Witteveen+Bos

Gn 24-46

Waterschap Hunze en Aa's

Evaluatie van de gemaalvispassage in gemaal Meerweg te Haren

Witteveen+Bos

van Twickelostraat 2

postbus 233

7400 AE Deventer

telefoon 0570 69 79 11

telefax 0570 69 73 44

Witteveen+Bos

Waterschap Hunze en Aa's

Evaluatie van de gemaal vispassage in gemaal Meerweg te Haren

referentie	projectcode	status
GN24-46/bote/020	GN24-46	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
drs. M. Klinge	ir. Th.G.J. Witjes	22 december 2008

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 volgens ISO 9001 : 2000

© 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.

19469 37

INHOUDSOPGAVE **blz.**

1. INLEIDING **1**
1.1. Aanleiding en doel 1
1.2. Leeswijzer 1

2. GEMAALVISPASSAGE **2**

3. AANPAK **5**
3.1. Bemonstering 5
3.2. Onderzoeksperiode 5
3.3. Inzet van de gemaalvispassage 6
3.4. Verwerking van vangsten 7
3.5. Statistiek 7
3.6. Onregelmatigheden bij de bemonsteringen 7

4. RESULTATEN **9**
4.1. Passage van totale aanbod 9
1.2. Passage per combinatie per vissoort 12
1.3. Lengteverdeling 15
1.4. Sterfte en beschadiging 17

5. DISCUSSIE **21**
5.1. Omvang en samenstelling van passerend visaanbod 21
5.2. Passage van het gemaal 21
5.2.1. Vergelijking van passage bij verschillende inzetcombinaties 21
5.2.2. Lengte van de gepasseerde vis 21
5.2.3. Passage in de tijd 22
5.3. Sterfte en beschadiging bij passage 22
5.3.1. Vergelijking van schade bij verschillende inzet combinaties 22
5.3.2. Sterfte en beschadiging in de tijd 23
5.4. Conclusies 23
5.5. Aanbevelingen 24

laatste bladzijde **24**

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding en doel

Het waterkwantiteitsbeheer in Nederland heeft geresulteerd in de bouw van meer dan 4500 gemalen. De bouw van deze gemalen heeft de waterbewegingen beter beheersbaar gemaakt, maar heeft tegelijkertijd de mogelijkheden voor vismigratie ingeperkt. Gemalen vormen niet alleen fysieke barrières voor vissen, maar kunnen ook tot schade en sterfte leiden als vissen de gemaalpompen proberen te passeren.

Om de vispasseerbaarheid van gemalen te vergroten heeft Gerard Manshanden in samenwerking met Witteveen+Bos de gemaalvispassage ontwikkeld. In 2005 is de eerste gemaalvispassage gerealiseerd in gemaal Meerweg te Haren (Groningen). Dit gemaal heeft Waterschap Hunze en Aa's in 2004 gebouwd om de Oude Aa te bemalen. Het gemaal is daarbij voorzien van drie schroefpompen. Achter een van deze pompen is de gemaalvispassage aangebracht.

Waterschap Hunze en Aa's heeft Witteveen+Bos opdracht gegeven om in samenwerking met Gerard Manshanden een onderzoek uit te voeren om de werking van de gemaalvispassage te evalueren. Het onderzoek had tot doel om inzicht te krijgen in de werking van de gemaalvispassage en antwoord te geven op de volgende vragen:

- welke vissoorten en aantallen maken gebruik van de gemaalvispassage om gemaal Meerweg te passeren?
- hoe functioneert de gemaalvispassage door het jaar heen?
- in hoeverre is er sprake van beschadiging van vissen bij de inzet van de gemaalvispassage?
- in hoeverre draagt de toepassing van stroboscooplicht bij aan het voorkomen van sterfte en beschadiging?

1.2. Leeswijzer

De verdere opbouw van deze rapportage is als volgt:

- in hoofdstuk 2 wordt een beschrijving van de gemaalvispassage gegeven;
- hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak van het evaluatieonderzoek;
- in hoofdstuk 4 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd;
- in hoofdstuk 5 worden de onderzoekresultaten besproken en worden conclusies getrokken.

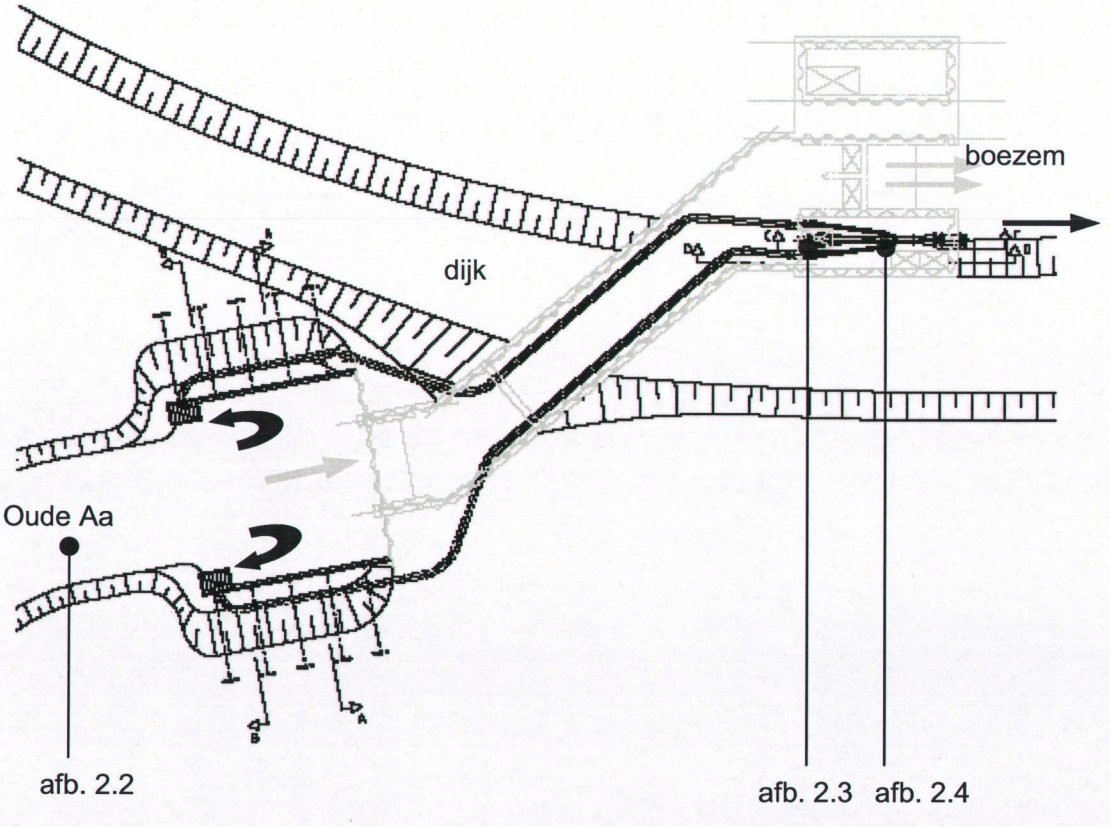
2. GEMAALVISPASSAGE

De gemaalvispassage (afbeeldingen 2.1 t/m 2.4) is een vismigratievoorziening voor toepassing bij gemalen die inspeelt op het natuurlijke gedrag van vissen. De passage is tweeledig:
- stroboscooplichten houden vissen weg bij de gemaalpompen;
- omloopkanalen bieden een alternatieve route om de gemaalpompen heen.

Bij de gemaalvispassage wordt achter een gemaalpomp een Venturi geplaatst. De Venturi bestaat uit twee platen die een vernauwing vormen. Door deze vernauwing vindt een versnelling van de waterstroom plaats en ontstaat naast de vernauwing een vacuüm. Ter hoogte van de vernauwing zijn twee zijkanalen aangetakt op de hoofdbuis die doorlopen tot aan het toeleidingskanaal aan de polderzijde van het gemaal. Als gevolg van het vacuüm in de hoofdbuis ontstaat ook in de zijkanalen een waterbeweging. Zodoende ontstaat waterbeweging via een open verbinding tussen polder en boezem.

Vissen die het gemaal aan de polderzijde benaderen worden er door de felle lichten van de stroboscoop van weerhouden om de gemaalpompen binnen te zwemmen. In plaats daarvan zullen vissen in het toeleidingskanaal op zoek gaan naar alternatieve passageroutes. Langs beide oevers zullen de vissen donkere inzwemkamers aantreffen die zijn verbonden met de zijkanalen. Door lokstroom die als gevolg van de waterbeweging in de zijkanalen worden de vissen aangetrokken waarna ze via de leidingen voorbij de gemaalpompen worden gevoerd. Achter de venturi-pomp komt de vis in de hoofdleiding terecht, waarna de vis in het water van de boezem terechtkomt.

afbeelding 2.1. Overzichtstekening van het gemaal



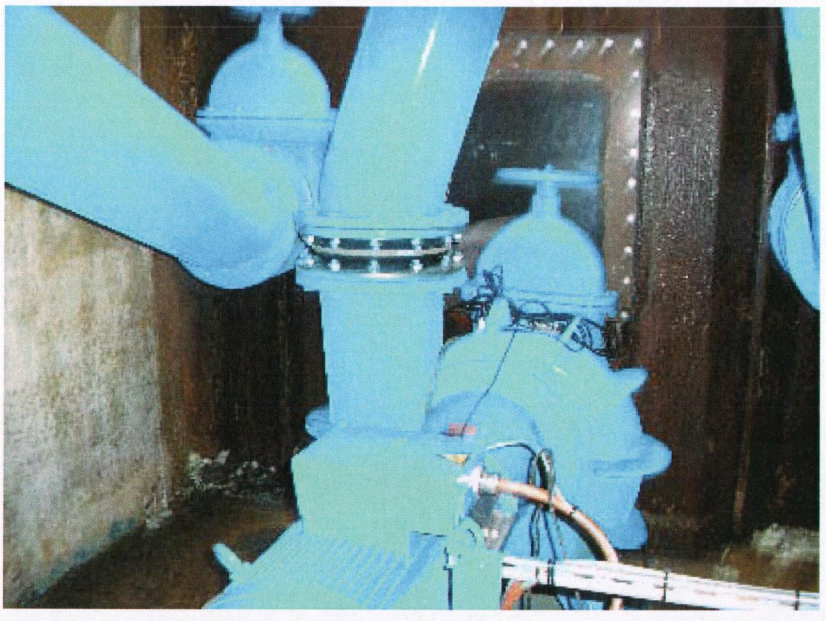
* Het gemaal pompt water van de Oude Aa in de polder naar de boezem. Het conventionele gemaal en de opgewekte waterbeweging zijn weergegeven in grijs. In zwart zijn de inzwemkamers, de zijkanalen en de venturi van de gemaalvispassage en bijbehorende waterstromen weergegeven. In de figuur is weergegeven waar de foto's op de volgende pagina genomen zijn.

In het gemaal Meerweg zijn drie pompen gebouwd waarvan twee conventionele pompen (37,5 m3/min per stuk) en een derde pomp met een wat geringere capaciteit (22 m3/min) die is voorzien van de gemaalvispassage. De conventionele pompen verzorgen het beheer van de waterstanden in de polder en slaan aan wanneer het waterniveau in de polder stijgt. De venturi pomp waaraan de gemaalvispassage is verbonden pompt een continue volume om zo de doorgangsmogelijkheden voor vissen te verzekeren.

afbeelding 2.2. Zicht op gemaal Meerweg vanaf het toeleidingskanaal

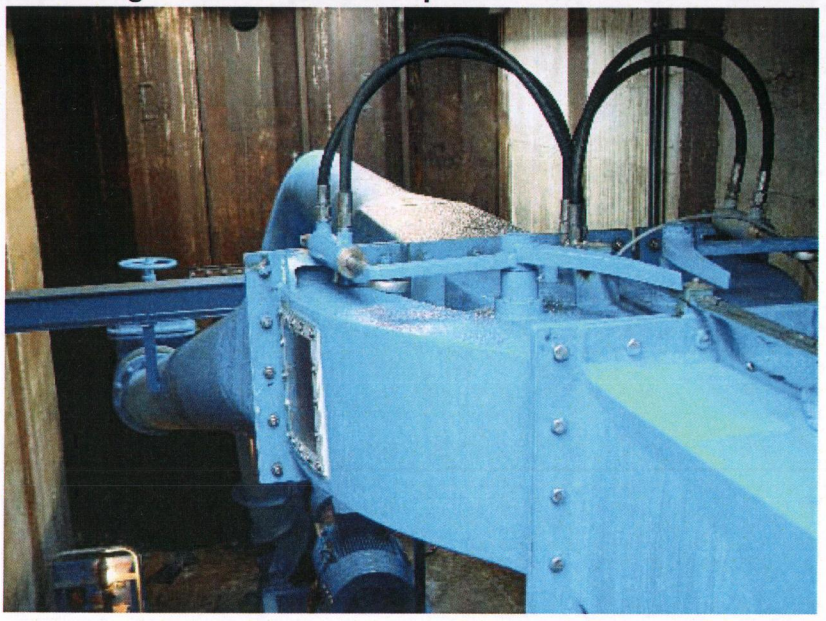
* Op de voorgrond zijn aan beide oevers de inzwemkamers zichtbaar.

afbeelding 2.3. Zicht op de gemaalpomp met aan weerszijden de zijkanalen



* Op de achtergrond is het raam zichtbaar waar de stroboscoop achter staat opgesteld.

afbeelding 2.4 Bovenaanzicht op de Venturi. In het midden is de hoofdleiding zichtbaar



* De hendels markeren de positie van de kleppen. Links in beeld is één van de zijkanalen zichtbaar.

3. AANPAK

3.1. Bemonstering

Om de effectiviteit van de gemaalvispassage in gemaal Meerweg te Haren (Groningen) te toetsen zijn bemonsteringen met een fuik uitgevoerd. De fuik is opgesteld achter de uitstroomopening van de gemaalpomp die voorzien is van de gemaalvispassage (afbeelding 3.1). In de fuik werden alle vissen opgevangen die het gemaal via deze gemaalpomp of via de gemaalvispassage gepasseerd waren. Door een fuik te gebruiken met een maaswijdte die terugliep van 13 naar 9 mm gestrekte maas, werden vissen met een lengte van tenminste 5 centimeter gevangen.

afbeelding 3.1. De fuik achter de uitstroomopening van gemaal Meerweg

* De foto's zijn genomen tijdens de feestelijke opening van het gemaal.

3.2. Onderzoeksperiode

De fuik is ingezet gedurende 4 perioden. In deze perioden heeft de fuik in totaal gedurende 131 nachten (fuiknachten) gevangen en is de fuik 38 keer gelicht (zie tabel 3.1).

tabel 3.1. Overzicht van het aantal fuiknachten en fuiklichtingen per periode

periode	aantal fuiknachten	aantal lichtingen
24 oktober t/m 24 november 2005	31	13
26 maart t/m 26 mei 2006	52	14
14 oktober t/m 22 november 2006	39	8
3 t/m 14 september 2007	9	3
totaal	131	38

3.3. Inzet van de gemaalvispassage

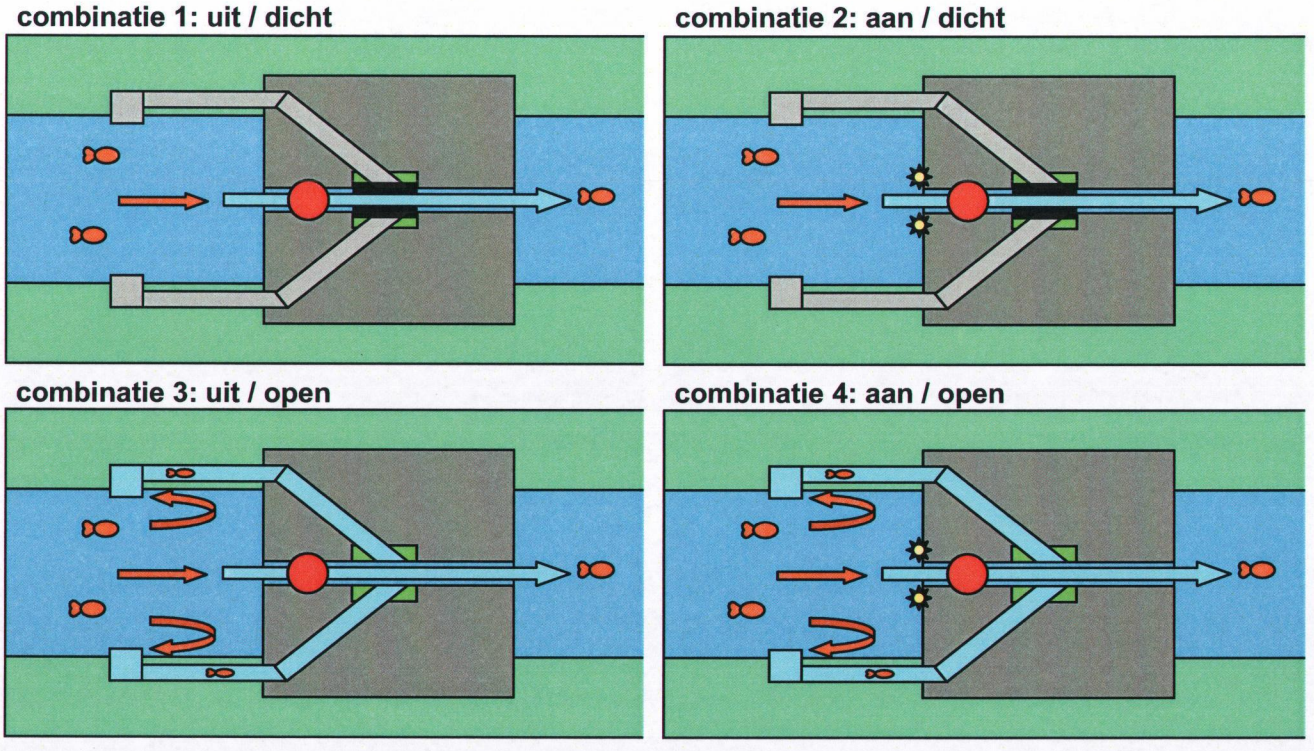
Tijdens het onderzoek zijn bemonsteringen uitgevoerd bij vier verschillende combinaties van inzet van gemaal, stroboscoopluchten en zijkanalen (tabel 3.2 en afbeelding 3.3):

- **combinatie 1**: het gemaal is in bedrijf zonder vismigratievoorzieningen, waardoor de enige beschikbare passage route door de gemaalpomp leidt;
- **combinatie 2**: de gemaalpomp en de stroboscooplichten zijn in werking. De zijkanalen zijn afgesloten, waardoor de enige beschikbare route door de gemaalpomp leidt;
- **combinatie 3**: de gemaalpomp is in bedrijf en de zijkanalen zijn geopend. De stroboscooplichten zijn buiten bedrijf. Vissen kunnen zowel door de gemaalpomp als door de zijkanalen passeren;
- **combinatie 4**: de gemaalpomp en de stroboscooplichten zijn in werking en de zijkanalen zijn geopend. De volledige vismigratievoorziening is dus operationeel. Vissen kunnen zowel door de gemaalpomp als door de zijkanalen passeren.

tabel 3.2. Combinatiemogelijkheden bij gebruik van de verschillende onderdelen van gemaal Meerweg (+ = operationeel; - = niet operationeel)

combinatie	gemaalpomp met Venturi	stroboscoop verlichting	zij-inlaten		aantal testen
1	+	-	-	geen visbescherming	10
2	+	+	-	zij-inlaten gesloten	4
3	+	-	+	stroboscoop uit	4
4	+	+	+	vol operationeel	20
				totaal	38

afbeelding 3.2. Schematische weergave van de vier combinaties waarin het gemaal, stroboscooplampen en zijkanalen zijn ingezet



* De rode cirkel symboliseert de gemaalpomp, het groene vlak markeert de Venturi.

3.4. Verwerking van vangsten

Bij elke fuiklichting is de fuik geleegd en met behulp van een hoge drukspuit gereinigd. Van elke vangst werd de soort- en lengtesamenstelling en de totale biomassa geregistreerd. Bij grote vangsten werd een representatief monster genomen en werd de samenstelling van dit monster bepaald. Daarnaast werd geregistreerd hoeveel schubvissen en palingen tijdens de passage van het gemaal beschadigd waren geraakt en of de stroboscooplampen en de zijkanalen waren ingezet tijdens de dagen waarin de fuik gevist had. Een deel van de vissen was onherkenbaar beschadigd waardoor deze vissen niet op soort gebracht konden worden.

Omdat de fuik achter de uitstroomopening was opgesteld ving deze zowel de vissen op die door de gemaalvispassage waren gepasseerd, als de vissen die het gemaal via de gemaalpomp waren gepasseerd. Er kon daardoor niet worden vastgesteld via welke route vissen die onbeschadigd werden opgevangen waren gepasseerd. Omdat de gemaalvispassage geen draaiende delen kent, is er bij de verwerking van de vangsten vanuit gegaan dat vissen die bij passage van het gemaal beschadigd waren geraakt de route via de gemaalpomp gevolgd hadden.

3.5. Statistiek

Om te toetsen of er bij verschillende inzet van de gemaalvispassage verschillen bestonden in het totaal aantal gepasseerde vissen, het aantal gepasseerde vissen per vissoort of de beschadigings- en sterftepercentages is gebruik gemaakt van statistiek. Hierbij zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- in eerste instantie is onderzocht of de variantie, de spreiding van de data ten opzichte van het gemiddelde, gelijkmatig was. Om dit te onderzoeken is een Levene's test uitgevoerd;
- op de data waarvan de variantie niet-gelijkmatig verdeeld was, is log-transformatie toegepast;
- daarna is de eigenlijke variantie analyse (1-way ANOVA) uitgevoerd om te bepalen óf de verschillende inzet combinaties van elkaar verschillen;
- tenslotte is een Tukey post-hoc test uitgevoerd om te onderzoeken welke combinaties van elkaar verschilden.

3.6. Onregelmatigheden bij de bemonsteringen

Tijdens de uitvoering zijn enkele onregelmatigheden opgetreden die van invloed kunnen zijn geweest op het resultaat van de bemonsteringen.

- in de tweede helft van mei 2006 liep de luchttemperatuur sterk op. De kans op vissterfte ten gevolge van de hoge temperaturen en de daarmee gepaard gaande lage zuurstofconcentraties is daardoor toegenomen. Eind mei is daarom besloten om de bemonsteringen te staken;
- tijdens het najaar van 2005 was de gemaalvispassage 24 uur per dag in bedrijf. Voor aanvang van de bemonsteringen in het voorjaar van 2006 is het beheer van de gemaalvispassage echter gewijzigd. Sindsdien werd de gemaalvispassage dagelijks om 20.00u ingeschakeld en de volgende ochtend om 09.00u weer uitgeschakeld;
- de fuik sloot door slijtage niet altijd optimaal aan;
- tijdens de bemonsteringen eind mei 2006 bleek dat de ramen waar de stroboscooplampen achter geplaatst waren dichtgegroeid met algen waardoor de effectiviteit van de lampen gereduceerd was. Hierdoor kunnen de overlevingspercentages voor combinaties waarbij de stroboscoopverlichting aan is onderschat zijn;
- verzwakte of dode vis kan na de paai in de pomp terecht zijn gekomen;
- tijdens het geforceerde doortrekexperiment lijkt een paniekreactie te zijn ontstaan door de aanwezigheid van het keernet;
- vis die zich schuilhoudt in de gemaalkoker raakt in paniek wanneer de stroboscoop verlichting aan gaat;
- uit de vondst van de restanten van een grote snoek bleek dat deze zich lange tijd in de gemaalkoker heeft opgehouden waar hij is gegroeid tot het formaat dat de vis niet meer tussen de spijlen van het kroosrek doorpaste. Vanwege de aanwezigheid van deze vis hebben andere vissen zich waarschijnlijk in het pomphuis opgehouden;

- door de positionering van de stroboscoop in de damwand ontstaat een dode hoek die onverlicht blijft wanneer de stroboscoop brandt. Vis die zich in deze hoek ophoudt wordt niet verjaagd en kan in de pomp terechtkomen;
- tussen de noordelijke en de zuidelijke polder (de Eelder Schipsloot vormt hier de scheiding) staat een stuw met een peilverschil van ca. 20 cm. Het water stroomt over deze stuw de noordelijke polder in. In theorie zijn dergelijke stuwen stroomafwaarts passeerbaar voor vis, maar het is goed denkbaar dat er een zekere mate van barrièrewerking van deze stuwen uitgaat, waardoor een deel van de vissen de stuwen niet passeert en er zodoende minder nieuwe aanvoer van vis vanuit de Drentsche Aa naar gemaal Meerweg plaatsvindt. Dit effect is zeker te verwachten voor grotere vissen;
- in het najaar van 2006 heeft zich een overstortsituatie voorgedaan waarbij er rioolwater uit Paterswolde via de Schipsloot in de Oude Aa terechtgekomen is. Mogelijk heeft dit een negatief effect gehad op de visstand ter plekke.

4. RESULTATEN

4.1. Passage van totale aanbod

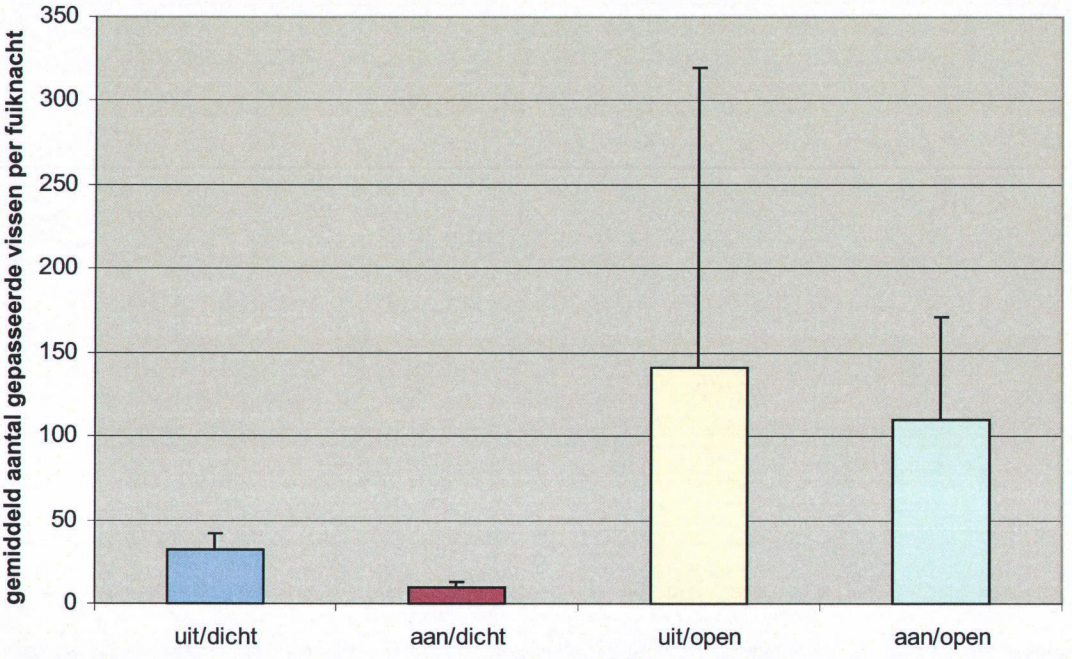
In tabel 4.1 is voor elke combinatie van inzet van de zijkanalen en de stroboscopen weergegeven hoeveel vissen het gemaal gepasseerd hebben en onbeschadigd of beschadigd en/of dood gevangen zijn. De onbeschadigde vissen zijn onderverdeeld naar vissoort. Voor de dode en/of beschadigde vissen is dit niet weergegeven omdat deze vissen vaak onherkenbaar verminkt waren. De tabel laat zien dat er grote verschillen zijn in het aantal vissen dat per combinatie gepasseerd is. Uit statistische toetsing is gebleken dat de totale aantallen schubvissen die gemiddeld per nacht gevangen werden bij inzet van de diverse combinaties niet significant van elkaar verschilden. Het grootste aantal vissen is gepasseerd bij inzet van zowel de stroboscoopverlichting als de zijkanalen, terwijl het laagste aantal vissen gepasseerd is bij inzet van alleen de stroboscoopverlichting. Wanneer naar de verschillende soorten wordt gekeken valt op dat bij combinatie 4 (stroboscooplampen aan en zijkanalen open) het grootste aantal soorten in de vangsten vertegenwoordigd was, namelijk 12. Het laagste aantal soorten is aangetroffen bij bemonsteringen zonder inzet van de stroboscooplampen en de zijkanalen (combinatie 1) en bij inzet van alleen de stroboscooplampen (combinatie 2).

tabel 4.1. Aantal en percentage vissen per inzetcombinatie dat onbeschadigd dan wel beschadigd in de fuik is gevangen

	combinatie 1 stroboscooplampen uit / zijkanalen dicht		combinatie 2 stroboscooplampen aan / zijkanalen dicht		combinatie 3 stroboscooplampen uit / zijkanalen open		combinatie 4 stroboscooplampen aan / zijkanalen open	
	aantal	percentage	aantal	percentage	aantal	percentage	aantal	percentage
aantal fuiknachten	27		16		13		75	
aantal lichtingen								
onbeschadigd								
alver	0		9		17		25	
baars	349		18		843		3.709	
brasem	39		11		58		524	
blankvoorn	105		10		417		2.646	
pos	381		67		469		1.066	
riviergrondel	3		38		11		85	
ruisvoorn	0		2		7		30	
snoekbaars	0		0		0		1	
snoek	0		0		0		21	
zeelt	0		1		1		2	
3d-stekelbaars	1		0		1		13	
rivierprik	1		0		0		0	
paling	6		0		4		150	
subtotaal	885		156		1.827		8.272	
beschadigd en/of gedood								
schubvissen	159	18,1 %	47	30,1 %	86	4,7 %	50	0,6 %
paling	3	50,0 %	0	0,0 %	2	50,0 %	0	0,0 %
subtotaal	162	18,3 %	47	30,1 %	88	4,8 %	50	0,6 %
eindtotaal	1.047		203		1.915		8..332	

In afbeelding 4.1 is het gemiddeld aantal vissen weergegeven dat gemaal Meerweg per nacht bij de verschillende inzetcombinaties is gepasseerd. Hierbij zijn zowel de beschadigde als onbeschadigde vissen meegenomen. Er zijn geen significante verschillen tussen de groepen gevonden. Dit is het gevolg van de zeer grote spreiding in het aantal vissen dat bij de combinaties 3 en 4 per fuiknacht gevangen is. Deze spreiding wordt veroorzaakt door hoge vangstaantallen op de eerste bemonsteringsdagen. Dit is duidelijk zichtbaar in de afbeelding 4.2. In deze afbeelding is het totaal aantal vissen dat per bemonstering is gevangen gecorrigeerd voor het aantal dagen tussen de opeenvolgende fuiklichtingen.

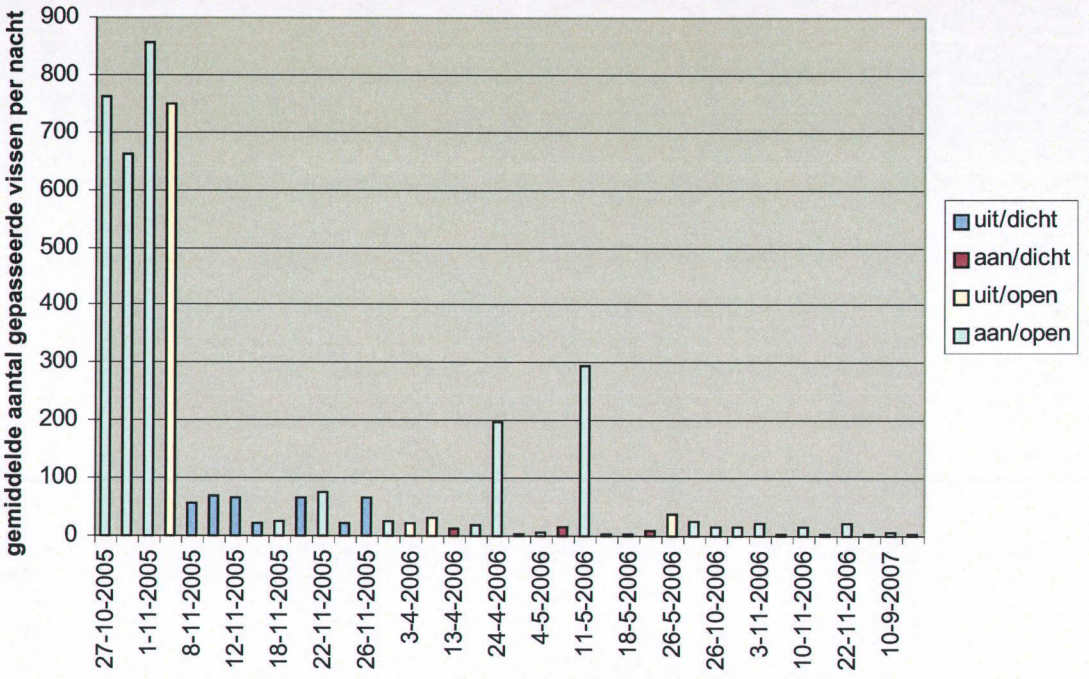
afbeelding 4.1. Gemiddeld aantal gepasseerde vissen per combinatie per fuiknacht over de gehele bemonsteringsperiode (± standaardfout)



De afbeelding 4.2 laat zien dat een groot deel van het totale visaanbod dat gemaal Meerweg is gepasseerd al werd geregistreerd in de eerste dagen waarin de gemaalvispassage werd ingezet. Dit grote aantal valt samen met de najaarsmigratie. In de afbeelding zijn verder twee pieken in het aantal passanten te onderscheiden in april en mei 2006. Deze pieken vallen binnen de periode waarin de voorjaarsmigratie van vissen plaatsvindt.

Het aantal vissen dat gedurende de eerste maand na ingebruikname van de gemaalvispassage is gevangen vormt maar liefst 69% van het totaal aantal vissen dat gedurende de gehele bemonsteringsperiode is gevangen. Hetgeen opmerkelijk is aangezien deze vissen gepasseerd zijn in een tijdsbestek dat gelijk staat aan slechts 24% van het totaal aantal dagen waarop de fuik gevangen heeft.

afbeelding 4.2. Verloop van het gemiddeld visaanbod per fuiknacht door de tijd



tabel 4.2. Percentage van het totaal aantal onbeschadigde passanten dat in de eerste maand van de bemonsteringen is gevangen

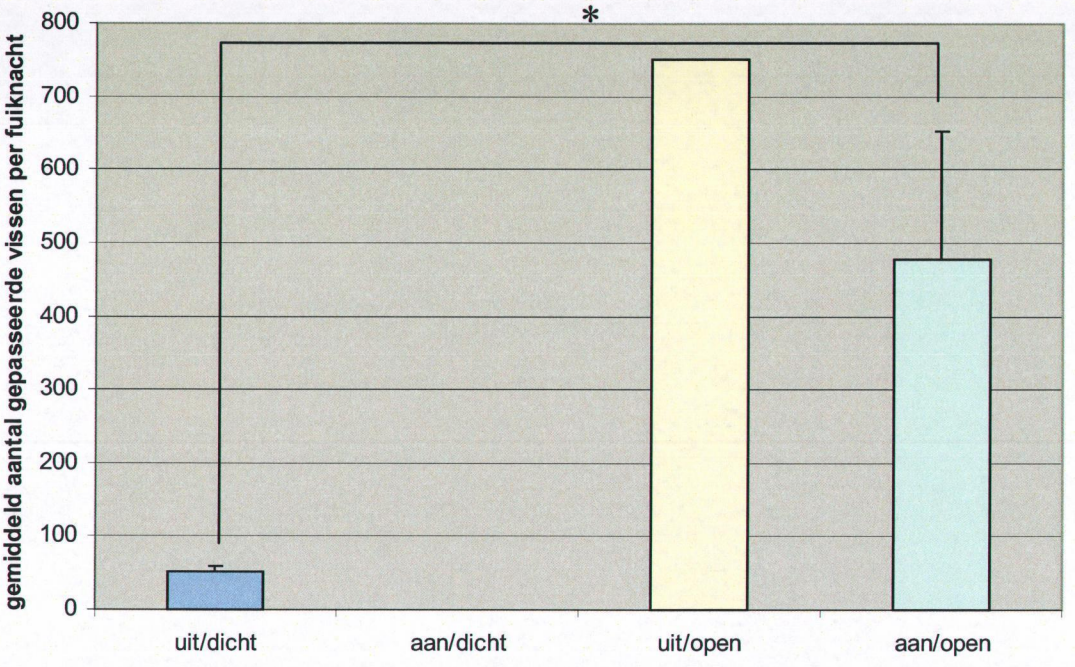
vissoort	alver	baars	brasem	blankvoorn	pos	riviergrondel	ruisvoorn	snoek	driedoornige stekelbaars	paling
percentage passanten gedurende eerste maand	23 %	93 %	24 %	48 %	73 %	35 %	51 %	100 %	0 %	70 %

* Snoekbaars, rivierprik en zeelt zijn niet in het overzicht opgenomen omdat in totaal minder dan 10 vissen van deze soorten zijn gevangen.

In tabel 4.2 is per vissoort weergegeven welk percentage van het aantal totaal aantal vissen dat gedurende de gehele bemonsteringsperiode onbeschadigd is gepasseerd in de eerste maand gevangen is. De tabel laat zien dat van een groot aantal soorten meer dan de helft van het totaal aantal gevangen individuen in de eerste maand is gepasseerd. Voor baars en snoek is zelfs meer dan 90% in de eerste maand van de bemonsteringen in 2005 gepasseerd.

Als gevolg van de ongelijke verdeling van het totaal aantal passanten over de totale bemonsteringsperiode geeft afbeelding 4.1 geen optimaal beeld van de verschillen tussen de diverse inzetcombinaties. Omdat het grootste aantal vissen in de eerste maand is gepasseerd zijn in deze periode de grootste verschillen te verwachten. In afbeelding 4.3 is daarom specifiek voor het najaar van 2005 het gemiddeld aantal vissen weergegeven dat gemaal Meerweg bij de verschillende inzetcombinaties gepasseerd is.

afbeelding 4.3. Gemiddeld aantal gepasseerde vissen per combinatie per fuiknacht over het najaar van 2005 (± standaardfout)



* In deze periode is de combinatie aan/dicht niet ingezet en is de combinatie uit/open slechts één keer ingezet. De asterisk markeert een significant verschil (P ≤ 0,05) tussen de instellingen die met de haken verbonden zijn.

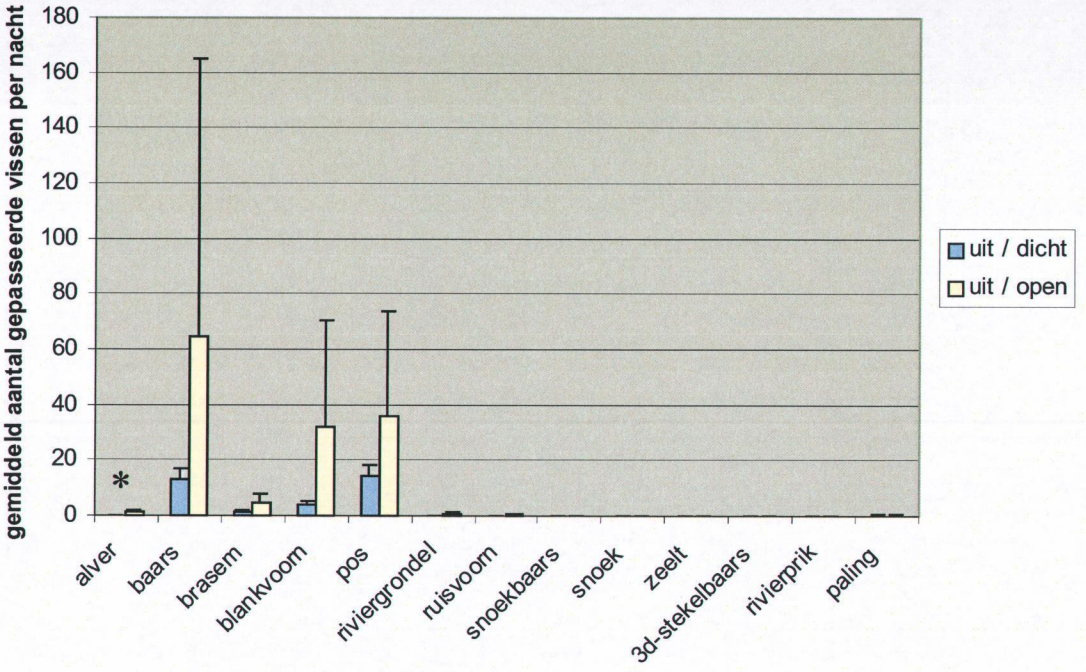
Uit afbeelding 4.3 blijkt dat er duidelijk significant meer vissen het gemaal gepasseerd zijn bij volledige inzet van de gemaalvispassage (stroboscooplampen en zijkanalen) dan zonder de inzet van deze visbeschermende maatregelen. De enkele waarneming bij inzet van alleen de zijkanalen laat zien dat de inzet van alleen de zijkanalen al in een forse toename van het aantal passanten resulteert.

4.2. Passage per combinatie per vissoort

In afbeelding 4.4 is voor de totale bemonsteringsperiode het aantal vissen dat gemiddeld per nacht gepasseerd is weergegeven voor de combinaties 1 (stroboscooplamp uit/zijkanalen dicht) en 3 (stroboscooplamp uit/ zijkanalen open). Een vergelijking tussen deze combinaties laat het netto effect van de inzet van de zijkanalen zien. Statistische toetsing laat zien dat er significant meer alvers zijn gepasseerd bij inzet van de zijkanalen dan zonder de zijkanalen. Voor de overige vissoorten zijn geen significante verschillen gevonden als gevolg van de grote spreiding in de vangstgrootte per nacht. Uit de afbeelding blijkt echter dat het aantal vissen dat het gemaal per nacht passeert duidelijk het grootst is bij inzet van de zijkanalen.

Omdat in het najaar van 2005 slechts één waarneming is gedaan bij de inzet van het gemaal volgens combinatie 3 (stroboscooplamp uit/zijkanalen open) is voor deze periode geen statistische vergelijking van het aantal passanten bij inzet van de combinaties 1 en 3 te maken.

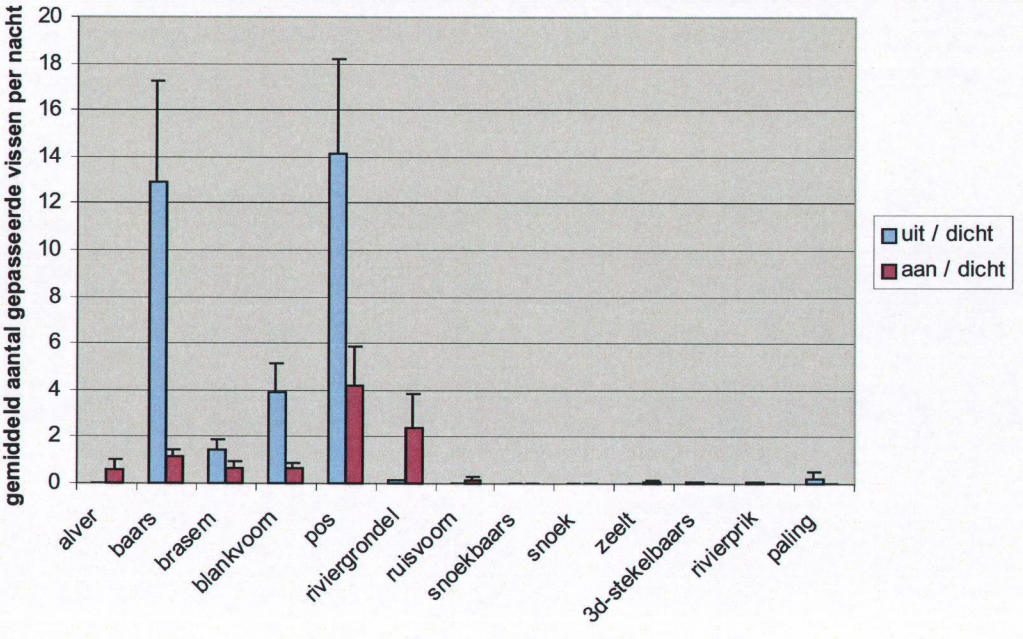
afbeelding 4.4. Gemiddeld aantal gepasseerde vissen per soort (± standaardfout) bij inzet van de zijkanalen van de gemaalvispassage en zonder de zijkanalen



* De asterisk markeert een significant verschil (P ≤ 0,05) tussen beide instellingen.

In afbeelding 4.5 is voor de combinaties 1 (stroboscooplamp uit/zijkanalen dicht) en 2 (stroboscooplamp aan/ zijkanalen dicht) het aantal vissen weergegeven dat gedurende de hele bemonsteringsperiode gemiddeld per nacht gepasseerd is. De vergelijking tussen deze twee combinaties laat het netto effect van de inzet van stroboscoopverlichting op het aantal passanten zien. Uit de afbeelding blijkt dat het aantal passanten in vrijwel alle gevallen duidelijk lager is bij inzet van de stroboscoopverlichting dan zonder stroboscoopverlichting. Alleen voor de riviergrondel geldt dit niet. Er zijn geen statistische verschillen in het aanbod per soort.

afbeelding 4.5. Gemiddeld aantal gepasseerde vissen per soort (± standaardfout) bij inzet van de stroboscoopverlichting en zonder de stroboscoopverlichting

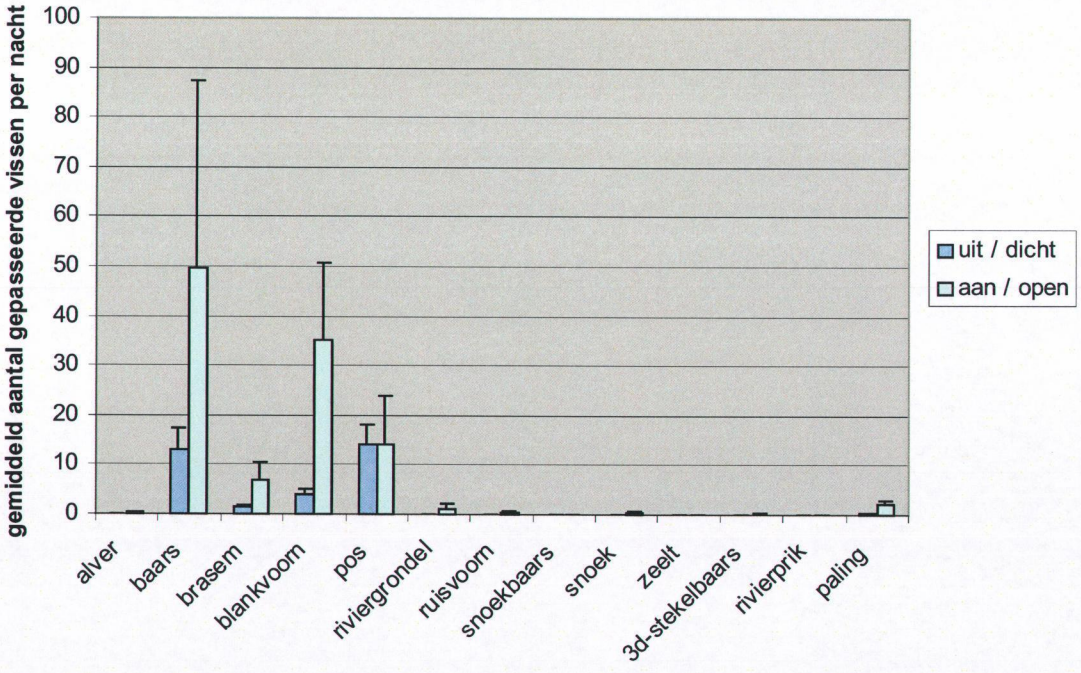


Omdat in het najaar van 2005 geen waarnemingen zijn gedaan bij de inzet van het gemaal volgens combinatie 2 (stroboscooplamp aan/zijkanalen dicht) is geen vergelijking van het aantal passanten bij inzet van de combinaties 1 en 3 te maken voor deze periode.

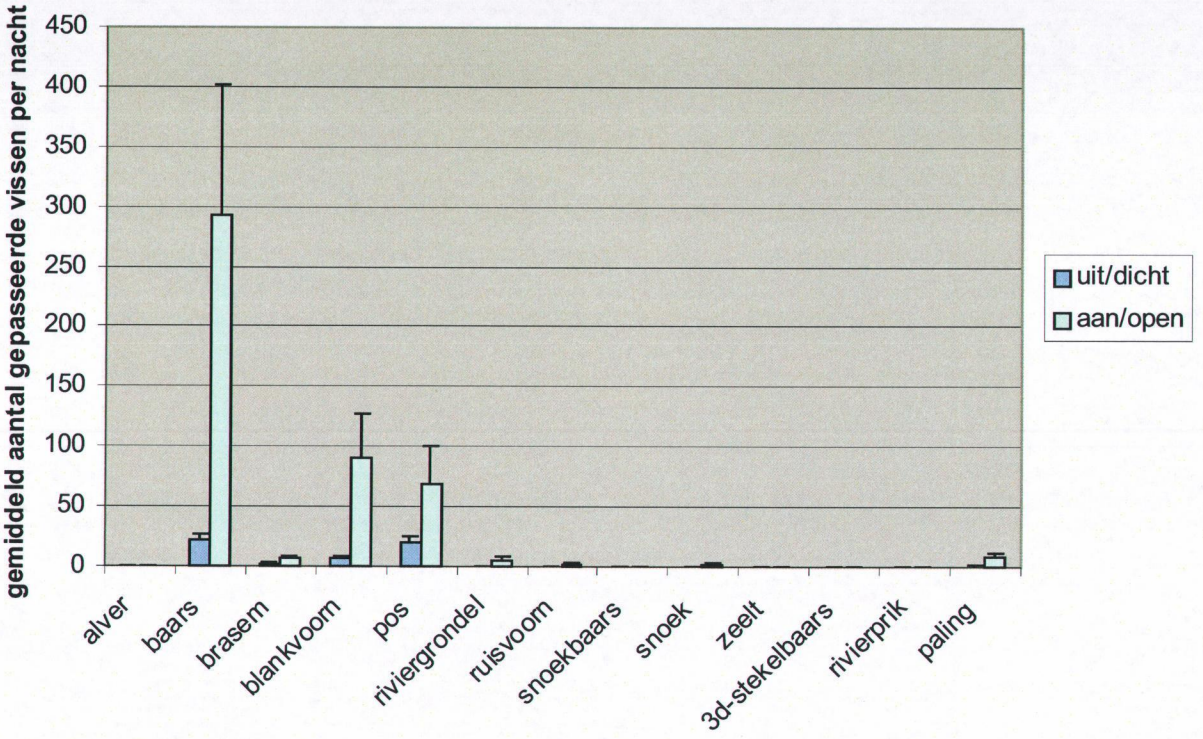
Het aantal vissen dat gemiddeld per nacht gepasseerd is bij inzet van de gemaalvispassage in de combinaties 1 (stroboscooplamp uit/zijkanalen dicht) en 4 (stroboscooplamp aan/ zijkanalen open) is in afbeelding 4.6 weergegeven voor de totale bemonsteringsperiode. In afbeelding 4.7 zijn deze gegevens weergegeven voor het najaar van 2005. Het verschil in het aantal passanten bij deze beide combinaties laat het netto effect van in de inzet van de volledige gemaalvispassage, stroboscoopverlichting en zijkanalen, zien.

Het aantal gepasseerde vissen is hoger bij inzet van de stroboscoopverlichting in combinatie met de zijkanalen. Over de gehele bemonsteringsperiode zijn er evenwel geen statistisch significante verschillen per soort. In het najaar van 2005 zijn er significant meer brasems gepasseerd bij de inzet van de volledige gemaalvispassage dan zonder de inzet van de visbeschermende voorzieningen. Daarnaast zijn er meer baarzen en blankvoorns gepasseerd bij de inzet van de gemaalvispassage. Voor deze soorten zijn echter geen significante verschillen gevonden. Dit lijkt onder meer het gevolg te zijn van het grote aantal kleine baarzen en blankvoorns die het gemaal gepasseerd zijn (zie paragraaf 4.3).

afbeelding 4.6. Gemiddeld aantal gepasseerde vissen per soort (± standaardfout) bij volledige inzet van de zijkanalen en de stroboscoopverlichting en zonder de inzet van de gemaalvispassage



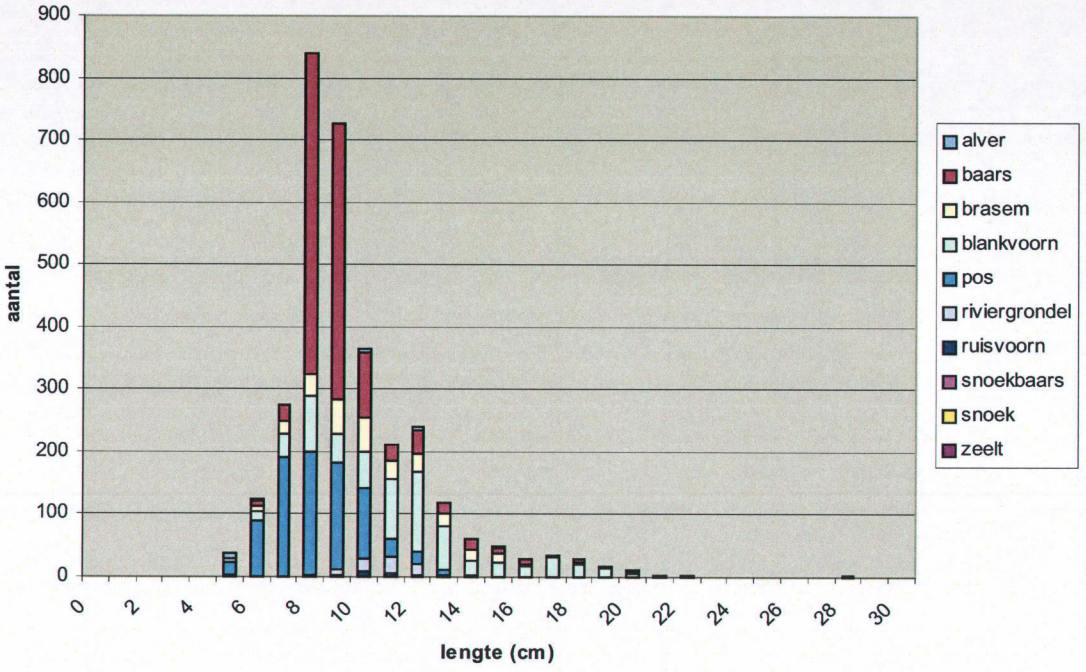
afbeelding 4.7. Gemiddeld aantal vissen per soort (± standaardfout) dat in het najaar van 2005 gepasseerd is bij volledige inzet van de zijkanalen en de stroboscoopverlichting en zonder de inzet van de gemaalvispassage



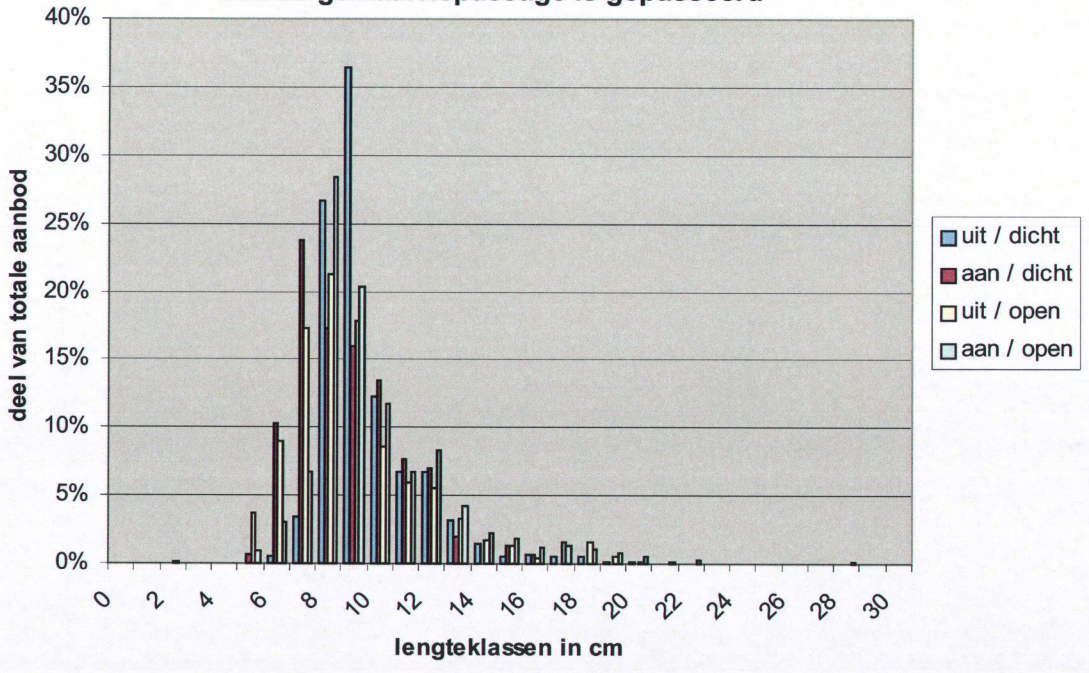
4.3. Lengteverdeling

De lengtefrequentieverdeling van het totale gepasseerde schubvisbestand is weergegeven in afbeelding 4.8. De lengte voor schubvis loopt uiteen van 2 tot 28 cm, met een gemiddelde lengte van 9 cm. De lengte van de gevangen palingen loopt uiteen van 26 tot 78 cm, met een gemiddelde van 47 cm. Het aantal gepasseerde vissen met een lengte boven de 15 cm is relatief beperkt. Bij onderzoeken van Waterschap Hunze en Aa's is gebleken dat vissen met grotere lengtes wel in het zuidelijk deel van de Oude Aa aanwezig waren. Het is waarschijnlijk dat de verspreiding van deze vissen binnen de Oude Aa tijdens de onderzoeksperiode is beperkt door de aanwezigheid van de tijdelijke stuw. Lengtefrequentieverdelingen per vissoort zijn opgenomen in bijlage I. In afbeelding 4.9 is per combinatie waarin de gemaalvispassage is ingezet een lengtefrequentieverdeling weergegeven. Er is geen statistisch verschil in de lengtefrequentieverdeling van het gepasseerde visbestand bij de verschillende combinaties. Opvallend is dat bij inzet van de gemaalvispassage volgens combinatie 4 (aan / open) vissen met een lengte tot 28 cm gepasseerd zijn, terwijl de maximale lengte 20 cm was bij de combinaties 1 (uit / dicht) en 3 (uit / open) en 16 cm bij combinatie 2 (aan / dicht). Het verschil in lengte wordt nog duidelijker wanneer de vangsten worden uitgedrukt in het gemiddeld aantal schubvissen per lengteklasse dat gemiddeld per fuiknacht gevangen werd bij de verschillende inzetcombinaties (afbeeldingen 4.10 en 4.11). Uit deze afbeeldingen blijkt dat over de gehele bemonsteringsperiode genomen meer schubvissen met een lengte groter dan 10 cm gepasseerd zijn bij de combinaties waarin de zijkanalen open waren (combinaties 3 en 4) dan bij inzet van de combinaties waarbij deze gesloten waren (combinaties 1 en 2).

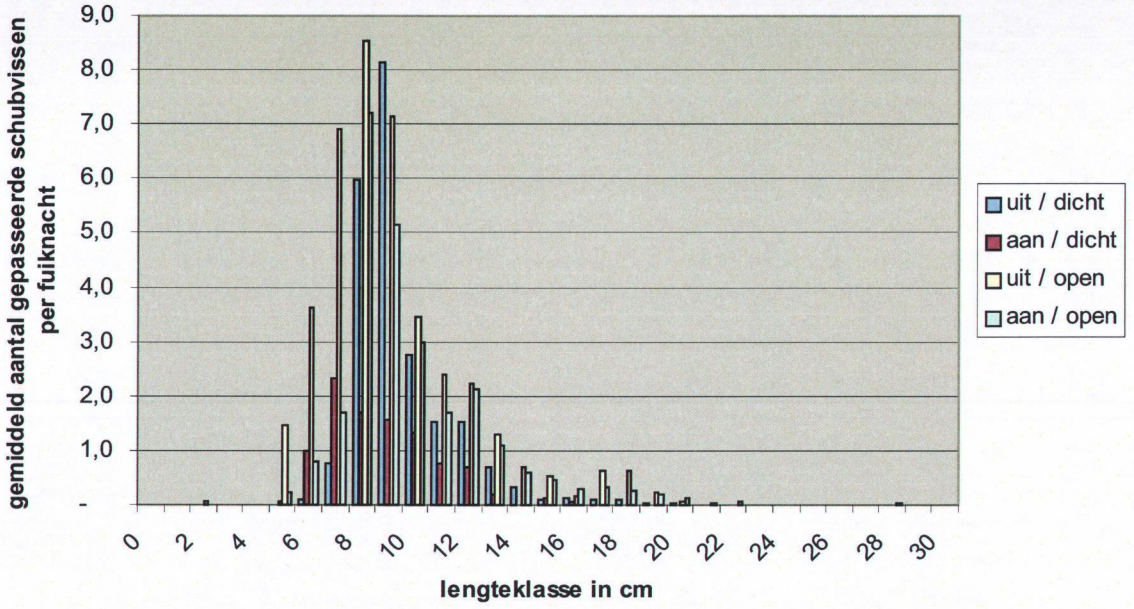
afbeelding 4.8. Lengtefrequentieverdeling van het totale gepasseerde schubvisbestand



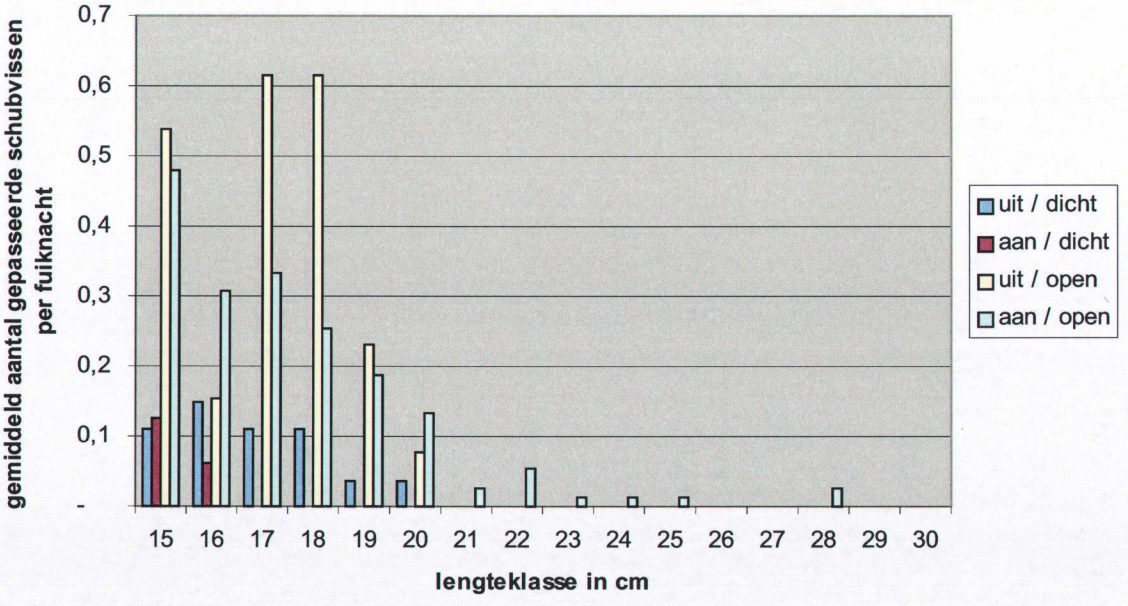
afbeelding 4.9. Lengtefrequentieverdelingen van visbestand dat bij elke combinatie van inzet van de gemaalvispassage is gepasseerd



afbeelding 4.10. Aantal schubvissen per lengteklasse dat gemiddeld per fuiknacht gepasseerd is bij de verschillende combinaties van inzet van de gemaalvispassage



afbeelding 4.11. Aantal schubvissen met een lengte boven 15 cm dat gemiddeld per fuiknacht gepasseerd is bij de verschillende combinaties van inzet van de gemaalvispassage



4.4. Sterfte en beschadiging

Tijdens het onderzoek is gebleken dat een deel van de vis beschadigd raakte in de gemaalpompen. In afbeelding 4.10 is het beschadigingspercentage bij de verschillende inzetcombinaties weergegeven.

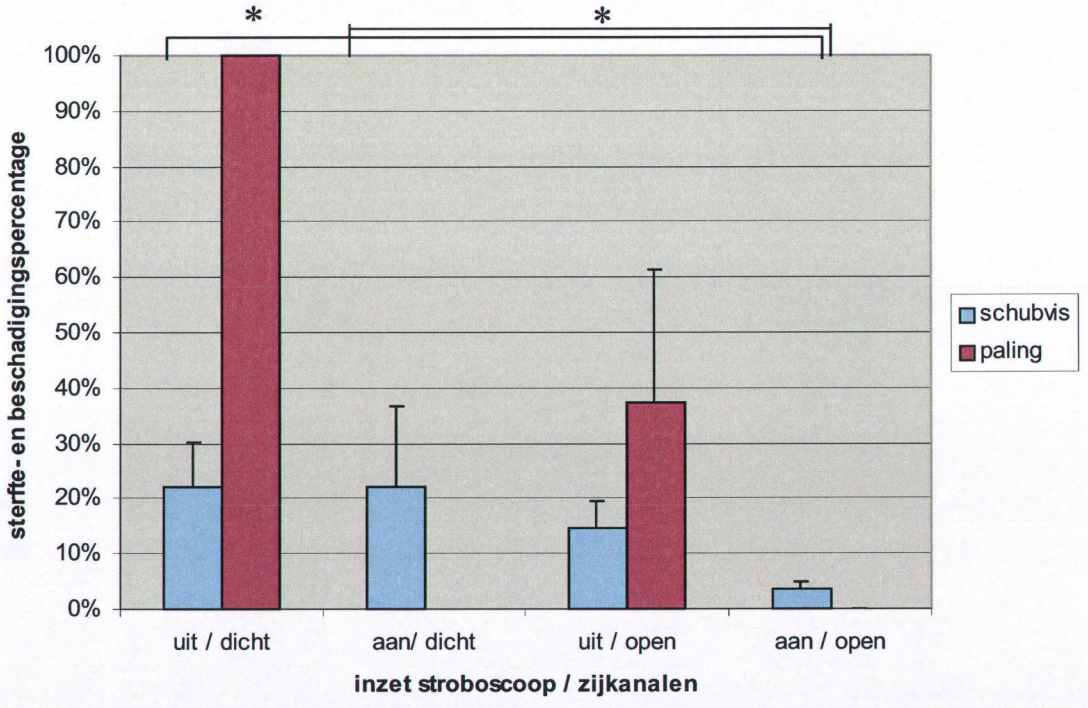
Het percentage schubvissen dat bij de inzet van combinatie 1 (stroboscooplampen uit / zijkanalen dicht) en combinatie 2 (stroboscooplampen aan / zijkanalen dicht) beschadigd is geraakt significant hoger is

dan bij combinatie 4 (stroboscooplampen aan / zijkanalen open). Uit afbeelding 3 blijkt dat het beschadigspercentage bij de inzet van combinatie 3 (stroboscooplampen uit / zijkanalen open) weliswaar lager is dan bij de combinaties 1 en 2, en hoger dan bij combinatie 4, maar dat er geen significante verschillen zijn.

Bij de verwerking van de vangsten bleek de kans op beschadiging en sterfte sterk samen te hangen met de lengte van de vissen, waarbij de kans op beschadiging groter was naarmate de lengte van de vissen toenam. Het aantal vissen met een lengte tot 10 cm dat de passage van de gemaalpompen overleefde bleek groter dan voor vissen met een grotere lengte. De verschillen die voor de lengteklassen groter dan 10 cm bestaan zijn afgezwakt door de vangst van grote aantallen vissen met een lengte tot 10 cm en het ontbreken van verschillen in beschadigingspercentages tussen de verschillende inzetcombinaties voor deze lengteklassen. Dit verklaart het ontbreken van significante verschillen tussen de 4 combinaties. Omdat veel gevangen vissen te ernstig beschadigd waren is er geen reconstructie gemaakt van de lengtefrequentieverdeling van de beschadigde vissen waardoor dit resultaat niet met cijfers te onderbouwen is.

Sterfte- en beschadiging van paling is alleen opgetreden bij de combinaties 1 (stroboscooplampen uit / zijkanalen dicht) en 3 (stroboscooplampen uit / zijkanalen open).

afbeelding 4.10. Gemiddeld sterfte- en beschadigingspercentage per bemonstering. De asterisken geven significante verschillen (P ≤ 0,05) voor de schubvissen weer tussen de groepen die door de haken worden verbonden



Alle vissen die bij de passage van gemaal Meerweg beschadigd zijn geraakt vertoonden snijwonden (zie afbeelding 4.11). In veel gevallen misten delen van de vissen en het grootste deel van de beschadigde vissen werd dood in de fuik aangetroffen. Aangezien dodelijk beschadigde vissen soms nog levend werden aangetroffen bij het lichten van het net is geen onderscheid gemaakt tussen beschadigde en gedode vissen.

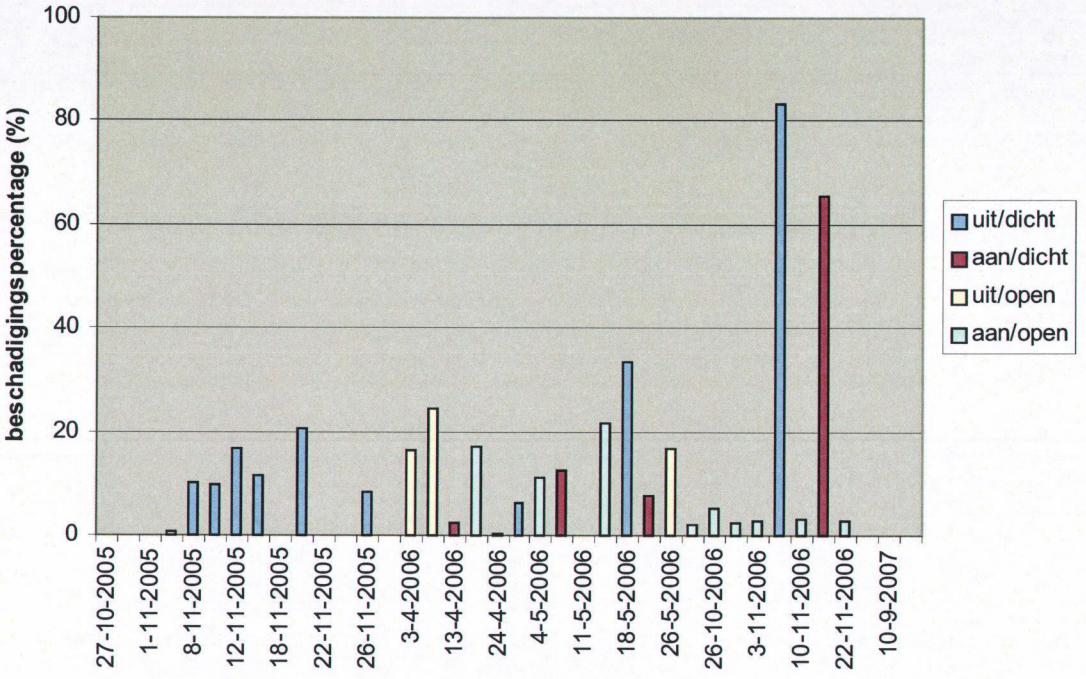
afbeelding 4.11. Enkele voorbeelden van beschadigde vissen als gevolg van passage door gemaal Meerweg

In de afbeeldingen 4.12 en 4.13 is per bemonsteringsdag het percentage beschadigde vissen weergegeven voor respectievelijk schubvis en paling.

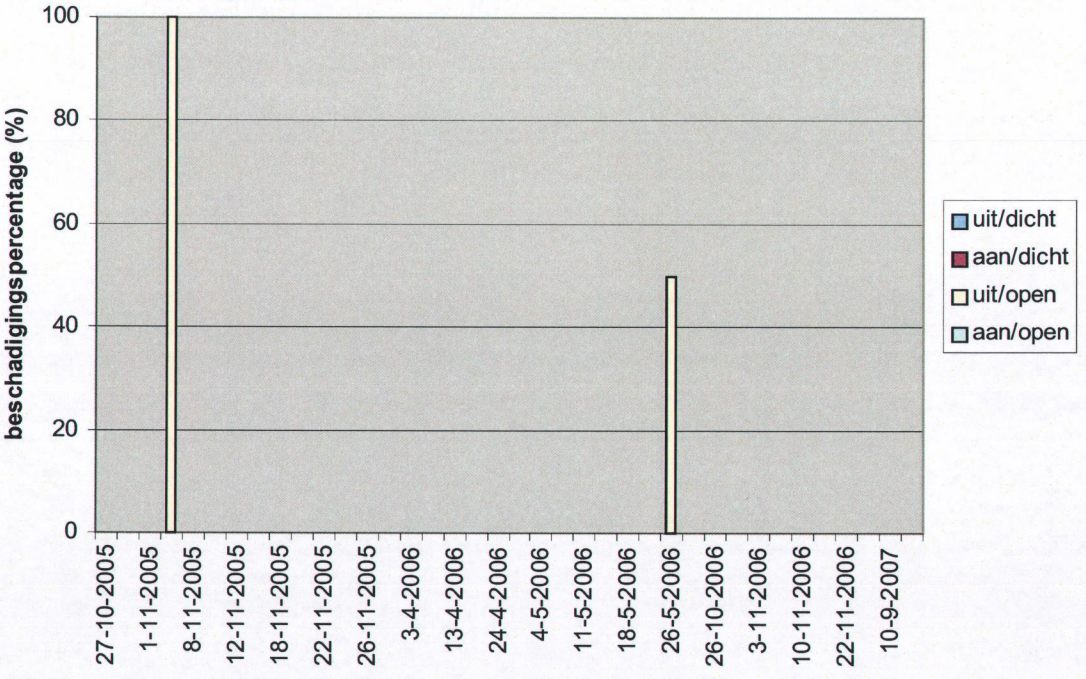
Het is opvallend dat de sterfte- en beschadigingspercentages voor schubvis voor de combinaties 3 (stroboscooplampen uit / zijkanalen open) en 4 (stroboscooplampen aan / zijkanalen open) in het voorjaar van 2006 hoger zijn dan de percentages die voor dezelfde combinaties gevonden zijn in het najaar van 2005 en het najaar van 2006. Het verschil tussen het najaar van 2005 en het voorjaar van 2006 lijkt te worden veroorzaakt door een verschil in het beheer van de gemaalvispassage. Terwijl de passage in 2005 continu in bedrijf was (zie paragraaf 3.6), was de passage in het voorjaar van 2006 alleen 's nachts in bedrijf. Ook het verschil in beschadigingspercentage tussen het voor- en najaar van 2006 lijkt door een verschil in beheer te kunnen worden verklaard. Uit telemetrie-gegevens blijkt dat de gemaalvispassage in het voorjaar van 2006 alleen 's nachts heeft aangestaan, terwijl de passage in het najaar van 2006 veelal meerdere periodes per etmaal en ook overdag heeft aangestaan. Er lijkt zodoende een duidelijk verband te bestaan tussen het aantal uren waarop de gemaalvispassage is ingezet en het beschadigingspercentage, waarbij de beschadiging toeneemt naarmate het aantal uren waarop de passage is ingezet afneemt. Het aantal keer dat de gemaalvispassage binnen een etmaal wordt opgestart blijkt een medebepalend voor het beschadigingspercentage. Zo is de gemaalvispassage op 15 mei 2006 overdag maar liefst 15 keer aan- en uitgezet, hetgeen ondanks de inzet van de zijkanalen en de lampen, in een hoog beschadigingspercentage heeft geresulteerd. Het verband tussen het beschadigingspercentage en het aantal draaiuren en opstarten duidt er sterk op dat de schade vooral vis betreft die zich buiten de bedrijfsuren in de gemaalpomp hebben opgehoopt en die bij de eerste opstart vermalen worden.

Het aantal beschadigde palingen is te laag om uitspraak over het effect van de verschillende combinaties te kunnen doen.

afbeelding 4.12. Verloop van het sterfte- en/of beschadigingspercentage per bemonsteringsdag voor schubvis



afbeelding 4.13. Verloop van het sterfte- en/of beschadigingspercentage per bemonsteringsdag voor paling



5. DISCUSSIE

5.1. Omvang en samenstelling van passerend visaanbod

Gedurende de verschillende onderzoeksperioden hebben in totaal 11.140 vissen gemaal Meerweg onbeschadigd weten te passeren. Deze vissen vertegenwoordigden de volgende 13 vissoorten: alver, baars, brasem, blankvoorn, pos, riviergrondel, ruisvoorn, snoekbaars, snoek, zeelt, driedoornige stekelbaars, rivierprik en paling. Tijdens het onderzoek zijn daarnaast 347 vissen, waarvan 5 palingen, bij de passage van het gemaal beschadigd geraakt en/of gedood. De gemiddelde lengte van het aanbod aan schubvissen bedraagt 9 cm bij alle geteste inzet combinaties.

5.2. Passage van het gemaal

5.2.1. Vergelijking van passage bij verschillende inzetcombinaties

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat er verschillen bestaan in het totaal aantal vissen dat gemaal Meerweg bij elk van de geteste combinaties van inzet van de gemaalvispassage onbeschadigd weet te passeren. Bij de inzet van de zijkanalen zonder verlichting is het gemiddeld aantal vissen dat per fuiknacht onbeschadigd weet te passeren het grootst, gevolgd door de inzet van de zijkanalen met de stroboscoopverlichting. Bij inzet van de stroboscoopverlichting zonder de zijkanalen is het laagste aantal vissen gemaal Meerweg gepasseerd. De verschillen tussen de diverse combinaties zijn echter niet significant als gevolg van grote variatie in het aantal passerende vissen door de tijd heen (zie paragraaf 5.1.2.). Desondanks laten deze resultaten zien dat de zijkanalen ertoe bijdragen dat meer vissen het gemaal onbeschadigd weten te passeren. Door de inzet van de zijkanalen lijkt de algehele barrièrewerking van het gemaal (door de aanwezigheid van onnatuurlijke structuren en de productie van geluid en trillingen) te worden verlaagd. De inzet van alleen de stroboscoopverlichting zorgt ervoor dat minder vissen het gemaal via de gemaalpomp passeren dan het aantal vissen dat het gemaal zonder beschermende maatregelen via deze route passeert. De stroboscopen functioneren als viswering om vissen bij de gemaalpompen vandaan te houden.

Wanneer naar de afzonderlijke soorten wordt gekeken blijkt de inzet van de zijkanalen ook bij te dragen aan de passage van een gemiddeld groter aantal vissen. Er blijken bij inzet van de zijkanalen significant meer vissen te passeren dan zonder de inzet van de zijkanalen. Voor de overige vissoorten resulteert de inzet van de zijkanalen statistisch gezien niet in een hoger aantal passanten. De inzet van de stroboscoopverlichting zorgt ervoor dat gemiddeld minder vissen de gemaalpompen passeren wanneer de zijkanalen niet geopend zijn, behalve voor alver en riviergrondel.

5.2.2. Lengte van de gepasseerde vis

Tijdens het onderzoek is gebleken dat de lengte van de vissen een grote invloed heeft op de onderzoeksresultaten:

- er blijken meer vissen met een lengte groter dan 10 cm het gemaal gepasseerd te zijn bij inzet van de zijkanalen dan zonder deze kanalen. Voor vissen met een lengte tot 10 cm blijken geen verschillen in het aantal passanten bij de verschillende combinaties van inzet van de gemaalvispassage te bestaan. Dit duidt erop dat de barrièrewerking van het gemaal voor grote vissen afneemt door de inzet van de gemaalvispassage, terwijl dit voor kleine vissen niet of minder duidelijk het geval is. Wellicht is dit het gevolg van een lagere gevoeligheid van kleine vis voor licht en stroming;
- bij de verwerking van de vangsten is stellig de indruk verkregen dat het beschadigings- en sterftepercentage voor vissen met een lengte groter dan 10 cm hoger lag dan voor vissen met een kleinere lengte. Daarbij moet opgemerkt worden dat volwassen vissen, die actief deel kunnen nemen aan de voortplanting, een veel hogere waarde voor de instandhouding van vispopulaties hebben dan kleine vissen die nog niet geslachtsrijp zijn. De sterfte van grote vissen heeft daardoor over het algemeen een groter effect op populatieniveau dan de sterfte van kleine vissen.

Doordat aanzienlijk meer kleine vissen gevangen zijn dan vissen met een lengte boven de 10 cm, worden de uiteindelijke onderzoeksresultaten sterk beïnvloedt door het ontbreken van verschillen tussen de verschillende combinaties van inzet van de gemaalvispassage bij de kleine vissen. Hetgeen jammer

is aangezien juist de resultaten voor de vissen met grotere lengtes interessant zijn. De kleine vissen hebben namelijk ook zonder beschermende maatregelen (combinatie 1) een hoog overlevingspercentage door de relatief lage trefkans voor deze vissen in de gemaalpompen. Wij vermoeden dat het uitblijven van effecten van de verschillende inzetcombinaties bij kleine vissen wordt veroorzaakt door een lagere gevoeligheid van kleine vissen voor stroboscooplicht, geluid en trillingen dan grotere vissen. Deze lagere gevoeligheid van kleine vis is een algemeen verschijnsel. Daarnaast geldt dat passieve stroomafwaartse migratie deel is van het natuurlijke gedrag van kleine vis. Zo wordt een massale passieve migratie van kleine vis onder andere ook waargenomen bij onderzoek op de Afsluitdijk. Hierbij wordt een onevenredig groot aantal kleine vissen tijdens de spuiperiodes door het geloosde water meegevoerd in de richting van de Waddenzee. De kleine vissen lijken hierbij niet of te laat op te merken dat ze worden meegevoerd richting het zoute water van de Waddenzee, terwijl grote vissen dit wel op lijken te merken.

5.2.3. Passage in de tijd

Wanneer naar de verdeling van het totaal aantal gepasseerde vissen door de tijd heen gekeken wordt, valt onmiddellijk op dat in de eerste dagen na ingebruikname van de hevelvispassage onevenredig veel vissen gemaal Meerweg gepasseerd hebben. Het grote aanbod dat in de eerste dagen gepasseerd is duidt erop dat deze vissen zich in de periode vòòr de ingebruikname van de gemaalvispassage voor het gemaal hadden opgehoopt. Tijdens deze periode was het gemaal niet voorzien van visbeschermende maatregelen (gelijk aan combinatie 1 binnen het onderzoek). Uit het feit, dat in de eerste dagen na ingebruikname grote aantallen vissen gepasseerd zijn bij zowel de inzet van zijkanalen in combinatie met de stroboscooplampen als bij inzet van alléén de zijkanalen, blijkt dat het openstellen van de zijkanalen aanleiding is geweest voor de massale uittocht. De openstelling van de zijkanalen is immers het enige verschil dat de beide situaties gemeen hebben en dat ze anders maakt dan de situatie voor ingebruikname van de gemaalvispassage. Het is onduidelijk wat de aanleiding is geweest voor de massale migratie richting de boezem, wellicht hebben de waterkwaliteit of andere kenmerken van de polder hierbij een rol gespeeld. Ook de migratie in de richting van overwinteringsgebieden kan hebben bijgedragen.

Het bestand aan vissen dat de polder in de eerste twee weken verlaten heeft bestond hoofdzakelijk uit baars, blankvoorn, pos en paling. Voor deze soorten geldt dat in deze eerste twee weken per fuiknacht gemiddeld meer vissen naar de boezem zijn gezwommen dan voor elk van de fuiknachten in de navolgende bemonsteringsperioden. Voor enkele soorten, waaronder snoek en baars, is het totale aantal vissen dat in de eerste twee weken naar de boezem is gezwommen zelfs enkele malen groter dan het totaal aantal vissen dat na die tijd aan de boezemzijde in de fuik gevangen is. Dit zou erop kunnen duiden dat de mate waarin gemaal Meerweg een migratiebarrière vormt niet voor alle soorten gelijk is. Dit is echter moeilijk vast te stellen omdat de visstand voor gemaal Meerweg gedurende de onderzoeksperiode niet meer hersteld is tot de visstand die daar voor de ingebruikname van de gemaalvispassage aanwezig was. Na het wegtrekken van de grote aantallen vissen in de eerste twee weken na de ingebruikname van de gemaalvispassage wezen veldwaarnemingen erop dat de visdichtheid in de polder sterk was gedaald. Als gevolg hiervan zijn na half november 2005 veel minder vissen gemaal Meerweg gepasseerd.

5.3. Sterfte en beschadiging bij passage

5.3.1. Vergelijking van schade bij verschillende inzet combinaties

Uit de onderzoeksresultaten komt naar voren dat bij inzet van de zijkanalen in combinatie met de stroboscoopverlichting significant minder schubvissen beschadigd raken en/of gedood worden dan zonder de inzet van beschermende maatregelen, of bij inzet van alleen de stroboscoopverlichting. Het sterfte- en beschadigingspercentage dat is gevonden bij inzet van alleen de zijkanalen verschilt niet significant van de percentages die bij inzet van de andere drie inzetcombinaties gevonden zijn. Hieruit komt naar voren dat de combinatie van de zijkanalen én de stroboscoopverlichting resulteert in een significant lager beschadigingspercentage voor schubvis dan dat het geval is wanneer geen beschermende maat-

regelen worden toegepast. De inzet van alleen de zijkanalen of alleen de stroboscoopverlichting biedt onvoldoende bescherming om in een significant verlaging van het beschadigingspercentage ten opzichte van de situatie zonder beschermende maatregelen te resulteren.

Het aantal beschadigde palingen dat gevangen is, is te laag om de combinaties onderling te kunnen vergelijken.

5.3.2. Sterfte en beschadiging in de tijd

In het tijdsverloop van het sterfte- en beschadigingspercentage valt op dat in het voorjaar van 2006 relatief hoge sterfte- en/of beschadigingspercentages voorkwamen bij inzet van de zijkanalen, met of zonder de stroboscoopverlichting, terwijl dit in het najaar van 2005 niet het geval was. Er zijn twee oorzaken aan te wijzen die waarschijnlijk ten grondslag liggen aan het hogere sterfte- en/of beschadigingspercentage:

- de eerste oorzaak die zal hebben bijgedragen aan een hoger sterfte- en beschadigingspercentage is een aanpassing in het beheer van de gemaalvispassage in het begin van 2006. In het najaar van 2005 was de gemaalvispassage 24 uur per dag in bedrijf. Voor aanvang van de bemonsteringen in het voorjaar van 2006 is het beheer van de gemaalvispassage echter gewijzigd. Sindsdien werd de gemaalvispassage dagelijks om 20.00u ingeschakeld en de volgende ochtend om 09.00u weer uitgeschakeld. Doordat de pomp overdag werd uitgeschakeld kon kleine vis zich overdag in het pomphuis schuilhouden. Bij het opstarten van de gemaalvispassage gaan eerst de stroboscooplampen branden, zodat vissen die zich overdag in de gemaalkoker ophouden weg worden gejaagd voordat de gemaalpomp wordt opgestart. Het pomphuis wordt echter niet door de stroboscooplampen verlicht, waardoor de vissen in het pomphuis niet worden verjaagd en deze bij het opstarten van de gemaalpomp alsnog in de pomp terecht komen. Het is waarschijnlijk dat de 50 vissen die bij inzet van zowel de zijkanalen als de stroboscoopverlichting beschadigd en/of gedood zijn kleine vissen betreffen die op deze wijze de pomp in zijn gezogen bij het opstarten van de pomp;
- de tweede mogelijke oorzaak is dat de glasruit waar de stroboscoopverlichting achter staat opgesteld sterk met algen begroeid was geraakt, waardoor het stroboscooplicht grotendeels werd geblokkeerd. Daardoor zal de viswerende werking van de stroboscooplampen sterk beperkt zijn geweest. De begroeiing werd pas in de loop van het voorjaar geconstateerd.

5.4. Conclusies

Het grote aantal passanten bij inzet van de zijkanalen duidt erop dat gemaal Meerweg zonder inzet van vismigratievoorzieningen een migratiebarrière vormt. Daarbij resulteert de natuurlijke terughoudendheid van vissen om pompen te passeren erin dat de vis zich voor het gemaal ophoopt. De resultaten duiden erop dat dit effect voor sommige soorten in sterkere mate optreedt dan voor andere soorten.

Op basis van de onderzoeksresultaten kan worden geconcludeerd dat:

- de stroboscoopverlichting bij inzet zonder andere migratievoorzieningen als viswering functioneert. Als gevolg daarvan zijn er minder vissen die gemaal Meerweg passeren. De inzet van alleen de stroboscoopverlichting resulteert echter niet in een reductie in het sterfte- en/of beschadigingpercentage. De resultaten duiden erop dat het aantal passerende vissen weliswaar kan worden verminderd door de inzet van verlichting, maar dat de passage van vissen via de gemaalpompen niet kan worden voorkomen. Vissen blijken gedurende enige tijd op afstand te kunnen worden gehouden met de stroboscooplampen, maar de vissen met de hoogste motivatie om te migreren zullen zich uiteindelijk niet van passage laten weerhouden zolang er geen alternatieve passageroutes voorhanden zijn;
- de inzet van alleen zijkanalen resulteert erin dat meer vissen gemaal Meerweg onbeschadigd weten te passeren. Dit geldt met name voor vissen met een lengte groter dan 10 cm. Voor deze vissen is de barrièrewerking van gemaal Meerweg afgenomen, waardoor meer vissen van deze lengtes het gemaal gepasseerd zijn. Er is echter geen significant verschil in het sterfte- en/of beschadigingpercentage. De inzet van de zijkanalen kan dus niet voorkomen dat een deel van de vissen alsnog

de gemaalpompen inzwemt. Dit lijkt echter met name het gevolg te zijn van het feit dat vissen met een lengte tot 10 cm het minst door het gemaal en de stroboscoopverlichting worden afgeschrikt;
- bij gelijktijdige inzet van zowel de zijkanalen als de stroboscoopverlichting zijn er meer vissen die gemaal Meerweg onbeschadigd weten te passeren. Ook dit geldt met name voor vissen met een lengte groter dan 10 cm. Bovendien is het sterfte- en/of beschadigingpercentage lager dan zonder de inzet van visbeschermende maatregelen. Dit resultaat duidt erop dat de visbeschermende werking van de zijkanalen en de stroboscoopverlichting elkaar versterken bij gelijktijdige inzet.

Ondanks de grote spreiding in het aantal passanten door de tijd heen, blijkt dat de gemaalvispassage van gemaal Meerweg in alle gevallen bijdraagt aan een verbetering van de kansen voor vismigratie, ongeacht gekozen inzetcombinatie. In 'vol bedrijf', dat wil zeggen stroboscooplichten aan en zijkanalen open, is de verbetering het grootst: bij inzet van zowel de stroboscooplampen als de zijkanalen is het gemaal vrijwel 100% visveilig en goed vispasseerbaar.

5.5. Aanbevelingen

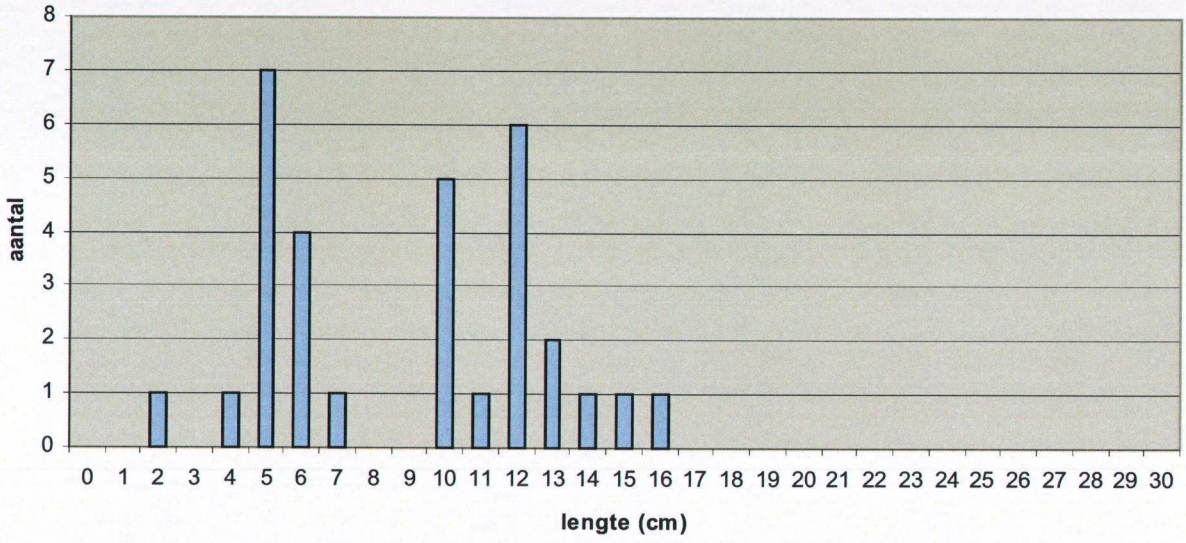
De gegevens die in het najaar van 2005 verkregen zijn laten zien dat de werking van de gemaalvispassage verder kan worden geoptimaliseerd door te voorkomen dat kleine vis zich in de pomp kan ophouden. Dit zou kunnen worden gerealiseerd door de passage niet uit te schakelen of door de stroboscoopverlichting ook aan te laten op het moment dat de gemaalpompen zijn uitgeschakeld.

Als alternatief zou ervoor gekozen kunnen worden om de gemaalpomp voor het optoeren tijdelijk de andere kant uit te laten draaien om de vissen uit het pomphuis weg te jagen. Dit zou een effectieve oplossing kunnen zijn om de sterfte van vis die zich, buiten de bemalingen om, in het pomphuis schuilhoudt te voorkomen.

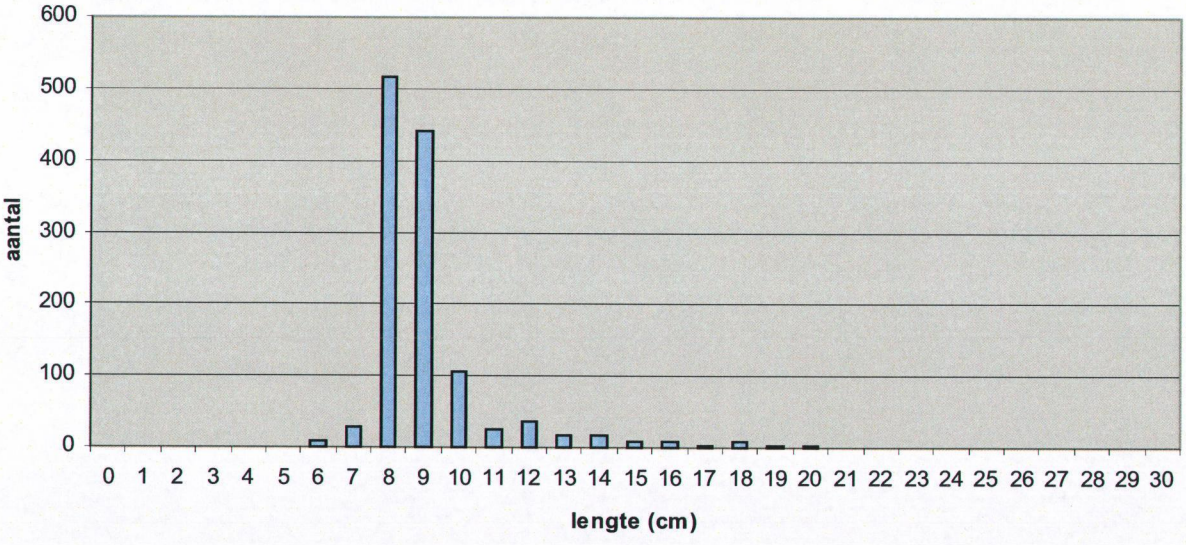
Daarnaast kan de werking optimaal worden gehouden door ervoor te zorgen dat het raam waar de stroboscopen achter zijn opgesteld vrij blijft van begroeiing. Aangezien het raam lastig te bereiken is geniet het de aanbeveling om een reinigingssysteem aan te brengen bij een volgende gelegenheid waarbij de gemaalkelder droog wordt gezet.

BIJLAGE I Lengtefrequentie verdelingen

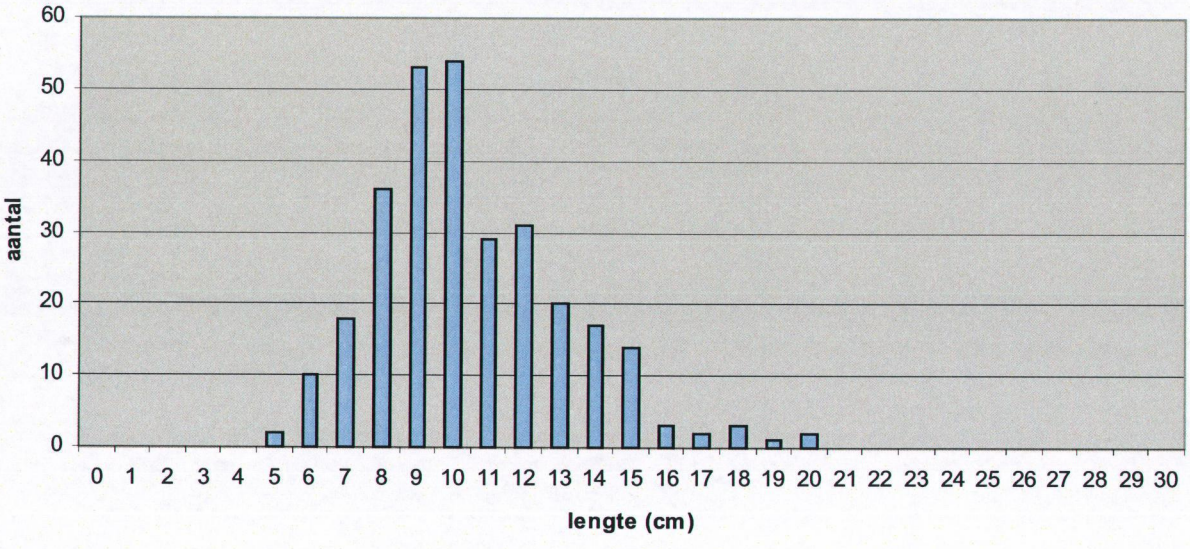
alver



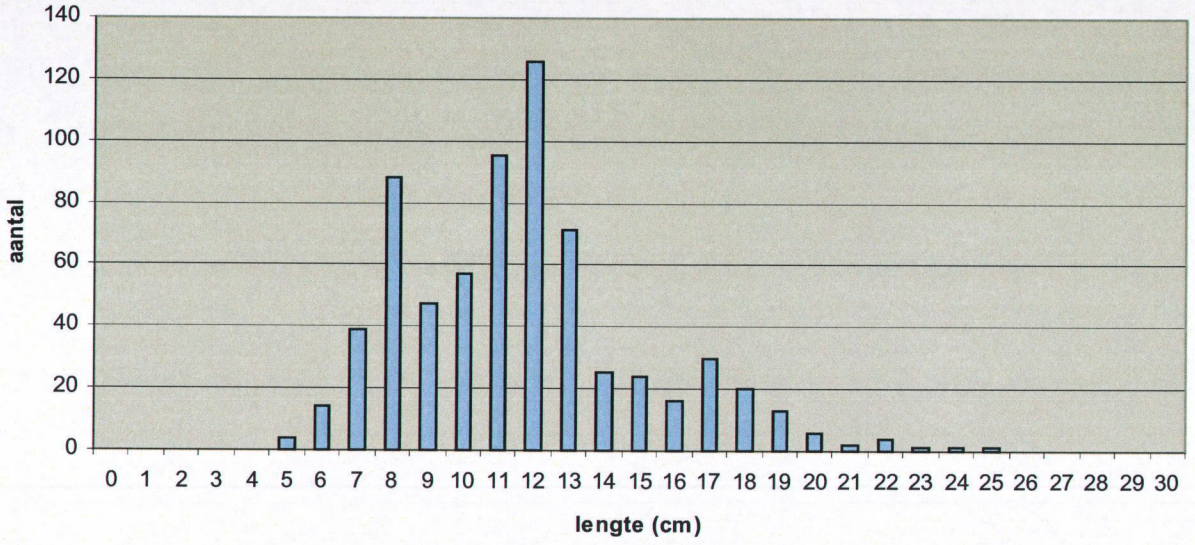
baars



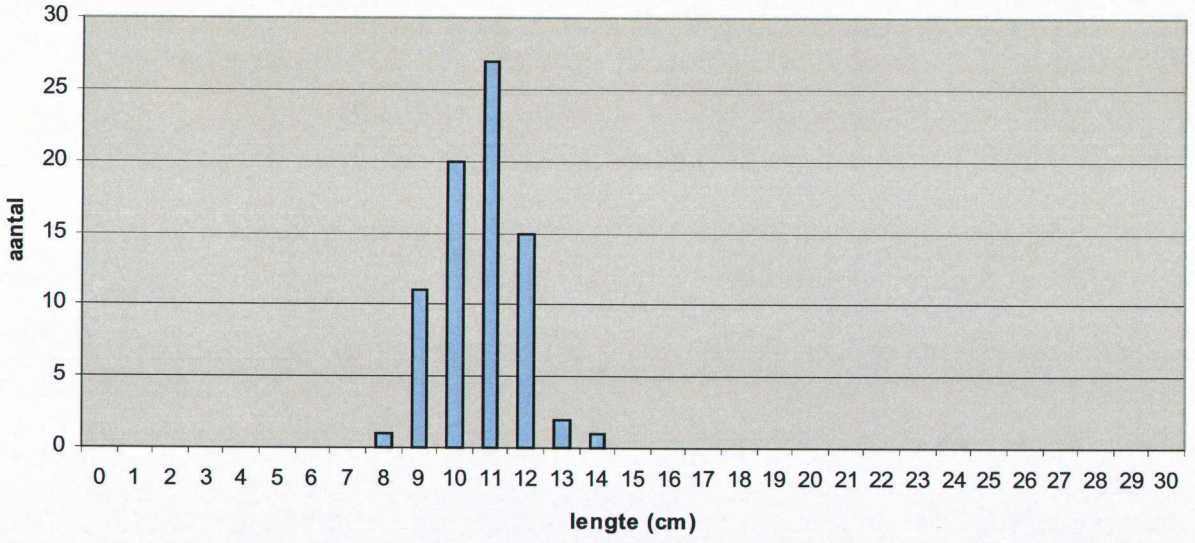
brasem



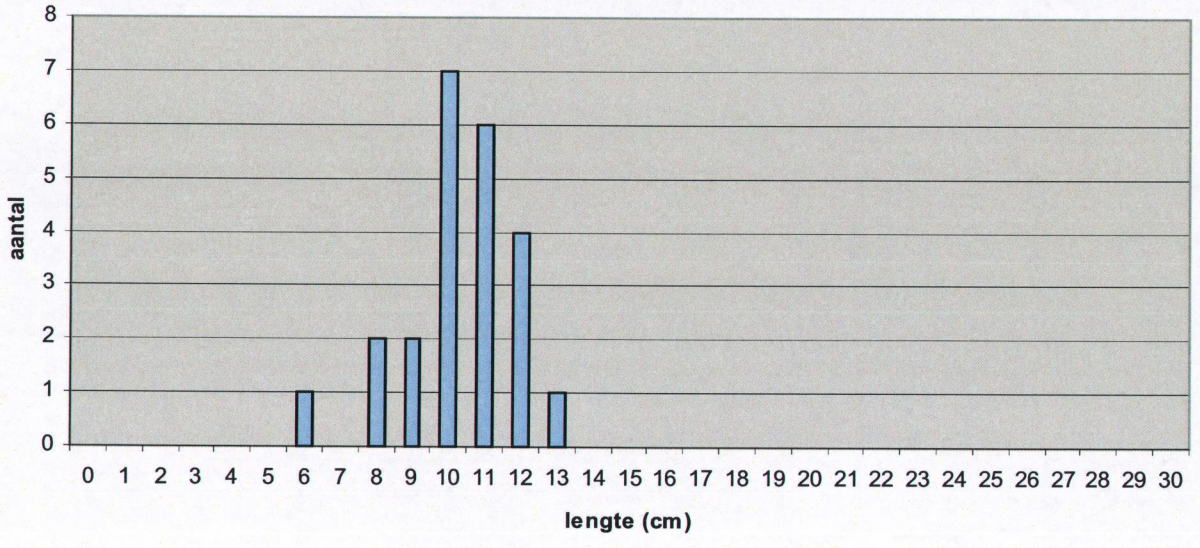
blankvoorn

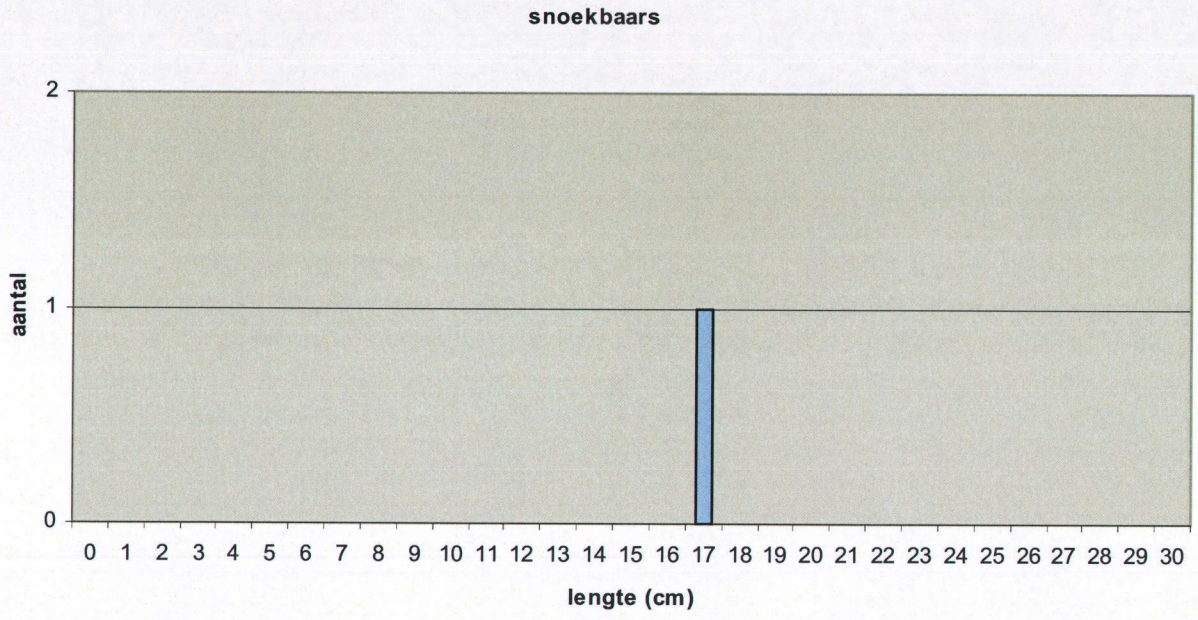


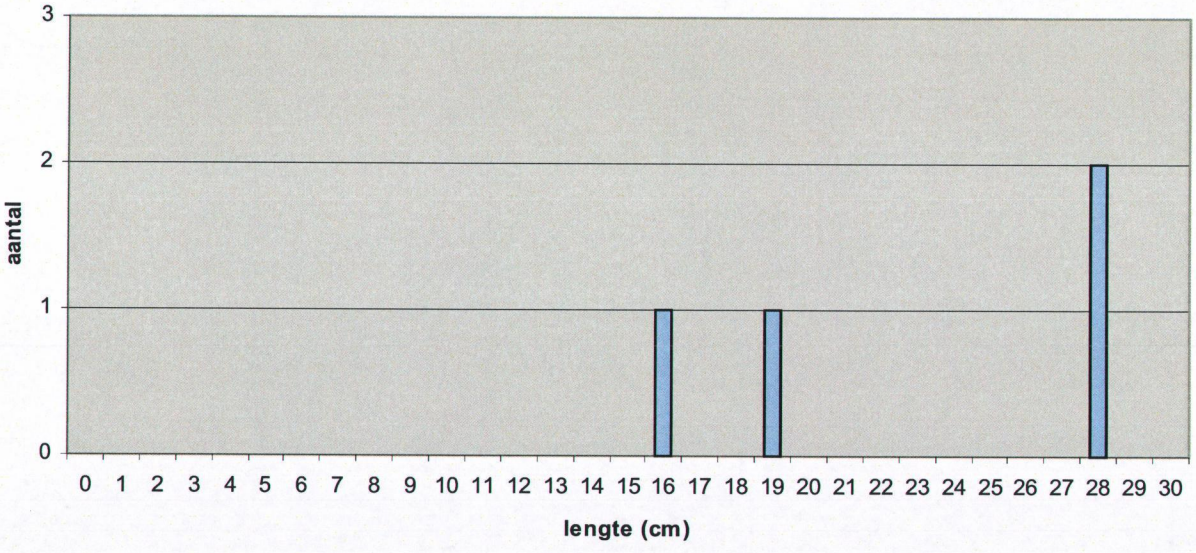
riviergrondel

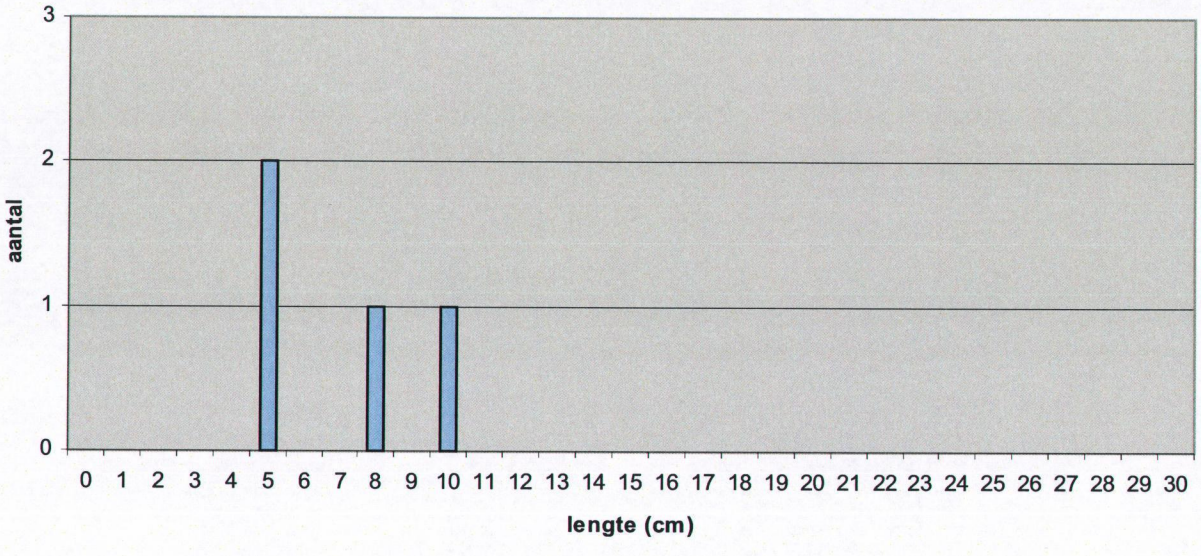


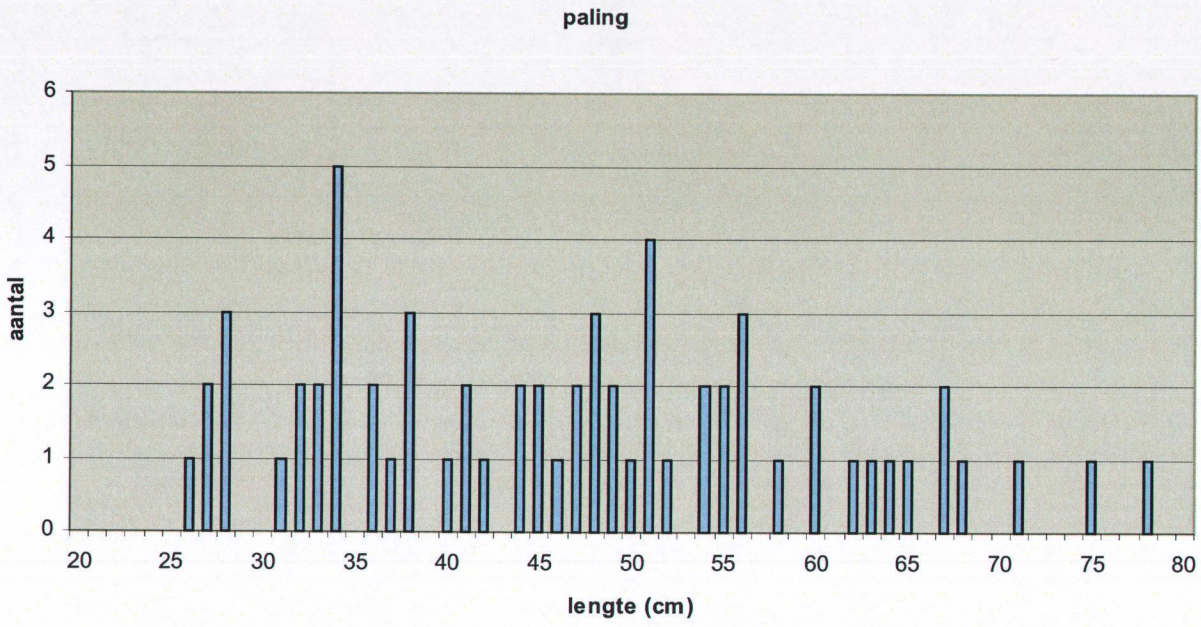
ruisvoorn




snoekbaars
aantal
0
1
2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
lengte (cm)


snoek
aantal
0
1
2
3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
lengte (cm)


zeelt
aantal
0
1
2
3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
lengte (cm)


paling
aantal
0
1
2
3
4
5
6
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
lengte (cm)