

## Monitoring van stroomafwaartse migratie van vis bijemaal Katwijk

Onder mede-financiering van  
Rijkswaterstaat Zuid-Holland en  
Rijkswaterstaat Noord-Holland



Witteveen+Bos

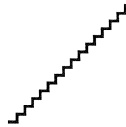
Van Twickelostraat 2

postbus 233

7400 AE Deventer

telefoon 0570 69 79 11

telefax 0570 69 73 44

**Monitoring van stroomafwaartse  
migratie van vis bij gemaal Katwijk**

<b>referentie</b> KWZ23-1/krub/006	<b>projectcode</b> KWZ23-1	<b>status</b> definitief 02
<b>projectleider</b> dr. G. Kruitwagen	<b>projectdirecteur</b> drs. M. Klinge	<b>datum</b> 18 mei 2007

<b>autorisatie</b> goedgekeurd	<b>naam</b> drs. M. Klinge	<b>paraaf</b> 
-----------------------------------	-------------------------------	-------------------

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



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos  
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd 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.

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>SAMENVATTING</b>	
<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1. Gemaal Katwijk	1
1.2. Doel	2
1.3. Leeswijzer	2
<b>2. ACHTERGROND OVER VISMIGRATIE</b>	<b>3</b>
<b>3. VISIE</b>	<b>4</b>
3.1. Inleiding	4
3.2. Visaanbod voor het gemaal	5
3.3. Passage van het gemaal	5
<b>4. AANPAK</b>	<b>6</b>
4.1. Keuze bemonsteringsperiode	6
4.2. Bepaling van het visaanbod voor het gemaal	6
4.3. Bepaling van de passage van het gemaal	6
4.4. Verwerking van vis	7
4.5. Onderzoek naar beschadiging	8
4.6. Selectiviteit van vangtuigen	8
4.7. Complicaties tijdens de bemonsteringen	8
4.7.1. Fuikvangsten aan boezemzijde	8
4.7.2. Vangsten achter het gemaal	9
<b>5. RESULTATEN</b>	<b>10</b>
5.1. Visaanbod voor het gemaal	10
5.1.1. Omvang van het visaanbod	10
5.1.2. Soortverdeling	10
5.1.3. Verdeling in de tijd	11
5.1.4. Lengteverdeling	13
5.2. Passage door het gemaal	14
5.2.1. Omvang van het bestand dat het gemaal passeert	14
5.2.2. Soortverdeling	14
5.2.3. Verdeling in de tijd	15
5.2.4. Lengteverdeling	16
5.2.5. Beschadiging en sterfte	17
<b>6. DISCUSSIE EN CONCLUSIES</b>	<b>19</b>
6.1. Aanbod voor het gemaal	19
6.2. Passage van het gemaal	19
6.3. Vangsten aan weerszijden van het gemaal	19
6.4. Beschadiging en sterfte	20
6.5. Wenselijkheid vispassage	21
6.6. Conclusies	21
6.7. Aanbevelingen voor verder onderzoek	22
<b>7. REFERENTIES</b>	<b>24</b>

laatste bladzijde

24

bijlagen

aantal bladzijden

I Lengtefrequentieverdelingen fuikvangsten

3

II Lengtefrequentieverdelingen vangsten achter het gemaal

3

## **SAMENVATTING**

In oktober en november 2006 is de stroomafwaarts gerichte migratie van vis bij gemaal Katwijk onderzocht. Het aanbod aan vis aan de boezemzijde van het gemaal is onderzocht met behulp van fuiken, terwijl het visbestand dat het gemaal passeerde werd onderzocht met behulp van een vangstconstructie die achter een gemaalgang aan de muur van het gemaal bevestigd was. Onderstaand zijn de belangrijkste conclusies weergegeven.

### **aanbod**

- het visbestand dat in het najaar vanuit Rijnlands boezem bij gemaal Katwijk aankomt bestaat hoofdzakelijk uit zoetwatervissen en paling;
- het totale vangstgewicht in de fuiken gedurende 10 dagen bedroeg 63,6 kg schubvis en 677,0 kg paling;
- de paling maakte hierbij 91 % van het totaal vangstgewicht uit, maar slechts 36 % van het totaal aantal gevangen vissen van 3.652;
- het aanbod aan schubvissen bestond voornamelijk uit jonge baars, brasem en pos met een lengte tot 12 centimeter.

### **passage van het gemaal**

- naast de soorten die aan de boezemzijde van het gemaal werden aangetroffen bevonden zich in de vangsten achter het gemaal ook rivierprikken, terwijl de snoek in de vangsten afwezig was;
- het visbestand dat gedurende vijf dagen het gemaal passeerde richting zee omvatte 22,1 kg schubvis en 28,1 kg paling;
- de paling maakt 72 % van het totaal vangstgewicht uit, maar slechts 7 % van het totaal aantal gevangen vissen van 643 vissen;
- de lengtefrequentieverdeling in de vangsten achter het gemaal kwam in grote mate overeen met de verdeling in het aanbod voor het gemaal. In de vangsten achter het gemaal werden minder vissen van lengteklassen onder de 10 centimeter aangetroffen vanwege de grotere maaswijdte die achter het gemaal werd gebruikt;
- de vis die het gemaal had gepasseerd was gedurende enkele uren versuft;
- alle palingen en rivierprikken waren het gemaal onbeschadigd gepasseerd. Van de schubvissen die het gemaal gepasseerd hadden bleek slecht 1 procent beschadigd te zijn;
- bij de palingen die het gemaal gepasseerd hadden bleek geen uitgestelde sterfte op te treden.

### **noodzaak voor een vispassage**

Op basis van de resultaten van het onderzoek kan geconcludeerd worden dat het beschadigingspercentage vissen die gemaal Katwijk stroomafwaarts passeren zeer laag is. Er lijkt dan ook geen vispassage nodig om beschadiging tijdens stroomafwaartse migratie te verminderen. Een passage zou wel wenselijk zijn om terugkeer van de uitgespoelde zoetwatervissen mogelijk te maken.

## 1. INLEIDING

### 1.1. Gemaal Katwijk

Gemaal Katwijk maalt het water uit de Oude Rijn uit op de Noordzee en vormt daarmee één van de belangrijkste verbindingen tussen Rijnlands boezem en het buitenwater. Het gemaal maalt uit op een uitwatering met behulp van drie centrifugaalpomp, waarvan twee pompen worden aangedreven door dieselmotoren en één pomp elektrisch wordt aangedreven. Vanuit deze uitwatering wordt het water met behulp van een uitwateringssluis bij laag tij onder vrij verval op de Noordzee geloosd. De uitwateringssluis heeft drie kokers met dubbele schuiven en vormt de hoogwaterkering.

**Afbeelding 1.1. Aanzicht van gemaal Katwijk aan de boezemzijde**



**Afbeelding 1.2. Aanzicht van gemaal Katwijk aan de zeezijde**

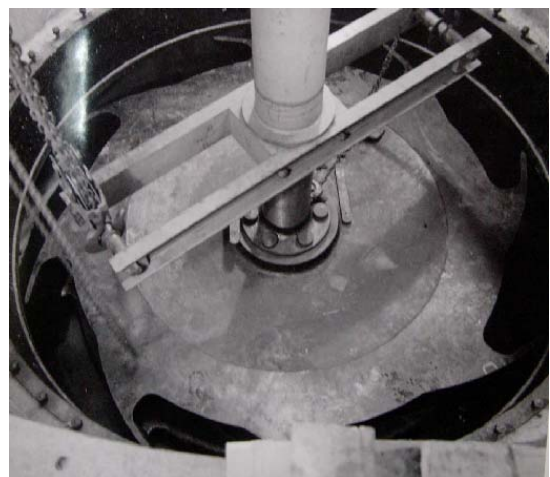


Om de pompcapaciteit van gemaal Katwijk te vergroten zal in 2007 worden gestart met de renovatie van het gemaal. Daarbij zal een vierde pomp naast het bestaande gemaal worden geplaatst. Daarnaast zullen de huidige waaierpompen die bij de bouw van het gemaal in 1953 zijn geplaatst (afbeeldingen 1.3. en 1.4.), worden vervangen door pompen met een ander type waaier (mixed flow pompen). Het toerental van de pompen zal omhoog gaan.

**Afbeelding 1.3. Zijaanzicht van een waaierpomp**



**Afbeelding 1.4. Bovenaanzicht van een waaier pomp**



## 1.2. Doel

Het Hoogheemraadschap van Rijnland ziet de renovatie van gemaal Katwijk als een kans voor de aanleg van een vispassage. In de huidige situatie is geen vispassage aanwezig en kunnen vissen gemaal Katwijk alleen in stroomafwaartse richting via de gemaalpompen passeren.

Omdat het Hoogheemraadschap van Rijnland geen zicht had op de visbewegingen rond gemaal Katwijk tijdens de najaarsmigratie, heeft zij een onderzoek uit laten voeren door Witteveen+Bos in samenwerking met beroepsvisser Gerard Manshanden. Dit onderzoek had tot doel om de volgende vragen te beantwoorden:

- hoe ziet het visbestand eruit dat in het najaar vanuit Rijnlands boezem bij gemaal Katwijk aan komt om richting zee te migreren?
  - welke biomassa aan vis migreert richting zee?
  - welk aantal vissen migreert richting zee?
  - wat is de soort- en lengteverdeling van de vissen die richting zee migreren?
- hoeveel vis passeert het gemaal richting zee?
  - welke biomassa aan vis migreert richting zee?
  - welk aantal vissen migreert richting zee?
  - wat is de soort- en lengteverdeling van de vissen die richting zee migreren?
  - in hoeverre is de vis die richting zee passeert beschadigd?
  - treedt er uitgestelde sterfte op bij de vis die richting zee passeert?

De resultaten van het najaarsonderzoek dienen inzicht te verschaffen in de noodzaak van de aanleg van een vispassage bij gemaal Katwijk.

## 1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt kort op vismigratie in het algemeen ingegaan. De visie van Witteveen+Bos op onderzoek naar de najaarsmigratie bij gemaal Katwijk wordt in hoofdstuk 3 geschetst. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens ingegaan op de gekozen aanpak van de najaarsbemonstering. Hoofdstuk 5 beschrijft de resultaten van onderzoek aan de boezemzijde van het gemaal en van onderzoek naar de passage van vissen via de gemaalpompen. In hoofdstuk 6 worden de resultaten bediscussieerd en worden conclusies getrokken over de visbewegingen rond gemaal Katwijk en over het nut van de aanleg van een vispassage.

## 2. ACHTERGROND OVER VISMIGRATIE

Vrijwel alle vissoorten kennen een zekere vorm van migratie, maar de afstand waarover migratie plaatsvindt en de sturende factoren lopen uiteen tussen soorten. De grootste bekendheid heeft de migratie van de diadrome vissen, soorten die voor voltooiing van hun levenscyclus zowel van zoet als zout water afhankelijk zijn. Binnen deze categorie vissen bevinden zich soorten die voor de voortplanting zeewater nodig hebben (katadrome vissen, waaronder aal), maar ook soorten die voor voortplanting afhankelijk zijn van zoet water (anadrome vissen, bijv. 3-doornige stekelbaars en spiering). Voor deze soorten zijn open verbindingen tussen zee en het zoete water van groot belang. Daarnaast zijn er vissen die uitsluitend in zoet water verblijven. Deze kunnen echter over grote afstanden migreren.

Migratie over lange afstanden bestaat voornamelijk uit paaimigratie (de migratie van en naar overwinteringsgebieden), verspreidingsmigratie en migratie tussen de habitats die voor opeenvolgende levensstadia van belang zijn. Naast 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.

Voor alle vissoorten is het noodzakelijk dat alle habitats die nodig zijn om de levenscyclus te voltooien bereikbaar zijn voor de vis. Wanneer dit niet langer het geval is, kan een soort (lokaal) bedreigd worden is het voortbestaan. In Nederland heeft de bouw van vele kunstwerken, waaronder stuwen en gemalen, geleid tot een grote mate van versnippering en zijn traditionele migratieroutes verbroken. De diadrome vissoorten die over lange afstand migreren lopen het grootste risico van verstoring van migratiepatronen door de aanwezigheid van kunstwerken. Een kwetsbaar voorbeeld hiervan vormt de Europese paling. Deze vis begint die zijn levenscyclus vermoedelijk in de Sargasso zee in de Golf van Mexico, waarna de larfjes met de oceaanstroom meereizen tot ze na acht tot negen maanden als glasaal de Noord-Atlantische kustwateren bereiken [lit. 1]. De kleine halfdoorzichtige glasaaltjes trekken het zoete water binnen en zoeken ondiepe bovenlopen op, zoals poldersloten, om daar hun juveniele stadia door te brengen. Tijdens deze stadia veranderen de palingen van glasaaltjes naar kleine palingen met een geel-oranje buik, zogenaamde rode aal, om uiteindelijk na 6 tot 10 jaar als geslachtsrijpe aal, zogenaamde schieraal, terug te keren naar de Sargasso zee om zich voort te planten. Sinds 1980 is het aantal glasalen dat in het voorjaar in de Nederlandse kustwateren wordt waargenomen sterk gedaald. Visserij en verminderde intrekmoogelijkheden worden hiervoor als mogelijke oorzaken gezien [lit. 2].

In Nederland migreren de meeste vissoorten in de periode maart-mei stroomopwaarts naar de paai-gronden (tabel 2.1.). Na de paaiperiode verplaatsen de vissen zich naar de zomer- of opgroei-habitat. In het najaar (augustus-november), trekken de vissen stroomafwaarts naar de overwinteringsgebieden. Het exacte tijdstip van migratie verschilt per jaar en hangt samen met de watertemperatuur.

**Tabel 2.1. Migratiekenmerken van vissoorten die bij gemaal Katwijk zijn aangetroffen [lit. 3]**

vissoort	migratietype	periode voor stroom-opwaartse migratie	soort migratie
Baars	lokaal/regionaal	maart-april	paaimigratie
Bot	katadroom	mei-juli	intrek van jonge bot
Brasem	lokaal/regionaal	april-juni	paaimigratie
Blankvoorn	lokaal/regionaal	april-mei	paaimigratie
Kolblei	lokaal	mei-juni	paaimigratie
Pos	lokaal	maart-mei	paaimigratie
Snoekbaars	lokaal/regionaal	maart-april	paaimigratie
Snoek	lokaal/regionaal	maart-april	paaimigratie
Rivierprik	anadroom	september-april	paaimigratie
Europese paling	katadroom	april-mei	intrek van glasaal en jonge aal



### 3. VISIE

#### 3.1. Inleiding

Gemalen vormen migratieknelpunten voor vissen doordat ze over het algemeen zeer slecht passeerbaar zijn. Als gevolg kunnen migratiepatronen worden verstoord hetgeen verstrekkende gevolgen voor vispopulaties kan hebben. Het is onbekend hoe groot het visaanbod is dat tijdens de voor- en najaarsmigratie respectievelijk vanuit de Noordzee en de Rijnlandse boezem optrekt naar Gemaal Katwijk. Evenmin is bekend in hoeverre succesvolle stroomafwaarts gerichte passage plaatsvindt. Wel is zeker dat het gemaal niet stroomopwaarts voor zwemmende vis te passeren is.

In het rapport 'Vismigratie Rijnlands Boezem' zijn handreikingen gegeven voor de wijze waarop een nulmeting voor aanvang van renovatiewerkzaamheden bij gemaal Katwijk kan worden uitgevoerd [lit. 3]. In deze visie gaat Witteveen+Bos in op de voorgestelde aanpak en op enkele alternatieven.

In het rapport wordt terecht gesteld dat het voor het bepalen van de significantie van een migratieknelpunt nodig is om de passeerbaarheid van het knelpunt te onderzoeken. In beginsel geldt dit ook voor de hoeveelheid vis die zich voor het knelpunt verzamelt, hoewel een geringe hoeveelheid vis niet hoeft te betekenen dat het knelpunt niet van belang is. Het kan ook betekenen dat de route al lange tijd (vrijwel) geheel onpasseerbaar is, waardoor het traditionele gebruik ervan verloren is gegaan. De methodiek die in het rapport wordt voorgesteld gaat alleen in op het visaanbod aan de Noordzeezijde en op de passeerbaarheid. Door het visaanbod aan de boezemzijde van het gemaal buiten beschouwing te laten is het echter onmogelijk om te bepalen welk deel van het totale visaanbod het gemaal, al dan niet beschadigd, passeert.

Om een volledig overzicht te krijgen van de migratieactiviteiten rond gemaal Katwijk en te kunnen evalueren in welke mate het gemaal een migratieknelpunt vormt, is het naar onze mening noodzakelijk om een drietal deelonderzoeken uit te voeren, te weten:

- onderzoek naar de optrek van vis aan de boezemzijde van gemaal Katwijk (locatie 1, afbeelding 3.1.);
- onderzoek naar de passage van vis door het boezemgemaal (locatie 2);
- onderzoek naar de optrek van vis naar gemaal Katwijk vanuit de Noordzee (locatie 3).

**Afbeelding 3.1. Bovenaanzicht van het complex van gemaal Katwijk en de bijbehorende uitwateringssluizen. Met cijfers zijn de locaties voor bovenbeschreven deelonderzoeken weergegeven (foto: Aerodata International Surveys)**



Onderstaand wordt ingegaan op de afwegingen die zijn gemaakt om tot een doeltreffende methodiek te komen.

### **3.2. Visaanbod voor het gemaal**

Om een inschatting te kunnen maken van het percentage vis dat het gemaal passeert wordt voorgesteld om aan de boezemzijde van het gemaal een aantal fuiken uit te zetten. Op basis van de vangsten in de fuiken kan een inschatting gemaakt worden van het totale visaanbod dat zich voor het gemaal verzamelt.

### **3.3. Passage van het gemaal**

Op basis van opgedane ervaringen met onderzoek aan vispassage bij onder meer gemaal Meerweg (Haren) en de Stevinsluizen (Den Oever) komen wij tot drie mogelijke uitvoeringen voor de bepaling van het aantal vissen dat het gemaal in de richting van de Noordzee weten te passeren. Onderstaand wordt elk van de drie opties kort besproken.

#### **optie 1: bevestiging van een fuik aan de uitwateringssluis**

Deze optie betreft de methodiek zoals deze beschreven is in het rapport 'Vismigratie in Rijnlands boezem'. Bij deze methodiek wordt aan de Noordzeezijde van de uitwateringssluis een fuik bevestigd aan één van de sluisopeningen.

Een groot nadeel van deze aanpak is dat niet duidelijk is of alle vis die in de fuik gevangen wordt ook daadwerkelijk het gemaal gepasseerd is. Uit voorgaand onderzoek van Witteveen+Bos blijkt namelijk dat, wanneer het net niet visdicht aan het gemaal wordt bevestigd, er onherroepelijk vissen uit het ontvangende water in de fuik terechtkomt, omdat deze vanaf de zijkant inzwemmen. Ook is de kans groot dat het net gaat 'blazen' waardoor een deel van de vis niet in het net terechtkomt maar er langs gaat. Beide factoren zorgen ervoor deze optie methodisch zodanig 'rammelt', dat men eigenlijk niet meer weet wat men nu precies waarneemt.

#### **optie 2: plaatsing van losstaande netten in de uitwatering**

Het probleem van 'vreemde' vis in de netten kan ondervangen worden door (een deel van) de uitwatering visdicht af te sluiten met behulp van de schuiven in de uitwateringssluis of een staand wand. Vervolgens zal dan de uitwatering worden leeggevist om zeker te zijn dat geen vis achterblijft in het afgesloten compartiment. Tijdens deze bemonstering zal het gemaal tijdelijk buiten bedrijf moeten zijn om de passage van vis vanuit de boezem te voorkomen. Nadat het afgesloten compartiment is leeggevist kunnen fuiken worden geplaatst met behulp van palen die in de bodem worden verankerd. Deze methode is zeer arbeidsintensief en daardoor relatief kostbaar. Bovendien leveren de fuiken vervolgens slechts een indicatie van het totaal aantal vissen dat gepasseerd is en bestaat de kans dat slechts weinig beschadigde vissen in de netten terechtkomen.

#### **optie 3: bevestiging van een fuik aan het boezemgemaal**

De derde mogelijkheid bestaat uit het bevestigen van een fuik achter één van de gemaalgangen. Hiervoor is het noodzakelijk een metalen U-profiel op de wand van het gemaal aan te brengen waaraan de fuik vastgemaakt kan worden. Op deze wijze kan het binnenzwemmen van 'vreemde' vis voorkomen worden terwijl elke vis die het gemaal passeert wordt opgevangen. Deze methodiek is met succes toegepast bij onderzoeken bij zowel gemaal Meerweg als de Stevinsluizen, waarin onder meer is aangetoond dat hoge stroomsnelheden de resultaten niet beïnvloeden. Het nadeel van deze methode is dat bevestiging op het gemaal noodzakelijk is en dat de methode duurder is dan optie 1. Daar staat tegenover dat deze methode de meest betrouwbare gegevens oplevert.

#### **voorkeur Witteveen+Bos**

Witteveen+Bos is van mening dat het belangrijk is om er zorg voor te dragen dat de onderzoeksresultaten niet verstoord worden door vissen die het gemaal niet gepasseerd zijn. Daarom werd optie 3 als de meest betrouwbare invulling van het onderzoek gezien en is deze aanpak gekozen bij de uitvoering van het onderzoek. De toegepaste aanpak is beschreven in hoofdstuk 4.

## 4. AANPAK

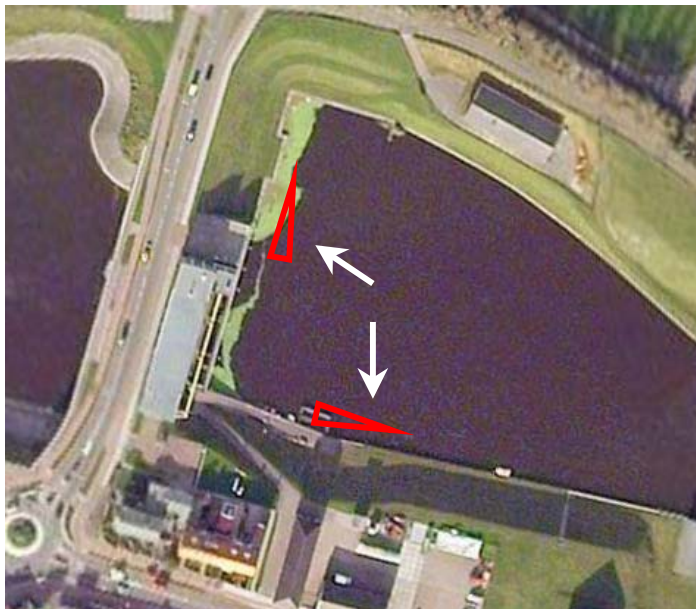
### 4.1. Keuze bemonsteringsperiode

Doordat het moment waarop vissen aan hun najaarsmigratie beginnen samenhangt met de watertemperatuur, zijn geen vaste data aan te wijzen voor de migratie, maar verschilt het moment van migratie van jaar tot jaar. De aalmigratie komt eerder op gang dan de migratie van schubvissen en geldt als signaal dat de migratie van schubvissen spoedig op gang zal komen. De bemonsteringsdata in Katwijk zijn bepaald aan de hand van de aalvangst op andere locaties.

### 4.2. Bepaling van het visaanbod voor het gemaal

Van 11 oktober tot en met 14 november 2006 is de vis die vanuit de boezemwateren naar het gemaal optrekt bemonsterd met behulp van twee fuikconstructies die aan de boezemzijde van het gemaal waren geplaatst. De opening van de fuiken in de gemaalkom was op het gemaal gericht (zie afbeelding 4.1.). De fuiken hadden een maaswijdte die terug liep van 13 naar 9 mm, waardoor vissen van tenminste 5 centimeter werden gevangen. De fuiken werden tweemaal per week gelicht en geschoond door Gerard Manshanden. In totaal zijn met behulp van de fuik 10 waarnemingen aan de boezemzijde van het gemaal verricht. Na afronding van de bemonsteringen op 14 november zijn de fuiken blijven staan tot en met 23 november. De vangsten na 14 november zijn echter niet geregistreerd.

**Afbeelding 4.1. Oriëntatie van de fuiken ten opzichte van het gemaal**



### 4.3. Bepaling van de passage van het gemaal

De passage van vissen vanaf de boezem door het gemaal is in de periode van 17 tot en met 23 november geanalyseerd. Hiertoe is achter de uitstroomopening van de elektrische pomp een vangstconstructie geplaatst die aan de wand van het gemaal bevestigd is. Aan de wand van het gemaal zijn enkele stalen U-profielen bevestigd. Met behulp van een takel is hierin een raamwerk geplaatst. Aan het raamwerk werd een groot net bevestigd. De maaswijdte van het net liep van 60 mm terug naar 30 mm, terwijl de maaswijdte van de zak van het net circa 20 mm bedroeg bij gestrekte maas.

Uit ervaring blijkt dat vis met name in de eerste uren van de nacht migreert. Om die reden werd de gemaalpomp waarachter de vangstconstructie was bevestigd om ongeveer 20.00 uur gestart. De netconstructie (afbeeldingen 4.2. en 4.3.) werd direct voor het starten van het gemaal naar beneden gelaten en achter de gemaalgang geplaatst. Dit werd gedaan om te voorkomen dat vis zich in het net kon ophouden buiten de bemalingen om. De pomp bleef tijdens de bemonsteringen gedurende drie uur draai-



en (omwentelingssnelheid: 59 rpm; debiet: 18 m<sup>3</sup>/s). Daarna werd de pomp uitgezet en werd de zak van het net gelicht en gelegegd.

**Afbeelding 4.2. Vangstconstructie aan achterzijde van het gemaal**



**Afbeelding 4.3. Detailopname van de vangstconstructie aan de achterzijde van het gemaal**



#### **4.4. Verwerking van vis**

Per vangst werden de soort- en lengtesamenstelling, de totale biomassa aan schubvissen en de totale biomassa aan aal geregistreerd. De lengtes van schubvissen zijn naar hele centimeters afgerond. Om het aantal lengteklassen te beperken zijn de palingen ingedeeld in lengteklassen van 5 cm. Bij de vangsten achter het gemaal op 20, 21 en 22 november zijn de soort- en lengtesamenstelling voor

schubvis bepaald aan de hand van een representatief monster. Bij de verwerking van de resultaten is hiervoor gecorrigeerd.

Na registratie zijn de rivierprikken in de uitwatering van het gemaal uitgezet. Levende schubvissen werden met behulp van een tankwagen afgevoerd. Dode vissen werden in de uitwatering geplaatst. De gevangen alen werden in een leefnet in de bun van een sloep geplaatst om te kunnen controleren of er uitgestelde sterfte optrad als gevolg van de passage door het gemaal. Na één week werden de alen uitgezet in de uitwatering.

#### **4.5. Onderzoek naar beschadiging**

Omdat het vermoeden bestond dat de schubvis in de vangsten achter het gemaal bij langdurig verblijf in het net beschadigd raakte als gevolg van hoge turbulentie in het net, zijn enkele bemonsteringen uitgevoerd nadat slechts vijf tot tien minuten werd gemalen. In aanvulling op deze tests, is de genoemde hypothese getoetst door tijdens één van de reguliere bemonsteringen een ton in de zak van het net te plaatsen om een stromingsluwe plaats te creëren. De observaties van beide experimenten zijn gebruikt om conclusies te trekken met betrekking tot de beschadigingen.

#### **4.6. Selectiviteit van vangtuigen**

Doordat de methoden die aan weerszijden van gemaal Katwijk zijn ingezet sterk verschillen, is het niet mogelijk om een directe vergelijking van de resultaten van de bemonsteringen te maken. Er is voor verschillende methoden gekozen omdat losstaande fuiken zich slecht lenen voor onderzoek achter het gemaal (zie paragraaf 3.3), terwijl de situatie ter plaatse zich door onder meer de nabijheid van het gemaal en de grote diepte niet leende voor afsluiting van de volle breedte van de watergang voor het gemaal.

De fuiken hadden een maaswijdte die terug liep van 13 naar 9 mm, terwijl de vangstconstructie achter het gemaal was voorzien van een zak met een maaswijdte circa 30 mm gestrekte maas. Hierdoor werden vissen met een minimumlengte van respectievelijk 5 en 8 centimeter gevangen. De keuze voor het verschil in maaswijdte is gemaakt omdat het net achter het gemaal voldoende groot en sterk moest zijn om al het water af te kunnen voeren en omdat op basis van eerdere onderzoeken het vermoeden bestond dat veel vis met een lengte onder de 10 centimeter passage door het gemaal zou overleven. Er werd bovendien verwacht dat door de kleinere maaswijdte in de fuiken aan de boezemzijde van het gemaal (waarin vissen kleiner dan 10 cm wel gevangen worden) alsnog een indruk van de omvang en samenstelling van het aanbod van deze lengtegroep vissen verkregen zou kunnen worden.

#### **4.7. Complicaties tijdens de bemonsteringen**

Tijdens de voorbereiding en uitvoering van het onderzoek aan de stroomafwaartse migratie rond gemaal Katwijk hebben zich enkele problemen voorgedaan. Ondanks deze vertragingen en de kinderziektes die in de onderstaande paragrafen beschreven zijn, is het onderzoek over het algemeen goed verlopen en bleken de toegepaste vangstechnieken effectieve methoden om de onderzoeksvragen te beantwoorden.

##### **4.7.1. Fuikvangsten aan boezemzijde**

Een probleem van algemene aard betrof vertraging die werd opgelopen door de uitvoering van baggerwerkzaamheden en door de levering van de materialen voor de vangstconstructie achter het gemaal. Als gevolg hiervan kon niet eerder worden begonnen met de bemonsteringen waardoor aan de hand van de resultaten niet bepaald kan worden of het startmoment van de bemonsteringen op de piek van de najaarsmigratie gelegen is.

Door de grote diepte in delen van de gemaalkom als gevolg van het baggeren werd het plaatsen van de fuiken enigszins bemoeilijkt. Tijdens de uitvoering van het onderzoek werd echter verder geen hinder ondervonden van de baggerwerkzaamheden stroomopwaarts van het gemaal. De inschatting is dat deze werkzaamheden de uitkomsten van het onderzoek niet noemenswaardig hebben beïnvloed.

#### **4.7.2. Vangsten achter het gemaal**

Tijdens het bevestigen van de vangstconstructie achter het gemaal bleek dat de afmetingen die ten behoeve van de bouw van de vangstconstructie waren opgegeven niet overeenkwamen met de feitelijke afmetingen van de opening van de gemaalgang waarachter het onderzoek plaats zou vinden. Hierdoor was de aansluiting tussen gemaalwand en de vangstconstructie niet visdicht, terwijl dat wel de opzet van de gekozen aanpak was. Omdat er geen mogelijkheden voor aanpassing van de vangstconstructie waren, is het onderzoek uitgevoerd in de wetenschap dat zich aan weerszijden van de vangstconstructie smalle openingen bevonden. Vanwege de hoge stroomsnelheid tijdens het malen zal het aandeel vissen die het net vanuit de uitwatering zijn binnengezwommen via de openingen naar verwachting echter verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de totale vangst.

Door de snelle beschadiging in het net is het niet mogelijk gebleken om kleine beschadigingen als gevolg van de passage door de pomp (bijvoorbeeld schuurplekken, bloeditstoringen en vinschade) vast te stellen. Alleen ernstige beschadigingen, zoals decapitatie, konden onomstotelijk aan de passage door de gemaalpomp worden toegeschreven. Mogelijk zijn de geregistreeerde beschadigingspercentages als gevolg hiervan enigszins onderschat.

Van de vangst achter het gemaal die op 17 november is uitgevoerd zijn alleen vangstgewichten genoteerd. Om hiervoor te corrigeren is op 23 november een tweede bemonstering uitgevoerd. Bij de uitwerking zijn de vangsten van beide bemonsteringen op 23 november gecombineerd.

## 5. RESULTATEN

### 5.1. Visaanbod voor het gemaal

#### 5.1.1. Omvang van het visaanbod

De totale vangst na 10 bemonsteringen met de fuik bedroeg 2.321 schubvissen met een totaalgewicht van 63,6 kilogram, en 1.331 palingen met een totaalgewicht van 677,0 kilogram.

**Tabel 5.1. Vangst aan schubvis en paling aan de boezemzijde. Het gewicht betreft schattingen op basis van lengte-gewichtrelaties [lit. 5]**

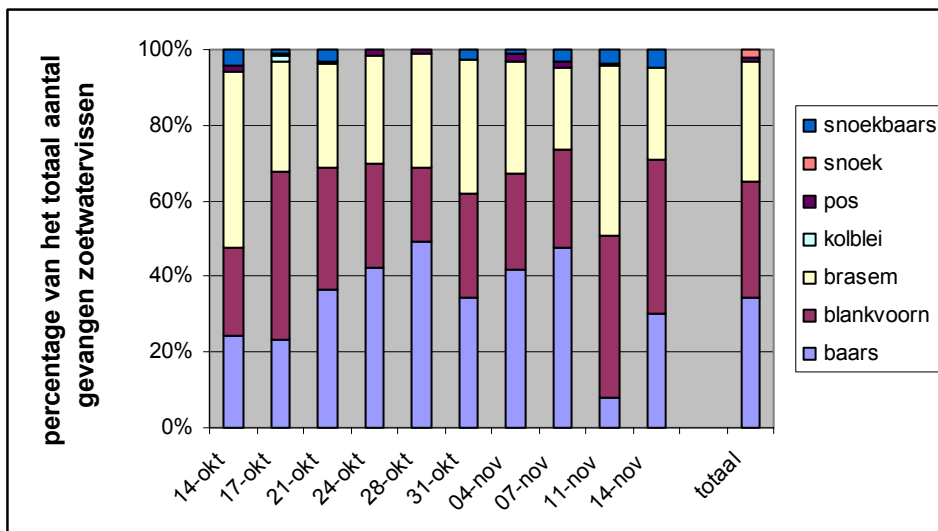
datum	schubvis (kg)	paling (kg)
14 oktober	10,3	138,2
17 oktober	7,1	79,8
21 oktober	8,5	88,8
24 oktober	4,3	44,9
28 oktober	3,8	14,4
31 oktober	5,9	42,2
4 november	7,2	44,8
7 november	2,0	41,7
11 november	10,0	49,5
14 november	4,5	42,7
totaal van de vangsten	63,6	677,0

Op 17 november betrof de fuikvangst ongeveer 8 kilogram schubvis en 30 kilogram paling. In de dagen na 17 november is het aantal palingen dat in de fuiken werd aangetroffen sterk teruggelopen. Naar schatting bedroeg het aantal palingen dat in de fuiken werd gevangen minder dan een derde van het aantal palingen dat gelijktijdig achter het gemaal werd gevangen. Omdat van de vangsten na 14 november geen verdere gegevens beschikbaar zijn, zijn deze vangsten niet in verdere bewerkingen opgenomen.

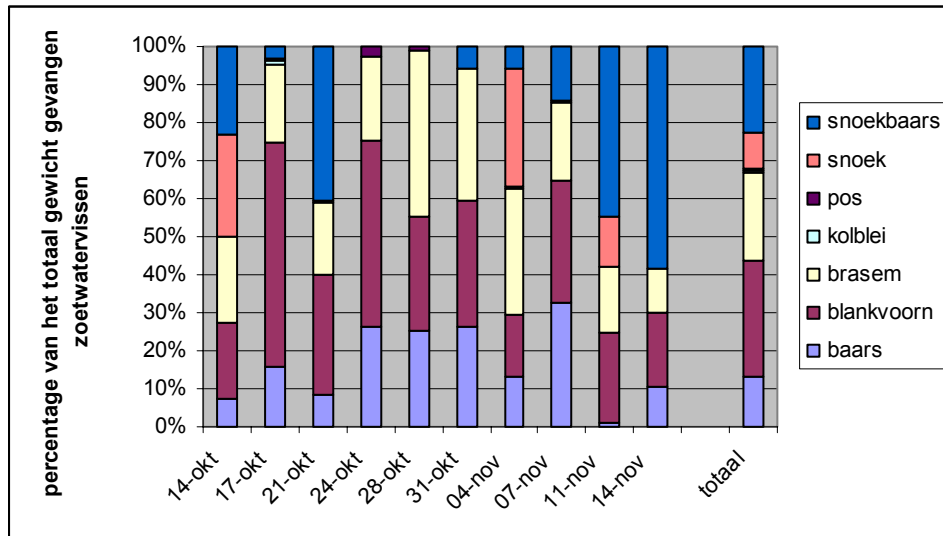
#### 5.1.2. Soortverdeling

De verdeling van de totale vangst aan zoetwatervissen over de aanwezige soorten is per dag weergegeven in afbeelding 5.1. in aantal en in afbeelding 5.2. voor gewicht. Daarnaast is het gemiddelde over de 10 vangsten weergegeven. In alle vangsten zijn baars, blankvoorn en brasem het sterkst vertegenwoordigd. De verschillen in samenstelling van de vangsten worden met name veroorzaakt door verschillen in de aandelen van baars. De fuikvangsten aan diadrome soorten bestonden op één enkele bot na volledig uit paling.

**Afbeelding 5.1. Relatieve verdeling van aantallen in de vangsten aan zoetwatervissen aan de boezemzijde naar soort**



**Afbeelding 5.2. Relatieve verdeling van gewicht in de vangsten aan zoetwatervissen aan de boezemzijde naar soort**



### 5.1.3. Verdeling in de tijd

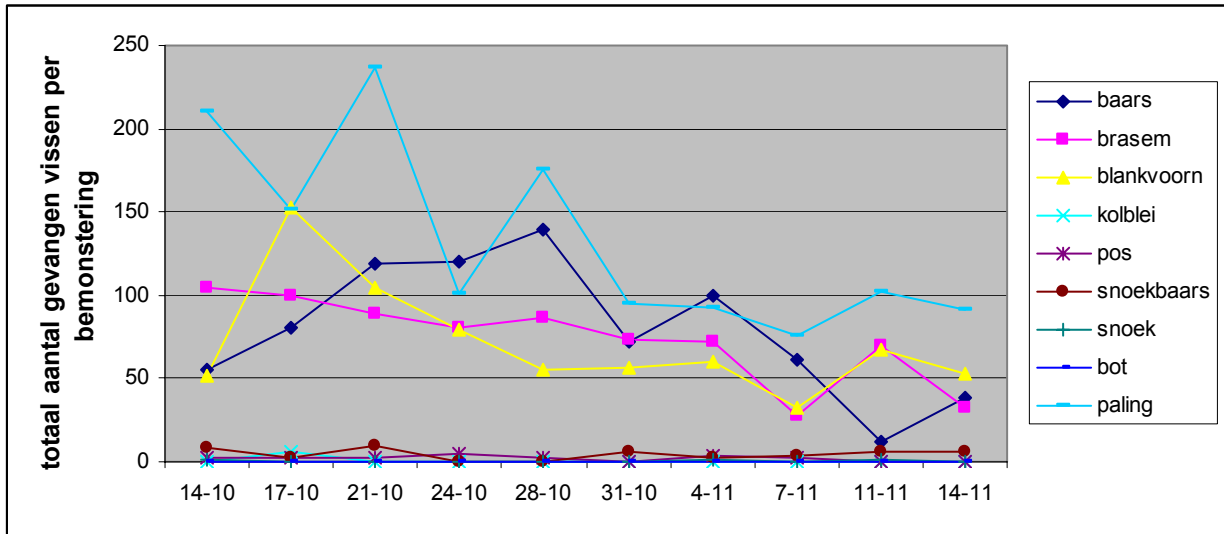
In afbeelding 5.3. is voor de vier meest talrijke soorten per bemonstering weergegeven hoeveel individuen in de vangst aanwezig waren. Hieruit blijkt dat het aantal baarzen licht toeneemt tijdens de eerste bemonsteringen, waarna het aantal weer afneemt. Het aantal brasems daalt tijdens de bemonsteringsperiode zeer geleidelijk. Het aantal blankvoorns neemt na de eerste bemonstering sterk toe maar daalt daarna. Het aantal palingen vertoont de grootste variatie. Wanneer de data worden omgerekend naar een gemiddeld aantal vissen per dag dat de fuik heeft gestaan (3 of 4 dagen), blijkt dat de variatie vermindert en dat de vangsten voor alle soorten duidelijke patronen weergeven (afbeelding 5.4). In afbeelding 5.5. zijn de vangsten uitgezet in gewicht. Over het geheel genomen vertonen de vangsten voor alle soorten een geleidelijke daling tijdens de bemonsteringsperiode: het gemiddeld aantal palingen in de vangst vertoont een daling, het aantal brasems vertoont een zeer geleidelijke daling, terwijl het gemiddeld aantal gevangen baarzen en blankvoorns in de loop van de bemonsteringsperiode een optimum vertoont.

Uit het patroon in de vangstgrootte blijkt dat de bemonsteringsperiode goed is gekozen ten opzichte van het hoogtepunt in de najaarsmigratie van schubvissen waarop de keuze van de bemonsteringsperiode was gebaseerd. In de vangstaantallen van paling is geen piek te zien, hetgeen laat zien dat waarschijnlijk pas na het hoogtepunt van de palingmigratie begonnen is met de bemonsteringen. Door het relatief grote aanbod aan aal was dit geen probleem.

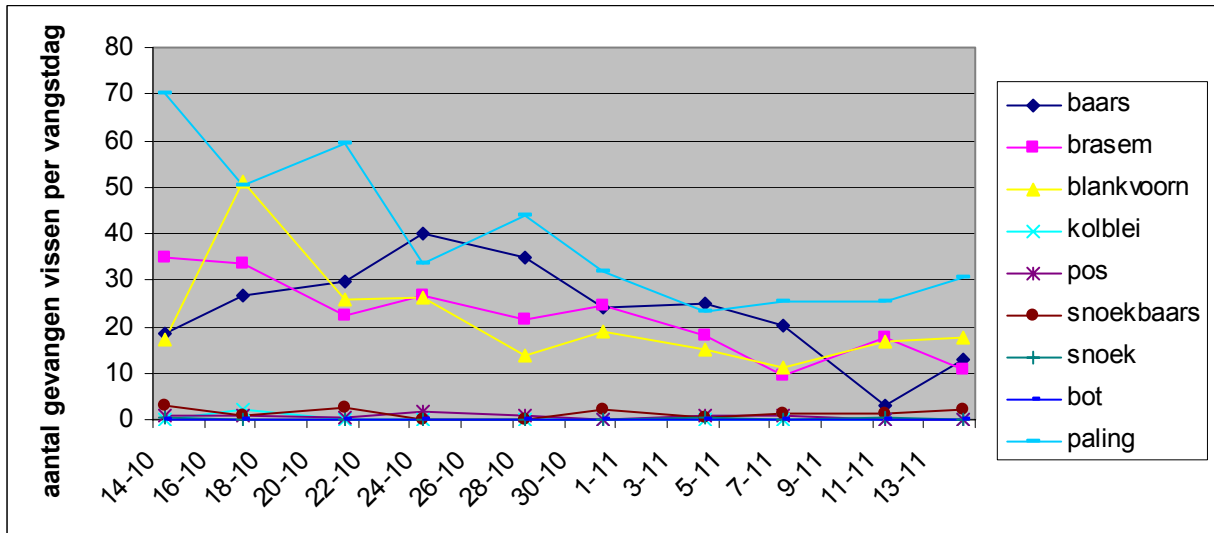
De relatief hoge palingvangst op de eerste vangstdag (afbeelding 5.4) en de lagere vangst op de navolgende dag zouden in theorie ook het gevolg kunnen zijn van het wegvangen van paling die zich voor aanvang van bemonsteringen voor gemaal Katwijk heeft opgehoopt. Deze beide vangsten passen echter goed in het algemene patroon van de geleidelijk afnemende palingvangsten. Er kan daardoor worden aangenomen dat de invloed van ophoping voor het gemaal op alle bemonsteringsdagen vergelijkbaar is geweest en de relatieve vangstgrootte daardoor niet beïnvloed heeft.



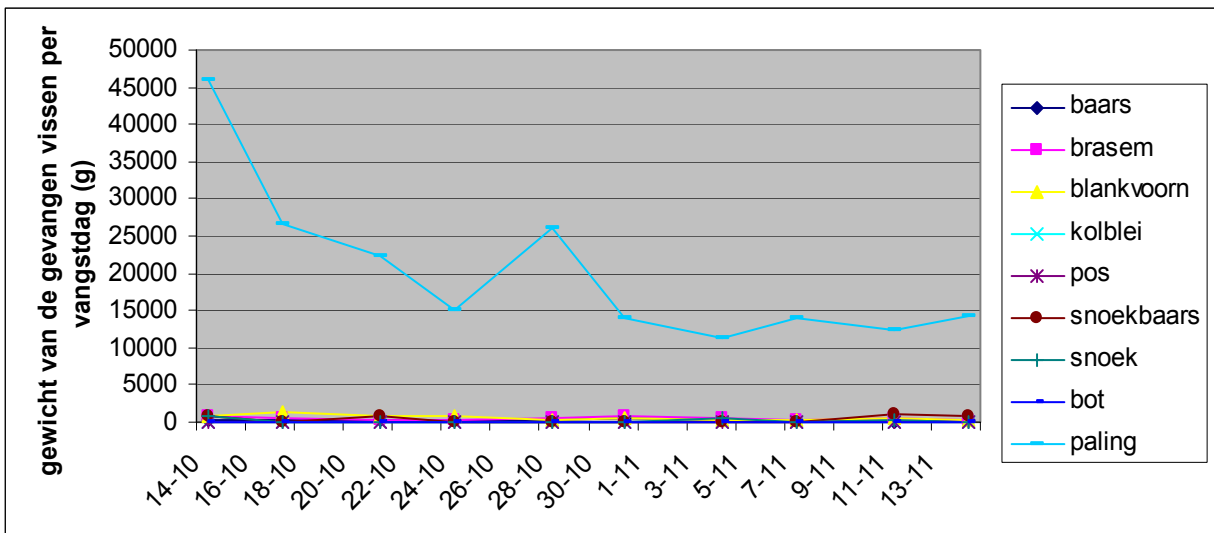
**Afbeelding 5.3. Totaal aantal vissen per soort per bemonstering**



**Afbeelding 5.4. Aantal gevangen vissen per soort gecorrigeerd voor de geleverde vangstspanning**



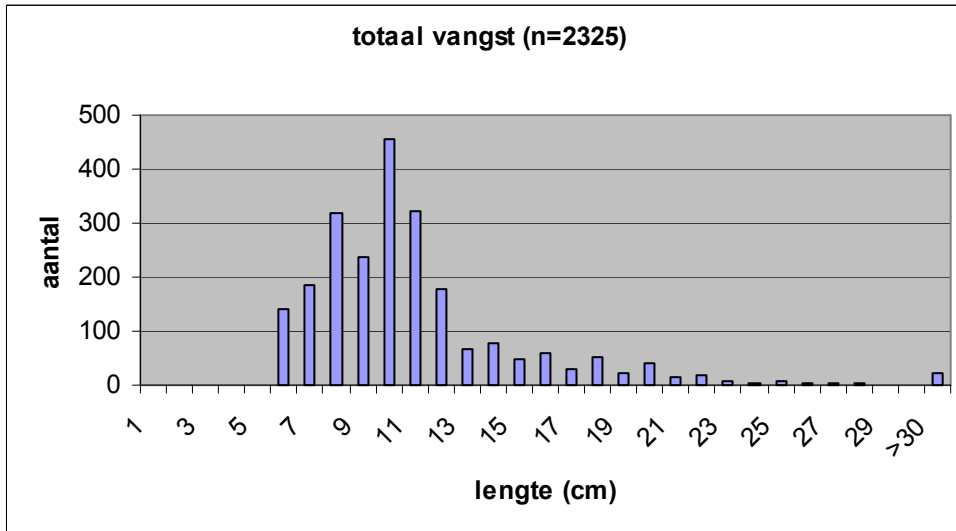
**Afbeelding 5.5. Gewicht van de vangst per soort gecorrigeerd voor de geleverde vangstspanning**



#### 5.1.4. Lengteverdeling

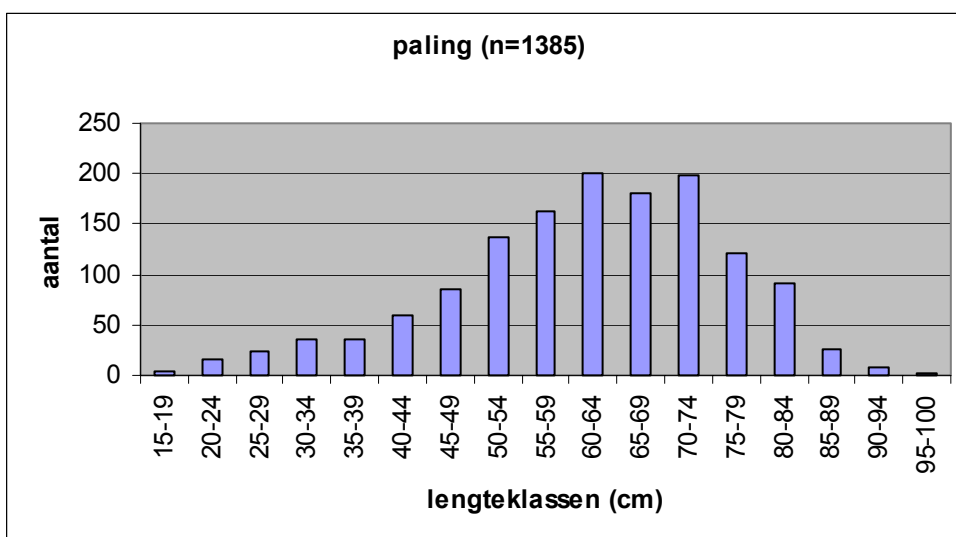
Wanneer het totaal aantal vissen dat in de bemonsteringen met de fuik gevangen is over de lengteklassen wordt verdeeld, blijkt dat het grootste deel van de schubvissen een lengte tussen de 7 en 13 centimeter had (afbeelding 5.6.). Het aantal schubvissen met een lengte boven de 20 centimeter was laag. De gemiddelde lengte bedroeg 10,9 centimeter. In bijlage I is de lengtefrequentieverdeling per soort weergegeven.

**Afbeelding 5.6. Totaal aantal schubvissen per lengteklasse in de fuikvangsten**



In de totale palingvangst waren de lengteklassen tussen de 45 en 85 centimeter het sterkst vertegenwoordigd (afbeelding 5.7.). De gemiddelde lengte van de gevangen palingen viel in de lengteklasse 60-64 centimeter. De palingvangst bestond voornamelijk uit schieralen (geslachtsrijpe palingen die gereed zijn voor de paaimigratie). Ook in de lengteklassen tot 44 centimeter bevonden zich palingen die ondanks hun geringe lengte al het uiterlijk van schieralen hadden. Daarnaast bevonden zich in deze groep enkele jonge palingen die nog niet geslachtsrijp waren, de zogenaamde rode alen. Dit onderscheid is niet weergegeven.

**Afbeelding 5.7. Totaal aantal palingen per lengteklasse in de fuikvangsten**



## 5.2. Passage door het gemaal

### 5.2.1. Omvang van het bestand dat het gemaal passeert

De totale vangst achter het gemaal van 17 tot en met 23 november bedroeg 22,1 kilogram schubvis en 28,1 kilogram paling (tabel 5.2.). In totaal werden daarbij 577 schubvissen, 10 rivierprikken en 56 palingen gevangen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor de schubvissen op 17 november alleen de totaal vangsten zijn geregistreerd.

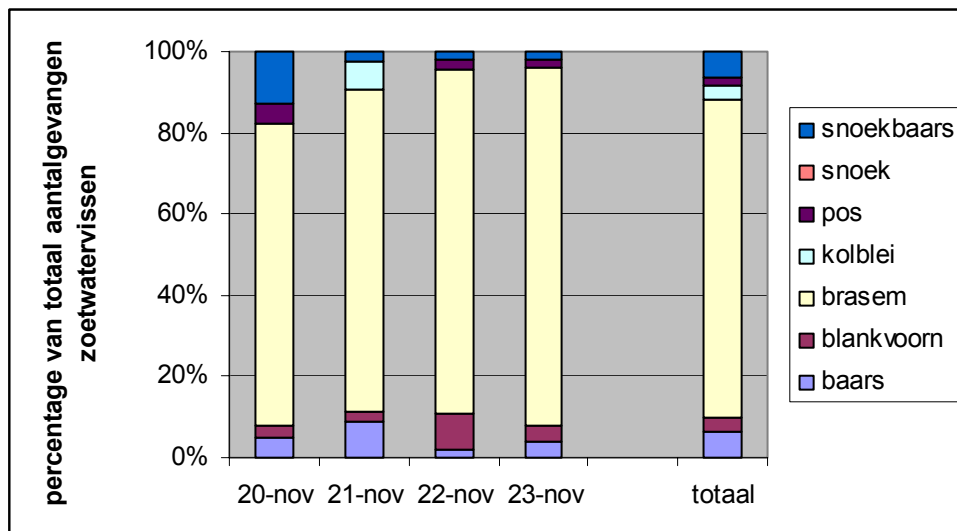
**Tabel 5.2. Vangst aan schubvis en paling achter het gemaal. De gewichten voor paling betreffen schattingen op basis van de lengte-gewichtrelatie [lit. 5]**

datum	schubvis (kg)	paling (kg)
17 november	5	8,9
20 november	8	6,1
21 november	6	4,2
22 november	1,5	2,9
23 november	1,6	6,0
totaal van de vangsten	22,1	28,1

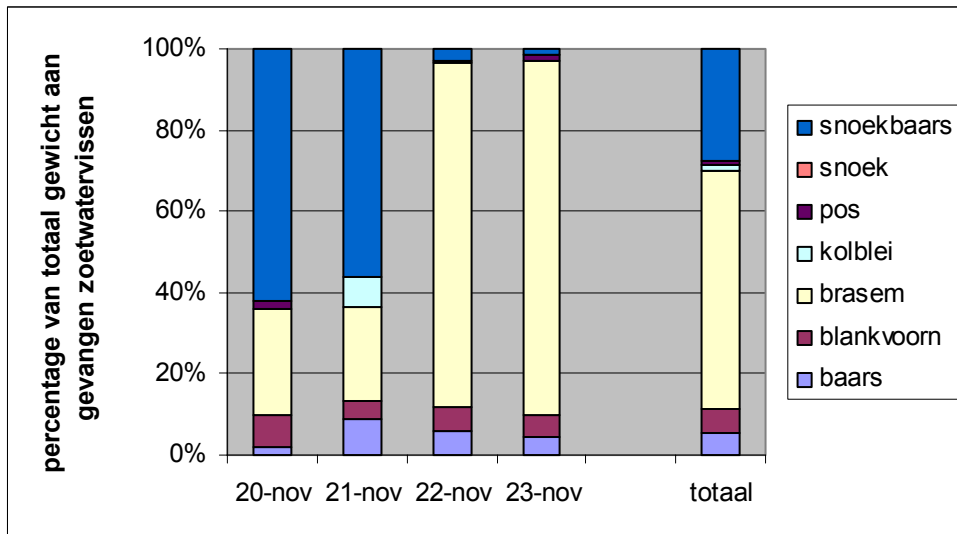
### 5.2.2. Soortverdeling

In de vangsten aan zoetwatervis was brasem het sterkst in aantal (afbeelding 5.8) en gewicht (afbeelding 5.9.) vertegenwoordigd. De samenstelling van het overige deel van de vangst verschilde tussen de vangsten en werd voornamelijk bepaald door baars. De paling bepaalde het grootste deel van het aantal gevangen diadrome vissen (afbeelding 5.10.). Omdat voor de rivierprik geen standaard lengte-gewicht relaties bekend zijn, is de verdeling van diadrome vissen niet in gewicht uitgedrukt.

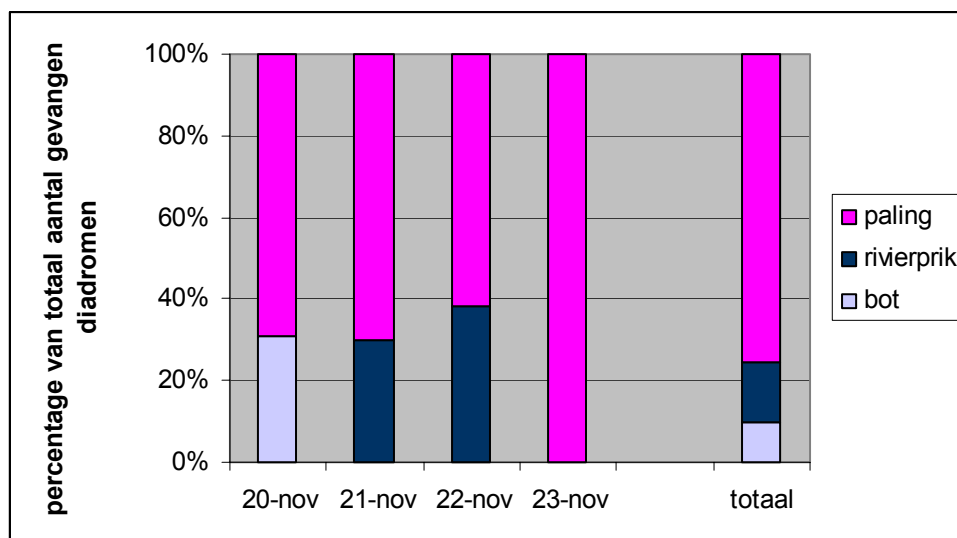
**Afbeelding 5.8. Relatieve verdeling van aantallen zoetwatervissen in de vangsten achter het gemaal naar soort**



**Afbeelding 5.9. Relatieve verdeling van zoetwatervissen naar gewicht in de vangsten achter het gemaal naar soort**



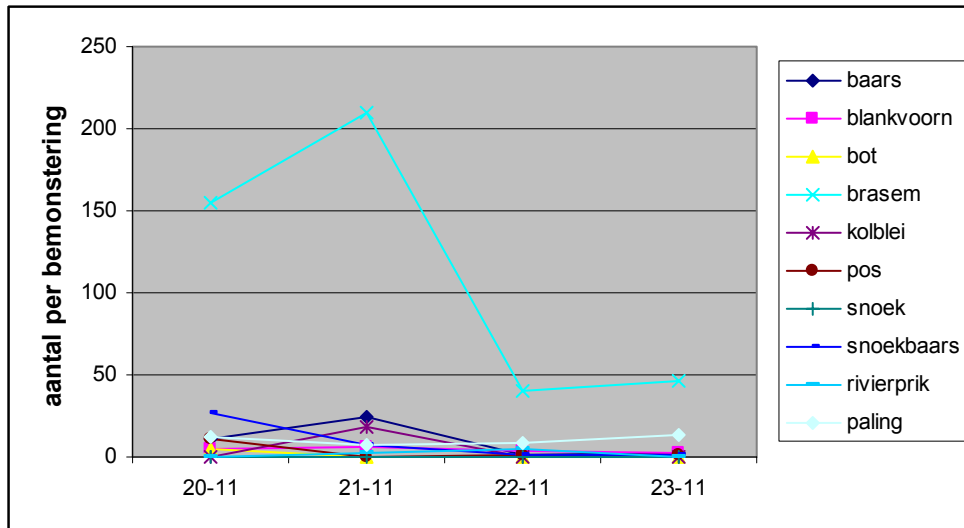
**Afbeelding 5.10. Relatieve verdeling van aantallen diadrome vissen in de vangsten achter het gemaal naar soort**



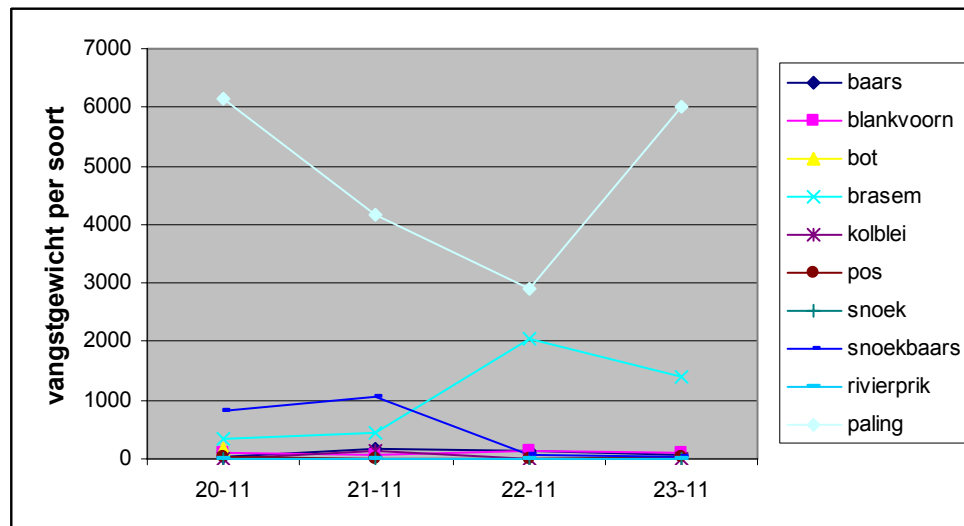
### 5.2.3. Verdeling in de tijd

De vangst van de verschillende soorten achter het gemaal is in de afbeeldingen 5.11. en 5.12. weergegeven voor respectievelijk aantal en gewicht.

**Afbeelding 5.11. Totaal aantal vissen per soort per bemonstering**



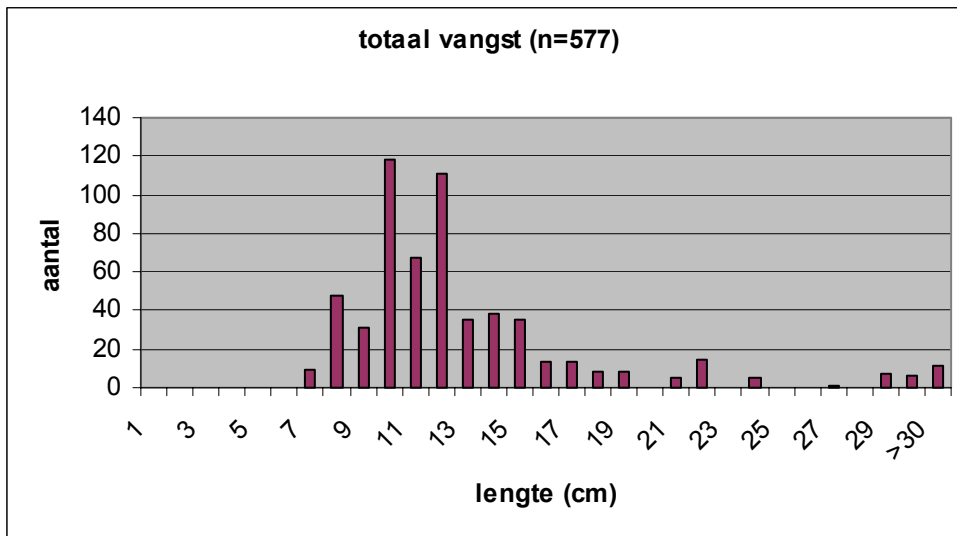
**Afbeelding 5.12. Gewicht per soort per bemonstering**



**5.2.4. Lengteverdeling**

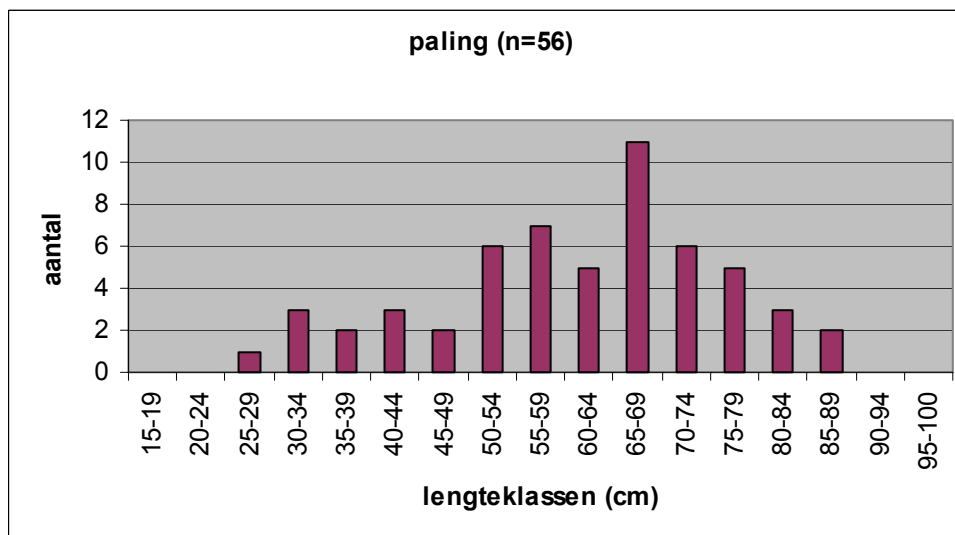
Wanneer het totaal aantal vissen dat in de bemonsteringen achter het gemaal is gevangen over de lengteklassen wordt verdeeld, blijkt dat het grootste deel van de schubvissen een lengte tussen de 9 en 16 centimeter had (afbeelding 5.13.). De gemiddelde lengte bedraagt 13,0 centimeter. Lengtes van 11 en 13 centimeter waren het meest voorkomend. Het aantal schubvissen met een lengte boven de 20 centimeter was laag. In bijlage II is de lengtefrequentieverdeling per soort weergegeven (voor schubvissen zijn de vangsten van 20 tot 23 november verwerkt).

**Afbeelding 5.13. Totaal aantal schubvissen per lengteklasse in de vangsten achter het gemaal**



Het grootste deel van de palingen die achter het gemaal zijn gevangen hadden een lengte tussen de 40 en de 79 centimeter (afbeelding 5.14). De gemiddelde lengte ligt in de lengteklasse 55-59 centimeter.

**Afbeelding 5.14. Totaal aantal palingen per lengteklasse in de vangsten achter het gemaal**



### 5.2.5. Beschadiging en sterfte

Het grootste deel van de schubvis die in de vangstconstructie werd aangetroffen was dood. Deze vis bleek veelal beschadigd. Doordat de vissen met name oppervlakkige beschadigingen hadden opgelopen ontstond het vermoeden dat de vis niet als gevolg van passage door de gemaalpompen beschadigd was, maar door wrijving langs het net.

De alen en rivierprikken in de netten waren sterk versuft en veel rustiger dan de alen die in de fuik aan de boezemzijde van het gemaal gevangen werden. Ook de schubvis die levend in de vangst werden aangetroffen bleken sterk versuft. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de drukverschillen waaraan de vissen bij passage van de pompen worden blootgesteld. De versuftheid die bij de alen die het gemaal gepasseerd waren, werd waargenomen verdween binnen één dag. Bij de alen die in de bun waren opgeslagen na vangst achter het gemaal werd geen uitgestelde sterfte waargenomen.

Van het totaal van 577 schubvissen vertoonden 8 vissen beschadigingen als gevolg van de gemaal-pomp. Dit komt neer op iets minder dan 1 % van het totaal aantal schubvissen. Hierbij waren twee vis-sen met een lengte van meer dan 25 cm (alleen staarten aangetroffen; snoekbaars  $\pm$  28 cm; brasem  $\pm$  50 cm). De overige vissen (blankvoorn en brasem) hadden een lengte van minder dan 10 centimeter. Alle alen en rivierprikken waren onbeschadigd door de gemaalpompe gekomen.

#### **korte experimenten**

Uit de proeven waarbij de gemaalpompe slechts enkele minuten aangezet werd bleek dat deze schade niet optrad, hetgeen de hypothese van beschadiging door het net ondersteunde. Bij het experiment met de ton in de zak van het net achter het gemaal bleek het percentage dode schubvissen lager te zijn dan bij bemonsteringen zonder ton.

## 6. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

### 6.1. Aanbod voor het gemaal

Uit de vangsten voor het gemaal blijkt dat het aanbod aan aal behoorlijk is. De enige andere diadrome soort die naast de aal in de fuikvangsten werd aangetroffen was de bot (tabel 6.1.), maar dit betrof slechts één enkel exemplaar.

In de fuiken werden naast diadrome vissen echter ook diverse zoetwatervissen aangetroffen. Het aanbod aan zoetwatervissen was klein en bestond overwegend uit kleine vissen. De reden voor het lage aantal grote zoetwatervissen is niet bekend. Het zou echter het gevolg kunnen zijn van het volledig ontbreken van een seizoenmatig patroon, doordat uittrekkende vis niet terug kan keren naar de boezemwateren. Zodoende zijn er geen individuen in de populatie met migratie ervaring, waardoor een migratiepatroon volledig afwezig is en het visaanbod bij gemaal Katwijk hoofdzakelijk uit jonge vis bestaat. Deze laatste verklaring wordt aannemelijk geacht. Door de aanleg van een vispassage wordt de mogelijkheid voor terugkeer gecreëerd, hetgeen kan leiden tot herstel van een natuurlijk migratiepatroon van zowel jonge als volwassen vissen.

**Tabel 6.1. Aanwezige soorten in vangsten bij gemaal Katwijk**

vissoort	boezemzijde	achter het gemaal
Baars	+	+
Bot	+	+
Brasem	+	+
Blankvoorn	+	+
Kolblei	+	+
Pos	+	+
Snoekbaars	+	+
Snoek	+	
Rivierprik		+
Paling	+	+
totaal aantal soorten	9	9

### 6.2. Passage van het gemaal

In de vangsten achter het gemaal werden naast de diadrome soorten die in aanvulling op de paling en de bot die aan de boezemzijde van het gemaal gevangen zijn, ook rivierprikken aangetroffen. Doordat geen rivierprikken in de fuikvangsten aan de boezemzijde aangetroffen zijn en de maaswijdte van zowel de fuiken als van het eerste deel van het net achter het gemaal te groot was voor de rivierprik, is het niet duidelijk of de gevangen rivierprikken door de gemaalpompen gepasseerd zijn of het net vanuit de uitwatering binnen gezwommen zijn. De rivierprikken zouden individuen geweest kunnen zijn die naar zee trokken, maar ook bestaat de mogelijkheid dat het paarijpe dieren betrof die stroomopwaarts trokken. De stroomafwaartse migratie vind vanaf de late herfst en in de winter plaats, terwijl de stroomopwaartse migratie van de late zomer tot de volgende lente kan duren [lit. 6]. Gezien de vangstperiode en het aantal van 10 gevangen prikken, is het aannemelijk dat het stroomafwaarts migrerende individuen betreft die door het gemaal gepasseerd zijn. Naast de diadrome soorten werden diverse zoetwatervissen aangetroffen, waarbij de brasem een aanzienlijk aandeel van de vangst innam.

### 6.3. Vangsten aan weerszijden van het gemaal

Vissen hebben een natuurlijke weerstand die ze ervan weerhoudt om waterbouwkundige kunstwerken te passeren zolang er alternatieve routes aanwezig zijn. De vis die bij een gemaal aankomt wordt van passage weerhouden door de vreemde structuren, geluiden en trillingen die een gemaal in het water veroorzaakt. Zo is uit onderzoek van Witteveen+Bos bij gemaal Meerweg (Haren) bekend dat de vis niet meteen de gemaalpompen in zwemt, maar eerst voor het gemaal rond gaat zwemmen op zoek naar andere doorgangen. De fuikvangsten aan de boezemzijde van gemaal Katwijk laten zien dat ook



van dit gemaal een zekere barrièrewerking voor de stroomafwaartse migratie van vissen uitgaat. Zowel de geschatte verhouding van 1:3 tussen het aantal palingen dat gelijktijdig voor en achter het gemaal aangetroffen werd als het totale aantal van 56 gevangen palingen achter één gemaalpomp laten echter duidelijk zien dat de palingen gemaal Katwijk goed weten te passeren. Voorwaarde daarvoor is wel dat de gemaalpompen in de juiste periode van het jaar en op het juiste tijdstip van de avond aan staan.

Doordat de maaswijdte van de fuiken aan de boezemzijde kleiner was dan de maaswijdte van het vangtuig achter het gemaal is het aantal kleine schubvissen en alen dat voor het gemaal gevangen werd groter. De vangsten van de kleine lengteklassen in de fuiken geldt als maat voor de aanwezigheid van deze lengteklassen in het visbestand dat het gemaal passeerde.

Door toepassing van verschillende vangtuigen aan weerszijden van het gemaal zijn de resultaten niet één op één vergelijkbaar. Zoals in de visie is beschreven zijn de vangtuigen die bij het huidige onderzoek zijn ingezet naar onze mening het meest effectief voor de uitvoering van dit onderzoek. De vangtuigen zijn echter niet geschikt voor inzet aan weerszijden van het gemaal. Door het gebruik van andere waarnemingsmethoden zouden resultaten worden verkregen die vergelijking van het visbestand aan weerszijden wel mogelijk maken, maar naar onze mening wegen de voordelen die deze methoden hebben niet op tegen de nadelen. Als alternatieve methode zou gebruik kunnen worden gemaakt van een merk-terugvang methode. Een dergelijke methode kan informatie geven over het deel van het visaanbod dat door het gemaal trekt. Hierbij schuilt er echter een grote onzekerheid in de gedragingen van de gemerkte vissen. Door de handelingen die voor het merken met de vissen worden uitgevoerd kunnen vissen na vrijlating sterk afwijkend gedrag vertonen. Zo is bekend dat de verstoringen er bij alen toe kunnen leiden dat de vissen de migratie tot een volgend jaar uitstellen. Daarnaast kan het aantal migrerende vissen ook in beeld gebracht worden met behulp van sonar. Hierbij worden tellingen van vissen uitgevoerd. Het nadeel van deze methode is echter dat geen informatie wordt verkregen over de samenstelling van het visbestand dat de sonar passeert. Om zowel kwantitatieve (aantallen) als kwalitatieve informatie (soorten en lengtes) over het visbestand te krijgen wordt de toepassing van vangtuigen als meest betrouwbare meetmethode gezien.

#### **6.4. Beschadiging en sterfte**

Uit de vangsten bleek dat alle vissen, zowel aal als schubvis, na passage door de gemaalpompen tijdelijk versuft waren als gevolg van de drukveranderingen. Opvallend was dat geen van alle alen en rivierprikken tijdens de passage fysiek beschadigd was, terwijl er wel een aantal schubvissen beschadigd was. De afwezigheid van uitgestelde sterfte bij de alen die enkele dagen waren opgeslagen duidt erop dat bij deze vissen ook geen interne schade is opgetreden. Het verschil in beschadigingspercentage tussen aal en schubvis kan goed het gevolg zijn van een verschil in oriëntatie tijdens aanzuiging door de pomp: aal zwemt met de stroming mee, terwijl schubvis zich om wil draaien en zich stroomopwaarts richt. Het totaal percentage schubvis dat tijdens passage door de gemaalpompen beschadigd is geraakt was echter zeer klein is (iets meer dan 1 %). Gezien het lage aantal grote schubvissen (slechts 21 vissen groter dan 25 cm) lijkt het aantal beschadigingen bij grote vissen veel groter dan bij de vissen onder de 25 cm. Dit verband tussen beschadigingspercentage en formaat van de vissen lijkt logisch, maar het totaal aantal beschadigde vissen is te laag om hier met zekerheid uitspraken over te kunnen doen.

Wanneer de beschadigings- en sterftepercentages die voor gemaal Katwijk zijn gevonden vergeleken worden met de waarden die in andere onderzoeken aan gemalen zijn gevonden, blijkt dat de beschadigings- en sterftepercentages in Katwijk relatief laag zijn (tabel 6.2). De gevonden percentages voor aal liggen in lijn met de resultaten die verkregen zijn bij onderzoek aan een gemaal met centrifugaalpomp in België, maar voor schubvis zijn in het Belgische onderzoek beduidend hogere beschadigings- en sterftepercentages gevonden [lit. 7]. Dit verschil is waarschijnlijk grotendeels te verklaren door het grote verschil in afmeting tussen de twee centrifugaalpompen. Bovendien kon de schade aan de schubvis in Katwijk niet goed worden bepaald door de snelle beschadiging in het net. Hier zal bij toekomstig onderzoek na renovatie methodisch goed rekening mee gehouden moeten worden (zie ook paragraaf 6.6).

Uit de vergelijking komt naar voren dat de kans op beschadiging of sterfte in centrifugaalpomp relatief laag is ten opzichte van vijzel- en schroefpompen.

**Tabel 6.2. Vergelijking van het debiet, toerental, beschadigingpercentage en sterftepercentage van gemaal Katwijk met enkele andere gemalen. \* Veel vissen onherkenbaar geworden**

	referentie	debiet (m <sup>3</sup> /min)	toerental (rpm)	beschadigingpercentage		sterftepercentage	
				schubvis	aal	schubvis	aal
vijzelpomp	[lit. 7]	35	37	25,4	36,5	19,6	0
vijzelpomp	[lit. 8]	30	39	10-20	10	10-44	4
schroefpomp	[lit. 8]	60	500	100*	100*	100*	100*
centrifugaalpomp	[lit. 8]	60	?	33-68	1	12-16	0
schroefpomp	[lit. 9]	37,5	735	100	100	100 (>10 cm)	100
centrifugaalpomp gemaal Katwijk	deze studie	1080	59	±1**	0	<1	0

### 6.5. Wenselijkheid vispassage

Op grond van de uitkomsten van dit onderzoek wordt de aanleg van een passage voor stroomopwaarts migrerende vissen wenselijk geacht in verband met de terugkeer van uitgespoelde schubvis. De aanleg van een passage ten behoeve van de stroomafwaarts migrerende vissen lijkt niet echt nodig te zijn gezien het geringe beschadigingspercentage. Er zijn mogelijkheden voor de aanleg van passagevoorzieningen die zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts gerichte migratie mogelijk maken.

### 6.6. Conclusies

De resultaten van het onderzoek aan de boezemzijde van het gemaal kunnen als volgt worden samengevat:

- het visbestand dat in het najaar vanuit Rijnlands boezem bij gemaal Katwijk aankomt bestaat hoofdzakelijk uit zoetwatervissen en paling;
- het totale vangstgewicht in de fuiken gedurende 10 dagen bedroeg 63,6 kg schubvis en 677,0 kg paling;
- de paling maakte hierbij 91 % van het totaal vangstgewicht uit, maar slechts 36% van het totaal aantal gevangen vissen van 3.652;
- het aanbod aan schubvissen bestond voornamelijk uit jonge baars, brasem en blankvoorn met een lengte tot 12 centimeter.

De resultaten van het onderzoek naar de passage van het gemaal kunnen als volgt worden samengevat:

- naast de soorten die aan de boezemzijde van het gemaal werden aangetroffen bevonden zich in de vangsten achter het gemaal ook rivierprikken, terwijl de snoek in de vangsten afwezig was;
- het visbestand dat gedurende vijf dagen het gemaal passeerde richting zee omvatte 22,1 kg schubvis en 28,1 kg paling;
- de paling maakt 72 % van het totaal vangstgewicht uit, maar slechts 7 % van het totaal aantal gevangen vissen van 643 vissen;
- de lengtefrequentieverdeling in de vangsten achter het gemaal kwam in grote mate overeen met de verdeling in het aanbod voor het gemaal. In de vangsten achter het gemaal werden minder vissen van lengteklassen onder de 10 centimeter aangetroffen vanwege de grotere maaswijdte die achter het gemaal werd gebruikt;
- de vis die het gemaal had gepasseerd was gedurende enkele uren versuft;
- alle palingen en rivierprikken waren het gemaal onbeschadigd gepasseerd. Van de schubvissen die het gemaal gepasseerd hadden bleek slecht 1 procent beschadigd te zijn;
- bij de palingen die het gemaal gepasseerd hadden bleek geen uitgestelde sterfte op te treden

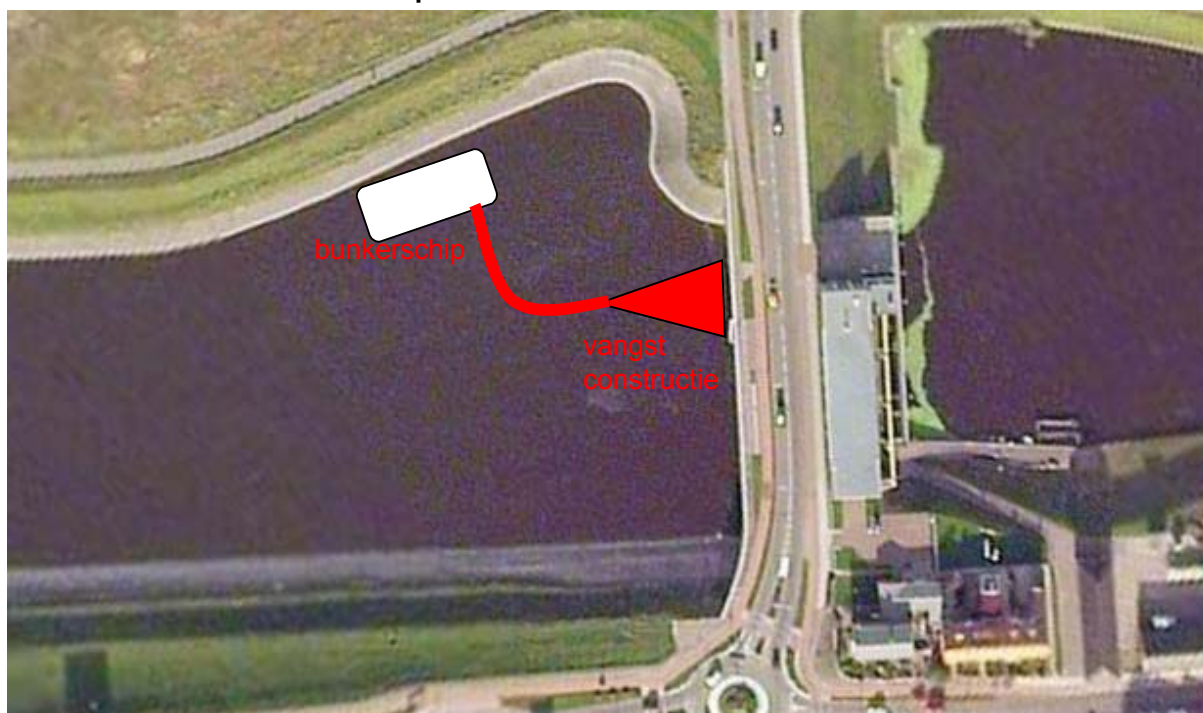
Uit deze resultaten blijkt dat het beschadigingspercentage van de vissen die gemaal Katwijk in de huidige situatie stroomafwaarts passeren zeer laag is. Hieruit blijkt dat het gemaal goed in de stroomafwaartse richting passeerbaar is en dat geen vispassage nodig is om de stroomafwaartse migratie te faciliteren. Wel zou met de aanleg van een vispassage de terugkeer van de uitgespoelde zoetwatervissen mogelijk kunnen worden gemaakt.

### 6.7. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Vanwege de vervanging van de gemaalpompen door een ander pomptype tijdens de geplande renovatie geniet het aanbeveling om het onderzoek achter het gemaal na de renovatie te herhalen om inzicht te verkrijgen in de passagemogelijkheden voor vis in de nieuwe situatie.

In vervolgonderzoek kan beschadiging van vis als gevolg van het net worden voorkomen door het uiteinde van de fuik niet af te sluiten, maar deze door middel van een buis te verbinden met het ruim van een bunkerschip (afbeelding 6.1.). De vis spoelt dan zonder beschadiging als gevolg van de vangstmethode het ruim in. Witteveen+Bos en Gerard Manshanden hebben een dergelijke vangstconstructie in 2005 met succes toegepast bij bemonsteringen achter één van de spuikokers van het spuicomplex in de Afsluitdijk te Den Oever. Tijdens het voortraject van de najaarsbemonstering is toepassing van deze methode in overweging genomen. Omdat de uitwatering niet varend te bereiken is en de kosten van deze methode daardoor relatief hoog zouden zijn is afgezien van het gebruik van een bunkerschip. Toepassing van een bunkerschip in vervolgonderzoek biedt bovendien de mogelijkheid om uitgespoelde zoetwater vis in zoetwater terug te plaatsen waardoor onnodige sterfte door zeewater kan worden voorkomen.

**Afbeelding 6.1. Mogelijke opstelling van de vangstconstructie achter het gemaal bij gebruik van een bunkerschip**



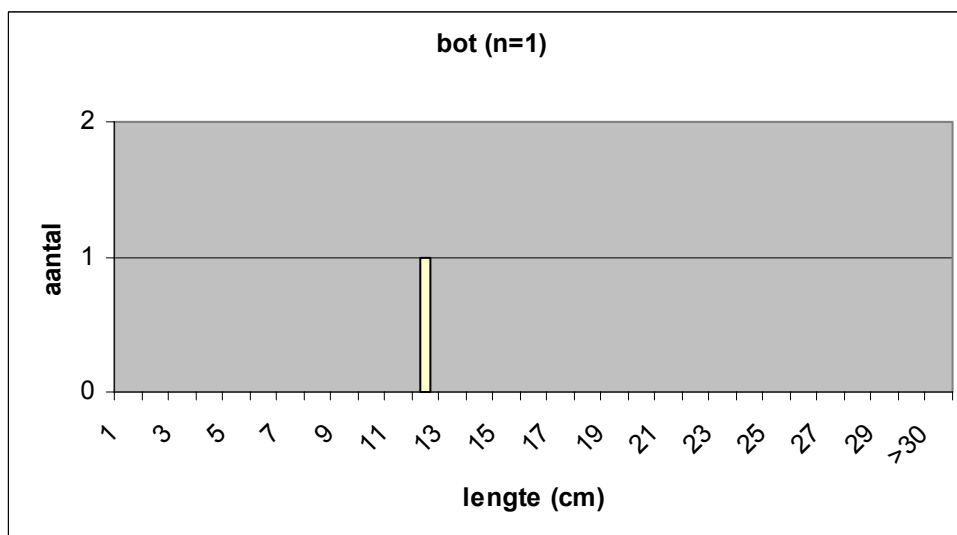
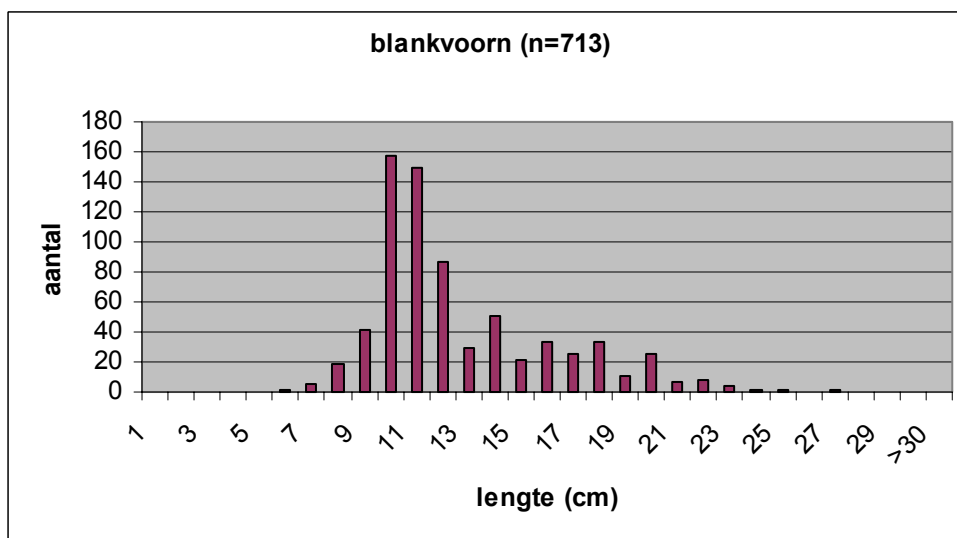
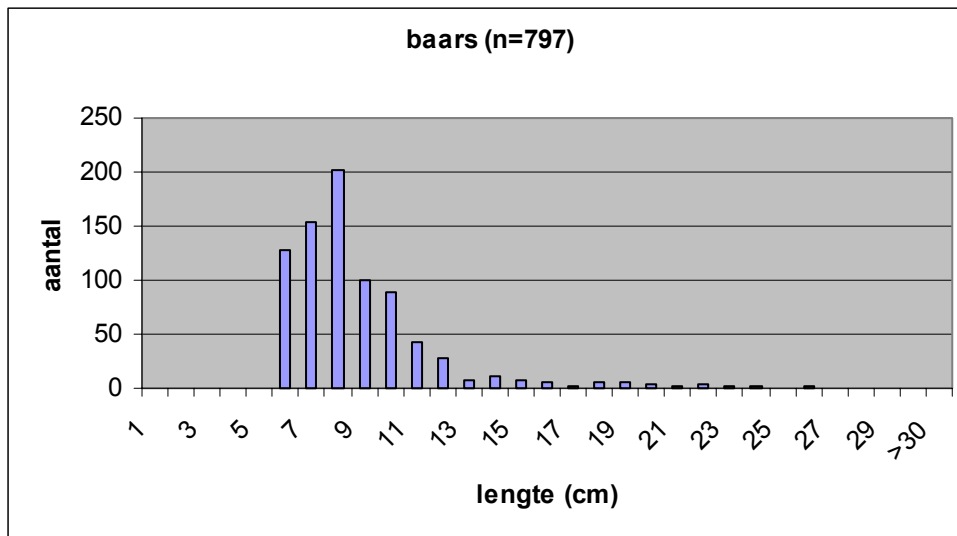
Om bij vervolgonderzoek te waarborgen dat de vangstconstructie achter het gemaal visdicht is, kan de vangstconstructie het beste achter één van de andere gemaalgangen worden geplaatst. Tijdens het uitgevoerde onderzoek was de vangstconstructie achter de middelste gemaalgang bevestigd, maar de opening van deze gemaalgang bleek breder te zijn dan het raamwerk. De keuze voor de middelste gemaalgang bij het huidige onderzoek was ingegeven door de aanwezigheid van een elektropomp in de

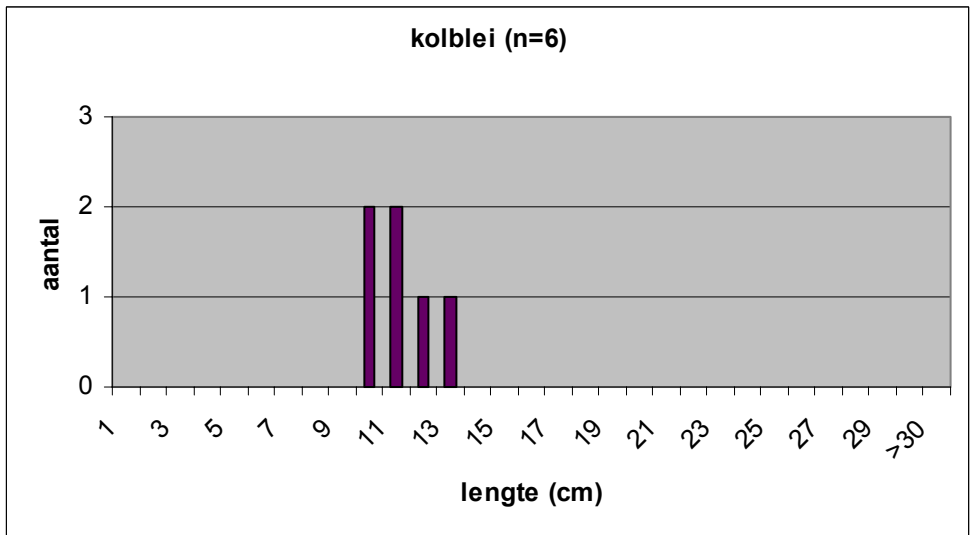
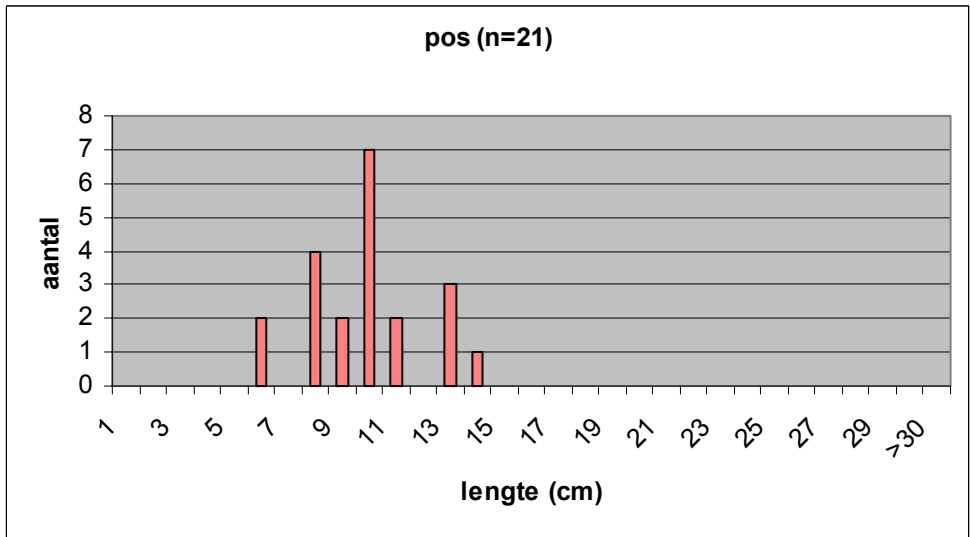
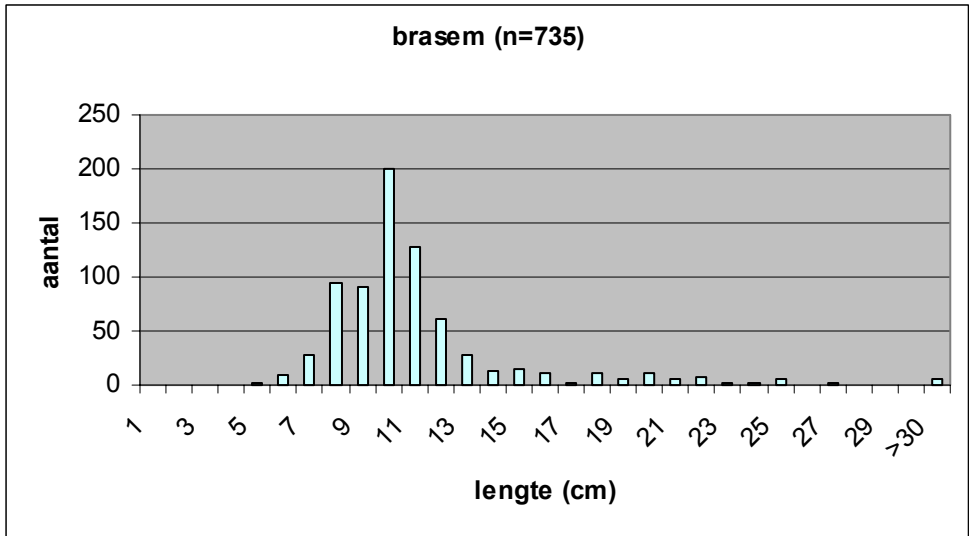
ze gemaalgang. Tijdens de aanstaande renovaties zal deze pomp worden vervangen waardoor er geen reden meer zal zijn om vervolgonderzoek opnieuw in de middelste gemaalgang uit te voeren. Aangezien bovendien is gebleken dat de beide andere gemaalgangen smaller zijn, geniet het de voorkeur om het net en de profielen ten behoeve van vervolgonderzoek achter een van de andere gemaalgangen te bevestigen. Het raamwerk is na afloop van de uitgevoerde bemonsteringen met behulp van een kraan uit de U-profielen getild, waarna de U-profielen van de vangstconstructie zijn verwijderd. De profielen kunnen mogelijk gemakkelijk (zonder duiken) bevestigd worden wanneer het gemaal ten behoeve van renovatie droog staat.

## 7. REFERENTIES

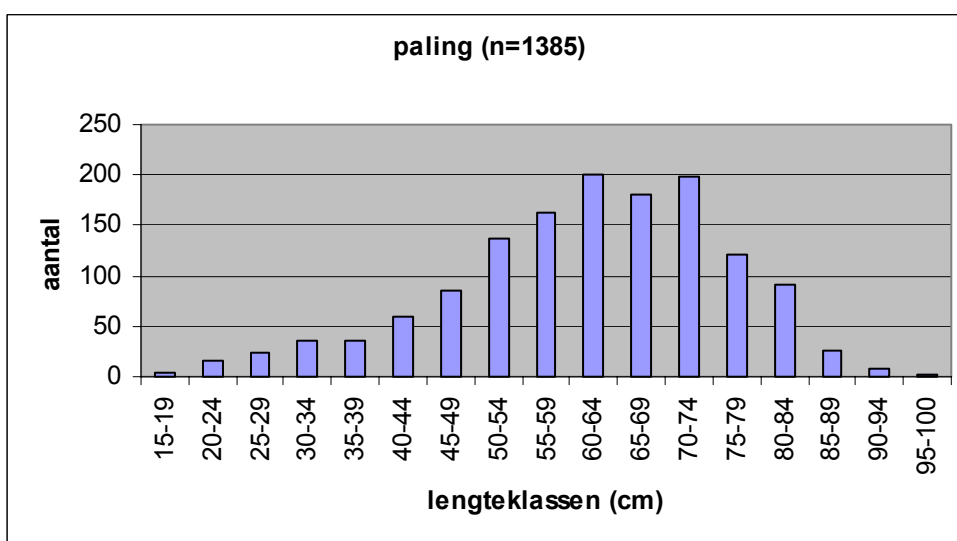
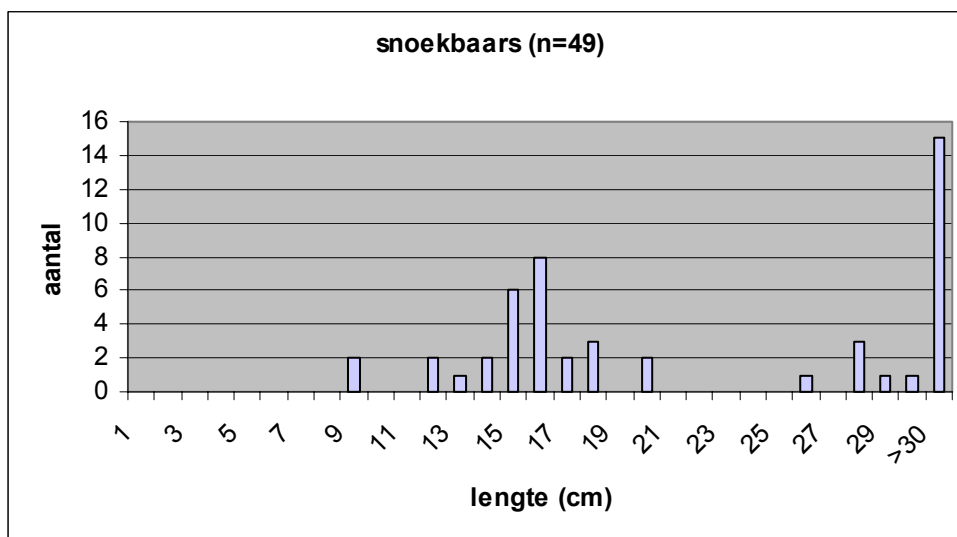
1. Van Ginneken, V.J.T., Maes, G.E. (2005) The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 367-398.
2. Dekker, W., van Willigen, J.A. (2000) De glasaal heeft het tij niet meer mee! RIVO-rapport C055/00.
3. Kroes, M.J., Monden, S. (2005) Vismigratie: een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Uitgave van de OVB en het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL.
4. Schreuders, C.G., van der Doe, J.C. (2005) Vismigratie Rijnlands boezem. Tauw-rapport in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.
5. Klinge, M., Hensens, G., Brenninkmeijer, A., Nagelkerke, L. (2003) Handboek visstandbemonstering. STOWA-publicatie 2002-07.
6. Van Emmerik, W.A.M., de Nie, H.W. (2006) De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
7. Denayer, B., Belpaire, C., 1992. Effekten van pompgemalen op vispopulaties. Schade aan witvis en paling bij gedwongen blootstelling aan de werking van een vizeelpompgemaal. Rapport Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer nr. IBW.Wb.V.R.92.10.
8. 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.
9. Kruitwagen, G., Klinge, M., Manshanden, G.A.M. (2006) Opening eerste vispassage in een gemaal. *H<sub>2</sub>O* 39 (9): 19.

## **BIJLAGE I Lengtefrequentieverdelingen in fuikvangsten**









## **BIJLAGE II Lengtefrequentieverdeling vangsten achter het gemaal**

