

Temporele vismigratie

Ontwikkeling, Inpassing en Onderzoek van een multifunctionele migratiezone op basis van temporele werking



Dit onderzoek werd gesubsidieerd door:

Agentschap.NL (Ministerie van Infrastructuur en Milieu) in het kader van het innovatieprogramma KRW-maatregelen (KRW0924)



Waterschap
Peel en Maasvallei

Temporele Vismigratie

Ontwikkeling, Inpassing en Onderzoek van een multifunctionele migratiezone (TMZ)
op basis van temporele werking

Gesubsidieerd in het kader van:
Innovatieprogramma Kaderrichtlijnwater-maatregelen
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

KRW0924

Waterschap Peel en Maasvallei
Waterschap De Dommel
Rijksdienst Cultureel Erfgoed
Molenstichting Limburg
Huis van de Kunsten Limburg
Vereniging Natuurmonumenten
Stichting Limburgs Landschap
Radboud Universiteit
Ravon
Visadvies
B.A.T.
Royal HaskoningDHV

De Notaris CLERCX,

residerende te Weert, zal ten verzoeken van
 Mej. de Wed. *H. Grispin* van Ittervoort,
 op Woensdag den 15 October 1873, om 9
 ure voormiddag, ter plaatse, publiek verkoopen:



250 Canadaboomen van eene
 bijzondere lengte en dikte, **60** schoone
Essen-, 40 Willigen- en Elsen-
boomen, staande uitgewassen in de nabijheid
 van de Watermolens te Thorn en te Ittervoort
 en zeer gemakkelijk om te vervoeren.

Crediet tot 1 Januarij 1875 mits borgstelling.
 Vergadering op bepaalde uur ter herberge
 van BROENS te Thorn aan de Beek.

Colofon

© Augustus 2012, Waterschap Peel en Maasvallei, Blerick

Eindredactie: H. de Mars (Royal HaskoningDHV), S. Dehing (BAT) & J. Kranenbarg (Ravon).

Teksten: H. de Mars (Royal Haskoning), S. Dehing (BAT), Monique Voncken (BAT), R. Lenders (Radboud Universiteit), J. Kranenbarg (RAVON), Jan Kemper (Visadvies), A. de Bruin (RAVON).

Met medewerking van: J. Hoogveld, E. Binnendijk, T. Custers (Waterschap Peel en Maasvallei), R. Schippers (Waterschap de Dommel), J. van der Stappen & W. Moors (Schouwsmolen), I. Spierts (Visadvies), R. van Eck (Ravon/Radboud Universiteit), C. Laurant (Ravon/Saxion), J. Roymans (RAAP), N. Sprengers (RAAP), E. van Rijsselt (RHDHV), M. van den Heuvel (RHDHV).

Foto: A. de Bruin, J. Herder, R. van Eck, H. de Mars, S. Dehing.

Temporele Vismigratie

Testlocatie te Ittervoort Perspectiefvol !

Samenvatting:

In het kader van het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn water maatregelen is door het toenmalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat subsidie toegekend aan het project Temporele vismigratie (KRW0924). In dit project is in 2010 - 2011 een vispassage op basis van temporeel gedrag ontwikkeld en onderzocht.

Een temporele(vis)migratiezone (TMZ) is een route waarlangs vissen, maar ook andere organismen, zich in bepaalde delen van het jaar kunnen verplaatsen. Als er voldoende debiet in de beek of watersysteem aanwezig is zal de passage werken. Dit concept sluit nauw aan dynamische en natuurlijke processen in een beekdal, die samenhangen met de daar aanwezige geomorfologische patronen en de hydrologische kenmerken van het watersysteem.

Het concept van de Temporele vismigratie is tot stand gekomen door een vergaande integratie van verschillende, sterk uiteenlopende kennisvelden op het gebied van aquatische ecologie, landschapsontwikkeling, cultureel erfgoed en hydraulica. Op basis van deze kennisuitwisseling zijn de ontwerpcriteria voor temporele vismigratie ontwikkeld. De '100-dagen-regel' is hiervan de belangrijkste. Het heeft betrekking op de periode waarbij het debiet zodanig groot is dat er ook vismigratie mogelijk is. Het concept biedt zicht op een ontwerp dat relatief eenvoudig is uit te voeren en daardoor ruime toepassingsmogelijkheden biedt, in het bijzonder bij stuwlocaties in het landelijke gebied waarbij meerdere belangen aanwezig zijn.

Voor dit project is bij de Schouwsmolen te Ittervoort (L) een testlocatie ontwikkeld en gebouwd waarbij het concept op ware grootte is getoetst. De volgende kernvragen zijn op deze locatie nader onderzocht:

1. *Zijn middels dit concept de doelen voor vismigratie als verwoord in de KRW haalbaar?*
2. *Hoe definiëren we "voldoende" debiet, of debiet variatie; zijn hier kaders voor aan te geven, of gericht te ontwikkelen?*

Bij het onderzoek zijn twee typen visregistratiesystemen toegepast, te weten een telemetrie-systeem en een fish counter.

Het telemetriesysteem van OREGON-RFID is gebruikt om de passage van individuele vissen waarbij een transponder was geïmplanteerd (een zogenaamde PIT-tag) te registreren, zowel met een vast als een mobiel detectiestation. Een vast station is gebruikt om de intrek van vissen in de Temporele migratiezone (TMZ) vast te stellen. Een mobiele ontvanger is gebruikt om het ruimtelijke en temporele gedrag van vissen in het traject stroomafwaarts van de temporele vismigratiezone in beeld te krijgen. Het tweede type registratiesysteem betreft een zogenaamde fish counter waarmee de stroomaf- en stroomopwaartse passage van vissen in de Temporele migratiezone bepaald is. Op deze wijze kon het gebruik van de geul ook in een meer kwantitatieve zin worden vastgesteld.

Hoewel de weersomstandigheden en de daaraan gerelateerde dynamiek van het watersysteem tijdens de onderzoeksperiode afwijkend en hierdoor waarschijnlijk niet optimaal waren, wijst het visonderzoek uit dat de TMZ functioneert. De TMZ heeft waarschijnlijk beperkter gefunctioneerd dan in een gemiddeld jaar met een nat voorjaar en een droge zomer het geval zou zijn geweest, door het atypische afvoergedrag van de beek en tijdelijke maar noodzakelijke beperkingen ten aanzien van het functioneren van de TMZ omwille van de beddingstabiliteit zo kort na aanleg.

Van de 96 individuen waarvan met behulp van mobiele registratie middelen is vastgesteld dat ze zich ten tijde van het onderzoek benedenstrooms van de TMZ bevonden, werden 13 individuen gedetecteerd in de temporele nevengeul of het bovenstroomse traject. Het betrof vooral stromingminnende (rheofiele) soorten die vanuit de Kaderrichtlijn Water als doelsoorten voor beken gelden, waaronder de specifieke doelsoorten voor dit project, *kopvoorn* en *serpeling*. De meeste vissen trokken de TMZ in vanaf begin april tot begin mei. In augustus werd een tweede migratiepiek van de doelsoort *kopvoorn* waargenomen. Ook met de (stationaire) fish counter werden deze migratiepieken geregistreerd. De migratiepieken vonden plaats op het moment dat er een verhoogde afvoer optrad in de Itterbeek. Daarbuiten was weinig activiteit. De 100-dagen regel zou daarmee ook als richtsnoer voor vismigratie kunnen dienen voor dit type beken.

Een groot deel van de met het mobiele station gedetecteerde individuen bleek sterk gebonden aan bepaalde beeksecties. Slechts een klein deel van de vispopulatie vertoonde migratiegedrag in de richting van de TMZ. Hierbij waren er individuen die door de TMZ zwommen en niet terugkeerden vanuit het bovenstroomse traject. Er waren ook individuen die de TMZ optrokken en na verloop van tijd weer terugkeerden in het benedenstroomse deel. De migratiedrang blijkt sterk individu gerelateerd. De TMZ is in 2011 gedurende meerdere piekafvoer-perioden optrekbaar geweest. Vissen tot maar liefst 55 cm lengte maakten er gebruik van.



Lage afvoer



Hoge afvoer

Door aanleg van de TMZ en de aangetoonde vismigratie nam (al na één jaar) de KRW-maatlatscore voor de soortensamenstelling van het bovenstrooms gelegen beekvak toe van matig (KRW score 0,40) naar goed (KRW score 0,60).

Verder zijn er aanwijzingen dat de migratiezone functioneert als opgroeigebied van jonge vis en als (nachtelijk) foerageergebied voor vissen uit de beek. Ook bleek de migratiezone voor andere groepen (amfibieën, moerasplanten) tot een duidelijke versterking te leiden ten opzichte van de uitgangssituatie. Een TMZ is daarmee een kansrijk, robuust concept dat bijdraagt aan de KRW doelrealisatie maar ook kan bijdragen aan de realisatie van EHS en in voorkomende gevallen soms zelfs bepaalde Natura2000 doelen.

Behalve een wezenlijke bijdrage aan de KRW-doelrealisatie, leidt de toepassing bij watermolens tot behoud van het basisdebiet, zodat dit ook duurzame toekomstperspectieven voor de molen (herstel erfgoed /watermolen c.q. kleinschalige, decentrale energie opwekking) open laat. Dat alles overziende mag het project dan ook zonder meer als succesvol worden beschouwd.

Dankwoord

Innovatietrajecten hebben altijd een lange adem nodig, zo ook bij dit project. Bij de ontwikkeling en uitvoering hebben naast de projectpartners talloze mensen een grotere of kleinere bijdrage geleverd aan de uiteindelijke totstandkoming. Zonder iets af te doen aan het belang van een ieders bijdrage, is voor een aantal mensen een speciaal woord van dank op zijn plaats.

Joost van der Stappen en Willy Moors, eigenaren van de Schouwsmolen, die op verschillende momenten belangeloos gastvrijheid boden voor het werkoverleg en de sfeervolle, officiële opening. Daarnaast boden zij gedurende de onderzoeksperiode een veilig onderdak voor de visregistratie-apparatuur.

Tjeu Custers (Waterschap Peel & Maasvallei) die het onderzoeksteam op verzoek altijd in korte tijd de geregistreerde waterstanden aanleverde.

De belangstellende wandelaars, die allerlei historische informatie over de beek wisten te vertellen.

De plaatselijke jeugd, die verschillende malen hun visvangsten in de passage kwamen melden of toonden en zo een onverwachte, maar dankbare, aanvullende bron van informatie vormden.

Gemeente Leudal, die op constructieve wijze in korte tijd, de benodigde vergunningen verleende.

De aannemer Vossenbergh/Gorissen die met geduld de aanwijzingen van de ontwerpers uitvoerde en met de inbreng van praktische tips, ook bijdroeg aan de realisatie en landschappelijke inpassing van de temporele migratiezone.

Inhoudsopgave

1	Temporele Vismigratie (TMZ); een introductie	- 11 -
1.1	Inleiding	- 11 -
1.2	Vraagstelling	- 12 -
1.3	Achtergronden bij de ontwikkeling van het TMZ-concept	- 13 -
1.3.1	Beekdal morfologie en watermolens	- 13 -
1.3.2	De 100 dagen regel	- 13 -
1.3.3	Migratiegedrag vissen	- 14 -
1.4	Projectopzet	- 15 -
1.4.1	Projectuitvoering op hoofdlijnen	- 15 -
1.4.2	Projectpartners en Wetenschappelijke begeleiding	- 16 -
1.5	Literatuur	- 17 -
2	Het Itterbeekdal als proeftuin voor de TMZ	- 19 -
2.1	Ligging	- 19 -
2.2	Stroomgebied van de Itterbeek	- 19 -
2.2.1	Kenschets	- 19 -
2.2.2	Waterkwaliteit	- 22 -
2.3	Historische ontwikkeling watersysteem	- 22 -
2.3.1	Inleiding	- 22 -
2.3.2	Middeleeuwse verleggingen	- 24 -
2.3.3	Grote omleidingen	- 24 -
2.3.4	De Itterbeek als typische molenbeek	- 25 -
2.4	Schouwsmolen en haar naaste omgeving	- 25 -
2.4.1	Landschappelijke ontwikkeling	- 25 -
2.4.2	Morfologische structuur en bodemopbouw van het beekdal	- 26 -
2.4.3	Stuwpeil	- 27 -
2.5	Ecologische aspecten	- 27 -
2.5.1	De beek en haar oevers	- 27 -
2.5.2	Visfauna in historisch perspectief	- 28 -
2.5.3	Itterbeemden	- 30 -
2.5.4	Bij de molen	- 30 -
2.6	Literatuur	- 31 -
3	Ontwerp en Realisatie	- 33 -
3.1	Inleiding	- 33 -
3.2	Uitwerking van de 100 dagen regel voor Ittervoort	- 33 -
3.2.1	Bepaling 100-dagen niveau	- 33 -
3.2.2	Bepaling migratie momenten en vorm:	- 34 -
3.3	Nadere ontwerp TMZ Schouwsmolen	- 34 -
3.3.1	Uitgangspunten voor ontwerp migratiezone.	- 34 -
3.3.2	Modelschematisatie en ontwerp	- 35 -
3.4	Nadere optimalisatie inlaatwerk.	- 36 -
3.5	Van ontwerp naar fysieke aanleg	- 37 -

4	Impressies van de Botanische ontwikkeling na aanleg	- 39 -
4.1	Inleiding	- 39 -
4.2	Taluds	- 39 -
4.3	Laagte met bedding	- 40 -
4.3.1	Ontwikkeling in het algemeen	- 40 -
4.3.2	De opmars van de waterkers	- 41 -
5	Abiotische monitoring	- 43 -
5.1	Inleiding	- 43 -
5.2	Debietmonitoring en praktijkproeven in de TMZ	- 43 -
5.2.1	Aanpassingen debiet & praktijkproeven	- 43 -
5.2.2	Toelichting periode 0: inregeling en optimalisatie	- 44 -
5.2.3	Toelichting periode 2 en 4: beperken schade aan TMZ	- 44 -
5.2.4	Toelichting periode 10; Afsluitende meerdaagse hoogwaterproef.	- 45 -
5.2.5	Analyse afvoer gegevens	- 45 -
5.2.6	Registratie en onderzoek debiet TMZ.	- 47 -
5.2.7	Samengevat	- 48 -
5.3	Waterdiepte en inundatiezones in de TMZ	- 49 -
5.4	Temperatuurverloop	- 54 -
5.5	Grondwaterstand	- 54 -
6	Vismonitoring	- 57 -
6.1	Gebruikte onderzoeksmethoden	- 57 -
6.1.1	Passive Integrated Transponders (PIT's)	- 57 -
6.1.2	Fish counter	- 57 -
6.2	Onderzoeksopzet	- 59 -
6.2.1	Vast PIT-detectiestation & fish counter	- 59 -
6.2.2	Mobiel PIT-detectiestation	- 61 -
6.3	Habitattypeering	- 63 -
6.4	Vangen en merken van vissen	- 63 -
6.5	Resultaten: vismigratie in de TMZ	- 66 -
6.5.1	Registraties fish counter	- 66 -
6.5.2	Registraties vast PIT-detectiestation	- 66 -
6.6	Resultaten: ruimtelijke en temporele spreiding onderzochte vissen	- 68 -
6.6.1	Inleiding	- 68 -
6.6.2	Eind-afvissing	- 69 -
6.6.3	Kopvoorn	- 70 -
6.6.4	Serpeling	- 70 -
6.6.5	Riviergrondel en biermpje	- 71 -
6.6.6	Karper	- 72 -
6.6.7	Zonnebaars	- 72 -
6.7	Migratie in relatie tot afvoer- en temperatuurverloop	- 73 -
6.8	Visuele waarnemingen	- 74 -
6.9	De TMZ en de KRW maatlat	- 75 -

7	Tot besluit, Discussie, Conclusies en aanbevelingen	- 77 -
7.1	Inleiding	- 77 -
7.2	Functioneren van de TMZ: zijn de KRW doelen haalbaar?	- 77 -
7.2.1	Vismonitoring	- 78 -
7.2.2	Inzet van radiotelemetrie	- 78 -
7.3	Voldoende debiet, debietvariatie en habitatontwikkeling.	- 79 -
7.3.1	De honderd dagen regel als definitie voor voldoende debiet	- 79 -
7.3.2	Fine tuning TMZ Schouwsmolen en habitatontwikkeling	- 79 -
7.3.3	Spelbreker: het afvoergedrag Itterbeek	- 80 -
7.4	Een TMZ versus een traploze nevengeul of bekkenvistrap	- 81 -
7.5	Beheer van een TMZ	- 82 -
7.6	Algemene conclusies	- 82 -
7.7	De toekomstverwachting	- 83 -
7.8	Literatuur	- 85 -

Bijlagen



TMZ-Schouwsmolen, hoogwater

1 TEMPORELE VISMIGRATIE (TMZ); EEN INTRODUCTIE

1.1 Inleiding

In veel beeksystemen is de bestaande ecologische toestand voor vissen (een belangrijk kwaliteitselement in de KRW) matig tot slecht. De drie belangrijkste oorzaken hiervoor zijn: de slechte waterkwaliteit, de aanwezigheid van een groot aantal barrières, dat de migratie van regionaal trekkende beekvissen verhinderen en onvoldoende geschikt (paai)habitat. Naast beekherstel, en verbetering van de waterkwaliteit hebben waterbeheerders dan ook in grote mate de aanleg van vispassages opgenomen in de Stroomgebiedsplannen (SGP). In de KRW maatregelen-programma's staan meer dan 800 vispassages genoemd voor een geraamd bedrag van circa 80 miljoen euro.

Vaak zijn het technisch complexe oplossingen (Beeren, 2005; Env. Agency, 2010), die moeilijk landschappelijk en hydrologisch inpasbaar zijn en in toenemende mate ook vanuit cultuurhistorisch oogpunt minder of niet wenselijk zijn. Bovendien zijn dergelijke vispassages alleen niet voldoende; er moet immers ook voldoende - en geschikt habitat bovenstrooms zijn.

Om cultuurhistorische waarden in onze beekdalen, zoals watermolens, te behouden en tegelijkertijd de vismigratie te versterken lijkt het aanleggen van temporele migratiezones (TMZ) in potentie een goede maatregel om beide doelstellingen (weer) te verenigen. Een TMZ is een laagte rondom stuwsituaties met minimale voorzieningen waardoor bij voldoende debiet vismigratie kan plaatsvinden, binnen de natuurlijke variaties en omgevingsfactoren van het betreffende watersysteem, inclusief – gecontroleerde- inundatiezones.

De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed heeft zich recent in haar nieuwe lange termijn visie op watermolens nadrukkelijk uitgesproken voor dergelijke, geïntegreerde vormen van systeemherstel, waarbij ook de terugkeer van inundaties wordt bepleit (RCE 2011).

In de praktijk moet voor de aanleg van vispassages altijd rekening worden gehouden met de mogelijkheden ter plaatse (beschikbare ruimte) en bestaande economische belangen (Beeren, 2005). De oplossingen die hieruit naar voren komen laten zich globaal in vier categorieën indelen met een voor vismigratie afnemende voorkeur.

1. Herstel van de 'natuurlijke' situatie door volledig verwijderen van stuwen (met dien verstande dat er dan een kans bestaat op verdroging op de beekdalvlakte)
2. Semi-natuurlijk herstel, door de aanleg van een stromende nevengeul langs de stuw met dezelfde karakteristiek als de beek.
3. Technische oplossing, zoals bekkentrappen met een groter verval over de treden en, zeker wat betreft zandgebieden, de toepassing van onnatuurlijk substraat.
4. Aangepast beheer van stuwen; door deze stuwen tijdelijk te openen is dan vismigratie mogelijk.

Temporele migratiezones (TMZ) horen het meeste thuis in de tweede categorie, maar verenigen ook elementen uit de eerste categorie in zich. Een TMZ grijpt namelijk nadrukkelijk terug op de natuurlijke, hydrologische kenmerken en het potentiële overstromingsregime van beken, dat in

de meeste beekdalen tegenwoordig totaal is verdwenen. Het enige wat nodig is, is wat ruimte en een doordacht ontwerp.

Toepassingsmogelijkheden van een TMZ zijn stuwsituaties gelegen in de riviertjes en beken op de hogere gronden in het zuiden en oosten van Nederland, Vlaanderen en in de rest van het Noordwest Europese laagland.

Gekozen is voor een kleine praktijkproef en onderzoek naar de effectiviteit van deze systemen bij een watermolen omdat daarmee gelijktijdig kansen ontstaan op drie aanpalende terreinen:

- Natuur- en landschap: de oplossing en voorgestane landschappelijke inpassing dragen bij aan het herstellen van processen en structuren die het beekdallandschap mede vorm geven.
- Waterberging: de voorgestelde inrichtingsoplossing kan in bepaalde gevallen, bij grotere watersystemen, tevens een bijdrage leveren aan hoogwaterbestrijding
- Cultuurhistorie: Vooral rond watermolens ontstaan vaak belangentegenstellingen tussen waterbeheerder die bepaalde KRW doelen wenst te bereiken en monumentenbeheerders. Dit project beoogt deze te overbruggen en te integreren tot een oplossing die aan beide belangen recht doet.

1.2 Vraagstelling

In het verlengde van het voorgaande komt de centrale vraag naar voren in hoeverre middels dit concept de doelen voor vismigratie als verwoord in de KRW haalbaar zijn

In de KRW is gesteld dat de ecologische toestand voor vissen moet worden verbeterd door passeerbaarheid van barrières te verwezenlijken en (paai)habitats te creëren om de populatieopbouw en de kwaliteit van het leefgebied van vissen te verbeteren. Er zijn geen voorwaarden gesteld aan de methodiek, doch de werking –het uitwisselen van vispopulaties– dient aangetoond te worden.

Een bestaande stuwsituatie heeft altijd een functie en is vaak onderdeel van een grotere waterbouwkundige structuur. Het herstel van vismigratiemogelijkheden zal de bestaande waterverdeling beïnvloeden. Bij vismigratiesystemen met een continue (relatief hoog) debiet kan daarbij sprake zijn van tegenstrijdige belangen aangaande de waterverdeling. De hypothese is nu dat een effectieve vismigratie ook via een temporeel functionerende voorziening mogelijk is doordat tijdens hogere afvoeren langs die route migratie mogelijkheden ontstaan. Hierbij wordt uitgegaan van een zo natuurlijk mogelijke inrichting van deze voorziening (TMZ). In de kern vergt dat dan de oplossing van de volgende vraagstukken:

- *Welk deel van het debiet is te gebruiken voor de vismigratie voorziening en wanneer is die beschikbaar.*
- *Is de beschikbare hoeveelheid water ook voldoende om vismigratie daadwerkelijk mogelijk te maken.*
- *Hoe verhoudt dat zich tot de migratieperioden van de actief migrerende (deel)populatie vis in de beek, in het bijzonder kopvoorn en serpeling als de speciale doelsoorten voor dit project*

1.3 Achtergronden bij de ontwikkeling van het TMZ-concept

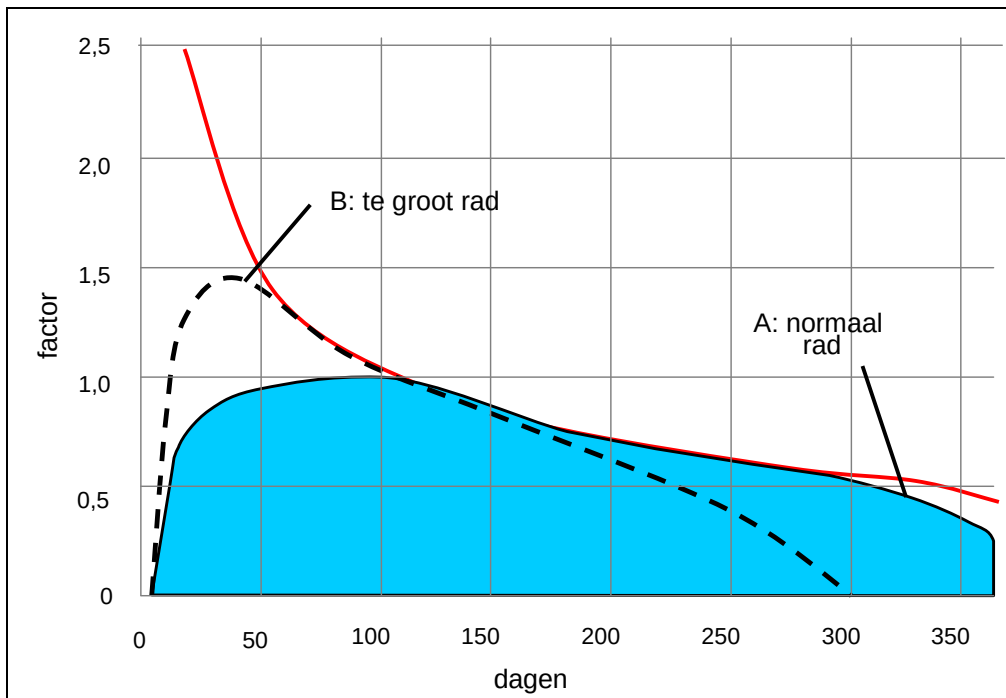
1.3.1 Beekdal morfologie en watermolens

In de reliëfrijke delen van Nederland bevinden zich langs beken vele historische watermolens. Deze eeuwenlange gestuwde situaties hebben het beekdallandschap mede vormgegeven (Walter & Merritts, 2008; De Mars, 2011). Tot begin 20^e eeuw zorgden de hoge stuwpeilen maar ook de gebrekkige afwatering in het beekdal er voor dat vooral in winter en voorjaar grote delen van de beekdalen blank stonden. Een deel van het beekwater stroomde dan over de toen nog reliëfrijke beekdalvlakten via laagten (oude beddingen) en andere watergangen langs de molen. Het gedrag van vissen in aanmerking genomen bood dat een mogelijkheid om te migreren over de beekdalvlakte (Burny, 1999; Nagelkerke, 2007). Dit verklaart waarom veel systemen tot begin 20^e eeuw toch soortenrijke beekvispopulaties kenden (Crombaghs et al., 2000; Gaetshof & De Vocht 2002, zie ook 2.2). Daarnaast kon migratie plaatsvinden bij hoog water en/of tijdens voor- en najaarsschouw als de stuwen werden getrokken. Dat dit soort temporele ‘events’ ook effectief kunnen zijn, laat de opmerkelijke terugkeer en herstel van de rheofiele beekvispopulaties in het Geleenbeeksysteem zien (Gubbels, 2011a,b), nadat de waterkwaliteit hierin sterk was verbeterd.

De groeiende behoefte aan meer - en ook steeds intensievere gebruik van landbouwgrond in de beekdalen leidde tot de ontmanteling van de meeste molens, maar de stuwen bleven veelal intact of werden vervangen door moderne tegenhangers. Vergaande intensivering van het agrarisch grondgebruik zorgde er ook voor dat het aanwezige reliëf op de beekdalvlakten totaal werd genivelleerd. Drassige laagten, kommen en droge beddingen werden opgevuld (Burny 1999; Renes 1999). Dat, in combinatie met de verdieping en verbreding van de rechtgetrokken waterlopen, en een steeds intensievere drooglegging van de beemden leidde tot een sterke verdroging van de beekdalen en het totaal verdwijnen van inundaties. Het resultaat was versnipperde, onnatuurlijke beek(dal)systemen, die nagenoeg “op slot” zitten voor vismigratie.

1.3.2 De 100 dagen regel

De oude molens waren in hun bedrijfsvoering geheel afhankelijk van een efficiënt gebruik van het aangeboden water. Beekgrootte (debiet) en het waterverbruik van het waterrad waren optimaal op elkaar afgestemd. Het waterrad zodanig dimensioneren dat het ook bij hoge afvoeren kon draaien had geen zin, want bij droog weer en minimale afvoer zou datzelfde rad veel te zwaar zijn om nog te kunnen draaien, met bijgevolg een groot rendementsverlies (figuur 1.1). Gestoeld op eeuwenlange ervaring, ontwikkelde zich een optimum tussen debiet, dynamiek en rendement (Press, 1967; figuur 1.1). Het blijkt dat de 19^e eeuwse watermolens feitelijk gedimensioneerd zijn op een debiet dat gemiddeld ongeveer 100 dagen per jaar wordt overschreden. Dat optimumniveau (nominaal rendement) wordt door ons aangeduid als de ‘**100-dagen regel**’. Met andere woorden, er is 100 dagen per jaar een ‘teveel’ aan water.



Factor 1= nominaal rendement

Figuur 1.1 Rendement van twee waterrad-typen in relatie tot afvoer (rode doorlijn)

Het surplus werd (en wordt) bij hogere afvoeren geloosd via de lossluizen en/of liep vroeger vaak ook over maaiveld weg. Slechts bij topafvoeren worden de stuwen geheel getrokken. Het is dit overschot aan water dat nu wordt benut voor de Temporele vismigratie en refereert daarmee aan de voormalige vrijwel jaarlijks terugkerende inundaties in het beekdal. De rest van de tijd zal, net als vroeger, de passage namelijk vaak droog liggen.

De '100 dagen' is een gemiddeld niveau. In drogere jaren zal het aantal dagen met een overschrijding dus lager liggen, maar in nattere jaren juist hoger. Daarnaast betekent dit in de praktijk dat de hoogwaterperioden ook verspreid over het jaar voor komen. Al naar gelang de meteorologische omstandigheden kan in de praktijk de duur van dergelijke hoogwaters variëren van enkele uren tot enkele weken. Door de TMZ zo in te richten dat ze qua dimensies geschikt is voor vissen, zou hiermee de historische doorgang over de beemden moeten kunnen worden nagebootst.

1.3.3 Migratiegedrag vissen

Zoals bij de meeste dieren is het migratiegedrag van vissen eigenlijk het gevolg van een scheiding in ruimte en tijd van habitats die omwille van een geoptimaliseerde overlevingsstrategie in verschillende fasen van de levenscyclus worden benut; paaigebied, opgroeigebied, foerageergebied (Northcote 1984). Vooral bij rheofiele (stromingminnende) vissoorten treedt paaitrek over grotere afstanden op. In het voorjaar trekken deze soorten

doorgaans op naar stroomopwaarts gelegen paaigronden. Elke soort heeft daarbij haar eigen voorkeursperiode (Beeren, 2005; Crombaghs et al., 2008).

Verschillende factoren zijn van invloed op het migratiegedrag bij vissen, zowel interne factoren, als externe factoren spelen daar een rol bij. Als de belangrijkste externe, systeem gerelateerde factoren zijn te noemen:

Licht: bij veel vissoorten is aangetoond dat dag-nachtcycli de migratie beïnvloed.

Temperatuur: De activiteit van koudbloedige dieren zoals vissen wordt sterk beïnvloed door de omgevingstemperatuur. Bij temperaturen onder de 8°C zullen vissen minimaal bewegen. Een toename van de watertemperatuur in het voorjaar vormt bij de meeste karperachtigen de aanzet tot stroomopwaartse trek naar paaigebieden.

Hydrologische en meteorologische omstandigheden (debietfluctuaties): Hogere afvoeren maakt het voor vissen eenvoudiger om barrières te passeren. Vissen wachten tot ze een verhoogde stroming van het water voelen alvorens te activeren (lokstroom).

Dergelijk systeem gerelateerde factoren kunnen elkaar versterken maar ook tegenwerken. Een hoge afvoer bij afnemende daglichtlengte en afnemende temperatuur (najaar) werken elkaar tegen. Toenemende daglichtlengte, hogere watertemperatuur en afvoer in het voorjaar zal een stimulans zijn.

Verder is aangetoond dat lang niet alle vissen willen migreren. Het gaat om individuele verschillen in een populatie die te maken heeft met (genetische) verschillen en de structuur van de habitat. (Bruylants et al, 1986; Winter, 2007). Dat betekent dat inzicht in de samenstelling en omvang van de beekvispopulaties alleen niet voldoende is. Om de effectiviteit te bepalen van een vispassage, is het dus de vraag welk deel van de populaties migratieactiviteit vertoont en welk deel daarvan dan ook daadwerkelijk optrekt.

1.4 Projectopzet

1.4.1 Projectuitvoering op hoofdlijnen

Medio 2009 is een samenwerkingsverband (zie 2.1.1) gevormd dat het concept van Temporele vismigratie heeft uitgewerkt tot een subsidiabel projectplan. In deze voorfase werd het theoretisch kader op basis van voorbereidende deskstudies opgesteld.

Na de subsidieverlening door het Ministerie, april 2010, zijn in de eerste fase van dit project voorbereidende onderzoeken uitgevoerd in het kader van de vergunningverlening. Het betrof onder meer onderzoeken naar bodemkwaliteit, archeologie en flora en fauna. Los daarvan werd ook aandacht geschonken aan de historische (ecologische) ontwikkeling.

De aanlegvergunning werd eind november ontvangen. De realisatiefase startte medio november 2010 maar werd door de opvallend vroeg invallende vorst sterk vertraagd. Medio december 2010 werd een korte dooi periode benut voor een eerste grove oplevering van de TMZ. De feitelijke afronding, inclusief bovenstroomse aankoppeling vond medio januari 2011 (week 3) plaats. Hierna vonden nog enkele morfologische aanpassingen plaats aan de TMZ en

werden de monitoringsystemen ingeregeld en geoptimaliseerd. Verder werd de doorstroming van de TMZ diverse malen getest.

De feitelijke onderzoeksfase, startte medio februari (week 7) en liep door tot eind 2011 (week 51). Tijdens deze onderzoeksfase werden verschillende aspecten van het abiotische en biotische systeem gevolgd. Naast de vismonitoring, werd vol continue ook het hydrologisch regime geregistreerd van de beek en de TMZ. Daarnaast zijn periodiek waarnemingen gedaan aan grondwater, flora en vegetatie-ontwikkeling. In de hierna volgende hoofdstukken wordt op deze onderzoeken nader ingegaan.

De laatste fase in dit project betrof de rapportage.

De projectpartners zijn gedurende de looptijd van het project diverse malen bij elkaar gekomen om de voortgang van het onderzoek te bespreken. Meerdere bijeenkomsten vonden plaats op de molen te Ittervoort.

1.4.2 Projectpartners en Wetenschappelijke begeleiding

Penvoerder:

Dhr. J. Hoogveld, Waterschap Peel & Maasvallei

Overige Projectpartners:

Dhr. R. Schipper, Waterschap De Dommel

Dhr. H. Suilen, Natuurmonumenten

Dhr. R. Gerats, Stichting Limburgs Landschap

Dhr. T. Oberndorff, Huis van Kunsten Limburg

Dhr. P. Nijhof, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Dhr. P. Willekens, Molenstichting Limburg

Opzet, Coördinatie en uitvoering:

Dhr. H. de Mars, Royal Haskoning, Maastricht

Dhr. S. Dehing, BAT, Sittard

Mevr. M. Voncken, BAT, Sittard

Kernteam vismonitoring:

Dhr. R. Lenders, Radboud Universiteit Nijmegen

Dhr. J. Kranenbarg, Ravon, Nijmegen

Dhr. J. Kemper, Visadvies, Nieuwegein

1.5 Literatuur

Beeren, J (red.), 2005. Vismigratie; Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. AMINAL afd. Water, Brussel.

Bruylants B., A. Vandelannoote & R.F. Verheyen 1986. The movement pattern and density distribution of Perch, *Perca fluviatilis* in a channelised lowland river Aquaculture & Fisheries management, 17: 49-57.

Crombaghs, B.H.J.M., R.W. Akkermans, R.E.M.B. Gubbels, G. Hoogerwerf, 2000. Vissen in Limburgse beken. Stichting Natuurpublicaties, Maastricht.

Env. Agency, 2010. Environmental Agency Fish Pass manual. Geho 0910BTBP.E.E., Environmental Agency, Bristol.

Gaethofs, T. & A. De Vocht 2002. Bijdrage tot de historische verspreiding van zoetwatervissen, rivierkreeft en otter in Limburg (België) over de periode 1925-1965. Centrum voor Milieukunde, LUC / LIKONA / Provincie Limburg. Diepenbeek.

Gubbels, R. 2011a,b. Ontwikkelingen in de visfauna van de Geleenbeek gedurende de periode 1900-2007; deel 1 & 3. Natuurhistorisch Maandblad 100(7)108-112 & 100(11)243-249.

Mars, H. de, 2011. Wassermühlen, Mühlenlandschaften und Kleinwasserkraftnutzung: Einige Beispiele aus den südlichen Niederlanden und Flandern, pp. 61-76. In: Band III, Symposium zu Historische Wasserbauten in Kontext der Europäischen Wasserrahmen-richtlinie in Bereich der Region Köln/Bonn, Pulheim 15-5-2009. RMDZ/Mühlenverband Rhein-Erft. Bergheim/Erft.

Nagelkerke, L, 2007. Vloedvlaktes van de Wolga als proeftuin voor de lage landen. Visionair 5 (2007): 24-26.

Nothcote, T.G. 1984. Mechanisms of fish migration in rivers. In: Mechanisms of migration in fishes. McCleave et al. (eds): 317-355. Plenum Press, New York/London.

Press, H., 1967, Stauanlagen und Wasserkraftwerke, Teil III Wasserkraftwerke, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin / München.

RCE, 2011. Een toekomst voor molens; uitgangspunten voor omgang met monumentale molens. Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, Amersfoort.

Walter, R.C., & D.J. Merritts, 2008. Natural streams and the legacy of water powered mills. Science, 319(5861)299-304.

Winter, H.V. 2007. A fisheye view of fishways. Thesis Univ. Wageningen.



Binnen in de Schouwmolen: volledig intact houten gangwerk

2 HET ITTERBEEKDAL ALS PROEFTUIN VOOR DE TMZ

2.1 Ligging

De onderzoeklocatie voor het testen van het TMZ-concept ligt bij de Schouwsmolen te Ittervoort in de Provincie Limburg, vlak bij de Nederlands-Belgische grens. De molen staat op de Itterbeek en dateert al uit de Middeleeuwen. Het ter plaatse aanwezige verval is representatief voor veel stuwlocaties in Nederland en de rest van de West-Europese laagvlakte. Het smalle, extensief gebruikte beekdal is ter plaatse in eigendom en beheer bij Natuurmonumenten. De molen is eigendom van de familie Van der Stappen-Moors.

De laagte van de TMZ is bij de molen aangelegd op de zuidelijke oever van de Itterbeek (rode ovaal), in het smalle, duidelijk begrensde beekdal tussen Neeritter en Ittervoort (figuur 2.1).



Figuur 2.1 Globale ligging projectgebied (bron: Google, 2010)

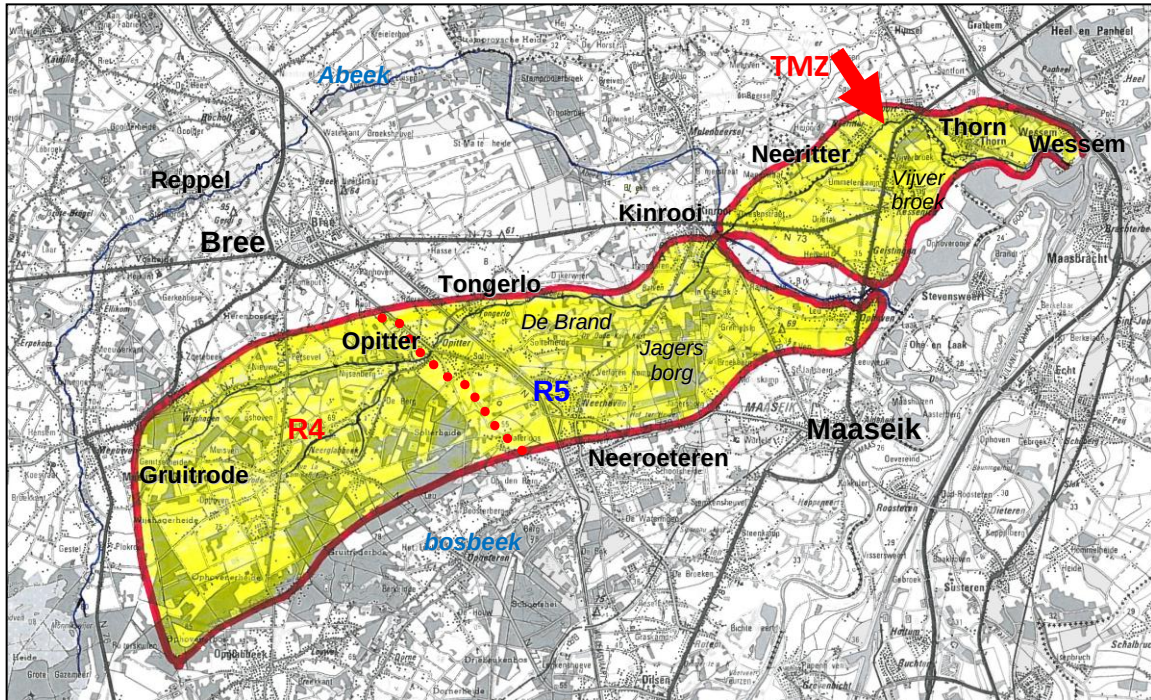
2.2 Stroomgebied van de Itterbeek

2.2.1 Kenschets

De Itterbeek ontspringt in de Belgische Kempen, bij Gruitrode op een hoogte van ongeveer 70 m. Het totale stroomgebied omvat bijna 6000 ha (figuur 2.2, 2.5).

Vanaf Gruitrode stroomt ze in noordoostelijke richting naar Neeritter, waar ze, na enige tijd als grensbeek te hebben gefunctioneerd, definitief de Nederlandse grens passeert. De laatste zes kilometer liggen op Nederlands grondgebied. Bij Ittervoort buigt ze plotseling in oostelijke richting af, om als Thornerbeek in Wessem uit te monden in de Maas. Bij Thorn splitst de beek zich tijdelijk in twee takken; Een molentak die dwars door het stadje loopt en een tak die met een bocht zuidelijk om Thorn loopt. In de beekmonding bij Wessem zitten afsluiters, die bij Maashoogwater worden gesloten.

De totale lengte bedraagt circa 24 kilometer waarbij ze een gemiddeld verval kent van circa 47 m (0,2‰). Het is een kleine, vrij snel stromende beek, die afhankelijk van het verval en insnijding het karakter heeft van een terrasbeek, zoals haar bovenloop tussen Gruitrode en Tongerlo, en het traject tussen Ittervoort en Thorn, dan wel de aanblik biedt van een laaglandbeek.



Figuur 2.2 Globale begrenzing van het stroomgebied van de Itterbeek en de ligging van de TMZ.

Haar bovenloop, vanaf Gruitrode tot aan Tongerlo (KRW type R4), ligt diep ingesneden in de noordflank van het Kempische Plateau (Hoogterras). Van daar voert de beek door de Vlake van Bocholt, de brede Laat-Pleistocene dalvlakte van de Maas (Middenteras). Dit relatief vlakke gebied wordt doorsneden door laagten, waarin zich veelal de oude stroomgeulen van een vlechtende rivier laten herkennen. Door deze oude geulen stromen nu verscheidene beken, waaronder de Itterbeek (KRW type R5). Deze Pleistocene dalvlakte van de Maas ligt echter veel hoger in het landschap dan de huidige Holocene dalvlakte van de Maas (Laagterras), waar ook het nabij Ittervoort gelegen Vijverbroek deel van uit maakt. De overgang wordt gemarkeerd door een circa 5 m hoge steilrand. Zo komt het dat het relatief hoog gelegen Pleistocene dal van de Itterbeek tussen Neeritter en Ittervoort op korte afstand, parallel loopt aan het veel lager gelegen Vijverbroek (figuur 2.2).

Opvallend is dat de Itterbeek en de zuidelijker gelegen Bosbeek met elkaar in verbinding staan, via de Witbeek. Deze loopt vanaf de Bosbeek bij Neeroeteren naar de Itterbeek bij Thorn.

In België is de Itterbeek veelal rechtgetrokken. Op Nederlands grondgebied is dat ook het geval. Alleen het traject vanaf Neeritter tot aan de Schouwsmolen bij Ittervoort bezit nog een oorspronkelijk slingerend karakter (figuur 2.1), met een morfologisch goede structuurkwaliteit (Bakker & De Mars, 2003). Haar benedenloop loopt tussen zandwinplassen door. De beek komt

in Wessem tegenwoordig eigenlijk niet meer echt uit in de Maas maar in de plaatselijke havenmonding.

Een bijzonder waterhuishoudkundig werk bevindt zich aan de oostkant van Kinrooi, ongeveer zes kilometer stroomopwaarts van Ittervoort. Hier kruist de beek de veel grotere Abeek¹ (figuur 2.3). Ter plaatse is een waterverdeelwerk aanwezig dat er voor zorgt dat circa 300 l/s water wordt afgeleid naar de (Nederlandse) benedenloop van de Itterbeek.



Figuur 2.3: Waterverdeelwerk Kinrooi: Rechts stroomt de Abeek af. Direct links naast de elektriciteitskast stroomt de Itterbeek noordwaarts richting Ittervoort.

Tabel: 2.1 Enige kentallen van de Itterbeek (bron: ZL, 2002, WPM)

Oppervlakte stroomgebied	5912 ha
Lengte (km)	c. 24 (waarvan 6 in NL)
Verval (‰)	0,2 (op nederlandse traject: 0,3)
Gemiddelde diepte (m)	0,1- 0,6
Gemiddelde breedte (m)	3 - 5
Gemiddelde stroomsnelheid (m/s)	0,3 - 0,6
Gemiddelde afvoer (l/s)*	250 - 300
Maximale afvoer (l/s)	1500
Minimale afvoer l/s)	100
Belangrijke zijbeken:	Eestveldse beek (bovenloop Opitter) Witbeek (benedenloop Thorn)

* Volgens een internationaal verdrag zou het debiet bij de grens tussen de 300 en 1000l/s moeten bedragen (ZL, 2002).

¹ Op kaarten wordt deze waterloop aangeduid als de Lossing. Waterhuishoudkundig gezien gaat het om de Abeek, zie voor nadere uitleg hs. 2.3.3.

2.2.2 Waterkwaliteit

De fysisch-chemische kwaliteit van de Itterbeek was in de periode 1992-1998, nog als 'slecht' te betitelen, als gevolg van riooloverstorten en (diffuse) lozingen bovenstrooms (ZL, 2002). De beek kampte met te lage zuurstofgehalten en hoge nutriëntengehalten. Sindsdien is vooral de zuurstofhuishouding sterk verbeterd. De nutriëntenbelasting (uitspoeling landbouw) is echter nog altijd erg hoog.

Het al eerder genoemde verdeelwerk is ook bepalend voor de waterkwaliteit van de Itterbeek. Het blijkt dat het water uit de bovenloop van de Itterbeek bij het waterverdeelwerk volledig opgaat in de Abeek en oostwaarts stroomt, om dan bij Ophoven de Maas te bereiken. De benedenloop van de Itterbeek wordt echter gevoed met het water van de Abeek, dat het verdeelwerk vanuit het westen binnenstroomt (figuur 2.4). Tijdens een bezoek in het voorjaar van 2011 bleek er sprake van een groot verschil in de mineraalrijkdom van het water van beide beken. De Abeek voerde op dat moment veel mineraalrijk water af (EGV 400-425 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Het water in de bovenloop van de Itterbeek was niet alleen ijzerhoudend maar ook beduidend mineraalarmer (EGV $<275 \mu\text{S}/\text{cm}$). De benedenloop is daarmee in kwalitatief opzicht dus eigenlijk als een tak van de Abeek op te vatten.



Figuur 2.4 Waterverdeelwerk bij Kinrooi (B):

De Abeek loopt op deze foto van rechts boven naar de stuw (buiten beeld) linksonder. De Itterbeek komt van linksboven en loopt naar de stuw rechtsonder (buiten beeld): Door het kleurverschil is goed te zien dat het rossig gekleurde water van de Itterbeek via de Abeek wordt afgevoerd, terwijl de benedenloop van de Itterbeek wordt gevoed vanuit de Abeek. Dat water heeft een andere kwaliteit.

2.3 Historische ontwikkeling watersysteem

2.3.1 Inleiding

De woord 'Itter' gaat zeer ver terug in de geschiedenis. Het laat zich het meest waarschijnlijk herleiden tot het Germaanse '*aitra / aitro*', wat zoveel betekent als '*zwellen*' (Segers, 1986). Dat op zich zelf getuigt dus al van een langdurige menselijke aanwezigheid in het stroomgebied. Dat blijkt ook uit de vele archeologische vondsten. Gedurende de Bronstijd en IJzertijd zijn er in deze regio opvallend veel vondsten en nederzettingssporen gevonden, zo ook bij Ittervoort (Van Es &

Sarfatij, 1988). Ook in de Romeinse tijd speelde deze omgeving een belangrijke rol. Er liep een Romeinse weg langs Ittervoort en op de Vlake van Bocholt lagen verschillende Romeinse villa's, waaronder een bij Kessenich, vlak over de grens. De vele vondsten uit de Karolingische tijd, oostelijk van Ittervoort, wijzen er op dat deze omgeving ook in die periode bewoond werd (Archis).

Het beekstelsel blijkt bij een nadere historische beschouwing in de loop van de recente geschiedenis vaak door menselijk handelen te zijn gewijzigd (Renes, 1999, Lambregts et al., 2007). In eerste instantie waren die het gevolg van economische activiteiten met betrekking tot watermolens (zie 2.3.2) of voor militair-strategische doeleinden. Zo werd vanaf de Middeleeuwen het beekwater op meerdere van plaatsen benut voor het vullen van kasteelgrachten, zoals bij de 15^e eeuwse Commanderie, in het oorspronggebied van Itterbeek (figuur 2.5), bij het inmiddels verdwenen kasteel van Opitter of de grachten van kasteel Borgitter bij Neeritter.

Ook de vaak aan watermolens verbonden toepassing van vloeiveiden, vooral langs de bovenloop, nam begin 19^e eeuw een grote vlucht. Via een ingenieus stelsel van waterloopjes en stuwtjes werd het beekwater over de graslanden geleid. Een dergelijk systeem is bij Pollismolen (Opitter) nog altijd te zien.

In meer recente tijd zijn het echter vooral de landbouweconomische motieven geweest die tot zeer ingrijpende, grootschalige veranderingen in het watersysteem en nivellering van het beekdallandschap hebben geleid (zie 2.3.3).



Figuur 2.5: Gruitrode (B): Commanderie van de Duitse Ridderorde, oorspronggebied van de Itterbeek

2.3.2 Middeleeuwse verleggingen

Van oorsprong was de Itterbeek een zijbeek van de Uffelsche beek, die toen nog de natuurlijke benedenloop van de Abeek vormde in Nederland. Vanaf Ittervoort liep de Itterbeek namelijk in noordoostelijke richting door, tot ze even voorbij Grathem in de Uffelsche beek uitmondde. Deze oude bedding is op het eerste deel, tot op de dag van vandaag, nog prima te volgen. Vanaf Ittervoort tekent zich aan de zuidkant van de Napoleonsweg een slingerende laagte in het landschap af met een vaak droogstaande bedding. Deze bedding loopt door tot vlakbij de oprit van de A2.

De omlegging naar Thorn is vermoedelijk in de Middeleeuwen gegraven, na de stichting van de Benedictinessenabdij, eind 10^e eeuw, en de daaropvolgende oprichting van watermolens ter plaatse (zie onder). Ook Ittervoort en de Schouwsmolen waren vanouds schatplichtig aan de abdij van Thorn (Vink 2003; Sprenger & Roymans, 2010).

Iets vergelijkbaars deed zich voor bij de Bosbeek. Dit was, tot dat er in de 13^e of 14^e eeuw de afleiding werd gegraven naar de Maas in Aldeneik, een volwaardige zijbeek van de (omgeleide) Itterbeek (Gaethofs & De Vocht 2002). Tegenwoordig vormt de gegraven tak de hoofdloop van de Bosbeek.

2.3.3 Grote omleidingen

In 1865-1870 werd een al langer bestaande, kunstmatige waterloop, de Lossing, door het Grootbroek, langs Kinrooi naar de Maas in Ophoven verlengd. De kunstmatige waterloop kruist drie beken die van het Kempisch Plateau afstromen, de Abeek, Itterbeek en de Bosbeek. De ruilverkavelingen aan beide zijden van de grens en de ontmanteling van de Uffelsche molen in de periode omstreeks 1970 maken het mogelijk de afvoer van de Abeek en de Lossing om te wisselen. Sindsdien is het hydrologisch gezien dus eigenlijk de Abeek die richting Ophoven naar de Maas stroomt, in de bedding die voordien gebruikt werd door de Lossing. Het is feitelijk het water van de Lossing dat sinds de jaren '70 van de vorige eeuw via de Uffelsche beek afstroomt. (Bayens & Sanders 1987, Lambregts et al., 2007). Deze merkwaardige situatie zorgt sindsdien voor verwarring op kaarten, waardoor de naamgeving op kaarten vaak niet goed bruikbaar is voor een juist begrip van de waterhuishoudkundige toestand. Tegelijkertijd hebben de huidige, kunstmatige "midden- en beneden" loop van de Abeek dus geen enkele relatie met het omringende landschap.

Het waterverdeelwerk bij Kinrooi dateert uit dezelfde tijd (figuur 2.3). Tot dan toe werd de Itterbeek onder de toenmalige Lossing doorgeleid met een duiker. Sinds de bouw van het verdeelwerk komen de beide watergangen hier bij elkaar. Zoals eerder aangegeven (hs 2.2.1) staan het bovenstroomse traject en het benedenstroomse traject van de Itterbeek kwalitatief gezien niet of nauwelijks nog met elkaar in verbinding (figuur 2.4) en wordt de benedenloop nu vooral gevoed met water uit de Abeek.

Er wordt inmiddels gewerkt aan het tenminste gedeeltelijk herstellen van de oorspronkelijke waterafvoer van de Kempische beken (Lambrechts et al., 2007).

2.3.4 De Itterbeek als typische molenbeek

Dankzij het aanwezige verval waren op de Itterbeek van bron tot monding eeuwenlang een tiental watermolens actief, deels op Belgisch grondgebied. De Itterbeek mag daarom met recht een typische molenbeek worden genoemd. Ook de daarmee verbonden toepassing van vloeiweiden nam vooral langs de bovenloop, een grote vlucht, net als elders in de Belgische Kempen. De gedocumenteerde geschiedenis van watermolens in deze regio gaat maar liefst terug tot voor het jaar 856, en heeft betrekking hebben op de Reppel- of Cuppensmolen te Reppel, op de Abeek. De oudste watermolen op de Itterbeek is de Pollismolen bij Opitter. Die wordt voor het eerst genoemd in 1078 (www.molenechos.org/indexdb.php).

Vanaf de Borgmolen bij kasteel Borgitter, letterlijk pal over de grens, staan op het Nederlandse deeltraject van de Itterbeek nog vier molens. De geschiedenis van deze molens gaat ieder geval terug tot 13^e of 14^e eeuw.

- Armenmolen, Neeritter
- Schouwsmolen, Ittervoort
- Luyensmolen, Ittervoort
- Kraekermolen of Bovenste molen, Thorn

Van een vijfde molen, in Thorn, de Schluyfkensmolen of Onderste molen, daterend van voor 1244, wordt na 1631 niets meer vernomen.

Ondanks het aanwezige verval kwam het toch voor dat de molens elkaar hinderden. Bij te hoog opstuwen hadden bovenstrooms gelegen molens dan last van het achterwater (stuwschaduw) van de onderliggende molens.

Bekend is dat er op de bodem van de Itterbeek vaak zandruggen ontstonden die ook de waterafvoer belemmerden. Daarnaast klagen rond 1860 de molenaars uit Neeritter, Ittervoort en Thorn over de verminderde waterafvoer vanwege de vloeiweiden langs de Belgische bovenloop (Renes, 1999).

De meeste molens in het stroomgebied zijn tussen 1950 en 1970 stilgelegd.

2.4 Schouwsmolen en haar naaste omgeving

De oudste vermelding van de Schouwsmolen dateert uit 1252 (Vink 2003). De naam ontleent de molen echter aan Peter Schoufs, die omstreeks 1561 de molen in pacht had.

2.4.1 Landschappelijke ontwikkeling

Op foto's gedateerd rond 1945-1950 en 1980 blijkt dat de molen toen een door hoog opgaand geboomte (o.a. populieren) een beschutte ligging kende. Die situatie bestond blijkbaar al langer. In een advertentie voor een publieke verkoop van de molen uit 1896 valt te lezen dat naast de opstallen en tuin ook een *“boomgaard, hakhout en olmenboomen alles in een blok gelegen”* bij de verkoop horen.



Figuur 2.6a: Detail kadastrale kaart van de omgeving van de Schouwsmolen (circa 1820)



*Figuur 2.6b: Profielopbouw in proefsleuf
De opgebrachte zandige bovengrond en de met
puinrijk materiaal opgevulde oude kleiige bedding bij
de molenkolk.*

Ook een kadastrale opname begin 19^e eeuw, wijst uit dat er even bovenstrooms van de molen een kavel hakhout in de binnenbocht van de beek lag (figuur 2.6A, kavelnr. 460). De overige delen worden als weide of ‘tuin’ aangeduid.

Tegenwoordig wordt de dalvlakte bij de molen ingenomen door grasland met verspreid enige bosopslag en (fruit)bomen.

2.4.2 Morfologische structuur en bodemopbouw van het beekdal

De molen ligt in een geomorfologisch smal, maar markant dal, waarbij de dalflanken snel oplopen. De dalbodem ligt ter hoogte van de molen op circa 27,0 a 27,5 m NAP. Bodemkundig betreft het beekeerdgronden. Nader onderzoek ter plaatse wees uit dat er sprake is van een fijn zandige, veelal siltige bodems met plaatselijk ingeschakelde leemlagen. Lokaal is de bodem zelfs kleiig ontwikkeld. De bovengrond blijkt echter te zijn opgehoogd en geëgaliseerd en is doorgaans puinhoudend. De oorspronkelijke morfologische variatie van de dalvloer is daarmee totaal genivelleerd.

In de 19^e eeuw lag er een molenkolk bij de molen (figuur 2.6a). Deze kolk is nadien met puinhoudend materiaal opgevuld. Tijdens het archeologisch onderzoek en het uitgraven van de TMZ werd de kleibodem van de oude molenkolk en een daarin uitlopende laagte teruggevonden (figuur 2.6b).

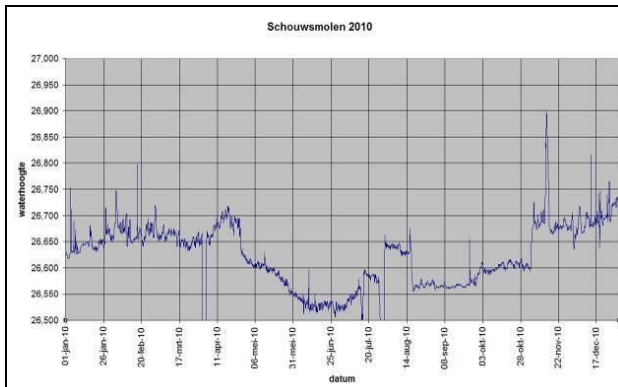
Buiten het beekdal loopt het maaiveld al snel op tot circa 30,5 m NAP. Vooral aan de noordkant is het dal scherp begrensd door een steilrand. De zuidflank van het dal loopt heel geleidelijk op. De hogere gronden worden over het algemeen ingenomen door hoge enkeerdgronden en moderpodzolbodems.

2.4.3 Stuwpeil

Hoewel de molen kort na 1950 werd stilgelegd en het stuwrecht werd verkocht aan het waterschap, bleef het stuwwerk en de resten van het waterrad gehandhaafd (figuur 2.7). Na restauratie van het woonhuis streven de huidige eigenaren er naar om ook het waterrad weer te herstellen. Daarmee zou de molen weer volledig maalvaardig zijn.

Het verval over de molen bedraagt circa 0,8 m. Tegenwoordig ligt het stuwpeil op 26,5m NAP, maar het historische stuwpeil lag circa 20 cm hoger.

Over 2010 schommelde het bovenstroomse waterpeil bij de molen in de winter en voorjaar rond 26,70 m NAP. In de zomermaanden zakte het peil uit tot circa 26,5m NAP. De beek lijkt dus een vrij natuurlijke, seizoenmatige fluctuaties te vertonen (figuur 2.7).



Figuur 2.7a: Peilfluctuaties bij de Schouwsmolen



Figuur 2.7b: Restanten stuwwerk en waterrad

2.5 Ecologische aspecten

De Itterbeek is aangemerkt als Sef-beek. Dit betekent dat de beek zo natuurlijk mogelijk zou moeten zijn. De inrichting en het beheer van deze beek zijn gericht op deze ecologische hoofdfunctie. De beemden langs de beek worden tegenwoordig extensief begraasd. Ze zijn middels klaphekjes ook toegankelijk voor wandelaars (figuur 2.8).

De Belgische bovenloop, en langs de middenloop het kleinschalige landschap van De Brand en het vochtige bos van Jagersborg, maken deel uit van het **Natura2000-gebied Itterbeek** (BE 200034: 1869 ha). Dit Natura2000-gebied is onder andere speciaal aangewezen voor de *beekprik*.

2.5.1 De beek en haar oevers

De beek bezit voor het grootste deel op het traject tussen Neeritter en Ittervoort van oorsprong al een natuurlijke loop met een vrij natuurlijk profiel. Het traject stroomafwaarts van de molen is echter gedeeltelijk rechtgetrokken.

De beek en haar oevers bieden plaats aan een productieve water- en oevervegetatie. Bovenstrooms van de molen is die weelderig, maar opvallend gevarieerd. In de loop van het voorjaar en zomer ontwikkelt zich daar in de beek een weelderige vegetatie van *smalle*

waterpest, *gedoornd hoornblad* en *sterrenkroos*, die leidt tot veel stromingsdiversiteit. Een zeldzamere verschijning is de *watergentiaan*. Langs de oever groeien direct bovenstrooms van de molen dan brede zomen uit van *slanke waterkers*. Verder mogen ook *moerasvergeet-me-nietje* en *zwanenbloem* worden genoemd. Elders bezit de oeverbegroeiing vaak een wat eentoniger aanblik, gekenmerkt door grasachtigen, zoals *liesgras*, *rietgras*. Spaarzamer zijn *scherpe zegge*, *kattenstaart*, *smeerwortel* en andere algemene oeverplanten. Langs en boven de beek worden geregeld *weidebeekjuffers* gezien.

2.5.2 Visfauna in historisch perspectief

Doordat bij de stroomafwaarts bij Thorn een niet vispasseerbare stuw ligt, is de Itterbeek vanaf de Maas niet vrij optrekbaar (zie ook 2.2.1). Door een bekkentrap bij de Luijensmolen is het beektraject tussen Thorn en de Schouwsmolen wel optrekbaar.

Visonderzoek uit 2009 (bron: WPM) wees uit dat doelsoorten als *kopvoorn*, *serpeling*, *bermpje* en *riviergrondel* maar ook de beschermde *bittervoorn* in de beektrajecten vanaf de Armenmolen tot aan de Maas aanwezig zijn. Volgens meldingen van buurtbewoners en de molenaars is de waterkwaliteit en daarmee de visrijkdom van de beek in het afgelopen decennium sterk verbeterd, dankzij de afname van overstorten en puntlozingen bovenstrooms (zie onder).

Eind juli 2010 vielen delen van het Nederlandse traject korte tijd droog, als gevolg van de geringe afvoeren. De beekvissen wisten deze droogval-periode goed te doorstaan omdat ze zich onder andere bovenstrooms van de molenstuwen verzamelden, zoals bij de Schouwsmolen ook het geval was. Hierachter bleef wel voldoende water staan.

Historische visgegevens

Uitgebreid historisch ecologisch onderzoek van Gaesthof & De Vocht 2002, wijst uit dat de Kempische beken in de eerste helft van de 20^e eeuw nog bijzonder visrijk waren. Tot de vrij algemene soorten van de beken die op het Kempisch Plateau ontspringen, rekenen zij onder meer soorten als *beekprik*, *serpeling*, *bermpje*, *riviergrondel*, *kwabaal* en *snoek* (zie tabel 2.1). De eerdergenoemde auteurs rekenen de vier eerstgenoemde soorten tot de karakteristieke soorten. De *beekprik* komt tegenwoordig alleen nog in de bovenloop van de Itterbeek voor, maar kwam vroeger ook in de beken op de Vlake van Bocholt voor. Zo was zij ook bekend uit de Witbeek bij Ophoven. De *alver* trok tot daar op vanuit de Maas. (en zal dan dus ook in de Thornerbeek hebben gezeten). De Witbeek had rond 1940-1950 nog een uitstekende waterkwaliteit. Nadien is die sterk verslechterd. Eind 20^e eeuw kwamen er amper nog vissen in voor (tabel 2.1). Visbemonstering in de jaren '90 van de vorige eeuw leverde voor de Itterbeek een minder soortenrijk visbestand op dan tegenwoordig. Sommige soorten zijn sindsdien duidelijk toegenomen, zoals *kopvoorn* en *snoek*. Andere hebben zich (weer) gevestigd (*serpeling*, *bermpje*, *zonnebaars*), dankzij de waterkwaliteitsverbetering (zie 2.2.2).

Tabel 2.1: Overzicht van de visfauna in het stroomgebied

X= bekend; z= zeldzaam'; vz vrij zeldzaam; va = vrij algemeen; a =algemeen.

	typisch	witbeek ophoven	witbeek ophoven	itterbeek bovenstr. benedenstr. schouwsmlen		itterbeek NL
	voor 1960	1940-1950	1997	1992-98	1992-98	2008-2011
<i>bron</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>WPM</i>
kwabaal	x	x				
beekprik	x	x				
blankvoorn	x	x	x	va	z	va
snoek	x	x	x		z	va
3 doortje		x	x	a	a	a
10 doortje		x	x	a	a	a
rievergrondel	x	x		va	va	a
rietvoorn	x	x		z	z	z
baars		x		x	z	vz
kopvoorn	(x)	x			z	a
paling	x	x			z	z
serpeling	x	x				vz
bermpje	x	x				z
pos		x				z
zeelt		x				vz
karper						z
zonnebaars				x		va
winde						z
bittervoorn						z
alver		(x)				
sneep		x				
gr modderkruiper		x				
kl. modderkruiper		x				

bron 1 : Gaesthofs & De Vocht 2002.; 2 : Crombaghs et al. 2000; **WPM** : bemonstering 2008 + dit onderzoek;

Volgens informatie van verschillende buurtbewoners zaten er in de jaren 50 en 60 grote *snoeken* in de diepere kommen van de Itterbeek. *Riviergrondels* waren toen ook al algemeen.

Bovenstrooms van de molen waren toen enkele plekken waar werd gezwommen. De bodem was daar zandig.

Op grond van het voorgaande kunnen *serpeling*, *kopvoorn*, *bermpje* en *rievergrondel* als de 'doelsoorten' van dit project worden aangemerkt. Het zijn rheofiele soorten die kenmerkend zijn voor de Kempische beken. Voor dit onderzoek gaat de aandacht vooral uit naar de meer kritische *kopvoorn* en *serpeling*.



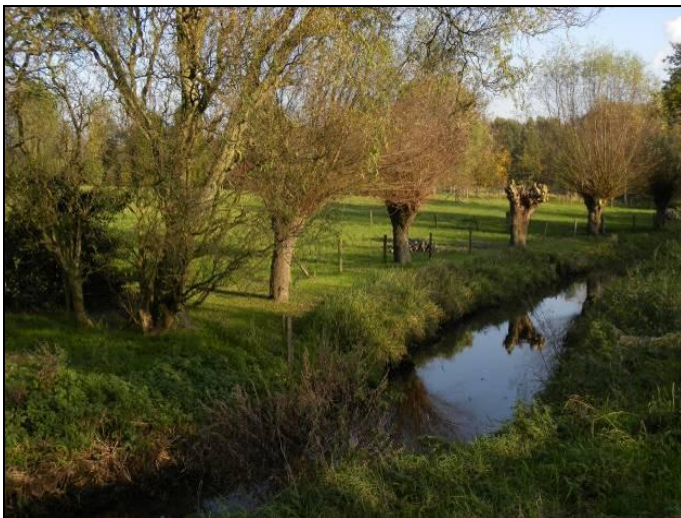
Figuur 2.7 Itterbeemden bij de Schouwsmlen, 2010

2.5.3 Itterbeemden

Het grondgebruik langs de beek bovenstrooms van de Schouwsmolen is in 2002 geëxtensiveerd. Sindsdien worden de beemden (4 ha) extensief beweide, met *galloways* en later, *koniks*. Door het voormalige, agrarisch zeer intensieve gebruik dragen de beemden ook nu nog steeds een uitgesproken voedselrijk karakter. De vegetatie bestaat uitsluitend uit alledaagse soorten, zoals *ruw beemdgras*, *zachte dravik*, *kruipende boterbloem*, *akkerdistel*, *grote en smalle weegbree*, *zachte ooievaarsbek*. De totale soortensamenstelling indiceert niet alleen een voedselrijk milieu maar ook een vrij droge standplaats, in het bijzonder vlak bij de molen.

In de geëxtensiveerde zone komen verspreid oudere bomen (populieren) voor. Ook bij de Schouwsmolen zijn enkele bosjes aanwezig. Daarnaast is ter plaatse in het grasland, een groepje jonge fruitbomen aangeplant. Vooral verder stroomafwaarts zijn langs de beek ook nog oude knotbomen te vinden (figuur 2.9).

In 2002 werd direct stroomopwaarts van de molen een stuk beemd ondiep afgegraven. Nadien groeide deze zandige strook snel dicht met boomopslag (vnl berkjes). Dit hout is in 2011 grotendeels afgezet.



Figuur 2.9 Oude knotwilgen langs de Itterbeek

2.5.4 Bij de molen

Op de stuw komt op het muurwerk van de maalgoot volop *muurvaren* voor. Daarnaast groeien er ook enkele exemplaren van de zeldzame *tongvaren*. Onder het geboomte bij de stuw komt wat *sneeuwklokje* voor.

In 2010 verbleef er geruime tijd een *grote gele kwikstaart* bij de molen. Voor zover bekend was er geen sprake van een broedgeval.

2.6 Literatuur

- Baeyens, L. & J. Sanders, 1987. Bodemkaart van België, Maaseik 49 W. Centrum voor Bodemkartering.
- Bakker P. & H. de Mars, 2006. Morfologische monitoring beken, deel 2. (i.o.v. Waterschap Peel en Maasvallei). Rapportnr 9R8205. Royal Haskoning, Maastricht.
- Burny, J., 1999. Bijdrage tot de historische ecologie van de Limburgse Kempen (1910-1950). Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- Es, W.A. van, & H Sarfatij (red) 1988. Archeologie in Nederland. Meulenhof/ROB, Amsterdam/Amersfoort.
- Gaethofs, T. & A. De Vocht 2002. Bijdrage tot de historische verspreiding van zoetwatervissen, rivierkreeft en otter in Limburg (België) over de periode 1925-1965. Centrum voor Milieukunde, LUC / LIKONA / Provincie Limburg. Diepenbeek
- Knijf, G. de, H. Demolder & D. Paelinckx. 2000. Biologische Waarderingskaart; Verklarende tekst bij kaartbladen 10 - 18. Mededelingen van het INBO nr. 10, Brussel.
- Lambrechts, J., K. Martens & A. de Glopper. 2007. Globaal herstelplan Abeek; Historische evaluatie als basis voor beekherstel. Bijdrage Congres Watersysteemkennis 2006-2007.
- Renes, J. 1999. Landschappen van Maas en Peel; een toegepast historisch-geografisch onderzoek in het streekplan gebied Noord- en Midden Limburg. Maaslandse Monografieën groot formaat nr 9. Eisma / Stichting Maaslandse Monografieën, Leeuwarden/Maastricht.
- Sprenger, N. & J. Roymans, 2010. Schouwsmolen te Ittervoort, Gemeente Leudal, Programma van Eisen – Archeologische begeleiding beekdalen. RAAP-PvE871, RAAP Archeologisch Adviesbureau.
- Segers, J. 1986. Waternamen in de Oetervallei, met name te Neeroeteren. Mededelingen van de Vereniging voor Limburgse Dialect- en Naamkunde, nr 38. Hasselt. (download versie VLDN 2006).
- Vink, E., 2003. Nederlandse abdijmolens ten zuiden van de Rijn, In: Coomans, T (red.). Abdijmolens tussen Rijn en Schelde, pp 25-64. Clavis, Utrecht.
- ZL, 2002. Meerjarenrapport Limburgse oppervlaktewateren 1992-1998. Zuiveringschap Limburg, Roermond



TMZ Schouwsmolen in eerste aanleg

3 ONTWERP EN REALISATIE

3.1 Inleiding

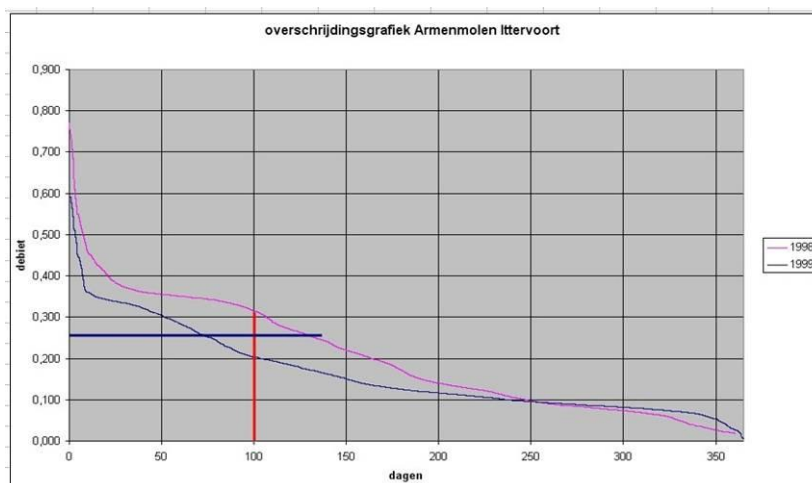
De uitdaging was het realiseren van een effectieve vispassage met een zo natuurlijk mogelijke uitstraling, die (langjarig) gemiddeld 100 dagen per jaar effectief is voor vismigratie. Van jaar tot jaar kan die migreerbare periode echter serieus verschillen.

Het ontwerpproces laat zich verdelen in een aantal stappen. Om te beginnen is het 100-dagen niveau voor de Schouwsmolen bepaald. Daarna zijn ook de overige uitgangspunten voor het ontwerp geconcretiseerd. In de daaropvolgende stappen is al deze informatie in een modelomgeving tot een specifiek ontwerp voor de TMZ-Schouwsmolen uitgewerkt, tot slot afgerond met een optimalisatiestap aan het inlaatwerk. In de hierna volgende hoofdstukken wordt op de verschillende stappen wat nader in gegaan.

3.2 Uitwerking van de 100 dagen regel voor Ittervoort

3.2.1 Bepaling 100-dagen niveau

Het honderd dagen punt is bepaald op basis van de beschikbare waterstandsmeetreeksen over de jaren 1998 en 1999 (een nat en een droog jaar) geregistreerd op het meetpunt Armenmolen te Neeritter. Dit meetpunt ligt ongeveer 800 m stroomopwaarts van de Schouwsmolen. Op het tussenliggende traject ontvangt de beek geen zijwateren, hooguit misschien een beperkte, verwaarloosbare voeding vanuit grondwater, zodat de reeksen ook zijn te gebruiken voor de Schouwsmolen. De meetgegevens zijn omgerekend naar debieten en vervolgens omgezet naar debiet-overschrijdingsduurlijnen (figuur 3.1, 3.2).



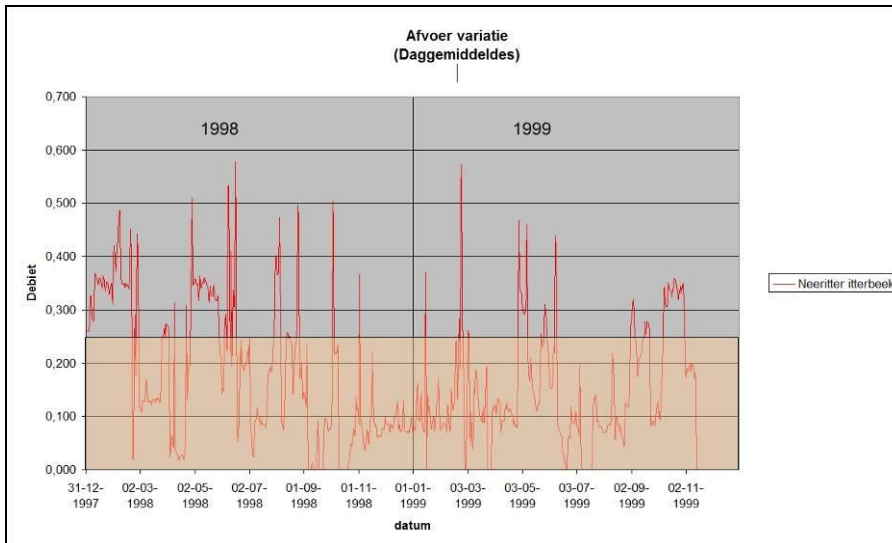
Figuur 3.1: Debiet-overschrijdingsduurlijnen voor de Itterbeek.

Hieruit is op eenvoudige wijze af te lezen dat voor de Schouwsmolen bij Ittervoort:

- De 100 dagen waarde gemiddeld 250 liter/sec bedraagt.
- Variatie van deze waarde is circa 30 %.
- Geen constante booglijn grafiek (aanname: onttrekking water?).

3.2.2 Bepaling migratie momenten en vorm:

Uit de berekende debiet-meetreeks (figuur 3.2) zijn ook de migratiemomenten af te leiden.



Figuur 3.2 Debietfluctuaties bij de Armenmolen over 1998 en 1999

Hieruit volgt dat, uitgaande van de 100 dagen regel, het aantal (potentiele) migratiemomenten (afvoer >250l/s), ongeacht de duur daarvan, over het jaar heen gezien in:

- 1998: 12 x voorkwam
- 1999: 8 x voorkwam

Kortste periode met migratiemogelijkheden: ca 1 uur

Langste periode „ ca 20 dagen

Verder valt te constateren dat de beekafvoer tijdens hoogwatersituaties meestal ruim over de 100 dagen-grenswaarde van 250 l/s heen schiet (figuur 3.2). Bovendien valt uit de figuur ook af te lezen dat dergelijke migratievensters zich verspreid door het jaar voordoen en qua duur ook aanzienlijk kunnen verschillen. De langste aaneengesloten periode zonder migratiemogelijkheden bedroeg circa 45 dagen (midzomer).

De 250 l/s-waarde is weer om te rekenen naar het beekpeil ter plaatse, en dat leverde daarmee ook de (ontwerp) hoogteligging van de instroomopening van de TMZ. De inlaat van de TMZ is hierbij uitgevoerd als een vaste overstortdrempel. Omwille van de kwetsbaarheid is nadrukkelijk gekozen om geen actieve elementen, als beweegbare stuwen, toe te passen. Als bij de molen het water niet wordt 'verbruikt', stijgt het waterpeil en start de lossing over de migratiezone.

3.3 Nadere ontwerp TMZ Schouwsmolen

3.3.1 Uitgangspunten voor ontwerp migratiezone.

Na vastlegging van de 100 dagen niveau werden de uitvoeringsmogelijkheden voor de migratiezone nader onderzocht. Uitgangspunt was dat er een uitvoeringsvorm moest worden gevonden voor een zo natuurlijk mogelijk ogende geul waarbij:

Vanuit fysiek landschap:

1. Een hoogteverschil overbruggd moest worden van 0,80 meter.
2. Er een beschikbare lengte is van maximaal 80 meter.
3. Er sprake is van een overwegend zandige bodem met kleilagen.
5. Gevarieerde, flauwe taluds moeten komen i.v.m. landschappelijke inpassing.

Vanuit vismigratie oogpunt.

6. Een geul te maken die al bij lage afvoeren tot migratie kan leiden. Hierbij is uitgegaan van een minimale waterdiepte van 20- 25 cm, met oog op een effectieve benutting door vissen.
7. De stroomsnelheden ten hoogste 0,5 a 1.0 m/s bedragen, met bij voorkeur een afwisseling van stroomluwe en (korte) snelstromende stukken.

Vanuit 100 dagen regel uitgangspunt:

8. Werking van (langjarig) gemiddeld 100 dagen per jaar.
9. Wisselende afvoer over de zone van 0 tot 600 liters/sec.
10. Geen gebruik van actieve elementen, d.w.z. geen beweegbare stuwtdjes (simpel en robuust)

Al deze factoren zijn in het verdere ontwerpproces meegenomen. Hierbij kwamen ook enkele tegenstellingen tussen diverse doelen aan het licht. Deze tegenstrijdigheden zullen bij de diverse deelbeschrijvingen inzichtelijk gemaakt worden.

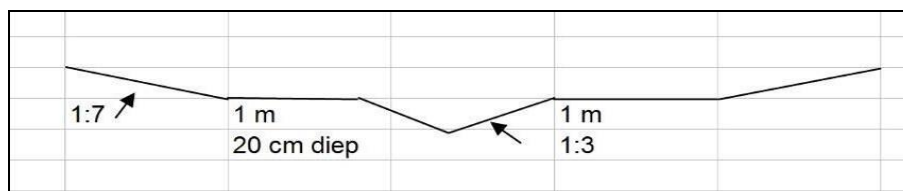
3.3.2 Modelschematisatie en ontwerp

Na het vaststellen van de landschappelijke inpassingsmogelijkheden werd het 80 m lange tracé bepaald van de TMZ en werd gekeken of het daarbij van toepassing zijnde verhang bruikbaar was. Gerelateerd aan de verwachte bodemruwheid en potentieel beschikbare lengte van de TMZ (80 m) kon bij het ontwerp worden ingezet op een verhang van 1:100.

Aan de hand van dat verhang werd in een iteratief ontwerpproces op basis van modelberekeningen (Sobek) in een eerste stap de lengte en vervolgens de doorsnede van de geul en zone verder geoptimaliseerd. Bij dat optimalisatieproces waren waterdiepte (>20 cm) en de uiteindelijke stroomsnelheid (<1.0 m/s) sturend, met oog op:

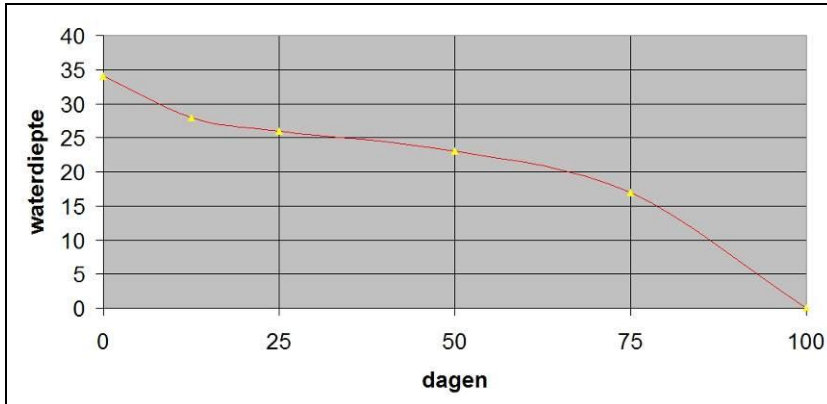
- De vismigratie en zwemcapaciteit van de diverse soorten,
- De ondergrond en begroeiing (ruig grasland).
- Dit zowel bij kleine afvoeren alsook bij hoogwaterafvoer.

Deze modeloptimalisatie leverde uiteindelijk onderstaand principe-dwarsprofiel op (figuur 3.3).

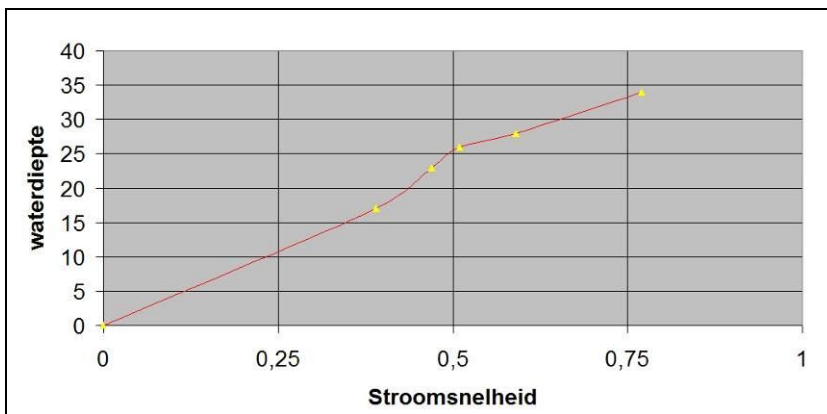


Figuur 3.3 Schematisch dwarsprofiel TMZ-Schouwsmolen.

In de onderstaande figuur 3.4a en b zijn de voor het uiteindelijke ontwerp berekende gemiddelde waterdiepten en stroomsnelheden weergegeven. Hieruit valt af te leiden dat de gewenste waterdiepte van minimaal 20 cm gedurende circa 65 dagen zou optreden. Dit ligt dus lager dan beoogd. Het ontwerp voldoet dan wel aan de maximaal toelaatbaar geachte stroomsnelheden. De gemiddelde stroomsnelheden in de functionele periode variëren in de geul dan tussen 0,4 a 0,8 m/s (figuur 3.3b). Op de dan ook geïnundeerde stroken zal de stroomsnelheid dan vaak lager liggen, zodat de stromingsvariatie in de TMZ naar verwachting in werkelijkheid nog groter zal zijn (0 – 0,8m/s).



Figuur 3.4a: Berekende waterdiepte (cm) bij een verval van 1:100.



Figuur 3.4b: Berekende stroomsnelheid (m/s).

3.4 Nadere optimalisatie inlaatwerk.

Om al bij relatieve lage afvoeren toch vissen te kunnen laten passeren, moet het ontwerp en hoogteligging van de inlaatconstructie en de rest van de TMZ nog zodanig op elkaar worden afgestemd, dat elke afvoerpiek gebruikt kan worden om migratie mogelijk te maken. Het (initiële) drempelniveau was bepaald op grond van de 100-dagen debiet (ca 250 l/s). Bijsturing is niet mogelijk omdat deze drempel verder geen beweegbare delen bezit die een bijstelling van de instroom mogelijk maken.

Om in de plaats van eerder berekende 65 dagen toch (weer) voor een gemiddelde optrekperiode van 100 dagen te kunnen zorgen, is daarom in een laatste stap het ontwerp van de instroomdrempel verder geoptimaliseerd om de migrerende vissen ook al bij een lage afvoer in de TMZ in minimaal 20 cm waterdiepte te laten zwemmen.

Bij het dimensioneren van het inlaatwerk voor de migratiezone diende zich echter een tegenstrijdigheid aan tussen twee belangen, namelijk:

- Het water gaat in veel situaties slechts met een dunne waterfilm over de overstort drempel heen.
- Vissen verlangen meer dan een waterfilm om over deze drempel heen te zwemmen. Er moet dus een wat diepere doorlaat komen voor migratie bij nominale afvoer (100 dagen).

Om deze tegenstrijdigheid te kunnen oplossen diende er een (kleinere) opening te komen met voldoende diepte waar bij een nominaal debiet toch vissen doorheen konden. De oplossing werd gevonden in een verdiepte instroomopening (figuur 3.5). De bodem van deze aangepaste “bodemopening” is bepaald op 14 cm onder de nominale drempelhoogte, 40 cm breed. Het nadeel van deze uitvoering is dat er dus gedurende een langere tijd van het jaar een geringe hoeveelheid water over de TMZ gaat. Dit is niet in overeenstemming met het uitgangspunt van de 100 dagen regel. Nadere modelberekeningen wezen uit dat hierdoor een diffuus tussengebied van circa 120 dagen ontstaat waarin geen vismigratie mogelijk is, maar wel een (geringe) waterstroom in de geul aanwezig is (‘lekwater’). Er werd ook berekend dat ongeveer 120 dagen per jaar de geul droog zou vallen.

Deze aanpak is vanuit hydraulisch oogpunt niet ideaal, maar een andere methode is zonder “actieve componenten” niet mogelijk. Achteraf bleek het ‘lekwater’ ecologisch gezien wel voordelen te hebben.

3.5 Van ontwerp naar fysieke aanleg

Grasplaggen

Door het late tijdstip van realisatie, het koude najaar met vroeg invallend winterweer was het niet mogelijk om de TMZ in het najaar nog op een natuurlijke manier te laten begroeien voordat de monitoring in het voorjaar van 2011 zou starten. Dat was om twee redenen minder gewenst.

- De kans dat de onbeschermde bedding, gezien de grondslag snel zou kunnen eroderen was te groot: er was maar één monitoringseizoen.
- De TMZ moest vooral kunnen werken in een begroeide toestand (weiland).

De passage is daarom bekleed met grasplaggen uit het projectgebied om de laagte zo snel mogelijk weer te laten begroeien en haar structuur zo te verdedigen. Deze aanpak werkte in het algemeen goed (figuur 3.4).

Grondbalans

Er is gewerkt met een gesloten grondbalans, de vrijgekomen grond is verwerkt in het terrein van Natuurmonumenten.



Figuur 3.4: Impressies van de TMZ maart 2011, belegd met grasplaggen.

‘Kunstwerken’

De TMZ bezit dus feitelijk maar een echt kunstwerk, een speciaal gedimensioneerde, vaste drempel bij de instroom (figuur 3.5). Ervaring leerde dat om ophoping van vuil (bijv. blad) te voorkomen deze drempel, bij voorkeur in een buitenbocht pal op de oeverlijn moet liggen. Benedenstrooms, in de uitstroomopening, is voor dit onderzoek een vaste meetopstelling geplaatst (fish counter).



Figuur 3.5: Inlaatwerk bovenstrooms

en uitstroomconstructie/visteller: 17-1-2011

In aansluiting op de uitstroomconstructie ligt een soort drempel in de bodem van de Itterbeek die functioneert als lokstroomversterker. De drempel is op basis van stromingsonderzoek in het stromingslaboratorium van BAT ontwikkeld. Het water uit de TMZ wordt daarmee over de volle breedte van de beekbodem naar de tegenover liggende oever geleid, onder de hoofdstroom door. De lokstroom is daardoor overal in de beek voor vissen merkbaar, zelfs bij lage afvoeren door de TMZ.

4 IMPRESSIES VAN DE BOTANISCHE ONTWIKKELING NA AANLEG

4.1 Inleiding

De TMZ is begin 2011 opgeleverd. Gedurende het enige beschikbare monitoringseizoen kon eigenlijk wat betreft de vegetatie ontwikkeling, enkel de prille ontwikkelingsfase worden gevolgd. De uitgangssituatie betrof een voedselrijk, tamelijk droog graslandtype (zie hs 2.5.3). Tot 2002 werden deze gronden intensief bemest.

Na ontgraving van de TMZ ontstond ter plaatse een vochtige laagte. Omwille van de stabiliteit van de geul werd de bodem van de laagte met ter plaatse gestoken, grasplaggen bedekt (zie hs 3.4). Daarmee kreeg die bij aanvang weer het oorspronkelijke voedselrijke karakter. Alleen de taluds waren bij aanvang dus onbegroeid. Een deel van die taluds zijn, doordat ze 0,5 a 1m onder het bestaande maaiveld liggen, voedselarmer dan de uitgangssituatie.

Nadat er enkele malen vergravingen werden geconstateerd en dammen werden gebouwd door de plaatselijke jeugd werd de TMZ, omwille van de stabiliteit van de bedding en taluds, in mei 2011 tijdelijk uitgerasterd. De taluds en de bedding zijn daardoor tot eind 2011 niet gemaaid of beweid geweest.

De ontwikkeling is gedurende 2011 ter plaatse voornamelijk kwalitatief gevolgd. Hierbij is wel onderscheid gemaakt in de vegetatieontwikkeling van:

- de zandige taluds
- de met plaggen bedekte laagte
- de bedding

4.2 Taluds

Na oplevering van de TMZ in februari ontwikkelde de vegetatie op de zandige taluds zich aanvankelijk onder invloed van het zeer droge voorjaar uitermate traag. Medio juni was nog slechts sprake van hooguit 40-50% bedekking op de taluds (figuur 4.1). Nadien groeiden de beide taluds verder dicht, maar pas eind juli begin augustus was sprake van een bedekkingsgraad van ruim 90%.

Het schralere karakter van de zandige taluds komt hierbij nu tot uiting in het plaatselijk hoge aandeel *gewoon duizendblad*, *brunel*, *smalle weegbree* en *st janskruid*. Daarnaast worden spaarzamer soorten aangetroffen als *gewoon biggekruid* en *margriet*. De drie laatstgenoemde soorten kwamen hier eerder niet voor en zijn te danken aan het grondverzet of uit de zaadbank afkomstig. Daarnaast keerden diverse soorten terug die hier voor de vergraving ook al aanwezig waren. Het eindresultaat biedt echter een wat schraler aspect dan hiervoor aanwezig was.

4.3 Laagte met bedding

4.3.1 Ontwikkeling in het algemeen

De met grasplaggen bedekte zone, was van begin af aan vochtig en werd periodiek overstroomd bij hoge afvoeren door de TMZ. De oorspronkelijke, alledaagse graslandvegetatie wist zich doorgaans goed te handhaven. Wel doken, mede door het grondverzet, op verschillende plaatsen soorten op die kenmerkend zijn voor het nattere milieu, zoals *kleine lisdodde*, *scherpe zegge*, *moerasvergeet-me-nietje* en *slanke waterkers*. Opmerkelijk was de vondst van de *adderwortel*. De ontwikkeling van de *slanke waterkers* verliep vooral na medio juni uitermate stormachtig (figuur 4.1: zie hieronder).

De bedding bleef grote delen van de tijd min of meer watervoerend. In het stromende water ($>0,3$ m/s) konden vanaf juni de eerste waterplanten worden genoteerd. Aanvankelijk spaarzaam ontwikkelde zich op verschillende plekken een ondergedoken vegetatie van vooral *smalle waterpest* of *sterrenkroos*. Korte tijd later voegde zich hier en daar ook *gedoorn* *hoornblad* bij dit rijtje. Een opmerkelijke verschijning, al in juni, in het stromende water, waren enkele jonge planten van de *watergentiaan*. Het zwaartepunt in de verspreiding van de genoemde soorten lag ook duidelijk in de bovenste helft van de TMZ.



18-april 2011



17 juni 2011



augustus 2011



28 oktober 2011

Figuur 4.1 Vegetatie ontwikkeling in de TMZ tussen april en eind oktober 2011

4.3.2 De opmars van de waterkers

Zoals hiervoor al aangestipt, maakte vooral het voorkomen van de *slanke waterkers* in de TMZ gedurende het verloop van 2011 een opmerkelijke ontwikkeling door. In mei 2011 werden de eerste planten aangetroffen. In de loop van juni en juli waren op deze plaatsen al kleine, geïsoleerde 'kussens' langs de oever van de geul ontstaan. Begin augustus is de inundatiezone en de rand van bedding op meerdere plaatsen al bezet. In de loop van september begint de waterkersvegetatie ook de bedding zelf te overgroeien en begint het water in de TMZ op te stuwen. De bedding groeide daarbij dicht met een wortelnetwerk. De snelste en meest explosieve uitbreiding vindt plaats op een grote geërodeerde plek, die in april-mei was ontstaan door gravende en dammen bouwende kinderen. In de loop van september groeide de waterkers hier zelfs tot halverwege het talud.

In oktober 2011 lag uiteindelijk ruim een derde van de bedding onder een dek van slanke waterkers (zie ook figuur 4.1), die vooral bij hoge afvoeren tot een sterke opstuwung in de TMZ leidde (zie hs 5.3). Deze plantenmassa hield dankzij het zachte weer stand tot diep in november. Onder invloed nachtvorst en kortere daglichtlengte zet uiteindelijk het verval in. In het vroege voorjaar van 2012 was de TMZ weer nagenoeg vrij en resteerden weinig vitale populaties in de inundatiezone (figuur 4.2).



Figuur 4.2: De TMZ, vroege voorjaar 2012



Stromingsdiversiteit in de TMZ- Schouwsmolen

5 ABIOTISCHE MONITORING

5.1 Inleiding

De TMZ is op basis van de eerder uitgevoerde berekeningen en het daaruit voortvloeiende ontwerp aangelegd (zie hs 3).

Dit hoofdstuk gaat in op de resultaten van de hydrologische monitoring (debieten en waterstanden in de TMZ) en de toetsing van de 100-dagen regel waarop het inlaatwerk is gebaseerd. Voorafgaand wordt ingegaan op een aantal tussentijdse aanpassingen en gebeurtenissen die hier op van invloed waren. Daartoe behoren ook enkele experimenten die in de loop van de monitoringperiode zijn uitgevoerd.

5.2 Debietmonitoring en praktijkproeven in de TMZ

Voor de waterstandsmetingen is gebruik gemaakt van een automatische peilschrijver van WPM bij de Schouwsmolen, direct bovenstrooms van de stuw. Op dit meetpunt wordt met een interval van 5 minuten de waterstand geregistreerd.



Figuur 5.1: Testfase TMZ, 2 maart 2011

5.2.1 Aanpassingen debiet & praktijkproeven

Het inlaatwerk is, zoals eerder beschreven, een gefixeerd object waaraan na inrichting in principe niet meer kan worden ingegrepen. Debietvariatie in de TMZ is in het kader van het onderzoek geregeld met de molenstuw.

Teneinde een aantal hoog- en laagwater situaties te kunnen monitoren, is de stuwhoogte van de molenstuw van Ittervoort tijdens de meetperiode, 1 maart (week 9) tot 18 november 2011 (week 46) diverse malen gewijzigd. Deze aanpassingen en proeven (**events**) zijn aangegeven in de figuur 5.5 en beschreven in de tabel 5.1. De belangrijkste ingrepen zijn hieronder nog wat nader toegelicht.

Naast deze bewuste ingrepen in de stuwhoogte zijn er ook een aantal peilveranderingen, en aldus wijzigingen in de waterverdeling tussen hoofdstroom en vispassage, geconstateerd die niet in het kader van dit onderzoek zijn gedaan, maar die samenhangen met externe oorzaken. Deze ‘onbedoelde’ events zijn ook in het overzicht en de figuren opgenomen.

Tabel 5.1: Overzicht events 2011

B = Bedoeld / O = Onbeoeld

Periode	Week	B/O	Omschrijving
0	3 – 9	B	Aanlegperiode 17-25 januari, 11-14 februari: TMZ uitgetest
1	9-12	B	Start deel van de registraties, voorlopige instellingen Officiële opening 16 maart (week 11)
2	12-13	B	Stuwhoogte verlaagt ivm beperken schade aan ‘fragiele’ begroeiing.
3	14–17	B	Basis instelling debietverdeling d.d. 7 april op basis van berekening d.d. 4 april 2011 <i>Hoogwatersimulatie</i> : tijdelijke verhoging debiet (18 april: week 16).
4	17-18	B	Meivakantie: ‘droogzetten’ TMZ ivm groeien gras, en schoolvakanties (spelende kinderen)
5	19-32	B	Basis instelling debietverdeling debiet loopt aanzienlijk terug tgv dichtgroeien beekvak. Steeds meer water stroomt via verdeelwerk Kinrooi af naar Abeek
6	33-36	O	Verhoogde afvoer in Itterbeek na maaien bovenpand én piekafvoer tgv neerslag
7	36-41	O/B	Verlaging debiet ivm voorkomen erosie TMZ, na beschadiging
8	41-45	B	Herstel basis instelling debietverdeling
9	45-46	O	Defect lossluis, debietverlaging
10	46-48	B	<i>Hoogwatersimulatie</i> : tijdelijk verhoging debiet (3 dagen: week46) Einde registraties (week 48)

Het periodenummer is ook terug te vinden in figuur 5.5

5.2.2 Toelichting periode 0: inregeling en optimalisatie

Na de dooi, begin januari, is het aangebrachte inlaatwerk verder afgesteld en heeft de TMZ gedurende twee perioden geruime tijd gefunctioneerd met een gematigd debiet (in de grafiek herkenbaar aan de gele driehoekjes). Met name de tweede testperiode (11-14 februari) bleek achteraf samen te vallen met een hoogwaterpiek op de beek (450 l/s).

In week 7 is de positie van de inlaat ten opzichte van de beekoever aangepast. Er zijn voor deze periode nog geen afvoerregistraties voor de TMZ beschikbaar.

5.2.3 Toelichting periode 2 en 4: beperken schade aan TMZ

In verband met de voorafgaande strenge winter en de beperkte doorlooptijd van het project moest de TMZ vrijwel gelijk na aanleg in gebruik worden genomen. Daarbij bleek het juist in die nog relatief kale toestand een aantrekkelijk speelterrein voor de plaatselijke jeugd. Omdat de begroeiing in het voorjaar nog zeer kwetsbaar was is een tweetal perioden in de TMZ het debiet

verlaagd om schade te voorkomen door erosie en spelende kinderen te beperken en groei van de oever te bevorderen. Deze periodes waren van 2 maart tot 4 april en van 25 april tot 9 mei (meivakantie).

Op 18 april is in verband met metingen tijdelijk een hoogwater opgewekt, om het gedrag van de TMZ onder deze nog vrij 'kale' omstandigheden te kunnen monitoren. Kort daarop volgde een hoogwater.

5.2.4 Toelichting periode 10; Afsluitende meerdaagse hoogwaterproef.

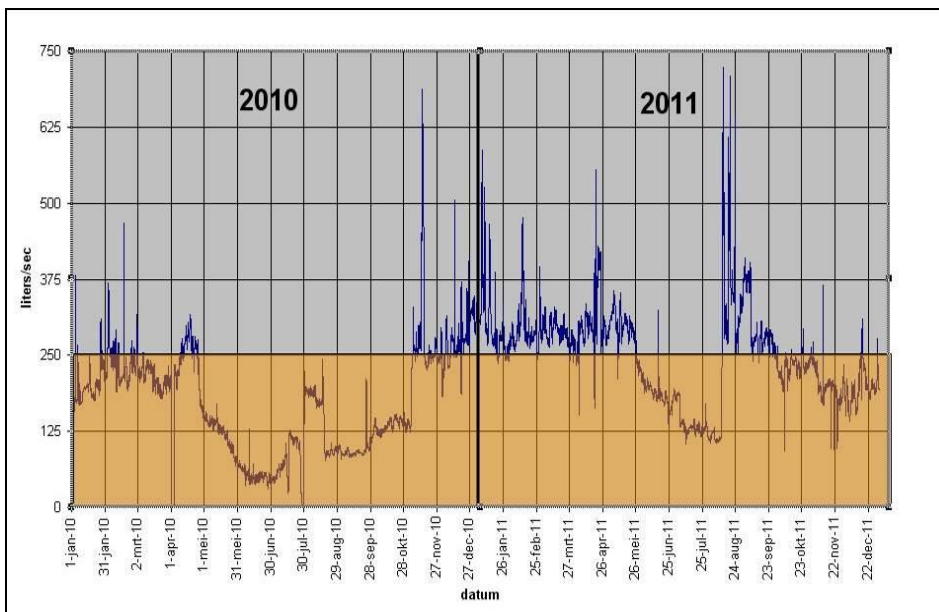
Op 18 november werd als afsluitende praktijkproef gedurende drie dagen het volledige beekdebiet op de TMZ gezet. Op dat moment was de begroeiing in de TMZ nog goed ontwikkeld. Onderzocht werd in hoeverre onder dergelijke hoogwaterafvoeren migratiemogelijkheden ontstonden in de deels dichtgroeide geul. En hoe de geul zich in deze situatie morfologisch zou gedragen.

Na drie dagen werd het stuwpeil weer op een lager niveau ingesteld. Kort daarop werden de registraties beëindigd.

5.2.5 Analyse afvoer gegevens

Onderstaand zijn de afvoergegevens van 2010 en 2011 weergegeven welke tijdens het project *gemeten* zijn (figuur 5.3).

De grote sprongen in de grafiek van 2011 zijn het resultaat van de eerdergenoemde events. De hieronder *berekende* afvoer gegevens zijn de resultaten van de gemeten waterstanden in combinatie met de actuele hoogte van de lossuis.



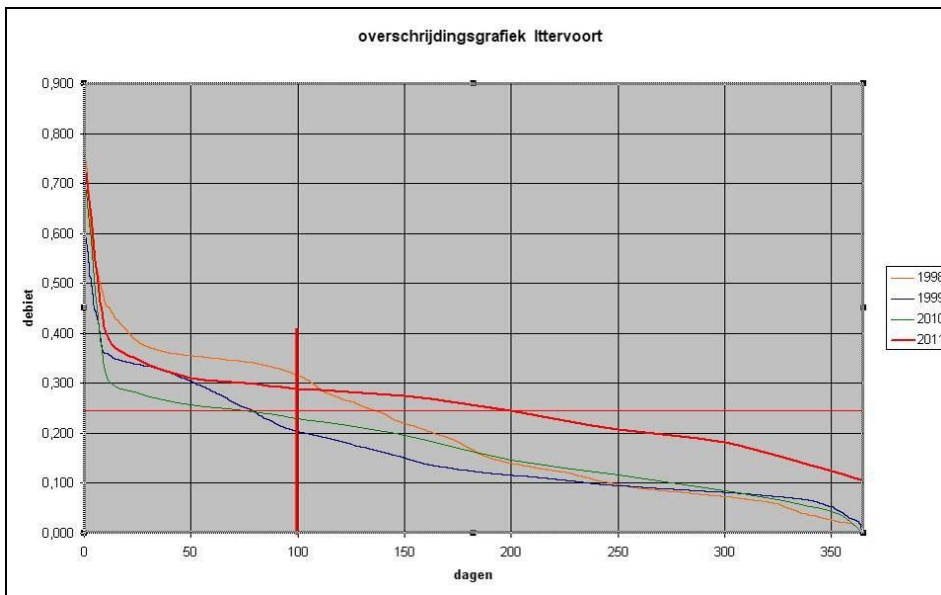
Figuur 5.3: Geregistreerd debiet van de Itterbeek bij de Schouwsmolen 2010-2011

In vergelijking met de jaren 1998 en 1999 welke voor de opzet van dit project zijn gebruikt (hs 3, figuur 3.2) vallen enkele zaken sterk op:

- -Het jaar 2010 lijkt wat betreft afvoerverdeling sterk op jaren 1998 - 1999.
- -Het jaar 2011 kent grote en langere afvoer in het voorjaar, maar als gevolg van voorjaarsdroogte vrijwel geen pieken, en blijft een groot deel van de tijd zelfs meer water afvoeren dan in 2010.
- -Debiet van de jaren 2010 en 2011 zakt pas sterk weg in de zomer en komt plotseling terug.
- -De grillige korte pieken in afvoer ontbreken.

Inzoomend op de meetperiode van het visonderzoek:

- Weinig pieken in de afvoer. Eén hoogwater in voorjaar.
- Lange droge periode in de zomer.
- Weinig variaties in de afvoer.



Figuur 5.4 Debiet-overschrijdingsduurlijnen voor verschillende jaren.

De gemeten afvoeren in de Itterbeek zijn in bovenstaande grafiek (figuur 5.4) op debiet gesorteerd voor de jaren 1998, 1999, 2010 en 2011.

Ten aanzien van de afvoer in –specifiek- de Itterbeek valt nog het volgende op te merken. Zoals eerder verteld, is op Belgisch grondgebied de Itterbeek verbonden met de Abeek (waterverdeelwerk Kinrooi). Er werd aanvankelijk vanuit gegaan dat de invloed hiervan uitsluitend tijdens een hoogwatersituatie merkbaar zou zijn (Dit bleek ook uit de dubbel gebogen lijn in de overschrijdingsduurlijnen van 1998 1999). In 2011 werd duidelijk dat dit voor dat jaar niet terecht was. Daar bleken een aantal oorzaken voor aan te wijzen.

- De beek groeide zowel in 2010 als in 2011 op verschillende plaatsen sterk dicht met ondergedoken waterplanten en helofyten (o.a. *liesgras*). De weerstand van het beekvak wordt hierdoor vergroot. Naast droogte zorgt dat voor lagere afvoeren
- De waterverdeling in Kinrooi, in combinatie met de sterke begroeiing beïnvloedt in de zomer en najaar de afvoer op de Itterbeek. De sprong welke de afvoer op het einde van de zomer maakt, komt door het schonen van de beek bovenstrooms. Na het verwijderen van de begroeiing stroomt er weer meer water door de beek en zal het water bij het waterverdeelwerk niet langer de andere route kiezen. Waarschijnlijk zijn er in 1998 en 1999 door de toen nog slechte waterkwaliteit veel minder waterplanten aanwezig geweest. Ook het afkoppelen van riolen kan het aantal pieken (overstorten) hebben doen afnemen.
- Na de droogval van de beek in, eind juli 2010 (zie 2.5.1), is de beek richting Nederland op Belgisch grondgebied opgeschoond. Hierdoor stroomt er sindsdien structureel weer meer water dan voorheen richting Nederland (tenminste zolang de beek niet opnieuw ‘verland’ met waterplanten). De duurlijn wijkt daardoor opvallend af van de andere jaren.

5.2.6 Registratie en onderzoek debiet TMZ.

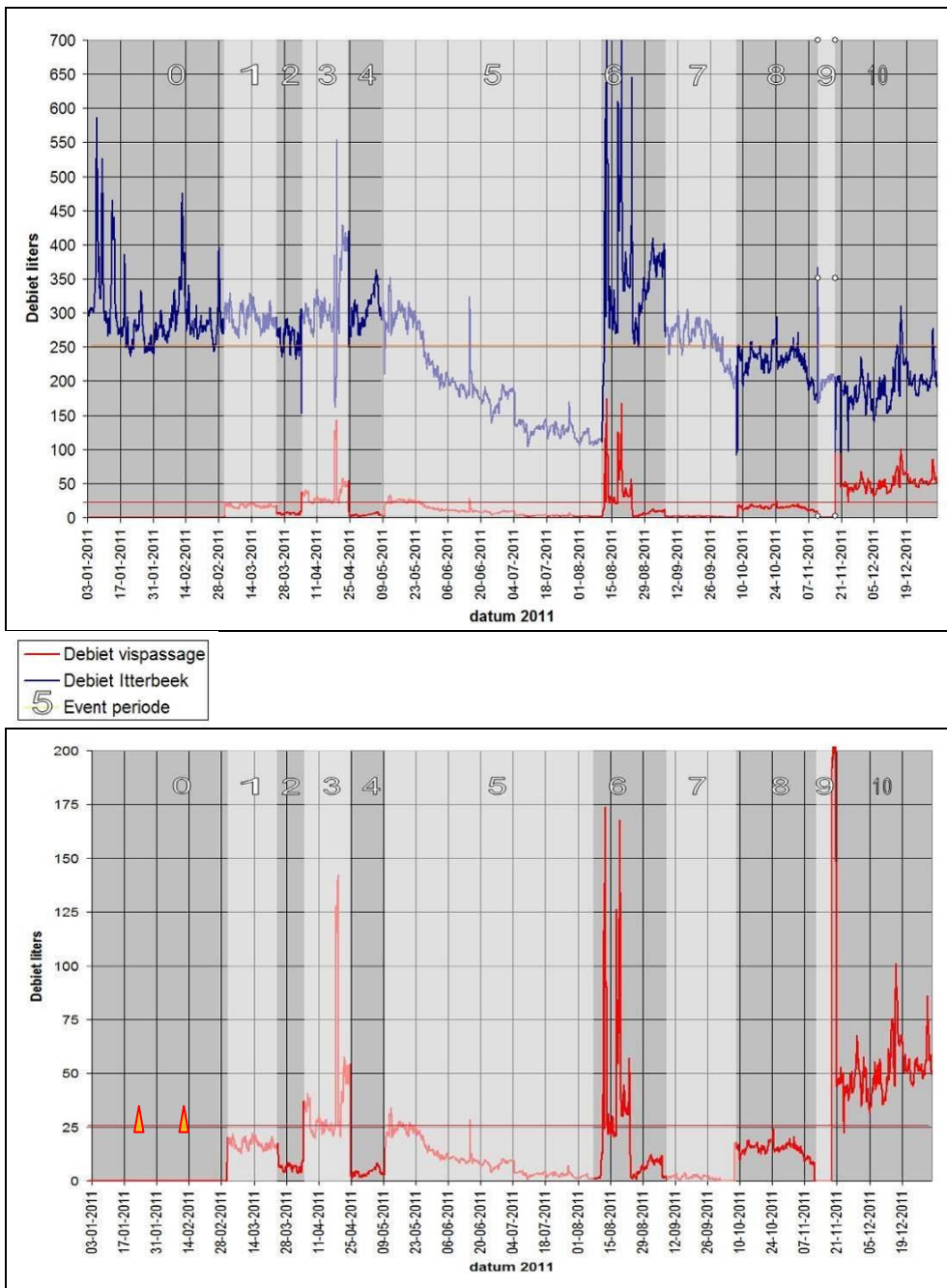
De hoeveelheid water door de TMZ had een directe relatie met het peil in de beek. Het peil in de beek een directe relatie met het debiet en de stand van de lossluis. In het vorige hoofdstuk is aangegeven, dat de stand van deze lossluis enige malen is gewijzigd om de hoeveelheid water door de passage te variëren. Verder waren er nog diverse onbedoelde schommelingen in de waterpeilen geconstateerd.

In de onderstaande figuur 5.5 zijn de debietfluctuaties weergegeven over 2011 voor de zowel de beek als de TMZ (onder uitvergroot). De afvoer van de Itterbeek is gecorrigeerd voor de tussentijds bijgestelde stuwhoogtes.

Door de beschreven ingrepen (events) kon de afvoer door de passage verhoogd zijn zonder een piekafvoer (100 dagen hoger dan basisafvoer) in de Itterbeek. De ‘events’ zijn weergegeven in tabel 5.2. Zoals eerder toegelicht, is een afvoer van circa 10-25 liter het lekdebet als gevolg van de verlaagd aangelegde instroomdrempel teneinde uitgaande van de 100-dagen regel (werking gemiddeld 100 dagen per jaar) toch ook een minimale waterstand van 20 cm in de passage te krijgen.

Uit onderstaande grafiek te herleiden kenmerken t.a.v. Temporele vismigratie tijdens de monitoring in 2011 blijkt dat:

- 3x hoge piekafvoeren in de beek voorkwamen: (vismigratie mogelijk)
- 3x afvoeren rond het rekenpunt ($>250\text{l/s}$) voor langere tijd voorkwamen (vismigratie mogelijk)
- 3x afvoeren onder het rekenpunt optraden (vismigratie zeer moeilijk)
- langst aaneengesloten periode zonder migratiemogelijkheden: 10 weken.
- (bijna) droogstand van de passage: 17 weken.



Figuur 5.5: Geregistreerd debiet (l/s) van de Itterbeek en de berekende afvoer over de TMZ in 2011.

▲ = TMZ operationeel in testfase (zie ook 5.2.2);

5.2.7 Samengevat

Al met al was 2011 niet eens een erg ongunstig jaar wat afvoeren betreft, maar juist in het voorjaar deden zich geen echte piekafvoeren voor als gevolg van de droogte. In de zomer droeg de rijke waterplantenontwikkeling wel weer bij aan de debietafname (zie 5.2.6).

Doordat enkele malen de testen zijn of moesten worden onderbroken in verband met het laten begroeien van de TMZ, de voorjaarsdroogte, maar ook de Kinrooi-problematiek, is in 2011 feitelijk toch een vrij extreme (droge) variant getest van de TMZ, waarbij de totale duur van de migratiemogelijkheden voor 2011 lager uitkwam dan het gemiddelde; circa 50 dagen.

Ondanks het 'vreemde' gedrag van de afvoer karakteristiek door het verdeelwerk in Kinrooi heeft de hydrologische monitoring in 2011 toch een aantal bruikbare meetperiodes opgeleverd voor het testen van de temporele werking.

Onbedoelde events hadden een significante invloed op de **Basisinstelling debietverdeling** conform de 100 dagen regel. Toch konden op basis van de meetgegevens eenduidige conclusies worden getrokken met betrekking tot de doelstelling van het project. Combinaties van niet geplande, verhoogde beekafvoeren ten gevolge van maaien en bewust gecreëerde, verhoogde afvoeren in de passage deden zich voor. Daarnaast was er een significantie periode van afvoer rond het rekenpunt (Basisinstelling debietverdeling).

5.3 Waterdiepte en inundatiezones in de TMZ

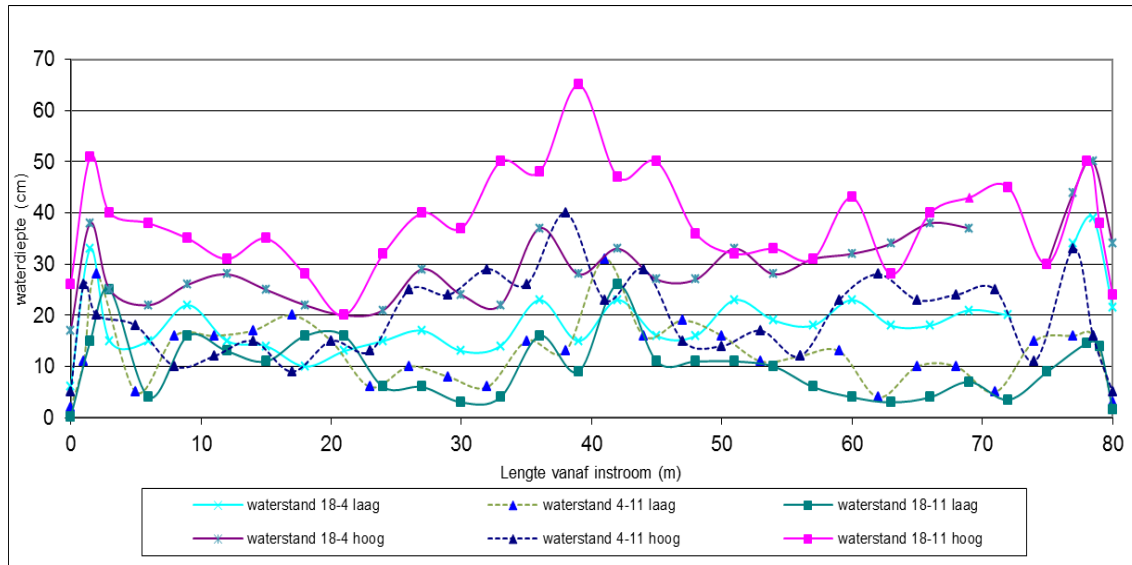
Om duidelijkheid te krijgen in hoeverre daadwerkelijk migratiemogelijkheden ontstaan in de TMZ bij een hoogwater moet er voldoende waterdiepte aanwezig zijn. Daarbij komt dat de TMZ zich gedurende de looptijd van het monitoringsproject ontwikkelde vanuit een vrij schaars begroeide beginsituatie tot een toestand met een meer gesloten, tamelijk productief ogend vegetatiedek. Deze vegetatieontwikkeling had invloed op de afstroming van water. Om hierin meer inzicht te krijgen zijn in de schaars begroeide toestand in het vroege voorjaar (april) en in een dicht begroeide toestand in het najaar (november) metingen verricht in de TMZ.

Hierbij is op de zelfde dag zowel een laag water situatie als een hoogwater doorgemeten (tabel 5.2). Het hoogwater werd opgewekt door de molenstuw tijdelijk te verhogen. De metingen werden pas na anderhalf tot twee uur na peilopzet verricht. Een tijdelijke verstopping met een bladprop in de instroomopening van de TMZ werd benut om een extra 'laag' en na verwijdering van de bladprop, een 'hoogwater' te meten in aanwezigheid van vegetatie in de geul. Beide metingen zijn echter te beschouwen als typische 'laag afvoer-situaties', gelet op het beperkte debiet op de TMZ.

Tabel 5.2: Afvoeren (l/s) in de Itterbeek en over de TMZ tijdens verschillende hoogwater-experimenten

2011	afvoer Itter	afvoer TMZ
18-apr laag	308	26
hoog	210	120
4-nov laag	212	8
hoog	205	15
18-nov laag	240	5
hoog	25	220

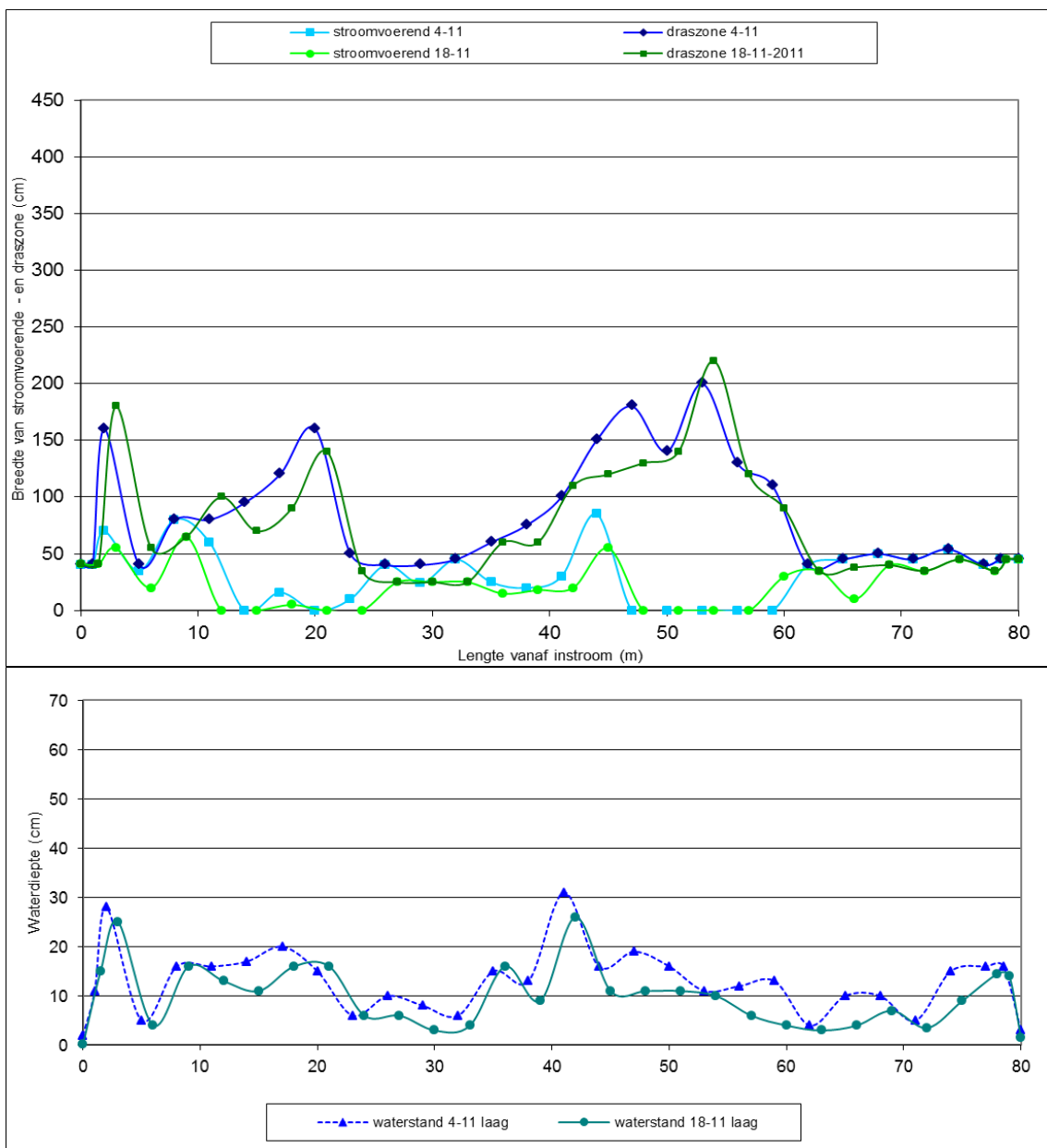
Bij de opnamen in het najaar is bij de opname onderscheid gemaakt tussen een begroeide plasdraszone (al of niet begroeid) en een stroomvoerend gedeelte in de bedding. Onder het stroomvoerende gedeelte is dat deel van de bedding verstaan waar de begroeiing het wateroppervlak niet bedekt.



Figuur 5.6: Waterdiepte in de stroomgeul van de TMZ op verschillende momenten (instroompunt ligt op 0)

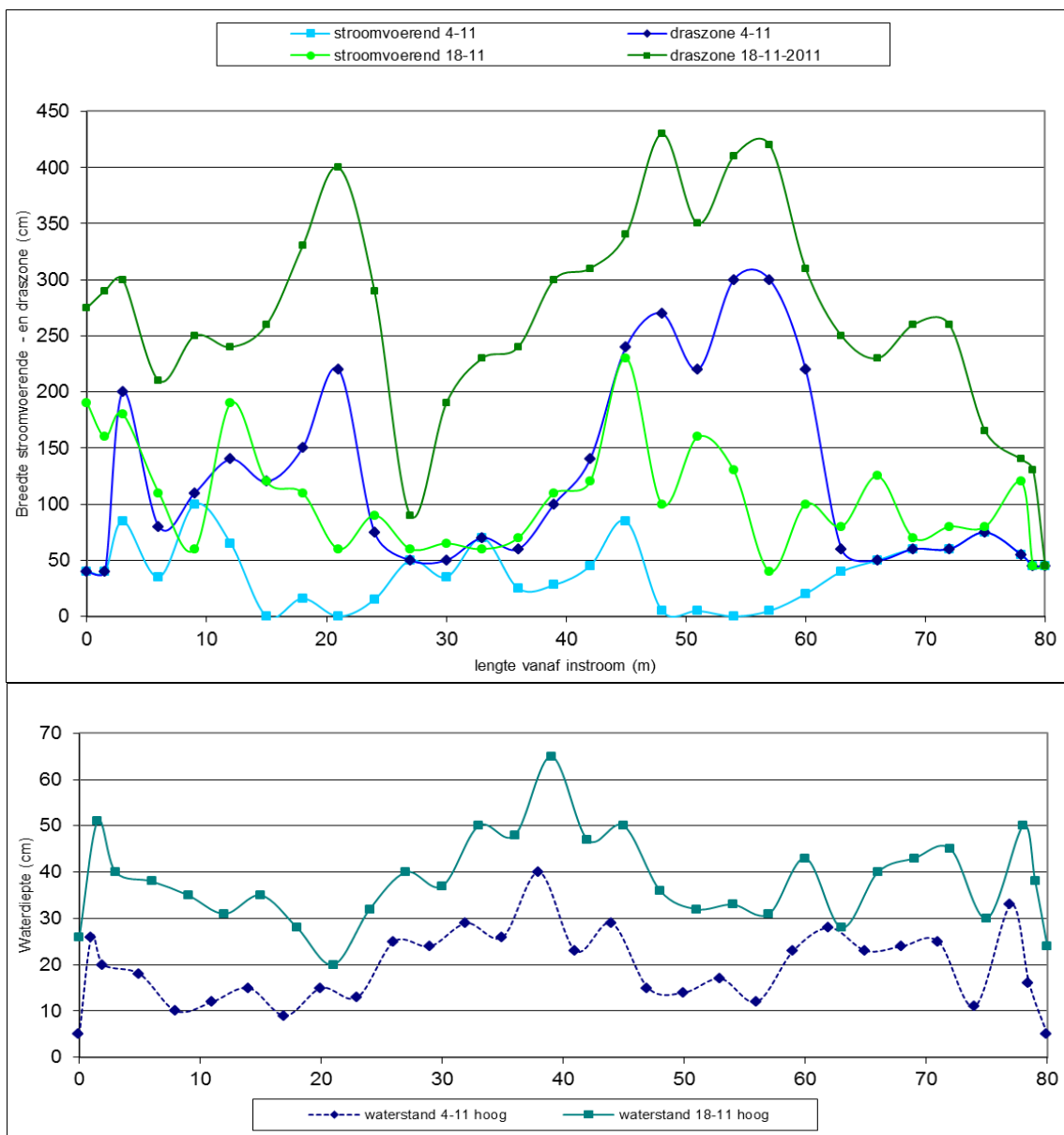
Bij afvoeren ruim boven 25 l/s (18/4 hoog; 18/11 hoog) geldt dat de waterdiepte (≥ 20 cm) over vrijwel het gehele traject voldoende tot ruim voldoende was. Zelfs bij lage afvoeren voldoet in begroeide toestand de TMZ op circa 50% van het traject al aan de gewenste waterdiepte van 20cm. Bij zeer hoge afvoeren (18/11 hoog) lopen de waterdiepten in de stroomgeul plaatselijk zelfs op tot boven de 50 cm.

In begroeide toestand is duidelijk te zien dat de breedte van de plasdras zone bij hoge afvoeren sterk toeneemt. Tegelijkertijd is zichtbaar dat op dergelijke plaatsen het stroomvoerende bed afwezig is. Het zijn de delen van de TMZ die in de loop van de zomer zijn dichtgegroeid met *slanke waterkers*. Deze begroeiing zorgt tevens voor opstuwing en daarmee een verbreding van de plasdraszone (figuur 5.6 & 5.7).



Figuur 5.7: Breedte stroomvoerende zone en draszone (boven) en waterdiepte (onder) in de stroomgeul van de TMZ bij lage afvoeren.

Geconstateerd werd dat de bedding onder het vegetatiedek van de waterkers, sterk is doorworteld. Zodat in die fase van het jaar de toegankelijkheid voor grotere vissen wordt bemoeilijkt. Tijdens het zeer hoge afvoer-experiment op 18-november (figuur 5.7) neemt het stroomvoerende deel weer toe, doordat het water op dat moment over dit vegetatiedek heen gaat stromen. Bij hoge afvoeren lijken dergelijke vegetaties dus (weer) geen probleem te vormen.



Figuur 5.7: Breedte van de stroomvoerende zone en draszone (boven) en (onder) waterdiepte in de stroomgeul van de TMZ bij hoge afvoeren.

Intermezzo: Beheer en Onderhoud

Aan de TMZ was gedurende het vismigratie-onderzoek doelbewust geen onderhoud gepland.

In de kwetsbare, onbegroeide eerste fase bleek de laagte een aantrekkelijk speelterrein voor kinderen waardoor de laagte werd uitgerasterd om onnodige beschadigingen te voorkomen.

Ook de invloed van grazers werd in deze “onbegroeide” fase nog ongewenst geacht.

Duidelijk werd dat grote delen van het kleine TMZ-systeem van Schouwsmolen in de loop van het groeiseizoen dichtgroeide. Echter, zoals eerder is geschetst (4.3.2) ‘schoonde’ de laagte zichzelf in de loop van het najaar weer op, zodat begin 2012 al weer een vrije doorgang aanwezig was. Dit zal naar verwachting wel mede afhangen van de afvoeren en de aard van de vegetatie in de laagte.

Bij een klein systeem als de TMZ-Schouwsmolen, bleek de waterkers-vegetatie in de laagte voor een flinke opstuwung te zorgen. Deze begroeiing wordt echter vooral in de tweede helft van het seizoen dominant als vismigratie al weer op een ‘laag pitje’ staat. Omwille van vismigratie lijkt opschoning strikt genomen dan ook niet echt nodig. Het hoogwater experiment maakt bovendien duidelijk, dat bij hoge afvoeren de ‘vegetatiehindernis’ in een dergelijk, klein, TMZ-systeem wegvalt (zie 5.3). Het is dus een kwestie van schaalniveau. In geval van een grootschaliger TMZ, speelt de vegetatie een ondergeschikte rol.

Een gedeeltelijke, ongelukkige opschoning, kort na het beëindigen van het vismigratie onderzoek, leerde dat machinaal schonen van een klein systeem als TMZ-Schouwsmolen de structuur en morfologie van de laagte op essentiële onderdelen vervormt en beschadigt. Dit leidt tot ongewenste erosie in hoogwatersituaties. Bovendien groeide de TMZ in zeer korte tijd weer dicht. Hieruit valt op te maken dat schoning (vanuit het perspectief van vismigratie) in die periode dus weinig zinvol is.

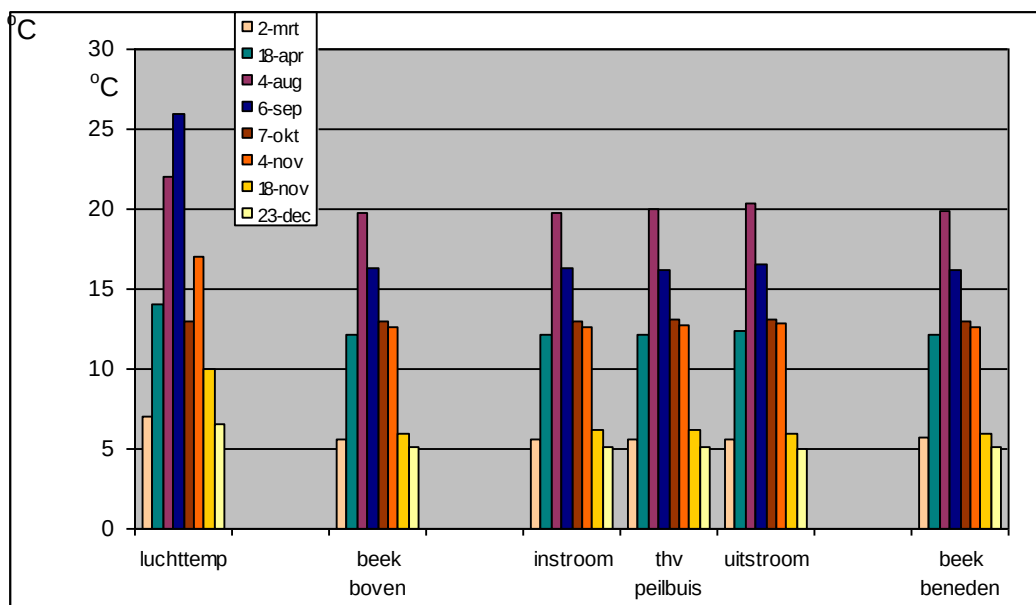
Afgaande op de ervaringen tot nu toe kan het beheer en onderhoud van een volgroeide TMZ als volgt worden geformuleerd:

- *Extensief beheer door middel van begrazing volstaat. Mocht de geul/laagte desondanks in het vroege voorjaar (februari /maart) toch nog dichtbegroeid zijn, dan is het raadzaam de geul handmatig kort af te maaien. Het maaisel dient te worden afgevoerd.*
- *Indien het perceel in maaibeheer wordt genomen, kunnen de droge taluds machinaal zonder bezwaar worden meegemaaid. Voor de laagte zelf geldt dat eveneens, maar onder de strikte voorwaarde dat de toegepaste werkwijze/materieel de structuur en vorm van de geul/laagte niet aantast (zie ook hiervoor).*
- *Bij een kleinschalige TMZ nooit met voertuigen /trekkers door de laagte rijden; werkzaamheden vanaf de insteek uitvoeren, of handmatig uit voeren in verband met het voorkomen van morfologische beschadigingen van de geul.*
- *Geen machinale opschoning van de laagte/geul in geval van een kleinschalig TMZ-systeem als de Schouwsmolen.*
- *Vooral na de reguliere schoning van de watergangen bovenstrooms en na bladval controle op verstoppingen van de inlaat door drijfvuil (planten, blad, takken etc).*

5.4 Temperatuurverloop

Vismigratie wordt gestimuleerd door een stijging van de watertemperatuur. Vanaf begin maart tot medio november 2011 is op verschillende momenten de watertemperatuur in de migratiezone opgenomen (figuur 5.8). Begin maart 2011 lag de watertemperatuur al op ruim 5°C. Om daarna in de eerste weken van april als gevolg van het prachtige weer, snel te stijgen. Begin augustus werden de hoogste waarden geregistreerd. Pas in de eerste helft van november daalde de watertemperatuur snel, tot om en nabij de 6°C.

In de migratiezone warmt het water, bij lage afvoeren (<20 l/s) alleen bij zomerweer geleidelijk op tot 0,5°C boven de beekwatertemperatuur. Tijdens de hoogwaterexperimenten bleek dat van deze opwarming, indien de waterafvoer substantieel stijgt, tot niveaus waarbij vismigratie kan plaatsvinden, vrijwel geen sprake is en daarmee het verschil met de hoofdstroom afwezig is.

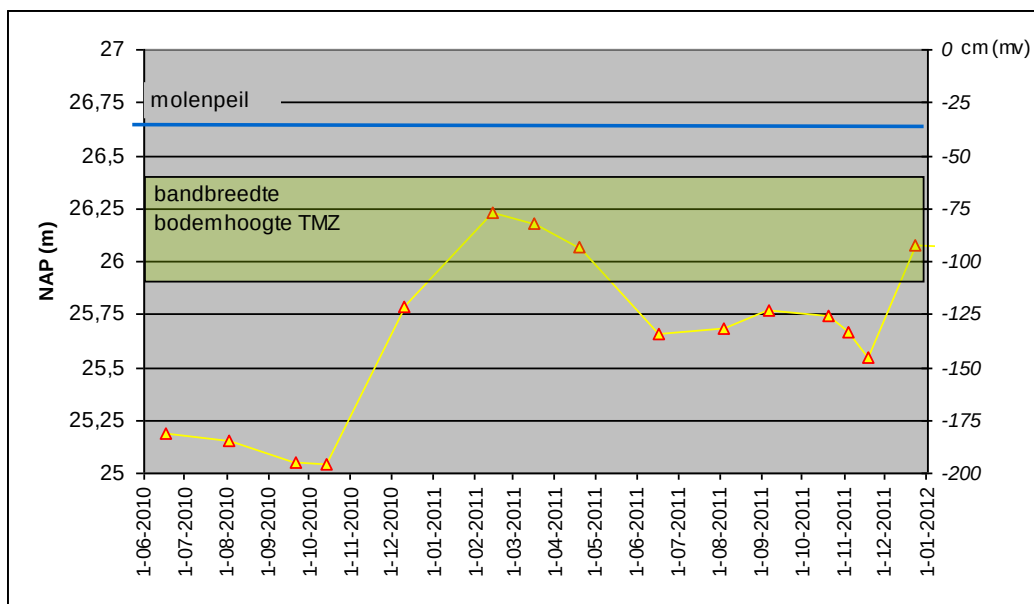


Figuur 5.8: Watertemperatuur in de beek en de op verschillende plaatsen in de TMZ.

5.5 Grondwaterstand

Ongeveer 20 m bovenstrooms van de molenstuw is ten behoeve van het onderzoek tussen de beek en de TMZ een 2 m diepe peilbuis geplaatst. De bovenkant buis ligt op maaiveldniveau, dat daarmee vrijwel gelijk is aan het maaiveld niveau van de beemden. De peilbuis ligt op circa 8 a 10 m van zowel de beek als de TMZ af, en op circa 35 m stroomafwaarts van de inlaat van de TMZ.

Deze peilbuis is met enige regelmaat opgenomen. Uit deze gegevens wordt duidelijk dat het beekpeil bij de molen (26,65m NAP) ruim boven het grondwater ter plaatse staat (figuur 5.9).



Figuur 5.9: Grondwaterstanden(m NAP) bij de TMZ in 2011

Zelfs de hoogst geregistreerde standen liggen daar nog bijna een halve meter onder. De beek infiltreert dus ter plaatse. Gezien het forse peilverschil tussen het beekpeil en het grondwater-niveau dicht langs de beek, is de infiltratieweerstand hoog.

Wat betreft de TMZ ligt dat wat genuanceerder. Worden de standen afgezet tegen de bodemhoogte van de TMZ in de directe nabijheid van de peilbuis, dan doet dat vermoeden dat de TMZ het grondwater onder natte condities licht draineert (waterstand in groene zone)². Daarnaast liggen een groot deel van de tijd de grondwaterstanden vrij dicht onder de bodem van de TMZ (<30-60 cm), zodat de bodem ook in geval van droogval dan nog relatief lang vochtig zal blijven (figuur 5.9). Dit zijn uitstekende condities voor vochtminnende plantensoorten.

² Dit geldt feitelijk ook voor het benedenstroomse beekpand, waarvan de beekbodem nog wat lager ligt dan de TMZ.



Lokstroomversterker leidt de (vertroebelde) lokstroom uit de TMZ onder de hoofdstroom door naar tegenoverliggende oever.

6 VISMONITORING

6.1 Gebruikte onderzoeksmethoden

Om inzicht te krijgen in de migratieperioden van vissoorten en de passage van deze soorten door de nevengeul is besloten om gebruik te maken van een tweetal innovatieve onderzoekstechnieken. Het betreft het gebruik van PIT-tags (Passive Integrated Transponders) in combinatie met een fish counter. Hieronder wordt de toepassing van deze technieken beschreven.

6.1.1 Passive Integrated Transponders (PIT's)

PIT-tags worden doorgaans inwendig bij vissen ingebracht. Een PIT-tag bestaat uit een glazen capsule met daarin een koperen spoel, condensator en chip (figuur 6.1).



Figuur 6.1: Uitvergroting van 23 mm PIT-tag

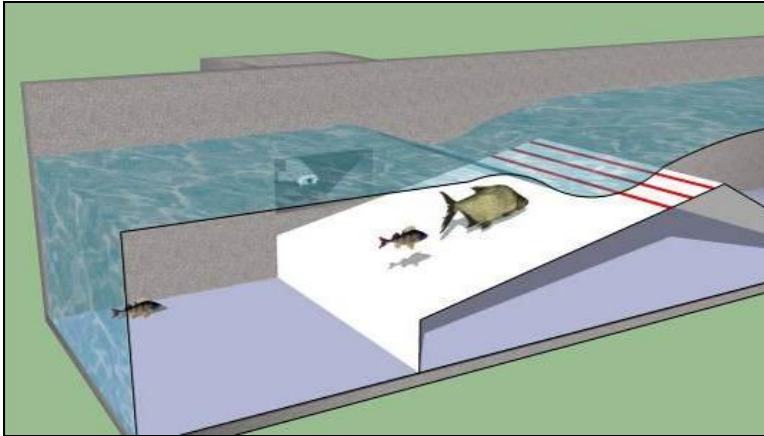
De PIT heeft zelf geen batterij en haalt zijn energie uit inductie afkomstig van het elektromagnetisch veld dat wordt uitgezonden door een detectiestation. Zodra een PIT in het elektromagnetisch veld van het detectiestation komt gaat deze een unieke code via radiogolven uitzenden die door het station wordt opgevangen en opgeslagen. Het voordeel van PIT-tags is de zeer lange levensduur (geen batterijen nodig), de beperkte afmetingen (vanaf 13 mm), het lichte gewicht (weinig tot geen hinder voor het gemerkte organisme) en de lage kosten per tag. Een nadeel is de beperkte afstand tot waarop tags gedetecteerd kunnen worden. Hierdoor leent het systeem zich alleen voor detectie in ondiepe wateren of openingen met beperkte dimensies.

Elk tag zendt een unieke code uit waaraan de gegevens van een vis (soort, lengte) gekoppeld zijn. Het detectiestation geeft aan op welke datum en op welk tijdstip de vis gedetecteerd is. Hierdoor kunnen individuele vissen gevolgd worden. Dit kan door een detectiestation op een vaste plaats op te stellen of door gebruik te maken van een mobiel station waarmee vissen actief opgespoord worden. Bij het onderzoek in de Itterbeek is zowel gebruik gemaakt van een vast station als een mobiel station. Met het vaste station kan de intrek van individuele vissen in de temporele nevengeul worden vastgesteld. Met het mobiele station kan worden vastgesteld welke vissen zich waar in het beektraject stroomafwaarts van de nevengeul bevinden en of en wanneer deze vissen migratiegedrag vertonen.

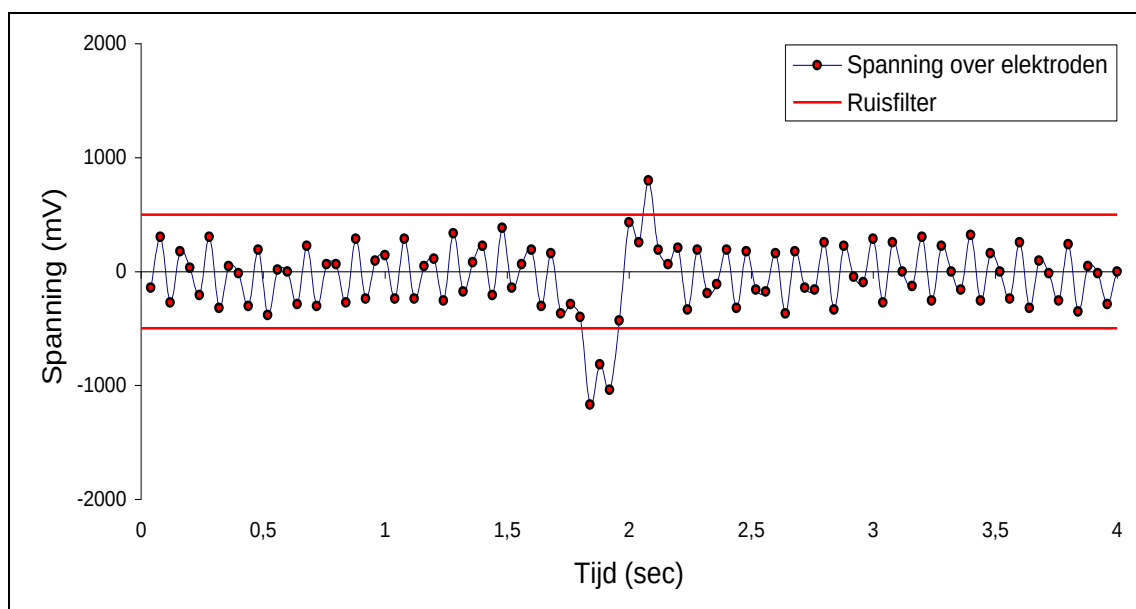
6.1.2 Fish counter

Een fish counter registreert de passage van vissen met behulp van een drietal elektroden die potentiaalverschillen registreren (figuur 6.2). De elektroden zijn verzonken in een vernauwde

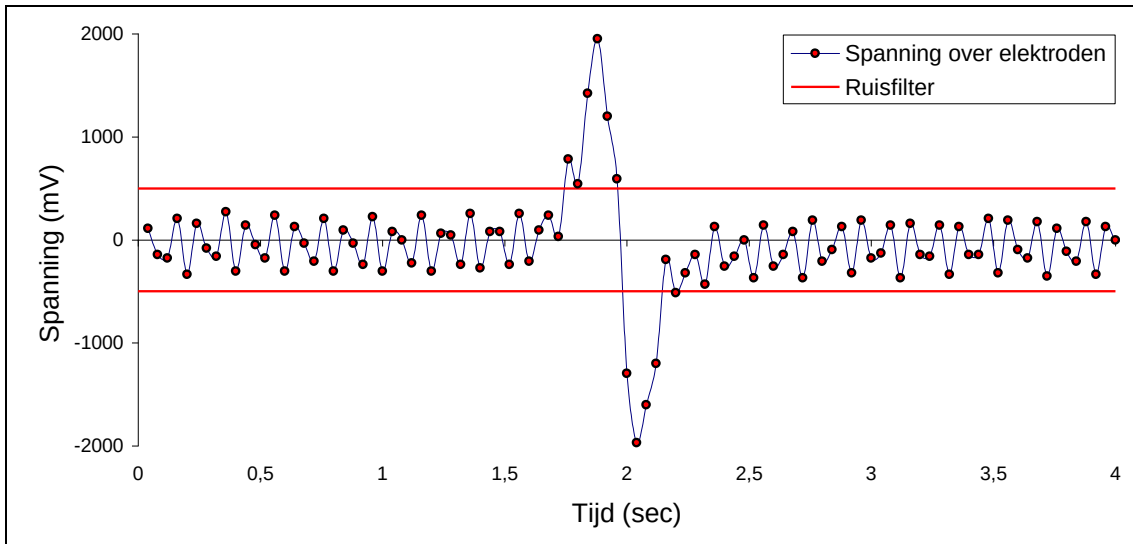
doorgang waarover een vis heen zwemt. Met dit systeem kunnen alleen vissen geteld worden. Het is niet mogelijk om vast te stellen wat de soort of de lengte van de vissen is. Iedere vis die de elektroden passeert zorgt voor een spanningsverschil waaruit kan worden afgeleid of de vis stroomop- of stroomafwaarts zwom (figuur 6.3 en 6.4).



Figuur 6.2 Impressie van Fish Counter



Figuur 6.3. Spanningssinus van een stroomopwaarts zwemmende vis gekenmerkt door een spanningsdal gevolgd door een spanningspiek.



Figuur 6.4. Spanningssinus van een stroomafwaarts zwemmende vis gekenmerkt door een spanningspiek gevolgd door een spanningsdal.

6.2 Onderzoekopzet

De PIT-technologie is gebruikt om de intrek van specifieke soorten in de temporele nevengeul en de aanwezigheid en de migratie van deze soorten in het beektraject stroomafwaarts van de nevengeul te bepalen. De fish counter is gebruikt om de intrek van vissen in de temporele nevengeul te kwantificeren.

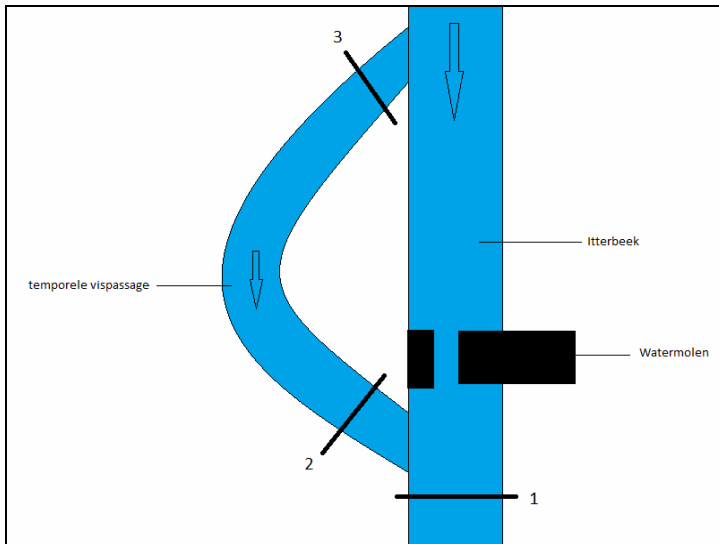
6.2.1 Vast PIT-detectiestation & fish counter

Aanvankelijk was het de insteek om de passage van vissen door de temporele nevengeul te monitoren op basis van drie meetpunten (figuur 6.5):

1. Meetpunt 10-25 meter stroomafwaarts van nevengeul om stroomopwaartse trek van vissen richting de geul te bepalen.
2. Meetpunt in monding nevengeul om intrek van vissen in geul te bepalen.
3. Meetpunt in instroomopening nevengeul om uittrek van vissen uit de geul te bepalen.

Het was de bedoeling om op alle drie de plaatsen een PIT-detectiestation te plaatsen en op punt 1 en 2 een fish counter. De gedachte hierachter is dat door het combineren van de PIT-detecties op deze meetpunten inzicht verkregen wordt in het aanbod van trekkende vissen en de uiteindelijke migratie door de geul per soort en eventueel lengte. Met de fish counter zou de vismigratie moeten worden gekwantificeerd.

Door de aanwezigheid van stoorzenders in de omgeving bleek het uiteindelijk niet mogelijk om in het bovenstroomse deel van de nevengeul en stroomafwaarts van de nevengeul stations te installeren. In de monding van de geul werden wel een fish counter en een PIT-tag station geïnstalleerd. Met deze stations kon worden vastgesteld wanneer en welke gemerkte vissen de nevengeul inzwemmen met een kwantitatief beeld van de intrek. Door de detecties van het vaste PIT-station te vergelijken met de detecties door het mobiele station, in het traject



Figuur 6.5. Oorspronkelijke onderzoeksopzet met PIT detectiestations op de punten 1,2 en 3 en fish-counters op punt 2 en 3.

In verband met verstoringen in de omgeving (radiogolven) kon in de uiteindelijke onderzoeksopzet alleen in de monding van de temporele nevengeul (punt 2) een PIT detectiestation en een fish counter gerealiseerd worden.



Figuur 6.6. Vernauwde dwarsdoorsnede (linksboven), met fish counter (rechts boven), Vast PIT-detectie-station (links onder), ontvangers en dataloggers in de molen (rechtsonder).

stroomafwaarts van de geul, kan indirect alsnog inzicht verkregen worden in de migratiedrang van vissen richting de nevengeul. De vaste stations in de monding van de nevengeul zijn opgesteld in een vernauwde dwarsdoorsnede zodat alle vissen die de geul inzwemmen worden waargenomen (figuur 6.6). Zowel het PIT-detectiestation als de fish counter zijn verbonden met een laptop waarop de gedetecteerde bewegingen opgeslagen worden.

6.2.2 Mobiel PIT-detectiestation

Om de aanwezigheid en de ruimtelijke verspreiding van gemerkte vissen in het beektraject (figuur 6.7) stroomafwaarts van de nevengeul te bepalen is gebruik gemaakt van een mobiel detectiestation (figuur 6.8). Het onderzochte traject is een kilometer lang en wordt begrensd door de Schouwsmolen en de stroomafwaartse Luijensmolen waar tevens een traditionele vistrap ligt.



Figuur 6.7. Overzichtkaart studiegebied

Geel vierkant = Schouwsmolen waar temporele nevengeul is aangelegd. Groen vierkant = Luijensmolen die passeerbaar is middels een vistrap. Rode vierkanten = overige stroomop- en stroomafwaartse migratieknelpunten (molenstuwen) zonder vispassage mogelijkheden.

Met het mobiele PIT-detectiestation (figuur 6.8) is in de periode van januari t/m juni 2011 het beektraject tot circa één kilometer stroomafwaarts van de nevengeul afgelopen. In de wintermaanden (januari-maart) gebeurde dit tot éénmaal per week, in het voorjaar (april-juni) tot tweemaal per week. Het traject stroomafwaarts van het onderzoeksgebied tot aan de stuw bij Thorn werd gedurende twee dagen (29-04 en 05-05, 2011) doorzocht om te kijken in hoeverre zich hier gemerkte vissen bevonden.



Figuur 6.8 Mobiele antenne met mobiel detectiestation in rugzak.

Voorafgaand aan het onderzoek is het beektraject opgedeeld in 19 secties van circa 50 meter lang (Figuur 6.9). Van deze secties is in september 2010 een habitatopname gemaakt aan de hand waarvan de beek opgedeeld is in habitattypen (zie 6.4, Bijlage 2). Van iedere vis die gedetecteerd werd, is genoteerd in welke sectie de vis is aangetroffen waardoor inzicht verkregen wordt in:

1. De aanwezigheid van gemerkte individuen per soort ten opzichte van het aantal vissen dat gemerkt is (paragraaf 6.5).
2. Het leefgebied en migraties van de gemerkte soorten en individuen in de tijd.

Hieruit kan onder andere afgeleid worden welke soorten en welke individuen stroomopwaartse trek naar de nevengeul vertonen.

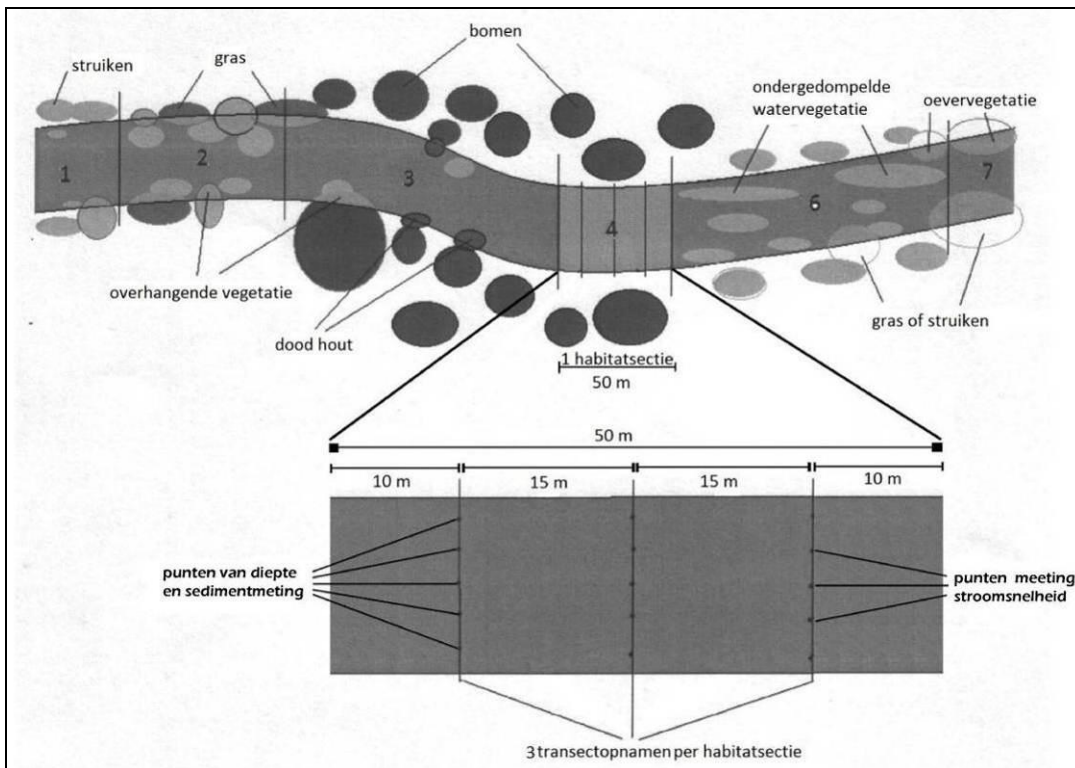


Figuur 6.9 Onderscheiden secties tijdens onderzoek met mobiel detectiestation. De temporele nevengeul bevindt zich stroomopwaarts van sectie 19.

6.3 Habitattypering

Van iedere sectie van 50 meter in het beektraject tot een kilometer stroomafwaarts van de nevengeul (figuur 6.9) is een habitatopname uitgevoerd. Hierbij werden stroomsnelheid, diepte, bodemsubstraat, en de aanwezigheid van holle oevers, waterplanten en oeverbegroeiing bepaald. Stroomsnelheid, diepte en substraatsamenstelling werden in drie dwarstransecten per sectie op vijf punten verdeeld over de breedte gemeten (figuur 6.10). De aanwezigheid van structuurelementen als watervegetatie, holle oevers, dood hout en mate van beschaduwing werden procentueel geschat in vier categorieën.

De negentien secties zijn op basis van de factoren diepte, stroomsnelheid, mate van meandering en de aanwezigheid van structuur (holle oevers, vegetatie, dood hout) onderverdeeld in vijf habitattypen (Bijlage 1). Voor een beschrijving van deze habitattypen wordt verwezen naar bijlage 1. Tevens is daar een overzicht opgenomen van de opgemeten waarden per sectie.



Figuur 6.10. Schematische weergave van habitatinventarisatie in de secties van de Itterbeek.

6.4 Vangen en merken van vissen

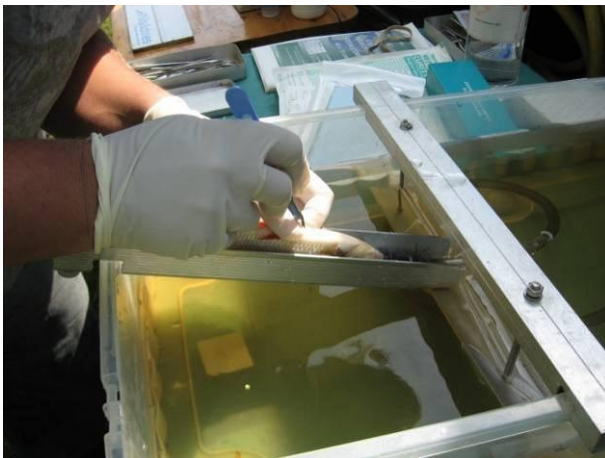
Het gebruik van PIT-tags bij vissen is met name in Amerika veelvuldig toegepast. Het gebruik van de PIT-tags ten behoeve van het onderzoek in de Itterbeek is getest door vissen een tijd in opslag te houden in een bassin met water. Uit deze proef, en ook uit buitenlandse literatuur, blijkt dat het implementeren van PIT's niet of nauwelijks tot sterfte bij vissen leidt (>95% van de vissen blijft in leven). Op 30 september 2010 werd het traject tot een kilometer stroomafwaarts van de toen nog te realiseren nevengeul afgevist met behulp van twee draagbare electrovis-apparaten (figuur 6.8). Er werden meer dan 15 vissoorten aangetroffen. De vissen van

voldoende lengte werden verdoofd met een oplossing van benzocaïne. Met een operatie-opstelling met life-support systeem werd via een snede in de buikholte een tag ingebracht bij elke gevangen vis (Figuur 6.12). Hierbij werd semi-steriel gewerkt (steriele doeken, handschoenen en operatiemateriaal) waarbij iedere PIT tag ontsmet werd met 96% alcohol.



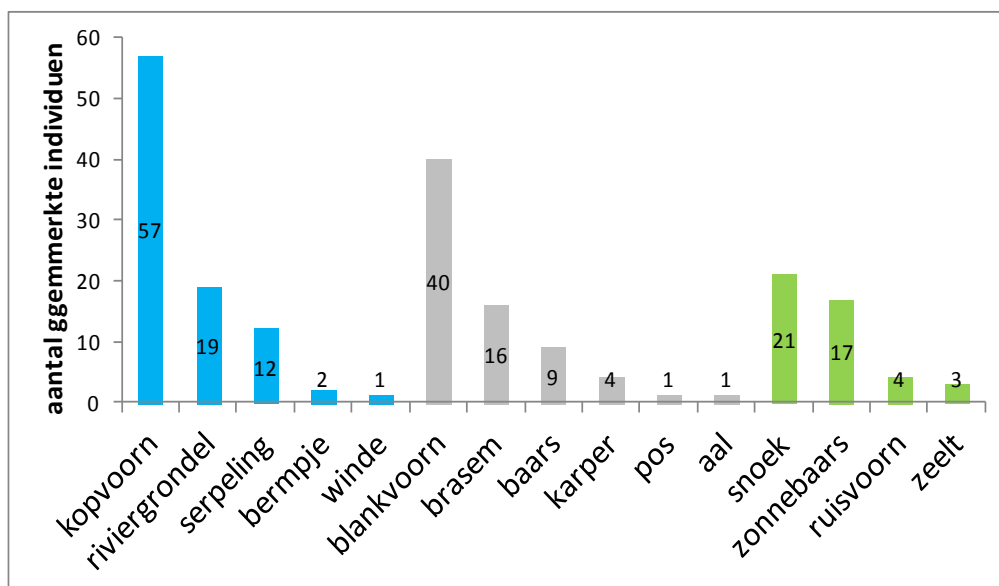
Figuur 6.11 Vangen van vissen met draagbare electrovisapparatuur.

In het onderzoek zijn HDX PIT-tags van 12 mm en 23 mm lengte gebruikt. Vissen van 10 tot 15 cm kregen een PIT-tag van 12 mm lengte (2,1 mm diameter; 0,06 g) ingeplant. Vissen vanaf 15 cm kregen een PIT-tag van 23 mm lengte (3,85 mm diameter; 0,60 g) ingeplant. Na de operatie zijn de vissen bijgebracht in een doorstroomd bassin en vervolgens weer uitgezet in het beektraject waar ze gevangen werden.



Figuur 6.12 Inbrengen PIT-tag in de buikholte van een vis.

Per vis werden soort, lengte, gewicht en de unieke code van de ingeplante PIT-tag genoteerd. De insteek was om van zoveel mogelijk verschillende soorten individuen te merken. In het totaal zijn 209 individuen van 15 verschillende soorten gemerkt (figuur 6.13). De mortaliteit (het aantal vissen dat kort na de ingreep stierf door de implanting) bleef beperkt tot slechts 2 vissen (1%).

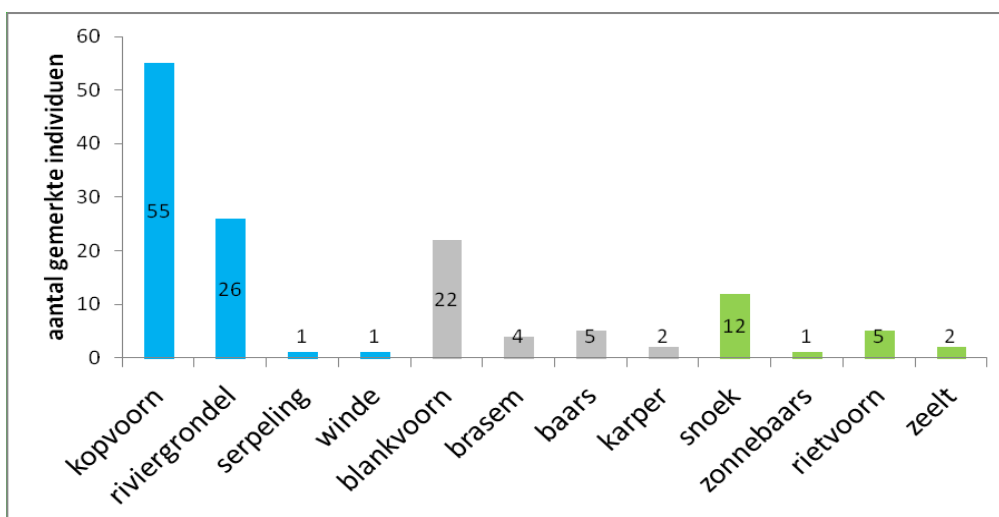


Figuur 6.13: Overzicht van in september 2010 gemerkte vissen.

Blauw: stromingminnende soorten (rheofiel). Grijs: generalistische soorten (eurytoop). Groen: plantminnende soorten (limnofiel).

Eind-afvissing 2011

Na afloop van de onderzoeksperiode is gedurende twee dagen (24 en 25-10-2011) het gehele traject tussen de meest bovenstroomse niet passeerbare stuw bij Ittervoort en de stuw bij Thorn afgevist om vast te stellen welke van de oorspronkelijk gemerkte vissen nog in het onderzoeksgebied aanwezig waren en om nieuwe vissen met PIT-tags uit te rusten. Hierbij is bij 136 individuen van twaalf soorten een PIT-tag geïmplaneerd (figuur 6.14).



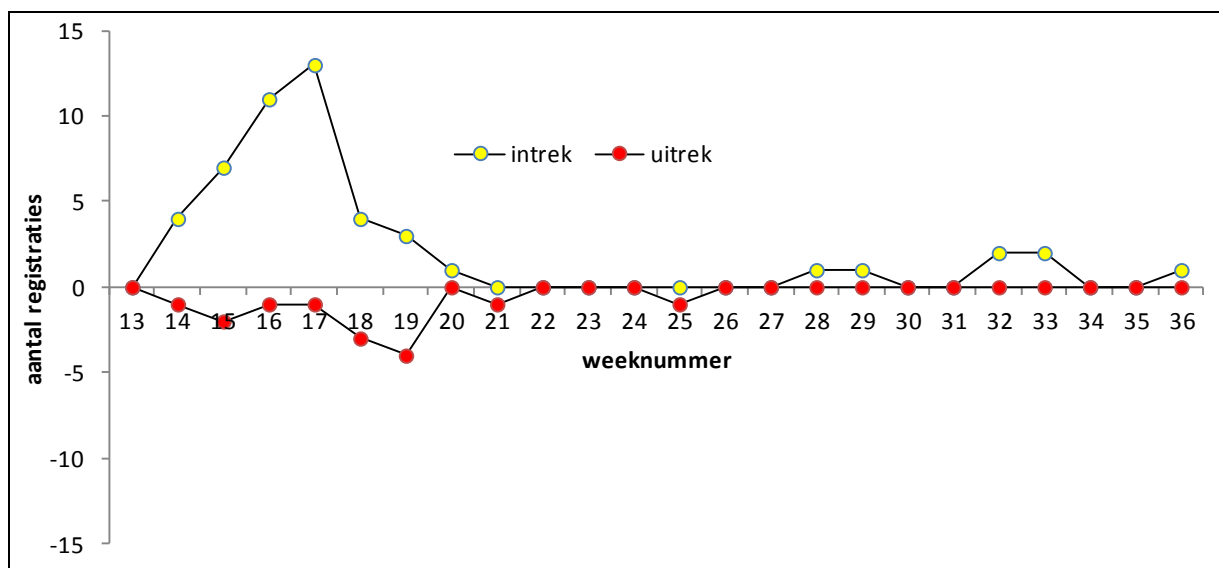
Figuur 6.14: Overzicht van in oktober 2011 gemerkte vissen.

Blauw: stromingminnende soorten (rheofiel). Grijs: generalistische soorten (eurytoop). Groen: plantminnende soorten (limnofiel).

6.5 Resultaten: vismigratie in de TMZ

6.5.1 Registraties fish counter

De fish counter in de monding van de temporele nevengeul is vanaf 25-03-2011 (week 12) operationeel geweest. In figuur 6.15 is een overzicht gegeven van de registraties door de fish counter per week in de periode eind maart tot eind augustus. In de grafiek is te zien dat er vooral migratie plaatsvindt van eind maart tot eind april (week 14 t/m 18). Hierbij is er een duidelijke migratiepiek in week 16 en week 17. Verder valt uit de gegevens op te maken dat er meer vissen ($n=50$) in stroomopwaartse richting door de nevengeul trokken dan in stroomafwaartse richting ($n=14$). Dit duidt erop dat een deel van de vissen die door de nevengeul getrokken is voor kortere of langere tijd in het traject stroomopwaarts van de nevengeul verblijft of zich hier zelfs vestigt.



Figuur 6.15 Aantal met de fish counter geregistreerde vissen. Geel: migratie in stroomopwaartse richting. Rood: migratie in stroomafwaartse richting

6.5.2 Registraties vast PIT-detectiestation

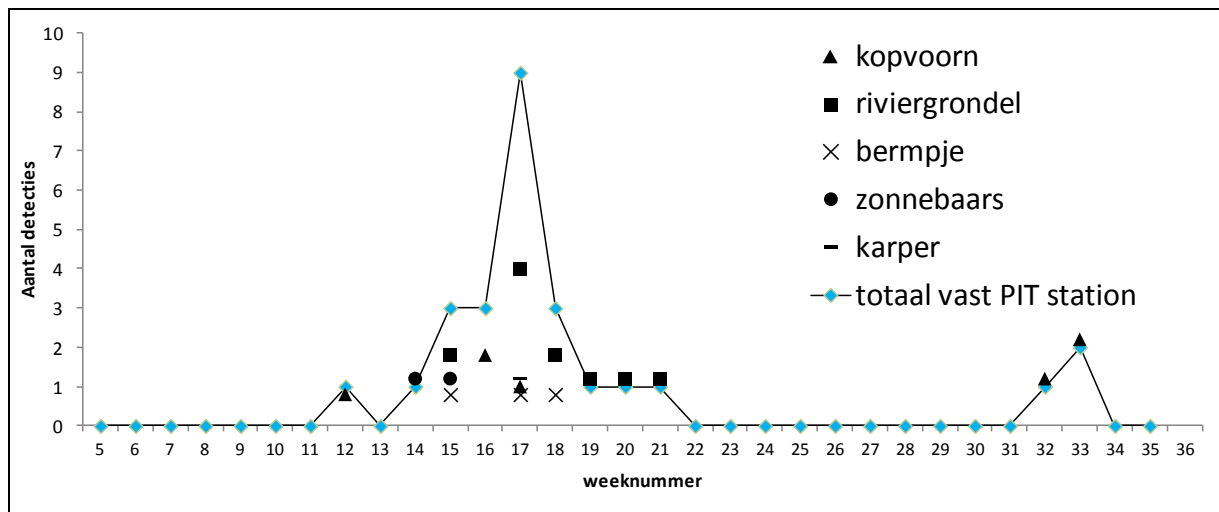
Het vaste PIT-detectiestation in de monding van de temporele nevengeul is vanaf 27-01-2011 operationeel geweest. Op 24-08-2011 is de reader van het station losgekoppeld voor controle op het kantoor van VisAdvies in Nieuwegein. Nadat bleek dat de reader nog goed functioneerde is deze een week later op 30-08-2011 teruggeplaatst (week 35).

Van de 96 individuen waarvan met het mobiele station werd vastgesteld (zie 6.2) dat ze zich ten tijde van het onderzoek benedenstrooms van de temporele nevengeul bevonden, werden 12 individuen gedetecteerd in de monding van de temporele nevengeul (figuur 3.2). Deze vissen werden aangetroffen vanaf begin april met een piek in de tweede helft van april tot begin mei (week 17). De piek van de PIT-tag detectie valt daarmee samen met de piek zoals geregistreerd door de fish counter. Het betrof vooral stromingminnende soorten; vier *rivergrondels*, vier

kopvoorns en één *bermpje*. Hiernaast werden ook twee *zonnebaarzen* en één *karper* gedetecteerd. Het *bermpje* en drie van de vier *riviergrondels* die in de TMZ werden gedetecteerd, zijn hier gedurende meerdere dagen en vaak op vaste dagdelen ('s nachts) aangetroffen (zie 6.7.3). In de maanden juni en juli werden er geen gemerkte vissen in de TMZ gedetecteerd. Begin augustus werden er drie *kopvoorns* gedetecteerd waarvan er twee ook al eerder, in april, waren opgetrokken. Dit duidt op een tweede migratiepiek van *kopvoorn*. Ook duidt dit erop dat migraties naar de TMZ tijdens het onderzoek maar door een beperkt deel van de *kopvoorn*populatie werd uitgevoerd.

Bestudering van de detecties met het mobiele station laat zien dat de *karper*, de twee *zonnebaarzen* en drie *riviergrondels* slechts één maal door het station in de TMZ zijn gedetecteerd en hierna ook niet meer stroomafwaarts van de nevengeul met het mobiele station zijn waargenomen (zie 6.7.6). Dit duidt erop dat deze vissen door de geul heen zijn gemigreerd en zich in het bovenstroomse beektraject gevestigd hebben.

Uitgedrukt als percentage van het aantal met het mobiele station gedetecteerde individuen in het traject stroomafwaarts van de temporele nevengeul vertoonde 50% van de *bermpjes* (één individu), 25% van de *riviergrondels*, 16% van de *kopvoorns*, 17% van de *zonnebaarzen* en 25% van de *karpers* migratie naar de TMZ. Van *serpeling*, *blankvoorn*, *snoek*, *brasem*, *baars*, *zeelt*, *ruisvoorn* en *paling* werden geen individuen in de TMZ aangetroffen. Van de laatste vier soorten was het aantal gemerkte en gedetecteerde individuen overigens gering (paragraaf 2.3).



Figuur 6.16: Weergave van het aantal gedetecteerde individuen van met een PIT-tag voorziene gedetecteerde vissen in de monding van de temporele nevengeul.

Op 24 augustus: (week 34) is de reader van het vaste station losgekoppeld en meegenomen naar het kantoor van VisAdvies om te controleren of deze nog naar behoren werkte. De reader functioneerde goed en is een week later (30 augustus; week 35) teruggeplaatst. De registraties zijn toen niet meer hervat. Op 26 augustus is het traject stroomopwaarts van de temporele nevengeul met het mobiele station éénmalig nagelopen. Hierbij werd één *serpeling*

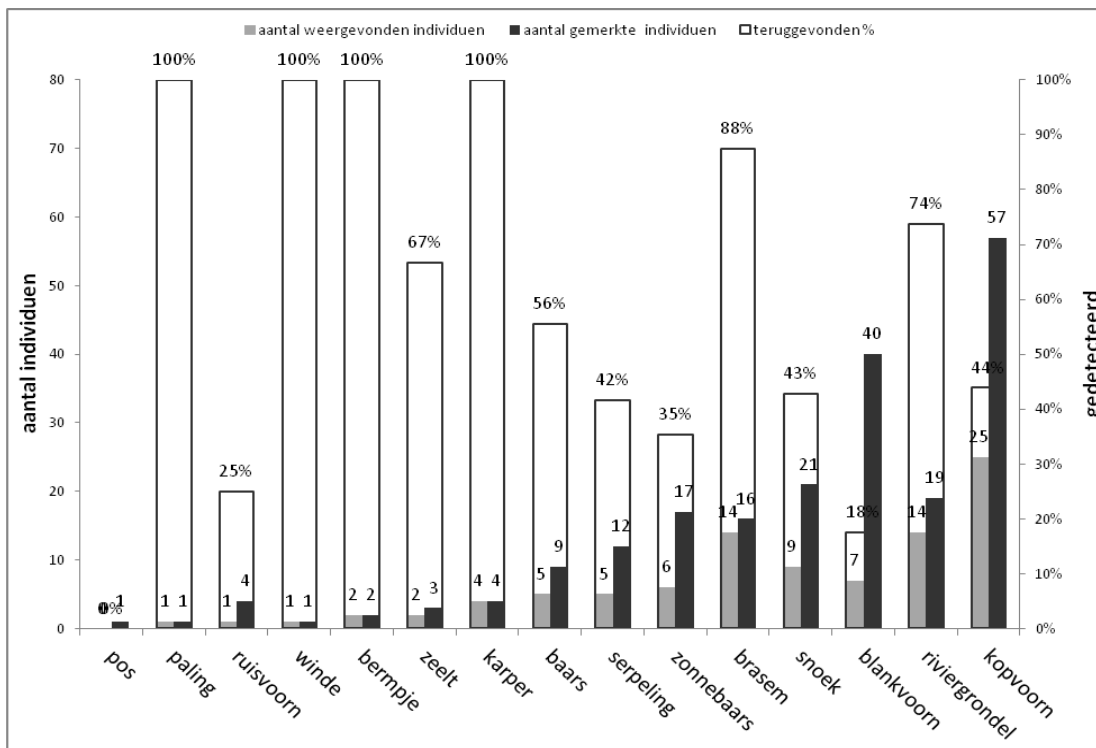
aangetroffen. Dit is opvallend omdat deze *serpeling* niet door het vaste station gedetecteerd is. Met het mobiele station werd deze *serpeling* alleen op 19/1 aangetroffen. Terwijl de meeste andere gedetecteerde *serpelingen* vaker werden aangetroffen (zie 6.7.4). Vermoedelijk is deze vis al opgetrokken, tijdens het testen van de nevengeul, medio februari tijdens een hoogwater (zie ook figuur 5.5), toen ook het vaste PIT-detectiestation nog niet operationeel was.

6.6 Resultaten: ruimtelijke en temporele spreiding onderzochte vissen

6.6.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van het aantal gemerkte individuen dat per soort in de Itterbeek werd gedetecteerd werd. Vervolgens worden de resultaten voor de soorten die in de TMZ zijn gedetecteerd beschreven. Een meer gedetailleerde uitwerking onder meer aangaande aanwezige lengteklassen en het temporele ruimtegebruik in het beektraject benedenstrooms van de TMZ is te vinden in Bijlage 2.

Bijna 50% (96 individuen) van de getagde dieren werd gedetecteerd gedurende één of meerdere van de 22 opnamedagen in de periode januari-juni 2011 (figuur 6.17). Van de 15 gemerkte soorten zijn alle soorten op *pos* na teruggevonden (er was slechts één *pos* gemerkt). Sommige individuen werden vrijwel iedere meetronde waargenomen en andere slechts een enkele keer.



Figuur 6.17 De teruggevonden vissen tegenover de gemerkte vissen. Op de rechter as uitgedrukt als teruggevonden percentage per soort

Het beperkt of niet waarnemen van individuen kan veroorzaakt zijn doordat:

- Individuen zich in een schuilplaats bevonden buiten het bereik van het mobiele station. Dit kan bijvoorbeeld in een holte diep in de oever zijn of in de duiker die de vistrap bij de Luijensmolen verbindt met het stroomopwaartse beektraject.
- Individuen zich voor kortere of langere tijd buiten het onderzoeksgebied bevinden. Zo is geconstateerd dat bepaalde individuen zich stroomafwaarts van het onderzoekstraject bevonden. Ook is uit de gegevens van het vaste station in de TMZ af te leiden dat individuen door de nevengeul zijn gemigreerd.
- Individuen uitgespoeld zijn bij hogere afvoeren. Vooral bij kleinere exemplaren met een geringere zwemcapaciteit kan dit gebeuren.
- Er sterfte is opgetreden door predatie als gevolg van roofvissen (snoek en baars), watervogels (reigers en aalscholvers) of door uitgestelde sterfte door het implanteren van zenders.

Vooral van de gemerkte individuen met een lengte beneden de 45 cm werd een relatief groot deel niet gedetecteerd. Dit is een indicatie dat vooral predatie of uitspoeling een rol spelen bij het verdwijnen van soorten uit het onderzoeksgebied.

Het aantal PIT-tags dat los op de beekbodem werd aangetroffen betrof 16 (8 % van het totaal). De oorzaak hiervan is niet te achterhalen maar is waarschijnlijk een combinatie van “natuurlijke” sterfte, predatie, uitstoot van de tag of uitgestelde sterfte door het implanteren van de tag.

6.6.2 Eind-afvissing

Na afloop van de onderzoeksperiode is gedurende twee dagen (24 en 25-10-2011) het gehele traject tussen de meest bovenstroomse niet passeerbare stuw bij Ittervoort en de stuw bij Thorn elektrisch afgevisst om vast te stellen in hoeverre de in september 2010 gemerkte vissen nog in het onderzoeksgebied aanwezig waren en om nieuwe dieren te merken voor een vervolgonderzoek in 2012.

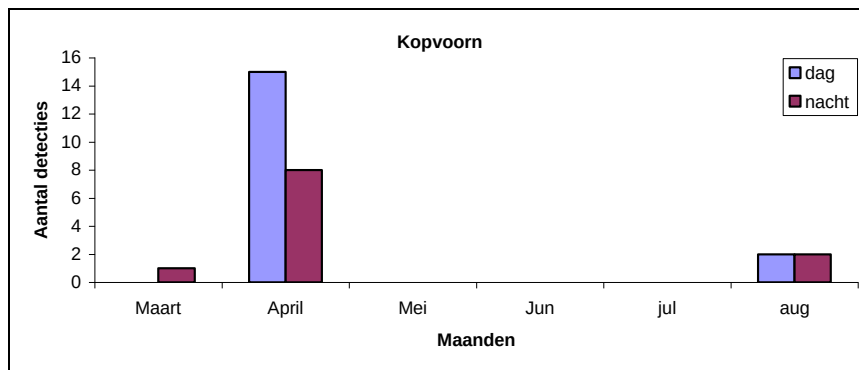
Van de 96 gemerkte individuen die in de perioden van januari tot juni 2011 werden aangetroffen werden in oktober 2011 16 vissen terug gevangen (bijlage 5). Na een aantal extra onderzoekrondes met het mobiele detectiestation eind 2011 en begin 2012 kon worden vastgesteld dat naast de vissen die in oktober 2011 gemerkt waren ook nog een aanzienlijk deel van de vissen die in september 2010 gemerkt zijn aanwezig was. Van de in totaal 345 gezenderde vissen (2010+2011) werden na de strenge winters 2010/11 en 2011/12 ruim honderd gezenderde vissen opnieuw aangetroffen. Op basis van de detectie efficiëntie van het mobiele station is het aannemelijk dat het daadwerkelijke aantal gemerkte vissen dat nog in het onderzoeksgebied aanwezig is, hoger is (schatting 150-200 dieren, of wel circa 44-58% van de gezenderde populatie)

Op hoofdlijnen valt wel op dat de opbouw van de beekvispopulatie in 2010 en 2011 vrijwel gelijk is. De belangrijkste soorten voor de Itterbeek zijn *kopvoorn*, *riviergrondel*, *blankvoorn* en, in

mindere mate, *snoek*. Opvallend is dat het aandeel *zonnebaars* en *serpeling* in 2011 duidelijk lager lag, maar voor de *rivergrondel* is dat juist andersom. Het aantal *kopvoorn* was in 2010 en 2011 nagenoeg gelijk, met de aantekening dat daarvoor in 2011 een langer traject is afgevisd.

6.6.3 Kopvoorn

Kopvoorn is een stromingminnende (rheofiele) soort die voorkomt in beken en rivieren met langzaam tot vrij snelstromend water. De voortplanting vindt in vergelijking tot andere stromingminnende soorten relatief laat in het jaar plaats (eind april-juni) bij watertemperaturen rond 18 °C. Hierbij vindt vaak stroomopwaartse migratie plaats naar paaigebieden met een matige tot sterke stroming en een grof substraat (grind of grof zand).



Figuur 6.18 Migratie kopvoorns in de temporele nevengeul.

Tijdens de monitoringsfase werden van de getagde populatie 26 individuen gedetecteerd. Het aantal kopvoorns dat de temporele nevengeul inzwom beperkte zich tot vier individuen (16%), Het waren ook de enige exemplaren binnen de populatie die migratie vertoonden. Het betrof voornamelijk dieren die hun belangrijkste leefgebied in de secties direct stroomafwaarts van de geul hadden. Een individu migreerde in het voorjaar vanuit sectie 14 naar de geul en een ander individu vanuit sectie 11. Er waren duidelijke piekmomenten in de periode dat de kopvoorns de TMZ inzwommen. Dit gebeurde half april (4 individuen) en in de eerste helft van augustus (3 individuen). Er migreerden zowel dieren overdag als 's nachts (figuur 6.18). Drie dieren werden zowel in april als augustus in de monding van de TMZ gedetecteerd. De dieren die in april de geul introkken werden binnen enkele weken weer benedenstrooms van de nevengeul waargenomen.

Met een detectie in week 12, is de *kopvoorn* de eerste getagde soort die werd geregistreerd in de TMZ, maar het was niet de eerste vis die gebruik maakte van de TMZ (zie ook 6.6.4 en 6.8).

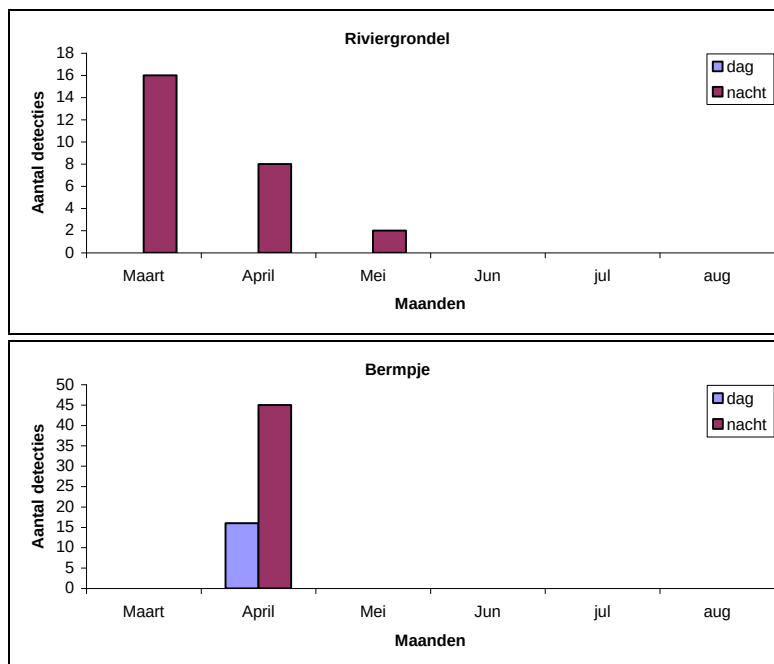
6.6.4 Serpeling

Serpeling is een stromingminnende soort die in Nederland vooral voorkomt in beeksystemen. De soort paait vroeg in het voorjaar (maart-april) bij een watertemperatuur van 7 tot 10 °C. Net als kopvoorn trekken de dieren hierbij naar paaiplaatsen met stroming en grof substraat.

Tijdens de monitoringsfase in 2011 werden van de getagde populatie slechts 5 individuen geregistreerd. Hoewel er geen *serpelingen* werden gedetecteerd in de TMZ, werd op 26 augustus, tijdens de eenmalige meetronde met het mobiele station in het beektraject stroomopwaarts van de TMZ een getagde serpeling aangetroffen. Deze vis is waarschijnlijk al opgetrokken toen het PIT-detectiestation nog niet operationeel was, maar de TMZ in de periode week 3 tot en met 7 wel enkele malen werd getest, waaronder een hoogwater medio februari (zie ook 5.2, figuur 5.5).

6.6.5 Riviergrondel en bermpje

Riviergrondel en *bermpje* behoren beiden tot de stromingminnende bodemgebonden vissoorten en komen in Nederland vooral in beeksystemen voor. Zij leven hier verborgen tussen stenen en watervegetatie en komen doorgaans 's nachts te voorschijn om naar voedsel te zoeken. De voortplanting vindt plaats in de periode april – juni in stromend water met een zand- of grindbodem.



Figuur 6.19 Migratie van riviergrondels en bermpjes in de TMZ.

Tijdens het onderzoek zijn 14 (74%) van de 19 getagde *riviergrondels* geregistreerd. Van het *bermpje* werden alle gemerkte dieren (2) terug gevonden. Vier *riviergrondels* (29%) en een *bermpje* (50%) werden in de TMZ gedetecteerd. Alle dieren werden overwegend 's nachts gedetecteerd, in week 15 t/m 21 met een duidelijke piek in week 17 (figuur 6.19). Opvallend hierbij was dat een aantal individuen gedurende meerdere achtereenvolgende dagen in de geul werden gedetecteerd. Dit doet sterk vermoeden dat deze dieren de TMZ gebruikten als foerageerhabitat.

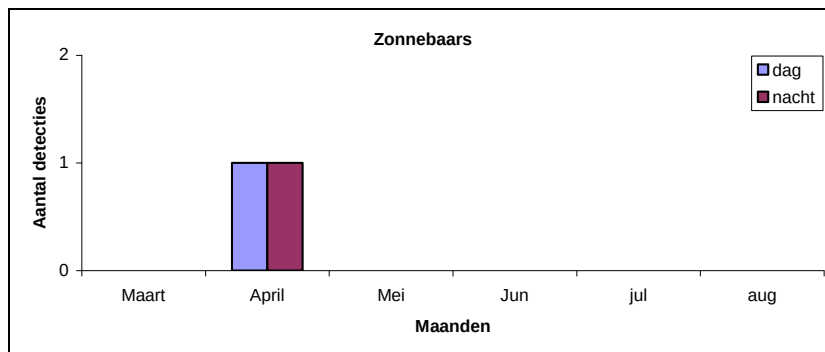
6.6.6 Karper

Karper is een generalistische, van oorsprong uitheemse soort, die al voor de middeleeuwen als consumptievis naar Nederland geïmporteerd is. Tegenwoordig wordt de *karper* vooral gewaardeerd als sportvis en in dit kader uitgezet door hengelsportverenigingen. De soort wordt in Nederland in vrijwel alle watertypen aangetroffen. Er wordt gepaaid bij een watertemperatuur vanaf 18 °C. Ze kunnen over grote afstanden migreren.

Tijdens de monitoringsfase in 2011 werden alle vier *karpers*, met een lengte groter dan 45 cm, gedetecteerd. De individuen hebben een voorkeur voor bepaalde secties als leefgebied. Echter, een individu van 55 cm werd in week 17 gedetecteerd in de vistrap van de Luijensmolen en later deze week in de TMZ. Hier is de vis gedurende de nacht gedetecteerd, waarna de vis niet meer werd waargenomen. Dit wijst op vestiging in het beektraject stroomopwaarts van de TMZ. Het is daarmee verreweg de grootste vis die de TMZ is gepasseerd.

6.6.7 Zonnebaars

Net als karper is *zonnebaars* een van een oorsprong exotische soort. Vanaf de 20^e eeuw is *zonnebaars* als aquarium en vijvervis naar Nederland geïmporteerd en hierbij terecht gekomen in het watersysteem. *Zonnebaars* vertoont hierbij in kleine plantenrijke wateren waar géén of weinig andere vissen voorkomen invasief gedrag waarbij andere soorten zoals amfibieën gepredeerd worden. De voortplanting vindt plaats vanaf april op zandige plaatsen en kan meerdere malen per jaar plaatsvinden.



Figuur 6.20: Migratie zonnebaarzen in de TMZ

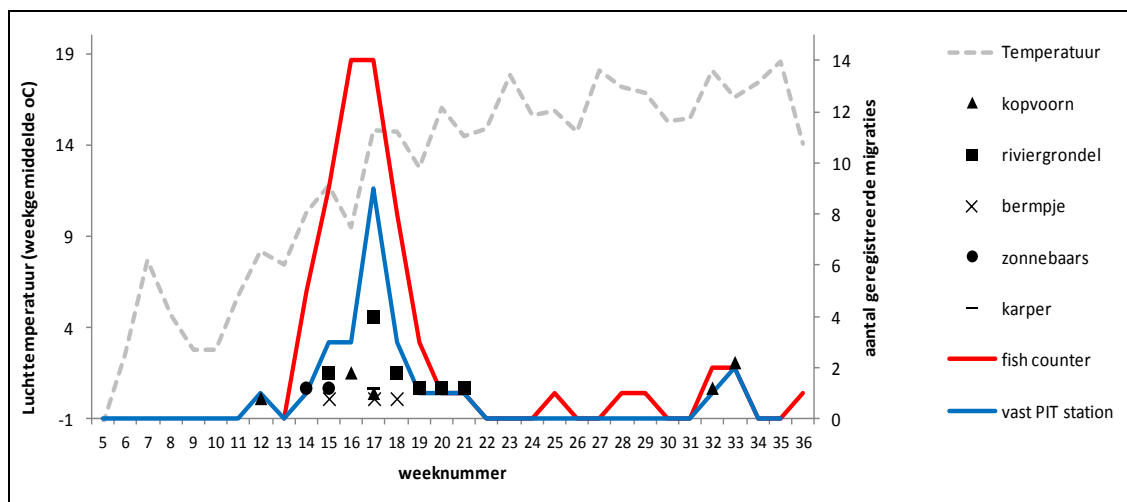
Tijdens de monitoringsfase in 2011 werden van de getagde populatie zes individuen (35%) geregistreerd.

Drie individuen (50%) hadden hierbij een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Twee zonnebaarzen werden in dezelfde week gedetecteerd in de TMZ. Een individu trok 's nachts op het andere individu overdag (figuur 6.20). Beide dieren werden één keer gedetecteerd en daarna niet meer. Dit duidt op vestiging in het traject bovenstrooms van de temporele

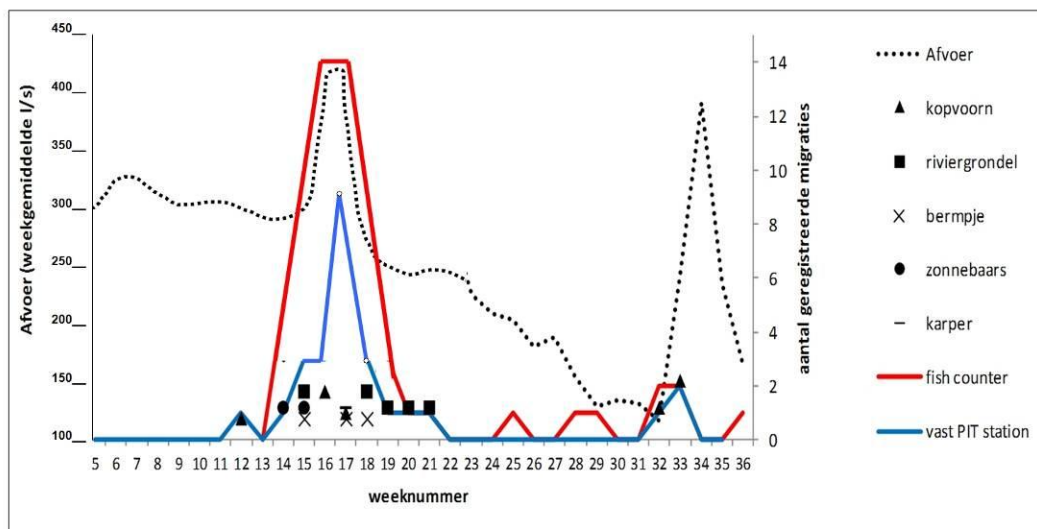
nevengeul. Opmerkelijk hierbij was dat één van de *zonnebaarzen* vanaf sectie 18 door de vistrap naar sectie 2 migreerde en de week hierop weer terug zwom en de TMZ op trok.

6.7 Migratie in relatie tot afvoer- en temperatuurverloop

Figuur 6.21 en 6.22 geven een weergave van het aantal vissen dat door de fish counter en het PIT-detectiestation geregistreerd is in relatie tot de afvoer respectievelijk de luchttemperatuur. Uit de figuren valt af te lezen dat de stijging van de temperatuur in april tot boven de acht graden in combinatie met een afvoerpiek (de afvoer verdubbelt bijna) tot boven de 300 l/s heeft geleid tot een piek in de vismigratie. Vooral het verband tussen afvoer en migratie lijkt sterk. Nadat de afvoer daalt, stagneert de migratie. Dit zou erop kunnen duiden dat de TMZ functioneert voor vismigratie bij beekafvoeren boven circa 300 l/s (zie ook 5.2.6). Het debiet op de TMZ stijgt dan tot boven de 25-50 l/s met pieken tot 100-150 l/s (tijdens beekafvoeren tot ruim 700 l/s). Ook de migratiepiek van *kopvoorn* in augustus lijkt gerelateerd te zijn aan de verhoogde afvoer.



Figuur 6.21: Geregistreeerde vismigraties per week in monding temporele nevengeul (2e y-as) in relatie tot temperatuurverloop (gegevens KNMI station Ell).



Figuur 6.22: Geregisteerde vismigraties per week (fish counter, PIT-tag; 2^e y-as) in de TMZ in relatie tot weekgemiddelde beekafvoer bij Schouwsmolen (bron: WPM).

6.8 Visuele waarnemingen

Los van de detecties zijn in de loop van de monitoringsperiode in 2011 op verschillende momenten vissen waargenomen en gevangen in de TMZ. Hieronder zijn in chronologische volgorde de waarnemingen samengevat.

Tabel 6.1 Overige waarnemingen uit de TMZ

datum	week	vissen	overige waarnemingen*
14-feb	7	-	- vlokreeftjes en waterpissebedden
15-mrt	11	- 2x vis spec < 5 cm: binnen 1 uur na opening, optrek tot boven	- vlokreeftjes
29-mei	21	- 7x riviergrondels, gevangen	
17-jun	24	- 1x biermpje, 4 cm, gevangen; - grote scholen stekelbaarsjes 1-3 cm	
4-aug	31	- 5-10x vis spec, 5-15 cm; in lokstroom versterker, neus richting TMZ; - scholen stekelbaarsjes in TMZ	- 2 a 3x kikkers
23-aug	34	- 1x biermpje, 4 cm, gevangen; - grote scholen stekelbaarsjes 1-3 cm	- 1x metamorfoserende bruine kikkervis
7-okt	40	- grote scholen stekelbaarsjes	- handvol schaatsenrijders
20-okt	42	- kleine scholen stekelbaarsjes	- 5 -10x schaatsenrijders
4-nov	44	- kleine scholen stekelbaarsjes 3-5 cm	- 2x groene kikker
18-nov	46	- stekelbaarsjes afwezig	- 1x bruine kikker
			* terloops genoteerd

De optrek van visjes (riviergrondels?), die op 15 maart werden waargenomen zijn niet gedetecteerd. De optrek deed zich vrijwel direct voor nadat de instroomopening was geopend. Spelende kinderen wisten eind mei, zeven riviergrondels te vangen in de TMZ. De 's nachts

gedetecteerde *riviergrondels* in die periode, maakten dus deel uit van een grotere groep *riviergrondels* die in de weken daarvoor moet zijn ingetrokken (migratiepieken week 16-17). Het vertrek van de *stekelbaarsjes* tussen 4 en 18 november uit de TMZ hangt wellicht samen met de droogte en bijgevolg de zeer lage afvoeren door de TMZ (<5 l/s, lekwater) in deze periode. De eerste waarnemingen van grote scholen, toen nog zeer kleine jonge *stekelbaars*, dateren vanaf juni. Ze zijn nadien tijdens de visuele inspecties telkens waargenomen. De omvang van de scholen nam weliswaar af maar de individuele vissen werden groter. Hieruit kan worden opgemaakt dat *stekelbaarzen* de TMZ als opgroeigebied gebruikten.

6.9 De TMZ en de KRW maatlat

Een van de hoofdvragen van dit onderzoek richtte zich op de vraag in hoeverre met de toepassing van het TMZ concept doelen van de KRW haalbaar zijn.

Het onderzoek laat zien dat van de 96 getagde individuen waarvan werd vastgesteld dat ze zich ten tijde van het onderzoek benedenstrooms van de TMZ bevonden, twaalf individuen ten minste één of meerdere malen zijn gedetecteerd in de TMZ. Het betrof vooral rheofiele soorten die vanuit de Kaderrichtlijn Water als doelsoorten voor beken gelden (*kopvoorn*, *serpeling*, *riviergrondel*, *bermpje*). Deze vissen trokken de TMZ binnen vanaf begin april tot begin mei. In augustus werd een tweede migratiepiek van de doelsoort *kopvoorn* waargenomen (zie ook hs 6.6). De migratiepieken vonden plaats op het moment dat er een verhoogde afvoer optrad in de Itterbeek.

Een groot deel van de gedetecteerde individuen in het onderzochte beekvak bleek sterk gebonden aan bepaalde beeksecties. Een klein deel van de individuen vertoonde migratiegedrag in de richting van de TMZ. Hierbij waren er dieren die door de TMZ zwommen en niet terugkeerden vanuit het bovenstroomse traject. Er waren ook individuen die de TMZ herhaaldelijk optrokken en na verloop van tijd terugkeerden in het benedenstroomse deel. Voor de doelsoort *kopvoorn* werd bijvoorbeeld waargenomen dat de drie dieren die in april optrokken binnen enkele dagen tot enkele weken weer terugkeerden en dat twee van deze dieren nogmaals optrokken in de periode van verhoogde afvoer in augustus. Dit wijst erop dat de motivatie om te migreren sterk individu gerelateerd is en dat de TMZ in 2011 gedurende meerdere perioden optrekbaar is geweest.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het functioneren van de TMZ gezien van uit de KRW-maatlat voor beken. Uitgaande van de beschikbare gegevens bedroeg de KRW score voor soortsaanpak in het traject stroomopwaarts van migratiebarrière (stuw Schouwsmolen) voor de aanleg van de TMZ 0,40 (matig).

Door de stroomopwaartse migratie van de doelsoort *kopvoorn* neemt de score in theorie al toe tot 0,60 (goed). Dit duidt erop dat de aanleg van een TMZ op korte termijn (binnen één jaar) al tot een toename van de KRW-score kan leiden door de migratie van doelsoorten.

Hoewel dat in de score niet tot uiting komt, hebben meer soorten geprofiteerd van de geboden optrekbaarheid. Hiermee is hun leefgebied vergroot.

Tabel 6.2. KRW maatlat score voor trajecten van de Itterbeek, voor en na aanleg van de TMZ

Indicatoren soortsamenstelling (KRW maatlat beken, type R5)	Stroomafwaarts barrière in nul-situatie	Stroomopwaarts barrière in nul-situatie	Stroomopwaarts van barrière na aanleg TMZ
Kenmerkende reofiele soorten	Kopvoorn Serpeling Bermpje Riviergrondel Score:0,8	Serpeling Bermpje Riviergrondel Score:0,6	Kopvoorn Serpeling Bermpje Riviergrondel Score:0,8
Kenmerkende eurytope soorten	Paling* Snoek Baars Blankvoorn Driedoornige stekelbaars Score:0,8	Snoek Baars Blankvoorn Driedoornige stekelbaars Score:0,6	Snoek Baars Blankvoorn Driedoornige stekelbaars Score:0,6
kenmerkende soorten migratie/zee	Kopvoorn Paling Score: 0,7	Geen kenmerkende soorten Score: 0	Kopvoorn Score: 0,3
kenmerkende soorten habitat gevoelig	Kopvoorn Serpeling Bermpje Riviergrondel Paling* Snoek Tiendoornige stekelbaars Score: 0,7	Bermpje Riviergrondel Snoek Tiendoornige stekelbaars Score: 0,4	Kopvoorn Serpeling Bermpje Riviergrondel Paling Snoek Tiendoornige stekelbaars Score: 0,7
Totaalscore soortsamenstelling	0,75 (goed)	0,40 (matig)	0,60 (goed)

*) Van paling werd slechts één individu gevangen en van een tag voorzien

7 TOT BESLUIT, DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 Inleiding

Het onderliggende rapport laat een groot aantal onderzochte verschijnselen zien welke de afgelopen anderhalf - twee jaar zijn gesignaleerd en geanalyseerd bij het project Temporele vismigratie bij de Schouwsmolen (Ittervoort). De aanleg en onderzoeken zijn gesubsidieerd vanuit het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water (KRW0924). De gekozen doelen en resultaten dienen binnen deze kaders gezien te worden. Het projectplan, zoals ingediend bij het Innovatieprogramma, "Temporele vismigratie", beschrijft deze doelen. In dat projectplan werd vermeld dat het bouwen en onderzoeken van deze testlocatie "een gerichte doch essentiële stap is in de ontwikkeling van de methodiek"

Na bijna 5 jaar van ontwikkeling waarvan ruim anderhalf jaar binnen dit projectplan kan gesteld worden dat de methodiek functioneert, echter niet alle factoren zijn al volledig inzichtelijk en bekend. Hiervoor waren zoals aangegeven de tijd en middelen eenvoudigweg (te) beperkt. Wel is nu al duidelijk dat het aansluiten bij de dynamiek van het watersysteem en vormen van natuurlijk bouwen veel nieuwe, verrassende en op punten zelfs opmerkelijke resultaten heeft opgeleverd. De basis staat nu, en waardevolle vergezichten binnen een breder watersysteem dienen zich aan.

Deze rapportage is primair ter afsluiting van het project. De nadere beschouwingen, conclusies en aanbevelingen worden hieronder beschreven. Daarbij worden terloops ook de hoofddoelstellingen uit het projectplan besproken;

- Zijn middels deze methodiek de doelen als verwoord in de KRW haalbaar.
- Hoe definiëren we voldoende debiet, of debietvariatie, zijn hier kaders voor aan te geven of gericht te ontwikkelen.
- Bij de gebleken geschiktheid zou landelijk een kostenbesparing gerealiseerd kunnen worden van 6 tot 24 miljoen (toekomstverwachting).
- Nevendoelen: natuurlijke inpassing, waterberging, cultuurhistorie.

Daarnaast passeren ook andere onderwerpen de revue, zoals die op de onderzoekslocatie te Ittervoort naar voren kwamen.

7.2 Functioneren van de TMZ: zijn de KRW doelen haalbaar?

Het innovatieve TMZ (Temporele Migratie Zone)-concept grijpt terug op aloude dynamische kenmerken van de beek, het daarbij horende overstromingsregime in het beekdal en het eeuwenoude gebruik van de beek als bron voor waterkracht en beoogt recht te doen aan zowel ecologie als erfgoed. Het concept is tot stand gekomen door kennisuitwisseling tussen zeer uiteenlopende vakgebieden. Een TMZ is in het licht van de KRW een multifunctionele migratiezone in de vorm van een natuurlijk ingepaste laagte op de beekdalvlakte met minimale voorzieningen. Het enige kunstwerk(je) is een vaste instroomdrempel. Door deze laagte zou tijdens hogere afvoeren (ook) vismigratie moeten kunnen plaatsvinden. De kernvraag voor het onderzoek was dan ook in hoeverre middels dit concept daadwerkelijk de doelen voor wat betreft vismigratie, zoals verwoord in de KRW, mogelijk worden gemaakt.

7.2.1 Vismonitoring

Als gevolg van de lange winter van 2010/2011 kwam de TMZ-Schouwsmolen pas in het vroege voorjaar van 2011 gereed, waardoor de TMZ in het voorjaar nog in een pionierstadium verkeerde. Dit heeft bepaalde consequenties voor de werking en het onderzoek aan de TMZ gehad. Zo zijn omwille van de stabiliteit van de bedding, grasplaggen toegepast om vooral de bedding sneller vast te leggen. Dit bleek in praktijk goed te werken. Echter, om het begroeien te ondersteunen is de TMZ enkele malen dichtgezet om ongewenste erosie en vergravingen tegen te gaan. Hierdoor blijkt, achteraf gezien, in week 18 een (tweede) hoogwaterpiek te zijn gemist, juist in een periode dat ook sprake was van serieuze optrek. Er zwommen in week 18 nog wel enkele vissen de TMZ op maar die keerden ook weer terug (zie ook figuur 6.15). Daarnaast speelde het zeer droge voorjaar van 2011 het onderzoek parten, maar dat is onlosmakelijk verbonden aan dit temporele concept. Echte piekafvoeren bleven daardoor verder uit, zodat het totale aantal migratiemomenten in de onderzoeksfase lager uitviel, dan gehoopt. Echter, hierbij lijkt ook het opmerkelijke afvoergedrag van de IJterbeek in het geding te zijn (zie onder). De uitkomsten van het visonderzoek vallen daardoor al met al waarschijnlijk lager uit dan wanneer het systeem eerder en volledig operationeel was geweest en het voorjaar ook minder droog was verlopen. Desondanks wijst het visonderzoek uit dat daadwerkelijk vismigratie optreedt tijdens hoogwaterepisoden. Bovendien bewijst alleen het feit dat binnen een uur na de opening van de instroomopening al enkele vissen werden waargenomen die naar boven optrokken, dat de TMZ werkt.

Uit de registraties blijkt ook dat toch ruim 50 vissen de TMZ in trokken. Uiteindelijk bleek dat ook beide (rheofiele) doelsoorten van het project in 2011, *serpeling* en *kopvoorn*, zijn opgetrokken. Bij de *kopvoorn* was zelfs duidelijk sprake van pendelgedrag ('homing'), dat voor deze soort ook uit ander onderzoek bekend is (Buysse et al., 2006; Coeck et al., 2000). Kanttekening is wel dat ook een exoot als *zonnebaars* een sterke expansie aan de dag legde. De grootste vis die optrok was een *karper* van 55 cm (eveneens exoot), voor de toch tamelijk geringe dimensies van de TMZ, een opmerkelijk grote vis.

Ten slotte bleken sommige soorten de TMZ ook als opgroei of (nachtelijk) foerageergebied (bijv. *rivergrondel*, *bermpje*, *stekelbaars*) te gebruiken.

Het leefgebied van verschillende, veelal rheofiele vissoorten is hiermee dus vergroot. Toetsing aan de KRW-maatlat resulteerde, dankzij de aangetoonde optrek, voor een toename van de KRW-score voor het bovenstrooms van de molen gelegen beekvak van Matig naar Goed. De uitkomsten laten verder ook zien dat dus niet alleen stuwen maar ook de geomorfologische nivellering van de beekdalvlakten, waardoor tijdelijk mee stromende laagten zijn verdwenen, heeft bijgedragen aan de vismigratie-problematiek. Als dergelijke laagten weer kunnen worden hersteld of anderszins opnieuw kunnen worden ingepast, kan ook (vis)migratie worden hersteld. Bovendien ontstaat dan ook een veel gevarieerder leefgebied voor tal van aan de beek en het beekdal gebonden planten- en diersoorten.

KRW doelen zijn dus ook te realiseren door breder te durven kijken dan alleen de waterloop, maar ook door andere onderdelen van het beekdallandschap hierbij te betrekken. Ergo, het vergroten en vooral verbreden van de systeemkennis (zie ok 7.3.2).

7.2.2 Inzet van radiotelemetrie

Het gebruik van fish-counter (die alleen doorkomst van vis registreert) en Pit-tag methode (waarmee het migratiegedrag van gemerkte individuen is te volgen) vullen aan elkaar goed aan en geeft daarmee inzicht in het temporele en ruimtelijke gedrag van soorten en populaties. Tot

op heden bestond daar nog weinig inzicht in, te meer omdat daarmee een beter inzicht ontstaat in de efficiëntie van een vispassage (Winter 2007). Met het TMZ-onderzoek was dit dankzij de toepassing van Pit-tags wel mogelijk. Hieruit komt naar voren dat lang niet alle individuen van een populatie migratiegedrag vertonen. Dit zou er voor pleiten om de effectiviteit van een vispassage af te meten aan de deelpopulatie die daadwerkelijk migratiedrang vertoont. Dat zou afhankelijk van de soort, in een beekstelsel en de daarmee samenhangende afvoerdynamiek, wel eens van plaats tot plaats (van benedenstrooms naar bovenstrooms) kunnen veranderen. Zo vertoont van de *kopvoorn*-populatie in de Itterbeek benedenstrooms van de Schouwsmolen in 2011 slechts een beperkt deel migratiegedrag (16%). Echter, de leden van deze groep zijn wel allemaal de TMZ opgetrokken. Dat beperkte aandeel migreerders zou te maken kunnen hebben met de kleine omvang van de Itterbeek (3-5 m breed). In de qua opzet en methodiek goed vergelijkbare studie van Buysse et. al. (2006) vertoonde een groter aandeel van de gezenderde populatie migratiegedrag (75%). Afgemeten aan de effectieve optrek naar het bovenliggende pand, ging het daar om 41% van de populatie. Opvallend was dat een deel van de vissen de vispassage zelf als nieuw leefgebied ging benutten in plaats van verder op te trekken. Het gebruik als permanent leefgebied ligt qua dimensies en functioneren van de TMZ voor wat betreft de *kopvoorn* niet direct voor de hand. Voor andere soorten is dat echter wel aannemelijk (bijv. *riviergrondel*). Het Vlaamse onderzoek betrof echter een beduidend groter beekstelsel (een circa 10 m brede middenloop en dito bekkenvistrap). Daarnaast dient nog te worden opgemerkt dat de beide onderzoeken in verschillende jaren zijn uitgevoerd en dat kan in een dynamisch systeem als een beek natuurlijk ook nog een rol spelen. Voortzetting van de monitoring is in dat licht wenselijk.

7.3 Voldoende debiet, debietvariatie en habitatontwikkeling.

7.3.1 De honderd dagen regel als definitie voor voldoende debiet

Een van de hoofdoelstellingen van dit KRW-project was het nader definiëren van voldoende debiet of debietvariatie. Dit vraagstuk werd in beginsel opgelost door als ontwerprichtlijn voor de TMZ, onder meer, terug te grijpen op de aloude 100-dagen regel, refererend aan het nominaal rendement van een watermolen. Ze omvat een gemiddeld aantal dagen per jaar (100) dat er meer water beschikbaar is dan strikt genomen voor het functioneren van de molen noodzakelijk is.

Het onderzoek laat zien dat verhoogde beekafvoeren boven de 250-300 l/s in 2011 aanleiding gaven tot vismigratiepieken in de Itterbeek, vooral in het voorjaar. Buiten dergelijke perioden was de migratieactiviteit beperkt. Deze migratiepieken in de beek vallen samen met de momenten dat er ook meer water was dan de watermolen in theorie zou willen en kunnen benutten. Ergo, de 100 dagen regel lijkt in dit type beken dus te gebruiken als een richtsnoer om vismigratie doelgericht te ondersteunen. De migratiedrang bij dergelijke, hoge afvoeren resulteerde namelijk ook in het effectief gebruik van de TMZ door optrekkende vissen. De migratieactiviteit was mogelijk doordat in het toegepaste ontwerp een minimale waterdiepte was gegarandeerd van 20 cm. Voor de TMZ Schouwsmolen bleek daartoe wel een nadere fine tuning nodig te zijn (zie 7.3.2).

7.3.2 Fine tuning TMZ Schouwsmolen en habitatontwikkeling

Om in het geval een klein beekstelsel zoals de Itterbeek, gemiddeld 100 dagen/jaar effectief migratie mogelijk te maken, moest bij hogere afvoeren snel de gewenste waterdiepte van 20 cm

of meer kunnen worden aangeboden. Om het ontwerp simpel en robuust te houden is de optimalisatie gevonden in een wat verlaagd deel op de instroomdrempel en een smal V-vormig geultje in de laagte waarop de afvoer zich in eerste instantie concentreert. Er ontstaat daardoor wel een permanente lekstroom door de TMZ. De pioniersituatie bleek daardoor kwetsbaar voor uitspoeling, maar ook vergravingen en daarop volgende erosie eiste in het najaar van 2011 hun tol. Daarom is besloten om de bodemweerstand in de TMZ in het voorjaar van 2012, met gebiedseigen fijn grind te versterken. De verwachting is dat dergelijke, locatie specifieke aanpassingen met een lekstroom bij grotere beeksystemen, met grotere afvoerfluctuaties, niet aan de orde zal zijn, omdat in dergelijke situaties vaak meer dan voldoende water beschikbaar is. Wel zou er een preferente stroombaan aanwezig moeten zijn waarin de doorstroming zich in de beginfase concentreert en daarmee de vismigratie. Ecologisch lijkt echter het 'nat houden' van de laagte door een permanente lekstroom ook voordelen te hebben boven een volledig droogvallend systeem. Er ontstaan in een TMZ, zeker als die een groter schaalniveau heeft dan de TMZ-Schouwsmolen, mogelijkheden voor meer uiteenlopende habitats die van nature thuishoren op de beekdalvlakte. Het belang hiervan moet niet worden onderschat. Ook dit aspect maakt onderdeel uit van het doelbereik van de KRW, maar een dergelijke, geïntegreerde aanpak kan ook bijdragen aan de doelrealisatie van de EHS, of in voorkomende gevallen, zelfs Natura2000. Hoe zo iets er bijvoorbeeld vanuit het perspectief van de EHS uit zou kunnen komen te zien, is in het Geuldal, in Ingendaal, te zien. Hier ontwikkelde zich na een herinrichting in 2000, in een oude laagte op de dalvlakte een circa 20 cm diep, langgerekt doorstroommoeras met een hoge biodiversiteit (SLL, 2011). Hoewel deze laagte niet is ingezet voor vismigratie, oefent dat moeras zelfs 's winters een grote aantrekkingskracht uit op watervogels, waaronder de *watersnip*, een soort die in het najaar van 2011 ook in de TMZ bij de Schouwsmolen werd waargenomen. Naast een (half-)open doorstroommoeras kan voor een dergelijk systeem ook worden gedacht aan een inrichting als "Alluviaal bos" (N2000 habitatype H91E0_C).

De watervoerendheid van de TMZ is overigens wel bij te sturen door de (molen)stuw desgewenst iets op te zetten, zodat er op bepaalde momenten (bijv. 's nachts) meer water over de TMZ kan worden geleid. Een peilverhoging van de beek is hierbij niet aan de orde omdat het surplus gewoon via de TMZ wordt afgevoerd. Daarmee zijn dus hoge kosten voor een kwetsbaar, regelbaar inlaatwerk helemaal niet nodig. Bovendien kan in het geval van watermolens een dergelijk 'beheer' in nauwe samenspraak met de molenaars plaatsvinden.

7.3.3 Spelbreker: het afvoergedrag Itterbeek

Hiervoor is aangestipt dat de Itterbeek een opmerkelijk afvoer gedrag kent. Dit is mede van invloed geweest op de duur van de hoogwatermomenten en daarmee de visoptrek. Door het waterverdeelwerk iets bovenstrooms van de grens bij Kinrooi wordt in tijden van hoge afvoeren een deel afgeleid via de (grotere) Abeek/Lossing. Hoogwaterpieken op de Itterbeek worden daardoor afgetopt. Tegelijkertijd zorgt het gevoerde stuwbeheer op het verdeelwerk er voor dat de afvoer gedurende langere tijd wel opvallend stabiel is. Het effect is zo sterk omdat de Itterbeek tussen het verdeelwerk en Ittervoort geen relevante zijwatergangen opneemt, die het waterregime mede zouden kunnen bepalen. In de zomermaanden valt gaandeweg steeds een forse terugval van de afvoer op, die zich dan abrupt herstelt zonder dat daarvoor een meteorologische achtergrond voor is. Dit verschijnsel lijkt het gevolg van de sterke ontwikkeling van de waterplanten in de beek in de loop van het groeiseizoen. Hierdoor neemt de stromingsweerstand in de beek toe. Leidt dat in de TMZ en andere beken tot een duidelijke waterstandstijging, de Itterbeek zelf reageert hierop juist met een waterstandverlaging doordat

bij het waterverdeelwerk een steeds groter deel van water ontwijkt via de Abeek. Bijgevolg neemt de afvoer door de Itterbeek af en dalen de waterstanden gaandeweg, omdat de beek water verliest naar de ondergrond (het regionale grondwaterniveau ligt vaak lager dan het beekpeil). In 2010 leidde dat zelfs tot een gedeeltelijke droogval. Nadat er wordt gemaaid, herstelde de afvoer zich weer.

Het waterverdeelwerk zorgt dus voor een onnatuurlijk afvoerregime van de beek, dat ongetwijfeld ook een weerslag heeft gehad op de monitoringsresultaten. Desondanks laat het visonderzoek zien dat de TMZ wel degelijk functioneert als vismigratieroute.

Daarnaast heeft het verdeelwerk ook grote gevolgen voor de waterkwaliteit. Het blijkt dat het water uit de bovenloop van de Itterbeek afstroomt via de Abeek, terwijl de benedenloop gevoed wordt met water dat wordt aangevoerd door de Abeek.

Het waterverdeelwerk zorgt dus voor een nogal onnatuurlijke karakter van de Itterbeek zowel wat betreft waterkwaliteit als afvoerregime.

7.4 Een TMZ versus een traploze nevengeul of bekkenvistrap

De uiteindelijke inrichting en het functioneren van een TMZ verschilt dus op een aantal onderdelen wezenlijk van een traploze nevengeul of een bekkenvistrap. Om te beginnen wat betreft watervoerendheid. Een TMZ kan gerust delen van het jaar droog liggen, of niet of nauwelijks optrekbaar zijn als gevolg van een weelderig ontwikkelde moeras(bos)- of graslandvegetatie. In die fase fungeert de TMZ als beekbegeleidend moeras of grasland, waar ook tal van planten en dieren mede van profiteren, anders dan alleen vissen in een traploze nevengeul of een bekkenvistrap. Het gaat hiermee dus niet alleen om sectorale KRW doelen, maar ook om doelrealisatie van de EHS of in sommige gevallen Natura2000 (zie 7.3.2). Het levert dan ook een wezenlijke bijdrage in ruimte en tijd aan het vergroten van de habitat-differentiatie en -kwaliteit in en langs de beek en op de beekdalvlakte. De vegetatie zorgt in de loop van het jaar als gevolg van de toenemende stromingsweerstand voor opstuwing en (steeds) grote stromingsdiversiteit in de laagte bij hoge afvoeren; er ontstaat een (tijdelijk) doorstroommoeras(bos). Dat vraagt ook om een andere kijk op onderhoud en beheer (zie 7.5). Het TMZ -concept vraagt daarnaast om een afgestemde landschappelijke inpassing. Ze maakt bij voorkeur gebruik van bestaande of historische laagten op de dalvlakte, zonder of met zo min mogelijk gebruik van gebiedsvreemde constructies en/of materialen, zoals vooral bij een bekkenvistrap het geval is. De fysieke aanleg van een TMZ in het veld is daardoor eenvoudig en in korte tijd uitvoerbaar. Extra aandacht voor de grondslag is echter wel gewenst. Zo kan optimaal worden ingespeeld op de lokale differentiaties in de bodemopbouw. Dit onderzoek kan eenvoudig binnen het reguliere vooronderzoek worden meegenomen. In tegenstelling tot een traploze geul moet een TMZ omwille van de stabiliteit enige tijd de gelegenheid hebben om eerst begroeien alvorens deze echt in gebruik kan worden genomen. Zeker als er sprake is van een lekstroom, moet er kunnen worden gezorgd voor voldoende erosiebestendigheid.

Vooraf kleine bekkenvistralpen met veel vaste stenen- of betonnen drempels zijn nogal gevoelig voor verstopping met planten en drijfui, zoals dit ook bij de vistrap Luijensmolen, direct stroomafwaarts van de Schouwsmolen, wel werd geconstateerd. De stenen richels maken het machinaal onderhoud vaak knap lastig. Door de verstoppingen neemt de afvoer door de passage steeds verder af. Vismigratie krijgt daardoor steeds meer een temporeel karakter.

Voordeel is wel dat dergelijke, op zich weinig fraai ogende constructies, op plaatsen met weinig ruimte beter kunnen worden ingepast dan een TMZ. De inpassing van de TMZ-Schouwsmolen wordt echter zeer gewaardeerd door de omgeving.

7.5 Beheer van een TMZ

Het beheer van een kleinschalige TMZ, als die bij Ittervoort, lijkt op het eerste gezicht maatwerk te zijn, maar zoals hiervoor al aangestipt vraagt het ook om een wezenlijk andere kijk op dit aspect; de TMZ is geen reguliere watergang en peilbeheer is niet aan de orde.

De zich weelderig ontwikkelende vegetatie in en langs de TMZ zou theoretisch gezien de optrek al in een vroeg stadium kunnen gaan hinderen. De inzet van regulier onderhoudsmaterieel is echter te grof. Echter, de ervaringen tot nu toe suggereren dat waarschijnlijk kan worden volstaan met extensieve begrazing of een maaibeurt met de hand (bosmaaier) in het voorjaar, indien de geul er dan nog dichtgegroeid mocht bij liggen. Begin 2012 was dat ieder geval niet nodig. De koude winterperiode van 2011/12 zorgde er voor dat de weelderige begroeiing in de TMZ bij aanvang van het nieuwe migratieseizoen totaal was verdwenen. De verwachting is dat dit vraagstuk bij grotere TMZ's, met (periodiek) grotere debieten, niet of nauwelijks aan de orde zal zijn. Het verdient echter wel aanbeveling dit aspect de komende paar jaar in Ittervoort op te volgen.

7.6 Algemene conclusies

- Tot dusver kan geconcludeerd worden dat er in de TMZ-Schouwsmolen een variatie van waterstanden/ afvoeren optreedt. Hoewel de omstandigheden in het voorjaar niet optimaal waren zijn toch opmerkelijke monitoringsresultaten geboekt (zie onder). De TMZ bleek te functioneren voor vismigratie. Zowel kleine als grote vissen van meerdere soorten maakten gebruik van de geul. Ook van de twee belangrijkste doelsoorten van dit project, *serpeling* en *kopvoorn*, is vastgesteld dat zij de TMZ passeerden.
- Op basis van de resultaten lijkt het concept van vismigratie via een TMZ een kansrijke maatregel om vismigratie bij molens of andere kunstwerken mogelijk te maken. Het verdient aanbeveling om de potentie van deze maatregel in de Itterbeek maar tevens in andere, wat grotere watersystemen verder te onderzoeken.
- De toepassing van een TMZ zorgt er voor dat ook een duurzaam toekomstperspectief voor kleinschalige, decentrale energieopwekking ter plaatse blijft bestaan en daarmee het functioneel behoud en herstel van de molen. Dat kan rekenen op een breed draagvlak bij de plaatselijke bevolking.
- Er lijkt een duidelijke relatie te zijn tussen de waargenomen vismigratiepieken en de afvoerpieken in de Itterbeek/TMZ en de stijging van de watertemperatuur in het voorjaar. Deze kennis kan gebruikt worden bij het aanbieden van vispassage mogelijkheden bij kunstwerken. De honderd dagen regel kan hiervoor als richtsnoer dienen
- Een groot deel van de gedetecteerde individuen in het onderzochte beekvak stroomafwaarts van de Schouwsmolen, bleek sterk gebonden aan bepaalde beeksecties.

Slechts een klein deel van de individuen vertoonde migratiegedrag. Bij sommige individuen (*kopvoorn*) was daarbij sprake van pendelgedrag door de TMZ. Dit wijst erop dat de motivatie om te migreren sterk individu gerelateerd maar ook dat de TMZ in 2011 gedurende meerdere perioden optrekbaar is geweest. Het is hierbij aan te bevelen om, zoals oorspronkelijk gepland, een detectiestation even stroomafwaarts van de monding van de TMZ te plaatsen zodat het aanbod van optrekkende vissen in relatie tot de intrek in de geul nog beter in beeld kan worden gebracht.

- Naast stromingminnende soorten (o.a. *kopvoorn*, *riviergrondel*) werd geconstateerd dat van oorsprong uitheemse soorten (*zonnebaars*, *karper*) de grootste migratieactiviteit vertoonden. Dit is een aanwijzing voor het aanwezige invasieve gedrag van deze soorten en de grote kans op verdere verspreiding als deze soorten in het watersysteem worden gebracht of daar al aanwezig zijn.
- De TMZ fungeert behalve als migratieroute ook als (nachtelijk) foerageergebied van beekvissen, amfibieën en als opgroeigebied voor jonge vis. Daarnaast biedt ze plaats aan o.a. een breed scala aan moerasplanten. De TMZ leidt daarmee tot een duidelijke versterking van de ecologische kwaliteit op de beekdalvlakte.
- Het beheer van een kleinschalige TMZ, als die bij Ittervoort, lijkt beperkt. Waarschijnlijk kan worden volstaan met extensieve begrazing of een maaibeurt, in het voorjaar, indien de geul dan nog dichtgegroeid mocht zijn. Bij TMZ's met grotere debieten, zal dit vraagstuk nog minder aan de orde zijn.
- Er is waargenomen dat verschillende vissoorten verschillende habitattypen binnen het onderzochte beektraject, stroomafwaarts van de Schouwsmolen benutten. Ook deze kennis kan worden gebruikt bij beekherstel gericht op het creëren van meer leefgebied voor (doel)vissoorten.
- De toegepaste innovatieve onderzoekstechnieken (PIT-tag telemetrie en fish counter) geven inzichten in temporele en ruimtelijke patronen (habitatgebruik en migratie) binnen de beekvisgemeenschap die met conventionele technieken (electrovissen, fuiken) niet te bepalen zijn of zeer arbeidsintensief zijn.

Eindconclusie

Een TMZ is een kansrijke en robuuste maatregel om Kaderrichtlijndoelen bij watermolens of andere kunstwerken mogelijk te maken en ondersteunt het habitattherstel op de beekdalvlakte.

7.7 De toekomstverwachting

De toekomst van temporele vismigratie? Wat brengen de nieuwe inzichten en gezichtspunten ons voor verder onderzoek en ontwikkeling en realisatie, in het projectplan verwoord als *“Bij de gebleken geschiktheid kan een kostenbesparing gerealiseerd”*

Deze vragen zijn nu meer actueel dan ooit, gezien de huidige economische omstandigheden. Het is een mooi moment om te kijken hoe de beschikbare (maatregel)budgetten zo effectief mogelijk kunnen worden ingezet in het licht van de recent gestarte voorbereidingen voor de

tweede ronde Stroomgebiedsplannen in 2015. Gylstra et al. (2012) stellen dat het belangrijk is de waterbeheerdoelen beter af te stemmen op de potenties van het watersysteem; '*Als we slimmer dingen doen kan met lagere kosten een hoger doel worden behaald*'. Gylstra et al. (2012) concluderen na hun analyse dat de nadruk zou moeten komen te liggen op de ontwikkeling van meer systeemkennis en beter afgestemde doelen om zo tot de beter passende maatregelen te komen, mede om maatschappelijke en financiële tegenvallers te voorkomen. En dat is precies wat het innovatieve project Temporele vismigratie beoogt.

Het projectplan Temporele vismigratie was vanaf het begin een vaartocht met slechts weinige veilige havens. Voor veel buitenstaanders bouwden we eigenlijk de slechtst denkbare vistrap. Dat de temporele basis vanuit historische argumenten, het denken vanuit landschap, de dynamiek van het watersysteem en de expansiedrift en veerkracht van organismen en de maatschappelijke acceptatie, hele andere zaken lieten zien, maakte aanvankelijk weinig indruk. Voor sommigen leek het een weg omlaag, slechts ingegeven door besparingen.

Zoekend naar de grenzen van het systeem leverde niet alleen een bevestiging van het temporele systeem op maar ook zoveel meer. Vele natuurlijke processen van diverse aard kwamen spontaan op gang en bieden aanknopingspunten tot nieuw denken en handelen waaronder het al eerder genoemde stapelen van doelen. Voor een deel in het rapport al verwoord. Voor een deel hebben deze ervaringen ook al geleid tot nieuwe inzichten en producten zoals de al eerder genoemde lokstroomversterker, maar ook een Lage Snelheid Vistrap en uitgangspunten voor daadwerkelijk "integraal, dat wil zeggen, vakgebiedsoverstijgend (*out-of-the-box*) denken". De temporele denkwijze en toepassing van de 100-dagen regel bleek op een lager schaalniveau om te zetten te zijn in effectief gebruik van de dynamiek van het watersysteem (*veel water is veel activiteit, weinig water is weinig activiteit*). Ofwel bouwen *met* het watersysteem, het landschap, *met* de vissen en *met* de overige natuur. Integraal, *out-of-the-box* denken en handelen (KRW, EHS en Natura2000).

Vismigratie als onderdeel van een *dynamisch landschaps- en watersysteem* en niet als een losstaande statische of in serie geschakelde, sectorale maatregelen en kunstwerken (Het grote gevaar is en blijft dat de losstaande modellen en geïsoleerde vragen, kunstmatige antwoorden oproepen, met risico op grote ingrepen, maatschappelijke weerstand en hoge kosten tot gevolg).

Dat nieuwe, *out-of-the-box* denken is op basis van de ervaringen bij het project Temporele vismigratie, momenteel in ontwikkeling bij diverse projecten (bv. Volmolen Epen). Deze op dit moment lopende ontwikkeling leert dat zeer grote besparingen mogelijk zijn doordat hoogwater, vismigratie en natuurlijke waterregelingen geïntegreerd kunnen worden in een beweging. Hierbij zou bijvoorbeeld bij de Volmolen in Epen een besparing gerealiseerd van circa €150.000,- ten opzichte van een traditionele oplossing (BAT, 2012). En daarnaast met behoud van de normale werking van de molen! De kosten van de vismigratie in het plan komen hierbij niet boven de 50% van de normaal geplande kosten voor 'normale' vismigratie uit, dit nog los van het voorkomen van problemen met de eigenaar van de molen, het verlies aan goodwill in de streek en de benodigde vergunningen!

Het totale watersysteem is bovendien "robuuster" bij extreem hoogwater. Het toekomstige denken volgens het dynamische TMZ-concept kan zich nog verder ontwikkelen naar "open systemen" met ruimte en (habitat)kwaliteit voor de beek en het beekdal. Binnen dergelijke plannen zullen de kosten voor een TMZ tot circa 40 % van de huidige kosten voor vispassages kunnen dalen. Kortom, een voorbeeld van Slimmer onze KRW doelen halen.

7.8 Literatuur

BAT, 2012. Kaderplan waterbouwkundige structuur rondom de Volmolen te Epen. Bureau Aangepast Technologie, Sittard.

Buysse, D, R. Baeyens, S. Martens & J. Coeck, 2006. Radiotelemetrieonderzoek naar het gebruik van een bekkenvistrap door Kopvoorn. INBO Rapport 2006/22, INBO/VMM, Brussel.

Coeck, J., S. Colazzo, P. Meire, & R.F. Verheijen 2000. Herintroductie en herstel van kopvoornpopulaties (*Leuciscus cephalus*) in het Vlaamse Gewest. INBO Rapport 2000.15, INBO, Brussel.

Gylstra, R., N. Evers, B. van der Wal & R. van Kessel, 2012. Slimmer onze KRW doelen halen. H2O 17(2012):20-21.

SLL 2011. Uit en Thuis boek; handboek voor de natuurgebieden van het Limburgs Landschap, 4^e druk. Uitg. Stichting Limburgs Landschap, Arcen.

Winter, H.V. 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.

BIJLAGEN

- 1 Habitatopnamen en Habitattypen in de Itterbeek
- 2 Habitatvoorkeur en migratie van verschillende vissen
- 3 Gemerkte vissen in september 2010
- 4 Gemerkte vissen in september 2011
- 5 Tijdens elektrische bemonstering 24-09-2011 – 25-09-2011
teruggevonden vissen

BIJLAGE 1: Habitatopnamen en Habitattypen in de Itterbeek

Habitatopnamen

Van iedere sectie van 50 meter in het beektraject tot een kilometer stroomafwaarts van de nevengeul (afbeelding 6.9, B1.1) is een habitatopname uitgevoerd. Hierbij werden stroomsnelheid, diepte, bodemsubstraat, en de aanwezigheid van holle oevers, waterplanten en oeverbegroeiing bepaald. Stroomsnelheid, diepte en substraatsamenstelling werden in drie dwarstransecten per sectie op vijf punten verdeeld over de breedte gemeten (zie figuur 6.10). De aanwezigheid van structuurelementen als watervegetatie, holle oevers, dood hout en mate van beschaduwing werden procentueel geschat in vier categorieën. In onderstaande tabel zijn de opgemeten waarden per sectie weergegeven.

	habitat nr.	Eenheid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
abiotisch/fysische kenmerken	DiepteGem	(m)	36.40	48.27	37.07	42.93	37.60	34.53	39.60	38.40	34.40	38.60	40.53	37.53	33.07	36.67	37.73	38.27	36.33	38.07	24.60
	DiepteMin	(m)	20	18	13	10	20	18	17	22	10	17	15	10	16	16	22	10	10	10	10
	DiepteMax	(m)	47	80	62	60	56	51	67	50	54	61	70	70	46	63	57	88	70	55	38
	stroomsnelheid Gem	(m/s)	0.332	0.160	0.144	0.092	0.100	0.154	0.166	0.157	0.166	0.202	0.223	0.223	0.226	0.218	0.202	0.190	0.230	0.214	0.399
	Stroomsnelheid Min	(m/s)	0.12	0.01	-0.10	0.01	0.00	0.09	0.11	0.06	0.09	0.11	0.12	0.18	0.13	0.10	0.00	0.00	0.04	0.17	0.05
	Stroomsnelheid Max	(m/s)	0.64	0.70	0.71	0.17	0.20	0.25	0.23	0.23	0.25	0.31	0.32	0.29	0.28	0.34	0.38	0.33	0.31	0.29	0.75
	SubstraatGem	(cat 1 t 6)	3.60	3.40	6.00	2.67	1.67	2.20	2.00	1.60	1.80	2.07	3.00	2.60	1.87	1.93	1.87	2.53	3.00	2.20	4.60
	SubstraatMin	(cat 1 t 6)	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	SubstraatMax	(cat 1 t 6)	6	6	6	5	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
	BreedteGem	(m)	2.93	7.37	2.03	3.60	5.00	4.60	4.28	5.03	4.98	4.10	4.03	3.92	4.17	4.30	3.67	4.50	4.00	4.40	3.63
	BreedteMin	(m)	2.60	6.80	2.00	3.10	4.80	4.00	4.10	4.70	4.70	3.40	3.80	3.85	4.00	3.90	3.50	4.00	3.50	4.20	3.10
	BreedteMax	(m)	3.20	8.10	2.10	4.30	5.30	4.90	4.40	5.30	5.15	4.70	4.20	4.00	4.40	4.60	3.90	5.10	4.70	4.70	4.10
	holle oevers	(m)	0	0	0	9.5	8	7.5	3.25	2	0.5	7.25	6.5	14	6	2.5	13	24.5	6.5	8.75	10.5
	oever lengte(x2)	(m)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	56
	holle oever	(%)	0.0	0.0	0.0	9.5	8.0	7.5	3.3	2.0	0.5	7.3	6.5	14.0	6.0	2.5	13.0	24.5	6.5	8.8	18.8
	mate van meandering	(cat 1 t 5)	3	2	3	2	2	1	2	2	1	2	3	3	2	3	4	4	3	2	1

Opgenomen habitatvariabelen per habitatsectie (1 tot en met 19).

Aangegeven word de gemiddelde, minimale en maximale gemeten waarde per sectie per variabele.

Substraat categorieën lopen van 1 tot 6 waarbij 1 zeer fijn is (slib) en 6 zeer grof (grote stenen).

Voor meandering zijn 5 categorieën toegepast waarbij 1 = strak recht, 2 = lichte buiging, 3 = evenveel recht als buigend, 4 = meanderend, met rechte stukjes, 5 = zeer meanderend, bochten gaan naadloos in elkaar over.

Habitattypen

De negentien secties zijn op basis van de factoren diepte, stroomsnelheid, mate van meandering en de aanwezigheid van structuur (holle oevers, vegetatie, dood hout) onderverdeeld in vijf habitattypen (afbeelding B1.1). Onderstaand worden de habitattypen nader toegelicht.



Afbeelding B1.1 Satellietbeeld Itterbeek met habitattypen waarbij secties zijn ingedeeld. Type A: snelstromende delen (sectie 19 en 3). Type B: diepe kom (sectie 2). Type C: meander met weinig beschutting (sectie 11 en 12). Type D: meander met veel beschutting (sectie 15, 16, 17). Type E: langzaam stromende delen (sectie 4 en 5). Type F: vegetatierijke delen (secties 1, 6 t/m 10, 13, 14 en 18).

Habitattype A Snelstromende delen

Tot dit habitattype zijn sectie 3 (vistrap met 14 cascades, foto rechts) en sectie 19 (eerste sectie stroomafwaarts van Schouwsmolen, foto links) ingedeeld. Beide secties worden gekenmerkt door grote delen met hoge stroomsnelheden (plaatselijk meer dan 0.7 m/s) en grofzandig en stenig substraat.



Afbeelding B1.2 Habitattype A Snelstromende delen

Habitattype B: diepere kom

Sectie 2, de kom beneden de Luijensmolen, is ingedeeld als een apart habitattype omdat deze sectie sterk afwijkt van de andere secties. Deze sectie bestaat uit een kom van 8 meter breed met een diepte tot 80 cm en zowel stagnante als sneller stromende delen ter hoogte van de stuw en de vistrap. Ook is een deel van de beek hier overkluisd door de watermolen.



Afbeelding B1.3 Habitattype B: diepere kom (beneden stuw Luijensmolen)

Habitattype C: meander met weinig beschutting

Tot dit habitattype zijn sectie 11 en 12 gerekend. Beide secties liggen in dezelfde beekmeander met een matige stroming (tot circa 0.3 m/s) en een kale zandige bodem met weinig structuur in de vorm van holle oevers, begroeiing of dood hout



Afbeelding B1.4 Habitattype C: met weinig beschutting (beneden stuw Luijensmolen)

Habitattype D: meander met veel beschutting

Tot dit habitattype zijn sectie 15, 16 en 17 gerekend. Deze secties liggen in dezelfde beekmeander met een matige stroming (tot circa 0.3 m/s) en veelstructuur in de vorm van holle oevers, dood hout en overhangende bomen en struiken waardoor er tevens veel schaduw is.



Afbeelding B1.5 Habitattype D: meander met veel beschutting

Habitattype E: langzaamstromende delen

Tot dit habitattype zijn secties 4 en 5 gerekend welke direct stroomopwaarts van de Luijensmolen liggen. De stroomnelheden zijn hier relatief laag (tussen 0 en 0.2 m/s) en de bodem bevat veel slib. Sectie 4 is voor een deel gelegen tussen gemetselde muren.



Afbeelding B1.6 Habitattype E: Langzaam stromend deel (boven stuw Luijensmolen)

Habitattype F: vegetatierijke delen

Secties 1, 6 t/m 10, 13, 14 en 18 zijn tot dit meest voorkomende habitattype gerekend. Er is hier een matige stroming (tot circa 0.3 m/s). Het ontbreken van bomen en hiermee de afwezigheid van schaduw zorgt ervoor dat er veel aquatische vegetatie voorkomt in brede stroken langs oevers.



Afbeelding B1.7 Habitattype F: vegetatierijke stukken

BIJLAGE 2 Habitatvoorkeur en migratie van verschillende vissen

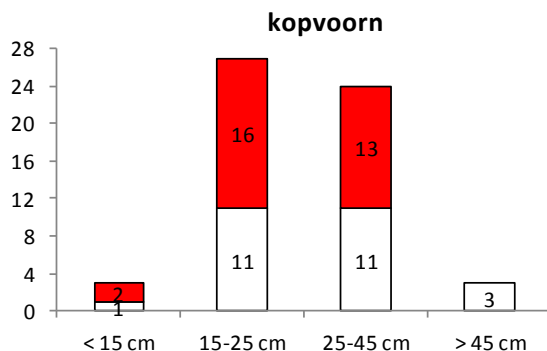
Kopvoorn

Ecologie

Kopvoorn is een stromingminnende soort die voorkomt in beken en rivieren met langzaam tot vrij snelstromend water. De voortplanting vindt in vergelijking tot andere stromingminnende soorten relatief laat in het jaar plaats (eind april-juni) bij watertemperaturen rond 18 °C. Hierbij vindt vaak stroomopwaartse migratie plaats naar paaigebieden met een matige tot sterke stroming en een grof substraat (grind of grof zand) waarbij de eitjes ook wel op waterplanten worden afgezet. Er wordt doorgaans in groepjes gepaaid.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 57 kopvoorns PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek 26 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.1 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Ruim 60% van de individuen kleiner dan 45 centimeter werd niet teruggevonden. Van de dieren groter dan 45 centimeter werden alle individuen (3) gedetecteerd.



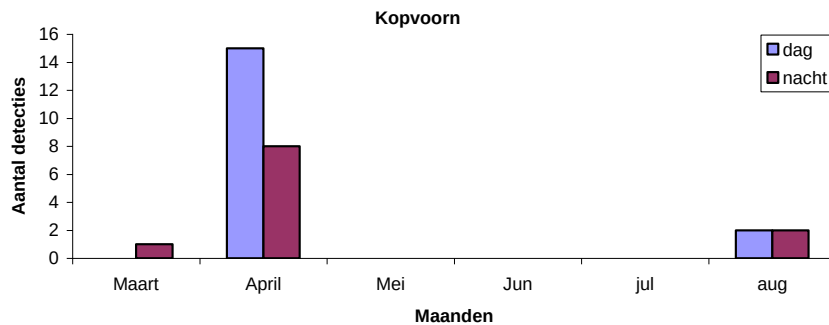
Afbeelding B.2.1 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) kopvoorns per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding 3.6 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de kopvoorns in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor 14 dieren (54%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Drie dieren (12%) lijken heen en weer te trekken tussen verschillende habitats (in de tabel zijn deze aangeduid als zwerver). Negen individuen (34%) werden beperkt (in 1 of 2 weken) waargenomen. Het merendeel van de beperkt waargenomen dieren bevond zich in de meest stroomafwaartse delen die onderzocht werden (vistrap of kom beneden stuw). Waarschijnlijk bevonden deze dieren zich een deel van de tijd benedenstrooms van het onderzoeksgebied. Tijdens één meetronde (verdeeld over week 18 en 19) kon namelijk worden vastgesteld dat zich drie kopvoorns in het gebied (sectie 0) stroomafwaarts van het onderzoeksgebied bevonden. Doordat de detectie van het mobiele station voor kopvoorns niet 100% is, waren hier waarschijnlijk meer gemerkte kopvoorns aanwezig.

Het aantal kopvoorns dat de temporele nevengeul inzwom beperkte zich tot vier individuen (16%). Het betrof voornamelijk dieren die hun belangrijkste leefgebied in de sectie(s) direct stroomafwaarts van de geul hadden. Een individu migreerde in het voorjaar vanuit sectie 14 naar de geul en een ander individu vanuit sectie 11. Er waren duidelijke piekmomenten in de periode dat de kopvoorns de nevengeul inzwommen. Dit gebeurde half april (4 individuen) en in de eerste helft van augustus (3 individuen). Er migrerende zowel dieren overdag als 's nachts

(afbeelding B2.2). Drie dieren werden zowel in april als augustus in de monding van de temporele nevengeul gedetecteerd (afbeelding B2.3). De dieren die in april de nevengeul introkken werden binnen enkele weken weer benedenstrooms van de nevengeul waargenomen.



Afbeelding B2.2 Deel van de dag waarin kopvoorns in de temporele nevengeul werden aangetroffen.

Kopvoorn	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32	34								
12 cm, 16 g	X	9	X	9				9						X	X				9			X	X	X	X*	sectie 9							
20 cm, 82 g	X	2	3	X				3			3		3	X	X	3	4	6,3	3	3		X	3	X	X	X*	sectie 3 (vistrap)						
22 cm, 118 g	X		X		14	14	14	14	14	14	14	14	14	X	X	19	19	19	19	19		X	19	X	X	X*	sectie 14 (W) -> en sectie 19 (V) ->						
22 cm, 124 g	X		X					18						X	X				6			X	19	X	X	X*	zwerver?						
23 cm, 136 g	X	X						19	19	19	19	19	19	X	X	19			19	19	19	X	19	X	X	X*	sectie 19 ->, ->						
24 cm, 128 g	X		X											X	X			0				X		X	X	X*	benedenstrooms studiegebied?						
24 cm, 142 g	X		X											X	X		0					X	3	X	X	X*	benedenstrooms studiegebied?						
24 cm, 146 g	X	9	X		9	8	8	9	8	8	7			X	X			6				X		X	X	X*	sectie 8-9						
24 cm, 156 g	X		X				18	18	18	19				X	X							X	19	X	X	X*	sectie 18-19						
25 cm, 138 g	X		X	3	3							3		X	X	3	3	3				X		X	X	X*	sectie 3 (vistrap)						
25 cm, 158 g	3	X	X											X	X							X		X	X	X*	beperkt waargenomen						
25 cm, 164 g	X		X											X	X	14	14	13	19	19		X	19	X	X	X*	sectie 14 en sectie 19						
26 cm, 166 g	X	2	3	X										X	X							X		X	X	X*	beperkt waargenomen						
26 cm, 180 g	X		X									3	X	X	2	3	3	3	3	3		X	3	X	X	X*	sectie 3 (vistrap)						
26 cm, 202 g	X		X									5	X	X								X		X	X	X*	beperkt waargenomen						
27 cm, 226 g	X		X											X	X							X		X	X	19	beperkt waargenomen						
28 cm, 232 g	3	X	X											X	X							X		X	X	X*	beperkt waargenomen						
31 cm, 338 g	X	X			3	3	3	3	3	3	3	3	3	X	X		0	0				X		X	X	X*	sectie 3 (vistrap)						
32 cm, 372 g	2	X	2	X							3		2	X	X	2		3	16	19,17		X		X	X	X*	sectie 2 (W) en sectie 16,17,19 (V)						
37 cm, 544 g	X	8	X											X	X							X		X	X	X*	beperkt waargenomen						
38 cm, 614 g	X		X		11						3		X	X	5				18,16	X	16	X	X	X	X*	zwerver? ->							
41 cm, 714 g	X		X		8	13					13	13	X	X	18		17		19,13	X	16	X	X	X	19	zwerver?							
44 cm, 918 g	X	2		X	2		2				2		X	X	2	8	17	15	16		X	16	X	X	X*	sectie 2 (W) en sectie 15-17 (V)							
49 cm, 1310 g	2	X		2	X	2	2	2	2		2	2	1	2	X	X	2	2	2	2		X	2	X	X	X*	sectie 2 (kom onder stuw)						
51 cm, 1545 g	X	2	2	X	3						2			2	X	X						X		X	X	X*	sectie 2 (kom onder stuw)						
52 cm, 1570 g	X	2	X								1		X	X								X		X	X	X*	beperkt waargenomen						

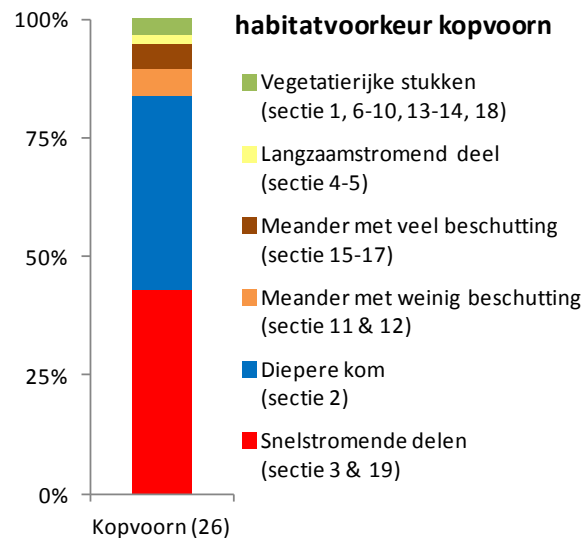
Afbeelding B2.3 Overzicht gedetecteerde kopvoorns in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, X* alleen sectie 19 bekeken. 9: soort aangetroffen in habitatsectie 9. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht. Gele markering: soort gedetecteerd in monding temporele nevengeul. W: winter, V: voorjaar.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.4 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde kopvoorns. Hieruit blijkt dat de kopvoorns tijdens de onderzoeksperiode een voorkeur hadden voor de snelstromende delen en de diepe kom in het onderzoeksgebied. (zie ook afbeelding B2.3)

Afbeelding 2.4 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde kopvoorns tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattypen te delen door het relatieve voorkomen van het habitattypen (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



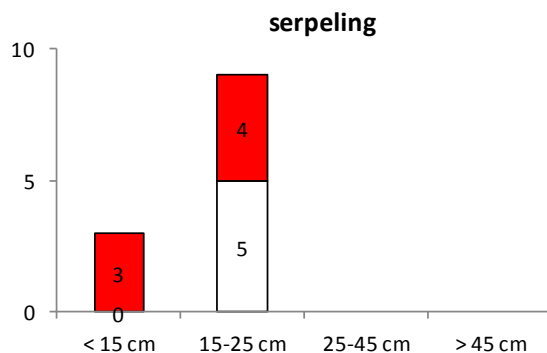
Serpeling

Ecologie

Serpeling is een stromingminnende soort die in Nederland vooral voorkomt in beeksystemen. De soort paait vroeg in het voorjaar (maart-april) bij een watertemperatuur van 7 tot 10 °C. Net als kopvoorn trekken de dieren hierbij naar paaipplaatsen met stroming en grof substraat.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 12 serpelingen PIT-tags geïmplanteerd. Hiervan werden tijdens het onderzoek 5 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.5 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Bijna 60% van de individuen werd niet teruggevonden. Van de dieren kleiner dan 15 centimeter werden geen van de individuen (3) terug gevonden.



Afbeelding B2.5 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) serpelingen per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.6 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de serpeling in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor twee dieren kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor sectie vier als leefgebied. De overige drie

dieren werden beperkt waargenomen in één van de drie secties (17, 18, 19) stroomafwaarts van de temporele nevengeul.

Er zijn tijdens het onderzoek geen serpelingen gedetecteerd in de temporele nevengeul. Wel is er tijdens een eenmalige meetronde met het mobiele station op 26 augustus in het beektraject stroomopwaarts van de temporele nevengeul een serpeling aangetroffen. Deze vis is waarschijnlijk opgetrokken in januari bij het testen van de nevengeul en toen het PIT-detectiestation nog niet operationeel was.

Serpeling	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
15 cm,28 g		X			X									X	X	17	18							X	X			beperkt waargenomen					
15 cm,28 g		X			X									X	X		4	4		4				X	X			sectie 4					
15 cm,28 g		X			X		4		4				4	X	X		4			4			X	X			sectie 4						
15 cm,32 g		X	18		X									X	X								X	X			beperkt waargenomen						
15 cm,34 g		X	19		X									X	X								X	X			beperkt waargenomen ->*						

*) in week 34 werd deze vis in het beektraject bovenstrooms van de temporele nevengeul gegetecteerd

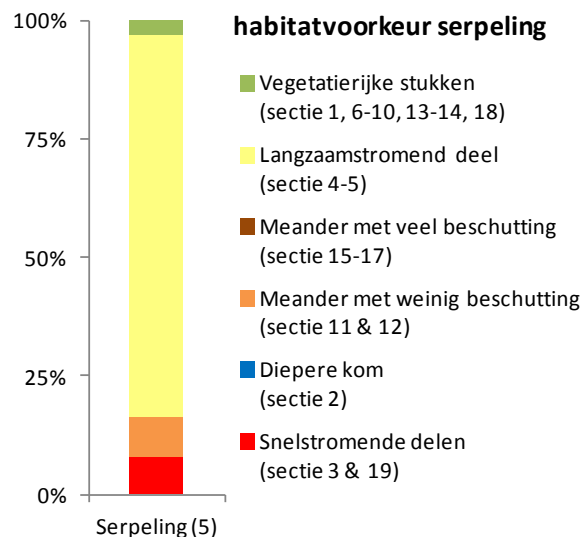
Afbeelding B2.6 Overzicht gedetecteerde serpelingen in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.7 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde serpelingen. Hieruit blijkt dat de serpelingen tijdens de onderzoeksperiode een duidelijke voorkeur hadden voor het langzaamstromende deel boven de stuw. Opgemerkt dient te worden dat het aantal individuen waarop deze analyse gebaseerd is beperkt is.

Afbeelding B2.7 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde serpelingen tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattypen te delen door het relatieve voorkomen van het habitattypen (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



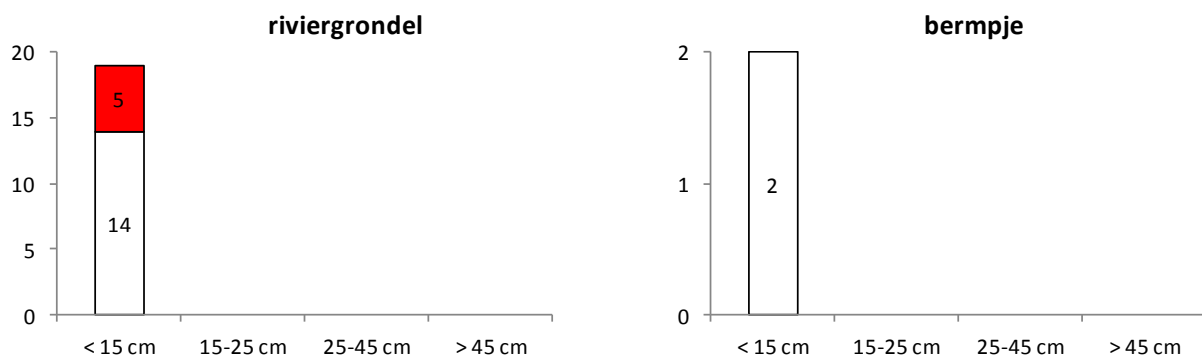
Riviergrondel & biermpje

Ecologie

Riviergrondel en biermpje behoren beiden tot de stromingminnende bodemgebonden vissoorten en komen in Nederland vooral in beeksystemen voor. Zij leven hier verborgen tussen stenen en watervegetatie en komen doorgaans 's nachts te voorschijn om naar voedsel te zoeken. De voortplanting vindt plaats in de periode april-juni in stromend water met een zand- of grindbodem.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 19 riviergrondels PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek 14 (74%) individuen gedetecteerd (afbeelding B2.8). Van het biermpje werden alle gemerkte dieren (2) terug gevonden.



Afbeelding B2.8. Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) riviergrondels en biermpjes per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

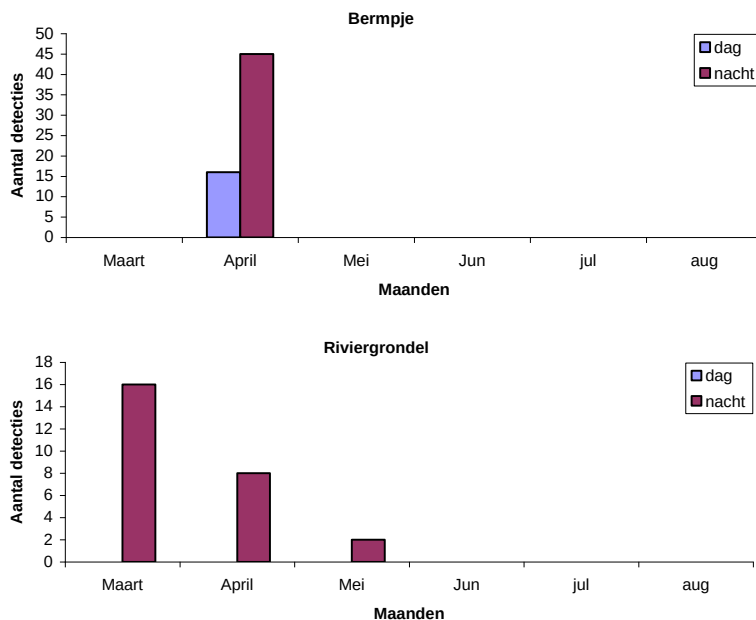
In afbeelding B2.9 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van riviergrondel en biermpje in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor zeven riviergrondels (50%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Twee dieren (14%) lijken heen en weer te trekken tussen verschillende habitats (in de tabel zijn deze dieren aangeduid als zwerver). Drie riviergrondels (21%) en beide biermpjes werden beperkt (in 1 week) waargenomen. In vergelijking tot andere soorten valt op dat riviergrondels en biermpjes relatief gezien minder vaak gedetecteerd worden. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat deze soorten zich verschuilen in oevers waardoor ze minder goed met het mobiele station te detecteren zijn.

Vier riviergrondels (29%) en een biermpje (50%) werden in de temporele nevengeul gedetecteerd. Alle dieren werden gedetecteerd in week 15 t/m 21 met een duidelijke piek in week 17. Dit gebeurde overwegend 's nachts (afbeelding B2.10). Opvallend hierbij was dat een aantal individuen gedurende meerdere achtereenvolgende dagen in de nevengeul gedetecteerd werden. Dit wijst erop dat deze dieren de nevengeul gebruikten als foerageerhabitat.

riviergrondel	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
10 cm,10 g	4	X			X				4				4	X	X								X	X									sectie 4
10 cm,10 g	9	X			X							9		X	X					9			X	X									sectie 9
10 cm,10 g		X		15	X								15	X	X								X	X									sectie 15
10 cm,8 g		X		18	X				19					X	X				19				X	X									sectie 18-19
10 cm,9 g		X			X									X	X								X	X									->, 8 dagen in geul gedetecteerd
11 cm,10 g	2	X	15		X									X	X								X	X									zwerver?
11 cm,10 g		X			X							18		X	X								X	X									beperkt waargenomen
11 cm,11 g		X		X		12	12	12			12	11	11	X	X		9						X	X									sectie 11-12 ->
11 cm,11 g		X		X									1	X	X								X	X									beperkt waargenomen
11 cm,14 g		X		X								11	4	X	X		11						X	X									zwerver?
12 cm,12 g		X		X										X	X					2			X	X									beperkt waargenomen
12 cm,14 g		X		15	X							13	13	X	X								X	X									zwerver?
13 cm,18 g		X		X					19					X	X		19					18		X	X								sectie 18-19 ->
13 cm,22 g		X		3	X					3	3	3	3	X	X			3	3				X	X									sectie 3
bermpje																																	
9 cm,4 g		X		X								19		X	X								X	X									beperkt waargenomen
9 cm,6 g		X		X								19		X									X	X									beperkt waargenomen -> 7 dagen in geul gedetecteerd

Afbeelding B2.9 Overzicht gedetecteerde kopvoorns in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht. Gele markering: soort gedetecteerd in monding temporele nevengeul.

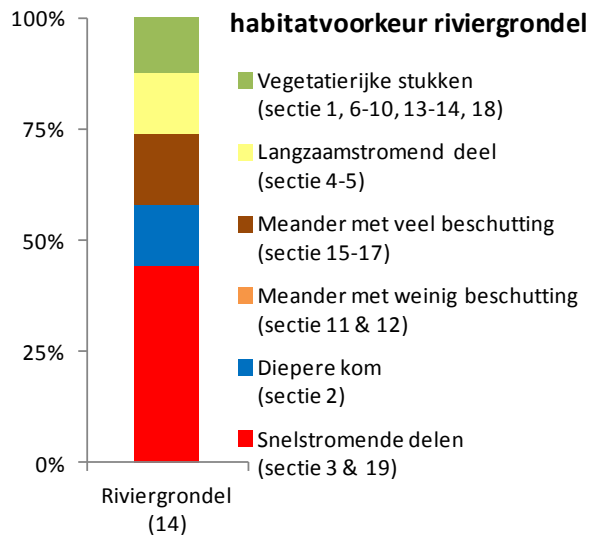


Afbeelding B2.10 Deel van de dag waarin riviergrondels en bermpjes in de temporele nevengeul werden aangetroffen.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.11 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde riviergrondels. Hieruit blijkt dat de riviergrondels tijdens de onderzoeksperiode een duidelijke voorkeur hadden voor de snelstromende delen.

Afbeelding B2.11 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde riviergrondels tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattype te delen door het relatieve voorkomen van het habitattype (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



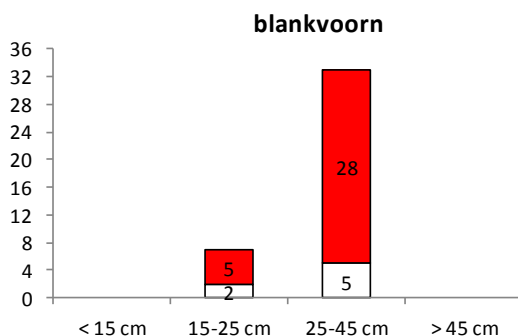
Blankvoorn

Ecologie

Blankvoorn is een generalistische soort die in Nederland in vrijwel alle zoete watertypen voorkomt. De soort paait van april tot mei en is tolerant ten opzichte van zijn voortplantingshabitat maar heeft een voorkeur voor de aanwezigheid van waterplanten.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 40 blankvoorns PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek 7 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.12 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Ruim 80% van de individuen werd niet teruggevonden. In vergelijking tot de andere gemerkte soorten is dit erg veel.



Afbeelding B2.12 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) blankvoorns per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.13 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de blankvoorn in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor vijf individuen (71%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied.

Van de overige blankvoorns werd een individu beperkt aangetroffen en vertoonde een individu zwervend gedrag. Er zijn tijdens het onderzoek geen blankvoorns gedetecteerd in de temporele nevengeul.

Blankvoorn	WEEKNUMMER																															belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32								
14 cm,30 g		X			X							18		X	X	18		18					X	X						sectie 18		
14 cm,34 g		X	14		X									X	X	11	4						X	X						zwerver?		
15 cm,38 g		X			X								2	X	X							2	X	X						beperkt waargenomen		
16 cm,48 g		X			X							4	4	X	X			4					X	X						sectie 4		
17 cm,58 g		X			X						19	19	19	X	X	19			19	18			X	X						sectie 19		
18 cm,78 g		X			X		4	14	4	5		4	4	X	X	17			4	4			X	X						sectie 4		
25 cm,192 g		X			X									X	X	7		5	6	8			X	X						sectie 5-8		

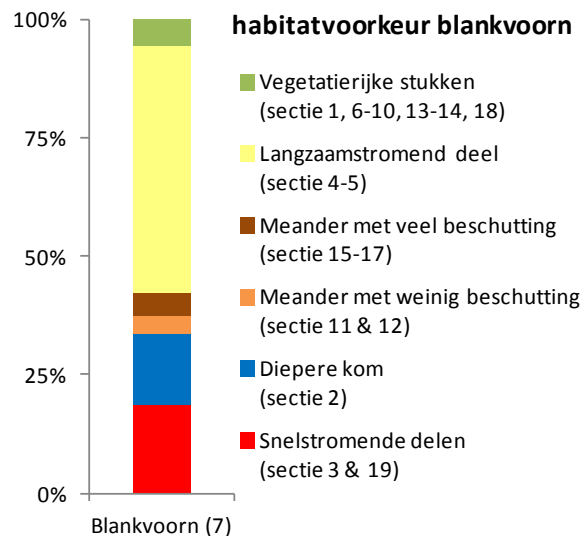
Afbeelding B2.13 Overzicht gedetecteerde blankvoorns in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.14 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde blankvoorns. Hieruit blijkt dat de blankvoorns tijdens de onderzoeksperiode een voorkeur hadden voor het langzaamstromende deel boven de stuw. Opgemerkt dient te worden dat het aantal individuen waarop deze analyse gebaseerd is beperkt is.

Afbeelding B2.14 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde blankvoorns tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattypen te delen door het relatieve voorkomen van het habitattypen (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



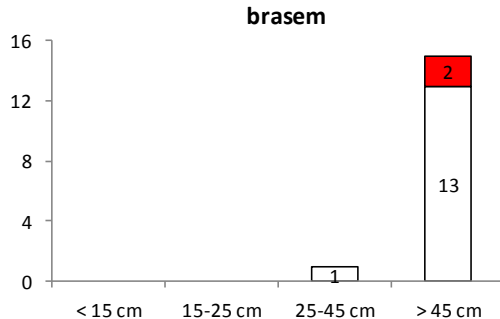
Brasem

Ecologie

Net als blankvoorn is brasem een generalistische soort die in vrijwel alle Nederlandse watertypen voorkomt. De soort heeft hierbij een voorkeur voor diepere voedselrijke plaatsen en leeft in schoolverband. Er wordt gepaaid in de periode april-augustus bij een watertemperatuur van rond de 15°C. De soort is tolerant met betrekking tot het paaisubstraat met een voorkeur voor de aanwezigheid van oevervegetatie.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 16 brasems PIT-tags geïmplant. Het betreft voornamelijk dieren groter dan 45 cm. Hiervan werden tijdens het onderzoek 14 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.15 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Bijna 75% van de individuen werd teruggevonden. In vergelijking tot de andere gemerkte soorten is dit veel.



Afbeelding B2.15 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) brasems per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.16 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de brasem in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor 12 individuen (86%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Van de overige brasems werd één individu beperkt aangetroffen en vertoonde één individu zwervend gedrag. Er zijn tijdens het onderzoek geen brasems gedetecteerd in de temporele nevengeul. Wel blijken vier dieren de vistrap (sectie 3) ingezwommen of gepasseerd te zijn.

Brasem	WEEKNUMMER																															belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32								
41 cm,1400 g	2	X	4		X					5					X	X	4		4	5	4			X	X		sectie 4-5					
46 cm,1090 g	2	X			X	3						1	2	X	X			1						X	X		sectie 1-2					
46 cm,1195 g	2	X		2	X	2						1,2	2	X	X	2	0							X	X		sectie 2					
47 cm,1330 g		X	4	8	X	4	4			5		5	4	X	X		17	4,9	5	9,4				X	X		sectie 4-5					
48 cm,1140 g		X		11	X		5	5		5		4,6	4	X	X	4		4,7		14,4		4	X	X		sectie 4-5						
48 cm,1305 g		X			X								4	X	X		6		4	15			X	X		beperkt waargenomen						
48 cm,1320 g		X	4	8	X		5	4				7	6	X	X		6,17	5,9		9			X	X		sectie 4-6						
48 cm,1325 g		X		2	X							2	2	X	X		2	0					X	X		sectie 2						
49 cm,1295 g		X		2	X						2	1		X	X			1					X	X		sectie 1-2						
49 cm,1410 g		X			X					5	18	16		X	X	4		10		17,4		4	X	X		zwerver?						
49 cm,1545 g		X	4		X	5	4	5		4		5	4	X	X	3	8	8					X	X		sectie 4						
51 cm,1365 g		X			X	2						1	2	X	X	2		0					X	X		sectie 2						
51 cm,1580 g		5	X		11	X		4	5			5,16	6	X	X			4	4	9,4			X	X		sectie 4-5						
52 cm,1465 g		8	X	4		X						4,6	4	X	X	3	4			17			X	X		sectie 4						

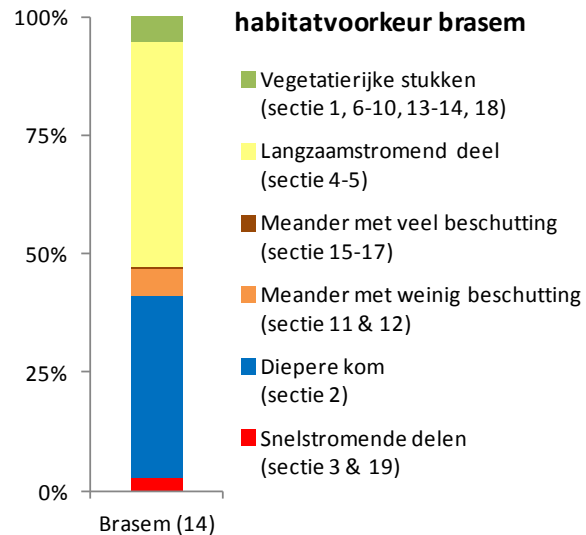
Afbeelding B2.16 Overzicht gedetecteerde brasems in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.17 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde brasems. Hieruit blijkt dat de brasems tijdens de onderzoeksperiode een voorkeur hadden voor het langzaamstromende deel boven de stuw en de diepe kom stroomafwaarts van de stuw.

Afbeelding B2.17 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde brasems tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattype te delen door het relatieve voorkomen van het habitattype (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



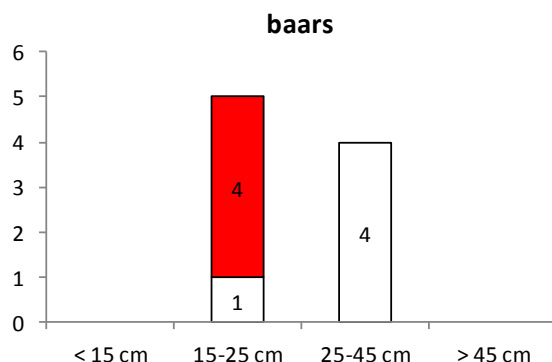
Baars

Ecologie

Baars is een generalistische roofvis die wijd verspreid in Nederland voorkomt in zowel stilstaand als stromend water. Jonge dieren leven vaak in scholen. Oudere dieren leven solitair of in kleinere scholen. Baars is een zicht jager en heeft daarom een voorkeur voor helder water. De paai vindt plaats in de periode van april tot juni. De baars heeft hierbij een voorkeur voor de aanwezigheid van structuur voor het afzetten van de eisnoeren.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 9 baarzen PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek 5 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.18 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Van de lengteklasse 15-25 cm werd maar één individu teruggevonden. Van de lengteklasse 25-40 cm werden alle individuen gedetecteerd tijdens het onderzoek.

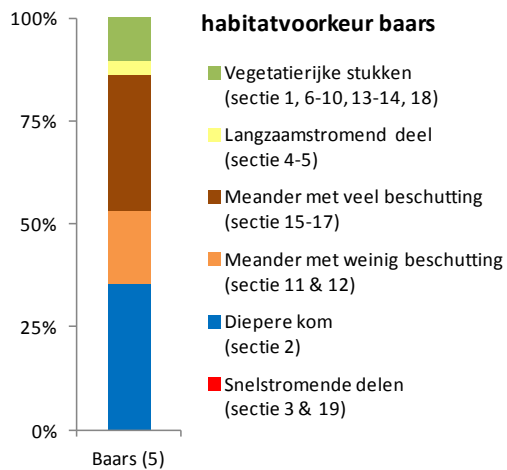


Afbeelding B2.18 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) baarzen per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.20 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de baarzen in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor alle individuen kan

geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Er zijn tijdens het onderzoek geen baarzen gedetecteerd in de temporele nevengeul. Wat verder opvalt is dat drie van de vijf baarzen na verloop van tijd niet meer gedetecteerd werden.



Afbeelding B2.19 Relatieve habitat-voorkeur gedetecteerde snoeken tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattypen te delen door het relatieve voorkomen van het habitattypen (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject

Baars	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
21 cm,118 g		X		11	X	11		11						X	X								X	X							sectie 11		
26 cm,236 g		X		2	X				2		2	2	2	X	X								X	X							sectie 2		
40 cm,870 g	17	X	14	14	X					15	15	13,9	13	X	X	15	11		14	9,16		15	X	X							sectie 14-15		
40 cm,884 g	16	X		4	X	7		14		14	14	14	14	X	X	15	16	10,14		9			X	X							sectie 14		
42 cm,1010 g		X	16	15	X			15						X	X								X	X							sectie 15-16		

Afbeelding B2.20 Overzicht gedetecteerde baarzen in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.19 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde baarzen. Hieruit blijkt een voorkeur voor de meander met veel beschutting en de diepe kom stroomafwaarts van de stuw. Opgemerkt dient te worden dat het aantal individuen waarop deze analyse gebaseerd is beperkt is.

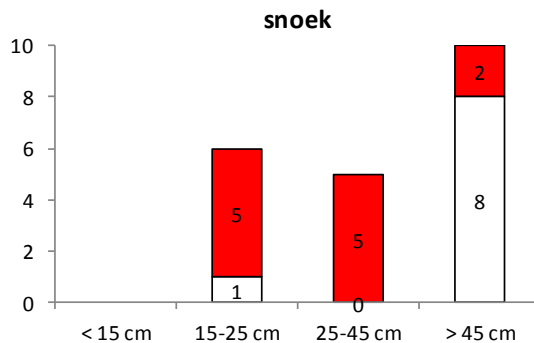
Snoek

Ecologie

Snoek is een plantenminnende roofvis die in vrijwel alle Nederlandse watertypen voorkomt. Jonge snoeken leven in dichte vegetatie. Als snoeken groter zijn verplaatsen ze zich meer richting open water waar ze vanuit dekking jagen. Hierbij treedt regelmatig kannibalisme op waarbij de grotere snoeken de kleinere snoeken opeten. De paaitijd van snoek vindt al vroeg in het jaar plaats (vanaf februari) waarbij een vrouwtje met meerdere mannetjes paait.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij 21 snoeken PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek 9 individuen gedetecteerd. Afbeelding B2.21 geeft per lengteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Van de lengteklasse 15-45 cm werd maar één individu (< 10%) teruggevonden. Van de lengteklasse > 45 cm werden acht individuen (80%) gedetecteerd. Het is aannemelijk dat de kleinere snoeken gepredeerd zijn door de grote snoeken.



Afbeelding B2.21 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) snoeken per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.22 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de snoeken in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor zeven individuen (78%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Twee individuen lijken heen en weer te zwemmen tussen verschillende secties. Wat verder opvalt, is dat de individuen zich vrijwel nooit tegelijkertijd in dezelfde sectie bevinden. Dit duidt erop dat de snoeken ieder hun eigen (jacht)territorium hebben. Er zijn tijdens het onderzoek geen snoeken gedetecteerd in de temporele nevengeul. Wel is er een snoek in week 2 in de sectie direct stroomafwaarts van de nevengeul gedetecteerd. Dit dier is vervolgens naar een sectie 500 meter stroomafwaarts gemigreerd. Vier snoeken zijn de vistrap bij de Luijensmolen gepasseerd om stroomop- of stroomafwaarts te zwemmen. Wat verder opvalt is dat een vijftal snoeken na verloop van tijd niet meer gedetecteerd werden.

Snoek	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
17 cm,24 g		X	4		X	5	4	4	4	4		4		X	X	4	4	4		4			X	X	sectie 4								
59 cm,1205 g	19	X	8		X	9	7	9		8	9	8	8	X	X	8							X	X	migratie?, sectie 8								
59 cm,1470 g		X	5		X			11			16	17,16	8	X	X			18				18	X	X	zwerver?								
64 cm,2105 g		X	11		X		12	11		12	12	7	11	X	X	8	2	0					X	X	sectie 11-12								
66 cm,2335 g		X	5	8	X	6	5	7		5		5	4,18	X	X								X	X	sectie 5								
67 cm,2040 g		X			X							1	1	X	X			0	12	18,9		9	X	X	zwerver?								
67 cm,2060 g		X	14	12	X		13	13				16	16	X	X	15		16,18	16			14	X	X	sectie 13-16								
76 cm,4640 g		5	X	2		X				1			1	X	X	4	5	4	4				X	X	sectie 4-5								
79 cm,3570 g		X	2		X			2		1			15,10	X	X		0	0					X	X	sectie 0-2								

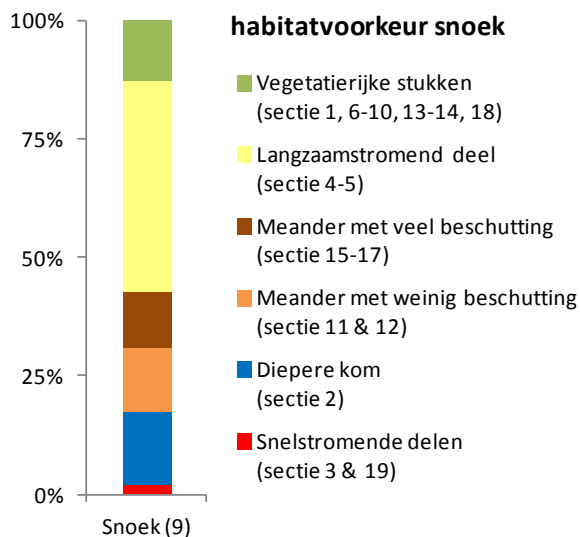
Afbeelding B2.22 Overzicht gedetecteerde snoeken in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.23 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde snoeken. Hieruit blijkt een voorkeur voor het langzaamstromende deel boven de stuw bij de Luijnsmlen.

Afbeelding B2.23 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde snoeken tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattype te delen door het relatieve voorkomen van het habitattype (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject



Karper

Ecologie

Karper is een generalistische, van oorsprong uitheemse soort, die al voor de middeleeuwen als consumptievis naar Nederland geïmporteerd is. Tegenwoordig wordt de karper vooral gewaardeerd als sportvis en in dit kader uitgezet door hengelsportverenigingen. Karper wordt in Nederland in vrijwel alle watertypen aangetroffen. Er wordt gepaaid bij een watertemperatuur vanaf 18 °C. Karpers kunnen over grote afstanden kunnen migreren.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Er werden bij vier karpers met een lengte groter dan 45 cm PIT-tags geïmplant. Al deze individuen werden gedetecteerd tijdens het onderzoek.

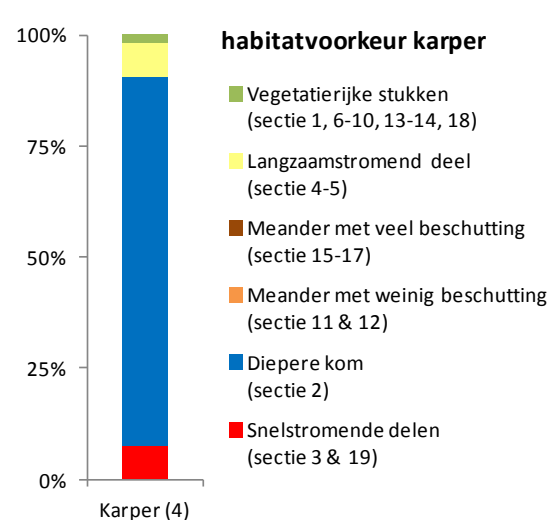
Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.24 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de karpers in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor alle individuen kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als leefgebied. Een individu van 55 cm werd in week 17 gedetecteerd in de vistrap van de Luijensmolen en later deze week in de temporele nevengeul. Hier werd de vis gedurende de nacht gedetecteerd (waarna de vis niet meer werd waargenomen). Dit wijst op vestiging in het beektraject stroomopwaarts van de temporele nevengeul.

Karper	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
46 cm,1615 g	X	9		X								4		X	X	3				4		4	X	X									sectie 4
54 cm,2445 g	X	2	2	X	2							1		X	X		0							X	X								sectie 2
55 cm,2370 g	X	2		X	2	2					2		2	X	X	3								X	X								sectie 2 -> nevengetul
55 cm,3915 g	X	2	2	X	2	2	2	3			2	1	2	X	X			0						X	X								sectie 2

Afbeelding B2.24 Overzicht gedetecteerde karpers in Itterbeek per week en per sectie.

Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht. **Gele** markering: soort gedetecteerd in monding temporele nevengeul.



Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.25 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde karpers. Hieruit blijkt een sterke voorkeur voor de diepere kom benedenstrooms van de Luijensmolen. Er dient opgemerkt te worden dat het aantal dieren waarop deze analyse gebaseerd is beperkt is.

Afbeelding B2.25 Relatieve habitat-voorkeur gedetecteerde karpers tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattype te delen door het relatieve voorkomen van het habitattype (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject

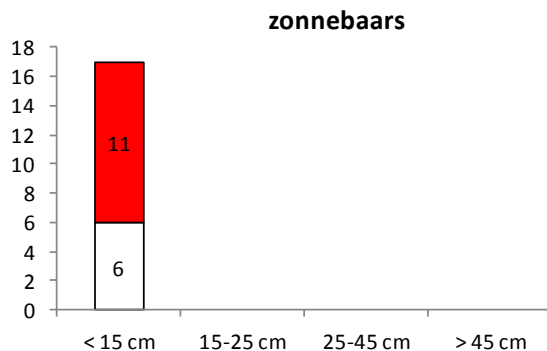
Zonnebaars

Ecologie

Net als karper is zonnebaars een van een oorsprong exotische soort. Vanaf de 20^e eeuw is zonnebaars als aquarium en vijvervis naar Nederland geïmporteerd en hierbij terecht gekomen in het watersysteem. Zonnebaars vertoont hierbij in kleine plantenrijke wateren waar géén of weinig andere vissen voorkomen invasief gedrag waarbij andere soorten zoals amfibieën gepreëdeerd worden. De voortplanting vindt plaats vanaf april op zandige plaatsen en kan meerdere malen per jaar plaatsvinden.

Aantal gemerkte en teruggevonden individuen

Afbeelding B2.26 geeft per lenteklasse een overzicht van het aantal dieren dat gedetecteerd werd. Er werden bij 17 zonnebaarzen PIT-tags geïmplant. Hiervan werden tijdens het onderzoek zes individuen (35%) gedetecteerd.



Afbeelding B2.26 Aantal gedetecteerde (wit) en aantal niet teruggevonden (rood) zonnebaarzen per lengteklasse in de periode januari-juni 2011

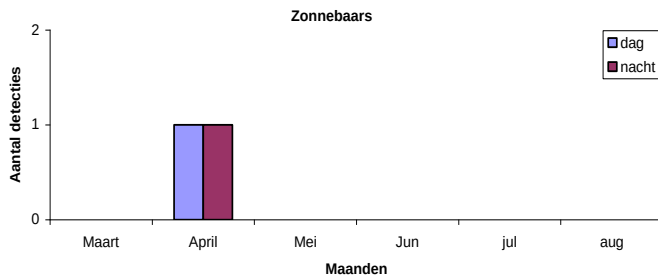
Zonnebaars	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32									
12 cm,26 g	x	7			x		7	7			7	7	7	7	x	x									x	x	sectie 7 -> door geul						
12 cm,34 g	x					x										x	x			19				18	x	x	beperkt waargenomen						
12 cm,36 g	x					x						18		2	x	x									x	x	zwerver -> door geul						
13 cm,40 g	x	18				x					18	18	9	1	x	x									x	x	sectie 18 -> door vistrap						
14 cm,52 g	x	18				x		18	18	18			18	17	x	x			4	4					x	x	sectie 18 -> sectie 4						
14 cm,58 g	x	18				x										x	x								x	x	beperkt waargenomen						

Afbeelding B2.27 Overzicht gedetecteerde zonnebaarzen in Itterbeek per week en per sectie. Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezoekt. Gele markering: soort gedetecteerd in monding temporele nevengeul.

Ruimtelijke en temporele spreiding

In afbeelding B2.27 wordt een overzicht gegeven van de ruimtelijke en temporele spreiding van de zonnebaarzen in het gebied stroomafwaarts van de temporele nevengeul. Voor drie individuen (50%) kan geconstateerd worden dat er een voorkeur is voor bepaalde secties als

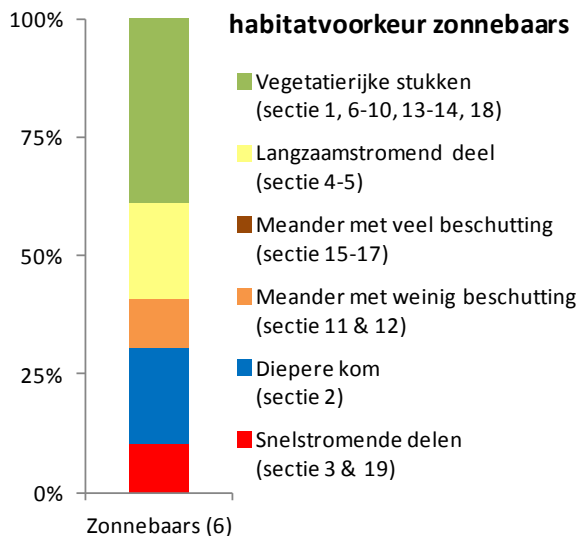
leefgebied. Twee individuen werden beperkt waargenomen. Twee zonnebaarzen werden in dezelfde week gedetecteerd in de temporele nevengeul. Een individu trok 's nachts op het andere individu overdag (afbeelding B2.28). Beide dieren werden één keer gedetecteerd en hierna niet meer. Dit duidt op vestiging in het traject bovenstrooms van de temporele nevengeul. Opmerkelijk was dat één van de zonnebaarzen vanaf sectie 18 door de vistrap naar sectie 2 migreerde en de week hierop weer terugzwom en de temporele nevengeul op trok.



Afbeelding B2.28 Dagdeel waarop de zonnebaarzen in de temporele nevengeul gedetecteerd werden

Habitatvoorkeur

Afbeelding B2.29 bevat een weergave van de relatieve habitatvoorkeur van de gedetecteerde zonebaarzen. Hieruit blijkt een voorkeur voor de homogene vegetatierijke stukken. Er dient opgemerkt te worden dat de analyse op een beperkt aantal individuen gebaseerd is.



Afbeelding B2.29 Relatieve habitatvoorkeur gedetecteerde zonnebaarzen tijdens het onderzoek. De habitatvoorkeur is bepaald door het aantal detecties per habitattype te delen door het relatieve voorkomen van het habitattype (op basis van oeverlengte) binnen het onderzoekstraject

Overige soorten

Naast de hiervoor beschreven soorten werden ook twee van de drie gemerkte zeelten, en de gemerkte winde, paling een ruisvoorn gedetecteerd. De gemerkte pos werd niet terug

gevonden. Al deze dieren bleken een voorkeur te hebben voor bepaalde secties. De twee zeelten hadden een voorkeur voor sectie 18 (plantenrijk homogeen habitat) waarbij een zeelt in het voorjaar meer stroomafwaarts werd waargenomen. De windes, paling en ruisvoorn hadden een voorkeur voor sectie twee. Een van de windes werd ook in het deel stroomafwaarts van het onderzoekstraject (sectie 0) aangetroffen (zie afbeelding B2.30).

Zeelt	WEEKNUMMER																																belangrijkste leefgebied & migratie (->)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
24 cm,238 g	X	18		X				18		18	17	18	X	X			18		14				X	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Afbeelding B2.30 Overzicht gedetecteerde overige soorten in Itterbeek per week en per sectie. Iedere rij bevat een individu. In de eerste kolom staat de lengte (in centimeters) en het gewicht (in grammen) van het individu. In de kolommen hierna staan de weeknummers, per week is aangegeven in welke secties het individu is aangetroffen. In de laatste kolom is aangegeven welke secties het belangrijkste leefgebied vormden en of er migratie (->) van het individu geconstateerd is. X: geen detectieronde met mobiel station uitgevoerd, 4: soort aangetroffen in habitatsectie 4. Habitat 0 betreft het stroomafwaartse deel tot Thorn en is in week 18 & 19 afgezocht.

BIJLAGE 3: Gemerkte vissen in september 2010

Soort	tag nummer	staartlengte	gewicht	vangtraject	Tag type
Baars	0000_0000000157363703	16	52	1	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157363701	21	118	1	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157363866	40	884	1	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157363757	40	870	1	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157364026	42	1010	1	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157363876	21	114	2	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157364040	26	236	3	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157363836	23	172	3	23 mm HDX
Baars	0000_0000000157364033	17	62	3	23 mm HDX
Bermpje	0113_0379091200528467	9	6	1	13 mm HDX
Bermpje	0113_0379091200524383	9	4	1	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200532018	15	30	1	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200545818	14	34	1	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200527446	14	30	1	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200558691	13	22	1	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200528962	15	48	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200556042	15	40	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200527432	15	40	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200526369	16	48	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200518183	15	46	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200523312	15	34	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0113_0379091200533089	15	38	3	13 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363689	16	44	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363951	15	36	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363888	22	136	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363949	25	184	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363825	21	104	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363984	21	110	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363685	18	78	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363773	17	66	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363980	19	84	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363708	21	102	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363950	19	86	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363714	20	96	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363698	19	86	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363924	20	108	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363878	19	78	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363681	22	116	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363897	25	192	1	23 mm HDX

Blankvoorn	0000_0000000157363872	14	78	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363945	17	56	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157364041	14	34	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363720	14	30	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363908	15	36	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157364042	11	16	1	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363818	19	92	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363771	21	92	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363713	22	108	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363724	20	108	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363709	21	116	2	23 mm HDX
Blankvoorn	0000_0000000157363977	17	58	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363953	51	1580	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363686	41	1400	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363770	51	1540	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363740	49	1545	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157364034	47	1330	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363732	49	1410	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363715	48	1305	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363728	49	1585	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157364028	48	1320	2	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157364038	48	1140	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363867	52	1465	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363849	48	1325	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363729	46	1090	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363858	49	1295	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363851	46	1195	3	23 mm HDX
Brasem	0000_0000000157363982	51	1365	3	23 mm HDX
Karper	0000_0000000157363730	46	1615	2	23 mm HDX
Karper	0000_0000000157364036	54	2445	3	23 mm HDX
Karper	0000_0000000157363910	55	2370	3	23 mm HDX
Karper	0000_0000000157363717	55	3915	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0113_0379091200547439	14	24	1	13 mm HDX
Kopvoorn	0113_0379091200528920	12	16	3	13 mm HDX
Kopvoorn	0113_0379091200524384	10	14	3	13 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363673	24	128	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363886	44	918	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363764	31	338	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363754	28	232	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363912	25	160	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363738	51	1545	3	23 mm HDX

Kopvoorn	0000_0000000157363901	29	260	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363919	27	194	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363765	28	318	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363701	25	158	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363874	22	106	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363841	26	166	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157364027	25	138	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363925	26	180	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363684	27	212	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363763	23	128	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363749	28	224	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363862	24	142	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363855	20	82	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363892	27	226	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363721	29	220	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363882	28	260	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363745	38	614	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363711	27	174	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363922	23	128	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363978	29	266	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363856	23	136	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363682	27	188	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363687	32	372	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363735	24	156	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363834	31	376	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363824	24	156	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363976	25	164	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363746	24	152	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363679	24	134	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157364029	22	118	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363755	23	112	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363838	24	142	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363909	32	350	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363881	16	42	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363769	17	52	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363706	24	140	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363870	17	52	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363772	18	58	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363748	41	714	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363911	42	804	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363887	26	202	1	23 mm HDX

Kopvoorn	0000_0000000157363822	25	174	1	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157364030	24	146	2	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363695	25	140	2	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363719	37	544	2	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363752	22	124	2	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363821	49	1310	3	23 mm HDX
Kopvoorn	0000_0000000157363743	52	1570	3	23 mm HDX
Paling	0000_0000000157363845	54	245	3	23 mm HDX
Pos	0000_0000000157363718	13	32	1	23 mm HDX
Rietvoorn	0113_0379091200559194	14	34	3	13 mm HDX
Rietvoorn	0000_0000000157363831	16	68	2	23 mm HDX
Rietvoorn	0000_0000000157363894	19	86	3	23 mm HDX
Rietvoorn	0000_0000000157363846	17	60	3	23 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200546896	13	18	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200525383	11	10	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200533596	10	10	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200525859	12	18	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200545796	12	12	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200531008	11	10	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200530972	10	10	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200525327	10	8	1	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200542227	11	14	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200561713	10	10	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200542744	10	6	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200511014	10	6	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200532494	11	11	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200534577	10	10	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200530539	11	10	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200543787	11	11	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200517663	10	9	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200556087	12	14	3	13 mm HDX
Riviergrondel	0113_0379091200548397	13	22	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200540233	14	22	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200542307	15	28	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200530525	14	30	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200532040	15	36	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200529951	15	28	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200532570	15	28	3	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200539232	11	14	2	13 mm HDX
Serpeling	0113_0379091200516689	15	30	2	13 mm HDX
Serpeling	0000_0000000157363722	22	116	1	23 mm HDX

Serpeling	0000_0000000157363981	15	32	1	23 mm HDX
Serpeling	0000_0000000157363734	15	34	1	23 mm HDX
Serpeling	0000_0000000157363930	20	76	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363921	76	4640	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363865	19	44	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363863	18	26	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363857	17	24	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363833	19	60	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363826	21	60	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363828	16	27	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363737	64	2105	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363916	38	400	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363885	56	1185	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363869	59	1470	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363979	67	2060	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363750	67	2040	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363702	30	164	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363854	27	114	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363819	26	102	1	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363747	66	2335	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363835	51	914	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363707	44	536	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363691	59	1205	2	23 mm HDX
Snoek	0000_0000000157363859	79	3570	3	23 mm HDX
Winde	0000_0000000157363760	49	1870	3	23 mm HDX
Zeelt	0000_0000000157364032	42	1690	2	23 mm HDX
Zeelt	0000_0000000157363850	28	886	2	23 mm HDX
Zeelt	0000_0000000157363840	24	238	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363932	11	26	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363848	13	30	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363844	11	24	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363680	12	26	2	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363758	14	52	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363927	13	42	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363877	12	32	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363767	12	36	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363900	12	34	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363864	12	34	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363727	13	42	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363678	14	58	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363899	14	48	1	23 mm HDX

Zonnebaars	0000_0000000157363842	13	40	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363688	13	44	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363913	14	52	1	23 mm HDX
Zonnebaars	0000_0000000157363827	12	34	1	23 mm HDX

BIJLAGE 4 Gemerkte vissen in September 2011

Soort	pit code 1	pit code 2	Staartlengte (cm)	gewicht (kg)	Tag type
Baars	0000000178	691850	19	0.068	23 mm HDX
Baars	0000000178	691950	17	0.078	23 mm HDX
Baars	0000000178	691773	28	0.288	23 mm HDX
Baars	0000000178	691852	22	0.188	23 mm HDX
Baars	0000000178	691919	24	0.186	23 mm HDX
Brasem	0000000178	691802	52	1.515	23 mm HDX
Brasem	0000000178	691960	50	1.44	23 mm HDX
Brasem	0000000178	691912	48	1.505	23 mm HDX
Brasem	0000000178	691787	51	1.595	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691857	19	0.108	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691889	19	0.118	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691736	22	0.136	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691984	20	0.144	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691897	19	0.106	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	961859	18	0.08	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691790	18	0.068	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691974	24	0.194	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691927	20	0.068	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691976	20	0.104	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691779	23	0.164	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691970	21	0.138	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691795	17	0.088	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691790	19	0.098	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691760	18	0.098	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691905	17	0.076	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691731	17	0.078	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691784	16	0.085	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691833	19	0.096	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691703	17	0.068	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691701	18	0.098	23 mm HDX
Blankvoorn	0000000178	691763	23	0.139	23 mm HDX
Winde	0000000178	691729	50	1.795	23 mm HDX
Karper	0000000178	691796	53	2.355	23 mm HDX
Karper	0000000178	691774	65	5.01	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691882	44	1.005	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691688	25	0.178	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691985	36	0.558	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691963	31	0.308	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691728	26	0.138	23 mm HDX

kopvoorn	0000000178	691812	34	0.368	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691907	26	0.228	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691794	19	0.058	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691690	21	0.108	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691847	41	0.758	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691704	42	0.88	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691764	21	0.096	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691892	24	0.142	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691689	15	0.048	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691896	15	0.04	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691983	16	0.07	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691973	16	0.085	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691971	14	0.05	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691814	14	0.055	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691946	14	0.055	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691900	15	0.06	23 mm HDX
kopvoorn	0000000178	691706	20	0.119	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691819	21	0.123	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691817	19	0.102	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691858	20	0.108	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	692001	22	0.144	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691789	34	0.501	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691959	32	0.339	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691880	26	0.082	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691797	19	0.068	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691742	17	0.051	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691945	18	0.064	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691932	19	0.064	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691841	18	0.065	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691929	18	0.066	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691949	19	0.07	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691726	27	0.236	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691693	18	0.061	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691944	20	0.096	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691755	30	0.313	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691791	27	0.214	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691837	52	1.796	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691823	48	1.231	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000178	691793	53	1.813	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363871	51	1.489	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363768	19	0.074	23 mm HDX

Kopvoorn	0000000157	363676	33	0.433	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363947	29	0.287	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	364037	26	0.184	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363893	25	0.154	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363896	19	0.082	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363742	15	0.03	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363693	15	0.032	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363914	32	0.397	23 mm HDX
Kopvoorn	0000000157	363757	14	0.03	23 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	843923	14	0.024	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	870593	12	0.016	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	842968	13	0.016	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	846026	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	842918	11	0.012	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	852168	12	0.018	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	843426	13	0.018	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	866505	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	880314	11	0.012	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	865942	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	855706	14	0.022	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	859292	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	885966	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	844996	12	0.016	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	856748	12	0.018	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	845472	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	847080	11	0.009	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	870608	11	0.011	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	844474	11	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	866993	13	0.019	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	869044	13	0.015	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	860893	13	0.017	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	846549	12	0.014	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	862355	12	0.009	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	867502	11	0.013	13 mm HDX
Riviergrondel	0355034566	869551	12	0.016	13 mm HDX
Rietvoorn	0000000178	691820	24	0.202	23 mm HDX
Rietvoorn	0000000178	691954	20	0.146	23 mm HDX
Rietvoorn	0000000178	691943	18	0.068	23 mm HDX
Rietvoorn	0000000178	691956	18	0.067	23 mm HDX
Rietvoorn	0000000178	691824	19	0.086	23 mm HDX
Serpeling	0000000178	691948	20	0.088	23 mm HDX

Snoek	0000000178	691714	60	1.06	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691697	26	0.098	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691898	25	0.094	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691930	39	0.312	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691815	28	0.146	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691853	59	1.735	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691915	75	2.635	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691717	27	0.108	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691716	28	0.158	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691804	36	0.368	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691743	33	0.278	23 mm HDX
Snoek	0000000178	691883	35	0.324	23 mm HDX
Zonnebaars	0000000178	691965	14	0.038	23 mm HDX
Zeelt	0000000178	691990	21	0.167	23 mm HDX
Zeelt	0000000178	691939	33	0.556	23 mm HDX

**BIJLAGE 5: Tijdens elektrische bemonstering (24-09-2011 en 25-09-2011)
teruggevonden vissen.**

Soort	Aangetroffen in traject	laatst waargenomen week:	staartlengte	vorklengte	gewicht	Code	Tag type
Brasem	midden	21	48	42	1305	0000_0000000157363715	23 mm HDX
Brasem	midden	23	49	44	1410	0000_0000000157363732	23 mm HDX
Brasem	midden	21	48	42	1320	0000_0000000157364028	23 mm HDX
Brasem	midden	23	48	42	1140	0000_0000000157364038	23 mm HDX
Brasem	midden	21	47	43	1330	0000_0000000157364034	23 mm HDX
Snoek	midden	23	67	63	2040	0000_0000000157363750	23 mm HDX
Snoek	midden	23	59	55	1470	0000_0000000157363869	23 mm HDX
Brasem	midden	23	49	44	1410	0000_0000000157363732	23 mm HDX
Blankvoorn	midden	19	16	14	48	0113_0379091200526369	13 mm HDX
Kopvoorn	midden	13	52	49	1570	0000_0000000157363743	23 mm HDX
Brasem	midden	19	48	43	1325	0000_0000000157363849	23 mm HDX
Kopvoorn	midden	23	20	19	82	0000_0000000157363855	23 mm HDX
Kopvoorn	midden	23	24	22	142	0000_0000000157363862	23 mm HDX
Kopvoorn	midden	23	26	24	180	0000_0000000157363925	23 mm HDX
Kopvoorn	bovenstrooms	23	24	23	156	0000_0000000157363735	23 mm HDX
Snoek	benedenstrooms	20	76	74	4640	0000_0000000157363921	23 mm HDX