

# Bekkenvistrap en Hevelvistrap in de Maas

Een onderlinge vergelijking van twee vistrappen bij  
stuw Roermond





# Bekkenvistrap en Hevelvistrap in de Maas

Een onderlinge vergelijking van twee vistrappen bij stuw Roermond



dossier : B9227-11-001  
registratienummer : WA-WN20090041  
versie : 2

Rijkswaterstaat Limburg

december 2009  
Definitief



<b>INHOUD</b>	<b>BLAD</b>	
1	INTRODUCTIE	3
1.1	Achtergrond	3
1.2	Aanleiding	3
1.3	Doelstelling	3
1.4	Fasering	4
1.5	Partijen en rollen	4
1.6	Proefopzet	5
2	UITGANGSPUNTEN	7
2.1	Proces	7
2.2	Ontwerp	7
2.3	Monitoringsplan	7
3	MATERIAAL EN METHODE	9
3.1	Bekkenvistrap	9
3.2	Hevelvistrap	11
3.3	Fuikconstructies	14
3.4	Verwerking van de vangst	16
3.5	Waarnemingsperiode en frequentie	17
4	RESULTAAT	19
4.1	Beschrijving van de omstandigheden	19
4.1.1	Waarnemingsperiode en frequentie	19
4.1.2	Vervuilingsgraad fuiken en waargenomen schade	20
4.1.3	Verloop van de afvoer en waterstanden	22
4.1.4	Weeromstandigheden en verloop van de watertemperatuur	25
4.1.5	Technische complicaties	27
4.2	Vangstverloop	27
4.2.1	Totaal aantal vissen	27
4.2.2	Vissoorten	28
4.2.3	Totaal aantal vissen per functionele groep	31
4.2.4	Lengteopbouw	33
5	TOETSING VANGSTRESULTATEN	35
5.1	Analyse van de resultaten	35
5.2	Beoordelingsniveau 1: Totaal aantal vissen	36
5.3	Beoordelingsniveau 2: Aantal vissoorten	38
5.4	Beoordelingsniveau 3: Aantal per functionele groep	40
5.5	Beoordelingsniveau 4: Aantal geslachtsrijpe exemplaren	45
5.6	Vergelijking van de werking	46
5.7	Samenvatting	48
6	EVALUATIE EN OPINIE	49
6.1	Inleiding	49
6.2	DHV B.V., VisAdvies & ATKB	49
6.3	FishFlow Innovations (FFI)	52
6.4	Arbra B.V.	57

**DHV B.V.**

7	EINDOORDEEL BEGELEIDINGSGROEP	59
8	LITERATUUR	63
9	COLOFON	65

**BIJLAGEN**

1	DO tekeningen vangconstructies
2	Vangstverloop bekkenvistrap
3	Lengtefrequentie diagrammen per soort

## 1 INTRODUCTIE

### 1.1 Achtergrond

De zalm terug in de grote rivieren, waaronder de Maas, is een langgekoesterde doelstelling. Om deze te bewerkstelligen zijn er zowel nationaal als internationaal specifieke maatregelen benoemd en uitgevoerd. Eén daarvan is het realiseren van vistrappen. Met de komst van de Europese Kaderrichtlijn Water is de vraag naar en kennis over de toepassing van vistrappen nog sterker toegenomen. In de Maas bij de stuw van Roermond ligt een V-vormige bekkenvistrap. Voor een dergelijke vistrap zou een alternatief de hevelvistrap van FishFlow Innovations (FFI) kunnen zijn, een innovatief, nieuw vistrapconcept. De vraag van Rijkswaterstaat en FFI is hoe de beide passages ten opzichte van elkaar werken. Rijkswaterstaat heeft DHV B.V. de opdracht gegeven om de monitoring en evaluatie van de twee vistrappen bij de stuw te Roermond uit te voeren. In het voorliggende rapport worden de aanleiding, de opzet, de uitvoering van de proef beschreven en worden de resultaten van de monitoring geanalyseerd. Het project is uitgevoerd door het samenwerkingsverband tussen DHV B.V., AT-KB en VisAdvies, verder ook genoemd als “de uitvoerende partij”.

### 1.2 Aanleiding

De aanleiding voor deze proef is het initiatief van Arbra B.V. om bij de stuw van Borgharen (gemeente Maastricht) een waterkrachtcentrale te willen aanleggen. Als gevolg daarvan zou de bestaande bekkenvistrap vervangen moeten worden door een vistrap die weinig ruimte inneemt. Het innovatieve concept van de hevelvistrap zou hiervoor een gepaste oplossing kunnen zijn. De vraag is of de hevelvistrap, die in een dergelijke situatie nog niet is toegepast, voldoende werkt om ingezet te kunnen worden. Dit heeft uiteindelijk geleid tot de motie Janssen c.s. (27.625 nummer 91) die op 28 juni 2007 door de Tweede Kamer is aangenomen:

*De Kamer “verzoekt de regering om binnen twee jaar – in een omgeving die representatief is voor de Maas – een proef uit te voeren en af te ronden met een hevelvistrap, en wanneer blijkt dat de hevelvistrap even goed of beter presteert dan de conventionele bekkenvistrap, de bekkenvistrap bij Borgharen hierdoor te vervangen, zodat er plaats vrij kan komen voor een waterkrachtcentrale met visgeleidingssysteem, en ten tweede een plan van aanpak op te stellen voor de plaatsing van meer hevelvistrappen bij gemalen en stuwen om de passeerbaarheid hiervan voor vissen te vergroten.”*

Alleen het eerste onderdeel van deze motie is door de Staatssecretaris van Verkeer & Waterstaat overgenomen: het uitvoeren van een proef. Deze opdracht is door de Staatssecretaris bij Rijkswaterstaat neergelegd.

### 1.3 Doelstelling

De proef betrof een onderlinge vergelijking van de werking van de hevelvistrap en de bekkenvistrap ten behoeve van de stroomopwaartse migratie van alle op de Maas voorkomende vissoorten. Het doel van het onderzoek was de beantwoording van de volgende vraag:

**Functioneert op een voor de Maas representatieve proeflocatie en bij gelijkwaardige omstandigheden en condities, de hevelvistrap ten minste even goed dan wel beter dan de bekkenvistrap?**

## DHV B.V.

Om deze vraag te beantwoorden is een vergelijking gemaakt van de mate waarin vissen gebruik maken van de hevelvistrap en de bekkenvistrap (Lohrmann, 2008). Deze vergelijking is op de volgende niveaus gemaakt:

- het totaal aantal vissen;
- het totaal aantal vissoorten;
- het totaal aantal vissen per functionele groep;
- het aantal per lengteklasse.

### 1.4 Fasering

Het project heeft in totaal uit drie fases bestaan:

Fase 1. Ontwerpfase. Het ontwerpen van de proefopstelling en de vangconstructies (fuiken) en het opstellen van een monitoringsplan;

Fase 2. Bouwfase. Het bouwen (en na beëindiging van de proef weer verwijderen) van de proefopstelling. Voor een overzicht van de fuikconstructies bij de beide vistrappen zie bijlage 1.

Fase 3. Monitoringsfase. Het monitoren van de beide vistrappen waaronder het uitvoeren van metingen, het analyseren en het rapporteren.

### 1.5 Partijen en rollen

De samenstelling van de projectgroep en begeleidingsgroep heeft gedurende de drie fases gewisseld. In onderstaande tabel is aangegeven welke partij welke rol heeft gehad in het project. Tevens is aangegeven welke personen per partij betrokken zijn geweest in de projectgroep en begeleidingsgroep.

Tabel 1. Overzicht van de betrokken partijen en personen

Partijen	Rol		Personen
	Fase 1 en 2	Fase 3	
Rijkswaterstaat	Opdrachtgever	Opdrachtgever	Hans van Wanrooij, Wim Hendrix, André Breukelaar
DHV	Geen	Opdrachtnemer	Stephan Jansen en Daan Besselink
VisAdvies	Begeleidingsgroep	Opdrachtnemer	Tim Vriese
AT-KB	Begeleidingsgroep	Opdrachtnemer	Jouke Kampen
FishFlow Innovations	Opdrachtnemer	Adviseur, licentiehouders v/h concept hevelvistrap	Theo Witjes, Marcel Klinge, Rob Lohrmann, Gerard Manshanden
Arbra	Geen	Adviseur	Anton van der Boom
Deltares	Geen	Begeleidingsgroep	Tom Buijse
Wageningen IMARES	Begeleidingsgroep	Begeleidingsgroep	Erwin Winter
KEMA	Begeleidingsgroep	Begeleidingsgroep	Maarten Bruijs

#### Begeleidingsgroep

Gezien de gemeoede, deels uiteenlopende (ook commerciële) belangen van betrokken partijen bij de resultaten van de vergelijking van de vistrappen, is een objectieve proefneming van groot belang. Om de gewenste objectiviteit mede te borgen, heeft Rijkswaterstaat er voor gekozen om vanaf de start van de proef een onafhankelijke begeleidingsgroep (BG) in te stellen bestaande uit deskundigen op het gebied van vis(migratie) en -onderzoek. In eerste instantie hadden ook VisAdvies en AT-KB zitting in de



begeleidingsgroep. Door hun rol in de uitvoering van de monitoring, is hun plaats in de begeleidingsgroep voor de monitoringsfase overgenomen door Deltares.

De taken van de BG waren (Rijkswaterstaat en FishFlow Innovations, 2008):

- a. onafhankelijk te opereren van zowel de opdrachtgever (=Rijkswaterstaat) als de betrokken opdrachtnemers (derden) dan wel in gezamenlijke opdracht van de opdrachtgever en een opdrachtnemer;
- b. het objectief en kritisch bewaken van de gehele proef ten aanzien van zowel de inhoud als het proces;
- c. het op verzoek van de opdrachtgever of een opdrachtnemer uitbrengen van een advies over de proef of onderdelen van de proef;
- d. het geven dan wel onthouden van goedkeuring aan het monitoringsplan;
- e. het vastleggen van een eindoordeel ten aanzien van de proef op basis van het monitoringsplan, de uitgevoerde monitoring en de verkregen meetresultaten.

## 1.6 Proefopzet

### Keuze proeflocatie

Rijkswaterstaat heeft als eerste stap een geschikte (en representatieve) proeflocatie op de Maas gezocht. Hiervoor waren 7 potentiële locaties beschikbaar aangezien er zich 7 stuwen op de Limburgse Maas bevinden. Van deze locaties werden er 4 om uiteenlopende redenen niet geschikt geacht. Deze pré-selectie is mede gebaseerd op een uitgevoerd locatieonderzoek in opdracht van het Directoraat-Generaal Water van het Ministerie van V&W (Kroes & Vriese, 2007). De resterende kansrijke locaties (Sambeek, Belfeld en Roermond) waren gelijkwaardig. Uiteindelijk is de stuw bij Roermond als meest geschikte representatieve locatie aangewezen. Bij de selectie is gekeken naar in totaal 14 criteria die gezamenlijk een breed scala van aspecten bestrijken op zowel ruimtelijk, technisch, procedureel/juridisch, organisatorisch als financieel gebied.

### Ontwerpen van de proefopstelling

Medio 2007 was er voor zover bekend slechts één bedrijf dat een werkend prototype van het innovatieve concept van de hevelvistrap voor productie gereed had en een proefopstelling kon leveren. Een kleinere uitvoering van de hevelvistrap is in 2006 aangelegd bij een kleine stuw in de Hertogswetering bij Berghem (Noord-Brabant) door FishFlow Innovations (FFI) uit Deventer. FFI was tevens de enige licentiehouder om namens de octrooihouder het concept van de hevelvistrap te mogen ontwerpen, produceren en vermarkten. Het ontwerpen van de proefopstelling is mede daarom door Rijkswaterstaat aan FFI in opdracht gegeven. Een ander aspect dat daarbij een rol speelde was de gerechtvaardigde aanname dat de conceptueel bedenker van het systeem ook de meeste expertise in huis heeft om het meest optimale ontwerp voor de hevelvistrap te ontwerpen.

Bij de ontwerpoperdracht zijn door Rijkswaterstaat de volgende randvoorwaarden meegegeven:

- a. De hevelvistrap wordt gelegen op het stuwcomplex Roermond, op de linkeroever van de Maas, tussen de stuw en de bestaande bekkenvistrap;
- b. De hevelvistrap mag de werking van de al aanwezige bekkenvistrap niet nadelig beïnvloeden;
- c. De hevelvistrap mag het operationele beheer dan wel de werking van de overige infrastructurele voorzieningen waaronder de stuw, de sluis, de meetpunten, de bodem- en de oeververdediging niet nadelig beïnvloeden.

### **Bouwen van de proefopstelling**

Na afronding van de ontwerpfase is de opdracht voor de bouw van de proefopstelling op 1 juli 2008 eveneens aan FFI opgedragen. Deze opdracht omvatte ook werkzaamheden om de bestaande bekkenvistrap op enkele onderdelen te optimaliseren zoals het verplaatsen van enkele grote stroomstenen en het aanbrengen van een *vertical slot* in de meest bovenstrooms gelegen (regelbare) drempel. De werkzaamheden zijn op 20 oktober 2008 afgerond. Voor een overzicht van de fuikconstructies van de beide vistrappen, zie bijlage 1.

### **Monitoringsplan**

De wijze van beproeven (de monitoring, het analyseren van de vangstresultaten, hoe om te gaan met onvoorziene omstandigheden en voortschrijdend inzicht) zijn beschreven in het monitoringsplan dat door FFI is opgesteld (Lohrmann, 2008). Het monitoringsplan is voorafgaand aan de feitelijke beproeving goedgekeurd door zowel Rijkswaterstaat, FFI als de begeleidingsgroep en vormt daarmee het "spelregelkader" voor de bij de proef betrokken partijen. DHV en Arbra hebben in dat traject geen van beiden een rol gehad.

## 2 UITGANGSPUNTEN

*In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten verwoord die ten grondslag gelegen hebben aan alle drie de fases van de proef (Rijkswaterstaat en FishFlow Innovations, 2008). Een aantal uitgangspunten heeft tevens een plaats gekregen of is verder uitgewerkt in het monitoringsplan (Lohrmann, 2008).*

### 2.1 Proces

- De opdrachtgever voert de regie over en is verantwoordelijk voor alle communicatie richting derden over de proef en de resultaten van de proef;
- De proef wordt begeleid door een onafhankelijke begeleidingsgroep van deskundigen op het gebied van vis, vismigratie en/of vissystemen;
- Indien tijdens de proef een verschil van inzicht ontstaat ten aanzien van de uitvoering van de proef, kunnen de opdrachtgever, de opdrachtnemer(s) of de begeleidingsgroep een auditgroep laten samenstellen. De samenstelling van de auditgroep vereist instemming van de partijen die betrokken zijn bij het verschil van inzicht;
- De monitoring exclusief het analyseren en rapporteren van de meetresultaten, beslaat 1 volledig kalenderjaar;
- Indien er zich tijdens de uitvoering van de monitoring onregelmatigheden voordoen, het vermoeden bestaat dat zich onregelmatigheden voor hebben gedaan of zich onvoorziene omstandigheden voordoen zoals vandalisme, hoogwater of anderszins, kunnen de opdrachtgever of de opdrachtnemer zich tot de begeleidingsgroep wenden met het verzoek om een advies uit te brengen;
- Modificaties aan de proefopstelling van één van de beide systemen tijdens de meetperiode van de monitoring, dienen vooraf te worden goedgekeurd door zowel de opdrachtgever, de opdrachtnemer als de begeleidingsgroep.

### 2.2 Ontwerp

- Het technische ontwerp van de hevelvistrap wordt gesitueerd op het stuwcomplex Roermond, op de linkeroever van de Maas, tussen de stuw en de bestaande bekkenvistrap;
- Het technische ontwerp van de hevelvistrap mag de functionaliteit van de aanwezige bekkenvistrap niet nadelig beïnvloeden;
- Het technische ontwerp van de hevelvistrap mag het operationele beheer dan wel de functionaliteit van de overige infrastructurele voorzieningen waaronder de stuw, de sluis, de meetpunten, de bodem- en de oeververdediging niet nadelig beïnvloeden.

### 2.3 Monitoringsplan

- Het monitoringsplan behoeft goedkeuring van zowel de opdrachtgever als van de begeleidingsgroep;
- Het monitoringsplan dient uit te gaan van de aanwezige functionaliteiten van de bestaande bekkenvistrap;
- Het monitoringsplan dient volledig en eenduidig te zijn in alle beschrijvingen van uit te voeren werkzaamheden en activiteiten, tijdschema's, besluitvorming door betrokkenen, taken en verantwoordelijkheden van betrokkenen, in te zetten materiaal en materieel opdat voor de uitvoering hiervan een passende offerte kan worden aangevraagd;
- Het monitoringsplan dient borg te staan voor het objectief vergelijken van de hevelvistrap met de bekkenvistrap;
- Het monitoringsplan dient eenduidige toetscriteria te bevatten ten behoeve van het beoordelen van het slagen/mislukken van de proef op basis van de verkregen meetresultaten;

**DHV B.V.**

- Het monitoringsplan bevat een protocol dat beschrijft hoe tijdens de uitvoering van de monitoring zal worden omgegaan met door de opdrachtgever of opdrachtnemer gewenste modificaties aan de proefopstelling van de hevelvistrap of de bekkenvistrap;
- Het monitoringsplan bevat scenario's die aangeven hoe tijdens de uitvoering van de monitoring zal worden omgegaan met eventualiteiten die de monitoring kunnen verstoren zoals vandalisme, milieu-incidenten, scheepvaartincidenten, hoogwater, etcetera...

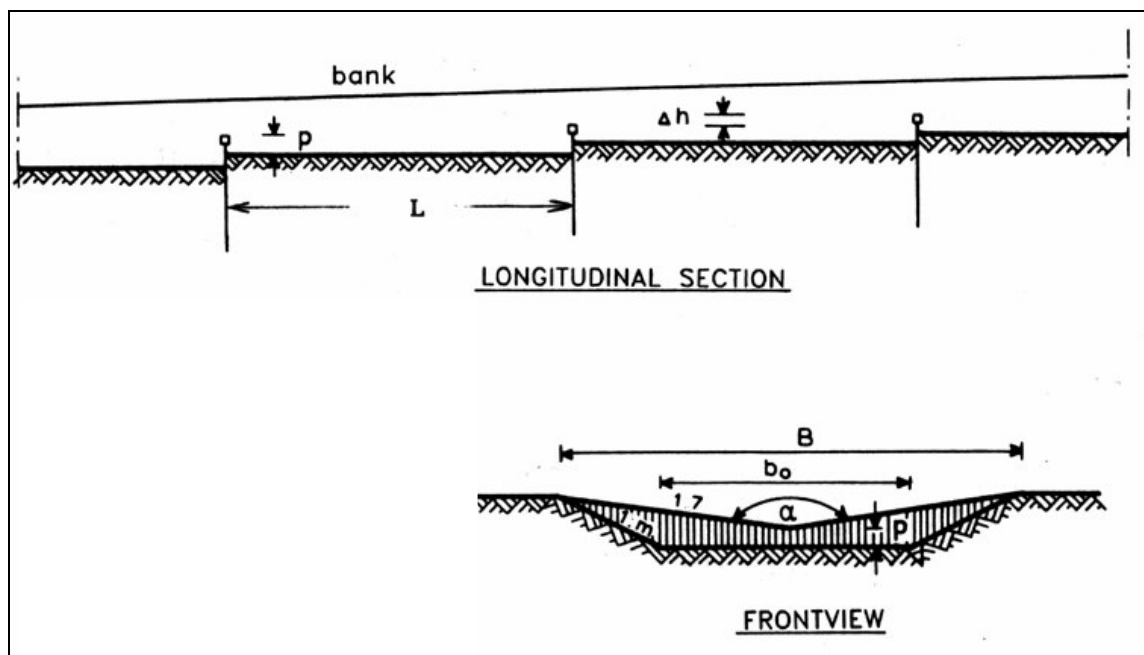
### 3 MATERIAAL EN METHODE

De leidraad voor het onderzoek – zowel qua opzet, uitvoering als qua analyses – is het monitoringsplan voor toetsing van de werking van de vistrappen bij de stuw Roermond geweest (Lohrmann, 2008). Voordat hier in dit hoofdstuk nader op in wordt gegaan, volgt eerst een uiteenzetting van de twee vistrappen.

#### 3.1 Bekkenvistrap

Een bekkenvis trap is een gegraven geul langs een obstakel (bijvoorbeeld een stuw, een sluis, een gemaal of een watermolen) dat zich in de rivier of beek bevindt. Het obstakel creëert een groot (hoogte)verschil in waterpeil dat voor vissen die stroomopwaarts willen, niet op eigen kracht te overwinnen is.

Door de geul stroomt water onder vrij verval van een hoog naar een laag waterpeil. In de geul bevinden zich een aantal speciaal vormgegeven drempels die dwars op de stroomrichting staan. Het water stroomt over en door openingen in de drempels. Door deze drempels wordt het water afgeremd en zo ontstaan er bekkens met onderling een klein verschil in waterniveau. Alle bekkens achter elkaar vormen zo een soort trap ofwel een vistrap. De drempels hebben vaak een V-vorm of een uitsparing waar voldoende water staat, zodat de vis daar doorheen kan zwemmen.



Figuur 1. Schetsen van een lengteprofiel en V-vormige drempel

Deze vistrap met zeer kleine hoogteverschillen bij elke drempel, stelt vissen in staat om een groot hoogteverschil op eigen kracht te overwinnen en dus het obstakel op eigen kracht in stroomopwaartse richting te passeren.



*Figuur 2. Foto van de bekkenvistrap bij Roermond, buiten bedrijf.*

De bekkenvistrap van de stuw Roermond is voorzien van een regelbare schuif aan de instroomzijde van de bekkenvistrap. De schuif heeft altijd op een vaste stand gestaan. Door variatie in waterstand en afvoer van de Maas, heeft hierdoor de afvoer in de bekkenvistrap wat gevarieerd. Aan de bovenstroomse zijde van deze schuif (tevens de bovenste trede van de bekkenvistrap) is ten behoeve van eerder onderzoek een U-profiel aangebracht. Bij een veldbezoek is geconstateerd dat dit U-profiel naast de schuif is gebouwd. Ook is geconstateerd dat de waterdiepte ter plekke gering is; circa 50 à 70 centimeter. Beide aspecten maken het aanwezige U-profiel ongunstig voor de plaatsing van een optimaal werkende vangconstructie. Daarom is voorgesteld om op enige afstand stroomopwaarts van de regelbare schuif een nieuwe vangconstructie te maken.

Ten behoeve van het vergelijkingsonderzoek zijn stroomopwaarts van de schuif van de bekkenvistrap buispalen geplaatst. Op deze buispalen zijn U-profielen en een hijsconstructie geplaatst. In de profielen is een frame geplaatst waaraan een bak van draadgaas met een maaswijdte van 28 mm gestrekte maas (14 mm halve maas) is bevestigd. Aan het uiteinde van de gaasbak is een fuik bevestigd die tegenstrooms is geplaatst. De fuik die is ingezet was voorzien van minimaal vijf kelen en grote kamers en had over de gehele lengte een maaswijdte van 26 mm gestrekte maas. Om schade door sprintende vissen te voorkomen is een extra zak van dyneema-lijnen om de kub van de fuik geplaatst. Het frame van de

vangconstructie is via kabels met de hijsconstructie verbonden. Hiermee kon de gehele fuikconstructie boven water worden gebracht. De vangconstructie is visdicht op de schuif van de bekkenvistrap aangesloten door middel van wanden van gaas.

Verder zijn de volgende voorzieningen getroffen:

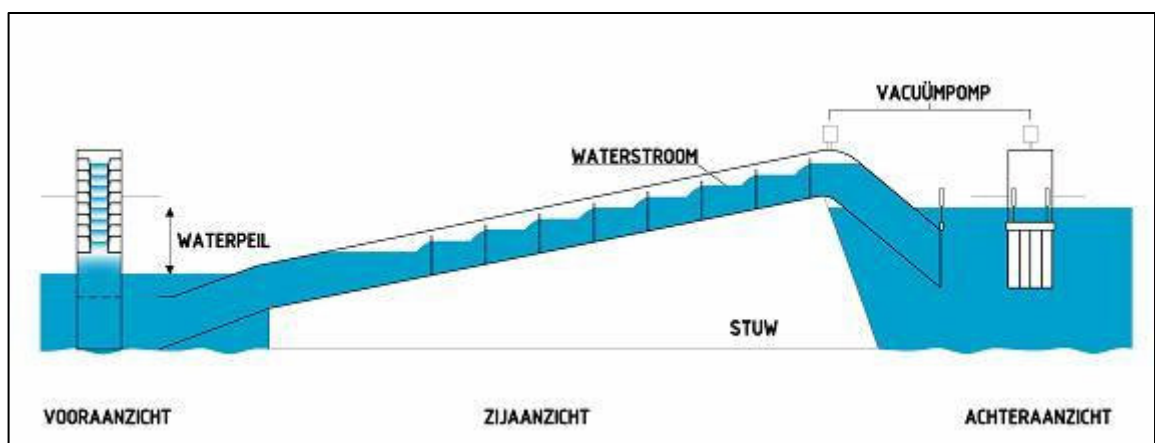
- bij de vangconstructie zijn loopbruggen aangebracht ten behoeve van de uitvoering van de bemonsteringen;
- om de monitoring in geval van schade aan de fuik doorgang te laten vinden zijn twee identieke fuiken voor de bekkenvistrap gemaakt, waarvan er één als reservefuik dienst deed;
- om vervuiling van de vangconstructie door drijfvuil te beperken is voor de instroomopening van de bekkenvistrap een drijvende schuine balk aangebracht.

### 3.2 Hevelvistrap

Een hevelvistrap bestaat uit een conventionele vistrap in een luchtdichte behuizing (figuur 3). Met behulp van een vacuümpomp wordt het water over het hoogste punt in de hevelvistrap gebracht, waarna het water begint te hevelen. Het water stroomt vervolgens door een conventionele vistrap: een reeks compartimenten met een klein onderling peilverschil, die vissen in staat stelt het peilverschil stroomopwaarts zwemmend te overbruggen.

De hevelvistrap heeft een aantal specifieke functionaliteiten:

- Regelbaar debiet: de luchtbel in de hevelvistrap biedt de mogelijkheid om het debiet nauwkeurig te regelen. Als met de vacuümpomp wat lucht uitgepompt wordt neemt het debiet toe (omdat de waterstand in de hevelvistrap hoger wordt en er meer water over de schotten gaat lopen), als er wat lucht wordt uitgelaten neemt het debiet af.
- De 'onafhankelijkheid' van de waterpeilen aan weerszijden van het knelpunt. Door gebruik te maken van een vacuümpomp wordt het water naar de passage toe gehaald en hoeft de hevelvistrap niet precies op de waterpeilen aan weerszijden van het knelpunt geconstrueerd te worden. Daarmee is de hevelvistrap ongevoelig voor schommelingen van de waterstand aan weerszijden van het knelpunt.



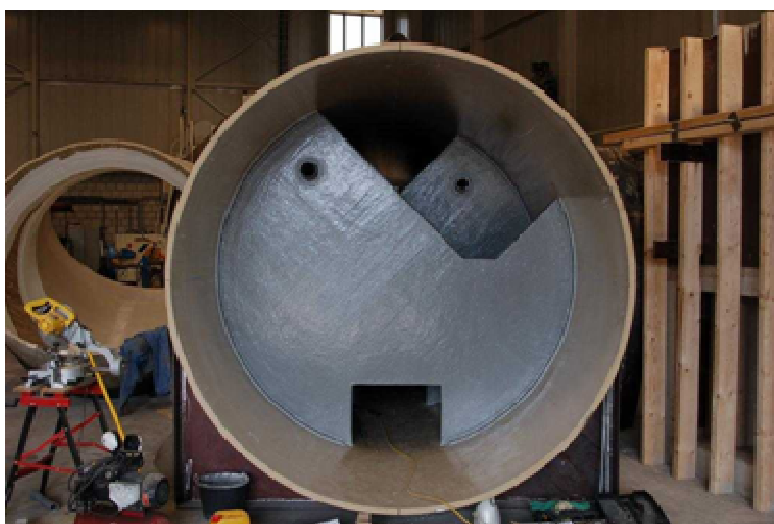
Figuur 3. Schematische weergave van het principe van een hevelvistrap

Een belangrijk aspect van de hevelvistrap is de positionering en vormgeving van de inzwemopening. De inzwemopening is flexibel te positioneren als gevolg van de hevelwerking, zodat een optimale locatie gekozen kan worden. Ook is het mogelijk de inzwemopening zodanig vorm te geven dat dit een

voorkeurslocatie wordt voor vissen die zich stroomafwaarts van het knelpunt ophouden. De achterliggende gedachte is dat vissen benedenstrooms van migratieknelpunten schuilplek zoeken waar het rustig en veilig is. Bij de hevelvistrap wordt zo een plek aangeboden, in de vorm van een betonnen bak, die op een voorkeursplek op de bodem van het water benedenstrooms van het knelpunt wordt geplaatst en waarvan de inzwemopening een groot deel van de waterkolom beslaat. In deze bak is het rustig en donker. De ingang naar de hevelvistrap is op deze bak aangesloten. De vissen hoeven de schuilplek dus niet te verlaten, maar kunnen vanuit de schuilplek de vistrap in.

#### **De hevelvistrap in Roermond**

In de luchtdichte behuizing kan vrijwel elk type vistrap worden geplaatst (zoals de Wit, vertical slot, bekkenvistrap). Door FFI is een bekkenvistrap gebruikt. Een reden hiervoor is dat de onderdruk in de hevelvistrap ervoor zorgt dat de stroomsnelheden bij toepassing van een de Wit of vertical slot vistrap aan de bodem wat hoger oplopen dan bij atmosferische druk, waardoor meer tussenschotten nodig zijn. Bij een overstortende bekkenvistrap speelt dit niet. In Roermond is gebruik gemaakt van een bekkenvistrap met v-vormige doorzwemopeningen (figuur 4).



*Figuur 4. Zicht op een tussenschot met v-vormige doorzwemopening. De opening aan de onderzijde wordt afgesloten met een schuif en is bedoeld voor het periodiek verwijderen van sediment.*

De buis waarin de bekkenvistrap is geplaatst heeft een diameter van 2,40 meter. Per tussenschot wordt 10 cm peilverschil overbrugd. Het debiet is variabel van minder dan 100 liter/seconde tot 4,5 m<sup>3</sup>/seconde. In elk compartiment is een plaat met zachte borstelharen aangebracht welke vanaf de bodem tot in de doorzwemopening loopt. Dit ten behoeve van het vergemakkelijken van de passage van bodemvissen en macrofauna (figuur 5).





*Figuur 5. De plaat met borstelharen in de hevelvistrap te Berghem ten behoeve van het vergemakkelijken van de passage van bodemvissen en –macrofauna.*

De in- en uitzwembakken zijn gemaakt van beton (figuur 6). In Roermond is er voor gekozen om de inzwembak te plaatsen in de ondiepe kom waar de bekkenvistrap in uitmondt (figuur 7).



*Figuur 6. De uitzwembak. Aan de bovenzijde is het ronde gat te zien waar de buis van de hevelvistrap op wordt aangesloten.*



*Figuur 7. De positionering van de hevelvistrap t.o.v. de bekkenvistrap en de stuw. Aan de onderzijde ligt de inzwembak in dezelfde kom waar ook de bekkenvistrap uitkomt.*

De hevelvistrap is voorzien van een PLC waardoor enkele instellingen op afstand uit te lezen en in te stellen waren. Het debiet over de hevelvistrap is constant gehouden op 1,2 m<sup>3</sup>/s najaar van 2008 en 1,5 m<sup>3</sup>/s in het voorjaar van 2009. De hevelvistrap is aan de instroomzijde voorzien van een instroom-/uitzwembak. Dit is een betonnen bak waarvan de instroomopening op de stuw is gericht om vervuiling te voorkomen. Aan weerszijden van de instroomopening zijn U-profielen aangebracht. In deze U-profielen is een metalen frame geplaatst. Aan het frame is een fuik bevestigd die, net als bij de bekkenvistrap, tegenstrooms is geplaatst. Om dit te bewerkstelligen is aan het frame een metalen constructie bevestigd die vergelijkbaar is met de constructie die is gebruikt bij de hevelvistrap te Berghem. De opbouw van de fuik was geheel identiek aan de opbouw van de fuik in de bekkenvistrap, inclusief het gebruik van het draadgaas.

Bij de hevelvistrap zijn verder de volgende voorzieningen getroffen:

- aan de oeverzijde is een loopbrug aangebracht ten behoeve van de uitvoering van de bemonsteringen;
- om de monitoring in geval van schade aan de fuik doorgang te laten vinden zijn, net als bij de bekkenvistrap, twee identieke fuiken voor de hevelvistrap gemaakt, waarvan er één als reservefuik dienst deed.

### **3.3 Fuikconstructies**

Om te kunnen bepalen wat de omvang en samenstelling van het visbestand is dat gebruik maakt van de vistrappen om de stuw te passeren zijn vangconstructies met fuiken ingezet (figuur 8, 9 en 10). Deze constructies zijn qua technische opzet zo identiek mogelijk gehouden om de resultaten die bij beide

vistrappen verkregen zijn optimaal vergelijkbaar te laten zijn. In bijlage 1 zijn twee tekeningen opgenomen uit het Definitief Ontwerp van de fuikconstructies bij beide passages, hieronder enkele foto's.



*Figuur 8. Zicht van de steiger op de takel met fuikconstructie van de hevelvistrap.*



*Figuur 9. Steigerconstructie met takel voor fuik bovenstrooms van de bekkenvistrap.*



*Figuur 10. Steigerconstructie met takel voor fuik bovenstrooms van de hevelvistrap.*

### **3.4 Verwerking van de vangst**

Bij de uitvoering van de monitoring is door de uitvoerende partij een dagrapport bijgehouden. Dit dagrapport omvat de registratie van zowel de vangsten als van de omstandigheden bij de verwerking van de vangsten. Bij elke fuiklichting is de vangst gesorteerd en verwerkt. Daarbij zijn de volgende gegevens geregistreerd:

- totale vangst in aantal;
- aantal per soort;
- lengteverdeling per soort.

De beschrijving van de omstandigheden bij de verwerking van de vangsten omvat in ieder geval de volgende onderdelen:

- datum en tijdstip;
- namen van de verantwoordelijke voor de uitvoering van de fuiklichtingen en van aanwezige hulpkrachten;
- namen van andere aanwezigen, inclusief bezoekers;

- aangetroffen hoeveelheid drijfvuil (omschrijving + foto);
- mate van vervuiling van de fuiken (omschrijving + foto);
- beschrijving van eventuele schade aan fuiken, frames, vistrappen of hijsconstructies;
- benodigd of toegepast onderhoud aan fuiken, frames, vistrappen of hijsconstructies;
- meten doorzicht water (secchi-diepte);
- weersomstandigheden;
- de temperatuur van het water in de Maas;
- rivierafvoer;
- waterstanden boven en onder de stuw Roermond;
- uitlezen van de gegevens van de hevelvistrap uit de PLC ten behoeve van de debietgegevens van de hevelvistrap.

Voor weersomstandigheden (neerslag, bewolking, luchttemperatuur) is gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens van een nabijgelegen weerstation (Haalen, gemeente Leudal). Tevens zijn de visueel waargenomen weersomstandigheden dagelijks op het dagrapport vermeld. De data met betrekking tot de laatste vijf, bovenstaand vermelde te registreren gegevens, zijn na afronding van een meetperiode door Rijkswaterstaat of FFI ter beschikking gesteld.

Voor de watertemperatuur, rivierafvoer en waterstanden is gebruik gemaakt van de gegevens van meetpunten van Rijkswaterstaat. Deze gegevens zijn na uitvoering van de bemonsteringen aan de uitvoerende partij beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat. Het meten van het doorzicht is dagelijks uitgevoerd, bovenstrooms van de stuw op een locatie met een waterdiepte van minimaal 2 meter. Na verwerking van de vangsten zijn de gevangen vissen aan de stroomopwaartse zijde van de stuw uitgezet. Grote trekvissen zijn soms tijdelijk (hooguit enkele dagen) opgeslagen in een opvangbak, dit in verband met het parallel lopende Rijkswaterstaat onderzoek aangaande de ketenmonitoring (transponderen). De vangstgegevens zijn in Excel ingevoerd ten behoeve van verdere verwerking.

### 3.5 Waarnemingsperiode en frequentie

#### Waarnemingsperiode

Omdat de migratiebewegingen van de aandachtsoorten (zalm, zeeprik, rivierprik, barbeel, kopvoorn, sneep, riviergrondel, rivierprik en serpeling) en de aal zich vooral concentreert in het voor- en najaar was de opzet om de waarnemingen aan de vistrap uit te voeren in de volgende waarnemingsperiodes (uitwerking specifieke data: zie volgende hoofdstuk):

- twee maanden in de najaarsperiode van 2008 (medio sept. - medio nov.);
- drie maanden in de voorjaarsperiode van 2009. (maart - mei)

Deze verdeling over twee periodes is erop gericht om waarnemingen met betrekking tot de werking van de passage van een zo groot mogelijk soortenspectrum te kunnen doen.

#### Frequentie

Wanneer de hevelvistrap en de bekkenvistrap gelijktijdig in bedrijf zijn bestaat de kans dat de trappen elkaars (lokstroom-)werking kunnen beïnvloeden. Om dergelijke beïnvloeding te voorkomen zijn de vistrappen om en om gedurende één heel etmaal ingezet. Na een etmaal waarin de hevelvistrap en bijbehorende fuikconstructie zijn ingezet is de fuik gelicht. De bekkenvistrap en de bijbehorende fuikconstructie zijn in het volgende etmaal ingezet waarna ook deze fuik is gelicht. De opeenvolgende etmalen bij hevel- en bekkenvistrap zijn als één waarnemingscombinatie beschouwd. Nadat drie van dergelijke combinaties zijn uitgevoerd is een dag (zondag) niet bemonsterd. Na een week is besloten om op deze dag zowel de bekkenvistrap als de hevelvistrap in bedrijf te laten, waardoor vrije passage via de beide vistrappen mogelijk is. In totaal bestaat de week dus uit zes meetdagen, wat drie gepaarde metingen oplevert.

**Vuil**

Wanneer fuiken sterk vervuilen neemt de vangstefficiëntie van de vangtuigen af. De veldploeg die de fuiken inspecteert, heeft de mate van vervuiling van de fuiken daarom dagelijks op foto en in het dagrapport vastgelegd. Indien nodig, werden daarna de fuiken met behulp van een hoge drukspuit schoon gespoten.

De hoeveelheid drijfvuil bij de fuiken is eveneens dagelijks op foto vastgelegd en beschreven en aangetekend in het dagrapport. De mate van drijfvuil werd geclassificeerd in 1) geen, 2) licht, 3) matig, 4) sterk tot zeer sterk aanwezigheid van drijfvuil.

**Instructiebijeenkomst**

Op maandag 20 oktober 2008 is een instructiebijeenkomst georganiseerd voor de bij de monitoring betrokken veldmedewerkers. Deze bijeenkomst werd verzorgd door medewerkers van FFI die de vangconstructies hadden gebouwd. Deze bijeenkomst had tot doel de (veld-)medewerkers van de uitvoerende partij bekend te maken met het functioneren en bedienen van de vangtuigen en de bediening van de vacuümpomp van de hevelvistrap via de schakelkast (omgaan met storingen etc.).

## 4 RESULTAAT

### 4.1 Beschrijving van de omstandigheden

#### 4.1.1 Waarnemingsperiode en frequentie

##### Najaar

De monitoring is begonnen op dinsdag 21 oktober 2008 (week 43) en duurde tot en met woensdag 26 november (week 48). Aanvankelijk zou de monitoring plaats hebben gevonden van 6 oktober (week 41) tot 6 december (week 49), maar door het uitlopen van de aanleg van de hevelvistrap is de start verschoven naar week 43 (20 t/m 26 oktober). Op verzoek van FFI is de monitoring eerder gestopt. Onder de gegeven condities en met de toen gekozen instellingen bleek de hevelvistrap niet naar behoren te functioneren. In totaal heeft de monitoring 29 dagen geduurd, waarbij de hevelvistrap gedurende 15 dagen en de bekkenvistrap 14 dagen is gemeten.

##### Voorjaar

Door de project- en begeleidingsgroep is besloten dat FFI gelegenheid zou krijgen om onderzoek te doen naar mogelijke oorzaken voor de lage vangstresultaten van het najaar 2008. Tussen 25 november en 15 december zijn enkele mogelijke oorzaken onderzocht (Klinge et al. (2008) en Klinge (2009) [memo's FFI d.d. 28 november 2008 en 13 januari 2009]):

- De hevelvistrap heeft 1x een week aangestaan terwijl de bekkenvistrap uit stond. Hierbij werden geen vissen gevangen.
- De vistrappen hebben beide een keer 3 dagen tegelijk aangestaan. In de fuik achter de bekkenvistrap werden daarna 5 vissen gevangen, in de fuik achter de hevelvistrap niets.
- De 5 vissen uit de bekkenvistrap zijn vervolgens in de inzwembak van de hevelvistrap gestopt, waarna de inzwembak visdicht is afgesloten. Na 3 dagen was de fuik echter leeg. Het is niet bekend waar de vijf vissen zijn gebleven.

Omdat meer tijd nodig was voor het uitvoeren van de experimenten, maar de watertemperatuur en daarmee de vismigratie sterk was afgenomen, is het onderzoek voortgezet in maart 2009. De periode van 1 maart tot 30 maart (maximaal 4 weken, week 10 t/m 13) is door FFI benut als "extra testperiode" onder de voorwaarde dat wekelijks één reguliere gepaarde waarneming op vrijdag en zaterdag gedaan zou worden door de uitvoerende partij. Alleen deze gepaarde meting is meegenomen in de analyse. De overige dagen van de week zijn door FFI aan het onderzoek van de hevelvistrap besteed. Vanaf maandag 30 maart is de reguliere monitoringsperiode voortgezet. Deze duurde tot en met zaterdag 30 mei 2009. In totaal heeft de monitoring 61 dagen geduurd, waarbij de hevelvistrap gedurende 31 dagen en de bekkenvistrap 30 dagen is gemeten.

#### 4.1.2 Vervuilingsgraad fuiken en waargenomen schade

##### Najaar

De vervuilingsgraad van de fuiken bij de hevel- en bekkenvistrap was verschillend. Bij de vervuilingsgraad van de fuik is een indeling gemaakt van geen, licht, matig, sterk tot zeer sterke vervuiling. De vervuiling van de fuik achter de hevelvistrap varieerde van geen tot matige vervuiling. De waargenomen vervuiling bestond voornamelijk uit slib, waterplanten(resten) en bladeren. Bij de bekkenvistrap varieerde de vervuilingsgraad van geen tot sterke vervuiling. Ook hier bestond de vervuiling voornamelijk uit slib, waterplanten(resten) en bladeren. In week 44 (zie figuur 11) was er twee keer sprake van een sterke vervuiling die in de andere weken niet meer is voorgekomen. De vervuiling was niet dusdanig dat dit de functionaliteit van de vangstconstructies belemmerde.



*Figuur 11. Sterke vervuiling bij de bekkenvistrap (01-11-2008)*

Aan zowel de fuiken als de bedieningsapparatuur ervan is een aantal beschadigingen waargenomen. De schade aan de fuiken liep uiteen van gaten in het netwerk (onduidelijke oorzaak) tot een te nauwe keelopening (inzwemopening in de eerste keel was niet opgespannen). Deze zijn direct hersteld door de veldploeg.



De lieren waren bevestigd aan een voetstuk van de constructie bij de steiger. Het stalen voetstuk vertoonde tekenen van kieren en dreigde los te laten van de stalen constructie. Daarnaast was de slinger van een aantal lieren verkeerd bevestigd waardoor er bij het opdraaien steeds contact werd gemaakt met overige delen van de constructie.

Halverwege de eerste monitoringsperiode bestond het vermoeden dat vissen het benedenstroomse deel van de bekkenvistrap gebruiken als rustgebied op het moment dat de hevelvistrap in bedrijf was. Om dit te voorkomen, en vissen toch de goede kant op te leiden, is besloten om begin week 45 een keernet te plaatsten in de inzwemopening van de bekkenvistrap (zie figuur 12), zodat de vis niet verder de bekkenvistrap inzwom wanneer de hevelvistrap in bedrijf was.



*Figuur 12. Plaatsen van keernet bij inzwemopening bekkenvistrap*

#### **Voorjaar**

Op 26 februari is de bekkenvistrap schoongemaakt, waarbij er zichtbaar vuil uit de vistrap is verwijderd. Op 13 maart is de hevelvistrap doorgespoeld om het slib te verwijderen. Op 9 april is er een dunne sliblaag (ca. 15 cm) waargenomen in de kooiconstructie van de hevelvistrap. Deze werd op dezelfde dag geschoond.

In algemene zin kan worden gesteld dat de mate van vervuiling van beide fuiken mee viel. Soms zaten stukjes plastic of een plastic zak in de fuiken. Op 27 maart is vervuiling waargenomen als gevolg van neerslag en daardoor hoge afvoer. Op 20 tot 25 april was er sprake van algenbloei, waardoor de fuiken vervuult raakten. Aangenomen wordt dat de vervuiling geen enkele keer heeft geleid tot een verminderde werking.

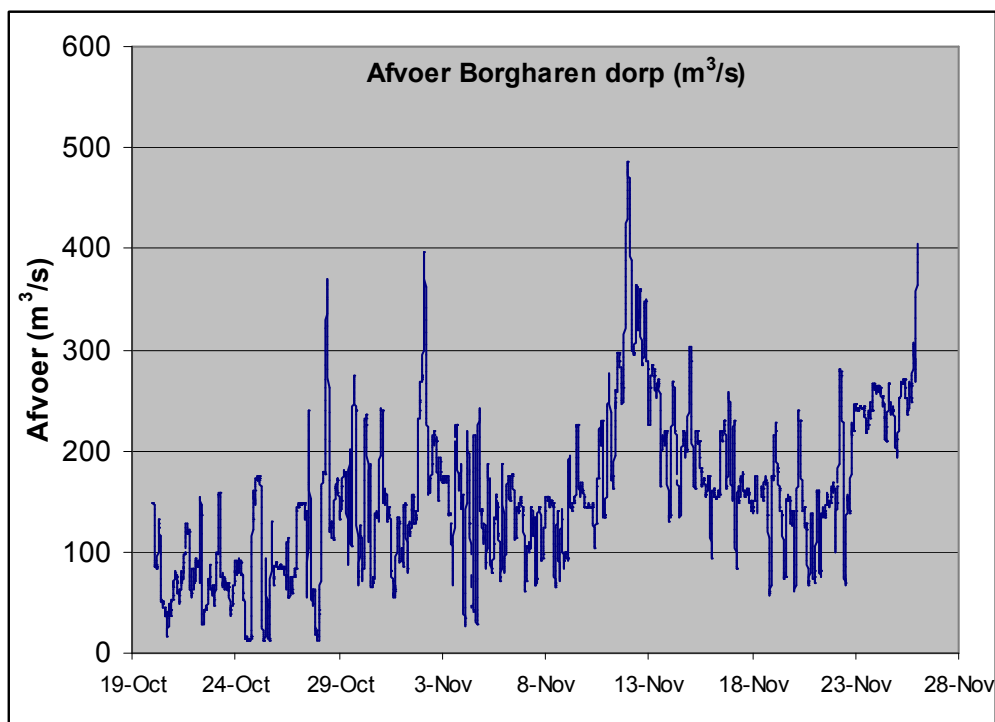
Op 6 april is een lichte beschadiging in de mazen van de fuik achter de bekkenvistrap waargenomen. Deze is direct na de lichting hersteld. Op 14 mei is lichte schade gerepareerd. De schade zat in de fuik achter de bekenpassage en is veroorzaakt door krabben.

In voor- en najaar is in de hevel een sliblaagje waargenomen als gevolg van sedimentatie (mond. med. G. Manshanden).

#### 4.1.3 Verloop van de afvoer en waterstanden

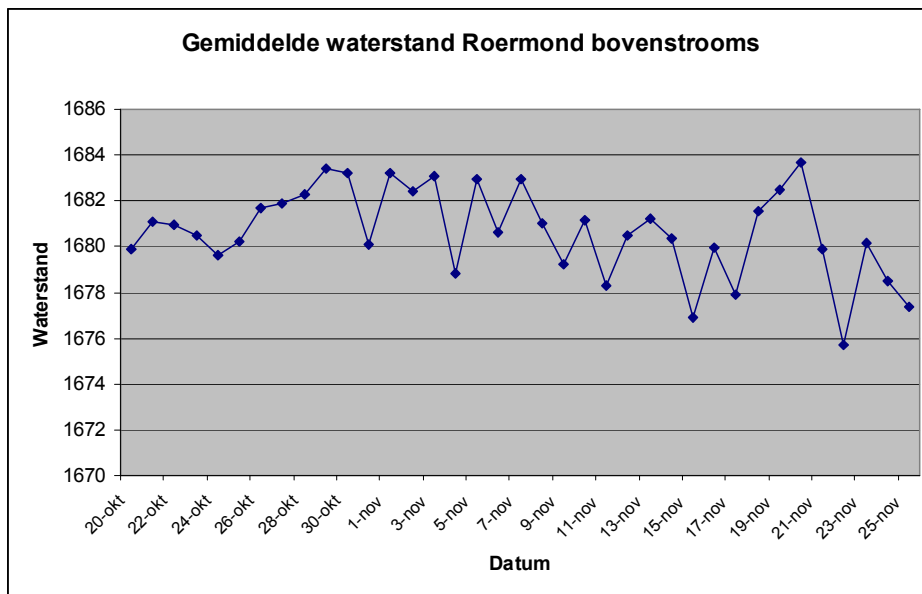
##### Najaar

Gemiddeld bedroeg de afvoer 156 m<sup>3</sup>/s. Het minimum is waargenomen op 24 oktober en was 11,2 m<sup>3</sup>/s. In totaal zijn vier afvoerpieken waargenomen. Het maximum in deze periode is waargenomen op 12 november en bedroeg 487 m<sup>3</sup>/s. Onderstaande figuur 13 geeft een overzicht van de afvoer tijdens de monitoringsperiode.

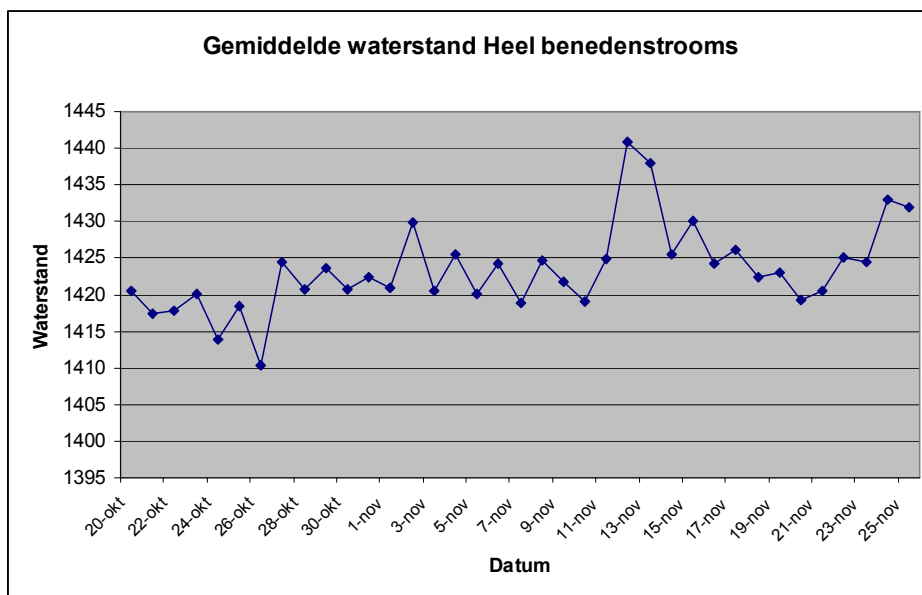


Figuur 13. Afvoer van de Maas bij Borgharen dorp (Bron: Rijkswaterstaat, 2008)

Het niveau van het waterpeil is tijdens de bemonstering, zoals uit de onderstaande figuren blijkt, niet onderhevig geweest aan grote verschillen. Uit figuur 14 kan worden afgelezen dat de waterstand bij Roermond (bovenstrooms) varieerde tussen de 1676 en 1684 cm boven NAP. Dit is een niveauverschil van 8 cm. De grootste daling van het bovenstroomse peil was op 21 t/m 23 november. Uit figuur 15 blijkt dat de waterstand bij Heel (benedenstrooms) varieerde tussen de 1410 en 1440 cm boven NAP. Een duidelijk waarneembare stijging van de waterstand vond plaats van 11 tot en met 13 november.



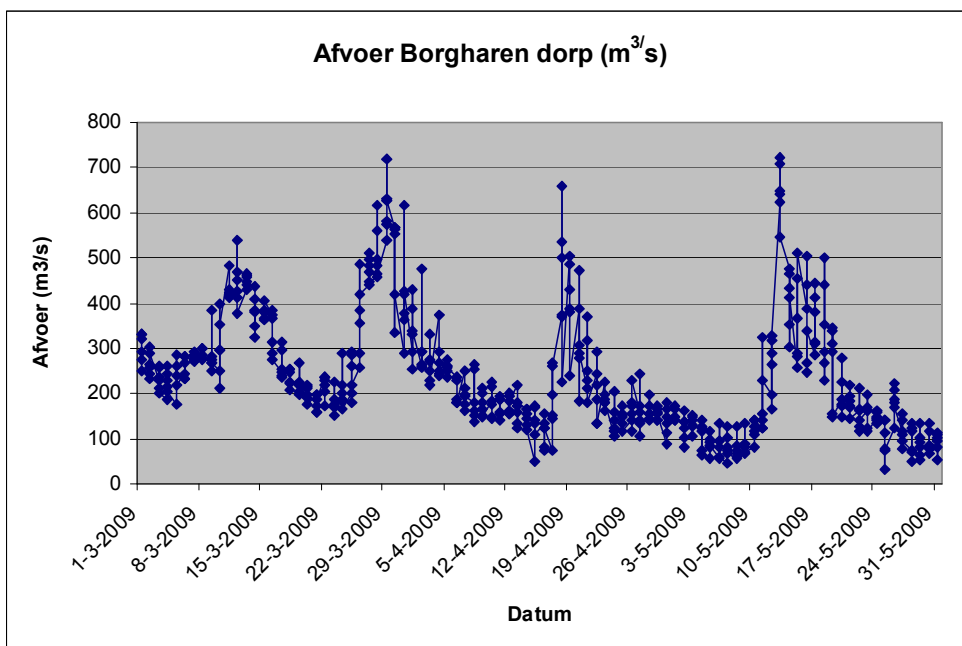
Figuur 14. Waterstand bovenstrooms Roermond (Bron: Rijkswaterstaat, 2008)



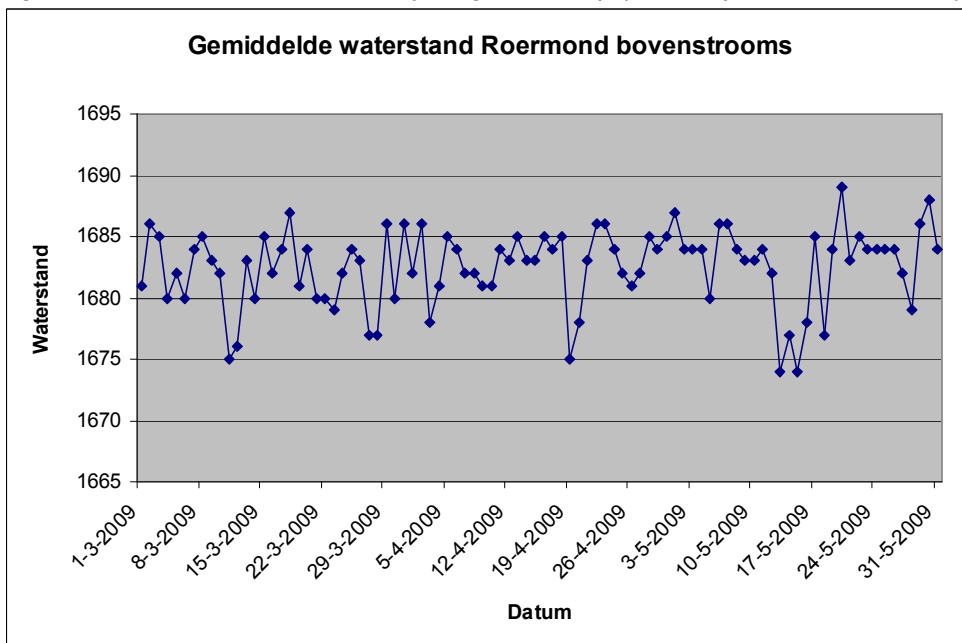
Figuur 15. Waterstand benedenstrooms Heel (Bron: Rijkswaterstaat, 2008)

**Voorjaar**

De afvoer van de Maas tijdens de voorjaarsperiode laat een afnemende trant zien met enkele piekafvoeren. Gemiddeld bedroeg de afvoer 240 m<sup>3</sup>/s. 723 m<sup>3</sup>/s was het maximum en 32 m<sup>3</sup>/s het minimum. Onderstaande figuur 16 geeft een overzicht van de afvoer tijdens de monitoringsperiode.

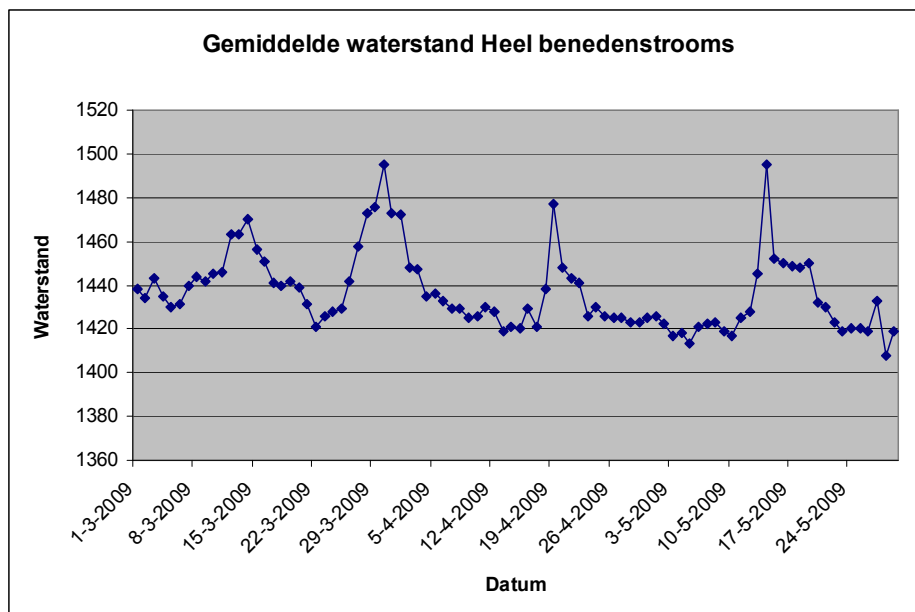


Figuur 16. Afvoer van de Maas bij Borgharen dorp (Bron: Rijkswaterstaat, 2009)



Figuur 17. Waterstand bovenstrooms Roermond (Bron: Rijkswaterstaat, 2009)

Uit de waterstandsmetingen volgt dat de waterstand bovenstrooms (figuur 17) weinig schommeling laat zien. Benedenstrooms Heel leiden de vier piekafvoeren tot vier peilverhogingen (figuur 18).



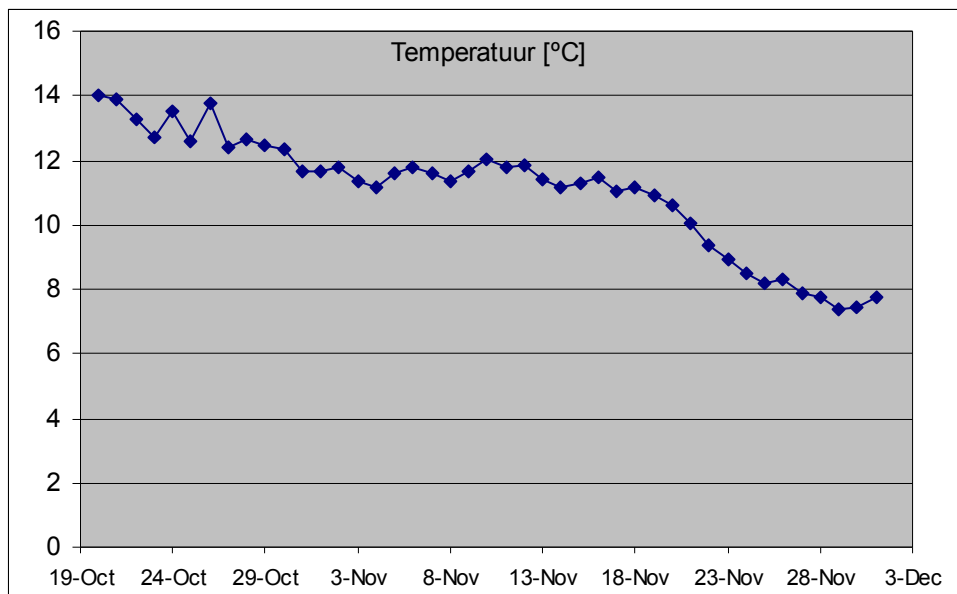
Figuur 18. Waterstand benedenstrooms Heel (Bron: Rijkswaterstaat, 2009)

#### 4.1.4 Weeromstandigheden en verloop van de watertemperatuur

Het overgrote deel van de bemonsteringen kon met droog weer worden uitgevoerd. Verder was af toe sprake van zonneschijn, regen, mist en harde wind. Dit leverde echter geen noemenswaardige hinder op, zodat de werkzaamheden volgens plan voltooid zijn.

##### Najaar

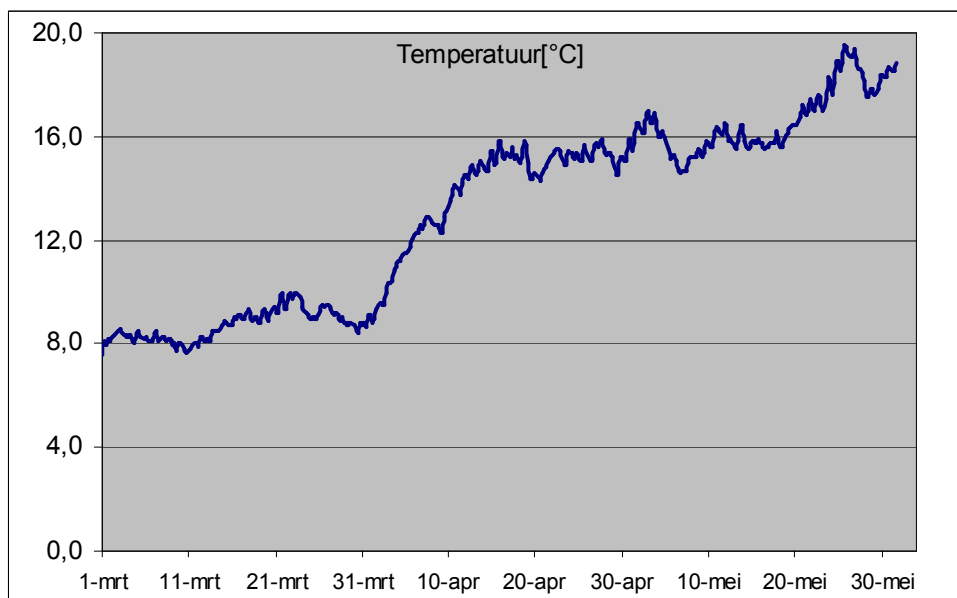
De watertemperatuur nam af van 14°C tot 7,7°C. Pieken of dalen in de watertemperatuur zijn niet waargenomen. Vanaf 21 november daalde de watertemperatuur beneden de 10°C (figuur 19).



Figuur 19. Overzicht van het verloop van de watertemperatuur gemeten met temperatuurloggers (Bron: Rijkswaterstaat, 2008)

**Voorjaar**

De watertemperatuur nam toe van 8°C tot 19°C. Pieken of dalen in de watertemperatuur zijn incidenteel waargenomen. Vanaf 31 maart steeg de watertemperatuur geleidelijk naar waarden boven de 15°C (figuur 20).



Figuur 20. Overzicht van het verloop van de watertemperatuur gemeten met temperatuurloggers (Bron: Rijkswaterstaat, 2009)

### 4.1.5 Technische complicaties

#### Najaar

In de eerste week van de bemonstering is een aantal keer een storing opgetreden in de hevelvistrap. De reden hiervoor is wellicht de elektronica die de hevelvistrap aanstuurt. Hierdoor bleek het waterpeil in de hevelbuis regelmatig lager dan bedoeld was. In week 46 (10 november) is een inspectie uitgevoerd aan de binnenkant van de hevelbuis. Tijdens de inspectie bleek dat er een lek zat in de buis bij de inzwemopening van de hevel. Hierdoor was een bellenspoor vanaf de bodem naar boven zichtbaar, verdeeld over de gehele breedte van de hevel. Dit spoor werd veroorzaakt door de toestroming van lucht. De buis is op 11 november hersteld (gelamineerd), zodat het monitoringsplan volgens planning uitgevoerd kon worden.

#### Voorjaar

Op 13 maart is geconstateerd dat de fuikconstructie van de hevelvistrap niet goed op de uitzwembak aansloot. De aansluiting is direct daarna verbeterd. Gedurende de monitoring in de voorjaarsperiode zijn verder geen technische complicaties waargenomen.

## 4.2 Vangstverloop

### 4.2.1 Totaal aantal vissen

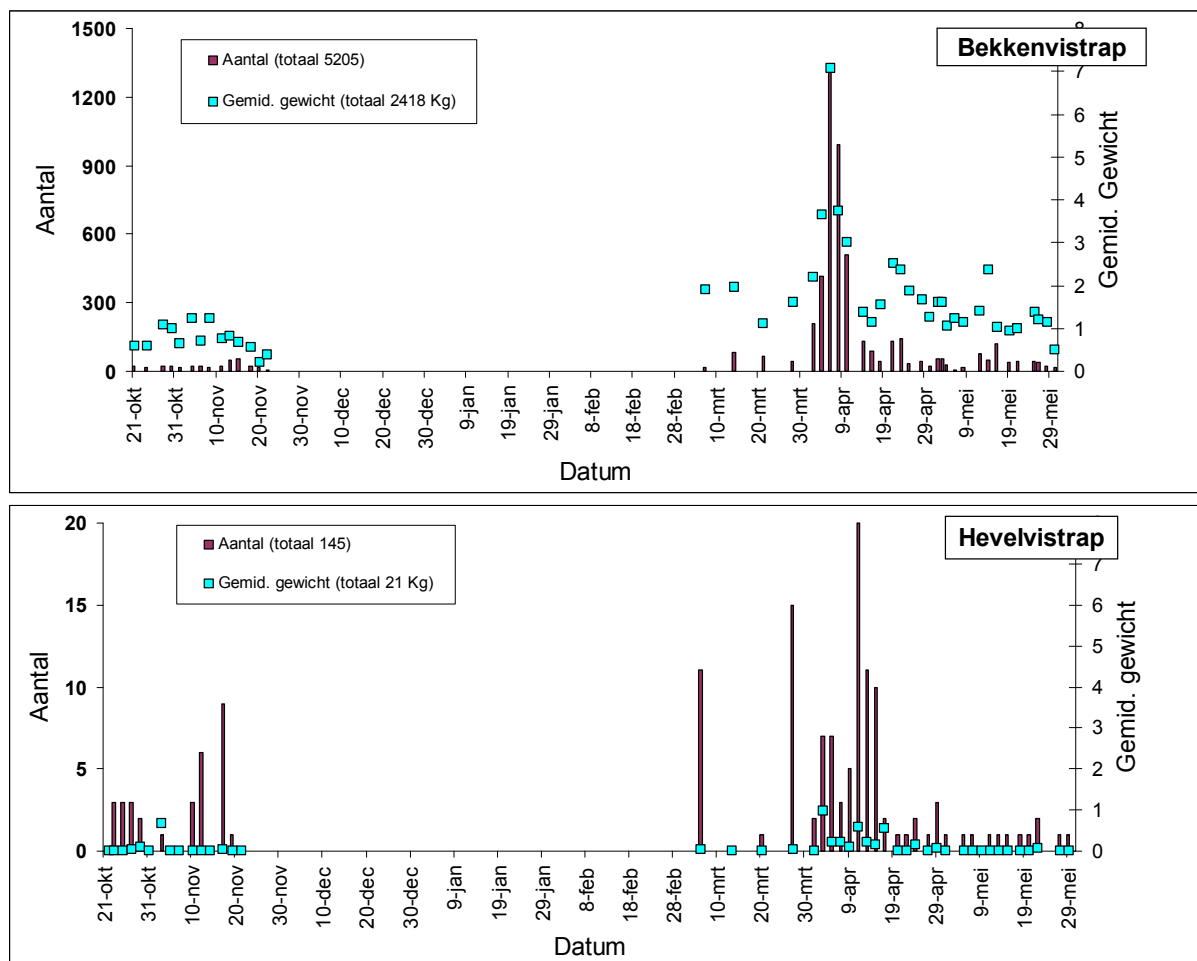
#### Najaar

In de periode van 21 oktober tot en met 22 november 2008 zijn in totaal 361 vissen gevangen. Hiervan zijn 329 vissen gevangen in de bekkenvistrap en 32 in de hevelvistrap. Daarnaast is een 40-tal vissen in de fuiken achter beide vistrappen gevangen, zonder dat deze in werking waren. Op één winde (46 cm) en een paling na (72 cm), bleek het altijd kleine vis te zijn (< 11 cm). Meestentijds betrof het kleine baarsen. Door de fuiken na elke lichter direct terug te zetten is het inzwemmen vanaf de bovenstroomse zijde tot een minimum beperkt, wat blijkt uit de lage aantallen van 1 à 3 stuks ingezwommen vissen per keer.

#### Voorjaar

In de periode van 6 maart tot en met 31 mei 2009 zijn 4978 vissen gevangen. Hiervan zijn 4876 vissen gevangen in de bekkenvistrap en 102 in de hevelvistrap. Ondanks het laten staan van de fuik, zijn er nog steeds vissen gevangen in de fuik, terwijl de bekkenvistrap dicht stond en dus niet in werking was. Dit deed zich alleen voor bij de bekkenvistrap. De reden hiervan is niet bekend.

Over de gehele onderzoeksperiode zijn 5339 vissen gevangen, met een totaal gemiddeld gewicht van 2439 kg. In figuur 21 is het vangstverloop van de aantallen en gemiddelde gewichten weergegeven van respectievelijk de bekkenvistrap en de hevelvistrap. De bekkenvistrap accommodeert in de voorjaarsperiode dagelijks honderden tot soms meer dan 1000 vissen. De hevelvistrap accommodeert tot maximaal ca. 20 vissen in dezelfde periode. Het gemiddelde gewicht van de vissen in de bekkenvistrap is groter in het voorjaar dan in de najaarsperiode. In de hevelvistrap is het verschil in het gemiddelde gewicht tussen beide perioden minder groot. Het gemiddelde gewicht van de vissen die via de hevelvistrap passeren is kleiner dan die via de bekkenvistrap passeren.



Figuur 21. Overzicht verloop vangstaantallen en gemiddelde gewichten (kg) bekkenvistrap (boven) en hevelvistrap (beneden)

## 4.2.2 Vissoorten

### Najaar

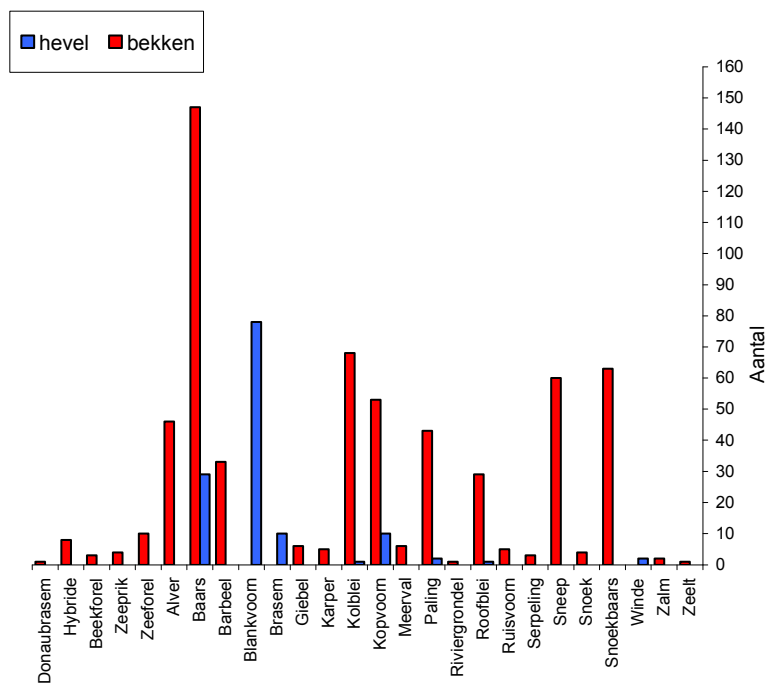
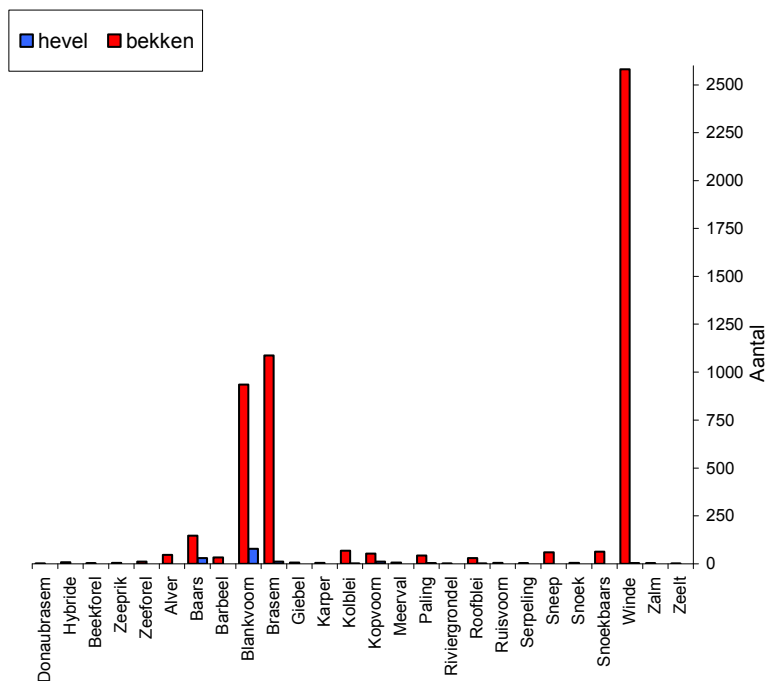
In totaal zijn 17 vissoorten gevangen in de najaarsperiode. Deze soorten zijn allemaal aangetroffen in de bekkenvistrap. In de hevelvistrap zijn 2 soorten aangetroffen. Het merendeel van de vangst bestond uit baars, gevolgd door blankvoorn, brasem en winde.

### Voorjaar

In de voorjaarsperiode zijn 24 vissoorten gevangen in de bekkenvistrap. Hiervan waren er twee exoten. Daarnaast zijn er hybriden gevangen: een kruising van vermoedelijk brasem en blankvoorn. In de hevelvistrap zijn 8 soorten aangetroffen. Voor het merendeel betrof dit blankvoorn, gevolgd door brasem en kopvoorn.

Figuur 22 geeft een overzicht van de gevangen soorten (en totale aantallen) per locatie over de gehele onderzoeksperiode. Winde maakt het meeste gebruik van de bekkenvistrap, gevolgd door blankvoorn en brasem. Blankvoorn en baars maken het meeste gebruik van de hevelvistrap.





Figuur 22. Aantallen per soort over de gehele onderzoeksperiode (boven) en zonder de in de bekkenvistrap dominant voorkomende brasem, blankvoorn en windes (onder).



*Figuur 23. In enkele dagen zijn grote aantallen winde door de bekkenvistrap getrokken.*



*Figuur 24. Eén van de gevangen zeeforellen.*

### **4.2.3 Totaal aantal vissen per functionele groep**

#### **Najaar**

Er zijn in de hevelvistrap alleen eurytope soorten gevangen. In de bekkenvistrap zijn alle functionele groepen gevangen. De eurytope soorten zijn dominant in de vangst, daarna volgen de overige grote riviertrekvissen.

#### **Voorjaar**

De vangst in de hevelvistrap bestond in hoofdzaak uit eurytope vissoorten. Daarnaast zijn overige riviertrekvissen en een exoot gevangen. Het merendeel van de vangst in de bekkenvistrap bestond uit overige riviertrekvissen, gevolgd door eurytope vissoorten.

In de tabel op de volgende pagina is een overzicht van de vangstgegevens opgenomen. Daarbij is onderscheid gemaakt in najaar 2008 en voorjaar 2009 en in de bekkenvistrap en hevelvistrap. Uitgewerkte vangstgegevens van de bekkenvistrap en lengtefrequentie diagrammen zijn respectievelijk in bijlage 2 en 3 opgenomen.

Tabel 2. Overzicht van de vangsten per functionele groep

functionele groep	Naam	Najaar		Totaal najaar	voorjaar		Totaal voorjaar	Totaal
		Bekkenvis- strap	Hevelvis- strap		Bekkenvis- strap	Hevelvis- strap		
ZRTV: zeldzame grote riviertrek- vissen	Beekforel	3		3				3
	Zalm				2		2	2
	Zeeforel	5		5	5		5	10
ORTV: overige grote riviertrek- vissen	Barbeel	9		9	24		24	33
	Kopvoorn	4		4	49	10	59	63
	Paling	8		8	35	2	37	45
	Sneep	3		3	57		57	60
	Winde	36		36	2545	2	2547	2583
	Zee- prik				4		4	4
RHEO: kleine reo- fielen	Alver	1		1	45		45	46
	Rivier- grondel				1		1	1
	Serpeling	2		2	1		1	3
LIMN: Limnofi- elen	Giebel				6		6	6
	Ruis- voorn	4		4	1		1	5
	Snoek	2		2	2		2	4
	Zeelt				1		1	1
EURY: Euryto- pen	Baars	113	23	135	34	7	41	176
	Blank- voorn	86	9	95	849	69	918	1013
	Brasem	37		37	1051	10	1061	1098
	Karper				5		5	5
	Kolblei				68	1	69	69
	Meerval	1		1	5		5	6
	Snoek- baars	11		11	52		52	63
Exoot	Donaubrasem				1		1	1
	Roofblei	4		4	25	1	26	30
Hybride	Blankvoorn- brasem				8		8	8
<b>Eindtotaal</b>		<b>329</b>	<b>32</b>	<b>360</b>	<b>4876</b>	<b>102</b>	<b>4978</b>	<b>5338</b>

#### 4.2.4 Lengteopbouw

Om een samenvattende en overzichtelijke beschrijving van de vangsten te geven zijn onderstaand twee tabellen opgenomen voor de vangsten in het najaar en voorjaar. In de tabellen is per vistrap, per soort onderscheid gemaakt naar het aantal gevangen vissoorten, de gemiddelde lengte, minimale - en maximale lengte én de lengteklasse die het meest aangetroffen is.

Tabel 3. Overzicht van de vangsten najaar 2008 per vistrap (lengte in cm)

<b>Bekkenvistrap</b>					
<b>Soort</b>	<b>Aantal (n)</b>	<b>Min. lengte</b>	<b>Max. lengte</b>	<b>Gem. lengte</b>	<b>Meest voorkomende lengte</b>
Alver	1	14	14	14	14
Baars	113	8	43	20	11
Barbeel	9	14	75	55	14
Beekforel	3	35	42	39	35
Blankvoorn	86	9	37	20	11
Brasem	37	33	48	43	41
Kopvoorn	4	23	55	43	23
Meerval	1	67	67	67	67
Paling	8	35	75	56	38
Roofblei	4	12	61	34	12
Ruisvoorn	4	21	27	25	21
Serpeling	2	13	15	14	13
Sneep	3	14	39	31	39
Snoek	2	36	48	42	36
Snoekbaars	11	43	70	53	56
Winde	36	10	55	40	51
Zeeforel	5	42	76	63	42
Totaal	329				
<b>Hevelvistrap</b>					
<b>Soort</b>	<b>Aantal (n)</b>	<b>Min. lengte</b>	<b>Max. lengte</b>	<b>Gem. lengte</b>	<b>Meest voorkomende lengte</b>
Baars	23	7	35	11	8
Blankvoorn	9	10	11	10	10
Totaal	32				

Tabel 4. Overzicht van de vangsten voorjaar 2009 per vistrap (lengte in cm)

<b>Bekkenvistrap</b>					
<b>Soort</b>	<b>Aantal (n)</b>	<b>Min. lengte</b>	<b>Max. lengte</b>	<b>Gem. lengte</b>	<b>Meest voorkomende lengte</b>
Alver	45	10	17	14	13
Baars	34	10	43	22	11
Barbeel	24	29	75	59	52
Blankvoorn	849	9	41	23	26
Brasem	1051	8	56	42	45
Donaubrasem	1	33	33	33	33
Giebel	6	16	40	29	16
Hybride	8	27	42	34	32
Karper	5	43	75	66	43
Kolblei	68	13	37	26	26
Kopvoorn	49	18	57	40	34
Meerval	5	50	180	92	50
Paling	35	30	80	50	35
Riviergrondel	1	13	13	13	13
Roofblei	25	12	62	19	15
Ruisvoorn	1	14	14	14	14
Serpeling	1	22	22	22	22
Sneep	57	16	46	33	34
Snoek	2	45	72	59	45
Snoekbaars	52	37	69	50	46
Winde	2545	16	58	28	28
Zalm	2	70	87	79	70
Zeeforel	5	49	66	58	60
Zeelt	1	30	30	30	30
Zeeprik	4	66	78	73	78
Totaal	4876				
<b>Hevelvistrap</b>					
<b>Soort</b>	<b>Aantal (n)</b>	<b>Min. lengte</b>	<b>Max. lengte</b>	<b>Gem. lengte</b>	<b>Meest voorkomende lengte</b>
Baars	7	8	11	9	8
Blankvoorn	69	8	39	19	10
Brasem	10	10	53	19	10
Kolblei	1	18	18	18	18
Kopvoorn	10	31	45	38	39
Paling	2	35	38	37	35
Roofblei	1	16	16	16	16
Winde	2	22	33	28	22
Totaal	102				

## 5 TOETSING VANGSTRESULTATEN

### 5.1 Analyse van de resultaten

Om de werking van de bekken- en hevelvistrap op een objectieve manier te kunnen vergelijken, is conform het monitoringsplan gebruik gemaakt van een puntensysteem (Lohrmann, 2008). Dit puntensysteem is opgezet om vangsten die bestaan uit verschillende vissoorten, verschillende totaalaantallen en verschillende aantallen en lengteklassen per soort onderling te kunnen vergelijken.

Binnen het beoordelingsstelsel is een eindscore voor de bepaling van de werking per vistrap bepaald aan de hand van beoordelingen op vier subniveaus die bij de beschrijving van het doel van de proef zijn opgenomen. Deze niveaus zijn:

- het totaal aantal vissen;
- het totaal aantal vissoorten;
- het totaal aantal vissen per functionele groep;
- het aantal per lengteklasse.

Bij de statistische analyse is getoetst of er een significant verschil bestaat tussen het aantal vissen dat via de hevelvistrap gepasseerd is en het aantal dat via de bekkenvistrap gepasseerd is. Hierbij vormt het type vistrap de enige variabele. De test bestond uit het vergelijken van twee rijen met data. Hierbij zijn de waarnemingen bij hevelvistrap en bekkenvistrap op de achtereenvolgende dagen als een paar beschouwd. Voor de uitvoering van deze toets leent de Dependent means t-test (of Paired-samples t-test) zich het best. Hierbij is een betrouwbaarheidsinterval van 95 % gehanteerd.

## 5.2 Beoordelingsniveau 1: Totaal aantal vissen

Per gepaarde waarneming is het totaal aantal vissen bepaald. Een waarneming bestaat uit een combinatie van een 24-uurs meting van de bekkenvistrap én een 24-uurs meting van de hevelvistrap. In tabel 2 zijn de uitkomsten voor alle waarnemingen bij de bekkenvistrap afgezet tegen de uitkomsten voor de hevelvistrap. Met behulp van een t-toets is statistisch bepaald door welke vistrap significant de meeste vissen zijn gepasseerd. Uit de resultaten van de statistische toetsing ( $p < 0,05$ ) blijkt dat zowel in het najaar als in het voorjaar het aantal vissen in de bekkenvistrap significant groter is dan het aantal vissen in de hevelvistrap. Onderstaand zijn de toetsingsresultaten weergegeven voor afzonderlijk de najaars- en voorjaarsperiode (respectievelijk tabel 5 en 6).

Tabel 5. Aantal vissen per gepaarde waarneming in het najaar

Nummer waarneming	Aantal vissen	
	bekkenvistrap	hevelvistrap
1	20	3
2	19	3
3	21	3
4	23	2
5	19	0
6	22	1
7	21	0
8	17	0
9	21	3
10	47	6
11	55	0
12	22	9
13	17	1
14	5	0

Resultaten T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	bekkenvistrap	hevelvistrap
Gemiddelde	23,5	2,21
Variantie	157,5	6,95
Waarnemingen	14	14
Pearson-correlatie	0,18	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	13	
T- statistische gegevens	6,46	
P(T<=t) eenzijdig	< 0,001	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,77	
P(T<=t) tweezijdig	< 0,001	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,16	



Tabel 6. Aantal vissen per gepaarde waarneming in het voorjaar

Nummer	Aantal vissen	
	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
15	14	11
16	84	0
17	68	0
18	42	15
19	206	2
20	415	7
21	1310	7
22	993	3
23	507	5
24	129	20
25	87	10
26	45	2
27	134	0
28	145	1
29	32	2
30	42	0
31	20	3
32	55	0
33	27	0
34	6	0
35	18	0
36	78	1
37	49	0
38	122	0
39	37	0
40	42	0
41	36	2
42	20	0
43	16	0

Resultaten T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	bekkenvistrap	hevelvistrap
Gemiddelde	164,81	3,14
Variantie	89324,00	25,69
Waarnemingen	29	29
Pearson-correlatie	0,18	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	28	
T-statistische gegevens	2,92	
P(T<=t) eenzijdig	0,0034	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,70	
P(T<=t) tweezijdig	0,0068	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,05	

### 5.3 Beoordelingsniveau 2: Aantal vissoorten

Een verfijning van de functionele beoordeling is uitgevoerd door het aantal vissoorten dat door de hevelvistrap en de bekkenvistrap is gepasseerd. In tabel 3 zijn de uitkomsten voor alle waarnemingen bij de bekkenvistrap uitgezet tegen de uitkomsten van de hevelvistrap. Met behulp van een t-toets is statistisch bepaald door welke vistrap significant de meeste vissoorten zijn gepasseerd. Uit de resultaten van de statistische toetsing ( $p < 0,05$ ) blijkt dat het aantal vissoorten in de bekkenvistrap zowel in de najaar- als voorjaarsperiode (respectievelijk tabel 7 en 8) significant groter is dan het aantal vissen in de hevelvistrap.

Tabel 7. Aantal vissoorten per gepaarde waarneming in het najaar

Nummer	Aantal soorten	
	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
1	2	1
2	6	1
3	6	1
4	8	1
5	6	0
6	9	1
7	9	0
8	6	0
9	7	1
10	6	1
11	6	1
12	8	1
13	5	1
14	2	0

Resultaat T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde	6,14	0,71
Variance	4,59	0,22
Waarnemingen	14	14
Pearson-correlatie	0,12	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	13	
T- statistische gegevens	9,5	
P(T<=t) eenzijdig	<0,001	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,77	
P(T<=t) tweezijdig	<0,001	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,16	

Tabel 8. Aantal vissoorten per gepaarde waarneming in het voorjaar

Nummer	Aantal soorten	
	Waarneming	bekkenvistrap
15	5	2
16	7	2
17	6	1
18	6	1
19	6	2
20	6	2
21	7	2
22	10	2
23	7	1
24	9	2
25	8	1
26	6	2
27	9	3
28	11	1
29	6	2
30	8	0
31	6	0
32	8	0
33	5	0
34	3	0
35	5	0
36	6	0
37	10	0
38	10	0
39	7	0
40	9	0
41	9	0
42	7	0
43	6	0

Resultaat T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde	7,17	0,90
Variantie	3,50	0,95
Waarnemingen	29	29
Pearson-correlatie	0,05	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	28	
T- statistische gegevens	16,34	
P(T<=t) eenzijdig	<0,001	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,70	
P(T<=t) tweezijdig	<0,01	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,05	

#### 5.4 Beoordelingsniveau 3: Aantal per functionele groep

Om het verschil in migratiebehoefte terug te laten komen in de beoordeling van de werking van de vistrappen, zijn verschillende waarden aan de diverse vissoorten toegekend op basis van de indeling in ecologische en migratiegilde en de abundantie van de soorten. Er is onderscheid gemaakt in de volgende groepen:

- ZRTV - zeldzame grote riviertrekvisen: tot deze groep worden zalm, zeeforel, elft, fint en houting gerekend. Deze soorten worden gekenmerkt door migratie over lange afstand, maar zijn zeldzaam;
- ORTV - overige grote riviertrekvisen: tot deze groep worden aal, barbeel, sneep, kopvoorn, winde, zeeprík en rivierprík gerekend. Deze groep bestaat uit soorten die kenmerkend zijn voor de grote stromende rivieren en omvat diverse soorten die voor de Grensmaas zijn aangewezen als doelsoorten vanuit Natura2000 of als aandachtsoorten bij de herinrichting;
- RHEO - kleine rheofielen: tot deze groep worden rivierdonderpad, riviergrondel, bempje, elrits, alver, gestippelde alver en serpeling gerekend. Deze vissoorten hebben een voorkeur voor stromende wateren. De migratie van deze soorten beperkt zich tot korte afstanden;
- LIMN - limnofielen: tot deze groep worden zeelt, snoek, ruisvoorn, vetje, tiendoornige stekelbaars, bittervoorn, grote modderkruiper, giebel, ruisvoorn en kroeskarper gerekend. Deze groep omvat plantminnende soorten die weinig tot geen migratie kennen;
- EURY - eurytopen: tot deze groep worden baars, blankvoorn, brasem, meerval, karper, kolblei, pos en snoekbaars gerekend. Deze groep omvat vissoorten die niet gebonden zijn aan specifieke omstandigheden.

Per gepaarde waarneming is bekeken hoeveel individuen uit elke functionele groep aanwezig zijn in de vangsten bij de hevelvistrap en de bekkenvistrap. Per gepaarde waarneming en per functionele groep zijn punten verdeeld volgens een puntenverdeling in onderstaande tabel. Binnen een gepaarde waarneming zijn punten toegekend aan die vistrap waar het grootste aantal individuen per functionele groep is gepasseerd. Aan de andere vistrap zijn dan geen punten voor die functionele groep toegekend. Indien in beide vistrappen geen vissen zijn aangetroffen uit de betreffende functionele groep krijgen beide de score 0. Theoretisch is het ook nog mogelijk dat in beide vistrappen van een betreffende functionele groep dezelfde aantallen zijn gevangen. Dit heeft echter niet plaatsgevonden. De toekenning van punten is tweemaal uitgevoerd, één keer met de puntentoeckenning volgens de gewogen methode en één keer met de puntentoeckenning volgens een ongewogen methode (zie tabel 9). Per gepaarde waarneming zijn de punten die voor de verschillende functionele groepen zijn toegekend bij elkaar opgeteld, wat de totaalscore per vistrap oplevert.

*Tabel 9. Gehanteerde puntenverdeling per functionele groep bij gewogen en ongewogen beoordeling*

	Punten gewogen beoordeling	Punten ongewogen beoordeling
zeldzame grote riviertrekvisen (ZRTV)	5	1
overige grote riviertrekvisen (ORTV)	4	1
kleine rheofielen (RHEO)	3	1
limnofielen (LIMN)	2	1
eurytopen (EURY)	1	1

Na afronding van het onderzoek is getoetst of er statistische verschillen bestaan tussen het visbestand dat per gepaarde waarneming de hevelvistrap en de bekkenvistrap gepasseerd is.

#### Gewogen beoordeling

In tabel 10 is een overzicht gegeven van de gewogen beoordeling van de aantallen per functionele groep voor de najaarsmeting. Tabel 11 geeft hetzelfde weer voor de voorjaarsmeting. De kolommen 1 tot en met 10 geven de score per functionele groep weer per waarneming. De punten voor de 5 functionele groepen zijn bij elkaar opgeteld in de kolommen 11 en 12.

*Tabel 10. Gewogen puntenverdeling per gepaarde waarneming voor elk van de functionele klassen van de najaarsmeting*

Waarneming	1 2 ZRTV		3 4 ORTV		5 6 RHEO		7 8 LIMN		9 10 EURY		11 12 TOTAAL	
	Bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
3	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
4	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
5	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
6	5	0	4	0	0	0	2	0	1	0	12	0
7	5	0	4	0	3	0	0	0	1	0	13	0
8	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
9	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
10	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
11	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
12	5	0	4	0	3	0	2	0	1	0	15	0
13	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

Resultaat T-toets	Totaal: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde		7,86	0
Variantie		18,44	0
Waarnemingen		14	14
Pearson-correlatie		0	
Schatting van verschil tussen gemiddelden		0	
Vrijheidsgraden		13	
T- statistische gegevens		6,85	
P(T<=t) eenzijdig		<0,001	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig		1,77	
P(T<=t) tweezijdig		<0,001	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig		2,16	

Tabel 11. Gewogen puntenverdeling per gepaarde waarneming voor elk van de functionele klassen van de voorjaarsmeting

Waarneming	1 2 ZRTV		3 4 ORTV		5 6 RHEO		7 8 LIMN		9 10 EURY		11 12 TOTAAL	
	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap
15	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
16	0	0	4	0	0	0	2	0	1	0	7	0
17	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
18	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
19	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
20	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
21	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
22	0	0	4	0	3	0	2	0	1	0	10	0
23	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
24	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
25	0	0	4	0	3	0	2	0	1	0	10	0
26	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
27	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
28	0	0	4	0	3	0	2	0	1	0	10	0
29	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
30	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
31	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
32	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
33	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4	0
34	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0
35	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
36	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
37	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
38	0	0	4	0	3	0	2	0	1	0	10	0
39	0	0	4	0	0	0	2	0	1	0	7	0
40	0	0	4	0	3	0	0	0	1	0	8	0
41	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0
42	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0
43	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	10	0

Resultaat T-toets <b>Totaal:</b> twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde	6,76	0,00
Variantie	5,12	0,00
Waarnemingen	29	29
Pearson-correlatie	0	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	28	

T- statistische gegevens	16,09
P(T<=t) eenzijdig	<0,0001
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,70
P(T<=t) tweezijdig	<0,0001
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,05

Statistische toetsing van de eindtotalen in de kolommen 11 en 12 laat zien dat de bekkenvistrap significant hoger ( $P < 0,05$ ) scoort dan de hevelvistrap. Er zijn significant meer zeldzame grote riviertrekvissen, overige grote riviertrekvissen, rheofiele, limnofiele en eurytope vissen aangetroffen in de bekkenvistrap.

#### Ongewogen beoordeling

In tabel 12 en 13 is een overzicht gegeven van de ongewogen beoordeling van de aantallen per functionele groep voor de najaars- en voorjaarsmeting. De kolommen 1 tot en met 10 geven het aantal vissen per functionele groep weer per waarneming. De punten voor de 5 functionele groepen zijn bij elkaar opgeteld in de kolommen 11 en 12.

Tabel 12. Ongewogen puntenverdeling per gepaarde waarneming voor elk van de functionele klassen van de najaarsmeting

Waarneming	1 ZRTV		3 ORTV		5 RHEO		7 LIMN		9 EURY		11 TOTAAL	
	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	Hevelvistrap
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
6	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4	0
7	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4	0
8	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
9	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
10	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
11	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
12	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

Resultaat T-toets <b>Totaal</b> : twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde	2,71	0
Variantie	1,30	0
Waarnemingen	14	14
Pearson-correlatie	0	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	

DHV B.V.

Vrijheidsgraden	13
T- statistische gegevens	8,92
P(T<=t) eenzijdig	<0,001
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,77
P(T<=t) tweezijdig	<0,001
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,16

Tabel 13. Ongewogen puntenverdeling per gepaarde waarneming voor elk van de functionele klassen van de voorjaarsmeting

Waarneming	1 ZRTV		3 ORTV		5 RHEO		7 LIMN		9 EURY		11 TOTAAL	
	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap	bekkenvistrap	hevelvistrap
15	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
16	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	0
17	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
18	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
19	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
20	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
21	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
22	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0
23	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
24	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
25	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
27	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
28	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0
29	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
31	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
32	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
33	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0
34	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0
35	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
36	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
37	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
38	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0
39	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	0
40	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0
41	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
42	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0
43	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0



Resultaat T-toets totaal: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden		
	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Gemiddelde	2,62	0,00
Variantie	0,53	0,00
Waarnemingen	29	29
Pearson-correlatie	0	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	28	
T- statistische gegevens	19,39	
P(T<=t) eenzijdig	<0,0001	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,70	
P(T<=t) tweezijdig	<0,0001	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	2,05	

Statistische toetsing van de eindtotalen in de kolommen 11 en 12 laat zien dat de bekkenvistrap significant hoger ( $P < 0,05$ ) scoort dan de hevelvistrap. Er zijn significant meer zeldzame grote riviertrekvisseren, overige grote riviertrekvisseren, rheofiele, limnofiele en eurytope vissen aangetroffen in de bekkenvistrap.

## 5.5 Beoordelingsniveau 4: Aantal geslachtsrijpe exemplaren

Om het aspect geslachtsrijpheid mee te kunnen nemen, zijn per soort grenswaarden per lengteklasse gehanteerd (zie tabel 14 en 15). Vissen met een lengte gelijk of groter dan deze grenswaarde worden als geslachtsrijp beschouwd. Voor referenties hiervan wordt verwezen naar het monitoringsplan (Lohmann, 2008).

De beoordeling op geslachtsrijpheid is gedaan voor de bemonsteringsperiode die dicht voorafgaat of samenvalt met de paaiperiode. In de najaarsperiode betreft dit de soorten rivierprik, zalm en zeeforel. Van deze soorten is alleen zeeforel gevangen, waarvan er 4 exemplaren geslachtsrijp waren. Het is niet mogelijk om een overzicht te maken van de geslachtsrijpe vissen in de hevelvistrap omdat geen van de genoemde doelvissoorten zijn gevangen in de najaarsperiode. Een zinvolle toetsing voor de najaarsperiode is dan ook niet mogelijk.

In de voorjaarsperiode is gekeken naar de soorten barbeel, kopvoorn, serpel, sneep, winde, zee-prik, zalm en zeeforel. Hoewel voor zalm en zeeforel kan worden gesteld dat de paaiperiode pas in de winter valt, betreft het hier toch geslachtsrijpe dieren op weg naar de paaigronden. Als nulhypothese wordt aangenomen dat er geen systematisch verschil is in aantallen geslachtsrijpe vissen in beide vispassages. Als alternatieve hypothese wordt aangenomen dat er meer geslachtsrijpe dieren zijn gevangen in de bekkenvistrap wanneer getoetst wordt met de toets van Wilcoxon (verdelingsvrije toets). De toetsingsgrootte  $W$  is de som van de rangnummers in de steekproef met het kleinste aantal waarnemingen. Het aantal waarnemingen is echter even groot, dus wordt gekozen voor de som van de rangnummers van de hevelvistrap. Onder de alternatieve hypothese heeft  $W$  de neiging om relatief kleine waarden aan te nemen. De kritieke waarde bij een eenzijdige toets met 8 waarnemingen in beide steekproeven en  $\alpha = 0,01$  is 45 (uit standaardtabel). Het kritieke gebied bestaat uit het stuk waar  $W \leq 45$ . Tabel 15 geeft het overzicht.

(Opgemerkt dient te worden dat de gepresenteerde analyse afwijkt van het advies van de Begeleidingscommissie, omdat op de "nieuwe gegevens" geen T-toets uitgevoerd kan worden).

Tabel 14. Overzicht van geslachtsrijpe vissen gevangen in het najaar en de gehanteerde grenswaarde (cm)

	Grenswaarde	Aantal geslachtsrijp	
		bekkenvis trap	hevelvis trap
Zeeforel	45	4	0

Tabel 15. Overzicht van geslachtsrijpe vissen gevangen in het voorjaar en de gehanteerde grenswaarde (cm)

	Grenswaarde	Aantal geslachtsrijp	rangnummers	Aantal geslachtsrijp	rangnummers
		hevelvis trap		bekkenvis trap	
Barbeel	20	0	3,5	24	13
Kopvoorn	20	10	12	48	14
Serpeling	15	0	3,5	1	7
Sneep	10	0	3,5	57	15
Winde	10	2	8,5	2545	16
Zeeprik	60	0	3,5	4	10
Zalm	60	0	3,5	2	8,5
Zeeforel	45	0	3,5	5	11
som rangnummers			41,5		94,5

De waarde van W (41,5) ligt in het kritieke gebied ( $W \leq 45$ ), waarmee de nulhypothese (geen systematisch verschil in aantal geslachtsrijpe vissen) wordt verworpen. Op basis van de gegevens kan worden aangetoond dat er systematisch meer geslachtsrijpe vissen zijn gevangen in de bekkenvis trap.

## 5.6 Vergelijking van de werking

Op basis van de 4 functionele niveaus die in de voorgaande paragrafen behandeld zijn, wordt in deze paragraaf uitspraak gedaan over de werking van de hevelvis trap en de bekkenvis trap. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in drie klassen (de naamgeving van de klasse is overgenomen uit het monitoringsplan: daarom is de term "functionaliteit" niet aangepast in "werking"):

- klasse 1, hogere functionaliteit t.o.v. de andere vis trap
- klasse 2, lagere functionaliteit t.o.v. de andere vis trap
- klasse 3, gelijke functionaliteit

Tegenover een 1 staat altijd een 2. Het eindresultaat is samengevat in tabel 16 voor de najaarsperiode en tabel 17 voor de voorjaarsperiode.

Tabel 16. *Beoordeling van de functionaliteit van de hevelvistrap en de bekkenvistrap in de najaarsperiode 2008. 1 is hogere functionaliteit, 2 is lagere functionaliteit, 3 is gelijke functionaliteit.*

Beoordelingsniveau	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Totaal aantal vissen	1	2
Aantal vissoorten	1	2
Aantal per functionele groep		
- Zeldzame grote riviertrekvisseren	1	2
- Overige grote riviertrekvisseren	1	2
- Kleine rheofielen	1	2
- Limnofielen	1	2
- Eurytopen	1	2
Aantal per lengteklasse	geen toetsing mogelijk	geen toetsing mogelijk
- Zeeforel		

Tabel 17. *Beoordeling van de functionaliteit van de hevelvistrap en de bekkenvistrap in de voorjaarsperiode 2009. 1 is hogere functionaliteit, 2 is lagere functionaliteit, 3 is gelijke functionaliteit.*

Beoordelingsniveau	Bekkenvistrap	Hevelvistrap
Totaal aantal vissen	1	2
Aantal vissoorten	1	2
Aantal per functionele groep		
- Zeldzame grote riviertrekvisseren	1	2
- Overige grote riviertrekvisseren	1	2
- Kleine rheofielen	1	2
- Limnofielen	1	2
- Eurytopen	1	2
Aantal per lengteklasse	1	2
- Barbeel		
- Kopvoorn		
- Serpeling		
- Sneep		
- Winde		
- Zeeprik		

De hevelvistrap heeft op de beoordelingsniveaus 1, 2 en 3 een lagere functionaliteit (klasse 2) dan de bekkenvistrap (klasse 1) in het najaar. Op beoordelingsniveau 4 kan in het najaar geen uitspraak worden gedaan wegens te weinig vangsten. In het voorjaar heeft de hevelvistrap op de beoordelingsniveaus 1, 2, 3 en 4 een lagere functionaliteit (klasse 2) dan de bekkenvistrap (klasse 1). Aan geen van de beoordelingsniveaus is een gelijke score (klasse 3) toegekend.

## 5.7 Samenvatting

De in dit rapport beschreven resultaten gelden voor de huidige instellingen van en omstandigheden rondom de bekkenvistrap en hevelvistrap.

### Toetsing resultaten

- Beoordelingsniveau 1: In najaar 2008 en voorjaar 2009 zijn significant meer vissen gevangen in de bekkenvistrap dan in de hevelvistrap.
- Beoordelingsniveau 2: In najaar 2008 en voorjaar 2009 zijn significant meer vissoorten gevangen in de bekkenvistrap dan in de hevelvistrap.
- Beoordelingsniveau 3: In najaar 2008 en voorjaar 2009 zijn significant meer vissoorten gevangen per functionele groep in de bekkenvistrap dan in de hevelvistrap.
- Beoordelingsniveau 4: Op dit beoordelingsniveau kan in het najaar geen uitspraak worden gedaan. In het voorjaar van 2009 zijn significant meer geslachtsrijpe vissoorten gevangen in de bekkenvistrap dan in de hevelvistrap.

## 6 EVALUATIE EN OPINIE

### 6.1 Inleiding

Zoals in de inleiding verwoord zijn veel verschillende belangen gemoeid bij het onderzoek naar de werking van de twee verschillende vistrappen bij Roermond. De resultaten laten een groot verschil zien in het aantal vissen en vissoorten dat de beide vistrappen heeft gepasseerd. De onafhankelijke Begeleidingsgroep heeft haar eindoordeel hierover in het volgende hoofdstuk verwoord. Daarbij is een groot aantal factoren meegenomen.

In dit hoofdstuk hebben alle “uitvoerende” partijen – dat wil zeggen DHV c.s., FFI en Arbra b.v. – de ruimte gekregen om hun zienswijze op de proef en op de resultaten weer te geven. De tekst is onder verantwoordelijkheid van de betreffende partij opgesteld en is niet inhoudelijk geredigeerd door de opstellers van het rapport.

De zienswijzen zijn geformuleerd rondom een zevental vragen en een algemene indruk van de proef. De vragen zijn:

1. Voorkomt de ligging en dimensies van de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt?
2. Voorkomt de stroming in de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt?
3. Voorkomt een onvoldoende lokstroom van de hevelvistrap actieve visintrek?
4. Wordt de vispasseerbaarheid van de hevelvistrap negatief beïnvloed door aspecten als tussenschotten, drukverschil en stromingsdynamiek?
5. Heeft het licht bij de fuik van de hevelvistrap verhinderd dat vis in de fuik zou zwemmen?
6. Zijn vissen gewend aan de bekkenvistrap, waardoor ze niet voor de hevelvistrap kiezen?
7. Is een 24-uurs meting te kort, waardoor vis blijft wachten tot de bekkenvistrap weer werkt?

### 6.2 DHV B.V., VisAdvies & ATKB

#### *Algemene indruk van de proef.*

Bij de opzet van de proef is door alle partijen zorgvuldig gehandeld. Er is een open uitwisseling van ideeën geweest, waarbij de uiteindelijk gekozen aanpak het resultaat was van een afgewogen discussie naar het beste inzicht op dat moment. De aanpak werd uiteindelijk door alle partijen onderschreven, waarbij alles ter zake doende werd vastgelegd in het monitoringsplan (Lohrmann, 2008). De kwaliteit van de benodigde constructies voor de monitoring was zonder meer goed te noemen. De robuustheid en de getroffen voorzieningen (betonnen pad, loopplatform bij fuikenconstructies, fuiken etc.) hebben de uitvoering in het veld vergemakkelijkt. Door de gekozen aanpak was een aanzienlijke inzet in het veld noodzakelijk waarbij de samenwerking goed is verlopen. Af en toe liep de communicatie niet helemaal volgens de spelregels, maar dit heeft geen problemen veroorzaakt.

De uitvoering van de proef is naar onze mening goed verlopen. De vervuilingsgraad was gering en er was geen hoogwaterperiode.

1. Voorkomt de ligging en dimensies van de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt? Mogelijk is de ligging van de inzwemopening van de hevelvistrap minder optimaal. Idealiter zou een opening van een vistrap de gehele waterkolom moeten beslaan, dus van bodem van de rivier tot oppervlak. Dit is overigens voor zowel de hevelvistrap als de bekkenvistrap niet het geval. Een minder optimale ligging van de inzwemopening van de hevelvistrap zou er toe kunnen leiden dat bepaalde groepen vissoorten, zeg bodemvissoorten, minder makkelijk de ingang kunnen benaderen. Andere vissoorten die meer in het ‘pelagiaal’ van de waterkolom zwemmen zouden toch gemakkelijk de ingang

kunnen bereiken. Als de hevelvistrap goed zou functioneren zou dan een beeld ontstaan van selectieve passage van vissoorten(groepen) door de hevelvistrap, dus bijvoorbeeld wel veel blankvoorn maar minder tot geen snoekbaars. Dit is niet het beeld dat uit de monitoring naar voren komt. Ook van deze 'pelagiale' soorten is de vangst zeer gering, vergeleken met de vangst in de bekkenvistrap, dus vanuit onze visie lijkt het onwaarschijnlijk dat dit aspect (verkeerde ligging en dimensies) een rol van betekenis speelt. Daarnaast zou het kunnen dat het principe van de werking van de hevelvistrap minder of niet opgaat voor de situatie in grote rivieren. FFI geeft aan dat voor de hevelvistrap niet de lokstroom *primaire* de vis moet aantrekken, maar dat vis nabij stuwen van nature op zoek gaat naar een schuilgelegenheid zoals de inzwembak die biedt. Dit gaat wellicht op voor kleine ondiepe en eentonige poldersystemen, alwaar de vis weinig schuilmogelijkheden heeft, maar in niet of in mindere mate voor een grote rivier met een gedifferentieerde habitat. De Maas is dan wel eentonig, maar de dimensies zijn totaal anders. Verder is het waarschijnlijk dat rivier(trek)vis veel meer gelokt wordt door een lokstroom om te migreren en minder door een geboden schuilmogelijkheden.

2. Voorkomt de stroming in de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt?

Het is niet uitgesloten dat een warrig stromingsbeeld in de monding van de hevelvistrap leidt tot een mindere visintrek. Door het warrige stromingsbeeld krijgt de vis minder aanwijzingen met betrekking tot de richting waarin deze moet migreren: wat is stroomopwaarts? Toch is er in het mondingbereik van de hevelvistrap zeker vis aanwezig. In het algemeen kan vis door zijn zijlijnorgaan heel goed onderscheid maken in stromingspatronen en richtingen. Dus, als vis de opening van de hevelvistrap voldoende is genaderd, zal deze toch in staat zijn de stromingssituatie goed te interpreteren en goed zijn weg weten te vinden indien de hevelvistrap een goed functionerende migratievoorziening was. Met andere woorden, het lijkt ons onwaarschijnlijk dat een dergelijke groot verschil in aantallen migrerende vissen tussen de bekkenvistrap en hevelvistrap hierdoor zou zijn veroorzaakt.

3. Voorkomt een onvoldoende lokstroom van de hevelvistrap actieve visintrek?

Als de bekkenvistrap aan staat is het debiet voldoende om tot in de Maas een lokstroom te veroorzaken (duidelijk visueel waarneembaar voor de mens), die meer of minder ver reikt, afhankelijk van het debiet over de stuw. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat een goed gepositioneerde lokstroom van voldoende omvang cruciaal is voor het aantrekken van migrerende vissen. Met betrekking tot de bouw van vismigratievoorzieningen worden hiervoor vanuit het ontwerp standaardregels aangehouden:

- Grote Franse rivieren: 10% van de gemiddelde afvoer, tot 1,0-1,5% van de hoogste afvoer;
- Nederlandse rivieren: voor de Nederrijn/Lek wordt deze verhouding vaak wel gehaald, voor de Maas niet (Kroes & Monden, 2005).

In de onderzoeksperiode in het voorjaar heeft de afvoer van de Maas geschommeld tussen minimaal 50 m<sup>3</sup>/s tot maximaal 700 m<sup>3</sup>/s. Bij de minimale afvoer zit de verhouding tussen debiet uit de bekkenvistrap redelijk in de goede richting. De verhouding tussen het debiet door de hevelvistrap en de Maas blijft dan nog aanzienlijk achter. Op grond van de omvang van de lokstroom mag een minder presteren van de hevelvistrap worden verwacht. Of het waarschijnlijk is dat hierdoor een factor 36 minder vis in de hevel wordt gevangen lijkt ons onwaarschijnlijk (zie tabel 2 op blz. 32).

4. Wordt de vispasseerbaarheid van de hevelvistrap negatief beïnvloed door aspecten als tussenschotten, drukverschil en stromingsdynamiek?

Waar het de aspecten tussenschotten en stromingsdynamiek betreft, lijkt dit onwaarschijnlijk. De schotten zijn niet wezenlijk anders dan die toegepast worden in sommige vis(bekken)trappen, waarbij het stromingspatroon eveneens naar verwachting niet veel zal afwijken. Voor zover ons bekend is, is dit geen onderwerp van onderzoek geweest met betrekking tot de hevelvistrap. Maar zoals FFI zegt, de hevelvistrap is niets anders dan een bekkenvistrap in een hevel. Daar zit dan wel het unieke karakter van de hevelvistrap in, dat via een vacuümpomp onderdruk wordt opgewekt waarmee het debiet wordt

geregeld. Ons inziens zou de onderdruk een reden kunnen zijn waarom de vistrek door de passage minder is dan zou moeten. De mate van onderdruk zelf hoeft geen negatieve gevolgen te hebben voor de vis, maar niet ondenkbaar is dat vissen, en dan vooral de grotere exemplaren, een 'hekel' hebben om hieraan blootgesteld te worden.

Vaak wordt met betrekking tot het goed functioneren van de hevelvistrap gerefereerd aan de monitoringsresultaten van de hevelvistrap in de Hertogswetering. Het klopt dat hier aanzienlijke aantallen vis doorheen migreerden. Echter, het bleken voornamelijk kleine vissen te zijn. De gemiddelde lengte van alle migrerende vissen samen was niet meer dan 11,6 cm. Dit werd geweten aan het ontbreken van grote vissen in de watergang. Dit is echter toen niet vastgesteld door middel van een bevissing van het aanbod, voor zover ons bekend is. Overigens, recent is dit water bemonsterd en toen werd er praktisch geen vis aangetroffen, hetgeen de eerdere bewering kan ondersteunen. Een ander aspect dat van invloed zou kunnen zijn op het functioneren van de hevelvistrap is dat door onderdruk in het water opgeloste gassen (w.o. zuurstof) kan uittreden. Dit zou theoretisch kunnen leiden tot minder zuurstof in het uitstromende water, met als mogelijk gevolg dat migrerende vis dit water mijdt. Dit is middels onderzoek aangetoond bij de pluim van waterkrachtcentrales. Salmoniden bleken de uitstroom te mijden (onderzoek van Philippart bij Lixhe). Opgemerkt moet hier worden dat zowel het aspect van onderdruk als het aspect van minder zuurstof in het uittredende water speculatief is.

5. Heeft het licht bij de fuik van de hevelvistrap verhindert dat vis in de fuik zou zwemmen?

Uit divers onderzoek is bekend dat vis een reactie vertoont op licht. De reactie kan echter sterk verschillen. Sommige soorten worden in de nacht aangetrokken door licht met een beperkte tot aanzienlijke intensiteit (soortafhankelijk). Van dit principe wordt gebruik gemaakt bij diverse visserijtypen op zee. Ook wordt het toegepast om jonge salmoniden in de nacht beter de ingang van vistrappen te laten vinden.

Andere soorten zijn juist lichtschiuw. Bekende voorbeelden hiervan zijn de aal en snoekbaars. In Nederland heeft ondermeer KEMA onderzoek gedaan bij de waterkrachtcentrale De Haandrik in de Vecht om vis te geleiden met licht. Dit was redelijk succesvol voor aal, terwijl andere soorten juist in relatief grotere hoeveelheden werden aangetroffen. Kortom, vis vertoont een soortspecifieke reactie op licht, waarbij sommige soorten worden aangetrokken en andere worden afgeschrikt.

Als het aanwezige licht op de fuik van invloed zou zijn, zou op zijn minst mogen worden verwacht dat de soortspecifieke reactie was terug te zien in soortspecifieke vangsten. Dit is niet het geval. Daarbij komt dat juist een soort als aal wel is gevangen in de hevelvistrap (in het voorjaar 35 in de bekkenvistrap, 2 alen in de hevelvistrap) en zelfs verhoudingsgewijs meer dan andere soorten.

Verder is er een proef geweest met de fishcounter in de hevelvistrap. De apparatuur was ca. 5 m stroomopwaarts van het laatste schot geplaatst en daarmee relatief dicht bij de uitzwemopening. Hoewel dit moeilijke omstandigheden zijn voor toepassing van een dergelijke techniek, konden toch gedurende de periode van 4 tot 14 mei 2009 waarnemingen worden gedaan. Hierbij zijn geen vissen waargenomen. Op basis hiervan zou geconcludeerd kunnen worden dat vis al eerder een belemmering ervaart om de hevel door en uit te zwemmen.

Samenvattend, hoewel licht van invloed kan zijn op het gedrag van de vis, is het onwaarschijnlijk dat het aanwezige licht een dusdanig groot effect heeft dat praktisch geen vis wordt gevangen in de fuik achter de hevel. Dit argument wordt ondersteund door het feit dat het een aantal malen is gebeurd dat de fuik achter de bekkenvistrap overdag werd teruggeplaatst, maar na enige tijd weer werd verwijderd (bijvoorbeeld om alsnog de fuik schoon te spuiten), waarna er toch al weer vissen de fuik in waren gezwommen.

6. Zijn vissen gewend aan de bekkenvistrap, waardoor ze niet voor de hevelvistrap kiezen?

Het is niet onwaarschijnlijk dat gewening een rol speelt bij keuze van de migratieroute. Voor zover ons bekend heeft één onderzoek aangetoond dat het herhaaldelijk passeren van een bepaald type vistrap de passagesnelheid van daaropvolgende vistrappen van hetzelfde type positief beïnvloed (Laine, 1990). Daarmee lijkt er sprake van leergedrag. Waarschijnlijk is dit bij oudere en grotere vissen het sterkst. Voor

vissen die nog geen ervaring hebben als het gaat om passage van de bekkenvistrap, zou passage door de hevelvistrap (indien die net zo goed zou functioneren) geen probleem mogen zijn. Hierbij gaat het dan om vissen jonger dan 1 jaar die nog geen stroomopwaartse migratie hebben meegemaakt of grotere vissen die nog nooit door een bekkenvistrap zijn gemigreerd. Die eerste groep komt niet goed in beeld binnen het onderzoek (want kleiner dan 10 cm). De laatste groep is niet herkenbaar. In welke mate gewenning een rol speelt is onduidelijk. Maar dat dit aspect het grote verschil verklaard lijkt ons niet logisch

7. Is een 24-uurs meting te kort, waardoor vis blijft wachten tot de bekkenvistrap weer werkt? Telemetrisch onderzoek met salmoniden bij een bekkenvistrap in de Maas heeft aangetoond dat ongeveer 95% van de dieren de vistrap binnen 24 uur passeert, het merendeel zelfs aanzienlijk sneller (een tot enkele uren na registratie in de nabijheid van de vistrap). Wanneer vissen geneigd zijn te migreren, dus een werkelijke trekdrang hebben, vermijden ze enig oponthoud. Migratie is een verschijnsel dat plaats vindt in pieken. In enkele dagen passeert vaak een grote groep vissen van dezelfde soort door een vistrap, zoals in dit onderzoek ook bij de winde is vastgesteld. Opvallend is dat in het tijdsbeeld van de migratie door de hevelvistrap en de bekkenvistrap dezelfde pieken voorkomen, alleen gaat het om een geheel andere ordegrootte van aantallen. Wanneer beide vistrappen een zelfde functionaliteit zouden hebben, lijkt het daarmee onwaarschijnlijk dat migrerende vis alleen op grond van gewenning aan de bekkenvistrap 24 uur gaat wachten om de migratie op de vertrouwde manier voort te zetten. Ook heeft de bekkenvistrap herhaalde malen langer dicht gestaan (tot een week aan toe), waarbij er geen grotere migratie door de hevelvistrap heeft plaatsgevonden.

### 6.3 FishFlow Innovations (FFI)

Uit de resultaten komt naar voren dat via de bekkenvistrap significant meer vissen gepasseerd zijn, van alle onderscheiden soortgroepen, dan via de hevelvistrap. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke oorzaken voor het opvallend grote verschil.

#### Vergelijking vangsten bekkenvistrap en hevelvistrap

1. Via de bekkenvistrap zijn ruim 5000 vissen gepasseerd. De bekkenvistrap heeft het opvallend goed gedaan, veel beter dan uit diverse eerdere onderzoeken bij de bekkenvistrappen in de Maas naar voren komt. Het verschil zou best wel eens voor een belangrijk deel kunnen liggen aan de gebruikte vangconstructie voor de vergelijking, die veel solider is gebouwd en veel minder gevoelig is gebleken voor vuil (geen sterke vervormingen van het net onder invloed van vuil). De oude onderzoeken zouden wel eens een sterk vertekend (slechter) beeld kunnen geven van het functioneren van de bekkenvistrappen.
2. De verhouding in gevangen aantallen tussen de bekkenvistrap en de hevelvistrap blijkt sterk te verschillen voor verschillende soorten (zie tabel 1 op blz. 21). In het voorjaarsonderzoek varieerde de verhouding bij benadering als volgt:
  - 1:5 voor kopvoorn en baars (5x zoveel gevangen in de bekkenvistrap);
  - 1:12 voor blankvoorn;
  - 1:17 voor paling;
  - 1:25 voor roofblei;
  - 1:68 voor kolblei;
  - 1:100 voor brasem;
  - 1:1250 voor winde.

Dit grote verschil duidt op sterke soortspecifieke gedragsverschillen in het gebruik van de vistrappen (zie verder).



### **Mogelijke oorzaken voor het minder goed functioneren van de hevelvistrap in vergelijking met de bekkenvistrap**

Al snel na het starten van het vergelijkende onderzoek in het najaar van 2008 constateerde FishFlow Innovations (FFI) dat de hevelvistrap aanzienlijk minder gepasseerd werd dan verwacht op grond van de evaluatie van de hevelvistrap in Berghem, die wel meteen door grote en kleine vissen van diverse soorten gepasseerd werd. Over de mogelijke oorzaken is door FFI o.a. op 28 november 2008 een notitie geleverd. Mogelijke oorzaken voor het niet-functioneren die in o.a. in de notitie van 28 november en andere notities genoemd werden:

1. De aantrekkelijkheid van de ingang van de hevelvistrap is onvoldoende;
2. De omstandigheden in de hevelvistrap zijn ongunstig;
3. De licht-omstandigheden bij de uitzwemopening van de hevelvistrap zijn ongunstiger dan bij de uitzwemopening van de bekkenvistrap;
4. Vissen maken al vele generaties lang gebruik van de bekkenvistrap, waardoor ze deze route kennen en prefereren en niet zomaar een andere route gaan zoeken en accepteren;
5. Vissen hebben meer tijd nodig om te wennen aan de hevelvistrap en deze te passeren, meer dan de 24 uur die ze nu per keer tijdens de monitoring krijgen voordat de hevelvistrap uit gaat en de bekkenvistrap aan.

In de periode tussen het najaars- en voorjaarsonderzoek zijn bovenstaande factoren, voor zover mogelijk, onderzocht. Onderstaand wordt nader op de verschillende mogelijke oorzaken ingegaan.

#### *Ad 1) De aantrekkelijkheid van de ingang van de hevelvistrap is onvoldoende.*

Het principe van de ingang van de hevelvistrap is dat dit een rustige, donkere, veilige en daarmee aantrekkelijke plek is, zo mogelijk de meest aantrekkelijke plek voor vissen in de omgeving van de stuw. Er zijn enige aanwijzingen dat dit niet het geval is geweest:

1. Voor de ingang van de bekkenvistrap bevindt zich een diepe, rustige plek die dieper ligt dan de ingang van de hevelvistrap. Dit was vooraf niet de bedoeling, het was de bedoeling de inzwembak zodanig te plaatsen dat deze op de bodem van de rivier voor de stuw zou komen te staan. Voor Rijkswaterstaat was dit echter niet acceptabel, met name om financiële redenen omdat er teveel aanpassingen aan de bestortingen en bekledingen nodig waren. Een optie om de inzwembak wat dichterbij de kom van de bekkenvistrap, maar nog steeds dicht bij de hoofdstroom van de rivier te plaatsen werd eveneens afgewezen, dit keer vanwege de veronderstelde beïnvloeding van het functioneren van de bekkenvistrap. Uiteindelijk is er voor gekozen om de inzwembak te plaatsen in de veel ondiepere kom waar de bekkenvistrap in uitmondt. Door een extra complicatie bij het plaatsen bleek de bak ook nog iets hoger te komen dan de bedoeling was. Achteraf beschouwd zijn er op deze manier wellicht teveel concessies gedaan aan de oorspronkelijke bedoeling, waardoor het functioneren negatief beïnvloed is. Enkele keren is de diepe plek voor de ingang van de bekkenvistrap ontoegankelijk gemaakt voor vissen met behulp van een net, maar dit had geen duidelijk merkbaar resultaat;
2. Bij de start van de vergelijking bleek dat er in de inzwembak van de hevelvistrap turbulent water ontstond als de bekkenvistrap uit werd gezet. Wanneer de bekkenvistrap in bedrijf was bleek dit niet het geval. De turbulentie werd veroorzaakt door een wijziging van het stromingspatroon in de kom naast de stuw zodra de bekkenvistrap uitgezet werd. Omdat de vergelijking gebaseerd was op het om-en-om aanzetten van de vistrappen kan het functioneren van de hevelvistrap hierdoor negatief beïnvloed zijn. Een verzoek om de stuwklep aan de zijde van de vistrappen wat omhoog te brengen, zodat de turbulentie af zou nemen, kon om veiligheidsredenen niet door Rijkswaterstaat gehonoreerd worden.

In combinatie met bovenstaande punten kan ook het beperkte werkdebiet van de hevelvistrap mogelijk nadelig zijn uitpakkt. Het werkdebiet van circa 1,2 m<sup>3</sup>/s was gebaseerd op een optimaal functionerende inzwembak. Mogelijk had een veel hoger debiet (de hevelvistrap was ontworpen voor een debiet tot 4,5 m<sup>3</sup>/s) compenserend kunnen werken. In de periode tussen het najaars- en het voorjaarsonderzoek is dit enkele keren geprobeerd, echter zonder merkbaar resultaat. Het aanbod aan vissen in die periode was echter zeer gering geworden (getuige de vangsten in de bekkenvistrap). Omdat besloten werd de vorm van de doorzwemopeningen aan te passen (van v-vormig naar meer rechthoekig zoals in Berghem, zie verder) kon in het voorjaarsonderzoek niet met een debiet van meer dan circa 1,5 m<sup>3</sup>/s gewerkt worden.

Samenvattend: het is goed mogelijk dat de aantrekkelijkheid van de ingang van de hevelvistrap onvoldoende is geweest en dat het beoogde principe van de ingang van de hevelvistrap als rustige, donkere, veilige en daarmee aantrekkelijke plek is, zo mogelijk de meest aantrekkelijke plek voor vissen in de omgeving van de stuw, daardoor niet goed uit de verf is gekomen. Bij de hevelvistrappen in Berghem en Oyense Hut in de Hertogswetering is dit wel goed gegaan.

*Ad 2) De omstandigheden in de hevelvistrap zijn ongunstig.*

Omdat de hevelvistrap in Roermond op enkele punten afweek van de goed functionerende hevelvistrap in Berghem kon niet uitgesloten worden dat de omstandigheden in de hevelvistrap te Roermond ongunstiger waren. De verschillen met Berghem betroffen:

1. De vorm van de doorzwemopeningen in de schotten (in Berghem rechthoekig, in Roermond v-vormig);
2. De aanwezigheid van veel minder daglicht in Roermond (in Berghem zitten patrijspoorten boven elk bekken in de hevelvistrap).

Naast deze verschillen is ook nog gekeken naar de onderdruk in de hevelvistrap in Roermond, maar deze bleek kleiner te zijn dan die in Berghem, waardoor deze mogelijke factor meteen afviel.

In de periode tussen het najaars- en voorjaarsonderzoek zijn de doorzwemopeningen aangepast naar meer rechthoekig en zijn diverse patrijspoorten aangebracht, waardoor er ruim daglicht in de hevelvistrap kwam. Hiermee werd de hevelvistrap vergelijkbaar gemaakt met de goed functionerende hevelvistrap te Berghem. De resultaten laten echter zien dat de hevelvistrap in het voorjaarsonderzoek niet beter is gaan functioneren. Weliswaar zijn er in het voorjaar meer vissen doorheen gegaan, maar in verhouding tot de bekkenvistrap gingen er zelfs minder vissen doorheen dan in het najaarsonderzoek (vergelijk de aantalsverhoudingen tussen beide vistrappen in tabel 1; in het najaarsonderzoek was deze gemiddeld 1:10, dus 10x zoveel vissen door de bekkenvistrap, tegen gemiddeld 1:48 in het voorjaarsonderzoek).

Op grond van het bovenstaande concluderen we dat ongunstige omstandigheden in de hevelvistrap geen oorzaak voor de gevonden verschillen zijn geweest.

*Ad 3) De licht-omstandigheden bij de uitzwemopening van de hevelvistrap zijn ongunstiger dan bij de uitzwemopening van de bekkenvistrap.*

De uitzwemopening van de hevelvistrap ligt aanzienlijk dichterbij de stuw dan de uitzwemopening van de bekkenvistrap. 's Avonds en 's nachts wordt de stuw verlicht met sterke lampen, die deels direct op de uitzwemopening van de hevelvistrap schenen. Vanwege het relatief heldere water dat gedurende langere perioden aanwezig was ontstond daarbij de situatie dat men vanaf de oever de fuik op de bodem kon zien staan. Omdat de meeste vismigratie 's avonds en 's nachts plaatsvindt is het denkbaar dat deze situatie het functioneren van de hevelvistrap negatief beïnvloedde.

Teneinde de invloed van het licht te onderzoeken en de situatie gelijkwaardiger te maken zijn de volgende acties ondernomen:

1. Aan Rijkswaterstaat is gevraagd de stuwverlichting uit te zetten. Dit verzoek is om veiligheidsredenen niet gehonoreerd.
2. Aan Rijkswaterstaat is gevraagd een lamp boven de bekkenvistrap te mogen plaatsen, teneinde vergelijkbare lichtsituaties te verkrijgen. Dit verzoek is niet gehonoreerd.
3. Boven de fuikconstructie van de hevelvistrap zijn drijvende houten platen (van underlayment) aangebracht om op provisorische wijze de uitzwemsituatie donkerder te maken. Dit is gebeurd zonder voorafgaande toestemming van Rijkswaterstaat. De platen leken effect te hebben: bij de eerstvolgende waarneming zaten er 8 kopvoorns van 37-42 cm in de fuik, terwijl in de 5 voorafgaande waarnemingen slechts 2 blankvoorns van 8 en 10 cm waren gevangen. Rijkswaterstaat eiste echter dat de platen weggehaald werden, waardoor het effect van het licht verder niet goed bepaald kon worden.
4. Bij het bovenste schot van de hevelvistrap zijn achtereenvolgens infraroodcamera's en een fishcounter aangebracht, in een poging vast te stellen of vissen soms terugzwemmen nadat ze bij de uitzwemopening gekomen zijn. Beide technieken waren problematisch, de camera's met name vanwege zwevend materiaal in het water waardoor er te veel reflectie was, de fishcounter met name vanwege de afzetting van zwevend stof op de elektrodes. Met de camera is een aantal beelden verkregen die wijzen op de passage van vissen, hoewel de beelden onduidelijk waren, met de fishcounter zijn geen vissen waargenomen.

Samengevat is het goed mogelijk dat het licht een negatieve invloed op de resultaten met de hevelvistrap heeft gehad. Helaas is geen toestemming van Rijkswaterstaat gekregen om dit aspect goed te onderzoeken.

*Ad 4) Vissen maken al vele generaties lang gebruik van de bekkenvistrap, waardoor ze deze route kennen en prefereren en niet zomaar een andere route gaan zoeken en accepteren;*

Een volgende mogelijke oorzaak is dat vissen gewend zijn aan het gebruik van de bekkenvistrap, waardoor ze deze route kennen en prefereren en niet zomaar een andere route gaan zoeken en accepteren. Deze mogelijke oorzaak is denkbaar omdat de bekkenvistrap in Roermond er al 15 jaar ligt en omdat alle stroomafwaarts gelegen vistrappen ook bekkenvistrappen zijn. In retrospectief achten we het zeer wel mogelijk dat deze factor een rol heeft gespeeld. Dit leiden we af uit de volgende mogelijke aanwijzingen:

1. De nieuwe bekkenvistrap van Borgharen presteerde in 2008 aanzienlijk slechter dan de reeds 15 jaar aanwezige bekkenvistrap van Roermond. Borgharen presteerde zelfs vergelijkbaar met de hevelvistrap bij Roermond: wanneer kleine vissen die door de mazen van het net kunnen niet mee worden geteld passeerden in Borgharen 272 vissen in 65 dagen, tegen 65 vissen in 19 dagen voor de hevelvistrap Roermond. Omgerekend is dat 29 vissen per week voor de bekkenvistrap tegen 24 vissen per week voor de hevelvistrap. Dat mag vergelijkbaar genoemd worden, hoewel hierbij wel geldt dat de resultaten van Borgharen mogelijk negatief zijn beïnvloed door de gebruikte vangconstructie (zie de opmerking hierover in de eerste paragraaf van deze discussie);
2. Uit literatuur en andere onderzoekservaringen blijkt dat vissen heel trouw kunnen zijn aan de zwemroutes die ze volgen en daar niet snel van afwijken. Denk bijvoorbeeld aan de trek van de zalm en het bestaan van 'zeeltgangen' in plantenrijk water (vergelijkbaar met hazenpaadjes, wildwissels e.d.). Ook de sterke verschillen in de verhouding waarin verschillende vissoorten beide vistrappen hebben gebruikt (zie boven) kan op dit fenomeen duiden: winde lijkt heel trouw de bekkenvistrap te volgen, terwijl een vergelijkbare soort als kopvoorn eerder een andere route lijkt te zoeken en accepteren;

3. Via de recent aangelegde hevelvistrap bij de (tot dan onpasseerbare) stuw Oyense Hut in de Hertogswetering (circa 8 meter breed, gelegen in het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas) passeerden in de eerste nacht na de aanleg 18 volwassen vissen; dat aantal was hoger dan gedurende de hele onderzoeksperiode in Roermond in één nacht passeerde.

Omdat bovenstaande factoren slechts mogelijke aanwijzingen zijn en deze kwestie ook niet goed onderzocht kon worden gedurende deze proef hebben we de vraag voorgelegd aan een groep internationale vismigratie experts, verenigd in een afdeling van PIANC. Het antwoord van de Duitse deskundige Christian Landwuest luidt dat het mogelijk is dat deze factor een invloed heeft gehad, maar dat onbekend is hoe groot deze invloed is geweest.

Samenvattend kan, in de lijn van de mening van de PIANC-deskundige, gewenning zeker een rol hebben gespeeld, maar onbekend is in welke mate dit een rol heeft gespeeld.

*Ad 5) Vissen hebben meer tijd nodig om te wennen aan de hevelvistrap en deze te passeren, meer dan de 24 uur die ze nu per keer tijdens de monitoring krijgen voordat de hevelvistrap uit gaat en de bekkenvistrap aan;*

Deze laatste mogelijke oorzaak hangt sterk samen met mogelijke oorzaak 4 over gewenning. In het monitoringsplan was de afspraak gemaakt dat de vistrappen afwisselend 24 uur aan zouden staan. Dit levert het grote voordeel op van veel paarsgewijze waarnemingen (statistisch wenselijk) en maakt het tevens aannemelijk dat het aanbod aan vis binnen elke gepaarde waarneming vergelijkbaar is (gezien het frequente wisselen), hetgeen ook een groot voordeel is.

Hoewel dus logisch vanuit het centrale uitgangspunt van gelijkwaardige proefomstandigheden, is het frequente wisselen ongunstig voor de hevelvistrap gezien vanuit het oogpunt van gewenning. De vissen hoefden immers maar 24 uur te wachten tot de oude bekende route via de bekkenvistrap weer open ging. Dit in combinatie met de goede verblijfsmogelijkheden op de relatief diepe, rustige plek voor de ingang van de bekkenvistrap. In de periode tussen het najaars- en het voorjaarsonderzoek is de bekkenvistrap enkele keren wat langer uitgezet dan een dag (enkele dagen tot maximaal een week). Dit leverde geen duidelijke verbetering op. Het aanbod was echter veelal klein, getuige de vangsten in de bekkenvistrap. Ook is het niet ondenkbaar dat voor gewenning een veel langere periode nodig is dan een week, misschien wel maanden of nog langer. De hevelvistrap is slechts 1 week na de bouw opgenomen in de dagelijkse vergelijking van het najaarsonderzoek. Een verzoek om minder frequent te wisselen gedurende het voorjaarsonderzoek (om de week in plaats van om de dag) werd afgewezen vanwege het veel kleinere aantal waarnemingen dat dan zou resteren (statistisch ongunstig) en vanwege het probleem van mogelijke aanbodverschillen tussen gepaarde waarnemingen die zouden ontstaan. Hoewel beide redenen logisch zijn vanuit de centrale aanname van een gelijkwaardige vergelijking, is hiermee mogelijk juist een ongelijkwaardigheid, namelijk het bestaan van gewenning aan de bekkenvistrap, in stand gehouden.

Samengevat kan niet uitgesloten worden dat de vissen veel meer tijd nodig gehad hebben om te wennen aan de hevelvistrap en deze te passeren. Meer tijd dan de week tussen aanleg en de start van de vergelijking en meer tijd dan de 24 uur die ze nu per keer tijdens de vergelijking hebben gekregen.

#### **Beschouwing van de conclusies over de mogelijke oorzaken**

Onderstaand worden de conclusies zoals geformuleerd bij de afzonderlijke mogelijke oorzaken nog eens in samenhang beschouwd.

Het is goed mogelijk dat de aantrekkelijkheid van de ingang van de hevelvistrap onvoldoende is geweest (mogelijke oorzaak 1) en dat daarmee het beoogde principe van de ingang van de hevelvistrap als rustige,

donkere, veilige en daarmee aantrekkelijke plek is, zo mogelijk de meest aantrekkelijke plek voor vissen in de omgeving van de stuw, niet goed uit de verf is gekomen. Deze conclusie betekent dat er bij de aanleg van de hevelvistrap teveel rekening gehouden is met technische en budgettaire beperkingen en dat tevens het belang van dit aspect door FFI is onderschat. Op zichzelf is dat ook niet erg verwonderlijk, het maken van vergissingen hoort bij de ontwikkeling van elke innovatie. Het zou ongekend zijn geweest als de eerste hevelvistrap van deze afmetingen in een grote rivier meteen vlekkeloos zou zijn aangelegd. Ter illustratie: zelfs bij de bekkenvistrap van Borgharen zijn nog onvolkomenheden geconstateerd, terwijl het concept al tientallen jaren oud is en er al bekkenvistrappen waren aangelegd bij alle andere stuwen in de Maas.

Dat de inzwemopening niet heeft voldaan aan de conceptuele eisen van de hevelvistrap betekent nadrukkelijk NIET dat het concept van de hevelvistrap tekort zou schieten. Een hevelvistrap is immers niks anders dan een bekkenvistrap in een buis, met daarbij een aantal toegevoegde functionaliteiten zoals een regelbaar debiet en de mogelijkheid om behalve op debiet (lokstroom) ook te sturen op de aantrekkelijkheid van de ingang. De omvang en positionering van een lokstroom zijn zelfs beter te regelen dan bij een bekkenvistrap, vanwege de flexibiliteit als gevolg van het werken met een vacuümpomp. Het verrichte onderzoek naar de omstandigheden in de hevelvistrap (mogelijke oorzaak 2) duidt er ook op dat het verschil met de bekkenvistrap niet gezocht moet worden in de omstandigheden in de hevelvistrap, maar in externe factoren.

Behalve de positionering en aantrekkelijkheid van de ingang van de hevelvistrap zijn alle andere mogelijke oorzaken (3, 4 en 5) eveneens externe factoren. Het grote verschil met mogelijke oorzaak 1 is echter dat de factoren licht (3) en gewinning (4 en 5) duiden op onvolkomenheden in de proefopzet. Geconcludeerd kan worden dat de omstandigheden waaronder het onderzoek is uitgevoerd niet bepaald gunstig voor de hevelvistrap zijn geweest. Dit betekent dat er geen harde conclusies over de functionaliteit van de hevelvistrap getrokken kunnen worden.

De hevelvistrap is en blijft echter een veelbelovende innovatie, die sterk kostenbesparend is ten opzichte van een bekkenvistrap en oplossingen biedt voor vele knelpunten waar momenteel geen enkele oplossing voor bestaat. Daarom wordt aanbevolen om de proef voort te zetten onder betere omstandigheden, zodat de hevelvistrap werkelijk op zijn merites beoordeeld kan worden.

#### **Statistiek**

FFI is het er mee oneens dat de conclusies op basis van de statistische vergelijking worden getrokken, want die statistische vergelijking is ons inziens onjuist: er kan alleen een statistische vergelijking gemaakt worden als de variabelen onderling onafhankelijk zijn en dat is hier niet het geval: de aanwezigheid van de ene voorziening in combinatie met het gewoontegedrag van vissen beïnvloed het resultaat van de andere voorziening. En daarmee valt de basis onder de statistische vergelijking weg.

#### **6.4 Arbra B.V.**

1. Voorkomt de ligging en dimensies van de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt? Dat zou heel wel kunnen en daarmee is de proef niet representatief.
2. Voorkomt de stroming in de opening van de hevelvistrap dat visintrek plaatsvindt? Dat zou heel wel kunnen en daarmee is de proef niet representatief.
3. Voorkomt een onvoldoende lokstroom van de hevelvistrap actieve visintrek?  
*Niet op gereageerd.*

## DHV B.V.

4. Wordt de vispasseerbaarheid van de hevelvistrap negatief beïnvloed door aspecten als tussenschotten, drukverschil en stromingsdynamiek?

*Niet op gereageerd.*

5. Heeft het licht bij de fuik van de hevelvistrap verhindert dat vis in de fuik zou zwemmen?

Arbra is het niet eens met het oordeel van de BG dat de vangstconstructie van de bekkenvistrap geen bepalende invloed heeft op resultaten van de hevelvistrap.

Bij elke meting geldt dat het meetinstrument zelf de meting beïnvloed, immers de te meten situatie is veranderd door het aanbrengen van het meetinstrument.

Het aanbrengen van een fuik heeft dus per definitie invloed. De vraag is of de invloed van beide fuiken t.o.v. elkaar wegvallen of niet.

Al bij de eerste vergadering die ik mee mocht maken, heb ik opmerkingen gemaakt over de fuikconstructie van de hevelvistrap. Deze staat op z'n minst ongunstiger dan bij de bekkenvistrap.

De fuik van de hevelvistrap staat vlakbij de stuw, waardoor deze vol in de verlichting van de stuw staat en 's nachts goed zichtbaar. Het is een bekend feit, dat in maanlichte nachten vissen met fuiken weinig resultaat laat zien. Het is dan geen verrassing dat er weinig vis wordt gevangen in deze fuik. De fuik van de bekkenvistrap had dit euvel niet.

Op verzoeken van FFI om de fuik in het donker te zetten heeft Rijkswaterstaat negatief gereageerd. Daarmee is het op z'n minst niet zeker dat de vangstconstructie van de hevelvistrap naar behoren functioneerde.

Gerard Manshanden heeft veel vis in de hevelvistrap aangetroffen en gevangen vis die handmatig in de hevelvistrap is gestopt is niet in de fuik aangetroffen. Ook dat is een indicatie dat de vangstconstructie niet werkte.

Daarmee is de proef niet representatief.

Op verzoeken om op andere wijze te onderzoeken of de fuik wel goed functioneerde, is negatief geantwoord door Rijkswaterstaat. Daarmee heeft Rijkswaterstaat invloed gehad op de uitvoering van de proef. Ook daardoor is de proef niet representatief.

6. Zijn vissen gewend aan de bekkenvistrap, waardoor ze niet voor de hevelvistrap kiezen?

Dat zou heel wel kunnen en daarmee is de proef niet representatief.

7. Is een 24-uurs meting tekort, waardoor vis blijft wachten tot de bekkenvistrap weer werkt?

Dat zou heel wel kunnen en daarmee is de proef niet representatief.

## 7 EINDOORDEEL BEGELEIDINGSGROEP

*In dit hoofdstuk is het eindoordeel van de Begeleidingsgroep ten aanzien van de resultaten en de onderzoeksvraag integraal en niet geredigeerd opgenomen. De Begeleidingsgroep wordt vertegenwoordigd door gerenommeerde vis(-migratie)experts van Deltares, Wageningen IMARES en de KEMA. Zij hebben in deze een onafhankelijke rol. Na herhaling van de onderzoeksvraag wordt het algemene eindoordeel verwoord. Daarna wordt dit eindoordeel puntsgewijs uiteengezet.*

### Onderzoeksvraag

*Functioneert op een voor de Maas representatieve proeflocatie en bij gelijkwaardige omstandigheden en condities, de hevelvistrap ten minste even goed dan wel beter dan de bekkenvistrap?*

### Eindoordeel

De hevelvistrap en de bekkenvistrap zijn vergeleken op een voor de Maas representatieve proeflocatie onder voor de proef toereikende gelijkwaardige omstandigheden. Eventuele verschillen in gelijkwaardigheid zouden niet tot andere conclusies hebben geleid. De uitgevoerde monitoring is van voldoende omvang geweest om een oordeel te geven. Daarnaast heeft RWS FFI de ruimte gegeven voor nader onderzoek aan en aanpassingen van de hevelvistrap. Voor alle in het monitoringplan afgesproken criteria heeft de bekkenvistrap een beter resultaat gegeven dan de hevelvistrap.

**De BG concludeert zodoende dat de hevelvistrap op deze locatie in de Maas NIET even goed of beter heeft gefunctioneerd dan de bekkenvistrap.**

### Proces

1. De projectgroep bestond aanvankelijk uit vertegenwoordigers van FishFlow Innovations (FFI) en Rijkswaterstaat. In de monitoringfase is de projectgroep uitgebreid met vertegenwoordigers van DHV, VisAdvies, AT-KB (die als "uitvoerende partij" de monitoring uitvoerden) en Arbra b.v.
2. De Begeleidingsgroep (BG) bestond in eerste instantie uit Maarten Bruijs (KEMA), Erwin Winter (IMARES), Tim Vriese (VisAdvies) en Jouke Kampen (AT-KB). De samenstelling van de begeleidingsgroep is gewijzigd, omdat twee partijen (VisAdvies, AT-KB) de monitoring feitelijk uitvoeren. Beide partijen zijn bij de uitvoering van de proef uit de begeleidingsgroep gegaan. Tom Buijse (Deltares) is aan de begeleidingsgroep toegevoegd. Alle leden zijn op basis van persoonlijke titel uitgenodigd.
3. De wijze van beproeven (de monitoring, het analyseren van de vangstresultaten, hoe om te gaan met onvoorziene omstandigheden en voortschrijdend inzicht) is beschreven in het monitoringplan, dat door FFI is opgesteld en door Rijkswaterstaat, FFI en de begeleidingsgroep unaniem als uitgangspunt voor de proef is aanvaard. Het monitoringplan is derhalve een gezamenlijk product met heldere criteria op basis waarvan de hevelvistrap met de bekkenvistrap vergeleken wordt.
4. Gedurende de gehele looptijd van opstellen van het monitoringplan via de aanleg van de hevelvistrap, de monitoring tot het opstellen van het eindrapportage zijn FFI en RWS onder toezien oog en oor van de BG met elkaar in gesprek geweest. Uitsluitend Arbra is op een later tijdstip uitgenodigd deel te nemen aan de projectgroep. Arbra heeft zodoende geen inbreng gehad in de totstandkoming van het monitoringplan en de keuzes voor de aanleg van de hevelvistrap. Tijdens de meetcampagne heeft de meeste communicatie en overleg over de uitvoering, resultaten en voortgang plaatsgevonden direct

tussen de uitvoerende partij, FFI en RWS. Daar waar nodig is de BG specifiek om een oordeel gevraagd, maar in de meeste gevallen is de BG enkel op de hoogte gehouden van de stand van zaken.

5. Beide vistrappen zijn zowel in het najaar van 2008 als het voorjaar van 2009 bemonsterd door een onafhankelijke partij. In totaal zijn 43 paarsgewijze waarnemingen uitgevoerd. In het najaar van 2008 heeft FFI verzocht de monitoring stop te zetten, omdat er nauwelijks vissen waargenomen werden. Zowel de projectgroep als de BG zijn hiermee akkoord gegaan. De monitoring is op 26 november stopgezet om FFI de gelegenheid te geven te onderzoeken op welke wijze de hevelvistrap beter functioneert. Gedurende de winter was er weinig vismigratie. Daarom heeft FFI gelegenheid gekregen om dit onderzoek in maart 2009 voort te zetten met wekelijks één paarsgewijze waarneming. De monitoring is vanaf april 2009 voortgezet. De monitoring is zodoende korter geweest dan voorzien in het monitoringplan, maar het aantal paarsgewijze waarnemingen is volgens de BG toereikend om een oordeel te geven.

6. November 2008 bleek de hevelvistrap niet goed te functioneren. FFI heeft RWS verzocht de proef te onderbreken om de gelegenheid te krijgen de werking van de hevelvistrap te verbeteren. Dit verzoek is gehonoreerd. FFI heeft vervolgens aan RWS diverse verzoeken ingediend voor nader onderzoek. RWS heeft een deel van deze verzoeken ingewilligd, maar andere onderbouwd geweigerd. De weigering betrof onder meer het aanpassen van het stuwregime om een ander stromingspatroon te creëren, het uitzetten van verlichting op de stuw zodat de vangstconstructie van de hevelvistrap minder verlicht werd en het verlengen van de onderzoeksperiode in 2009 omdat de hevelvistrap nog steeds niet goed bleek te functioneren. De BG is van mening dat een mogelijk effect van verlichting relatief eenvoudig in beeld gebracht kan worden, alhoewel het absolute omvang zich moeilijker laat kwantificeren. Tegelijkertijd is de BG van mening dat een eventueel effect van de verlichting te gering is om de waargenomen verschillen te verklaren. Aanpassing van het stuwregime acht de BG buiten de scope van de proef, omdat de vistrappen goed moeten functioneren onder het huidige regime.

7. De doel van de proef was de vergelijking van functionaliteit van beide vistrappen, niet om het effect van mogelijk externe invloeden op deze functionaliteit te onderzoeken. Op voorhand werd ook door alle partijen verondersteld dat beide vistrappen goed zouden functioneren en dat een directe vergelijking volstond om in beeld te brengen welke vistrap op deze locatie beter werkt. Zodoende kan ook niet van RWS verwacht worden dat zij deze externe factoren ten behoeve van de proef gaat aanpassen of verzoeken daartoe honoreert. RWS heeft naar de mening van de BG alle verzoeken op redelijkheid, billijkheid en haalbaarheid getoetst en FFI waar mogelijk (gezien tijdspad, bedrijfsvoering stuw en veiligheidseisen bij de stuw) ruimte gegeven voor nader onderzoek aan en aanpassing van de hevelvistrap.

#### **Inhoud**

8. De BG is van mening dat er voldoende paarsgewijze vergelijkingen (in totaal 43 waarvan in het najaar 14 en in het voorjaar 29) zijn gemaakt, waarbij voldoende soorten en aantallen vissen zijn waargenomen om een oordeel te geven. In totaal zijn meer dan 5300 vissen waargenomen van 25 soorten verdeeld over een groot lengtebereik.

9. Voor alle in het monitoringplan afgesproken criteria heeft de bekkenvistrap een beter resultaat gegeven dan de hevelvistrap. De BG concludeert zodoende dat de hevelvistrap op deze locatie in de Maas NIET even goed of beter heeft gefunctioneerd dan de bekkenvistrap.

10. De proef betrof een directe vergelijking tussen de hevelvistrap en de bekkenvistrap. Onderzoek naar de oorzaken die aan het verschil ten grondslag liggen, vormde geen onderdeel van de proef en zijn



ook niet specifiek nader onderzocht. Wel is in zekere mate ruimte gegeven om de hevelvistrap tussentijds aan te passen. Dit heeft geen wezenlijke verbetering gegeven.

11. Op basis van beschikbare kennis en expertise acht de BG het onwaarschijnlijk dat externe factoren (zoals leergedrag, stromingspatronen in de kom van de vistrap, licht op de fuik van de hevelvistrap) de hoofdoorzaak vormen voor de waargenomen verschillen. Mochten deze factoren een verschillende uitwerking hebben gehad op één van de twee vistrappen, dan waren deze naar de mening van de BG niet zodanig van invloed, dat dit tot andere conclusies had geleid. Echter, strikt genomen is de invloed van deze factoren niet onderzocht en de omvang ervan derhalve niet gekwantificeerd.

12. De BG is van mening dat het op dit moment onduidelijk is of, en zo ja hoe de hevelvistrap in een grote rivier, zoals de Maas of de Rijn, toepasbaar is als een alternatief voor een bekkenvistrap. Er is zodoende op dit moment vanuit het perspectief van effectiviteit geen fundament voor een advies dat bekkenvistrappen in de Maas vervangen zouden kunnen worden door hevelvistrappen. Hiervoor is volgens de BG nader onderzoek naar het functioneren van de hevelvistrap nodig. Zulk onderzoek valt buiten de opdracht voor deze proef. Zodoende is dit een mening van de BG, die geen enkele verplichting richting de betrokken partijen schept. Hierbij kan worden opgemerkt dat ook andere type vispassages nog kennishiaten kennen.

13. De keuze voor het type vispassage en de aanleg van een vispassage is voor iedere locatie maatwerk. Zodoende acht de BG het in deze proef waargenomen verschil tussen de hevelvistrap en de bekkenvistrap NIET representatief voor andere locaties, die een heel ander karakter hebben dan deze proeflocatie in de Maas.



## 8 LITERATUUR

Klinge, M., R. Lohrmann, G. Manshanden, (28 november) 2008. Onderzoek werking hevelvistrap. Memo met kenmerk FFI12-3/schs5/038.

Klinge, M., (13 januari) 2009. Tussenstand onderzoek niet-werkende hevelvistrap. Memo met kenmerk FFI12-3.

Kroes, M.J. & S. Monden, 2005. Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland.

Kroes, M.J. & F.T. Vriese, 2007. Advies proef met hevelvistrap. VisAdvies BV, Utrecht. Projectnummer VA2007\_47.

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. 1990.

Lohrmann, R., 2008. Monitoringsplan voor toetsing van de functionaliteit van de hevelvistrap bij de stuw Roermond. FishFlow Innovations. In opdracht van Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat en FishFlow Innovations, 2008. Omschrijving opdracht werkpakket (Bijlage 1 uit de overeenkomst tussen Rijkswaterstaat en FishFlow Innovations). Kenmerk LB-8672.

Witteveen + Bos, 2008, DO tekeningen van steiger en fuik bij Hevelvistrap (Kenmerk FFI12-1-2008) en Bekkenvistrap (Kenmerk FFI12-1-2009).



**9 COLOFON**

---

Opdrachtgever	: Rijkswaterstaat Limburg	
Project	: Bekkenvistrap en Hevelvistrap in de Maas	
Dossier	: B9227-11-001	
Omvang rapport	: 65 pagina's exclusief bijlagen	
Auteurs	: Tim Vriese (VisAdvies) en Martin Kroes (inmiddels Tauw)	
Bijdrage	: Daan Besselink, Stephan Jansen (DHV) en Jouke Kampen (ATKB)	
Projectleider	: Daan Besselink	
Projectmanager	: Stephan Jansen	
Datum	: 4 december 2009	
Naam/Paraaf	:	SJ

---

**DHV B.V.**

*Water*

*Laan 1914 nr. 35*

*3818 EX Amersfoort*

*Postbus 1132*

*3800 BC Amersfoort*

*T (033) 468 20 00*

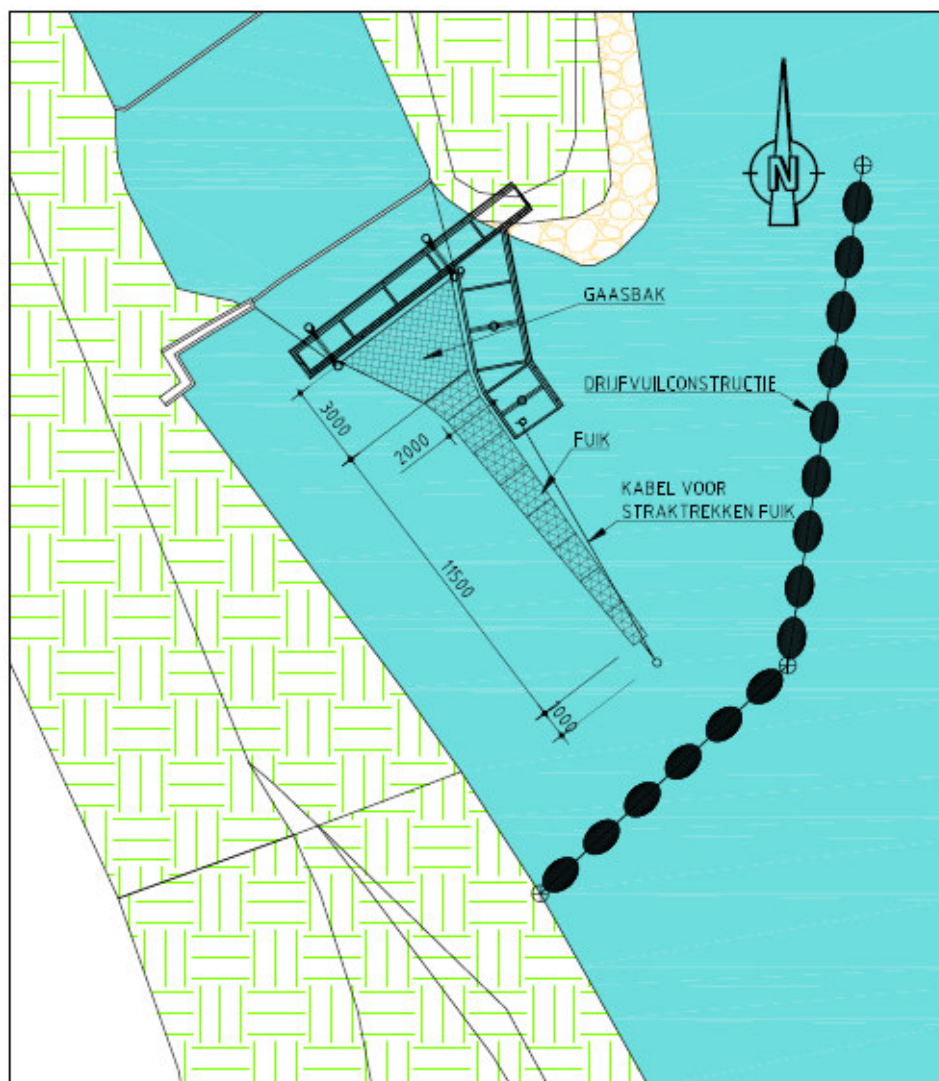
*F (033) 468 28 01*

*E [info@dhv.nl](mailto:info@dhv.nl)*

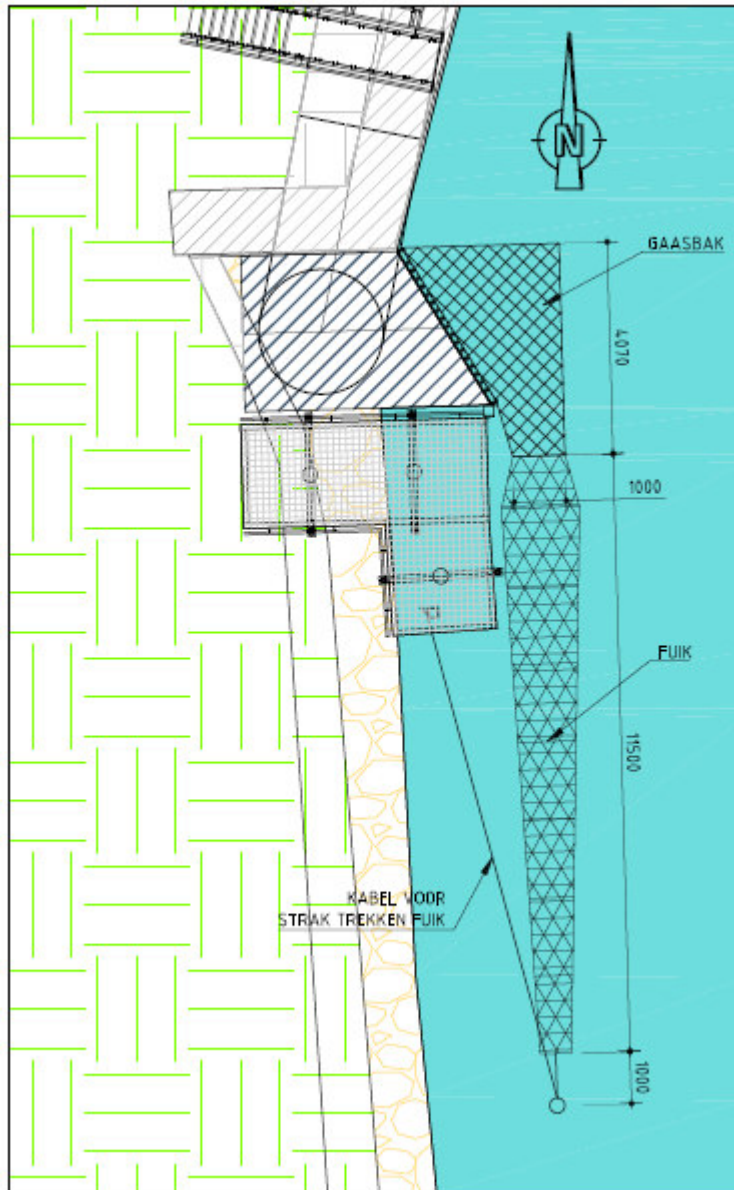
*[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)*

## BIJLAGE 1 DO tekeningen vangconstructies

Voor foto's en toelichting zie hoofdtekst.



DO tekening fuikopstelling bovenstrooms van de bekkenvistrap (Witteveen+Bos, 2008).

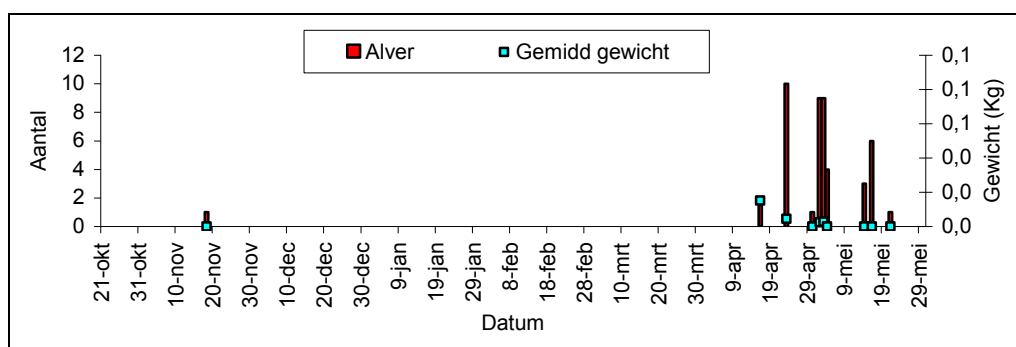


DO tekening fuikopstelling bij de hevelstrap (Witteveen+Bos, 2008).

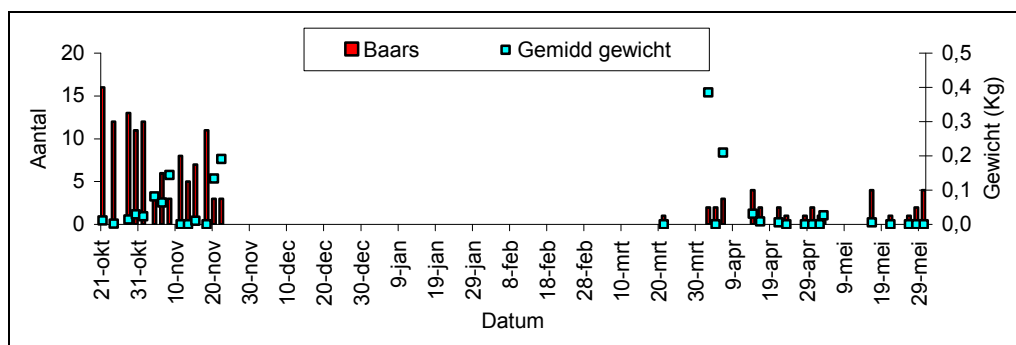


## BIJLAGE 2 Vangstverloop bekkenvistrap

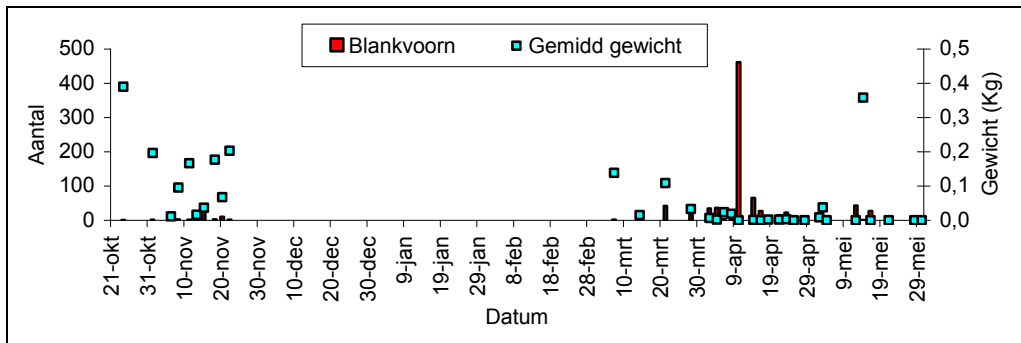
Van de meest gevangen vissoorten is het vangstverloop grafisch weergegeven in de onderstaande figuren. Vanwege de geringe vangsten in de hevelvistrap is alleen het vangstverloop weergegeven van de meest gevangen vissen in de bekkenvistrap over het tijdstraject najaar tot en met voorjaar. De meeste vissoorten vertonen zowel een stroomopwaarts gerichte migratie in het najaar als in het voorjaar. Baars is de enige soort die een grotere najaarsmigratie vertoont dan een voorjaarsmigratie. De overige soorten migreren in hoofdzaak in de voorjaarsperiode. Opmerkelijk is dat deze soort soms in aanzienlijke aantallen nagenoeg gelijktijdig optrekt. Er kan met recht worden gesproken over een massale optrek van deze soort. De migratiepiek voltrekt zich in de eerste week van april. Het is niet uitgesloten dat deze soort zich voortplant in de vistrap.



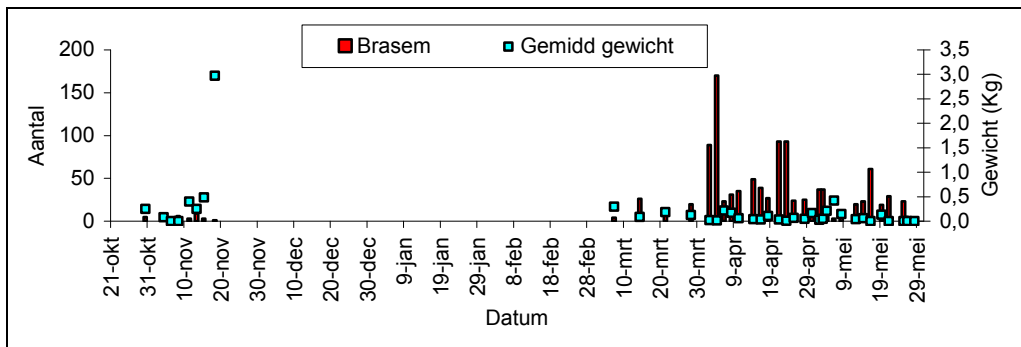
Figuur 25. Aantalverloop van alver in de vangst



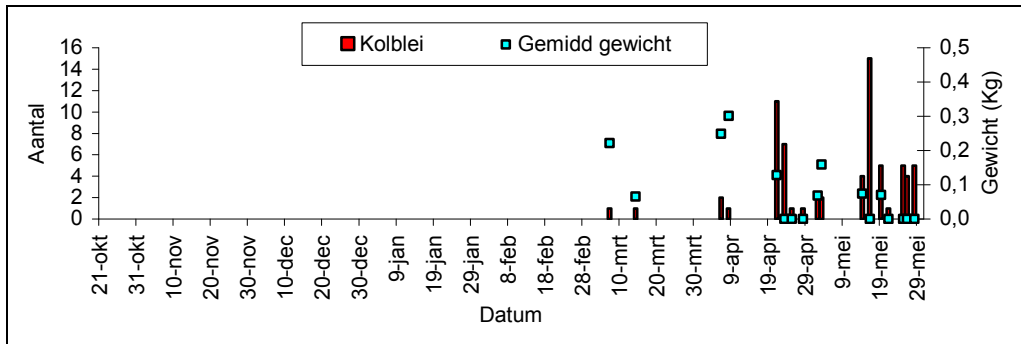
Figuur 26. Aantalverloop van baars in de vangst



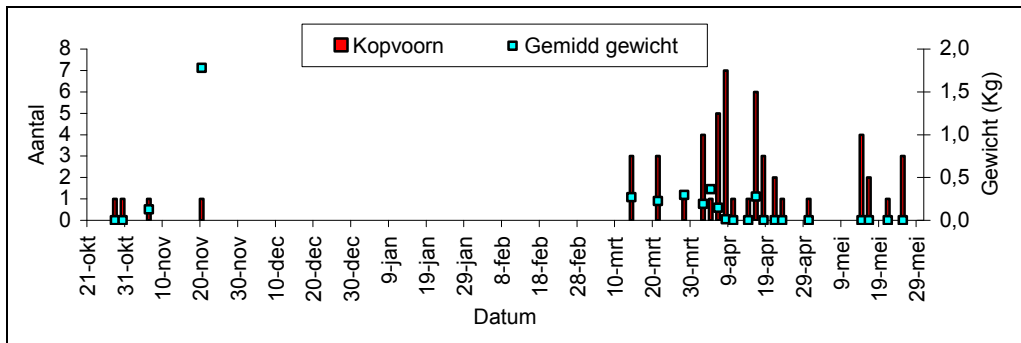
Figuur 27. Aantalverloop van blankvoorn in de vangst



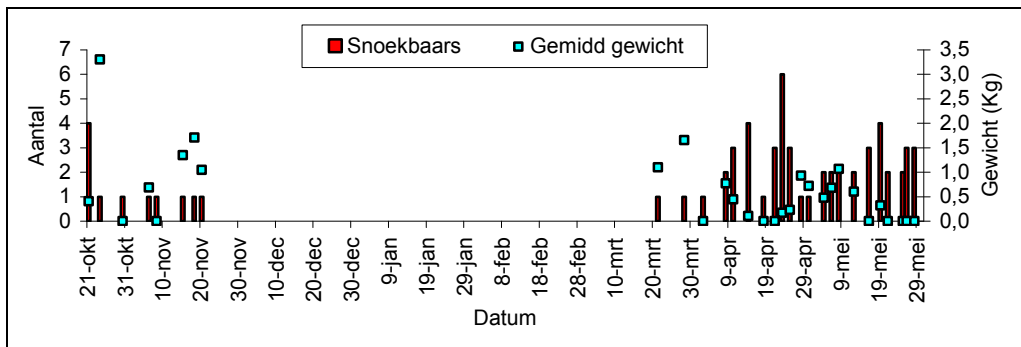
Figuur 28. Aantalverloop van brasem in de vangst



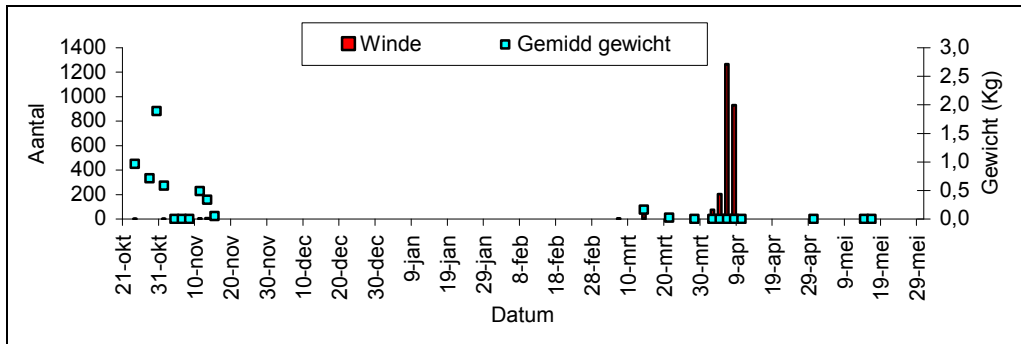
Figuur 29. Aantalverloop van kolbei in de vangst



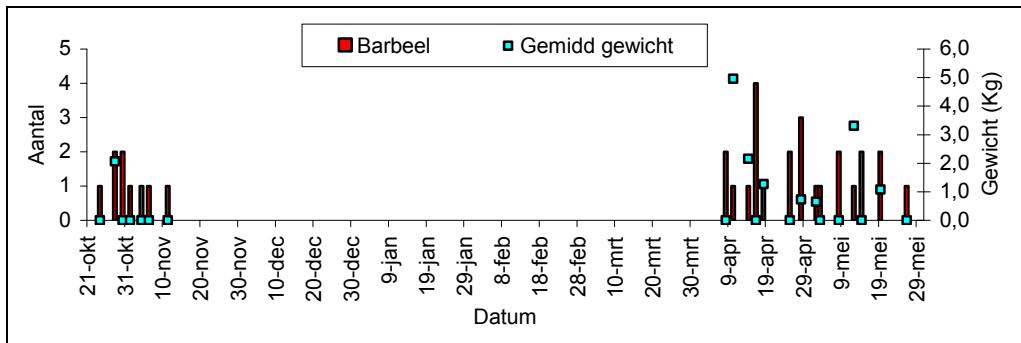
Figuur 30. Aantalverloop van kopvoorn in de vangst



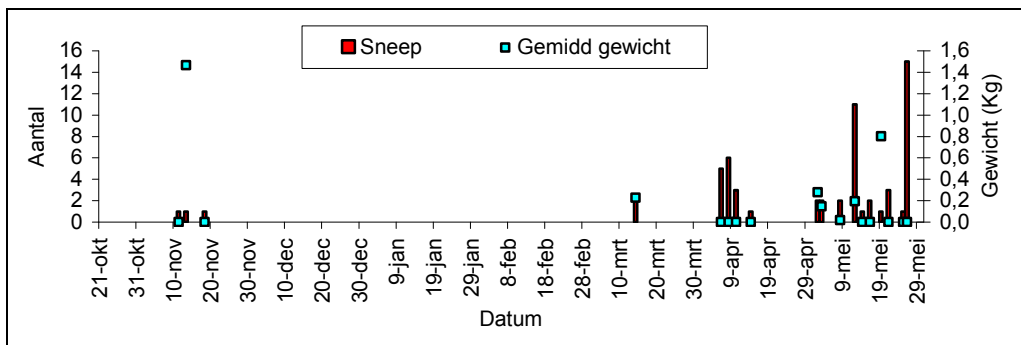
Figuur 31. Aantalverloop van snoekbaars in de vangst



Figuur 32. Aantalverloop van winde in de vangst



Figuur 33. Aantalverloop van barbeel in de vangst



Figuur 34. Aantalverloop van sneep in de vangst

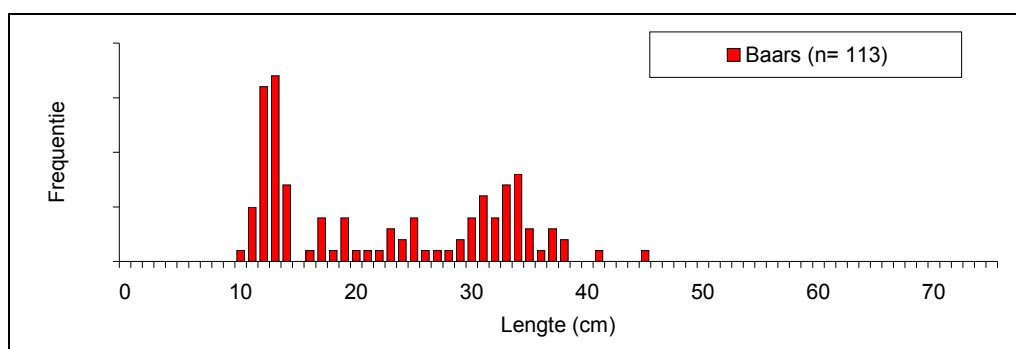
### BIJLAGE 3 Lengtefrequentie diagrammen per soort

Onderstaand zijn de vangstgegevens doorvertaald naar lengtefrequentie diagrammen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar najaar 2008 en voorjaar 2009. Daarbinnen is onderscheid gemaakt naar de vangsten in de fuik achter de bekkenvistrap en de hevelvistrap.

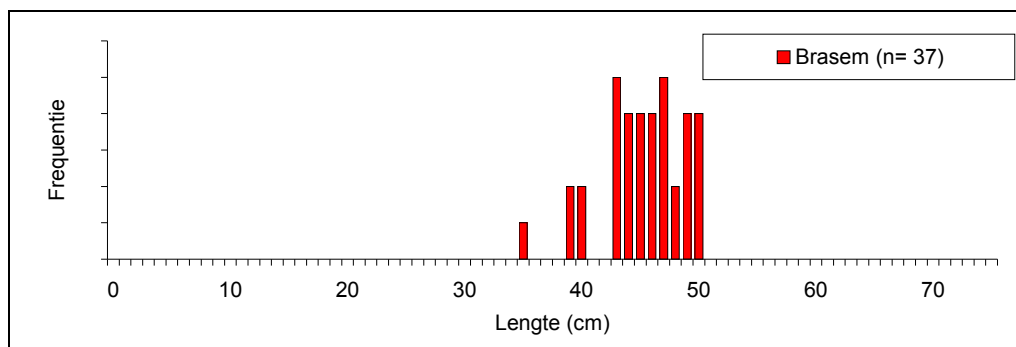
#### **Najaar 2008**

Vissoorten zijn gevangen in uiteenlopende lengteklassen. Onderstaand is voor de meest gevangen vissoorten ( $n > 20$ ) een lengtefrequentieverdeling weergegeven.

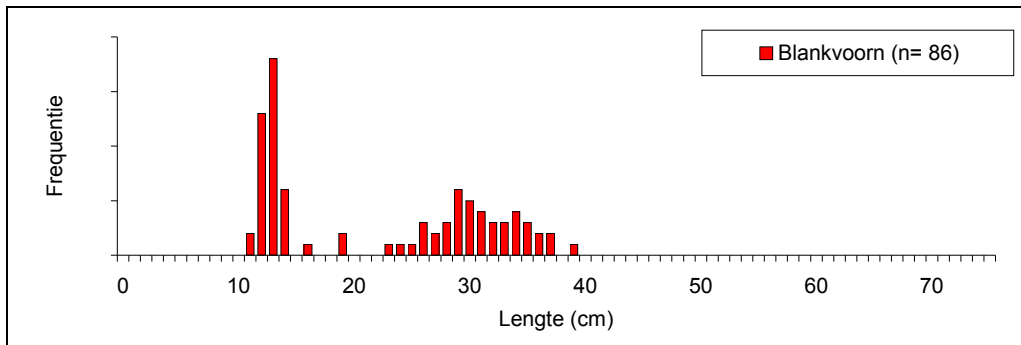
#### **Bekkenvistrap**



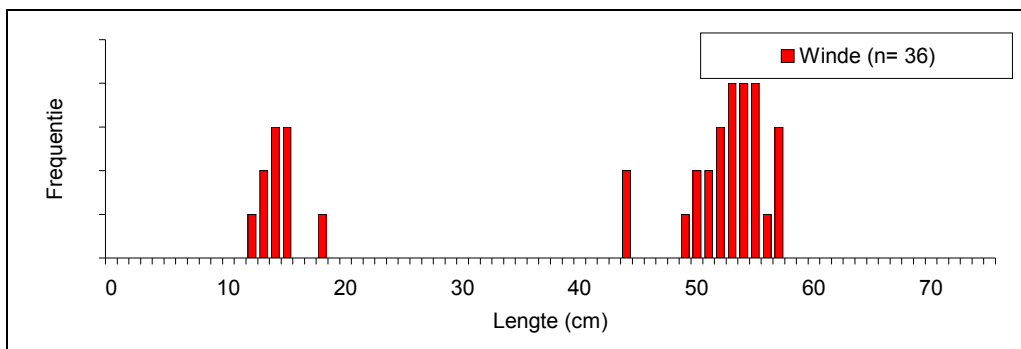
Figuur 35. Lengtefrequentieverdeling baars



Figuur 36. Lengtefrequentieverdeling brasem

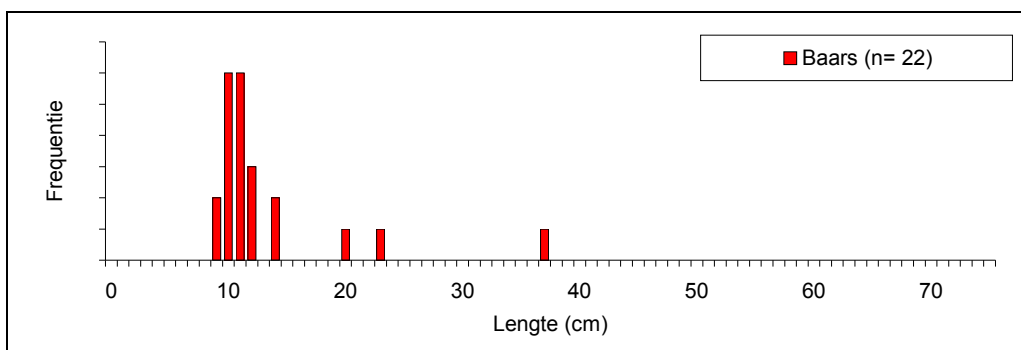


Figuur 37. Lengtefrequentieverdeling blankvoorn



Figuur 38. Lengtefrequentieverdeling winde

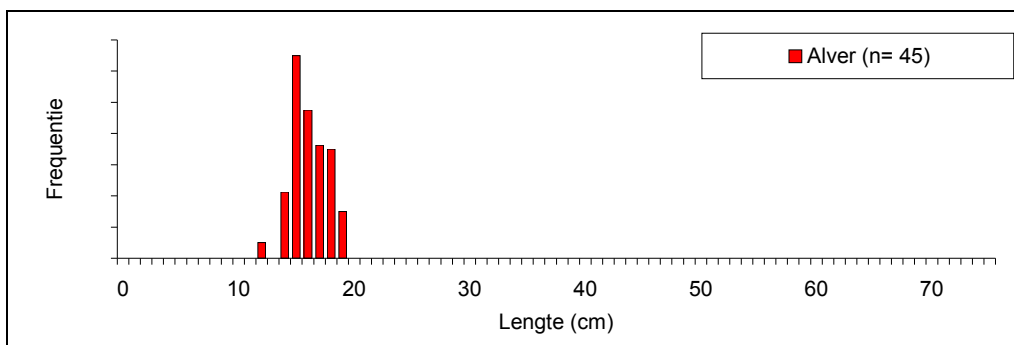
**Hevelvistrap**



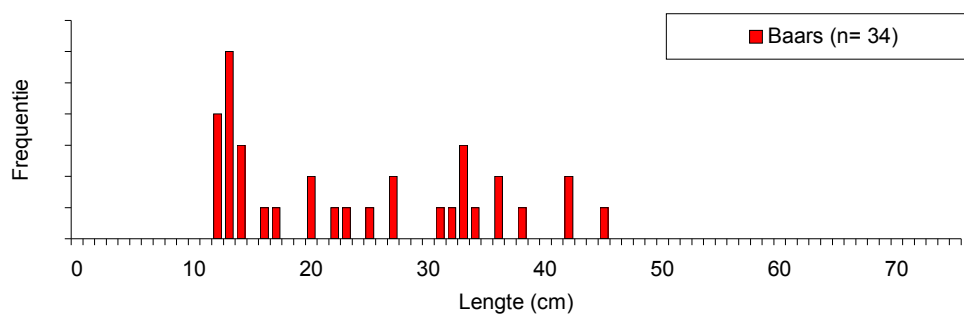
Figuur 39. Lengtefrequentieverdeling baars

## Voorjaar 2009

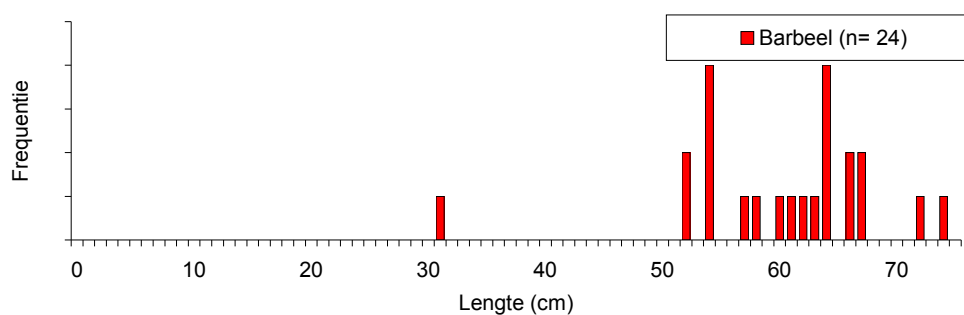
### Bekkenvistrap



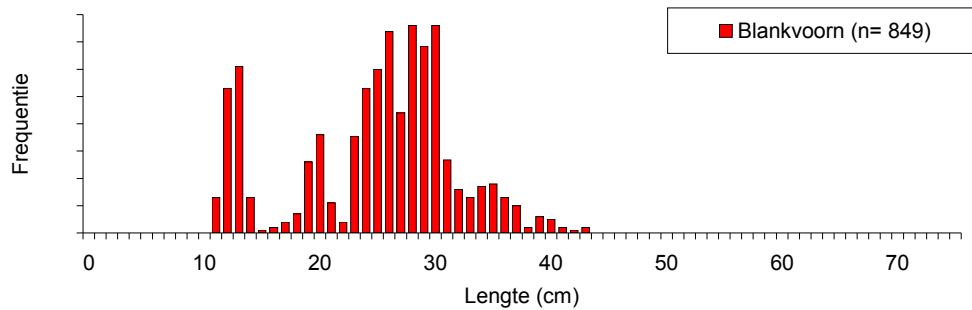
Figuur 40. Lengtefrequentieverdeling Alver



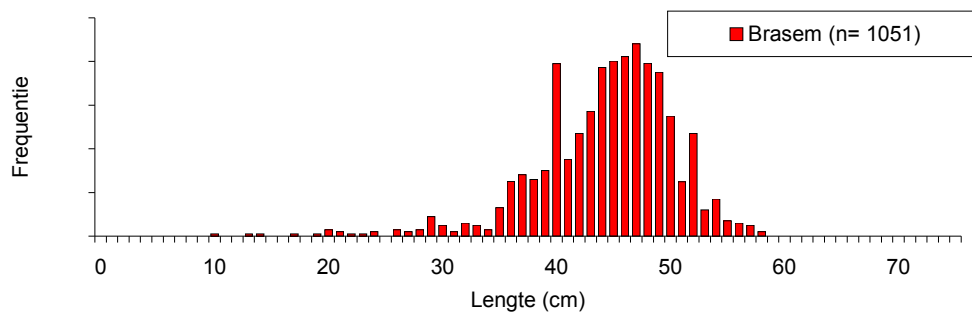
Figuur 41. Lengtefrequentieverdeling Baars



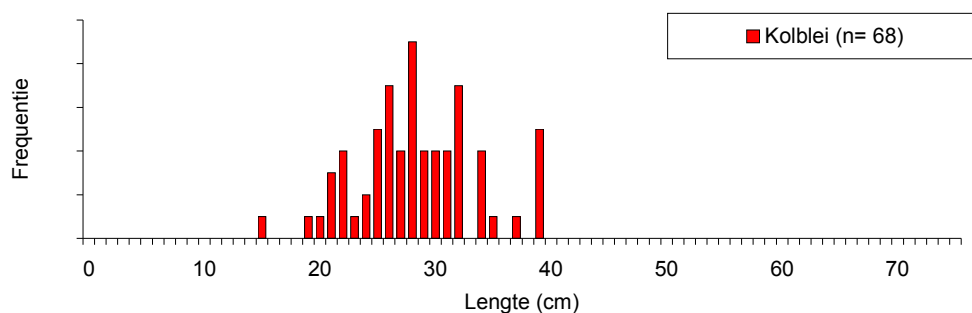
Figuur 42. Lengtefrequentieverdeling Barbeel



*Figuur 43. Lengtefrequentieverdeling Blankvoorn*

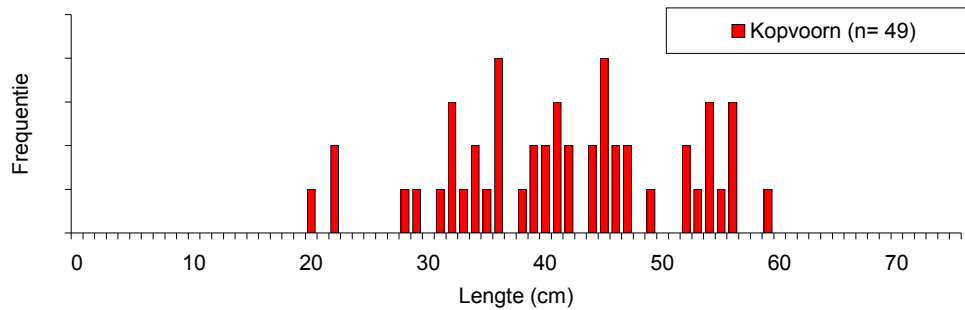


*Figuur 44. Lengtefrequentieverdeling Brasem*

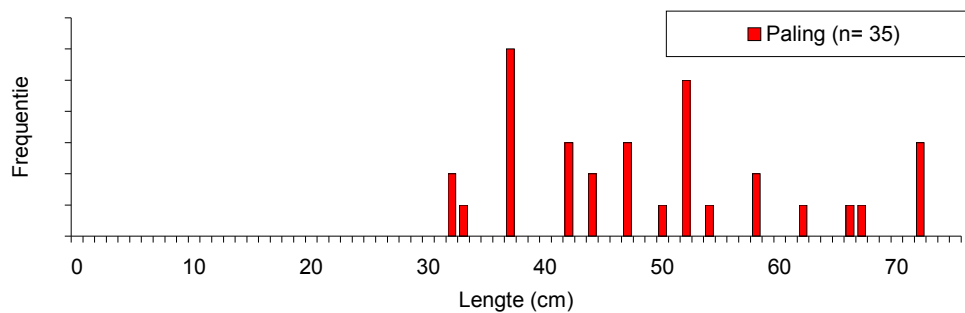


*Figuur 45. Lengtefrequentieverdeling Kolblei*

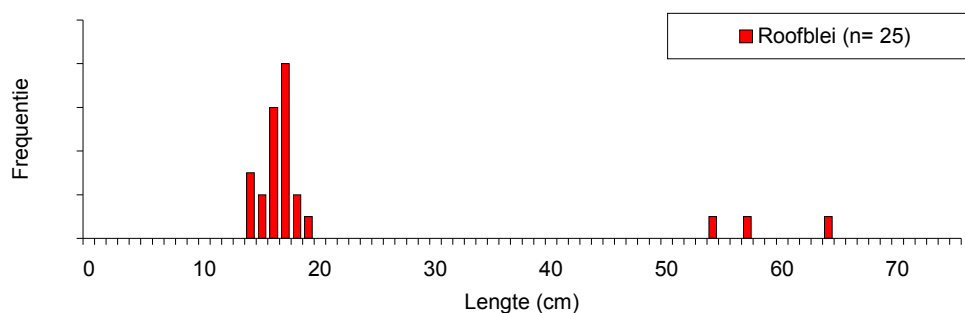




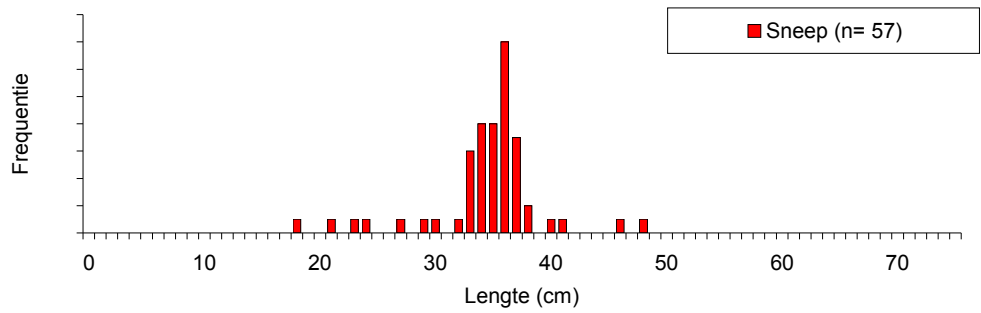
Figuur 46. Lengtefrequentieverdeling Kopvoorn



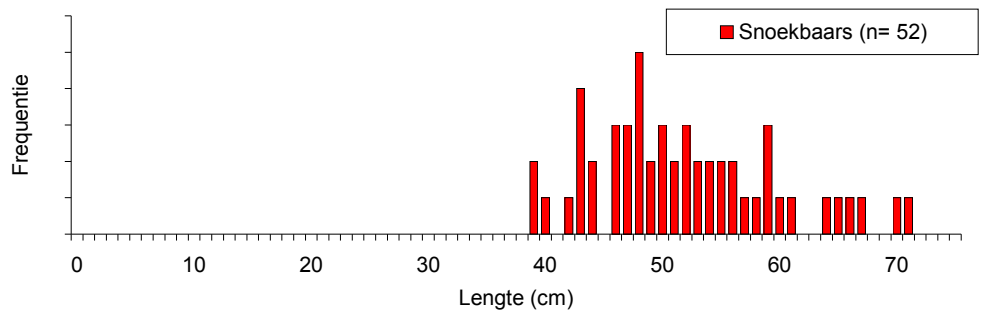
Figuur 47. Lengtefrequentieverdeling Paling



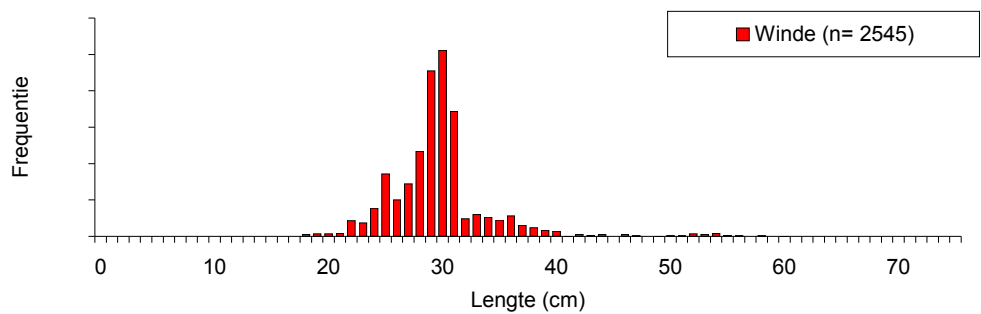
Figuur 48. Lengtefrequentieverdeling Roofblei



Figuur 49. Lengtefrequentieverdeling Sheep

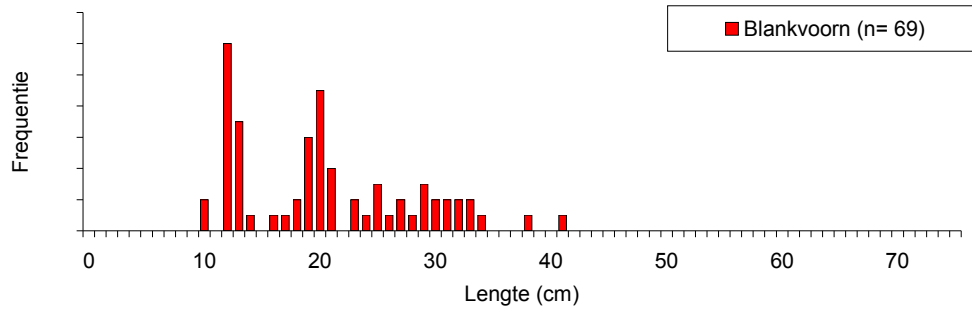


Figuur 50. Lengtefrequentieverdeling Snoekbaars

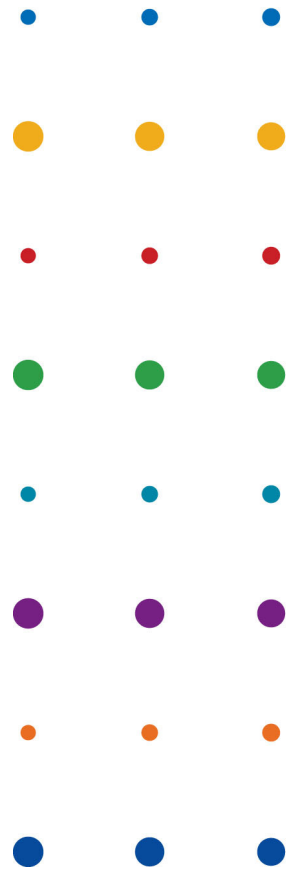


Figuur 51. Lengtefrequentieverdeling Winde

### Hevelvistrap



Figuur 52. Lengtefrequentieverdeling Blankvoorn



**DHV B.V.**

Laan 1914 nr. 35  
3818 EX Amersfoort  
Postbus 1132  
3800 BC Amersfoort  
T (033) 468 20 00  
F (033) 468 28 01  
E [info@dhv.com](mailto:info@dhv.com)  
[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)