamestructuur te positioneren in zones met een lage visdichtheid en daarmee de kans op een hoge mate aan visschade te voorkomen.

## 1.2 Noodzaak project

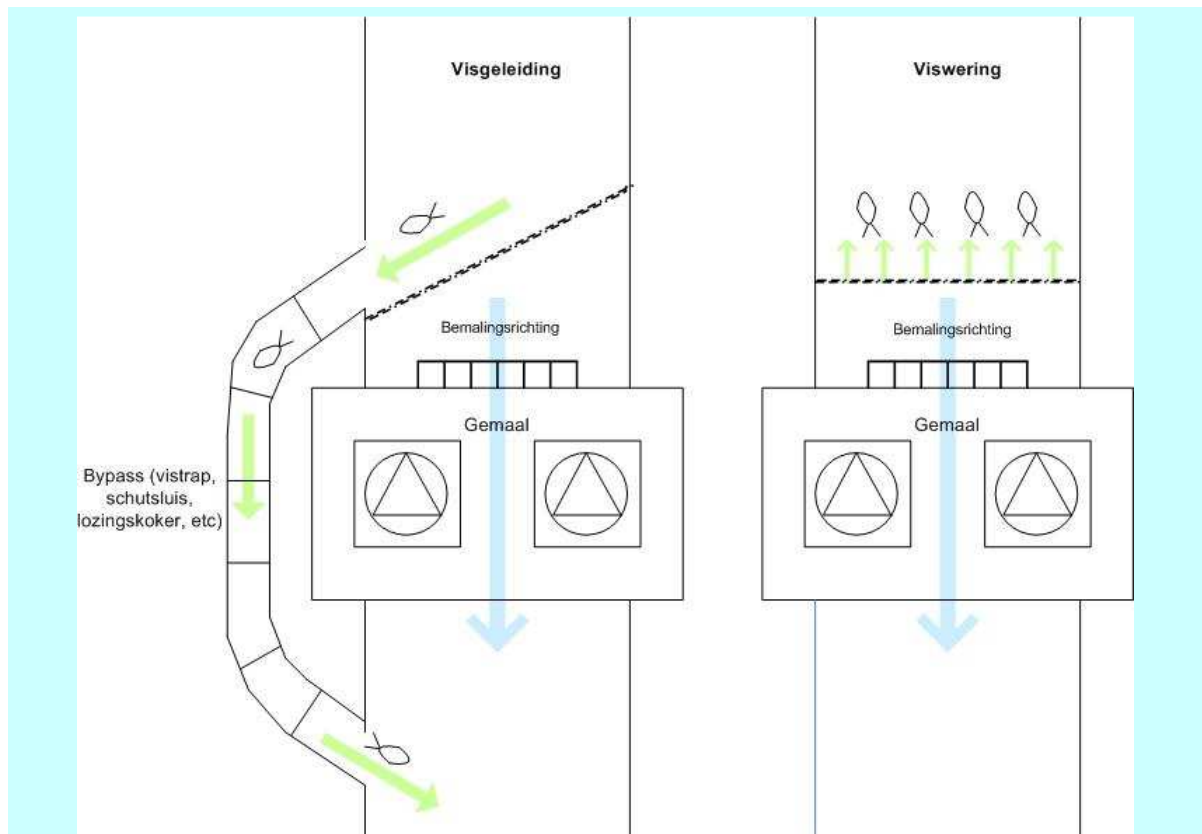
Tot op heden wordt het vergroten van de visvriendelijkheid van gemalen in de regel uitgevoerd door toepassing van 'relatief visvriendelijke' pomptypen of gemaalconcepten. Dit vindt momenteel alleen plaats in combinatie met renovatie of nieuwbouw van een gemaal, dit vanwege de kosteneffectiviteit van de maatregel.

In het kader van de KRW-innovatieprojecten 'Vissen zwemmen heen en weer (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard)', 'visschade bij gemalen (STOWA)' en 'Visvriendelijk gemaal Offerhaus (Wetterskip Fryslân)' worden de volgende visvriendelijke systemen getest:

- Nijhuis waaier
- FishTrack
- De Wit vijzel
- Tonvijzel

Bij een beperkt aantal visonvriendelijke gemalen zal renovatie of nieuwbouw in de periode tot 2015 (en 2027) aan de orde zijn. Het visvriendelijk maken van een gemaal kan daarom bij het overgrote deel van de gemalen niet op korte of middellange termijn gerealiseerd worden. Daarnaast zullen de kosten voor aanleg van een visvriendelijk gemaal aanzienlijk zijn of is een visvriendelijk pomptype technisch niet haalbaar (in verband met bijvoorbeeld capaciteit / opvoerhoogte in combinatie met de daarvoor benodigde techniek of ruimtegebrek). Ook zijn er nog veel technische en ecologische onzekerheden rondom de bestaande 'relatief visvriendelijke' pomptypen en gemaalconcepten omdat er nog geen lange termijn ervaring mee is opgedaan. Met andere woorden: bij veel gemalen is een alternatieve oplossing wenselijk voor het mogelijk maken, of verbeteren van stroomafwaartse vismigratie en/of voorkomen van visschade wanneer deze onvrijwillig worden verpompt.

Vispasseerbaarheid is niet altijd een doelstelling van waterbeheerders, omdat migrerende soorten lokaal niet aanwezig zijn, of migratie voor de aanwezige soorten geen rol speelt. Hier is enkel *overleving van vis* die onvrijwillig wordt ingezogen een hoofddoelstelling, dus het voorkomen van onvrijwillige onttrekking van de nabij het gemaal aanwezige vis. In dit projectvoorstel maken we onderscheid in visgeleiding bij gemalen en viswering bij gemalen.



**Figuur 1.1** Principeschets van visgeleiding en viswering bij gemalen

**Visgeleiding:** Het weren en geleiden van vissen naar een alternatieve migratieroute met als doel de realisatie van vispasseerbaarheid.

**Viswering:** Het afschrikken en weren van vis bij de inzuigzijde met als doel de onvrijwillige onttrekking en vissterfte te reduceren.

Als uitgangspunt bij *visgeleiding* geldt dat migrerende vissen een alternatieve migratieroute wordt aangeboden. Het uitgangspunt bij *viswering* is dat vis die zich voor het gemaal bevindt, wordt afgeschrikt en de 'gevaarzone' ontwijkt gedurende de bemaling.

De systeemconcepten die voor visgeleiding en -wering in aanmerking komen zijn mechanische barrières, gedragsbarrières of een aangepaste bedrijfsvoering van het gemaal. De vraag is in hoeverre de toepassing van deze technieken geschikt en kosteneffectief zijn bij gemalen. Hier is in binnen- en buitenland nog nauwelijks tot geen ervaring mee opgedaan.

Niet alleen de techniek van visgeleiding bij gemalen is vernieuwend, ook de lokale omstandigheden wijken af van waterkrachtcentrales of koelwaterinlaten waar er wel ervaring mee is (onder andere dimensies, stroming, vissoorten et cetera.). Daarnaast is een deel van de systemen in ontwikkeling en is nog nooit eerder toegepast. Vernieuwendheid en innovatie is verder uitgewerkt in hoofdstuk 4.

Wanneer de technieken toepasbaar en geschikt blijken voor toepassing bij gemalen, is er een belangrijke stap gezet om de negatieve effecten van gemalen op vis en vismigratie te reduceren. Tevens wordt dan voor een belangrijk deel van de in Nederland geplande vismigratiemaatregelen een mogelijke kosteneffectieve oplossing aangereikt. Het behalen van de uittrek doelstelling van schieraal en overige doelstellingen zoals die van de KRW voor visstand en vismigratie (continuïteit) komt daarmee een stuk dichterbij.

### **1.3 Doelstelling van het project**

Om een antwoord op de bovenstaande probleemstellingen te kunnen geven zijn binnen het project een aantal innovatieve systemen voor viswering en -geleiding op daartoe geselecteerde locaties aangelegd en getest. Het project heeft de volgende doelstellingen:

1. Het ontwikkelen van kennis over toepasbare innovatieve technieken voor visgeleiding en viswering bij gemalen
2. Het ontwikkelen van oplossingen om locatiespecifieke (stroomafwaartse) vismigratie bij gemalen te bevorderen of te voorkomen dat (schier)aal of andere vissoorten door het gemaal wordt verpompt (viswering)
3. Komen tot een kosteneffectiviteitanalyse van bovengenoemde innovatieve technieken en de gangbare maatregelen in zowel een grootschalige als kleinschalige setting
4. Het verbeteren van samenwerking tussen visserijorganisaties en waterbeheerders ten behoeve van verbetering van vismigratiemogelijkheden in het algemeen en van (schier)aal in het bijzonder
5. De verbetering van het imago van de (beroeps)visserijsector qua bijdrage aan natuur- en waterkwaliteitsdoelstellingen
6. Het uitdragen van opgedane kennis in binnen- en buitenland, ten behoeve van verbetering van samenwerking tussen relevante organisaties

Door inzet van visgeleidingsystemen wordt bijgedragen aan migratiemogelijkheden voor de aal en daarmee aan herstel van de aalstand; een belangrijke doelstelling van het Nationaal Beheerplan Aal. Dit komt ook het functioneren van overige vispopulaties ten goede. Zo wordt een bijdrage geleverd aan instandhouding van beschermde of bedreigde soorten, onder andere visetende vogels (onder andere lepelaar, zwarte stern, ijsvogel et cetera) of andere visetende dieren als de otter. Indien er ook voor stroomopwaartse migratie mogelijkheden zijn, zal dit nog meer kunnen bijdragen in een toename van de aanwas.

## 1.4 Onderzoek- en vraagstelling

### Vraagstelling

Het project heeft de volgende vraagstellingen:

- Hoe is de werking van de afzonderlijke systemen (toepassingsefficiëntie) ten behoeve van viswering en visgeleiding bij gemalen voor schieraal?
- Wat zijn de daarbij behorende waterhuishoudkundige en visecologische uitgangspunten en randvoorwaarden?
- Hoe is de technische toepasbaarheid bij bestaande (Nederlandse) grote én kleine gemalen en wat is de kostenefficiëntie per systeem in zowel een grootschalige als kleinschalige toepassing?

Hoofdzakelijk in deze studie is het onderzoek naar de werking (wijze van toepassing) en effectiviteit van de geselecteerde innovatieve viswering en –geleidingsystemen. Doel daarbij is het verbeteren van de passeerbaarheid van gemalen, zodat schade en sterfte onder passerende (trek)vissen, en dan voornamelijk van de met uitsterven bedreigde Aal, aanzienlijk verminderd wordt.

Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek betreft de daadwerkelijke monitoring in het veld. Dat houdt in dat op een nader te omschrijven methode informatie verzameld dient te worden over het succes (effectiviteit) van het toepassen van viswering en –geleidingsystemen bij gemalen. De monitoring vindt plaats gedurende de migratieperiode van de schieraal, te weten in het najaar (september tot en met november 2011).

### Indicatoren monitoring

Ten behoeve van de monitoring van het onderzoek worden de volgende indicatoren opgenomen:

- Deel van het aalbestand dat zich bij het gemaal aandient en met behulp van mechanische wering of gedragsmatige stimuli wordt weggeleid / geweerd
- Bijdrage van het systeem in toename passage via de toegepaste bypass en/of afname schade / sterfte door reductie van pomppassage

### *Specifiek per locatie*

Per locatie is één specifiek geselecteerd systeem geplaatst. De bovenstaande vraagstelling moet derhalve per locatie specifiek worden toegespitst. In onderstaande tabel is het aangegeven per locatie.

**Tabel 1.1 Specifieke vraagstelling omtrent effectiviteit viswering-/geleidingsysteem per locatie**

<b>Locatie</b>	<b>Systeem</b>	<b>Vraagstelling</b>
Offerhaus	FishTrack en stroboscoop lampen	Mate van wering en geleiding door stroboscoop lampen en bypass (FishTack-principe) voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
Maelstede	Stroboscoop lampen	Mate van wering en geleiding door stroboscoop lampen en bypass voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
	Knijpen van de uitstroom RWZI effluent	In welke mate wordt aal/vis geleid naar de vispassage van het gemaal door het RWZI effluent
De Ruiter	10 mm fijnrooster	Mate van wering en geleiding door een 10 mm fijnrooster en bypass voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
De Lange Weide	Stroboscoop lampen	Mate van wering en geleiding door stroboscoop lampen en bypass voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
Schaphalsterzijl	Infrasound	Mate van wering en geleiding door infrageluid en vispassage door de bypass voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
Caspar Hommes	FVES*	Mate van geleiding door geïnduceerde stroming voor aal en overige vissoorten bij het gemaal
Schanserbrug	Stroboscoop lampen	Mate van wering door stroboscoop lampen voor aal en overige vissoorten bij het gemaal

\* Flow Velocity Enhancement System

Kenmerk R014-4745184KMJ-ibs-V02-NL

---



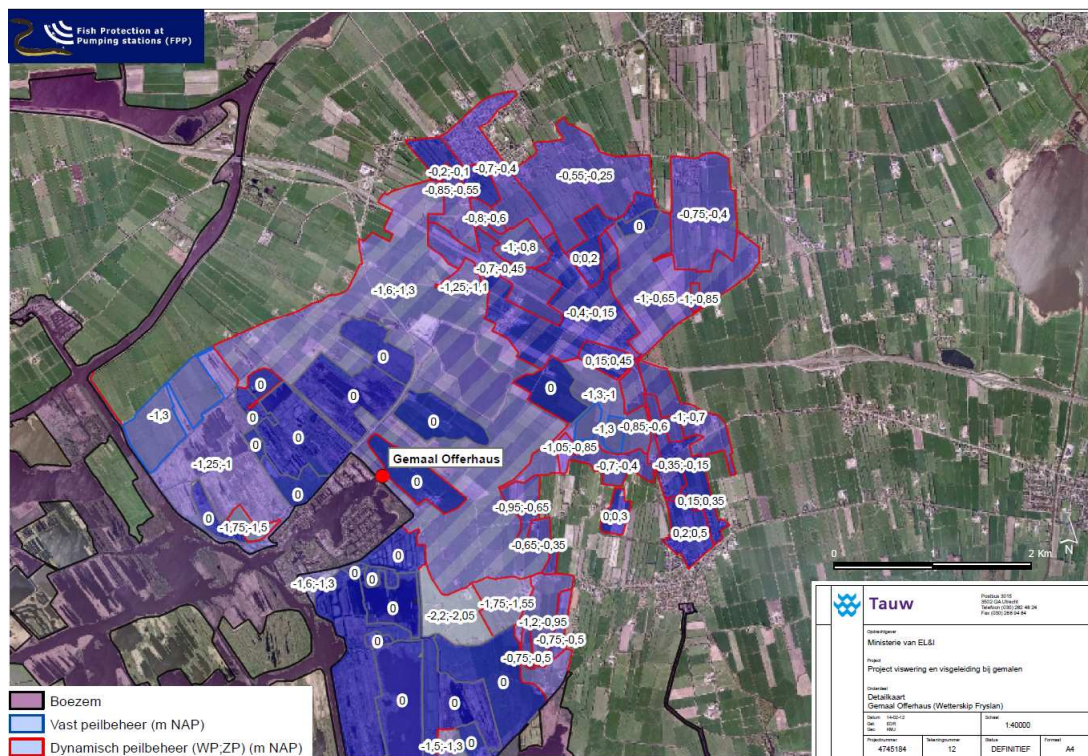
## 2 Locatie en systeembeschrijving

### 2.1 Gemaal Offerhaus

Het gemaal pompt het water uit de polder (Eernewoude M10) naar de Friese boezem (It Wiid, Alde Feanen M14 ondiepe plassen). Het gemaal beschikt over 3 pompen van 90 m<sup>3</sup>/min. Eén pomp conventioneel, twee pompen zijn gebruikt voor de ombouw naar FishTrack: Totale bemalingscapaciteit 180 m<sup>3</sup>/min.

**Tabel 2.1** Overzicht van technische kenmerken gemaal en directe omgeving

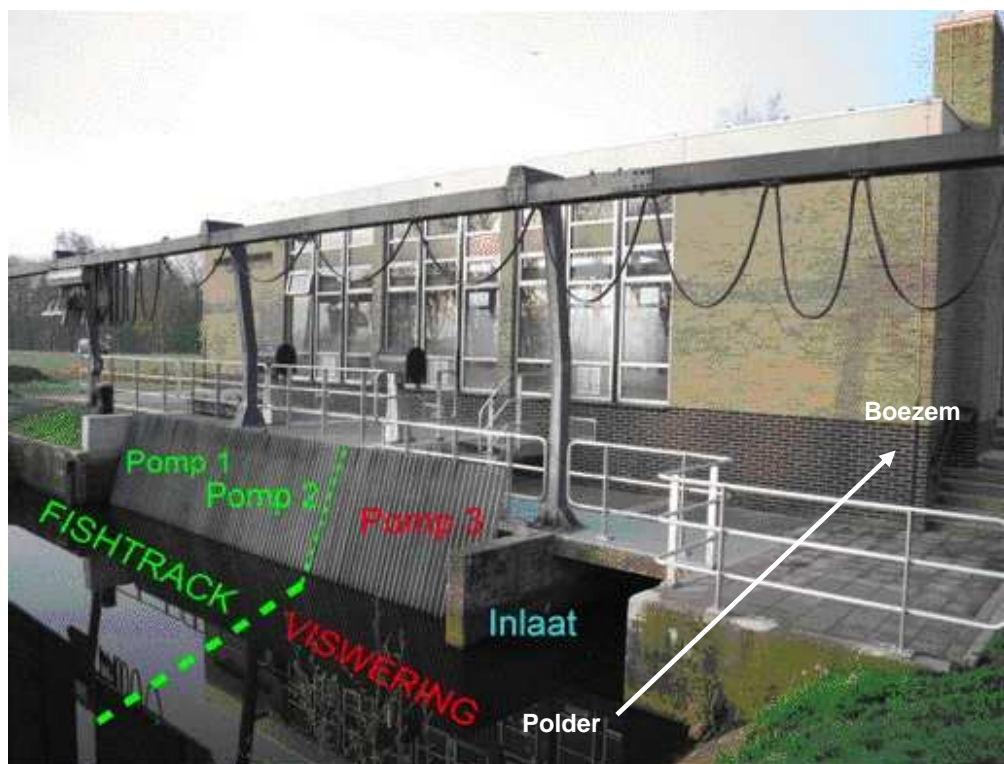
<b>Kenmerk</b>	
Omvang afwateringsgebied (ha)	2.250 ha
Aantal inlaatopeningen	1
Aantal pompen	3 pompen van 90 m <sup>3</sup> /min. 1 pomp conventioneel, 2 pompen gebruikt voor de ombouw naar FishTrack: Totale bemalingscapaciteit 180 m <sup>3</sup> /min
Pomptype	Open schroef pomp (axiaal waaier)
Capaciteit per pomp	90 m <sup>3</sup> /min
<b>Krooshek</b>	
stroomsnelheid bij het kroosrek	0,30 m/s (ten opzichte van horizontaal)
Dimensies kroosrek	3,1 x 3,8 m (opstellingshoek ~15°)
oppervlak kroosrek onder water tijdens winterpeil	3,1 x 1,9 m
Spijlbreedte	10 mm
Spijlafstand	90 mm
<b>Fijnrooster</b>	
Stroomsnelheid bij het fijnrooster	0,30 m/s (ten opzichte van horizontaal)
Dimensies fijnrooster	3,1 m x 2,5 m (opstellingshoek ~45°)
Oppervlak fijnrooster onder water tijdens winterpeil	100 %
Spijlbreedte	5 mm
Spijlafstand	10 mm



Figuur 2.1 Situering van gemaal Offerhaus en het bemalingsgebied

## 2.2 FishTrack en het FIS-systeem bij gemaal Offerhaus

Gemaal Offerhaus bestaat uit drie pompen. Na renovatie van het gemaal is er een FishTrack systeem aangelegd waarbij gebruik gemaakt wordt van de pompen 1 en 2. De derde pomp is nog van een conventioneel type en wordt enkel in perioden van veel neerslag ingeschakeld. Bij deze pomp is een visweringsysteem aangelegd.

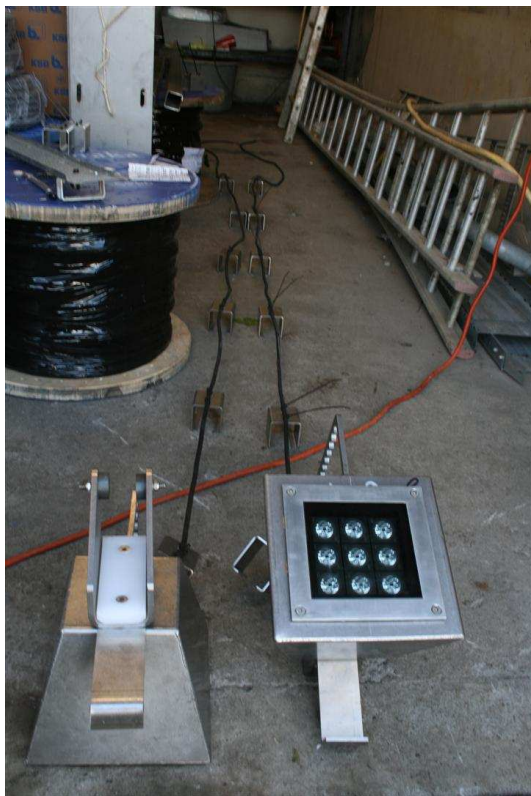


**Figuur 2.2** Gemaal Offerhaus is voorzien van FishTrack bij pomp 1 en 2 en een visweringssysteem bij pomp 3

### Visweringssysteem

Bij gemaal Offerhaus is een Fish Invert System (FIS) geplaatst dat ontwikkeld is door Bosman Watermanagement. Dit visweringssysteem werkt met behulp van licht en is gebaseerd op het gedrag van vis. De meeste vissoorten hebben namelijk een afkeer voor fel licht. Het systeem bestaat uit één unit voorzien van 9 felle lampen (zie figuur 2.3). Door de lampen om beurten en in een bepaalde frequentie te laten knipperen, moet bij vis een schrikreactie opgewekt worden.

Het FIS-systeem is in het midden voor de inzuigopening van pomp 3 geplaatst, achter het krooshek, om zodoende de vis voor de inzuigopening van de conventionele pomp te weren.



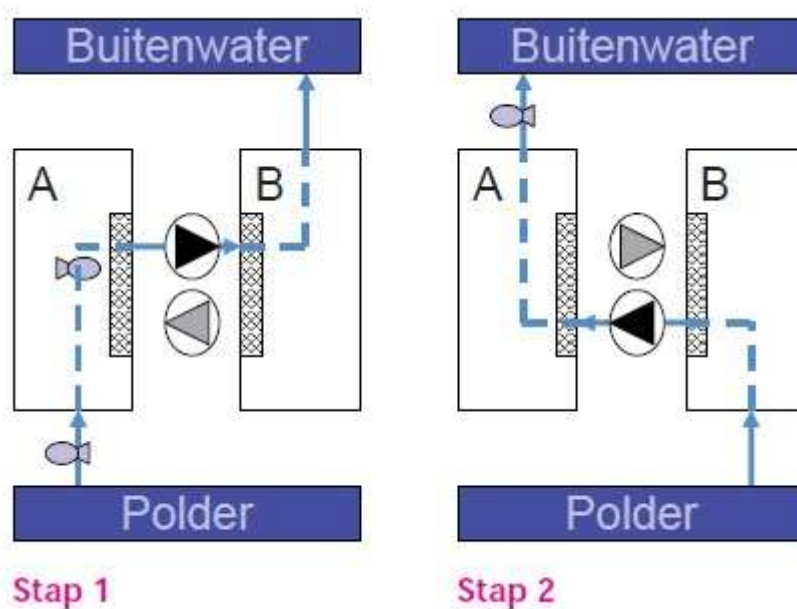
---

**Figuur 2.3** Eén van de lampen van het FIS-systeem dat bij pomp 3 van gemaal Offerhaus is geïnstalleerd

---

### **Visgeleidingssysteem**

Door Tauw is FishTrack ontwikkeld voor vispassage bij gemalen. Dit systeem werkt met behulp van 2 pompen die stapsgewijs ingeschakeld worden.



**Figuur 2.4 Het principe van FishTrack waarbij gebruik gemaakt wordt van 2 pompen.**

Stap 1: Pomp 1 is in werking waarbij vissen met het polderwater meegevoerd worden naar pompkelder A. Het water passeert een fijnrooster en verlaat het gemaal via pompkelder B terwijl de vissen nog in pompkelder A verblijven.

Stap 2: Na een periode van bijvoorbeeld een half uur wordt pomp 1 uitgeschakeld en pomp 2 ingeschakeld. Het polderwater komt nu binnen via pompkelder B en verlaat het gemaal nu via pompkelder A waarbij de daar nog verblijvende vis wordt meegevoerd. Tegelijkertijd worden er nieuwe vissen meegevoerd naar pompkelder B. Na een poosje wisselt de pompwerking weer en werkt het gemaal weer als in stap 1.

Kenmerk R014-4745184KMJ-ibs-V02-NL

---

## 3 Materiaal en methode

### 3.1 Proefopzet

FishTrack biedt vissen een veilige doorgang in tijden van bemaling. Het dient als systeem aan sich goed te functioneren, maar kan ook fungeren als bypass bij het in werking zijn van de conventionele pomp 3. De bemonstering van Offerhaus 2011 had daarom 2 verschillende invalshoeken:

1. Bemonsteren werking FishTrack (5 afzonderlijke FishTrack)
2. Bemonstering efficiëntie stroboscooplampen (5 gepaarde waarnemingen volgens werkwijze overige gemalen)

In beide gevallen werd zowel het visaanbod als de passage door het gemaal vastgesteld.

Ad 1.

Bij het bemonsteren van het FishTrack deel, zijn twee pompen (pomp 1 en 2) bemonsterd. Deze pompen werken alternerend (de pompen wisselen om de 20 min), waardoor er met 1 net kon worden bemonsterd (en deze snel te verhangen naar pomp 2). De deelmonsters bedroegen dan 2x20 minuten, waarbij het net eenmaal moet worden verhangen. Er is dus altijd maar met een net gewerkt omdat er namelijk altijd maar een pomp aan stond). Dit net werd met een framework in de aanwezige sponningen direct achter de kleppen aan de boezemzijde van het gemaal bevestigd.

Ad 2.

Pomp 3 is een conventionele pomp met stroboscooplamp (FIS). Deze is bemonsterd in combinatie met pomp 1 en 2. Op deze manier kon worden nagegaan hoe de lampen vissen weren en in welke mate het FishTrack deel dan functioneert als een bypass. T.a.v. pomp1/2 geldt weer het verhangen of dubbel plaatsen, zoals hierboven uitgelegd. Deelmonsters bedragen dan 2x20 minuten.

### 3.2 Uitvoering van het veldwerk

#### Uitvoering

De monitoring is uitgevoerd met fuiken. De specifieke toepassing in het veld is afhankelijk van de mogelijkheden op locatie (o.a. bevestigen en legen). Onderstaand is de methodiek beschreven.

De metingen zijn verricht met en zonder inzet van het systeem (zie tabel 3.1). De aan- en uitmeting volgen elkaar zo kort mogelijk op en zijn onafhankelijk van elkaar.

De situatie als het viswering-/geleidingsstelsel niet ingezet is, vormt de referentie (controlegroep) voor het onderzoek. Als het stelsel in werking is, kunnen de resultaten worden vergeleken met de controlemetingen. Alle overige parameters blijven gelijk.

### **Fuiklocaties**

Op een drietal plaatsen is de visstand gemonitord. Dit betrof de locaties:

1. Voor het gemaal (polderzijde), om het aanbod te kunnen bepalen
2. Achter het gemaal (boezemzijde), om passage door het gemaal vast te stellen
3. In de bypass (boezemzijde pomp 1 en 2), om het afleidingspercentage te kunnen bepalen indien visgeleiding een doel is

De plaatsing van fuiken bij het gemaal was maatwerk en is afgestemd met de beheerder van het gemaal en de plaatselijke beroepsvissers. De aanbodfuiken zijn circa 40 meter voor het gemaal gezet, zodanig dat deze de resultaten van de proef niet kon beïnvloeden.

### **Onderzoek effectiviteit viswering-/geleidingsstelsel**

Er is op 10 nachten per locatie onderzoek gedaan naar de effectiviteit. Bemonsterd is er op de momenten als:

1. Het stelsel en bypass in bedrijf zijn
2. En als zowel het stelsel als de bypass niet in bedrijf is

Iedere bemonstering vond op een ander moment plaats. Deze dagen zijn verspreid over een periode van een maand (4 weken), zodat de kans op het aanbod van aal wordt vergroot. Weersinvloeden en daarmee samenhangende momenten waarop het gemaal water kan afvoeren, spelen hierbij een belangrijke rol. De gepaarde waarnemingen volgen -indien mogelijke dag erna. Er wordt verondersteld dat daarmee de kans op verschillen als gevolg van een variabel aanbod van (schier)aal zo klein mogelijk is. De aanvangsdag waarop het stelsel in bedrijf is, wordt telkens gewisseld.

### **Vaststellen van aanbod**

Bepalen van aanbod bij het gemaal (in termen van vangst per fuiknacht) vindt plaats op alle locaties voor het gemaal. De aanbodfuik wordt over een periode van 4 weken 3 wekelijks gelicht. Deze hoge frequentie is noodzakelijk om te voorkomen dat schieralen te lang in de fuik zitten opgesloten en dus het experiment mogelijk negatief beïnvloeden. Alle gevangen schieralen worden voorzien van een floy-tag (onder begeleiding van IMARES). Per locatie werd maximaal 12 keer het aanbod vastgesteld. Aangezien gemaal Offerhaus in totaal 15 keer wordt bemonsterd, is de aanbodfuik hier 2 weken langer toegepast (in totaal 18 keer gelicht). Met de aanbodfuiken kan per locatie worden vastgesteld of er sprake is van schieraalmigratie en dus wanneer er een test wordt uitgevoerd met het viswering-/geleidingsstelsel.



Op de dag dat er een monitoring plaats vond, zijn de aanbodfuiken voorafgaand gelicht, waarbij tevens de vangst werd verwerkt.

Tijdens de monitoring zijn zoveel mogelijk van de schieralen (die gevangen zijn in de aanbodfuiken) gemerkt met een Floy-tag met uniek nummer. De hoeveelheden teruggevangen gemerkte schieralen in de diverse fuiken kunnen indicaties geven over de aantallen en het gedrag van schieraal bij de testlocatie: 1) terugvangsten in de aanbodfuiken geven een aanwijzing over de mate van zoekgedrag voor de ingang van het gemaal (veel en herhaalde terugvangsten in de aanbodfuiken duiden op intensief zoekgedrag) en een duiding van het aanbod, 2) terugvangsten in de gemaalruik of opvangbak/bypass geven indicaties over de tijd/vertraging tussen aankomst bij gemaal en passage via het gemaal of via de (gesimuleerde) bypass, en de verhouding gemerkten/ongemerkten geeft in relatie tot het aantal dat gemerkt is een indicatie over de totale aantallen schieralen die bij een locatie aankomt.

#### **Tijdsperiode en –duur**

De periode waarin het onderzoek is uitgevoerd was het najaar van 2011 (september t/m november). Dit komt overeen met de trekperiode van schieraal. Het onderzoek vond uitsluitend in de donkerperiode plaats na inval van de schemering tot na middernacht (avond, 19u tot 01u). Dit is de periode waarin de hoogste (migratie)activiteit van schieraal wordt verwacht. Aanvang van het experiment vond plaats zodra het viswering-/geleidingsstelsel is geplaatst en er bovendien sprake is van een aanbod van schieraal. De extra bemonsteringen van FishTrack nemen 2 uur in beslag per avond.

#### **Benodigd materiaal**

Door het opstellen van enkele fuiken voor het gemaal kan inzicht in de verhouding tussen gepasseerde vis en het aanbod aan vis worden verkregen. Voor de aanbodfuiken zijn zogenaamde aalfuiken met een trechtervormige opening die een tiental meters voor de ingang van het gemaal zijn geplaatst met de opening naar het gemaal toe. Op deze wijze worden vissen gevangen die bij het krooshek terugschrikken. Verder wordt hiermee voorkomen dat fuiken vol met vuil stromen. Aan de uitstroomzijde was een sponning aanwezig, zodat een kuilvormig net voor iedere opening met een frame van hout achter het gemaal kon worden geplaatst. Hierdoor kon de gehele uitstroom van het gemaal worden bemonsterd. Deruik achter pomp 1 en 2 en achter pomp 3 is speciaal op maat gemaakt (frame en netwerk voor pomp 3 en frame en netwerk achter pomp 1 en 2).

#### **Monitoring**

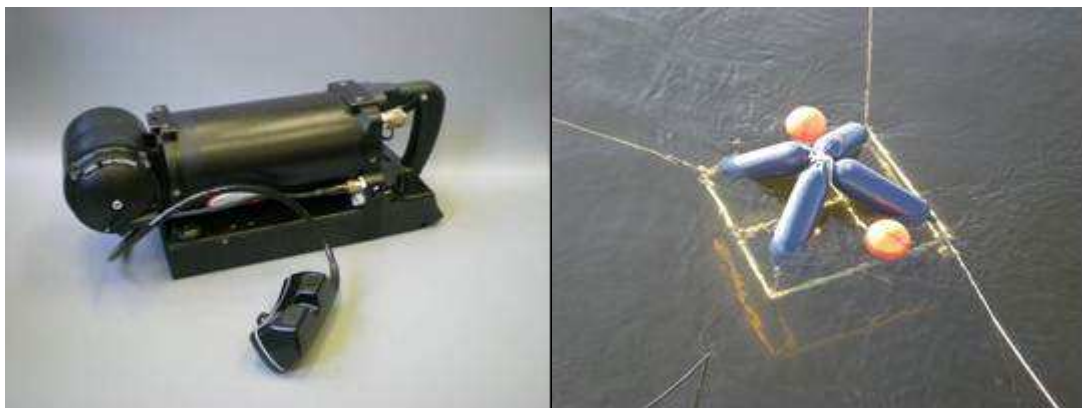
De monitoring bestond uit het 4 keer testen met systeem en Fish track aan, 5 keer testen met systeem uit en Fish track uit (dus alleen pomp 3) en 5 keer testen van FishTrack. Beroepsvissers A. de Jager en A. van Netten zijn ingezet bij de monitoring.

Tabel 3.1. Overzicht van de meetmomenten bij gemaal Offerhaus in het najaar van 2011

Aanbodfuiken																		
Datum	26-sep	29-sep	4-okt	6-okt	10-okt	13-okt	17-okt	19-okt	20-okt	24-okt	27-okt	31-okt	2-nov					
Meting	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
Passagefuiken																		
Datum	29-sep	29-sep	29-sep	29-sep	4-okt	4-okt	10-okt	10-okt	13-okt	13-okt	20-okt	20-okt	27-okt	27-okt	27-okt	27-okt	2-nov	2-nov
Meting	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5
Systeem	Aan	Aan	Uit	Uit	Uit	Uit	Aan	Aan	Aan	Aan	Uit	Uit	Aan	Aan	Uit	Uit	Uit	Uit
Pomp	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3

### 3.3 DIDSON observaties voor het krooshek

Met een DIDSON zijn metingen verricht aan gedrag van aal voor het krooshek. De naam DIDSON (Figuur 3.1, links) staat voor "Dual frequency IDentification SONar" en het apparaat is een hoge resolutie sonar dat akoestiek (geluid) gebruikt om akoestische beelden mee te maken met veel meer detail dan de conventionele sonar. Met de DIDSON bestaat de mogelijkheid beelden te maken van visgedrag in troebel water of zelf 's nachts. De DIDSON werd met een drijvend frame (Figuur 3.1, rechts) of aan een standaard vanaf de kant nabij een visweringssysteem geplaatst om opnames te maken. De DIDSON heeft een kegelvormige beeldprojectie. Hierdoor is het in sommige omstandigheden mogelijk dat niet het gehele studieobject met de DIDSON kan worden gedekt, maar slechts een deel ervan. Omdat de beeldprojectie kegelvormig is, zal het volume water dat afgedekt wordt onevenredig groter worden met het vergroten van de beeldafstand. Bij metingen op korte afstand is de breedte van het beeld van de DIDSON beperkt. Bij kortere afstand neemt het aantal pixels toe waarmee een object wordt afgebeeld, waardoor objecten zoals vissen in groter detail gezien worden. Grotere vissen kunnen mogelijk op soort gebracht worden op kleine beeldafstand, voor kleinere vissen tot 25 cm is dit erg lastig. De zekerheid van soortherkenning is afhankelijk van de duidelijke contouren / kenmerken van een vissoort, het al dan niet typerend gedrag van de vis en de resolutie van de DIDSON beelden. Bij afstanden tot ongeveer 10 meter meet de DIDSON met 96 geluidsbundels op 1.8 MHz (hoge frequentie). Analyse van de beelden werd gedaan met speciaal voor de DIDSON ontwikkelde software.



Figuur 3.1 De DIDSON (links) en een frame waaraan de DIDSON in het water hangt (rechts)

### 3.4 Algemene aspecten rond uitvoering

#### Werkwijze

Voorafgaand aan iedere bemaling is het viswering-/geleidingsysteem aangezet. Hiermee wordt de aanwezige vis (die zich schuilhoudt in de pompkelder) weggejaagd. Bij toepassing van geluid en licht is dit evident. Vervolgens wordt de pomp van de bypass (indien aanwezig) en 1 pomp van het gemaal aangezet gedurende een periode van tenminste 2 uren.

#### De verrichte metingen

*Fuikonderzoek (door beroepsvisser)*

Een bemonsteringsmoment betreft 2 meetcycli. Een meetcyclus bestaat uit het plaatsen van een fuik achter het gemaal en na een periode (2u) het legen en verwerken van de fuikvangst en weghalen van fuik. Tevens moet de vangst in de fuik/opvangbak in de bypass worden verwerkt. Als de gevangen vis is genoteerd, wordt dit herhaald op eenzelfde wijze.

Kenmerk R014-4745184KMJ-ibs-V02-NL

---

## 4 Resultaten

### 4.1 Algemeen

#### **Voortgang van het onderzoek**

Het onderzoek is gepland en uitgevoerd in 2011 in het najaar, de migratieperiode voor Schieraal om zich stroomafwaarts te begeven richting zee. De ervaring leerde dat deze migratieperiode niet in alle delen van het land gelijk is; zo kwam de migratie verder landinwaarts al eerder op gang dan op locaties dicht bij de kust. Op verschillende locaties zijn daardoor in het begin van de onderzoeksperiode wel nog regelmatig alen gevangen, maar aan het einde van het onderzoek in mindere mate. Het weer draagt hier voor een groot deel aan bij.

#### **Weersomstandigheden**

De weersomstandigheden spelen een grote rol bij de activiteit van Schieraal. Volgens de beroepsvissers is met “rauw weer” (met onder andere regen, wind en donkere maan) de activiteit het hoogst. Dit wordt door de resultaten van het onderzoek bevestigd. Het najaar van 2011 is anders verlopen dan andere jaren. In de laatste twee weken van augustus en in september is er al veel regen gevallen, terwijl de maand november opvallend droog verliep. Eind oktober en in november zijn er geen duidelijke pieken in de vangsten van Aal waargenomen, vermoedelijk is door het aparte najaar de migratieperiode al eerder dan gebruikelijk op gang gekomen.

#### **Reparatiewerkzaamheden**

Tijdens het onderzoek bleek dat er zowel bij kleine als grote vis (Aal) schade optrad als gevolg van passage door FishTrack (pomp 1 en 2, zie paragraaf 4.7). Het vermoeden bestond dat dit kwam doordat met name Aal via een oude schotbalksponning in de pompkelder het fijnrooster kan passeren en zo in de pomp terecht komt. In de onderstaande foto is deze sponning in rood omcirkeld. Op 26 oktober 2011 zijn de sponningen opgevuld met hout waardoor geen passage meer langs het rooster mogelijk is.



**Figuur 4.1** Bouwfoto FishTrack waarop alleen het frame van het fijnrooster gemonteerd is. De sponning waar Aal kan passeren is omcirkeld in rood. Deze plek is op 26 oktober 2011 opgevuld met hout zodat hier geen passage meer mogelijk is.

## 4.2 Overzicht van totale vangst

### Visserij-inspanning

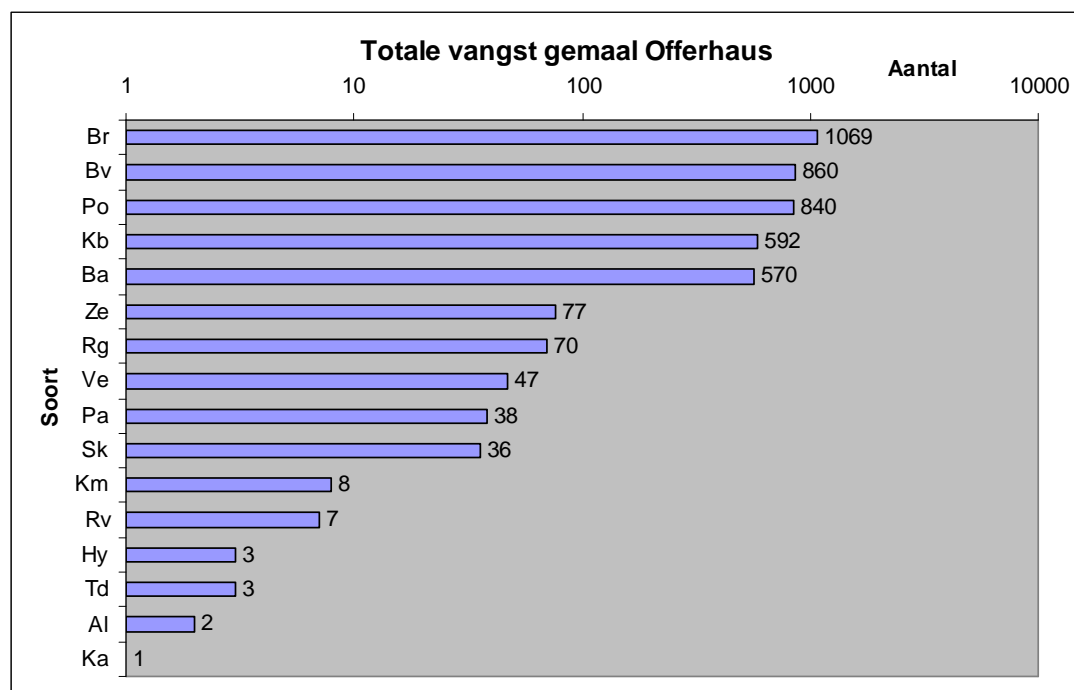
De visserij-inspanning is in de onderstaande tabel weergegeven in uren. Voor de aanbodfuisen is de inspanning in nachten weergegeven.

**Tabel 4.1** De totale visserijinspanning in uren en aantal bemonsteringen. Voor de aanbodfuisen is de inspanning in aantal nachten weergegeven.

	Aanbod (nachten):	AAN (uren):	UIT (uren):	Bypass (uren):
Offerhaus:	43,00	9,09	10,25	10,59
	13x	4x	5x	5x

### Waargenomen soorten

In dit onderzoek zijn in totaal 15 vissoorten aangetroffen en 1 hybride (een kruising tussen Kolblei en Giebel, 3 stuks), zie figuur 4.2. Het totale aantal gevangen vissen bedraagt 4.223 stuks.



**Figuur 4.2** De gevangen aantallen per soort. In totaal werden er 4.223 vissen gevangen

De meeste Nederlandse zoetwatervissoorten behoren tot de Cyprinidae. In overeenstemming met de verwachting werd van deze visfamilie de meeste soorten gevangen (Brasem (Br), Blankvoorn (Bv), Kolblei (Kb), Zeelt (Ze), Vetje (Ve)). De andere dominerende familie betrof de Percidea, waaronder Pos (Po) en Baars (Ba). In bijlage 1 zijn de afkortingen van vissoorten opgenomen.

#### Overige soorten

Behalve vissen werden er gedurende het onderzoek ook enkele andere diersoorten aangetroffen, waaronder krabben en kikkers. Deze werden aangetroffen in de fuiken achter pomp 1 en 2 (FishTrack) en hadden gemaal Offerhaus via het genoemde systeem gepasseerd.

### 4.3 Vangst in aanbodfuiken voor het gemaal

#### Soortsamenstelling en vangstverloop

Het visaanbod in de polder achter gemaal Offerhaus bestaat uit 12 soorten. Hiervan zijn algemeen voorkomend de soorten: Kolblei (38%), Brasem (25%) en Blankvoorn (20%). Frequent voorkomende soorten zijn Baars (5%) en Zeelt (4%). De soorten Pos (3%), Aal (2%), Riviergrondel (2%) en Snoek (1%) zijn schaars gevangen en sporadisch voorkomend zijn de soorten Ruisvoorn (<1%), Hybriden (<1%) en Alver (<1%).

**Tabel 4.2** Overzicht van de vangsten in de aanbodfuiken bij gemaal Offerhaus in aantallen per meting en aantallen per fuiknacht.

Datum:		26-sep	29-sep	4-okt	6-okt	10-okt	13-okt	17-okt	19-okt	20-okt	24-okt	27-okt	31-okt	2-nov	N Totaal
Meting:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Staduur (nachten)	Soort:	5	3	6	2	4	3	4	2	1	4	3	4	2	
Aanbodfuiken	Al											2			2
	Ba	7	5	7	6	6	7	1		2	2	1	22	4	70
	Br	23	1	1		18	7	44		27	87	91	68		367
	Bv	39	4	30	5	43	18	13	18	19	30	28	46	4	297
	Hy					1					2				3
	Kb	11	14	9	2	43	40	194	60	36	74	22	38	2	545
	<b>Pa</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		<b>34</b>
	Po	6	2	2				1	9	1	3		17		41
	Rg	1		21	2		1	2	1		1	1	2	1	33
	Rv	1	4				1	1							7
	Sk	3	3			2					3			1	12
	Ze	10	4	4	1	4	5	10	3	1		2	6	2	52
N Totaal		111	39	76	16	121	81	272	92	88	203	148	202	14	1.463
N/nacht:		22	13	13	8	30	27	68	46	88	51	49	51	7	

De aanbodfuiken zijn ongeveer tweemaal per week gelicht om te voorkomen dat Alen te lang gevangen zitten en de proef negatief kunnen beïnvloeden. Gemiddeld werden er 36 vissen per nacht gevangen. Voor Aal bedraagt het gemiddelde 3 stuks per nacht.

#### 4.4 Passage door het gemaal

##### Vangst met systeem aan en systeem uit

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de vangsten met het systeem in- en met het systeem uitgeschakeld. Om de metingen en de hoeveelheid vis met elkaar te kunnen vergelijken is het visaanbod omgerekend naar aantal vissen per uur.



**Tabel 4.3 Deze tabel geeft de vangst door gemaal Offerhaus weer in aantallen per meting, aantallen per soort en aantallen per uur bij de metingen met het FIS systeem aan en uit**

Datum:	29-sep	29-sep	29-sep	29-sep	4-okt	4-okt	10-okt	10-okt	13-okt	13-okt	20-okt	20-okt	27-okt	27-okt	27-okt	27-okt	2-nov	N Totaal		
Meting	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5		
Systeem	Aan	Aan	Uit	Uit	Uit	Uit	Aan	Aan	Aan	Aan	Uit	Uit	Aan	Aan	Uit	Uit	Uit	Uit		
Pomp	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3	FishTrack	Pomp 3		
Proefduur (uur)	1,65	2	-	2,42	-	2,331	3,477	4	2	2	0,33	2,33	0,66	1,084	-	1,5	0,33	2		
Soort (N):	Ba	33	2	12	31	13	50	22	18		91	1	39	5	41	358				
	Br	6	3	3	7	33	17	101	63	9	71	17	28	4	1	40	403			
	Bv	20		6	7	12	17	50	18	3	16	6	21	7	3	7	193			
	Ka	1															1			
	Kb				2	4	8				19		6				1	40		
	Km	2		4	1													7		
	<b>Pa</b>						<b>1</b>					<b>1</b>					<b>1</b>	<b>3</b>		
	Po	67	1	24	117	51	48	30	41		97	5	14	6	4	65	570			
	Rg	4		2	16	1	2	1	1		3							30		
	Sk	5	1			4	4	5					1					20		
	Td											1						1	2	
	Ve	2				2					1	1	1	3		6	16			
	Ze	11		1	3	4												19		
N Totaal		151	7	-	52	-	184	125	146	209	141	12	300	30	110	-	25	8	162	1662
N/uur		92	4	-	21	-	79	36	37	105	71	36	129	45	101	-	17	24	81	

Met het systeem uitgeschakeld passeerden er 65 vissen per uur via pomp 3 en passeerden 30 vissen via FishTrack. Met het systeem aan passeerden er gemiddeld 53 vissen per uur via pomp 3 en passeerden 69 vissen per uur via FishTrack. Met het FIS systeem aan passeerde er gemiddeld 19% vis minder door pomp 3 en nam de passage door FishTrack met 230% toe.

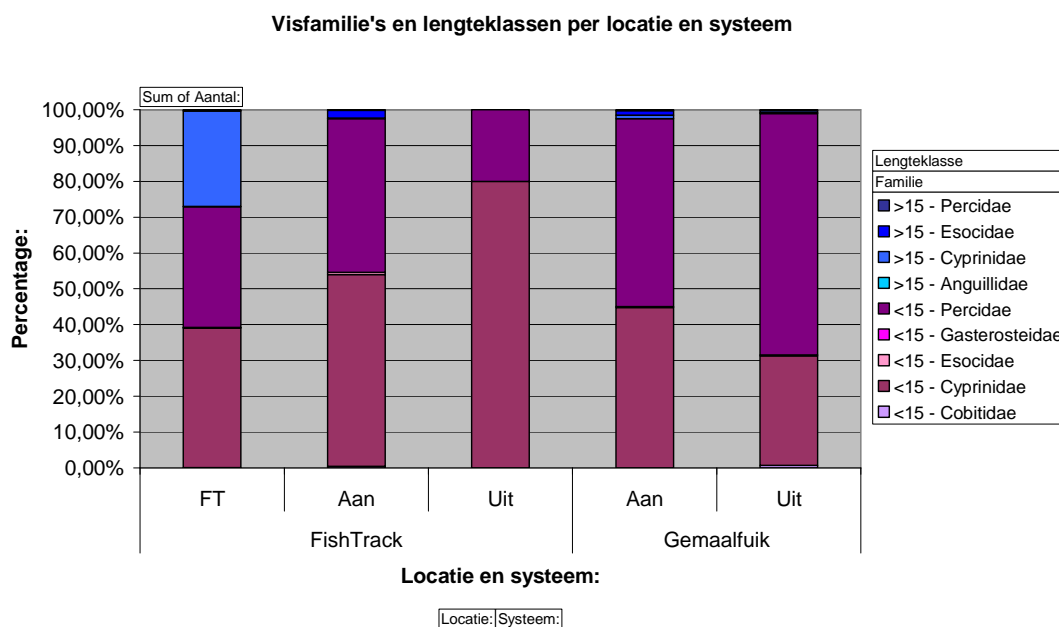
Tabel 4.4 De vangst door het FishTack-systeem, gemaal Offerhaus

Meting		1	2	3	4	5	N Totaal
Datum		26-sep	13-okt	20-okt	27-okt	2-nov	
Systeem		FT	FT	FT	FT	FT	
Proefduur (uur)		4,0	2,067	1,66	1,417	1,49	
Soort (N):	Ba	99	6		24	13	142
	Br	15	18	194	60	12	299
FishTrack	Bv	20	12	256	61	21	370
	Kb	2			1	4	7
	Km	1					1
	<b>Pa</b>	<b>1</b>					<b>1</b>
	Po	91	3	53	25	57	229
	Rg	5		1	1		7
	Sk	2	1			1	4
	Td		1				1
	Ve	1			28	2	31
	Ze	2	4				6
N Totaal		239	45	504	200	110	1098
N/uur		60	22	304	141	74	

Daarnaast zijn er 5 bemonsteringen uitgevoerd waarbij alleen pomp 1 en 2 (FishTrack) in bedrijf waren. Hierbij passeerden er gemiddeld 120 vissen per uur.

#### Lengteklasseverdeling

De vangst bij gemaal Offerhaus is verdeeld in lengteklassen en hieronder weergegeven per familie. Opvallend is dat er bij de metingen waarbij enkel FishTrack ingeschakeld was, veel meer (volwassen) vis boven de 15 centimeter zijn gepasseerd. Het effect van het FIS systeem is per visfamilie verschillend. Zo is er met de FIS lampen aan een toename te zien in het aantal karperachtigen (Cyprinidae) door pomp 3. Voor baarsachtigen (Percidae) is juist een afname te zien door pomp 3 wanneer de FIS lampen zijn ingeschakeld.



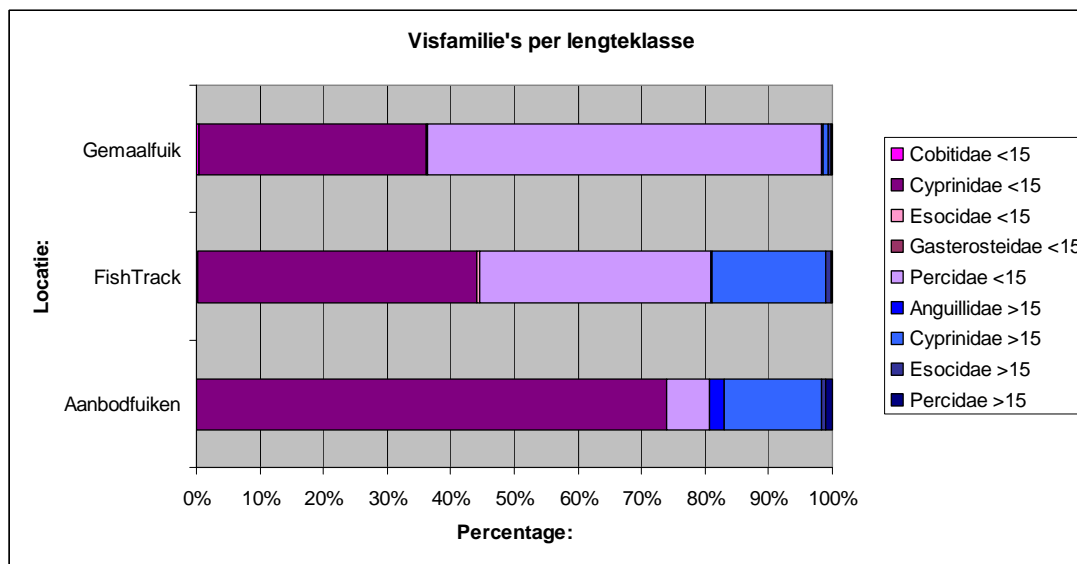
**Figuur 4.3** Deze figuur is een weergave van de gepasseerde visfamilie's, verdeeld in vissen kleiner dan 15cm (paarse tinten) en groter dan 15cm (blauwe tinten) met het systeem aan en uit, en FishTrack apart.

## 4.5 Aanbod versus passage

### Familiesamenstelling en lengteklasse

Bij het vergelijken van de familiesamenstelling en lengteklassen is er een duidelijk verschil te zien tussen de verschillende fuiken. Het aanbod bestaat voor ongeveer 80% uit vissen kleiner dan 15 centimeter. De vangst door FishTrack geeft een vergelijkbaar beeld. Door pomp 3 (gemaal) passeerde er veel meer kleinere vis, namelijk 98%. Het aandeel vissen boven de 15 cm is 90% minder dan door FishTrack waaruit blijkt dat de grotere vissen een duidelijke afkeer hebben tegen passage door de conventionele pomp 3.

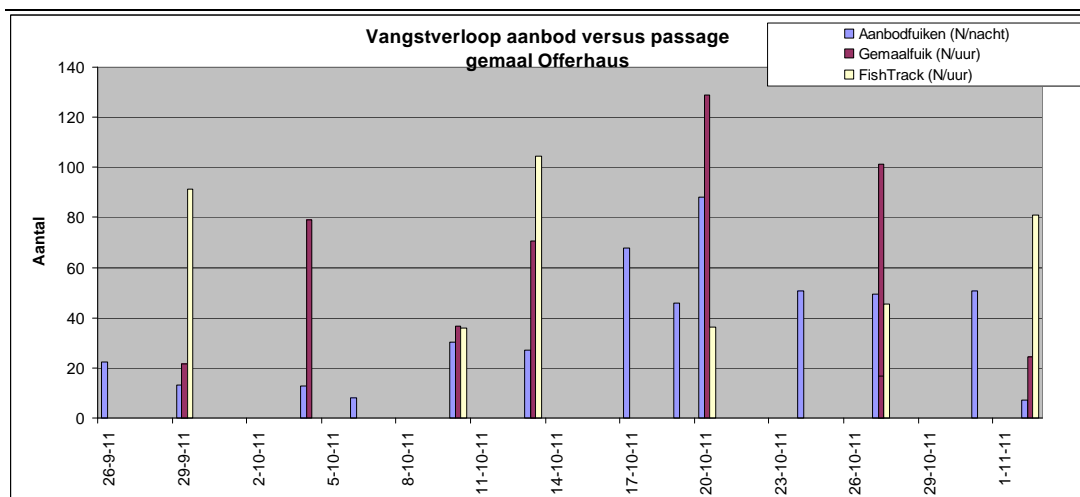
In totaal zijn 15 vissoorten gevangen met de aanbodfuiken en gemaalfuiken. Hiervan zijn er 13 soorten gevangen met de aanbodfuiken en 13 soorten met de gemaalfuiken. In de aanbodfuiken ontbraken Vetje en Kleine Modderkruiper, mogelijk hangt dit samen met de gekozen maaswijdte. In de gemaalfuiken ontbrak Alver en Ruisvoorn, dat mogelijk samenhangt met de aarzeling omtrent het passeren van het gemaal / grofrooster.



**Figuur 4.4** Weergave van het aanbod versus gepasseerde visfamilie's, verdeeld in vissen kleiner dan 15cm (paarse tinten) en groter dan 15cm (blauwe tinten)

### Verloop van de vangsten

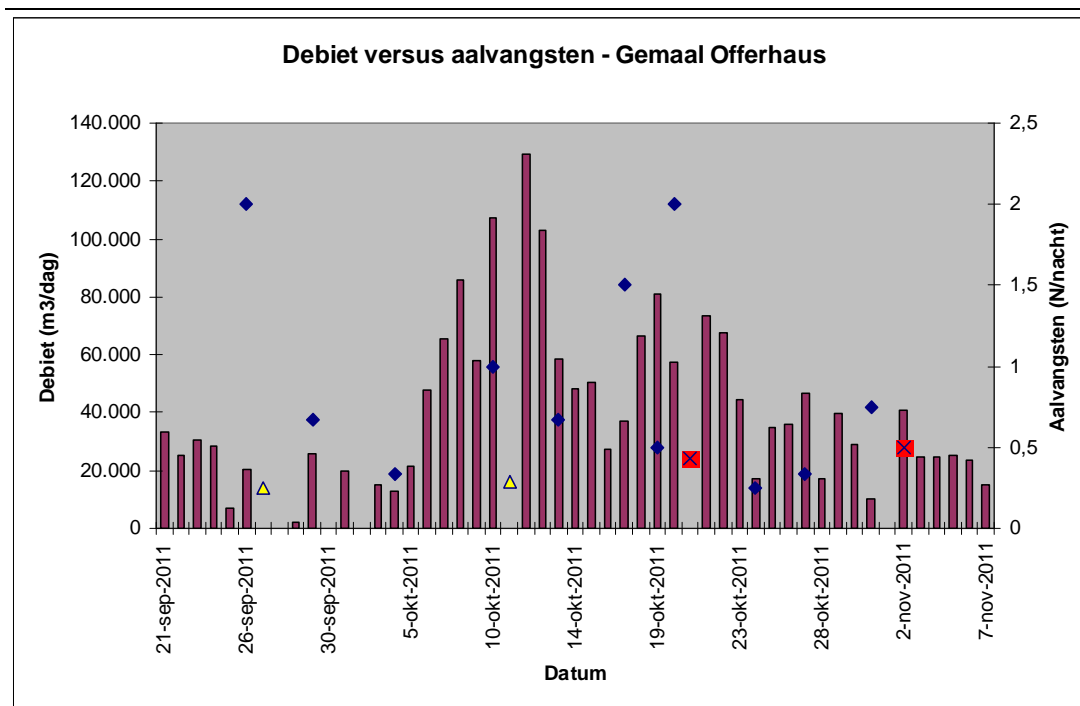
Onderstaande grafiek geeft de verhouding in aantallen weer tussen het aanbod van vis en de hoeveelheid vis die het gemaal heeft gepasseerd.



**Figuur 4.5** Weergave in het verloop van vangsten over de tijd, met daarin de verhouding tussen het visaanbod en vispassage.

### Relatie met afvoer

Het verloop van de waterafvoer van het gemaal over de tijd in relatie met aanbod en passage van Aal is weergegeven in de onderstaande figuur.



**Figuur 4.6** Weergave in het verloop van vangsten over de tijd, met daarin de verhouding tussen het visaanbod en vispassage. Rode blokjes zijn gepasseerde Aalen gevangen achter pomp 3. Blauwe blokjes zijn Aalen in de aanbodruiken. Gele blokjes zijn gepasseerde Aalen gevangen achter pomp 1 en 2 (FishTrack)

### 4.6 Verhouding merk-terugvangst schieralen

De gevangen aantallen die FishTrack en pomp 3 zijn gepasseerd, zijn met 4 aalen in elk erg laag. Dit betreft 2 schieralen en 2 rode aalen. De rode aalen bezitten nog geen paaimigratiedrang en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Het feit dat minimaal 1 van de 2 schieralen, en wellicht allebei (zie tabel 4.5), gemerkt waren, bevestigt dat het aanbod op deze locatie erg laag was.

De resultaten bij gemaal Offerhaus zijn weergegeven in tabel 4.5.

**Tabel 4.5 De resultaten van de merk-terugvangst experimenten met schieraal. Van de vangsten schieraal in de aanbodfuisen zijn zoveel mogelijk exemplaren gemerkt met een Floy-tag. Voor elk van de fuisen/netvangsten is aangegeven hoeveel ongemerkte en teruggevangen gemerkte schieraal is aangetroffen. Ter vergelijking zijn ook de aantallen gevangen rode aal weergegeven.**

	Schieraal Gemerkt	Schieraal Ongemerkt	Schieraal Terugvangst	Schieraal Vangst totaal	Rode aal Vangst totaal
Aanbodfuis (polderzijde)	8(+24)*	7	2	17	17
Gemaaluis (pomp 3)		0	1	1	1
Fish Track (pomp 1+2)		1**	0	1	1

\*Er zijn 8 schieralen gemerkt die bij Offerhaus zijn gevangen (28 sept). Daarnaast zijn er 24 schieralen gemerkt en uitgezet bij Offerhaus die afkomstig waren uit het Friese boezemsysteem (25 okt). Deze in totaal 32 schieralen zijn voor een ander IMARES onderzoek ook met een Vemco akoestisch zendertje uitgerust.

\*\*Er is slecht een deel van de (dode) schieraal in het net aangetroffen en het kan niet uitgesloten worden dat deze wellicht gemerkt was.

#### 4.7 Schade door gemaal

De schade bij gemaal Offerhaus is onderverdeeld in schade door pomp 1 en 2 (FishTrack), schade door Pomp 3 als lampen aan of uit staan. De vischade is uitgedrukt in klassen, waarbij vissen zijn ingedeeld in drie klassen: "onbeschadigd", "beschadigd" en "dood". Bij de schadepercentages is tevens onderscheid gemaakt in vissen < 15 cm en > 15 cm.

##### Visschade door Pomp 3: situatie lampen uit (FishTrack uit)

Er zijn 723 vissen het gemaal via pomp 3 gepasseerd waarbij de lampen uit waren. Van deze 723 vissen werden 7 vissen beschadigd (1,0%) en 12 vissen gedood (1,7%). De overige 704 vissen passeerden het gemaal onbeschadigd (97,4%).

**Tabel 4.6 De schade door gemaal Offerhaus met systeem uit verdeeld in vissen groter dan en kleiner dan 15 cm is weergegeven in aantallen en in percentage**

Aantal:	Systeem	Locatie		Totaal
		Uit Gemaalfuik		
	<15 cm	>15 cm		
Type beschadiging:				
Onbeschadigd	699	5		704
Beschadigd	5	2		7
Dood	11	1		12
Totaal	715	8		723
Onbeschadigd	97,76%	62,50%		97,37%
Beschadigd	0,70%	25,00%		0,97%
Dood	1,54%	12,50%		1,66%
Totaal	100,00%	100,00%		100,00%

**Visschade door Pomp 3: situatie lampen aan (FishTrack aan)**

Er zijn 404 vissen gevangen waarbij de FIS-lampen en FishTrack aan stonden. Daarvan werden 389 vissen (96,3%) onbeschadigd aangetroffen, 2 vissen (0,5%) werden beschadigd, en 13 vissen (3,2%) werden gedood door het gemaal. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de totale schade door pomp 3.

**Tabel 4.7 De schade door gemaal Offerhaus met systeem aan verdeeld in vissen groter dan en kleiner dan 15 cm is weergegeven in aantallen en in percentage.**

Aantal	Systeem	Locatie		Totaal
		Aan Gemaalfuik		
	<15 cm	>15 cm		
Type beschadiging:				
Onbeschadigd	383	6		389
Beschadigd	1	1		2
Dood	10	3		13
Totaal	394	10		404
Onbeschadigd	97,21%	60,00%		96,29%
Beschadigd	0,25%	10,00%		0,50%
Dood	2,54%	30,00%		3,22%
Totaal	100,00%	100,00%		100,00%

**Visschade door FishTrack: situatie pomp 3 en lampen aan**

Achter pomp 1 en 2 (FishTrack) werden 515 vissen gevangen, waarvan 511 onbeschadigd (99,2%) en 4 vissen dood (0,8%). Deze 4 vissen werden gevangen vóór aanpassing/opvulling (26 oktober 2011) van de oude sponning in de pompkelder van FishTrack en betrof kleine exemplaren: 2 Brasems van 6 en 7 cm, 1 Kleine Modderkruiper van 12 cm en een Baars van 7 cm. Na de aanpassing werd er geen enkele vis meer door FishTrack verwond of gedood. Onderstaande tabel geeft de passage door FishTrack weer.

**Tabel 4.8 De schade door FishTrack in gemaal Offerhaus verdeeld in vissen groter dan en kleiner dan 15 cm is weergegeven in aantallen en in percentage**

Aantal	Systeem		Locatie	Totaal
	FishTrack			
	<15 cm	>15 cm		
Onbeschadigd	498	13		511
Dood	4			4
Totaal	502	13		515
Onbeschadigd	99,2%	100,0%		99,2%
Dood	0,8%	0,0%		0,8%
Totaal	100,0%	100,0%		100,0%

**Visschade door FishTrack: situatie pomp 3 uit en lampen uit**

Bij de metingen waarbij enkel FishTrack ingeschakeld was, zijn er in totaal 1098 vissen via FishTrack gepasseerd. Hiervan werden 2 vissen beschadigd (0,18%) en 17 vissen gedood (1,55%). De overige 1079 vissen passeerden onbeschadigd (98,27%).



**Tabel 4.9 De schade door FishTrack in gemaal Offerhaus verdeeld in vissen groter dan en kleiner dan 15 cm is weergegeven in aantallen en in percentage**

Aantal	Systeem		Locatie	Totaal
	FishTrack			
	<15 cm	>15 cm		
Type beschadiging:				
Beschadigd		2		2
Dood	16	1		17
Onbeschadigd	784	295		1079
Totaal	800	298		1098
Beschadigd	0,00%	0,67%		0,18%
Dood	2,00%	0,34%		1,55%
Onbeschadigd	98,00%	98,99%		98,27%
Totaal	100,00%	100,00%		100,00%

Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat er voor 26 oktober 2011 sprake was van een oude sponning in de pompkelder waardoor vis het fijnrooster kon omzeilen en daardoor gedood of beschadigd werd. Deze oude sponning is op 26 oktober 2011 opgevuld (Zie paragraaf 4.1). Voor de opvulling werden er 6 vissen gedood en 2 beschadigd, variërend van een blankvoorn van 6 cm tot een Aal van vermoedelijk 70 cm (waarvan slechts 10 cm werd teruggevonden). Zie onderstaande tabel.

**Tabel 4.10 Beschadigde of gedode vissen vóór opvulling van de holte**

Br	6 <15	1 Dood	-	3 5.4	20-10-2011 FishTrack FT	20.20-20.4	0,33	1,66
Bv	7 <15	1 Dood	-	3 5.3	20-10-2011 FishTrack FT	20.00-20.2	0,33	1,66
Bv	6 <15	1 Dood	-	3 5.3	20-10-2011 FishTrack FT	20.00-20.2	0,33	1,66
Bv	6 <15	1 Dood	-	3 5.2	20-10-2011 FishTrack FT	19.40-20.0	0,33	1,66
Pa	70 >15	1 Dood	-	1 1.5	26-9-2011 FishTrack FT	21.50-22.1	0,33	4 1 moot 10
Rg	11 <15	1 Dood	-	1 1.5	26-9-2011 FishTrack FT	21.50-22.1	0,33	4
Ze	21 >15	1 Beschadigd	-	1 1.4	26-9-2011 FishTrack FT	21.30-21.5	0,33	4
Ze	21 >15	1 Beschadigd	-	1 1.1	26-9-2011 FishTrack FT	20.30-20.5	0,33	4 Was al bes

Na de opvulling werden er nog 11 dode vissen gevangen. Dit waren allemaal kleine exemplaren die vermoedelijk zijn gedood omdat deze vanwege hun geringe afmeting toch door het fijnrooster in de pompkelder terecht konden komen. Dit betreft Blankvoorns van 4-8 cm en Brasems van 4-9 cm. Zie onderstaande tabel.

**Tabel 4.11 Gevangen dode vissen ná opvulling van de holte**

Br	9 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Br	8 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Br	6 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Br	4 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Bv	8 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Bv	5 <15	2 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Bv	4 <15	1 Dood	-	4 6.2	27-10-2011	FishTrack	FT	19.25-19.5	0,417	1,417
Bv	5 <15	3 Dood	-	4 6.1	27-10-2011	FishTrack	FT	18.45-19.2	0,67	1,417

#### 4.8 Observatie van gedrag voor de aanzuigzijde van FishTrack en Pomp 3 (Didson)

Op 27 oktober 2011 zijn met de DIDSON opnames gemaakt voor het krooshek met zowel het visweringssysteem aan als uit (Tabel 4.11). Geen enkele aal is waargenomen tijdens deze meetavond. Wel zijn kleine vissen waargenomen die door het krooshek gingen, zowel met viswering aan en uit. Ook is een vis van 30 cm enkele malen voor het krooshek langs gezwommen zonder het te benaderen, zowel met viswering aan als uit.

**Tabel 4.12 Meetactiviteiten met de DIDSON**

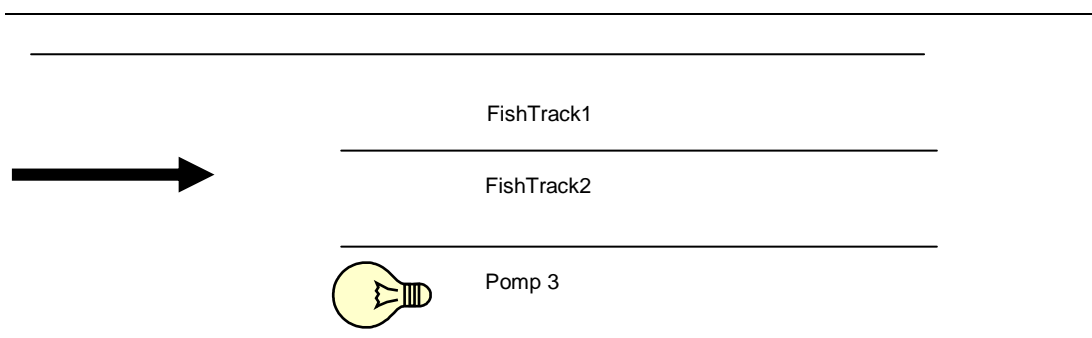
<i>Datum</i>	<i>Tijdstip</i>	<i>Gemaal aan</i>	<i>Viswering aan</i>	<i>Visgeleiding aan</i>	<i>DIDSON meting</i>	<i>Window DIDSON</i>
27-10-2011	18:57-20:33	Ja	Ja		Langs krooshek	1.49-4.48
	20:33-20:36	Nee	Ja		Langs krooshek	1.49-4.48
	20:36-21:08	Ja	Ja		Langs krooshek	1.49-4.48
	21:08-21:11	Nee	Nee		Langs krooshek	1.12-4.48
	21:11-21:43	Ja	Nee		Langs krooshek	1.12-4.48

## 5 Discussie

### 5.1 Effectiviteit van het visweringsysteem en FishTrack

#### Algemeen

De effectiviteit is vastgesteld door te kijken naar de passage via pomp 3 waarbij de stroboscooplampen aan en uit waren. Daarnaast is er gekeken naar de effectiviteit van de bypass (FishTrack) in combinatie met pomp 3, waarbij de stroboscooplampen aan en uit waren. De proefopzet is in onderstaand schema nog eens gevisualiseerd.



**Figuur 5.1 Proefopzet gemaal Offerhaus**

Pomp 3 beschikt over stroboscooplampen voor de inlaatopening. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemiddeld aantal gevangen vissen per uur achter pomp 3 en FishTrack (pomp 1 en 2) waarbij de lampen aan of uit stonden. In de kolommen staan de gegevens voor zowel alle vissoorten gezamenlijk (Totaal) als voor de vier meest gevangen soorten afzonderlijk (Baars, Brasem, Pos en Blankvoorn). Elke regel geeft één van de vier mogelijke situaties.

**Tabel 5.1 Gemiddeld aantal gevangen vissen per uur waarbij de stroboscooplampen aan of uit waren**

Lampen	Locatie	uur	Totaal		Baars		Brasem		Pos		Blankvoorn	
			N	N/uur	N	N/uur	N	N/uur	N	N/uur	N	N/uur
Aan	FishTrack	7,8	515	66,1	69	8,86	157	20,2	153	19,6	88	11,30
	Pomp 3	9,1	404	44,5	109	12,00	111	12,2	104	11,4	56	6,16
Uit	FishTrack	0,7	20	30,3	0	0,00	10	15,2	4	6,1	6	9,09
	Pomp 3	10,6	723	68,3	139	13,14	125	11,8	248	23,4	43	4,06

Om de effectiviteit te bepalen van zowel de lampen als FishTrack, is er getoetst met de Chi kwadraattoets (X2 toets). De eerste nulhypothese is dat er geen verschil is in het gemiddeld aantal gevangen vissen tussen de situatie met lampen aan en uit. Met andere woorden: verwacht wordt dat het niet uitmaakt of de lampen aan of uit staan. De tweede nulhypothese is dat er geen verschil is in het gemiddeld aantal gevangen vissen tussen pomp 3 en FishTrack (pomp 1 en 2). Met andere woorden: verwacht wordt dat er even veel vissen door pomp 3 zwemmen als door FishTrack, omdat ze beide dezelfde capaciteit hebben.

Met de X2 wordt getoetst of de verdeling van de gevangen hoeveelheden vis over de verschillende situaties uit tabel 5.1 afwijkt van de op basis van het toeval te verwachten verdeling.

Als er een significante afwijking is, moet de nulhypothese worden verworpen. In beginsel laat de X2-toets alleen zien of er een significante afwijking is, maar daarmee staat nog niet vast in welke richting die afwijking zich voordoet. Daarom zijn er per soort 5 toetsingen bij Totaal 7 toetsingen uitgevoerd. Eerst zijn alle vier de situaties met elkaar vergeleken. Daarmee kan worden getoetst of de verdeling van gevangen vis over de vier situaties significant afwijkt van de verwachting. Vervolgens zijn de volgende 4 toetsingen van steeds twee "paren" waarnemingen uitgevoerd:

- FishTrack met lampen aan / uit
- Pomp 3 met lampen aan / uit
- Lampen aan, FishTrack versus pomp 3
- Lampen uit; FishTrack versus pomp 3

Hiermee wordt duidelijk of er binnen die paren een significant verschil is of niet. Als bij de eerste toetsing een significant effect wordt gevonden, kan met deze vier toetsingen worden gezocht naar de oorzaak daarvan.

Voor Totaal (alle vissen gezamenlijk) zijn ten slotte nog twee toetsingen over de totalen uitgevoerd:

- Totalen aan / uit
- Totalen FishTrack versus pomp 3

Hieronder zijn de bevindingen per toetsing beschreven. Hierbij worden de toetsingen over het totaal aantal gevangen vissen uitgebreider beschreven en de toetsingen van de afzonderlijke soorten wat korter.

### **Totaal aantal gevangen vissen**

Iedere toetsing levert de volgende resultaten:

- Algemeen: er is een significante afwijking ( $\alpha = 0,0000$ ) in de verdeling van de vangstaantallen per situatie ten opzichte van de verwachte verdeling op basis van het toeval
- FishTrack met lampen aan / uit: Er is een significant verschil ( $\alpha = 0,0020$ ) in vangst achter pomp 1 en 2 (FishTrack) in de situatie met lampen aan en uit ten opzichte van de verwachting. De cijfers laten zien dat meer vis FishTrack passeert als de lampen aan staan vergeleken bij de situatie met de lampen uit
- Pomp 3 met lampen aan / uit: er is een significant verschil ( $\alpha = 0,0043$ ) in vangst achter pomp 3 in de situatie met de lampen aan en uit ten opzichte van de verwachting. De cijfers laten zien dat met de lampen aan minder vis pomp 3 passeert dan bij de lampen uit
- Lampen aan, FishTrack versus pomp 3: er is een significant verschil ( $\alpha = 0,0039$ ) in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachting. De cijfers laten zien dat er bij de lampen aan meer vis passeert door FishTrack dan door pomp 3
- Lampen uit; FishTrack versus pomp 3: als de lampen uit zijn is er een significant verschil ( $\alpha = 0,0022$ ) in vangstverdeling. De cijfers laten zien dat er bij de lampen uit minder vis door FishTrack passeert dan door pomp 3
- Totalen aan / uit: er is geen significant verschil ( $\alpha = 0,5574$ ) in de waargenomen en verwachte totalen als de lampen aan of uit staan. Het maakt voor het totale systeem dus niet uit of de lampen aan of uit staan; in beide gevallen zwemmen er evenveel vissen doorheen
- Totalen FishTrack versus pomp 3: er is geen significant verschil ( $\alpha = 0,4227$ ) in de verwachte en waargenomen totalen achter pomp 1 en 2 (FishTrack) versus pomp 3. Er zwemmen evenveel vissen door FishTrack als door pomp 3

Vijf van de zeven toetsingen leiden tot een significante afwijking van hetgeen verwacht wordt op grond van het toeval. Er is dus duidelijk iets aan de hand. Bij de onderlinge vergelijking van alle vier situaties samen (eerste toetsing) is er een significant verschil. Hoe dat geduid moet worden blijkt bij de vier toetsingen van de “paren” waarnemingen, die ook alle vier een significant verschil laten zien. Bij de toetsing van de situaties bij FishTrack blijkt meer vis te passeren als de lampen aan staan vergeleken bij de situatie met de lampen uit. Bij pomp 3 is dit omgekeerd: met de lampen aan zwemt er minder vis doorheen. In de situatie met de lampen uit zwemmen er meer vissen door pomp 3 en minder door FishTrack. Met de lampen aan is dat omgekeerd. Deze vier toetsingen bevestigen elkaar.

Bij de totalen aan/ uit en de totalen FishTrack / pomp 3 is er geen verschil (beide laatste toetsingen), maar dat past juist in het beeld.

Het totaalbeeld is dat ongeacht de situatie er evenveel vissen door het gehele systeem zwemmen. In de situatie zonder lampen is kennelijk pomp 3 favoriet, maar in de situatie met lampen aan wordt de FishTrack geprefereerd.

**Tabel 5.2. Overzicht van de waargenomen aantallen vissen per uur en de verwachte aantallen vissen per uur achter pomp 1 en 2 (FishTrack) en pomp 3 als de lampen aan of uit staan**

Fuiklocatie	Waarneming			Verwacht		
	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur
FishTrack	66,1	30,3	96,4	51,0	45,4	96,4
Pomp 3	44,5	68,3	112,8	59,6	53,2	112,8
totaal	110,6	98,6	209,2	110,6	98,6	209,2

### Baars

- Algemeen: er is een duidelijke afwijking van waargenomen vangst ten opzichte van de verwachte resultaten. Deze is significant ( $\alpha = 0,0060$ )
- Er is een verschil in vangst achter FishTrack als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is licht significant ( $\alpha = 0,0182$ ). De cijfers laten zien dat er meer Baars van FishTrack gebruik maakt als de lampen aan staan
- Er is geen significant verschil ( $\alpha = 0,1607$ ) in vangst achter pomp 3 als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Uit de cijfers blijkt dat er evenveel Baars passeert door pomp 3 als de lampen aan staan vergeleken met de lampen uit
- Er is geen significant verschil ( $\alpha = 0,0876$ ) in vangstverdeling bij de lampen aan tussen FishTrack en pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is ), dat wil zeggen er maakt evenveel Baars gebruik van FishTrack
- Als de lampen uit zijn is er een licht significant verschil ( $\alpha = 0,0314$ ) in vangstverdeling tussen FishTrack en pomp 3. Met de lampen uit passeert minder Baars door FishTrack dan door pomp 3

De resultaten voor de Baars zijn dus minder eenduidig dan die voor alle vissen samen. Er zijn wel aanwijzingen dat Baars pomp 3 prefereert boven FishTrack. Met de lampen aan passeren meer vissen FishTrack dan met de lampen uit.

**Tabel 5.3. Overzicht van de waargenomen aantallen baarzen per uur en de verwachte aantallen baarzen per uur achter pomp 1 en 2 (FishTrack) en pomp 3 als de lampen aan of uit staan**

Fuiklocatie	Waarneming			Verwacht		
	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur
FishTrack	8,9	0,0	8,9	5,4	3,4	8,9
Pomp 3	12,0	13,1	25,1	15,4	9,7	25,1
Total	20,9	13,1	34,0	20,9	13,1	34,0

### Brasem

- Algemeen: er is geen duidelijke afwijking van waargenomen vangst ten opzichte van de verwachte resultaten. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,6355$ )
- Er is geen verschil in vangst achter pomp 1 en 2 (FishTrack) als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,7629$ ), dat wil zeggen er is evenveel Brasem FishTrack gepasseerd als de lampen aan staan
- Er is geen verschil in vangst achter pomp 3 als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,7146$ ), dat wil zeggen er passeert evenveel Brasem door pomp 3 als de lampen aan staan
- Er is geen verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is significant ( $\alpha = 0,7494$ ), dat wil zeggen er passeert evenveel Brasem FishTrack
- Als de lampen uit zijn is er geen verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,7262$ ), dat wil zeggen dat er evenveel Brasem FishTrack passeert als pomp 3

Geen van de toetsingen leidt tot een significant resultaat. Het lijkt erop dat Brasem niet reageert op de lampen en evenmin voorkeur heeft voor FishTrack of pomp 3.

**Tabel 5.4. Overzicht van de waargenomen aantallen Brasem per uur en de verwachte aantallen Brasem per uur achter pomp 1 en 2 (FishTrack) en pomp 3 als de lampen aan of uit staan**

Fuiklocatie	Waarneming			Verwacht		
	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur
FishTrack	20,2	15,2	35,3	19,4	16,0	35,3
Pomp 3	12,2	11,8	24,0	13,1	10,9	24,0
Total	32,4	27,0	59,3	32,4	27,0	59,3

### Pos

- Algemeen: er is een duidelijke afwijking van waargenomen vangst ten opzichte van de verwachte resultaten. Deze is significant ( $\alpha = 0,0008$ )
- Er is een verschil in vangst achter FishTrack als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is licht significant ( $\alpha = 0,0109$ ), dat wil zeggen er is meer Pos FishTrack gepasseerd als de lampen aan staan
- Er is geen verschil in vangst achter pomp 3 als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is licht significant ( $\alpha = 0,0288$ ), dat wil zeggen er passeert evenveel Pos door pomp 3 als de lampen aan staan
- Als de lampen aan zijn is er een verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is licht significant ( $\alpha = 0,0192$ ), dat wil zeggen er passeert meer Pos FishTrack
- Als de lampen uit zijn is er een verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is licht significant ( $\alpha = 0,0162$ ), dat wil zeggen dat er minder Pos FishTrack passeert dan pomp 3

De resultaten voor Pos zijn identiek aan die voor alle vissen samen, alleen zijn bij de detailtoetsingen de resultaten licht significant (tussen 1 en 5 % overschrijdingskans). In de situatie zonder lampen is kennelijk pomp 3 favoriet, maar in de situatie met lampen aan wordt FishTrack geprefereerd.



**Tabel 5.5. Overzicht van de waargenomen aantallen Pos per uur en de verwachte aantallen Pos per uur achter pomp 1 en 2 (FishTrack) en pomp 3 als de lampen aan of uit staan**

Fuiklocatie	Waarneming			Verwacht		
	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur
FishTrack	19,7	6,1	25,7	13,2	12,5	25,7
Pomp 3	11,5	23,4	34,9	17,9	17,0	34,9
totaal	31,1	29,5	60,6	31,1	29,5	60,6

#### Blankvoorn

- Algemeen: er is een afwijking van waargenomen vangst ten opzichte van de verwachte resultaten. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,7982$ )
- Er is geen verschil in vangst achter FishTrack als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,8825$ ), dat wil zeggen er is evenveel Blankvoorn FishTrack gepasseerd als de lampen aan staan
- Er is geen verschil in vangst achter pomp 3 als lampen aan/uit zijn ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,8347$ ), dat wil zeggen er passeert evenveel Blankvoorn pomp 3 als de lampen aan staan
- Als de lampen aan zijn is er geen verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is significant ( $\alpha = 0,8669$ ), dat wil zeggen er passeert evenveel Blankvoorn FishTrack
- Als de lampen uit zijn is er geen verschil in vangstverdeling FishTrack versus pomp 3 ten opzichte van de verwachte vangst. Deze is niet significant ( $\alpha = 0,8468$ ), dat wil zeggen dat er evenveel Blankvoorn FishTrack passeert als pomp 3

Geen van de toetsingen leidt tot een significant resultaat. Het lijkt erop dat Blankvoorn niet reageert op de lampen en evenmin voorkeur heeft voor FishTrack of pomp 3.

**Tabel 5.6. Overzicht van de waargenomen aantallen Blankvoorn per uur en de verwachte aantallen Blankvoorn per uur achter pomp 1 en 2 (FishTrack) pompen en pomp 3 als de lampen aan of uit staan**

Fuiklocatie	Waarneming			Verwacht		
	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur	Lampen aan N/uur	Lampen uit N/uur	Totaal N/uur
FishTrack	11,3	9,1	20,4	11,6	8,8	20,4
Pomp 3	6,2	4,1	10,2	5,8	4,4	10,2
totaal	17,5	13,5	30,6	17,5	13,2	30,6

### Samengevat

Kort samengevat levert de toetsing een aantal duidelijke zaken op. Voor alle vissen samen geldt dat als de lampen aan staan er minder vis door pomp 3 passeert en meer vis FishTrack. Als de lampen uit staan passeert er meer vis door pomp 3 dan door FishTrack. Verder is het opvallend dat Pos en Baars duidelijk op de lampen reageren en dan ook meer FishTrack passeren. Bij Brasem en Blankvoorn wordt dit niet waargenomen en lijken de lampen geen effect te hebben.

Bij deze toetsing zijn er twee kanttekeningen:

1. De situatie waarbij de lampen uit staan en FishTrack aan is heel erg kort gemeten. Mogelijk heeft dit de resultaten beïnvloed
2. Er is een grote spreiding in de aantallen per meting (en dus per uur). Door per situatie het gemiddelde te nemen is die spreiding feitelijk genegeerd. De spreiding is een gevolg van sterk wisselende influx van vissen, mogelijk door factoren als neerslag en afvoer van het gemaal. Dit zou verder onderzocht kunnen worden door bijvoorbeeld te kijken naar:
  - Vertonen alle soorten dezelfde spreiding (tijdens een meting alle soorten veel of juist weinig); kan met rangcorrelatietoets
  - Is er een patroon in de tijd (vroeger op de avond anders dan later; of later in het seizoen)

Voor de toekomst zou ook moeten worden gekeken naar de invloed van de bemonsteringsduur, wellicht dat een langere bemonsteringsduur het effect van spreiding afvlakt.

## 5.2 Effectiviteit van de bypass (FishTrack aan, lampen uit en pomp 3 uit)

Er is een vijftal metingen uitgevoerd waarbij alleen de passage van FishTrack (lampen uit en pomp 3 uit) is bemonsterd.

**Tabel 5.7 Totaal aantal vissen per uur door FishTrack**

Uur	N	N/uur
10,6	1098	103,3

Indien alleen de passage door FishTrack wordt gemeten, dan passeert er twee keer zoveel vis door FishTrack dan wanneer pomp 3 ook aanstaat. Anders gezegd: hoeveelheid passerende vis blijft hetzelfde, ongeacht of alleen FishTrack of FishTrack en pomp 3 aan staat. Een samenvatting van deze toetsing is weergegeven in de onderstaande tabel.

**Tauw 5.8. Toetsingsresultaten van vergelijking passage door pomp 1 en 2 (FishTrack) (lampen uit en pomp 3 uit) en gecombineerde metingen. AF Lampen aan, FishTrack en pomp 3. AP3 Lampen aan, pomp 3 aan. UF Lampen uit, FishTrack en pomp 3. UP3 Lampen uit en pomp 3.**

Afzonderlijke vergelijkingen				verwacht		X2
FT_solo	AF	103,25	66,14	71,23	71,23	0,0001
FT_solo	AP3	103,25	44,47	71,23	71,23	0,0000
FT_solo	UF	103,25	30,30	71,23	71,23	0,0000
FT_solo	UP3	103,25	68,33	71,23	71,23	0,0001
Gesommeerde vergelijkingen:						
FT_solo	AF + AP3	103,25	110,61	106,93	106,93	0,6148
FT_solo	UF + UP3	103,25	98,63	100,94	100,94	0,7451

## 5.3 Visgedrag

### Merk-terugvangst verhouding

Het aanbod van schieraal en rode aal was tijdens de onderzoeksperiode beperkt op deze locatie. De terugvangsten in de aanbodfuiken duiden er op dat er heen en weer zwemgedrag ('zoekgedrag') plaats vindt aan de polderzijde van het gemaal. Dit zoekgedrag werd bevestigd met een aanvullend zender experiment. De 32 met een Floy-tag gemerkte schieralen zijn voor een ander IMARES onderzoek naar gedrag van schieraal bij gemalen ook uitgerust met een Vemco akoestisch zendertje. De voorlopige resultaten van dit zenderexperiment geven aan dat er 15 van de 32 via het gemaal zijn weggetrokken. Zoekgedrag aan de polderzijde van het gemaal varieerde sterk tussen schieralen, uiteenlopend van vrijwel directe doortrek het gemaal in, uren, dagen tot zelfs vele weken heen en weer zwemgedrag. Vijf schieralen zijn niet opgedoken bij het

gemaal. 13 schieralen met zenders hebben het gemaal benaderd maar zijn uiteindelijk niet uit getrokken. Deze gegevens suggereren een aarzeling om het gemaal in te zwemmen.

#### **Didson waarnemingen**

Met de Didson zijn alleen kleine vissen waargenomen die door het krooshek gingen, zowel met viswering aan en uit. Ook is een vis van 30 cm enkele malen voor het krooshek langs gezwommen zonder het te benaderen, zowel met viswering aan als uit. De aantallen waarnemingen zijn te gering om conclusies te binden aan het gedrag van vis ten opzichte van de aanzuigzijde van FishTrack en Pomp 3.

#### **5.4 Visschade**

Bij passage door het gemaal is er nog steeds sprake van een laagpercentage visschade. Dit komt enerzijds omdat pomp 3 schade veroorzaakt en de lampen niet zorgen voor 100% viswering. Anderzijds ontstaat er ook schade bij passage door FishTrack. FishTrack is ontworpen om voor vissen een veilige passage langs gemalen te bieden. In totaal zijn er 1602 vissen via het FishTrack gepasseerd. Hiervan werden 22 vissen dood (1,4%) en 2 vissen beschadigd (0,1%) aangetroffen. De overige 1609 vissen (98,5%) waren na passage onbeschadigd. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er van de beschadigde vissen 1 Zeelt al eerder beschadigd is aangetroffen en is herkend aan de verwondingen. FishTrack heeft niet aan deze beschadiging bijgedragen. De andere beschadigde vis (Zeelt 21 cm) en 1 dode Aal (ca.70 cm) zijn wel veroorzaakt door het systeem, deze zijn echter gevangen vóór de aanpassing van het systeem waarbij de oude sponningen werden opgevuld. Na deze aanpassing werden er geen vissen groter dan 10 cm meer dood of beschadigd aangetroffen.

Vissen kleiner dan 10 cm zijn nog steeds in staat om het fijnrooster te passeren. Deze kunnen fysiek door het rooster vanwege de spijlafstand van 1 cm.

#### **5.5 Vergelijking met het onderzoek in 2009 (nulsituatie)**

In 2009 is door adviesbureau VisAdvies (Vriese, 2010) onderzoek gedaan naar het schadeprofiel van het gemaal voor de renovatie (de nulsituatie). Tijdens dit onderzoek zijn in totaal 542 vissen achter het gemaal gevangen. De lengteverdeling was als volgt: 13 vissen (0,02%) > 15 cm en 529 vissen (99,97%) < 15 cm. In 2011 zijn er in totaal 2760 vissen gepasseerd, waarvan 1127 vissen via pomp 3 en 1633 vissen via FishTrack. De lengteverdeling tijdens het onderzoek in 2011 was 329 vissen (11,92%) > 15 cm en 2431 vissen (88,08%) < 15 cm. Het grotere aandeel van vissen > 15 cm is te danken aan FishTrack. Een nauwkeurige vergelijking met 2010 wordt bemoeilijkt door de verschillende testen die er in 2011 zijn gedaan (lampen aan, lampen uit, met en zonder FishTrack, alleen FishTrack). Als er alleen wordt gekeken naar passage via FishTrack (pomp 3 staat uit) dan passeerden er 800 vissen < 15 cm en 298 vissen > 15 cm.

Indien wordt gekeken naar de totale passage door FishTrack (dus ook als pomp 3 gelijktijdig aan stond) werd 80,96% < 15 cm gevangen en 19,04% was > 15 cm. De totale passage door pomp 3 bestond uit 98,40% < 15cm en 1,6% > 15 cm. In vergelijking met de resultaten in 2010 en met pomp 3 in 2011 kan worden gesteld dat FishTrack bijdraagt aan een toename van passage van vissen > 15 cm.

Het schadeprofiel in 2010 was 3 dood (0,55%), 11 beschadigd (2,01%) en 528 onbeschadigd (97,4%). In 2011 was het schadeprofiel 97,89% onbeschadigd, 0,40% beschadigd en 1,70% dood. In beide jaren is de schade gering. Een vergelijking tussen beide jaren is lastig vanwege de verschillende testen die er zijn gedaan. Indien schade bij passage via FishTrack wordt vergeleken met schade bij passage door pomp 3 dan lijkt er weinig verschil. Echter, de waargenomen schade bij FishTrack heeft vooral betrekking op kleine vis (< 10 cm) die het fijnrooster kan passeren. Grote vis (> 15 cm) heeft een grotere kans op schade bij passage door pomp 3 en de nulsituatie, maar kan FishTrack ongeschonden passeren.

#### Tauw 5.9. Absolute schade door pomp 3 en FishTrack

	Gemaalruik (Pomp 3)	FishTrack (pomp 1+2)	Totaal
Onbeschadigd	1093	1609	2702
Beschadigd	9	2	11
Dood	25	22	47
Totaal:	1127	1633	2760

## 5.6 Technische toepasbaarheid

### Kosten voor realisatie

FishTrack is in het bestaande gemaal ingebouwd met behoud van de drie pompen en grotendeels de civiele constructie, wat aanzienlijk goedkoper was dan vervanging van de pompen of de bouw van een nieuw visvriendelijk gemaal.

De bouwkosten van de renovatie met FishTrack zijn circa EUR 250.000 hoger dan een conventionele renovatie. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de plaatsing van fijnroosters, extra schotten en ophoging van het kroosbordes. De totale bouwkosten van de renovatie van gemaal Offerhaus (inclusief FishTrack) bedroegen circa EUR 900.000, - (exclusief btw). De bouwkosten van een nieuw te bouwen visvriendelijk gemaal van 180 m<sup>3</sup>/min met een vergelijkbare effectiviteit worden geraamd op circa EUR 2.000.000, -.

### **Onderhoud**

FishTrack is operationeel sinds maart 2011. Het onderhoud vindt regulier plaats. Dit betreft ondermeer het afhaken van kroosvuil, bijvullen van vetsmering van de pompen en visuele inspectie.

### **Storingen/bemaling**

Tot april 2012 zijn geen storingen van FishTrack bekend, anders dan twee maal resetten van de pompen. Dit is een handeling die op de schakelkast van het gemaal kan worden uitgevoerd. De fijnroosters die in het gemaal zijn aangebracht functioneren probleemloos en worden niet handmatig schoongemaakt.

Door het waterschap wordt het actief inlaten van vis met de inlaatschuif verder uitgewerkt, wellicht door het toepassen van een kleinere inlaatschuif om de effecten voor peilbeheer te beperken.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

#### Mate van wering en geleiding

- In totaal zijn er 1662 vissen het gemaal gepasseerd over een periode van 28,2 uur. Het totaalbeeld is dat ongeacht de situatie er evenveel vissen door het gehele systeem zwemmen. In de situatie zonder lampen is pomp 3 favoriet, maar in de situatie met lampen aan wordt FishTrack geprefereerd
- De lampen zijn in staat om vissen te weren voor pomp 3. Als de lampen uit staan passeert 70% van de vis pomp 3 en 30% door FishTrack. Zodra de lampen aan staan passeert 40% pomp 3 en 60% FishTrack. FishTrack vormt een aantrekkelijke bypass. De efficiëntie is niet 100%, wat blijkt uit het feit dat niet alle vissoorten met een dezelfde efficiëntie worden geweerd. Pos en in iets minder mate Baars vertonen hetzelfde beeld als alle vissen samen. Brasem en Blankvoorn tonen geen significante verschillen als de lampen aan staan. Het aandeel van Aal in de vangst is te laag op basis waarvan uitspraken kunnen worden gedaan over efficiëntie van wering
- FishTrack vormt een goede/aantrekkelijke bypass route. Dit blijkt ook uit de mate van passage als alleen FishTrack aan staat. Als de lampen en pomp 3 uit staan, passeert tweemaal zoveel vis door FishTrack
- Het aanbod van Aal is gering bij het gemaal. Aal vertonen een duidelijk zoekgedrag voor het gemaal. Dit is zowel op basis van de merk-terugvangst resultaten af te leiden en is ook waargenomen met een aanvullend zender experiment
- Er is nog steeds sprake van vis schade bij passage door het systeem. Pomp 3 veroorzaakt schade aan vis, zowel met lampen aan als uit. Vooral vis groter dan 15 cm wordt beschadigd (ongeveer 35-36% is beschadigd of dood). Bij vissen kleiner dan 15 cm is dit beduidend minder (ongeveer 2-3% is beschadigd of dood). Ook bij passage door FishTrack is vis schade waargenomen. Vermoedelijk is dit voor grote vis (> 15 cm) een tijdelijke situatie geweest, omdat na de aanpassing alleen nog enkele kleine vissen (< 10 cm) door FishTrack werd verwond of gedood. Dit komt omdat kleine vis in staat is het fijnrooster te passeren

- FishTrack draagt bij aan een toename in passage van grote vissen (> 15 cm). De relatieve aantallen vis > 15 cm zijn groter door FishTrack dan door pomp 3 en de conventionele pompen in 2010 (nulsituatie). Het schadeprofiel van het gemaal is vergelijkbaar met de nulsituatie (2010). Via FishTrack kan nu wel meer vis > 15 cm ongeschonden het gemaal passeren. Omdat kleine vis het fijnrooster kan passeren, is er nog steeds sprake van schade (zie voorgaande punt)

### **Technische toepasbaarheid**

Het principe FishTrack is technisch toepasbaar gebleken bij gemaal Offerhaus. Er is geen sprake van extra onderhoud of storing. Het ombouwen naar FishTrack is aanzienlijk goedkoper dan vervanging van de pompen of de bouw van een nieuw volledig visvriendelijk gemaal. Wel zijn de bouwkosten van de renovatie met FishTrack hoger dan een conventionele renovatie. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de plaatsing van fijnroosters, extra schotten en ophoging van het kroosbordes.

## **6.2 Aanbevelingen**

Er is tijdens het onderzoek weinig Aal waargenomen, waardoor er geen eenduidige conclusie met betrekking tot de efficiëntie voor aal is vast te stellen. Aanbevolen wordt om het (fui)konderzoek naar de efficiëntie voor Aal nogmaals uit te voeren. Een eerdere start heeft de voorkeur, omdat er waarschijnlijk al in augustus aantrek plaatsvindt. Uiteraard gaat dit alleen op indien er sprake is van een natte nazomerperiode.

Het vervolgonderzoek heeft tevens als doel om de schade door FishTrack te evalueren en daadwerkelijk na te gaan of de aanpassing heeft geleid tot 0 % visschade.



## 7 Geraadpleegde literatuur

Adam B., 1999. Aalabwanderung – ergebnisse von Versuchen in Modellgerinnen. Arbeiten des Deutschen Fischereiverbandes 70: 37–68.

Adam B, Schwevers U and Dumont U., 1999. Beiträge zum Schutz abwandernder Fische – Verhaltensbeobachtungen in einem Modellgerinne – Solingen (Verlag Natur and Wissenschaft), Bibliothek Natur und Wissenschaft 16: 63S.

Brujjs MCM, Polman HJG, Van Aerssen GHFM, Hadderingh RH, Winter HV, Deerenberg C, Jansen HM, Schwevers U, Adam B, Dumont U and Kessels N., 2003. Management of silver eel: Human impact on downstream migrating eel in the river Meuse. EU-Report Contract Q5RS-2000-31141.

Brown LS., 2005. Downstream passage of silver phase American eels at a small hydroelectric facility. M.Sc. thesis, University of Massachusetts, Amherst, 122 pp.

Brown LS, Haro A and Castro-Santos T., 2008. Three-dimensional movement of silver-phase American eels (*Anguilla rostrata*) in the forebay of a small hydroelectric facility. In Casselman JM and Cairns D (eds) *Eels at the Edge*. Bethesda, MD: American Fisheries Society, Symposium 58 (in press).

Deelder CL., 1954. Factors affecting the migration of the silver eel in Dutch inland waters. J. Cons.int. Explor. Mer 20: 177–185.

Durif C, Elie P, Gosset C, Rives J, and Travade F (2003) Behavioral study of downstream migrating eels by radio-telemetry at a small hydroelectric power plant. In Dixon DA (ed) *Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*. Bethesda, MD: American Fisheries Society, Symposium 33, pp. 343–356.

EC, 2000. Water Framework Directive, 2000/60/EC.

EC, 2005. Proposal for the recovery of the European eel stock, COM(2005) 472.

EC, 2007. Proposal for a Council Regulation establishing measures for the recovery of the stock of European eel. 13139/05 PECHE 203 – COM(2005) 472 final. June 5, 2007.

Gosset C, Travade F, Durif C, Rives J, Elie P (2005) Tests of two types of bypass for downstream migration of eels at a small hydroelectric power plant. *River Research and Applications* 21: 1095–1105.

Hadderingh RH., 1982. Experimental reduction of fish impingement by artificial illumination at Bergum power station. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 67: 887–900.

Hadderingh RH and Bakker HD., 1998. Fish mortality due to passage through hydroelectric power stations on the Meuse and Vecht rivers. In Jungwirth M, Schmutz S and Weiss S (eds) *Fish Migration and Fish Bypasses*. Oxford: Fishing News Books, pp. 315–328.

Hadderingh RH and Bruijs MCM., 2002. Hydroelectric power stations and fish migration. *Tribune de l'eau* 55(619–620/5–6): 79–87.

Hadderingh RH, Beijer RFLJ De, Van Aerssen GHFM and Van Der Velde G., 1999. Reaction of silver eels on underwater light sources and water currents: An experimental study. *Regulated Rivers: Research and Management* 15: 356–371.

Jansen HM, Winter HV, Bruijs MCM and Polman HJG (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.

Lowe RH (1952) The influence of light and other factors on the seaward migration of the silver eel, *Anguilla anguilla*. *Journal of Animal Ecology* 21(2): 275–309.

McGrath, K. 2003. American eel light avoidance study. St Lawrence river 2002 by the New York Power Authority. Presented at the annual meeting of the American Fisheries Society, Quebec, 2003.

STOWA, 2010. Samenvatting van het STOWA-onderzoek naar de mogelijke schade aan vissen bij het passeren van gemalen. Worden vissen in de maling genomen? STOWA-rapportnummer 2010-21. ISBN 978.90.5773.480.9. STOWA Amersfoort, juni 2010.

STOWA, 2012. Gemalen of vermalen worden? Onderzoek naar de visvriendelijkheid van 26 opvoerwerktuigen. STOWA-rapportnummer 2012-04. ISBN 978.90.5773.540.0. STOWA Amersfoort, maart 2012.

Tesch FW., 2003. *The Eel*. Fifth edition. Oxford: Blackwell.

Winter HV, Jansen HM, Adam B and Schwevers U (2005) Behavioural effects of surgically implanting transponders in European eel, *Anguilla anguilla*. In Spedicato MT, Marmulla G and Lembo G (eds) *Aquatic Telemetry: Advances and Applications*. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy 9–13 June 2003. Rome: FAO, pp. 1–9.

Winter HV, Jansen HM and Bruijs MCM (2006) 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.

Kenmerk R014-4745184KMJ-ibs-V02-NL

---

# Bijlage

## 1

Afkortingen van vissoorten



**Afkorting**

AL  
BA  
BI  
BO  
BR  
BV  
DD  
GI  
GK  
GM  
KA  
KB  
KG  
KK  
KM  
MV  
PA  
PO  
RB  
RD  
RG  
RV  
SB  
SK  
SP  
TD  
VE  
WI  
ZE

**Vissoort**

Alver  
Baars  
Bittervoorn  
Bot  
Brasem  
Blankvoorn  
DD-stekelbaars  
Giebel  
Graskarper  
Grote Modderkruiper  
Karper  
Kolblei  
Grootkopkarper  
Kroeskarper  
Kleine Modderkruiper  
Meerval  
Aal of Paling  
Pos  
Roofblei  
Rivierdonderpad  
Riviergrondel  
Ruisvoorn  
Snoekbaars  
Snoek  
Spiering  
TD-stekelbaars  
Vetje  
Winde  
Zeelt