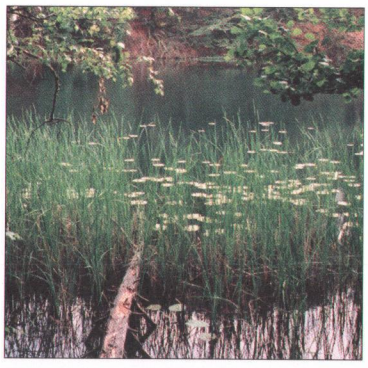
Witteveen + Bos

Dt
263-37

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Monitoring van vismigratie bij 4 potentiële migratieknelpunten

voor- en najaarsonderzoek 2009



Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Witteveen+Bos

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Monitoring van vismigratie bij 4 potentiële migratieknelpunten

voor- en najaarsonderzoek 2009

referentie	projectcode	status
DT263-37/nlja4/006	DT263-37	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
dr. G. Kruitwagen	drs. M. Klinge	14 juli 2010

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

1945942

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. INLEIDING **1**
1.1. Aanleiding 1
1.2. Doel 1
1.3. Leeswijzer 1

2. ACHTERGRONDEN **3**
2.1. Vismigratie 3
2.2. Doelsoorten 5
2.2.1. Europese paling 5
2.2.2. Driedoornige stekelbaars 7
2.2.3. Bot 7

3. AANPAK **8**
3.1. Voorjaarsonderzoek 8
3.1.1. Timing van bemonsteringen 8
3.1.2. Bepaling van het aanbod bij intrek 9
3.1.3. Onderzoek naar de passage van vis bij intrek 10
3.1.4. Verwerking van vangsten 11
3.2. Najaarsonderzoek 11
3.2.1. Timing van bemonsteringen 11
3.2.2. Bepaling van het aanbod bij uittrek 12
3.2.3. Onderzoek naar de passage van vis bij uittrek 13
3.2.4. Verwerking van vangsten 14
3.3. Bio-akoestisch onderzoek 14

4. RESULTATEN GEMAAL KRIMPENERWAARD **17**
4.1. Voorjaarsonderzoek 17
4.1.1. Bepaling visaanbod bij intrek 17
4.1.2. Bepaling vispassage via inlaatwerk 17
4.2. Najaarsonderzoek 18
4.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 18
4.2.2. Bepaling vispassage bij uittrek 19
4.2.3. Samenstelling visbestand bij uittrek 20
4.2.4. Schade en sterfte 21
4.3. Bio-akoestisch onderzoek 23
4.3.1. Inlaatwerk 23
4.3.2. Bemaling 24
4.4. Bespreking resultaten gemaal Krimpenerwaard 27

5. RESULTATEN GEMAAL VERDOOLD **31**
5.1. Voorjaarsonderzoek 31
5.1.1. Bepaling visaanbod 31
5.2. Najaarsonderzoek 31
5.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 31
5.2.2. Samenstelling visbestand bij uittrek 32
5.3. Bespreking resultaten gemaal Verdoold 34

6. RESULTATEN GEMAAL ABRAHAM KROES EN DE SNELLE SLUIS **36**
6.1. Voorjaarsonderzoek 36
6.1.1. Bepaling visaanbod bij intrek 36
6.1.2. Bepaling vispassage via de Snelle Sluis bij intrek 37

6.2. Najaarsonderzoek bij poldergemaal Abraham Kroes 37
6.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 37
6.2.2. Bepaling vispassage bij uittrek 38
6.2.3. Samenstelling visbestand bij uittrek 39
6.2.4. Schade en sterfte 40
6.3. Najaarsonderzoek bij ringvaartgemaal Abraham Kroes 41
6.3.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 41
6.3.2. Bepaling vispassage bij uittrek 42
6.3.3. Samenstelling van het visbestand 43
6.3.4. Schade en sterfte bij uittrek 44
6.4. Najaarsonderzoek bij de Snelle Sluis 46
6.4.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 46
6.4.2. Bepaling vispassage bij uittrek 47
6.4.3. Samenstelling van het visbestand bij uittrek 48
6.5. Bespreking resultaten gemaal Abraham Kroes en Snelle Sluis 49

7. RESULTATEN GEMAAL KRALINGSE PLAS 52
7.1. Najaarsonderzoek 52
7.1.1. Bepaling visaanbod bij uittrek 52
7.1.2. Bepaling vispassage via het gemaal bij uittrek 52
7.1.3. Samenstelling van het visbestand bij uittrek 53
7.1.4. Schade en sterfte bij uittrek 54
7.2. Bio-akoestisch onderzoek 56
7.3. Bespreking resultaten gemaal Kralingse Plas 58

8. DISCUSSIE EN CONCLUSIES 59
8.1. Algemeen verloop van het onderzoek en communicatie 59
8.2. Voorjaarsonderzoek 59
8.2.1. Vangsten 59
8.2.2. Timing van het voorjaarsonderzoek 61
8.3. Najaarsonderzoek 62
8.3.1. Vangsten 62
8.3.2. Vergelijking met eerdere onderzoeken 62
8.3.3. Timing van het najaarsonderzoek 63
8.3.4. Geschiktheid van vangtuigen 63
8.4. Betekenis van de resultaten voor het vervolg 64

9. REFERENTIES 65

laatste bladzijde **66**

bijlagen		aantal bladzijden
I	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Krimpenerwaard	5
II	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Verdoold	3
III	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij poldergemaal Abraham Kroes	5
IV	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij ringvaartgemaal Abraham Kroes	6
V	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij de Snelle Sluis	4
VI	Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Kralingse Plas	2
VII	Resultaat visstandbemonstering peilvak Bergambacht	1
VIII	Resultaat visstandbemonstering peilvak Stolwijk en Berkenwoude	1
IX	Resultaat visstandbemonstering Zuidplaspolder-zuid	2
X	Resultaat visstandbemonstering op de Ringvaart	1
XI	Rapportage over geluidsmetingen uitgevoerd door de Universiteit Leiden	12

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

In 2007 is voor het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard een prioritering van knelpunten voor vismigratie uitgevoerd [lit. 1., 2.]. Op basis van deze analyse is aan onder meer de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes en de Snelle Sluis de hoogste prioriteit toegekend. Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft zich voorgenomen om de prioritaire knelpunten zoveel mogelijk voor 2015 op te heffen door aanpassing van de kunstwerken. In fase 3 van de prioriteringsstudie zijn de mogelijkheden voor het vispasseerbaar maken van de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes, Schilthuis en de Snelle Sluis onderzocht [lit. 3., 4.]. Daarnaast is gekeken naar het vispasseerbaar maken van gemaal Kralingse Plas omdat dit gemaal op korte termijn vervangen moet worden.

Het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard heeft Witteveen+Bos opdracht gegeven om in het voor- en najaar van 2009 onderzoek te verrichten naar het visaanbod en de vispasseerbaarheid van de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes, Kralingse Plas en de Snelle Sluis.

1.2. Doel

Het onderzoek naar de vispasseerbaarheid en visveiligheid van de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes en de Snelle Sluis maakt deel uit van het KRW-Innovatieprogramma 'Vissen zwemmen weer heen en weer'. Dit programma heeft tot om enkele innovatieve vismigratievoorzieningen in de praktijk toe te passen en te toetsen. Het onderzoek dat in voorliggende rapportage is beschreven dient als 0-meting om passeerbaarheid van deze kunstwerken in de huidige situatie vast te stellen. Na realisatie van de voorziene migratievoorzieningen bij de gemalen en de schutsluis zal opnieuw een vismigratie onderzoek worden uitgevoerd. Door de uitkomsten van de beide onderzoeken te vergelijken zal kunnen worden vastgesteld in hoeverre de vispasseerbaarheid en visveiligheid zijn verbeterd door de gemaakte aanpassingen.

voorjaarsonderzoek

Het voorjaarsonderzoek had tot doel om antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

- wat is de omvang en samenstelling van het visaanbod dat zich in het voorjaar aandient bij de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold en Abraham Kroes en de Snelle Sluis?
- bevinden zich in het water dat via de inlaat van gemaal Krimpenerwaard wordt binnengelaten vissen? In hoeverre raken de passerende vissen hierbij beschadigd?
- in hoeverre maken vissen gebruik van de Snelle Sluis om in het voorjaar in de richting van de Ringvaart te trekken?

najaarsonderzoek

Het najaarsonderzoek had tot doel om antwoord te geven op de volgende onderzoeksvragen:

- welk deel van het visbestand dat zich bij gemalen aandient, maakt gebruik van de route via de gemaalpompen om de gemalen te passeren?
- wat is de geluidsproductie bij verschillende gemalen? In hoeverre kan, als gevolg van de geluidsproductie, verwacht worden dat er een barrièrewerking uitgaat van de gemalen?
- treedt er bij de passage van de gemaalpompen door vissen beschadiging en/of sterfte op? Zo ja, welk percentage van de passerende vissen raakt beschadigd of wordt gedood?

1.3. Leeswijzer

De verdere indeling van voorliggend rapport is als volgt:

- in hoofdstuk 2 zijn achtergronden over vismigratie en informatie over enkele doelsoorten opgenomen;
- hoofdstuk 3 beschrijft de gevolgde aanpak bij de uitvoering van het voor- en najaarsonderzoek;
- in hoofdstuk 4 zijn de resultaten beschreven die bij gemaal Krimpenerwaard zijn verkregen;

- in hoofdstuk 5 zijn de resultaten beschreven die bij gemaal Verdoold zijn verkregen;
- in hoofdstuk 6 zijn de resultaten beschreven die bij gemaal Abraham Kroes en de Snelle Sluis zijn verkregen;
- in hoofdstuk 7 zijn de resultaten beschreven die bij gemaal Kralingse Plas zijn verkregen;
- in hoofdstuk 8 worden de resultaten besproken en worden conclusies getrokken;
- hoofdstuk 9 geeft een overzicht van de literatuur die bij het opstellen van deze rapportage is gebruikt.

2. ACHTERGRONDEN

2.1. Vismigratie

migratiebewegingen
Voor vrijwel alle vissoorten geldt dat de habitatvoorkeur in de tijd verandert. De verschillen in habitatvoorkeur kunnen voor verschillende levensstadia bestaan, maar de habitatvoorkeur kan ook per seizoen verschillen. Als gevolg van de veranderende habitatvoorkeuren kennen vrijwel alle vissoorten een zekere vorm van migratie. Er kan onderscheid gemaakt worden in de volgende typen migratiebewegingen:

- paaimigratie (migratie richting de paaigronden);
- migratie van en naar overwinteringsgebieden;
- verspreidingsmigratie (migratie ten behoeve van uitbreiding van het verspreidingsgebied);
- ontogenetische migratie (migratie tussen de habitats die voor opeenvolgende levensstadia van belang zijn).

Naast deze migratie bewegingen, die voornamelijk verplaatsingen voor langere periodes betreffen, kennen vissen ook lokale verplaatsingen. Dit zijn dagelijkse bewegingen die vooral bestaan uit aanpassingen aan veranderingen in omgevingsfactoren, bedreigingen en voorkeuren voor stroomsnelheid, plantengroei, bodemsubstraat, temperatuur en voedselaanbod.

migratiegildes
De migratiebehoefte en de afstand waarover migratie plaatsvindt lopen sterk uiteen tussen soorten. De vissoorten zijn onder te verdelen in drie migratiegildes:

- **potamodrome vissoorten**, vissoorten die alleen binnen de zoete binnenwateren migreren;
- **diadrome vissoorten**: dit zijn vissoorten die tussen zoet en zout water migreren. Op basis van hun ecologie zijn deze soorten verder onder te verdelen in de volgende groepen:
  - **anadrome vissen**: deze soorten brengen enkele levensstadia in zeewater door maar zijn voor voorplanting afhankelijk van zoet water (bijvoorbeeld 3-doornige stekelbaars, spiering, zalm en zeeforel);
  - **katadrome vissen**: deze soorten brengen enkele levensstadia door in zoetwater, maar zijn voor de voortplanting afhankelijk van zeewater (bijvoorbeeld de paling);
  - **amfidrome vissen**: deze vissoorten migreren frequent tussen zoet en zout water voor andere doelen dan voortplanting, bijvoorbeeld om te foerageren;
- **oceanodrome vissoorten**: vissoorten die uitsluitend binnen zeewater migreren (bijvoorbeeld tonijn).

nut en noodzaak van vismigratie
Voor een gezonde visstand is het van belang dat de aanwezige vissoorten tijdens elk levensstadium en seizoen voldoende geschikte habitats kunnen bereiken. Daarnaast is het van belang dat er voldoende uitwisseling van genetisch materiaal kan plaatsvinden tussen populaties onderling. Een goede uitwisseling tussen populaties zorgt voor diversiteit binnen de populaties waardoor de populaties een grotere resistentie hebben tegen ziektes en afwijkingen. Als er niet langer voldoende geschikte habitats bereikt kunnen worden en/of er niet langer voldoende uitwisseling tussen populaties kan plaatsvinden, kan de gezondheid van populaties aangetast worden en kan een soort (lokaal) bedreigd worden in het voortbestaan.

In Nederland heeft de bouw van vele waterbouwkundige kunstwerken, waaronder stuwen en gemalen, geleid tot een grote mate van versnippering en zijn traditionele migratieroutes verbroken. De effecten hiervan op de migratiebewegingen van vissen zijn het meest zichtbaar bij de diadrome vissoorten, voor deze soorten zijn open verbindingen tussen zee en het zoete water immers van groot belang. Een kwetsbaar voorbeeld hiervan vormt de Europese paling die voor zijn voortplanting afhankelijk is van migratie tussen de Golf van Mexico en de Europese binnenwateren.

In Nederland vormen de vele poldersloten geschikte opgroeihabitat voor de paling. Als gevolg van de bouw van kunstwerken zijn veel wateren niet of nauwelijks meer bereikbaar voor de juveniele glasaal, terwijl de paairijpe schieralen bij de terugkeer naar zee worden bedreigd door gemalen. Beperkte migratiemogelijkheden hebben echter ook invloed op de zoetwatervissen in de binnenwateren. Hoewel deze vissen uitsluitend binnen het zoete water verblijven kunnen ook deze soorten over grote afstanden migreren zolang ze niet door barrières gehinderd worden. Voor de zoetwatervissen worden de mogelijkheden voor uitwisseling tussen populaties beperkt door de aanwezigheid van kunstwerken, maar daarnaast geldt ook voor deze vissoorten dat de populaties bedreigd kunnen worden door afnemende bereikbaarheid van geschikte habitats. Zo kan de beschikbaarheid van geschikte overwinteringsplekken in polderwateren beperkt zijn, waardoor de aanwezige populaties afhankelijk zijn van de bereikbaarheid van overwinteringsplekken in andere gebieden. Migratiemogelijkheden kunnen ook van belang zijn om tijdelijke ongunstige milieuomstandigheden te kunnen ontvluchten (bijvoorbeeld hoge of juist lage temperaturen, zuurstofproblemen of toxische stoffen).

herstel van migratieroutes

Door het verwijderen van kunstwerken of de aanleg van migratievoorzieningen kunnen migratiebarrières worden opgeheven. Het is echter lastig te voorspellen welk effect het opheffen van een migratiebarrière heeft op de migratiebewegingen van vissen op de betreffende locatie. Veel vissoorten zijn vrij traditioneel in het gebruik van migratieroutes. Het kan daardoor voorkomen dat het opheffen van een migratiebarrière aanvankelijk niet of nauwelijks tot een toename in het visaanbod op het voormalige knelpunt leidt omdat de route via het betreffende punt niet langer als migratieroute gebruikt wordt. Het kan daardoor enige tijd duren voordat een opnieuw beschikbare migratieroute gebruikt wordt. Daarnaast geldt dat alleen verwacht kan worden dat er migratiebewegingen op gang komen als het gebied dat door het opheffen van de migratiebarrière ontsloten wordt waardevolle habitats biedt voor de aanwezige vissoorten.

timing van migratiebewegingen

In Nederland migreren de meeste vissoorten in de periode maart-mei stroomopwaarts naar de paaigronden. Na de paaiperiode verplaatsen de vissen zich naar de zomer- of opgroeihabitat. In het najaar (augustus-november), trekken de vissen stroomafwaarts naar de overwinteringsgebieden. Het exacte tijdstip van migratie verschilt per jaar en per soort (tabellen 2.1 en 2.2). De timing hangt onder meer samen met de ontwikkeling van de watertemperatuur en de weersomstandigheden.

tabel 2.1. Voorjaarsmigratie van enkele vissoorten [lit. 8. en 9.]

vissoort	migratietype	maand						soort migratie
		januari	februari	maart	april	mei	juni	
paling	katadroom							
- glasaal								intrek van glasaal
- pootaal								doortrek van pootaal
spiering	anadroom							paaimigratie
3-doornige stekelbaars	anadroom							paaimigratie
bot	katadroom							intrek van jonge bot
baars	lokaal/regionaal							paaimigratie
brasem	lokaal/regionaal							paaimigratie
blankvoorn	lokaal/regionaal							paaimigratie
pos	lokaal							paaimigratie

tabel 2.2. Najaarsmigratie van enkele vissoorten [lit. 8.]

vissoort	migratietype	maand						soort migratie
		juli	augustus	september	oktober	november	december	
paling	katadroom				←	———	→	uittrek van schieraal
rivierprik	anadroom						← ——— →	intrek
spiering	anadroom		← ———	———	———	———	→	uittrek
3-doornige stekelbaars	anadroom	← ———	———	———	———	→		paaimigratie
diverse zoetwatersoorten	lokaal/regionaal			← ———	———	→		migratie naar overwinteringsgebieden

2.2. Doelsoorten

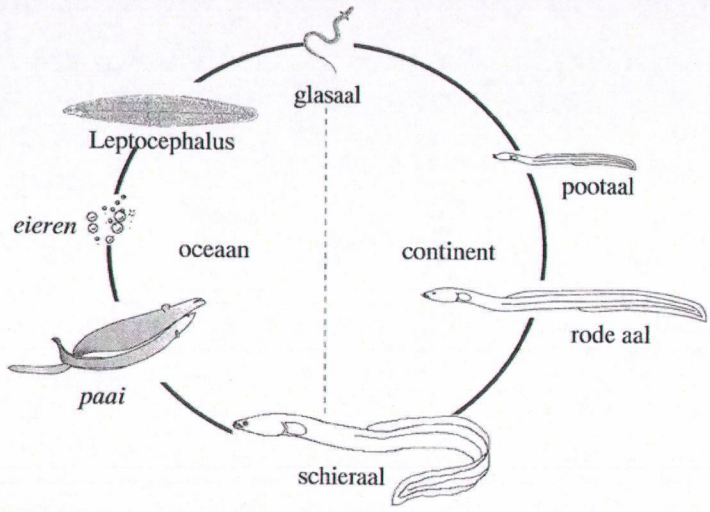
Binnen het huidige onderzoek zijn de paling, driedoornige stekelbaars en bot als doelsoorten beschouwd. Bij het voorjaarsonderzoek is de aandacht op elk van deze drie soorten gericht. In de voorjaarsperiode vindt de paaimigratie van de driedoornige stekelbaars plaats. In ongeveer dezelfde periode bereiken de glasalen over het algemeen de Nederlandse kust. In het late voorjaar trekken jonge botjes het zoete binnenwater in. Binnen het najaarsonderzoek gaat de aandacht vooral uit naar de uittrek (paaimigratie) van de volwassen palingen. Deze uittrek vindt in het late najaar plaats en overlapt gedeeltelijk met de migratie van zoetwatervissen naar de overwinteringsgebieden.

2.2.1. Europese paling

Dit onderzoek richtte zich onder meer op de Europese paling (*Anguilla anguilla*). Er worden verschillende benamingen gebruikt om de opeenvolgende levensstadia van de Europese paling aan te duiden. Deze worden in onderstaande tekst kort omschreven.

De paling (of aal) begint zijn levenscyclus vermoedelijk in de Sargasso zee in de Golf van Mexico, waarna de aanvankelijk bladvormige larfjes (**leptocephalus**) met de oceaanstromen meereizen tot ze na acht tot negen maanden als **glasaal** (afbeelding 2.2) de Noord-Atlantische kustwateren bereiken [lit. 5.]. De glasalen bereiken de Nederlandse kust over het algemeen in de periode tussen eind maart en begin mei. De halfdoorzichtige glasaaltjes, die dan rond 8 cm lang zijn, trekken het zoete water binnen koloniseren alle watertypen tot in de haarvaten, zoals poldersloten. Soms verloopt de intrek stapsgewijs en trekken de jonge palingen pas na één of enkele jaren na het bereiken van de binnenwateren als gepigmenteerde **pootaal** verder in de richting van de haarvaten. In de binnenwateren veranderen de jonge dieren naar kleine palingen met een geel-oranje buik, zogenaamde **rode aal**. Zodra de rode alen volwassen worden, verandert de kleur van de buik van geeloranje in zilverachtig. De volwassen dieren worden aangeduid als **paling**. Na een aantal jaren worden de alen geslachtsrijp. De lengte van de alen, nu **schieraal** genoemd, ligt dan rond de 40 cm voor mannetjes en rond de 60 cm voor vrouwtjes. De schieralen migreren stroomafwaarts richting zee om terug te keren naar de Sargasso zee voor de voortplanting. In Nederland vindt de stroomafwaartse migratie voornamelijk in de najaarsperiode, van half september tot eind november, plaats. Deze migratie wordt ingegeven door de omslag van het weer in het najaar. Na de voorplanting in de Sargasso zee sterven de palingen.

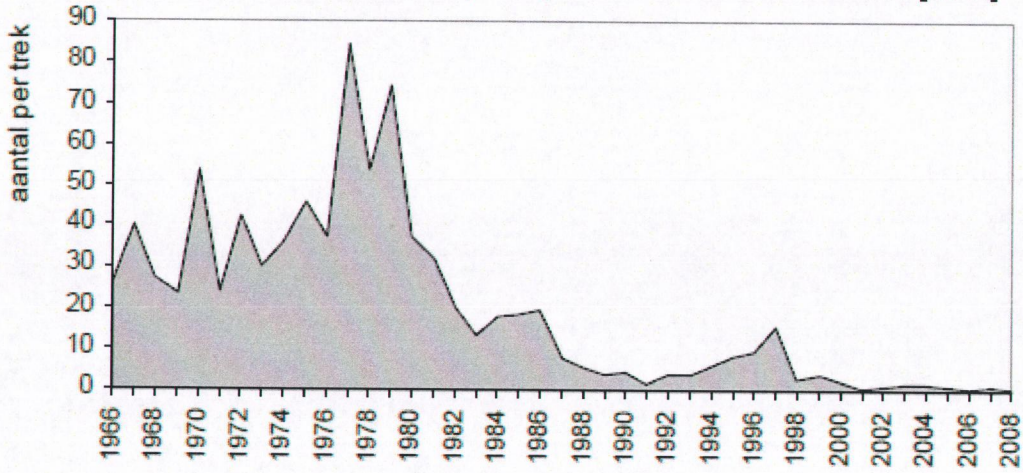
afbeelding 2.1. De levenscyclus van de Europese paling [lit. 6.]



afbeelding 2.2. Glasalen (links) en schieralen (rechts)

Sinds 1980 is het aantal glasalen dat in het voorjaar in de Nederlandse kustwateren wordt waargenomen sterk gedaald. Visserij en verminderde in- en wegtrekmogelijkheden worden hiervoor als mogelijke oorzaken gezien [lit. 6. en 7.].

afbeelding 2.3. Verloop van de jaarlijkse vangst aan glasaal bij de kruisnetbemonsteringen te Den Oever op 22 april om 22.00u door IMARES [lit. 7.]



2.2.2. Driedoornige stekelbaars

De driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) is een vis met een maximale lengte van 10 cm die gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van drie rugstekels voor de rugvin (afbeelding 2.4). De stekelbaars is een zeevis die het zoete water binnentrekt voor de voortplanting. Er komen echter ook populaties voor die in het zoete water 'ingesloten' zijn en de hele levenscyclus in het zoet water voltooien [lit. 8.].

afbeelding 2.4. Driedoornige stekelbaarsjes (links) en bot (rechts)

2.2.3. Bot

De bot (*Platichthys flesus*) is een platvis die veel voorkomt in de kustwateren. De bovenzijde van de bot is groen tot bruin gekleurd met gelige vlekjes (afbeelding 2.4). Van alle platvissen, allemaal zeevissen, is de bot de enige platvis die het zoete water binnen trekt. De bot plant zich van februari tot mei voor op zee, waarna de jonge botjes richting de kust en de riviermondingen trekken waar ze meerdere jaren kunnen verblijven voordat ze terugkeren naar zee [lit. 8.].

3. AANPAK

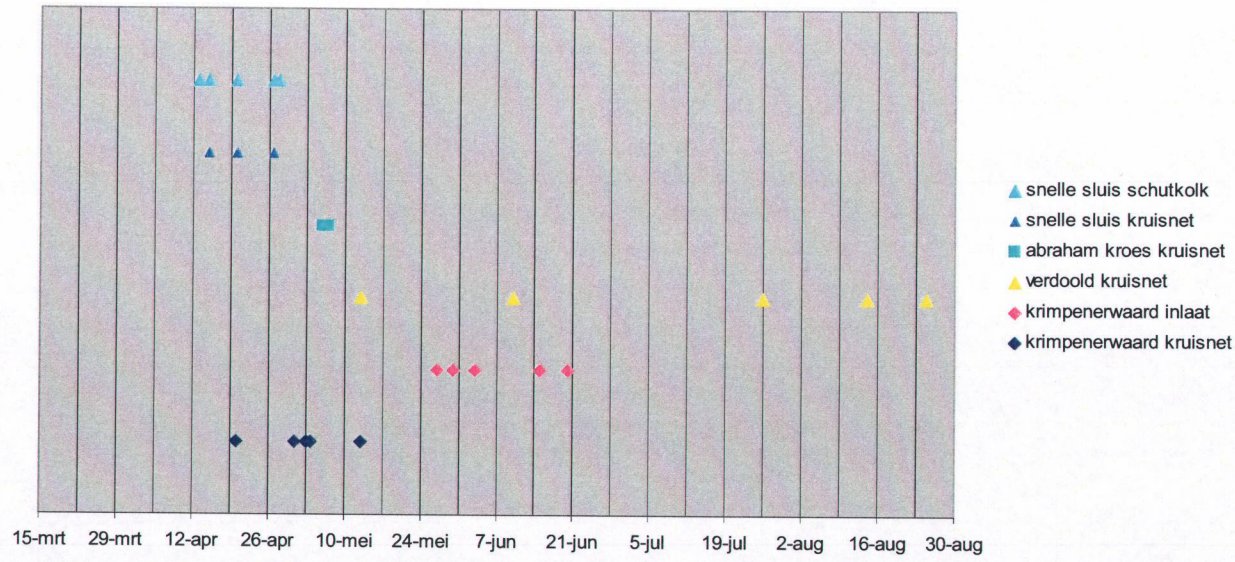
3.1. Voorjaarsonderzoek

3.1.1. Timing van bemonsteringen

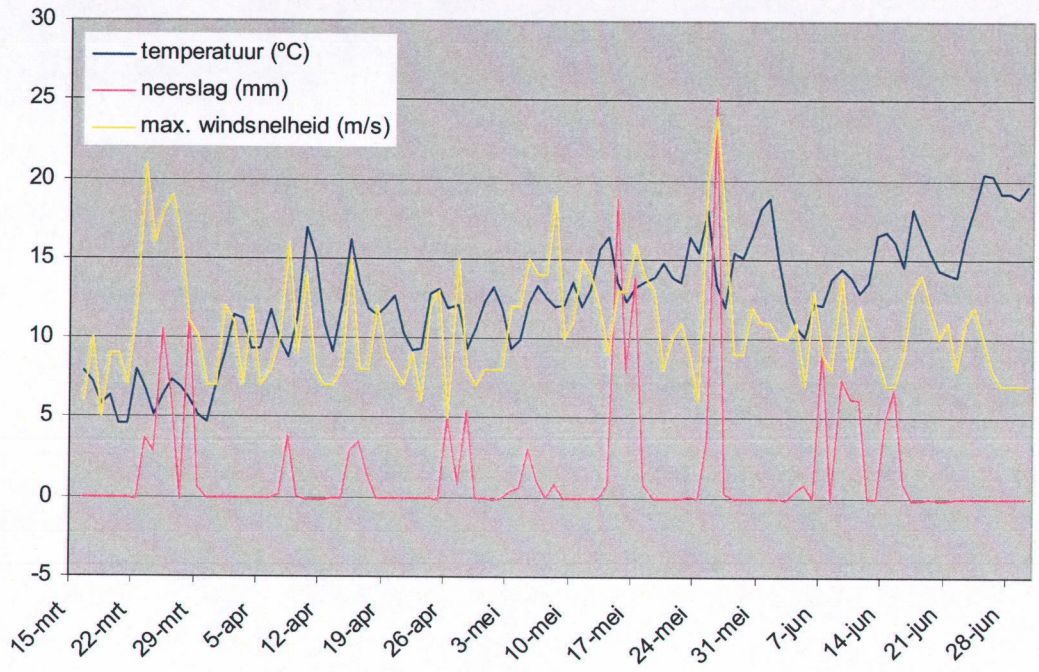
De timing van de bemonsteringen in het voorjaar van 2009 is afgestemd op de intrek van de glasaal. Diverse beroepsvissers nemen bij hun visserij waar of er glasalen aanwezig zijn. Witteveen+Bos heeft contact met diverse beroepsvissers die ons informeren over de waarnemingen van glasaal in het voorjaar. De piek in de glasaalintrek vindt meestal plaats rond eind april. De exacte timing verschilt van jaar tot jaar en per locatie. Welke factoren bepalend zijn voor het moment van intrek is niet bekend. Weersomstandigheden lijken geen invloed te hebben. Bemonsteringen van het visaanbod in het voorjaar worden gewoonlijk rond de piek in het glasaalaanbod gekozen. De intrek van driedoornige stekelbaars en bot valt over het algemeen samen met deze piek in het glasaalaanbod.

In het voorjaar van 2009 werden langs de Hollandse kust en op de Nieuwe Waterweg, in tegenstelling tot andere jaren, nauwelijks glasalen waargenomen door de beroepsvisserij. De bemonsteringen zijn daarom pas half april gestart (afbeelding 3.1). In afbeelding 3.2 zijn de weersomstandigheden voor de onderzoeksperiode weergegeven. Uit onderzoeken op diverse verder landinwaarts gelegen locaties, waaronder gemaal Halfweg en de Nijkerkersluis, is bekend dat de aal soms pas als pootaal (meerjarige ondermaatse aal) passeert [lit. 12., 22.]. Bij de Nijkerkersluis werd de migratie van deze pootaal pas in juni-juli waargenomen. Omdat de waarneming en vangst van glasaal in de maanden april en mei vrijwel geheel uitbleef is besloten om enkele waarnemingen te verplaatsen tot in de loop van de zomer om te bekijken of er mogelijk later in het seizoen intrek van pootaal plaatsvond.

afbeelding 3.1. Verdeling van de bemonsteringsinspanning in het voorjaar van 2009



afbeelding 3.2. **Temperatuur, neerslag en maximale windsnelheden gemeten bij meetpunt Rotterdam in voorjaar 2009 [bron: KNMI]**



3.1.2. Bepaling van het aanbod bij intrek

De visoptrek richting de gemalen Krimpenerwaard en Verdoold en de Snelle Sluis is onderzocht met behulp van een kruisnet van 4 bij 4 meter met een maaswijdte van 1,5 mm. Een kruisnet is een vierkant net dat aan de onderzijde is verzwaard en dat met een hijsmechanisme tot op of net boven de bodem wordt gebracht. Op gezette tijden wordt het net snel boven water gehaald, waardoor vissen die zich in de waterlaag boven het net bevinden worden gevangen. Bij de bemonsteringen is een lamp gebruikt. Met deze lamp wordt de vis uit de directe omgeving aangetrokken. Hierdoor wordt ervoor gezorgd dat de vis die zich bij het neerlaten van het net verspreid heeft zich weer verzameld.

Op elk van de drie locaties is het visaanbod gedurende 5 avonden bemonsterd. Bij gemaal Krimpenerwaard zijn de kruisnetbemonsteringen voor het uitstroomhoofd op de Lek uitgevoerd met behulp van een kraan op een vissersboot (afbeelding 3.3). De bemonsteringen bij gemaal Verdoold zijn uitgevoerd in de maalkom aan de zijde van de Hollandsche IJssel. Ten behoeve van de bemonsteringen werden de puntdeuren tussen de maalkom en de Hollandsche IJssel met behulp van kettingen open gehouden. De bemonsteringen bij de Snelle Sluis zijn aan de buitenzijde van de bovendeuren uitgevoerd. Bij zowel gemaal Verdoold als de Snelle Sluis is het kruisnet met behulp van een kraan bediend. Bij de bemonsteringen bij gemaal Verdoold zijn de bemonsteringen uitgevoerd met behulp van een kraan op een terreinwagen. Voorafgaand aan de bemonsteringen werd gedurende tenminste een uur water uitgemalen om een lokstroom te vormen. Bij de Snelle Sluis werd deze lokstroom gecreëerd met behulp van gemaal Abraham Kroes.

In verband met de tegenvallende vangsten bij de Snelle Sluis zijn op 6 en 7 mei bemonsteringen met het kruisnet uitgevoerd bij het uitstroomhoofd van gemaal Abraham Kroes. Dit om te controleren of de lage vangsten in verband kunnen worden gebracht met het ontbreken van een lokstroom bij de Snelle Sluis.

afbeelding 3.3. Kruisnetbemonstering

3.1.3. Onderzoek naar de passage van vis bij intrek

gemaal Krimpenerwaard

Tijdens het voorjaarsonderzoek is achter de uitstroom van het inlaatwerk een grofmazig net (met een maaswijdte van 9 mm halve maas) geplaatst om te onderzoeken of:

- er bij het inlaten van water via gemaal Krimpenerwaard vis wordt ingelaten en
- in welke mate vissen bij de passage van de inlaatleiding en de vlinderklep beschadigd raken.

De maaswijdte van 9 mm halve maas is gekozen om voldoende waterafvoer mogelijk te maken. Bij deze maaswijdte worden vissen met een lengte vanaf 6 cm met zekerheid gevangen. Bij een nauwere maaswijdte zou een langer net nodig zijn om dezelfde afvoerende functie te hebben. In dit geval is bij de start van het onderzoek in overleg ervoor gekozen om het intrekonderzoek te richten op grotere vissen waardoor met een net met ruimere maaswijdte kon worden volstaan. Dit heeft echter tot gevolg dat de kleinste vissen niet betrouwbaar gevangen konden worden. Voorafgaand aan de bemonsteringen is het net door een duiker om de uitstroom geknoopt. Op vijf avonden is water ingelaten ten behoeve van de bemonsteringen (zie tabel 4.3).

Snelle Sluis

Bij de Snelle Sluis is onderzocht in hoeverre vissen gebruik maken van de schutsluis om van de Hollandsche IJssel naar de Ringvaart te trekken. Ten behoeve van het onderzoek werden loze schuttingen uitgevoerd met behulp van de rinketten. Tijdens deze schuttingen is de schutkolk bemonsterd met behulp van een fuik (maaswijdte 9 mm halve maas). De fuik is in de schutkolk geplaatst zodat de volledige breedte van de schutkolk en de hoogte van de waterlaag werd bestreken. De fuik werd met behulp van gewichten achter de bovendeuren en een ankerlijn aan het uiteinde van de fuik opgespannen. De fuik is ingezet om het bestand aan grote vis (schubvis en paling) dat via de schutkolk passeert te bemonsteren.

Tijdens vijf avonden zijn bemonsteringen in de schutkolk uitgevoerd. Op vier van deze avonden zijn verschillende schuttingen uitgevoerd. De volgorde hierbij was als volgt:

- bij aanvang van de loze schutting werd de rinket in de bovendeur geopend;
- na circa 10 minuten werd de rinket gesloten;

- vervolgens werd de rinket in de benedendeuren geopend, waardoor het waterpeil in de schutkolk zakte. Vissen die tijdens deze stap richting de Ringvaart proberen te zwemmen werden in de fuik gevangen;
- na de bemonstering met de fuik is met behulp van een kruisnet gecontroleerd of er kleine vis in de schutkolk aanwezig was die niet in de fuik gevangen werd. Deze kleine vis is niet aangetroffen.

Vervolgens werd een nieuwe schutcyclus gestart door de schutkolk te vullen.

Op de vijfde avond is de rinket in de bovendeur volledig geopend, terwijl de rinket in de benedendeur gedeeltelijk geopend is. Zodoende was er een voortdurende stroming in de schutkolk. Tot de volgende ochtend is op deze wijze water ingelaten naar de Ringvaart. In de ochtend is de kolk één keer afgeschut naar de Ringvaart, waarna de fuik is geleegd.

3.1.4. Verwerking van vangsten

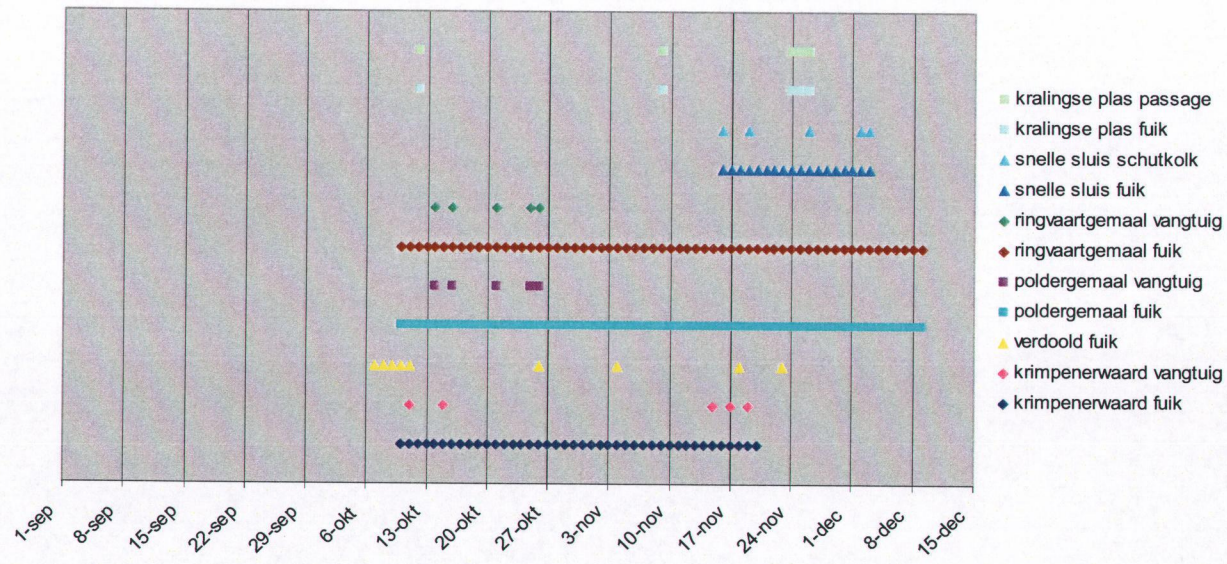
Na elke bemonstering of fuiklichting werd de vangst gesorteerd en verwerkt, waarbij vangstgewicht, aantal gevangen vissen, de verdeling van de vangst over de verschillende soorten en lengteklassen en (indien van toepassing) het beschadigingspercentage werd geregistreerd. Na verwerking van de vangsten zijn de gevangen vissen aan de polder- of boezemzijde uitgezet.

3.2. Najaarsonderzoek

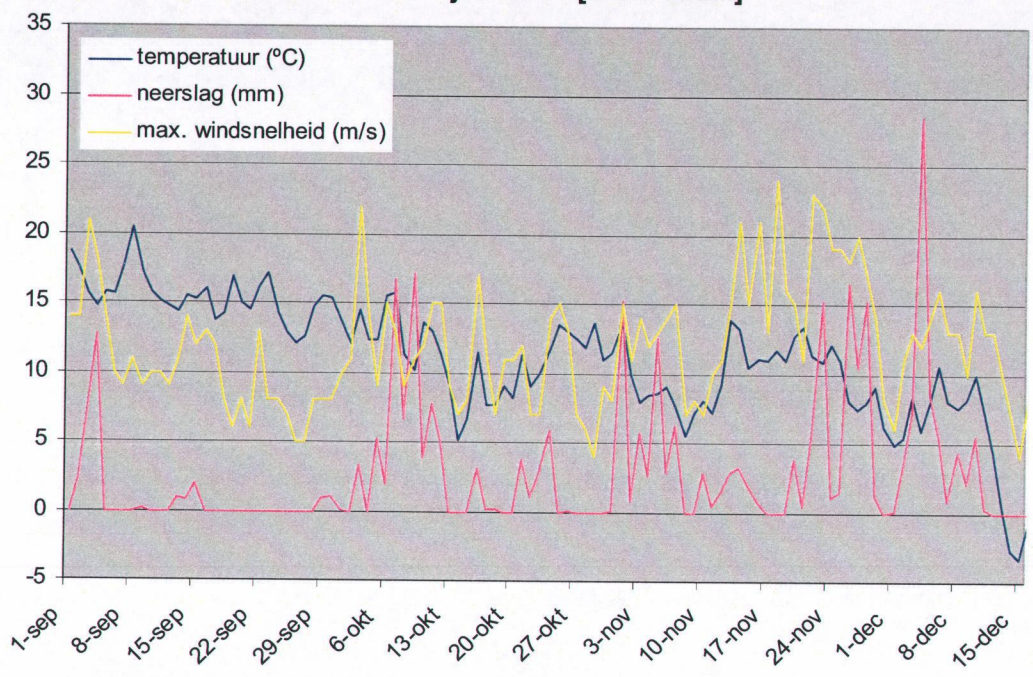
3.2.1. Timing van bemonsteringen

De verdeling van de bemonsteringsinspanning in de tijd is weergegeven in afbeelding 3.4. De bemonsteringen in het najaar zijn vooral gericht op de migratiepiek van de schieraal. Het moment waarop de najaarsmigratie plaatsvindt is afhankelijk van de weersomstandigheden. De stroomafwaartse migratie van de meeste schubvissoorten vindt rond dezelfde periode plaats, maar is minder gebonden aan de ontwikkelingen in het weer. Over het algemeen vindt de migratie van schieraal plaats bij stormachtig weer met veel neerslag bij een dalende luchttemperatuur. Bij het huidige onderzoek is de bemonsteringsinspanning dan ook vooral gericht op perioden met storm en regen. Het najaar van 2009 was relatief warm en droog. Pas in de loop van november vonden de eerste echte najaarsstormen plaats (afbeelding 3.5). Hierdoor is de najaarsmigratie van aal en schubvissen wat uit de pas gaan lopen.

afbeelding 3.4. Verdeling van de bemonsteringsinspanning bij het najaarsonderzoek



afbeelding 3.5. **Temperatuur, neerslag en maximale windsnelheden gemeten bij meetpunt Rotterdam in najaar 2009 [bron: KNMI]**



3.2.2. Bepaling van het aanbod bij uittrek

Om de omvang en samenstelling vast te kunnen stellen van het visaanbod dat in het najaar vanuit het achterland optrekt naar de onderzochte gemalen en de Snelle Sluis zijn 4-kelige aalfuiken gebruikt:

- bij de gemalen Krimpenerwaard en Verdoold zijn langs beide oevers van het toevoerkanaal fuiken geplaatst;
- bij gemaal Abraham Kroes zijn in totaal 4 fuiken geplaatst (afbeelding 3.6). Aan de polderzijde van het gemaal zijn aan de beide oevers van het toevoerkanaal fuiken geplaatst. Daarnaast zijn twee fuiken in de ringvaart geplaatst. Zowel ten westen als ten oosten van het gemaal stond een fuik aan de oever aan de gemaalzijde van de boezem. Om doorgang te verlenen aan de scheepvaart is besloten geen fuiken langs de oever aan de rivierzijde te plaatsen;
- bij de Snelle Sluis zijn aan beide oevers van het toevoerkanaal vanaf de ringvaart fuiken geplaatst;
- bij gemaal Kralingse Plas is langs één van de beide oevers van het kanaal dat de Kralingse Plas met de sluis verbindt een fuik geplaatst. De beschikbare ruimte was hier onvoldoende om twee fuiken te plaatsen zonder de scheepvaart te hinderen.

afbeelding 3.6. Positie van de fuiken bij gemaal Abraham Kroes

De fuiken hadden een maaswijdte die terugliep van 26, via 22 naar 18 mm hele maas. De fuiken zijn met de opening in de richting van het gemaal opgesteld om vissen die voor het gemaal zoekgedrag vertonen op te vangen. Het aantal nachten tussen twee fuiklichtingen is door de uitvoerende beroepsvissers bepaald op basis van de vangstgrootte. De opzet was om op elke locatie 10 fuiklichtingen uit te voeren. Bij gemaal Krimpenerwaard en aan de polder- en ringvaartzijde van gemaal Abraham Kroes zijn ook daadwerkelijk 10 fuiklichtingen uitgevoerd. De fuiken voor de Snelle Sluis en bij gemaal Kralingse Plas zijn slechts 5 maal gelicht omdat de uitvoerende beroepsvisser meende dat slechts 5 lichtingen uitgevoerd hoefden te worden. De fuiken bij gemaal Verdoold zijn in verband met in beslag name slechts 6 maal gelicht.

3.2.3. Onderzoek naar de passage van vis bij uittrek

gemalen

De passeerbaarheid van de pompen van gemalen Krimpenerwaard, Abraham Kroes en Kralingse Plas is onderzocht door achter het uitstroomhoofd een visdichte vangconstructie te plaatsen. Bij gemaal Abraham Kroes is het uitgeslagen water van zowel de oostelijke polder- als de oostelijke ringvaartpomp bemonsterd.

De bemonstering is uitgevoerd door een op maat gemaakt frame in de schotbalksponningen achter de gemaalpomp te plaatsen. Aan dit frame is een net bevestigd. Aan het uiteinde van dit net bevond zich een trechter die via een flexibele slang met een leefnet was verbonden. Door deze vangconstructie werden alle vissen die de gemaalpomp passeerden opgevangen en met de waterstroom meegevoerd naar het leefnet. Zodoende is de kans dat vissen in het netwerk beschadigd raken geminimaliseerd.

Bij de bemonsteringen bij de gemalen Krimpenerwaard en Abraham Kroes is gebruik gemaakt van een net met een lengte van 10 m en een maaswijdte die terugloopt van 80 via 30 naar 20 mm hele maas. Na het eerste deel van het want zat een inkeel waardoor terugkeer van vissen niet mogelijk was. De grotere maaswijdte van het eerste deel is gekozen om ook bij vuilophoping in het net voldoende waterafvoerend vermogen te hebben. Bij gemaal Kralingse Plas is een fuik gebruikt met een maaswijdte die terugloopt van 40 via 30 naar 20 mm hele maas.

Voorafgaand aan elke bemonstering werd het frame met behulp van een kraan in de schotbalksponning gehesen en zijn net en slang bevestigd en aangesloten op het leefnet. Per locatie zijn gedurende vijf avonden bemonsteringen uitgevoerd. De bemonsteringen zijn zoveel mogelijk uitgevoerd tussen 19.00 en 00.00 uur.

Snelle Sluis
Bij de Snelle Sluis is tijdens het najaarsonderzoek bekeken in hoeverre vissen gebruik maken van de schutsluis om van de Ringvaart naar de Hollandsche IJssel te trekken. Hiervoor is, net als tijdens het voorjaarsonderzoek, een fuik in de schutkolk geplaatst. De fuik, met een maaswijdte van 9 mm halve maas, is met de opening van de fuik richting de ringvaart geplaatst. De vleugels van de fuik waren verlengd zodat de volledige breedte van de schutkolk en de hoogte van de waterlaag door de fuik werd bestreken. De fuik werd met behulp van gewichten en een ankerlijn opgespannen.

Gedurende vijf nachten zijn met behulp van de fuik bemonsteringen uitgevoerd. Hierbij werd de rinket in de bovendeur gedeeltelijk geopend om een waterbeweging in de schutkolk op gang te brengen. Tegelijkertijd was de rinket in de benedendeur volledig geopend. Zodoende was er een voortdurende stroming door de schutkolk naar de Ringvaart. Tot de volgende ochtend is op deze wijze water ingelaten naar de Ringvaart. In de ochtend is de kolk één keer afgeschut naar de Ringvaart, waarna de fuik is geleegd.

3.2.4. Verwerking van vangsten
Na elke bemonstering of fuiklichting werd de vangst gesorteerd en verwerkt, waarbij vangstgewicht, aantal gevangen vissen, de verdeling van de vangst over de verschillende soorten en lengteklassen en (indien van toepassing) het beschadigingspercentage werd geregistreerd. Na verwerking van de vangsten zijn de gevangen vissen in het buitenwater uitgezet. In enkele gevallen zijn de vissen in tegenstelling tot de afspraak in het binnenwater teruggezet.

Om vast te stellen of er onder palingen uitgestelde sterfte optrad, is een deel van de levend gevangen palingen gedurende tenminste 48 uur opgeslagen in een bun of tank waarna het overlevingspercentage werd genoteerd en levende palingen alsnog werden uitgezet.

3.3. Bio-akoestisch onderzoek
De geluidsopnames zijn uitgevoerd met een HTI-96-MIN hydrofoon (High Tech, Inc., Gulfport, MS, U.S.A.) en een 20 dB voorversterker, en een Marantz PMD660 digitale recorder (sample rate 44.1 kHz). De hydrofoon werd met behulp van een telescoop-stok vanaf de kant het water in gelaten om opnames te maken met de hydrofoon op 1,5 tot 2,0 meter uit de kant, 1,5 tot 2,5 meter onder het wateroppervlak, en vrij van de bodem.

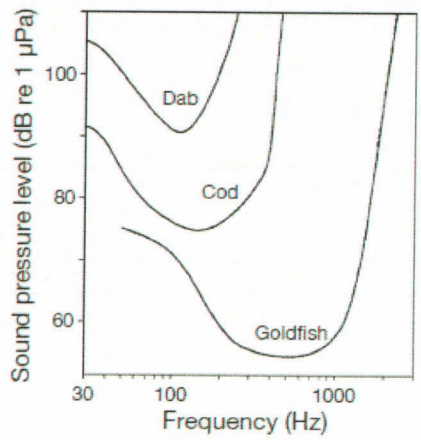
Het opnamesysteem is bij TNO doorgemeten om de spectrale gevoeligheidscurve vast te stellen en via een Matlabprogramma zijn deze gegevens gebruikt om geluidsniveaus vast te stellen voor een aantal voor vissen mogelijk relevante spectrale bandbreedte. Via grafische weergave van drie 20-seconden fragmenten uit geselecteerde sample-minuten, zijn eerst de spectrale energieverdelingen geïnspecteerd op de verschillende afstanden en verschillende dagen en contexten. Daarnaast zijn telkens voor drie bandbreedtes de absolutie geluidsniveaus berekend: 2-5.000 Hz (in rood weergegeven in grafieken); 100-300 Hz; en 900-1.200 Hz. De bandbreedte van 2-5.000 Hz omvat het hele bereik waarover de opnameapparatuur betrouwbare metingen levert. Deze bandbreedte omvat ook het bereik waarvoor vissen gevoelig zouden kunnen zijn.

Over de gevoeligheid van vissen voor geluid is relatief weinig bekend. Uit onderzoek naar met name zeevissen is wel duidelijk dat de gevoeligheid tussen soorten verschilt. Over het algemeen geldt dat hoorspecialisten (waaronder 2/3 van de zoetwatervissen) gevoelig zijn voor het bereik van 50-2.000 Hz, terwijl hoorgeneralisten gevoelig zijn voor een bereik van 50-500 Hz [lit. 26.]. In tabel 3.1 is voor een aantal vissoorten voor welk frequentiebereik deze soorten het meest gevoelig zijn.

Voor drie soorten is dit geïllustreerd in de bijgevoegde afbeelding. Veel vissen zijn het meest gevoelig voor het bereik van 100-300 Hz. De beperktere bandbreedtes van 100-300 Hz en 900-1.200 Hz waarvoor de absolute geluidsniveaus berekend zijn representeren een lage en een hoge component in het onderwatergeluid van de gemaalpompen die soms verschillende patronen laten zien die samen kunnen hangen met motorcapaciteit, toerental, en transmissieafstand.

tabel 3.1. Gevoeligheid van enkele vissoorten voor geluid [lit. 27., 28.]. De 'sound pressure level' op de y-as geeft de grenswaarde voor de gevoeligheid weer. Een lagere waarde op de y-as betekent dus een hogere gevoeligheid. Tussen haken is de Engelse naam weergegeven voor de soorten die in de afbeelding worden genoemd

vissoort	wetenschappelijke naam	bereik met grootste hoorgevoeligheid in Hz
zalm	*Salmo salar*	40 - 350
baars	*Perca fluviatilis*	200 - 300
karper	*Cyprinus carpio*	500 - 1.000
goudvis (goldfish)	*Carassius auratus*	150 - 1.100
kabeljauw (cod)	*Gadus morhua*	40 - 400
schar (dab)	*Limanda limanda*	30 - 250



gemaal Krimpenerwaard

Bij gemaal Krimpenerwaard zijn op woensdag 24 juni geluidsmetingen uitgevoerd op zes afstanden (5, 30, 60, 100, 200 en 300 meter) van het gemaal aan de binnendijkse Hooge Boezemzijde en bij de uitstroomopening in de Lek (zie afbeelding 3.7).

afbeelding 3.7. Locatie en uitstroomopening van de gemaalpomp bij de Krimpenerwaard (in geel) en de meetpunten op diverse afstanden (in roze)

De metingen bij gemaal Krimpenerwaard zijn uitgevoerd met zowel de gemaalpomp aan als uit (weer tussen 17.00-21.00 uur). De metingen zijn gedaan met de gemaalpomp op maximale kracht en op een lager toerental van 300 omwentelingen per minuut. Met de gemaalpomp aan wordt er water vanuit de boezem in de Lek gepompt. Bij de metingen met de pomp uit is er mét (alle afstanden) en zonder (alleen op afstand 5 meter) vrije instroom van water vanuit de Lek naar de Hooge Boezem gemeten. Het was een relatief winderige dag (windkracht 3-4). In en rond de boezem was geen enkele gemotoriseerde activiteit, over de Lekdijk kwam sporadisch een personenauto langs (Lekdijk-West), terwijl er wel om de paar minuten een vrachtboot, stroomopwaarts dan wel stroomafwaarts, over de Lek passeerde. Hier is bij de geluidsmetingen in de Lek zo veel mogelijk tussendoor gemeten.

gemaal Kralingse Plas

Bij gemaal Kralingse plas zijn op woensdag 13 mei en op vrijdag 26 juni geluidsmetingen uitgevoerd op drie afstanden (2, 14, en 32 meter) van het gemaal aan de Kralingse plaszijde en aan de andere kant bij de uitstroomopening (afbeelding 3.8). Op de 13e zijn er metingen gedaan met zowel de gemaalpomp aan als uit. Op de 26e zijn op de zelfde afstanden de geluidsmetingen herhaald met de gemaalpomp uit. Met de gemaalpomp aan wordt er water vanuit de Kralingse plas naar de Boezem gepompt. Beide dagen waren relatief windstil: windkracht variërend tussen 1-3 en 1-2 respectievelijk. De metingen vonden in de late namiddag en vooravond plaats (17.00-21.00 uur) op welke tijd er beperkte invloed was van baggerwerkzaamheden op de plas (afvoer baggerwater via buizen op land nabij gemaal). Verder was er matige drukte aan auto en vrachtverkeer op de brug en omringende wegen (Langepad en Boezemlaan), geen actieve aanwezigheid van gemotoriseerde plezierboten op het water, geen sluisactiviteit, maar wel regelmatig kanoactiviteit van recreanten die op 13 mei langskwamen en via de sluistrap uit het water gingen.

afbeelding 3.8. **Locatie en uitstroomopening van de gemaalpomp bij de Kralingse plas (in geel) en de meetpunten op diverse afstanden (in roze)**

4. RESULTATEN GEMAAL KRIMPENERWAARD

4.1. Voorjaarsonderzoek

4.1.1. Bepaling visaanbod bij intrek

Bij gemaal Krimpenerwaard zijn op 20 april en 1, 3, 4 en 13 mei 2009 kruisnetbemonsteringen uitgevoerd. In tabel 4.1 zijn de tijden, het aantal kruisnettrekken per avond en informatie over het getij opgenomen. In tabel 4.2 zijn de vangstresultaten weergegeven. Bij de kruisnetbemonsteringen bij het gemaal Krimpenerwaard zijn in totaal 88 vissen gevangen, waarvan 2 driedoornige stekelbaarsjes en 1 rode aal. De derde doelsoort, de bot, en de glasaal zijn niet gevangen.

tabel 4.1. Details over de kruisnetbemonsteringen bij gemaal Krimpenerwaard

datum	tijd	aantal trekken	tij
20 april	20.45-24.00 uur	14	afgaand tij
1 mei	20.45-24.00 uur	14	afgaand tij
3 mei	20.45-24.00 uur	14	afgaand tij
4 mei	20.45-24.00 uur	14	afgaand tij
13 mei	20.45-24.00 uur	14	eerst opkomend, daarna afgaand tij

tabel 4.2. Vangstresultaten per bemonsteringsavond van de kruisnetbemonsteringen bij gemaal Krimpenerwaard

	20 april		1 mei		3 mei		4 mei		13 mei	
vissoort	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte
doelsoorten										
driedoornige stekelbaars			1	5	1	6				
rode aal			1	20						
overige vissoorten										
alver	1	15								
blankvoorn	8	4-11	2	9-12			4	7-12	1	9
brasem	7	5-26	7	10-16	3	9-24	11	6-36	4	15-43
grondel	2	4-13	3	6-10	1	13	2	11-12	1	11
kolblei			4	10-35	4	11-22	2	21-25*	6	13-26
pos	1	11			5	6-15	1	7	2	8
snoekbaars			1	35					1	21
winde			1	16						
totaal	**19**		**20**		**14**		**20**		**15**	

* 1 kolblei van 25 cm is gewond uit het gemaal gekomen tijdens het opwekken van de lokstroom.

4.1.2. Bepaling vispassage via inlaatwerk

Op 27 en 30 mei en 3, 15 en 20 juni 2009 is het water dat via het inlaatwerk is ingelaten bemonsterd. In afwijking van de voorgestelde onderzoeksaanpak is bij de bemonsteringen langdurig water ingelaten. Doordat de inlaatperiodes elk minimaal 15 uur lang waren omvatten deze periodes zowel eb als vloedperiodes. Gemiddeld is het water ingelaten met een debiet van 30,6 m^3/min. In tabel 4.3 zijn de tijdsduur waarover water is ingelaten, de ingelaten hoeveelheden water, het totaal aantal ingelaten vissen en het ingelaten watervolume per gevangen vis weergegeven. Bij de bemonsteringen werd gemiddeld 1.750 tot 33.333 m^3 water ingelaten per gevangen vis.

In tabel 4.4 zijn de vangstresultaten per vissoort weergegeven voor de diverse bemonsteringen. De enige doelsoort die tijdens de bemonsteringen is aangetroffen is de driedoornige stekelbaars. Hiervan zijn tientallen exemplaren gevangen met een lengte kleiner dan 6 cm.

Het exacte aantal gevangen stekelbaarzen is niet bepaald omdat vissen met deze geringe lengte in theorie door de mazen van het net konden. Naast de stekelbaarzen zijn 35 vissen gevangen die niet tot de doelsoorten behoorden.

Bij de bemonsteringen zijn geen beschadigde vissen aangetroffen, wel is één kolblei dood maar onbeschadigd in het net gevonden (dit is een andere kolblei dan de vis die in tabel 4.2 is vermeld).

tabel 4.3. Details over de bemonsteringen achter het inlaatwerk van gemaal Krimpenerwaard

datum	tijdsduur	ingelaten hoeveelheid water	aantal gevangen vissen	ingelaten watervolume per gevangen vis
27 mei	55 uur	100.000 m^3	3	33.333 m^3
30 mei	18 uur	33.000 m^3	>7	4.714 m^3
3 juni	50 uur	90.000 m^3	>4	22.500 m^3
15 juni	15 uur	28.000 m^3	16	1.750 m^3
20 juni	16 uur	30.000 m^3	>5	6.000 m^3

tabel 4.4. Vangstresultaten per bemonsteringsavond achter het inlaatwerk van gemaal Krimpenerwaard

	27 mei		30 mei		3 juni		15 juni		20 juni	
vissoort	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte
doelsoorten										
driedoornige* stekelbaars			tientallen	zeer klein	tientallen	zeer klein			tientallen	zeer klein
overige vissoorten										
alver	1	14					1	14		
baars			3	13-14	1	8	11	10		
blankvoorn	1	12	3	12-15	3	13-14			1	15
brasem	1	43	2	15-16			4	11-13	3	7-12
kolblei									1**	32
totaal	**3**		**>7**		**>4**		**16**		**>5**	

* De driedoornige stekelbaarsjes konden door de mazen van het opvangnet.

** De kolblei werd dood, maar onbeschadigd in het net aangetroffen.

4.2. Najaarsonderzoek

4.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 4.5 en 4.6 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken voor gemaal Krimpenerwaard. Gedurende 41 fuiknachten (fuikvangsten worden uitgedrukt per aantal nachten dat de fuik gestaan heeft) zijn in totaal 849 vissen gevangen, waaronder 48 alen en 1 bot. In de vangst waren 14 vissoorten vertegenwoordigd. Dit totale aanbod komt omgerekend neer op een vangst van circa 20 vissen per fuiknacht. In de resultaten valt op dat bij de eerste bemonstering relatief veel vis gevangen is het lijkt hierdoor alsof dit op een migratiepiek wijst. Waarschijnlijk is dit echter het gevolg van ophoping van vissen voor het gemaal in de periode voor 10 oktober. In de navolgende periode kon deze ophoping niet plaatsvinden omdat de vis regelmatig werd weggevangen.

tabel 4.5. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen bij gemaal Krimpenerwaard

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
10 oktober	15 oktober	5	430	23
15 oktober	18 oktober	3	52	4
18 oktober	21 oktober	3	43	3
21 oktober	25 oktober	4	48	3
25 oktober	27 oktober	2	18	1
27 oktober	30 oktober	3	13	3
30 oktober	4 november	5	10	4
4 november	9 november	5	78	5
9 november	15 november	6	59	2
15 november	20 november	5	50	0
totaal		**41**	**801**	**48**

tabel 4.6. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij gemaal Krimpenerwaard

	aanbod	aanbod per fuiknacht	lengte
doelsoorten			
bot	1	0,0	54
rode aal	2	0,0	54
schieraal	46	1,1	74-93
overige vissoorten			
alver	1	0,0	12
baars	144	3,5	5-21
blankvoorn	382	9,3	5-21
brasem	45	1,1	4-10
kolblei	9	0,2	6-10
pos	196	4,8	5-10
(rivier)grondel	7	0,2	6-14
ruisvoorn	2	0,0	9-13
snoek	1	0,0	26
snoekbaars	2	0,0	12-71
winde	10	0,2	7-22
bittervoorn	1	0,0	8
totaal	**849**	**20,7**	

4.2.2. Bepaling vispassage bij uittrek

In de tabellen 4.7 en 4.8 zijn de aantallen vissen weergegeven die bij de bemonsteringen achter gemaal Krimpenerwaard gevangen zijn. In totaal zijn er 146 vissen gevangen, waaronder 5 botten en 19 palingen.

tabel 4.7. Datums en resultaten van vangtuigbemonsteringen achter gemaal Krimpenerwaard

bemonsteringsdatum	aantal schubvissen	aantal palingen
11 oktober	2	1
15 oktober	79	2
15 november	16	6
17 november	16	6
19 november	14	4
totaal	**127**	**19**

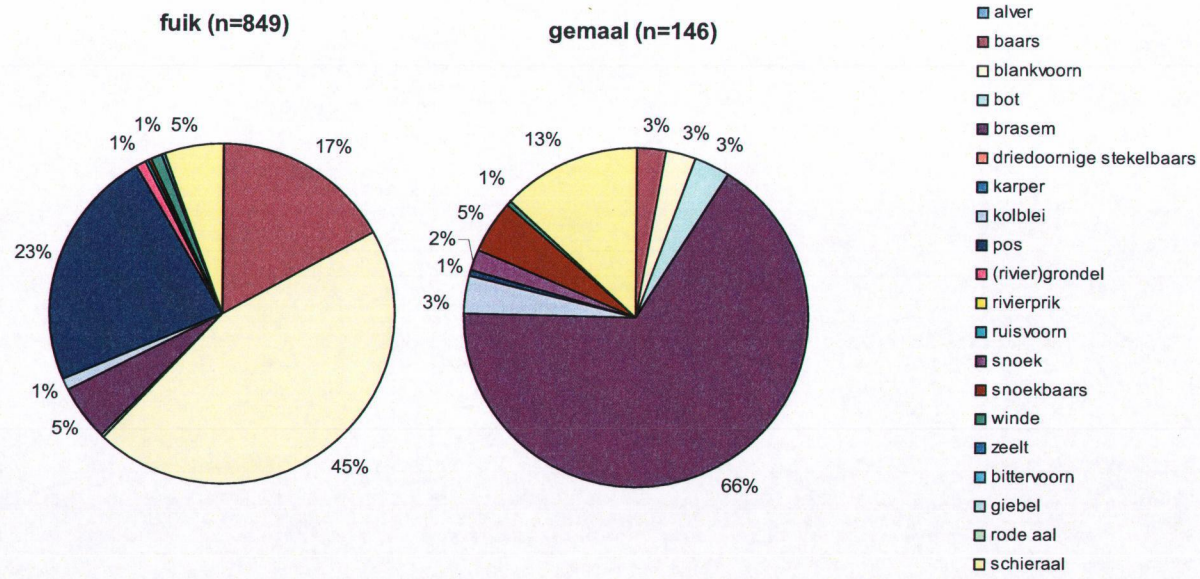
tabel 4.8. Resultaten per vissoort voor de vangtuigbemonsteringen achter gemaal Krimpenerwaard

	onbeschadigd		dodelijk beschadigd		schade
	aantal	lengte	aantal	lengte	percentage
doelsoorten					
bot	0		5	13-20	100
schieraal	0		19	70-90	100
overige vissoorten					
baars	1	6	3	8-20	75
blankvoorn	2	9-12	2	12-16	50
brasem	51	8-15	46	8-20	47
kolblei	1	8	4	12-29	80
pos	1	6	0		0
snoek	0		3	50	100
snoekbaars	4	19-43	3	20-23	43
winde	1	9	0		0
totaal	**61**		**85**		**58**

4.2.3. Samenstelling visbestand bij uittrek

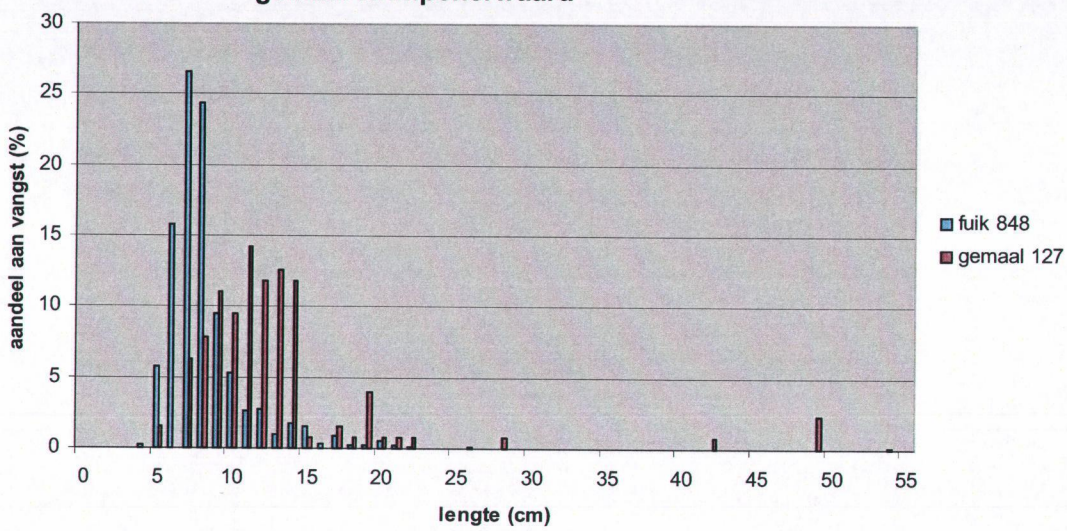
In afbeelding 4.1 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. De soortensamenstelling van de vangsten aan de polder- en aan de Lekzijde van het gemaal zijn zeer verschillend. Terwijl de blankvoorn, baars en pos het grootste aandeel aan de vangsten aan de polderzijde van het gemaal hebben, zijn het brasem en blankvoorn die de grootste aandelen aan de vangsten aan de Lekzijde van het gemaal hebben.

afbeelding 4.1. Aantalverdeling over de diverse vissoorten voor de vangsten in fuiken aan de polderzijde en in het vangtuig aan de Lekzijde van het gemaal Krimpenerwaard

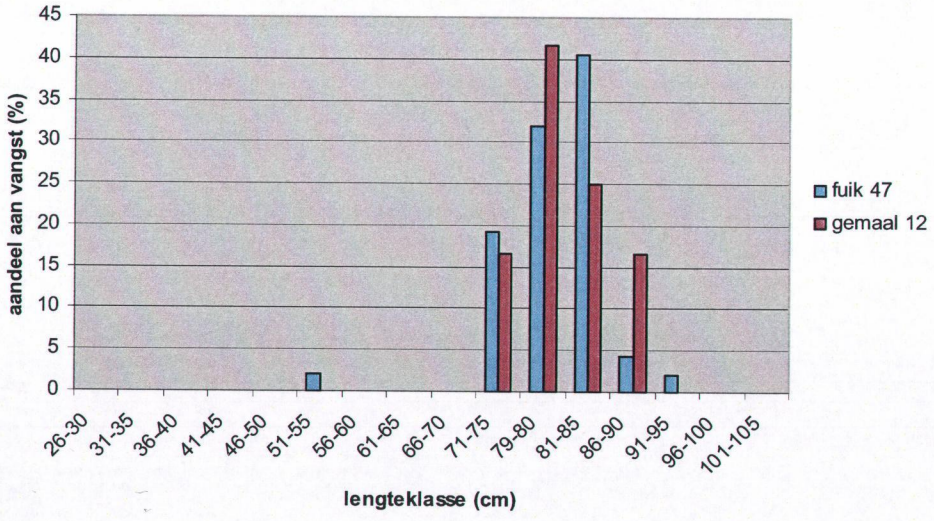


Het verschil in soortensamenstelling in de vangsten voor en achter het gemaal zorgt ook voor een verschil in de lengtefrequentieverdeling van de vangst aan schubvis (afbeelding 4.2). De lengtefrequentieverdeling voor paling die aan de polderzijde van het gemaal gevonden is komt overeen met de lengtefrequentieverdeling van de vangst aan de Lekzijde (afbeelding 4.3). De grotere lengteklassen zijn in de vangsten beperkt vertegenwoordigd.

afbeelding 4.2. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuiken aan de polderzijde (n=848) en in het vangtuig aan de Lekzijde (n=127) van het gemaal Krimpenerwaard**



afbeelding 4.3. **Lengtefrequentieverdeling van de totale vangst aan paling in de fuiken aan de polderzijde (n=47) en in het vangtuig aan de Lekzijde (n=12) van het gemaal Krimpenerwaard. De lengtes van 7 palingen zijn niet opgenomen omdat alleen een kop werd gevangen**



4.2.4. Schade en sterfte

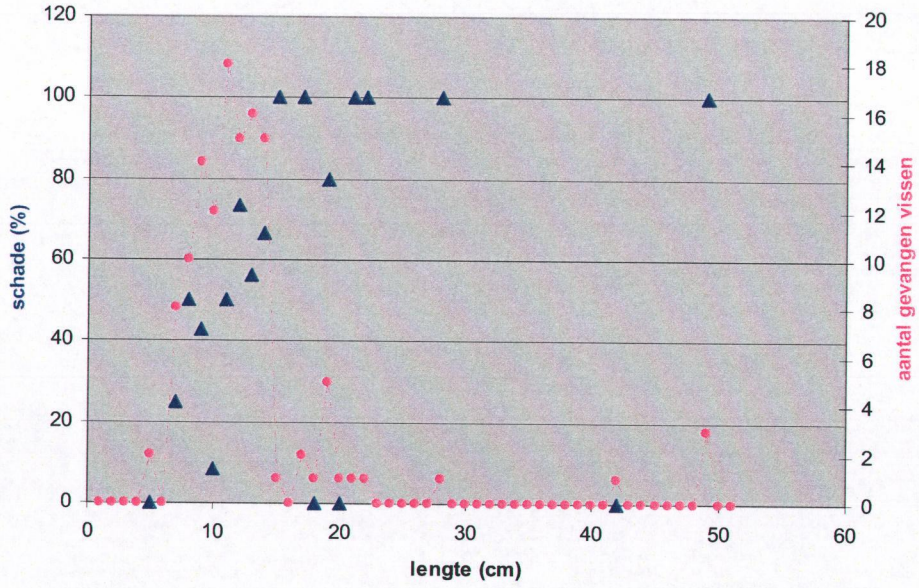
Van het totaal aantal vissen dat achter gemaal Krimpenerwaard gevangen is bleek 58 % te zijn beschadigd. De meeste van deze vissen waren dusdanig beschadigd dat de overlevingskansen van deze vissen als zeer gering werden ingeschat. Voor paling was 100 % van de gepasseerde palingen gedood. Deze palingen waren allemaal ernstig beschadigd, zoals ook zichtbaar is in afbeelding 4.4. Van 7 palingen werden alleen koppen teruggevonden. Een aantal vissen kwam dusdanig gemangeld uit de pomp dat duidelijk was dat deze bij eerdere bemalingen in het gemaal terecht waren gekomen.

Tijdens de najaarsbemonsteringen werd uit de beschadigingen van de vissen de indruk verkregen dat deze beschadigingen in de persleidingen opgelopen waren. Aangroei van schelpdieren in de persleidingen zou hiervoor een mogelijke oorzaak zijn. Voor dit verschijnsel zijn echter geen bewijzen gevonden waardoor het niet meer is dan een vermoeden op basis van de beschadigingen aan de vissen.

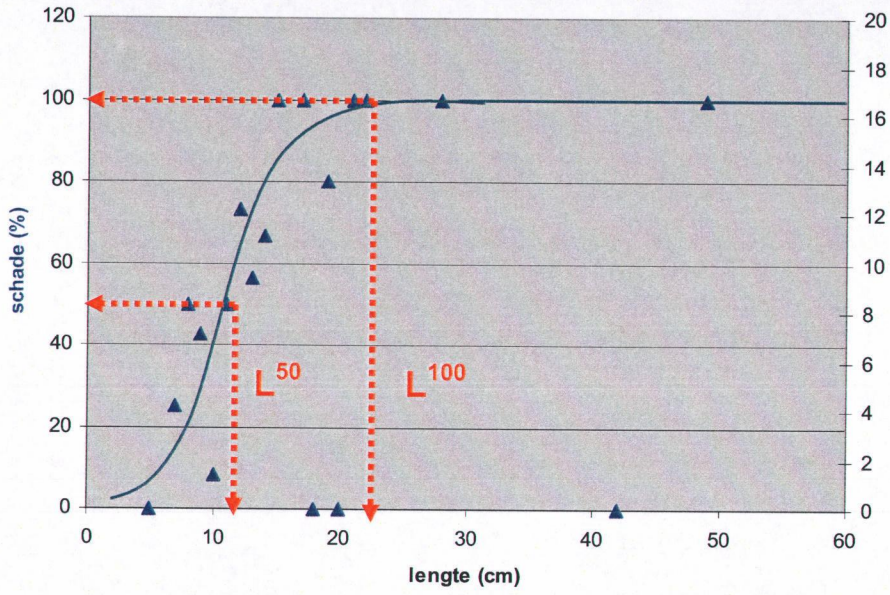
afbeelding 4.4. Voorbeeld van optredende schade bij gemaal Krimpenerwaard

In afbeelding 4.5 zijn het schadepercentage en de vangst per lengteklasse weergegeven. Wanneer een lijn door de gevonden schadepercentages wordt getrokken ontstaat een curve die het schadebeeld weergeeft (afbeelding 4.6). Deze pompcurve voor schade verschilt per pomp. Uit de afbeelding komt naar voren dat het schadepercentage vanaf een lengte van 5 cm steil oploopt en dat al vanaf een lengte van circa 12 cm meer dan 50 % van de vis beschadigd wordt. Vanaf een lengte van circa 22 cm wordt alle vis beschadigd. Het is hierbij belangrijk om te beseffen dat het overgrote deel van het passerende visbestand zich in de lengteklassen van 10 tot 15 cm bevindt. Er zijn dus relatief weinig vissen in de grotere lengteklasses aangetroffen, maar als er grotere vissen werden gevangen waren deze vrijwel zonder uitzondering dodelijk beschadigd.

afbeelding 4.5. Schadepercentage en vangst per lengteklasse voor gemaal Krimpenerwaard



afbeelding 4.6. **Curve voor schadepercentage per lengteklasse voor schubvis voor gemaal Krimpenerwaard. De rode pijlen geven een indicatie voor de lengteklasse waarbij respectievelijk 50 en 100 % van de schubvissen beschadigd wordt**

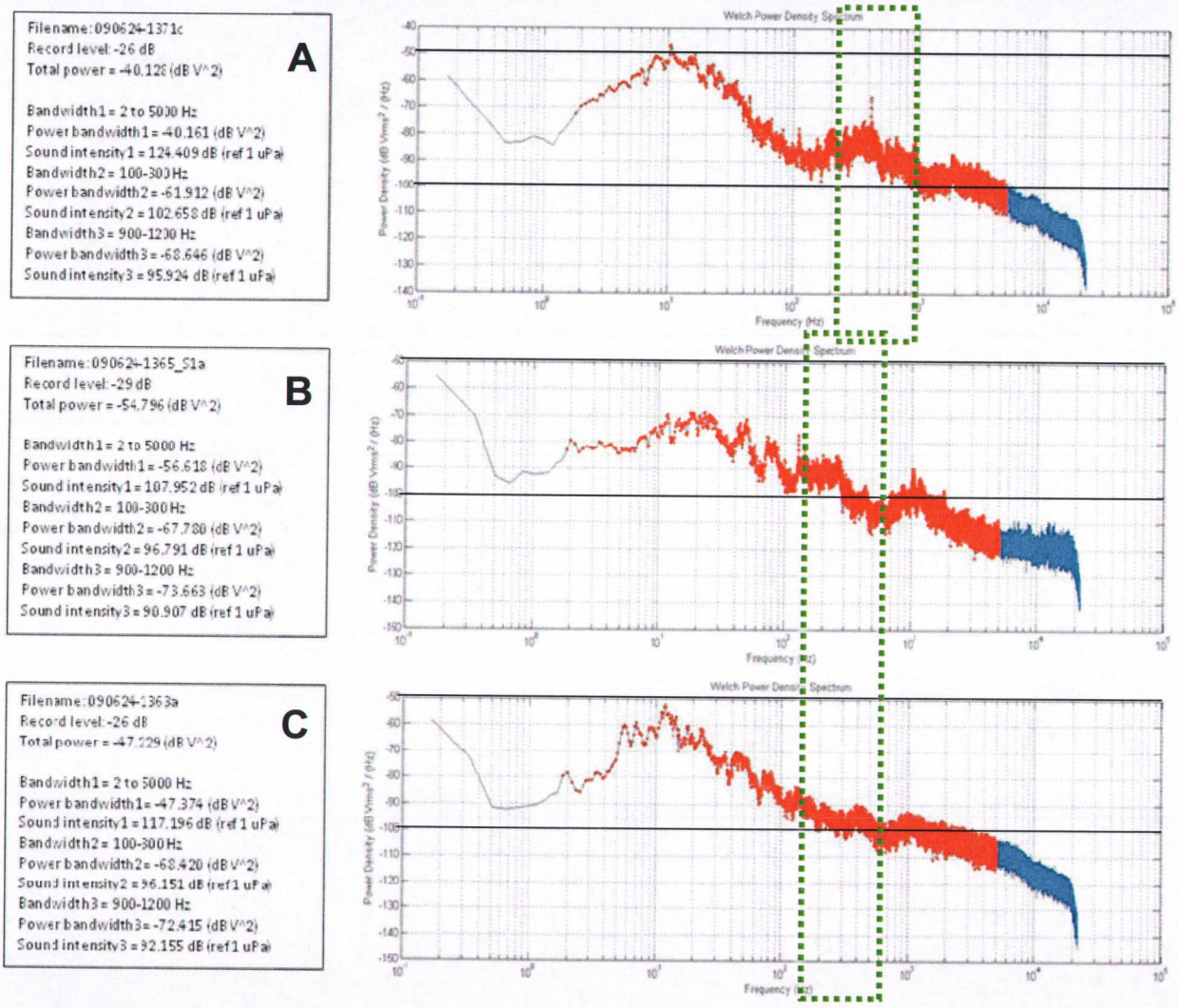


4.3. Bio-akoestisch onderzoek

4.3.1. Inlaatwerk

In afbeelding 4.7 zijn de geluidsniveaus weergegeven die bij het inlaatwerk zijn gemeten terwijl de gemaalpompen uitgeschakeld waren. Aan de Lekzijde verschilt het geluidsspectrum ten opzichte van de Hooge Boezemzijde met name in het hogere geluidsniveau in de lage frequenties van 5-30 Hz (afbeelding 4.7, deel A versus deel B) wat waarschijnlijk veroorzaakt wordt door heftigere stroming, golfslag, en vrachtboten op de rivier. Het inlaten van water lijkt aan de zijde van de Hooge Boezem een toename in zeer lage (5-25 Hz) geluiden te geven (afbeelding 4.7, deel B versus deel C).

afbeelding 4.7. **Geluidspectra voor een periode van 20 seconden. A: bij de instroom van het inlaatwerk aan de Lekzijde; bij de uitstroom van het inlaatwerk aan de zijde van de Hooge Boezem, B: bij gesloten inlaat, C: bij geopende inlaat. Het bereik waarvoor veel vissen het gevoeligst zijn is groen gemarkeerd**



4.3.2. Bemaling

Het geluidsniveau voor de frequentie-bandbreedte 2-5.000 Hz varieerde bij gemaal Krimpenerwaard tussen de 115,9 en 118,1 dB re 1 µPa gemiddeld voor opnames waarbij de gemaalpomp niet aan stond (tabel 4.9). Deze waardes liggen zo'n 10 dB re 1 µPa hoger dan bij de Kralingse Plas (paragraaf 7.2) wat waarschijnlijk te maken heeft met de meer winderige omstandigheden op 24 juni.

tabel 4.9. Geluidsniveaus voor drie verschillende bandbreedtes op zes verschillende afstanden in de Hooge Boezem en aan de uitstroomzijde in de Lek (gemiddeldes van drie herhaalde metingen) op 24/6/2009

afstand (m)	2-5.000 Hz		100-300 Hz		900-1.200 Hz	
	pomp aan	pomp uit	pomp aan	pomp uit	pomp aan	pomp uit
5	132,6	117,2	127,0	96,2	118,7	92,2
30	112,5	-*	68,7	-*	101,7	-*
60	116,1	-*	88,8	-*	76,8	-*
100	119,5	118,1	94,6	93,8	79,2	80,0
200	118,3	116,9	97,2	94,4	78,5	78,8
300	118,7	115,9	94,0	93,9	81,6	77,8
uitstroom	124,4	-	105.2	-	96.9	-

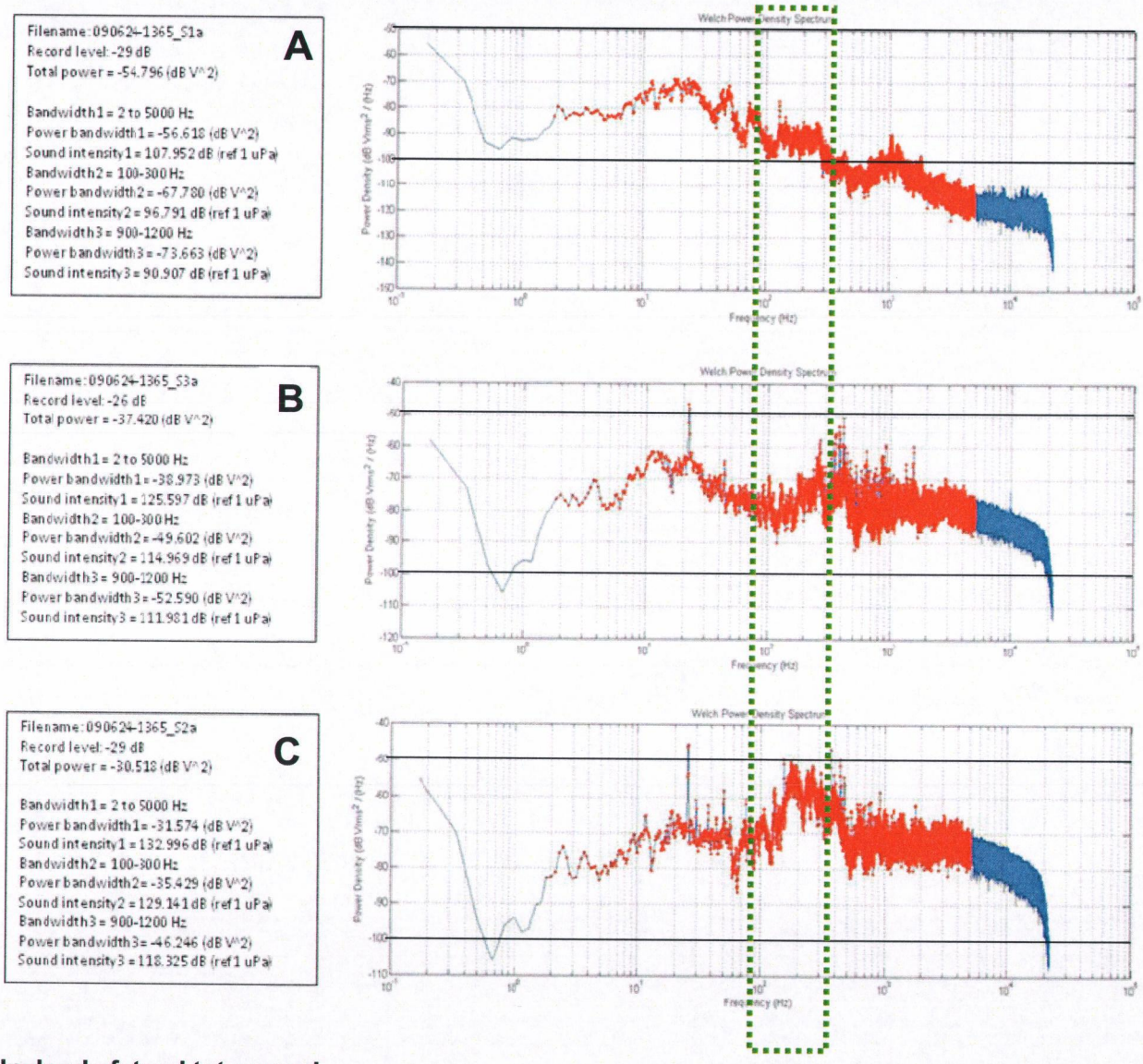
* Op de afstanden 30 en 60 m zijn geen goede metingen verkregen vanwege de verstoring door hoge stroomsnelheden rondom de hydrofoon.

In de afbeeldingen 4.10 en 4.11 zijn de geluidsprofielen weergegeven die bij het gemaal gemeten zijn terwijl het inlaatwerk gesloten was.

Invloed toerental

Uit afbeelding 4.9 blijkt dat de zware gemaalpomp zowel bij 300 toeren als op volle toeren over een grote bandbreedte een toename gaf van 15 tot 30 dB re 1 µPa op 5 meter van de gemaalpomp (zie ook tabel 4.9). In tegenstelling tot de kleinere pomp bij de Kralingse Plas (paragraaf 7.2) is hier geen bias naar de hogere frequenties, maar is er juist een hele sterke toename in de lagere component die gereflecteerd wordt in de 100-300 Hz meting.

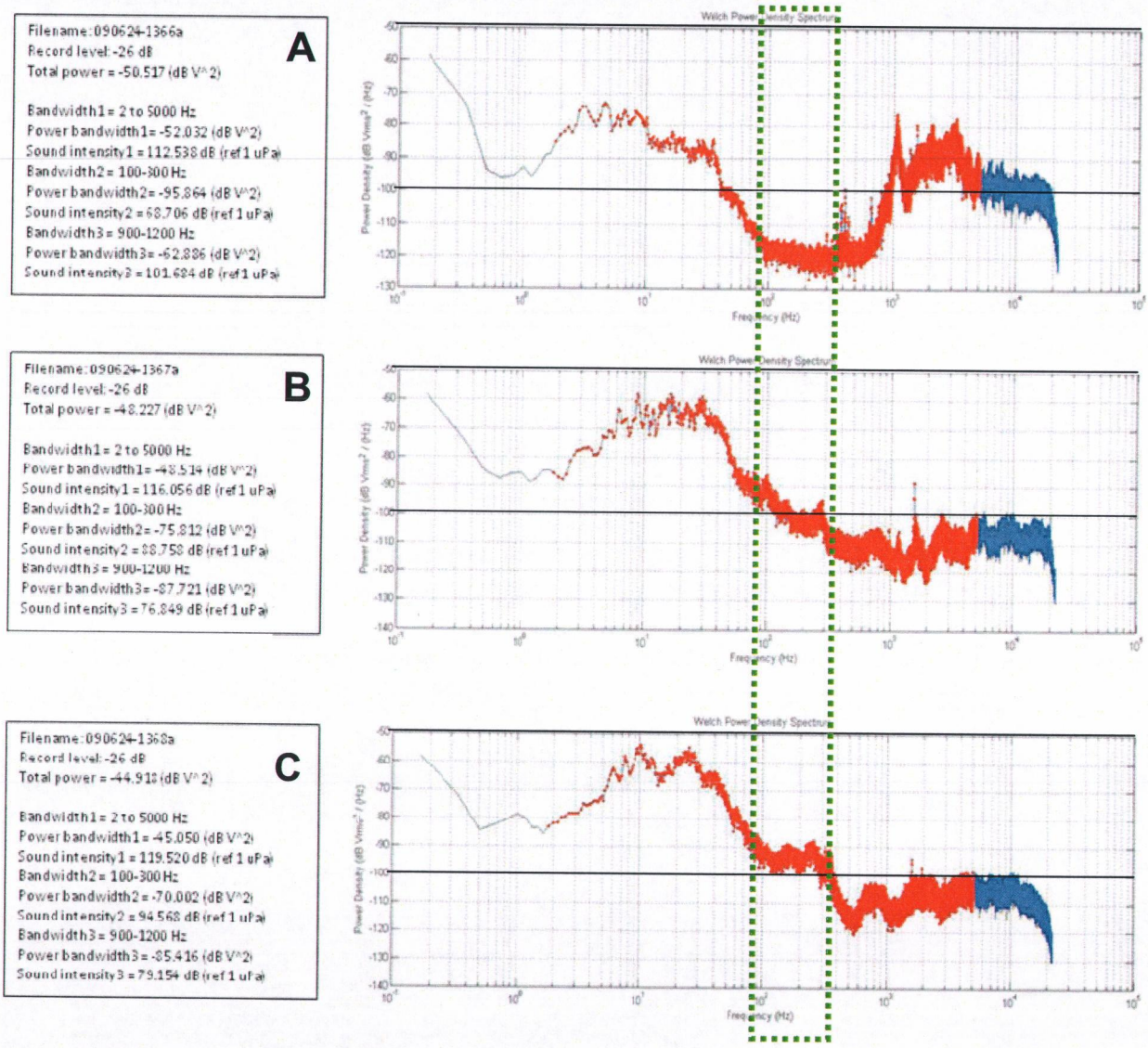
afbeelding 4.9. **Geluidspectra voor een periode van 20 seconden op 5 meter van de gemaalpomp van de Krimpenerwaard. A: pomp uit; B: pomp aan bij 300 toeren; C: pomp aan bij volle toeren. Het bereik waarvoor veel vissen het gevoeligst zijn is groen gemarkeerd**



Invloed afstand tot gemaal

Bij 30 meter en 60 meter afstand zijn geen geschikte metingen verkregen door teveel achtergrondgeluiden rondom de hydrofoon als gevolg van de waterinstroom vanuit de Lek. Als de gemaalpomp aanstaat (geen instroom dus) dan is er tot op 30 meter afstand nog een duidelijke piek in het geluidspectrum waarneembaar tussen 1.000 en 3.000 Hz, die op 60 meter verdwenen is (afbeelding 4.10, deel A versus deel B). Ook op 100 meter is er nog iets van de spectrale structuur van het machinale geluid herkenbaar tussen 500 en 4.000 Hz (afbeelding 4.10, deel C versus deel B), en dat is verdwenen op 200 en 300 meter afstand. We kunnen echter nog wel, tot en met deze laatste, verste afstand van 300 meter de activiteit van de gemaalpomp onderscheiden met ons menselijk oor (wel met behulp van hydrofoon).

afbeelding 4.10. **Geluidspectra voor een periode van 20 seconden op verschillende afstanden van het gemaal aan de Hooge Boezemzijde met de pomp aan. A: 30 meter; B: 60 meter; C: 100 meter. Het bereik waarvoor veel vissen het gevoeligst zijn is groen gemarkeerd**



4.4. Bespreking resultaten gemaal Krimpenerwaard

voorjaarsonderzoek

Bij de kruisnetbemonsteringen aan de Lekzijde van het gemaal zijn per avond 14 tot 20 vissen gevangen, waarvan slechts enkele vissen tot de aangewezen doelsoorten behoorden. Het aanbod van zowel de doelsoorten als de overige vissoorten was daarmee erg laag.

Bij de vangsten achter het inlaatwerk van het gemaal werden eveneens weinig vissen gevangen. Welk deel van het aanbod voor het gemaal daadwerkelijk is ingelaten kan niet worden bepaald doordat de bemonsteringen aan weerszijden van het gemaal zowel verschilden in duur als in periode.

Uit de bemonsteringen achter het inlaatwerk is gebleken dat er vissen kunnen worden ingelaten via het inlaatwerk. Daarbij is één vis dood maar onbeschadigd aangetroffen.

De doodsoorzaak kon niet worden achterhaald, maar omdat de vis onbeschadigd was lijkt het onwaarschijnlijk dat de sterfte is veroorzaakt door een botsing binnen het inlaatwerk. Omdat het aantal gevangen vissen per ingelaten watervolume zeer laag lijkt is het inlaten een weinig kosteneffectieve maatregel om intrek van vissen te stimuleren. Het loont daarom niet om enkel ten behoeve van de vismigratie water in te laten. De onderzoeksresultaten laten wel zien dat het inlaatwerk een geschikte migratieroute voor vissen kan vormen als er, net als tijdens het huidige onderzoek, water naar de polder ingelaten wordt vanwege een watervraag vanuit waterkwantiteit. Over het algemeen wordt er echter zelden water ingelaten in de periode waarin aanbod van glasaal te verwachten is (half maart-begin mei).

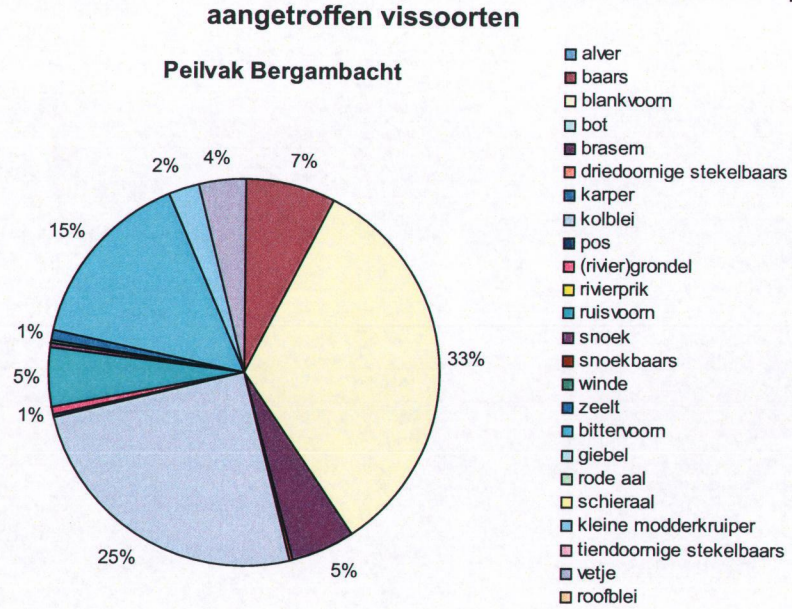
najaarsonderzoek

In de resultaten valt op dat ook in het najaar relatief weinig vissen gevangen zijn bij gemaal Krimpenerwaard. De fuikbemonsteringen aan de polderzijde van het gemaal laten zien dat het aanbod circa 20 vissen per fuiknacht was.

Ter vergelijking is in afbeelding 4.11 de aantalverdeling opgenomen die bij een visstandbemonstering die in 2006 is vastgesteld voor de visstand in het peilvak Bergambacht, het peilvak dat door gemaal Krimpenerwaard bemalen wordt. In bijlage VII zijn de resultaten van de visstandbemonstering in tabelvorm opgenomen. In het peilvak is een visbestand van 985 kg/ha gevonden waarin een groot aantal vissoorten is vertegenwoordigd. Dit laat zien dat het lage aanbod bij het gemaal geen verband houdt met het visbestand in het achterliggende peilvak.

Wanneer we naar de samenstelling van het visbestand kijken (zie afbeelding 4.1), zien we dat kolblei, ruisvoorn, bittervoorn en vetje een relatief groot aandeel hebben aan het totaal aantal vissen in het peilvak, maar dat er toch slechts enkele vissen van deze soorten bij het gemaal zijn aangetroffen. Baars, blankvoorn en brasem hebben juist een groter aandeel aan de vangsten bij het gemaal dan aan het visbestand in het peilvak. De verschillen tussen het visbestand in het huidige onderzoek en in het peilvak zijn waarschijnlijk het gevolg van verschillen in habitatvoorkeur en migratiegedrag. Soorten als baars, blankvoorn en brasem hebben behoefte aan diepe plekken om te overwinteren. Beperkte beschikbaarheid van deze plekken zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn voor het relatief grote aandeel van deze soorten aan het visaanbod dat zich bij gemaal Krimpenerwaard aandient.

afbeelding 4.11. Aantalverdeling van de totale visstand in peilvak Bergambacht over de aangetroffen vissoorten



Uit het najaarsonderzoek blijkt dat de totale vangst achter het gemaal overeenkwam met slechts 17 % van het aantal vissen dat in de fuiken is gevangen. Dit percentage suggereert dat het gemaal op zich al een afschrikkende werking op vis heeft. Deze suggestie wordt ondersteund doordat het aanbod laag was terwijl het bestand in het peilvak Bergambacht relatief hoog is en door het lage aantal grote vissen dat bij het gemaal (zowel voor als achter het gemaal) is aangetroffen.

De afschrikkende werking van gemaal Krimpenerwaard kan onder meer het gevolg zijn van de geluidsproductie. Hoewel de pompen van gemaal Krimpenerwaard boven water nauwelijks hoorbaar zijn voor mensen in de directe nabijheid boven water, veroorzaken de pompen onder water namelijk een aanzienlijke hoeveelheid geluid. Ook in de bandbreedte 100-300 Hz, het bereik waarin veel vissoorten de hoogste gevoeligheid vertonen, zijn de pompen rumoerig. Hierdoor zijn de pompen van het gemaal aan de polderzijde waarschijnlijk tot op meer dan 300 meter afstand te horen.

Van de vissen die de gemaalpompen, ondanks de afschrikkende werking, passeren overleeft 58 % niet. Voor paling ligt dit percentage op 100 %. Uit de lengteverdeling van het % beschadigde schubvissen (afbeelding 4.8) kan worden afgeleid dat de pompen zeer onveilig zijn.

wenselijkheid van migratievoorzieningen

Uit het voorjaarsonderzoek blijkt dat het visaanbod aan de Lekzijde van het gemaal in het voorjaar laag was en dat de doelsoorten slechts een zeer gering aandeel aan het aanbod hebben. De bemonsteringen van het inlaatwater hebben laten zien dat er wel vis ingelaten kan worden via het inlaatwater, maar dat erg veel water moet worden ingelaten voor een klein aantal intrekkende vissen. Wij adviseren daarom om, zolang er geen signalen zijn die wijzen op een verbetering in het visaanbod, af te zien van het inlaten van water als middel om de visintrek te stimuleren. Wanneer echter om andere redenen water wordt ingelaten geniet het de voorkeur om dit in de avonduren te doen ten behoeve van visintrek.

Op basis van de resultaten van het najaarsonderzoek is het zeer gewenst om voorzieningen bij het gemaal te treffen om het aantal vissen dat bij de stroomafwaartse migratie in het gemaal beschadigd wordt terug te brengen. Hierbij kan gedacht worden aan drie typen oplossingen:

- Ten eerste kunnen de gemaalpompen visveilig worden gemaakt. Deze oplossing zorgt ervoor dat vissen zich veilig via de pompen van de polder naar de Lek kunnen verplaatsen. Een mogelijkheid voor het visveilig maken van een gemaal met axiaalpompen is de vervanging van de waaiers en de aanpassing van de leischoepen. Aanvankelijk leek het technisch niet mogelijk te zijn om deze aanpassingen in gemaal Krimpenerwaard te doen. Uit recente analyses van Nijhuis Pompen BV is echter gebleken dat deze aanpassingen wel tot de mogelijkheid behoren. Bij plaatsing van visveilige waaiers is het aan te bevelen om de persleidingen op aangroei te inspecteren om te voorkomen dat de vis na succesvolle passage van de pomp alsnog beschadigd zou kunnen worden (zie paragraaf 4.2.4).
- De tweede mogelijkheid is het weren van vis voor de gemaalpompen in combinatie met het aanbieden van een alternatieve passageroute, bijvoorbeeld een (hevel-)vistrap tussen de polder en de Lek. De vis die vanaf de polderzijde op het gemaal afzwemt zou dan moeten worden geweerd om passage via de pompen (en schade) te voorkomen. Door de aanleg van een vistrap wordt zowel in- als uittrek van vis mogelijk. Een aandachtspunt hierbij is dat de inzwemopening van de vistrap aan de polderzijde binnen de zone zou kunnen komen te liggen waar de gemaalpompen hoorbaar zijn. Dit speelt echter alleen gedurende de draaiuren van het gemaal. Een tweede aandachtspunt is dat bij plaatsing van een vistrap water zou moeten worden ingelaten naar de polder. Dit pleit voor een vistrap met beperkt debiet.
- De derde mogelijkheid is om vissen bij het gemaal Krimpenerwaard te weren en via een andere route weg te laten trekken. Via het gemaal kan water worden ingelaten op peilgebied Bergambacht. Vanuit dit peilvak stroomt het water via duikers naar de lagere delen van de Krimpenerwaard. Het gemaal vormt de belangrijkste inlaat van de Krimpenerwaard. Het grootste deel van het ingelaten water wordt via gemaal Verdoold uitgemalen op de Hollandsche IJssel. De verbinding tussen gemaal Krimpenerwaard en gemaal Verdoold is daarom aangewezen als de belangrijkste as voor

vismigratie binnen de Krimpenerwaard. Vanuit deze gedachte kan overwogen worden om vissen met behulp van een wering (bijvoorbeeld door stroboscoop verlichting of de inzet van geluid) te weren bij gemaal Krimpenerwaard en zo door te sturen in de richting van gemaal Verdoold. Als voor deze derde mogelijkheid gekozen wordt zou na plaatsing van de viswering moeten worden gemonitord welk effect de plaatsing heeft op het aantal vissen dat via de gemaalpompen van gemaal Krimpenerwaard en gemaal Verdoold naar het buitenwater probeert te trekken.

Vanuit de doelstelling van vrije vismigratie is het visveilig maken van het gemaal de beste oplossing omdat de vissen die optrekken in de richting van gemaal Krimpenerwaard dan ook op visveilige wijze via dit gemaal naar het buitenwater kunnen trekken. De mogelijkheid om vissen bij het gemaal te weren en via gemaal Verdoold te laten uittrekken is de meest kosteneffectieve oplossing, maar het is vooralsnog een vraag in hoeverre vis die de Krimpenerwaard bij het gelijknamig gemaal is binnengetrokken bereid is om zich naar gemaal Verdoold te laten leiden om daar vervolgens uit te trekken naar het buitenwater. Gezien de resultaten lijkt ons het aanbrengen van een viswering en monitoring van de effecten de meest voor de handliggende benadering.

5. RESULTATEN GEMAAL VERDOOLD

5.1. Voorjaarsonderzoek

5.1.1. Bepaling visaanbod

Op 13 mei, 10 juni, 26 juli en 14 en 25 augustus zijn kruisnetbemonsteringen uitgevoerd in de schutkolk van gemaal Verdoold. Het voorjaarsonderzoek was primair gericht op de intrek in het late voorjaar, maar vanwege tegenvallende vangstresultaten in deze periode is besloten enkele waarnemingen uit te stellen tot laten in het seizoen. In tabel 5.1 zijn per bemonsteringsavond de tijden, het aantal kruisnet-trekken en informatie over het getij opgenomen. In tabel 5.2 zijn de vangstresultaten weergegeven. In totaal zijn 105 vissen, verdeeld over 7 vissoorten, gevangen. De enige doelsoort die is aangetroffen is de driedoornige stekelbaars.

tabel 5.1. Details over de kruisnetbemonsteringen bij gemaal Verdoold

datum	tijd	aantal trekken	tij
13 mei	21.00-24.00 uur	7	eerst opkomend, daarna afgaand tij
10 juni	21.20-23.45 uur	6	afgaand tij
26 juli	21:00-23.25 uur	6	afgaand tij
14 augustus	21:00-23:50 uur	6	eerst opkomend, daarna afgaand tij
25 augustus	21:00-24:00 uur	7	afgaand tij

tabel 5.2. Vangstresultaten per bemonsteringsavond van de kruisnetbemonsteringen bij gemaal Verdoold

	13 mei		10 juni		26 juli		14 augustus		25 augustus	
vissoort	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte
doelsoorten										
driedoornige stekelbaars					12	3-4	7	3		
overige vissoorten										
baars	2	12-15	3	4-10	2	6	5	6-8	2	9-11
blankvoorn	1	18	7	7-10	2	9-12	5	5-9	4	11-13
brasem	12	5-52	10	7-11	2	8	1	8	1	13
kolblei	3	12-24			1	14	1	8		
pos			2	9-10						
ruisvoorn	1	14								
snoekbaars	1	42					8	5-8		
totaal	**20**		**22**		**19**		**27**		**7**	

5.2. Najaarsonderzoek

5.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 5.3 en 5.4 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken voor gemaal Verdoold. Gedurende 8 fuiknachten zijn in totaal 271 vissen gevangen, die 8 vissoorten vertegenwoordigden. Dit totale aanbod komt omgerekend neer op een vangst van circa 34 vissen per fuiknacht.

tabel 5.3. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen bij gemaal Verdoold

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
7 oktober	10 oktober	3	133	23
10 oktober	11 oktober	1	46	9
26 oktober	27 oktober	1	2	4
4 november	5 november	1	17	4
18 november	19 november	1	4	3
23 november	24 november	1	16	10
totaal		**8**	**218**	**53**

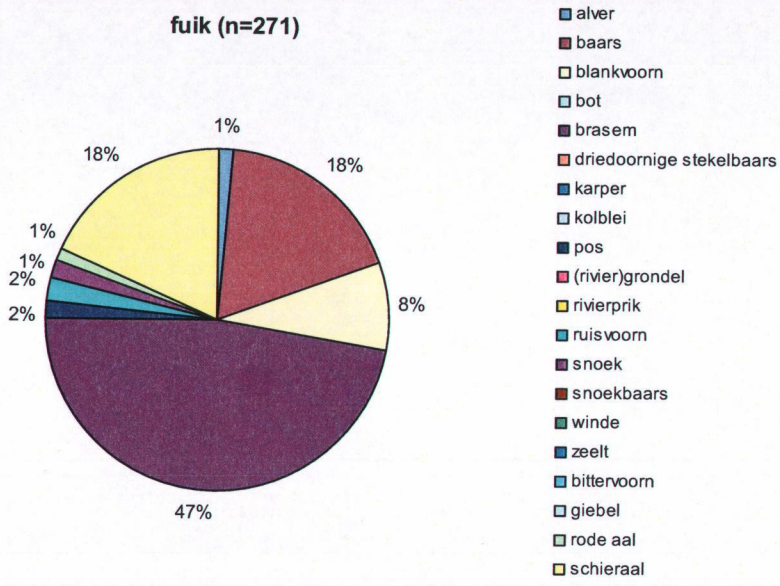
tabel 5.4. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij gemaal Verdoold

	aantal	aanbod per fuiknacht	lengte
doelsoorten			
rode aal	3	0,4	35-40
schieraal	50	6,3	37-79
overige vissoorten			
alver	4	0,5	9-10
baars	49	6,1	7-12
blankvoorn	22	2,8	9-17
brasem	128	16,0	7-12
pos	5	0,6	5-6
ruisvoorn	6	0,8	10-15
snoek	4	0,5	35-49
totaal	**271**	**33,9**	

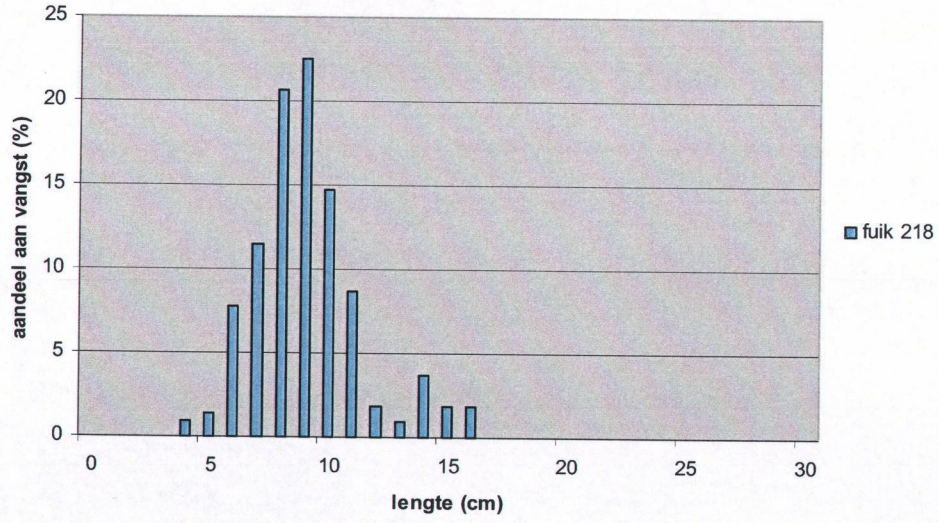
5.2.2. Samenstelling visbestand bij uittrek

In afbeelding 5.1 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. Uit de afbeelding komt naar voren dat brasem, baars en paling het grootste aandeel aan het totale gevangen bestand hadden. Het relatief grote aandeel van de paling is opvallend ten opzichte van het aandeel in de vangsten bij gemaal Krimpenerwaard (46 palingen verdeeld over 41 fuiknachten en een aandeel van 5 % aan het aanbod). In de afbeeldingen 5.2 en 5.3 is de lengtefrequentieverdeling in de fuikvangsten weergegeven voor respectievelijk de schubvis en de paling.

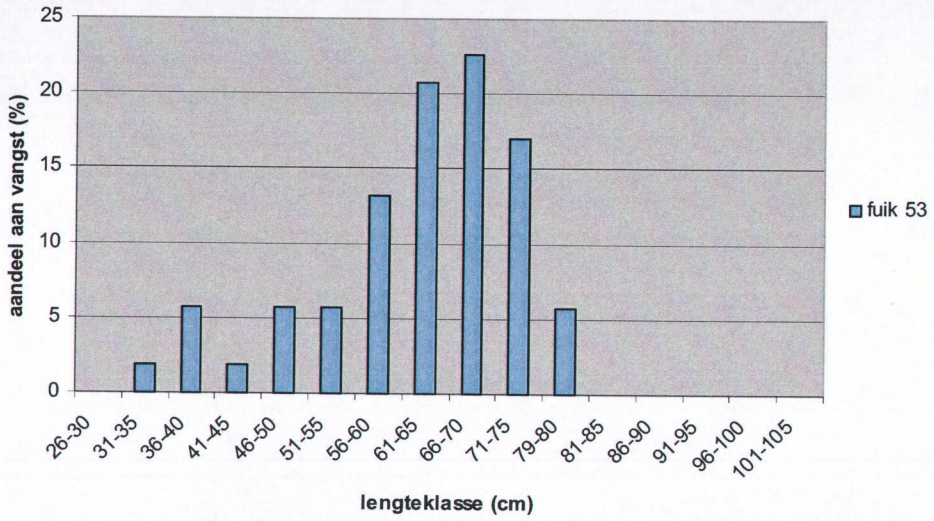
afbeelding 5.1. Aantalverdeling van de vangst bij gemaal Verdoold over de diverse vissoorten



afbeelding 5.2. Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst bij gemaal Verdoold (n=218)



afbeelding 5.3. Lengtefrequentieverdeling van de totale palingvangst bij gemaal Verdoold (n=53)

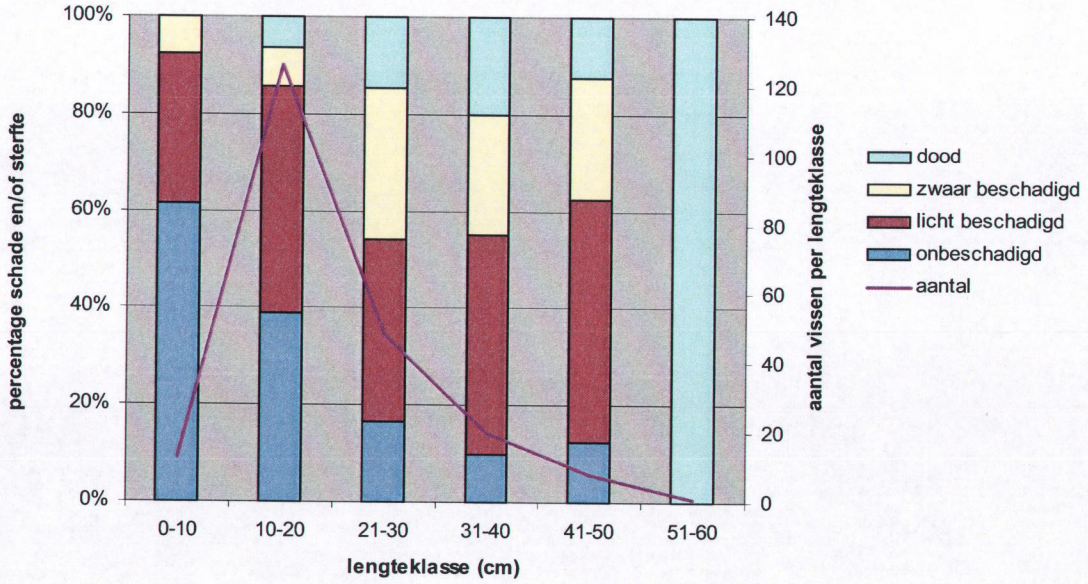


5.3. Bespreking resultaten gemaal Verdoold

wenselijkheid vismigratievoorziening

In de vangsten bij gemaal Verdoold valt op dat het aanbod van paling per fuiknacht relatief hoog was. Gezien dit hoge natuurlijke aanbod is het wenselijk om de beoogde hevelvistrap bij het gemaal aan te leggen. Het belang van een goed werkende vispassage op deze plek wordt verder ondersteund doordat uit het vorig jaar uitgevoerde experiment met geforceerde passage [lit. 19.] is gebleken dat de pompen van gemaal Verdoold significante visschade veroorzaken (afbeelding 5.4). Ook gezien de functie die het gemaal heeft als belangrijke afvoer van het water dat op de Krimpenerwaard wordt ingelaten wordt de aanleg van de migratievoorziening bij dit gemaal gerechtvaardigd.

afbeelding 5.4. Samenvatting van de resultaten van het onderzoek naar schade bij geforceerde passage van gemaal Verdoold [lit. 19.]



geschiktheid hevelvistrap
Bij gemaal Verdoold is de toepassing van een hevelvistrap als migratievoorziening geselecteerd. Bij plaatsing van een vistrap bij een gemaal moet de vis tijdens de maaluren tijdelijk zijn oriëntatie ten opzichte van waterstromen veranderen om via de vistrap naar het buitenwater te zwemmen. Bij nadering van het gemaal zwemt de vis namelijk met de stroom mee in de richting van het gemaal, terwijl de stroming in de vistrap tegengesteld is omdat via de vistrap een kleine hoeveelheid water op de polder wordt ingelaten.

Uit onderzoek bij de sluis en het gemaal te Stavoren [lit. 17.] zijn duidelijke aanwijzingen naar voren gekomen dat deze oriëntatie verandering geen probleem vormt voor het uittrekken van vissen. Bij dit onderzoek werd tijdens bemaling door het gemaal water ingelaten via de naastgelegen schutsluis op vergelijkbare wijze als dat dit bij de najaarsbemonsteringen bij de Snelle Sluis (paragraaf 3.2.3). Hierdoor ontstond een continue stroming vanuit de schutkolk naar de Friese boezem die tegengesteld was aan de stroming in het toevoerkanaal van het gemaal. Desondanks werden tijdens de maalperiode zowel schubvissen als schieralen gevangen in de schutkolk. Het is wellicht de samenstelling van het ingelaten buitenwater die de vissen motiveert om de oriëntatieverandering te maken en tegenstrooms verder te zwemmen. Monitoring blijft evenwel wenselijk om dit fenomeen nader te onderzoeken.

6. RESULTATEN GEMAAL ABRAHAM KROES EN DE SNELLE SLUIS

6.1. Voorjaarsonderzoek

6.1.1. Bepaling visaanbod bij intrek

Op 20 en 27 april en een eerdere datum zijn kruisnetbemonsteringen uitgevoerd voor de Snelle Sluis. Het is niet duidelijk welke eerdere datum dit geweest is. Op 6 en 7 mei zijn kruisnetbemonsteringen uitgevoerd voor het uitstroomhoofd van gemaal Abraham Kroes. In tabel 6.1 zijn per bemonsteringsavond de tijden, locatie, het aantal kruisnettrekken en informatie over het getij opgenomen. In tabel 6.2 zijn de vangstresultaten weergegeven. Bij de bemonstering op 15 april is niets gevangen. Bij de kruisnetbemonsteringen zijn in totaal 103 vissen gevangen. Elk van de drie doelsoorten is in de vangsten aangetroffen. De aal is als glasaal (slechts één exemplaar) en als pootaal/rode aal aangetroffen.

tabel 6.1. Details over de kruisnetbemonsteringen bij de Snelle Sluis en gemaal Abraham Kroes

datum	tijd	locatie	aantal trekken	tij
onbekend	22.00-00.00 uur	sluis	6	afgaand tij
20 april	22.00-00.30 uur	sluis	6	afgaand tij
27 april	22.15-24.00 uur	sluis	5	afgaand tij
6 mei	21.30-23.50 uur	gemaal	5	afgaand tij
7 mei	21.50-24.00 uur	gemaal	4	afgaand tij

tabel 6.2. Vangstresultaten per bemonsteringsavond van de kruisnetbemonsteringen bij de Snelle Sluis en gemaal Abraham Kroes

	onbekend (sluis)		20 april (sluis)		27 april (sluis)		6 mei (gemaal)		7 mei (gemaal)	
vissoort	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte	aantal	lengte
doelsoorten										
3D-stekelbaars			1	5			4	4-6	1	6
bot					5	7-11	17	1-3	5	2
pootaal/rode aal										
			4	11-36	2	9-21	1	12	2	24-36
glasaal							1	8		
overige vissoorten										
baars					1	21				
blankvoorn							5	6-8		
brasem					1	22	1	47		
kleine modderkruiper										
			2	5	2	4-6	3	5-10	5	5-11
snoekbaars					4	9-13			1	32
grondel					4	3-9	4	4-6	1	4
pos			5	9-14	2	8-9	1	7		
ruisvoorn							5	3-5	1	30
roofblei					3	4-6				
hybride							1	10		
10D-stekelbaars							2	4-6		
broed							veel	-	veel	-
kolblei							3	6-10	3	9-11
totaal	**0**		**12**		**24**		**48**		**19**	

6.1.2. Bepaling vispassage via de Snelle Sluis bij intrek

Op 20, 27 en 28 april zijn tijdens loze schuttingen fuikbemonsteringen uitgevoerd in de Snelle Sluis. Daarnaast zijn bemonsteringen uitgevoerd op twee eerdere dagen. Het is niet duidelijk welke dagen dit zijn geweest. In tabel 6.3 zijn per bemonsteringsavond de tijden en informatie over het getij opgenomen. In tabel 6.4 zijn de vangstresultaten weergegeven. Bij de tweede bemonstering is geen vis gevangen. In totaal zijn slechts 29 vissen in de schutsluis gevangen, waaronder 2 botjes en 8 rode alen.

tabel 6.3. Details over de fuikbemonsteringen in de Snelle Sluis

datum	tijd	tij
onbekend	20.30-00.15 uur	afgaand tij
onbekend	20.30-00.00 uur	afgaand tij
20 april	22.00-00.30 uur	afgaand tij
27 april	20.15-00.15 uur	afgaand tij
28 april	20.00-09.00 uur	afgaand tij

tabel 6.4. Vangstresultaten per bemonstering van de fuikbemonsteringen in de Snelle Sluis

	onbekend		onbekend		20 april		27 april		28 april	
vissoort	**aantal**	**lengte**	**aantal**	**lengte**	**lengte**	**aantal**	**aantal**	**lengte**	**aantal**	**lengte**
doelsoorten										
bot					1	5			1	15
rode aal	1	32			2	37-56			5	35-65
overige vissoorten										
grondel					1	12				
blankvoorn	4	8-10							1	21
kolblei									6	14-34
pos					5	6-9			1	8
ruisvoorn							1	24		
totaal	**5**		**0**		**9**		**1**		**14**	

De fuikbemonsteringen in de schutsluis zijn in het voorjaar op twee verschillende manieren uitgevoerd. Tijdens de eerste vier bemonsteringen werd gedurende de avond enkele malen afgeschut, terwijl bij de laatste bemonstering gedurende de gehele nacht water is ingelaten en de sluis aan het eind van de nacht één keer is afgeschut. Op basis van de ervaringen en de vangsten in het voorjaar is besloten om alle bemonsteringen in het najaar uit te voeren door de hele nacht water in te laten en eenmalig af te schutten.

6.2. Najaarsonderzoek bij poldergemaal Abraham Kroes

6.2.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 6.5 en 6.6 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken aan de polderzijde van gemaal Abraham Kroes. Gedurende 49 fuiknachten zijn in totaal 91 vissen gevangen. Deze vissen vertegenwoordigden 12 vissoorten waaronder, botjes, driedoornige stekelbaarsjes en schieralen. Dit totale aanbod komt omgerekend neer op een vangst van circa 2 vissen per fuiknacht.

tabel 6.5. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen bij poldergemaal Abraham Kroes

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
10 oktober	14 oktober	4	4	1
14 oktober	17 oktober	3	1	0
17 oktober	20 oktober	3	7	0
20 oktober	23 oktober	3	4	2
23 oktober	25 oktober	2	8	0
25 oktober	29 oktober	4	9	0
29 oktober	1 november	3	7	1
1 november	3 november	2	8	1
3 november	7 november	4	5	0
7 november	11 november	4	7	0
22 november	9 december	17	26	0
totaal		**49**	**86**	**5**

tabel 6.6. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij poldergemaal Abraham Kroes

	aanbod	aanbod per fuiknacht	lengte
doelsoorten			
bot	7	0,1	11-17
3d-stekelbaars	2	< 0,1	8-12
schieraal	5	0,1	70-92
overige vissoorten			
blankvoorn	13	0,3	8-16
brasem	2	< 0,1	8
giebel	2	< 0,1	15-16
karper	11	0,2	5-12
(rivier)grondel	1	< 0,1	14
ruisvoorn	44	0,9	6-19
snoek	1	< 0,1	64
snoekbaars	2	< 0,1	60-64
zeelt	1	< 0,1	14
totaal	**91**	**1,9**	

6.2.2. Bepaling vispassage bij uittrek

In de tabellen 6.7 en 6.8 zijn de aantallen vissen weergegeven die bij de bemonsteringen achter poldergemaal Abraham Kroes gevangen zijn. In totaal zijn er slechts 27 vissen gevangen, die 6 soorten vertegenwoordigden. Er zijn bij deze bemonsteringen geen doelsoorten gevangen.

tabel 6.7. Datums en resultaten van vangtuigbemonsteringen achter poldergemaal Abraham Kroes

bemonsteringsdatum	aantal schubvissen	aantal palingen
14 oktober	6	0
16 oktober	1	0
21 oktober	18	0
25 november	0	0
26 november	2	0
totaal	**27**	**0**

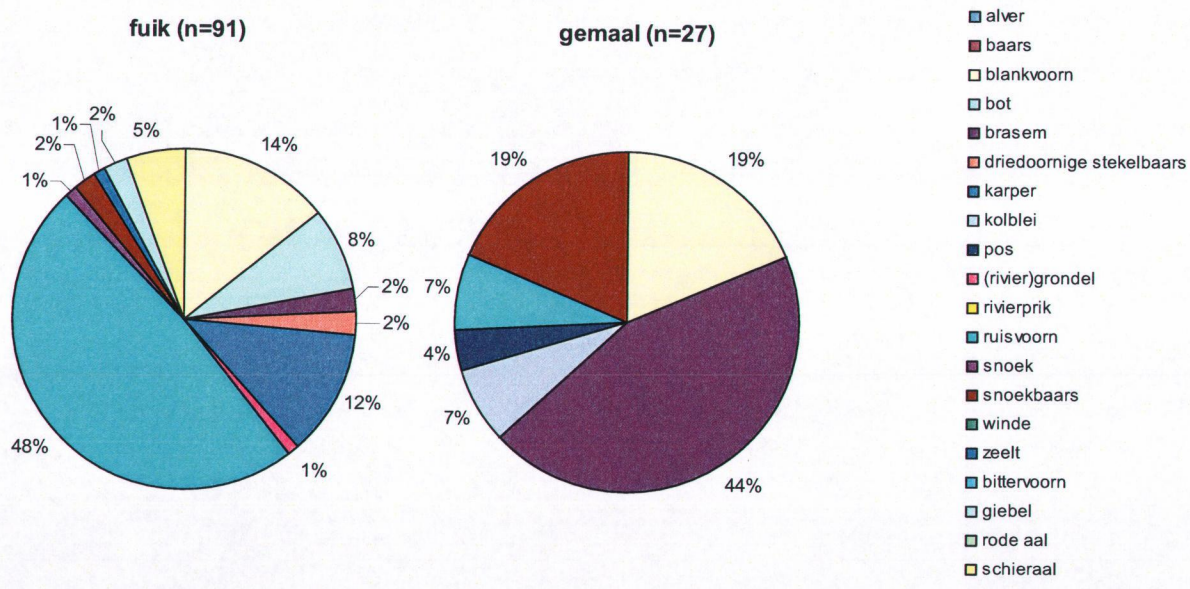
tabel 6.8. Resultaten per vissoort voor de vangtuigbemonsteringen achter gemaal poldergemaal Abraham Kroes

	geen schade		beschadigd		schade
	aantal	lengte	aantal	lengte	percentage
blankvoorn	4	9-14	1	19	20
brasem	12	8-14			0
kolblei	2	11-12			0
pos	1	11			0
ruisvoorn	1	13	1	18	50
snoekbaars	5	9-15			0
totaal	**25**		**2**		**7**

6.2.3. Samenstelling visbestand bij uittrek

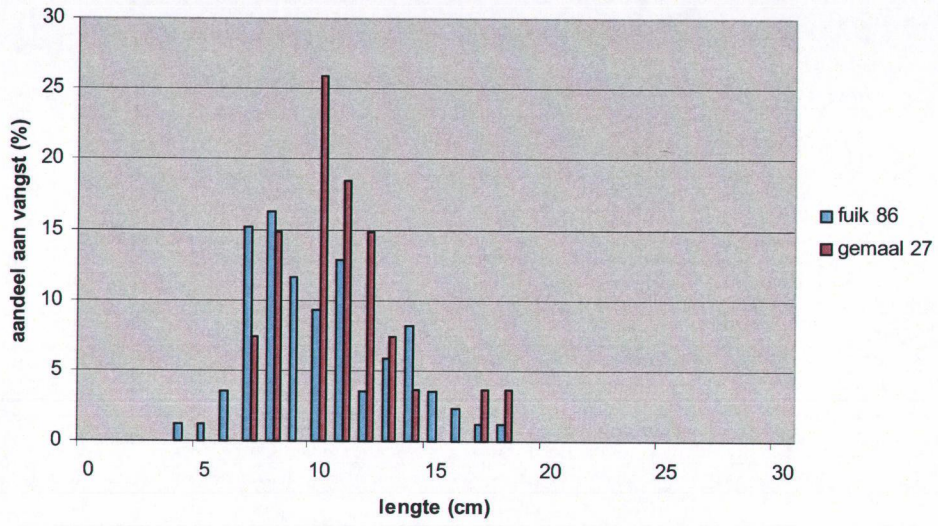
In afbeelding 6.1 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. De vangsten voor het gemaal bestaan grotendeels uit ruisvoorn en blankvoorn, terwijl achter het gemaal, naast blankvoorn, vooral brasem en baars gevangen is.

afbeelding 6.1. Aantalverdeling van de vangsten bij poldergemaal Abraham Kroes over de diverse vissoorten

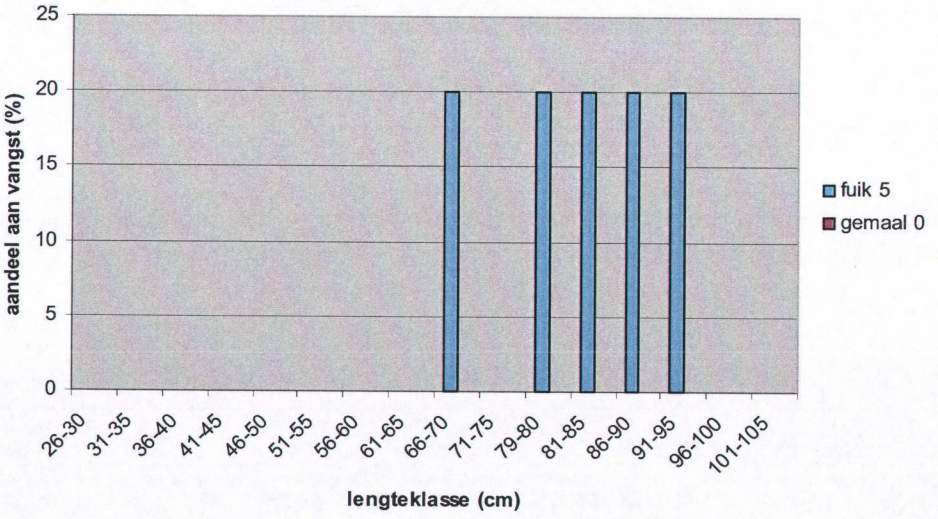


In de afbeeldingen 6.2 en 6.3 zijn de lengtefrequentieverdelingen opgenomen voor respectievelijk schubvis en paling. Omdat de vangstaantallen bijzonder laag zijn kunnen er geen conclusies aan de opbouw van het bestand worden verbonden.

afbeelding 6.2. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuiken aan de polderzijde (n=86) en in het vangtuig in de Hollandse IJssel (n=27) bij poldergemaal Abraham Kroes**



afbeelding 6.3. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuiken aan de polderzijde (n=5) en in het vangtuig in de Hollandse IJssel (n=0) bij poldergemaal Abraham Kroes**

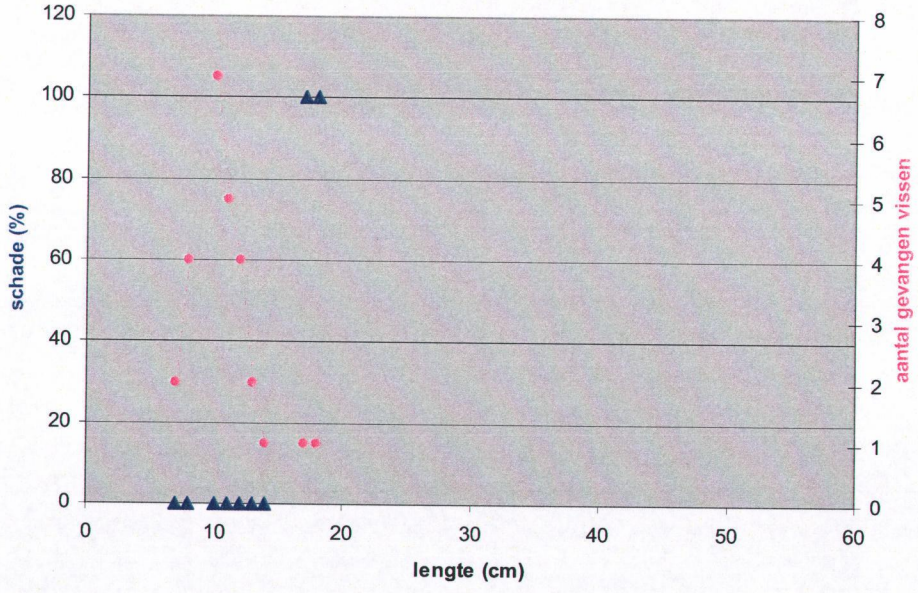


6.2.4. Schade en sterfte

Van het totaal aantal vissen dat de pomp van het poldergemaal is gepasseerd zijn 2 vissen beschadigd geraakt, hetgeen overeenkomt met 7 %. De aantallen zijn te laag om uitspraken te kunnen doen over het verband tussen lengte en beschadiging (afbeelding 6.5).

afbeelding 6.4. Voorbeeld van optredende schade bij poldergemaal Abraham Kroes

afbeelding 6.5. Schadepercentage en vangst per lengteklasse voor schubvis bij poldergemaal Abraham Kroes



6.3. Najaarsonderzoek bij ringvaartgemaal Abraham Kroes

6.3.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 6.9 en 6.10 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken aan de ringvaartzijde van gemaal Abraham Kroes. Gedurende 49 fuiknachten zijn in totaal 4.490 vissen gevangen. Deze vissen vertegenwoordigden 15 vissoorten waaronder bot, rivierprik en paling. Dit totale aanbod komt omgerekend neer op een vangst van circa 92 vissen per fuiknacht.

tabel 6.9. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen bij ringvaartgemaal Abraham Kroes

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
10 oktober	14 oktober	4	51	7
14 oktober	17 oktober	3	39	8
17 oktober	20 oktober	3	50	10
20 oktober	23 oktober	3	1.420	1
23 oktober	25 oktober	2	1.510	2
25 oktober	29 oktober	4	72	3
29 oktober	1 november	3	72	3
1 november	3 november	2	511	7
3 november	7 november	4	370	8
7 november	11 november	4	317	5
22 november	9 december	17	22	2
totaal		**49**	**4.434**	**56**

tabel 6.10. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij ringvaartgemaal Abraham Kroes

	aanbod	aanbod per fuiknacht	lengte
doelsoorten			
bot	1	< 0,1	7
rode aal	3	0,1	35-55
schieraal	55	1,1	61-90
overige vissoorten			
alver	1	< 0,1	13
baars	680	13,9	6-23
bittervoorn	6	0,1	6-9
blankvoorn	1.563	31,9	6-25
brasem	1.127	23,0	6-53
kolblei	666	13,6	7-22
pos	186	3,8	6-11
(rivier)grondel	10	0,2	9-11
rivierprik	30	0,6	14-15
ruisvoorn	70	1,4	8-25
snoekbaars	85	1,7	7-17
winde	1	< 0,1	10
zeelt	6	0,1	7-47
totaal	**4.490**	**92**	

6.3.2. Bepaling vispassage bij uittrek

In de tabellen 6.11 en 6.12 zijn de aantallen vissen weergegeven die bij de bemonsteringen achter de ringvaartpompen van gemaal Abraham Kroes gevangen zijn. In totaal zijn er slechts 427 vissen gevangen, die 9 soorten vertegenwoordigden. Van de doelsoorten is alleen de paling aangetroffen.

tabel 6.11. Resultaten van vangtuigbemonsteringen achter ringvaartgemaal Abraham Kroes

bemonsteringsdatum	aantal schubvissen	aantal palingen
14 oktober	39	1
16 oktober	98	3
21 oktober	279	2
25 november	3	1
26 november	0	1
totaal	**419**	**8**

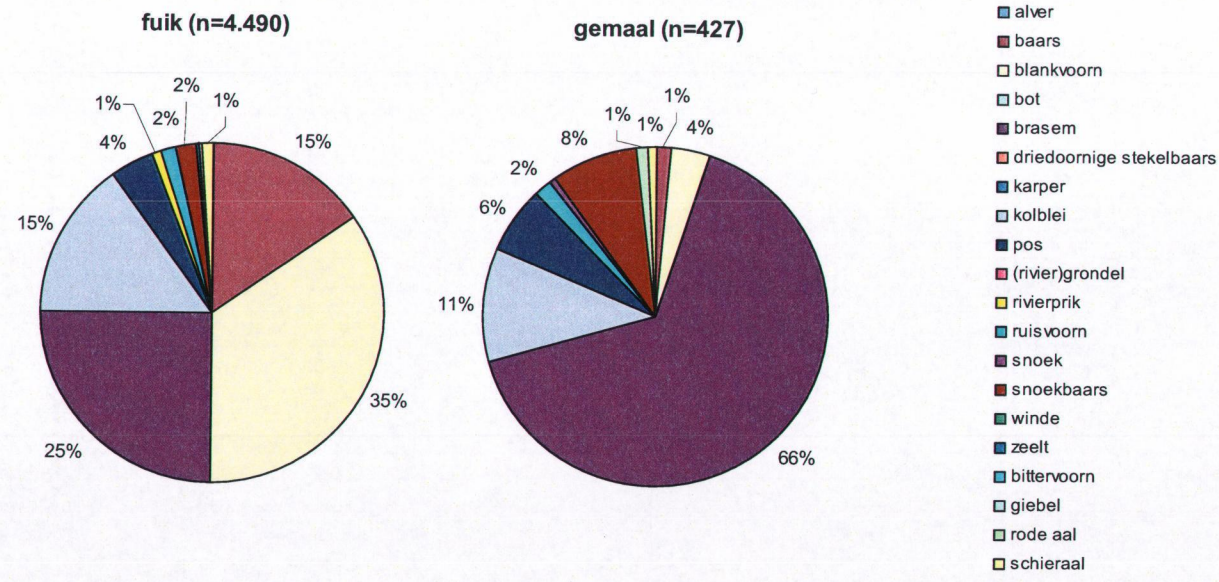
tabel 6.12. Resultaten per vissoort voor de vangtuigbemonsteringen achter ringvaartgemaal Abraham Kroes

	onbeschadigd		beschadigd		schade
	aantal	lengte	aantal	lengte	percentage
doelsoorten					
rode aal	2	73-87	2	38-75	50
schieraal	1	78	3	68-83	75
overige vissoorten					
baars	6	10-38			0
blankvoorn	11	10-21	4	10-16	27
brasem	241	7-24	39	9-28	14
kolblei	14	10-17	33	15-18	70
pos	23	8-12	4	9-12	15
ruisvoorn	6	10-24	1	20	14
snoek	1	81	1	74	50
snoekbaars	34	12-18	1	14	3
totaal	**339**		**88**		**21**

6.3.3. Samenstelling van het visbestand

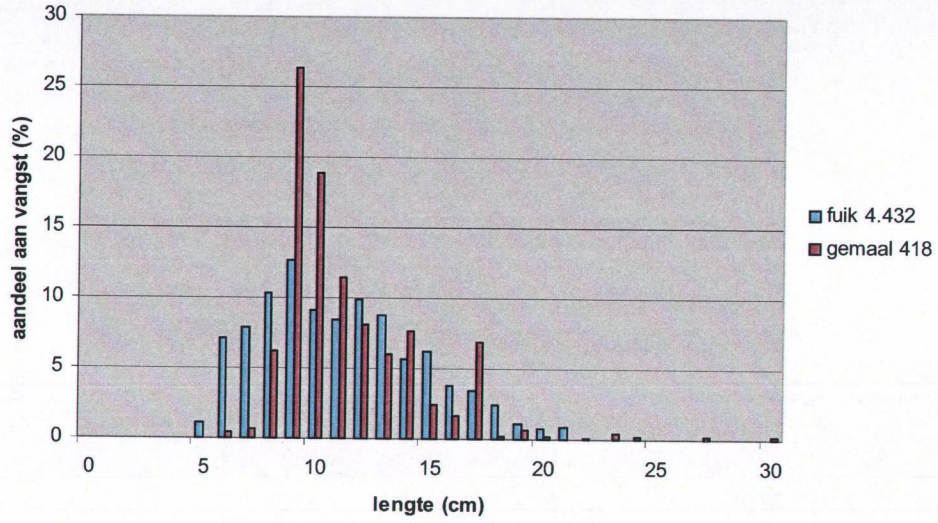
In afbeelding 6.6 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. Uit de afbeelding komt naar voren dat de brasem en kolblei aan de vangsten voor en achter het gemaal een groot aandeel hadden. Opvallend is dat de baars en blankvoorn een relatief groot aandeel hadden aan de vangst in de fuiken, terwijl deze soorten een gering aandeel hadden in de vangst achter het gemaal. Dit beeld komt overeen met de waarneming bij gemaal Krimpenerwaard en suggereert een terughoudendheid van baars en blankvoorn om de gemalen te passeren.

afbeelding 6.6. Aantalverdeling van de vangsten bij ringvaartgemaal Abraham Kroes

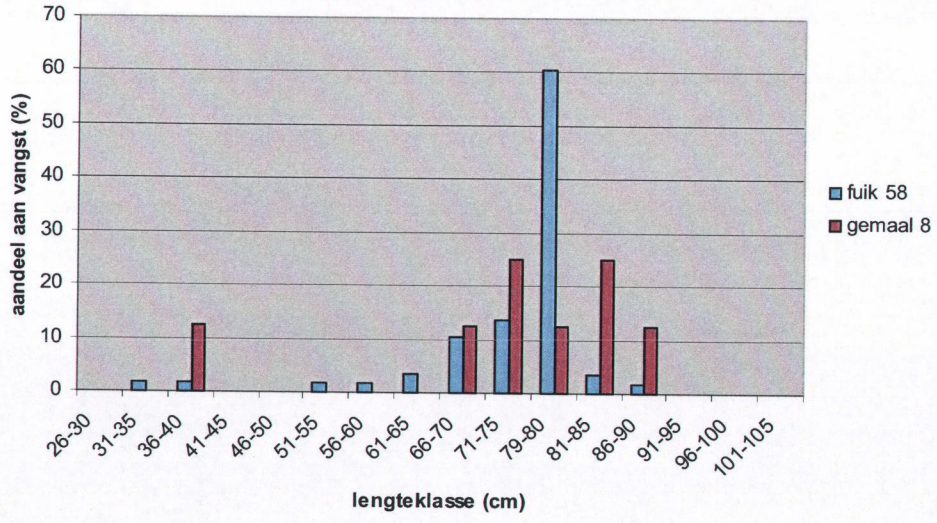


In de afbeeldingen 6.7 en 6.8 zijn lengtefrequentieverdelingen opgenomen voor respectievelijk schubvis en paling. Als gevolg van de verschillende bemonsteringswijze- en duur verschillen de absolute vangstaantallen in de fuiken en achter het gemaal. Desondanks laten de lengtefrequentieverdelingen van de vangsten op beide locaties grote overeenkomsten zien.

afbeelding 6.7. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuiken aan de ringvaartzijde (n=4.432) en in het vangtuig in de Hollandse IJssel (n=418) bij ringvaartgemaal Abraham Kroes**



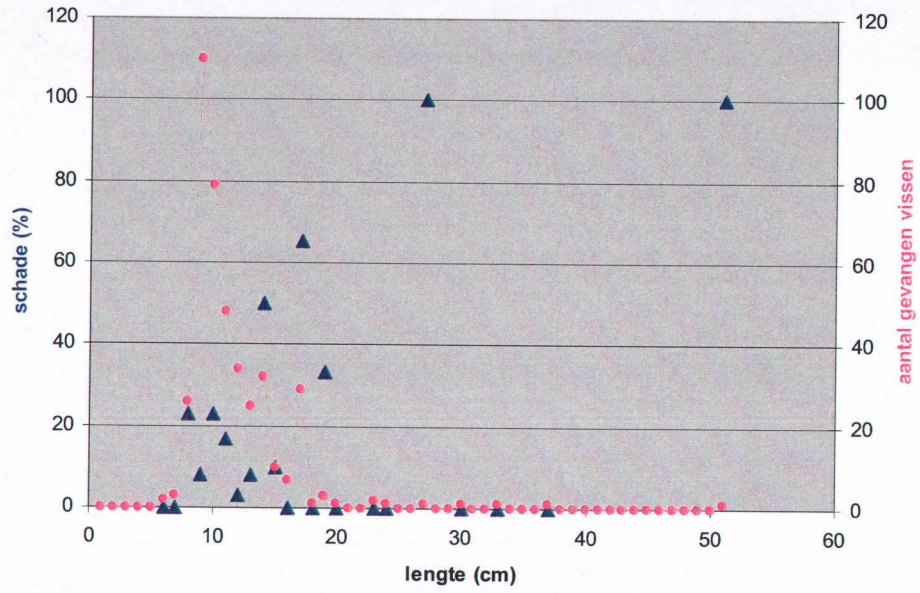
afbeelding 6.8. **Lengtefrequentieverdeling van de totale palingvangst in de fuiken aan de polderzijde (n=58) en in het vangtuig in de Hollandse IJssel (n=8) bij ringvaartgemaal Abraham Kroes**



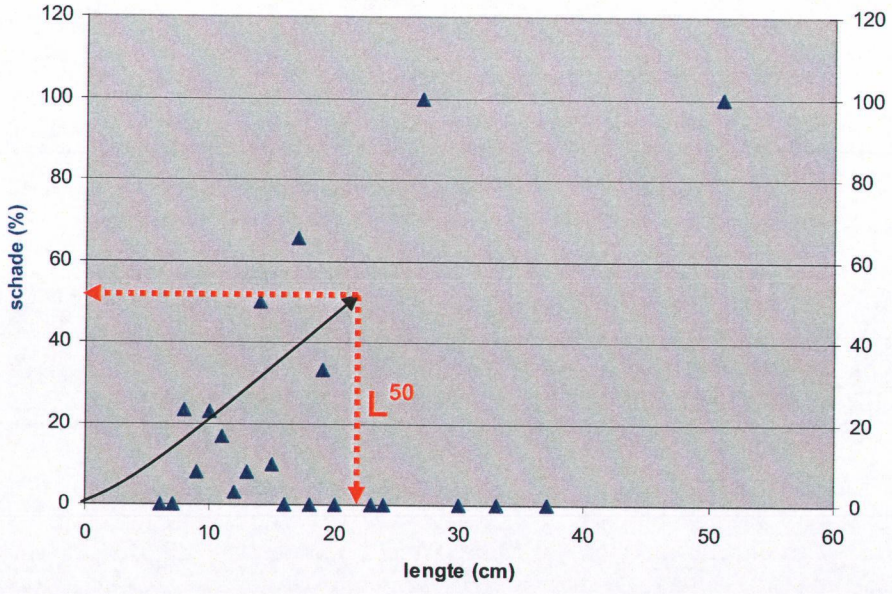
6.3.4. Schade en sterfte bij uittrek

Van het totaal aantal vissen dat achter de ringvaartpompen van gemaal Abraham Kroes gevangen is was 21 % beschadigd. Voor de paling lag dit percentage op 63 %. Dit percentage is echter gebaseerd op de totale vangst van slechts 8 individuen en geeft daardoor geen betrouwbare informatie. Net als bij gemaal Krimpenerwaard blijkt bij gemaal Abraham Kroes een duidelijke relatie tussen de lengteklasse en het beschadigingspercentage te bestaan. Vanaf een lengte van 5 tot 10 cm neemt het schadepercentage toe (afbeeldingen 6.9 en 6.10). Van de schubvissen met een lengte van 18 cm raakt circa 50 % beschadigd.

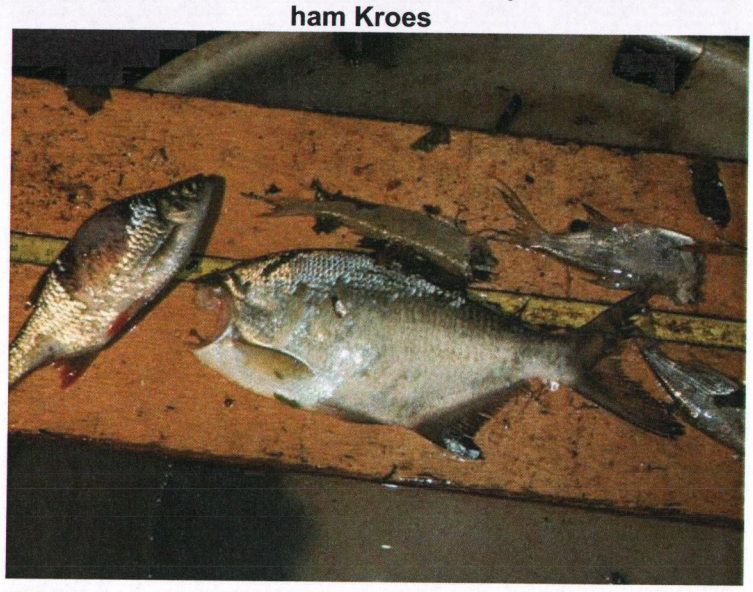
afbeelding 6.9. **Schadepercentage en vangst per lengteklasse voor schubvis voor het ringvaartgemaal Abraham Kroes**



afbeelding 6.10. **Curve voor schadepercentage per lengteklasse voor schubvis voor ringvaartgemaal Abraham Kroes. De rode pijlen geven een indicatie voor de lengteklasse waarbij respectievelijk 50 van de schubvissen beschadigd wordt**



afbeelding 6.11. **Voorbeeld van optredende schade aan schubvis bij ringvaartgemaal Abraham Kroes**



afbeelding 6.12. **Voorbeeld van optredende schade aan paling bij ringvaartgemaal Abraham Kroes**

6.4. Najaarsonderzoek bij de Snelle Sluis

6.4.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 6.13 en 6.14 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken aan de ringvaartzijde van de Snelle Sluis. Gedurende 17 fuiknachten zijn in totaal slechts 12 vissen gevangen die 4 schubvissoorten en de paling vertegenwoordigden. Dit totale aanbod komt omgerekend neer op een vangst van minder dan 1 vis per fuiknacht.

tabel 6.13. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen in het toevoerkanaal aan de ringvaart-zijde van de Snelle Sluis

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
16 november	19 november	3	0	0
19 november	26 november	7	0	0
26 november	1 december	5	0	0
1 december	2 december	1	6	5
2 december	3 december	1	1	0
totaal		**17**	**7**	**5**

tabel 6.14. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij de Snelle Sluis

	aanbod	aanbod per fuiknacht	lengte
doelsoorten			
schieraal	5	0,3	68-83
overige vissoorten			
baars	1	0,1	27
brasem	4	0,2	8-15
kolblei	1	0,1	10
snoekbaars	1	0,1	11
totaal	**12**	**0,7**	

6.4.2. Bepaling vispassage bij uittrek

In de tabellen 6.15 en 6.16 zijn de aantallen vissen weergegeven die bij de fuikbemonsteringen in de schutkolk van de Snelle Sluis gevangen zijn. Hierbij zijn 143 vissen gevangen, die 9 soorten vertegenwoordigden. Dit komt neer op gemiddeld 16 vissen per fuiknacht. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de fuik die voor bepaling van de uittrek is gebruikt, in tegenstelling tot de fuiken voor bemonstering van het aanbod, de hele breedte van de sluiskolk besloeg. De vangst per fuiknacht is daarom niet een op een te vergelijken met de fuikvangsten van de aanbod bepaling.

tabel 6.15. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen in de schutkolk van de Snelle Sluis

bemonsteringsdatum	aantal schubvissen	aantal palingen
16 november	117	2
19 november	10	0
26 november	4	0
2 december	3	0
3 december	7	0
totaal	**141**	**2**

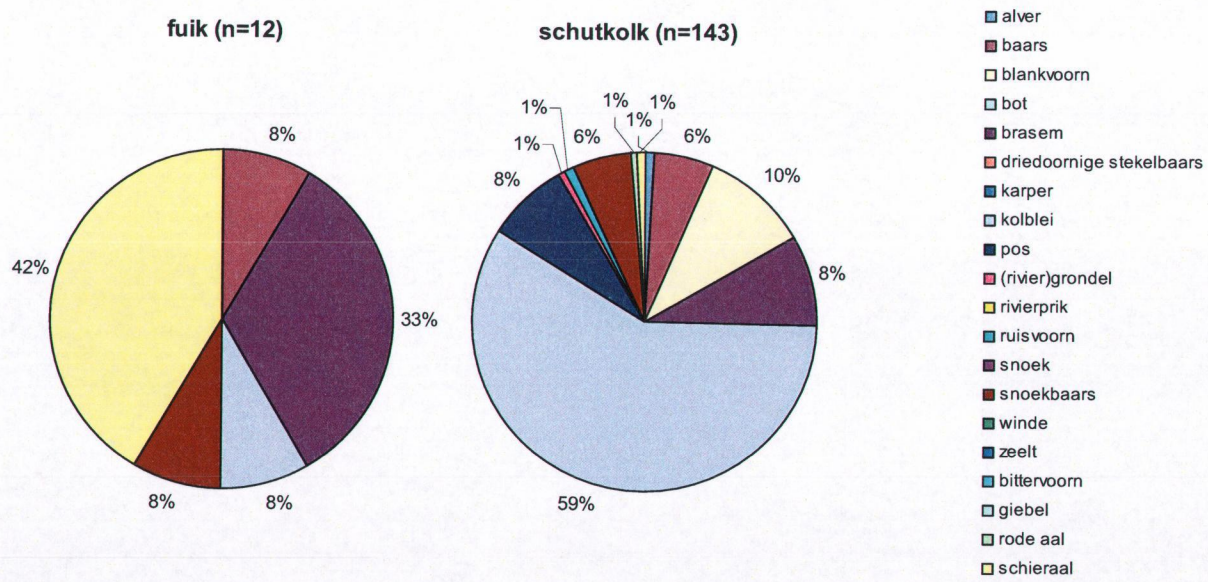
tabel 6.16. Resultaten voor de fuikbemonsteringen in de schutkolk van de Snelle Sluis

	aantal	lengte
doelsoorten		
rode aal	1	29
schieraal	1	67
overige vissoorten		
alver	1	12
baars	8	8-16
blankvoorn	15	10-21
brasem	12	10-18
kolblei	84	9-27
pos	11	7-11
(rivier)grondel	1	10
ruisvoorn	1	9
snoekbaars	8	14-32
totaal	**143**	

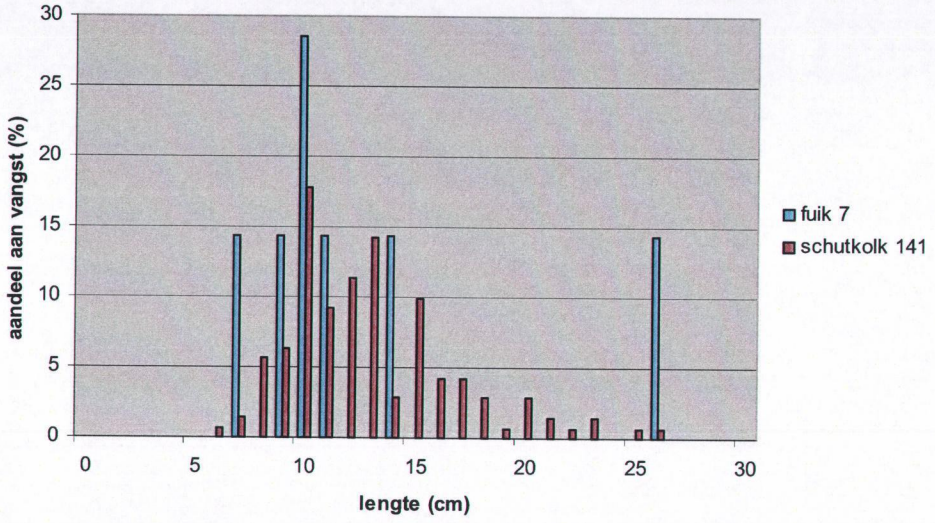
6.4.3. Samenstelling van het visbestand bij uittrek

In afbeelding 6.13 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. Uit de afbeelding komt naar voren dat kolblei het grootste aandeel had aan de vangsten in de schutkolk. De aantalverdeling in zowel de fuiken voor de sluis als in de schutkolk wijkt sterk af van de aantalverdeling die voor het totale visbestand van de Ringvaart is gevonden (afbeeldingen 6.7 en 6.17). Het is niet duidelijk wat het grote verschil veroorzaakt. In respectievelijk afbeeldingen 6.14 en 6.15 is de lengtefrequentie weergegeven voor de vangst aan schubvis en paling.

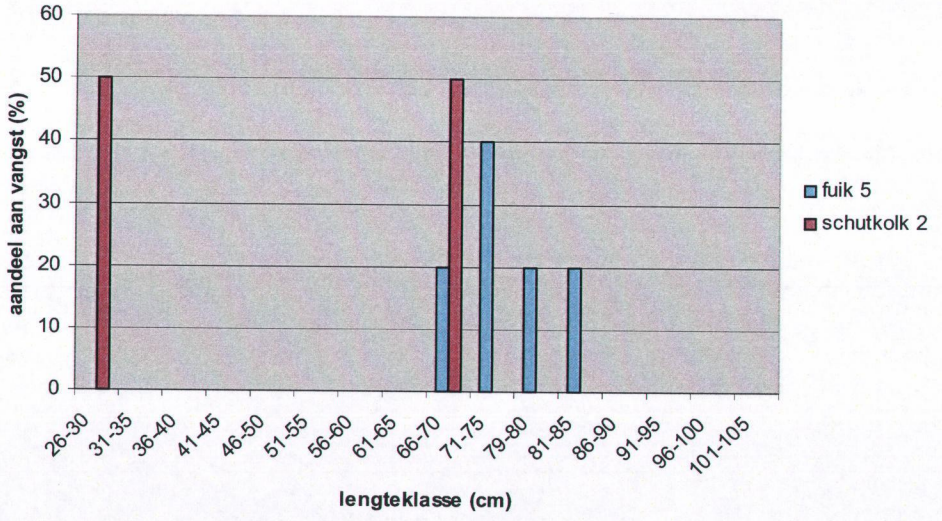
afbeelding 6.13. Aantalverdeling van de vangsten bij de Snelle Sluis over de diverse vissoorten



afbeelding 6.14. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuiken aan de ringvaartzijde (n=7) en in de schutkolk van de Snelle Sluis (n=141)**



afbeelding 6.15. **Lengtefrequentieverdeling van de totale vangst aan paling in de fuiken aan de ringvaartzijde (n=5) en in de schutkolk van de Snelle Sluis (n=2)**



6.5. Bespreking resultaten gemaal Abraham Kroes en Snelle Sluis

voorjaarsonderzoek bij gemaal Abraham Kroes en de Snelle Sluis
Bij de kruisnetbemonsteringen op de Hollandsche IJssel voor de Snelle Sluis en het uitstroomhoofd van gemaal Abraham Kroes zijn gemiddeld 20 vissen gevangen, waarvan 8-9 vissen die tot de doelsoorten behoorden. In totaal zijn slechts 10 jonge alen (glasaal, pootaal of rode aal) gevangen.

Bij de bemonsteringen van het intrekbestand in de Snelle Sluis werd nog minder gevangen. De gemiddelde vangst per avond bedroeg 6 vissen. Die vangst omvatte gemiddeld 1,5 pootalen of rode alen, maar geen enkele glasaal.

Het lage aanbod bij de Snelle Sluis en gemaal Abraham is in lijn met de waarnemingen op de andere locaties binnen het onderzoek.

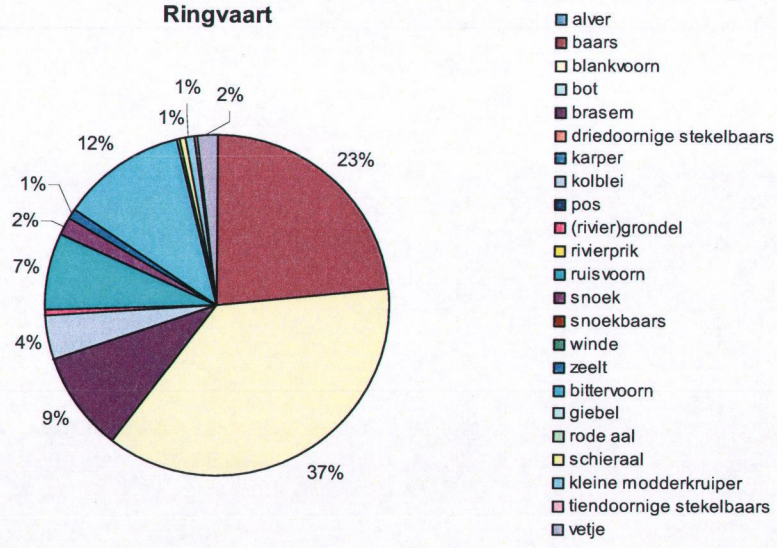
najaarsonderzoek bij poldergemaal Abraham Kroes

Het aanbod bij de polderpompen van gemaal Abraham Kroes is verdacht laag. Gezien het oppervlakte van het achterliggende peilvak zou meer vis verwacht kunnen worden. Ter vergelijking zijn in bijlage IX de resultaten opgenomen van visstandonderzoeken die in de Zuidplaspolder achter gemaal Abraham Kroes zijn uitgevoerd in 2004 en 2009 [lit. 25. en 23.]. In deze eerdere resultaten valt op dat in 2004 een visstand van 429,3 kg/ha werd gevonden bij het meetpunt Maria's Hoeve (00607), terwijl in 2009 slechts een bestand van 12 kg/ha werd aangetroffen. De indruk is dat deze laatste waarde een onderschatting van het daadwerkelijke visbestand betreft. Desondanks is de lage waarde in lijn met de gegevens uit het huidige najaarsonderzoek. Deze bestandsschattingen suggereren dat er in de laatste jaren een flinke afname in het visbestand heeft plaatsgevonden. Dit zou erop kunnen wijzen dat de abiotische omstandigheden in de polder ongunstig zijn geworden. Dit kan aan de morfologie van de watergangen liggen (bijvoorbeeld door ondiepte door baggerachterstand), maar zou ook in de chemie kunnen liggen. Zo kan ijzerrijke kwel, die toxisch is voor vis, een verklaring voor het lage visaanbod zijn. Ook zuurstofloosheid door afbraak van het veen zou een belangrijke rol kunnen spelen.

najaarsonderzoek bij ringvaart gemaal Abraham Kroes

Het aanbod bij het ringvaartgemaal was met een gemiddelde vangst van 92 vissen per fuiknacht beduidend hoger dan bij het poldergemaal (2 vissen per fuiknacht). Ook de vangst achter de gemaalpomp lag met 427 vissen ruim boven de 27 vissen die op dezelfde 5 avonden achter het poldergemaal gevangen zijn. Bij een visstandbemonstering in de Ringvaart in 2009 is een bestand van 82,4 kg/ha aangetroffen. De vangsten bij het ringvaartgemaal lijken te passen bij een dergelijk bestand [lit. 23.]. In afbeelding 6.16 is de aantalverdeling opgenomen die bij het visstandbemonstering in 2009 is gevonden. In bijlage IX zijn de resultaten van de visstandbemonstering in tabelvorm opgenomen. Uit een vergelijking blijkt dat de samenstelling van de vangst in de fuiken gelijkenis vertoont met de soortensamenstelling van het totale visbestand in de Ringvaart. Het voornaamste verschil is het hoge aandeel aan limnofiele ruisvoorn en bittervoorn bij de visstandbemonstering. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat bij de visstandopname diverse plantenrijke trajecten, maar daarnaast is het, net als bij gemaal Krimpenerwaard, aannemelijk dat deze vissoorten minder migreren.

afbeelding 6.16. Aantalverdeling van de totale visstand in de Ringvaart



najaarsonderzoek bij de Snelle Sluis

De vangsten in de fuiken aan de ringvaartzijde van de Snelle Sluis zijn zeer laag. Opvallend is dat tijdens de gelijktijdige bemonsteringen in de schutkolk van de Snelle Sluis tien keer zoveel vissen zijn gevangen.

Uit de verhouding tussen de vangstaantallen voor en in de sluis blijkt dat vissen bij de sluis niet het omkeergedrag vertonen dat bij de nadering van gemalen plaatsvindt (waarschijnlijk als gevolg van de aanwezigheid van het kunstwerk en de omgevingsvreemde geluiden en stromingen die ermee gepaard gaan).

De vangstaantallen liggen lager dan bij fuiken aan de Ringvaartzijde van gemaal Abraham Kroes. Dit is echter niet verrassend omdat het gemaal tijdens de bemonsteringsperiode regelmatig in bedrijf is geweest waardoor bij het ringvaartgemaal een grotere lokstroom bestond dan in de schutkolk van de Snelle Sluis.

wenselijkheid van migratievoorzieningen
Het schadepercentage dat in het huidige onderzoek voor de polderpompen is gevonden ligt laag als gevolg van het lage aanbod. In verband met de hogere opvoerhoogte kan verwacht worden dat het schadepercentage zeker niet lager ligt dan bij de ringvaartpompen. Bij de ringvaartpompen loopt de schade vanaf een lengte van 10 cm gestaag op. Vanaf een vislengte van circa 25 tot 30 cm is de schade vrijwel 100 %. Het totale schadepercentage van 21 % vraagt om maatregelen.

Als maatregel om de vissterfte in de pompen van gemaal Abraham Kroes terug te brengen kunnen stroboscooplampen voor het gemaal worden geplaatst. Het is daarbij belangrijk dat de lampen niet als op zichzelf staande maatregel worden toegepast, maar dat dit gebeurt in combinatie met maatregelen voor een goede alternatieve passageroute. Alleen in aanwezigheid van een geschikte alternatieve route kan een goede effectiviteit van de lampen verwacht worden.

Op de verbinding tussen de polder en de ringvaart kan de beoogde hevelvistrap deze alternatieve verbinding vormen. Voor de aanleg van deze vistrap gelden echter wel de eerdere genoemde aandachtspunten ten aanzien van de oriëntatie op stromingen (paragraaf 5.3). Gelet op de schadepercentages die bij de bemonsteringen achter de ringvaart- en polderpompen van het gemaal gevonden zijn vinden wij het ook in de huidige situatie gerechtvaardigd om een migratievoorziening tussen de polder en de ringvaart te realiseren. Daarbij geldt wel dat deze voorziening alleen nuttig is als maatregelen in de polder worden getroffen om de condities voor vis te verbeteren. Daarbij kan gedacht worden aan het verbeteren van de milieuomstandigheden in de polder, maar ook aan het passeerbaar maken van de kunstwerken binnen de polder. Ook voordat deze maatregelen getroffen worden kan de migratievoorziening als een effectief zijn omdat de vissen de polder via de migratievoorziening kunnen verlaten wanneer ongunstige milieuomstandigheden zich voordoen.

Het is aan te raden om, voordat tot de realisatie van een migratievoorziening besloten wordt, de geluidsproductie van de polderpompen te onderzoeken omdat de kans bestaat dat de inzwembak van de beoogde vistrap in het bereik komt te liggen waar tijdens bemaling (dagelijks 4 tot 5 uur) onder water veel geluid hoorbaar is. Bij dergelijk onderzoek is echter, net als bij het huidige onderzoek, alleen vast te stellen wat de geluidsproductie in een bepaald bereik is. Bij gebrek aan een maatlat om de geluidsproductie tegen af te zetten is het lastig om conclusies aan de geluidsproductie te verbinden.

Wat betreft de verbinding tussen de Ringvaart en de Hollandsche IJssel adviseren wij, gezien de complexiteit van het gemaal en de aanwezigheid van de Snelle sluis, om de relatie tussen de sterfte bij de ringvaartpompen en de passage via de Snelle sluis nader te onderzoeken. In het huidige onderzoek was het aanbod dat gebruik maakte van de route via de Snelle sluis relatief laag. Mogelijk is dit aanbod hoger als de vissen bij de ringvaartpompen worden geweerd. Wij adviseren daarom om de volgende stapsgewijze benadering te volgen:

1. plaatsing van een viswering bij de ringvaartpompen;
2. onderzoek of er na de plaatsing van de lampen meer vissen gebruik maken van de route via de Snelle Sluis;
3. zonodig kan daarna besloten worden tot aanvullende maatregelen bij het gemaal.

7. RESULTATEN GEMAAL KRALINGSE PLAS

7.1. Najaarsonderzoek

7.1.1. Bepaling visaanbod bij uittrek

In tabellen 7.1 en 7.2 zijn de totale vangsten en de vangsten per vissoort weergegeven voor de fuiken aan de plaszijde van gemaal Kralingse Plas. Gedurende 5 fuiknachten zijn in totaal 4.207 vissen gevangen. Dit komt neer op ruim 840 vissen per fuiknacht. Deze vissen vertegenwoordigden alleen baars, pos en snoekbaars.

tabel 7.1. Datums en resultaten van fuikbemonsteringen bij gemaal Kralingse Plas

plaatsing fuik	lichting fuik	aantal fuiknachten	aantal schubvissen	aantal palingen
12 oktober	13 oktober	1	467	0
9 november	10 november	1	530	0
24 november	25 november	1	1.210	0
25 november	26 november	1	1.450	0
26 november	27 november	1	550	0
totaal		**5**	**4.207**	**0**

tabel 7.2. Vangstresultaten per vissoort in de fuiken bij gemaal Kralingse Plas

	aanbod	aanbod per fuiknacht	lengte
baars	3.847	769	9-21
pos	350	70	10-21
snoekbaars	10	2	11
totaal	**4.207**	**841**	

7.1.2. Bepaling vispassage via het gemaal bij uittrek

In de tabellen 7.3 en 7.4 zijn de aantallen vissen weergegeven die bij de bemonsteringen achter gemaal Kralingse Plas gevangen zijn. Naast baars, pos en snoekbaars is hier, in tegenstelling tot de fuik, ook paling gevangen.

tabel 7.3. Datums en resultaten van vangtuigbemonsteringen achter gemaal Kralingse Plas

bemonsteringsdatum	aantal schubvissen	aantal palingen
12 oktober	4	0
10 november	20	0
25 november	1.140	2
26 november	240	15
27 november	80	2
totaal	**1.484**	**19**

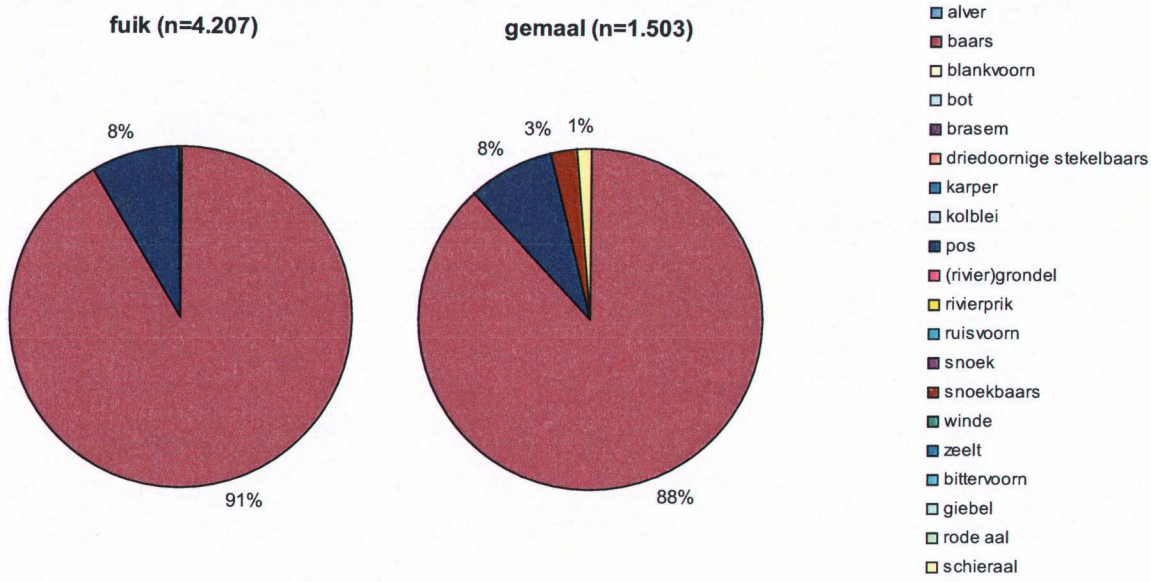
tabel 7.4. Resultaten per vissoort voor de vangtuigbemonsteringen achter gemaal Kralingse Plas

	onbeschadigd		beschadigd		schade
	aantal	lengte	aantal	lengte	percentage
doelsoorten					
schieraal	0		19	60-78	100
overige vissoorten					
baars	900	10-12	423	10-12	32
pos	121	10	0		0
snoekbaars	40	11	0		0
totaal	**1.061**		**442**		**29**

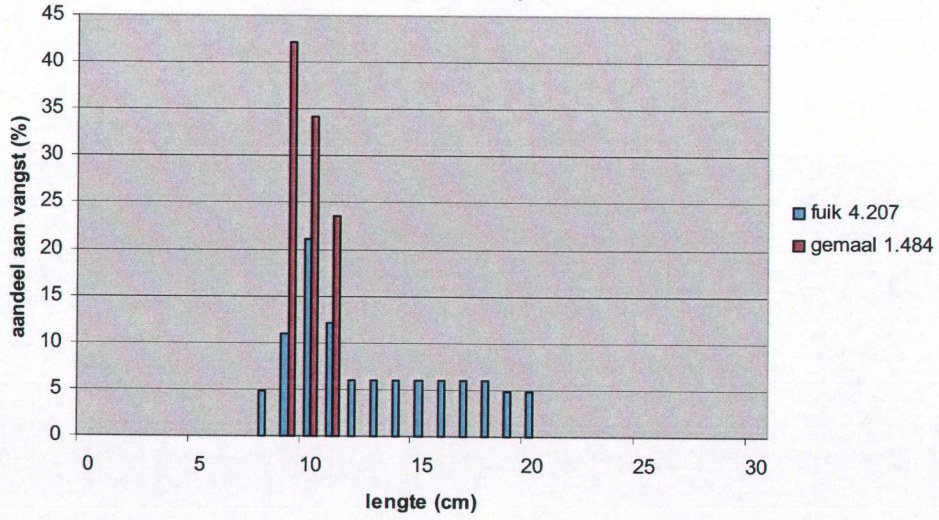
7.1.3. Samenstelling van het visbestand bij uittrek

In afbeelding 7.1 is de procentuele verdeling van de totale vangst over de aangetroffen vissoorten weergegeven. Uit de afbeelding komt naar voren dat baars in de vangsten aan beide zijden van het gemaal het grootste aandeel had. In de afbeeldingen 7.2 en 7.3 zijn lengtefrequentieverdelingen opgenomen voor respectievelijk schubvis en paling.

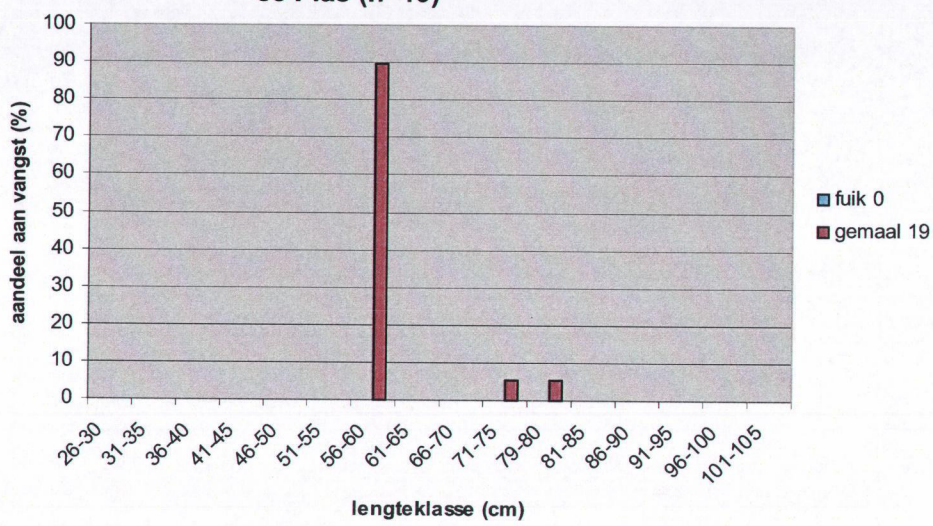
afbeelding 7.1. **Aantalverdeling van de vangsten bij gemaal Kralingse Plas over de diverse vissoorten**



afbeelding 7.2. **Lengtefrequentieverdeling van de totale schubvisvangst in de fuik aan de plaszijde (n=4.207) en in het vangtuig aan de Rottezijde van gemaal Kralingse Plas (n=1.484)**



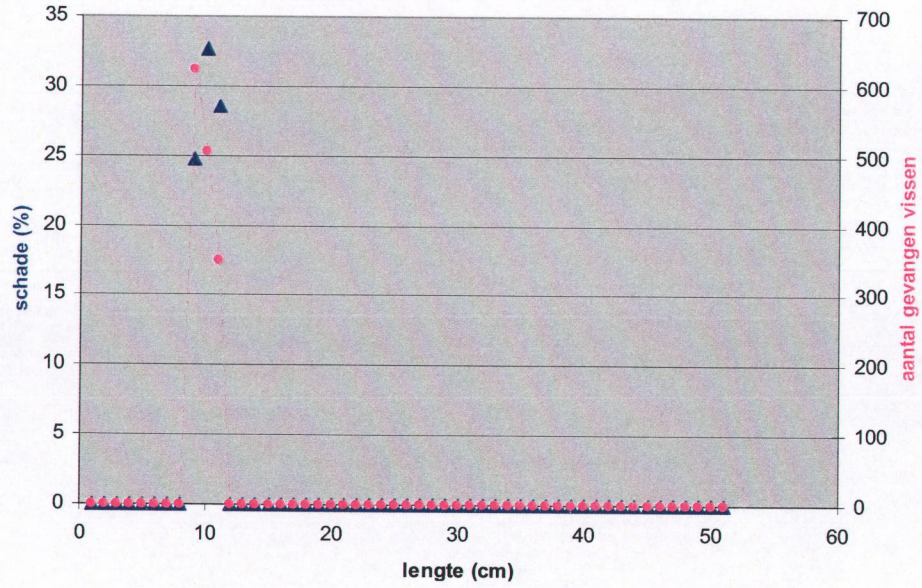
afbeelding 7.3. **Lengtefrequentieverdeling van de totale vangst aan paling in de fuik aan de plaszijde (n=0) en in het vangtuig aan de Rottezijde van gemaal Kralingse Plas (n=19)**



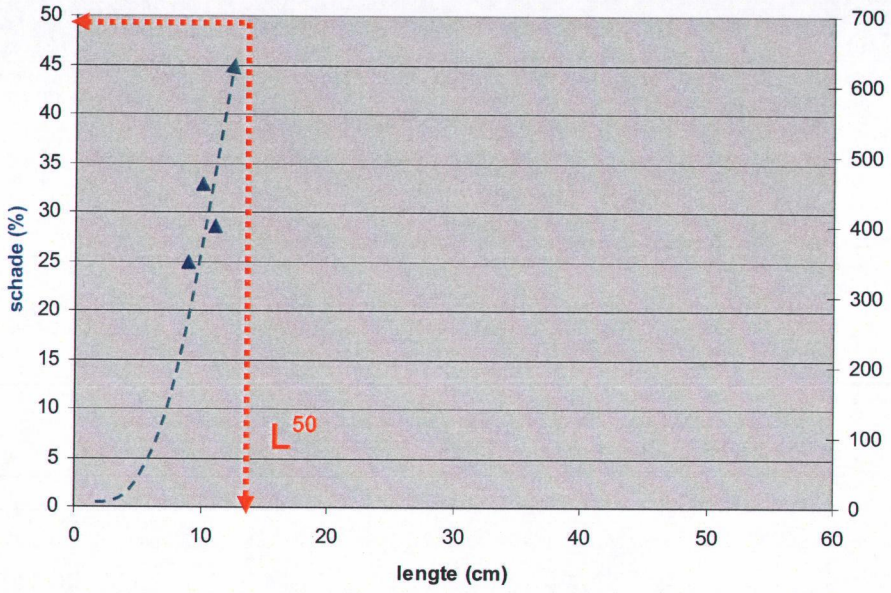
7.1.4. Schade en sterfte bij uittrek

Tijdens het onderzoek is het schadepercentage voor het totale bestand vastgesteld op 29 % (afbeelding 7.4). Voor paling lag het percentage voor alle lengteklassen op 100 %. Net als bij de andere gemalen kan verwacht worden dat er een verband bestaat tussen de lengteklasse en de kans op beschadiging. Omdat de gevangen schubvissen allemaal in een beperkt lengtebereik vallen is alleen een ruwe voorspelling van het verloop van dit verband te maken. In afbeelding 7.5 is een voorspelling weergegeven waarin er vanuit is gegaan dat de vissen met een lengte van minder dan 5 cm een zeer geringe kans op schade hebben (waarnemingen bij andere gemalen rechtvaardigen deze aanname). Wanneer de gestippelde curve zou worden doorgetrokken zou verwacht kunnen worden dat vanaf een lengte van circa 13 cm de helft van de vissen beschadigd raakt. Vanwege het beperkte lengtebereik van de gepasseerde vissen is niet te zeggen vanaf welke lengteklasse 100 % schade verwacht kan worden.

afbeelding 7.4. **Schadepercentage en vangst per lengteklasse voor schubvis voor gemaal Kralingse Plas**



afbeelding 7.5. **Curve voor schadepercentage per lengteklasse voor schubvissen voor gemaal Kralingse Plas. De rode pijlen geven een indicatie voor de lengteklasse waarbij respectievelijk 50 % van de schubvissen beschadigd wordt**



afbeelding 7.6. Voorbeeld van optredende schade bij gemaal Kralingse Plas

afbeelding 7.7. Voorbeeld van optredende schade aan paling bij gemaal Kralingse Plas

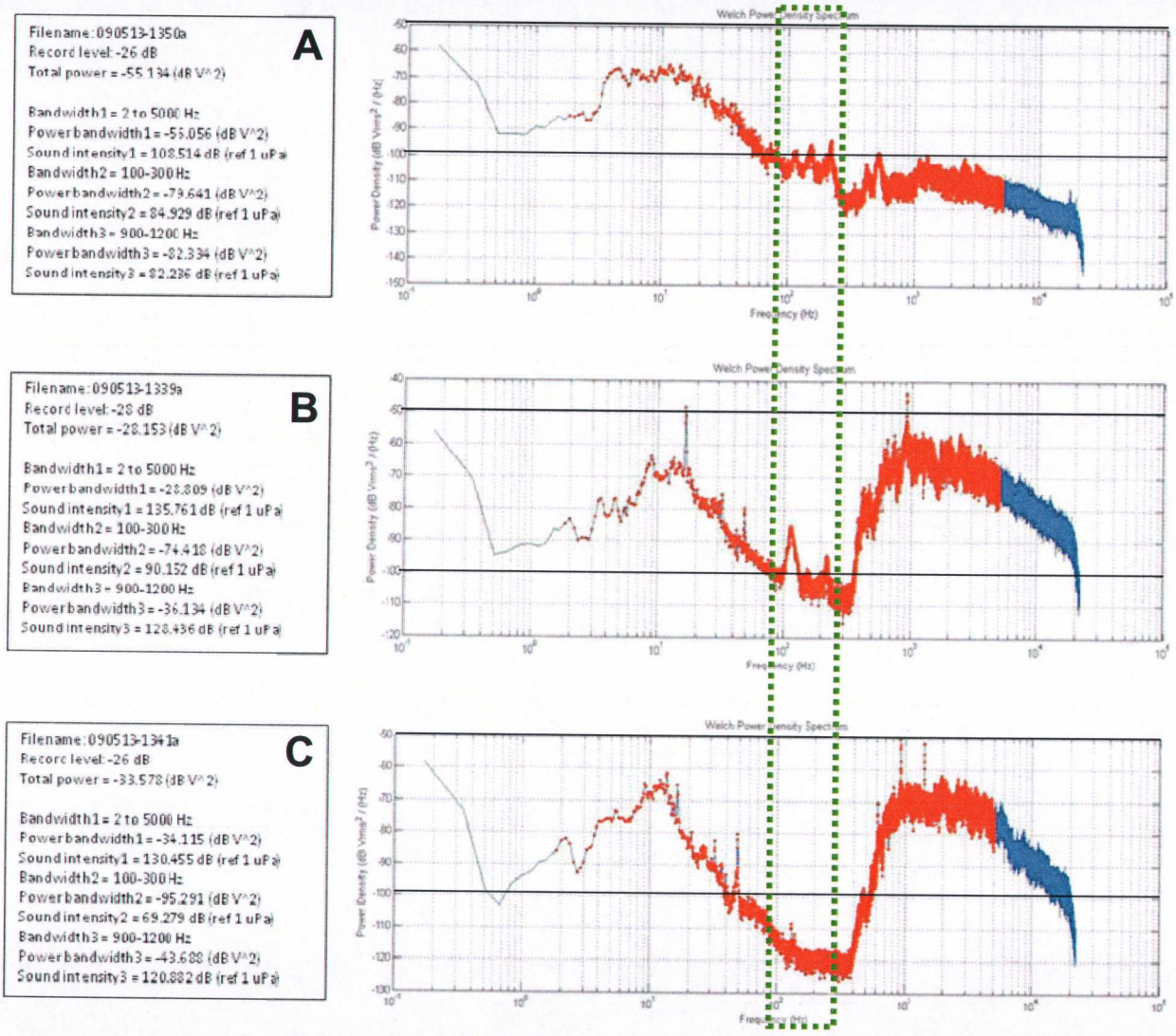
7.2. Bio-akoestisch onderzoek

Bij gemaal Kralingse plas varieerde het geluidsniveau voor de frequentie-bandbreedte 2-5.000 Hz tussen de 95,5 en 109,5 dB re 1 µPa gemiddeld voor opnames waarbij de gemaalpomp niet aan stond. Als de gemaalpomp werd aangezet nam het geluidsniveau toe met ongeveer 30, 26, en 17 dB re 1 µPa op respectievelijk de afstanden 2, 14, en 32 meter afstand van de geluidsbron (tabel 7.5). De sterkste toename was te zien in de relatief hoogfrequente geluidscomponent en dit is met name te zien aan de meting in de bandbreedte van 900-1.200 Hz en in de geluidspectra (afbeelding 7.8, deel A versus de delen B en C). De geluidsniveaus nemen af met afstand, maar er is een aanzienlijke verhoging van het lawaai in de hele trechtervormige toegang tot de sluisdeur en de aanzuigopening van de gemaalpomp. Aan de uitstroomzijde was geen significante invloed van de pompactiviteit op het geluidsniveau te meten. Op 13 mei leek er wel iets minder geluid in de hogere component zonder pomp aan dan met (afbeelding 7.9, deel A versus deel B), maar op 26 juni was er ook een ietwat verhoogde hogere component aanwezig zonder pomp aan. De spectra op deze twee dagen met de pomp aan op de 13e en uit op de 26^{e} verschilden subtiel en er kan hier sprake zijn van een andere anthropogene geluidsbron in de buurt. Hierdoor kunnen we de verschillen tussen aan en uit op 13^{e} in ieder geval niet met zekerheid interpreteren als zijnde veroorzaakt door de gemaalpomp.

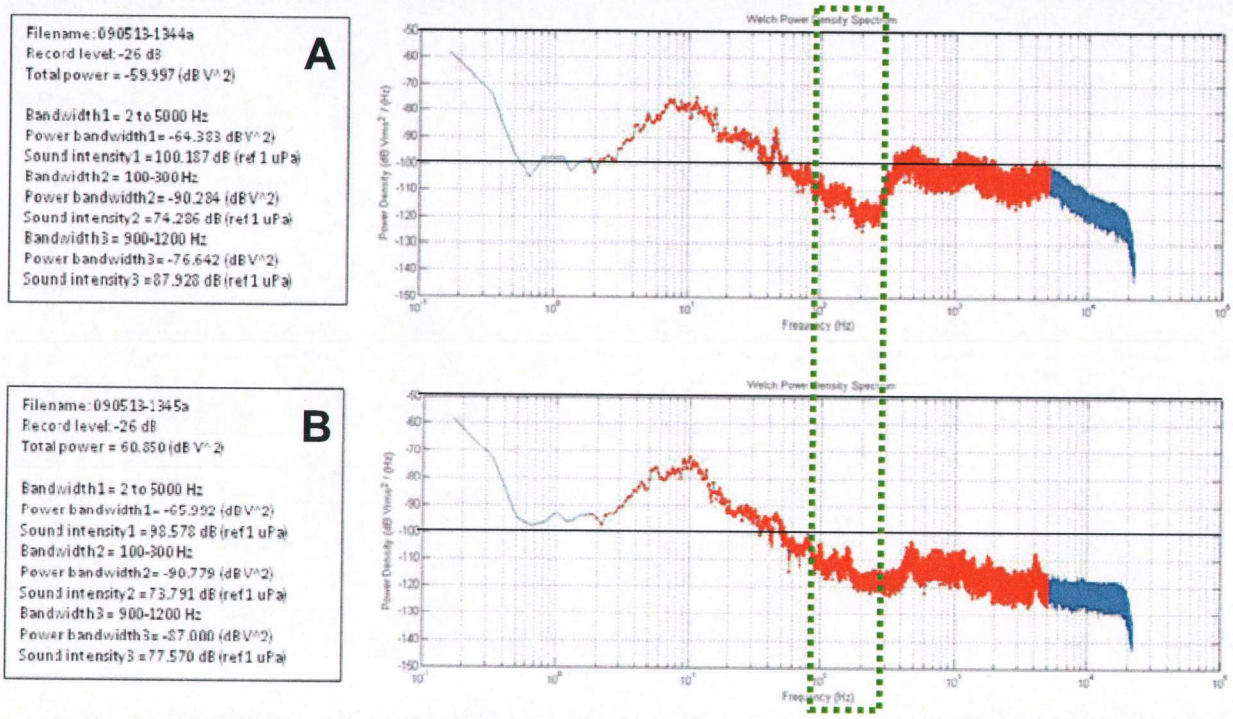
tabel 7.5. Geluidsniveaus voor drie verschillende bandbreedtes op drie verschillende afstanden aan de Kralingse Plaszijde en aan de uitstroomzijde (gemiddeldes van drie herhaalde metingen). 'Aan' staat voor gemaalpomp aan, terwijl 'Uit 1' staat voor gemaalpomp uit op 13 mei 2009 en 'Uit 2' voor uit op 26/6/2009

afstand (m)	2-5.000 Hz			100-300 Hz			900-1.200 Hz		
	aan	uit 1	uit 2	aan	uit 1	uit 2	aan	uit 1	uit 2
2	135,8	108,5	102,7	90,3	84,9	77,3	128,4	82,2	89,3
14	130,5	106,8	102,7	69,3	70,6	81,2	120,9	86,3	89,9
32	118,0	106,0	95,5	83,3	72,3	76,4	86,3	74,6	80,2
uitstroom	100,2	98,6	103,8	74,3	73,8	73,2	87,9	77,6	93,7

afbeelding 7.8. **Voorbeelden van geluidspectra voor een periode van 20 seconden aan de Kralingse Plaszijde gemeten op 13 mei. A: 2 meter afstand, pomp uit; B: 2 meter afstand, pomp aan; C: 14 meter afstand, pomp aan. Het bereik waarvoor veel vissen het gevoeligst zijn is groen gemarkeerd**



afbeelding 7.9. **Geluidspectra voor een periode van 20 seconden bij de uitstroomopening aan de Boezemzijde van de Kralingse Plas op 13 mei. A: pomp aan; B: pomp uit. Het bereik waarvoor veel vissen het gevoeligst zijn is groen gemarkeerd**



De pomp van gemaal Kralingse Plas is boven water nauwelijks hoorbaar voor mensen in de directe nabijheid boven water maar zorgt, net als de pomp van gemaal Krimpenerwaard, onder water wel voor een aanzienlijke hoeveelheid lawaai. De relatief klein pomp van de Kralingse Plas heeft een luide component in de hoge frequenties van 600 tot 3.000 Hz. Bij gemaal Kralingse plas is de gemaalpomp zeker tot op de open plas te horen en zorgt voor een aanzienlijke toename in de trechtervormige toevoer richting de sluis en het aanzuigpunt van de gemaalpomp.

7.3. Bespreking resultaten gemaal Kralingse Plas

Uit de bemonsteringsresultaten blijkt dat het schadepercentage hoog is: 29 % voor het totale bestand en 100 % voor paling. Daarnaast komen de vissen die beschadigd raken volledig gemangeld uit de pomp. Deze resultaten bevestigen de wenselijkheid van de vervanging van het huidige gemaal door een visvriendelijke pomp.

De sluis (bediening van 16 april tot en met 15 oktober) biedt tijdens schuttingen een alternatieve migratieroute voor vis, maar in verband met het optreden van vissterfte in de schutkolk (waarschijnlijk als gevolg van zuurstofgebrek) is migratie via de schutkolk niet wenselijk. Bovendien biedt de schutkolk de mogelijkheid voor intrek van vis vanaf de Rotte naar de Kralingse Plas, hetgeen eveneens ongewenst is. Om vissen uit de schutkolk te weren overweegt het hoogheemraadschap om aan weerszijden van de schutkolk stroboscooplampen te plaatsen.

8. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

8.1. Algemeen verloop van het onderzoek en communicatie

Voor de uitvoering van dit onderzoek hebben wij ervoor gekozen om gebruik te maken van verschillende organisatieniveaus binnen het project. Naast het hoogheemraadschap en Witteveen+Bos waren Gerard Manshanden en drie lokale visserijbedrijven bij het onderzoek betrokken. Daarbij was Gerard Manshanden formeel onderaannemer van Witteveen+Bos, terwijl Gerard op zijn beurt de lokale visserijbedrijven aanstuurde. Tijdens het onderzoek hebben wij ervaren dat binnen deze organisatie een stap teveel zat. De communicatie verliep daardoor regelmatig stroef wat helaas zijn weerslag heeft gehad op het project. Wij zijn ons hiervan bewust en zullen in het vervolg een dergelijke projectorganisatie proberen te voorkomen.

8.2. Voorjaarsonderzoek

8.2.1. Vangsten

kruisnetvangsten

Uit de vangsten met het kruisnet is gebleken dat het visaanbod voor de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes en de Snelle Sluis zeer laag was. In zijn algemeenheid zijn maar weinig vissen gevangen. De kruisnetbemonsteringen waren vooral gericht op het vaststellen van het aanbod van de diadrome doelsoorten glasaal, driedoornige stekelbaars en bot. Het totaal aantal vissen dat van deze doelsoorten is aangetroffen ligt laag (tabel 8.1). Zo is er in totaal slechts 1 glasaal gevangen.

tabel 8.1. Totale vangst voor de doelsoorten

locatie	driedoornige stekelbaars	glasaal	rode aal	bot
gemaal Krimpenerwaard	2	-	1	-
gemaal Verdoold	19	-	-	-
Snelle Sluis	1	-	6	5
gemaal Abraham Kroes	5	1	3	22

Intrekmetingen

Net als voor de kruisnetvangsten in het buitenwater voor de gemalen en de Snelle Sluis geldt voor de intrekbemonsteringen dat er slechts een klein aantal vissen is gevangen. Het aantal gevangen vissen dat tot de doelsoorten behoorde lag eveneens erg laag (tabel 8.2).

tabel 8.2. Totale intrek aan doelsoorten

locatie	driedoornige stekelbaars	glasaal	rode aal	bot
gemaal Krimpenerwaard	tientallen	-	-	-
Snelle Sluis	-	-	8	2

Bespreking

De vangstaantallen voor de doelsoorten waren binnen het voorjaarsonderzoek uitzonderlijk laag. Ter vergelijking zijn in tabel 8.3 de vangstresultaten opgenomen van eerdere onderzoeken die op identieke wijze zijn uitgevoerd. In deze tabel valt op dat de huidige onderzoekslocaties allemaal tot de slechts scorende locaties behoren. Alleen de resultaten bij gemaal Gouda waren slechter, bij dit gemaal werd geen enkele vis gevangen.

tabel 8.3. Vergelijking van vangsten voor de diadrome doelsoorten driedoornige stekelbaars, aal en bot bij voorjaarsonderzoeken bij diverse gemalen en de Snelle Sluis

locatie	jaartal	aantal kruisnet-trekken	driedoornige stekelbaars		glasaal		rode aal		bot	
			totaal	per trek	totaal	per trek	totaal	per trek	totaal	per trek
gemaal Westland	2007	56	12	0,2	208	3,7	0	0,0	3	0,1
gemaal Zaaijer	2007	63	16	0,3	64	1,0	0	0,0	1	0,0
gemaal Scheveningen	2007				5.424*					
gemaal de Helsdeur	2007	±70	18.972	271,0	4.463	63,8	0	0,0	9	0,1
gemaal Katwijk	2007	59	552	9,4	14.849	251,7	5	0,1	19	0,3
gemaal Halfweg	2007	147	458	3,1	37.618	255,9	570	3,9	26.929	0,2
gemaal Halfweg	2008	11	4	0,4	175	15,9	606	55,1	0	0,0
gemaal Gouda	2008	33	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
gemaal Spaarndam	2008	51	207	4,1	659	12,9	66	1,3	2	0,0
gemaal Krimpenerwaard	**2009**	**70**	**2**	**0,0**	**0**	**0,0**	**1**	**0,0**	**0**	**0,0**
gemaal Verdoold	**2009**	**32**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Snelle Sluis	**2009**	**17**	**1**	**0,1**	**0**	**0,0**	**6**	**0,4**	**5**	**0,3**
gemaal Abraham Kroes	**2009**	**9**	**5**	**0,6**	**1**	**0,1**	**3**	**0,3**	**22**	**2,4**

* Berekende waarde vanwege een afwijkende aanpak.

De reden voor het bijzonder lage visaanbod op de locaties die is in het voorjaar van 2009 zijn onderzocht is niet bekend. In zijn algemeenheid geldt echter dat bij alle migratieonderzoeken in het voorjaar van 2009 weinig visintrek werd waargenomen. Het lijkt er daardoor op dat 2009 een slecht intrekjaar was. Daarbij kunnen wij ons voorstellen dat de volgende aspecten hebben bijgedragen aan de lage vangsten:

- ten tijde van de bemonsteringen werd gewerkt aan de aanleg van de tweede maasvlakte, kustversterking bij Hoek van Holland en verschillende dijkversterkingsprojecten. Dit betrof onder andere de Lekdijken rond gemaal Krimpenerwaard (afbeelding 8.1). De werkzaamheden kunnen in theorie een afschrikkende werking op intrekkende diadrome vissen gehad hebben;
- de lage vangsten, wat betreft de diadrome doelsoorten, kunnen ook een gevolg zijn van de geografische verspreiding van de intrekkende vissen. Over het algemeen lijkt er dichter bij de kust meer gevangen te worden dan verder landinwaarts. Zo is voor de aal bekend dat 80 % van de aal zich ophoudt in de eerste 30 kilometer vanaf de kust. De gemalen in het huidige onderzoek bevinden zich, evenals gemaal Gouda, verder landinwaarts waardoor een lager aanbod kan worden verwacht;
- verder speelt mee dat het aanbod aan glasaal in de laatste decennia sterk achteruit is gegaan en dat deze trend zich ook dit jaar heeft voortgezet. Glasalen lijken pas verder landinwaarts trekken nadat alle geschikte habitats dichter bij de kust zijn bezet (dichtheidsafhankelijkheid). Wanneer sprake is van lage intrek aantallen kan dus verwacht worden dat er in de zone dicht achter de kust voldoende habitats beschikbaar zijn en er weinig tot geen doortrek plaatsvindt.

afbeelding 8.1. **Dijkversterkingswerkzaamheden direct naast het uitstroomhoofd van gemaal Krimpenerwaard op 13 mei 2009**

Naast de diadrome doelsoorten is bij de onderzoeken naar het aanbod een aantal zoetwatersoorten aangetroffen. De migratiebewegingen van deze vissoorten zijn minder duidelijk dan van de diadrome vissoorten. Het is daarom moeilijk om te bepalen of de gevangen vissen doelgericht op de gemalen en de Snelle Sluis zijn afgezwommen of dat het toevallige passanten waren.

8.2.2. Timing van het voorjaarsonderzoek

Zoals in de aanpak reeds is beschreven wordt de timing van de bemonsteringen bij voorjaarsonderzoek afgestemd op de waarnemingen van intrekkende diadrome vissen door beroepsvissers. Dit jaar werd in de periode waarin de intrek in de meeste jaren op gang komt nauwelijks vis waargenomen waardoor is besloten om de beschikbare bemonsteringen te sparen en later in het seizoen te gebruiken. Dit werd met name ingegeven doordat het aantal geplande bemonsteringen nu wat weinig bleken te zijn, terwijl het gelijke aantal bemonsteringen bij eerdere onderzoeken wel voldoende bleek. Als er nu meer waarnemingen waren gebruikt hadden deze beter verdeeld kunnen worden. De verdeling van waarnemingen in de tijd waarvoor uiteindelijk, vanwege het beperkte aanbod in de klassieke intrekperiode (half maart-begin mei), is gekozen is niet optimaal.

Door het langdurig uitblijven van aanbod werd de indruk verkregen dat de onderzoekslocaties mogelijk te ver landinwaarts liggen voor de intrek van glasaal. Uit eerdere onderzoeken is namelijk gebleken dat de aal op sommige locaties stapsgewijs het zoete water binnentrekt. Zo is bij onderzoek bij gemaal Halfweg in 2007 en 2008 een relatief groot aantal rode alen voor het gemaal gevangen [lit. 12.]. Dit duidt erop dat een deel van het glasaalaanbod in het eerste jaar het Noordzeekanaal binnentrekt en daar een geschikte opgroeihabitat zoekt. Pas één of meerdere jaren later trekken de jonge aaltjes, inmiddels rode aal, verder landinwaarts. Het feit dat de vangst aan rode aal binnen het huidige onderzoek hoger is dan de vangst aan glasaal vormt een indicatie dat dit zelfde verschijnsel ook in de Lek en de Hollandsche IJssel op zou kunnen treden. Het moment waarop de rode alen besluiten verder binnen te trekken is niet duidelijk aan stromingen gekoppeld, zoals dat wel geldt voor het moment van aankomst van de glasaal in het voorjaar. Daardoor is moeilijke te bepalen wanneer het aanbod aan rode aal het hoogst is. Dit kan op sommige locaties ook veel later in het seizoen zijn, vandaar dat een aantal bemonsteringen is uitgesteld tot het late voorjaar en de zomer. Tijdens het onderzoek zijn uiteindelijk meer rode alen dan glasalen gevangen, maar omdat de aantallen nog altijd zeer laag zijn is het niet mogelijk om harde conclusies te trekken over het al dan niet voorkomen van stapsgewijze intrek van aal.

8.3. Najaarsonderzoek

8.3.1. Vangsten

In het huidige onderzoek is het aanbod, de passage en de beschadiging van vissen onderzocht bij de gemalen Krimpenerwaard, Verdoold, Abraham Kroes (polder- en ringvaartpompen), Kralingse Plas en de Snelle Sluis. De onderzoeksresultaten zijn in onderstaande tabel samengevat. Bij de vergelijking tussen de vangsten in de fuiken en de vangsten achter de gemalen of in de schutkolk moet wel opgemerkt worden dat de fuiken continu vangen, terwijl het gemaal maar een beperkt aantal draaiuren heeft gemaakt in de onderzoeksperiode.

tabel 8.3. Samenvatting van resultaten uit het najaarsonderzoek. L^{50} en L^{100} geven de lengteklasse weer waarbij een sterfte van respectievelijk 50 en 100 % verwacht kan worden

locatie	fuik		gemaal/schutkolk*		sterfte			
	totaal	paling	totaal	paling	totaal	paling	L^{50}	L^{100}
gemaal Krimpenerwaard	849	48	146	19	58 %	100 %	12 cm	25 cm
gemaal Verdoold	271	53						
gemaal Abraham Kroes								
- poldergemaal	91	5	27	0	7 %	-		
- ringvaartgemaal	4.490	56	427	8	21 %	63 %	18 cm	32 cm
Snelle Sluis	12	5	143*	2*	-	-		
gemaal Kralingse Plas	4.207	0	1.503	19	29 %	100 %	13 cm	

Wanneer we naar de sterfte in de gemaalpompen kijken blijkt dat de passeerbaarheid van elk van de onderzochte gemaalpompen bijzonder laag is voor de paling. De passeerbaarheid voor schubvis loopt uiteen. Het gevonden sterftepercentage is daarbij in grote mate beïnvloed doordat het aanbod hoofdzakelijk uit kleine vis bestond. Het is algemeen beeld bij onderzoeken naar de passeerbaarheid van gemalen dat het aandeel van grote vissen in het aanbod laag is. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een grotere migratiebehoefte van kleinere vissen als onderdeel van een verspreidingsmigratie, maar het is ook aannemelijk dat de gemalen een selecterende rol spelen. In veel gevallen treedt een selectie op doordat de aanwezige kroosrekken een fysieke beperking stellen aan de breedte van de vissen die kunnen passeren, en daarmee ook aan de lengte. Daarnaast kan selectie optreden doordat de grotere vissen die gemalen proberen te passeren het er veelal niet onbeschadigd vanaf brengen.

8.3.2. Vergelijking met eerdere onderzoeken

Ter vergelijking zijn in tabel 8.4 de onderzoeksresultaten opgenomen van diverse gemalen waar eerder onderzoek naar de mate van beschadiging en sterfte van vissen in de gemaalpompen is uitgevoerd. De gemalen zijn daarbij geordend op pomptype. Uit de tabel komt naar voren dat een duidelijke relatie bestaat tussen de sterftepercentages, het pomptype en de pompcapaciteit. Schroefpompen blijken het meeste schade te veroorzaken. Daarnaast blijkt dat de schade- en/of sterftepercentages over het algemeen afnemen naarmate de capaciteit van de gemalen toeneemt. De gemalen uit het huidige onderzoek passen goed binnen dit beeld.

tabel 8.4. Vergelijking van het debiet, toerental, beschadigings- en/of sterftepercentage van verschillende gemalen

pomptype	gemaal		capaciteit (m^3/min)	toerental (rpm)	beschadiging en/of sterfte (%) schubvis	aal
vijzel	Sint-Karelsmolen	[lit. 13.]	30	39	10-44	10
vijzel	de Seine	[lit. 14.]	35	37	25,4	36,5
vijzel	Halfweg	[lit. 15.]	660	?	1	0
'de Wit'-vijzel	Halfweg	[lit. 15.]	660	?	1	0
schroef	**Kralingse Plas**		**25**	**??**	**29**	**100**
schroef	Meerweg	[lit. 16.]	37,5	735	100 (>10 cm)	100
schroef	Woumen	[lit. 14.]	60	500	100[a]	100[a]
schroef	**Krimpenerwaard**		**400**	**??**	**58**	**100**
schroef	Hoogland	[lit. 17.]	1500	50	0,8	5
schroef	IJmuiden	[lit. 18.]	3000	variabel	0	71
schepraderen	Spaarndam	[lit. 15.]	1920[b]	?	0	0
centrifugaal	Elektriek zuid	[lit. 14.]	60	?	33-68	1
centrifugaal	Verdoold	[lit. 19.]	140	250	59[c]	
centrifugaal	**Abraham Kroes (ringvaartpomp)**		**150**	**365**	**21**	**63**
centrifugaal	Schoute	[lit. 20.]	300	?	14	0
centrifugaal	Gouda	[lit. 15.]	690	?	0	0
centrifugaal	Katwijk	[lit. 21.]	1080	59	±1[d]	0

[a] Veel vissen onherkenbaar geworden.

[b] betreft totale gemaalcapaciteit.

[c] Vis uitgezet voor het gemaal.

[d] Mogelijk enigszins onderschat omdat alleen zeer ernstige beschadigingen zijn meegeteld.

8.3.3. Timing van het najaarsonderzoek

Het najaar van 2009 kende een warme en droge start. Het typische najaarsweer dat gekenmerkt wordt door neerslag en wind kwam daarbij pas heel laat op gang. Voor de migratie van de aal is juist dit onstuimige najaarsweer van belang. De eerste najaarsstormen zijn voor de paairijpe schieralen het signaal om stroomafwaarts te trekken richting zee. Doordat de eerste najaarsstormen relatief laat in het najaar plaatsvonden, kwam ook de najaarsmigratie van de schieralen laat op gang. De onderzoeksinspanningen bij de gemalen is hierop afgestemd. De timing van de bemonsteringen was goed afgestemd op de schieraalmigratie.

De najaarsmigratie van de schubvissen richting overwinteringsgebieden is minder afhankelijk van het weer en lijkt daarentegen meer gebonden aan de periode van het jaar. De migratie vindt aan het begin van het najaar plaats. In de meeste jaren valt dit samen met de periode waarin de eerste najaarsstromen plaatsvinden waardoor bij migratieonderzoeken zowel schieralen als schubvissen gevangen worden. Binnen het huidige onderzoek vielen de bemonsteringen wat laat voor de waarneming van de schubvismigratie. De timing van de najaarsbemonsteringen was echter vooral op de schieraal gericht omdat de aal als belangrijke doelsoort was aangemerkt.

8.3.4. Geschiktheid van vangtuigen

Vanuit het STOWA gemalen onderzoek zijn randvoorwaarden gesteld aan de vangtuigen die bij migratieonderzoeken gebruikt moeten worden. Dit had voornamelijk betrekking op het type net dat gebruikt is en op de toegepaste maaswijdtes.

Onderstaand gaan wij kort in op de vangtuigen die binnen het huidige onderzoek zijn gebruikt:

- er is gebruik gemaakt van zeer fijnmazige kruisnetten (1,5 mm) om het aanbod tijdens het voorjaarsonderzoek te bepalen. Deze maaswijdte was klein genoeg om ook de kleinste vissen te vangen. Door het zeer lage aanbod heeft dit echter niet het gewenste resultaat geleverd;
- bij het voorjaarsonderzoek is de vispassage via het inlaatwerk van gemaal Krimpenerwaard onderzocht met behulp van een grofmazig net (9 mm halve maas). Deze grove maaswijdte is in overleg gekozen om voldoende waterafvoerend vermogen te waarborgen;
- voor de bepaling van de doortrek van grote vis via de schutkolk tijdens zowel het voor- als najaarsonderzoek is gebruik gemaakt van aalfuiken. Hiermee werden grotere schubvissen en alen goed gevangen. Voor kleinere vissen was het vangtuig minder geschikt, maar de keuze om de bemonstering op grotere vis te richten is al in het offertestadium gemaakt om zodoende voor voldoende waterafvoerend vermogen te zorgen;
- tijdens het najaarsonderzoek is gebruik gemaakt van vangtuigen om de passage van vissen via de gemaalpompen vast te kunnen stellen. Bij gemaal Kralingse Plas is gebruik gemaakt van een vangtuig met een relatief kleine maaswijdte in het eerste deel van het net waardoor met zekerheid ook kleinere vissen goed gevangen zijn. Dit was mogelijk omdat de vuillast bij dit gemaal laag was. Bij de gemalen Krimpenerwaard en Abraham Kroes was een groter waterverwerkend vermogen gewenst en was de vuillast hoger. Uit de vangstresultaten komt naar voren dat ook deze vangtuigen vissen met een lengte vanaf een lengte van 5 cm goed gevangen hebben.

8.4. Betekenis van de resultaten voor het vervolg

De bemonsteringsresultaten van het najaarsonderzoek geven inzicht in de mate waarin bij de passage door de gemaalpompen schade ontstaat. De gevonden schadepercentages vormen een belangrijk onderdeel bij de onderbouwing van de nut en noodzaak van de aanleg van vismigratievoorzieningen.

Een belangrijk aspect dat de beoordeling van nut en noodzaak bemoeilijkt is dat er op dit moment alleen onderzoek gedaan is naar de situatie waarin de mogelijkheden voor vismigratie al sinds de aanleg van de onderzochte gemalen beperkt zijn. Als de mogelijkheden voor migratie al jaren lang beperkt zijn, zal dit zijn uitwerking gehad hebben op het bestand aan migrerende vissen, met als gevolg een laag aanbod in de huidige situatie. Omdat vissen traditioneel zijn in het gebruik van migratieroutes is dit directe verband te leggen. Vismigratievoorzieningen worden daarom gerealiseerd om specifiek de mogelijkheden voor in- en uittrek te verbeteren in de hoop dat de verbeterde migratiekansen ervoor zorgen dat meer vissen via de ontsloten routes gaan migreren en het bestand van migrerende vissoorten in omvang toeneemt. Deze toename als gevolg van verbeterde in- en uittrekkansen kan goed pas na diverse jaren zichtbaar worden. Dan pas is dus met zekerheid vast te stellen of een migratievoorziening effectief is geweest.

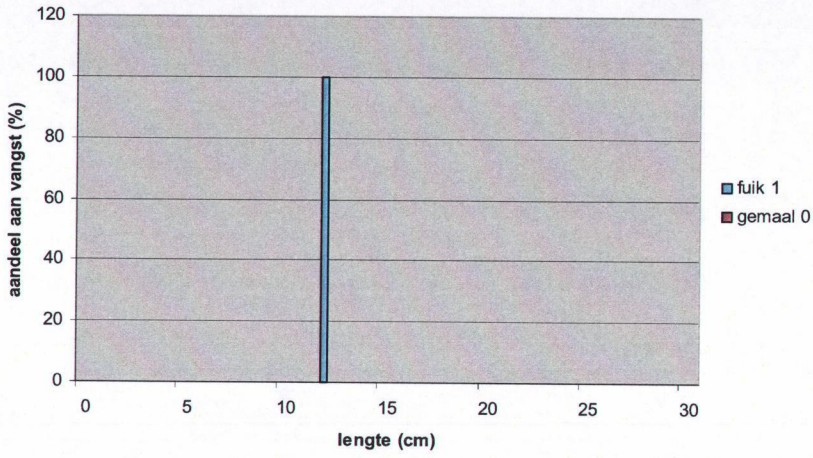
9. REFERENTIES

1. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2007. Prioritering van knelpunten voor vismigratie. Fase 1: identificatie van prioritaire peilvakken en kunstwerken. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
2. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2008. Prioritering van knelpunten voor vismigratie. Fase 2: mogelijkheden voor ontsluiting van prioritaire peilvakken. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
3. Klinge, M., Witjes, Th.G.J., 2008. Uitwerking van kansen voor vismigratie bij gemaal Verdoold. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
4. Klinge, M., Witjes, Th.G.J., 2008. Prioritering van knelpunten voor vismigratie. Fase 3: uitwerking van kansen voor vismigratie bij de gemalen Krimpenerwaard, Abraham Kroes, Kralingse Plas en Schilthuis. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
5. Van Ginneken, V.J.T., Maes, G.E., 2005. The European eel (*Anguilla anguilla*, Linneaus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 15: 367-398.
6. Dekker, W., van Willigen, J.A., 2000. De glasaal heeft het tij niet meer mee! RIVO-rapport C055/00.
7. van Overzee, H.M.J., de Booijs, I.J., van Keeken, O.A., van Os-Koomen, B., van Willigen, J., 2009. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer in 2008. IMARES-rapport C029/09.
8. Van Emmerik, W.A.M., de Nie, H.W., 2006. De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
9. Nijssen, H., de Groot, S.J., 1987. De vissen van Nederland. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
10. Klinge, M., Witjes, Th.G.J., 2006. Optimalisatie van intrekmogelijkheden voor vis bij gemaal De Helsdeur te Den Helder. Onderzoek in opdracht van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
11. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2008. Monitoring van stroomopwaartse migratie van vis bij de gemalen Spaarndam en Gouda. Onderzoek in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
12. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2007. Monitoring van stroomopwaartse migratie bij de gemalen Katwijk en Halfweg. Onderzoek in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat Noord-Holland.
13. Denayer, B., Belpaire, C., 1992. Effecten van pompgemalen op vispopulaties. Schade aan witvis en paling bij gedwongen blootstelling aan de werking van een vijzelpompgemaal. Rapport Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer nr. IBW.Wb.V.R.92.10.
14. Germonpré, E., Denayer, B., Belpaire, C., Ollevier, F., 1994. Inventarisatie van pompgemalen in het Vlaamse gewest en preliminair onderzoek naar de schade van diverse pomptypes op vissen na gedwongen blootstelling. Onderzoek uitgevoerd door AMINAL en de Katholieke Universiteit Leuven.
15. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2008. Monitoring van stroomafwaartse migratie van vis bij de gemalen Halfweg, Spaarndam en Gouda. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
16. Kruitwagen, G., Klinge, M., Manshanden, G.A.M., 2006. Opening eerste vispassage in een gemaal. H_2O 39 (9): 19.
17. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2009. Monitoring van vismigratie bij gemaal J.L. Hoogland en de Johan Frisosluis: Najaarsonderzoek en voorlopig advies. Tussentijds rapport Witteveen+Bos en Manshanden Productie B.V. in opdracht van Wetterskip Fryslân.
18. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2008. Sterfte van schieraal door gemaal IJmuiden, onderzoeksjaar 2008. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Noord-Holland.
19. Arcadis, 2007. Onderzoek vismigratie gemaal Verdoold. Rapport Arcadis in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
20. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2008. Stroomafwaartse passage van vis via gemaal Schoute. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van de 's-Gravenhaagse Hengelsport Vereniging.

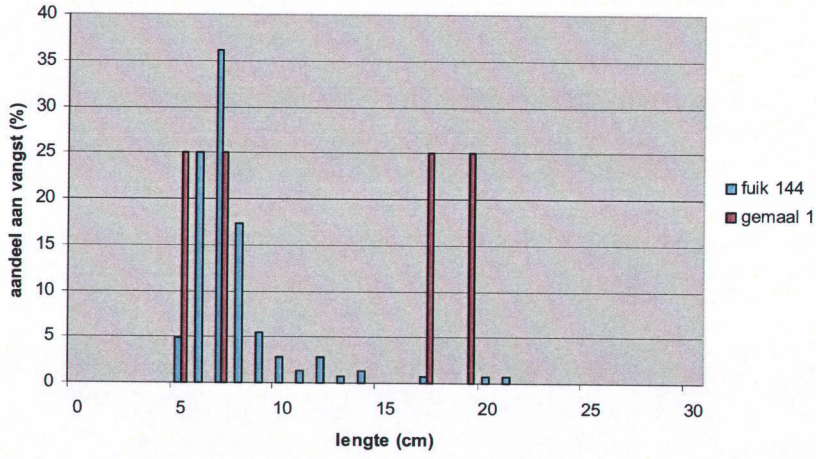
21. Kruitwagen, G., Klinge, M., 2007. Monitoring van stroomafwaartse migratie van vis bij gemaal Katwijk. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
22. Kampen, J., Backx, J.J.G.M., Grimm, M.P., 1992. Visstandbeheer in het Wolderwijd/Nuldernauw in het kader van het BOVAR-Project. Deel 3: migratie van vis door de sluizen. Rapport Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Flevoland.
23. Boerkamp, A., Rutjes, P., Kampen, J., 2009. Bemonstering KRW waterlichamen 2009. Conceptrapport AquaTerra-KuiperBurger in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
24. Wielakker, D., Achterkamp, B., Bak, A., Spier, J.L., 2007. Hydrobiologisch onderzoek Krimpenerwaard 2006: Monitoring in het kader van 'Samen naar goed water in de Krimpenerwaard' en de Europese Kaderrichtlijn Water. Rapport Bureau Waardenburg in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
25. Rutjes, P., Kampen, J., 2004. Bemonstering van de visstand in het beheersgebied van Hoogheemraadschap van Schieland. Rapport AquaTerre Water en Bodem in opdracht van het Hoogheemraadschap van Schieland.
26. van Opzeeland, I., Slabbekoorn, H., ten Cate, C., 2007. Vissen en geluidsoverlast: effect van geluidsbelasting onder water op zoetwatervissen. Rapport Universiteit Leiden.
27. Amoser, S., Ladich, F., 2005. Are hearing sensitivities of freshwater fish adapted to the ambient noise in their habitats? Journal of Experimental Biology 208, 3533 - 3542.
28. Wahlberg, M., Westerberg, H., 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Marine Ecology Progress Series 288: 295 - 309.

BIJLAGE I Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Krimpenerwaard

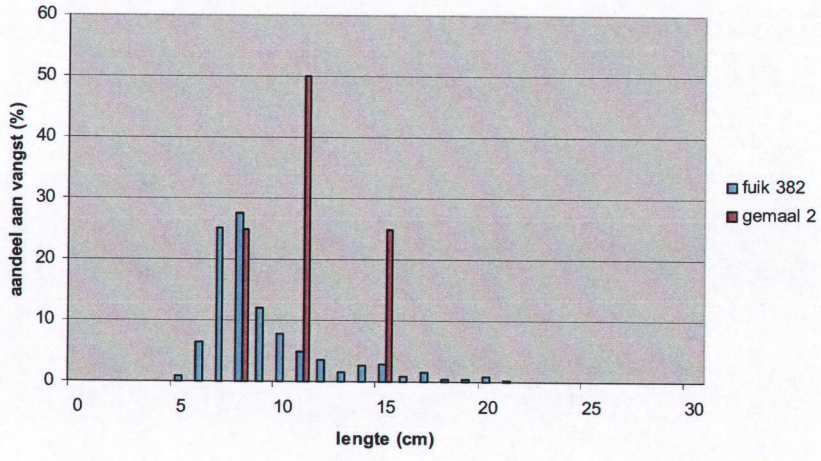
alver



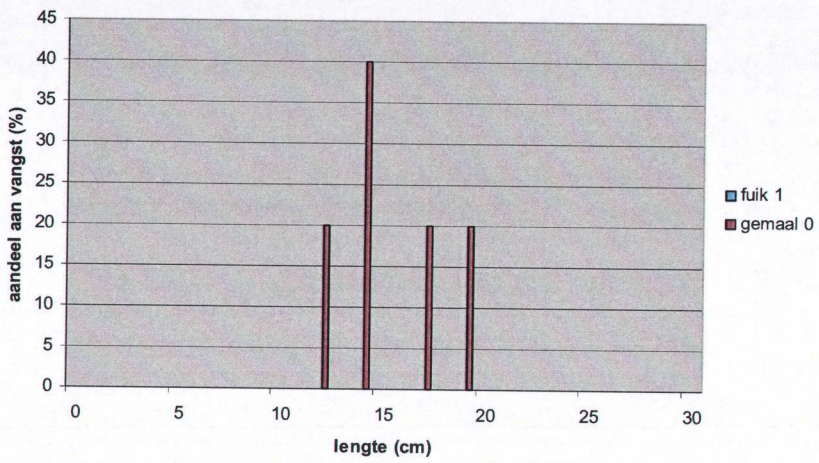
baars



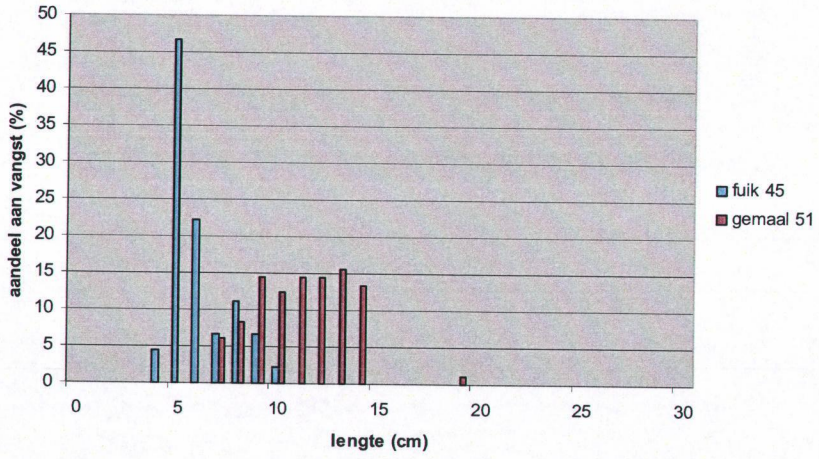
blankvoorn



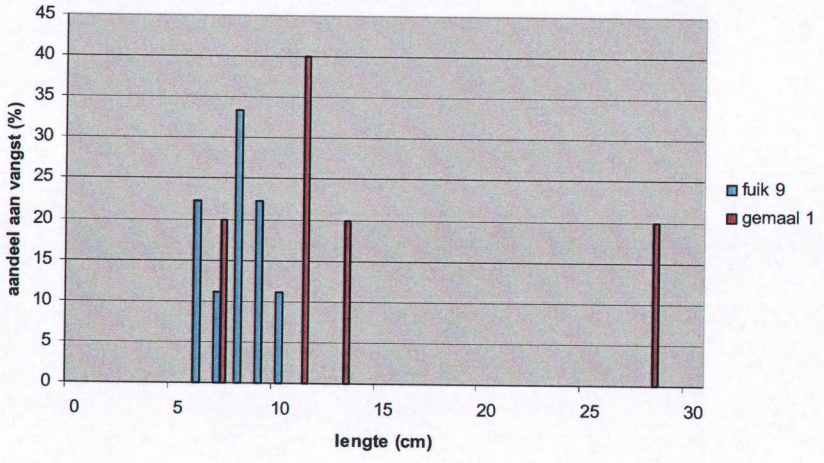
bot



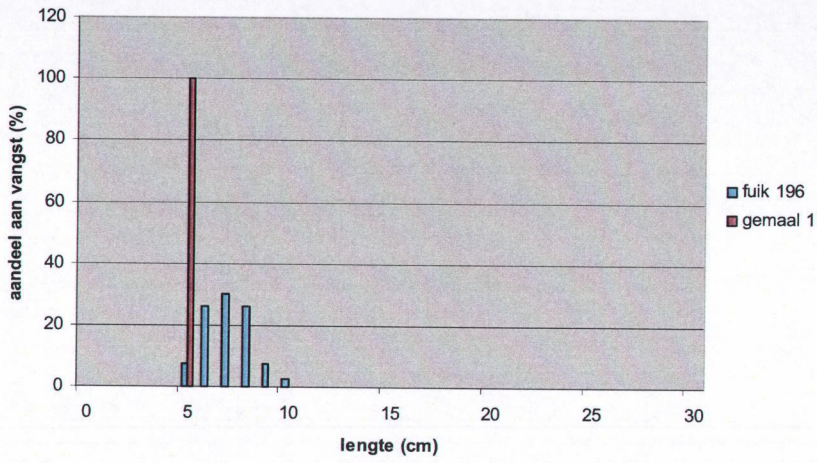
brasem



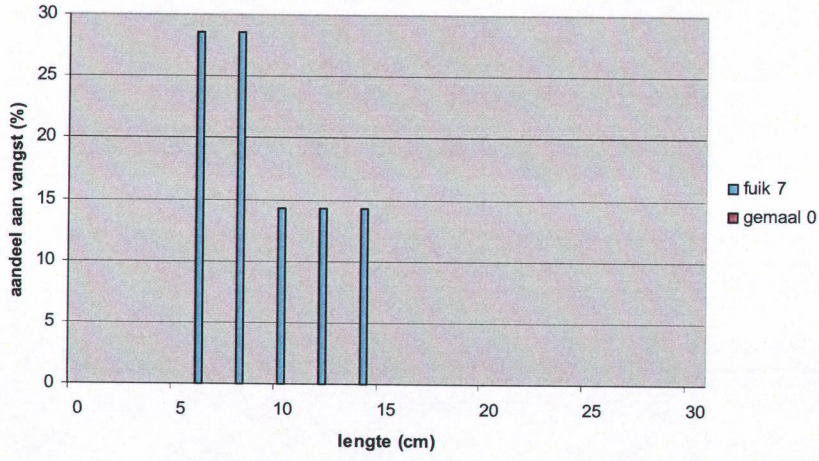
kolblei



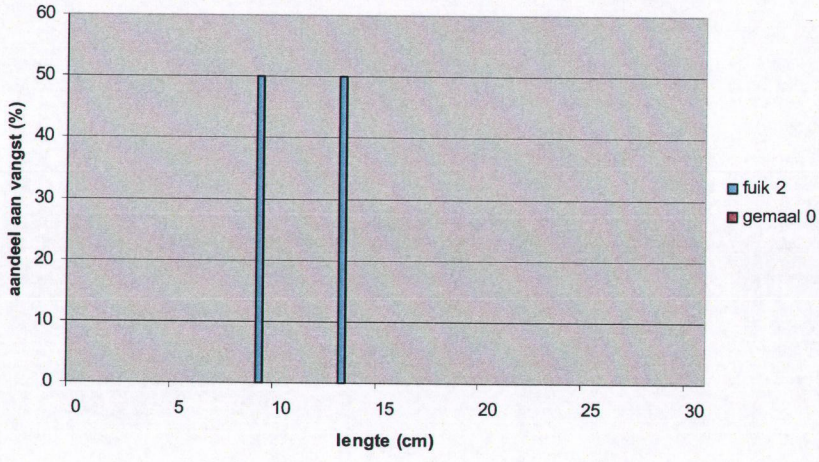
pos



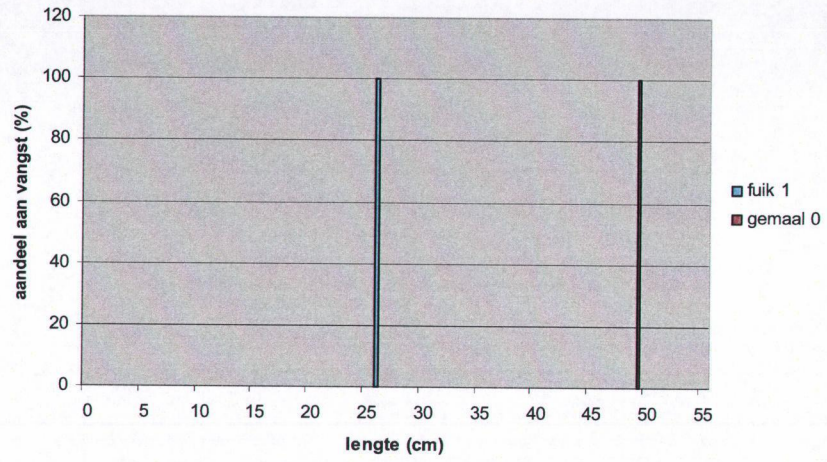
riviergrondel



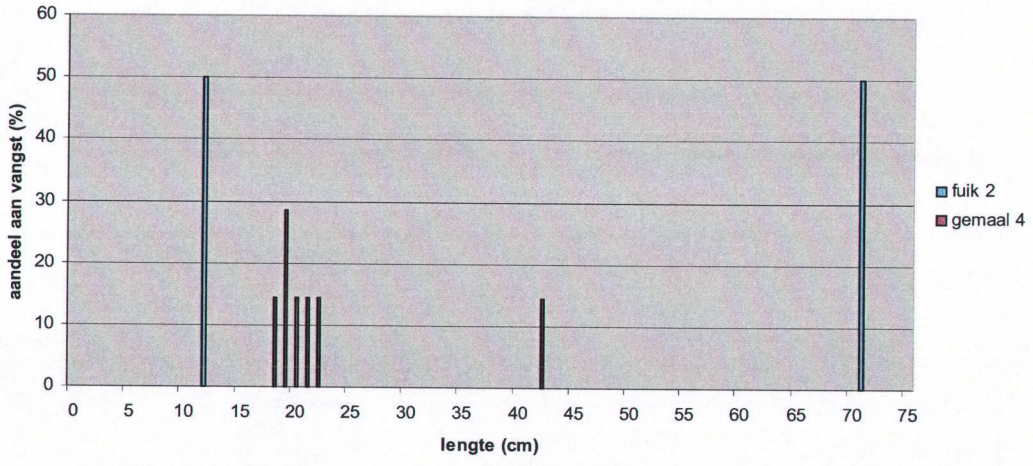
ruisvoorn



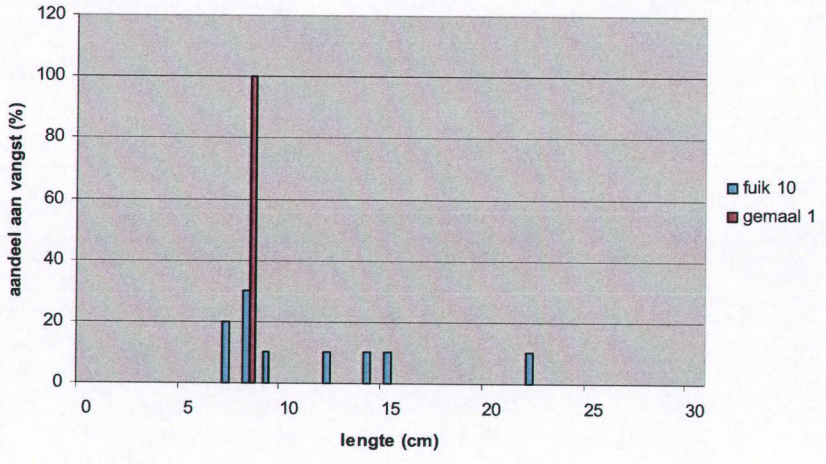
snoek

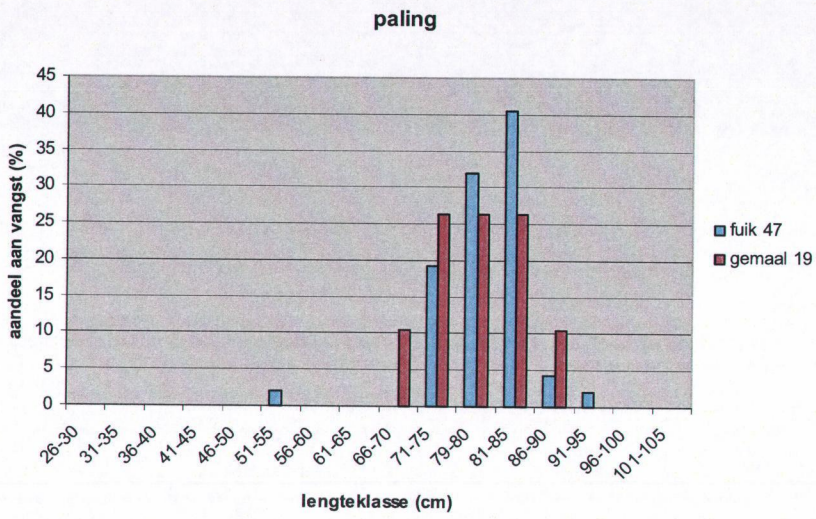


snoekbaars



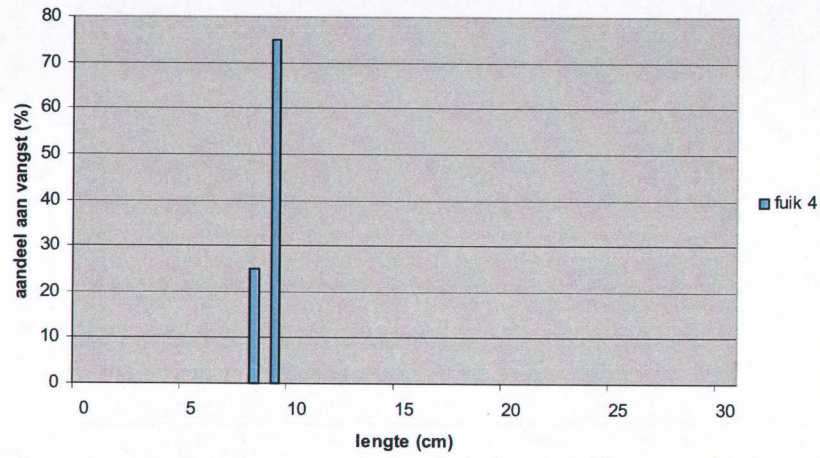
winde



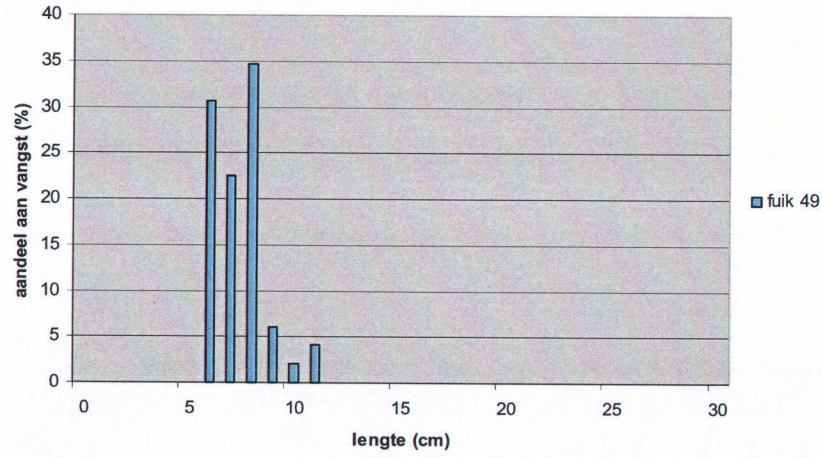

paling
aandeel aan vangst (%)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
26-30
31-35
36-40
41-45
46-50
51-55
56-60
61-65
66-70
71-75
79-80
81-85
86-90
91-95
96-100
101-105
lengteklasse (cm)
fuik 47
gemaal 19

BIJLAGE II Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Verdoold

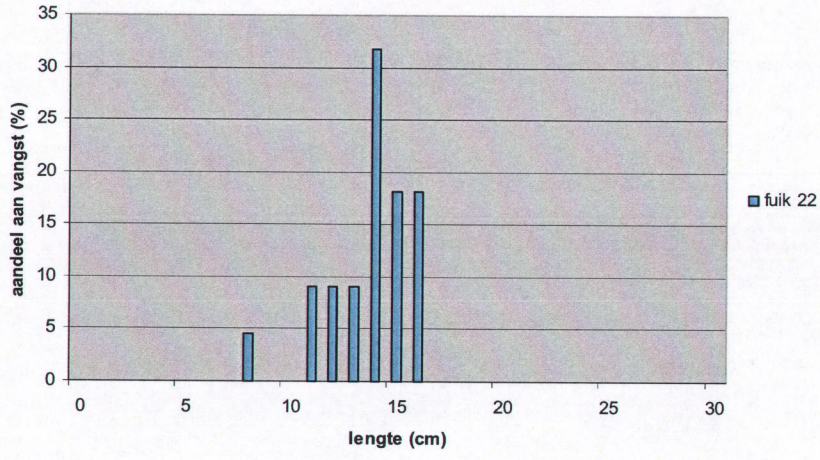
alver



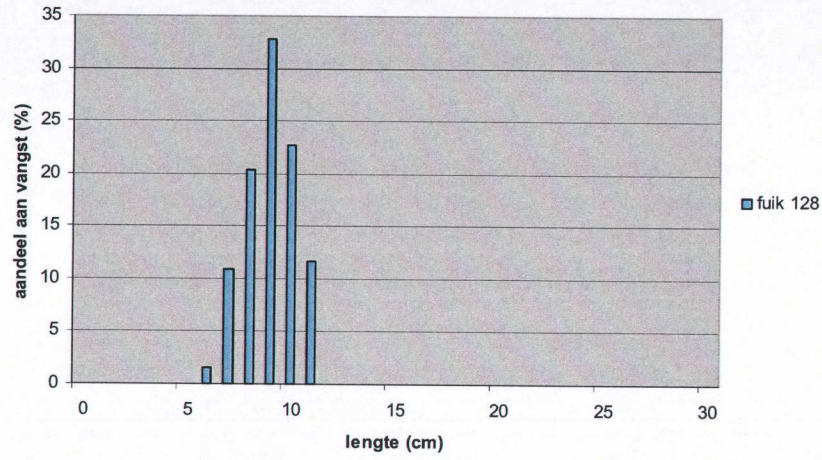
baars



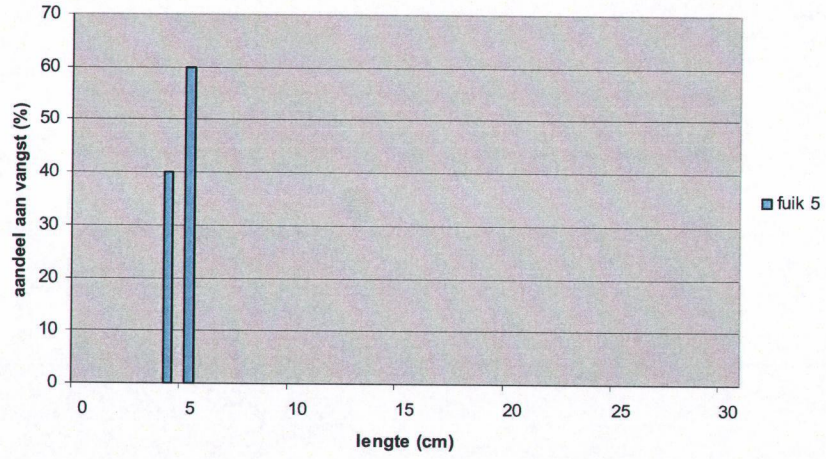
blankvoorn



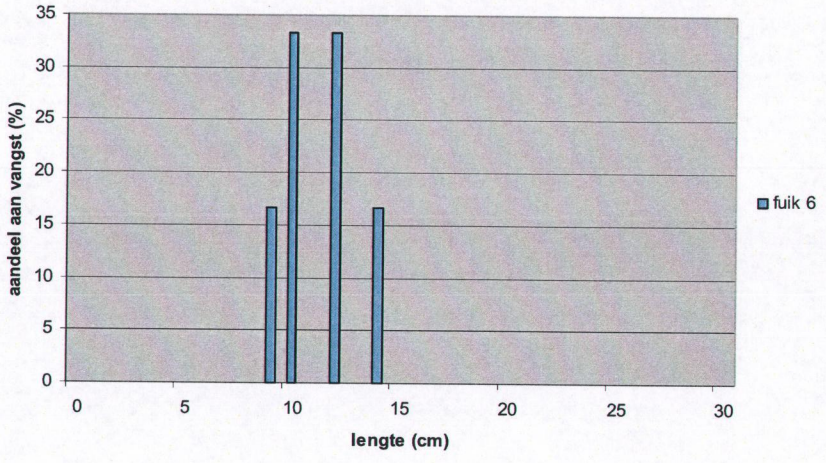
brasem



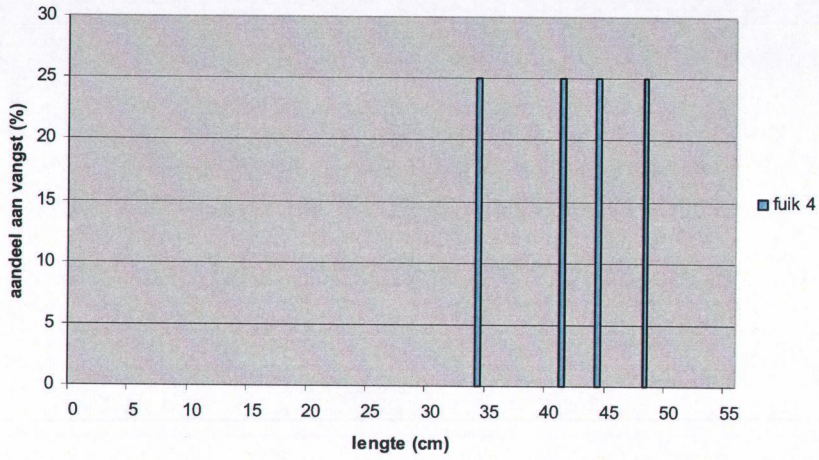
pos



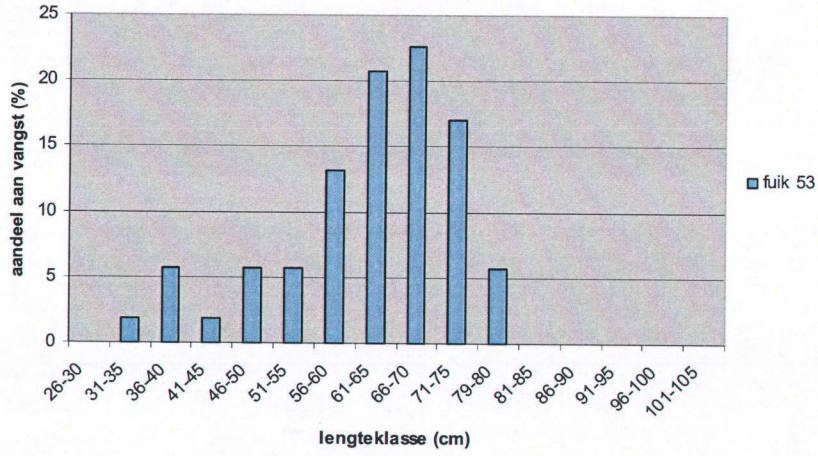
ruisvoorn



snoek

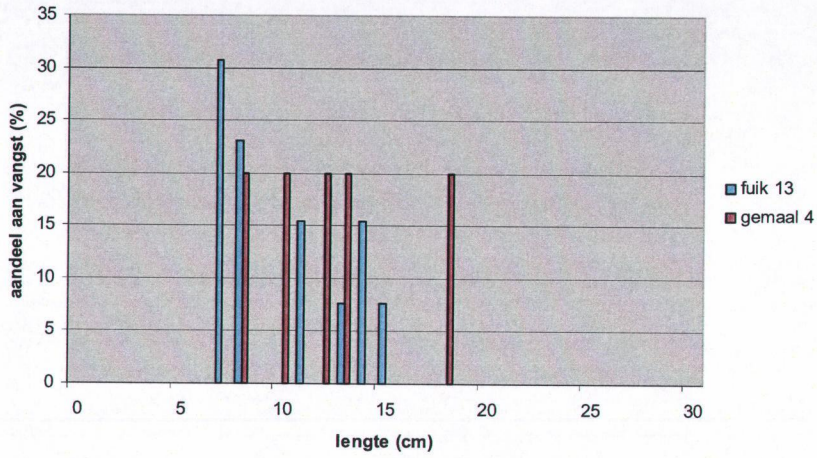


paling

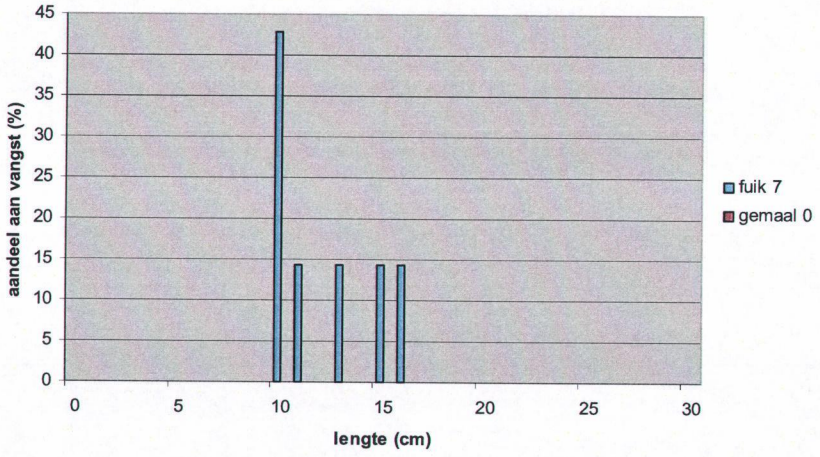


BIJLAGE III Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij poldergemaal Abraham Kroes

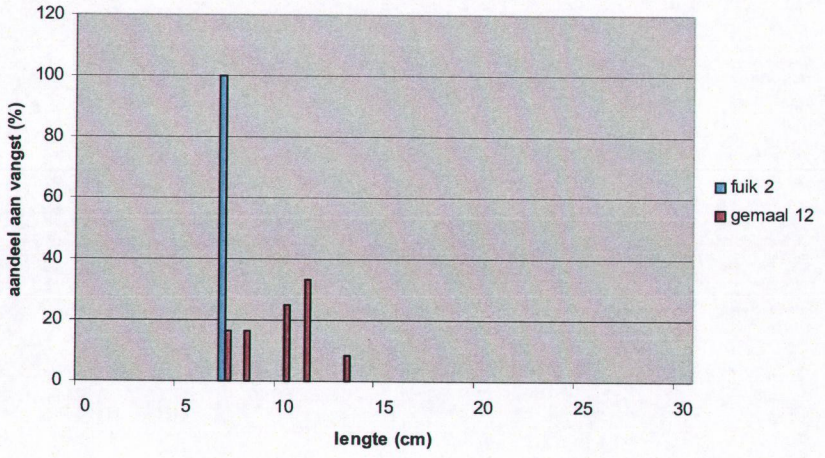
blankvoorn



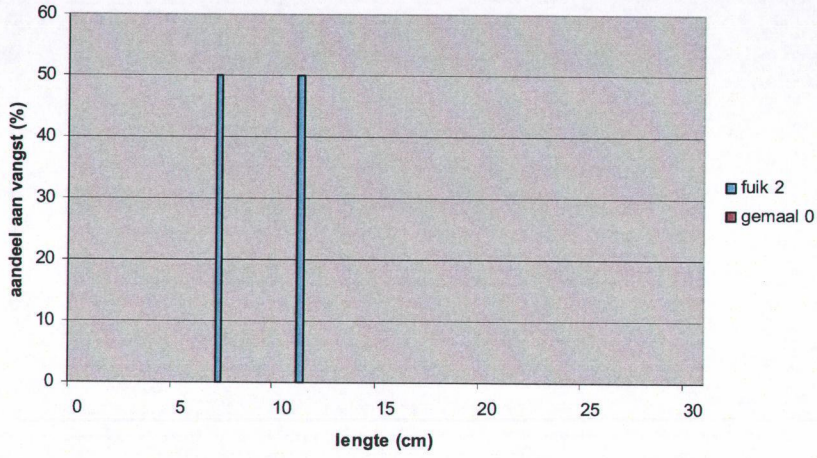
bot



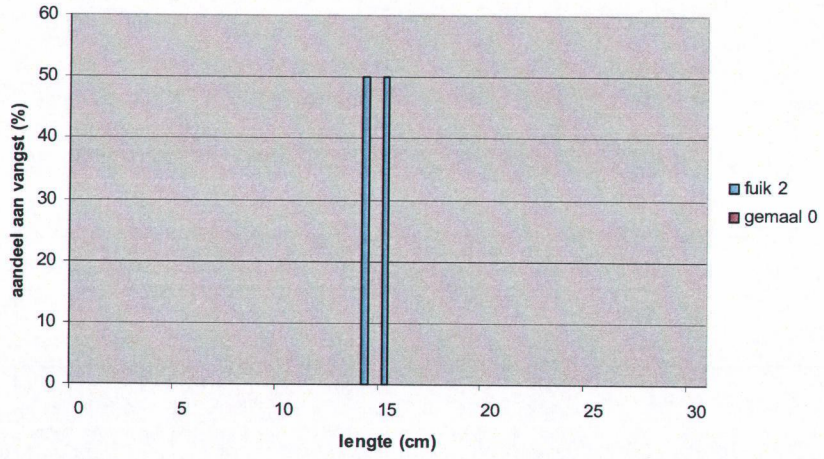
brasem



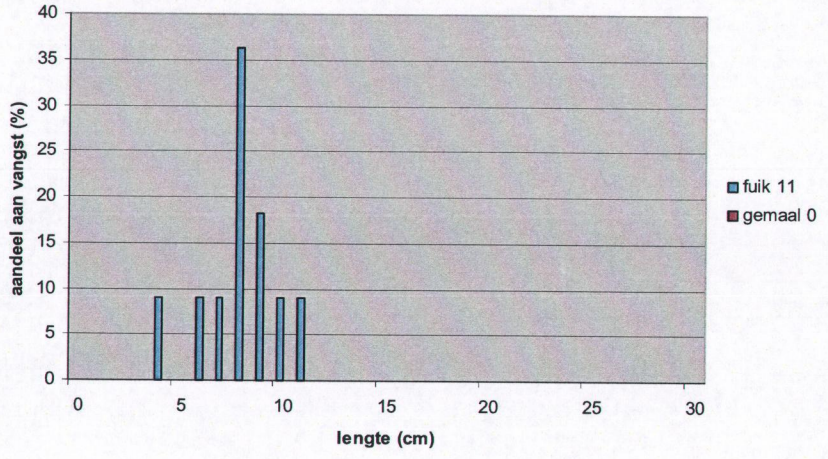
driedoornige stekelbaars

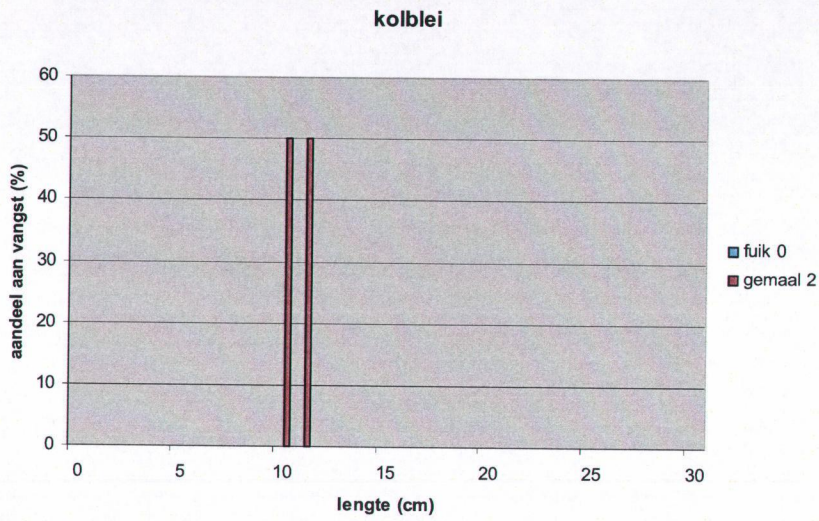


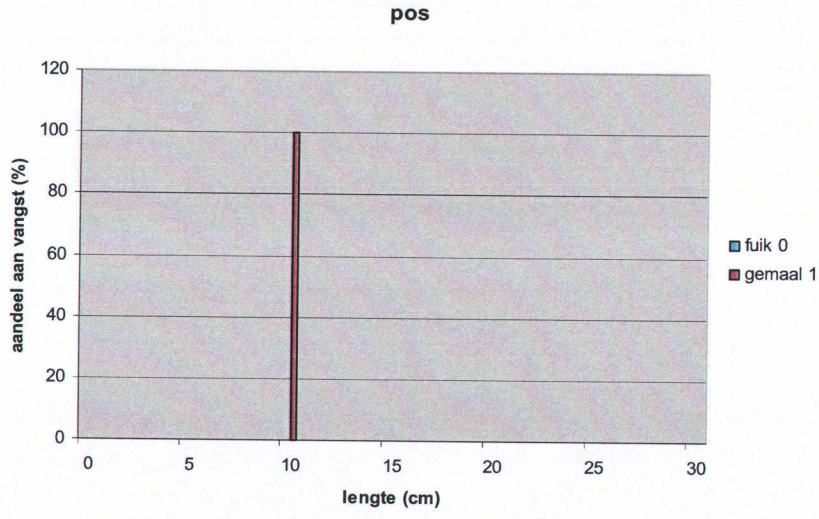
giebel

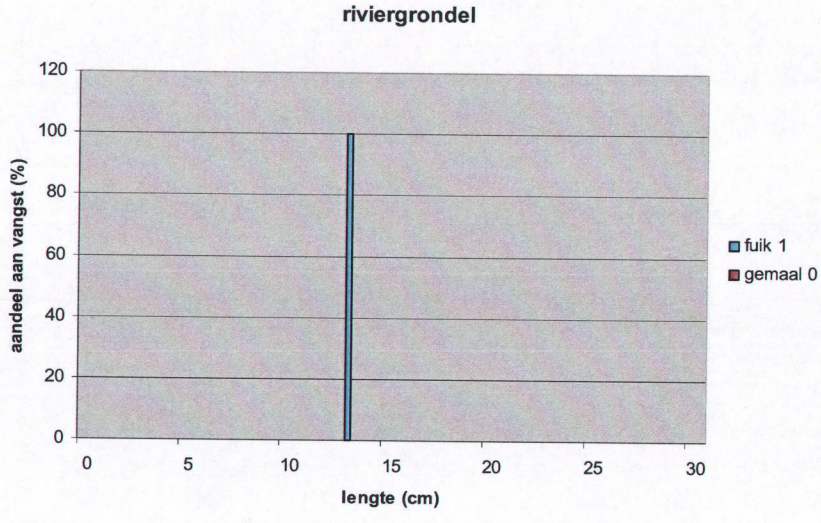


karper

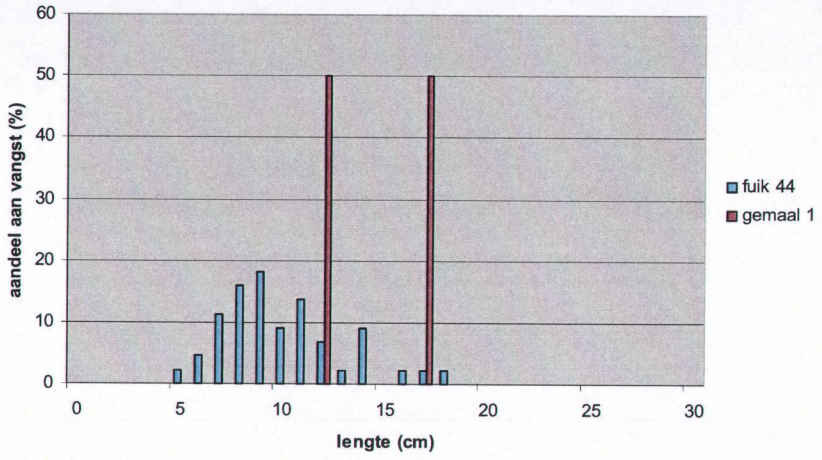



kolblei
aandeel aan vangst (%)
60
50
40
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 0
gemaal 2

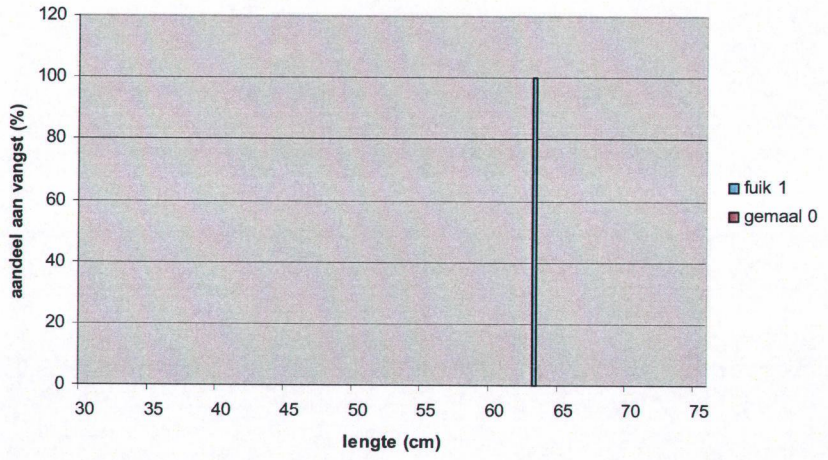

pos
aandeel aan vangst (%)
120
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 0
gemaal 1


riviergrondel
aandeel aan vangst (%)
120
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 1
gemaal 0

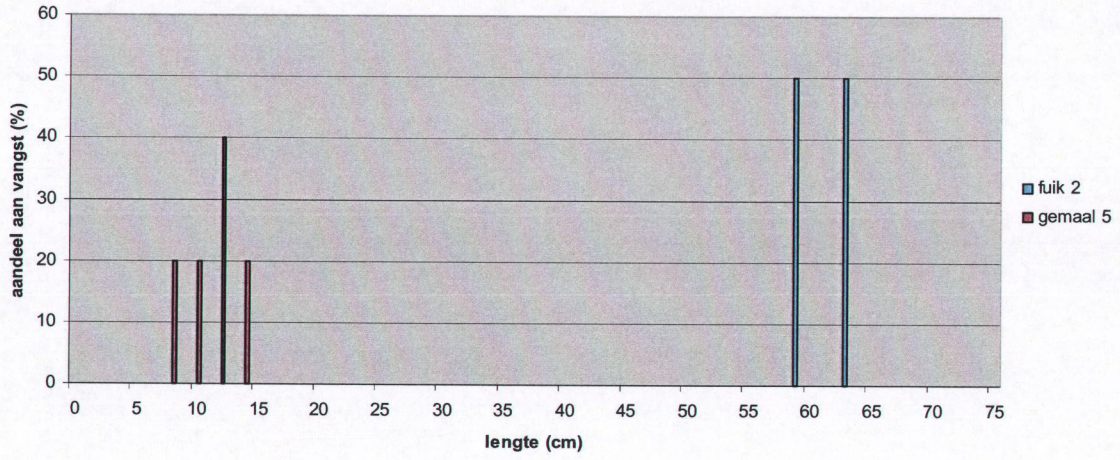
ruisvoorn



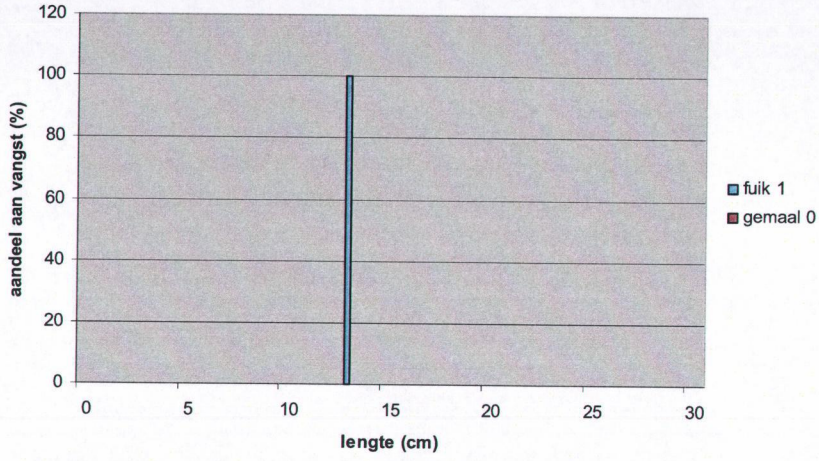
snoek



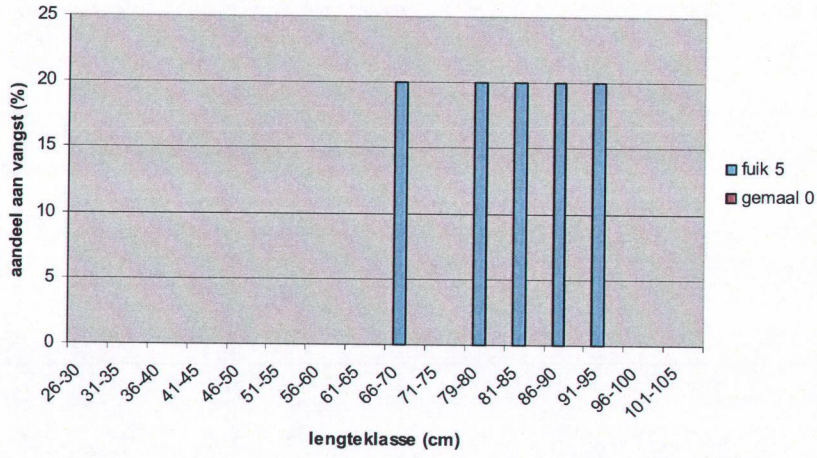
snoekbaars



zeelt

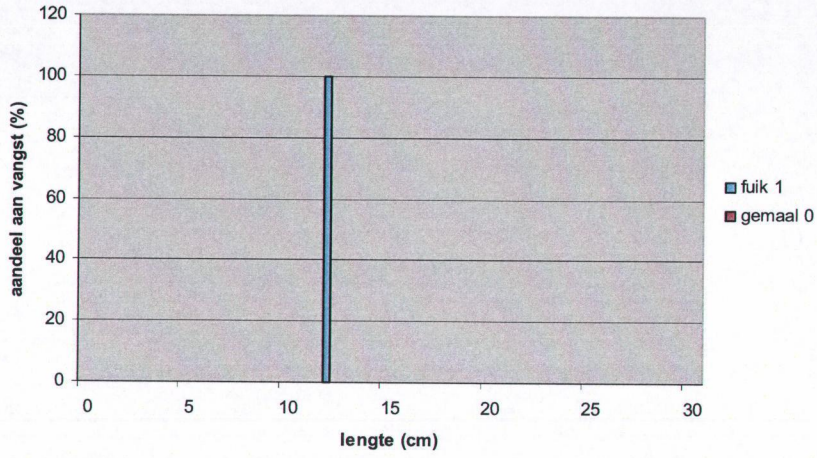


paling

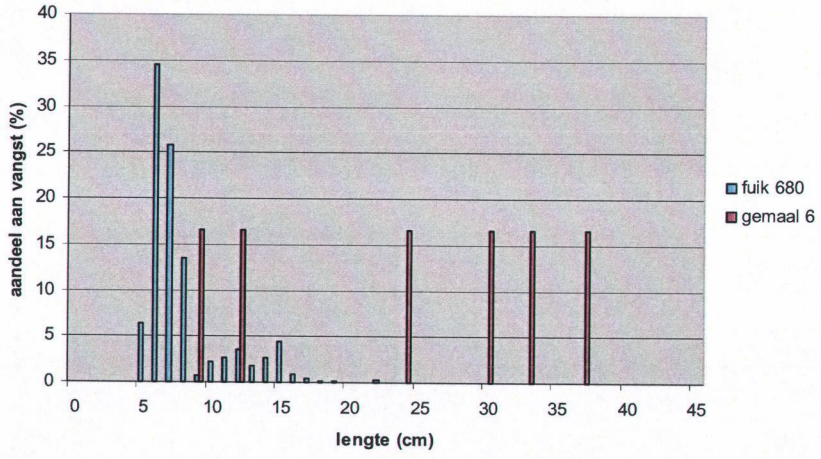


BIJLAGE IV Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij ringvaartgemaal Abraham Kroes

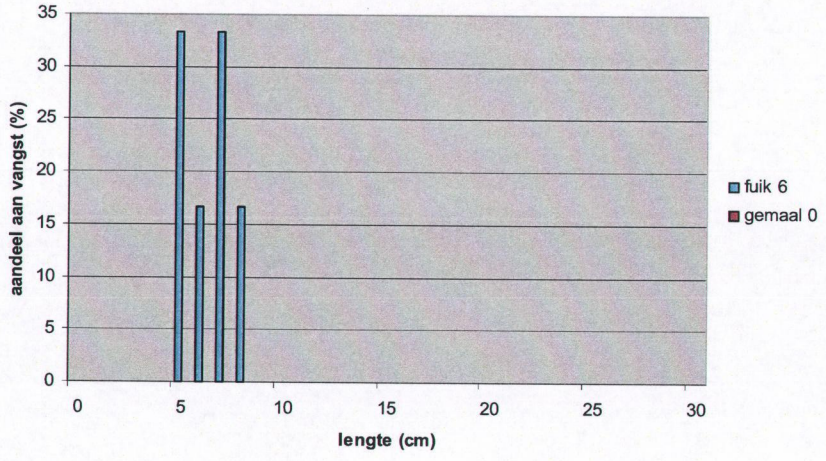
alver



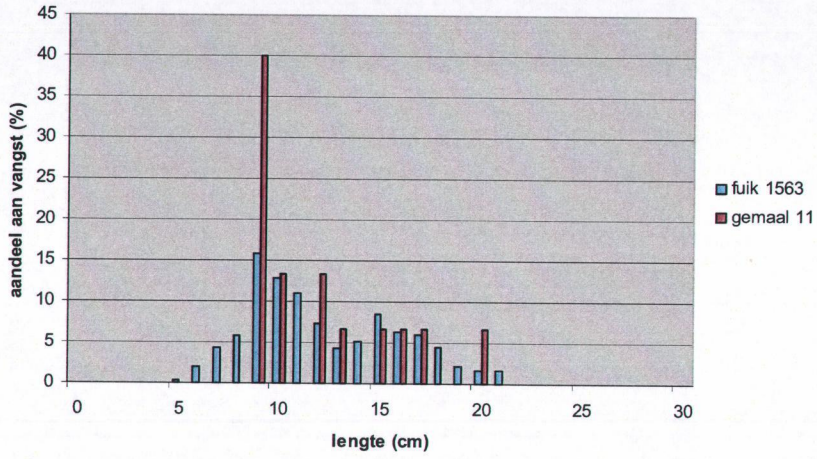
baars



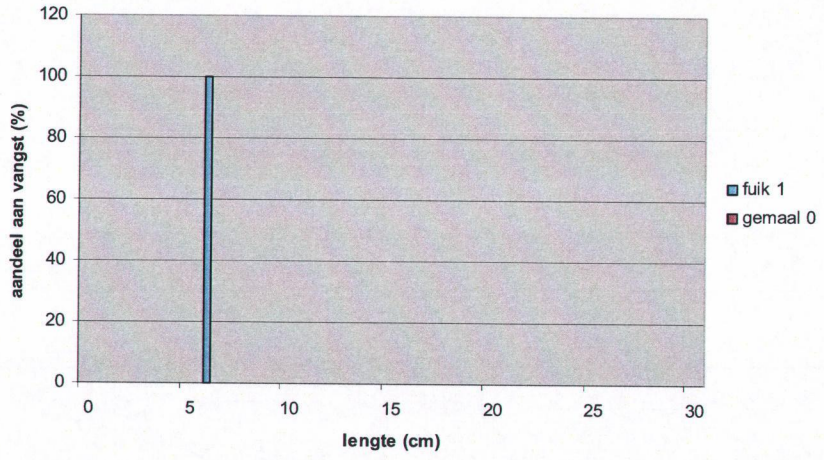
bittervoorn



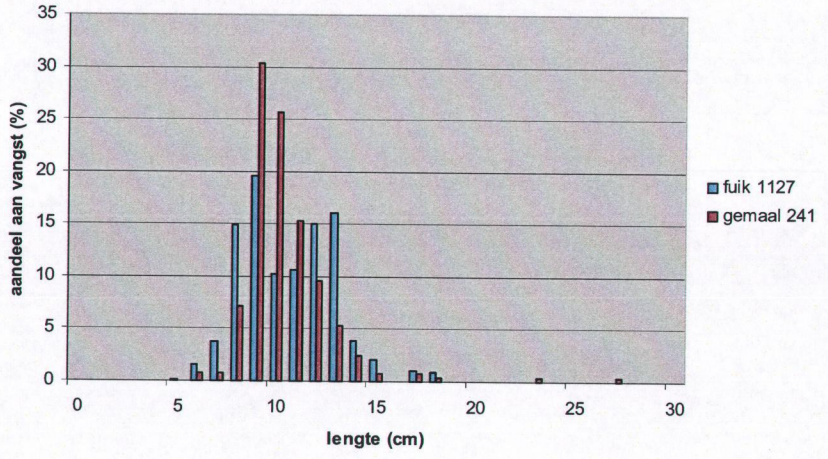
blankvoorn

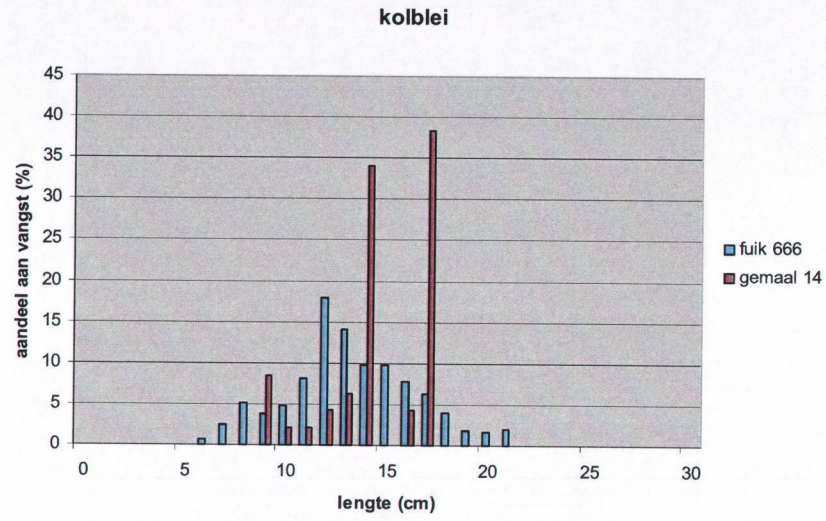


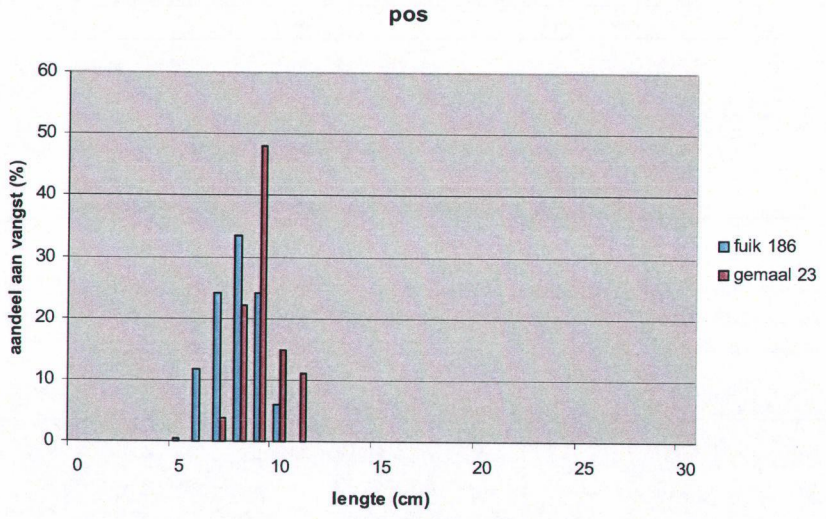
bot

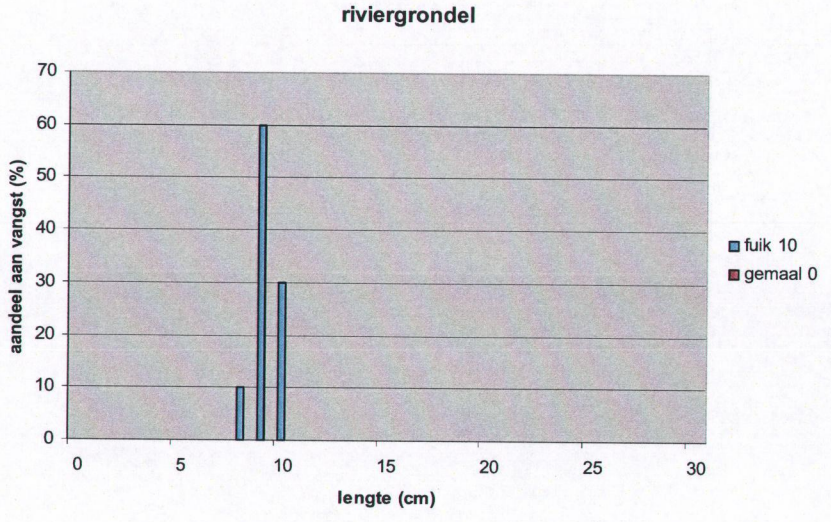


brasem

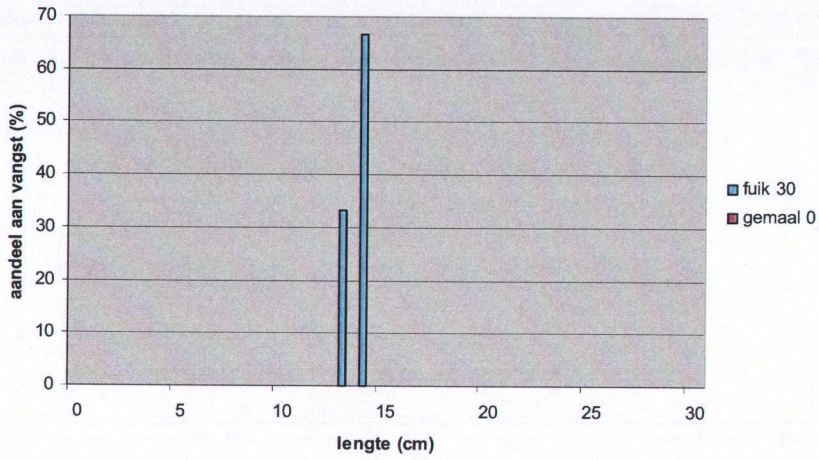



kolblei
aandeel aan vangst (%)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 666
gemaal 14

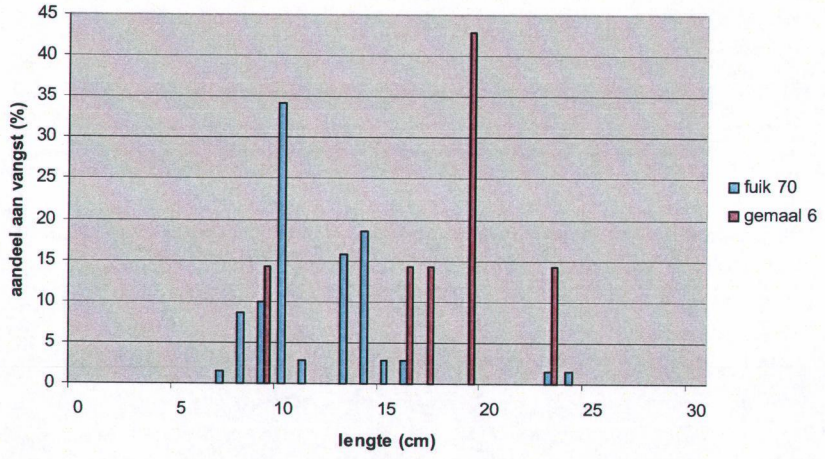

pos
aandeel aan vangst (%)
60
50
40
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 186
gemaal 23


riviergrondel
aandeel aan vangst (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25
30
lengte (cm)
fuik 10
gemaal 0

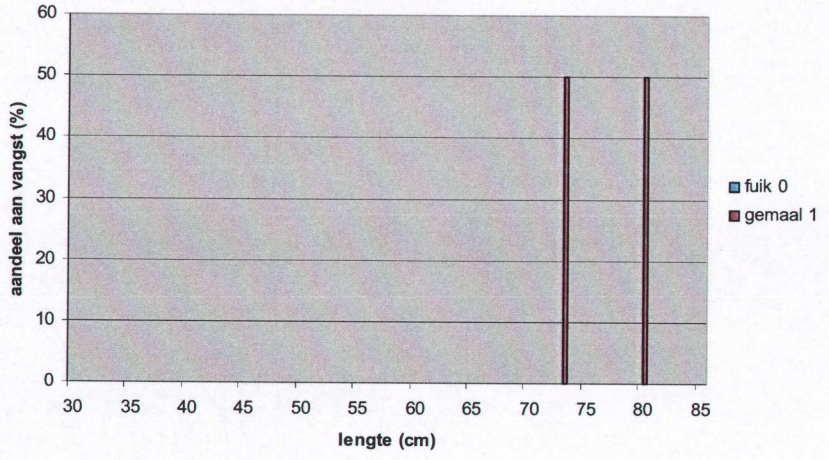
rivierprik



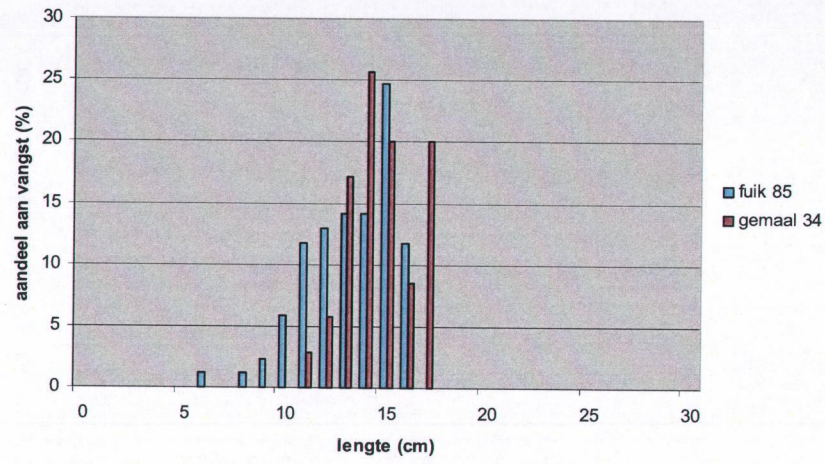
ruisvoorn



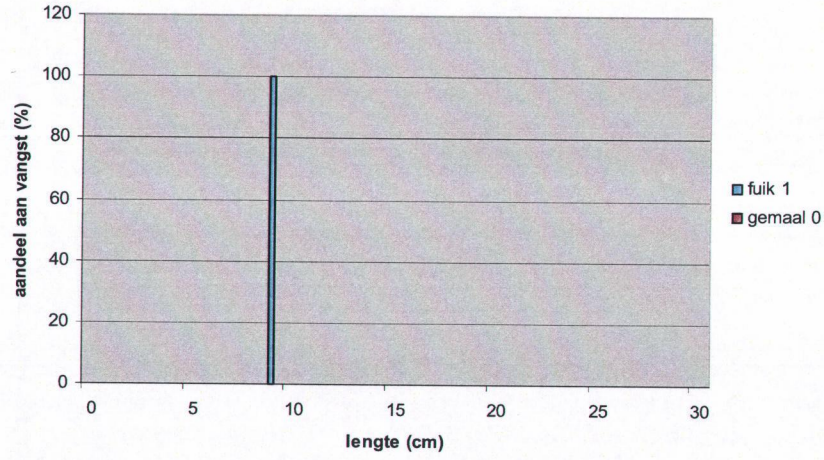
snoek



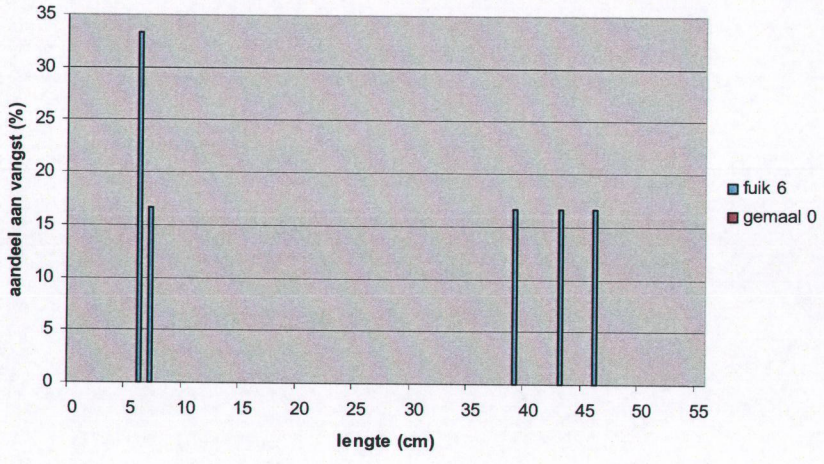
snoekbaars

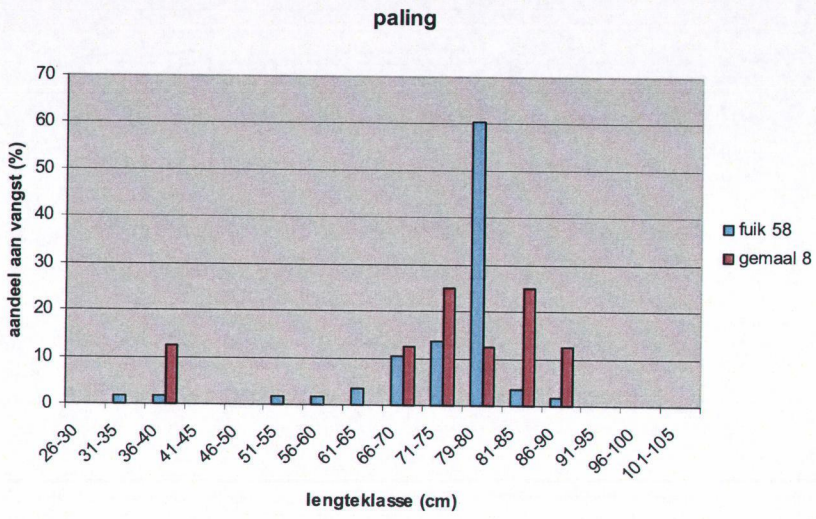


winde



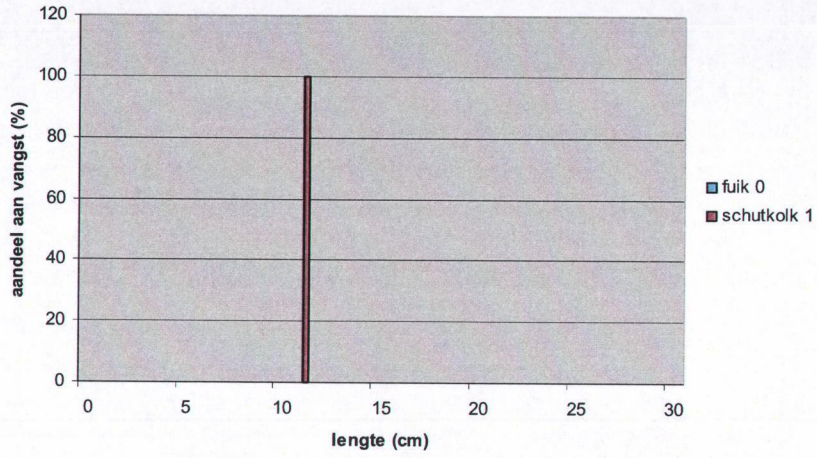
zeelt



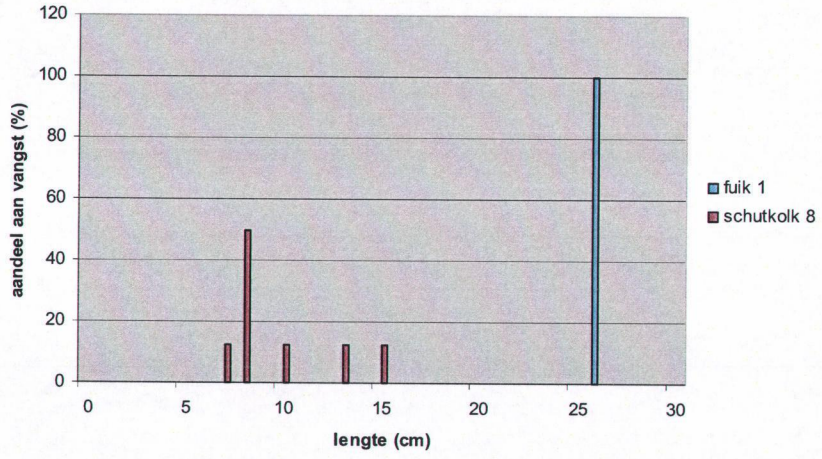

paling
aandeel aan vangst (%)
70
60
50
40
30
20
10
0
26-30
31-35
36-40
41-45
46-50
51-55
56-60
61-65
66-70
71-75
79-80
81-85
86-90
91-95
96-100
101-105
lengteklasse (cm)
fuik 58
gemaal 8

BIJLAGE V Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij de Snelle Sluis

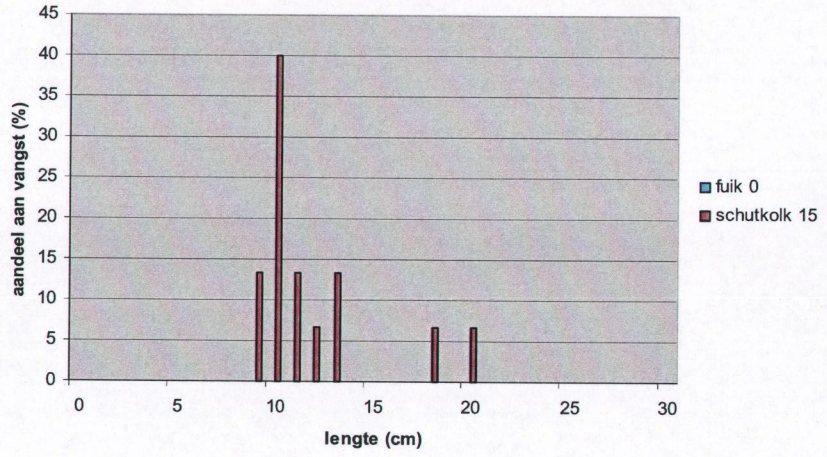
alver



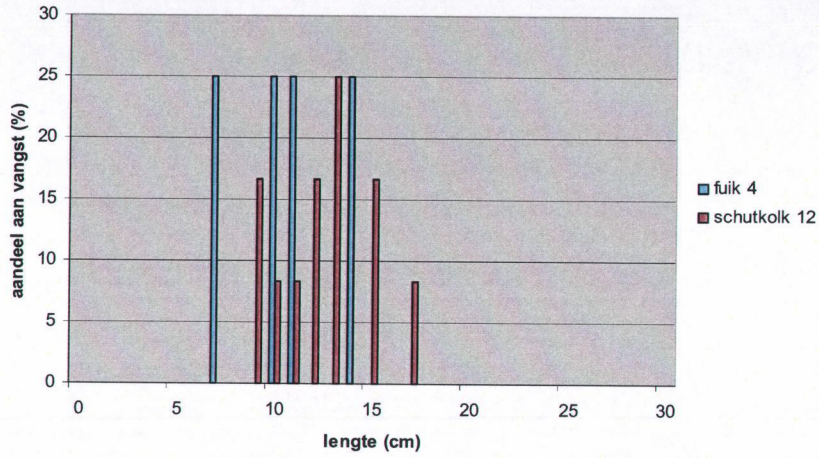
baars



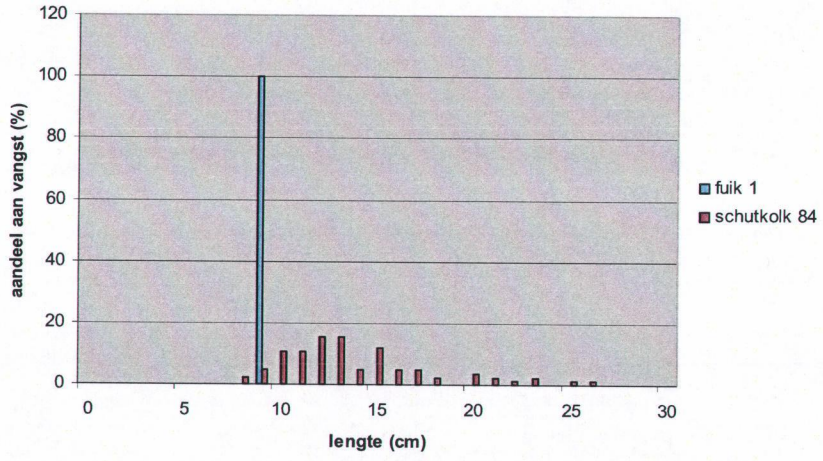
blankvoorn



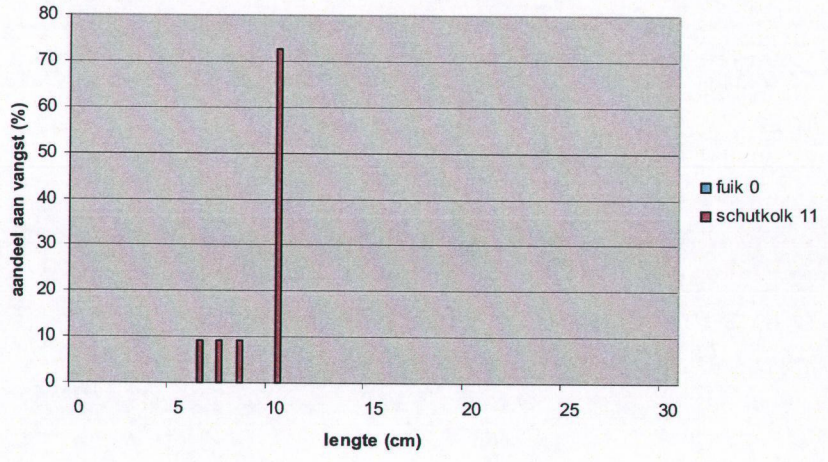
brasem



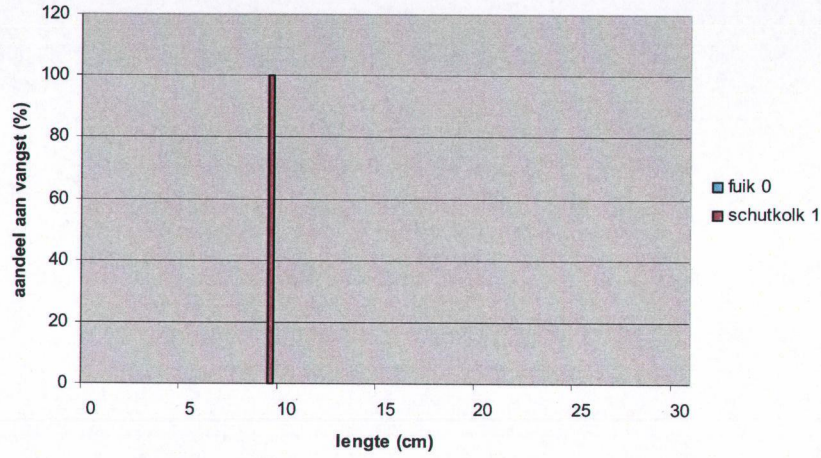
kolblei



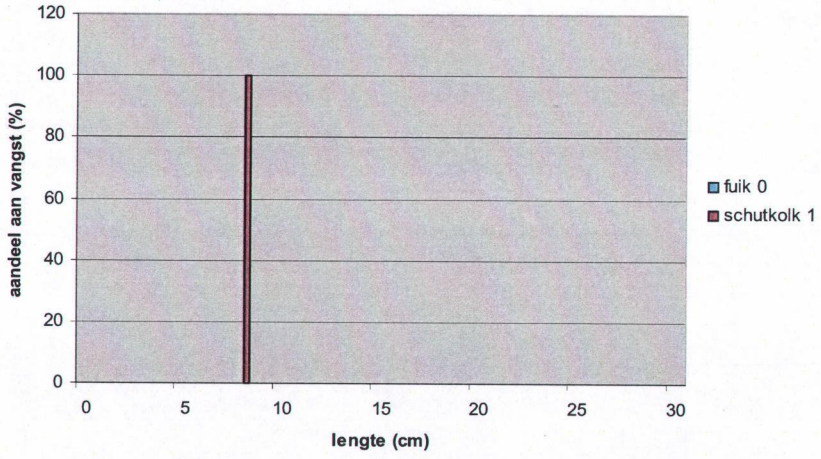
pos



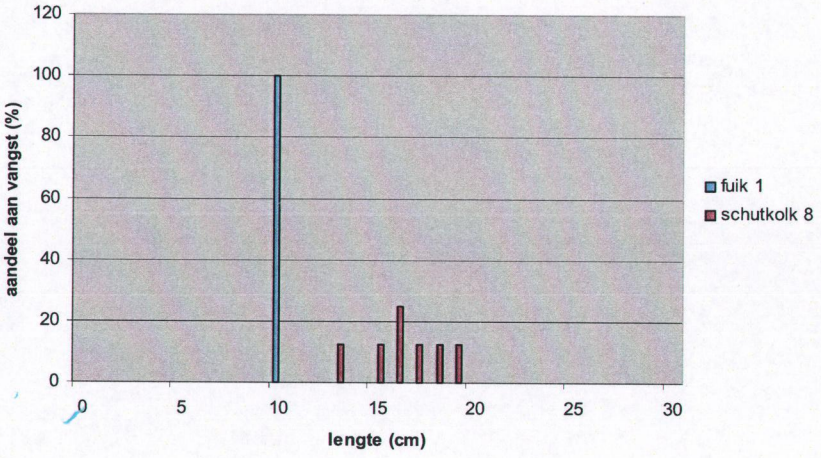
riviergrondel

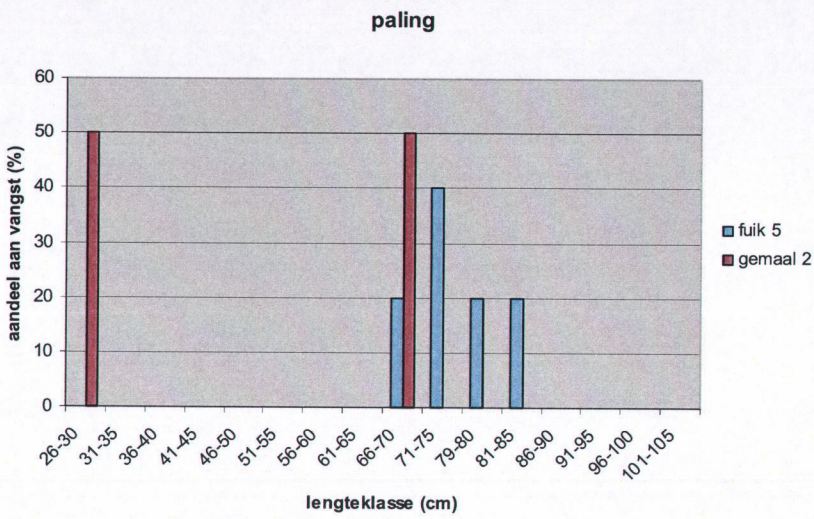


ruisvoorn



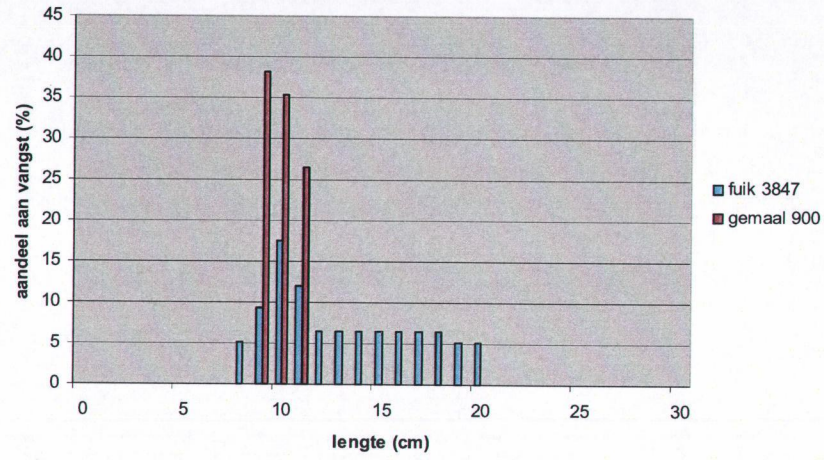
snoekbaars



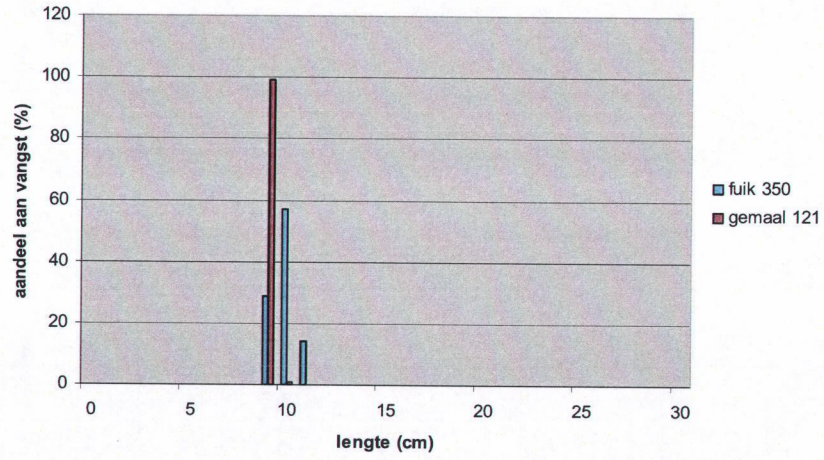

paling
aandeel aan vangst (%)
60
50
40
30
20
10
0
26-30
31-35
36-40
41-45
46-50
51-55
56-60
61-65
66-70
71-75
79-80
81-85
86-90
91-95
96-100
101-105
lengteklasse (cm)
fuik 5
gemaal 2

BIJLAGE VI Lengtefrequentieverdelingen per vissoort voor de vangsten tijdens het najaars-onderzoek bij gemaal Kralingse Plas

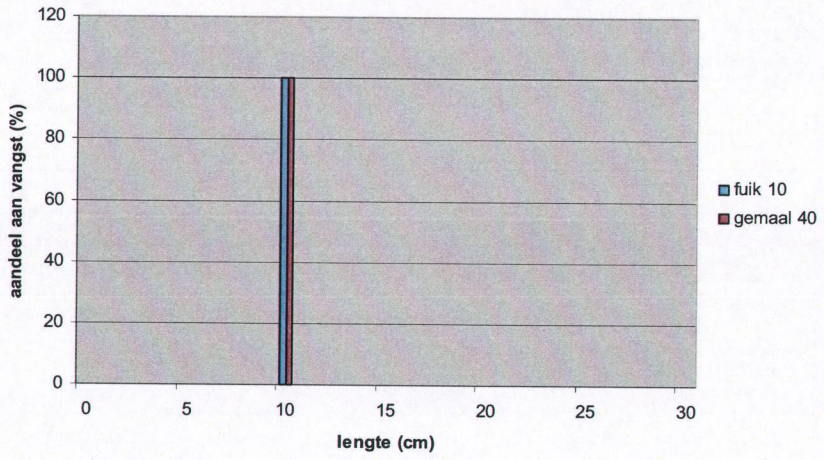
baars

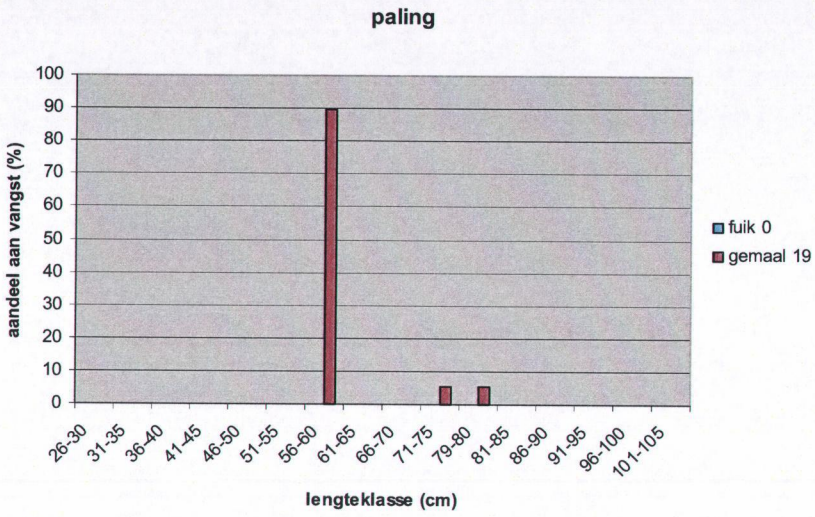


pos



snoekbaars




paling
aandeel aan vangst (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
26-30
31-35
36-40
41-45
46-50
51-55
56-60
61-65
66-70
71-75
79-80
81-85
86-90
91-95
96-100
101-105
lengteklasse (cm)
fuik 0
gemaal 19

BIJLAGE VII Resultaten visstandbemonstering peilvak Bergambacht

tabel VII.1. Bestandsschatting voor Bergambacht in kg/ha [lit. 24.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	alver	0,1	0	0,1			
	baars	40,3	10,9	18,3	11,1		
	bittervoorn	5,8	0,3	5,5			
	brasem	53,9	2,8	10,9	16,2	3,1	20,8
	blankvoorn	166,1	15,7	98,2	52,2		
	driedoornige stekelbaars	0	0	0			
	karper	308,1	0			13,9	294,2
	kolblei	76,9	9,9	61	6,1		
	kleine modderkruiper	4,6		4,6			
	aal/paling	6,8				0,4	6,5
	pos	0,3	0,2	0,2			
	snoekbaars	23,9	0,2	0,1	0,1		23,5
Exoot	roofblei	0,2				0,2	
Rheofiel	riviergrondel	2,3	0	2,3			
	winde	0,3	0,3				
Limnofiel	rietvoorn/ruisvoorn	16,8	1,5	11,7	3,6		
	vetje	1		1			
	zeelt	48,8	0,1	4,2	12	32,5	
	subtotaal	**756,2**	**41,9**	**218,1**	**101,3**	**50,1**	**345**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	228,6		2,3	5,8	9,2	211,4
	totaal	**985**					

tabel VII.2. Bestandsschatting voor Bergambacht in aantal/ha [lit. 24.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	alver	52	48	5			
	baars	4.365	2.982	1.264	119		
	bittervoorn	8.958	1.565	7.393			
	brasem	3.211	2.127	739	311	15	18
	blankvoorn	19.230	11.583	6.740	906		
	driedoornige stekelbaars	24	12	12			
	karper	89	6			24	60
	kolblei	14.632	9.054	5.462	117		
	kleine modderkruiper	1.446		1.446			
	aal/paling	18				6	12
	pos	90	60	31			
	snoekbaars	33	17	2	2		12
Exoot	roofblei	1				1	
Rheofiel	riviergrondel	314	30	285			
	winde	77	77				
Limnofiel	rietvoorn/ruisvoorn	3.027	1.875	1.094	58		
	vetje	2.310		2.310			
	zeelt	458	101	196	95	65	
	subtotaal	**58.335**	**29.537**	**26.979**	**1.608**	**111**	**102**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	135		20	12	12	91
	totaal	**58.473**					

BIJLAGE VIII Resultaat visstandbemonstering peilvak Stolwijk en Berkenwoude

tabel VIII.1. Bestandsschatting voor Stolwijk en Berkenwoude in kg/ha [lit. 24.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	baars	23,5	1,2	9,8	1,6	10,9	
	brasem	1,1	0,2		0,9		
	blankvoorn	105,8	2,5	86	17,2		
	kolblei	1		1			
	pos	0,2		0,2			
	snoekbaars	20,7	0,1	0,1	1,3		19,1
Rheofiel	riviergrondel	0,2		0,2			
Limnofiel	bittervoorn	0		0			
	rietvoorn/ruisvoorn	0,5	0	0,2	0,3		
	zeelt	16		0,7	1,4	5,4	8,5
	subtotaal	**169**	**4**	**98,2**	**22,7**	**16,3**	**27,6**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	130		4,7		4,5	120,8
	totaal	**299**					

tabel VIII.2. Bestandsschatting voor Stolwijk en Berkenwoude in aantal/ha [lit. 24.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	baars	898	249	609	17	23	
	brasem	122	115		7		
	blankvoorn	8.105	1053	6.744	308		
	kolblei	50		50			
	pos	11		11			
	snoekbaars	43	6	6	28		3
Rheofiel	riviergrondel	17		17			
Limnofiel	rietvoorn/ruisvoorn	31	19	6	6		
	bittervoorn	29		29			
	zeelt	54		25	11	11	6
	subtotaal	**9.360**	**1442**	**7.497**	**377**	**34**	**9**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	72		29		6	38
	totaal	**9.431**					

BIJLAGE IX Resultaat visstandbemonstering Zuidplaspolder-zuid

tabel IX.1. Bestandsschatting voor de Zuidplaspolder-zuid uit 2009 in kg/ha [lit. 23.]

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	Baars	0,4	0,0	0,0	0,3	-	-
	Blankvoorn	1,3	0,0	1,2	0,1	-	-
	Driedoornige stekelbaars	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Giebel	0,1	0,1	-	-	-	-
	Karper	0,5	0,5	-	-	-	-
	Kleine modderkruiper	0,2	-	0,2	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,0	0,0	-	-	-	-
	Rietvoorn/Ruisvoorn	0,0	-	0,0	-	-	-
	Tiendoornige stekelbaars	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Vetje	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Zeelt	0,1	-	0,1	-	-	-
Rheofiel	Riviergrondel	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Subtotaal	**2,6**	**0,6**	**1,5**	**0,4**	**-**	**-**
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	**0-15**	**16-35**	**36-44**	**45-54**	**>54**
Eurytoop	Snoek	9,4	-	0,2	-	-	9,1
	Totaal	**12,0**					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

tabel IX.2. Bestandsschatting voor de Zuidplaspolder-zuid uit 2009 in aantal/ha [lit. 23.]

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	Baars	13	6	1	6	-	-
	Blankvoorn	108	22	85	1	-	-
	Driedoornige stekelbaars	67	60	7	-	-	-
	Giebel	25	25	-	-	-	-
	Karper	31	31	-	-	-	-
	Kleine modderkruiper	53	-	53	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	1	1	-	-	-	-
	Rietvoorn/Ruisvoorn	1	-	1	-	-	-
	Tiendoornige stekelbaars	179	124	54	-	-	-
	Vetje	7	3	4	-	-	-
	Zeelt	9	-	9	-	-	-
Rheofiel	Riviergrondel	6	1	4	-	-	-
	Subtotaal	**500**	**273**	**218**	**7**	**-**	**-**
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	**0-15**	**16-35**	**36-44**	**45-54**	**>54**
Eurytoop	Snoek	7	-	4	-	-	3
	Totaal	**507**					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

tabel IX.3. Bestandsschatting voor de Zuidplaspolder-zuid, meetpunt Maria's Hoeve (00607) uit 2004 in kg/ha [lit. 25.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	baars	0,8	0,3	0,5			
	brasem	30,8	0,1	1,3			29,5
	blankvoorn	239,3	15,7	167,8	55,8		
	driedoornige stekelbaars	0	0				
	karper	94,7					94,7
	kolblei	1,2	0	0,6	0,6		
	kleine modderkruiper	0,4		0,4			
Limnofiel	bittervoorn	0,1		0,1			
	rietvoorn/ruisvoorn	4,2	0,4	2,6	1,2		
	tiendoornige stekelbaars	0,1	0,1				
	zeelt	0,1		0,1			
Rheofiel	riviergrondel	0,2	0	0,2			
	subtotaal	**371,9**	**16,6**	**173,6**	**57,6**	**0**	**124,2**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	57,4				4,8	52,6
	totaal	**429**					

tabel IX.4. Bestandsschatting voor de Zuidplaspolder-zuid, meetpunt Maria's Hoeve (00607) uit 2004 in aantal/ha [lit. 25.]

gilde	vissoort	totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	baars	207	167	40			
	brasem	213	120	80			13
	blankvoorn	27.793	12.980	14.147	667		
	driedoornige stekelbaars	227	227				
	karper	27					27
	kolblei	60	13	33	13		
	kleine modderkruiper	87		87			
Limnofiel	bittervoorn	73		73			
	rietvoorn/ruisvoorn	413	153	240	20		
	tiendoornige stekelbaars	933	933				
	zeelt	13		13			
Rheofiel	riviergrondel	47	13	33			
	subtotaal	**30.093**	**14.606**	**14.746**	**700**	**0**	**40**
		ecologische indeling voor snoek					
		totaal	**0 - 15**	**16 - 35**	**36 - 44**	**45 - 54**	**55 <=**
Eurytoop	snoek	27				7	20
	totaal	**30.120**					

BIJLAGE X Resultaat visstandbemonstering op de Ringvaart

tabel X.1. Bestandsschatting voor de Ringvaart in kg/ha [lit. 23.]

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	Aal/Paling	4,7	-	0,0	0,1	0,3	4,3
	Baars	4,5	1,7	2,3	0,5	-	-
	Blankvoorn	10,7	0,8	4,5	5,5	-	-
	Brasem	4,9	0,2	-	0,1	0,8	3,8
	Giebel	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Hybride	0,0	-	-	0,0	-	-
	Karper	0,0	0,0	-	-	-	-
	Kleine modderkruiper	0,1	0,0	0,1	-	-	-
	Kolblei	0,1	0,1	0,0	-	-	-
	Pos	0,0	0,0	-	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	0,2	0,1	0,0	-	-	-
	Rietvoorn/Ruisvoorn	1,5	0,1	1,2	0,3	-	-
	Tiendoornige stekelbaars	0,0	0,0	-	-	-	-
	Vetje	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Zeelt	20,7	0,0	0,3	1,0	3,3	16,1
Rheofiel	Riviergrondel	0,0	0,0	0,0	-	-	-
	Subtotaal	**47,4**	**3,0**	**8,4**	**7,5**	**4,4**	**24,2**
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	**0-15**	**16-35**	**36-44**	**45-54**	**>54**
Eurytoop	Snoek	35,0	0,0	1,7	2,6	0,8	29,9
	Totaal	**82,4**					

0,0 = <0,05 kg/ha; - = niet aangetroffen

tabel X.2. Bestandsschatting voor de Ringvaart in aantal/ha [lit. 23.]

Gilde	Vissoort	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>40
Eurytoop	Aal/Paling	26	-	2	4	4	16
	Baars	771	650	111	10	-	-
	Blankvoorn	1.209	757	370	82	-	-
	Brasem	307	300	-	1	3	2
	Giebel	5	4	1	-	-	-
	Hybride	0	-	-	0	-	-
	Karper	1	1	-	-	-	-
	Kleine modderkruiper	27	2	25	-	-	-
	Kolblei	136	135	0	-	-	-
	Pos	7	7	-	-	-	-
Limnofiel	Bittervoorn	385	371	14	-	-	-
	Rietvoorn/Ruisvoorn	235	132	98	4	-	-
	Tiendoornige stekelbaars	1	1	-	-	-	-
	Vetje	68	39	29	-	-	-
	Zeelt	40	1	15	8	5	10
Rheofiel	Riviergrondel	15	11	3	-	-	-
	Subtotaal	**3.233**	**2.411**	**668**	**109**	**12**	**28**
		ecologische indeling voor snoek					
		Totaal	**0-15**	**16-35**	**36-44**	**45-54**	**>54**
Eurytoop	Snoek	53	1	32	6	1	12
	Totaal	**3.286**					

0 = <0,5 stuks/ha; - = niet aangetroffen

BIJLAGE XI Rapportage over geluidsmetingen uitgevoerd door de Universiteit Leiden

Universiteit Leiden

INSTITUUT BIOLOGIE LEIDEN (IBL)

Betreft: Rapportage geluidsmetingen IBL voor W+B naar aanleiding van behoefte vanuit het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Datum: 11-12-2009

Rapportage en interpretatie: Dr. Hans Slabbekoorn
Uitvoering en verwerking geluidsmetingen: Ingrid Folkertsma
Programeren geluidsdatatransformatie: Thijs Schrama
Doormeten en ijking opnameapparatuur: Wim Groen (TNO)

Instituut Biologie Leiden, Universiteit Leiden
Sylvius Laboratorium, Sylviusweg 72, 2333 BE, Leiden
E-mail: H.W.Slabbekoorn@Biology.LeidenUniv.NL
☎ (0) 31 71 527 5049, Fax (0) 31 71 527 4900

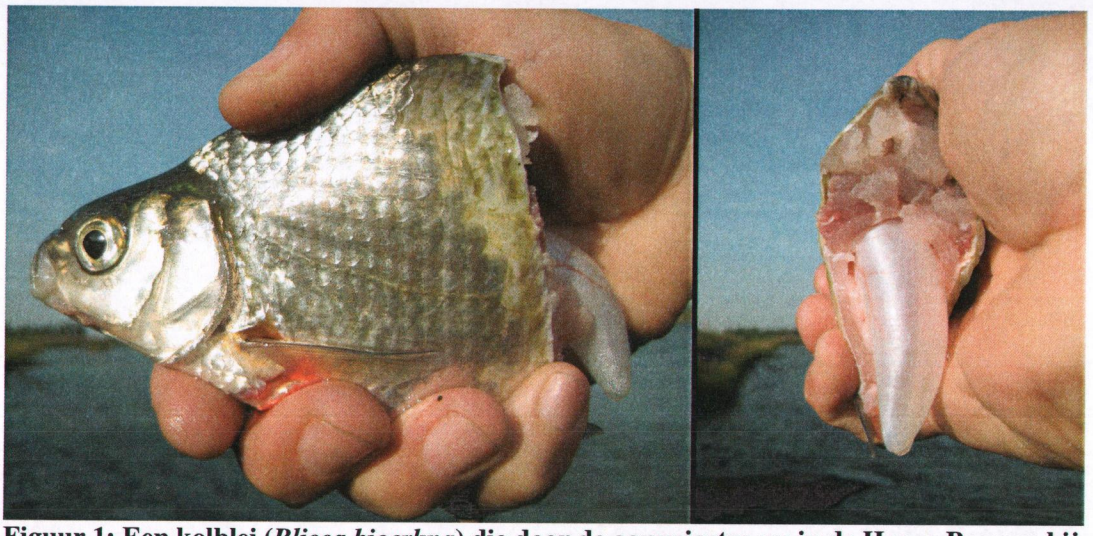
Introductie

Het is nog onbekend welke rol geluid speelt voor vissen bij migratieknelpunten. Vissen kunnen goed horen en water is een goed geleidingsmedium voor geluid. Het is ook bekend dat veel vissoorten zelf geluid maken voor onderlinge communicatie en geluid gebruiken bij het detecteren van prooi of voor het ontkomen aan een predator (roofvis of vogel die in het water duikt). Naast deze direct biologisch relevante geluiden is er echter nog meer te horen onder water. De lokale dierengemeenschap genereert biotische geluiden (watervogels, vissen, kikkers, waterkevers, kreeftachtigen, enz.), maar er zijn vooral ook veel abiotische geluiden van regen, golfslag, watervalletje, kolken, of stroomversnellingen. De verspreiding en reflectie van deze geluiden vormt het geluidslandschap waar een vis mogelijk informatie aan onttrekt om al dan niet een bepaalde kant op te zwemmen.

Menselijke activiteiten en machines voegen lawaai toe aan dit natuurlijke geluidslandschap. Lawaai is een subjectieve term voor geluid dat een negatieve invloed kan hebben door vissen te verstoren of te verjagen of door biologisch relevante geluiden te maskeren. Het is bekend dat mechanische geluiden vissen kan afschrikken en dat bootlawaai bijvoorbeeld voor een verhoging van concentraties aan stresshormonen in het bloed kan zorgen. Het is ook goed mogelijk dat zogenaamde anthropogene geluiden gebruikt kunnen worden door vissen om zich te oriënteren en potentiëel gevaar te ontlopen. Er is echter nog maar heel weinig bekend over of en hoe vissen dit doen, en onder welke omstandigheden en bij welke geluiden ze wel of niet bijsturen.

Kunstwerken zoals gemalen zorgen vaak voor moeilijk passeerbare trajecten in vismigratieroutes waarbij passage door gemaalpompen tevens met een hoge mortaliteit gepaard kan gaan (Figuur 1). Binnendijkse en buitendijkse wateren zullen akoestisch van elkaar verschillen en ook het geluidslandschap rondom kunstwerken kan afwijken van stroomopwaartse en stroomafwaartse omstandigheden. Deze geluidsgradienten en overgangen zijn de mogelijke akoestische aanwijzingen voor migrerende vissen om de voorkeursroute behorende bij het seizoen of levensfase te vinden. Het is onbekend hoe de kunstmatige omstandigheden bij bijvoorbeeld een gemaal de natuurlijke aanwijzingen en de perceptie door vissen beïnvloeden, en dit geldt ook voor olfactorische (geuren; chemische samenstelling van het water) en waterstroom-aanwijzingen. Wanneer gemaalpompen aan gaan vindt er een plotselinge verandering plaats in deze set van informatiebronnen waarvan geluid het snelste de vis zal bereiken.

Naast het ontbreken van voldoende kennis over visgedrag is er een groot gebrek aan inzichten in het geluidslandschap onder water. Er zijn nauwelijks gegevens bekend over het volume en de spectrale samenstelling van geluiden rondom kunstwerken, met bijvoorbeeld gemaalpompen aan en uit, en hoe deze geluiden variëren met afstand. In deze rapportage zijn geluidsmetingen verwerkt van een tweetal lokaties die een begin vormen om het gebrek aan inzichten terug te gaan brengen. De lokaties betreffen het gemaal bij de Kralingse plas en het gemaal bij de Krimpenerwaard.



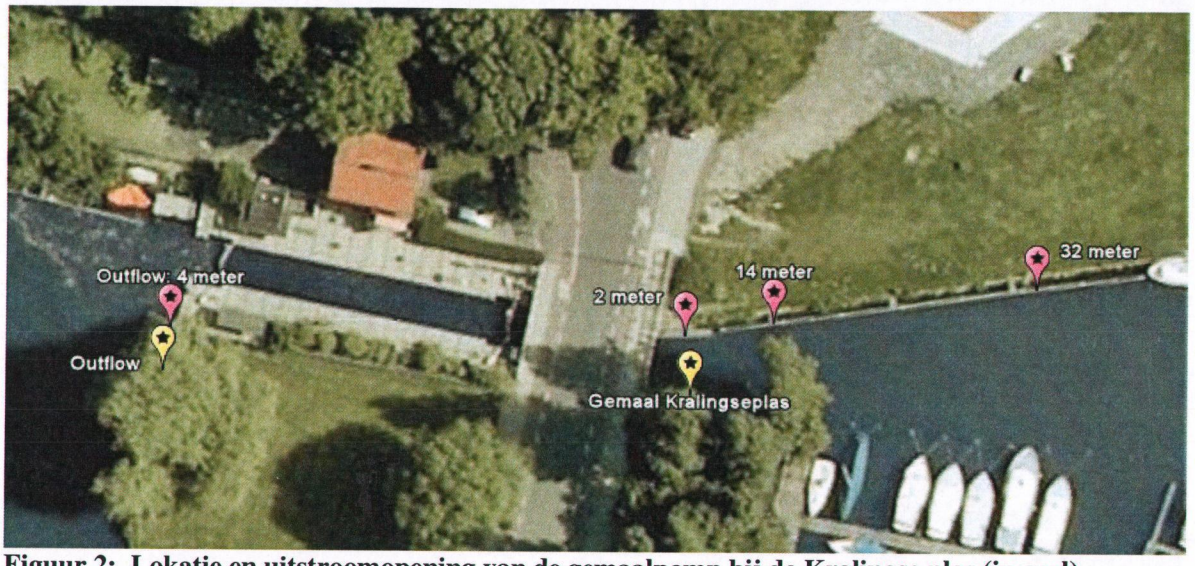
Figuur 1: Een kolblei (*Blicca bjoerkna*) die door de aanzuigstroom in de Hooge Boezem bij het gemaal van de Krimpenerwaard is verrast en door de gemaalpomp in twee stukken in de Lek is afgezet.

Lokaties en metingen

Bij de Kralingse plas (N 51°56.058', E 004°30.231') zijn op woensdag 13 mei en op vrijdag 26 juni geluidsmetingen uitgevoerd op drie afstanden (2, 14, en 32 meter) van het gemaal aan de Kralingse plaszijde en aan de andere kant bij de uitstroomopening (zie Figuur 2). Op de 13e zijn er metingen gedaan met zowel de gemaalpomp aan als uit. Op de 26e zijn op de zelfde afstanden de geluidsmetingen herhaald met de gemaalpomp uit. Met de gemaalpomp aan wordt er water vanuit de Kralingse plas naar de Boezem gepompt. Beide dagen waren relatief windstil: windkracht varierend tussen 1-3 en 1-2 respectievelijk. De metingen vonden in de late namiddag en vooravond plaats (17.00-21.00) op welke tijd er beperkte invloed was van baggerwerkzaamheden op de plas (afvoer baggerwater via buizen op land nabij gemaal). Verder was er matige drukte aan auto en vrachtverkeer op de brug en omringende wegen (Langepad en Boezemlaan), geen actieve aanwezigheid van gemotoriseerde plezierboten op het water, geen sluisactiviteit, maar wel regelmatig kanoactiviteit van recreanten die op de 13e mei langskwamen en via de sluistrap uit het water gingen.

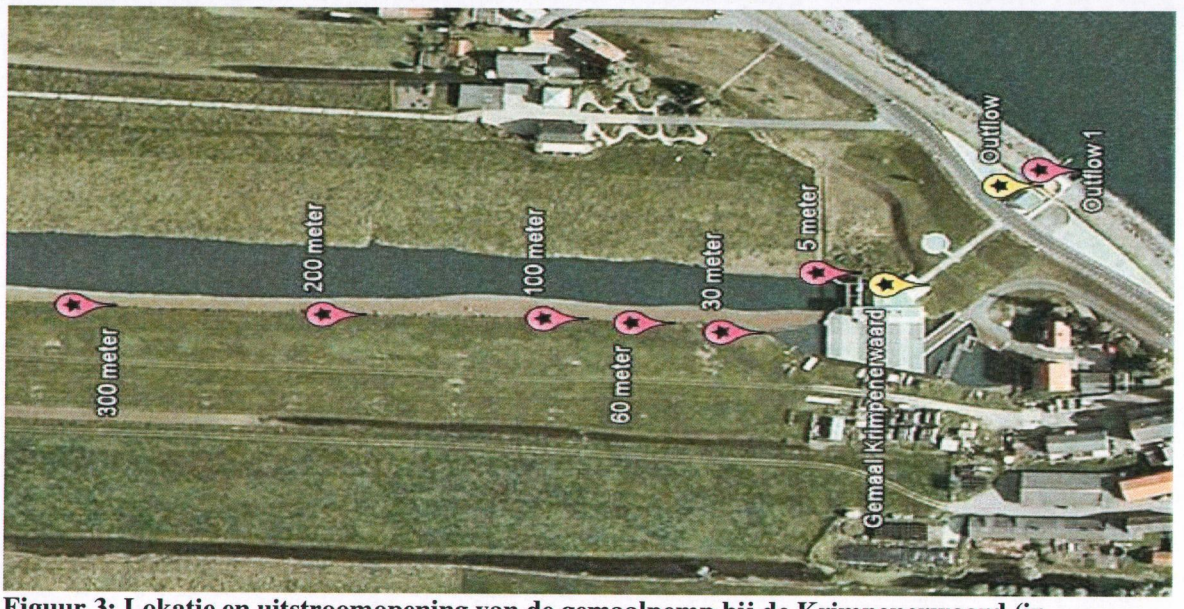
Bij de Krimpenerwaard (N 51°44.465', E 004°44.623') zijn op woensdag 24 juni geluidsmetingen uitgevoerd op zes afstanden (5, 30, 60, 100, 200 and 300 meter) van het gemaal aan de binnendijkse Hooge Boezemzijde en bij de uitstroomopening in de Lek (zie Figuur 3). De metingen zijn uitgevoerd met zowel de gemaalpomp aan als uit (weer tussen 17.00-21.00). De metingen zijn gedaan met de gemaalpomp op maximale kracht en op een lager toerental van 300 omwentelingen per minuut. Met de gemaalpomp aan wordt er water vanuit de boezem in de Lek gepompt. Bij de metingen met de pomp uit is er mét (alle afstanden) en zonder (alleen op afstand 5 meter) vrije instroom van water vanuit de Lek naar de Hooge Boezem gemeten. Het was een relatief winderige dag (windkracht 3-4). In en rond de boezem was geen enkele gemotoriseerde activiteit , over de Lekdijk kwam sporadisch een personenauto langs (Lekdijk-West), terwijl er wel om

de paar minuten een vrachtboot, stroomopwaarts dan wel stroomafwaarts, over de Lek passeerde. Hier is bij de geluidsmetingen in de Lek zo veel mogelijk tussendoor gemeten.



Figuur 2: Lokatie en uitstroomopening van de gemaalpomp bij de Kralingse plas (in geel) en de meetpunten op diverse afstanden (in roze).

De geluidsopnames zijn uitgevoerd met een HTI-96-MIN hydrofoon (High Tech, Inc., Gulfport, MS, U.S.A.) en een 20 dB voorversterker, en een Marantz PMD660 digitale recorder (sample rate 44.1 kHz). De hydrofoon werd met behulp van een telescoop-stok vanaf de kant het water in gelaten om opnames te maken met de hydrofoon op 1.5 tot 2.0 meter uit de kant, 1.5 tot 2.5 meter onder het wateroppervlak, en vrij van de bodem. Het opnamesysteem is bij TNO doorgemeten om de spectrale gevoeligheidscurve vast te stellen en via een Matlabprogramma zijn deze gegevens gebruikt om geluidsnivo's vast te stellen voor een aantal voor vissen mogelijk relevante spectrale bandbreedte. Via grafische weergave van drie 20-seconden fragmenten uit geselecteerde sample-minuten, zijn eerst de spectrale energieverdelingen geinspecteerd op de verschillende afstanden en verschillende dagen en contexten. Daarnaast zijn telkens voor drie bandbreedtes de absolutie geluidsnivo's berekend: 2-5000 Hz (in rood weergegeven in grafieken); 100-300 Hz; en 900-1200 Hz. De eerste bandbreedte omvat het hele bereik waarover de opnameapparatuur betrouwbare metingen levert en waarvoor vissen gevoelig zouden kunnen zijn. De andere twee beperktere bandbreedtes representeren een lage en een hoge component in het onderwatergeluid van de gemaalpompen die soms verschillende patronen laten zien die samen kunnen hangen met motorcapaciteit, toerental, en transmissieafstand.



Figuur 3: Lokatie en uitstroomopening van de gemaalpomp bij de Krimpenerwaard (in geel) en de meetpunten op diverse afstanden (in roze).

Resultaten

Bij de Kralingse plas variëerde het geluidsnivo voor de frequentie-bandbreedte 2-5000Hz tussen de 95,5 en 109,5 dB re 1 µPa gemiddeld voor opnames waarbij de gemaalpomp niet aan stond. Als de gemaalpomp werd aangezet nam het geluidsnivo toe met ongeveer 30, 26, en 17 dB re 1 µPa op respectievelijk de afstanden 2, 14, en 32 meter afstand van de geluidsbron (Tabel 1). De sterkste toename was te zien in de relatief hoog-frequente geluidscomponent en dit is met name te zien aan de meting in de bandbreedte van 900-1200 Hz en in de geluidspectra (Figuur 4A versus 4B,C). De geluidsnivo's nemen af met afstand, maar er is een aanzienlijke verhoging van het lawaai in de hele trechter-vormige toegang tot de sluisdeur en de aanzuigopening van de gemaalpomp. Aan de uitstroomzijde was geen significante invloed van de pompactiviteit op het geluidsnivo te meten. Op 13 mei leek er wel iets minder geluid in de hogere component zonder pomp aan dan met (Figuur 5A versus 5B), maar op 26 juni was er ook een ietwat verhoogde hogere component aanwezig zonder pomp aan. De spectra op deze twee dagen met de pomp aan op de 13^{e} en uit op de 26^{e} verschilden subtiel en er kan hier sprake zijn van een andere anthropogene geluidsbron in de buurt. Hierdoor kunnen we de verschillen tussen aan en uit op 13^{e} in ieder geval niet met zekerheid interpreteren als zijnde veroorzaakt door de gemaalpomp.

Bij de Krimpenerwaard variëerde het geluidsnivo voor de frequentie-bandbreedte 2-5000Hz tussen de 115,9 en 118,1 dB re 1 µPa gemiddeld voor opnames waarbij de gemaalpomp niet aan stond (Tabel 2). Deze waardes liggen zo'n 10 dB re 1 µPa hoger dan bij de Kralingse Plas wat waarschijnlijk te maken heeft met de meer winderige omstandigheden op 24 juni. Waterinstroom lijkt een toename in zeer lage (5-25Hz) geluiden te zien te geven (Figuur 6A versus 6B). De zwaardere gemaalpomp geeft zowel

bij 300 toeren als op volle toeren over een grote bandbreedte een toename van 15 tot 30 dB re 1 µPa op 5 meter van de gemaalpomp (Tabel 2, Figuur 6 C,D). In tegenstelling tot de kleinere pomp bij de Kralingse Plas is hier geen bias naar de hogere frequenties, maar is er juist een hele sterke toename in de lagere component die gereflecteerd wordt in de 100-300 Hz meting. Bij 30 meter en 60 meter afstand zijn geen geschikte metingen verkregen vanwege de verstoring door hoge stroomsnelheden rondom de hydrofoon als gevolg van de waterinstroom vanuit de Lek. Als de gemaalpomp aanstaat (geen instroom dus) dan is er tot op 30 meter afstand nog een duidelijke piek in het geluidspectrum waarneembaar tussen 1000 en 3000Hz, die op 60 meter verdwenen is (Figuur 7A versus 7B). Ook op 100 meter is er nog iets van de spectrale structuur van het machinale geluid herkenbaar tussen 500 en 4000Hz (Figuur 8A versus 8B), en dat is verdwenen op 200 en 300 meter afstand. We kunnen echter nog wel, tot en met deze laatste, verste afstand van 300 meter de activiteit van de gemaalpomp onderscheiden met ons menselijk oor (wel met behulp van hydrofoon). Aan de Lekzijde verschilt het geluidsspectrum ten opzichte van de Hooge Boezemzijde met name in het hogere geluidsnivo in de lage frequenties van 5-30Hz (Figuur 9A versus 9B) wat waarschijnlijk veroorzaakt wordt door heftigere stroming, golfslag, en vrachtboten op de rivier.

Tabel 1: Geluidsnivo's voor drie verschillende bandbreedtes op drie verschillende afstanden aan de Kralingse Plaszijde en aan de uitstroomzijde (gemiddeldes van drie herhaalde metingen). 'Aan' staat voor gemaalpomp aan, terwijl 'Uit 1' staat voor gemaalpomp uit op 13/5/2009 en 'Uit 2' voor uit op 26/6/2009.

Afstand (m)	Geluidsnivo (dB) 2-5000 Hz			Geluidsnivo (dB) 100-300 Hz			Geluidsnivo (dB) 900-1200 Hz		
	Aan	Uit 1	Uit 2	Aan	Uit 1	Uit 2	Aan	Uit 1	Uit 2
2	135,8	108,5	102,7	90,3	84,9	77,3	128,4	82,2	89,3
14	130,5	106,8	102,7	69,3	70,6	81,2	120,9	86,3	89,9
32	118,0	106,0	95,5	83,3	72,3	76,4	86,3	74,6	80,2
Uitstroom	100,2	98,6	103,8	74,3	73,8	73,2	87,9	77,6	93,7

Tabel 2: Geluidsnivo's voor drie verschillende bandbreedtes op zes verschillende afstanden in de Hooge Boezem en aan de uitstroomzijde in de Lek (gemiddeldes van drie herhaalde metingen). 'Aan' staat voor gemaalpomp aan, terwijl 'Uit' staat voor gemaalpomp uit, beide op 24/6/2009.

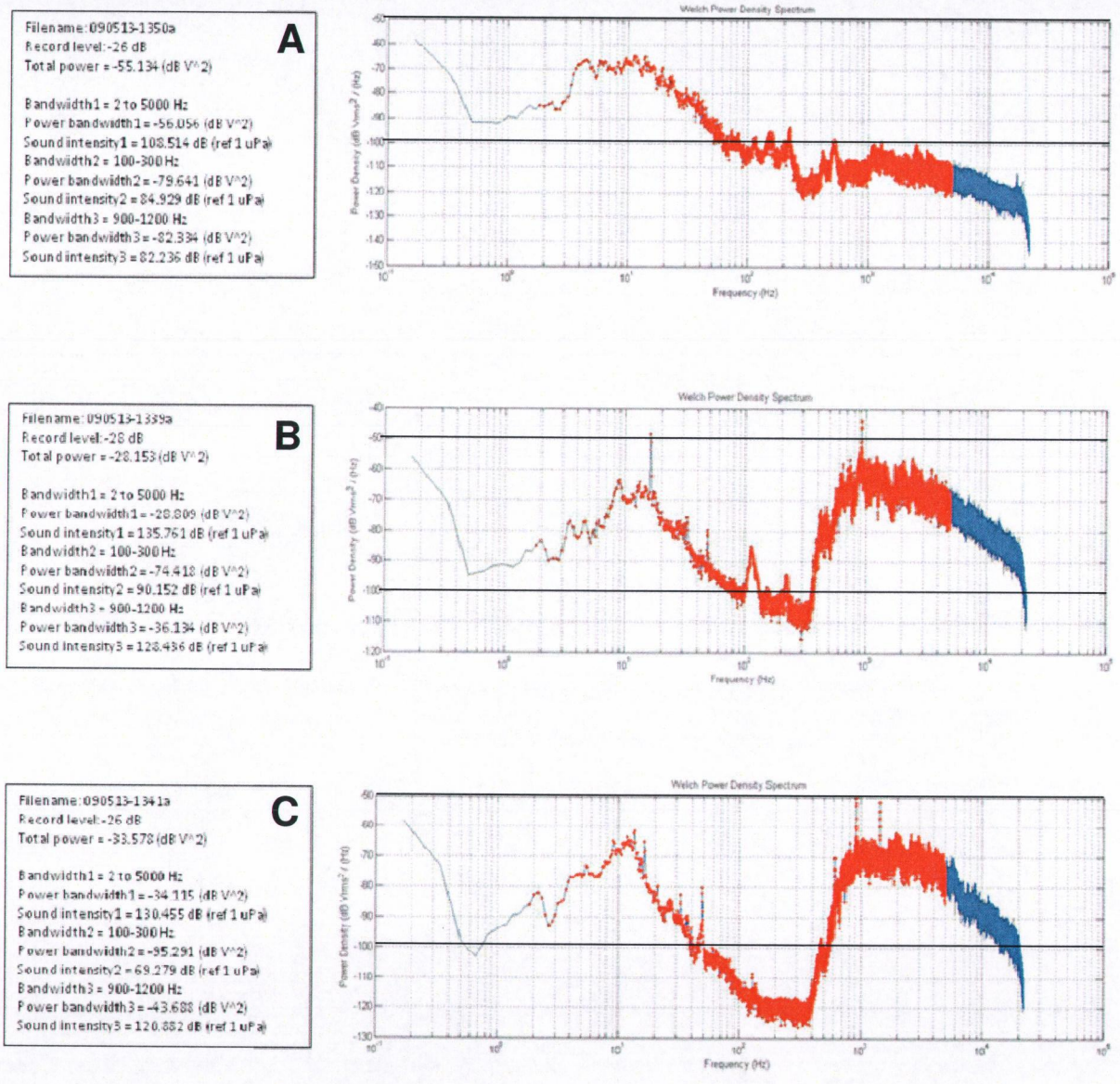
Afstand (m)	Geluidsnivo (dB) 2-5000 Hz		Geluidsnivo (dB) 100-300 Hz		Geluidsnivo (dB) 900-1200 Hz	
	Aan	Uit	Aan	Uit	Aan	Uit
5	132,6	117,2	127,0	96,2	118,7	92,2
30	112,5	-	68,7	-	101,7	-
60	116,1	-	88,8	-	76,8	-
100	119,5	118,1	94,6	93,8	79,2	80,0
200	118,3	116,9	97,2	94,4	78,5	78,8
300	118,7	115,9	94,0	93,9	81,6	77,8
Uitstroom	124,4	-	105.2	-	96.9	-

Interpretatie en discussie

Beide gemaalpompen van de Kralingse Plas en de Krimpenerwaard zijn boven water nauwelijks hoorbaar voor mensen in de directe nabijheid boven water maar zorgen wel voor een aanzienlijk lawaai onderwater. De relatief klein pomp van de Kralingse Plas heeft een luide component in de hoge frequenties van 600 tot 3000Hz, terwijl de grotere pomp van de Krimpenerwaard over de hele bandbreedte van 50-5000Hz voor lawaai zorgt. Deze pomp is ook aanzienlijk rumoeriger in de 100-300Hz bandbreedte waarvoor we weten dat veel vissoorten de hoogste gevoeligheid vertonen.

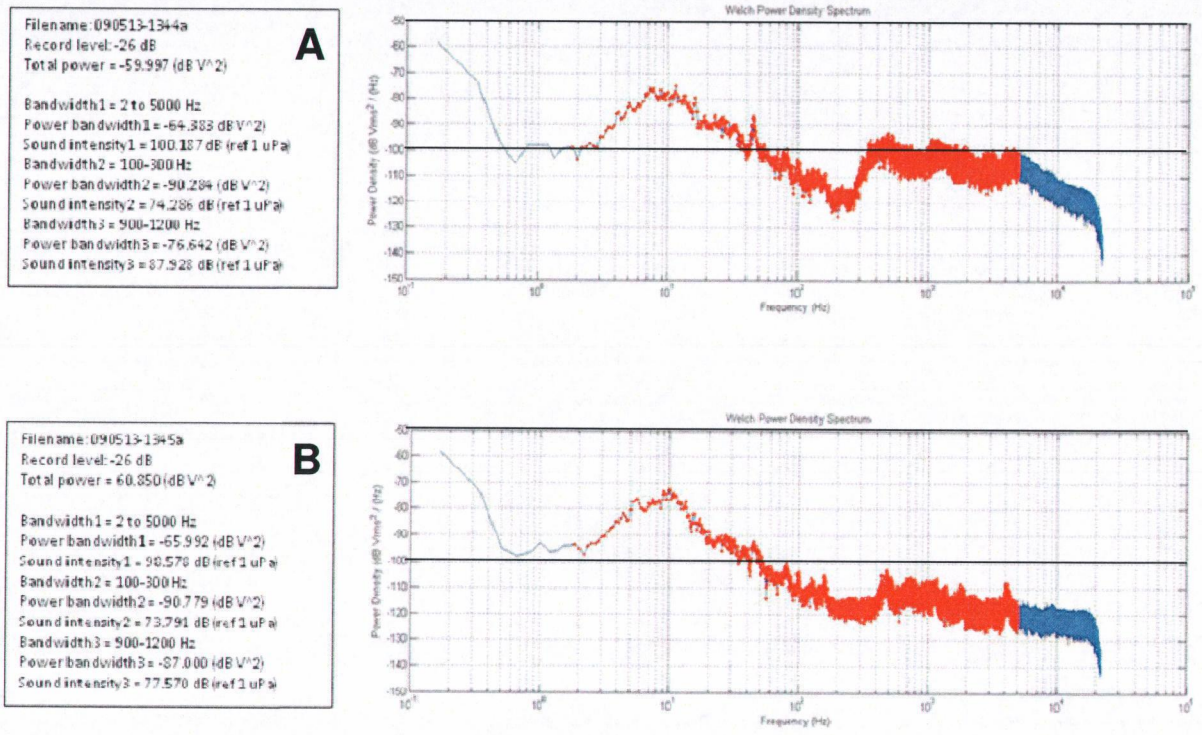
Bij de Kralingse plas is de gemaalpomp zeker tot op de open plas te horen en zorgt voor een aanzienlijke toename in de trechtervormige toevoer richting de sluis en het aanzuigpunt van de gemaalpomp. De sluis vormt bij openen de enige redelijke passermogelijkheid voor vis, terwijl de gemaalpomp een doorgang met hoge mortaliteitskans vormt. Indien vissen afgeschrokken worden door het geluid van de startende of stationair draaiende pomp zou het aantal vissen dat via de sluis dit migratieknelpunt zal passeren verminderen. Ook zullen er in dat geval minder vissen slachtoffer worden van de malende gemaalpomp. Het lijkt ook goed mogelijk dat motorlawaai van rangerende boten voordat de sluis geopend wordt een grote invloed zouden kunnen hebben op de passeerkans voor vissen via deze sluis. Meer kennis over de reacties op lawaai, van boten en de gemaalpomp, van vissen in de nabijheid van de sluis zou hier belangrijke inzichten kunnen opleveren over mogelijke verbeteringen aan de passeerbaarheid van de sluis voor migrerende vissoorten.

Bij de Krimpenerwaard is de gemaalpomp waarschijnlijk tot op meer dan 300 meter afstand van de gemaalpomp in de Hooge Boezem te horen. Het geluidsnivo neemt ook toe naarmate vissen dichterbij komen en er vinden een aantal sterke spectrale veranderingen plaats met het naderen van de bron. Het gemaal op de Lekdijk vormt niet echt een makkelijk passeerbaar obstakel voor migrerende vissen en de gemaalpomp is de enige weg met een hoge mortaliteitskans. Indien vissen dus zouden reageren op anthropogene geluidskarakteristieken door deze te mijden, door bijvoorbeeld van het oplopende nivo van de geluidsgradient weg te zwemmen, dan zou het pomplawaai een vermindering van het aantal slachtoffers kunnen betekenen. De kolblei die gehalveerd door het gemaal in de Lek werd afgezet zat bij het starten van de motor waarschijnlijk dicht bij de aanzuigopening en het geluid heeft bij deze vis in ieder geval niet de juiste vluchtreactie opgewekt. Of dit wel het geval is geweest bij andere vissen, op korte of lange afstand, van dezelfde of andere sooorten, blijft natuurlijk vooralsnog onbekend.

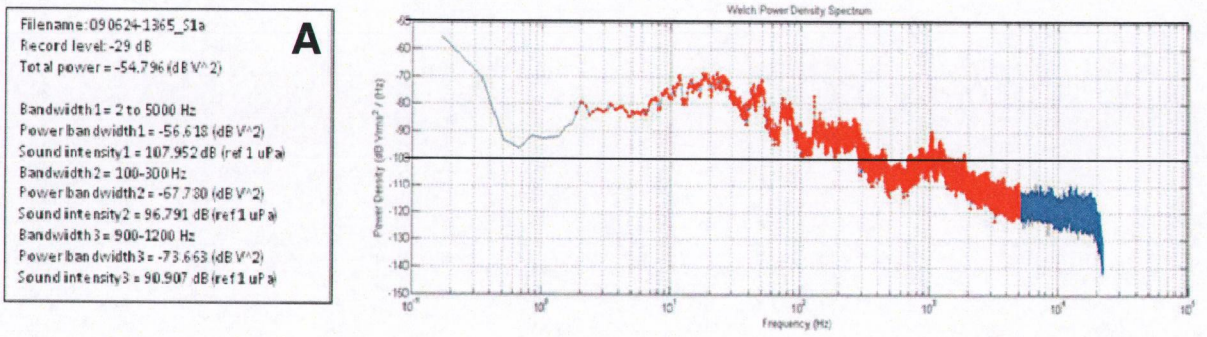


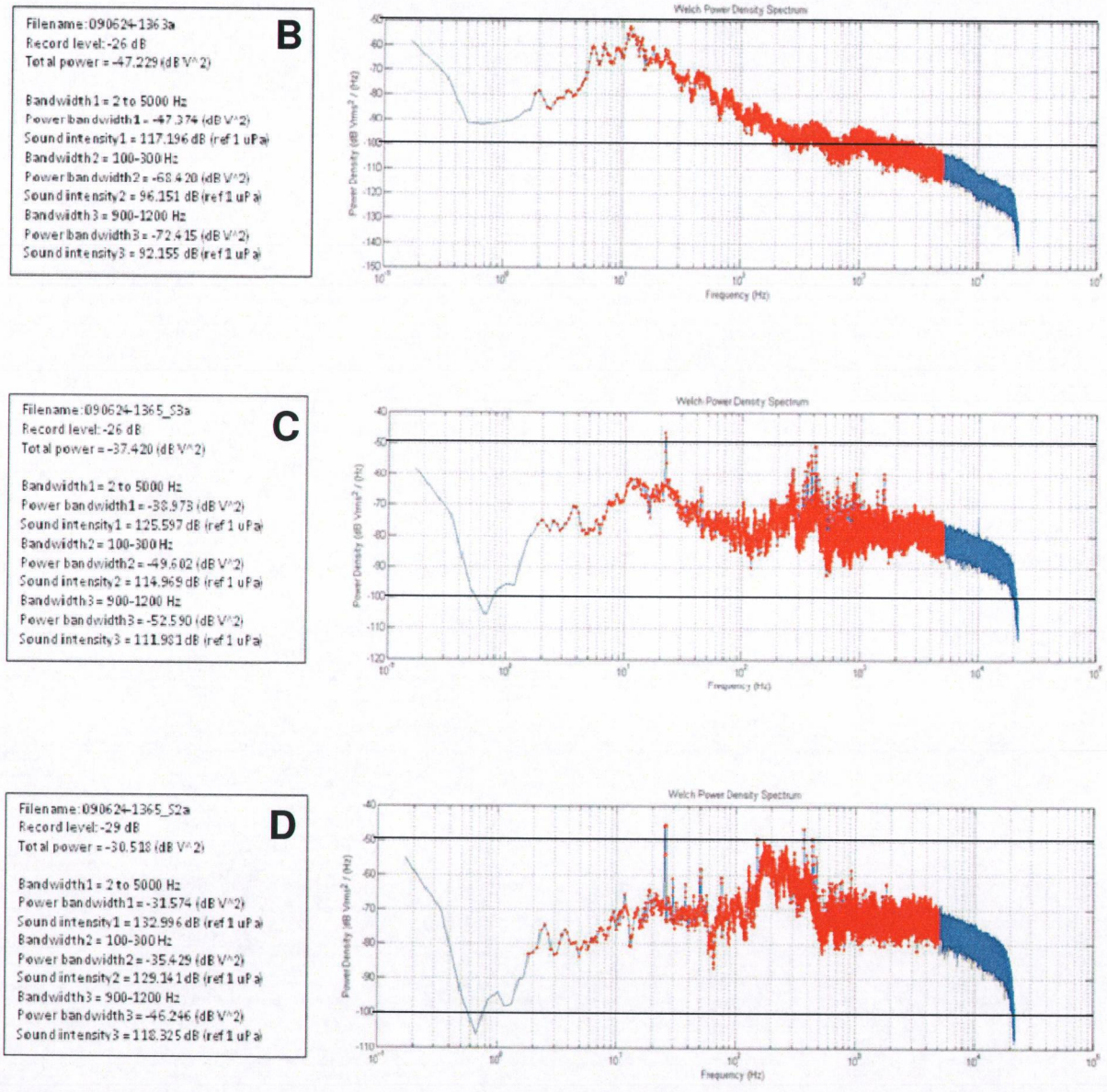
Figuur 4: Voorbeelden van geluidspectra voor een periode van 20 seconden aan de Kralingse Plaszijde gemeten op 13 mei. A: 2 meter afstand, pomp uit; B: 2 meter afstand, pomp aan; C: 14 meter afstand, pomp aan.

>>> Bij deze en alle volgende geluidsspectra geldt dat op de y-as de Power Density in dB Vrms^2/(Hz) staat weergegeven en op de logaritmische x-as de frequentie in Hz, waarbij de rode punten van 2-5000Hz de relevante bandbreedte aangeven (het absolute geluidsnivo is berekend over drie verschillende bandbreedtes die zijn terug te vinden in de legenda als Sound intensity in dB re 1 µPa). De schaal van de y-as kan variëren en daarom is altijd door middel van twee lijnen -50 dB en -100dB Vrms^2/(Hz) aangegeven.

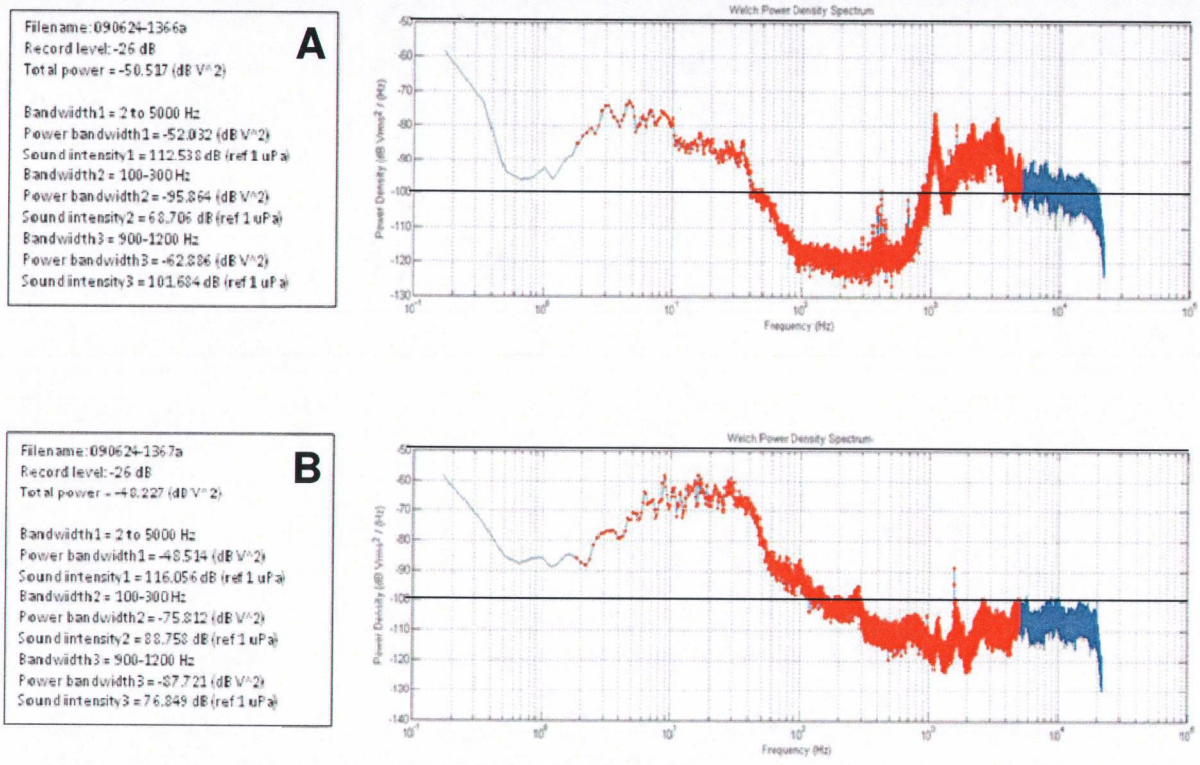


Figuur 5: Geluidspectra voor een periode van 20 seconden bij de uitstroomopening aan de Boezemzijde van de Kralingse Plas op 13 mei. A: pomp aan; B: pomp uit.

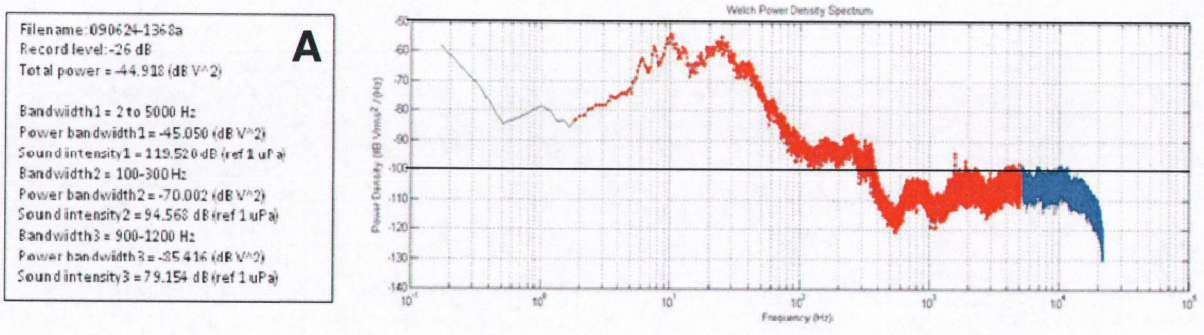


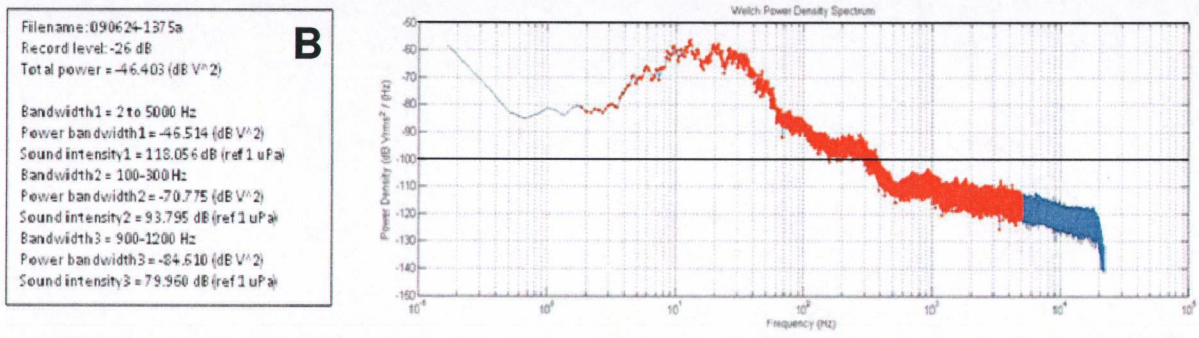


Figuur 6: Geluidspectra voor een periode van 20 seconden op 5 meter van de gemaalpomp van de Krimpenerwaard. A: pomp uit, water-instroom dicht; B: pomp uit, water-instroom open; C: pomp aan, 300 toeren; D: pomp aan, volle toeren.

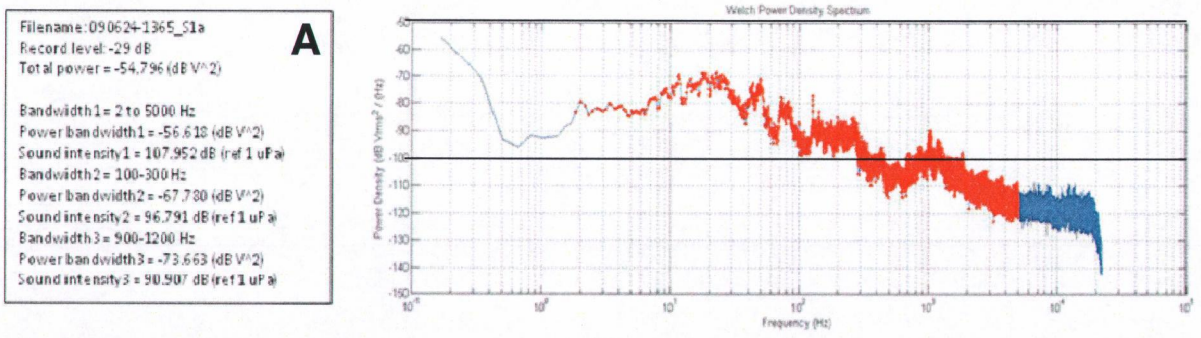


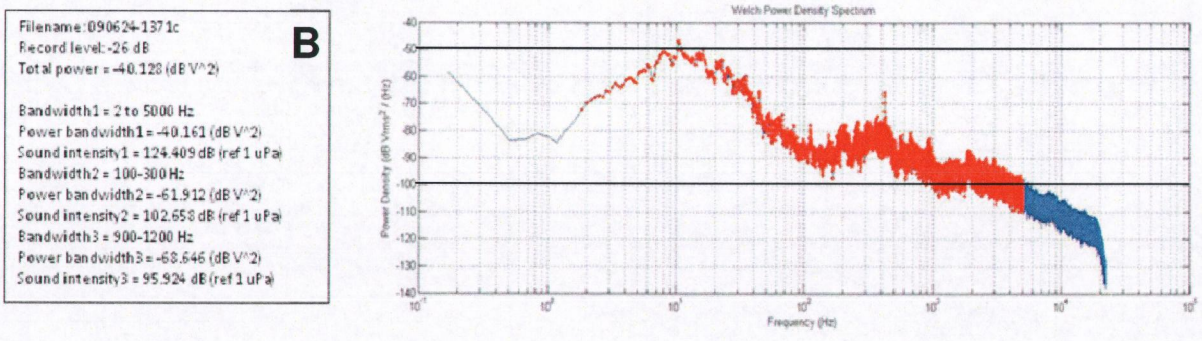
Figuur 7: Geluidspectra voor een periode van 20 seconden op veschillende afstanden van het gemaal aan de Hooge Boezemzijde met de pomp aan . A: 30 meter; B: 60 meter.





Figuur 8: Geluidspectra voor een periode van 20 seconden op 100 meter afstand van het gemaal aan de Hooge Boezemzijde. A: pomp aan; B: pomp uit, water-instroom open.





Figuur 9: Geluidspectra voor een periode van 20 seconden A: bij de inlaatopening aan de Hooge Boezemzijde (is gelijk aan 5A) en B: aan de uitstroomopening aan de Lekzijde.