

Evaluatie Fis-lampen gemaal Schanserbrug

25 januari 2013

Evaluatie Fis-lampen gemaal Schanserbrug

Verantwoording

Titel	Evaluatie Fis-lampen gemaal Schanserbrug
Opdrachtgever	Combinatie van Beroepsvissers
Projectleider	Remco Schreuders
Auteur(s)	Martin Kroes & Martijn de Boer
Met bijdragen van	Erwin Winter (IMARES)
Projectnummer	4745184
Aantal pagina's	44 (exclusief bijlagen)
Datum	25 januari 2013
Handtekening	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

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
1.1 Aanleiding.....	9
1.2 Noodzaak project	10
1.3 Doelstelling van het project	13
1.4 Onderzoek- en vraagstelling	14
2 Locatie en systeembeschrijving	16
2.1 Gemaal Schanserbrug	16
2.2 FIS-lampen bij gemaal Schanserbrug	17
3 Materiaal en methode.....	19
3.1 Uitvoering van het veldwerk	19
3.2 DIDSON observaties voor het krooshek	21
3.3 Algemene aspecten rond uitvoering	22
4 Resultaten	23
4.1 Algemeen	23
4.2 Overzicht van totale vangst	23
4.3 Vangst in aanbodfuisen voor het gemaal	24
4.4 Passage door het gemaal	25
4.5 Aanbod versus passage.....	27
4.6 Verhouding merk-terugvangst schieralen.....	29
4.7 Schade door gemaal	29
4.8 Observatie van gedrag voor de inlaat van FishTrack en Pomp 3 (Didson).....	32
5 Discussie.....	34
5.1 Effectiviteit van het FIS-systeem	34
5.2 Visgedrag	35
5.3 Visschade.....	36
5.4 Technische toepasbaarheid	37
6 Conclusies en aanbevelingen	38
6.1 Mate van wering en geleiding.....	38
6.2 Technische toepasbaarheid	38

6.3	Aanbevelingen.....	38
7	Geraadpleegde literatuur.....	41

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 alen. 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 visschade door gemalen bij stroomafwaartse vismigratie. Hierbij wordt het schadeprofiel vastgesteld van uiteenlopende pomptypes en capaciteiten. In de 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 visschade 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 gevarezone 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. Bypasssystemen 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

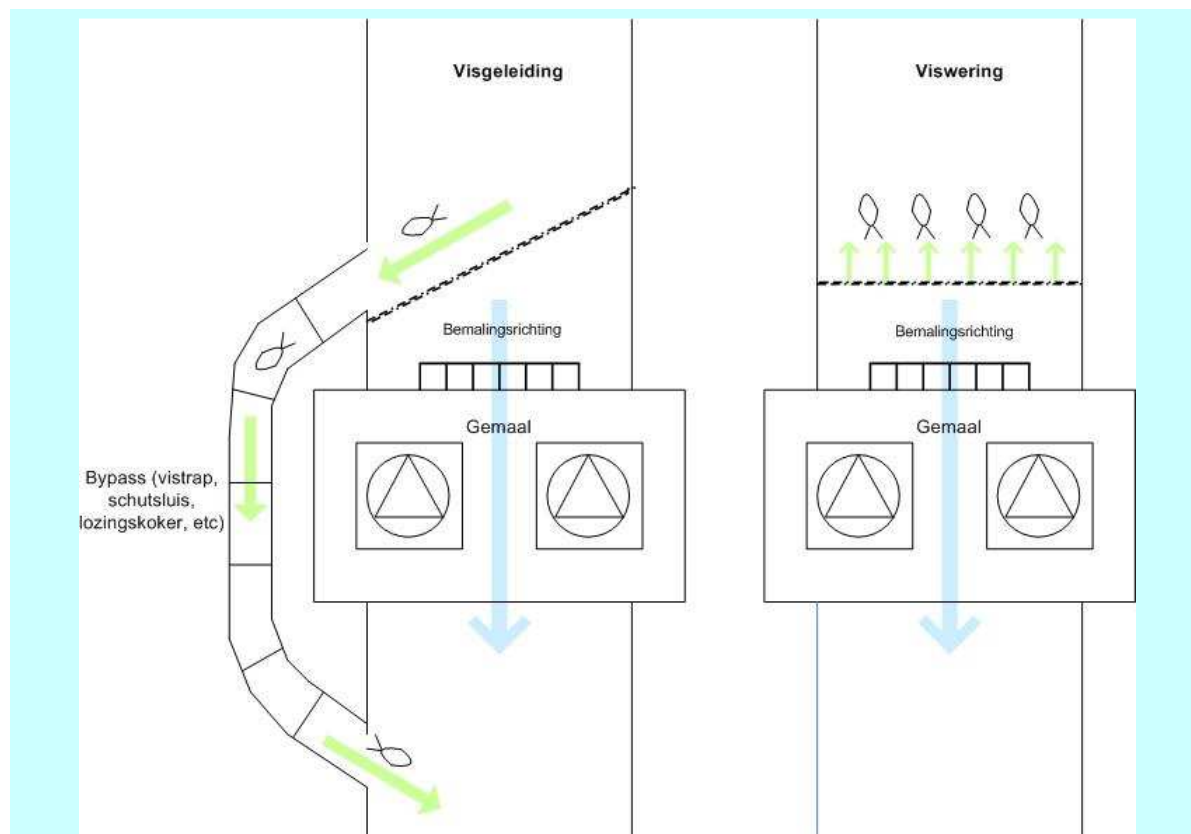
Tot op heden wordt het vergroten van de visvriendelijkheid van gemalen in de regel uitgevoerd door toepassing van 'relatief visvriendelijke' pomptypen of gemaalconcepten. Dit vindt momenteel alleen plaats in combinatie met renovatie of nieuwbouw van een gemaal, dit vanwege de kosteneffectiviteit van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

In het kader van het project 'Vissen zwemmen heen en weer (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard)' en 'visschade bij gemalen (STOWA)' worden de volgende visvriendelijke systemen getest:

- Nijhuis waaier
- FishTrack gemaal
- 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 níét 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 etc.). 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 t/m 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 aangegeven per locatie.

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

Locatie	Systeem	Vraagstelling
Offerhaus	FishTrack en stroboscoop lampen	Mate van wering en geleiding door stroboscoop lampen en bypass (FishTrack-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 fijn rooster 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 infra-geluid 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

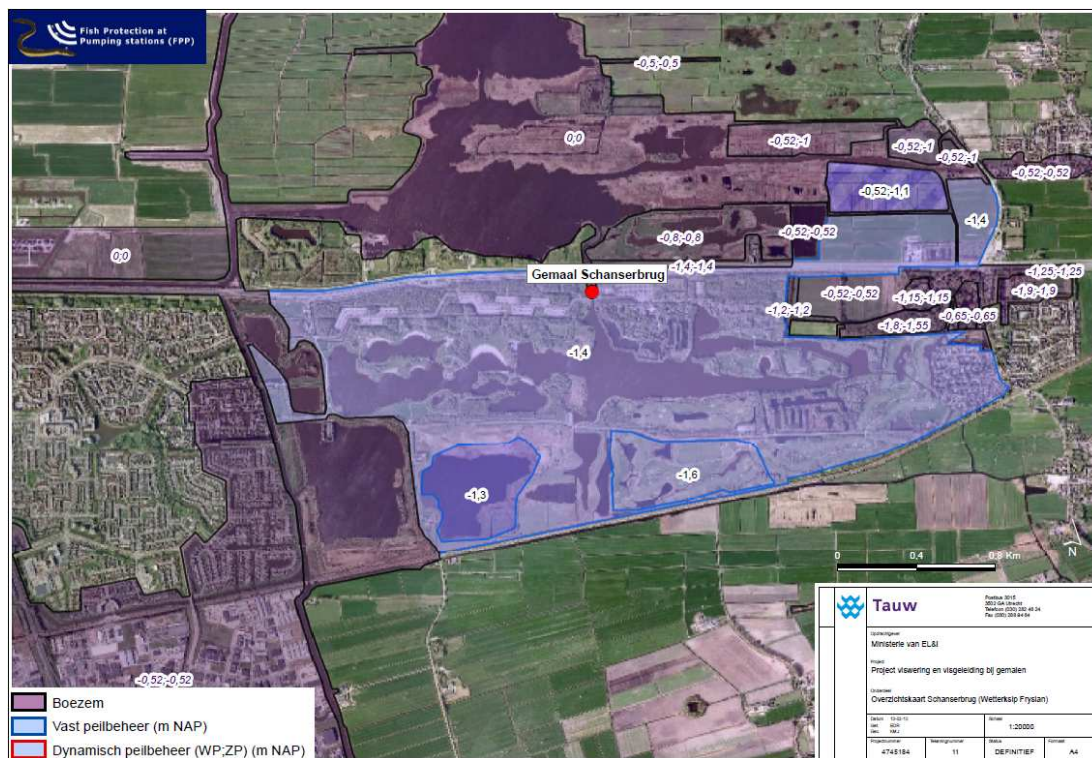
2 Locatie en systeembeschrijving

2.1 Gemaal Schanserbrug

Gemaal Schanserbrug ligt nabij Leeuwarden in Friesland en bemaalt de Lytse Wielen. Het afwateringsgebied heeft een omvang van ongeveer 520 hectare. Het gemaal slaat zijn water uit op de Grutte Wielen. Dit gemaal wordt beheerd door Wetterskip Fryslân. Gemaal Schanserbrug bestaat uit 1 pomp (open schroefpomp) en heeft een capaciteit van 90 m³/min.

Tabel 2.1 Overzicht van technische kenmerken gemaal en directe omgeving

Kenmerk	
Omvang afwateringsgebied (ha)	520 Ha.
Aantal inlaatopeningen	1
Aantal pompen	1
Pomptype	Hubert OVS 820 (open schroefpomp)
Capaciteit per pomp	90 m ³ /min
Stroomsnelheid bij het kroosrek	Onbekend
Dimensies kroosrek	Onbekend
Oppervlak kroosrek onder water tijdens winterpeil	1.70x4.60 m
Spijlbreedte	12 mm
Spijlafstand	83 mm



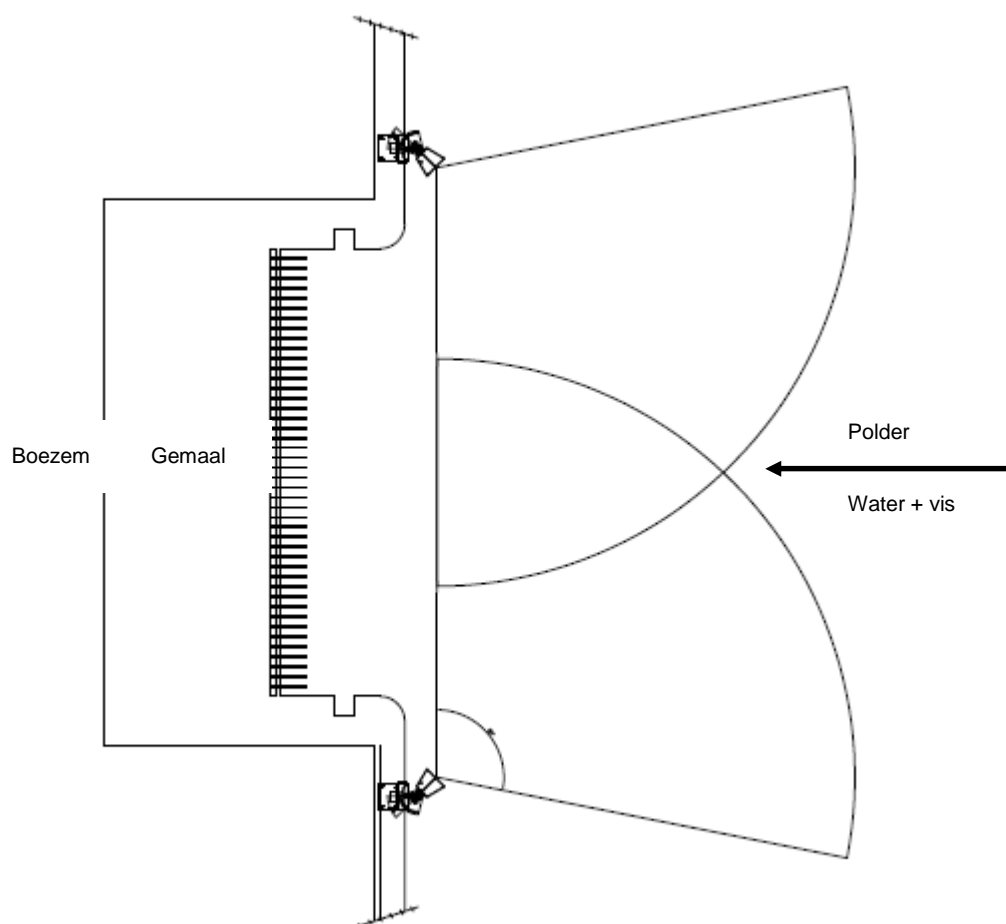
Figuur 2.1 Ligging van gemaal Schanserbrug en de begrenzing van het bemalingsgebied

2.2 FIS-lampen bij gemaal Schanserbrug

Visweringsysteem

Bij gemaal Schanserbrug is op een Fish Invert System (FIS) geplaatst dat ontwikkeld is door Bosman Watermanagement. Dit visweringsysteem 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 een unit voorzien van 9 felle lampen. Door de lampen om beurten en in een bepaalde frequentie te laten knipperen, moet bij vis een schrikreactie opgewekt worden.

Het FIS-systeem bij gemaal Schanserbrug bestaat uit 2 lampen die aan weerszijden van de instroom van het gemaal zijn geplaatst. Deze lampen knipperen in hoge frequentie en zijn in richting verstelbaar. De breedte van het grofvuilrooster is ongeveer 4 meter. Het bereik van de lichtbundels is zo'n 70 centimeter. De lampen zijn 5 meter uit elkaar geplaatst.



Figuur 2.2 Positionering van de lampen voor de instroomopening bij gemaal Schanserbrug

Visgeleidingssysteem

Er is bij gemaal Schanserbrug geen vispassage of geleidingssysteem aanwezig. Een alternatieve route behalve door het gemaal is dus niet voorhanden.

3 Materiaal en methode

3.1 Uitvoering van het veldwerk

Uitvoering

De monitoring is uitgevoerd met toepassing van fuiken. De specifieke toepassing in het veld is afhankelijk van de mogelijkheden op locatie (onder andere 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-/geleidingssysteem niet ingezet is, vormt de referentie (controlegroep) voor het onderzoek. Als het systeem in werking is, kunnen de resultaten worden vergeleken met de controlemetingen. Alle overige parameters blijven gelijk. Bij voldoende waarnemingen is het mogelijk om soort en/of lengtes te analyseren.

Fuiklocaties

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

1. Voor het gemaal, om het aanbod te kunnen bepalen
2. Achter het gemaal, om passage vast te stellen

De plaatsing van fuiken bij het gemaal was maatwerk en is afgestemd met de beheerder van het gemaal en de betrokken beroepsvissers.

Onderzoek effectiviteit viswering-/geleidingssysteem

Er is op 10 nachten (zie tabel 3.1) onderzoek gedaan naar de effectiviteit. Bemonsterd is er op de momenten als:

1. Het systeem in bedrijf is
2. En het systeem niet in bedrijf is

Iedere bemonstering vond op een ander moment plaats. Deze dagen zijn verspreid over een periode van 1 maand (4 weken) nadat het visgeleidingssysteem is geplaatst, 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 mogelijk - de 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 systeem 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 vier weken tweewekelijks 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 wordt maximaal twaalf keer het aanbod vastgesteld. 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-/geleidingsysteem. Op de dag dat er een monitoring plaats vond, zijn de aanbodfuiken voorafgaand gelicht, waarbij tevens de vangst werd verwerkt.

Tijdsperiode en –duur

De periode waarin het onderzoek is uitgevoerd was het najaar van 2011 (september t/m december). 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-/geleidingsysteem is geplaatst en er bovendien sprake is van een aanbod van schieraal.

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 trechtvormige opening gebruikt 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 kuilvorming 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. De fuik achter het gemaal is hiervoor speciaal op maat gemaakt (frame en netwerk). De aanbodfuiken zijn ver (circa 40 meter) voor het gemaal gezet, zodanig dat deze de resultaten van de proef niet kon beïnvloeden. Tegen het eind van het onderzoek (op 15 november 2011) is een aanbodfuik gestolen en is de proef verder gegaan met één aanbodfuik. De gemaalfuik bemonsterde het gehele uitstroomdebiet van het gemaal.

Monitoring

De monitoring bestond uit het 6 keer testen met systeem aan en 5 keer testen met systeem uit. Beroepsvissers A. de Jager en A. van Netten zijn ingezet bij de monitoring.

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

Aanbodfuiken:

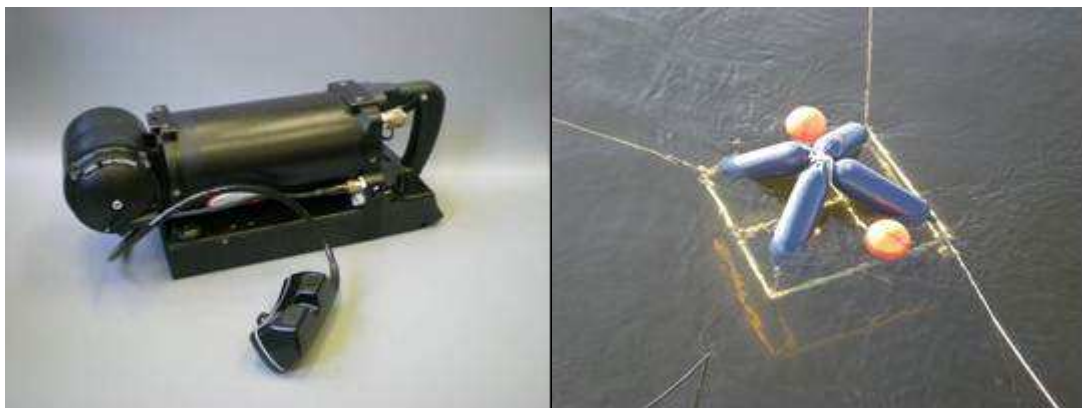
Datum:	13-okt	17-okt	20-okt	24-okt	27-okt	31-okt	2-nov	7-nov	10-nov	15-nov	21-nov	28-nov	7-dec
Meting:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Gemaalruik:

Datum:	17-okt	17-okt	24-okt	31-okt	31-okt	7-nov	10-nov	15-nov	21-nov	28-nov	7-dec
Meting:	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6
Systeem:	Uit	Aan	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan

3.2 DIDSON observaties voor het krooshek

Met een DIDSON zijn op 31 november 2011 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 sonars. 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 beeld 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)

3.3 Algemene aspecten rond uitvoering

Werkwijze

Kort (5 minuten) voorafgaand aan iedere bemaling is het visweringsysteem aangezet, met als doel de aanwezige vis die zich schuilhoudt in de pompkelder weg te jagen. Bij toepassing van geluid en licht is dit evident. Vervolgens wordt 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.

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. Er is gemerkt 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 aalen gevangen, maar aan het einde van het onderzoek in mindere mate. Het weer draagt hiervoor 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.

4.2 Overzicht van totale vangst

Visserijinspanning

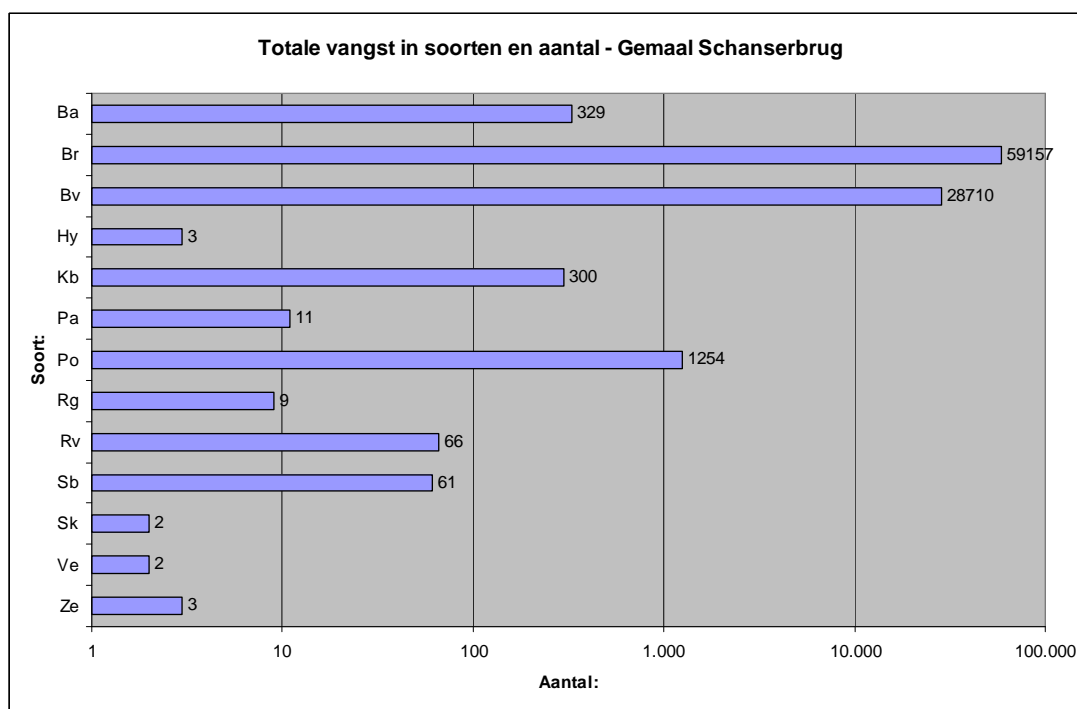
De visserijinspanning is in de onderstaande tabel weergegeven in uren. Voor de aanbodfuiken is de inspanning in nachten weergegeven.

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

	Aanbod (nachten):	AAN (uren):	UIT (uren):	Bypass (uren):
Schanserbrug:	58,00	11,12	9,33	-
	13x	6x	5x	-

Waargenomen soorten

In dit onderzoek zijn in totaal twaalf vissoorten aangetroffen en één hybride: een kruising tussen Kolblei en Giebel (figuur 4.1). Het totale aantal gevangen vissen bedraagt 89.907 stuks.



Figuur 4.1 De gevangen aantallen per soort. In totaal werden er 89.907 vissen gevangen

De meeste Nederlandse zoetwatervissoorten behoren tot de Cyprinidae. In overeenstemming met de verwachting werd van deze visfamilie de meeste soorten gevangen (Bv: Blankvoorn, Br: Brasem, Hy: Hybriden, Kb: Kolblei, Rg: Riviergrondel, Rv: Ruisvoorn, Ve: Vetje, Ze: Zeelt). Verder zijn ook Percidae (Ba: Baars, Po: Pos, Sb: Snoekbaars), Anguillidae (Pa: Europese Aal) en Esocidae (Sk: Snoek) gevangen.

De afkortingen van de gevangen vissoorten is in bijlage 1 opgenomen.

4.3 Vangst in aanbodfuisen voor het gemaal

Soortsamenstelling en vangstverloop

Het visaanbod voor gemaal Schanserbrug (polderzijde) is samengesteld uit 11 soorten. Algemeen voorkomend zijn de soorten Blankvoorn (29 %), Brasem (21 %), Pos (17 %) en Baars (14 %). Frequent voorkomende soorten zijn Ruisvoorn (6 %), Kolblei (5 %) en Paling (4 %). De soorten Riviergrondel (1 %) en Zeelt (1 %) werden schaars aangetroffen en de soorten Snoek (<1 %) en Snoekbaars (<1 %) werden sporadisch aangetroffen.

Tabel 4.2 Overzicht van de vangsten in het najaar van 2011 in de aanbodfuiken (polderzijde) bij gemaal Schanserbrug in aantallen per meting en aantallen per fuiknacht

Datum		13-okt	17-okt	20-okt	24-okt	27-okt	31-okt	2-nov	7-nov	10-nov	15-nov	21-nov	28-nov	7-dec	N Totaal
Meting		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Staduur (nachten)		3	4	3	4	3	4	2	5	3	5	6	7	9	
Soort (N)	Ba	16	51	7	9	9	3	6	7		1		2	3	114
	Br	18	7	40	5	17	47	40	11	5	6	9	2	10	217
	Bv	66	84	65	24	24	88	40	61	22	13	13	13	51	564
	Kb	8	6	1	2	5									22
	Pa		1	3	1		1	1	2	1			1		11
	Po	17	26	31	21	14	7	11	16		6	2	7	2	160
	Rg			1								2			3
	Rv	1	7	5			4		2	2	1	3		1	26
	Sb						1						1		2
	Sk							2							2
	Ze		1	1					1						3
N Totaal		126	183	154	62	69	151	100	100	30	27	29	26	67	1124
N/nacht		42	46	51	16	23	38	50	20	10	5	5	4	7	

De aanbodfuiken zijn ongeveer tweemaal per week gelicht om te voorkomen dat alen te lang gevangen zitten en de proef negatief kunnen beïnvloeden.

4.4 Passage door het gemaal

Vangst met systeem aan en systeem uit

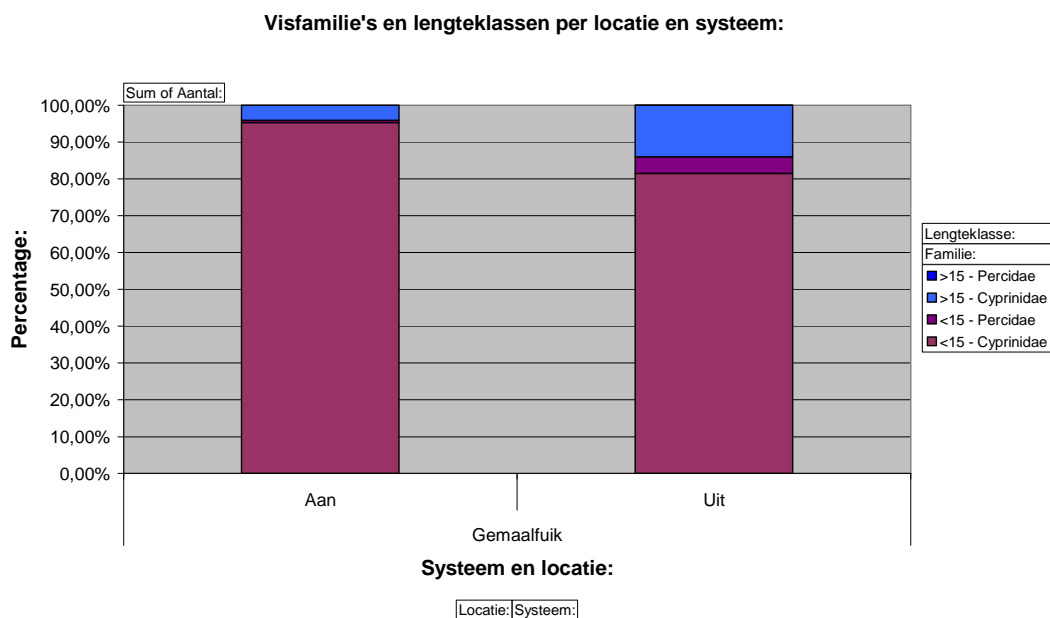
De onderstaande tabel 4.3 geeft een overzicht van de vangsten 'passage door het gemaal' met het systeem aan en met het systeem uitgeschakeld. Om de metingen en de hoeveelheid vis met elkaar te kunnen vergelijken zijn de getallen omgerekend naar aantal vissen per uur.

Tabel 4.3 De vangst door het gemaal (boezemzijde) bij gemaal Schanserbrug in het najaar van 2011

Datum		17-okt	17-okt	24-okt	31-okt	31-okt	7-nov	10-nov	15-nov	21-nov	28-nov	7-dec	N Totaal
Meting		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	
Systeem		Uit	Aan	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	
Proefduur (uur)		1,834	2,0	1,668	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	1,947	2,0	2,0	
Soort (N)	Ba	34	3	8	2	5	55	36	23	27	8	14	215
	Br	5773	69	4862	534	11026	4277	2687	1987	23175	218	4333	58940
	Bv	2202	36	4455	68	924	2586	2707	1650	10187	68	3263	28146
	Hy	1									1	1	3
	Kb	179	10	55			20	12				2	278
	Po	95	43	101	11	44	656	37	14	36	28	29	1094
	Rg									6			6
	Rv				2	1		7	5	14	10	1	40
	Sb	2		8		3	10	4	8	1	16	7	59
	Ve									2			2
N Totaal		8286	161	9489	617	12003	7604	5489	3686	33448	349	7650	88783
N/uur		4518	81	5689	411	8002	3802	2745	1843	17179	175	3825	

Lengteklasseverdeling

De vangst bij gemaal Schanserbrug is verdeeld in lengteklassen en hieronder weergegeven per familie. Het effect van het FIS-systeem is per visfamilie verschillend. Zo is er met de FIS-lampen aan een lichte toename te zien in het aantal kleine karperachtigen (Cyprinidae) door de pomp. Voor baarsachtigen (Percidae) is juist een kleine afname te zien door de pomp wanneer de FIS-lampen zijn ingeschakeld.

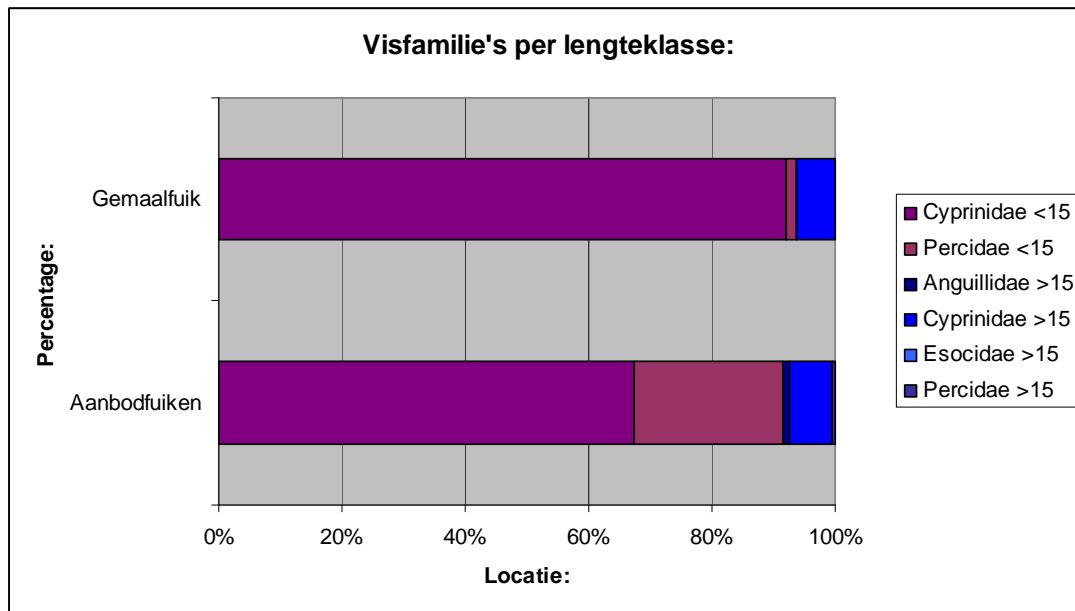


Figuur 4.2 Deze figuur is een weergave van gepasseerde visfamilie's (dus vangst in gemaalruik), verdeeld in vissen kleiner dan 15cm (paarse tinten) en groter dan 15cm (blauwe tinten) met het systeem aan versus uit.

4.5 Aanbod versus passage

Familiesamenstelling en lengteklasse

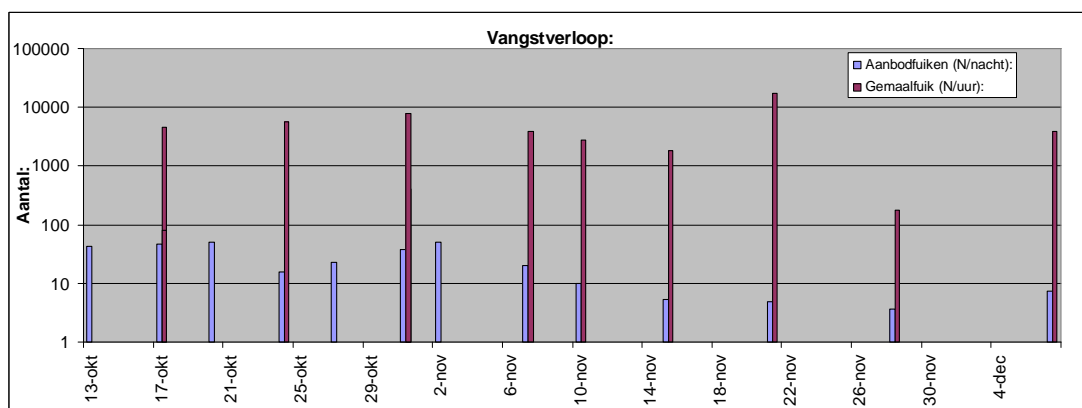
Bij het vergelijken van de familiesamenstelling en lengteklassen is er een duidelijk verschil te zien tussen de verschillende fuiken (figuur 4.3). Het aanbod bestaat voor ongeveer 90 % uit vissen kleiner dan 15 centimeter (voornamelijk Cypriniden). De vangst door het gemaal geeft een vergelijkbaar beeld, maar passeerden iets meer vissen < 15 cm, waaronder nog meer Cypriniden.



Figuur 4.3 Weergave van het aanbod versus gepasseerde visfamilie's, verdeeld in vissen kleiner dan 15 cm (paarse tinten) en groter dan 15 cm (blauwe tinten).

Vangstverloop

Onderstaande grafiek geeft de verhouding weer tussen het aanbod van vis en de hoeveelheid vis die het gemaal heeft gepasseerd. De vangsten 'passage door gemaal' in de fuik achter het gemaal lagen beduidend hoger dan de vangsten in de aanbodfuiken.



Figuur 4.4 Weergave in het verloop van vangsten over de tijd, met daarin de verhouding in aantallen tussen het visaanbod en vispassage bij gemaal Schanserbrug

4.6 Verhouding merk-terugvangst schieralen

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 gemaalfuik 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. De resultaten bij gemaal Schanserbrug zijn weergegeven in tabel 4.4.

Tabel 4.4: De resultaten van de merk- terugvangst experimenten met schieraal. Van de vangsten schieraal in de aanbodfuiken zijn zoveel mogelijk exemplaren gemerkt met een Floy-tag. Voor elk van de fuiken / 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
Aanbodfuiik	2	2	0	4	6
Gemaalfuik		0	0	0	0

Er was een zeer gering aanbod van schieraal of rode aal op deze locatie. Er zijn slechts vier schieralen gevangen waarvan er twee gemerkt zijn. Er zijn geen schieralen of rode alen gevangen in de gemaalfuik. De gevangen aantallen zijn te gering om conclusies te kunnen trekken. Het feit dat er geen schieralen in de gemaalfuik zijn aangetroffen zou kunnen suggereren dat er geen snelle doortrek met passage van het gemaal plaatsvindt. De afwezigheid van terugvangsten in de aanbodfuiik zou er op kunnen duiden dat er relatief weinig zoekgedrag bij de ingang van het gemaal plaatsvindt.

4.7 Schade door gemaal

De visschade bij gemaal Schanserbrug is bepaald aan de hand van metingen waarbij het FIS-systeem aan- en uitgeschakeld was. Hierbij is alleen de directe sterfte bepaald. De uitgestelde sterfte is niet beoordeeld, maar ligt waarschijnlijk nog hoger.

FIS-systeem uit

Hierbij passeerden er in totaal 20.534 vissen, waarvan bij 3.374 vissen (16,4 %) het schadeprofiel is bepaald, waarbij onderscheid werd gemaakt in de klassen 'onbeschadigd' en 'dood'. Van deze 3.374 vissen (16,4 %) passeerden 3.089 vissen het gemaal onbeschadigd en 285 vissen waren na passage dood. Van de overige 17.160 vissen (83,6 %) is het schadeprofiel niet bepaald omdat er bij de over (deel)metingen buitensporig veel vissen gevangen werden en tellen ondoenlijk was. In deze gevallen is er een inschatting gemaakt van het percentage dode vis ten opzichte van het totaal, variërend van 10 % tot 50 %.

Omdat het aandeel vis waarvan geen schadeprofiel bepaald is aanzienlijk is (83,6 %) moet dit zeker meegewogen bij de (totaal)beoordeling van de visschade. Uit tabel 4.5 blijkt dat bij 37,69 % van de vangsten de helft (50 %) van het vangsttotaal dood was en de andere helft dus onbeschadigd. Bij 31,68 % van de vangsten was 15 % van het totaal dood (in de tabel aangegeven als vermalen) en was 85 % onbeschadigd. Er kan dus niet gesteld worden dat 91,6 % van de vis het gemaal onbeschadigd heeft gepasseerd en 8,4 % dood, zoals blijkt uit de 3.374 vissen (16,4 %) waarvan wél een schadeprofiel is bepaald.

Tabel 4.5 Overzicht van de visschade bij gemaal Schanserbrug, weergegeven in aantallen en in percentage

* Geschat Percentage dode vis ten opzichte van totaalvangst

Sum of Aantal	Systeem	Lengteklasse		Familie		Totaal
		<15	>15	Cyprinidae	Percidae	
		Uit				
Locatie	Type beschadiging	Cyprinidae	Percidae	Cyprinidae	Percidae	
Gemaalvuik	10 % vermalen*	2739		141		2880
	15 % vermalen*	5719	571	255		6545
	50 % vermalen*	5501		2242		7743
	Dood	211	4	69	1	285
	Onbeschadigd	2554	374	149	12	3089
Totaal		16724	949	2856	13	20543
Gemaalvuik	10 % vermalen*	16 %	0 %	5 %	0 %	14 %
	15 % vermalen*	34 %	60 %	9 %	0 %	32 %
	50 % vermalen*	33 %	0 %	78 %	0 %	38 %
	Dood	1 %	0 %	2 %	8 %	1 %
	Onbeschadigd	15 %	39 %	5 %	92 %	15 %
Totaal		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

FIS-systeem aan

Met het FIS-visweringssysteem ingeschakeld zijn er 68.240 vissen gepasseerd. Hierbij is voor 3.867 vissen (5,7 %) het schadeprofiel bepaald en ingedeeld in 3 klassen: onbeschadigd, beschadigd en dood. Van deze 3.867 vissen werden 3.309 vissen (85,6 %) onbeschadigd aangetroffen, 58 vissen (1,5 %) beschadigd waren en 500 vissen (12,9 %) werden gedood. Voor de overige ruim 64.000 vissen (94,3 %) is het schadepercentage niet bepaald omdat er bij de betreffende (deel)metingen buitensporig veel vissen gevangen werden en tellen ondoenlijk was. In deze gevallen is er een inschatting gemaakt van het percentage dode vis ten opzichte de totaalvangst, dat varieerde van 30 % tot zelfs 70 %. De daadwerkelijke sterfte bij gemaal Schanserbrug met systeem aan is dus **niet** 4,85 % onbeschadigd, 0,08 % beschadigd en 0,73 % dood, maar er trad **vele malen meer** visschade op zoals blijkt uit tabel 4.6. Maar liefst 67,53 % van de totale vangst was voor 50 % gedood, en in 16,49 % van de gevallen bestond de vangst zelfs voor 70 % uit dode vis.

Tabel 4.6 Overzicht van de visschade bij gemaal Schanserbrug, weergegeven in aantallen en in percentage.

* Geschat Percentage dode vis ten opzichte van totaalvangst

Sum of Aantal	Systeem	Lengteklasse		Familie		Totaal
		Aan				
		<15		>15		
Locatie	Type beschadiging:	Cyprinidae	Percidae	Cyprinidae	Percidae	
Gemaalruik	30 % vermalen	6972		63		7035
	50 % vermalen	43573		2510		46083
	70 % vermalen	11185		70		11255
	Beschadigd	54		4		58
	Dood	409	30	61		500
	Onbeschadigd	2809	367	124	9	3309
Totaal		65002	397	2832	9	68240
Gemaalruik	30 % vermalen	11 %	0 %	2 %	0 %	10 %
	50 % vermalen	67 %	0 %	89 %	0 %	68 %
	70 % vermalen	17 %	0 %	2 %	0 %	16 %
	Beschadigd	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Dood	1 %	8 %	2 %	0 %	1 %
	Onbeschadigd	4 %	92 %	4 %	100 %	5 %
Totaal		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

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

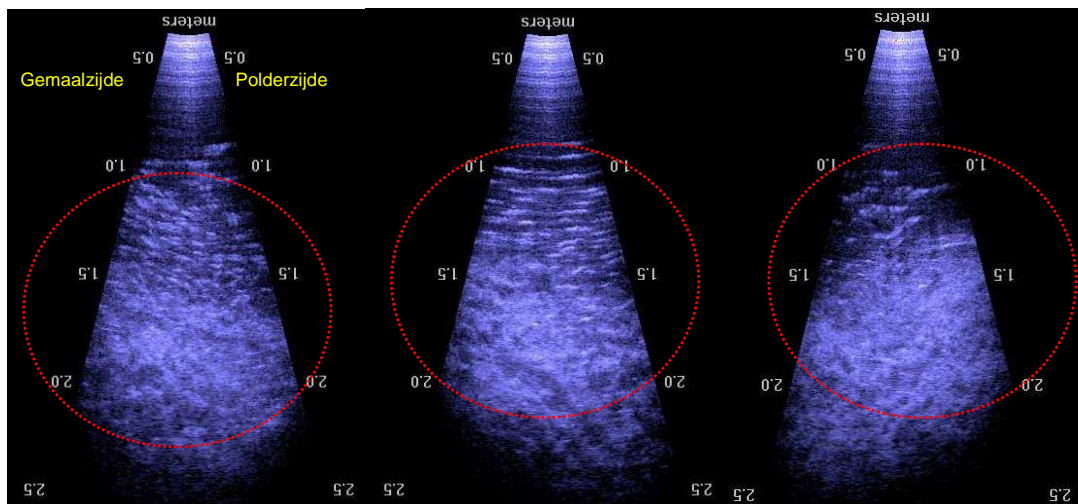
Op 31 oktober 2011 zijn met de DIDSON enkele uren opnames gemaakt voor het krooshek met zowel het visweringssysteem aan als uit (Tabel 4.7). Geen enkele aal is waargenomen tijdens deze meetavond. Wel zijn scholen kleine vis gedurende de gehele meetperiode waargenomen, die zich zowel voor als achter het krooshek bevonden. Deze vissen bevonden zich op deze plekken zowel met de viswering aan als uit in het beeldbereik van de DIDSON (Afbeelding 4.5). Daarnaast is een brasem gezien zowel met het visgeleidingssysteem aan als uit (Tabel 4.8).

Tabel 4.7. Meetactiviteiten met de DIDSON.

Datum	Tijdstip	Gemaal aan	Viswering aan	Visgeleiding aan	DIDSON meting	Window DIDSON
31-10-2011	18:00-18:10	Ja	Ja		Langs krooshek	0.37-2.24
	18:10-18:16	Nee	Ja		Langs krooshek	0.37-2.24
	18:16-18:27	Ja	Ja		Langs krooshek	0.37-2.24
	18:27-18:30	Nee	Ja		Langs krooshek	0.37-2.24
	18:30-18:50	Ja	Nee		Langs krooshek	0.37-2.24
	18:50-19:00	Ja	Nee		Nee	
	19:00-19:27	Ja	Ja		Langs krooshek	0.75-2.24
	19:27-19:33	Nee	Ja		Langs krooshek	0.75-2.24
	19:33-20:00	Ja	Nee		Langs krooshek	0.75-2.24
	20:00-20:03	Nee	Ja		Langs krooshek	0.75-2.24
	20:03-20:30	Ja	Ja		Langs krooshek	0.75-2.24

Tabel 4.8 Waarnemingen van vissen tijdens de twee meetavonden voor het krooshek.

Wering	Tijd	Soort	Lengte	Richting	Gedrag	Commentaar
Uit	19:35-19:40	Brasem	55	Tegen stroming	Voorlangs	
Aan	20:20-20:30	Brasem	55	Tegen stroming	Voorlangs	



Figuur 4.5 Opnames van lokale kleine vissen voor het krooshek zowel met viswering aan (links en midden) als met viswering uit (rechts).

5 Discussie

5.1 Effectiviteit van het FIS-systeem

Effectiviteit op basis van fuikvangsten

De effectiviteit is vastgesteld door te kijken naar de passage via het gemaal waarbij het stroboscoopsysteem aan en uit was. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemiddeld aantal gevangen vissen per uur achter de pomp waarbij het systeem aan of uit stond. In de kolommen staan de gegevens voor zowel alle vissoorten gezamenlijk (Totaal). Elke regel geeft één van de twee mogelijke situaties.

Tabel 5.1 Gemiddeld aantal gevangen vis per uur waarbij het FIS-systeem aan of uit was

	Totaal	
	uur	N/uur
Aan	11,1	6.139,5
Uit	9,3	2.200,8
Totaal	20,4	8.340,2

Om de effectiviteit te bepalen van de lampen, is er getoetst met de Chi kwadraattoets (X2 toets). De 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.

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.

De betrouwbaarheid van deze resultaten is echter niet groot. Dit komt omdat er een overheersend effect is van vissen die zich in de pompkelder schuilhouden. Al hoewel de vangsten doorgaans groter zijn als de lampen aan staan, was dit soms omgekeerd ook het geval. Er is geen effect te zien van de FIS-lampen op de gevangen vissoorten.

Voor aal kon er geen effectiviteit worden aangetoond vanwege de geringe aantallen. Uit de literatuur is bekend dat aal (*A. Rostrata* en *A. Anguilla*) vermijdingsgedrag vertoont ten opzichte

van licht. Uit veldexperimenten en laboratoriumproeven zijn verschillen waargenomen qua effectiviteit, variërend van geen (Adam & Schwevers, 1997; Halsband, 1989) of weinig (Thierrien & Verreault, 1998) tot een afleiding van circa 90 % (Hadderingh *et al.*, 1992; 1999; Hadderingh & Potter, 1995; Hadderingh & Smythe, 1997). Effectiviteit zal afhangen van doorzicht van het water en de stroomsnelheid. Ook de aanwezigheid van een bypass en de aantrekkende werking ervan spelen een rol bij een goede effectiviteit van de lichtsystemen.

Een opvallend aandachtspunt bij de testen is de positie, knipperfrequentie en sterkte van de lampen. In het veld leek de intensiteit van de lampen gering. Dit kan liggen aan de instelling van de stroboscooplampen (te zwak afgesteld), het aantal lampen, aangroei op de lampen, maar ook aan de troebelheid van het water waardoor het licht van de lampen niet ver genoeg kan doordringen. De knipperfrequentie was zo hoog dat het lijkt alsof de lampen constant aan staan. Verder leek de positie van de lampen, aan de zijkant van de instroom, niet erg gunstig. De instroomhoofden kunnen tevens de lichtdoordringing belemmeren richting de instroomopening.

5.2 Visgedrag

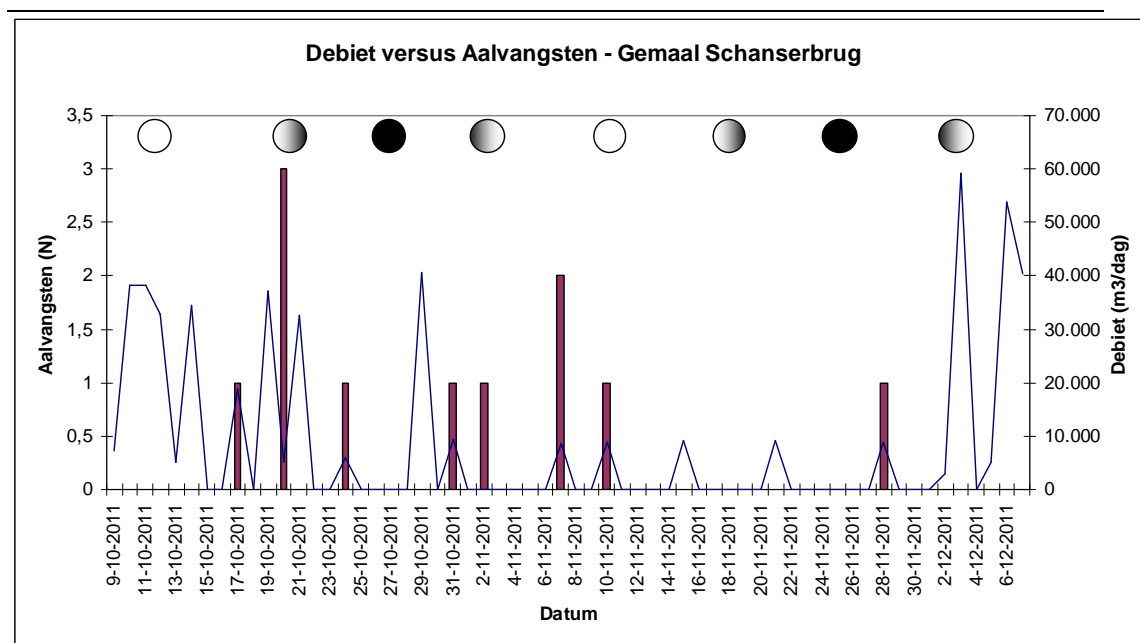
Migratiegedrag van Aal

De stroomafwaartse migratie van schieraal start in het najaar en kan duren tot in het voorjaar. Het afnemend lichtniveau kan daarbij een rol spelen, maar ook de timing van schier worden is belangrijk. In het algemeen wordt de aanvang van de trek getriggerd door een combinatie van uitwendige en inwendige factoren. De inwendige prikkel komt overeen met het schieraalstadium (inwendige bereidheid). Uitwendige prikkels worden ingeleid door milieu factoren, o.a. afvoer, maanstand, periode in het jaar et cetera. Uit de meeste studies naar migratiegedrag van schieraal bleken de belangrijkste triggers voor de aanvang van de stroomafwaartse gerichte trek van schieraal zijn (rivier)afvoer en duisternis / troebelheid van het water (Jansen *et al.*, 2007; Winter *et al.*, 2006; Bruijs *et al.*, 2003; Durif *et al.*, 2003). Overigens gaat dit niet altijd op, de aanwezigheid van migratiebarrières kunnen hierop van invloed zijn. Barrières als gemalen, stuwen, spuisluisen kunnen effect hebben op stromingspatronen- en diversiteit en in kustgebieden bijdragen aan het verharderen van zoet-zoutovergangen. Bij de stroomafwaartse trek gebruiken alen de stromingsrichting als een oriënterende prikkel (rheotaxis). Doorgaans gaat alle water door een kunstwerk (pomp, turbine, sluis etc.), waardoor de trek van alen wordt gehinderd. Dit leidt tot vertraging in de migratie door het vinden van een geschikte route en soms tot schrikreacties door het vuilrooster dat aanwezig is voor de instroomopening.

Bij gemalen is het migratiegedrag van schieraal wel onder de aandacht (STOWA, 2012), maar nog niet beschreven in de wetenschappelijke literatuur. Desondanks mag het bovenbeschreven gedrag van schieraal bij waterkrachtcentrales ook worden verwacht voor de instroom van gemalen. Een verschil met de karakteristieken van waterkrachtcentrales in rivieren is dat de

gemalen alleen water verplaatsen bij een wateroverschot. Het water in polder- en boezemwateren stroomt daardoor niet permanent. Bij langdurig droge perioden kan dit de oriëntatie van alen die naar zee willen trekken bemoeilijken. Ook als het gemaal alleen overdag water verpompt, is dit een probleem voor de nachtactieve alen. Als het gemaal niet in werking is kan deze bovendien fungeren als een schuilgebied voor vis. Deze schuilende vis wordt verrast zodra de pompen van het gemaal worden aangezet en naar buiten gepompt (STOWA, 2012).

In de periode rond 20 oktober is er een piek in de afvoer waargenomen zoals is weergegeven in figuur 5.1. Deze piek valt samen met een piek in aantal gevangen alen. In de periode tussen 29 oktober en 10 november zijn er met regelmaat alen gevangen na een piek in afvoer.



Figuur 5.1 Het verpompte debiet en maanstand versus aantal gevangen Alen bij gemaal Schanserbrug

5.3 Visschade

Bij passage door het gemaal is er veel visschade waargenomen. Als de FIS-lampen uit zijn is het aandeel onbeschadigde vis (91,2 %) iets hoger dan als de lampen aan staan (85,6 %).

5.4 Technische toepasbaarheid

Kosten voor realisatie

De kosten voor een armatuur en unit met 9 lampen bedraagt EUR 32.000 excl. BTW. In hoeverre meerdere units op deze locatie noodzakelijk zijn, is niet duidelijk. De kosten zijn daarmee beduidend lager dan de vervanging van de pompen of de bouw van een nieuw visvriendelijk gemaal.

Onderhoud / Storingen / bemaling

Onderhoud van het systeem was niet noodzakelijk. Tevens is er geen storing geweest tijdens het testen.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Mate van wering en geleiding

Mate van wering en geleiding

- In totaal zijn er 88.783 vissen het gemaal gepasseerd over een periode van 20,4 uur. Het systeem is niet in staat om vissen te weren voor de pomp. Voor de totale vangst geldt dat als het FIS-systeem aan staan er zelfs meer vis de pomp passeert. De resultaten zijn niet betrouwbaar omdat het gemaal een schuif functie heeft voor vis en de gevangen vis al in de pompkelder zat op het moment dat de proef werd uitgevoerd. Wel is duidelijk dat de lampen niet in staat zijn om te voorkomen dat vis de pompkelder in zwemt
- Het aanbod van Aal was laag. Dit lage aanbod van Aal werd ook bevestigd door de DIDSON waarnemingen, waarbij geen enkele Aal werd gezien voor het gemaal. Ook in de aanbodfuisen zat weinig Aal. Het lage aalaanbod kan te maken hebben met de lage afvoer van het gemaal. De afwezigheid van terugvangsten in de aanbodfuis zou er op kunnen duiden dat er relatief weinig zoekgedrag bij de ingang van het gemaal plaatsvindt, en kan suggereren dat er geen snelle doortrek met passage van het gemaal plaatsvindt
- Het gemaal veroorzaakt veel schade bij de gehanteerde toerentallen. Deze schade is aanzienlijk, en neemt zelfs toe (tot 50 - 70 %) op het moment dat de lampen aan staan. Het betreft hier weliswaar geen nauwkeurige schatting, maar benadrukt wel de noodzaak voor het effectief weren van vis uit de pompkelder.

6.2 Technische toepasbaarheid

Het FIS-systeem is goed technisch toepasbaar bij gemaal Schanserbrug. Er was geen sprake van extra onderhoud of storing van een van de lampen. De reikwijdte van het licht van de lampen lijkt te klein. Dit kan te maken hebben met de lichtintensiteit, helderheid van het water en de positie van de lampen (instroomhoofd belemmerd mogelijk de licht indringing).

Het plaatsen van het FIS-systeem is aanzienlijk goedkoper dan vervanging van de pompen of de bouw van een nieuw visvriendelijk gemaal, maar een effectief FIS-visweringssysteem bij gemalen is niet aangetoond.

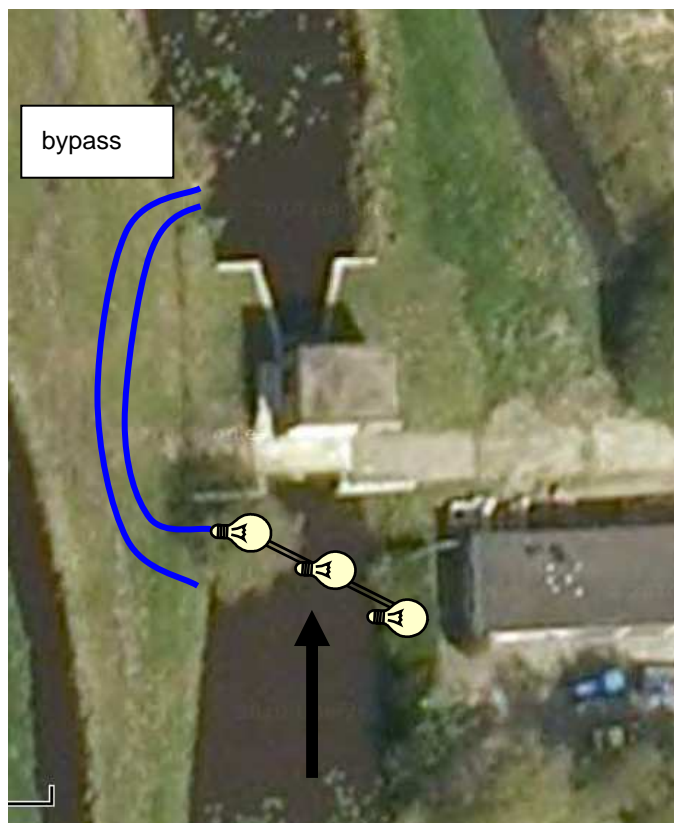
6.3 Aanbevelingen

Het FIS-systeem in de huidige configuratie niet verder toepassen voor viswering en visgeleiding bij gemaal Schanserbrug. Het systeem is niet in staat om vis te weren, waardoor er nog steeds een aanzienlijk deel van de vis het gemaal passeert.

Bovendien moet worden voorkomen dat vis wil schuilen in de pompkelder en tijdens de maalgang massaal – al dan niet beschadigd - mee naar buiten wordt gespoeld. Optimalisatie van het visweringsysteem is gewenst. Het visweringsysteem kan worden verbeterd door:

- Optimaliseren van de huidige lampen. Betere positie (bijvoorbeeld vlak voor het krooshek of voor de pomp) en krachtigere lichtintensiteit
- Keuze van een ander systeem (bijvoorbeeld een fijnrooster)
- Aanpassen / vervangen van de pomp
- Aanleg van een bypasssysteem
- Aangepaste bedrijfsvoering (eerst andere kant op pompen), beginnen met een laag toerental.
- Aal vangen en over de dijk uitzetten.

De bypass moet voor vis minstens zo aantrekkelijk zijn om in te zwemmen als het gemaal. Berg (1995) geeft aan dat het debiet van een bypass voor Aal tenminste 5 % van het totale debiet moet bedragen (4,5 m³/min afvoer richting zee voor een bypass bij gemaal Schanserbrug). Uit sommige studies bleek zelfs dat 50 % van de rivierafvoer nodig is voor een effectieve passage. Dit kan worden ondervangen door een betere geleiding met de lampen richting de opvangbak te bewerkstelligen of door een groter debiet te kiezen van de bypassvoorziening (circa 50 % van de totale afvoer). Naast een de keuze van een voldoende groot debiet is een goede positie / brede / diepe inzwemopening ten opzichte van instroom gemaal en door geleiding van het systeem richting de bypass van belang. Laatstgenoemde wordt niet / minder goed bewerkstelligd als de lampen dicht op de pompen staan. Figuur 6.1 geeft hiervoor een mogelijke configuratie weer van visgeleiding systeem en bypass. Met deze opstelling wordt schuilende vis niet beschermd tegen inzuiging. Hiervoor zijn aanvullende maatregelen nodig. Gedacht kan worden aan een hard geluid in de pompkelder voorafgaand aan het opstarten van het gemaal. Een andere mogelijkheid is het tijdelijk omkeren van de waterstroming (0,5 u) voorafgaand aan het opstarten van het gemaal.



Figuur 6.1 Mogelijke configuratie van visgeleiding systeem en bypass bij gemaal Schanserbrug

Vervolgonderzoek moet zich richten op de evaluatie van de werking van een gerealiseerde bypass voor migratie van Aal naar zee in combinatie met een aangepast visweringsysteem. Aanbevolen wordt om het (fui)k)onderzoek naar de efficiëntie van de vispassage voor Aal eerder te starten, omdat er waarschijnlijk al in augustus aantrek plaatsvindt. Uiteraard gaat dit alleen op indien er sprake is van een natte nazomerperiode.

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.

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