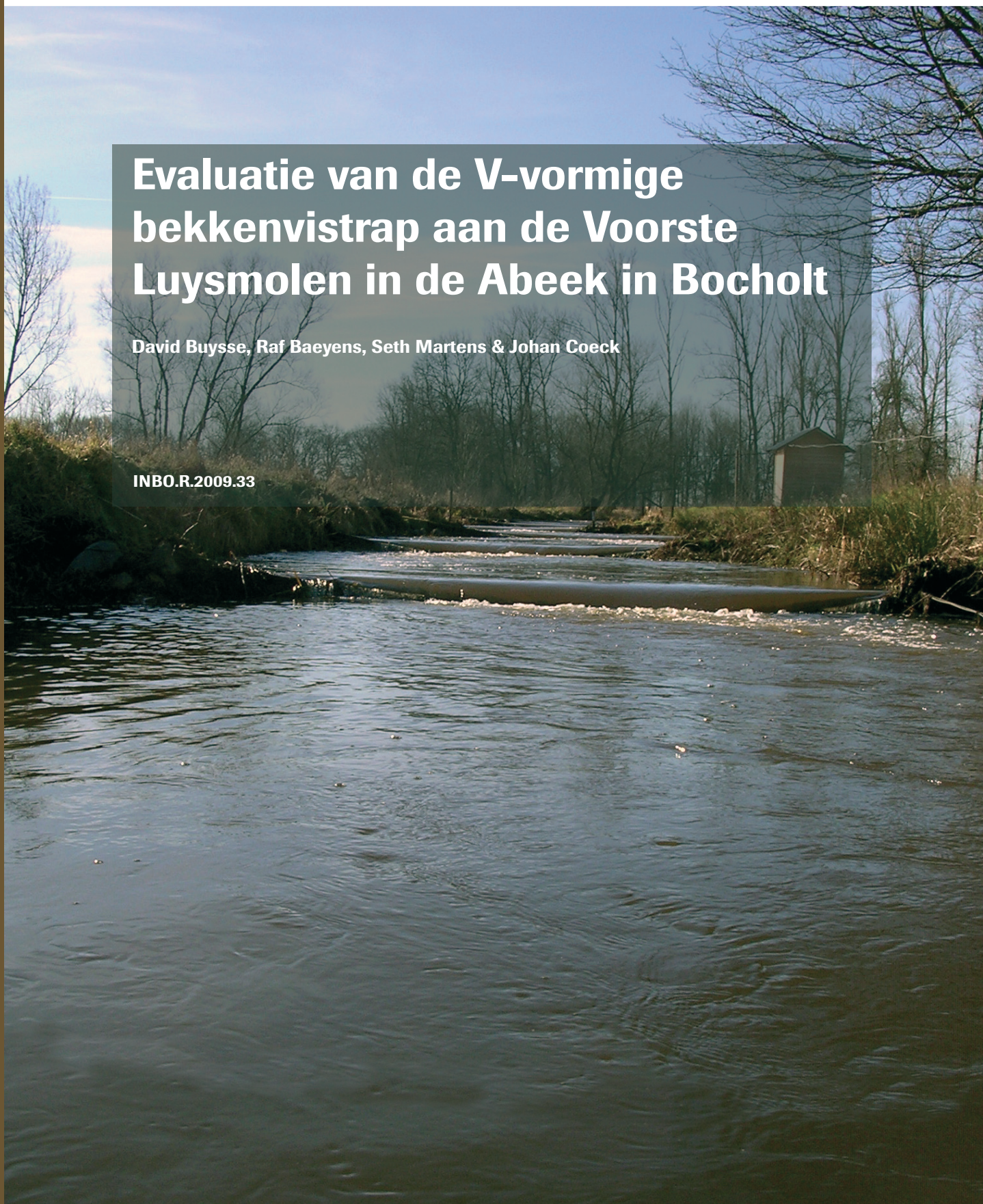
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek - Kliniekstraat 25 - 1070 Brussel - T.: +32 (0)2 558 18 11 - F.: +32 (0)2 558 18 05 - info@inbo.be - www.inbo.be



Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt

David Buysse, Raf Baeyens, Seth Martens & Johan Coeck

INBO.R.2009.33

Vlaamse overheid

Auteurs:
David Buysse, Raf Baeyens, Seth Martens & Johan Coeck
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:
INBO Brussel
Kliniekstraat 25,1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:
Dit rapport kadert in een reeks rapporten betreffende het project evaluatie visdoorgangen. Voor een overzicht van beschikbare rapporten: david.buysse@inbo.be

Wijze van citeren:
Buysse D., Baeyens R., Martens S. & Coeck J.(2009). Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt . Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (INBO.R.2009.33). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2007/3241/338
INBO.R.2009.33
ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:
Jurgen Tack

Druk:
Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid.

Foto cover:
INBO

Dit onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met:
Vlaamse Milieumaatschappij, afdeling Operationeel Waterbeheer

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

© 2009, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt

Project Evaluatie Visdoorgangen

David Buysse, Raf Baeyens, Seth Martens & Johan Coeck

INBO.R.2009.33

Dankwoord/Voorwoord

We bedanken Alex Ballet van het Agentschap voor Natuur en Bos voor de logistieke ondersteuning en voor een oogje in het zeil te houden van ons PIT-detectiestation langs de Abeek. We danken ook Werner Mennen en Guy Vandereycken van VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer voor de goede samenwerking.

Samenvatting

Vismigratie doorheen de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek werd van april 2006 t.e.m. mei 2008 onderzocht met behulp van drie aanvullende onderzoekstechnieken:

- Elektrovisserij;
- Permanente vangstregistratie met behulp van een vistrapfuik;
- Passive Integrated Transponder telemetrie (PIT telemetrie).

Op basis van de resultaten van de elektrische bevissing en de vistrapfuik kunnen we stellen dat de Abeek met minstens 19 vissoorten (8 rheofiel, 6 eurytoop en 5 limnofiel) een diverse visgemeenschap bezit.

Elektrische afvissing

Om een idee te krijgen over het aanbod aan vissen stroomafwaarts van de vistrap werd de Abeek op 11 mei 2006 bevist over een lengte van 500m. In totaal werden 204 vissen en 12 vissoorten gevangen. Naast bermpje waren riviergrondel, bruine Amerikaanse dwergmeerval, blankvoorn en paling dominant aanwezig.

Vistrapfuik

De vistrapfuik stond vanaf 15 maart t.e.m. 10 juli 2006 nagenoeg onafgebroken opgesteld op de bovenste drempel van de vistrap. In totaal zwommen 809 vissen stroomopwaarts door de vistrap, goed voor een biomassa van 63 kg. In de fuik werden 18 verschillende vissoorten aangetroffen. Riviergrondel (47%) vertegenwoordigde bijna de helft van de totale vangst. Blankvoorn, paling en bruine Amerikaanse dwergmeerval vertegenwoordigden ongeveer 10% van de stroomopwaarts migrerende visgemeenschap. Baars, bermpje, serpeling en zonnebaars waren ook nog vrij frequent in de vangsten aanwezig. Zowel grotere (snoek, karper, paling,…) als kleinere vissoorten (riviergrondel, alver, …) maken van de vistrap gebruik. De fuikvangsten tonen dat de vistrap passeerbaar is voor verschillende soorten en lengteklassen/levensstadia.

Passive Integrated Transponder Telemetrie

Tussen maart 2006 en mei 2008 werd via PIT telemetrie informatie verzameld omtrent de attractiviteit en passeerbaarheid van de vistrap en het gedrag van vissen in de vistrap. Via deze onderzoekstechniek worden de unieke codes van vissen (met een PIT tag) geregistreerd wanneer die doorheen een lusvormige antenne zwemmen. In de vistrap werden drie antennes aangebracht. In totaal werden 497 vissen met een PIT tag uitgerust. De migratie van 15 verschillende vissoorten door de vistrap kon daardoor geregistreerd worden.

In iets meer dan twee jaar tijd werden in totaal 80.865 detecties gedaan door de drie antennes. Van de 497 gemerkte vissen werden er 185 (37%) één- of meermaals geregistreerd door één of meerdere antennes in de vistrap. In totaal werden er 12 vissoorten in de vistrap gedetecteerd. Tien soorten migreerden via de vistrap naar het stroomopwaarts pand en vice versa. Er bereikten 72 gemerkte vissen het stroomopwaarts en 91 vissen het stroomafwaarts pand. Hiervan maakten 55 vissen ook minstens één maal deze beweging in omgekeerde richting. De tijdsduur die vissen nodig hebben om de vistrap te passeren is eveneens indicatief voor de passeerbaarheid. De tijdsregistraties in dit onderzoek tonen dat 'gemotiveerde' vissen geen oponthoud ondervinden door de vistrap en dat de vistrap voor deze dieren goed en snel passeerbaar is. Ter illustratie: de vis die het snelst de 112m lange vistrap met 11 V-vormige drempels in stroomopwaartse richting doorzwom was een paling, met name in 10min en 32sec, de snelst stroomafwaarts trekkende vis betrof een kopvoorn, met name in 4min en 45sec. De PIT registraties van vissen op achtereenvolgens de onderste

en bovenste antenne en vice versa alsook de tijdsregistraties tonen dat de vistrap goed passeerbaar is zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting.

De vistrap bezit voor een aantal individuen en soorten een grote attractiviteit. Via PIT telemetrie kon worden aangetoond dat een aantal vissen graag in de vistrap verblijven vermoedelijk omwille van dit diverse stromingspatroon.

Het aantal vissen en detecties in de vistrap vertoont een duidelijk seizoenaal patroon. Met een stijgende watertemperatuur stijgt ook het aantal vissen in de vistrap en het aantal detecties op de drie antennes. De meeste activiteit in de vistrap wordt genoteerd vanaf april t.e.m. september/oktober bij een watertemperatuur van 10°C of meer.

Wanneer we de 24-uur activiteit van vissen in de vistrap analyseren dan merken we dat een aantal soorten vooral dagactief zijn zoals blankvoorn, baars en karper terwijl paling, br. Am. dwergmeerval en kopvoorn vooral schemer- en nachtactief zijn.

Efficiëntie van de vistrap

Het totale debiet van de Abeek wordt door de vistrap geleid waardoor een optimale attractiviteit wordt gerealiseerd (hoofdstroom = lokstroom) zowel voor stroomop- als stroomafwaartse migratie. De passeerbaarheid van de vistrap hangt af van de aanwezige hoogteverschillen, stroomsnelheden, turbulentie, waterdieptes, doorzwemzones, doorzwemhoogtes en stromingspatronen in de vistrap. De vistrap scoort goed op de meeste van deze variabelen. Gedurende een beperkt deel van het jaar werd er onder bepaalde omstandigheden wel een verval ter hoogte van de onderste drempel geconstateerd dat groter was dan het theoretisch vooropgestelde maximaal toelaatbare verval van 15 cm (Kroes & Monden, 2005). Onder deze omstandigheden was er vermoedelijk een verminderde passeerbaarheid van de onderste drempel. In combinatie met beekinrichtingswerken (2008) bracht VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer, na afloop van deze evaluatiestudie, twee extra stortsteendrempels aan in de bedding van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap ter bevordering van permanente stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van deze onderste drempel. Het hoogteverschil ter hoogte van de onderste drempel werd daardoor tot nul herleid (zomersituatie). Niettegenstaande bij het ontwerp van deze V-vormige bekkenvistrap stroomsnelheden vooropgesteld werden van maximum 1 ms^{-1} en de opgemeten vervallen nergens groter zijn dan 15 centimeter worden in de punt van een aantal V-vormige overlaten stroomsnelheden opgemeten hoger dan 1 ms^{-1} (tot 1,24 ms^{-1} bij basisdebiet en tot 1,38 ms^{-1} bij licht verhoogd debiet). De vangst van juveniele vissen maar ook van bermpjes en riviergrondels suggereert echter dat de houten V-vormige drempels van de vistrap passeerbaar zijn voor op zijn minst een deel van de visgemeenschap die over beperkte(re) zwemcapaciteiten beschikt. Ook Knaepkens et al. (2007) toonden aan dat een deel van de 'kleine bodemvis'-gemeenschap (bermpje, riviergrondel en kleine modderkruiper) erin slaagde om een bekkenvistrap in stroomopwaartse richting te passeren niettegenstaande ook zij stroomsnelheden opmaten die de kritische zwemsnelheden van de onderzochte soorten overtroffen.

Via fuikvangsten en PIT telemetrie werd aangetoond dat de bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen een efficiënte mitigerende maatregel is voor herstel van stroomop- en stroomafwaartse dispersie/migratie van vissen.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Beheer

Het totale debiet van de Abeek wordt (nagenoeg) steeds door de bypass gestuurd, die de volle breedte van de beek beslaat, waardoor de vistrap een maximale attractiviteit heeft. Aanpassingen in het huidige beheer zijn bijgevolg niet noodzakelijk. Deze vistrap is een goed praktijkvoorbeeld voor beheer en ontwerp van visdoorgangen die de volledige breedte van de waterloop kunnen beslaan.

Ontwerp & onderhoud

Ter hoogte van de meest stroomafwaartse drempel ontstond er onder bepaalde omstandigheden een verval dat groter was dan de 15cm die vooropgesteld wordt bij het ontwerp van V-vormige bekkenvistrappen. Door aanpassingswerken onder de vorm van twee extra stenen drempels in de bedding van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap werd het verval weggewerkt.

De passeerbaarheid van de onderste drempel is cruciaal (= toegang tot visdoorgang) en bepaalt mede de passeerbaarheid van de visdoorgang. Daarom is het belangrijk dat bij toekomstig ontwerp van visdoorgangen het peil van de onderste drempel bepaald wordt op basis van stroomafwaartse geregistreerde minimale waterpeilen van bij voorkeur langdurige meetreeksen. Zoals blijkt uit dit onderzoek en evaluatiestudies van andere visdoorgangen in Vlaanderen kan de passeerbaarheid van de onderste drempel in één jaar sterk variëren en daardoor vismigratie limiteren (Buysse et al. 2007 & 2008). Er moet rekening gehouden worden met een stroomafwaarts waterpeil dat aanzienlijk kan fluctueren door o.a. seizoenale en interannuele variatie in neerslag en dus afvoerdebiet, variërende afwaartse stuwpeilen, submerse vegetatie en vegetatieruimingen, enz. Daarom is het nuttig om bij het ontwerp van visdoorgangen een voorzichtigheidsprincipe te hanteren waarbij één (of meerdere, bij onzekerheid of afwezigheid van langere meetreeksen) extra verdronken drempel(s) wordt voorzien die fluctuerende peilverschillen stroomafwaarts van de visdoorgang beter kunnen opvangen en daardoor een permanent goede passeerbaarheid garanderen.

Indien de houten drempels in de toekomst onderhoud vragen dan kan er voor geopteerd worden om de houten drempels aan te storten met stenen. Een steenbestorting die tegen de houten drempels oploopt vergroot de passagekansen van bodemvissen en minder goede zwemmers. Vergelijking van de vangsten in de fuik met de resultaten van de elektrische bevissing suggereren dat bermpjes van deze maatregel zouden kunnen profiteren. De bouw van stortsteendrempels kan in combinatie met de uitgevoerde beekinrichtingswerken en sanering van het stroomopwaarts vismigratieknelpunt t.h.v. de Clootsmolen bovendien een positieve invloed hebben op de verspreiding van beekprik in de Abeek. Visbestandopnames door Buysse et al. in 2007, 2008 en 2009 (ongepubliceerde data) en door Denayer in 2003 tonen dat beekprik (nog) niet in alle verstuwde panden van de Abeek voorkomt. Niettegenstaande beekprik het grootste deel van z'n leven als larve ingegraven in het sediment leeft ondernemen adulte beekprikken bij het naderen van de paaiperiode, vaak in grote aantallen, aanzienlijke stroomopwaartse migraties op zoek naar geschikte paaiplaatsen (Hardisty & Potter, 1971; Maitland, 2003).

Ruwe stenen drempels bieden voor de minder goede zwemmers uit de visgemeenschap vermoedelijk meer kansen om stroomopwaarts te migreren dan houten drempels. Kenmerkend voor stenen drempels zijn immers de rijen grote zetstenen waartussen of waarover vissen kunnen migreren. Het stromingspatroon boven een ruwe stortstenen drempel is meer divers dan boven een gladde houten drempel. Dit biedt meer mogelijkheden voor typische bodemsoorten zoals bermpje en riviergrondel alsook voor minder sterke zwemmers zoals juveniele visjes. Ze vinden ter hoogte van deze drempels meer zones met

stroomsnelheden die niet hoger zijn dan hun kruissnelheid (< 1m/s). Daarenboven is de doorzwemzone van een 'ruwe' stenen V-vormige drempel meestal groter dan van een 'gladde' houten V-vormige drempel waar de doorzwemzone vaak beperkt is tot de diepste punt van de overlaat. Het niveauverschil tussen twee bekkens is bij voorkeur niet groter dan 10 cm. Bij aanleg van stortsteen drempels moet erover gewaakt worden dat dit niveauverschil niet overschreden wordt. Een ontwerp-niveauverschil van 15 cm leidt al snel tot een werkelijk niveauverschil van 18-20 cm (Kroes & Monden, 2005) of meer. Het beheer van de stortsteen drempels bestaat dus voor een groot deel uit controles tijdens de aanleg. Naderhand moeten indien nodig de steenbestortingen worden herschikt, hersteld of aangevuld worden.

English abstract

In Flanders (Belgium) most lowland rivers are straightened and fragmented (watermills, locks, weirs) almost exclusively for economic reasons (hydropower, agriculture, shipping traffic and flood protection). The disruption of the longitudinal river continuum has led to ecological catastrophes such as the extinction of several diadromous fish species and isolation/extinction of vulnerable potamodromous species. Mitigation actions are therefore needed to restore fish migration, e.g. the building of fish passage facilities.

In this study the results of the evaluation of a V-shaped pool and weir fish pass around a watermill in the river Abeek, a tributary of the river Meuse, are presented. The fish pass is 112m long and consists off 10 pools and 11 V-shaped weirs.

Three research methods were used to evaluate the fish pass:

- Electrofishing;
- Permanent trapping (fyke net);
- Passive Integrated Transponder telemetry (PIT telemetry).

A 500 meter river stretch downstream of the fish pass was monitored with electrofishing techniques. A total of 204 fish and 12 species were caught. Dominant species were stone loach (*Barbatula barbatula*, 26%), gudgeon (*Gobio gobio*, 16%), brown bullhead (*Ameiurus nebulosus*, 13%), roach (*Rutilus rutilus*, 11%) and eel (*Anguilla Anguilla*, 8%).

The fyke net was mounted on the inlet (upstream end) of the fish pass from March to July 2006. All fish migrating upstream through the fish pass were trapped. A total of 809 fish and 18 species were caught. The dominant fish species was gudgeon (47%). Other species passing through in considerable numbers were roach (12%), eel (10%), brown bullhead (9%), perch (*Perca fluviatilis*, 6%), stone loach (4%), dace (*Leuciscus leuciscus*, 3%) and pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*, 3%).

For the PIT telemetry study an Oregon RFID system was used. This company manufactures readers that record the unique code of small electronic tags that pass through a loop antenna. Millions of detections can be stored on an internal SD memory card. In this study we used the Oregon RFID antenna multiplexer. Three loop antennas were constructed in the fish pass to detect up- and downstream migrations of tagged fish through the fish pass. Two antennas were placed respectively at the in- and outlet of the fish pass and one in the middle. A total of 497 fish, representing 15 fish species, received a passive integrated transponder (PIT tag). Tagged fish originated from the permanent trap or were caught during electric fishing sessions. According to their bodyweight a 23 or 32 mm tag was implanted. All tagged fish were released at their place of capture. Respectively 332 and 165 tagged fish were released up- and downstream of the fish pass. Between April 2006 and May 2008 a total of 80.865 detections from 178 tagged individuals were downloaded. Some individuals were detected only once or twice while others were registrated hundreds or thousands of times. 10 fish species cleared the fish pass in up- and downstream direction. 72 individuals migrated upstream through the fish pass while 91 did this in a downstream direction. Tagged eels seemed to be the most active: respectively 25 and 30 up- and downstream clearances.

The time needed to clear the fish pass can be indicative for the passage efficiency of the fish pass. Motivated fish seemed to have no problem to clear the fish pass as was illustrated by different species. The fastest upstream migrating fish was an eel clearing the fish pass in less than 11 minutes. The fastest downstream moving animal was a chub: 4 minutes and 45

seconds. The short time interval between consecutive detections on down-and upstream antennas and vice versa show that the fish pass has a good passage efficiency.

The fish pass attracts different species because of its special habitat characteristics: little rapids and eddies are created in the pools of the fish pass. Some individuals were attracted into the fish pass because of these special streamflow characteristics. Some individulals even 'parked' themselves on our antennas.

The number of fish detections on the antennas clearly shows a seasonal pattern. With an increasing water temperature the number of detections rises. Most activity in the fish pass was therefore detected from April to September/October when the water temperatures rose above 10°C.

24-hour activity within the fish pass was studied. Some species were most active during daytime i.e. roach, perch and carp while eel, brown bullhead and chub were active mainly during twilight and night-time.

Fish pass efficiency

The fish pass has an optimal attraction efficiency, all up- and downstream migrating fish are attracted to the fish pass because the total discharge of the River Abeek is diverted into the fish pass. Our results show that the fish pass also has a good passage efficiency nevertheless some mitigation actions were suggested to optimize upstream passage at the first downstream weir of the fish pass.

Inhoud

1 INLEIDING EN DOELSTELLING 13

2 MATERIAAL EN METHODE 14

2.1 Studiegebied: de Abeek **14**
2.1.1 Algemeen 14
2.2.2 Structuurkenmerken 14
2.1.3 Vismigratieknelpunten 14
2.1.4 Waterkwaliteit (www.vmm.be) 15
2.1.5 De Voorste Luysmolen 15
2.1.6 De V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen 17
2.1.7 Het visbestand in de Abeek 17
2.2 Onderzoeksmethode 18
2.2.1 Vistrapfuik 18
2.2.2 Passive Integrated Transpondertelemetrie 19
2.2.3 Stroomsnelheden boven de V-vormige drempels in de vistrap 24
2.2.4 Registratie watertemperatuur 25

3 RESULTATEN 26

3.1 Het visbestand in het stroomafwaarts pand van de vistrap 26
3.2 De vistrapfuik in de V-vormige bekkenvistrap 28
3.2.1 Aantal vissen en soorten 28
3.2.2 Vangstevolutie 31
3.3 Grootte van de vissen in de vistrapfuik 36
3.4 Stroomsnelheden in de vistrap 40
3.5 PIT telemetrie 42
3.5.1 Aantal vissen met een PIT tag 42
3.5.2 Aantal detecties in de vistrap 43
3.5.3 Detectie-efficiëntie 46
3.5.4 Tijdsduur van stroomop- en stroomafwaartse migratiebewegingen? 47
3.5.5 Seizoenale en interannuele variatie 48
3.5.6 Vierentwintiguur-activiteitspatronen 54
3.5.6.1 Aantal detecties overdag, 's nachts en tijdens schemeringperiodes 56
3.5.6.2 Interspecifieke variatie in 24u-activiteit 56
3.5.6.2.1 Dagactieve soorten 56
3.5.6.2.2 Dag- en schemeractieve soorten 57
3.5.6.2.3 Nachtactieve soorten 58
3.5.6.2.4 'Echte nacht'- en schemeractieve soorten 59

4 BESPREKING 60

4.1 Soortensamenstelling 60
4.2 Vergelijking van de resultaten tussen de verschillende onderzoeksmethodes 60
4.2.1 Vistrapfuik vs. elektrovisserij 60
4.2.2 Vistrapfuik vs. PIT telemetrie 61
4.3 Efficiëntie van de vistrap 62
4.3.1 Attractiviteit van de vistrap 62
4.3.2 Passeerbaarheid van de vistrap 62
4.4 PIT telemetrie 68
4.4.1 Detectie-efficiëntie 68
4.4.2 Aantal registraties/detecties in de vistrap 68

5 BESLUIT 75

1 INLEIDING EN DOELSTELLING

Vissen houden hun populaties in stand op basis van enkele belangrijke biologische aspecten: voortplanting, voeding, groei en zelfbescherming. Bij al deze biologische aspecten speelt migratie een rol. Vissen moeten in stroomop- en stroomafwaartse richting kunnen migreren over kleine tot (middel)grote afstanden op zoek naar paai-, opgroei- en overwinteringgebieden. Bovendien moeten vissen kunnen vluchten voor predatoren of tijdelijk ongunstige omstandigheden (vb. vervuiling).

Vissen terug laten migreren tussen zee en zoet water (diadrome vismigratie) en tussen grote rivieren en kleinere bovenlopen (potadrome vismigratie), is voor de Vlaamse Milieumaatschappij, afdeling Operationeel Waterbeheer een prioriteit. Deze doelstelling uit de Beneluxbeschikking M (96) 5 werd ook door het Vlaams Parlement bekrachtigd in het decreet Integraal Waterbeleid. Doel is alle migratieknelpunten weg te werken voor 2010. Deze beschikking werd ondertussen opgeheven en vervangen door Beneluxbeschikking M (2009) 1 waarbij o.a. het tijdspad voor het realiseren van de doelstellingen afgestemd werd op de Kaderrichtlijn water (2000/60/EG). Momenteel werken op verschillende plaatsen in Vlaanderen de waterbeheerders samen om een vrije migratie op een netwerk van 3000km prioritaire waterloop te realiseren. Www.vismigratie.be geeft een overzicht van deze waterlopen en alle migratiebarrières (inclusief knelpuntnummers).

Op vraag van de afdeling Operationeel Waterbeheer onderzocht het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) de werking van de V-vormige bekkenvistrap in de Abeek te Bocholt. Dit onderzoeksproject maakt deel uit van het "project evaluatie visdoorgangen".

Doel

De V-vormige bekkentrap aan de Voorste Luysmolen in Bocholt wordt geëvalueerd. Door in deze studie verschillende onderzoekstechnieken te combineren worden antwoorden geformuleerd op zowel algemene als specifieke onderzoeksvragen:

- Welke vissoorten migreren er stroomop- én stroomafwaarts door de vistrap?
- Maken alle soorten (in alle levensstadia) van de visdoorgang gebruik?
- Is de vistrap voldoende attractief en passeerbaar voor stroomop- én stroomafwaarts migrerende vissoorten?
- Zijn er bij die soorten die van de vistrap gebruik maken verschillen in activiteit merkbaar?
- Hoe snel kunnen de verschillende vissoorten de vistrap in stroomop- en stroomafwaartse richting doorzwemmen?
- Vervult de vistrap naast migratiefaciliteit nog andere belangrijke functies?
- Zijn er op basis van de resultaten en expertise technische aanpassingen aan de visdoorgang en/of aanpassingen in beheer van de visdoorgang noodzakelijk?

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Studiegebied: de Abeek

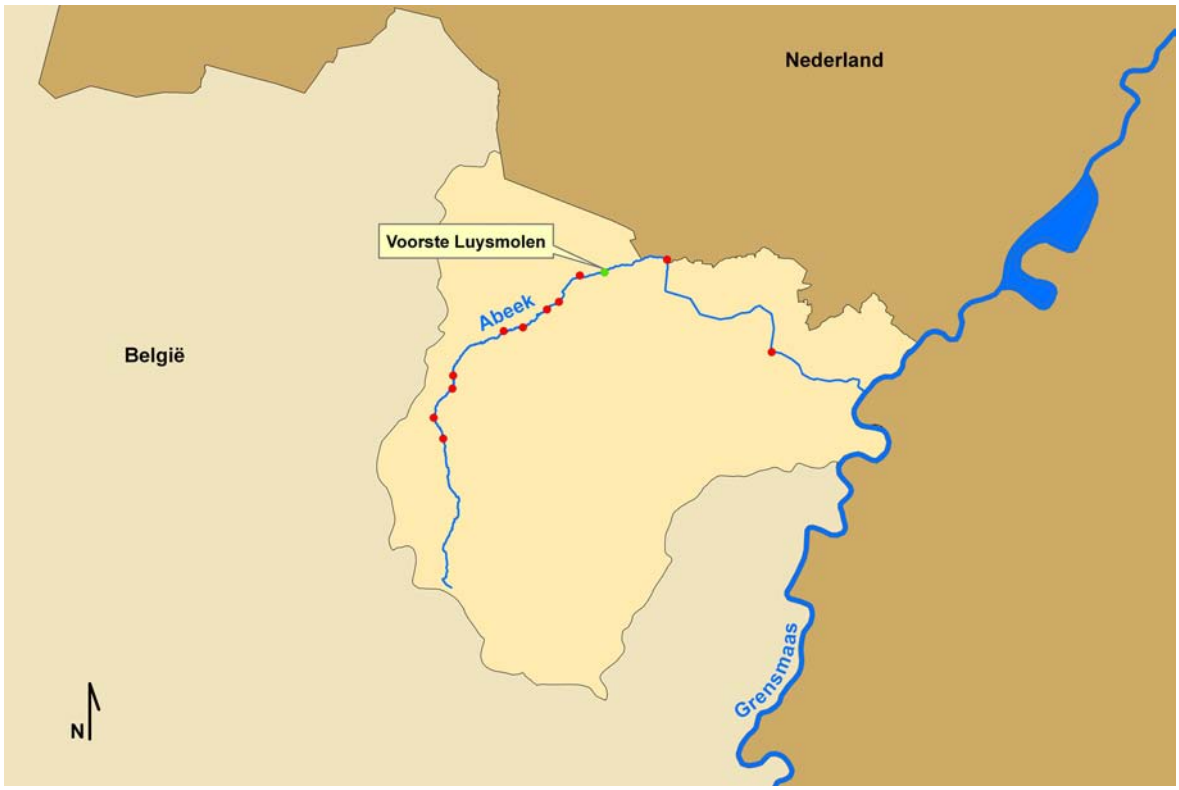
2.1.1 Algemeen

De Abeek situeert zich in het Maasbekken in Noord-Oost Limburg en heeft een totale lengte van 38 km. Het is van nature een typische laaglandbeek die haar oorsprong kent door de samenvloeiing van meerdere kleine sloten die de bovenlopen voeden. De beken worden niet gevoed door echte bronnen, maar door regenwater dat in de zeer doorlatende zandbodem indringt en via verspreide kwelzones naar de valleien stroomt. Het Kempens plateau fungeert in feite als één groot infiltratiegebied (VLM, 1993). Ze ontspringt op het Kempens Plateau in Wijshagen op de Donderslagse Heide en ze mondt uit in de Maas nabij Ophoven. Vroeger stroomde de Abeek noordoostwaarts de Nederlandse grens over en mondde ze uit in de Maas te Roermond, waar ze nu de Lossing genoemd wordt (Van Thuyne & Breine, 2004). De huidige loop is kunstmatig veranderd en de bedding werd verwisseld met deze van de Lossing vanaf Kinrooi (Gilson et al., 1994). De belangrijkste wateraanvoerende zijbeken van de Abesek zijn de Bullenbeek, de Hommelbeek, de Gielisbeek, de Losbeek en de Zuurbeek.

2.2.2 Structuurkenmerken

De waardevolle tot zeer waardevolle structuurkenmerken van de Abeek zijn vooral stroomopwaarts de Zuid-Willemsvaart terug te vinden. De beek meandert nog mooi door het overwegend agrarisch landschap. Stroomafwaarts van het kanaal zijn de structuurkenmerken eerder matig tot zwak (Bervoets et al., 1996).

2.1.3 Vismigratieknelpunten



Figuur 2.1: De Abeek in het stroomgebied van de Maas (met aanduiding van verschillende vismigratieknelpunten).

De Abeek is zoals bijna alle Vlaamse rivieren sterk gefragmenteerd door de bouw van watermolens, stuwen, sifons, … . Over de totale lengte telt de rivier niet minder dan 19 vismigratieknelpunten, waarvan er twee waarschijnlijk passeerbaar zijn en waarvan er twee effectief gesaneerd zijn. Het betreft negen watermolens (Voorste Luysmolen gesaneerd), zes stuwen, drie betonnen bodemplaten met verval (één gesaneerd) en één sifon onder de Zuid-Willemsvaart. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de situering van de belangrijkste migratieknelpunten in de Abeek.

Amper twee kilometer stroomafwaarts van de vistrap, op de grens met Nederland, vormt een regelbare stuw een vismigratieknelpunt (Knelpunt nr. 9505-040). Ongeveer één kilometer stroomopwaarts (+/- 1km) van de Voorste Luysmolen bevindt zich de Klootsmolen. Het molenhuis van de Klootsmolen is gerestaureerd en het molenrad is nog maalvaardig. Het water van de vroegere loop stroomt over het molenrad heen. In de huidige loop van de Abeek ligt een bodemval met een verval van nagenoeg 2 m (Knelpunt nr. 9505-060).

(www.vismigratie.be).

2.1.4 Waterkwaliteit (www.vmm.be)

De Vlaamse Milieu Maatschappij gebruikt voor de beoordeling van de waterkwaliteit onder meer de Prati-index voor zuurstofverzadiging (PIO). Deze index krijgt een slechte score bij lage zuurstofconcentraties, maar ook bij oververzadiging. De resultaten voor de Abeek tonen dat er in 2005 van de 7 staalnamepunten er 2 de status “niet verontreinigd” (hoogste quotering) krijgen, 4 plaatsen worden als “aanvaardbaar” aangeduid en 1 staalnamepunt is “matig verontreinigd”. Een andere maatstaf om waterkwaliteit te beoordelen is de biotische index. Deze index maakt gebruik van de aanwezigheid van macro-invertebraten die een verschillende tolerantie hebben ten opzichte van verontreiniging. Zodoende kan er een beeld geschetst worden van de waterkwaliteit over een langere periode. In het jaar 2005 werden 4 plaatsen bemonsterd, waarvan er 3 gecatalogeerd worden als “goede biologische kwaliteit” en 1 als “zeer goede biologische kwaliteit”. Samenvattend kunnen we stellen dat de Abeek een goede waterkwaliteit heeft.

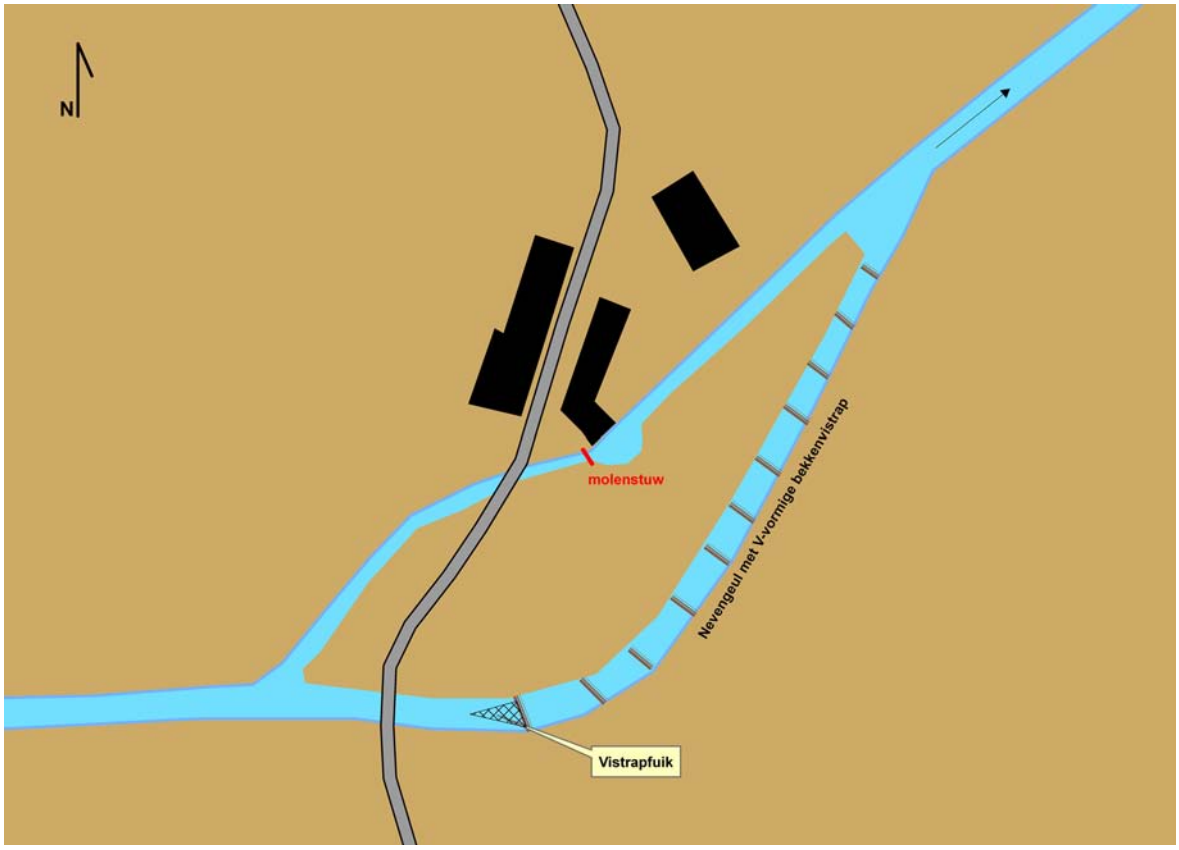
2.1.5 De Voorste Luysmolen

Deze molen werd al voor 1515 vermeld als volmolen. Het vollen van lakens omvatte een complex productieproces en had als doel het laken een viltig uitzicht te bezorgen en tot de gewenste afmetingen te laten krimpen. De benaming "Luysmolen" is afkomstig van de vroegere eigenaars-molenaars Luijs. Vanaf de 19de eeuw werd de molen ook ingericht als korenmolen. In 1884 werd het houten gebouw vervangen door een gebouw van baksteen.

Eigenlijk is de naam van deze molen 'Voorste Luysmolen' omdat er vlakbij ook een 'Achterste Luysmolen' heeft bestaan. Deze laatste molen dateerde uit 1602 en werd in 1926 afgebroken. In 1965 werd het maalbedrijf in deze molen stil gezet en trad er verval in. De molen onderging in 2000-2002 een maalvaardige restauratie (in het kader van een landinrichtingsproject van de VLM) en maakt nu deel uit van een natuureducatief centrum, bij het natuurgebied "De Luysen" (Figuur 2.2). Iedere laatste zondag van de maand is de molen in werking (www.molenechos.org).

Figuur 2.2: Boven: Stuw en molenrad van de Voorste Luysmolen & Onder: Monding van de bypass met bekkenvistrap in de Abeek'.

2.1.6 De V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen



Figuur 2.3: Situering van de V-vormige bekkenvistrap t.o.v. de watermolen.

De vroegere loop van de Abeek loopt naar de molen toe. In deze loop stuwen een aantal schuiven het water op (knelpunt nr. 9505-050) (Figuur 2.2). In een bypass rond de molen werd over de volledige breedte een V-vormige bekkenvistrap aangelegd met houten overlaten (Figuur 2.2 & 2.3). Deze bypass takt net stroomopwaarts van de Luysenweg (brug) op de rechteroever van de Abeek af. De bekkenvistrap telt in totaal 11 houten V-vormige drempels en 10 bekkens. De bekkenvistrap heeft een lengte van 112m. De bypass waarin de bekkenvistrap is gebouwd heeft een totale lengte van ongeveer 190m.

2.1.7 Het visbestand in de Abeek

Visbestandsopnames uit het verleden geven een beeld van de soortsamenstelling en densiteiten van de het visbestand in de Abeek. De Vocht (1992) bemonsterde 7 locaties en trof in totaal 20 verschillende vis- en rondbeksoorten aan. Gilson et al. (1994) beviste 8 locaties in de Abeek in 1993. Er werden 18 vis- en rondbeksoorten aangetroffen, waaronder beekprik, serpeling en beekforel. Het voorkomen van de beekforel in de Abeek zou te wijten zijn aan ontsnapte exemplaren uit plaatselijke forelvijvers. Beekprik werd lokaal in hoge densiteiten gevangen (125 ex. per 100m in Ellikom) en werd enkel in de midden- en bovenloop gevangen. Serpeling werd enkel aangetroffen in Bocholt. Een andere bevissing (Denayer, 2003) resulteerde in 23 verschillende soorten. Voor het eerst wordt er ook kopvoorn aangetroffen. Bij een vergelijkende visbestandopname (Van Thuyne & Breine, 2004) werden 5 locaties bemonsterd in de Abeek in 1998 en in 2004. Er werden toen respectievelijk 16 en 17 verschillende soorten gevonden. Ook hier werd het beeld bevestigd dat serpeling enkel stroomafwaarts Beek (Bree) werd gevangen en de beekprik vooral hoger in het stroomgebied van de Abeek voorkomt.

2.2 Onderzoeksmethode

Evaluatiestudies van visdoorgangen kunnen worden uitgevoerd met behulp van elkaar aanvullende onderzoekstechnieken. Een onderscheid kan gemaakt worden tussen technieken die een vangst van de dieren vereisen en technieken die enkel observatie van de dieren vragen. Tot de vangstafhankelijke technieken behoort o.a. fuikvangsten en tot de vangst-onafhankelijke technieken behoort bijvoorbeeld Passive Integrated Transponder telemetrie. Beide methoden worden in dit onderzoek toegepast.

2.2.1 Vistrapfuik

De meest opvallende migratie staat in het teken van de voortplanting (ook paaimigratie genoemd). Externe factoren (vb. temperatuurstijging, daglengte, …) beïnvloeden de interne productie van o.a. hormonen. Deze hormonen stimuleren vissen om stroomopwaarts te migreren naar geschikte voortplantingsplaatsen. Een groot aantal vissoorten, voornamelijk karperachtigen, 'kiezen' daarvoor het voorjaar.

De evaluatiestudie met de fuik werd daarom van maart tot juli 2006 uitgevoerd. Het aantal vissen dat tijdens deze periode stroomopwaarts doorheen de vistrap trok kon exact bepaald worden door gebruik te maken van een vistrapfuik die gemonteerd werd op de meest stroomopwaartse drempel (zie vangconstructie). Op die manier kan exact bepaald worden hoeveel vissen en vissoorten er in stroomopwaartse richting door de vistrap migreren. De fuik werd drie maal per week geleegd (maandag, woensdag en vrijdag). De gevangen vissen werden gedetermineerd, gemeten en gewogen en indien mogelijk werd ook het geslacht bepaald. De vissen werden vervolgens onmiddellijk in het stroomopwaarts pand van de Luysmolen vrijgelaten. De fuik werd telkens proper gemaakt of indien nodig vervangen door een nieuwe fuik.

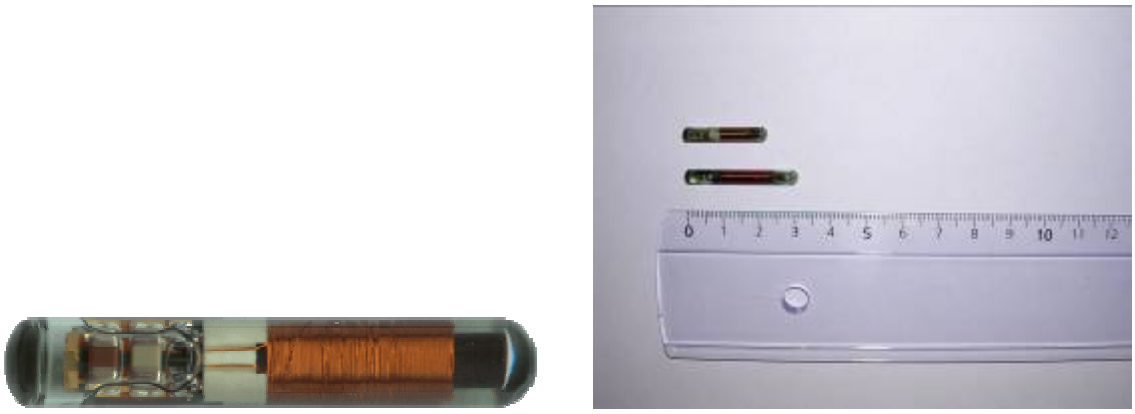
Tegen de meest stroomopwaartse V-vormige overlaat (drempel nr. 11), werd een speciaal ontworpen fuik gemonteerd die alle vissen wegvangt die de vistrap in stroomopwaartse richting passeren. De fuik werd bevestigd op een op maat gemaakt inox frame (breedte 2,5m; hoogte 1,5m). Het frame kon vervolgens in profielen of geleiders geschoven worden die op de overlaat gemonteerd stonden. De vistrapfuik is een enkele fuik zonder vleugels bestaande uit een ruime voorkamer (± 2,5m) zonder keel, gevolgd door nog twee kamers en dito kelen. De maaswijdte van het polyethyleennetwerk van de voorkamer bedraagt 13mm, de overige kamers hebben een maaswijdte van 11mm. De voorkamer werd aan het frame bevestigd en wordt verder ondersteund door 5 hoepels (Figuur 2.4).

Figuur 2.4: Vistrapfuik gemonteerd op de meest stroomopwaartse drempel.

2.2.2 Passive Integrated Transpondertelemetrie

PIT tags

Passive integrated transponders of kortweg PIT tags zijn kleine glazen cilindertjes die een winding en een geïntegreerd circuit (microchip) bevatten, geprogrammeerd om een unieke code uit te zenden. Het woord '**zender**' wordt als synoniem gebruikt voor '**PIT tag**'. In dit onderzoek werden 23mm (Ø 3,85 ± 0,05mm; L=23,1 ± 0,5mm; 0,6g) en 32mm (Ø 3,85 ± 0,05mm; L=33,1 ± 0,6mm; 0,8g) PIT tags gebruikt.



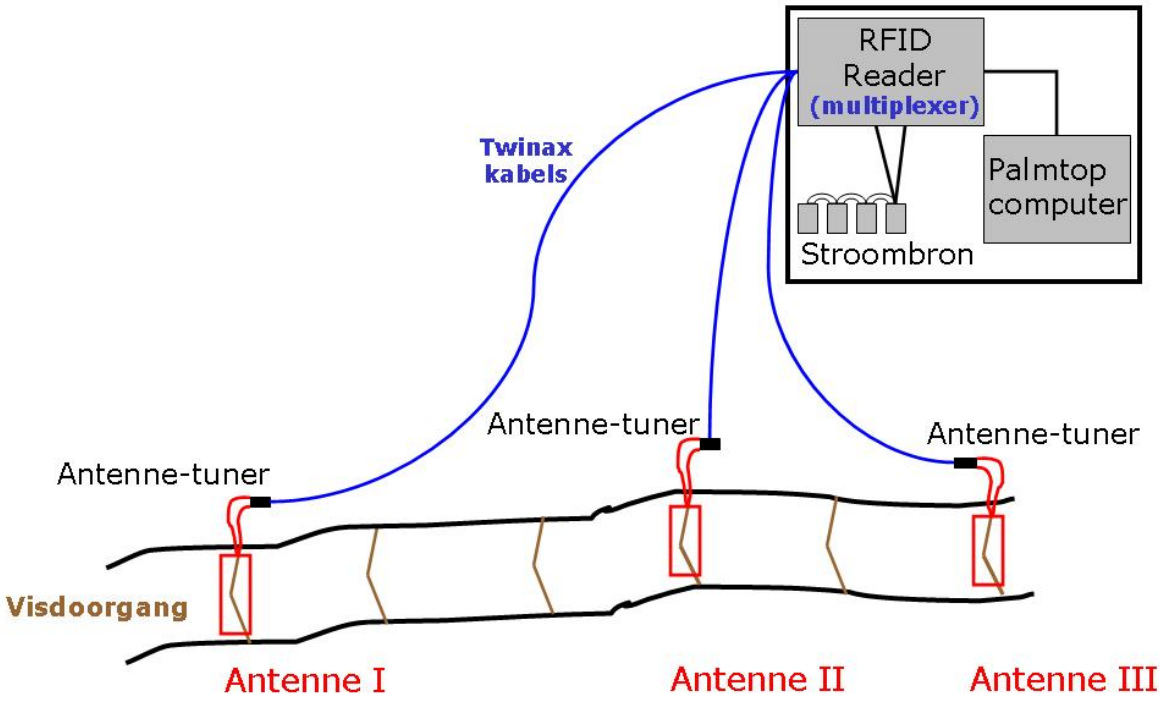
Figuur 2.5: 'PIT tag' of 'zendertje' met geïntegreerd circuit en koperen winding & een 23 mm en 32 mm PIT tag.

PIT tags bezitten geen eigen energiebron voor het uitzenden van een signaal maar kunnen aangezet worden tot het verzenden van hun unieke code onder invloed van een elektromagnetisch veld van een welbepaalde frequentie (125, 134 of 400 kHz). Aangezien PIT tags geen energiebron bevatten hebben ze een onbegrensde levensduur.

Het aanbrengen van de PIT tags of zendertjes

Voor het aanbrengen van de PIT-tag worden de vissen verdoofd in een kruidnagelolie-oplossing (0,05mlL^{-1}). PIT tags worden meestal in de buikholte van vissen aangebracht door gebruik te maken van een injector (Prentice et al 1990) of het maken van een chirurgische incisie (Baras et al. 1999). Van zodra de incisie genezen is (3 tot 15 dagen afhankelijk van vissoort, leeftijd, grootte en temperatuur) is het uitzonderlijk dat een PIT tag uit- of afgestoten wordt (Baras et al. 1999; Baras et al. 2000a). In dit onderzoek werden de meeste zendertjes in de buikholte aangebracht via een chirurgische incisie.

De verschillende onderdelen van een operationeel PIT-detectiestation worden schematisch voorgesteld in Figuur 2.6.



Figuur 2.6: De verschillende onderdelen van een PIT-detectiestaton.

De '**reader**' (Oregon RFID) registreert de unieke codes van vissen met een zendertje wanneer die doorheen een 'loop-' of lusvormige antenne zwemmen.

Voor het functioneren van de reader is een **stroombron** van 12 tot 18 volt vereist. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een herlaadbare batterij. Door de batterij via een adaptor (druppellader) op het elektriciteitsnetwerk aan te sluiten werd de batterij permanent bijgeladen.

Het **zendertje** kan zijn unieke code pas verzenden wanneer zijn interne winding wordt opgeladen. Het opladen gebeurt in en door het magnetisch veld van de antenne. Een grotere zender zal een grotere lading ontvangen omdat het een groter deel van het magnetisch veld snijdt. Grotere zenders hebben daardoor doorgaans een betere 'read range'. Daarom werden, indien het lichaamsgewicht van de vis dit toeliet, bij voorkeur 32mm zendertjes gebruikt boven de kleinere 23mm zendertjes.

Van zodra een zendertje voldoende opgeladen is zendt het onmiddellijk zijn unieke code naar de antenne.

De antenne is op zijn beurt via een antenne-tuner en een **twinax kabel** met de reader verbonden.

Figuur 2.7: Een Multiplexer reader (links) en de palmtop-computer (rechts) toont de registraties van vissen met hun unieke PIT tag code.

In deze studie wordt gebruikt gemaakt van een Oregon RFID Reader met Antenne Multiplexer. Een **multiplexer** kan tot 4 antennes aansturen. Via een **palmtop computer** of een interne datalogger kunnen miljoenen registraties opgeslagen worden op een interne geheugenkaart.

Figuur 2.8: Alle registraties worden opgeslagen op een interne geheugenkaart (Links) & De antenne-tuner voor het fijn afstellen van het magnetisch veld van een antenne (rechts).

Om een goede detectie-efficiëntie te bekomen is het belangrijk dat de antennes alle vissen detecteren die door de lus van de antenne zwemmen. Daarom moeten 'holes' of gaten in het magnetisch veld van de antenne vermeden worden. Zendertjes die ter hoogte van zo een hole de antenne passeren worden niet opgeladen en kunnen bijgevolg hun code niet verzenden.

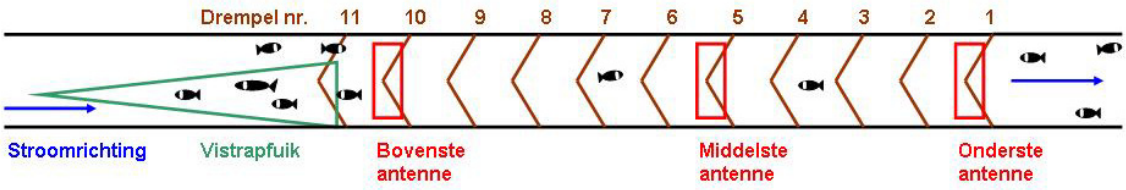
Via de **antenne-tuner** kunnen de antennes perfect afgesteld worden waarbij er geen gaten in het magnetisch veld van de antenne aanwezig zijn en waardoor alle zendertjes die door de antenne zwemmen opgeladen worden en hun code verzenden.

Opstelling in de bekkenvistrap

In de V-vormige bekkenvistrap werden drie lusvormige antennes aangebracht (figuur 2.9):

- een antenne op de onderste drempel (stroomafwaarts = drempel nr. 1);
- een antenne op de middelste drempel (halverwege de vistrap= drempel nr. 5);
- een antenne op de voorlaatste drempel (op één na meest stroomopwaartse drempel = drempel nr. 10).

Bij de resultaten en de bespreking ervan definiëren we de positie van de meest stroomopwaartse antenne gemakkelijkheidshalve als 'bovenste antenne'. Op de meest stroomopwaartse drempel (drempel nr. 11) werd namelijk de vistrapfuik gemonteerd.



Figuur 2.9: Schematische voorstelling van de antennes en vistrapuik in de vistrap

Afmeting van de antennes

De loop-antennes of lusvormige antennes in de vistrap hebben een breedte van ongeveer 3 tot 4 meter en een hoogte van ongeveer 0,5 meter. De antennes zijn stroomkabels met een diameter van ongeveer 0.36mm.

Figuur 2.10: Loop-antenne t.h.v. de bovenste V-vormige drempel in de vistrap.

Toepassingsmogelijkheden

Analyse van de data die verzameld worden via de verschillende antennes in de visdoorgang kan informatie leveren omtrent:

- tijdstip van migratie
- attractiviteit en passeerbaarheid van de visdoorgang
- oponthoud in/door visdoorgang
- knelpunten
- inter- en intraspecifieke variatie bij vismigratie

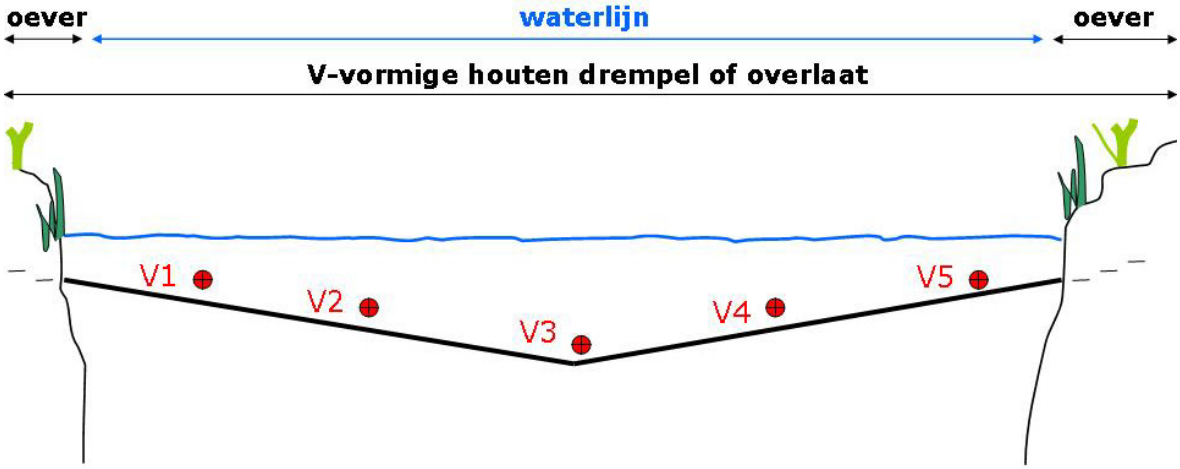
Via PIT telemetrie kan bovendien een beoordeling gemaakt worden van het effect van hydraulische condities in de visdoorgang en van omgevingsvariabelen op de passage van vissen in een visdoorgang.

Er moet opgemerkt worden dat, ondanks dat een antenne perfect afgesteld of 'getuned' is de detectie-efficiëntie minder dan 100% kan bedragen. Detectie hangt af van de oriëntatie van de PIT tag ten opzichte van de antenne. PIT tags die per ongeluk verkeerd werden ingeplant in de buikholte of die verschuiven in de buikholte gedurende de groei van vissen kunnen de detectie-efficiëntie negatief beïnvloeden. De hoek waaronder een vis door de antenne zwemt heeft daarom ook een invloed op de detectie-efficiëntie.

2.2.3 Stroomsnelheden boven de V-vormige drempels in de vistrap

Om een idee te krijgen van de stroomsnelheden boven de houten V-vormige overlaten werd op verschillende plaatsen boven de drempels de stroomsnelheid tot op 1 cm/s nauwkeurig opgemeten met een Marsh-McBirney FloMate, model 2000. De elektromagnetische sensor van de stroomsnelheidsmeter is bevestigd op een ijzeren peilstok waarop de diepte tot op 1cm nauwkeurig kan worden afgelezen t.o.v. een voetplaatje.

De stroomsnelheden werden op 5 verschillende meetpunten (V1 tem. V5) boven elke drempel opgemeten (figuur 2.11) meer bepaald telkens aan de uiteinden van de V (V1 en V5), éénmaal in het midden van de V (V3), en tweemaal daartussen (V2 en V4).

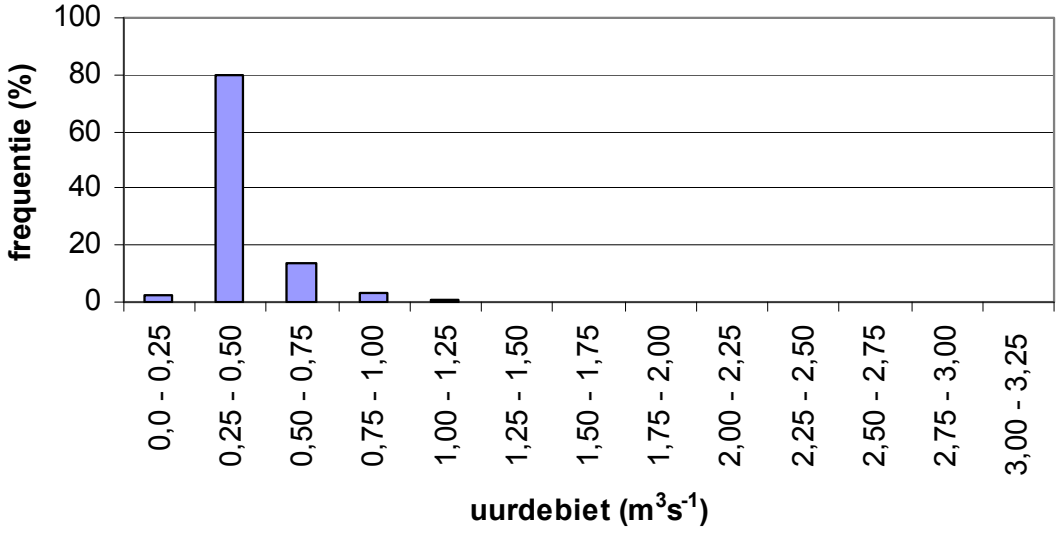


Figuur 2.11: Dwarsprofiel van een V-vormige houten drempel of overlaat met aanduiding van de meetpunten van de stroomsnelheden boven de drempel (V1 tem. V5).

Debiet Abeek

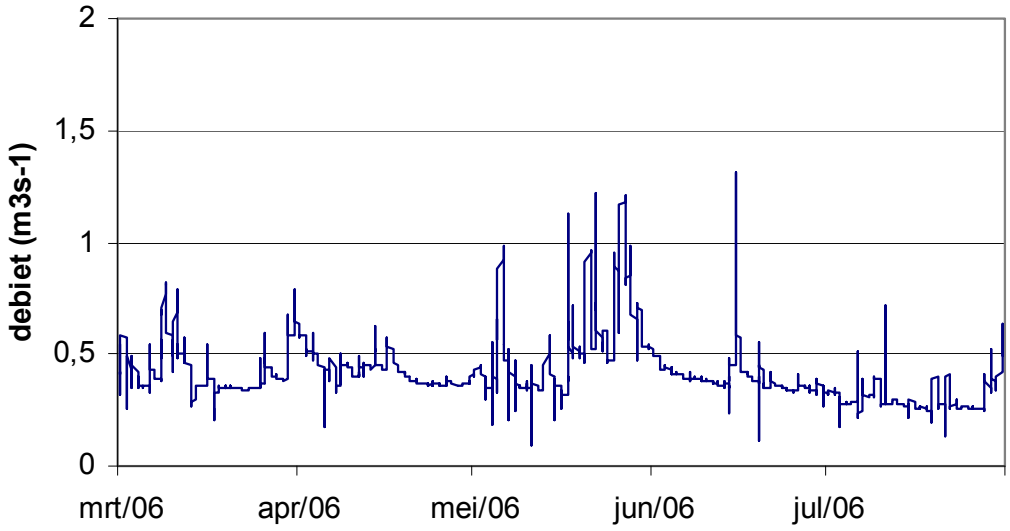
Het debiet in de Abeek wordt door de Vlaamse Milieumaatschappij, afdeling Water om het uur geregistreerd ter hoogte van een meetstation in Bree. De voorgestelde debietgegevens werden door het Hydrologisch InformatieCentrum aangeleverd (hic@vlaanderen.be). De frequentieverdeling van de geregistreerde uurdebieten in de Abeek wordt in onderstaande figuren voorgesteld.

De frequentieverdeling toont dat in de periode maart tem. juli 80% van de debietregistraties (om het uur) binnen de debietklasse 0,25 tot 0,5 m^3s^{-1} vallen. 14% van de registraties vallen binnen de debietklasse 0,5 tot 0,75 m^3s^{-1} (Figuur 2.12).



Figuur 2.12: Frequentieverdeling van de geregistreerde uurdebieten (m^3s^{-1}) in de Abeek vanaf maart tem. juli 2006.

Het gemiddeld debiet van de Abeek van maart tem. juli 2006 bedroeg 0,42 m^3s^{-1}. Maxima die genoteerd werden per maand bedroegen respectievelijk 0,80; 0,63; 1,22; 1,32 en 0,71 m^3s^{-1} (Figuur 2.13). In deze vijf maanden werden meerdere minima van ongeveer 0,1 m^3s^{-1} geregistreerd.



Figuur 2.13: Het debiet (m^3s^{-1}) van de Abeek vanaf maart tem. juli 2006.

2.2.4 Registratie watertemperatuur

Gedurende de volledige studieperiode werd de watertemperatuur (°C) in de visnevengeul continu en om het uur geregistreerd door een temperatuurlogger (Onset Stowaway TidbiT®).

3 RESULTATEN

3.1 Het visbestand in het stroomafwaarts pand van de vistrap

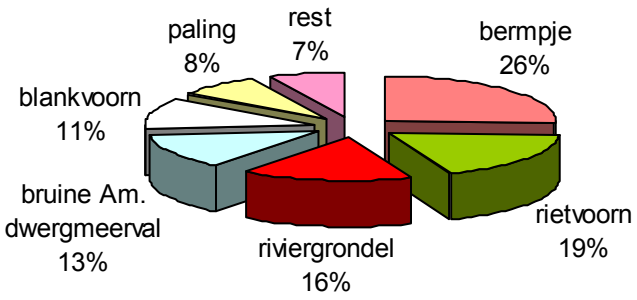
De talrijke visbestandopnames die in het verleden in de Abeek werden uitgevoerd bieden een overzicht van de aanwezige vissoorten in de 38km lange rivier (zie paragraaf 2.1.7).

Om een preciezere inschatting te kunnen maken van het aanbod van vissen en soorten in het 2km lange traject stroomafwaarts van de vistrap werd een bijkomende elektrische bevissing uitgevoerd. Op 11 mei 2006 werd de Abeek over een lengte van 500m stroomafwaarts van de vistrap bevist. In totaal werden 204 vissen en 12 vissoorten gevangen.

Tabel 3.1: Overzicht van het aantal en de biomassa van de gevangen vissen tijdens een elektrische bevissing op 11 mei 2006 onmiddellijk stroomafwaarts van de vistrap over een lengte van 500m:

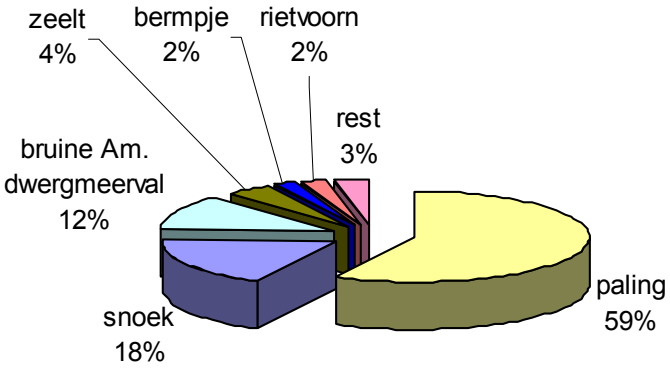
	Vissoort	Aantal	Biomassa (g)
1	bermpje	52	372
2	rietvoorn	38	319
3	riviergrondel	33	223
4	bruine Am. dwergmeerval	27	1976
5	blankvoorn	23	267
6	paling	16	9213
7	snoek	4	2898
8	driedoornige stekelbaars	4	9
9	zeelt	4	658
10	pos	1	21
11	serpeling	1	4
12	baars	1	27
	Totaal	**204**	**15987**

In onderstaand taartdiagram wordt de procentuele verdeling van de vangstaantallen van de verschillende soorten voorgesteld. Soorten die minder dan 2% van het totaal uitmaken worden tot de 'rest'fractie gerekend. Naast bermpje (26%) werd rietvoorn (19%), riviergrondel (16%), bruine Amerikaanse dwergmeerval (13%), blankvoorn (11%) en paling (8%) het meest gevangen.



Figuur 3.1: Samenstelling van de vangsten van de elektrische bevissing (% aantal).

In figuur 3.2 wordt de procentuele verdeling van de totale biomassa van de verschillende soorten voorgesteld. Soorten die minder dan 2% van de totale biomassa uitmaken worden tot de 'rest'fractie gerekend. De biomassaverdeling toont de aanwezigheid van veel grote palingen in dit traject van de Abeek (59%) (zie ook Figuur 3.4). Snoek, bruine Amerikaanse dwergmeerval, zeelt en bermpje vertegenwoordigen respectievelijk 18%, 12% en 4% van de totale biomassa.



Figuur 3.2: Samenstelling van de vangsten van de elektrische bevissing (% biomassa).

3.2 De vistrapfuik in de V-vormige bekkenvistrap

Het monitoren van de visnevengeul werd gestart op 15 maart 2006 en beëindigd op 10 juli 2006. Op 16 juni bleek de fuik losgeslagen en werden geen vangsten genoteerd. Omwille van vegetatie-ruimingwerken in de beek werd de fuik gedurende 6 dagen niet geplaatst (van 27 juni tem. 2 juli). In totaal werd de fuik gedurende 111 dagen opgesteld (ca. 2664 uren).

3.2.1 Aantal vissen en soorten

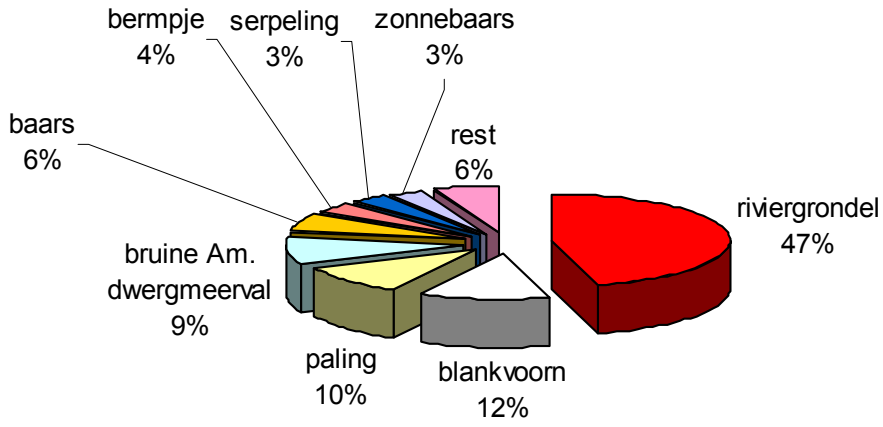
Gedurende de studieperiode zwommen in totaal 809 vissen stroomopwaarts door de vistrap met een biomassa van 63 kg. In totaal werden 18 vissoorten aangetroffen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de vangsten in de fuik.

Tabel 3.2: Overzicht van het aantal en de biomassa van de gevangen vissen in de vistrap.

	Vissoort	aantal	biomassa (g)
1	riviergrondel	370	3903
2	blankvoorn	98	4442
3	paling	84	27631
4	bruine Am. dwergmeerval	74	7416
5	baars	51	2082
6	bermpje	30	291
7	serpeling	28	2143
8	zonnebaars	25	694
9	giebel	14	1799
10	kopvoorn	11	660
11	snoek	10	3783
12	zeelt	7	1429
13	karper	2	6420
14	alver	1	1
15	pos	1	18
16	regenboogforel	1	228
17	blauwbandgrondel	1	4
18	rietvoorn	1	7
	Totaal	**809**	**62950**

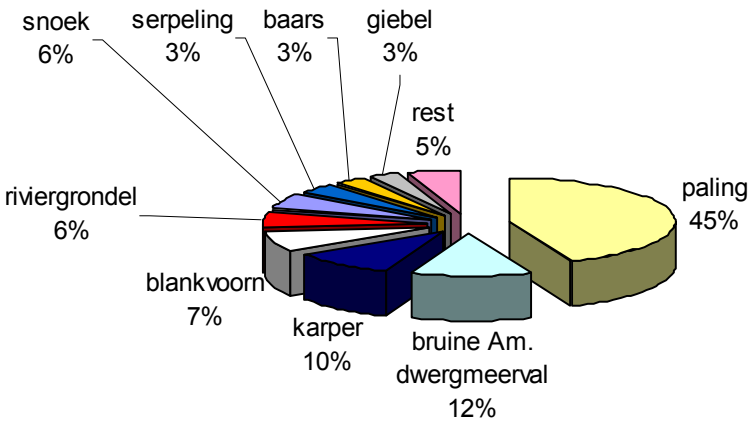
In onderstaand taartdiagram wordt de procentuele verdeling van de vangstaantallen van de verschillende soorten voorgesteld. Soorten die minder dan 2% van het totaal uitmaken worden tot de 'rest'fractie gerekend. Opvallend is dat riviergrondel (47%) bijna de helft van de totale vangst vertegenwoordigt. Blankvoorn, paling en bruine Amerikaanse dwergmeerval vertegenwoordigen respectievelijk 12%, 10% en 9% van de visgemeenschap. Baars,

bermpje, serpeling en zonnebaars zijn met respectievelijk 6%, 4%, 3% en 3% ook nog vrij frequent in de vangsten aanwezig.



Figuur 3.3: Samenstelling van de vangsten in de vistrapfuik (% aantal).

In figuur 3.4 wordt de procentuele verdeling van de totale biomassa van de verschillende soorten voorgesteld. Soorten die minder dan 3% van de totale biomassa uitmaken worden tot de 'rest'fractie gerekend. De biomassaverdeling toont dat er veel grote palingen in de Abeek aanwezig zijn (45%) (zie ook Figuur 3.2). Bruine Amerikaanse dwergmeerval, karper en blankvoorn vertegenwoordigen respectievelijk 12%, 10% en 7% van de totale biomassa. Riviergrondel is goed voor nog 6% van de totale biomassa.



Figuur 3.4: Samenstelling van de vangsten in de vistrapfuik (% biomassa).

Ecologische gildes

In tabel 3.2 worden de vissoorten ingedeeld in ecologische gilden (Crombaghs et al., 2000):

- Limnofiel: soorten van stilstaand water waarvan één of meer levensstadia gebonden zijn aan waterplanten;
- Eurytoop: soorten waarvan alle levensstadia in vrijwel elk watertype kunnen aangetroffen worden;
- Rheofiel: soorten waarvan één of meerdere levensstadia gebonden zijn aan stromend water. Vaak wordt een bijkomende onderverdeling gemaakt in partieel-, obligaat- en estuarien- rheofiel.

Acht van de 18 aangetroffen vissoorten behoren tot de rheofiele gilde. De tien overige soorten zijn gelijk verdeeld over de eurytope en limnofiele gilde. Bruine Amerikaanse dwergmeerval, blauwbandgrondel, regenboogforel en zonnebaars zijn uitheemse soorten (exoten) (Tabel 3.3).

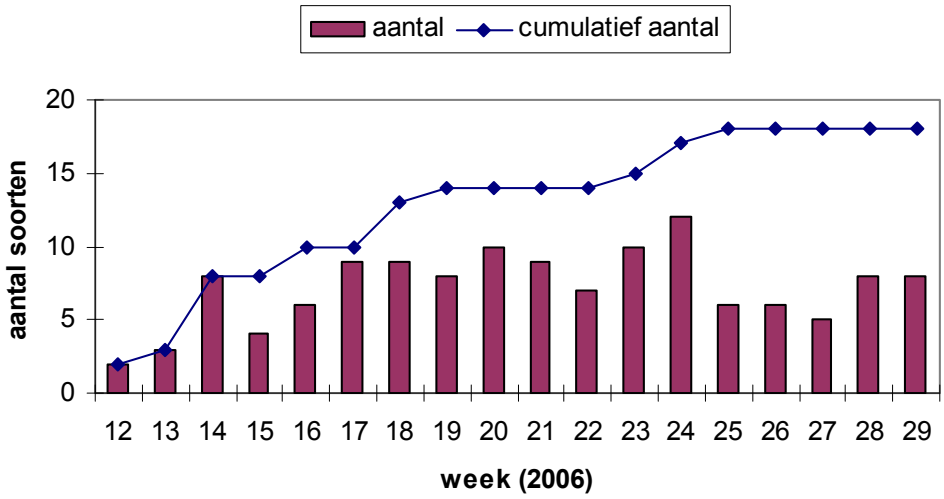
Tabel 3.3: Indeling van de fuikvangsten volgens ecologische gilde (Rp=partieel rheofiel, Ro=obligaat rheofiel, Re=estuarien rheofiel; exoten worden *cursief* weergegeven).

Gilde		Vissoort	% aantal
Rheofiel	Rp	riviergrondel	45,7
	Rp	*bruine Am. dwergmeerval*	9,1
	Rp	alver	0,1
	Rp	*blauwbandgrondel*	0,1
	Ro	bermpje	3,7
	Ro	serpeling	3,5
	Ro	kopvoorn	1,4
	Ro	*regenboogforel*	0,1
Eurytoop	Eu	blankvoorn	12,1
	Eu	paling	10,4
	Eu	baars	6,3
	Eu	karper	0,2
	Eu	pos	0,1
Limnofiel	Li	*zonnebaars*	3,1
	Li	giebel	1,7
	Li	snoek	1,2
	Li	zeelt	0,9
	Li	rietvoorn	0,1

3.2.2 Vangstevolutie

Cumulatief aantal soorten

In figuur 3.5 worden de vangsten per week voorgesteld. Een week omvat de vangsten van maandag, woensdag en vrijdag. Tijdens de staalnameperiode die in totaal ongeveer 18 weken bedroeg werden er gemiddeld 7 vissoorten per week genoteerd. Het hoogste aantal soorten werd tijdens week24 genoteerd met 12 soorten. Omwille van verschillende redenen zijn de vangsten tijdens week12 (start monitoringperiode op woensdag 15 mrt. 2006) week25 (fuik los na onweer), week27 en 28 (vegetatie-ruimingwerken) en week29 (einde monitoringperiode op maandag 10 juli 2006) onvolledig.

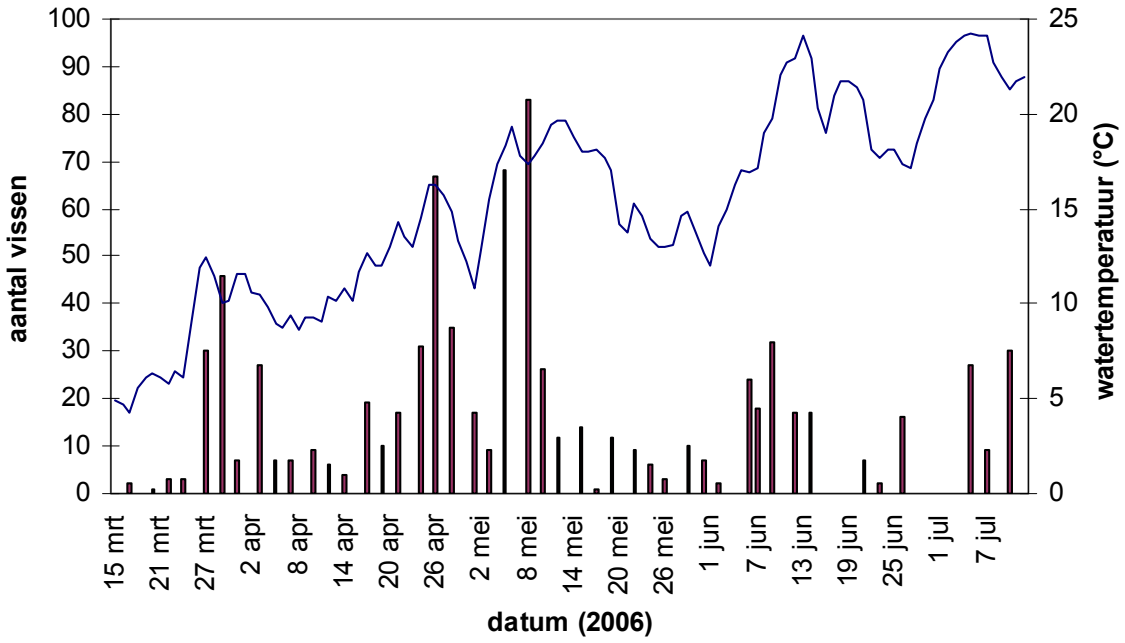


Figuur 3.5: Aantal en cumulatief aantal vissoorten per week in de vistrapfuik (vanaf 15 maart 2006 = week12 tem. 10 juli 2006 = week29).

Vangstevolutie en temperatuur

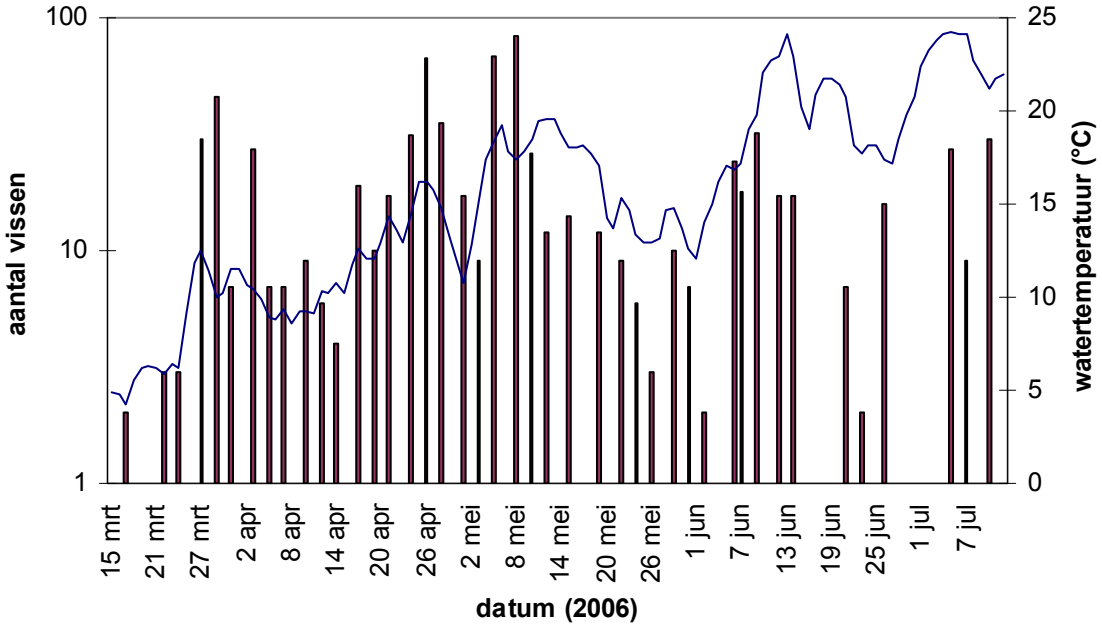
Gemiddeld werden er bij het ophalen van de fuik 18 vissen aangetroffen. Vangsten beduidend hoger dan dit gemiddelde werden gedaan op 29 maart, 26 april en 5 en 8 mei. Tijdens deze dagen werden respectievelijk 46, 67, 68 en 83 vissen gevangen. Deze verhoogde vangsten staan in verband met een stijging van de watertemperatuur (Figuur 3.6).

Opmerking: Doordat twee temperatuurloggers in de vistrap stuk gingen worden in figuur 3.4 de vangstaantallen per vangstdag voorgesteld in relatie tot de watertemperatuur die in 2006 werd opgemeten in een andere laaglandrivier, met name de Mark in Meersel-Dreef (Hoogstraten).



Figuur 3.6: Evolutie van de vangstaantallen in de vistrapfuik en de watertemperatuur.

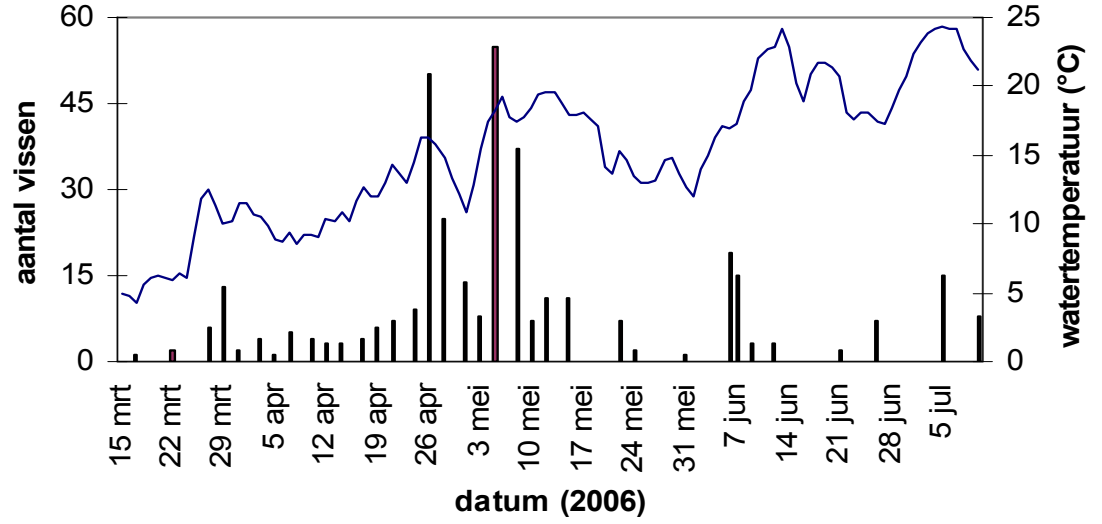
Bij een logaritmische voorstelling van de resultaten wordt nog duidelijker geïllustreerd dat de verhoogde en verlaagde vangsten vaak duidelijk in verband kunnen gebracht worden met een stijging of daling van de watertemperatuur (Figuur 3.7).



Figuur 3.7: Evolutie van de vangstaantallen in de vistrapfuik (logaritmische schaal) en de watertemperatuur.

Riviergrondel

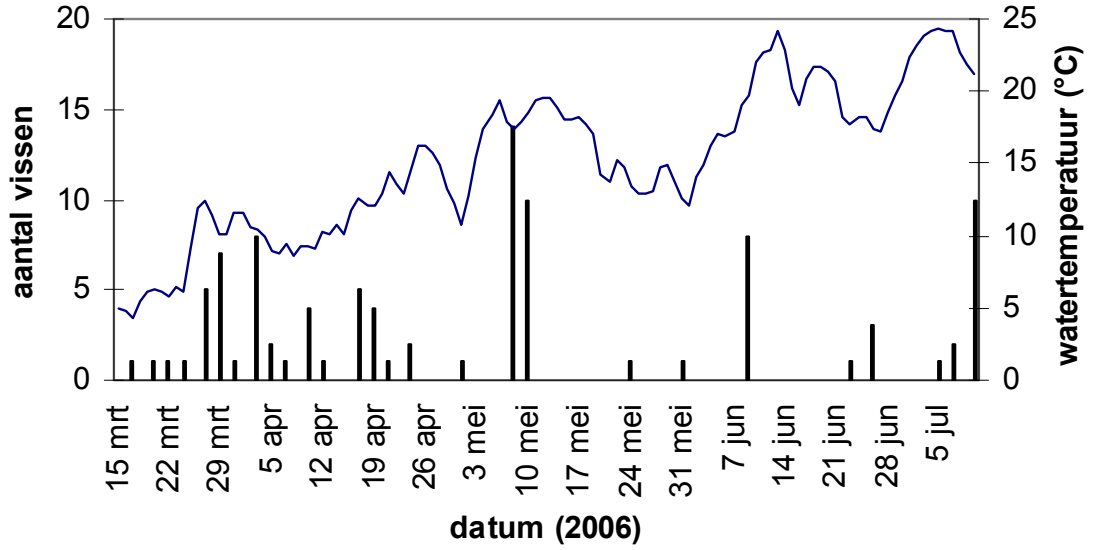
De evolutie van de vangstaantallen van riviergrondel toont dat er gemiddeld ongeveer 10 individuen werden aangetroffen per fuiklichting (Figuur 3.8). Beduidend meer individuen werden aangetroffen op 26 april en 5 en 8 mei met respectievelijk 50, 55 en 37 grondels. Deze verhoogde aantallen zijn uiteraard een weerspiegeling van de pieken in figuur 3.6.



Figuur 3.8: Evolutie van de vangstaantallen van riviergrondel (n=370) in de vistrapfuik en de watertemperatuur.

Blankvoorn

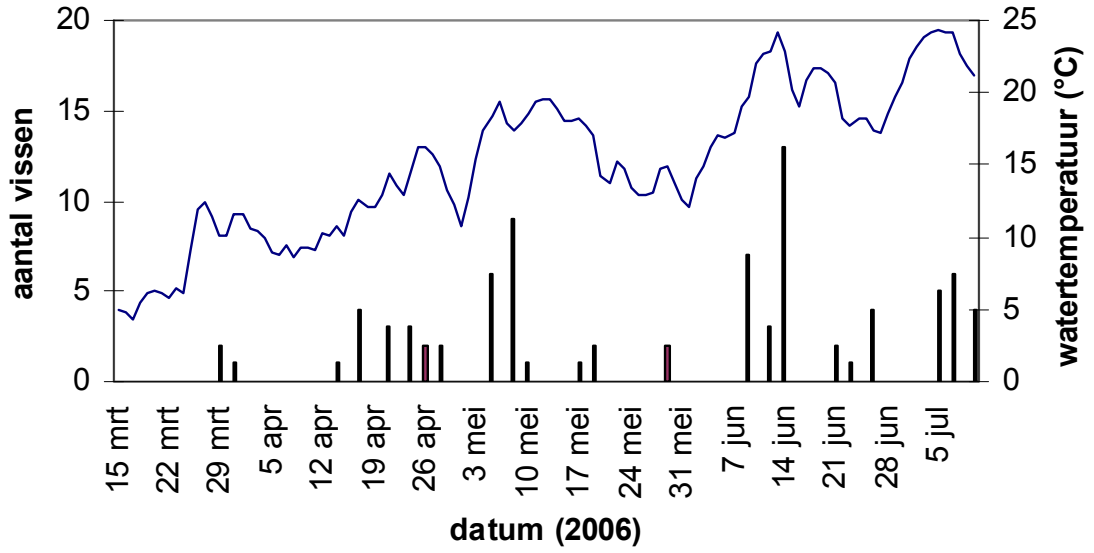
De evolutie van de vangstaantallen van blankvoorn toont dat er gemiddeld nog geen 4 individuen werden aangetroffen per fuiklichting (Figuur 3.9). Op 8 en 10 mei werden hogere aantallen genoteerd met respectievelijk 14 en 11 individuen. Op 10 juli, de laatste dag van ons onderzoek, troffen we 10 blankvoorns in de fuik aan.



Figuur 3.9: Evolutie van de vangstaantallen van blankvoorn (n=98) in de vistrapfuik en de watertemperatuur.

Paling

De evolutie van de vangstaantallen van paling toont dat er gemiddeld 3 individuen werden aangetroffen per fuiklichting (Figuur 3.10). Op 8 mei en 14 juni werden iets hogere aantallen genoteerd met respectievelijk 9 en 13 individuen.



Figuur 3.10: Evolutie van de vangstaantallen van paling (n=84) in de vistrapfuik en de watertemperatuur.

3.3 Grootte van de vissen in de vistrapfuik

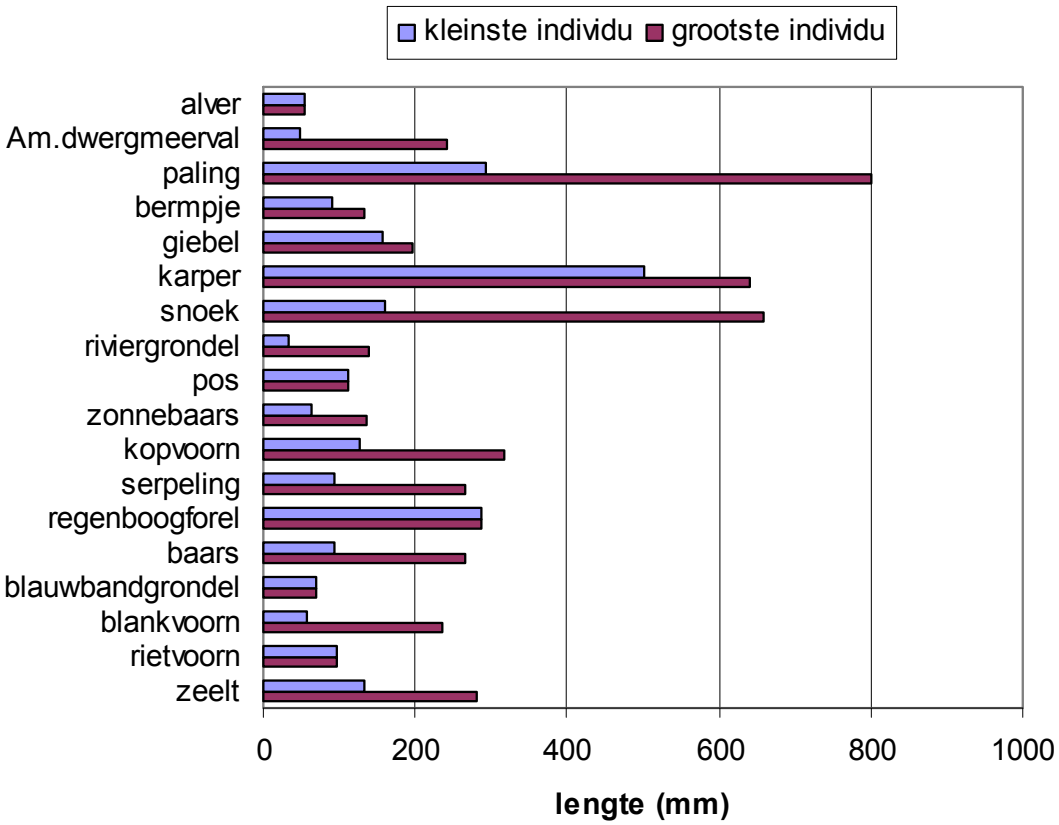
De aantalverdeling per lengteklasse toont dat vissen uit twee lengteklassen, met name 5-10 cm en 10-15 cm best vertegenwoordigd zijn in de vangsten (Tabel 3.4). Individuen met een lengte tussen 15 en 20 cm werden ook nog frequent in de fuik aangetroffen. De vangst van 85 vissen groter dan 30cm bestaat hoofdzakelijk (93%) uit paling.

Tabel 3.4: Aantalverdeling per lengteklasse van de vissen in de vistrapfuik (aantal = exclusief 28 vissen waarvan de lengte niet werd opgemeten).

Lengteklasse (cm)	Aantal
0 - 5	2
5 - 10	245
10 - 15	263
15 - 20	124
20 - 25	53
25 - 30	9
>30	85
Totaal	**781**

Zowel grotere (snoek, karper, paling,…) als kleinere vissoorten (riviergrondel, alver, …) maakten gebruik van de visnevengeul om stroomopwaarts te migreren. De kleinste individuen die in de fuik werden waargenomen betroffen juveniele exemplaren van riviergrondel (32mm), bruine Amerikaanse dwergmeerval (47mm), alver (54mm) en

blankvoorn (56mm), de grootste vissen waren palingen (tot 800mm) (Figuur 3.11 & Tabel 3.5).



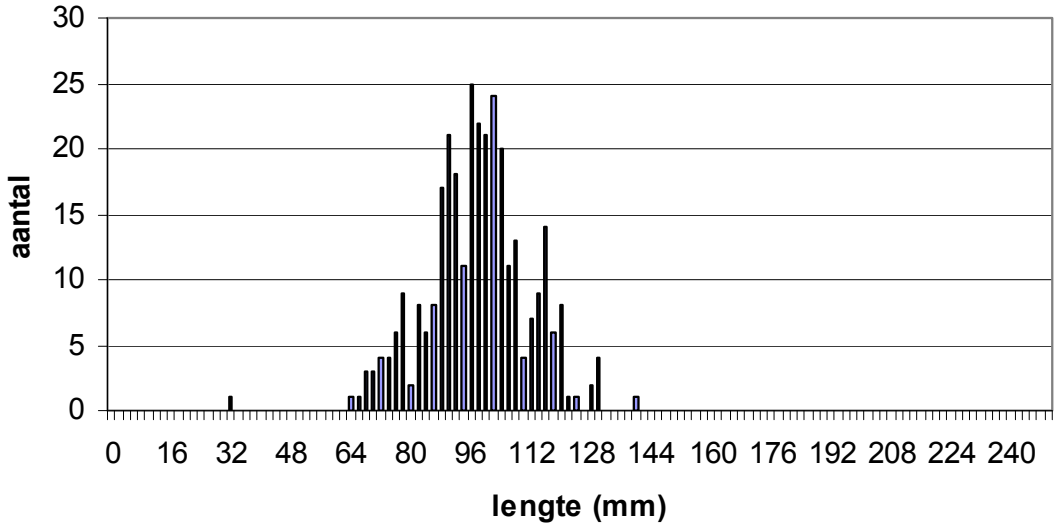
Figuur 3.11: Kleinste en grootste individu per vissoort in de vistrapfuik.

Tabel 3.5: Overzicht per vissoort van het kleinste en grootste individu in de vistrapfuik.

Vissoort	Kleinste individu (mm)	Grootste individu (mm)
alver	54	54
Am.dwergmeerval	47	242
paling	292	800
bermpje	90	132
giebel	158	196
karper	500	640
snoek	160	660
riviergrondel	32	140
pos	111	111
zonnebaars	64	137
kopvoorn	127	318
serpeling	94	265
regenboogforel	288	288
baars	95	266
blauwbandgrondel	68	68
blankvoorn	56	237
rietvoorn	97	97
zeelt	134	280

Lengtefrequentieverdeling riviergrondel

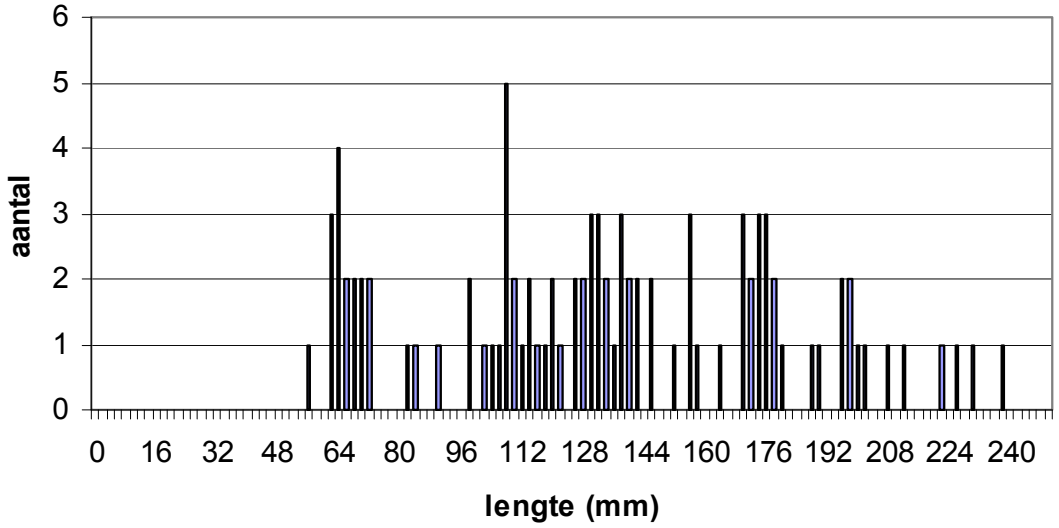
De lengtefrequentieverdeling van riviergrondel toont een normale verdeling (Figuur 3.12). De Gauss-curve is opgebouwd uit individuen die verschillende jaarklassen vertegenwoordigen: het kleinste individu (32mm) behoort tot de 0+ jaarklasse terwijl het grootste individu (140mm) reeds enkele levensjaren achter de rug heeft. De top van de curve wordt gevormd door individuen met een lengte van ongeveer 100mm.



Figuur 3.12: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen riviergrondels (n=316).

Lengtefrequentieverdeling blankvoorn

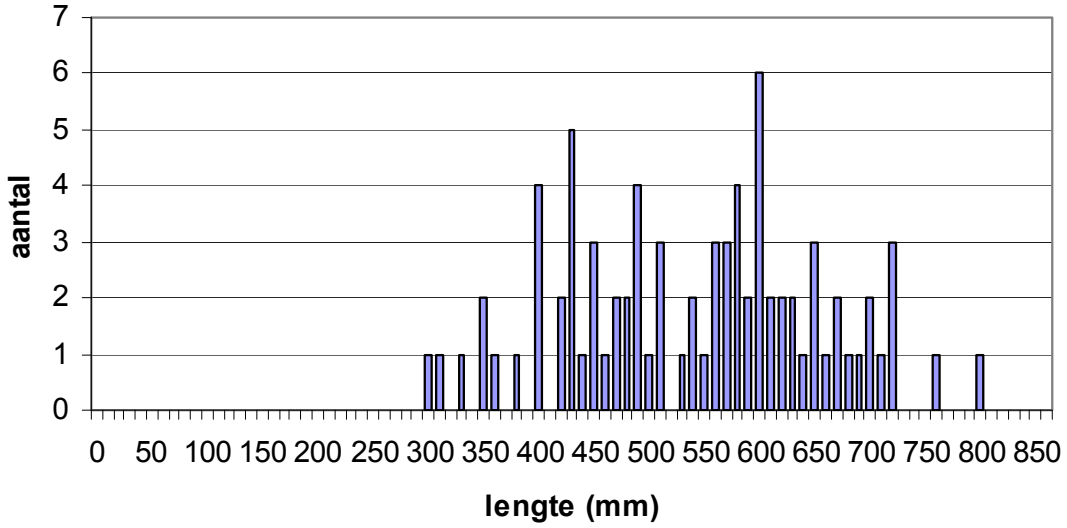
De lengtefrequentieverdeling van blankvoorn toont dat er verschillende jaarklassen, zowel juveniele als adulte individuen, in de populatie aanwezig zijn (Figuur 3.13).



Figuur 3.13: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen blankvoorns (n=95).

Lengtefrequentieverdeling paling

De lengtefrequentieverdeling van paling toont de aanwezigheid van uitsluitend adulte en vaak zeer grote individuen (Figuur 3.14).



Figuur 3.14: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen palingen (n=80).

3.4 Stroomsnelheden in de vistrap

Stroomsnelheden ter hoogte van de V-vormige drempels werden opgemeten op 4/12/2007 bij een licht verhoogd debiet (Tabel 3.6).

Tabel 3.6: Opgemeten stroomsnelheden (m/s) boven de verschillende drempels op 4/12/2007 bij een licht verhoogd debiet (x= geen meting).

	V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Vmin	Vmax
drempel 1	0,49	0,7	0,43	0,51	x	0,43	0,7
drempel 2	0,53	0,55	0,83	0,9	x	0,53	0,9
drempel 3	0,6	0,87	1,01	1,36	x	0,6	1,36
drempel 4	0,81	1,03	0,93	1,15	x	0,81	1,15
drempel 5	0,75	0,85	0,8	0,93	0,36	0,75	0,93
drempel 6	1,27	1,1	1,2	0,7	x	0,7	1,27
drempel 7	1,09	0,66	0,98	1,02	0,6	0,66	1,09
drempel 8	0,57	x	1,16	x	x	0,57	1,16
drempel 9	0,57	0,9	0,85	0,67	x	0,57	0,9
drempel 10	0,67	0,76	0,59	0,7	x	0,59	0,76
drempel 11	1,04	x	1,38	1,1	x	1,04	1,38

Ter bevordering van stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van de onderste drempel (drempel 1) werden er na afloop van de evaluatiestudie twee extra stortsteendrempels aangebracht in de bedding van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap (voor meer detail: zie bespreking). Na uitvoering van deze aanpassingswerken werden de stroomsnelheden ter hoogte van de V-vormige drempels opnieuw opgemeten alsook het verval over de verschillende drempels (Tabel 3.7).

Tabel 3.7: Opgemeten stroomsnelheden (m/s) en verval (cm) boven de verschillende drempels op 26/06/2009 na uitvoeren van aanpassingswerken ter bevordering van de stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van drempel 1.

	V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Vmin (m/s)	Vmax (m/s)	Verval (cm)
drempel 1	0,51	0,49	0,33	0,71	0,22	0,22	0,71	0
drempel 2	0,65	0,74	0,7	0,76	0,66	0,65	0,76	5
drempel 3	0,64	0,79	1,1	0,98	0,63	0,63	1,1	13
drempel 4	0,86	0,95	0,95	0,96	0,73	0,73	0,96	7
drempel 5	0,85	0,96	1,06	0,88	0,68	0,68	1,06	13
drempel 6	0,89	1,02	0,5	1,03	0,9	0,5	1,03	14
drempel 7	1,1	1,19	0,74	0,78	0,76	0,76	1,19	13
drempel 8	0,92	1,24	1,05	1,05	0,6	0,6	1,24	11
drempel 9	0,98	1,08	0,99	1,08	0,66	0,66	1,08	11
drempel 10	0,77	1,06	0,74	1,04	0,67	0,67	1,06	13
drempel 11	0,58	1,03	0,98	1	0,73	0,58	1,03	15

Klimatologische omstandigheden

Maart tem. mei

Gedurende het grootste deel van de studieperiode was het relatief droog. De winterse omstandigheden aan het einde van het winterseizoen bleven duren tot aan het begin van de derde decade van maart. Dit wordt weerspiegeld in de zeer lage watertemperatuur die bij aanvang van de studie werd opgemeten (zie Figuur 3.6). In zijn geheel viel er tijdens de studieperiode een abnormaal kleine neerslaghoeveelheid. Enkel de maand mei kende vrij veel neerslag die zich vooral manifesteerde tijdens de tweede helft van de maand. De periode einde maart – begin april was eveneens relatief nat.

Juni tem. begin juli

Een hittegolf (minimum vijf opeenvolgende dagen met maxima hoger dan 25°C waarvan 3 met maxima hoger dan 30°C) manifesteerde zich van 9 tot 13 juni. De junimaand was zéér abnormaal warm.

3.5 PIT telemetrie

3.5.1 Aantal vissen met een PIT tag

Vanaf maart 2006 tem. mei 2008 werden in totaal **497 vissen met een PIT tag** uitgerust. De potentiële migratie van **15** verschillende **vissoorten** door de vistrap kon daardoor geregistreerd worden. Afhankelijk van het lichaamsgewicht van de vis werd een 23mm (0,6g) of 32mm (0,8g) PIT tag ingeplant. Zenders mogen maximaal ongeveer 2% van het lichaamsgewicht bedragen (Winter, 1983). Bij 434 vissen werd een 32mm tag ingeplant, 63 vissen kregen een 23mm tag (Tabel 3.8).

Tabel 3.8: Aantal soorten en vissen met een PIT tag.

	Vissoort	Aantal vissen met een PIT tag	Type PIT tag	
			32mm	23mm
1	paling	161	159	2
2	br. Am. Dwergmeerval	108	101	7
3	blankvoorn	69	44	25
4	baars	44	28	16
5	snoek	27	26	1
6	zeelt	23	23	-
7	serpeling	15	13	2
8	giebel	13	13	-
9	karper	11	11	-
10	kopvoorn	8	6	2
11	zonnebaars	7	2	5
12	rietvoorn	4	4	-
13	riviergrondel	3	-	3
14	kwabaal	3	3	-
15	regenboogforel	1	1	-
	totaal	**497**	**434**	**63**

Met de vistrapfuik konden 276 vissen gevangen worden die voldoende lichaamsgewicht hadden om met een zender uit te rusten, de overige 221 vissen werden tijdens elektrische afvissingen gevangen. Alle vissen uit de vistrapfuik werden stroomopwaarts van de vistrap uitgezet. Elektrisch gevangen vissen werden terug op hun vangstplaats uitgezet. **In het stroomafwaarts pand** werden **165 vissen**, en **in het stroomopwaarts pand 332 vissen**, terug gezet. **Stroomopwaarts van de vistrap** vertegenwoordigde de gezenderde

visgemeenschap in totaal **14 vissoorten**. **Stroomafwaarts van de vistrap** bestond de gezenderde visgemeenschap uit **acht soorten** (Tabel 3.9).

Tabel 3.9: Vangstaantallen per vangstmethode stroomop- en stroomafwaarts van de vistrap.

	Vissoort	Stroomopwaarts vistrap			Stroomafwaarts vistrap
		Fuik	Elektrisch	Fuik + Elektrisch	Elektrisch
1	paling	69	24	**93**	**68**
2	br. Am. Dwergmeerval	65	1	**66**	**42**
3	blankvoorn	44	3	**47**	**22**
4	baars	34	3	**37**	**7**
5	snoek	9	5	**14**	**13**
6	zeelt	7	8	**15**	**8**
7	serpeling	14	1	**15**	**-**
8	giebel	13	-	**13**	**-**
9	karper	2	9	**11**	**-**
10	kopvoorn	8	-	**8**	**-**
11	zonnebaars	7	-	**7**	**-**
12	rietvoorn	-	-	**-**	**4**
13	riviergrondel	3	-	**3**	**-**
14	kwabaal	-	2	**2**	**1**
15	regenboogforel	1	-	**1**	**-**
	totaal	**276**	**56**	**332**	**165**

3.5.2 Aantal detecties in de vistrap

Twee antennes, één op de onderste (drempel 1) en één op de voorlaatste drempel (drempel 10), waren operationeel tussen 17 april 2006 en 26 mei 2008. In november 2006 werd een derde antenne geplaatst ongeveer halverwege de vistrap (drempel 5).

Tabel 3.10: Totaal aantal PIT tag detecties per antenne.

Plaats van antennes in de vistrap	Aantal detecties per antenne
Onderste antenne op drempel nr 1 (= stroomafwaarts)	61.901
Middelste antenne op drempel nr 5	2.331
Bovenste antenne op voorlaatste drempel nr 10 (= stroomop)	16.633
Totaal	**80.865**

In totaal werden **80.865 detecties** gedaan door de drie antennes in de vistrap (Tabel 3.10). Op de onderste antenne werden 77% van de registraties gedaan. Op de bovense antenne werden 21% van de registraties gedaan. De middelste, die ongeveer 7 maanden minder lang operationeel was, was goed voor 3% van de registraties. Het hoge aantal detecties kan verklaard worden doordat een beperkt aantal individuen zich meermaals langdurig 'parkeerden' op één van de antennes. Voor een juiste interpretatie en correctie van dit bijzonder hoog aantal detecties wordt verwezen naar de bespreking (paragraaf 4.4.2, pagina 68).

Van de 15 getagde soorten werden er 12 gedetecteerd door één of meerdere antennes in de vistrap, met name 12 op de onderste, 10 op de middelste en 11 op de bovenste antenne (Tabel 3.11). Enkel van riviergrondel, regenboogforel en zonnebaars werden geen detecties geregistreerd. Van deze soorten werden ook slechts een beperkt aantal individuen uitgerust met een PIT tag.

Tabel 3.11: Aantal soorten en vissen gedetecteerd per antenne.

		Aantal individuen gedetecteerd op:		
	Soort	**Onderste antenne**	**Middelste antenne**	**Bovenste antenne**
1	br Am. Dwergmeerval	45	12	36
2	paling	39	26	56
3	blankvoorn	16	18	24
4	baars	10	4	15
5	zeelt	4	1	2
6	serpeling	4	1	6
7	kopvoorn	4	4	5
8	snoek	3	2	4
9	karper	3	3	3
10	giebel	3	-	2
11	rietvoorn	1	1	1
12	kwabaal	1	-	-
	Totaal	**133**	**72**	**154**

	Aantal soorten gedetecteerd op:		
	Onderste antenne	**Middelste antenne**	**Bovenste antenne**
Totaal	**12**	**10**	**11**

Van de 497 vissen die met een PIT tag werden uitgerust, werden 185 individuen (37%) één- of meermaals geregistreerd door een antenne in de vistrap. Van vijf vissoorten, met name bruine Amerikaanse dwergmeerval, paling, baars, kopvoorn en blankvoorn, werden meer dan 1000 registraties gedaan. Van snoek, karper en serpeling werden meer dan 100 detecties gedaan. Zeelt, giebel en kwabaal werden een tiental keer gedetecteerd op één of meerdere antennes. Enkel van zonnebaars, riviergrondel en regenboogforel, waarvan er maar een beperkt aantal vissen konden getagd worden, werden geen registraties gedaan (Tabel 3.12).

Tabel 3.12: Overzicht van het aantal soorten en vissen met een PIT tag, het aantal vissen dat werd gedetecteerd op minstens één van de antennes (inclusief percentage) en het totaal aantal detecties per soort.

	Vissoort	Aantal vissen met een PIT tag	Aantal vissen gedetecteerd	Percentage gedetecteerd	Aantal detecties per soort
1	br. Am. Dwergmeerval	108	50	46%	57955
2	paling	161	62	39%	15200
3	baars	44	15	34%	2859
4	kopvoorn	8	6	75%	2453
5	blankvoorn	69	28	41%	1629
6	snoek	27	6	22%	435
7	karper	11	3	27%	136
8	serpeling	15	6	40%	128
9	zeelt	23	4	17%	38
10	giebel	13	3	23%	15
11	kwabaal	3	1	33%	14
12	rietvoorn	4	1	25%	3
13	zonnebaars	7	0	0%	0
14	riviergrondel	3	0	0%	0
15	regenboogforel	1	0	0%	0
	Totaal	**497**	**185**	**37%**	**80865**

Een overzicht van het aantal vissoorten en individuen dat de vistrap in stroomop- en/of stroomafwaartse richting passeerde wordt gegeven in tabel 3.13.

Tabel 3.13: Aantal soorten en vissen die de vistrap in stroomopwaartse (SO), stroomafwaartse (SA) of beide richtingen is gepasseerd.

	Vissoort	Aantal vissen SO door vistrap	Aantal vissen SA door vistrap	Aantal vissen SO & SA door vistrap
1	paling	25	30	21
2	br Am. Dwergmeerval	17	24	10
3	blankvoorn	10	12	8
4	baars	8	8	6
5	kopvoorn	4	4	4
6	karper	3	3	3
7	serpeling	2	4	2
8	rietvoorn	1	-	-
9	snoek	1	2	1
10	zeelt	1	2	-
11	giebel	-	2	-
	Totaal	**72**	**91**	**55**

Van 11 soorten werden zwembewegingen geregistreerd over de volledige lengte van de vistrap. Tien soorten bereikten via de vistrap het stroomopwaarts pand. Eveneens 10 soorten zwommen in stroomafwaartse richting door de vistrap. In totaal bereikten 72 vissen met een PIT tag het stroomopwaarts en 91 vissen het stroomafwaarts pand. Hiervan maakten 55 vissen minstens één maal een stroomop- én stroomafwaartse beweging. Van paling werden de meeste stroomop- en stroomafwaartse bewegingen vastgesteld, respectievelijk van 25 en 30 individuen.

3.5.3 Detectie-efficiëntie

Om een idee te hebben van de detectie-efficiëntie van de antennes werd geanalyseerd of alle individuen die in de fuik werden gevangen en reeds een PIT tag hadden (= vissen die eerder al gezenderd werden in de fuik of vissen die gezenderd werden tijdens de elektrische bevissingen) ook daadwerkelijk werden opgemerkt door de meest stroomopwaartse antenne in de vistrap. In totaal werden 10 gezenderde vissen hervangen. Van deze 10 vissen werden er negen ook daadwerkelijk gedetecteerd door de bovenste antenne voordat ze in de vistrapfuik zwommen. Slechts één paling werd niet gedetecteerd op de antennes vooraleer in de vistrapfuik te zwemmen. Naderhand werd deze paling wel nog meermaals gedetecteerd op zowel de bovenste als op de onderste antenne. Voor de bovenste antenne werd bijgevolg een detectie-efficiëntie berekend van 90% (Tabel 3.14).

Tabel 3.14: Detectie-efficiëntie stroomopwaartse antenne.

	Vis met code		Gedetecteerd op bovenste antenne op:	In vistrapfuik op:
1	baars -	132166831	04-mei-06	12-jun-06
2	blankvoorn -	137518109	07-jun-06	09-jun-06
3	br. Am. Dwergmeerval -	37518223	04-jul-06	05-jul-06
4	paling -	37518200	25-jun-06	26-jun-06
5	paling -	37518241	04-jul-06	05-jul-06
6	paling -	37518081	07-jun-06	09-jun-06
7	paling -	37518007	10-jun-06	12-jun-06
8	paling -	32166849	19-jun-06	21-jun-06
9	paling -	137518172	14-jun-06	14-jun-06
10	paling -	137517966	niet gedetecteerd voor	09-jun-06
	detectie-efficiëntie		**90%**	

3.5.4 Tijdsduur van stroomop- en stroomafwaartse migratiebewegingen?

Aangezien bij elke detectie van een vis ook het tijdstip wordt geregistreerd kan berekend worden in hoeveel tijd vissen de vistrap in stroomop- en stroomafwaartse richting kunnen doorzwemmen. In onderstaande tabel worden van alle geregistreerde vissoorten de tijdsduur weergegeven van het individu dat het snelst door de vistrap zwom in stroomop- en/of stroomafwaartse richting.

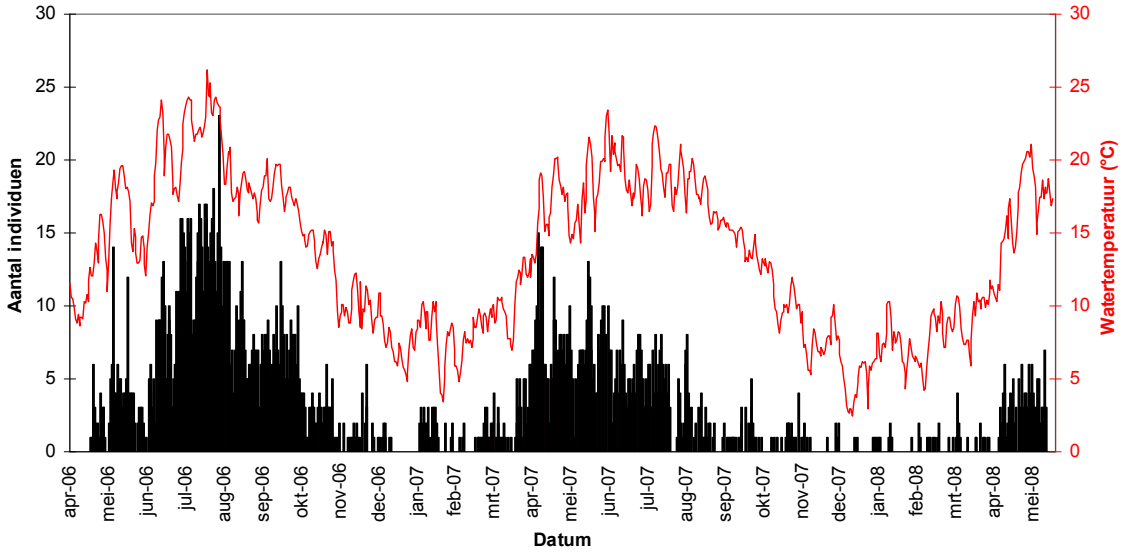
Tabel 3.15: Tijdsduur stroomop- en stroomafwaartse migratie door vistrap: overzicht van de snelste individuen per vissoort.

	Snelst vastgestelde migratie door vistrap (uren:min:sec)	
Vissoort	**Stroomopwaarts**	**Stroomafwaarts**
paling	**0:10:32**	0:06:30
karper	0:11:05	0:16:34
kopvoorn	0:15:41	**0:04:45**
blankvoorn	0:17:12	0:51:16
baars	0:29:04	0:31:06
serpeling	0:39:06	0:21:29
br. Am. Dwergmeerval	0:59:46	0:14:03
rietvoorn	25:06:10	-
zeelt	25:06:10	0:46:02
snoek	115:11:40	139:17:40
giebel	-	0:15:01

De vis die het snelst de vistrap in stroomopwaartse richting doorzwom was een paling, met name in 10min en 32sec. Ook een karper, kopvoorn, blankvoorn en baars zwommen door de vistrap in stroomopwaartse richting in minder dan 30 min. Een serpeling en br. Am. dwergmeerval migreerden in minder dan 1u stroomopwaarts door de vistrap. Van rietvoorn, zeelt en snoek werd slechts één individu geregistreerd dat de vistrap in stroomopwaartse richting is gepasseerd.

De vis die het snelst de vistrap in stroomafwaartse richting doorzwom was een kopvoorn, met name in 4min en 45sec. Ook een paling, br. Am. Dwergmeerval, giebel, karper, serpeling zwommen in minder dan 30min in stroomafwaartse richting door de vistrap. Een zeelt en een blankvoorn migreerden in minder dan 1u stroomafwaarts door de vistrap. Slechts één snoek werd geregistreerd die de vistrap in stroomopwaartse richting is gepasseerd.

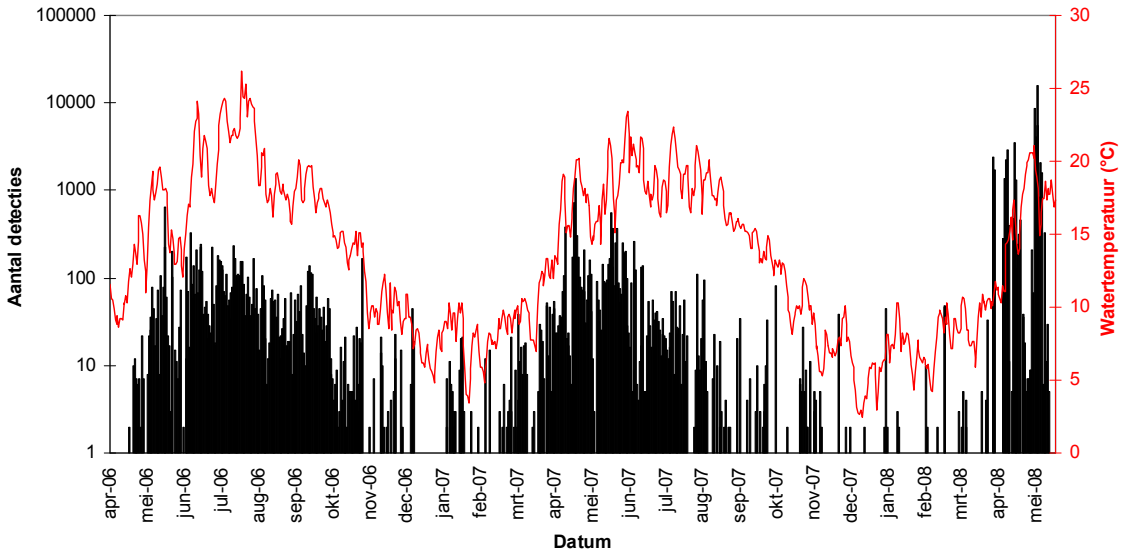
3.5.5 Seizoenale en interannuele variatie



Figuur 3.15: Evolutie van het dagelijks aantal geregistreerde individuen in de vistrap en de dagelijkse watertemperatuur.

Met een stijgende watertemperatuur stijgt ook het aantal vissen in de vistrap. De vistrap wordt het vaakst gefrequenteerd vanaf april tem. september/oktober. Tussen november en maart is het aantal individuen dat in de vistrap gedetecteerd wordt beperkt.

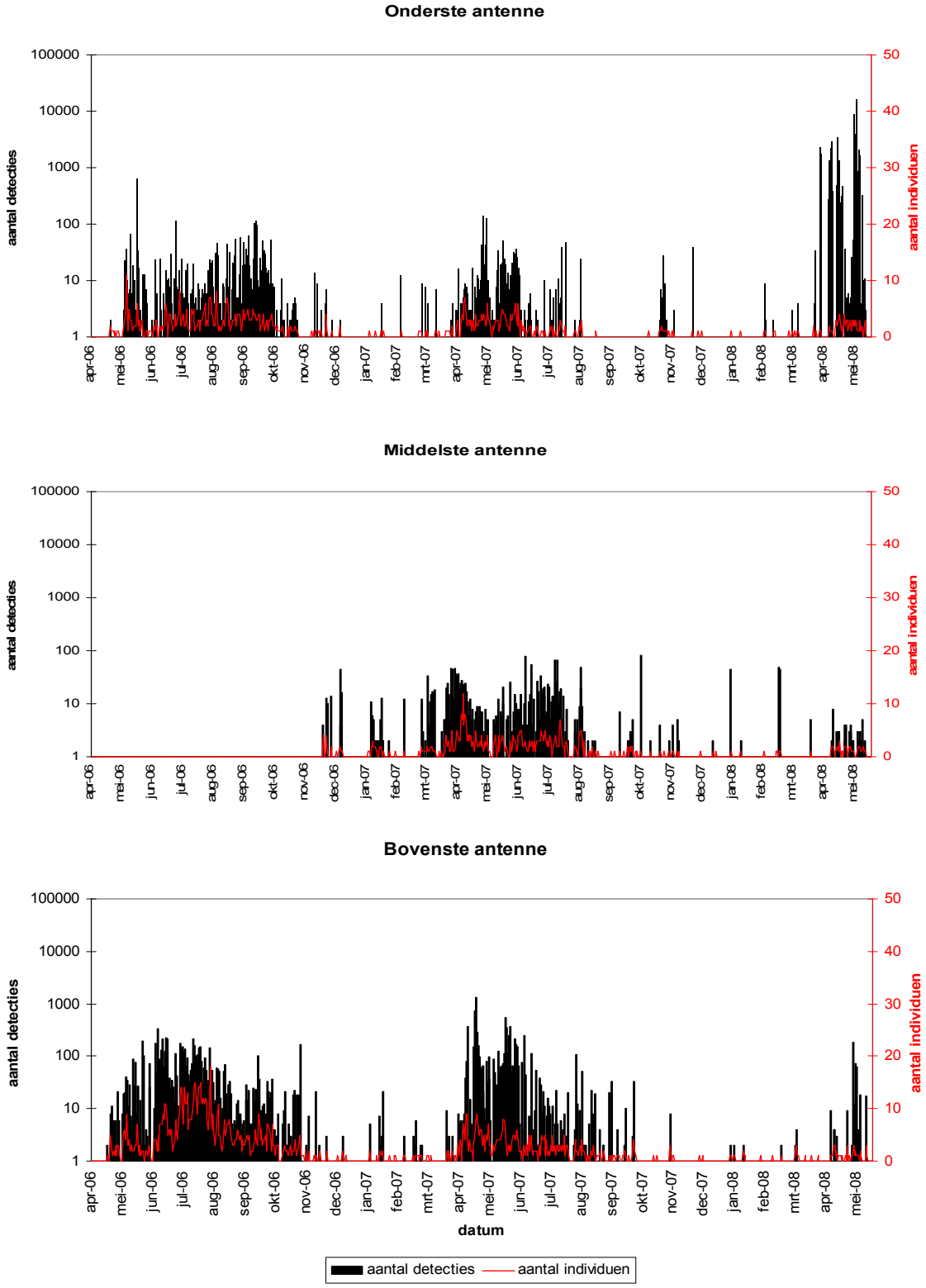
Vanaf half-april tem. eind-augustus 2006 werden er per dag gemiddeld bijna 8 individuen geregistreerd. In exact dezelfde periode in 2007 werden er gemiddeld iets meer dan 5 individuen geregistreerd. In juni en juli 2006 worden er herhaaldelijk meer dan 15 gezenderde vissen per dag geregistreerd met op 30 juni een maximum van 23 individuen. In 2007 worden enkel op 13 april nog 15 individuen geregistreerd. In de wintermaanden van 2006, 2007 en 2008 worden er weinig detecties gedaan.



Figuur 3.16: Evolutie van het dagelijkse aantal detecties in de vistrap en de dagelijkse watertemperatuur.

De dagelijkse evolutie van het aantal detecties in de vistrap (Figuur 3.16) is het resultaat van het aantal individuen dat zich door de vistrap beweegt en vertoont bijgevolg gelijkaardige seizoenale patronen als beschreven voor figuur 3.15.

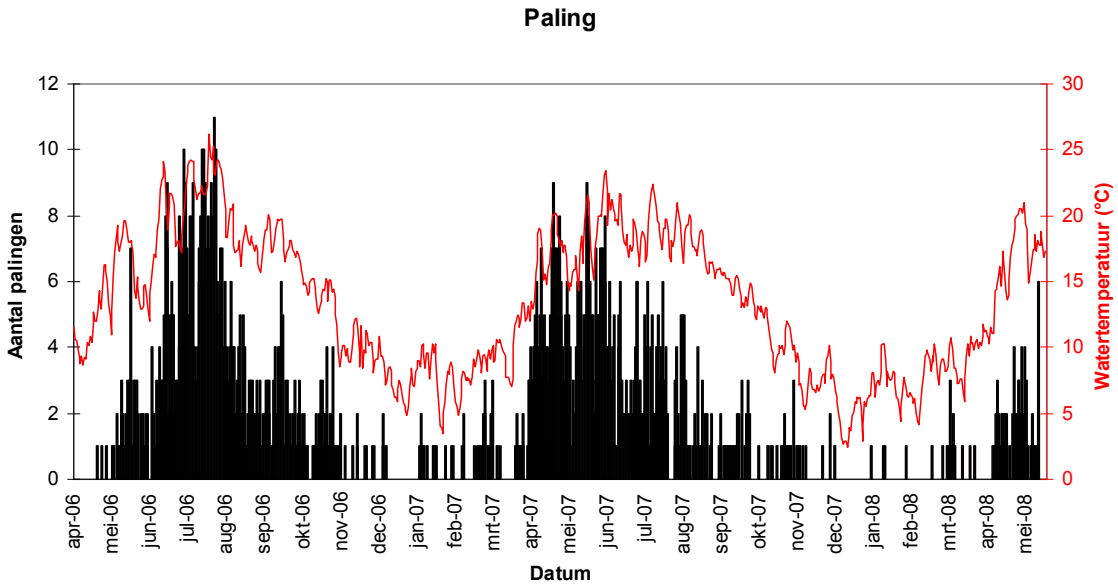
Evolutie van de detecties op de drie antennes



Figuur 3.17: Dagelijkse evolutie van het aantal individuen en detecties op respectievelijk de onderste, middelste en bovenste antenne.

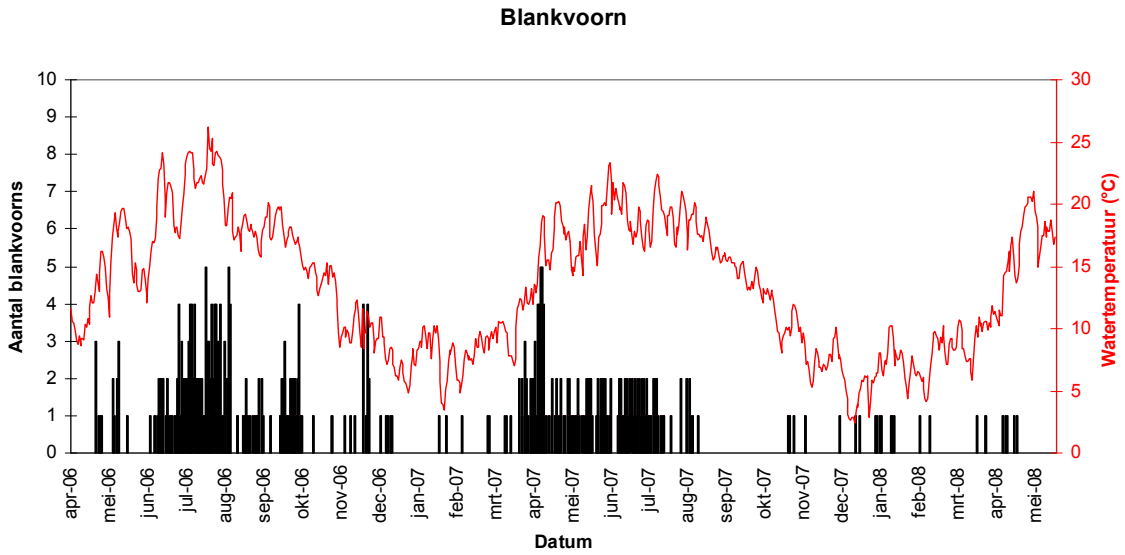
Bovenstaande figuur 3.17 toont de evolutie van het aantal individuen die dagelijks op de respektievelijke antennes werden geregistreerd en van het aantal detecties die deze individuen op deze antennes veroorzaakten. Uiteraard merken we hier dezelfde seizoenale patronen op als in figuren 3.15 en 3.16 met het grootste aantal individuen in de vistrap en detecties op de antennes in de verschillende jaren in de periode van april tem. september/oktober.

Evolutie van het dagelijks aantal individuen per vissoort en de watertemperatuur in de vistrap



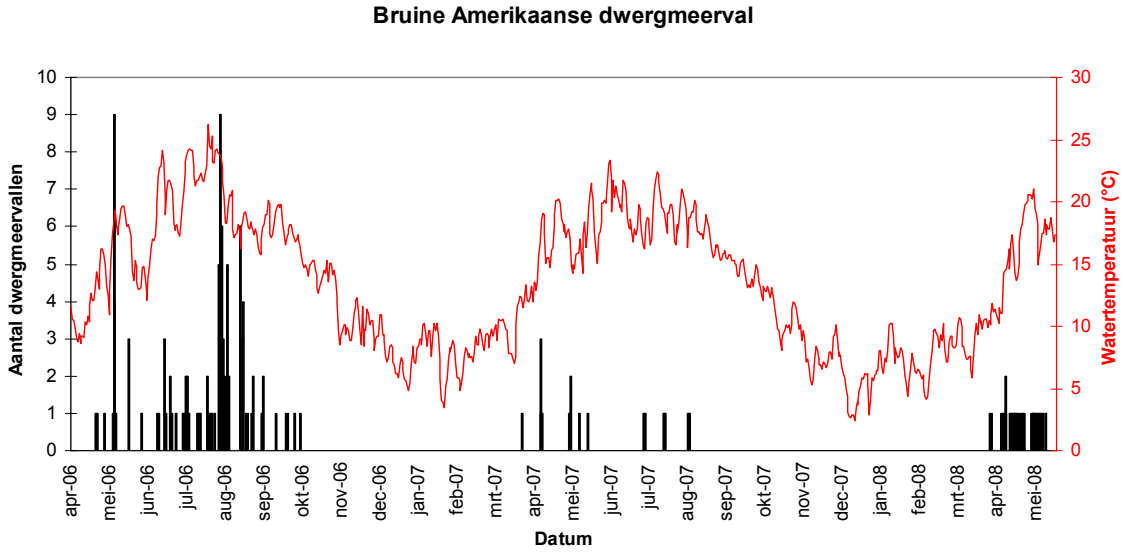
Figuur 3.18: Dagelijks aantal geregistreerde palingen (n=62) en de watertemperatuur in de vistrap.

Gedurende de volledige onderzoeksperiode worden er maandelijks detecties gedaan van palingen in de vistrap. De meeste palingen die in de vistrap zwemmen doen dat vanaf mei tem. oktober 2006 en vanaf april 2007 tem. augustus 2007. In deze periodes werden er vaak drie of meer palingen per dag gedetecteerd. Dit patroon lijkt zich ook te gaan herhalen vanaf mei 2008. Op 24 juli 2006 werden 11 palingen geregistreerd. Tijdens de wintermaanden van 2006, 2007 en 2008 is het aantal palingen dat in de vistrap zwemt beperkt.



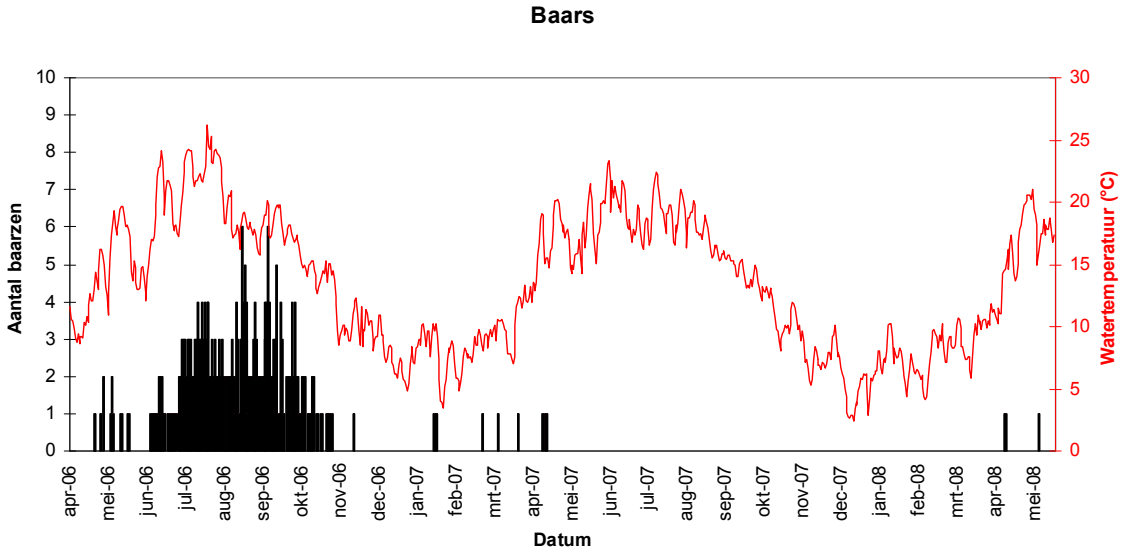
Figuur 3.19: Dagelijks aantal geregistreerde blankvoorns (n=28) en de watertemperatuur in de vistrap.

Zowel in 2006 als in 2007 zijn er een aantal blankvoorns (tot max. 5 individuen per dag) die vanaf maart/april tem. augustus/september in de vistrap zwemmen. De frequentie van passage van blankvoorn in de overige maanden is laag.



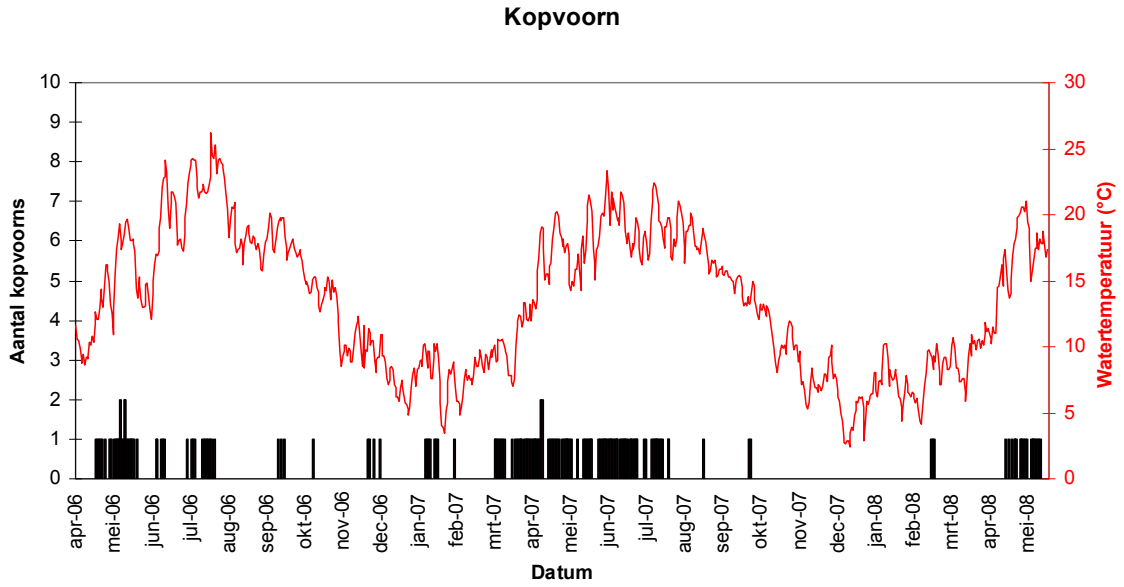
Figuur 3.20: Dagelijks aantal geregistreerde bruine Amerikaanse dwergmeervallen (n=50) en de watertemperatuur in de vistrap.

De meeste bruine Amerikaanse dwergmeervallen zwemmen in het eerste jaar van de onderzoeksperiode in de vistrap, met name vanaf mei 2006 tem. september 2006. Op 6 mei en 30 juli 2006 worden negen meervallen in de vistrap geregistreerd. Zowel in 2006-2007 als in 2007-2008 wordt de soort vanaf oktober tem. maart nagenoeg niet gedetecteerd.



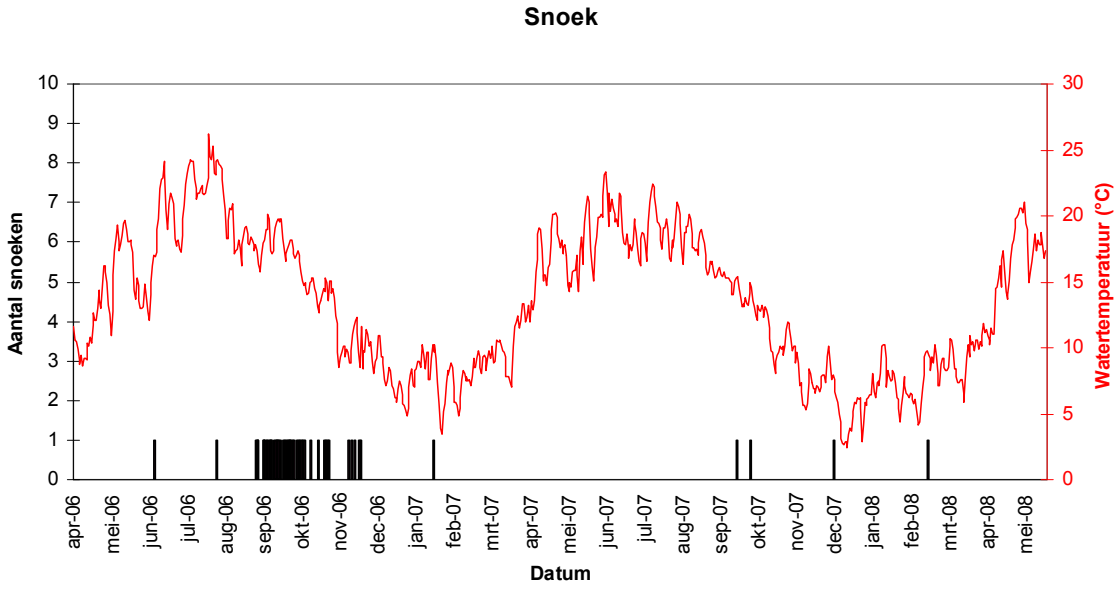
Figuur 3.21: Dagelijks aantal geregistreerde baarzen (n=15) en de watertemperatuur in de vistrap.

Net als de bruine Amerikaanse dwergmeerval zwemmen de meeste baarzen in de vistrap in het eerste jaar van de onderzoeksperiode, vanaf juni tem. oktober 2006. Op één dag worden maximaal 6 baarzen geregistreerd in de vistrap, met name op 17 augustus en 7 september 2006. In 2007 en 2008 worden nog nauwelijks baarzen geregistreerd.



Figuur 3.22: Dagelijks aantal geregistreerde kopvoorns (n=6) en de watertemperatuur in de vistrap.

Zowel in 2006 als in 2007 zwemmen er vanaf april tem. juli een beperkt aantal kopvoorns in de vistrap. Ook op het einde van de onderzoeksperiode (mei 2008) worden een aantal detecties van kopvoorn gedaan.



Figuur 3.23: Dagelijks aantal geregistreerde snoeken (n=6) en de watertemperatuur in de vistrap.

In het eerste onderzoeksjaar worden een aantal detecties van snoek (max. 1 individu per dag) gedaan in de periode september tem. november 2006. In 2007 wordt nog snoek geregistreerd in september, oktober en december, alsook in februari 2008.

3.5.6 Vierentwintiguur-activiteitspatronen

Een circadiaan- of dagritme is een biologisch ritme waarvan de cyclus ongeveer één dag duurt. Men spreekt ook wel van een 24u-ritme. Levende organismen kunnen vaak onderverdeeld worden als zijnde:

- **dagactief of diurnaal,**
- **schemeractief of crepusculair,**
- **nachtactief of nocturnaal.**

Door de tijdsregistratie kunnen we nagaan wanneer de gezenderde vissen actief zijn in de vistrap.

Enkele astronomische begrippen

Een aantal begrippen zoals 'zonsopgang', 'zonsondergang' en 'schemering' worden eerst verduidelijkt (Bron: Koninklijke Sterrenwacht van België - www.astro.oma.be).

De tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang zijn verschillend van dag tot dag en van plaats tot plaats. Voor de berekening houdt men rekening met de straalbreking of refractie door de atmosfeer.

De duur van de schemering is 's avonds het tijdsinterval tussen zonsondergang en het ogenblik waarop de zon een aantal graden onder de horizon staat. 's Morgens is de schemering het interval tussen het ogenblik waarop de zon een aantal graden onder de horizon staat en de zonsopkomst.

De schemeringperiode kan, zowel 's ochtends als 's avonds, onderverdeeld worden in drie periodes (Figuur 3.24):

• **burgerlijke schemering**: het middelpunt van de zonneschijf staat 6° onder de horizon;

• **nautische schemering**: het middelpunt van de zonneschijf staat 12° onder de horizon;

• **astronomische schemering**: het middelpunt van de zonneschijf staat 18° onder de horizon (soms wordt hiervoor ook 15° gebruikt, omdat reeds dan zo goed als volledige duisternis is ingetreden).

We spreken van een **'echte astronomische nacht'** wanneer het middelpunt van de zonneschijf meer dan 18° onder de horizon komt te staan.

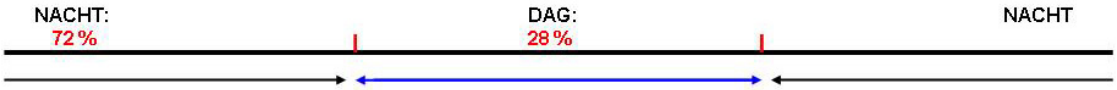
Figuur 3.24: Schematische voorstelling van enkele astronomische begrippen (A= astronomische schemering, N= nautische schemering, B= burgerlijke schemering).

Op het einde van de burgerlijke schemering ('s avonds) of in het begin van de burgerlijke schemering ('s morgens) is het nog niet echt donker. Men zegt dat zolang de burgerlijke schemering duurt, het nog steeds mogelijk blijft om bij heldere hemel en in open lucht met de rug gericht naar het punt van zonsopkomst ('s morgens) of zonsondergang ('s avonds) een gewoon gedrukte tekst te lezen. Het spreekt vanzelf dat de plaatselijke meteorologische omstandigheden en de eventuele aanwezigheid van maanlicht de zichtbaarheid beïnvloeden. Vanaf eind mei tot begin oktober geraakt de zon in België niet tot op 18° onder de horizon Dan komt er geen einde aan de astronomische schemering zodat we niet van een 'echte' astronomische nacht kunnen spreken.

Alle dagelijkse tijdstippen van zonsopkomst, zonsondergang en het begin en het einde van de verschillende schemeringperiodes ter hoogte van de onderzoekslocatie (Voorste luysmolen - Noorderbreedte N 51° 10' 46.46" en Oosterlengte E 5° 37' 52.17") werden berekend voor de volledige studieperiode (2006 tem. 2008). Hiervoor werd gebruik gemaakt van een applicatie op de webpagina van The Astronomical Applications Department of the U.S. Naval Observatory (www.usno.navy.mil/astronomy).

3.5.6.1 Aantal detecties overdag, 's nachts en tijdens schemeringperiodes

Met 72% van het totaal aantal werden de meeste detecties in de vistrap 's nachts (= 'echte nacht' + schemeringperiodes) gedaan. Overdag werden maar 28% van de detecties gedaan (Figuur 3.25). Om geen vertekend beeld te krijgen werd de meerval die tussen 9 april 2008 en 24 mei 2008 nagenoeg permanent en meer dan 56.000 maal werd gedetecteerd door de onderste antenne niet in deze analyse verwerkt.



Figuur 3.25: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts en overdag.

Wanneer we de periode tussen zonsonder- en zonsopgang onderverdelen in twee schemeringperiodes (ochtend- en avondschemering) en een periode van 'echte nacht' dan zien we dat er tijdens de schemeringperiodes heel wat activiteit is in de vistrap. Tijdens de ochtend- en avondschemering (omvat de burgerlijke, nautische en astronomische schemering zoals voorgesteld in figuur x) werden respectievelijk 26% en 23% van het totaal aantal detecties gedaan (Figuur 3.26).

Figuur 3.26: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag.

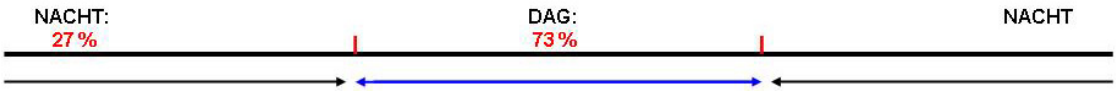
3.5.6.2 Interspecifieke variatie in 24u-activiteit

In paragraaf 3.5.6.2.1 en verder wordt per vissoort de procentuele verdeling van het totaal aantal detecties in een aantal verschillende etmaalonderverdelingen voorgesteld.

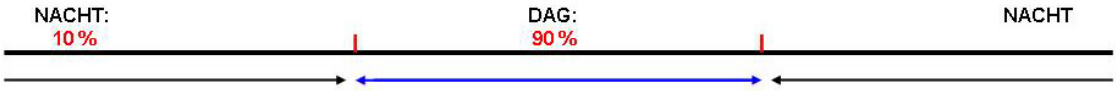
3.5.6.2.1 Dagactieve soorten

Soorten waarvan meer dan 70% van het aantal detecties overdag werden gedaan worden in dit onderzoek als dagactieve soorten bestempeld. Het betreft blankvoorn, baars en karper (Figuur 3.27).

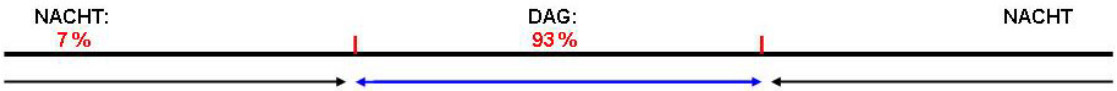
Blankvoorn



Baars



Karper



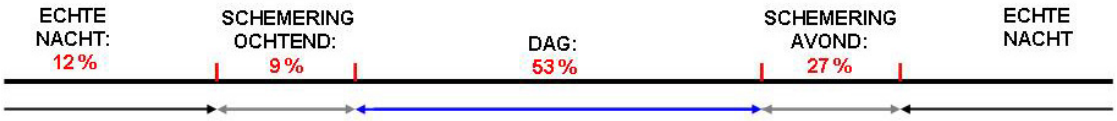
Figuur 3.27: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag van een aantal dag-actieve soorten (van boven naar onder: blankvoorn n=28, baars n=15, karper n=3).

3.5.6.2.2 Dag- en schemeractieve soorten

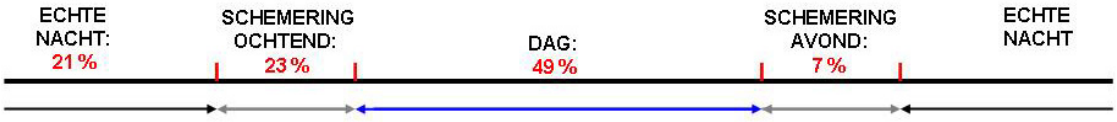
Serpeling, snoek en blankvoorn vertonen met respectievelijk 36%; 30% en 19% ook schemeractiviteit. In tegenstelling tot paling, bruine Amerikaanse dwergmeerval en kopvoorn zijn deze soorten daarnaast vooral ook dagactief (blankvoorn 73%, serpeling 53%, snoek 49%,) (Figuur 3.28).

Blankvoorn

Serpeling



Snoek



Figuur 3.28: Enkele dag- en schemeringactieve vissoorten (van boven naar onder: blankvoorn n=28, serpeling n=6, snoek n= 6).

3.5.6.2.3 Nachtactieve soorten

Soorten waarvan meer dan 70% van het aantal detecties 's nachts (tussen zonsonder- en zonsopgang = 'echte nacht' + schemeringperiodes) werden gedaan worden in dit onderzoek als nachtactieve soorten bestempeld. Het betreft paling, br. Am. dwergmeerval en kopvoorn (Figuur 3.29).

Paling

Bruine Amerikaanse dwergmeerval

Kopvoorn

Figuur 3.29: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag van een aantal nacht-actieve soorten (van boven naar onder: paling n=62, bruine Amerikaanse dwergmeerval n=50, kopvoorn n=6).

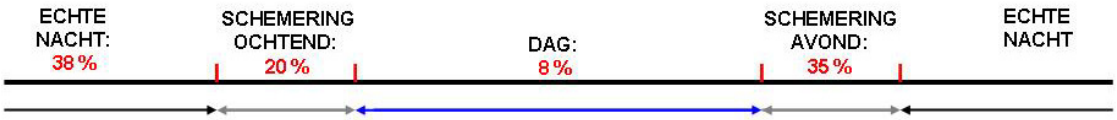
Het aantal detecties van deze nacht-actieve soorten kan verder onderverdeeld worden in schemeringactiviteit en activiteit tijdens de 'echte nacht'.

3.5.6.2.4 'Echte nacht'- en schemeractieve soorten

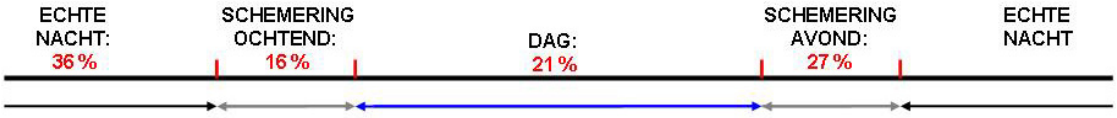
Soorten die opvallend actief zijn tijdens de schemeringperiodes betreffen paling (62%), bruine Amerikaanse dwergmeerval (55%) en kopvoorn (43%). Ook tijdens de 'echte nacht' zijn deze soorten nog vrij actief met respectievelijk 25%, 38% en 36% van de detecties (Figuur 3.30).

Paling

Bruine Amerikaanse dwergmeerval



Kopvoorn



Figuur 3.30: Enkele 'echte nacht'- en schemeringactieve vissoorten (van boven naar onder: paling n=62, bruine Amerikaanse dwergmeerval n=50, kopvoorn n=6).

4 BESPREKING

4.1 Soortensamenstelling

De Abeek bezit een waardevolle visgemeenschap. In totaal werden tijdens dit onderzoek 19 vissoorten aangetroffen (8 rheofiel, 6 eurytoop en 5 limnofiel). Zeldzame soorten betreffen kopvoorn en serpeling. Het zijn allebei stroomminnende of rheofiele soorten die in de Rode Lijst onder de categorie "zeldzaam" vermeld staan (Vandelannoote & Coeck, 1998). Tijdens dit onderzoek werd niet gericht gevist op beekprik. Visstandonderzoeken hebben echter aangetoond dat ook de zeldzame beekprik in de Abeek voorkomt (o.a. Denayer 2003; Van Thuyne & Breine, 2004). Minder gunstig is de aanwezigheid van 4 uitheemse soorten: bruine Amerikaanse dwergmeerval, blauwbandgrondel, regenboogforel en zonnebaars. Vooral de bruine Amerikaanse dwergmeerval is abundant aanwezig in de visgemeenschap van de Abeek.

4.2 Vergelijking van de resultaten tussen de verschillende onderzoeksmethodes

Het combineren van verschillende onderzoeksmethoden binnen eenzelfde onderzoek kan een meerwaarde bieden, doch de vergelijking van de resultaten dient steeds met de nodige omzichtigheid te gebeuren (vb. verschillende vangstinspanning). In het onderzoek van Verbiest et al. (2008) werd ook gebruik gemaakt van eenzelfde combinatie van onderzoekstechnieken, met name een vistrapfuik, PIT telemetrie en elektrovisserij.

4.2.1 Vistrapfuik vs. elektrovisserij

Vissoorten

Tijdens een elektrische bevissing en in de vistrapfuik werden respectievelijk in totaal 12 en 18 vissoorten aangetroffen. Opmerkelijk is dat er 7 soorten door de vistrap zwommen die niet tijdens de elektrische bevissingen werden waargenomen. Het betreft zonnebaars, giebel, kopvoorn, karper, alver, regenboogforel en blauwbandgrondel. Driedoornige stekelbaars werd enkel tijdens de elektrische bevissing gevangen. Stekelbaars kon echter niet efficiënt gevangen worden met de vistrapfuik omwille van de maaswijdte. We kunnen stellen dat nagenoeg alle vissoorten, met uitzondering van beekprik, in het stroomafwaarts pand van de Voorste Luysmolen van de vistrap gebruik hebben gemaakt.

Aantallen

Wanneer we de vangstaantallen per vissoort vergelijken dan valt op dat er aanzienlijk meer baars, serpeling, zonnebaars, giebel en kopvoorn werd gevangen in de fuik. Enkel van rietvoorn en bermpje werden meer individuen gevangen tijdens de elektrische bevissing. De elektrische vangst van behoorlijk wat rietvoorn is hoofdzakelijk te wijten aan de aanwezigheid van een school juvenielen (0+). Enkel bermpje is minder goed vertegenwoordigd in de vistrapfuik.

4.2.2 Vistrapfuik vs. PIT telemetrie

Vissoorten

De resultaten uit de vistrapfuik vertonen een aantal duidelijke overeenkomsten met de resultaten uit de telemetriestudie. Van vier soorten die dominant in de vistrapfuik aanwezig waren werden ook de meeste individuen geregistreerd op de verschillende antennes in de vistrap. Het betreft paling, bruine Am. dwergmeerval, blankvoorn en baars. Doch de meest dominante soort uit de vistrapfuik, met name riviergrondel, werd niet in de vistrap geregistreerd omdat deze soort, met uitzondering van drie exemplaren, te klein was om uit te rusten met een zendertje. Hetzelfde geldt bv. ook voor bermpje. Daar waar bij PIT telemetriestudies het lichaamsgewicht limiterend is kan het gebruik van een permanente vangconstructie extra informatie opleveren omtrent welke vissoorten, lengteklassen en levensstadia door de vistrap migreren. De maaswijdte van de permanente vangconstructie is hier uiteraard van belang. Evaluatiestudies met permanente vangconstructies (vistrapfuik) hebben aangetoond dat riviergrondel een goede indicator kan zijn voor de passeerbaarheid van visdoorgangen voor kleine vissoorten met beperkte zwemcapaciteiten. Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrappen met stortsteendrempels in de Mark in Meersel-Dreef (Baeyens et al. 2006) en in de Kleine Nete in Herentals (Buysse et al. 2006a) hebben aangetoond dat een omvangrijk deel van de riviergrondelpopulatie tijdens de voortplantingsperiode stroomopwaartse migraties uitvoert resulterend in piekvangsten in de vangconstructies. Afwezigheid van dergelijke migratiepieken tijdens evaluatiestudies van de vistrappen in Grote Gete (Tienen) (Buysse et al. 2006b) en de Zwalm (Nederzwalm) (Buysse et al. 2007) toonden een verminderde passeerbaarheid van de visdoorgangen aan.

Anderzijds moet men rekening houden met 'avoidance behaviour' bij vissen ten aanzien van net- en fuikconstructies. Onderzoek heeft aangetoond dat vb. grote marene enerzijds netconstructies visueel kunnen waarnemen en anderzijds vermoedelijk ook over een niet-visueel detectiemechanisme beschikken, onafhankelijk van de turbiditeit en lichtintensiteit (Lunneryd et al. 2002). Mogelijks wordt een deel van de migrerende populatie afgeschrikt door de fuik. Verbiest et al. (2008) vermeld dat een 'donkere wand effect' mogelijks tot avoidance behaviour kan leiden. Donkere wanden worden veroorzaakt door vegetatie en debris dat zich tegen de fuikwand ophoopt. Anderzijds wordt aangenomen dat vissen graag donkere zones zoals holle oevers of overwelvingen opzoeken. Verder individueel en experimenteel gedragsonderzoek is bijgevolg noodzakelijk.

Bij PIT telemetrie wordt het natuurlijk gedrag van vissen niet verstoord en worden de gezenderde vissen niet afgeschrikt door een vangconstructie. De bovenste antenne bevond zich immers op de voorlaatste drempel, de vangconstructie op de meest stroomopwaartse drempel.

Aantallen

Met een stijgende watertemperatuur neemt het aantal vissen in de vistrapfuik toe evenals het aantal detecties op de antennes. Externe factoren zoals een gevoelige stijging van de watertemperatuur beïnvloeden bij verschillende vissoorten de interne productie van o.a. hormonen. Met name karperachtigen zoals bv. riviergrondel, blankvoorn, kopvoorn, enz. voeren dan stroomopwaarts gerichte migraties uit in functie van de voortplanting. Andere soorten zoals bv. paling vertonen een duidelijk verhoogde mobiliteit in de zomermaanden.

4.3 Efficiëntie van de vistrap

De 'attractiviteit' en 'passeerbaarheid' bepalen samen de efficiëntie van een visdoorgang.

4.3.1 Attractiviteit van de vistrap

De V-vormige bekkenvistrap, geplaatst in een bypass rond de Voorste Luysmolen, is **attractief** als de vistrap het vermogen heeft om vissen aan te trekken tot de ingang. Het totale debiet van de Abeek wordt (nagenoeg) permanent door de vistrap geleid waardoor een optimale attractiviteit wordt gerealiseerd. Wanneer het molenrad operatief is of in uitzonderlijke omstandigheden van sterk verhoogde afvoer (piekdebiet) dan wordt er ook water afgevoerd via de stuw langs het watermolenrad. Deze lokstroom kan vissen afleiden naar de watermolen waar geen verdere doorgang mogelijk is. In de periode 2006 tem. 2007 traden debieten hoger dan 1,5 m^3s^{-1} op met een relatieve frequentie van 1%. Als we rekening houden met het feit dat de molen één maal per maand actief is dan betekent dit dat er gedurende diezelfde periode (2006 tem. 2007) in ongeveer 3% van de dagen eventueel een probleem voor stroomopwaartse vismigratie kon optreden.

4.3.2 Passeerbaarheid van de vistrap

De bypass heeft een totale lengte van ongeveer 190m terwijl de vistrap zelf een lengte heeft van ongeveer 112m. De V-vormige houten drempels of overlaten zijn gemiddeld ongeveer 10,2m van elkaar verwijderd.

De passeerbaarheid van de vistrap heeft te maken met het gemak waarmee vissen de 10 bekkens en 11 drempels nemen eenmaal als ze de ingang gevonden hebben. De passeerbaarheid hangt dus af van de aanwezige hoogteverschillen, stroomsnelheden, turbulentie, waterdiepte en stromingspatronen in de vistrap. De vlotheid van passage hangt uiteraard ook af van de leeftijd (levensstadium) en conditie van de vis.

Waterdiepte

De bekkens van de vistrap moeten vissen in staat stellen hun sprintsnelheid te ontwikkelen (indien nodig in combinatie met het uitvoeren van een sprong). Daarom vraagt een bekkenvistrap met houten V-vormige overlaten relatief veel diepte zodat vissen zich voldoende kunnen afzetten. De opgemeten waterdiepte in de 10 bekkens bleek overal ruim voldoende en varieert tussen 80 en 140cm.

Stromingspatronen en energiedemping

Belangrijk is dat de stroomsnelheden in de bypass rond de molen overwegend de kritische stroomsnelheid van 1ms^{-1} niet overstijgen. De V-vormige drempels zorgen ervoor dat de Abeek aan de zijkanten geremd wordt. Dit heeft een gunstig effect op de diversiteit van het stromingspatroon (Kroes & Monden, 2005). De spreiding van de in totaal 11 drempels over de 112m lange vistrap zorgt voor een goede energiedemping. Bovendien werd het laagste punt van de houten V-vormige drempels alternerend links-rechts geplaatst waardoor een meanderende hoofdstroom in de vistrap gecreëerd wordt. De meanderende hoofdstroom wordt in sommige bekkens zelfs tot tegen de oever geleid waardoor extra energiedemping optreedt.

Figuur 4.1: Links-rechts alternerende V-vormige drempels zorgen voor een meanderend stromingspatroon in de bekkenvistrap.

Ongeveer halverwege de vistrap bevindt zich een bekken met een lengte van ongeveer 20m dat eventueel geschikt is als rustbekken voor vissen.

Doorzwemzone en doorzwemhoogte

De 'doorzwemzone boven een drempel' is per definitie dat deel van de drempel dat voldoende watervoerend is om vlotte doorgang van vissen te garanderen. Een goede doorzwemzone gaat gepaard met een goede doorzwemhoogte. Met waterhoogte bedoelen we de hoogte van de waterkolom boven de drempel. Doordat het volledige debiet langs de vistrap wordt geleid wordt steeds een goede doorzwemzone en doorzwemhoogte bekomen boven de drempels. Daardoor blijven hinderlijke luchtkamers ook beperkt tot de uiteinden van de drempels (Figuur 4.2).

Figuur 4.2: Aanduiding van de doorzwemzone (↔) en zones met luchtkamers (↔) boven een V-vormige drempel in de vistrap.

Hoogteverschillen vs. stroomsnelheden

Voor het ontwerp van een bekkendoorgang zijn de zwemprestaties van de zwakste vis maatgevend. Vaak zijn dit de kleinere benthische of bodemsoorten. Niettegenstaande zij vaak over het hoofd gezien worden maken deze soorten een belangrijke component uit van de visgemeenschap. Zwakkere zwemmers als bermpje en riviergrondel kunnen ook voor de Abeek als doelsoorten worden beschouwd. Bij deze soorten passen stroomsnelheden van 0,3-0.5 ms^{-1} (Kroes & Monden, 2005).

Stroomsnelheden boven de drempels werden opgemeten op 4/12/2007 bij een licht verhoogd debiet op 5 verschillende punten boven elke drempel. Niettegenstaande de doorzwemzone breder is dan enkel het diepste punt (V3) van de V-vormige overlaat, zoals geschetst in Figuur 4.2, wordt in deze bespreking aangenomen dat de meeste vissen via het diepste punt vanuit het ene bekken naar het andere zwemmen. Stroomsnelheden die in het diepste punt van de V-vormige overlaten werden opgemeten variëren tussen 0,43 en 1,38 ms^{-1}. De laagste stroomsnelheid werd opgemeten t.h.v. de meest stroomafwaartse drempel. Verhoogde afvoeren hebben een verhoogde waterstand in het pand van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap tot gevolg. Onder deze omstandigheden komt de onderste drempel bijna verdronken te liggen waardoor er nauwelijks een verval op te meten viel en bijgevolg de stroomsnelheden over deze drempel lager waren. Eenzelfde bijna verdronken tot volledig verdronken toestand treedt ook op wanneer vegetatie in de beek voor opstuwing zorgt (+/- april tem. september).

Technische aanpassingen

Ter hoogte van de meest stroomafwaartse drempel ontstond er onder bepaalde omstandigheden een verval dat groter was dan de 15cm die vooropgesteld wordt bij het ontwerp van V-vormige bekkenvistrappen. In combinatie met beekinrichtingswerken (2008) en sanering van het stroomopwaarts vismigratieknelpunt t.h.v. de Clootsmolen bracht VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer, na afloop van deze evaluatiestudie, twee extra stortsteendrempels aan in de bedding van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap ter bevordering van stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van deze onderste drempel. Na uitvoering van deze aanpassingswerken werden de stroomsnelheden ter hoogte van de V-vormige drempels opnieuw opgemeten alsook het verval over de verschillende drempels (zie Tabel 3.7). De gemeten vervallen over de drempels variëren tussen nul en 15 centimeter. Het theoretisch maximaal toelaatbare verval wordt bijgevolg nergens overschreden. Stroomsnelheden die in het diepste punt van de V-vormige overlaten worden opgemeten variëren tussen 0,22 en 1,24 ms^{-1}. De laagste stroomsnelheden werden opgemeten t.h.v. de onderste drempel die mede door de extra stortsteendrempels en aanwezige vegetatie verdronken lag. Aangezien er geen verval werd opgemeten op 26/06/2009 mag aangenomen worden dat het verval in de winter niet groter zal worden dan 15 centimeter zodat er ook in een vegetatieloze toestand vismigratie mogelijk blijft.

Niettegenstaande bij het ontwerp van deze V-vormige bekkenvistrap stroomsnelheden vooropgesteld werden van maximum 1 ms^{-1} en de opgemeten vervallen nergens groter zijn dan 15 centimeter worden in de punt van een drietal V-vormige overlaten stroomsnelheden opgemeten hoger dan 1 ms^{-1}. De vangst van juveniele vissen maar ook van bermpjes en riviergrondels suggereert echter dat de houten V-vormige drempels van de vistrap toch passeerbaar zijn voor op zijn minst een deel van de visgemeenschap die over beperkte(re) zwemcapaciteiten beschikt. Er blijven op die drempels ook steeds doorzwemzones met stroomsnelheden kleiner dan 1 ms^{-1} zodat ook minder goede zwemmers steeds een zone vinden om de drempel te passeren. Ook Knaepkens et al. (2007) trachtten via een merk-hervangststudie een inschatting te maken van de passeerbaarheid van een bekkenvistrap in de Daelemansloop (zijbeek van de Kleine Nete) voor kleine bodemvissen zoals riviergrondel, bermpje, kleine modderkruiper en rivierdonderpad. Niettegenstaande ook zij stroomsnelheden opmaten die de kritische zwemsnelheden van de onderzochte soorten overtroffen, met name stroomsnelheden die varieerden van 0,5 to 1,22 ms^{-1}, slaagde een deel van de gemerkte visgemeenschap (18% bermpjes, 7% riviergrondels en 2% kleine modderkruipers) erin om de vistrap in stroomopwaartse richting te passeren. Beide studies suggereren dat een bekkenvistrap een efficiënte mitigerende maatregel is voor herstel van stroomopwaartse dispersie/migratie van juveniele vissen en kleine bodemsoorten. Geavanceerde technieken die in de toekomst misschien zullen toelaten om nog kleinere individuen te bestuderen (bvb. met de ontwikkeling van kleinere PIT tags) kunnen bijkomende informatie opleveren.

Indien de houten drempels in de toekomst onderhoud vragen dan kan er voor geopteerd worden om de houten drempels aan te storten met stenen. Een steenbestorting die tegen de houten drempels oploopt verhoogt, zoals hierboven besproken, de passagekansen van bodemvissen en minder goede zwemmers. Vergelijking van de vangsten in de fuik met de resultaten van de elektrische bevissing suggereren dat bermpjes van deze maatregel zouden kunnen profiteren. De bouw van stortsteendrempels kan in combinatie met de uitgevoerde beekinrichtingswerken en sanering van het stroomopwaarts vismigratieknelpunt t.h.v. de Clootsmolen bovendien een positieve invloed hebben op de verspreiding van beekprik in de Abeek. Visbestandopnames door o.a. Denayer (2003) tonen dat beekprik niet in alle verstuwde panden van de Abeek voorkomen. Niettegenstaande beekprik het grootste deel van z'n leven als larve ingegraven in het sediment leeft ondernemen adulte beekprikken bij het naderen van de paaiperiode, vaak in grote aantallen, aanzienlijke stroomopwaartse migraties op zoek naar geschikte paaiplaatsen (Hardisty & Potter, 1971; Maitland, 2003).

Aanpassingen: houten vs. stenen drempel

Ruwe stenen drempels bieden voor de minder goede zwemmers uit de visgemeenschap vermoedelijk meer kansen om stroomopwaarts te migreren dan houten drempels. Kenmerkend voor stenen drempels zijn immers de rijen grote zetstenen waartussen of waarover vissen kunnen migreren. Het stromingspatroon boven een ruwe stortstenen drempel is meer divers dan boven een gladde houten drempel. Dit biedt meer mogelijkheden voor typische bodemsoorten zoals bermpje en riviergrondel alsook voor minder sterke zwemmers zoals juveniele visjes. Daarenboven is de doorzwemzone van een 'ruwe' stenen V-vormige drempel meestal groter dan van een 'gladde' houten V-vormige drempel waar de doorzwemzone vaker beperkt is tot de diepste punt van de overlaat.

Een voorbeeld van een goed functionerende bekkenvistrap met stenen drempels (en met verticale sleuven) vinden we terug in de Kleine Nete in Herentals. Evaluatie van deze vistrap toonde aan dat heel wat juveniele vissen van verschillende soorten, alsook bodemvissen (vb. 717 riviergrondels in één week) en zelfs bodemkruipende organismen (vb. enkele rivierkreeftjes) van de vistrap gebruik maakten.

Figuur 4.3: Stenen drempel in een bekkenvistrap in de Kleine Nete in Herentals. De doorzwemzone (↔) beslaat de volledig breedte van de drempel en luchtkamers zijn afwezig.

Aanpassingen in het beheer

Het volledige debiet wordt nagenoeg steeds door de bypass gestuurd waardoor de vistrap optimaal kan functioneren. Enkel tijdens uitzonderlijke piekdebieten of molenactiviteiten (1 x per maand) kunnen vissen afgeleid worden tot onder de stuw naast het molenrad. Aanpassingen in het beheer zijn niet noodzakelijk.

4.4 PIT telemetrie

4.4.1 Detectie-efficiëntie

Gedurende de volledige studieperiode werd steeds getracht om de antennes zo goed mogelijk af te stellen of 'tunen', en waar nodig bij te stellen, zodat de detectie-efficiëntie steeds zo groot mogelijk was. Om een goede detectie-efficiëntie te bekomen is het immers belangrijk dat de antennes alle vissen detecteren. 'Holes' of gaten in het magnetisch veld van de antenne moeten vermeden worden. PIT tags die ter hoogte van een hole passeren worden niet opgeladen en kunnen bijgevolg hun code niet verzenden. Holes werden opgespoord door op geregelde tijdstippen controles uit te voeren met zowel een grote (32mm) als een kleine (23mm) test-tag die op een makkelijk hanteerbare stok waren gemonteerd.

Er moet opgemerkt worden dat, ondanks dat een antenne perfect afgesteld of 'getuned' is de detectie-efficiëntie minder dan 100% kan bedragen. Detectie hangt af van de oriëntatie van de PIT tag ten opzichte van de antenne. PIT tags die per ongeluk verkeerd werden ingeplant in de buikholte of die verschuiven in de buikholte gedurende de groei van vissen kunnen de detectie-efficiëntie negatief beïnvloeden. De hoek waaronder een vis door de antenne zwemt heeft daarenboven ook een invloed op de detectie-efficiëntie.

Om een idee te hebben van de detectie-efficiëntie van de antennes werd geanalyseerd of alle individuen die in de fuik werden gevangen en reeds een PIT tag hadden (= vissen die eerder al gezenderd werden in de fuik of vissen die gezenderd werden tijdens de elektrische bevissingen) ook daadwerkelijk werden opgemerkt door de meest stroomopwaartse antenne in de vistrap. In totaal werden 10 reeds gezenderde vissen hervangen. Van deze 10 vissen werden er negen ook daadwerkelijk gedetecteerd door de bovenste antenne voordat ze in de vistrapfuik zwommen. Voor de bovenste antenne werd bijgevolg een detectie-efficiëntie berekend van 90%. De paling die niet werd gedetecteerd werd nadien wel nog meermaals op zowel de onderste als de bovenste antenne gedetecteerd.

Op basis van de berekende detectie-efficiëntie, de regelmatige controles met de test-tags en de talrijke detecties van gezenderde vissen kunnen we stellen dat het Oregon RFID PIT detectiesysteem een geschikte en betrouwbare onderzoekstechniek is voor het bestuderen van migratiebewegingen en evalueren van vismigratiefaciliteiten. Ook Stuart et al. (2008), Verbiest et al. (2008), Calles & Greenberg (2007), Knaepkens et al. (2007), Aarestrup et al. (2003), Lucas et al. (1999) en Castro-Santos et al. (1996) maakten gebruik van PIT telemetrie ter evaluatie van visdoorgangen.

4.4.2 Aantal registraties/detecties in de vistrap

In iets meer dan twee jaar tijd (17 april 2006 tem. 26 mei 2008) werden in totaal 80.865 detecties gedaan door de drie antennes in de vistrap. Van de 497 vissen werden er 185 (37%) één- of meermaals geregistreerd door één of meerdere antennes in de vistrap. Op de onderste en bovenste antenne werden respectievelijk 77% en 21% van de registraties gedaan. De middelste antenne, die ongeveer zeven maanden minder lang operationeel was, was goed voor 3% van het totaal aantal registraties.

De 80.865 detecties kunnen echter niet allemaal geïnterpreteerd worden als activiteit van vissen in de vistrap of als migratiebewegingen van vissen die succesvol door de vistrap zwommen. Wanneer een vis zich toevallig 'parkeert' boven een antenne of in het magnetisch veld van een antenne dan wordt de code van zo een individu continu geregistreerd en opgeslagen. Het Oregon RFID-programma biedt echter de mogelijkheid om continue

detecties van een geparkeerde vis te beperken. Via de 'Parked-Tag-Interval'-instelling kan de onderzoeker zelf bepalen om de hoeveel tijd een detectie van een permanent geparkeerde vis moet worden opgeslagen. In dit onderzoek werd dit interval ingesteld op vijf seconden. Dit betekent dat slechts om de vijf seconden een detectie wordt opgeslagen wanneer een vis zich permanent in het magnetisch veld van één van de antennes bevindt. Tijdens dit onderzoek hebben een beperkt aantal vissen (#12) zich vaak in of in de nabijheid van een antenne 'geparkeerd' waardoor ze veelvuldig gedetecteerd werden (Tabel 4.1).

In dit onderzoek werden de dagen waarbij vissen meer dan 100 maal geregistreerd werden beschouwd als 'dagen met geparkeerde individuen'.

Geparkeerd op de onderste antenne

Vier vissen parkeerden zich in totaal tijdens 27 dagen in het magnetisch veld van de onderste antenne. Het betrof twee kopvoorns, één bruine Am. dwergmeerval en één paling die samen 57.975 registraties veroorzaakten. Een opvallend voorbeeld betreft een meerval die tussen april en mei 2008 nagenoeg permanent t.h.v. de uitstroom van de vistrap verbleef en daardoor meer dan 56.000 maal werd gedetecteerd. Hierbij werd het Parked-Tag-Interval dat op vijf seconden werd ingesteld niet steeds gerespecteerd. Dit verklaart mede ook het hoge detectiepercentage van de onderste antenne (77%) en doet vermoeden dat dit dier zich vaak op de rand van het magnetisch veld bevond (zie verder: *).

Geparkeerd op de bovenste antenne

Op de bovenste antenne parkeerden zich tijdens 32 verschillende dagen acht vissen. Het betrof één baars en zeven palingen die samen in totaal 6.785 detecties veroorzaakten.

Geen enkele vis parkeerde zich op de middelste antenne.

Juiste interpretatie van het aantal detecties

Door de overvloed aan registraties van geparkeerde vissen uit de databank te filteren wordt een gecorrigeerd aantal bekomen, met name 16.164 detecties. Tijdens de 59 dagen dat door een vis meer dan 100 detecties werden gedaan werd slechts één detectie per dag toegevoegd aan het gecorrigeerde eindtotaal (= plus 59 detecties).

Tabel 4.1: Overzicht van het aantal detecties t.h.v. de verschillende antennes en het gecorrigeerde aantal detecties na wegfilteren van overvloedige registraties door permanent geparkeerde vissen.

Antenne	Totaal aantal detecties	Aantal geparkeerde vissen	Aantal dagen met geparkeerde vissen	Aantal detecties door geparkeerde vissen	Totaal aantal detecties: gecorrigeerd	Percentage detecties: gecorrigeerd
Onderste	61.901	4	27	57.975	3.953	25%
Middelste	2.331	0	0	0	2.331	14%
Bovenste	16.633	8	32	6.785	9.880	61%
Totalen	**80.865**	**12**	**59**	**64.760**	**16.164**	**n.v.t.**

* Via dit onderzoek werd aangetoond dat de 'Parked-Tag-Interval'-instelling van de Oregon RFID reader niet steeds doeltreffend is. Dit gebeurt vermoedelijk wanneer een gezenderde vis zich op de rand van het magnetisch veld van een antenne bevindt. Dit konden we

besluiten uit de veelvuldige detecties die werden opgeslagen van een aantal vissen zonder dat het Parked-Time-Interval van vijf seconden werd gerespecteerd. Vermoedelijk is de omvang van het magnetisch veld variabel. Wanneer een vis zich op de rand van het variabel magnetisch veld parkeert dan wordt dit door het registratiesysteem geïnterpreteerd alsof de vis zich dan weer wel en dan weer niet in het veld bevindt. Met andere woorden het systeem interpreteert dit als een vis die continu in en uit het veld zwemt terwijl het vermoedelijk het veld is dat variabel is.

Relatie tussen het aanbod aan gezenderde vissen en het aantal detecties

Omdat er opwaarts van de vistrap dubbel zoveel vissen met een zender uitgerust werden, respectievelijk 332 opwaarts t.o.v. 165 afwaarts, is het niet verwonderlijk dat er meer individuen geregistreerd werden op de bovenste antenne, met name 154 t.o.v. 133. Op de bovenste en onderste antenne werden respectievelijk 61% en 25% van de 'gecorrigeerde' registraties gedaan (Tabel 4.1). De middelste antenne, die ongeveer zeven maanden minder lang operationeel was, was goed voor 72 geregistreerde individuen en 14% van het totaal aantal detecties.

Aantal soorten geregistreerd in de vistrap

In de vistrap werden 12 van de 15 gezenderde vissoorten geregistreerd. Het betreft bruine Amerikaanse dwergmeerval, paling, baars, kopvoorn, blankvoorn, snoek, karper, serpeling, zeelt, giebel en kwabaal. De verklaring voor de afwezigheid van de drie overige soorten in de vistrap kan gevonden worden in het feit dat er van deze soorten slechts een heel beperkt aantal individuen gemerkt werden, met name zonnebaars (#7), riviergrondel (#3) en regenboogforel (#1).

Passeerbaarheid van de vistrap

Stroomop- en stroomafwaartse migratie

Van de 12 vissoorten die in de vistrap werden gedetecteerd konden er, ongeacht de zwemrichting, van 11 soorten zwembewegingen geregistreerd worden over de volledige lengte van de vistrap (d.w.z. vissen die zowel op de onderste als de bovenste antenne werden gedetecteerd).

Tien soorten bereikten via de vistrap het stroomopwaarts pand, het betreft paling, br. Am. dwergmeerval, blankvoorn, baars, kopvoorn, karper, serpeling, rietvoorn, snoek en zeelt. Dit is op het eerste zicht enigszins opvallend omdat de oorspronkelijke pool aan gezenderde vissen stroomafwaarts van de vistrap slechts uit 8 soorten bestond zonder kopvoorn, serpeling en karper. De verklaring is echter eenvoudig aangezien de stroomafwaartse pool aan gezenderde vissoorten werd aangevuld met soorten die stroomafwaarts door de vistrap zwommen. Stroomafwaartse migraties werden dan ook voor tien soorten geregistreerd. Met uitzondering van rietvoorn, waarvan geen stroomafwaartse bewegingen werden geregistreerd, betreft het dezelfde soorten die in stroomopwaartse richting door de vistrap zwommen aangevuld met giebel.

In totaal bereikten 72 vissen met een PIT tag het stroomopwaarts en 91 vissen het stroomafwaarts pand. Hiervan maakten 55 vissen ook minstens één maal deze beweging in omgekeerde richting. Ook hier geldt dezelfde opmerking: omdat er opwaarts van de vistrap dubbel zoveel vissen met een zender uitgerust werden, respectievelijk 332 opwaarts t.o.v. 165 afwaarts, is het niet verwonderlijk dat er meer stroomafwaartse dan stroomopwaartse migraties door de vistrap geregistreerd werden. De stroomafwaartse bewegingen kunnen ook ten dele verklaard worden doordat een behoorlijk aantal vissen getagd werden afkomstig uit

de fuik (bvb. tijdens de stroomopwaartse paaimigratie van blankvoorn en br. Am. dwergmeerval). Na de paaiperiode zwemmen deze vissen terug naar het stroomafwaartse pand (= 'homing').

Van paling werden de meeste stroomop- en stroomafwaartse bewegingen vastgesteld, respectievelijk van 25 en 30 individuen, gevolgd door br. Am. dwergmeerval en blankvoorn.

De PIT registraties op achtereenvolgens de onderste en bovenste antenne en vice versa tonen aan dat de vistrap goed passeerbaar is zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting.

Tijdsduur van stroomop- en stroomafwaartse migratie door de vistrap

Bij elke unieke detectie van een vis op een antenne wordt het tijdstip geregistreerd. Via deze tijdsregistratie kunnen we berekenen in hoeveel tijd vissen door de vistrap zwemmen in stroomop- en stroomafwaartse richting. Deze passagetijden zijn indicatief voor de passeerbaarheid maar bij de interpretatie ervan dient wel rekening gehouden te worden met 'individuele variatie' tussen vissen. In de paaiperiode gaan vissen op zoek naar geschikte paaiplaatsen die stroomop- of stroomafwaarts van de vistrap gesitueerd kunnen zijn. In deze periode zijn vissen gemotiveerder om vistrappen snel te passeren. Voor andere vissoorten kan de vistrap gebruikt worden als verblijfplaats (vb. omwille van zijn attractieve en diverse stromingspatroon) en/of als foerageerhabitat. Bij vissen die de vistrap als habitat gebruiken kan er heel wat tijd verstrijken tussen detecties op verschillende antennes.

De tijdsregistraties tonen dat 'gemotiveerde' vissen geen oponthoud ondervinden door de vistrap en dat de vistrap voor deze dieren goed en snel passeerbaar is. De vis die het snelst de 112m lange vistrap met 11 V-vormige drempels in stroomopwaartse richting doorzwom was een paling, met name in 10min en 32sec. Ook een karper, kopvoorn, blankvoorn en baars zwommen door de vistrap in stroomopwaartse richting in minder dan 30 min. Een serpeling en br. Am. dwergmeerval migreerden in minder dan 1u stroomopwaarts door de vistrap. De vis die het snelst de vistrap in stroomafwaartse richting doorzwom was een kopvoorn, met name in 4min en 45sec. Ook een paling, br. Am. Dwergmeerval, giebel, karper, serpeling zwommen in minder dan 30min in stroomafwaartse richting door de vistrap. Een zeelt en een blankvoorn migreerden in minder dan 1u stroomafwaarts door de vistrap.

Dit onderzoek toont dat de vistrap goed passeerbaar is voor de gemotiveerde individuen uit de populaties. Daarnaast zijn er vermoedelijk ook dieren binnen de populatie die hun levenscyclus voltooien binnen hetzelfde stuwpand van de Abeek en bijgevolg niet gemotiveerd zijn om de vistrap te doorzwemmen. Dit verschil in individuele variatie binnen een populatie werd ook beschreven in radio-telemetrie studies voor o.a. kopvoorn (Coeck et al. 2000; Buysse et al. 2006c), blankvoorn (Geeraerts et al. 2007), winde (Winter & Fredrich 2003), karper (Jones & Stuart 2008), e.a. ….

Anderzijds zijn er mogelijks individuen die wel gemotiveerd zijn om het stroomop- of stroomafwaartse pand van de vistrap te bereiken maar afgeschrikt worden door de vistrap en bijgevolg nooit gedetecteerd worden door de onderste of bovenste antenne. De uitdaging bestaat erin om in de toekomst antennes te bouwen in de rivier stroomop- en stroomafwaarts van de visdoorgang zodat het volledige aanbod aan vissen dat de vistrap benadert kan geregistreerd worden. Op deze manier kan een beter inzicht verkregen worden in de variaties in migratiegedrag (motivatie, fitness, 'avoidance behaviour', …) ?

Attractiviteit van de vistrap

De vistrap bezit voor een aantal individuen en soorten een grote attractiviteit. Ter hoogte van de V-vormige drempels in de bekkenvistrap worden kleine stroomversnellingen gecreëerd die het monotone stromingspatroon van de Abeek doorbreken. Doordat het laagste punt van de houten V-vormige drempels alternerend links-rechts geplaatst werd wordt bovendien een meanderende stroom in de vistrap gecreëerd (Figuur 4.1).

Door het plaatselijk diversifiëren van het stromingspatroon wordt extra habitat gecreëerd dat aantrekkelijk is voor een aantal (stroomminnende) soorten. Deze aantrekkingskracht wordt bevestigd door het hoge aantal detecties dat voor een aantal gezenderde kopvoorns werd gedaan. Zes van de acht gezenderde kopvoorns werden in de vistrap geregistreerd en zorgden daarbij voor bijna 2500 detecties. De stroomminnende kopvoorns (obligaat rheofiel) verblijven vermoedelijk graag in de stroomversnellingen afwaarts van de verschillende drempels. De verhoogde attractiviteit vergroot de kans dat een aantal soorten zich 'parkeren' in de vistrap of ter hoogte van de in- en uitstroom. Eén paling verbleef gedurende welbepaalde periodes in 2006 en 2007 langdurig t.h.v. de bovenste antenne en werd daardoor meer dan 6.000 maal geregistreerd.

Activiteitspatronen in de vistrap

Interannueel

Vergelijking van het aantal gedetecteerde vissen in de vistrap tussen 2006 en 2007 toont dat er een afname is. Deze dalende trend lijkt zich ook in 2008 verder te zetten tem. het einde van de studieperiode. Deze afname is vooral opvallend voor baars (# getagd: 44) en br. Am. dwergmeerval (# getagd: 108). Van juni tem. oktober 2006 werden dagelijks 1 tot 6 baarzen in de vistrap gedetecteerd. In dezelfde periode in 2007 is baars volledig afwezig in de vistrap. Van april tem. september 2006 worden wekelijks 1 tot 9 br. Am. dwergmeervallen in de vistrap geregistreerd. In 2007 blijven de aantallen beperkt tot maximum 3 individuen. Natuurlijke mortaliteit en predatie door vogels en piscivore vissen (snoek, baars, paling) kunnen een verklaring vormen voor de afname aan gezenderde vissen in de vistrap. Onderstaande foto toont de vondst van twee PIT tags in een braakbal van een blauwe reiger in maart 2009.

Figuur 4.4: Braakbal van een blauwe reiger met daarin 2 PIT tags.

In tegenstelling tot baars en dwergmeerval was de terugval in het aantal palingen (# getagd: 161) in de vistrap beperkt. Ook in 2007 worden nog behoorlijk veel palingen in de vistrap gedetecteerd. Op het einde van de onderzoeksperiode, in mei 2008, werden nog bijna dagelijks 1 tot 6 palingen geregistreerd. Dat paling door de jaren heen goed vertegenwoordigd blijft in de vistrap heeft te maken met het feit dat ze omwille van hun lichaamsgrootte en hun sterkte minder gepredeerd worden door vogels en andere piscivore vissen. Bovendien is het een langlevende soort die in grote aantallen in de Abeek aanwezig is waardoor in vergelijking met de andere soorten veel meer individuen getagd konden worden.

Seizoenaal

Het aantal vissen en detecties in de vistrap vertoont een duidelijk seizoenaal patroon. Met een stijgende watertemperatuur stijgt ook het aantal vissen in de vistrap en het aantal detecties op de drie antennes. De meeste activiteit in de vistrap wordt genoteerd vanaf april tem. september/oktober bij een watertemperatuur van 10°C of meer. Soorten bij wie in deze periode een duidelijk verhoogde mobiliteit kon vastgesteld worden betreffen paling, blankvoorn, br. Am. dwergmeerval, baars en in mindere mate ook kopvoorn. In de wintermaanden worden deze soorten weinig gedetecteerd. Van de overige soorten werden te weinig detecties gedaan om duidelijke seizoenale patronen te kunnen onderscheiden.

De verhoogde activiteit in de vistrap staat rechtstreeks in verband met de verhoogde mobiliteit van vissen bij een hogere watertemperatuur. Anderzijds voeren de meeste vissoorten uit de Abeek hun paaimigratie uit vanaf maart/april tem. mei/juni wat de verhoogde activiteit mede verklaart. Met uitzondering van een beperkt aantal soorten (vb. kwabaal) zijn de meeste soorten tijdens de koudere (winter-) maanden minder mobiel en houden ze zich schuil ter hoogte van hun overwinteringshabitat.

24 uur

Door de tijdsregistratie bij elke detectie kunnen we nagaan wanneer de gezenderde vissen binnen een etmaal actief zijn in de vistrap. Onderverdeling van de volledige onderzoeksperiode in dag en nacht toont dat meer dan 70% van het totaal aantal detecties 's nachts worden gedaan (= tussen zonsonder- en zonsopgang).

Wanneer we de periode tussen zondonder- en zonsopgang verder onderverdelen in twee schemeringperiodes (ochtend- en avondschemering) en een periode van echte nacht dan zien we dat er ook tijdens de schemeringperiodes heel wat activiteit is in de vistrap. Daar waar de procentuele verdeling van het aantal detecties tussen dag en nacht suggereert dat de activiteit in de vistrap vooral 's nachts het hoogst is, toont de verdere opsplitsing van een etmaal in 'echte nacht', 'ochtendschemering', 'dag' en 'avondschemering' dat er gedurende deze vier periodes een vergelijkbare activiteit is in de vistrap, met name respectievelijk 22%; 26%; 28% en 23%.

Wanneer we de detecties per vissoort analyseren zien we echter dat er heel wat interspecifieke variatie is. Een aantal soorten worden vooral overdag gedetecteerd terwijl andere soorten vooral tijdens de schemering en/of 'echte nacht' actief worden. Niettegenstaande van een aantal soorten slechts een beperkt aantal individuen geregistreerd werden kunnen we een aantal soorten met de nodige voorzichtigheid classificeren als zijnde vooral dag-, schemer- en/of nachtactief. Dagactieve soorten betreffen blankvoorn, baars en karper terwijl paling, br. Am. dwergmeerval en kopvoorn schemer- en nachtactieve soorten zijn. Een aantal soorten die vooral dagactief zijn vertonen ook nog behoorlijk wat activiteit tijdens de schemeringperiodes en in beperkte mate tijdens de echte nacht, het betreft blankvoorn, serpeling en snoek.

5 BESLUIT

De evaluatie van de vistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek met behulp van elkaar aanvullende onderzoekstechnieken (elektrovisserij, fuikvangsten en PIT telemetrie) geeft een goed beeld van de efficiëntie en het gebruik van de vistrap.

Tijdens dit onderzoek werden met een elektrisch visapparaat in het pand stroomafwaarts van de vistrap slechts 12 soorten gevangen. Op basis van de vangsten in de vistrapfuik kunnen we echter stellen dat minstens 18 vissoorten van de vistrap gebruik maken om stroomopwaarts te migreren. Het betreft zowel grotere als kleinere vissoorten (en lengteklassen/levensstadia) met goede en minder goede zwemcapaciteiten zoals alver, baars, bermpje, blankvoorn, blauwbandgrondel, bruine Amerikaanse dwergmeerval, giebel, karper, kopvoorn, paling, pos, regenboogforel, rietvoorn, riviergrondel, serpeling, snoek, zeelt en zonnebaars. Stroomafwaartse vismigratie door vistrappen is, o.a. om praktische redenen, veel moeilijker te bestuderen en daardoor veel minder goed gekend. Via PIT telemetrie konden we de stroomop- én stroomafwaartse migratie van 10 vissoorten door de vistrap vaststellen. Enkel over de twee kleinste vissoorten, driedoornige stekelbaars en beekprik, konden geen gegevens verzameld worden. Deze soorten konden niet efficiënt gevangen worden met de vistrapfuik en waren evenmin geschikt voor PIT telemetrie. In de marge van dit onderzoek en op basis van literatuuronderzoek kunnen we stellen dat de Abeek een waardevolle visgemeenschap bezit die bestaat uit een 20-tal soorten.

Efficiëntie van de vistrap

Het totale debiet van de Abeek wordt door de vistrap geleid waardoor een optimale attractiviteit wordt gerealiseerd (hoofdstroom = lokstroom) zowel voor stroomop- als stroomafwaartse migratie.

De passeerbaarheid van de vistrap hangt af van de aanwezige hoogteverschillen, stroomsnelheden, turbulentie, waterdieptes, doorzwemzones, doorzwemhoogtes en stromingspatronen in de vistrap. De vistrap scoort goed op de meeste van deze parameters. Doordat het volledige debiet langs de vistrap wordt geleid wordt steeds een goede doorzwemzone en doorzwemhoogte bekomen boven de drempels. De waterdiepte in de 10 bekkens is overal ruim voldoende en varieert tussen 80 en 140cm. De spreiding van de in totaal 11 drempels over de 112m lange vistrap zorgt voor een goede energiedemping. Bovendien werd het laagste punt van de houten V-vormige drempels alternerend links-rechts geplaatst waardoor een meanderende hoofdstroom in de vistrap gecreëerd wordt. De hoofdstroom wordt in sommige bekkens zelfs tot tegen de oever geleid waardoor extra energiedemping optreedt. Hinderlijke en turbulente zones zijn afwezig. Bij afwezigheid (tijdens winter) of beperkte aanwezigheid (tijdens voor- en najaar) van submerse vegetatie in de beek én bij een basisdebiet ontstond er wel een verval ter hoogte van de onderste drempel dat groter was dan het theoretisch vooropgestelde maximaal toelaatbare verval van 15 cm (Kroes & Monden, 2005). Onder deze omstandigheden was er een verminderde passeerbaarheid van de onderste drempel. Verhoogde afvoeren hadden dan weer een verhoogde waterstand in het pand van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap tot gevolg. Onder deze omstandigheden kwam de onderste drempel bijna verdronken te liggen waardoor er nauwelijks een verval op te meten viel en er zich bijgevolg geen problemen stelde wat passeerbaarheid betreft. Eenzelfde bijna verdronken toestand trad ook op wanneer submerse vegetatie in de beek voor opstuwing zorgde (+/- april tem. september). Dit was gunstig omdat dit de periode is waarin de meeste soorten migreren en verhoogde mobiliteit vertonen. Het mogelijk suboptimaal functioneren van de vistrap door een hoogteverschil t.h.v. de onderste drempel was dus beperkt en stelde zich enkel gedurende een beperkt deel van het jaar, met name bij basisafvoer en vegetatieloze/arme Abeek.

In combinatie met beekinrichtingswerken (2008) en sanering van het stroomopwaarts vismigratieknelpunt t.h.v. de Clootsmolen bracht VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer, na afloop van deze evaluatiestudie, twee extra stortsteendrempels aan in de bedding van de Abeek stroomafwaarts van de vistrap ter bevordering van permanente stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van deze onderste drempel. Het hoogteverschil ter hoogte van de onderste drempel werd daardoor tot nul herleid (zomersituatie). De overige hoogteverschillen over de drempels variëren tussen vijf en 15 centimeter. Het theoretisch maximaal toelaatbare verval wordt bijgevolg nergens overschreden. Stroomsnelheden die in het diepste punt van de V-vormige overlaten worden opgemeten variëren tussen 0,22 en 1,24 ms^{-1} bij basisdebiet. De laagste stroomsnelheden werden opgemeten t.h.v. de onderste drempel die mede door de extra stortsteendrempels en aanwezige vegetatie verdronken lag. Aangezien er geen verval werd opgemeten tijdens de zomer (met submerse vegetatie) mag aangenomen worden dat het verval in de winter (vegetatieloos) minder dan 15 centimeter zal bedragen zodat er ook dan vismigratie mogelijk blijft.

Niettegenstaande bij het ontwerp van deze V-vormige bekkenvistrap stroomsnelheden vooropgesteld werden van maximum 1 ms^{-1} en de opgemeten vervallen nergens groter zijn dan 15 centimeter worden in de punt van een aantal V-vormige overlaten stroomsnelheden opgemeten hoger dan 1 ms^{-1} (tot 1,24 ms^{-1} bij basisdebiet en tot 1,38 ms^{-1} bij licht verhoogd debiet). De vangst van juveniele vissen maar ook van bermpjes en riviergrondels suggereert echter dat de houten V-vormige drempels van de vistrap passeerbaar zijn voor op zijn minst een deel van de visgemeenschap die over beperkte(re) zwemcapaciteiten beschikt. Ook Knaepkens et al. (2007) toonden aan dat een deel van de 'kleine bodemvis'-gemeenschap (bermpje, riviergrondel en kleine modderkruiper) erin slaagde om een bekkenvistrap in de Daelemansloop in stroomopwaartse richting te passeren niettegenstaande ook zij stroomsnelheden opmaten die de kritische zwemsnelheden van de onderzochte soorten overtroffen, met name stroomsnelheden die varieerden tussen 0,5 to 1,22 ms^{-1}. Beide studies suggereren dat een bekkenvistrap een efficiënte mitigerende maatregel is voor herstel van stroomopwaartse dispersie/migratie van juveniele vissen en kleine bodemsoorten. Geavanceerde technieken die in de toekomst misschien zullen toelaten om nog kleinere individuen te bestuderen (bvb. met de ontwikkeling van kleinere PIT tags) kunnen bijkomende informatie opleveren.

Met PIT telemtrie kunnen we berekenen in hoeveel tijd vissen door de vistrap zwemmen in stroomop- en stroomafwaartse richting. De tijd die vissen nodig hebben om een vistrap in stroomop- en/of stroomafwaartse richting te doorzwemmen is indicatief voor de passeerbaarheid. Bij de interpretatie van deze tijden dient wel rekening gehouden te worden met 'motivatie' en dus 'individuele variatie' bij vissen. We nemen aan dat de snelste individuen ook de meest gemotiveerde individuen zijn, de passagesnelheden van deze dieren wordt als indicatie gebruikt voor de passeerbaarheid van deze vistrap. De tijdsregistraties tonen dat 'gemotiveerde' vissen weinig oponthoud ondervinden door de vistrap en dat de vistrap snel passeerbaar is. De vis die het snelst de 112m lange vistrap met 11 V-vormige drempels in stroomopwaartse richting doorzwom was een paling, met name in 10min en 32sec. Ook van andere soorten werden 'snelle' individuen geregistreerd, met name van karper, kopvoorn, blankvoorn, baars, serpeling en br. Am. dwergmeerval. De vis die het snelst de vistrap in stroomafwaartse richting doorzwom was een kopvoorn, met name in 4min en 45sec. Ook van paling, br. Am. Dwergmeerval, giebel, karper, serpeling, zeelt en blankvoorn werden snelle stroomafwaartse migraties geregistreerd.

Anderzijds zijn er mogelijks individuen die wel gemotiveerd zijn om het stroomop- of stroomafwaartse pand van de vistrap te bereiken maar afgeschrikt worden door de vistrap en bijgevolg nooit gedetecteerd worden door de onderste of bovenste antenne. De uitdaging bestaat erin om in de toekomst antennes te bouwen in de rivier stroomop- en

stroomafwaarts van de visdoorgang zodat het volledige aanbod aan vissen dat de vistrap benadert kan geregistreerd worden. Op deze manier kan een beter inzicht verkregen worden in de variaties in migratiegedrag (motivatie, fitness, 'avoidance behaviour', …) ?

Activiteit in de vistrap

Er is heel wat interspecifieke variatie voor wat betreft 24u-activiteit in de vistrap. Een aantal soorten worden vooral overdag gedetecteerd terwijl andere soorten vooral tijdens de schemering en/of 'echte nacht' actief worden. Niettegenstaande van een aantal soorten slechts een beperkt aantal individuen geregistreerd werden kunnen we een aantal soorten met de nodige voorzichtigheid classificeren als zijnde vooral dag-, schemer- en/of nachtactief. Dagactieve soorten betreffen blankvoorn, baars en karper terwijl paling, br. Am. dwergmeerval en kopvoorn schemer- en nachtactieve soorten zijn. Een aantal soorten die vooral dagactief zijn vertonen ook nog behoorlijk wat activiteit tijdens de schemeringperiodes en in beperkte mate tijdens de echte nacht, het betreft blankvoorn, serpeling en snoek.

Het aantal vissen en detecties in de vistrap vertoont een duidelijk seizoenaal patroon. Met een stijgende watertemperatuur stijgt ook het aantal vissen in de vistrap en het aantal detecties op de drie antennes. De meeste activiteit in de vistrap wordt genoteerd vanaf april tem. september/oktober bij een watertemperatuur van 10°C of meer. Soorten bij wie in deze periode een duidelijk verhoogde mobiliteit kon vastgesteld worden betreffen paling, blankvoorn, br. Am. dwergmeerval, baars en in mindere mate ook kopvoorn. In de wintermaanden worden deze soorten weinig gedetecteerd. Van de overige soorten werden te weinig detecties gedaan om duidelijke seizoenale patronen te kunnen onderscheiden.

Door het plaatselijk diversifiëren van het stromingspatroon wordt extra habitat gecreëerd dat aantrekkelijk is voor een aantal (stroomminnende) soorten. Deze aantrekkingskracht wordt bevestigd door het hoge aantal detecties dat voor een aantal verschillende vissen en vissoorten werd gedaan. Een beperkt aantal kopvoorns werden ongeveer 2500 maal gedetecteerd. Deze stroomminnende soort (obligaat rheofiel) verblijft vermoedelijk graag in de stroomversnellingen afwaarts van de verschillende drempels. De verhoogde attractiviteit vergroot de kans dat een aantal soorten zich 'parkeren' in de vistrap of ter hoogte van de in- en uitstroom. Eén paling verbleef gedurende welbepaalde periodes in 2006 en 2007 langdurig t.h.v. de bovenste antenne en werd daardoor meer dan 6.000 maal geregistreerd.

Aanbevelingen voor beheer en beleid worden gegeven op pagina 7 en 8 van dit rapport.

Literatuurlijst

Aarestrup, K., Lucas, M.C. & Hansen, J.A. (2003). Efficiency of a nature-like bypass channel for sea trout (Salmo trutta) ascending a small Danish stream studied by PIT telemetry. Ecology of freshwater fish 12:160-168.

Bervoets, L., Nagels, A., Schneiders, A., Wils, C., Peymen, J., Eens, M. & Vanderstighelen, D.(1996). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in Vlaanderen. Maasbekken.

Baeyens, R., Martens, S., Buysse, D. & Coeck, J. (2006). Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap in de Mark in Meersel-Dreef. INBO.R.2006.30. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Buysse, D., Baeyens, R., Martens, S. &. Coeck, J. (2006a). Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap in de Kleine Nete in Herentals. INBO.R.2006.21. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Buysse D., Martens, S., Baeyens, R. & Coeck, J. (2006b). Evaluatie van 3 vistrappen in de Grote Gete in Tienen. INBO.R.2006.18. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Buysse, D., Baeyens, R., Martens, S & Coeck, J. (2006c). Radiotelemetrieonderzoek naar het gebruik van een bekkenvistrap door kopvoorn. Voor- en nastudie bij de bouw van een V-vormige vistrap in de Grote Nete in Meerhout. INBO.R.2006.22. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Buysse, D., Baeyens, R., Martens, S. & Coeck, J. (2007). Evaluatie van de visnevengeul langs de Ter Biestmolen in de Zwalm in Nederzwalm. INBO.R.2007.49. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Buysse, D., Martens, S., Baeyens, R., Jacobs, Y., Gelaude, E. & Coeck, J. (2008). Evaluatie van vismigratie vanuit de Grensmaas naar de Bosbeek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 20008 (INBO.R.2008.31). Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Calles, E.O. & Greenberg L.A. (2007). The use of two nature-like fishways by some fish species in the Swedish River Eman. Ecology of freshwater fish 16:183-190.

Castro-Santos, T., Haro, A. & Walk, S. (1996). A passive integrated transponder (PIT) tagsystem for monitoring large orifices in fishways. Fisheries Research 28: 253-261.

Coeck, J., Colazzo, S., Meire, P. & Verheyen, R.F. (2000). Herintroductie en herstel van kopvoornpopulaties (Leuciscus cephalus) in het Vlaamse Gewest. Wetenschappelijke opvolging van lopende projecten en onderzoek naar de habitatbinding in laaglandrivieren. Rapport Instituut voor Natuurbehoud R 2000.15, Brussel.

Denayer, B. (2003). Visstandonderzoek op de Aabeek en de Grote Renne. Verslag van de Provinciale visserijcommissie Limburg. i.s.m. AMINAL, afdeling Bos en Groen & LIKONA, werkgroep vissen. PVC Limburg V.R.03.02. Hasselt. 6p.

Geeraerts, C., Ovidio, M., Verbiest, H., Buysse, D., Coeck., J., Belpaire., C. & Philippart J.-C. (2007). Mobility of individual roach Rutilus rutilus (L.) in three weir-fragmented Belgian rivers. Hydrobiologia 582:143-53.

Gilson, P., De Charleroi, D.,Beyens, J. & Belpaire, C. (1994). Visbestandsopname en natuurtechnische voorstellen voor de Abeek (Limburg).

Hardisty, M.W. & Potter, I.C. (1971). The behaviour, ecology and growth of larval lampreys. In M.W. Hardisty & Potter I.C. (eds), The biology of lampreys. London. Academic Press.

Jones, M. J. & Stuart, I. G. (2008). Lateral movement of common carp (Cyprinus carpio L.) in a large lowland river and floodplain. Ecology of freshwater fish 18:72-82.

Knaepkens, G., Maerten, E. & Eens, M. (2007). Performance of a pool-and-weir fish pass for small bottom-dwelling freshwater fish species in a regulated lowland river. Animal Biology 57:4(2007), p. 423-432.

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

Lucas, M.C., Mercer, T., Armstrong, J.D., McGinty, S. & Rycroft, P. (1999). Use of a flat-bed passive integrated transponder antenna array to study the migration and behaviour of lowland river fishes at a fish pass. Fisheries research 44:183-191.

Lunneryd, S.G., Westerberg, H. & Wahlberg, M. (2002). Detection of leader net by whitefish Coregonus lavaretus during varying environmental conditions. Fisheries research 54:355-362.

Maitland, P.S. (2003). Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No.5. English Nature, Peterborough.

Stuart, I.G., Zampatti, B.P. & Baumgartner, L.J. (2008). Can a low-gradient vertical-slot fishway provide passage for a lowland river fish community? Marine and Freshwater Research 59:332-346.

Vandelannoote, A. & Coeck, J. (1998). Rode lijst van de inheemse en ingeburgerde zoet en brakwatervissen en van de rondbekken in Vlaanderen. In: Vandelannoote, A., Yseboodt, R., Bruylants, B., Verheyen, R., Coeck, J., Belpaire, C., Van Thuyne, G., Denaeyer, B., Beyens, J., Maes, J. & Vandenabeele, P. (1998). Atlas van de Vlaamse beek- en riviervissen. WEL v.z.w., Antwerpen. 303 p.

Van Thuyne, G. & Breine, J. (2004). Visbestandopnames op de Abeek. IBW.Wb.V.R.2004.120. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer. Hoeilaart-Groenendaal.

Verbiest, H., Geeraerts, C. & Belpaire, C. (2008). Monitoring van vismigratie doorheen een V-vormige bekkentrap op de Grote Nete in Meerhout. PIT telemetrie en fuikbevissing. INBO.R.2008.60. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

VLM(1993). Pilootproject Landinrichting Noord-Oost-Limburg, rapport van de voorstudie.

Winter (1983). Underwater Biotelemetry. In: Nielsen, L.A. & Johnson D.L. (eds.), Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland 371-396.

Winter, H.V. & Fredrich, F. (2003). Migratory behaviour of ide: a comparison between the lowland rivers Elbe, Germany, and Vecht, The Netherlands. Journal of fish biology 63:871-880.

Lijst van figuren

Figuur 2.1: De Abeek in het stroomgebied van de Maas (met aanduiding van verschillende vismigratieknelpunten). 14

Figuur 2.2: Boven: Stuw en molenrad van de Voorste Luysmolen & Onder: Monding van de bypass met bekkenvistrap in de Abeek'. 16

Figuur 2.3: Situering van de V-vormige bekkenvistrap t.o.v. de watermolen. 17

Figuur 2.4: Vistrapfuik gemonteerd op de meest stroomopwaartse drempel. 19

Figuur 2.5: 'PIT tag' of 'zendertje' met geïntegreerd circuit en koperen winding & een 23 mm en 32 mm PIT tag. 19

Figuur 2.6: De verschillende onderdelen van een PIT-detectiestaton. 20

Figuur 2.7: Een Multiplexer reader (links) en de palmtop-computer (rechts) toont de registraties van vissen met hun unieke PIT tag code. 21

Figuur 2.8: Alle registraties worden opgeslagen op een interne geheugenkaart (Links) & De antenne-tuner voor het fijn afstellen van het magnetisch veld van een antenne (rechts). 21

Figuur 2.9: Schematische voorstelling van de antennes en vistrapuik in de vistrap 22

Figuur 2.10: Loop-antenne t.h.v. de bovenste V-vormige drempel in de vistrap. 23

Figuur 2.11: Dwarsprofiel van een V-vormige houten drempel of overlaat met aanduiding van de meetpunten van de stroomsnelheden boven de drempel (V1 tem. V5). .. 24

Figuur 2.12: Frequentieverdeling van de geregistreerde uurdebieten (m^3s^{-1}) in de Abeek vanaf maart tem. juli 2006. 25

Figuur 2.13: Het debiet (m^3s^{-1}) van de Abeek vanaf maart tem. juli 2006. 25

Figuur 3.1: Samenstelling van de vangsten van de elektrische bevissing (% aantal). 27

Figuur 3.2: Samenstelling van de vangsten van de elektrische bevissing (% biomassa). 27

Figuur 3.3: Samenstelling van de vangsten in de vistrapfuik (% aantal). 29

Figuur 3.4: Samenstelling van de vangsten in de vistrapfuik (% biomassa). 30

Figuur 3.5: Aantal en cumulatief aantal vissoorten per week in de vistrapfuik (vanaf 15 maart 2006 = week12 tem. 10 juli 2006 = week29). 32

Figuur 3.6: Evolutie van de vangstaantallen in de vistrapfuik en de watertemperatuur. 33

Figuur 3.8: Evolutie van de vangstaantallen van riviergrondel (n=370) in de vistrapfuik en de watertemperatuur. 34

Figuur 3.9: Evolutie van de vangstaantallen van blankvoorn (n=98) in de vistrapfuik en de watertemperatuur. 35

Figuur 3.10: Evolutie van de vangstaantallen van paling (n=84) in de vistrapfuik en de watertemperatuur. 36

Figuur 3.11: Kleinste en grootste individu per vissoort in de vistrapfuik.....37

Figuur 3.12: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen riviergrondels (n=316). 39

Figuur 3.13: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen blankvoorns (n=95). 39

Figuur 3.14: Lengtefrequentieverdeling van de gevangen palingen (n=80). 40

Figuur 3.15: Evolutie van het dagelijks aantal geregistreerde individuen in de vistrap en de dagelijkse watertemperatuur. 48

Figuur 3.16: Evolutie van het dagelijkse aantal detecties in de vistrap en de dagelijkse watertemperatuur. 49

Figuur 3.21: Dagelijks aantal geregistreerde baarzen (n=15) en de watertemperatuur in de vistrap. 53

Figuur 3.22: Dagelijks aantal geregistreerde kopvoorns (n=6) en de watertemperatuur in de vistrap. 53

Figuur 3.23: Dagelijks aantal geregistreerde snoeken (n=6) en de watertemperatuur in de vistrap. 54

Figuur 3.24: Schematische voorstelling van enkele astronomische begrippen (A= astronomische schemering, N= nautische schemering, B= burgerlijke schemering). 55

Figuur 3.25: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts en overdag. 56

Figuur 3.26: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag. 56

Figuur 3.27: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag van een aantal dag-actieve soorten (van boven naar onder: blankvoorn n=28, baars n=15, karper n=3). 57

Figuur 3.28: Enkele dag- en schemeringactieve vissoorten (van boven naar onder: blankvoorn n=28, serpeling n=6, snoek n= 6). 58

Figuur 3.29: Procentuele verdeling van het aantal detecties 's nachts, tijdens de twee schemeringperiodes en overdag van een aantal nacht-actieve soorten (van boven naar onder: paling n=62, bruine Amerikaanse dwergmeerval n=50, kopvoorn n=6). 58

Figuur 4.1: Links-rechts alternerende V-vormige drempels zorgen voor een meanderend stromingspatroon in de bekkenvistrap. 63

Figuur 4.2: Aanduiding van de doorzwemzone (↔) en zones met luchtkamers (↔) boven een V-vormige drempel in de vistrap. 64

Figuur 4.3: Stenen drempel in een bekkenvistrap in de Kleine Nete in Herentals. De doorzwemzone (↔) beslaat de volledig breedte van de drempel en luchtkamers zijn afwezig. 66

Lijst van tabellen

Tabel 3.1: Overzicht van het aantal en de biomassa van de gevangen vissen tijdens een elektrische bevissing op 11 mei 2006 onmiddellijk stroomafwaarts van de vistrap over een lengte van 500m: 26

Tabel 3.2: Overzicht van het aantal en de biomassa van de gevangen vissen in de vistrap. ... 28

Tabel 3.3: Indeling van de fuikvangsten volgens ecologische gilde (Rp=partieel rheofiel, Ro=obligaat rheofiel, Re=estuarien rheofiel; exoten worden *cursief* weergegeven). 31

Tabel 3.4: Aantalverdeling per lengteklasse van de vissen in de vistrapfuik (aantal = exclusief 28 vissen waarvan de lengte niet werd opgemeten). 36

Tabel 3.5: Overzicht per vissoort van het kleinste en grootste individu in de vistrapfuik. 38

Tabel 3.6: Opgemeten stroomsnelheden (m/s) boven de verschillende drempels op 4/12/2007 bij een licht verhoogd debiet (x= geen meting). 40

Tabel 3.7: Opgemeten stroomsnelheden (m/s) en verval (cm) boven de verschillende drempels op 26/06/2009 na uitvoeren van aanpassingswerken ter bevordering van de stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van drempel 1. 41

Tabel 3.8: Aantal soorten en vissen met een PIT tag. 42

Tabel 3.9: Vangstaantallen per vangstmethode stroomop- en stroomafwaarts van de vistrap. 43

Tabel 3.10: Totaal aantal PIT tag detecties per antenne. 43

Tabel 3.11: Aantal soorten en vissen gedetecteerd per antenne. 44

Tabel 3.12: Overzicht van het aantal soorten en vissen met een PIT tag, het aantal vissen dat werd gedetecteerd op minstens één van de antennes (inclusief percentage) en het totaal aantal detecties per soort. 45

Tabel 3.13: Aantal soorten en vissen die de vistrap in stroomopwaartse (SO), stroomafwaartse (SA) of beide richtingen is gepasseerd. 46

Tabel 3.14: Detectie-efficiëntie stroomopwaartse antenne. 47

Tabel 3.15: Tijdsduur stroomop- en stroomafwaartse migratie door vistrap: overzicht van de snelste individuen per vissoort. 47

Tabel 4.1: Overzicht van het aantal detecties t.h.v. de verschillende antennes en het gecorrigeerde aantal detecties na wegfilteren van overvloedige registraties door permanent geparkeerde vissen. 69