

Vismigratie door de bekkenvistrappen Lith en Belfeld in de Maas

3166104

Het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas' is een samenwerkingsverband van:

- Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- DLO-Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
- DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
- DLO-Staringcentrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied

Doel van het project is een bijdrage te leveren aan het ecologisch herstel van Rijn en Maas. Daartoe wordt onder andere de reeks Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas' uitgegeven.

Opdrachtgevers: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Groene Ruimte
en Recreatie
Europese Unie via de Internationale Kommission zum Schutze des
Rheins (IKSR)
RIVO-DLO, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek



rivo-dlo

Vismigratie door de bekkenvistrappen Lith en Belfeld in de Maas

Rijksinstituut voor
Visserijonderzoek
(RIVO-DLO)
Haringkade 1
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Telefoon: 02550 64646
Telefax: 02550 64644

R.L.P. Lanthers

EHR Rapport 59-1995
RIVO-DLO
IJmuiden, maart 1995

Dependance Yerseke
Telefoon: 01131 - 2781
Telefax: 01131 -3477

Referaat

R.L.P. Lanthers, 1995. *Vismigratie door de bekkenvistrappen Lith en Belfeld in de Maas*. IJmuiden, RIVO-DLO, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Publikaties en rapporten van het project 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas' nr. 59-1995. 50 blz. + bijlagen; 22 fig.; 11 tab.; 43 ref.

Analyse van de resultaten van het onderzoek naar de visoptrek door twee vistrappen in de Maas. Bij de vistrap Belfeld is in het voorjaar van 1993 middels een fuik de omvang en samenstelling van de optrekkende vis door de vispassage vastgesteld. Daarnaast zijn de hydraulische karakteristieken van deze nieuw aangelegde vistrap bepaald. In de zomer en het late najaar van 1993 is de migratie van anadrome salmoniden via de vistrap Lith onderzocht. Bij Lith is middels merk-experimenten getracht om de efficiëntie van de vistrap te bepalen. Het onderzoek leidt tot de conclusie dat de bekkenvistrap Belfeld in staat is om de barrièrewerking van het bijbehorende stuwcomplex te verminderen en aldus de vismigratie tussen de twee panden te bevorderen voor diverse vissoorten. In de huidige staat lijkt de bekkenvistrap Lith een goede optrekvoorziening te vormen voor anadrome salmoniden die stroomopwaarts migreren.

Trefwoorden: vistrap, vispassage, migratie, salmoniden, efficiëntie, hydraulische karakteristieken, Maas

ISSN 1381-4656

© 1995 RIVO-DLO, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, Dienst Landbouwkundig
Onderzoek
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
tel: 02550-64646; telefax: 02550-64644
ná 10/10/95 tel: 0255-564646; telefax: 0255-564644

Voorwoord

De aanleg van vispassages in de grote rivieren in Nederland wordt als een belangrijk instrument gezien om de ecologische infrastructuur van de natte wegen in Nederland te verbeteren. In de Overijsselse Vecht zijn reeds alle stuwen van een vispassage voorzien en ook in de Maas vordert de aanleg en hebben tot op heden alleen de stuwen Grave en Borgharen nog geen nieuwe vispassage. De complexe situatie in de Neder-Rijn/Lek heeft nog niet tot concrete plannen geleid voor een verbetering van de situatie bij de stuwen.

Het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO-DLO) heeft op verzoek van de Directie Ruimte en Rekreatie van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (voorheen de Directie Openlucht Rekreatie, nu dus LNV-GRR) een aantal vistrappen op hun werking onderzocht. Een deel van het onderzoek is mede-gefinancierd door de Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR), Koblenz. Bij dit type veldonderzoek waarbij dagelijkse metingen noodzakelijk zijn is de medewerking van lokale beroeps- en sportvisserij onontbeerlijk. Zo ook bij het onderzoek in Belfeld en Lith. Vanuit de sportvisserij hebben vier personen van sportvisvereniging 'De Stuwkanter' uit Belfeld dagelijks de fuik geschoond en de vangsten gemeten. In de zomerperiode hebben vier leden van de hengelsportvereniging 'De Brasem' deze taak in Lith uitgevoerd. De beroepsvissers Jo en John van der Zanden zijn door het beschikbaar stellen van hun zalmsteekvangsten een zeer belangrijke informatiebron geweest bij het onderzoek in Lith. Tevens hebben beide heren zowel in de zomerperiode alsmede in het najaar de fuik in de vistrap Lith gelicht en onderhouden. Nico Slabbers heeft samen met zijn vrouw de vangsten in de ankerkuil benedenstrooms van de stuw Belfeld dagelijks geregistreerd. Daarnaast heeft hij mij de gelegenheid gegeven om aan boord metingen te verrichten. Beroepsvisser Nelissen (visrechthebbende bovenstrooms van de stuw Belfeld) heeft zijn medewerking verleend aan deze proefvisserij en wellicht zullen zijn vangsten in de toekomst ons meer vertellen over het functioneren van de vispassage(s). Zonder de medewerking en inzet van bovengenoemde personen was het niet mogelijk geweest om deze studies in de huidige vorm te verrichten.

Een andere belangrijke instantie die aan het welslagen van het onderzoek sterk heeft bijgedragen is Rijkswaterstaat, met name de Dienstkringen Roermond en Nijmegen. Door het beschikbaar stellen van materieel in de vorm van schepen om ankers te plaatsen en persoonlijk enthousiasme van de dienstdoende rayonhouders is alles in een prettige samenwerking verlopen. Bert Steinmetz en Wiel Muyres van LNV-GRR hebben door hun betrokkenheid bij de opzet van het onderzoek en het becommentariëren van het eindrapport een belangrijke bijdrage in het onderzoek gehad. Dit geldt tevens voor Wobbe Cazemier die nauw bij beide projecten betrokken is geweest. Tot slot rest mij om mijn andere collega's van het RIVO-DLO te bedanken voor hun ondersteuning in het veld en bij de planning en organisatie.

Ik hoop dat het vismigratie onderzoek, dat op 15 December 1993 tijdens de informatieve Studiedag Vismigratie (georganiseerd door de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) zeer sterk in de belangstelling stond, ook in de toekomst op een brede belangstelling kan blijven rekenen.

Ronald Lanthers
Maart 1995

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Summary	2
1. Algemene inleiding	3
2. De bekkenvistrap Belfeld	4
2.1 Doel van het onderzoek	4
2.2 Materiaal en methode.....	4
2.2.1 Beschrijving van de vispassage Belfeld.....	4
2.2.2 Hydraulische waarnemingen	8
2.2.3 Monitoring van de visoptrek.....	8
2.2.3.1 De fuik.....	8
2.2.3.2 Monsternamen van de vis.....	11
2.2.4 Ankerkuil	11
2.2.5 Korvangsten	11
2.2.6 Elektrische visserij in de bekkens van de vispassage.....	11
2.2.7 Vergelijking met andere waarnemingen aan vispassages ..	12
2.3 Resultaten onderzoek Belfeld	12
2.3.1 Hydraulische waarnemingen	12
2.3.2 Hoeveelheid en samenstelling van de stroomopwaarts migrerende vis	13
2.3.3 Vangstontwikkeling in de tijd.....	16
2.3.4 Vergelijking van de vangsten met het aanbod van vis.....	20
2.3.4.1 Inleiding.....	20
2.3.4.2 Soortssamenstelling en vangstaantallen	20
2.3.4.3 Vergelijking van vangsten in de ankerkuil met de vangsten in de vispassage	22
2.3.5 Resultaten van het elektrisch bevissen van de bekkens	24
2.3.6 Vergelijking met ander vistrappenonderzoek.....	25
2.4. Discussie	27
2.4.1 Hydraulische evaluatie van de vispassage Belfeld	27
2.4.2 De visoptrek door de vispassage Belfeld	28

3. De bekkenvistrap Lith	31
3.1 Doel van het onderzoek	31
3.2. Materiaal en methode	32
3.2.1 Algemeen	32
3.2.2 Zalmsteekvisserij.....	32
3.2.3 Fuik in vistrap.....	32
3.2.4 Opslag en merken van salmoniden.....	34
3.2.5 Schattingsmethoden efficiëntie vistrap.....	34
3.3. Resultaten.....	34
3.3.1 Totaalvangsten	34
3.3.1.1 Zeeforel.....	34
3.3.1.2 Lengtesamenstelling van de zeeforel.....	36
3.3.1.3 Zalm en regenboogforel	37
3.3.2 Terugvangsten.....	38
3.3.3 Schatting van de efficiëntie van de vistrap	40
3.4. Discussie	41
3.4.1 Migratie in de zomer en het najaar	41
3.4.2 Bemonsteringsmethode.....	42
3.4.3 De efficiëntie van de vistrap Lith.....	42
3.4.4 Zalm en regenboogforel	44
3.4.5 Zeeforel en zalm in de Maas.....	44
4. Algemene discussie en conclusies	46
5. Literatuur.....	48
Bijlagen	

Samenvatting

In 1993 is de werking van twee bekkenvistrappen in de Maas onderzocht. Tussen 13 mei en 14 juni 1993 is de visoptrek door de nieuwe bekkenvistrap in het stuwcomplex Belfeld bemonsterd en zijn aanvullende hydraulische waarnemingen verricht. In de zomer en het najaar van 1993 is de efficiëntie van de bekkentrap Lith in de Maas voor zeeforel en zalm onderzocht.

Stroommetingen in de bekkentrap Belfeld wezen uit dat het debiet, de hoogteniveau's boven de overlaten en de horizontale doorzwemzones voldoen aan de gestelde randvoorwaarden. De stroomsnelheden boven het diepste punt van de overlaat zijn hoger dan de streefwaarde van 1 m.s^{-1} maar vallen met een gemiddelde van ca 1.6 m.s^{-1} binnen de range van snelheden die bij andere bekkenvistrappen in Nederland zijn gemeten.

In totaal zijn in de onderzoeksperiode 17,254 vissen, bestaande uit 17 soorten, in de vispassage Belfeld gevangen. Alver was veruit dominant met 88.2% van de totale vangstaantallen. Er zijn 5 typisch rheofiele vissoorten gevangen. Geen enkele anadrome soort heeft tijdens de onderzoeksperiode van de vispassage Belfeld gebruik gemaakt. De onderzoeksperiode in het voorjaar was door de late oplevering van de vispassage niet optimaal om van een verhoogde paaimigratie van veel vissoorten te profiteren. Desondanks hebben relatief veel soorten over een brede lengterange (van 8 tot 79 cm) gebruik gemaakt van de vispassage Belfeld.

De vangsten in een zalmsteek benedenstrooms van het stuwcomplex Lith moesten in combinatie met een merkactie leiden tot een schatting van het benedenstroomse aanbod. Met behulp van een fuik zijn de salmoniden bemonsterd die gebruik hebben gemaakt van de vistrap. Met deze gegevens wordt een schatting van de efficiëntie van de vistrap gegeven. Tijdens het najaarsonderzoek bleek de nauwmazige fuik (24 mm) die in de zomer en het eerste deel van het najaar was ingezet de salmoniden in de vistrap niet efficiënt te vangen. Na de inzet van een fuik met grove mazen (77 mm) werden significant meer zeeforellen in de vistrap gevangen dan in een overeenkomstige voorliggende periode. Op basis van de korte waarnemingsperiode met de grofmazige fuik (10 etmalen) blijkt dat de vistrap Lith goed werkt voor zeeforel. De efficiëntie schattingen lopen op basis van verschillende benaderingen ver uiteen. De beste schatting die met de huidige resultaten wordt bereikt is een efficiëntie van ca. 70% voor zeeforel.

Tijdens het onderzoek zijn 93 zeeforellen gevangen. Schattingen van het zeeforel aanbod bij Lith gebaseerd op de zalmsteekvangsten leiden tot een totaal van ca. 200 exemplaren in 1993. Terugmeldingen van gemerkte zeeforellen door sportvissers tonen aan dat niet alle exemplaren in de zomerperiode stroomopwaarts migreren. In totaal zijn er 6 zalmen bij Lith gevangen. Door het hoge terugvangstpercentage van deze soort is het totale zalm aanbod in de Maas nauwelijks groter geweest. Zalm werd voornamelijk in het najaar gevangen.

De bekkenvistrap Belfeld is in staat om de barrièrewerking van het bijbehorende stuwcomplex te verminderen en aldus de vismigratie tussen de twee stuwpannen te bevorderen. In de huidige staat lijkt de bekkenvistrap Lith reeds een goede optrekvoorziening te vormen voor anadrome salmoniden die stroomopwaarts migreren.

Summary

Title: Fish migration through the pool-type fishways at the weirs Belfeld and Lith in the River Meuse

The suitability of two pool-type fishways in the river Meuse were examined in 1993. The upstream migration of fish through the fishway at the weir Belfeld was monitored between May 13 and June 14, 1993. Additional hydraulic measurements were taken from this fishway. The efficiency of the fishway at the weir Lith for sea trout and salmon was examined during summer and late autumn.

Measurements of the total water discharge, the water-levels above the overfalls and the horizontal swimming layer satisfy the conditions governing fishways. The water velocities exceed the target velocity of 1 m.s^{-1} . With a mean of 1.6 m.s^{-1} they are similar to water velocities of other fishways in the Netherlands.

In total 17.254 fishes were caught during the research period, consisting of 17 species. Bleak was far out dominant, counting for 88.2% of the total catch numbers. Five typical rheophilous species were caught. No anadromous species made use of the fishway during the research period. Due to the late date on which the fishway was delivered the study couldn't be carried out during the optimum period. The spawning migration of several species was already decreasing. Despite this fact a relative high number of species used the fishway over a broad length range (8 to 79 cm).

Catches in a salmon fyke downstream of the weir Lith combined with a mark-recapture experiment are used to estimate the total number of upstream migrating salmonids. With a special fyke the salmonids passing the fishway were collected. Both data are used to estimate the efficiency of the fishway. During the research in late autumn it became clear that the narrow meshed fyke used in the fishway (24 mm), which was also used in summer, did catch salmonids with a very low efficiency. The implementation of a fyke with large meshes (77 mm) revealed in significant higher catch numbers when compared with catches in a similar period in the fyke with the small meshsizes. The fishway appeared to work well for upstream migration of sea trout during the short period (10 times 24 hours) in which the fyke with the large meshes was used. Additional research in late autumn in 1994 confirms this short term observation. Due to several possible methods for estimating the efficiency of the fishway the final results diverge. The best estimate possible gives an efficiency of the fishway of 70 % for seatrout. During the research 93 specimens of seatrout were collected. Total estimates on basis of recaptures in the salmon fyke downstream of the weir give a total offer of circa 200 seatrout specimens in 1993. Recaptures of marked seatrout showed that not all individuals were migrating upstream in the summer. In total 6 salmons were caught during the experiments. Because of the high recapture rates it is not likely that many more salmons appeared at the weir Lith. Salmon was caught mainly in late autumn.

1. Algemene inleiding

De aanleg van vispassages bij barrières in de Maas vindt plaats in het kader van het programma Ecologisch Herstel Rijn en Maas (EHR). Het plan van aanpak is vastgelegd in het project 'Zalm terug in de Nederlandse rivieren' (Ministerie van LNV, 1993). Dit project wordt gezamenlijk door de ministeries van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Verkeer en Waterstaat uitgevoerd en voorziet in de aanleg van vispassages in de Rijn, Maas en Overijsselse Vecht. Deze vispassages worden aangelegd om voor zoveel mogelijk vissoorten de stroomopwaartse migratie te bevorderen. In de periode van 1989 tot en met 1994 zijn inmiddels 5 van de 7 stuwen in de Maas van een bekkentrap voorzien. In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek aan twee vistrappen in de Maas gepresenteerd. De bekkentrappen Lith en Belfeld zijn beide in 1993 onderzocht.

Sinds eind jaren '70 is het RIVO-DLO actief betrokken bij het onderzoek aan vispassages. De visoptrek is in diverse typen vispassages onderzocht (Cazemier & Muyres, 1981; Cazemier, 1990a,b; Heermans & Stolwijk, 1991a,b). Tevens zijn in 1993 aan alle Nederlandse bekkentrappen hydraulische waarnemingen gedaan om hun geschiktheid voor vismigratie te onderzoeken (Stolwijk et al., 1993). Het monitoren van de visoptrek heeft tot doel om vast te stellen welke vissoorten in welke hoeveelheden gebruik maken van de optrekvoorziening. De hydraulische karakteristieken worden getoetst aan specifieke (rand)voorwaarden waaraan een bekkentrap moet voldoen.

De vispassage bij de stuw Belfeld was de eerste in de reeks van vijf vispassages die tussen 1993 en 1997 worden aangelegd bij stuwcomplexen in de Maas. Naast Roermond en Sambeek (beiden gereed) wordt in 1995 Grave en wellicht in een later stadium de stuw bij Borgharen van een nieuwe vispassage voorzien. Omdat de vispassage bij Belfeld qua situering en gebruikte materialen afwijkt van reeds bestaande soortgelijke V-vormige bekkentrappen in de Maas bij Lith en Linne, is op verzoek van de Directie Groene Ruimte en Rekreatie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV-GRR) en Rijkswaterstaat Directie Limburg (RWS-Dir. Limburg) de werking van de vispassage Belfeld zo spoedig mogelijk na oplevering onderzocht.

Het stuwcomplex te Lith vormt de eerste barrière in de Maas voor anadrome vissoorten die vanuit zee naar stroomopwaarts gelegen paaigebieden migreren. Omdat ten tijden van het onderzoek de vistrappen Grave en Sambeek nog niet gereed waren is Lith de enige lokatie waar de relatie tussen vispassages en anadrome salmoniden kan worden onderzocht. Tussen 1987 en 1990 is bij dit stuw- en sluizencomplex een waterkrachtcentrale gebouwd. De hoofdstroom van de Maas bij Lith werd hierbij verplaatst van de zuidelijke naar de noordelijke oever. Migrerende vissen richten zich vooral op de hoofdstroom (Muyres, 1986; Larinier, 1992). Om de barrièrewerking van het complex voor migrerende vissoorten te verminderen is in 1990/1991 door de PGEM een vispassage aan de noordzijde gebouwd (Fig. 3.1).

De invalshoek bij beide onderzoeken (Belfeld en Lith) is duidelijk verschillend. Bij de vistrap Belfeld betreft het een evaluatie van de werking van een nieuwe generatie bekkentrappen. Het onderzoek bij Lith is gericht op het belang en de efficiëntie van de vispassage voor anadrome salmoniden. De onderzoeksopzet en de resultaten van beide onderzoeken worden dan ook in aparte hoofdstukken gepresenteerd en bediscussieerd. In een algemene afsluitende discussie worden de gemeenschappelijke inzichten die beide onderzoeken hebben opgeleverd besproken.

2. De bekkenvistrap Belfeld

2.1 Doel van het onderzoek

Door bepaling van de hydraulische karakteristieken en de monitoring van de visoptrek wordt de doelmatigheid van de bekkenvistrap Belfeld bepaald. De metingen aan de hydraulische karakteristieken zijn uitgevoerd volgens de meetmethoden die ook bij de hydraulische evaluatie van de andere vistrappen zijn gebruikt (Stolwijk et al, 1993). Doordat de vispassage pas in de tweede week van mei werd opgeleverd en er weinig tijd was een uitgebreid onderzoek te starten, met bijvoorbeeld merk-experimenten, is er gekozen voor een bemonstering van de optrekkende vis door de vispassage. Door de bovenstroomse opening van de vistrap met een fuik af te sluiten worden de vissen die in stroomopwaartse richting van de vistrap gebruik maken gevangen. De hoeveelheid en samenstelling van de vangsten in de fuik leveren een eerste indicatie over de doelmatigheid en het belang van de vispassage Belfeld als doortrek mogelijkheid naar bovenstrooms gelegen panden.

Om de hoeveelheid en de samenstelling van de vangsten in deze fuik enigszins te kunnen relateren aan de samenstelling van de visstand in het benedenstroomse pand worden de fuikvangsten vergeleken met de vangsten in twee ankerkuilen die benedenstrooms van de vispassage vissen. Daarnaast worden korvangsten die zijn verzameld tussen 1988 en 1992 tussen Belfeld en Sambeek gebruikt om een overzicht te krijgen van de samenstelling van het potentiële visaanbod.

De vragen die aan het onderzoek in Belfeld ten grondslag liggen zijn:

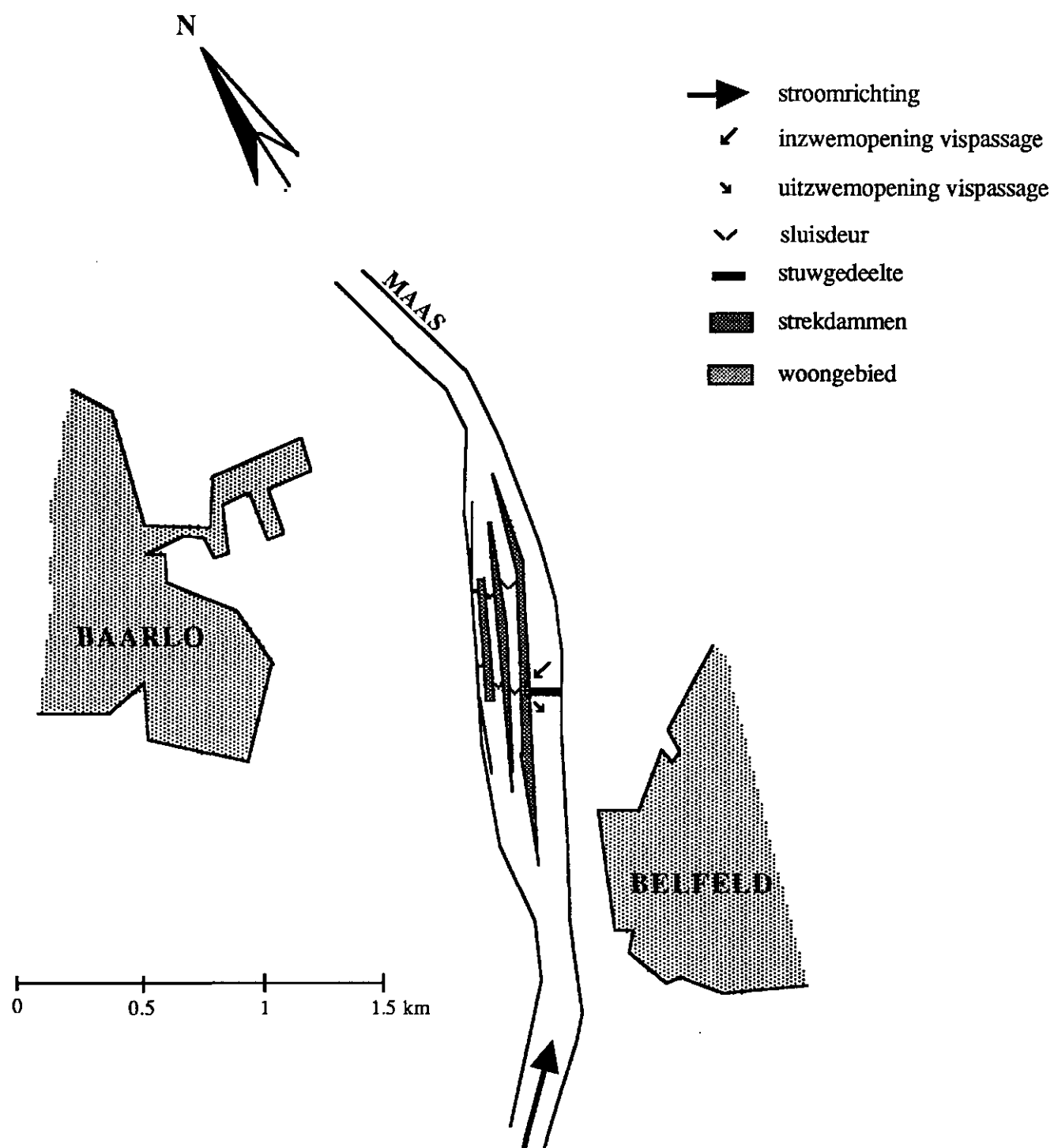
- Voldoen de hydraulische karakteristieken van de vistrap Belfeld aan de gestelde randvoorwaarden (zie bijlage 5)?
- Welke vissoorten maken tijdens de onderzoeksperiode gebruik van de vistrap Belfeld?
- In welke aantallen vindt de optrek van de diverse vissoorten plaats?
- Is er sprake van soort en/of lengte specifieke optrek door de vistrap?
- Is de vangstontwikkeling in de vistrap gecorreleerd met de watertemperatuur en/of het debiet?
- Bestaat er een relatie tussen de periodiciteit in het benedenstroomse visaanbod en de vangstontwikkeling in de vispassage?

2.2 Materiaal en methode

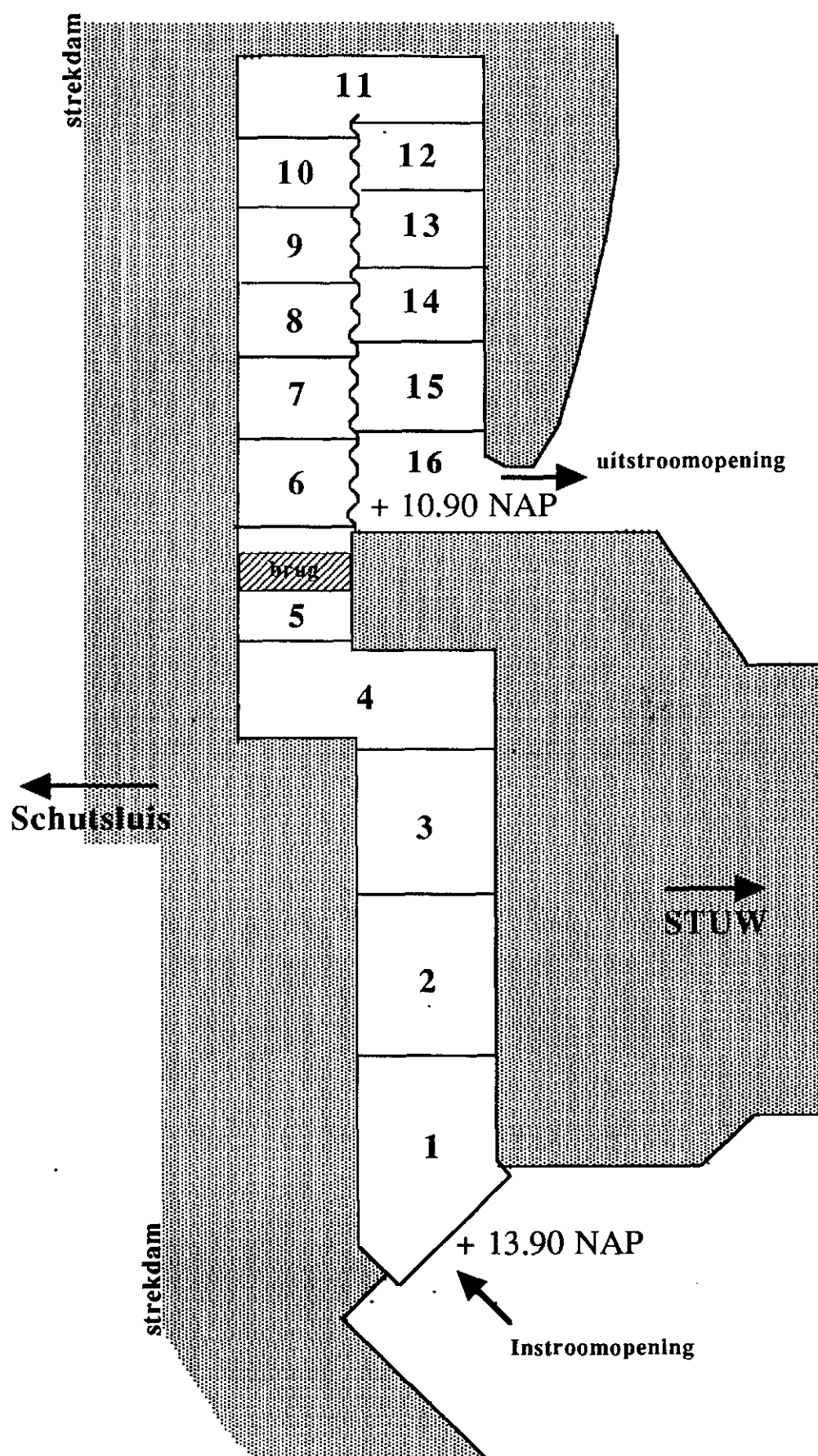
2.2.1 Beschrijving van de vispassage Belfeld

De vispassage Belfeld is van het type bekkenvistrap met V-vormige overlaten. Een type dat al geruime tijd in Nederland wordt toegepast in grote waterstromen (vgl. Linne, Lith, Overijsselse Vecht). De verschillen tussen de nieuwe vispassage Belfeld en de reeds bestaande bekkenvistrappen zijn het gebruik van stortsteen in draadkorven als bouw materiaal, het aanbrengen van sleuven in de overlaten (inclusief stroomremmende stenen) en het ontbreken van een oeverzone.

De vispassage Belfeld is gesitueerd in een strekdam tussen de schutsluizen en de stuw van het complex Belfeld (Fig 2.1). De trap bestaat uit 16 bekkens met een totale lengte van iets meer dan 200 m (Fig 2.2). De breedte van de bekkenvistrap is overal gelijk en bedraagt 9.90 m. Het niveauverschil dat door de vispassage bij de stuw Belfeld moet worden overbrugd bedraagt 3 meter. De 16 overlaten van de vispassage zijn zo ontworpen dat ze elk een hoogteverschil van ca. 20 cm overbruggen. Het diepste punt van de (asymmetrisch) V-vormig uitgevoerde overlaten is alternerend links of rechts uit het midden geplaatst. Zo wordt een remmende werking op de hoofdstroom verkregen. De lengte van de bekkens varieert van 10 tot bijna 23 meter. De diepte van de bekkens is maximaal 1.50 m met een gemiddeld waterpeil van 1 m. De uitstroomopening van de vispassage ligt pal onder de stuw en staat loodrecht op de rivier. De instroomopening is smal en diep zodat de lokstroom ver in de hoofdstroom van de Maas kan doordringen. De instroomopening is voorzien van een schuif waarmee de watertoevoer enigszins kan worden geregeld of kan worden dichtgezet ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden. Doordat er betrekkelijk weinig ruimte op de strekdam tussen stuw en schutsluizen was voor de aanleg van deze vispassage ontbreekt een talud en is de vispassage voor het overgrote deel uitgevoerd met rechtopstaande wanden. De overlaten (behalve de bovenste met de inlaatschuif) zijn aan weerszijden voorzien van verticale sleuven die tot op de bodem van het bekken doorlopen. Deze sleuven dienen om de variabiliteit in het overstortpatroon te vergroten en daarmee de passeerbaarheid te verhogen. Om de stroomsnelheden in de sleuven af te remmen zijn vlak voor en vlak na de sleuven grote zwerfkeien geplaatst. Tevens zijn meerdere grote stenen in de bekkens geplaatst om verzekerd te zijn van plaatsen met rustig water in de bekkens. Stortsteen in de schanskorven is als bouw materiaal aangewend om een met zo natuurlijk mogelijk materiaal te werken en toch voldoende stabiele dammen te realiseren.



Figuur 2.1 *Geografische ligging van de vispassage Belfeld.*
Figure 2.1 *Geographical position of the fishway Belfeld*



Figuur 2.2 *Schematische weergave van de vispassage Belfeld*
Figure 2.2 *Schematic view of the fishway Belfeld*

2.2.2 Hydraulische waarnemingen

Met behulp van meetmethoden die door het RIVO-DLO zijn ontwikkeld voor de evaluatie van vispassages zijn op 16 mei, 24 juni en 11 augustus de hydraulische karakteristieken van de vispassage Belfeld bepaald. De metingen omvatten de stroomsnelheden op vaste punten bij de overlaten, het waterniveau boven de overlaten en het niveauverschil tussen twee opeenvolgende bekkens. Met behulp van deze data worden het debiet en de horizontale doorzwemzones geschat. In bijlage 1 staan de meetpunten bij een overlaat afgebeeld en voor meer informatie over de metingen wordt verwezen naar Stolwijk et al. (1993).

Op gelijke wijze als de stroommetingen bij de overlaten zijn op 11 augustus ook de watersnelheden voor, in en na de sleuven gemeten. Per overlaat is bij één van de twee sleuven gemeten.

2.2.3 Monitoring van de visoptrek

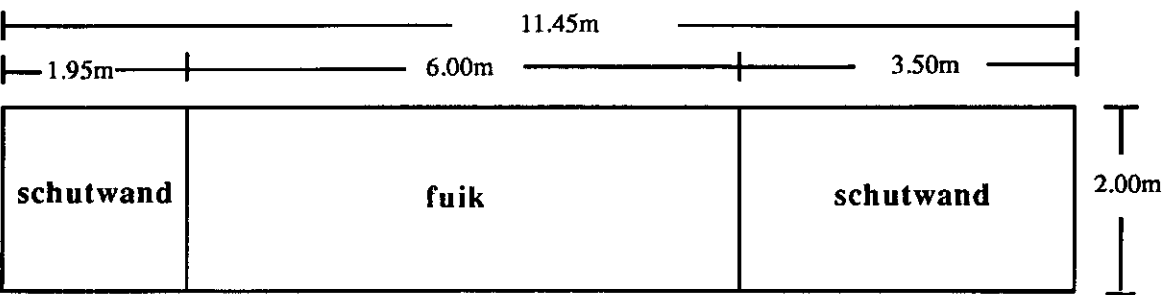
2.2.3.1 De fuik

De visoptrek door de vistrap is bemonsterd met behulp van een fuik die de hele bovenstroomse uitzwemopening afsluit. In een stalen wand is op 30 cm bovenstrooms van het laatste bekken, een speciaal U-vormig profiel aangebracht waarin een ijzeren raamwerk kan worden geplaatst. Dit raamwerk dient ter bevestiging van de fuik. De gehele overspanning ter plekke bedraagt 11.45 m. De waterdiepte bij de instroom van de eerste drempel is ca. 1.55 m.

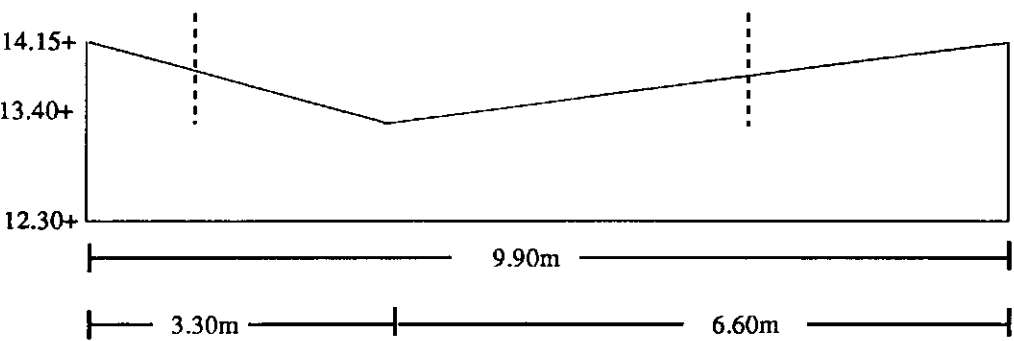
De maximale fuikopening is in verband met de handelbaarheid vastgesteld op 6 meter. Ter weerszijden van de fuik is derhalve schutwand aangebracht om het resterende gedeelte af te sluiten (Fig.2.3). Om met de asymmetrische ligging van het diepste punt van de overlaat rekening te houden zijn de afmetingen van de stukken schutwand dusdanig gekozen dat de fuikopening op de positie kwam waar het meeste water de overlaat passeerde. Het debiet van de vispassage wordt geschat tussen de 3 en 4 m³.s⁻¹. Hierdoor kon de maaswijdte van de fuik niet te klein worden gemaakt en is de gehele constructie uitgevoerd met een gestrekte maaswijdte van 24 mm (schutwand, voorstuk fuik en fuik zelf). De fuik heeft 5 hoepels en is voorzien van drie kelen. De totale lengte van het geheel is ca. 15 m. De hoogte van de opening is 2 meter zodat fuik en het schutwand ca 0.50 m boven het wateroppervlak uitsteken.

In figuur 2.4 is de opstelling ter plaatse weergegeven. Doordat de fuik tegenstrooms is opgesteld is er een anker (ca. 1000 kg) geplaatst op ca 30 meter van het bovenste bekken. Met het rondlopende touw (achtereinde fuik, door het oog van het anker, naar de achterkant van het werkschip) kon de fuik worden strakgetrokken of gevierd. Een winch was noodzakelijk om de fuik voldoende strak te kunnen zetten. Van de eerste hoepel liep een touw naar het werkschip zodat na het vieren de zak aan boord kon worden gehaald. De krachten op de fuik waren zo groot dat het noodzakelijk was om de vistrap voor het lichten eerst dicht te zetten om de druk van de waterstroom op het netwerk te verminderen.

Raamwerk

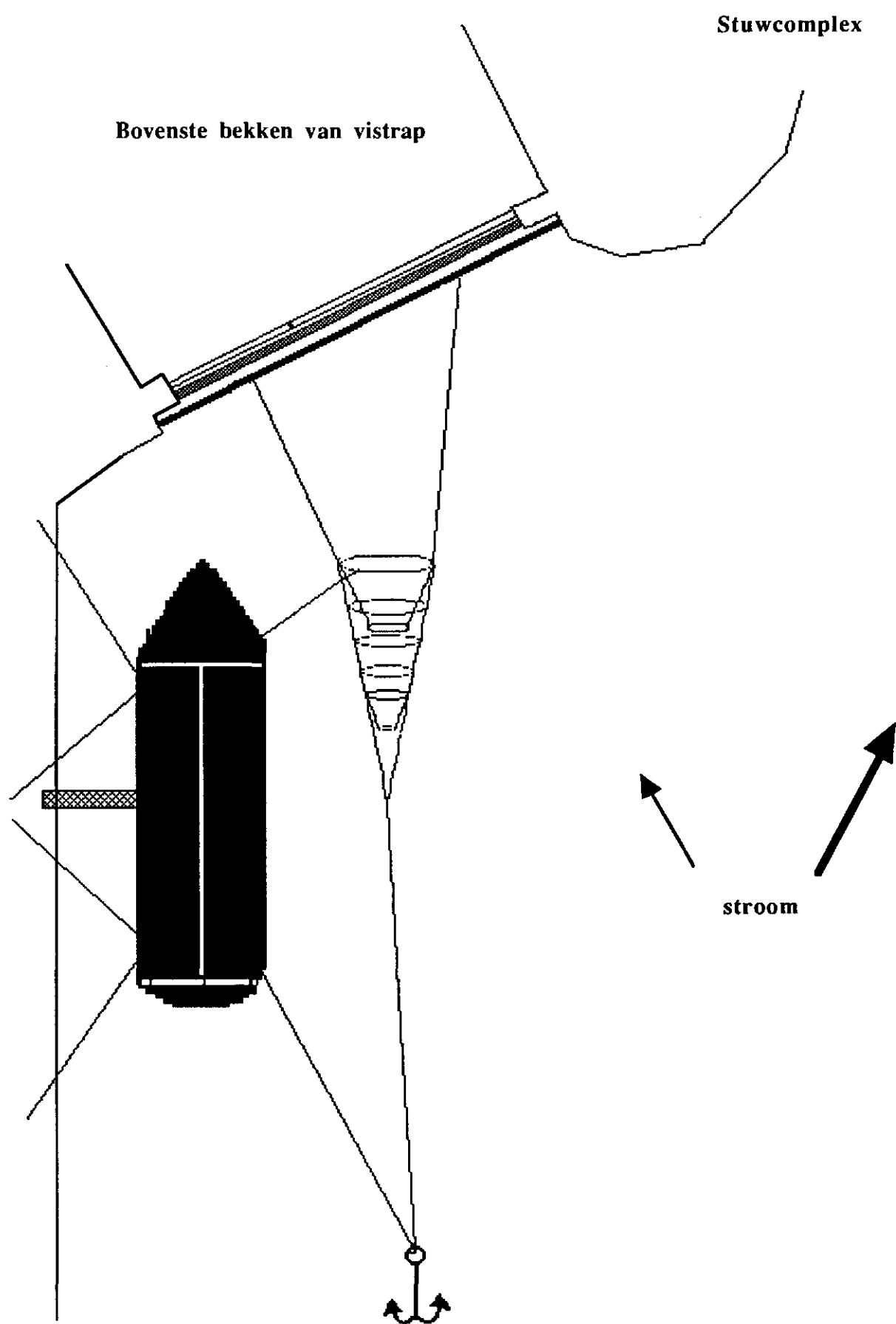


Bovenste overlaat vispassage



Figuur 2.3 Afmetingen en positionering van het raamwerk en de bovenste overlaat van de vispassage Belfeld

Figure 2.3 Dimensions and position of the framework of the fyke and the upper overfall of the fishway Belfeld.



Figuur 2.4 *Overzicht van de fuikopstelling en werkschip bovenstrooms van de vispassage Belfeld.*

Figure 2.4 *Fyke and working ship upstream of the fishway Belfeld.*

2.2.3.2 *Monstername van de vis*

De fuik is geplaatst op 13 mei 1993. Vanaf die datum is de fuik dagelijks één maal gelicht en geschoond door een vaste ploeg vrijwilligers van sportvisvereniging De Stuwkanter uit Belfeld. De vangsten uit de fuik werden in teilen met water opgeslagen en op soort gesorteerd. De lengtes zijn gemeten en ingevuld op turflijsten. Werd een soort in zeer hoge aantallen gevangen dan kon een subsample (op gewichtsbasis) worden genomen. Na verwerking werden de vissen zo spoedig mogelijk levend in het bovenstroomse pand teruggezet. Naast de waarnemingen aan vis werden het tijdstip van monstername, de visduur, de watertemperatuur en de weersomstandigheden genoteerd. Moeilijk te determineren soorten (vnl. salmoniden) werden gefotografeerd en daarna weer vrijgelaten. Na verwerking van de vangsten werd de fuik zo goed mogelijk schoongemaakt en opnieuw gezet. De fuik viste ongeveer 23 uur per etmaal. Als de fuik werd gelicht stond de vistrap dicht en kon de bovenste overlaat niet worden gepasseerd.

2.2.4 *Ankerkuil*

Circa 150 m benedenstrooms van de stuw Belfeld bevindt zich de vaste ankerkuilplaats van beroepsvisser N. Slabbers uit Linne. De twee ankerkuilen staan aan de westelijke oever van de Maas en vissen tesamen over een breedte van ca. 20 m. De maaswijdte in de zak is ca 14 mm. Omdat dhr. Slabbers een ontheffing heeft om in april/mei te mogen vissen met dit vistuig was hij al met zijn bedrijfsvoering bezig ten tijde van het onderzoek. De vangsten in de twee ankerkuilen zouden, rekening houdend met de grote verschillen tussen de fuik in de vispassage en de beide ankerkuilen, extra informatie kunnen verschaffen over de samenstelling en de periodiciteit in het aanbod van vis benedenstrooms van de stuw Belfeld. Beroepsvisser Slabbers wilde graag zijn medewerking verlenen aan het onderzoek en heeft gedurende mei en juni zijn dagelijkse vangsten in een logboek genoteerd. Naast de registratie van de dagvangsten zijn tevens een aantal malen gedurende deze periode de vangsten uit de ankerkuil gemeten om de lengtesamenstelling van de soorten te bepalen. De hoeveelheden aal worden in verband met de privacy van de meewerkende beroepsvisser niet nader gespecificeerd in de resultaten.

2.2.5 *Korvangsten*

In het kader van de Monitoring Grote Rijkswateren bemonstert het RIVO sinds 1987 onder andere de Maas met behulp van een 3 meter kor (Van der Land, 1993). De vangstgegevens van dit vistuig, verzameld in 1988, 1989 en 1992, zijn samengevoegd om een beeld te krijgen van de samenstelling van de visstand in het benedenstroomse pand tussen Belfeld en Sambeek. Alleen de soortsaamenstelling en de vangstaantallen worden gebruikt.

2.2.6 *Elektrische visserij in de bekkens van de vispassage*

Doordat de gekozen maaswijdte kleine vis en in het bijzonder jonge aal de mogelijkheid biedt door de mazen te ontsnappen is vanuit LNV-GRR verzocht of het mogelijk was de bekkens elektrisch af te vissen. Uit de lengtesamenstelling van de dieren in de vispassage kan afgeleid worden welk deel van de populaties die de vispassage passeren niet met de fuik worden gevangen. Het is niet bekend op welk tijdstip van de dag de migratie plaats vindt en hoeveel tijd de verschillende vissoorten nodig hebben om de vispassage te passeren. Deze variabelen

zijn van invloed op de uiteindelijke schatting van de dieren die niet kwantitatief met de fuik worden gevangen. Ondanks de restricties die aan deze eenmalige bemonstering zijn verbonden zijn op 1 juni alle bekkens in stroomafwaartse richting afgevist met een elektrisch schepnet (220Volt en ± 7 Ampère).

2.2.7 Vergelijking met andere waarnemingen aan vispassages

Tussen 1977 en 1979 heeft de Directie der Visserijen van het ministerie van LNV mede op verzoek van RWS de doelmatigheid van enkele vispassages in de Maas onderzocht. Ook in de oude vispassage Belfeld is destijds de optrekkende vis bemonsterd. Een conclusie van dit onderzoek was dat de afmetingen van de onderzochte vispassages in de Maas niet zijn afgestemd op een massale doortrek van vis (de Groot & Muyres, 1980). De vangstresultaten van dat onderzoek zullen worden vergeleken met de huidige resultaten. Recenter heeft het RIVO-DLO op een soortgelijke wijze als in het huidige onderzoek de vispassage in Linne onderzocht (Cazemier, 1990). De resultaten in Belfeld worden vergeleken met Linne.

2.3 Resultaten onderzoek Belfeld

2.3.1 Hydraulische waarnemingen

In bijlage 2 staan de resultaten van de hydraulische waarnemingen die zijn gedaan aan de vispassage Belfeld. Door de bouwwijze van de overlaten waren er aan de zijkanalen van de overlaten vrijwel geen beluchte delen aanwezig en zijn op de meetlocaties 4,5 en 6 geen waarnemingen verricht. De metingen op 16 mei zijn wegens tijdgebrek onvolledig. Slechts bij 8 overlaten zijn de stroomsnelheden gemeten. Op deze dag is wel aan de zijkanalen van de drempels bij meetpunten 4,5 en 6 de stroomsnelheid gemeten alhoewel deze punten niet belucht waren. Op 24 juni 1993 werd ten behoeve van werkzaamheden aan de stuw een iets verhoogde waterstand in het bovenstroomse pand gehandhaafd (14.18m + NAP). De debietschatting op 24 juni bedroeg $5.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Op 11 augustus is bij een waterniveau van 14.10m + NAP nogmaals een serie metingen verricht. Een debiet van $4.6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ kan als een normale afvoer door de vispassage worden beschouwd. De schatting van het debiet op 16 mei kwam bij een waterniveau van 13.96m +NAP tot $3.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

De gemiddelde stroomsnelheden op het diepste punt boven de overlaten liggen bij een afvoer van 4.6 tot $5.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ tussen de 1.5 en $1.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. De stroomsnelheid is bij de bovenste overlaten vaak hoger dan de meer stroomafwaarts gelegen overlaten. De iets lagere afvoer op 11 augustus ten opzichte van 24 juni gaf geen afname in de stroomsnelheden boven of na de overlaten. Bij de lagere afvoer op 16 mei liggen de snelheden boven de overlaten gemiddeld lager ($1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ op 16 mei versus $1.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ voor de 5 bovenste overlaten op 11 augustus). Aan de zijkanalen van de overlaten liggen de stroomsnelheden 0.2 tot $0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ lager dan in het midden. De snelheid van vallende water is op alle drie de monsterdagen vrij consistent met een waarde rond de $2.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

De waterhoogte op het diepste punt boven de overlaten varieert tussen 28 en 55 cm. Gecombineerd met de hoogteverschillen tussen de panden is de dikte van de horizontale doorzwemzone geschat. Behalve overlaat nr. 3 hebben alle overlaten een positieve doorzwemzone die wel in hoogte varieert. Overlaat nr. 3 realiseerde op alle onderzoeksdagen

de hoogste watersnelheden boven het diepste punt van de overlaat en heeft ook een negatieve horizontale doorzwemzone (zie bijlage 1).

De stroomsnelheden in de sleuven liggen ca 0.4 m.s^{-1} lager dan bij het diepste punt van de overlaten. Door de zwerfkeien ontstaat er een turbulente waterstroom nadat het water de sleuven heeft verlaten. Tussen de sleuven en de stroomafwaarts geplaatste zwerfkeien ontstaat, net zoals bij het vallende water na de overlaten, de grootste stroomsnelheid. Deze ligt bij de sleuven iets lager dan bij het diepste punt van de overlaten.

Uitgaande van een debiet van $4 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, een bekkendiepte van 1.2 m, een verval van 20 cm per overlaat, een breedte van de doorzwemopening van 7.5 m en een hoogte bij de doorzwemopening van 0.35 m zal volgens Larinier (1983) aangehaald in Riemersma & Quack (1991) de energievernietiging per volume-eenheid in Belfeld volgens formule 1 ongeveer 60 W.m^{-3} bedragen.

$$P/V = (9810 \times Q \times DH) / (L \times B \times D) \quad (1)$$

Waarin:

P/V = vermogen waarmee de stromingsenergie per volume-eenheid wordt vernietigd (W.m^{-3})

Q = debiet ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$)

DH = hoogteverschil tussen opeenvolgende bekkens (m)

L = bekkenlengte (m)

B = bekkenbreedte (m)

D = gemiddelde waterdiepte in de vispassage bij Q (m)

2.3.2 Hoeveelheid en samenstelling van de stroomopwaarts migrerende vis

De fuik heeft gevist van 13 mei t/m 14 juni 1993. Gedurende deze tijd is de fuik dagelijks, d.w.z. 32 maal gelicht. Behalve het feit dat op 2 juni bleek dat de zak niet goed was dichtgebonden hebben zich verder geen calamiteiten voorgedaan. In totaal zijn iets meer dan 17,000 vissen de vispassage gepasseerd en in de fuik terecht gekomen; gemiddeld een optrek van 540 exemplaren per etmaal. Zeventien soorten zijn in de fuik gevangen. Alver (*Alburnus alburnus*) is de meest dominante soort en vertegenwoordigt 88.2% van de totale vangstaantallen. Aal (*Anguilla anguilla*) en blankvoorn (*Rutilus rutilus*) zijn in grote aantallen gevangen. Ook baars (*Perca fluviatilis*) kwam regelmatig in de vangsten voor. Van de overige 13 soorten zijn in de hele onderzoeksperiode minder dan 20 exemplaren per soort gevangen. Een bijzondere soort in de vangst was een albino meerval (*Ictalurus punctatus*), beter bekend als channel catfish, waarschijnlijk afkomstig uit een visvijver.

Tabel 2.1

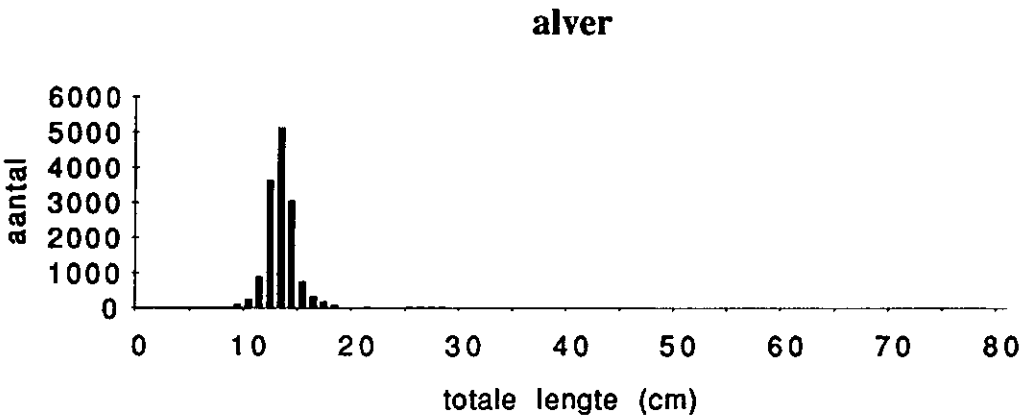
Overzicht van de soorten en vangstaantallen in de vispassage Belfeld tussen 13 mei en 14 juni 1993.

Table 2.1

Species and numbers caught in the fishway Belfeld between 13 May and 14 June 1993 (see appendice 6 for list of species). Appendix 6 gives the latin

soort	aantal
alver (<i>alburnus alburnus</i>)	14531
aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	1832
blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	668
baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	134
karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	19
riviergrondel (<i>Gobio gobio</i>)	18
brasem (<i>Abramis brama</i>)	13
pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	10
regenboogforel (<i>Oncorynchus mykiss</i>)	6
kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	6
serpeling (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	6
rietvoorn (<i>Scardinius erytrophthalmus</i>)	3
zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	3
kopvoorn (<i>Leuciscus cephalus</i>)	2
bronforel (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	1
barbeel (<i>Barbus barbus</i>)	1
meerval (<i>Ictalurus punctatus</i>)	1
totaal	17254

In de figuren 2.5 tot en met 2.8 staan de lengte-frequentie verdelingen van de 4 meest dominante soorten in de vangst.

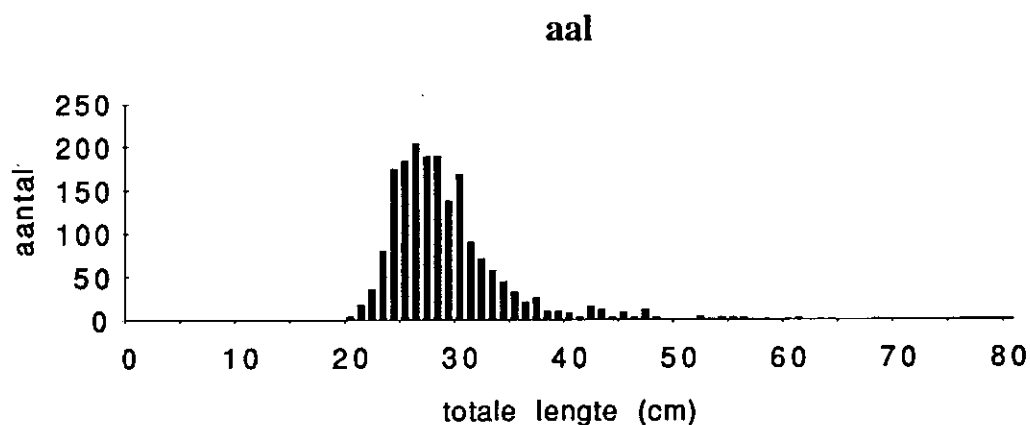


Figuur 2.5

Lengte-frequentie verdeling van alver gevangen in de vispassage Belfeld tussen 13 mei en 14 juni 1993.

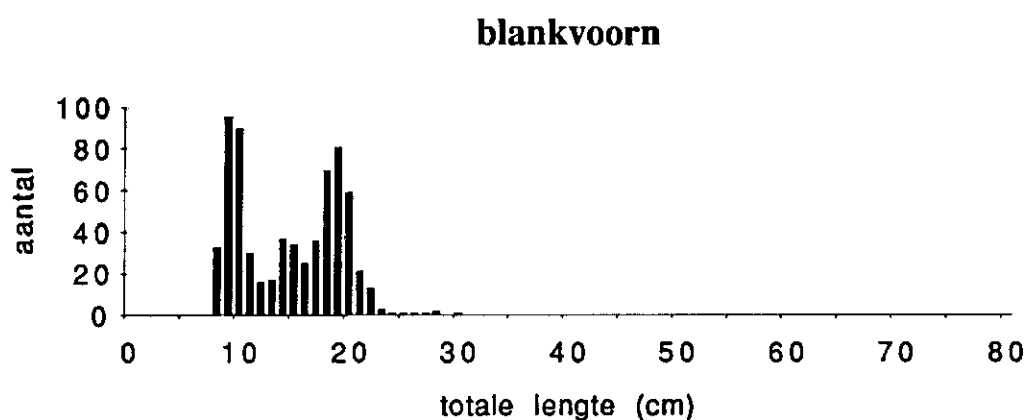
Figure 2.5

Length frequency distribution of bleak caught in the fishway Belfeld between May 13 and June 14, 1993



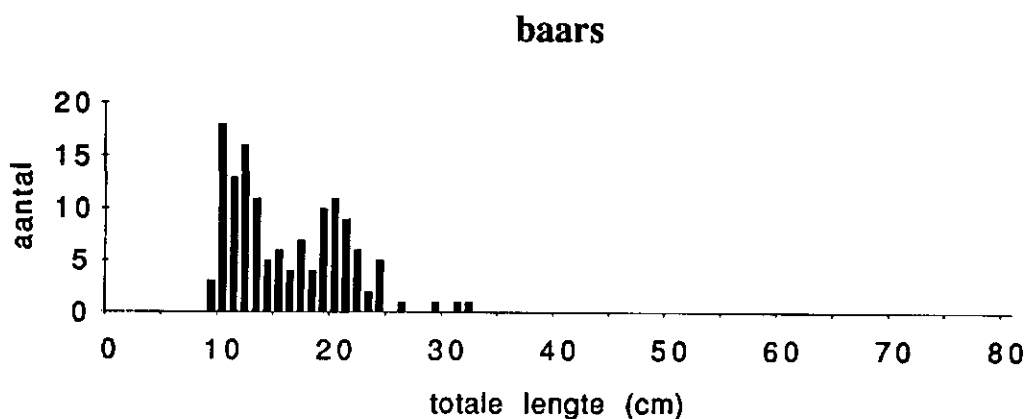
Figuur 2.6 *Lengte-frequentie verdeling van aal gevangen in de vispassage Belfeld tussen 13 mei en 14 juni 1993.*

Figure 2.6 *Length frequency distribution of eel caught in the fishway Belfeld between May 13 and June 14, 1993*



Figuur 2.7 *Lengte-frequentie verdeling van blankvoorn gevangen in de vispassage Belfeld tussen 13 mei en 14 juni 1993.*

Figure 2.7 *Length frequency distribution of roach caught in the fishway Belfeld between 13 May and 14 June 1993*



Figuur 2.8 *Lengte-frequentie verdeling van baars gevangen in de vispassage Belfeld tussen 13 mei en 14 juni 1993.*

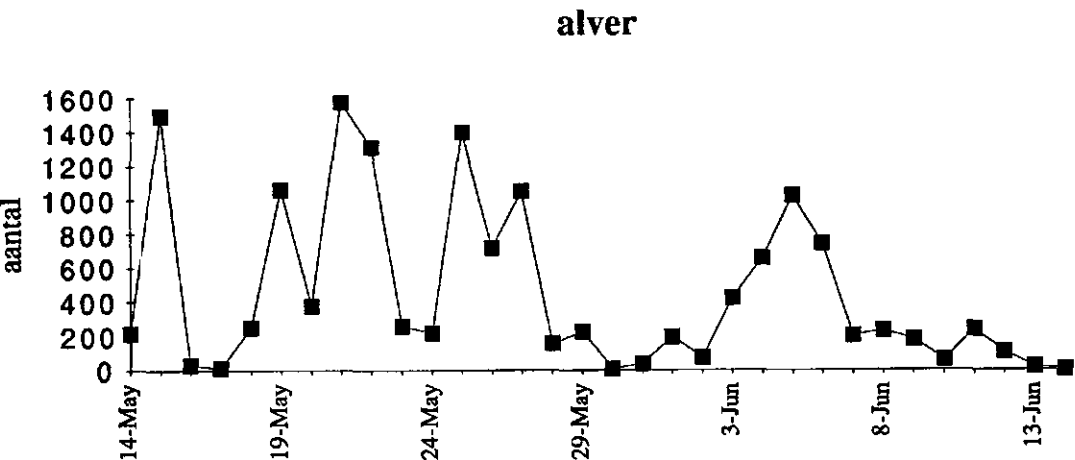
Figure 2.8 *Length frequency distribution of perch caught in the fishway Belfeld between May 13 and June 14, 1993*

Alver bestaat hoofdzakelijk uit één cohort met een lengte tussen de 8 en 19 cm. De lengte van 8 cm is de kleinste lengteklasse die in fuik is aangetroffen. Naast alver zijn ook blankvoorns en riviergrondels van 8 cm gevangen. Bij blankvoorn en baars (Fig. 2.7 en 2.8) zijn bij lengtes tussen de 8 en 22 cm duidelijk jaarklassen te onderscheiden. Van deze soorten is een substantieel deel van de populatie in staat de vispassage te passeren. Paling wordt vanaf 20 cm gevangen. Het grootste deel van de vangst is tussen de 20 en 40 cm (Fig.2.6).

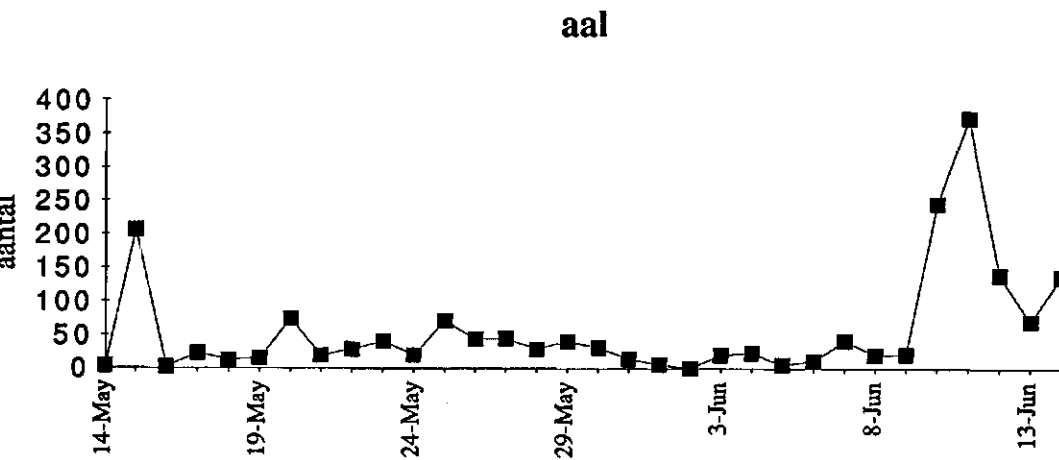
Van de overige soorten is het opvallend dat er 7 karpers (*Cyprinus carpio*) met een totaallengte tussen 67 en 78 cm zijn gevangen. De regenboog- en bronforellen zijn 19 tot 49 cm groot. In bijlage 3 zijn de lengte-frequentie verdelingen van alle soorten in tabelvorm vermeld.

2.3.3 Vangstontwikkeling in de tijd

In de figuren 2.9 tot en met 2.12 staan de dagelijkse vangstaantallen van de vier meest dominante soorten in de vangst.

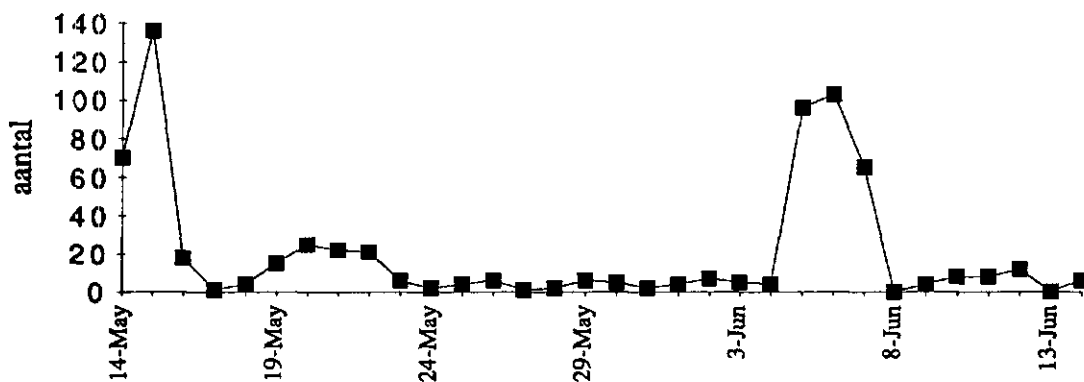


Figuur 2.9 *Dagelijkse vangstaantallen van alver in de vispassage Belfeld*
Figure 2.9 *Daily catch numbers of bleak in the fishway Belfeld*



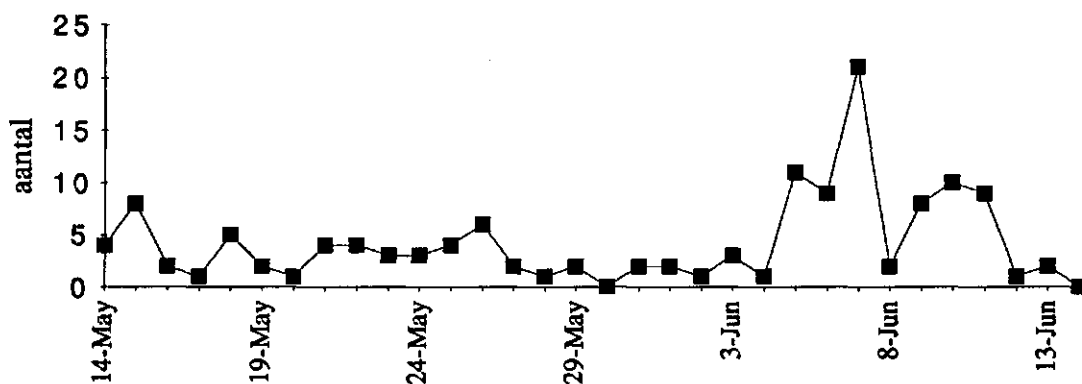
Figuur 2.10 *Dagelijkse vangstaantallen van aal in de vispassage Belfeld*
Figure 2.10 *Daily catch numbers of eel in the fishway Belfeld*

blankvoorn



Figuur 2.11 *Dagelijkse vangstaantallen van blankvoorn in de vispassage Belfeld*
Figure 2.11 *Daily catch numbers of roach in the fishway Belfeld*

baars



Figuur 2.12 *Dagelijkse vangstaantallen van baars in de vispassage Belfeld*
Figure 2.12 *Daily catch numbers of perch in the fishway Belfeld*

De variantie coëfficiënt (is de variantie gedeeld door het gemiddelde) van de wortel uit de dagelijkse vangstaantallen is een maat die gebruikt kan worden om de variabiliteit van de vangstaantallen voor verschillende soorten te vergelijken (Casselman, 1990). Deze varieert in Belfeld voor de vier meest gevangen soorten van 54% voor baars tot 84% voor blankvoorn. Baars vertoont de meest regelmatige doortrek met een gemiddelde van iets meer dan 4 dieren per etmaal (Fig. 2.12). Op het einde van het experiment worden meer baarzen gevangen tot een maximum van 21 dieren per etmaal. Alver lijkt in scholen de vispassage te passeren (Fig. 2.9). Gemiddeld over de hele periode zijn de alvervangsten desondanks vrij constant (variantie coëfficiënt is 63%) en wordt een gemiddelde optrek van 454 dieren per etmaal bereikt. Op het einde van het experiment (vanaf juni) nemen de alvervangsten af en lijkt de migratieactiviteit van deze soort te verminderen. Aal en blankvoorn vertonen beide een verhoogde doortrek bij de start van het onderzoek (Fig. 2.10 en 2.11). Tussen 4 en 8 juni treedt een tweede piek op in de vangstaantallen voor blankvoorn. Bij aal is er een duidelijk verhoogde intrek tussen 9 en 13 juni.

In figuur 2.13 is het verloop van de watertemperatuur en de waterstand in het bovenstroomse pand bij het stuwcomplex Belfeld voor de maanden mei en juni weergegeven.

De waterstanden zijn slechts op één tijdstip van de dag gemeten en zijn door fluctuaties in afvoer binnen een etmaal niet meer dan indicatief voor de mogelijke waterafvoer op de desbetreffende datum. De correlaties tussen de vangstaantallen van de vier meest gevangen soorten met de waterstand en watertemperatuur staan in tabel 2.2.

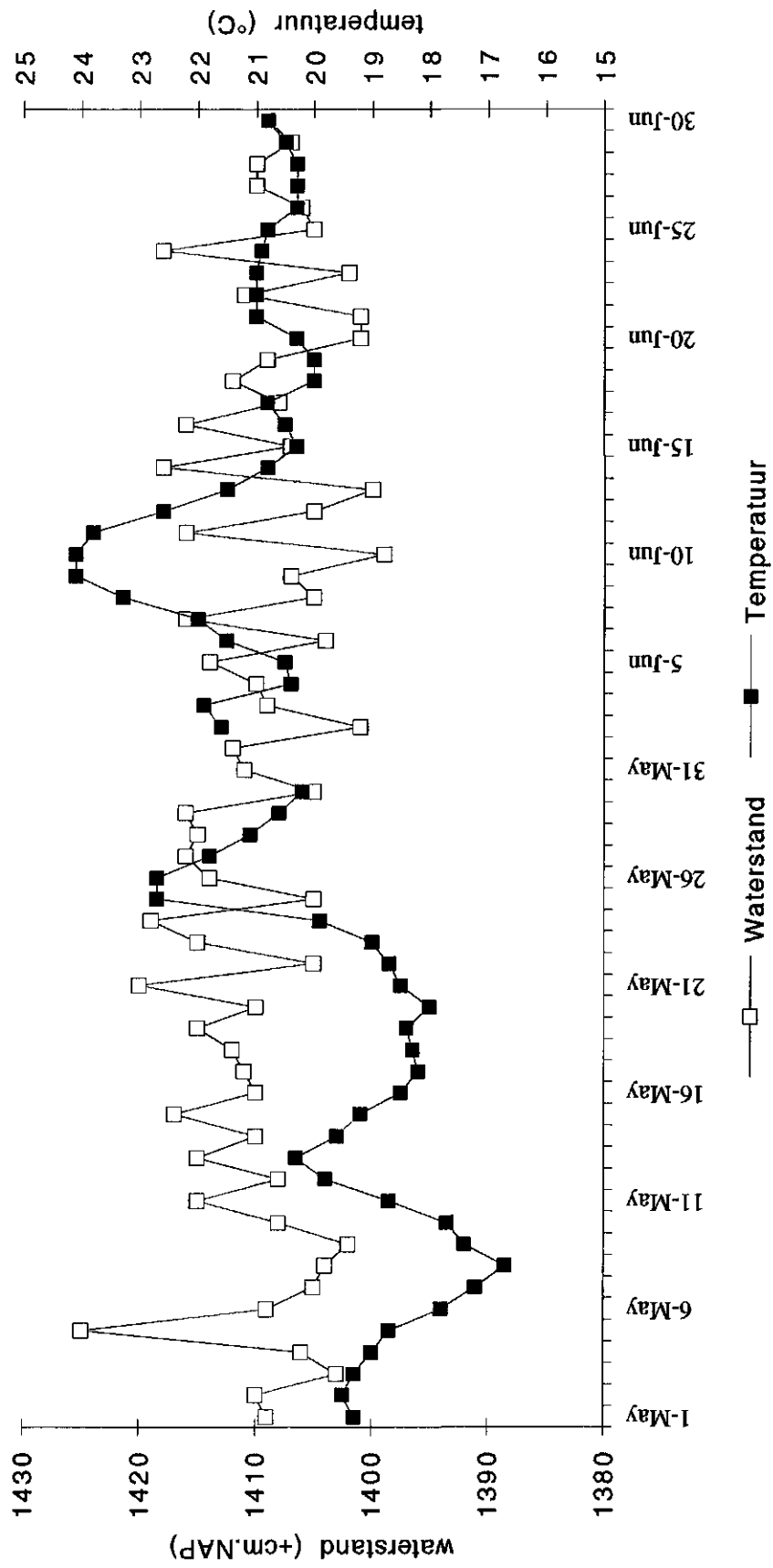
*Tabel 2.2 Correlatiecoëfficiënten tussen de dagelijkse vangstaantallen van alver, aal, blankvoorn en baars en de waterstand en watertemperatuur bij het stuwcomplex Belfeld (** P<0.95; * P<0.90).*

*Table 2.2 Correlation coefficients between the daily catch numbers of bleak, eel, roach and perch and the waterlevel (waterstand) and water temperature (temperatuur) at the weir Belfeld (** P<0.95; * P<0.90).*

soort	waterstand	temperatuur	
alver	0.249	-0.210	
aal	0.024	0.401	**
blankvoorn	0.133	-0.170	
baars	0.098	0.325	*

De vangstaantallen van aal en baars zijn in de onderzoeksperiode significant positief gecorreleerd met de watertemperatuur. Bij stijgende watertemperaturen mag voor beide soorten een toenemende migratie over de vispassage worden verwacht. Tussen de waterstand en de vangstaantallen is voor geen enkele soort een significante correlatie aangetoond. Er lijkt sprake van een verband tussen de waterstand en de doortrekkende beweging van alver. Ten aanzien van de relatie tussen watertemperatuur en de migratieactiviteit van de diverse soorten is in de figuren 3.5, 3.7 en 3.8 de verhoogde watertemperatuur tussen 3 en 9 juni, gereflecteerd in een verhoging van de vangstaantallen van alver, blankvoorn en baars.

Voor aal is er wellicht nog een andere factor die de vangstontwikkeling verklaard. De praktijk van de beroepsvisserij leert dat er bij afgaande maan (is de periode van volle maan, laatste kwartier naar nieuwe maan) een duidelijke toename van de vangsten plaats vindt. Dit fenomeen is waarschijnlijk ook de oorzaak van de twee piekvangsten van aal (Fig. 2.10) die optreden tijdens het onderzoek. Beide pieken vallen gelijk met het laatste kwartier van de maan (13 mei en 12 juni).



Figuur 2.13 Dagelijkse ontwikkeling van de waterstand (cm + NAP) en de watertemperatuur bij de stuw in Belfeld.
 Figure 2.13 Daily water levels (cm + NAP) and watertemperatures at the weir Belfeld

2.3.4 Vergelijking van de vangsten met het aanbod van vis.

2.3.4.1 Inleiding

De ankerkuil en korvangsten worden gebruikt om een beeld te scheppen van het potentiële aanbod van vis in het benedenstroomse pand van de vispassage Belfeld. De vangsten uit drie verschillende vistuigen die elk met hun eigen selectiviteit en inspanning hebben gevist kunnen alleen onderling worden vergeleken om algemene relaties en/of tendensen vast te stellen.

Als eerste worden de soortssamenstelling en de aantalsverhoudingen tussen de soorten voor de drie vangtuigen besproken. Daarna wordt de vangstontwikkeling in de ankerkuil vergeleken met de vangsten in de vispassage. Als laatste wordt de lengtesamenstelling van de soorten in de ankerkuil vergeleken met de lengtes in de vispassage.

2.3.4.2 Soortssamenstelling en vangstaantallen

In tabel 2.3 op de volgende bladzijde staan de soorten en vangstaantallen in de vispassage, ankerkuil en korvangst weergegeven.

Van de in totaal 31 soorten die zijn gevangen zijn er 17 gedurende het onderzoek in de fuik aangetroffen. Alver en in mindere mate karper werden naar verhouding met de vangsten in de overige vistuigen in grote aantallen gevangen. Vergelijkbare resultaten tussen de drie vangtuigen zijn aanwezig voor baars en blankvoorn. Dit zou er op kunnen duiden dat de vispassage voor deze vier soorten geen belemmering vormt. Er is in de vispassage veel aal gevangen. Alle overige soorten werden niet of in beduidend lagere aantallen in de fuik gevangen dan in de overige vistuigen. Brasem, kolblei en kopvoorn zijn cypriniden waarvan de paai al was begonnen. Voor snoekbaars, snoek en winde was de paaitijd al ruimschoots voorbij en is het ontbreken van deze soorten in de visfuik niet verwonderlijk.

Tabel 2.3 Soortssamenstelling en aantallen van de vangsten in de vispassage (verzameld tussen 13 mei en 14 juni), de ankerkuil (totaalvangsten van mei en juni) en het totaal van de korvangsten (verzameld in 1988, 1989 en 1992) in het pand benedenstrooms van de vispassage.

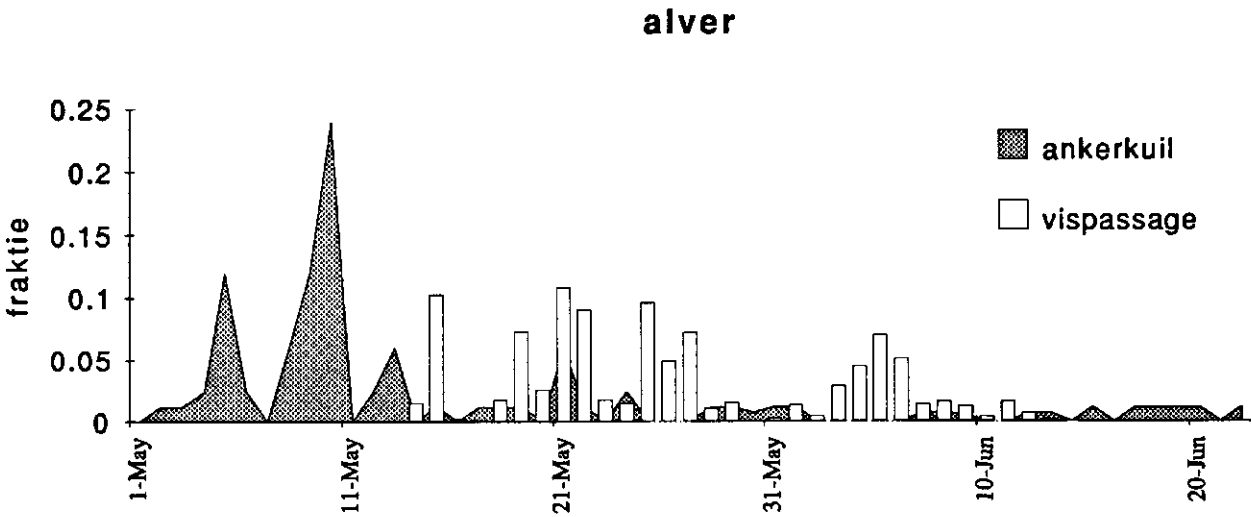
Table 2.3 Species composition and catch numbers of the catches in the fishway (between May 13 and June 14), the stow nets (total catch May and June) and beamtrawl catches (1988, 1989 and 1992) in the reach downstream of the weir (see appendice 6 for list of species).

	Vistrap	Ankerkuil	Kor
aal (<i>anguilla anguilla</i>)	1832	>1000	25
alver (<i>Alburnus alburnus</i>)	14531	834	77
baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	134	157	323
barbeel (<i>Barbus barbus</i>)	1	15	1
beekforel (<i>Salmo trutta fario</i>)		13	
blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	668	433	405
brasem (<i>Abramis brama</i>)	13	364	880
bronforel (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	1	2	
3-stekelbaars (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)		3	
giebel (<i>Carassius auratus gibelio</i>)		2	
karper (<i>Cyprinus carpio</i>)	19	5	
kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)	6	68	13
kopvoorn (<i>Leuciscus cephalus</i>)	2	39	
meerval (<i>Silurus glanis</i>)	1		
hybride (<i>cypriniden</i>)			8
pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)	10	198	944
regenboogforel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	6	5	
rietvoorn (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	3	21	
riv. donderpad (<i>Cottus gobio</i>)		8	58
riviergrondel (<i>Gobio gobio</i>)	18	137	196
rivierprik (<i>Lampreta fluviatilis</i>)		2	
serpeling (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	6		
sneep (<i>Chondrostoma nasus</i>)			4
snoek (<i>Esox lucius</i>)		9	3
snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)		121	149
spiering (<i>Osmerus eperlanus</i>)		29	32
winde (<i>Leuciscus idus</i>)		22	1
zeeforel (<i>Salmo trutta trutta</i>)		23	
zeelt (<i>Tinca tina</i>)	3	15	
zeeprik (<i>Petromyzon marinus</i>)		3	
zonnebaars (<i>Lepomis gibbosus</i>)		2	

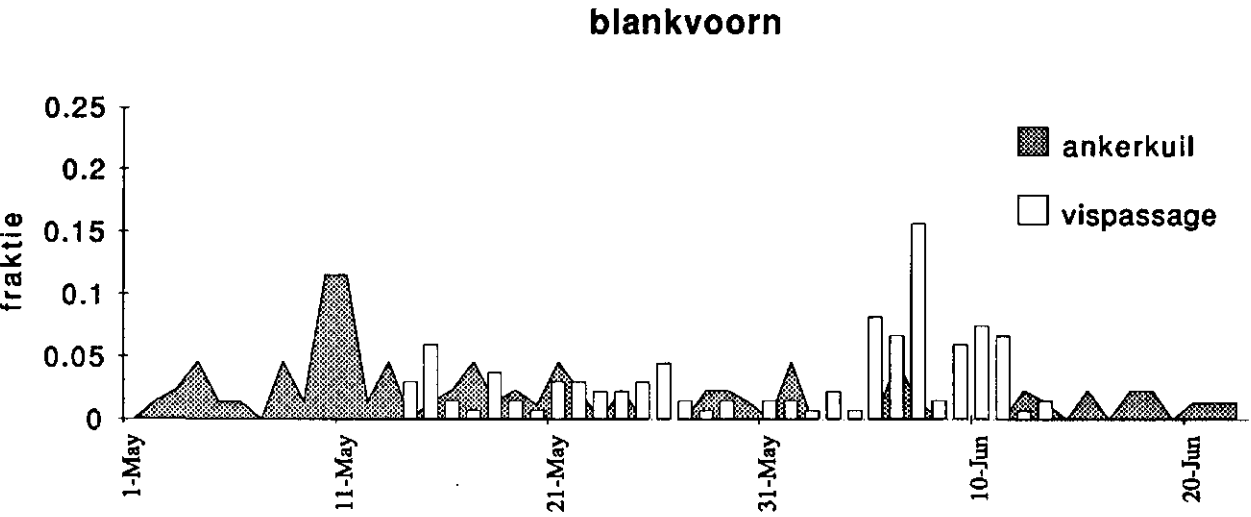
Uit de ankerkuilvangsten valt af te leiden dat een hoeveelheid salmoniden zich voor de stuw Belfeld ophoudt. Regenboogforel en bronforel zijn in de onderzoeksperiode in de vispassage gevangen. Geen enkele zee/beekforel is in de fuik terecht gekomen. De drie zeeprikken die in de ankerkuil zijn gevangen zijn alle drie in de eerste week van mei gevangen. Toen het onderzoek halverwege mei van start ging was de trek van zeeprik al ten einde.

2.3.4.3 Vergelijking van vangsten in de ankerkuil met de vangsten in de vispassage

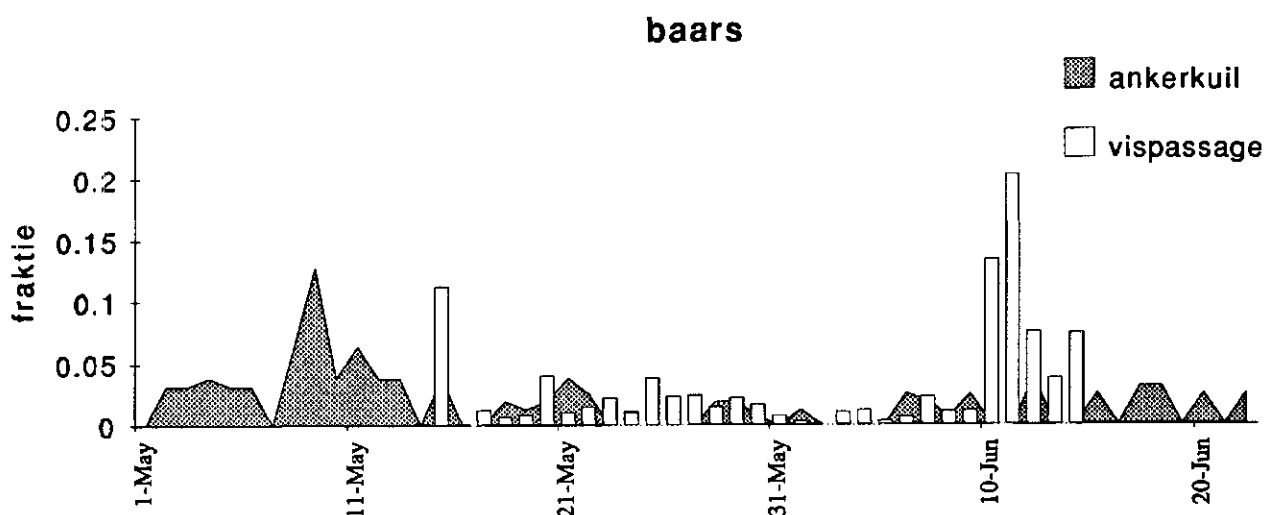
De ontwikkeling van de vangsten in de vispassage en ankerkuilen konden alleen voor alver, blankvoorn en baars worden vergeleken. De aal dagvangsten zijn niet doorgegeven en van de overige soorten zijn de aantallen te laag om een zinvol vergelijk uit te voeren. In figuur 2.14 t/m 2.16 staat de vangstontwikkeling voor deze drie vissoorten in beide vistuigen weergegeven.



Figuur 2.14 *Relatieve dagvangsten van alver in de ankerkuil en de vispassage Belfeld.*
Figure 2.14 *Relative daily catch of bleak in the stow nets and the fishway belfeld*



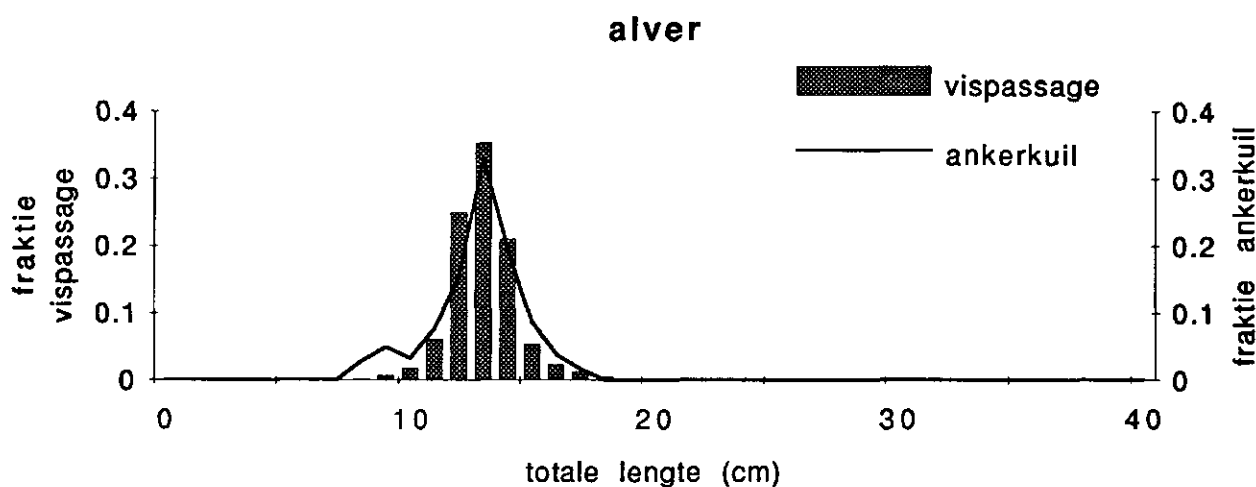
Figuur 2.15 *Relatieve dagvangsten van blankvoorn in de ankerkuil en de vispassage Belfeld.*
Figure 2.15 *Relative daily catch of roach in the stow nets and the fishway belfeld*



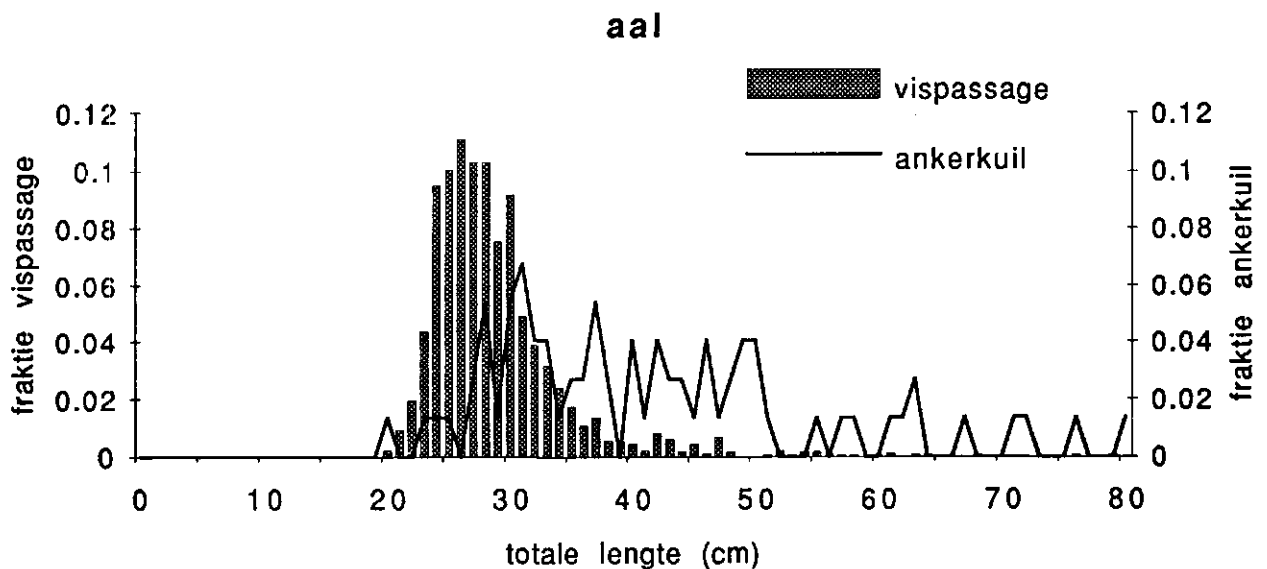
Figuur 2.16 *Relatieve dagvangsten van baars in de ankerkuil en de vispassage Belfeld.*
Figure 2.16 *Relative daily catch of perch in the stow nets and the fishway Belfeld*

De vangsten in de ankerkuil zijn het hoogst in de eerste twee weken van mei voor alle drie de vissoorten. Er was in deze periode geen sprake van een sterk verhoogde waterafvoer (Fig. 2.13) die de hoge vangsten zou verklaren. Wel was destijds de vispassage nog niet gereed en heeft voor slechts een korte tijd tussen 1 en 11 mei proefgedraaid. Waarschijnlijk vond in deze periode een opeenhoping van vis plaats voor de stuw Belfeld. Na de definitieve oplevering van de vispassage nemen de vangsten van alver, blankvoorn en baars in de ankerkuil sterk af.

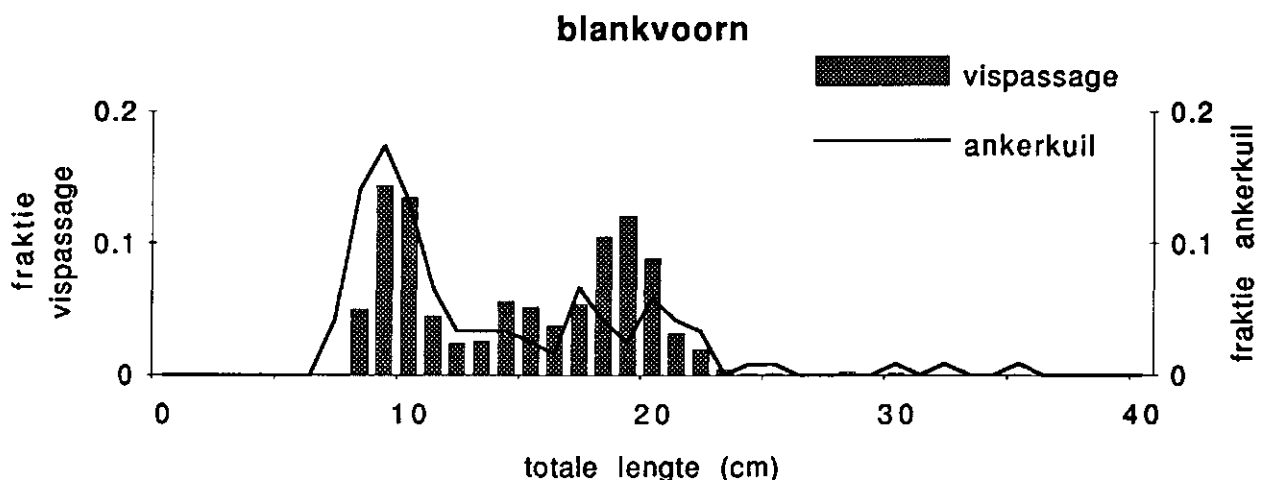
In de figuren 2.17 tot en met 2.19 wordt de lengtesamenstelling van alver, aal en blankvoorn in de vispassage vergeleken met de lengtesamenstelling in de ankerkuilen. Dit gebeurt op basis van relatieve lengte-frequentie verdelingen.



Figuur 2.17 *Relatieve lengte-frequentie verdeling van alver in de vispassage en ankerkuil.*
Figure 2.17 *Relative length frequency of bleek in the stow nets and the fishway*



Figuur 2.18 *Relatieve lengte-frequentie verdeling van aal in de vispassage en ankerkuil.*
Figure 2.18 *Relative length frequency of eel in the stow nets and the fishway*



Figuur 2.19 *Relatieve lengte-frequentie verdeling van blankvoorn in de vispassage en ankerkuil.*
Figure 2.19 *Relative length frequency of roach in the stow nets and the fishway*

De lengte-frequentie verdelingen van alver zijn in beide vistuigen vrijwel gelijk (fig. 3.13). Alvers kleiner dan 11 cm worden in de ankerkuil in relatief hogere aantallen gevangen dan in de fuik. Bij blankvoorn doet zich hetzelfde fenomeen voor. De lengteklassen tussen 8 en 12 cm zijn sterker vertegenwoordigd in de ankerkuilvangsten (fig.3.15). De lengte-frequentie verdeling van aal uit de ankerkuil is geaccidenteerd doordat er veel lengteklassen en niet zoveel metingen zijn. De alen die de vispassage opzwemmen zijn duidelijk kleiner dan de dieren die in de ankerkuil worden gevangen (Fig 3.14).

2.3.5 Resultaten van het elektrisch bevissen van de bekkens

Op 1 juni zijn 13 van de 16 bekkens afgevisd met het elektrische schepnet. De twee onderste bekkens stonden te ver onder water om effectief met dit vistuig een opname te kunnen doen. In totaal zijn er 129 vissen gevangen verdeeld over 10 soorten en twee kleine niet verder gedetermineerde cypriniden.

Tabel 2.4 Resultaat van de elektrische bevissing in 13 bekkens van de vispassage Belfeld op 2 juni 1993.

Table 2.4 Results of the electrical fishery in 13 pools of the fishway Belfeld on 2 June 1993 (see appendice 6 for a list of species)

bekkennr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Totaal
grondel	3	1		6	1				1	8	27			47
aal	2					3				4	6	1	4	20
blankvoorn					1					9	7	8	1	26
alver	2			1	1				1	3	11			19
baars											2	4		6
pos					1				1	1	2			5
kopvoorn											1			1
rietvoorn				1										1
zee/beekforel	1													1
beekforel	1													1
cypriniden	2													2
Totaal	11	1	0	8	4	3	0	0	3	25	56	13	5	129

Het totale aantal vissen dat in de bekkens verblijft is laag. Rivergrondel komt relatief veel voor in de vispassage. De hoeveelheden aal en alver zijn erg laag in verhouding tot de dagelijkse fuikvangsten. Een reden om te veronderstellen dat beide soorten in staat zijn de vispassage snel te passeren. In de laagste bekkens is de visdichtheid hoger dan in meer stroomopwaarts gelegen bekkens. Dit fenomeen werd ook waargenomen in Linne (Cazemier, 1990) en andere vispassages. Het betreft hier waarschijnlijk dieren die niet specifiek stroomopwaarts migreren maar al zoekende naar voedsel vanuit de hoofdstroom in de vispassage zijn gezwommen.

De twee forellen in het bovenste bekken doen vermoeden dat deze dieren wel verder wilden maar door de aanwezigheid van het netwerk zijn tegengehouden. Dit vermoeden wordt bevestigd door de waarneming dat drie dagen vóór de elektrisch bevissing van de vispassage tot tweemaal toe een forelachtige uit de inzwemopening van de fuik terugsprong in het bovenste bekken van de vispassage.

Vier van de 20 palingen zijn kleiner dan 20 cm (16-18 cm). De lengtes van de overige 16 stuks kwamen overeen met de reguliere vangsten in de vispassage. De lengte van de riviergrondel in de bekkens is vrijwel gelijk aan de lengtesamenstelling in de fuik. De zee- of beekforel die in het bovenste pand is gevangen was slechts 16 cm en kon niet met zekerheid tot een van beide soorten worden gedetermineerd. De beekforel was 38 cm. Van de overige soorten zijn geen bijzondere lengtes waargenomen die afwijken van de vangsten in de fuik. De twee cypriniden die niet zijn gedetermineerd waren 3 cm lang. Waarschijnlijk zijn deze twee exemplaren van bovenaf ingespoeld omdat zich aan de bovenstroomse zijde van de uitstroomopening zich grote scholen jonge cypriniden bevonden.

2.3.6 Vergelijking met ander vistrappenonderzoek

In tabel 2.5 staan de gemiddelde vangstaantallen per etmaal voor het onderzoek 1977-1979 en het huidige onderzoek in 1993 weergegeven.

Tabel 2.5 *Gemiddeld vangstaantal per etmaal van het onderzoek bij de oude vispassage Belfeld tussen 1977 en 1979 en het huidige onderzoek in 1993 bij de nieuw aangelegde vispassage. Alle waarnemingen zijn gedaan tijdens de voorjaarstrek (april-juni).*

Table 2.5 Mean catch per 24 hours numbers in the old fishway at the weir Belfeld between 1977 and 1979 and the current results. All observations were made during spring (April-June; see appendice 6 for a list of species).

jaar aantal etmalen	1977	1978	1979	1993
	98	62	73	32
Katadroom				
aal	34.5	5.7	9.0	57.3
Anadroom				
zeeprik	0.0			
zeeforel	0.0	0.0	0.0	
spiering			0.0	
Rheofiel				
barbeel	0.1			0.0
sneep	0.0		0.0	
kopvoorn	0.0			0.1
serpeling	0.1	0.0	0.1	0.2
regenboogforel				0.2
bronforel				0.0
beekforel	0.0			
Ubiquistisch				
riviergrondel	0.0			0.1
pos	0.0			0.3
blankvoorn	20.7	5.0	21.3	20.9
rietvoorn	0.0	0.0		0.1
alver	49.5	57.1	18.4	454.1
baars	9.6	6.4	2.7	4.2
brasem	0.2	0.0	1.1	0.4
kolblei	0.3		0.1	0.2
Stagnofiel				
zeelt	0.0	0.0	0.1	0.1
karper	0.1			0.6
giebel	0.4	0.0		
meerval				0.0
Totaal	115.7	74.3	53.0	539.2

Aal en alver trekken in de nieuwe situatie in grotere aantallen over de vispassage dan in het verleden. Uit de vangstgegevens bij Linne (Cazemier, 1990) blijkt dat alle cypriniden, aal en spiering vóór 14 mei hun maximale doortrek hebben bereikt. Het onderzoek tussen 1977 en 1979 in Belfeld heeft deze piekperiodes wel bemonsterd terwijl het huidige onderzoek te laat in het seizoen van start heeft kunnen gaan om deze periode van verhoogde migratie in de monitoring op te nemen. 5 Typisch rheofiele soorten hebben van de vispassage Belfeld gebruik gemaakt. Van de specifieke trekvissoorten is daarentegen alleen aal gevangen. Verder

is de grote jaarlijkse variatie die bij het onderzoek in 1977-1979 optreedt van belang. Zowel de soortsaamenstelling varieert sterk alsmede de aantallen waarin de diverse soorten zijn gevangen.

2.4. Discussie

2.4.1 *Hydraulische evaluatie van de vispassage Belfeld*

Bij het ontwerp van de vispassage Belfeld zijn de randvoorwaarden zoals ze zijn beschreven in diverse rapporten goed in acht genomen. De lokatie van de inzwemopening vlak langs het Stoney gedeelte van de stuw, direct in de hoofdstroom, is volgens Larinier (1992) een goed gekozen positie om de stroomopwaarts zwemmende vis naar de inzwemopening van de vispassage te leiden. Het debiet van de vispassage van 3 tot 5 m³.s⁻¹ is 1.5 tot 3% van het totale debiet van de Maas en ligt iets lager dan de 3 tot 5% die door Bell & Hildebrand (1979) wordt geadviseerd. Het gemiddelde verval van 20 cm per overlaat valt binnen de streefwaarde van 15-30 cm voor niet-salmoniden (Riemersma & Quack, 1991). De energiedemping van de bekkens in Belfeld is ongeveer 60 W.m⁻³. Deze waarde ligt ruim binnen de gestelde limiet van 150 tot 200 W.m⁻³ voor respectievelijk cypriniden en salmoniden vissoorten. Een overschrijding van deze limietwaarden leidt tot turbulente waterbewegingen in de passage waardoor dieren gedesoriënteerd kunnen raken.

De geadviseerde stroomsnelheid in bekkentrappen van maximaal 1 m.s⁻¹ op het diepste punt boven de overlaat is een streefwaarde die in de meeste bekkentrappen wordt overschreden (Stolwijk et al., 1993) en ook gezien de optrek van vis bij hogere snelheden ter discussie staat. De stroomsnelheden bij de waterstand op 24 juni en 11 augustus lagen beduidend boven deze 1 m.s⁻¹. Op 24 juni ligt bij 6 van de 14 overlaten de stroomsnelheid boven het niveau van 1.5 m.s⁻¹, de gemiddelde snelheid die in de Nederlandse bekkentrappen wordt gerealiseerd (Stolwijk et al., 1993). Op 11 augustus waren dit bij een lagere afvoer 11 van de 14 overlaten. Tijdens de enkele metingen verricht op 16 juni bleken nog vier van de 8 overlaten boven de 1.5 m.s⁻¹ uit te komen. De debietvoering heeft geen grote invloed op de stroomsnelheden die worden bereikt op het diepste punt boven de overlaat. De constructie van de grillig gevormde overlaten die naar verhouding erg breed zijn maakt het moeilijk om de lokatie van meetpunt 2 nauwkeurig te bepalen. De variatie in de stroomsnelheden als gevolg van meetonnauwkeurigheden is waarschijnlijk groter dan de invloed van het debiet op de stroomsnelheid. De stroommetingen worden verricht in de hoofdstroom van het water. De ruwe vorm van de overlaten zorgt voor een divers stromingspatroon op micro niveau. Dit kan voor optrekkende vis van belang zijn maar is in het kader van dit onderzoek niet nader bestudeerd. Aan de zijanten is de stroomsnelheid beduidend lager. De zijanten kunnen, ondanks een geringere waterhoogte, toch een belangrijke rol spelen in de doortrek van vis. De breedte van de waterstroom, de hoogte boven de overlaten en de horizontale doorzwemzones worden wel sterk beïnvloed door het debiet. Ook in Stolwijk et al. (1993) wordt getoond dat de invloed van het debiet op de horizontale doorzwemopening groter is dan de invloed op de stroomsnelheid. Op overlaat nr. 3 na, waren de horizontale doorzwemzones positief en van voldoende dikte. Overlaat nummer 3 realiseerde op alle meetdagen de hoogste stroomsnelheid bij meetpunt 2. Gekoppeld aan de negatieve doorzwemzones moet overlaat nr.3 als de moeilijkst te nemen overlaat worden getypeerd (In het najaar van 1993 is overlaat nr. 3 aangepast).

De sleuven lijken qua stroomsnelheden een alternatief te bieden voor te hoge snelheden boven de overlaten. Wel moeten de vissen vlak voor het doorzwemmen van een sleuf door een smalle waterkolom waarin de stroomsnelheden hoog zijn (ca 2.0 m.s^{-1}). De zwerfkeien zorgen voor een turbulente waterstroom vóór de sleuven maar zorgen wel voor een snelle afname van de stroomsnelheid. In hoeverre vissen van de aangeboden gelegenheid gebruik hebben gemaakt valt op basis van dit onderzoek niet te zeggen.

2.4.2 De visoptrek door de vispassage Belfeld

In vergelijking met de vangstontwikkeling bij Linne (Cazemier, 1990) en eerder onderzoek bij vistrappen in de Maas (de Groot & Muyres, 1980) blijkt dat het onderzoek in Belfeld te laat in het voorjaar van start heeft kunnen gaan om optimaal te profiteren van de paaitrek van diverse soorten. De timing van het onderzoek kan een van de verklaringen zijn voor de lage vangsten, of het geheel ontbreken, van diverse soorten. De hoogste migratie activiteit vindt plaats vóór de eigenlijke paaitijd (Winfield & Nelson, 1991). Zeelt, karper, serpeling en brasem moesten bij de start van het onderzoek nog aan de paai beginnen. Voor de overige cypriniden en pos was de paai al gestart en de vroege vissoorten snoek, snoekbaars, baars, spiering en winde waren al uitgepaaid. Alleen baars is een soort die na afloop van de paaitijd regelmatig in de vispassage is gevangen.

Alver en aal zijn naar verhouding in grotere aantallen gevangen dan bij eerder uitgevoerd vistrappen onderzoek in de Maas. De alvers die over de vispassage trokken waren paairijp. Het hoge aantal alver duidt op een goede werking van de vispassage voor deze soort. Het erg hoge aantal alver kan een gevolg zijn van een of twee sterke jaarklassen (1990/1991). Blankvoorn is ondanks de gemiste paaitrek goed vertegenwoordigd. Het openstellen van de vispassage lijkt de direkte oorzaak van de sterk teruglopende vangsten in de ankerkuilen benedenstrooms van de stuw Belfeld. Deze soorten werd de mogelijkheid geboden verder stroomopwaarts te zwemmen. Brasem, kolblei en pos zijn soorten die in hoge dichtheden in de Maas voorkomen. Desondanks zijn de dieren niet of nauwelijks aangetroffen in vispassage. De periode waarin het onderzoek is uitgevoerd heeft de vangsten zeker beïnvloed (vergelijk Linne; Cazemier, 1990). Deze soorten behoren tevens tot de ubiquistische soorten (zie bijlage 4). Ze zijn voor hun voortplanting niet afhankelijk van het bereiken van specifiek stroomopwaarts gelegen paaigebieden en hoeven geen stroomopwaarts gerichte migratie activiteiten te ontplooiën.

De toename van het aantal rheofiele soorten ten opzichte van het onderzoek 1977-1979 in de fuikvangsten is een positieve ontwikkeling. Barbeel, serpeling, regenboogforel, bronforel en kopvoorn zijn de vertegenwoordigers van deze groep die in Belfeld zijn gevangen. Voor de cypriniden van de rheofiele soorten (winde, kopvoorn en serpeling) speelt mee dat de paaiperiode al voorbij of nog gaande was en de migratiedrang beperkt was, waardoor de vangstaantallen vrij gering zijn.

Geen enkele anadrome vissoort is in de fuik gevangen. Het ontbreken van een open route naar zee kan hierbij als oorzaak worden aangemerkt. Als Grave en Sambeek van een goed functionerende vistrap zijn voorzien mag een toename van de nu ontbrekende soorten worden verwacht. Dat Belfeld niet helemaal onbereikbaar is voor anadrome soorten blijkt uit de vangsten in de ankerkuil. Hierin werden zeeforel en zeeprík gevangen. Zoals eerder vermeld zijn de zeeprikken ruim voor de start van het onderzoek gevangen en was de trek voorbij voordat de vispassage in Belfeld gereed was. Van de zeeforellen die in de ankerkuil zijn gevangen is er maar één voldoende groot om paairijp te zijn (62 cm). De periode waarin het onderzoek is uitgevoerd valt niet gelijk met de paaimigratie van de zalm en zeeforel in

Nederland. In Nederland zijn twee duidelijke migratie perioden te onderscheiden. De eerste periode valt tussen juni en augustus en de tweede paaimigratie start in oktober en kan doorlopen tot in januari. Dit is tevens een belangrijke reden voor het ontbreken van anadrome salmoniden bij de bemonsteringen in Belfeld.

Beek- en zeeforel behoren tot één soort (*Salmo trutta*). Vaak is het moeilijk deze twee rassen te onderscheiden. Beekforellen hebben vaak, maar niet altijd, donkere pigmentatievlekken. Op basis van dit criterium zijn de zee- en beekforellen onderscheiden. Deze kleur en pigmentatie kan echter ook door zeeforellen die al geruime tijd in het zoete water verblijven worden aangenomen. Aan de soortnaam mag in dit geval geen levenscyclus worden verbonden.

De stagnofiele soorten zijn vertegenwoordigd door de karper en zeelt. Vooral de karper is in relatief (vgl. kor en ankerkuil) hoge aantallen gevangen. De grotere exemplaren van deze soort waren vrijwel zeker op zoek naar geschikte paaiplaatsen. Deze waren door de lage waterstand waarschijnlijk spaarzaam beschikbaar (ondergelopen uiterwaarden).

De lengteklassen die in de vispassage zijn gevangen beslaan een groot bereik. Blankvoorn, riviergrondel en alver vanaf 8 cm en karpers en aal tot bijna 80 cm. Van alver, blankvoorn en baars trekken de exemplaren kleiner dan 10 cm in lagere aantallen over de vispassage dan mag worden verwacht op basis van de ankerkuilvangsten. Ook in Linne (Cazemier, 1990) bleken deze lengtes spaarzaam voor te komen en waren ook dieren kleiner dan 8 cm afwezig. Het lijkt erop dat de stroomsnelheden voor de meeste vissen met deze afmetingen te hoog zijn. Het is overigens onbekend of deze kleine dieren wel stroomopwaarts migreren. De motivatie zou bij deze kleine exemplaren afwezig kunnen zijn. De gehanteerde maaswijdte van 24 mm in de fuik in de vistrap kan mede een verklaring zijn voor de lage vangstaantallen van kleine vissen in de fuik. Alhoewel met de elektrische bevissing van de bekkentrappen ook geen kleinere lengtes in de vistrap zijn aangetroffen. Uit de lengtesamenstelling blijkt dat, op één exemplaar van 23 cm na, de brasems tussen de 30 en 42 cm groot waren. Een zeer select deel van de lengteklassen die in de ankerkuil zijn gevangen. Ook in Linne werden van deze soort erg weinig exemplaren gevangen (Cazemier, 1990). Dat brasem wel in hoge aantallen gebruikt maakt van vispassages toont het onderzoek in de Overijsselse Vecht (Heermans & Stolwijk, 1991a, 1991b). De stroomsnelheden bij de Vechterweerd en Regge liggen veel lager dan in Belfeld en Linne. Omdat de kritische stroomsnelheid voor brasem bij 0.8 m.s^{-1} ligt (Riemersma & Quack, 1991), zou dit geringe verschil het ontbreken van hoge aantallen brasem in Belfeld en Linne kunnen verklaren. Ook hier blijft de vraag of de niet gevangen lengteklassen wel stroomopwaarts migreren.

De paling die stroomopwaarts trekt is kleiner dan de soortgenoten die in tegenovergestelde richting migreren. De jonge aal migreert stroomopwaarts om goede opgroeigebieden te bereiken terwijl de grotere (schiere) alen (ook al vroeg in het seizoen) richting zee migreren. Voor paling groter dan 20 cm lijkt de vispassage geen enkele belemmering te vormen en wordt de vispassage intensief gebruikt. Tijdens de elektrische visserij in de bekkens zijn 4 palingen gevangen die kleiner zijn dan 20 cm. Omdat bij deze visserij in totaal slechts 20 palingen zijn gevangen kan niet met een redelijke betrouwbaarheid worden verondersteld dat in de hele periode 20% van het totale aantal aal dat de vispassage opzwemt weer door de mazen van de fuik zijn ontsnapt. Palingen kleiner dan 20 cm zijn waarschijnlijk wel in staat de vispassage te passeren omdat al vrij ver bovenin (bekken nr. 6) het eerste kleine exemplaar van deze soort werd aangetroffen.

De lage vangsten van de elektrische visserij op 1 juni (ter vergelijking in 1990 in Linne gemiddeld 80 vissen per bekken; Cazemier, 1990) worden vermoedelijk veroorzaakt doordat de vispassage nog erg nieuw was en er zich door het ontbreken van slibafzettingen nog geen geschikt habitat voor paling en andere soorten heeft ontwikkeld. Het leefmilieu met snelstromend water lijkt gezien de vangsten wel een aantrekkelijk leefmilieu voor de riviergrondel. Na het afvissen van de bekkens was de vispassage goeddeels visloos. Op 2 juni bleek helaas dat de zak niet goed was dichtgebonden. Alle aal is op die dag uit de fuik ontsnapt net als een onbekende fraktie van de andere vissoorten. Desondanks zijn op 2 juni alver, baars, pos en blankvoorn in de fuik aangetroffen. Deze soorten zijn binnen één etmaal de vispassage opgezwommen. Op 3 juni werden ook weer palingen in de fuik gevangen. Deze soort kan dus ook in korte tijd de vispassage Belfeld passeren.

3. De bekkenvistrap Lith

3.1 Doel van het onderzoek

Deze bekkentrap met V-vormige overlaatschotten (Muyres, 1986; Riemersma & Quack, 1991) is in 1990/1991 aangelegd. Officieel is de vistrap nog niet helemaal gereed omdat de steenaanstorting benedenstrooms tegen de overlaten dient te worden gefixeerd en enkele andere kleinere aanpassingen nog nodig worden geacht. Voor de grotere riviertrekvisen wordt verwacht dat deze ingrepen weinig effect zullen hebben op de passeerbaarheid van de bekkentrap. De zwemsnelheden en sprongcapaciteit van salmoniden (Riemersma, 1990) zijn ruim voldoende om de heersende stroomsnelheden en hoogteverschillen in de vistrap Lith (Stolwijk et al., 1993) te overbruggen. In 1993 is een eerste onderzoek gestart naar het belang en de efficiëntie van deze vispassage in de huidige situatie voor anadrome salmoniden.

Zeeforel (*Salmo trutta trutta*) is naast spiering (*Osmerus eperlanus*) de enige anadrome salmonide die nog in redelijke aantallen in de Nederlandse rivieren voorkomt, waarbij aangetekend moet worden dat spiering in de bovenlopen van de rivieren een standpopulatie vormt. Ondanks onzekerheid over de strikt anadrome status van de zeeforel in Nederland (de Groot, 1989) hebben merkacties in het Haringvliet aangetoond dat op zijn minst een deel van de zeeforellen die in de Nederlandse rivieren worden gevangen uit de Noordzee afkomstig zijn (Vriese & Wiegerinck, 1991). De perioden waarin salmoniden vanuit zee naar het zoete water migreren verschillen zelfs binnen Europa van rivier tot rivier (Mills, 1989). Deze auteur beschrijft riviersystemen waarin gedurende het hele jaar zalm (*Salmo salar*) en zeeforel vanuit zee optrekken en rivieren waarin alleen gedurende een zeer beperkte periode optrek plaats vindt. Zeeforel kan al 6 maanden vóór de eigenlijke paaiperiode vanuit zee de rivier opzwemmen en wordt dan voornamelijk in de benedenlopen van de rivieren gevangen (Campbell, 1977). In Nederland lijkt zeeforel in twee duidelijke perioden vanuit zee naar de rivieren te migreren. In de periode van mei tot en met augustus vindt de eerste optrek van zeeforel plaats (pers. med. beroepsvissers; van Beek, 1991; Cazemier, 1992; Klinge, 1992). Tussen eind oktober en januari treedt een tweede piek op in de zeeforelvangsten in de rivieren (pers. med. beroepsvissers; Klinge & Grimm, 1992). Deze ritmiek wordt ook aangetroffen in enkele Franse rivieren die op de Atlantische oceaan uitmonden (Euzenat et al., 1991). In beide perioden is onderzoek gedaan naar het belang en de efficiëntie van de vispassage Lith voor zeeforel en aanverwante salmoniden.

Het doel van het onderzoek bij de vispassage Lith is om vast te stellen welk deel van het totale aanbod van zeeforel gebruik maakt van de optrekvoorziening. Om de efficiëntie van een vispassage te kunnen bepalen is onderzoek naar het aanbod van stroomopwaarts migrerende visen noodzakelijk. Merkexperimenten vormen een methode waarmee het aanbod kan worden geschat (Cormarck, 1968). Afhankelijk van de vangstontwikkeling zou de merkactie worden gecombineerd met een verplaatsingsexperiment (Burnham et al., 1988). Door gemerkte dieren boven- en benedenstrooms van het stuwcomplex uit te zetten en bovenstrooms terug te vangen kan, in theorie, de efficiëntie van een optrekvoorziening onafhankelijk worden geschat (Lanters, 1994). Door de relatief geringe vangstaantallen (<100 individuen in het hele onderzoek) was een verplaatsingsexperiment uiteindelijk niet zinvol.

Een merkelexperiment in combinatie met vangsten benedenstrooms van het stuwcomplex en in de vistrap vormen daarom de basis van dit onderzoek. De totale hoeveelheid anadrome salmoniden die bij Lith worden gevangen zijn indicatief voor het belang van de Maas als doortrekroute voor stroomopwaarts migrerende zeeforel en zalm in de situatie in 1993. De vangsten worden vergeleken met het aanbod in de Lek bij Hagestein (Klinge, 1992). De karakteristieken van de migratie in de zomerperiode en het najaar worden vergeleken.

3.2. Materiaal en methode

3.2.1 Algemeen

Voor een overzicht van de afmetingen en hydraulische karakteristieken van deze door ing. W.J.M. Muyres (LNV-GRR) ontworpen bekkentrap wordt verwezen naar Stolwijk et al. (1993). Met behulp van een zalmsteek zijn benedenstrooms van het stuwcomplex zeeforel en zalm verzameld. De vangsten in dit vistuig werden gebruikt om het aanbod te bepalen. In de bovenstroomse instroomopening van de vispassage is een fuik geplaatst om de stroomopwaarts migrerende vissen in de vistrap te bemonsteren.

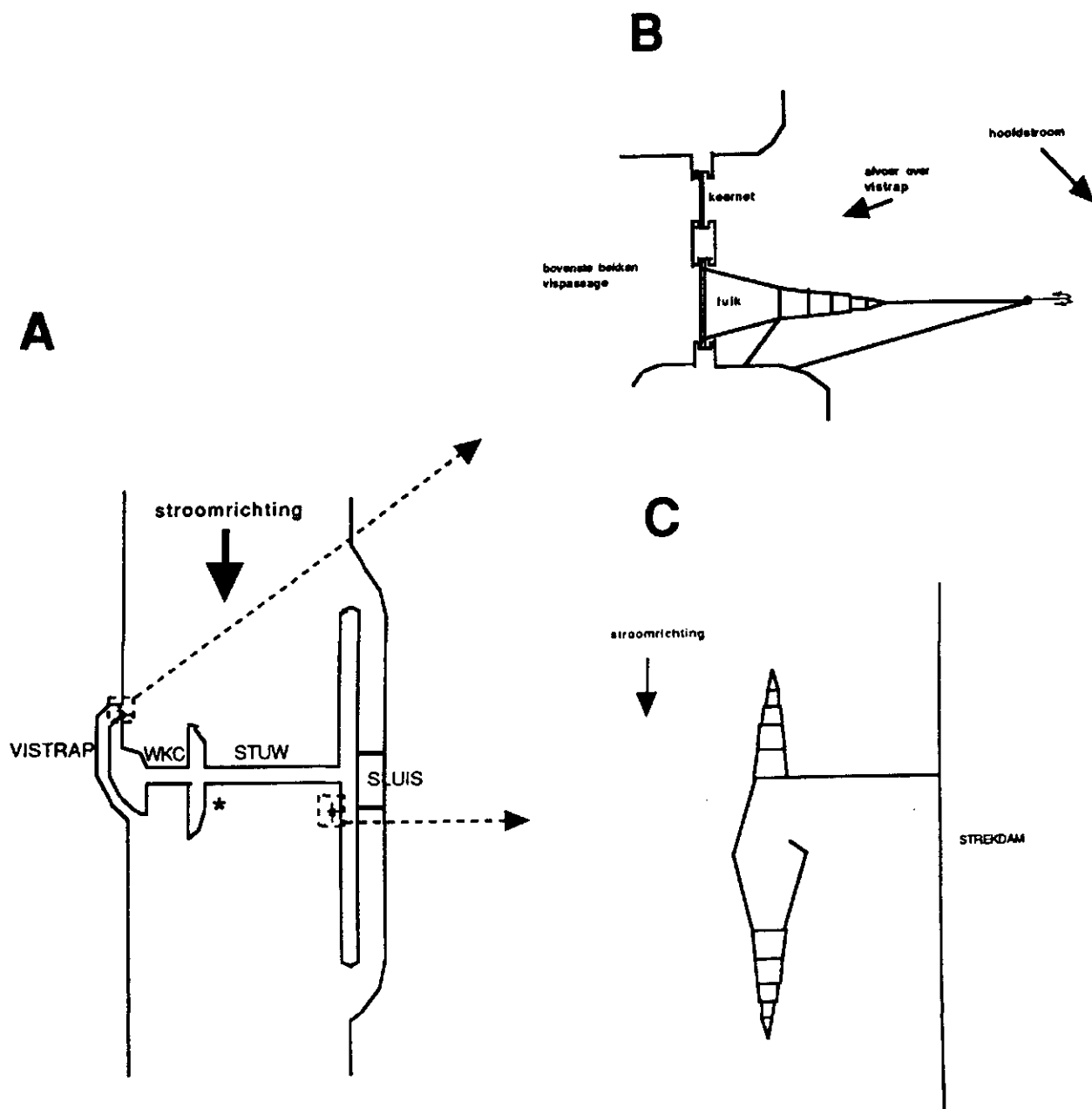
In totaal is er gedurende 115 etmalen met de fuik gevist. De zalmsteek is 5 etmalen langer ingezet. Het onderzoek kan in vier afzonderlijke perioden worden verdeeld. De zomerperiode vormt het eerste blok en loopt van 15 juni tot 17 augustus (63 etmalen). In het najaar is van 4 november tot en met 5 december (tweede periode) met dezelfde fuik als in de zomer gevist (37 etmalen). De plaatsing van een fuik met grote mazen op 6 december markeert de start van de derde periode. Op 15 december is de visserij in de vispassage gestopt doordat de stuwen wegens hoog water werden gestreken (10 etmalen). De zalmsteekvisserij is na 20 december door het extreme hoge water ook gestopt (vierde en laatste periode, 5 etmalen).

3.2.2 Zalmsteekvisserij

De zalmsteekvisserij is uitgevoerd door het visserijbedrijf J.P. van der Zanden & J.A.C. van der Zanden uit Lith dat volledige medewerking aan het experiment verleende. De zalmsteek staat aan de zuidelijke Maasoever, ca. 100m benedenstrooms van de stuw (Fig. 3.1). De maaswijdte van de zalmsteek loopt van ca. 100mm in het voorwant af tot 80mm in de zak. De zalmsteek is dagelijks gelicht en geschoond.

3.2.3 Fuik in vistrap

In de bovenstroomse instroomopening van de vispassage staat een betonconstructie die de instroom in twee openingen verdeelt (Fig. 3.1). In de grootste van de twee openingen is de fuik geplaatst. De fuikopening meet 3.45m bij 1.85m, met aan weerszijde twee smalle stukken schutwand. In de andere opening is een keurnet geplaatst. De maaswijdte van de fuik en het keurnet ingezet tijdens de zomerperiode en de eerste periode in het najaar bedroeg 24mm. Doordat er in de eerste periode van het najaar enorm veel bladafval van de bovenstroomse zijde tegen de fuik dreef is deze op 6 december vervangen door een fuik met een grotere maaswijdte. In de tweede najaarsperiode is een fuik met een maaswijdte van 77mm ingezet. Het keurnet is eveneens van grotere mazen (105mm) voorzien. De fuik is in de zomerperiode bediend door een vaste ploeg vrijwilligers van hengelsportvereniging 'De Brasem' uit Lith, hierbij ondersteund door de beroepsvissers Van der Zanden. In de winterperiode zijn om organisatorische reden beide vistuigen (zalmsteek en fuik) door het genoemde visserijbedrijf bediend. De fuik is in beide perioden dagelijks op een vast tijdstip geleegd.



Figuur 3.1 Overzichtssituatie van de situatie bij het stuwwerk Lith. Bij afbeelding A staan van links naar rechts de vistrap met de bovenstroomse fuikopstelling (detailtekening B), de waterkrachtcentrale (WKC) van de PGEM, het stuwwerk en de schutsluis weergegeven. De zalmsteek benedenstrooms van de stuw staat in tekening C afgebeeld.

Figure 3.1 Situation at the weir Lith. Picture A shows the fishway (detail picture B), the hydro-power station (WKC), the weir (STUW) and the ship sluices (SLUIS). The salmon-fyke is shown in picture C.

3.2.4 Opslag en merken van salmoniden

De anadrome salmoniden uit beide vistuigen werden in twee grote leeftanks (inhoud 1500 l) opgeslagen. Deze opslag tanks werden continu met Maaswater doorgespoeld. Medewerkers van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek hebben de salmoniden gemerkt met Carlin Tags. Deze merkjes met een individuele nummering worden vlak beneden de rugvin door middel van twee metalen draadjes aangebracht (Bartel et al, 1987). Vóór deze Carlin Tags worden aangebracht worden de vissen eerst verdoofd met een 0.03% oplossing van etyleen glycol monophenyl ether. De lengte en het totaalgewicht van de gemerkte vissen werden geregistreerd. Alle salmoniden die in de zalmsteek werden gevangen zijn benedenstrooms van het stuwcomplex weer uitgezet. Alle ongemerkte zeeforel en zalm uit de vispassage zijn na het merken eveneens benedenstrooms teruggeplaatst. Alleen gemerkte vissen die in de vispassage zijn gevangen worden na controle én registratie bovenstrooms van het stuwcomplex teruggezet.

3.2.5 Schattingsmethoden efficiëntie vistrap

Op basis van de vangstgegevens uit beide vistuigen en de terugvangsten van gemerkte vissen kan de efficiëntie van de vistrap op drie manieren worden bepaald:

- 1) De hoeveelheid ongemerkte zeeforel in de fuik in de vistrap wordt uitgedrukt als fractie van de totale hoeveelheid gevangen zeeforel (zalmsteek + fuik).
- 2) Het aantal gemerkte zeeforellen dat in de vistrap is gevangen wordt uitgedrukt als fractie van de totale gemerkte populatie.
- 3) Op basis van de terugvangsten in de zalmsteek wordt de omvang van de totale zeeforelpopulatie benedenstrooms van het stuwcomplex Lith geschat. De vangsten in de vistrap worden uitgedrukt als fractie van het totale benedenstroomse aanbod.

De genoemde methoden zijn alleen geldig onder de aanname dat alle zeeforel (en zalm) benedenstrooms van het stuwcomplex Lith aanwezig gemotiveerd is om stroomopwaarts te migreren. Methode 1 zal leiden tot een overschatting van de efficiëntie van de vistrap omdat het aanbod groter zal zijn dan de vangsten in de zalmsteek en de vistrap samen. In Cormarck (1968) worden de algemene voorwaarden gegeven waaraan populatieschattingen gebaseerd op merk/terugvang methoden moeten voldoen. Bij Lith is er geen sprake van een gesloten populatie en is er duidelijk immigratie van zeeforel tijdens het onderzoek. Schattingen van het totale aanbod van zeeforel op basis van de merk/terugvang methode zijn niet meer dan ruwe benaderingen van het werkelijke aanbod.

3.3. Resultaten

3.3.1 Totaalvangsten

3.3.1.1 Zeeforel

In totaal zijn er bij het onderzoek in Lith 93 zeeforellen gevangen. In de zomerperiode 42 en in het najaar 51. In de zomer werd bijna 30% van de totale vangst in de vistrap gevangen. Tijdens het najaar bedroeg dit 41% (najaar1 en najaar2). In de vangsttabellen 3.1 en 3.2 is de najaarsperiode verdeeld in de drie afzonderlijke perioden die in paragraaf 2.1 zijn besproken.

Tabel 3.1 *Vangsten van zeeforel in de zalmsteek die benedenstrooms van het stuwcomplex Lith stond opgesteld (najaar1 - nauwmazige fuik, najaar2 - grofmazige fuik en najaar3 - gestreken stuwen). De terugvangsten van gemerkte zeeforellen worden in paragraaf 3.3.2 nader behandeld.*

Table 3.1 *Sea trout catches in the salmon fyke underneath the weir Lith (najaar1 - narrow meshed fyke, najaar 2 - large meshed fyke and najaar 3 - open weir). Recaptures of marked sea trout (=terugvangst) are discussed in chapter 3.3.2.*

ZALMSTEEK	zomer (15/6-17/8)	najaar1 (4/11-5/12)	najaar2 (6/12-15/12)	najaar3 (16/12-20/12)	Totaal
Gemerkt	19	21	6	5	51
Dood	11				11
Totaal	30	21	6	5	62
N/etmaal	0.5	0.6	0.6	1	0.5
Terugvangst	2	1	1	4	8

In 1993 werd een gemiddelde vangst van iets meer dan 0.5 zeeforel per zalmsteeketmaal gerealiseerd. De gemiddelde vangsten per etmaal van de vier perioden zijn niet significant verschillend ($c^2=.545$; d.f.=3; $P>0.05$). In de laatste periode met gestreken stuwen is sprake van een geringe toename van de zeeforelvangsten in de zalmsteek.

Tabel 3.2 *Vangsten van zeeforel in de fuik in de bovenstroomse opening van de vispassage Lith (najaar1 - nauwmazige fuik, najaar2 - grofmazige fuik en najaar3 - gestreken stuwen). De terugvangsten van gemerkte zeeforellen worden in paragraaf 3.3.2 nader behandeld.*

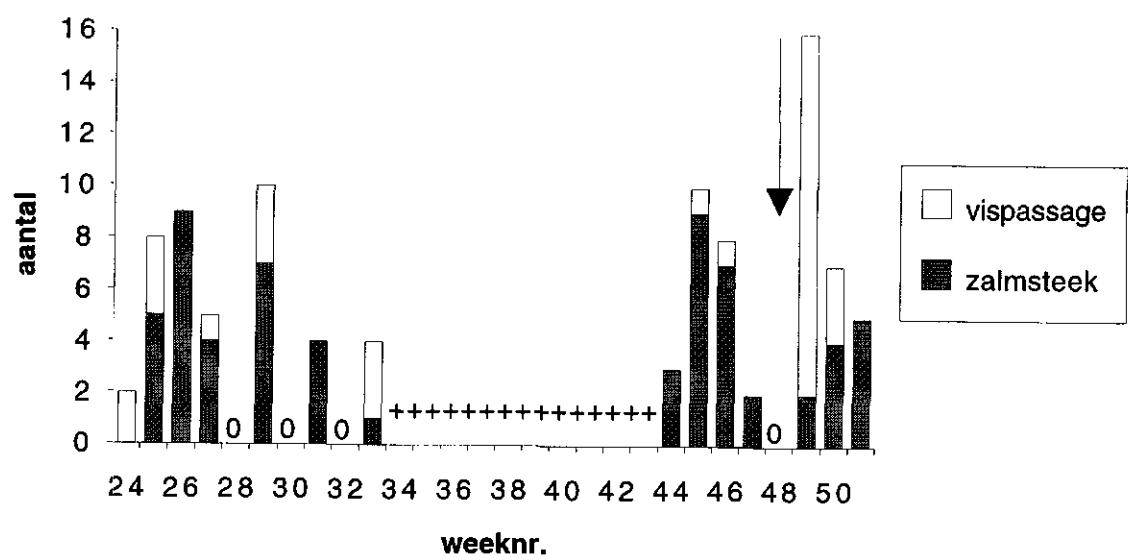
Table 3.2 *Sea trout catches in the fyke in the fishway Lith (najaar1 - narrow meshed fyke, najaar 2 - large meshed fyke and najaar 3 - open weir). Recaptures of marked sea trout (=terugvangst) are discussed in chapter 3.3.2.*

FUIK	zomer (15/6-17/8)	najaar1 (4/11-5/12)	najaar2 (6/12-15/12)	najaar3 (16/12-20/12)	Totaal
Gemerkt	11	2	17	niet gevestig	30
Dood	1				1
Totaal	12	2	17		31
N/etmaal	0.2	0.1	1.7		
Terugvangst			1		1

In tegenstelling tot de zalmsteekvisserij zijn de gemiddelde vangsten per etmaal in de vispassage tussen de drie perioden wél significant verschillend ($c^2=8.22$; d.f.=2; $P<0.05$). Dit verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door de zeer sterke toename van de zeeforelvangsten in de vispassage nadat er een fuik met een grote maaswijdte is ingezet (najaar2). De gemiddelde vangst per fuiketmaal in de vispassage over de gehele periode vormt derhalve geen representatieve maat voor de intensiteit waarmee de vispassage wordt gebruikt door zeeforel.

De wekelijkse vangsten geven het resultaat van de bovenstaande tabellen nog iets gedetailleerder weer (Fig. 3.1). Werd in de zomerperiode bijna 30% van de totale vangst (zalmsteek + fuik) in de vispassage gerealiseerd zo zakte dit aandeel met dezelfde fuik tot 9% in de eerste periode van het najaar. Na de inzet van de fuik met grote mazen steeg dit percentage tot 74%. De vangstontwikkeling kan het best worden bekeken aan de hand van

de zalmsteekvangsten (Fig. 3.1, grijze arcering) omdat hiermee steeds op dezelfde manier is gevist zonder methodische veranderingen. Vooral in de zomerperiode zijn er grote fluctuaties in de weekvangsten waarneembaar. Ook in het najaar variëren de vangsten maar hierin zit een samenhangend verloop (oplopend naar een piek, dan volgt een afname waarna de vangsten weer toenemen). In de zomerperiode worden perioden met hoge vangsten afgewisseld door weken zonder vangsten.



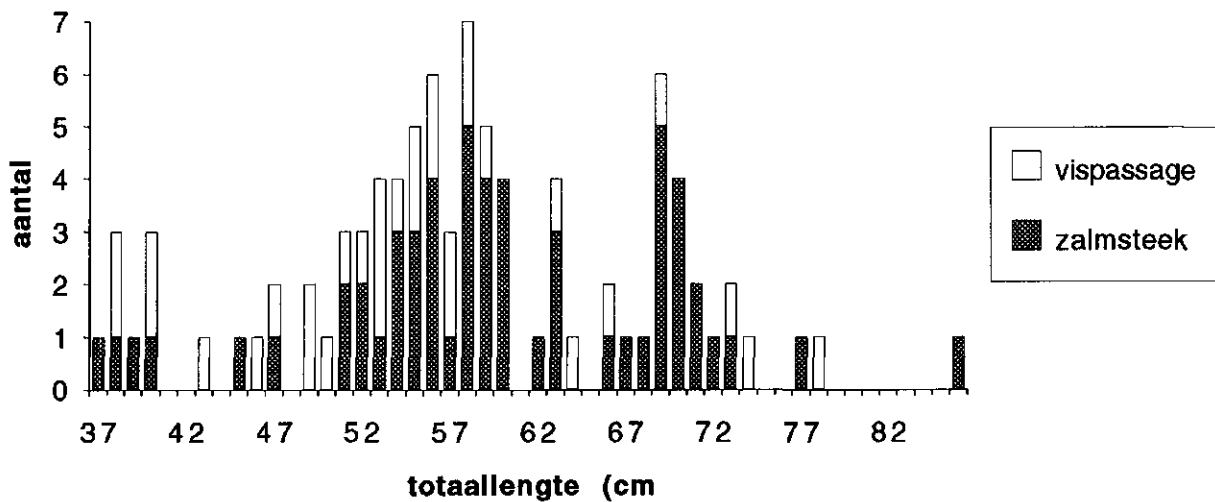
Figuur 3.2 *Wekelijkse zeeforel vangsten in de zalmsteek en in de fuik in de vispassage in Lith in 1993. De pijl in de figuur geeft aan wanneer de grofmazige fuik is ingezet. De plustekens geven aan wanneer er niet is gevist.*

Figure 3.2 *Weekly seatrout catches in the salmon fyke (gray) and the fishway (white) at the weir Lith in 1993. The arrow indicates the date when the fyke in the fishway was replaced with larger meshes. The plus signes indicate the weeks of no fishing.*

De electriciteitsproductie van de waterkrachtcentrale is een afspiegeling van de totale waterafvoer door de Maas. Uit bijlage 7 blijkt dat de vangstontwikkeling van zeeforel in de vistrap en in de zalmsteek geen correlatie vertoont met de electriciteitsproductie.

3.3.1.2 Lengtesamenstelling van de zeeforel

De gemiddelde lengte van de zeeforel in Lith bedroeg 58.0 cm. Slechts enkele exemplaren waren kleiner dan 40 cm (Fig. 3.2). De grootste groep is tussen de 50 en 65 cm. Een tweede groep concentreert zich rond de 65-73 cm. De grootste zeeforel in de vangst was 86 cm.



Figuur 3.3 Lengte-frequentie verdeling van zeeforel gevangen bij Lith in 1993.
Figure 3.3 Length-frequency distribution of sea trout caught at the weir Lith in the salmon-fyke (gray) and the fishway (white) in 1993.

Uit een variantieanalyse blijkt noch het vistuig noch de bemonsteringsperiode van invloed te zijn op de gemiddelde lengte van de zeeforellen die worden gevangen (tabel 3.3). De gemiddelde lengte van de zeeforel per vistuig per periode is niet significant verschillend.

Tabel 3.3 ANOVA-tabel waarin de gemiddelde lengte van de zeeforellen wordt verklaard met de variabelen vistuig, periode van bemonstering en de interactie van beide variabelen.
Table 3.3 ANOVA table where the mean length of the sea trout s tested for dependency with the variables fishing gear, fishing period and the interaction of both variables.

Variabele	d.f.	Sum of Squares	F	P
PERIODE	3	54.3	0.18	0.912
VISTUIG	1	256.7	2.51	0.117
PERIODE*VISTUIG	2	43.7	0.21	0.808
ERROR	82	8380.8		

Tussen de zomerperiode en het najaar kon geen verschil worden aangetoond in de lengte-gewicht relatie voor zeeforel. Voor beide perioden geldt:

$$\text{Gewicht (g)} = 0.011 \cdot \text{Totaallengte (cm)}^3 \quad (1)$$

3.3.1.3 Zalm en regenboogforel

Naast zeeforel zijn nog twee andere soorten salmoniden tijdens het onderzoek gevangen, zalm en regenboogforel (*Oncorynchus mykiss*).

Tabel 3.4 *Overzicht van de zalm en regenboogforel die tijdens het onderzoek in Lith zijn*
 zijn
 Table 3.4 *Review of the salmon and rainbow trout catches caught in Lith.*

Soort	Datum	Vistuig	Totaallengte (cm)	Gewicht (g)
zalm	3-8	vispassage	69	3100
	9-11	zalmsteek	54	1750
	22-11	zalmsteek	72	2700
	6-12	zalmsteek	68	3000
	12-12	vispassage	59	2300
	20-12	zalmsteek	44	1100
regenboogforel	29-6	vispassage	36	475
	1-7	zalmsteek	43	1100
	10-11	zalmsteek	43	1000
	22-11	zalmsteek	47	1400
	13-12	zalmsteek	42	1000

De zalmen zijn voornamelijk in het najaar gevangen. De gemiddelde lengte van de zalmen was 61.0 cm. De regenboogforellen waren gemiddeld 42.2 cm. Beide soorten zijn het meest frequent in de zalmsteek gevangen. Buiten de regenboogforel die op 1 juli is gevangen (†) zijn alle overige salmoniden van een Carlin Tag voorzien en benedenstrooms van het stuwcomplex Lith teruggezet.

Andere vissoorten die tijdens dit onderzoek zijn gevangen worden niet behandeld omdat de vistrap nog niet gereed is. Daarnaast is de periode van onderzoek voor veel soorten ongeschikt omdat ze noch in de zomer noch in het najaar stroomopwaarts migreren. In bijlage 8 staat desondanks een overzicht van alle vangsten die in de vispassage zijn gedaan. De rivierprik (*Lampræta fluviatilis*) migreert in het najaar duidelijk stroomopwaarts. De vangsten van snoekbaars, blankvoorn en baars in de zomerperiode bestaan voor het overgrote deel uit juveniele dieren van de jaarklasse 1993.

3.3.2 Terugvangsten

In totaal zijn van de 81 gemerkte zeeforellen 9 exemplaren minimaal één keer teruggevangen. De gemiddelde lengte van de terugvangsten was met 54 cm kleiner dan de gemiddelde lengte van de gemerkte populatie (58 cm). Dit verschil in lengte was niet significant (t-test, $P > 0.05$). Zes zeeforellen zijn tijdens het experiment teruggevangen en drie exemplaren zijn door sportvissers teruggemeld. Slechts één gemerkte zeeforel is in de vispassage gevangen. Dit gebeurde in het najaar nadat de grofmazige fuik is ingezet. De overige vijf exemplaren zijn benedenstrooms met de zalmsteek gevangen. Eén gemerkte zeeforel is tweemaal teruggevangen. Alle drie de keren is dit exemplaar met een ander vistuig gevangen (TAGnr. 77415). Een ander exemplaar is zelfs drie keer teruggevangen, driemaal in de zalmsteek en eenmaal in de vispassage (TAGnr. 77464).

Tabel 3.6 Terugvangsten van gemerkte zalmen en regenboogforellen tussen 14 juni 1993 en 1 januari 1995. TAGnr. is de individuele code die op de Carlin-tag staat aangegeven. FUIK = fuik in vispassage; ZST = zalmsteek.

Table 3.6 Recaptures of marked salmon and rainbow trout between June 14 1993 and Januari, 1 1995. TAGnr. is the individual code of the Carlin-tag. FUIK = fyke in the fishway; ZST = salmon fyke.

TAGnr.	datum	vistuig	1 ^e terug-	vistuig	2 ^e terug-	vistuig	3 ^e terug-	vistuig
	1 ^e vangst		vangst		vangst		vangst	
zalm								
77427	3/8	FUIK	5/8	ZST				
77439	9/11	ZST	25/11	ZST	15/12	FUIK	20/12	ZST
77456	22/11	ZST	28/11	ZST				
regenb forel								
77409	29/6	FUIK	20/7	ZST				
77443	10/11	ZST	18/11	ZST	23/11	ZST		
77457	22/11	ZST	23/11	ZST	8/12	FUIK	13/12	FUIK

Ook voor zalm en regenboogforel geldt dat er geen terugvangsten in de fuik met een kleine maaswijdte zijn gedaan. Na het inzetten van de fuik met grotere maaswijdte is er één gemerkte zalm en één gemerkte regenboogforel in de vispassage gevangen.

In totaal zijn drie gemerkte vissen in de vispassage gevangen (zeeforel - TAGnr. 77464; zalm - TAGnr. 77439; regenboogforel - TAGnr. 77457). Conform de afspraak zijn deze dieren bovenstrooms van het stuwcomplex uitgezet. Het is dan ook zeer opvallend dat ze alledrie toch weer opnieuw zijn gevangen en dus het stuwcomplex in stroomafwaartse richting zijn gepasseerd. De zalm en de zeeforel zijn in de zalmsteek gevangen en de regenboogforel is opnieuw in de vistrap gevangen. Dit fenomeen deed zich voor op het einde van het onderzoek toen er sprake was van een extreem hoge waterafvoer.

3.3.3 Schatting van de efficiëntie van de vistrap

Uit tabel 3.2 blijkt het grote effect van de maaswijdte van de fuik op de zeeforelvangsten in de vistrap. Derhalve kunnen alleen de vangstgegevens van de periode 'najaar2' worden gebruikt om te komen tot een schatting van de efficiëntie van de vistrap Lith.

De vergelijking van de zeeforelvangsten in de vistrap met de vangsten in de zalmsteek tijdens deze periode (zie tabel 3.2) leidt tot een schatting van de efficiëntie van 74%. Volgens de tweede methode wordt de efficiëntie geschat door het aantal gemerkte zeeforellen in de vistrap uit te drukken als fraktie van het bekende aanbod van gemerkte zeeforellen. Op 10-12 is de enige gemerkte zeeforel in de vistrap gevangen (TAGnr. 77464). Tot op dat moment waren er in het najaar 33 gemerkte zeeforellen benedenstrooms uitgezet. De bijbehorende schatting van de efficiëntie bedraagt dan 3%.

Schattingen van het totale zeeforel aanbod in de zomer en in het najaar op basis van de terugvangsten in de zalmsteek worden gegeven in bijlage 9. Het geringe aantal terugvangsten leidt tot een grote spreiding van de schattingen. Ondanks alle beperkingen die aan deze schattingen kleven lijkt het aanbod van zeeforel bij de stuw Lith zowel in de

zomerperiode als in het najaar rond de 100 exemplaren te liggen. Onder de aanname dat alle zeeforellen stroomopwaarts migreren heeft de vistrap in het najaar een efficiëntie van 17%.

3.4. Discussie

3.4.1 Migratie in de zomer en het najaar

De salmoniden die in de zomerperiode stroomopwaarts migreren zijn exemplaren die in datzelfde najaar aan de paai zullen deelnemen. Zowel voor zalm (Thorpe, 1988; Mills, 1989) als zeeforel (Campbell, 1979; Euzenat et al., 1991) is deze vroege trek een normaal verschijnsel. Radio-telemetrische waarnemingen hebben bevestigd dat deze vroege migranten na een korte periode van hoge migratieactiviteit op diepere plekken in de rivier maandenlang kunnen verblijven (Hawkins et al., 1986; Thorpe, 1988). Bij voorkeur verblijven deze dieren in de buurt van potentiële paaiplaatsen (Hawkins et al., 1986; Heggberget et al., 1988). Als de juiste omstandigheden zich voordoen, verhoogde waterafvoer en temperatuur (Banks, 1969; Campbell, 1977; Clarke et al., 1990) wordt de migratie hervat en worden de paaigronden opgezocht. Het voordeel dat deze groep salmoniden hebben boven de salmoniden die pas later in het seizoen de rivieren opzwellen wordt gezocht in de beschikbaarheid van de beste paaiplaatsen voor de vissen die het eerst arriveren (Hawkins et al., 1986).

Zeeforel paait tussen eind oktober en begin december (Campbell, 1977; Groot, 1989; Thorpe, 1988). Deze paaitijd is voornamelijk gebaseerd op waarnemingen in noordelijke regionen (Schotland, Ierland, Scandinavië). Voor het bovenstroomse gebied van de Maas zijn geen directe waarnemingen beschikbaar over de juiste paaitijd. In Lith was een deel van de zeeforellen in het najaar zeker paairijp (afscheiding van hom of kuit tijdens het merken). Deze vissen worden geacht nog in 1993 aan de paai deel te nemen. De mogelijke paaigebieden in de bovenloop van de Maas moeten buiten Nederland worden gezocht (Vriese, 1991). De Ourthe, Amblève en de Lesse zijn de belangrijkste zijrivieren van de Maas die als potentiële paai- en opgroeigebieden kunnen worden aangemerkt (Philippart, 1988). Zeeforellen kunnen 10-30 kilometer per dag afleggen (Hawkins et al., 1986). Zonder oponthoud bij barrières kan de afstand tot de potentiële paaigebieden binnen 10 dagen worden overbrugd. Gezien de korte tijd die er rest bij aankomst bij Lith tot de optimaal veronderstelde paaitijd zal de motivatie om te migreren bij de zeeforellen in het najaar hoger zijn dan in de zomerperiode.

Analyse van de lengtes (Tabel 3.3) tonen aan dat er geen verschillen bestaan tussen de populaties in het najaar en in de zomerperiode. Ook de lengte-gewicht relatie blijkt in beide seizoenen identiek. Dat de zeeforel populatie in de zomerperiode toch uit andere individuen bestaat dan de populatie in het najaar wordt ingegeven door het ontbreken van terugvangsten in het najaar van in de zomerperiode gemerkte zeeforellen. Tevens suggereren de drie terugvangsten van de gemerkte zeeforellen door de sportvissers dat de zeeforellen die in de zomerperiode bij Lith aanwezig waren zowel in stroomopwaartse richting ofwel in stroomafwaartse richting het gebied bij Lith hebben verlaten. Bij de verdere interpretatie van de resultaten in de discussie wordt er van uitgegaan dat er in de twee onderzoeksperioden (zomer en najaar) twee verschillende groepen zeeforellen bij het stuwcomplex aanwezig zijn geweest.

De variantie-analyse van de lengtesamenstelling en de terugvangsten binnen een periode tonen aan dat vistuigen wel dezelfde populatie bemonsteren. De vangstgegevens van de zalmsteek en de vistrap kunnen dus met elkaar worden vergeleken. Alleen de zalmsteek is

gedurende het gehele onderzoek op dezelfde wijze, zonder methodische veranderingen, ingezet. De vangsten in dit vistuig worden gebruikt om de ontwikkeling van het zeeforelaanbod tijdens het onderzoek in Lith te bepalen.

3.4.2 Bemonsteringsmethode

De vangsten van stroomopwaarts migrerende zeeforellen in de vistrap Lith lijkt sterk afhankelijk van de gehanteerde vangstmethode. In de zomerperiode werd 40% (12 exemplaren) van de totale vangst in de vispassage gerealiseerd. In de eerste periode van het najaar was dit slechts 9% (2 exemplaren). De hoeveelheid zeeforel die per etmaal in de zalmsteek in het najaar werd gevangen was ongeveer gelijk aan de vangsten in de zomerperiode. Dit duidt op een gelijk aanbod van zeeforel in beide perioden. Bij de visserij in het najaar trad echter een complicatie op. Het vele bladafval (najaar) dat door de Maas werd afgevoerd kon niet door de maaswijdte van de fuik en hoopte zich op aan de bovenstroomse zijde van de fuik. De zo ontstane druk op de fuik zorgde ervoor dat de fuik niet meer optimaal open stond. Doordat het debiet over de vispassage door een kleiner oppervlakte moest veranderen het stromingspatroon bij de instroomopening en ontstond er soms zelfs een verschil in waterniveau tussen de boven- en benedenstroomse zijde van de fuik. Dit is ook de reden waarom er op 6 december een fuik met een grotere maaswijdte is ingezet. Het bladafval kon hier doorheen en de fuik bleef goed openstaan. Deze aanpassing resulteerde in een forse, significante verhoging van de zeeforelvangsten in de vispassage, bij een gelijkblijvend aanbod (Tabel 3.1).

In de zomerperiode werden geen grote hoeveelheden bladafval afgevoerd maar slibde de fuik langzaam dicht door algengroei op het netwerk. Tijdens de zomer is de fuik drie keer gedroogd en schoongemaakt om alle algen te verwijderen. Aangezien vervuiling van de fuik effect kan hebben op de vangstefficiëntie moeten de vangstgegevens in de vistrap in de zomer als een onderschatting worden beschouwd van de optrek die feitelijk had kunnen plaatsvinden. Naast een verschillende mate van vervuiling van het netwerk kan ook het verschil in trekdrang tussen beide seizoenen deels verantwoordelijk zijn voor de verschillende frakties die in de zomer- en winterperiode in de fuik zijn gevangen.

3.4.3 De efficiëntie van de vistrap Lith

Uiteindelijk leveren alleen de vangsten die met de grofmazige fuik zijn verzameld een indicatie over het functioneren van de vispassage. Dat 74% van de totale hoeveelheid zeeforel in deze periode ($n=23$) bovenstrooms in de vistrap Lith is gevangen is een indicatie voor een goed functionerende vistrap.

De efficiëntie schatting van 3% gebaseerd op één gemerkte zeeforel in de fuik is veel te laag. Want als de efficiëntie van 3% wordt gekoppeld aan de totale optrek door de vistrap van 31 zeeforellen (zomer en najaar) moeten er minimaal 1000 zeeforellen in 1993 benedenstrooms aanwezig zijn geweest. Klinge & Grimm (1992) concluderen dat met een zalmsteek benedenstrooms van een barrière zeeforellen efficiënt worden gevangen. De vangsten in de zalmsteek bij Lith benaderen de omvang van 1000 zeeforellen die bij een efficiëntie van 3% hoort zeker niet. Andere oorzaken kunnen verantwoordelijk zijn voor de geringe terugvangsten in de vistrap. Laine (1990) toont aan dat beekforel (*Salmo trutta*) een zeer sterk leergedrag vertoont bij het passeren van vistrappen. Ditzelfde zou in negatieve zin kunnen gelden voor de zeeforellen in de vistrap Lith. De negatieve associatie met het vangen

en merken zou tot ontwijkgedrag van de vistrap kunnen leiden. Dat neemt niet weg dat de zeeforellen uit de zalmsteek deze ervaring niet hebben en desondanks niet in de vistrap worden teruggevangen. Daarom zou ook gedacht kunnen worden aan de effecten van het vangen, in opslag houden, verdoven en merken. Porter (1979) stelt dat salmoniden kort na te zijn gemerkt en losgelaten een abnormaal gedrag kunnen vertonen. Stress leidt tot een verminderd glycogeen gehalte in spierweefsel en lever en tot verhoogde melkzuurconcentraties in het bloed (Petersen, 1971; Wendt en Saunders, 1973, aangehaald in Porter, 1979). Dus zowel in fysiologische als ethologische zin wijken gemerkte zeeforellen af van hun normale toestand. Dit is een mogelijke oorzaak voor de geringe terugvangsten van de gemerkte dieren in de vistrap.

Het bovenstaande betoog geldt ook voor de populatieschattingen die op basis van de terugvangsten in de zalmsteek zijn gedaan. Een geringere vangkans van gemerkte zeeforellen door bijvoorbeeld leergedrag (Laine, 1990) of de invloed van het vangen en merken, leidt tot een overschatting van de populatieomvang. Worden de vangstaantallen in de vistrap uitgedrukt als fraktie van de totaal aanwezige populatie dan wordt de efficiëntie van de vistrap onderschat. Alleen de periode van 6 tot en met 15 december is representatief voor de optrek door de vistrap. Omdat niet bekend is welke fraktie van het totaal zich in deze relatief korte periode bij de vistrap aandient is het vrijwel onmogelijk om een schatting van de efficiëntie te doen. De efficiëntie van 17% gebaseerd op het aanbod in het gehele najaar is dan ook een mogelijke onderschatting van de werkelijke efficiëntie.

Feit is dat alle schattingen uiteindelijk gebaseerd zijn op de vangst van (slechts) 17 zeeforellen die in de zeer korte periode van 6 tot en met 15 december in de vistrap zijn gevangen. Het was dan ook spijtig dat het onderzoek op dat moment moest worden gestopt doordat de stuwen gestreken werden. De positieve vangstresultaten in de grofmazige fuik in de vistrap zijn inmiddels geverifieerd door een herhaling van het onderzoek. In het najaar van 1994 is dit wederom bij de vistrap Lith door het RIVO-DLO uitgevoerd. De opzet en uitvoering van dit onderzoek waren identiek aan dat in 1993. In 1994 zijn tussen 17 oktober en 23 december 54 zeeforellen gevangen. Hiervan werden 36 exemplaren in de grofmazige fuik in de vistrap gevangen. De overige 23 exemplaren zijn in de zalmsteek gevangen (Cazemier & de Jong, in voorbereiding). Dus ook tijdens deze langere periode is het aandeel van zeeforellen in de vistrap hoog, te weten ca. 65%. De conclusie dat de maaswijdte van de fuik in de vistrap van grote invloed is geweest op de resultaten lijkt hiermee nogmaals bevestigd. Daarnaast ondersteunt het grote aantal zeeforellen in de vispassage in 1994 de efficiëntie schatting van ca. 70%.

Een situatie van een verhoogde waterafvoer waarbij de stuwen moeten worden gestreken doet zich vrijwel elk jaar voor. Deze gebeurtenis die vaak in het najaar optreedt zou voor migrerende anadrome salmoniden in rivieren met barrières van groot belang kunnen zijn. Inmiddels is bekend dat een exemplaar in de bovenloop van de Roer is teruggevangen door een sportvisser. Dit exemplaar heeft in 25 dagen tijd deze afstand (ca. 150 km) weten te overbruggen en heeft waarschijnlijk optimaal geprofiteerd van de hoge waterstand. Te hoge waterafvoeren kunnen echter ook belemmerend zijn voor de optrek van anadrome salmoniden (Campbell, 1977). Wellicht dat drie bovenstrooms uitgezette gemerkte salmoniden (par. 3.2) ook door te hoge waterafvoeren zijn teruggespoeld.

De terugmelding van een gemerkte zeeforel bij Hoek van Holland is een bewijs dat niet alle zeeforellen in de zomer stroomopwaarts migreren. Dit exemplaar was met 59 cm al volwassen en waarschijnlijk is er in dit geval geen sprake van een zogenaamde 'dummy-run' (De Groot,

1989), waarbij een nog niet paairijp exemplaar een poging onderneemt om de rivier op te zwemmen. De drie andere terugvangsten aan de hengel bovenstrooms van het stuwcomplex Lith tonen aan dat in ieder geval een deel van de populatie wél stroomopwaarts migreert. Klinge (1992) kan bij de stuw Hagestein geen migratie door de schutsluizen aantonen. Het is dan ook het meest waarschijnlijk dat deze twee zeeforellen ná het verwijderen van het netwerk op 17 augustus door de vispassage omhoog zijn gezwommen. Dit vormt tevens een aanwijzing dat ook in de zomerperiode de fuik door optrekkende salmoniden actief werd ontweken.

Het terugmeldingspercentage van 10% in de zomerperiode is hoog. Het terugmeldingspercentage van de merkactie in het najaar ligt helaas beduidend lager (4%). Het gemiddelde van 6% is een redelijke terugmeldingspercentage voor dit type onderzoek. De merkactie in de zomer werd gekenmerkt door een lage weerstand van de zeeforellen voor het vangen en merken. Het sterftepercentage lag op bijna 30%. De hoge watertemperatuur is hoofdoorzaak van de optredende sterfte (Morgan & Roberts, 1976). Het verschil in sterfte tussen de fuik en de zalmsteek was aanzienlijk, respectievelijk 8% en 37% (Tabel 3.1 en 3.2). Zeeforel uit de zalmsteek stond aan meer handelingen bloot dan zeeforel uit de fuik (de opslagtanks stonden vlakbij de fuik). Dit is waarschijnlijk de hoofdoorzaak van het verschil tussen de sterfte in beide vistuigen.

3.4.4 Zalm en regenboogforel

De vangst van 6 zalmen is een verdere aanwijzing voor het begin van een herstel van de zalmpopulatie in Nederland. In Van Dijk & Marteijs (1993) wordt deze trend sinds begin jaren tachtig gesignaleerd. Bij deze waarnemingen moet worden aangetekend dat de toename van het aantal waargenomen zalmen in Nederland een gevolg kan zijn van de toenemende intensiteit waarmee gericht onderzoek wordt gedaan. Het aantal zalmen bij Lith is van dezelfde grootte-orde als bij Hagestein. Samen met 127 zeeforellen werden in 1992 bij Hagestein 5 zalmen gevangen (Klinge, 1992). De meeste zalmen in de Maas zijn echter in het najaar gevangen terwijl het onderzoek bij Hagestein alleen in de zomerperiode is uitgevoerd. Het percentage terugvangsten is voor zowel zalm als regenboogforel erg hoog, respectievelijk 60 en 75%. Ondanks de lage aantallen lijkt dit geen toeval en wordt dit fenomeen waarschijnlijk veroorzaakt doordat deze soorten een ander gedrag vertonen bij barrières dan zeeforel. Daarnaast zijn de zalmen die bij Lith in het najaar zijn gevangen relatief klein en vertoonden ze niet de specifieke uiterlijke kenmerken van paairijpe dieren.

3.4.5 Zeeforel en zalm in de Maas

Tijdens een merkactie bij de spuisluizen voor het Haringvliet in 1992 zijn 436 zeeforellen van een merk voorzien (Cazemier & Lanter, 1993). In 1990 zijn bij een soortgelijke merkactie 963 zeeforellen gemerkt (Cazemier, 1992). Geen van de 93 zeeforellen die in Lith zijn gevangen waren voorzien van een Carlin Tag. Slechts één zeeforel had twee (oude) littekens onder de rugvin die bijna zeker van een Carlin Tag afkomstig zijn. Het merkje zelf was niet meer aanwezig. Van alle gemerkte zeeforellen van de Haringvliet merkactie is alleen in 1991 bij Oss één exemplaar in de Maas teruggevangen. Een gemerkte zeeforel afkomstig van het Haringvliet-estuarium is in de Amer gevangen.

Tijdens het onderzoek bij Hagestein werden in 1992 tussen 15 juni en 17 augustus met één zalmsteek bij de stuw 90 zeeforellen gevangen (Klinge, 1992). Dat is drie keer zoveel als in

Lith. Wordt daarbij betrokken dat in 1993 beduidend meer zeeforellen zijn gevangen dan in 1992 (mond. med. Van der Zanden) dan is het verschil tussen het zeeforel aanbod in de Maas en de Lek nog groter. Het totaal geschatte aanbod van zeeforel in 1993 bij Lith bedraagt minimaal 93 zeeforellen. Met de schatting volgens de Petersen methode (bijlage 9) worden ruwweg 200 volwassen exemplaren (zomer+najaar) aanwezig verondersteld. Minimaal 6 zalmen zijn in 1993 bij Lith waargenomen.

De zalmen bij Hagestein waren beduidend groter dan de zalmen die bij Lith zijn gevangen, 81.2 cm vorklengte versus 61.0 cm totaallengte. De gemiddelde lengte van zeeforel in de Lek bij Hagestein in 1992 is met een gemiddelde van 59.1 cm vorklengte (Klinge, 1992) groter dan de gemiddelde totaallengte van 56.2 cm in de zomerperiode bij Lith. Aangezien de gemiddelde lengtes van zeeforel bij Lith in de zomer en in het najaar gelijk zijn is er geen sprake van een seizoenseffekt. Voor zalm zou dit seizoenseffekt wel van belang kunnen zijn.

4. Algemene discussie en conclusies

Het meten van de visoptrek door vispassages is tot op heden de enige beproefde methode om te komen tot een oordeel over de werking van de desbetreffende optrekvoorziening. Uit het onderzoek bij Belfeld blijkt dat het mogelijk is om op basis van de aantallen en lengtesamenstelling van de migrerende vissoorten en het meten van de hydraulische karakteristieken een indruk te krijgen van de mogelijkheden die een vispassage biedt voor de stroomopwaarts migrerende vissoorten. De uitspraken gelden echter alleen voor die vissen die in staat zijn geweest om de ingang van de vistrap te lokaliseren. Het ontbreken van informatie over het totale aanbod van vissen vormt een belangrijke ontbrekende schakel in de uiteindelijke beoordeling (Lanters, 1994). Vandaar dat bij het onderzoek in Lith met behulp van merk-experimenten is getracht om een indruk te krijgen van het totale aanbod. Helaas is het door de relatief lage vangstaantallen van anadrome salmoniden moeilijk een betrouwbare schatting van het totale aanbod te verkrijgen. In 1995 staat de start van een vierjarig onderzoek gepland in de Overijsselse Vecht. Een deel van deze promotie-studie, gericht op de paaïmigratie van winde, zal gericht zijn op een verbetering (vernieuwing) van de onderzoeksmethodieken bij de beoordeling van vistrappen. Het vistrappenonderzoek in de Maas zal anders kunnen worden opgezet als ook Grave van een nieuwe vistrap is voorzien. In dat geval kunnen merkacties van zeeforellen bij Lith samengaan met de plaatsing van een fuik in een verder stroomopwaarts gelegen vistrap (Roermond of Linne). Het is dan mogelijk om het effect van diverse vistrappen in serie op vismigratie over grotere afstanden te bepalen.

Een belangrijk resultaat van het onderzoek in Lith is de invloed van de maaswijdte van de fuik in de vistrap op de vangst van zeeforel. Een kleine maaswijdte leidt tot een lagere selectiviteit van de fuik voor zeeforel. Ditzelfde geldt dan ook voor de resultaten van het onderzoek in Belfeld en ander vistrappen onderzoek in het verleden. De vangbaarheid van iedere lengteklasse zal voor een deel door de maaswijdte van de fuik worden beïnvloed. Het lijkt in ieder geval van belang om de maaswijdte zo te kiezen dat een zo min mogelijke verstoring van de waterstroom optreedt zonder dat de doelsoorten van het onderzoek door de mazen van de fuik ontsnappen.

De studies leiden tot de volgende conclusies:

- De constructie en hydraulische status van de bekkenvistrap in Belfeld is goed te noemen. Het debiet, de ligging van de uitstroomopening en de afmetingen van de bekkens voldoen aan de gestelde randvoorwaarden. De stroomsnelheden boven de overlaten zijn gemiddeld 1.6 m.s^{-1} .
- Tussen 13 mei en 14 juni 1993 passeerden, verdeeld over 17 soorten, iets meer dan 17,000 vissen de vispassage Belfeld. Alver domineert met 88.2% van de totale vangstaantallen. Aal, blankvoorn en baars werden ook in redelijke hoeveelheden gevangen.
- Het onderzoek is door de late oplevering van de vispassage Belfeld waarschijnlijk te laat in het jaar van start gegaan om van de paaitrek van veel soorten te kunnen profiteren.
- 5 rheofiele soorten zijn in de vangsten in de vistrap Belfeld vertegenwoordigd: barbeel, kopvoorn, serpeling, beekforel en bronforel. Geen enkele anadrome soort is in de vistrap

Belfeld gevangen. De aantallen van de rheofiele soorten waren laag (<10 individuen per soort).

- Een brede range van lengteklassen heeft van de vispassage gebruik gemaakt. De kleinste lengteklasse die is aangetroffen was 8 cm (blankvoorn, alver en riviergrondel). De grootste lengte werd door een aal van 79 cm bereikt. De grootste gevangen schubvis was een karper van 78 cm.

- Veel soorten zijn in staat om binnen een etmaal de vispassage Belfeld te passeren.

- De efficiëntie waarmee zeeforellen (en wellicht andere grote vissoorten) met de fuik worden bemonsterd is sterk afhankelijk van de maaswijdte die wordt gebruikt. Een grote maaswijdte vervuult minder snel dan een kleine maaswijdte en leidt zo tot een sterk verhoogde vangstefficiëntie van de fuik voor anadrome salmoniden.

- Op basis van de korte waarnemingsperiode (10 etmalen) met de grofmazige fuik wordt de efficiëntie van de vistrap als passagemogelijkheid voor zeeforel als hoog beschouwd (ca 70 %). Deze waarneming wordt onderschreven door een herhaling van het onderzoek in 1994. Door de beperkte bemonsteringsperiode variëren de efficiëntieschattingen sterk. De aanname dat alle zeeforellen stroomopwaarts migreren zou in een andere studie moeten worden geverifieerd.

- Het aanbod van zeeforel benedenstrooms van het stuwcomplex Lith was in het najaar van 1993 iets groter dan in de zomerperiode. Populatieschattingen op basis van terugvangsten zijn door de geringe terugvangstpercentages onbetrouwbaar. Minimaal 93 zeeforellen waren in 1993 bij het stuwcomplex aanwezig. Populatieschattingen liggen hoger met een aanbod van ruwweg 200 zeeforellen. Minimaal 6 zalmen waren bij het stuwcomplex Lith aanwezig, waarvan de meeste in het najaar.

- 10% van het totale aantal gemerkte zeeforellen in de zomerperiode is door sportvisser teruggemeld. Op basis van deze terugmeldingen blijkt dat in de zomer niet alle zeeforellen bij Lith stroomopwaarts migreren. Van de gemerkte zeeforellen in het najaar zijn 2 exemplaren teruggemeld (6%). Een is ver bovenstrooms in de Roer gevangen en het andere exemplaar in zee bij Rockanje.

- In de zomerperiode is de sterfte van de salmoniden ten gevolge van het merken beduidend hoger dan in de winter.

Algemeen kan gesteld worden dat de bekkenvistrap Belfeld in staat is om de barrièrewerking van het bijbehorende stuwcomplex te verminderen en aldus de vismigratie tussen de twee panden te bevorderen voor diverse vissoorten. In de huidige staat lijkt de bekkenvistrap Lith reeds een goede optrekvoorziening te vormen voor anadrome salmoniden die stroomopwaarts migreren.

5. Literatuur

Banks, J.W., 1969. A review of literature on the upstream migration of adult salmonids. J. Fish. Biol. 1: 85-136.

Bartel, R., H. Auvinen, E. Ikonen, & R. Sych, 1987. Comparison of six tag types in sea trout tagging experiments in the Baltic sea. ICES C.M.1987/M:24.

Beek, G.C.W. van, 1991. Overzicht vangstanadrome en riviervis in het benedenrivierengebied, periode 1980-1990. Bureau waardenburg bv, Culemborg. 42p.

Boiten, W., 1989. De V-vormige vistrap. Optimalisatie van het hydraulisch ontwerp. Waterloopkuning Laboratorium. Verslag modelonderzoek Q 930. 23pp.

Burnham, K.P., Anderson, D.R., White, G.C., Brownie, C., & K.H. Pollock, 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release-recapture. American Fisheries Society. Monograph 5. 437p.

Campbell, J.S., 1977. Spawning characteristics of brown trout and sea trout L. in Kirk Burn, River Tweed, Scotland. J. Fish. Biol. 11: 217-229.

Casselmann, J.M., Penczak, T., Carl, L., Mann, R.H.K., Holcik, J., & W.A. Woitowich. 1990. An evaluation of fish sampling methodologies for large river systems. Pol. Arch. Hydrobiol. 37(4): 521-551.

Cazemier, W.G., & W.J.M. Muyres, 1981. Over de doelmatigheid van een experimentele vistrap in de Neerbeek. RIVO-Rapport. ZS 81-1. 20pp.

Cazemier, W.G., 1992. The migration of sea-trout (*Salmo trutta trutta* L.) along the Dutch coast and in the lower part of the Rhine. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. RIVO Rapport BINVIS 92-501. 27p.

Cazemier, W.G.C., & R.L.P. Lanfers, 1993. Überwachung der Fischmigration in den Niederlanden. Tätigkeitsbericht. Projekt 'Rückkehr der Langdistanz-Wanderfische in den Rhein (Lachs 2000). Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. 12p.

Cazemier, W.G., 1990. De vismigratie via de bekkenvistrap bij de Maasstuw te Linne. RIVO-Rapport. BINVIS 90-501. 20pp.

Cazemier, W.G., 1990. Onderzoek naar de doelmatigheid van de vissluizen in de stuwen bij Driel en Hagestein in de rivier Neder-Rijn/Lek. RIVO-Rapport. BINVIS 90-502. 24pp.

Clark, D.C., W.K. Purvis, . & D. Mee, 1990. Use of telemetric tracking studies to examine environmental influence on catch/effort indices. A case studie of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in the R. Tywi S. Wales. National Rivers Authority (Welsh Region).

Cormarck, R.M., 1968. The statistics of capture-recapture methods. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 6: 455-506.

Euzenat, G., F. Fournel, A. Richard, 1991. La truite de mer (*Salmo trutta* L.) en Normandie/Picardie. In: Baglinière, J.L., G. Maisse (ed.'s): La truite, biologie et écologie. INRA Editions, Hydrobiologie et Aquaculture, INRA, Paris.

Groot, A.T. de, & W.J.M. Muyres, 1980. Visserijkundige waarnemingen vispassages 1975 tot en met 1979. Visserij 33(7/8): 446-461.

Groot, S.J. de, 1989. Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (*Salmo trutta trutta*). Publications and reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Rhine'. Publicationa reports vol. 1989-12.11p.

Hawkins, A.D., & G.W. Smith, 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. Scott. Fish. Res. Rep. nr. 36. 24p.

Heermans, W. & H.P.M. Stolwijk, 1991a. Verslag onderzoek vispassage via bekkenvistrap in de Regge in 1991. RIVO-Rapport BINVIS 91-03. 10pp.

Heermans, W. & H.P.M. Stolwijk, 1991b. Verslag onderzoek vispassage via bekkenvistrap Vechterweerd in de Overijsselse Vecht in 1991. RIVO-Rapport BINVIS 91-02. 9pp.

Heggberget, T.G., L.P. Hansen, & T.F. Næsje, 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1691-1698.

Klinge, M., & M.P. Grimm, 1992. Visintrek via het sluizencomplex IJmuiden. De aanwezigheid van zeeforel (*Salmo trutta* L.) rond het sluizencomplex met nadruk op het buitenhavengebied. Witteveen+Bos, Deventer. Rapport nr. IJm.8.2. 20p.

Klinge, M., 1992. Onderzoek naar de vismigratie via de schutsluis te Hagestein en de mogelijkheden om dit te verbeteren. Witteveen+Bos, Deventer. Rapport nr. Hgsn.1.1. 23pp.

Laine, A., 1990. The effects of a fishway model hydraulics on the ascend of vendace, whitefish and brown trout in Inari, Northern Finland. Aqua Fennica 20(2): 191-198.

Land, M.A. van der, 1993. Biologische monitoring zoete rijkswateren: Desk study biomassabepaling visstand; bemonstering met fuiken, kor en kuil. RIVO-Rapport C016/93. 34 pp.

Lanters, R.L.P., 1994. Onderzoek aan vispassages. Monitoring van de visoptrek. In: Lezingen en posterpresentaties van de Studiedag Vismigratie 15 december 1993. Ed. A.J.P. Raat. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. p201-211.

Larinier, M., 1992. Implantation des passes à poissons (Locations of fishways). Bull. Fr. Pêche Piscic. 326-327: 30-44.

Larinier, M., 1992. Implantation des passes à poissons (Locations of fishways). Bull. Fr. Pêche Piscic. 326-327: 30-44.

Mills, D., 1989. Ecology and management of the Atlantic salmon. Chapman and Hall, New York. Chapter 4: 63-102.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1993. Kiezen voor recreatie. Beleidsnota Openluchtrecreatie 1992-2010. 's Gravenhage. 191pp.

Morgan, R.I.G., & R.J. Roberts, 1976. The histopathology of salmon tagging IV. The effect of severe exercise on the induced tagging lesion in salmon parr at two temperatures. J. Fish. Biol. 8: 289-292.

Muyres, W.J.M., 1986. Vistrappen. In: Symposiumverslag 'De zalm weer terug in de Maas?', 7 juni 1986. Combinatie Juliana, Stein. 18-24.

Philippart, J.C., 1988. Le saumon. Education Environnement. nr. 4/88. 16p.

Porter, T.R., 1979. A review of factors affecting the rate of return of tagged Atlantic salmon and affects of tagging. ICES, Anadromous and Catadromous Fish Committee. C.M. 1979/m:15. 17p.

Quak, J., & G.A.J. de Laak, 1990. Inventarisatie visstand in Limburgse beken, voorjaar 1990. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport 1990-4, 41 pp.

Riemersma, P., & J. Quack, 1991. Vismigratie en de aanleg van visoptrek-voorzieningen. Deelrapport 2 van de literatuurstudie Vispassages. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport Sa/OVB 1991-1. 103p.

Riemersma, P., 1990. VISPAS Passeerbaarheid van kunstwerken. Deelrapport 1 van de Literatuurstudie Vispassages. Organisatie ter Vebetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-onderzoeksrapport Sa/OVB 1990-1. 56p.

Stolwijk, H.P.M., W. Heermans, & J.A.M. Wiegerinck, 1993. Inventarisatie en hydraulische evaluatie Nederlandse vispassages in 1990-1992. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. RIVO rapport 93.002. 22p.

Thorpe, J.E., 1988. Salmon migration. Sci. Prog., Oxf. 72: 345-370.

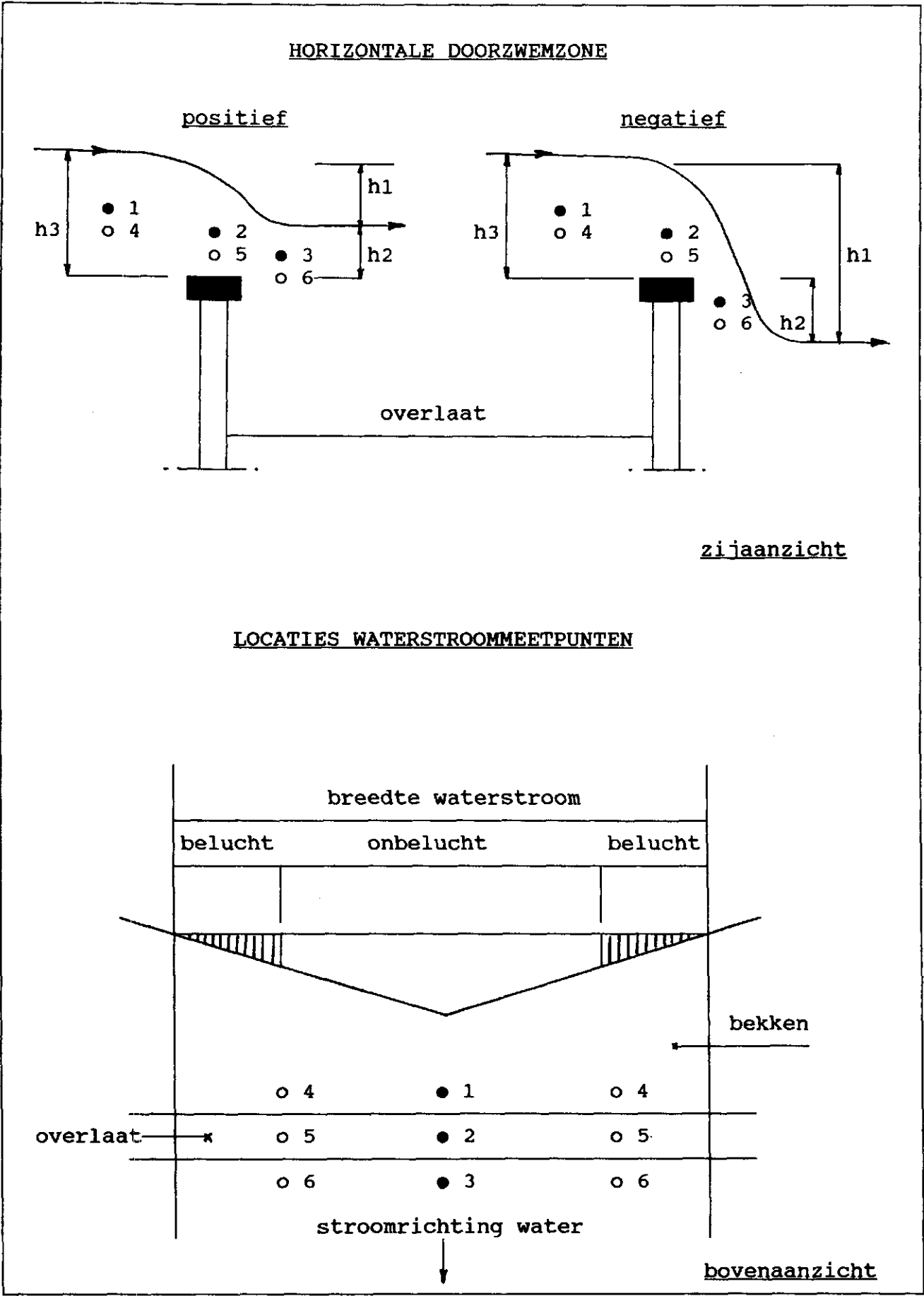
Van Dijk, G.M., & E.C.L. Marteiijn (eds), 1993. Ecological rehabilitation of the River Rhine, the Netherlands research summary report (1988-1992). Report of the project 'Ecological Rehabilitation of the rivers Rhine and Meuse', report no. 50. Chapter 12: 37-40.

Vriese, T., & H. Wiegerinck, 1991. Trout tagging experiments in Dutch coastal waters during the summer of 1990. ICES C.M. 1991/M:22. 17p.

Vriese,T.,1991.De visstand in de Grensmaas.RWSL/OVB 1991-01.OVB-Onderzoeksrapport 1991-21. Nieuwegein,OVB,100pp.

Winfield, I.J., & J.S. Nelson. Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation. Chapman & Hall, London. 667 pp.

BIJLAGE 1 Overzicht van de posties waar de hydraulische parameters van een overlaat worden gemeten (naar: Stolwijk et. al., 1993).



INVENTARISATIE VISPASSAGE

Water	Maas	Provincie:	Limburg								
Plaats	Belfeld										
Naam	Bouwjaar: 1993										
Type vispassage	Bekkentrap										
Beheerder	R.W.S. Dienstkring Roermond										
Adres	Postbus 935										
Postcode plaatsnaam	6040 AX Roermond										
Telefoon	04750-31300										
Lokatie vispassage	Tussen stuw en sluizen aan oostzijde van de strekdam										
AFMETINGEN VISTRAP											
Lengte ca: 203 meter Breedte ca: 9.9 meter											
REGELSYSTEEM											
Met handbediende schuif voor bovenste overlaat											
BEKKENLENGTES											
nr.	m	nr.	m	nr.	m	nr.	m	nr.	m	nr.	m
1	ca 19.8	5	ca 10.1	9	ca 10.0	13	ca 12.0	17		21	
2	ca 15.2	6	ca 11.0	10	ca 10.0	14	ca 11.0	18		22	
3	ca 14.6	7	ca 10.0	11	ca 20.2	15	ca 10.0	19		23	
4	ca 22.5	8	ca 12.0	12	ca 10.0	16	ca 05.0	20		24	
UITVOERING OVERLATEN											
Stortsteen in schanskorven: Aan weerszijde van de overlaten 2 t/m 16 zijn sleuven aangebracht die tot op de bodem van het bekken reiken											
OPMERKINGEN											
Vistrap is in verband met ruimtegebrek uitgevoerd met loodrechte wanden. Bijna overal is stortsteen in schanskorven als bouw materiaal gebruikt Voor en na de sleuven en verspreid in de bekkens zijn zwerfkeien geplaatst											

vispassage: Maas bij Belfeld					datum: 16 mei 1993					
Verval over de vispassage: 300 cm					debiet: 3.2 m ³ /s					
over- laat	niveau verschil h	waterdikte bij meetpunten		horizontale doorzwem zone	waterstroomsnelheden in cm/s bij meetpunten					
no	cm	2	5		1	4	2	5	3	6
1					81	27	118	133	201	173
2					75	33	155	126	128	216
3					101	64	204	133	175	195
4					50	37	137	116	170	215
5					114	39	181	104	158	167
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12					91	49	167	107	258	59
13										
14					66	42	115	103	44	83
15										
16					91	72	145	116	69	100
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

** = onder water

vispassage: Maas bij Belfeld					datum: 24 juni 1993					
Verval over de vispassage: 300 cm					debiet: 5.2 m3/s					
over- laat	niveau verschil h	waterdikte bij meetpunten		horizontale doorzwem zone	waterstroomsnelheden in cm/s bij meetpunten					
no	cm	2	5		1	4	2	5	3	6
1	17	55		38	151		190		198	
2	21	52		31	46		124		186	
3	38	38		0	55		233		287	
4	4	50		46	25		93		126	
5	15	54		39	133		144		209	
6	9	50		41	111		189		221	
7	19	54		35	73		178		215	
8	5	48		43	61		146		224	
9	22	42		20	36		166		231	
10	18	50		32	51		140		185	
11	20	45		25	125		164		219	
12	15	41		26	108		144		167	
13	31	43		12	81		119		217	
14	8	40		32	110		139		151	
15	**	**		**	**		**		**	
16	**	**		**	**		**		**	
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

** = onder water

vispassage: Maas bij Belfeld					datum: 11 augustus 1993					
Verval over de vispassage: 300 cm					debiet: 4.6 m3/s					
over- laat	niveau verschil h	waterdikte bij meetpunten		horizontale doorzwem zone	waterstroomsnelheden in m/s bij meetpunten					
no	cm	2	5		1	4	2	5	3	6
1	22	54		32	69		176		207	
2	21	38		17	100		170		208	
3	32	30		- 2	119		193		245	
4	19	28		9	139		174		181	
5	12	45		33	116		167		196	
6	11	37		26	49		187		204	
7	20	43		23	119		136		210	
8	13	41		28	118		162		215	
9	22	37		15	87		130		183	
10	25	36		11	58		155		202	
11	17	38		21	104		154		220	
12	23	30		7	110		147		191	
13	27	29		2	108		182		239	
14	20	28		8	69		158		202	
15	20	**		**	**		**		**	
16	**	**		**	**		**		**	
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										

** = onder water

[illegible]

Bijlage 4**Indeling vissoorten op basis van voorkomen in bepaalde watertypen**

anadroom	zeeprik
	rivierprik
	steur
	elft
	fint
	zalm
	zeeforel
	houting
katadroom	aal
	bot
rheofiel	beekprik
	barbeel
	gestippelde alver
	kopvoorn
	winde
	serpeling
	sneep
	vlagzalm
	beekforel
	bronforel
	elrits
	bermpje
stagnofiel	snoek
	karper
	kroeskarper
	zeelt
	bittervoorn
	vetje
	grote modderkruiper
	kleine modderkruiper
ubiquistisch	riviergrondel
	brasem
	kolblei
	alver
	blankvoorn
	rietvoorn
	kwabaal
	baars
	snoekbaars
	pos
	rivierdonderpad
	3d-stekelbaars

Bijlage 5. Beknopte weergave randvoorwaarden visoptrekvoorzieningen zoals overeengekomen binnen het Ministerie LNV opgesteld door Directie Openluchtrecreatie in 1987.

a. Algemene randvoorwaarden

1. Omdat vistrek zich stootsgewijs (weersomstandigheden) en massaal (in relatie tot grootte van de rivier) voordoet, dient de vistrap voldoende grote afmetingen (breedte, diepte, debiet) te hebben. Er is een relatie tussen deze afmetingen van de rivier en de daarin aan te brengen vistrap. Hoe groter de rivier, hoe groter de vistrap (niet rechtevenredig). Zo zijn er gebaseerd op eerder aangegeven onderzoek in de Roer en Geul vistrappen aangelegd met breedten van rivier en vistrap van Roer 25 respectievelijk 12 m; Geul 8 respectievelijk 6 m (ter illustratie: de onvoldoende functionerende vistrappen in de 100 meter brede Maas zijn slechts 2 m breed). Zie hiervoor de constructievoorwaarden 5 tot en met 9 en 16 tot en met 20.
2. De voorziening dient het hele jaar te functioneren want vistrek, stroomopwaarts zowel als stroomafwaarts, vindt het hele jaar door plaats en verschilt per soort (trek naar paai-, voedsel-, opgroei- en overwinteringsgebied). Zie hiervoor de constructievoorwaarden 10 en 12.
3. De voorziening dient bij wisselende afvoeren en waterstanden te kunnen functioneren. Zie constructievoorwaarden 7 en 18.
4. De verbindingen van de vistrap met de hoofdstroom dienen zodanig te zijn gesitueerd dat de vis op zijn natuurlijke trekweg "automatisch" naar de ingang wordt geloost. Zie constructievoorwaarden 13 tot en met 20.
5. De vis moet zich, zonder gevaar voor "terugspoelen" door turbulent water, in de vistrap kunnen ophouden. Zie constructievoorwaarde 11.

b. Randvoorwaarden voor de constructie en watervoering in de vistrap.

6. De vistrap dient voldoende diepte te bezitten (min. 0.5 tot 1.5 m bij beken respectievelijk rivieren).
7. De drempels dienen een V-vorm te bezitten. Dit bevordert de handhaving van een waterniveau over de drempel bij zowel lage (midden) als hoge (zijkanen) afvoeren voor de verschillende vissoorten (helling circa 1: 6).
8. Het hoogteverschil tussen het laagste punt van de V-vormige drempel en het waterniveau van het eronder gelegen bekken dient minimaal de helft te zijn van het hoogteverschil met het waterniveau van het erboven gelegen bekken.
9. Het verval per drempel mag voor cypriniden maximaal 15 cm en voor salmoniden maximaal 25 cm bedragen. Naarmate de overlapping zoals onder 8 aangegeven groter is kan alsnog voor cypriniden een iets hoger verval worden aangehouden mits bovendien aan de benedenzijde van de drempel een steenbestorting wordt aangelegd (helling steenbestorting circa 1:1).
10. De maximale stroomsnelheid over de drempel: 1 m/s.
11. De afstand tussen de drempels dient zo groot te zijn dat alle vrijkomende energie bij het verval over de drempel voor de volgende drempel vernietigd is (geen cumulatie van energie vanwege gevaar terugspoelen). De afstand wordt tevens bepaald door de lengte van de vissen en dient op grond hiervan minimaal 3 m te zijn.
12. Indien de drempels bestaand uit een gladde dichte wand (azobe-beton) dienen voorzieningen voor optrekkende glasaal te worden aangebracht. Niet nodig bij gebruik van steenbestorting benedenzijde drempel (zie 9).

c. Randvoorwaarden benedenstroomse uitmonding.

13. Vistrek - metname stroomopwaarts - vindt merendeels in de hoofdstroom plaats. Bij situering van een vistrap in een bocht van de rivier dient deze dan ook in de buitenbocht te liggen.
14. Maximale stroomsnelheid 1 m/s.
15. Situering beneden-uitmonding zover mogelijk stroomopwaarts in de hoofdstroom mits:
 - niet in de sterk turbulente zone van de stuwuitstroom;
 - niet in de zone met snelheden > 1 m/s.
16. Situering zodanig gericht dat de invloed zo groot (ver en diep) mogelijk in de hoofdstroom merkbaar is.
17. De bodem van het eerste en laatste, met de rivier c.q. beek in open verbinding staande vak dient op gelijke hoogte te liggen als de diepte van de hoofdstroom ter plaatse.

d. Randvoorwaarden bovenstroomse uitmonding.

18. De bovenste drempel dient regelbaar te zijn in verband met extreem hoge afvoeren (zo mogelijk instroming afsluitbaar in verband met onderhoud vistrap).
19. De stroomsnelheid van de hoofdstroom ter plaatse dient lager te zijn dan de maximale snelheid (1 m/s) in de vistrap (in verband met afdrijven van vis naar de stuw).
20. Bij een waterkrachtcentrale dient vanaf de bovenmonding van de vistrap een diagonaal stroomafwaarts gericht visgeleidingssysteem aangebracht te worden ter vermindering van vernietiging van afzwemmende vis door turbines. De vistrap dient metname in dit geval een diep (relatie met hoofdstroom) voorbekken te hebben. Toepassing van visgeleiding kan ook stroomopwaarts wenselijk zijn.

Slotopmerkingen.

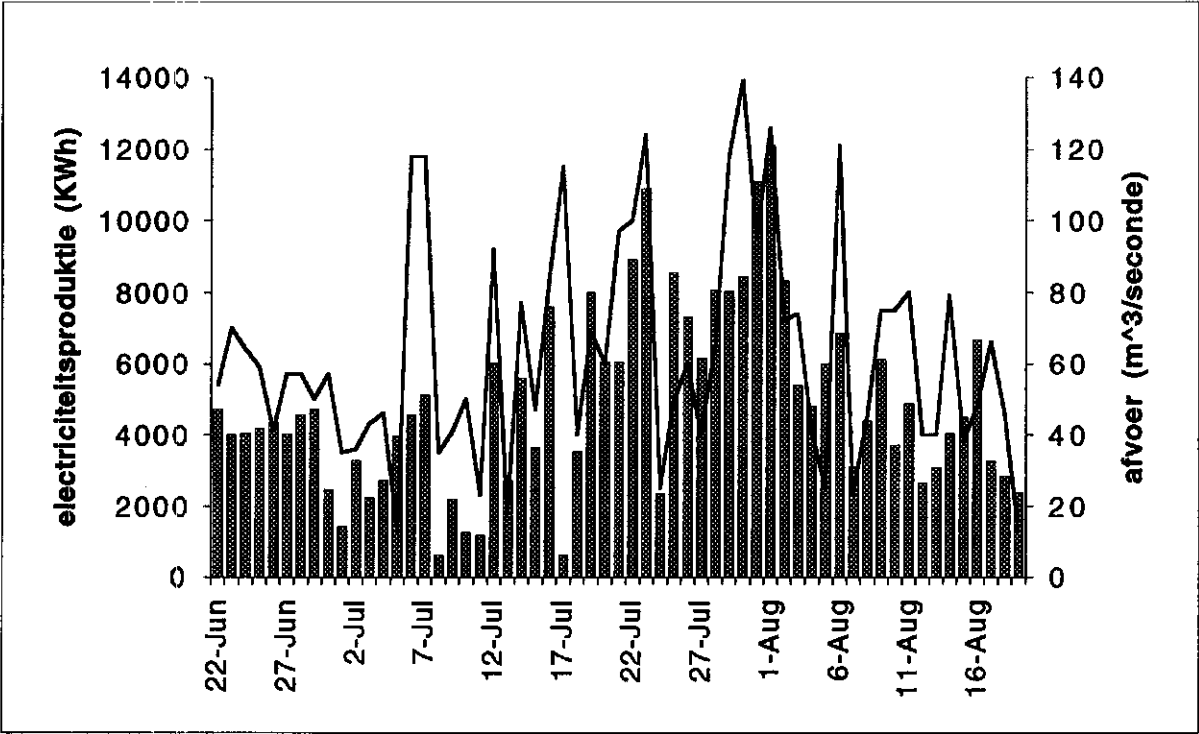
- Waterkeringen worden om verschillende redenen aangelegd. Het debiet in rivieren kan sterk variëren. Dit heeft tot gevolg dat de aangelegde waterkeringen zodanig worden geconstrueerd dat de afvoer en manier waarop tot bepaalde hoogte regelbaar is. Dit kan zoals uit voorgaande randvoorwaarden is gebleken van invloed zijn op het functioneren van de vistrap. Ook kan op basis van nieuwe ontwikkeling en doelstellingen waterkeringen worden geconstrueerd. Het is derhalve noodzakelijk dat er afspraken worden gemaakt betreffende de regeling van de afvoer in bepaalde situaties en tijden.
- Alhoewel de hoofdpunten waaraan een vistrap dient te voldoen duidelijk zijn, is er ook bij vistrappen nog onderzoek gaande op basis waarvan aanvullende inzichten kunnen ontstaan. Op grond hiervan is een absolute constructie waardoor gewenste aanpassingen niet of slechts tegen hoge kosten mogelijk zijn, niet te verkiezen. Monolietconstructies dienen derhalve te worden vermeden.
- Aangezien de ervaring leert dat vistrappen in de belangstelling van passanten (recreanten) staan verdient in geval van een betonnen "goot"-constructie waardoor de benedenzijde vaak diep ingesneden ligt, het veiligheidsaspect bijzondere aandacht.
- Uit ervaring blijkt dat specifieke lokale omstandigheden van grote invloed kunnen zijn. Het is derhalve noodzakelijk om tijdens de planvorming zowel over de situering als de constructie overleg te hebben met het ministerie van LNV (Directie Openlucht recreatie).

BIJLAGE 6 Soortenlijst Latijn, Nederlands, Engels en Duits
(Appendix 6 Specieslist in Latin, Dutch, English and German)

Latijn	Nederlands	Engels	Duits
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	Eel	Aal
<i>Rutilus rutilus</i>	Blankvoorn	Roach	Plötze
<i>Abramis brama</i>	Brasem	Bream	Blei
<i>Perca fluviatilis</i>	Baars	Perch	Flußbarsch
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Pos	Ruffe	Kaulbarsch
<i>Blicca bjoerkna</i>	Kolblei	White bream	Güster
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Snoekbaars	Pikeperch	Zander
<i>Platichthys flesus</i>	Bot	Flounder	Flunder
<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	Smelt	Stint
<i>Alburnus alburnus</i>	Alver	Bleak	Ukelei
<i>Cottus gobio</i>	Rivierdonderpad	Bullhead	Groppe
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Stekelbaars (3)	Three-spined stickleback	Dreistachliger Stichling
<i>Leuciscus idus</i>	Winde	Orfe	Aland
<i>Gobio gobio</i>	Riviergrondel	Gudgeon	Gründling
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rietvoorn	Rudd	Rotfeder
<i>Esox lucius</i>	Snoek	Pike	Hecht
<i>Cyprinus carpio</i>	Karper	Carp	Karpfen
<i>Salmo trutta</i>	Zee/Beekforel	Sea/Brown trout	Meer/Bachforelle
<i>Tinca tinca</i>	Zeelt	Tench	Schleie
<i>Carassius carassius</i>	Kroeskarper	Crucian carp	Karausche
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Rivierprik	River lamprey	Flussneunauge
<i>Leuciscus cephalus</i>	Kopvoorn	Chub	Döbel
<i>Barbus barbus</i>	Barbeel	Barbel	Barbe
<i>Petromyzon marinus</i>	Zeeprik	Sea lamprey	Meerneunauge
<i>Carassius auratus gibelio</i>	Giebel		Giebel
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Serpeling	Dace	Hasel
<i>Silurus glanis</i>	Meerval	Wels	Wels
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenboogforel	Rainbow trout	Regenbogenforelle
<i>Chondrostoma nasus</i>	Sneep	Nase	Nase
<i>Ictalurus nebulosus</i>	Br.Am.dwergm	Brown Am. bullhead	Zwergwels
<i>Salmo salar</i>	Zalm	Salmon	Lachs
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bronforel	Am. brook trout	Bachsaibling
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Gestippelde alver		Schneider
<i>Ictalurus melas</i>	Zw.Am.dwergm	Black Am. bullhead	Zwergwels
<i>Lepomis gibbosus</i>	Zonnebaars	Pumpkinseed	Sonnenbarsch

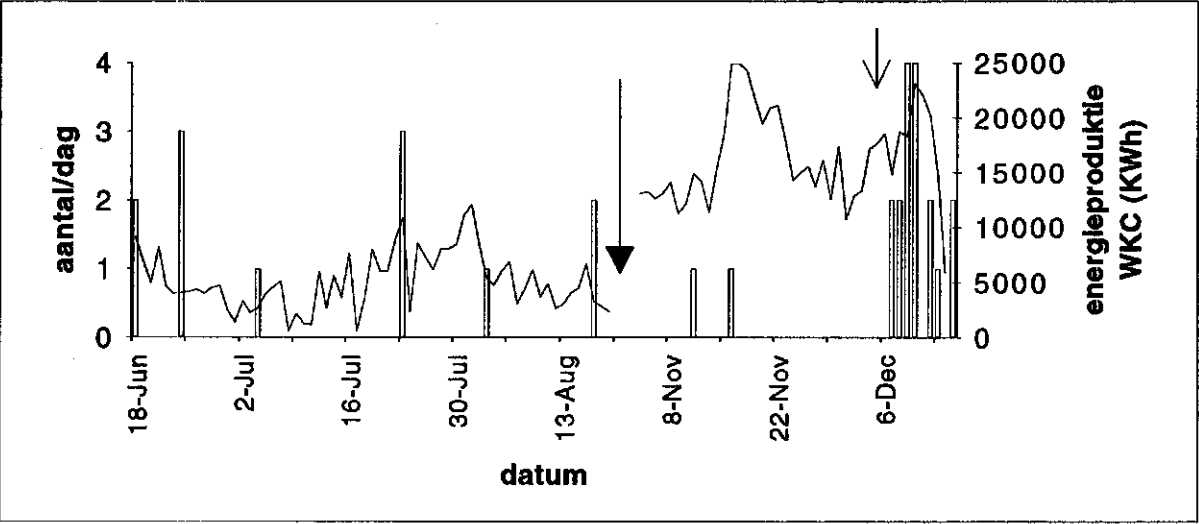
Bijlage 7 Relatie tussen de waterafvoer en de zeeforelvangsten

Figuur a geeft aan dat er een sterke correlatie bestaat tussen de hoeveelheid geproduceerde energie bij de WKC Alphen en de waterafvoer bij Megen.

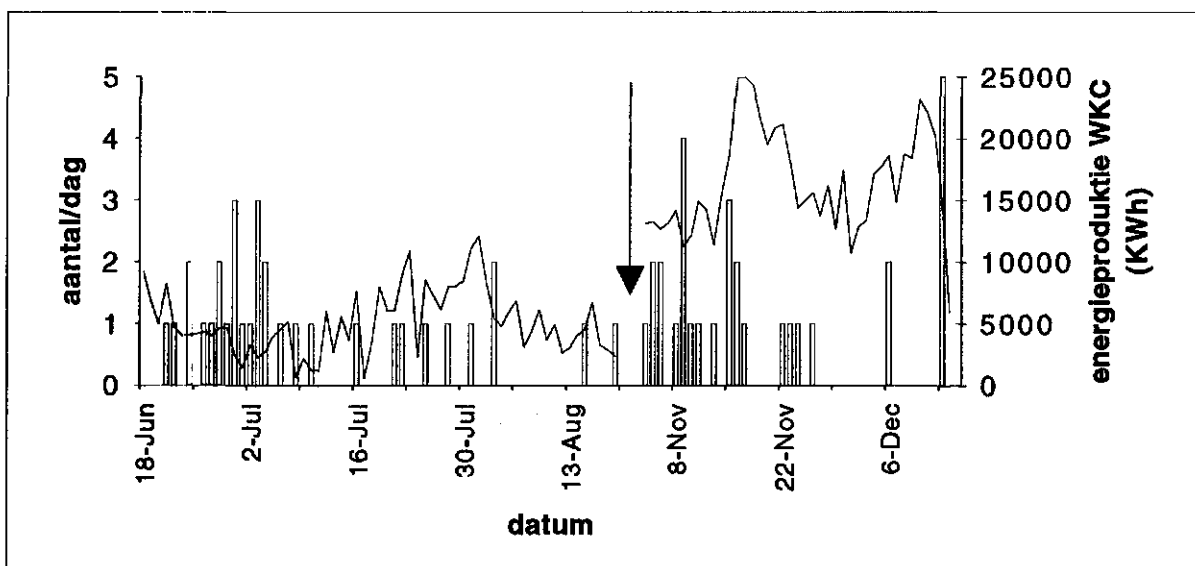


Figuur a Relatie tussen de waterafvoer (lijn) bij Megen en de electriciteits productie (staaf) van de WKC Lith

In de figuren b en c staat de relatie tussen de zeeforelvangst en de energieproductie.



Figuur b Relatie tussen de energieproductie (lijn) en de zeeforelvangsten in de fuik (staaf). De eerste pijl geeft de onderbreking aan tussen de waarnemingen in de zomer en het najaar. De tweede pijl geeft het moment aan waarop de grofmazige fuik is ingezet



Figuur c Idem als b maar dan voor de vangstontwikkeling in de zalmsteek
De pijl geeft de onderbreking in de tijdsserie aan.

De correlaties tussen de energieproductie en de zeeforelvangst zijn voor beide vistuigen niet significant.

Bijlage 8 Soortensamenstelling en vangstaantallen van alle vissoorten die in de fuik in de vistrap Lith zijn gevangen

Soort	Periode		
	zomer	najaar1	najaar2
blankvoorn	1317	13	
baars	1108	3	
snoekbaars	871		
aal	759	2	
alver	51		
zeeforel	12	2	17
rietvoorn	3		
kolblei	2		
zalm	1		1
zeeprik	1		
giebel	1		
meerval	1		
regenboogforel	1		
rivierprik		71	1
pos		3	
kopvoorn		1	
winde			1
brasem			1
Totaal	4128	95	21

BIJLAGE 9 Populatieschattingen van zeeforel bij de stuw Lith op basis van terugvangsten in de zalmsteek

Schatting van de totale zeeforelpopulatie (N) voor de zomer- en de najaarsperiode op basis van de zalmsteekvangsten. n is de totale dagvangst op de schattingsdatum, m is het aantal gemerkte dieren in deze dagvangst en M is het totale aantal gemerkte dieren in de populatie. De populatieschatting is $N=n.M/m$. De standaardafwijking wordt geschat volgens $N_{min,max}=n.M/(m\pm 1.96\sqrt{(1-m/n)})$, zie Cormarck (1968).

datum	n	m	M	N	N _{min}	N _{max}
zomer						
20-7	4	1	19	76	28	251
23-7	4	1	21	84	31	278
winter						
20-12	9	4	46	104	76	163