

Advies over het concept van temporele vismigratie om vismigratieknelpunten te saneren

Adviesnummer:	<u>INBO.A.3016</u>
Datum advisering:	20 oktober 2014
Auteur(s):	David Buysse, Johan Coeck
Contact:	Lieve Vriens (lieve.vriens@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail op datum van 25 september 2013
Geadresseerden:	Vlaamse Milieumaatschappij Operationeel Waterbeheer T.a.v. Koen Martens Koning Albert II-laan 20 bus 16 1000 Brussel k.martens@vmm.be

Aanleiding

In 2011 werd op de Itterbeek te Ittervoort een visdoorgang aangelegd die slechts watervoerend is bij hoge debieten die dan niet volledig door de molen verwerkt kunnen worden. Men spreekt van een 'temporele visdoorgang'. Op basis van de voorlopige monitoringsresultaten wordt geopperd dat een temporele visdoorgang een goede oplossing voor vismigratie is.

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) heeft de bevindingen van de monitoringscampagne geanalyseerd en getoetst aan de ontwerpcriteria en literatuurgegevens over het (voortplantings)gedrag van vissen. Bij de afweging om het concept toe te passen bij een knelpunt op de Winge, concludeert men dat een visdoorgang die slechts temporeel watervoerend is, wel enige meerwaarde kan bieden voor het visbestand, maar in dit geval niet de meest geschikte oplossing is.

Vraag

Op basis van welke wetenschappelijke argumenten of onder welke omstandigheden kan men al dan niet opteren voor temporele vismigratie bij de sanering van vismigratieknelpunten?

Toelichting

1 Vrije vismigratie

1.1 Migratiestrategieën

Potamodrome vissoorten verplaatsen zich binnen onze inlandse 'zoete' rivieren. Het overgrote deel van onze beek- en riviervissen behoren tot deze potamodrome groep. De zoetwatervissen in onze inlandse wateren voeren migraties uit van verschillende omvang. Rivieronderpad bijvoorbeeld heeft beperktere zwemcapaciteiten dan winde en voert daarom migraties uit binnen eenzelfde beek of rivier. Winde daarentegen kan omvangrijke migraties uitvoeren tussen verschillende rivierbekkens.

Tot de diadrome groep behoren vissoorten die omvangrijke verplaatsingen ondernemen tussen leefgebieden in zee en zoetwater. Diadromie omvat drie mogelijke migratiestrategieën. Katadrome soorten zoals de Europese paling groeien op in rivieren en trekken als volwassen individuen naar zee om zich voort te planten. Anadrome soorten daarentegen groeien op in zee en migreren naar de rivieren om zich voort te planten. Bij amfidrome soorten tenslotte is hun migratie tussen de mariene en zoetwateromgeving niet gerelateerd aan de voortplanting, maar eerder aan voeding en groei. Amfidrome en katadrome soorten dringen de rivieren binnen als juvenielen, die zich in de eerste fase vestigen in de benedenstroomse zones. Van hieruit koloniseren ze verder de zoetwaterzones van de rivieren. Anadrome soorten daarentegen dringen de rivieren binnen als adulten en migreren zo snel mogelijk verder stroomopwaarts naar de bovenstroomse paaigebieden.

1.2 Belang van vrije vismigratie

Vissen kunnen hun populaties enkel in stand houden als ze zich kunnen voortplanten, voeden, groeien en beschermen in hun leefgebied. Bij al deze biologische aspecten speelt migratie een rol. Vissen moeten in stroomop- en stroomafwaartse richting kunnen migreren over kleine tot (middel)grote afstanden op zoek naar paai-, opgroei- en overwinteringsgebieden. Bovendien moeten vissen kunnen vluchten voor predatoren of tijdelijk ongunstige omstandigheden (bv. vervuiling). Vismigratie is dus een complex gedrag dat van soort tot soort en afhankelijk van het levensstadium van de vis sterk kan verschillen.

De meeste kunstwerken in een waterloop vormen echter een belemmering voor de vrije migratie van vissen en zorgen ervoor dat de ecologische functies van een waterloop niet of slechts gedeeltelijk benut kunnen worden. De fragmentering van de vishabitat heeft niet alleen directe gevolgen voor de overleving van een populatie, maar de genetische isolatie leidt in vele gevallen ook tot verlies van genetische variatie en een verhoogd risico op lokale extinctie (Raeymaekers *et al.*, 2009).

De problematiek van de versnippering van het rivierennetwerk en het belang van herstel voor vismigratie is reeds beschreven in talrijke beleidsdocumenten, richtlijnen en decreten.

De Benelux-beschikking (dd. 26 april 1996) stelt dat de betrokken regeringen de vrije migratie van de vissoorten in alle hydrografische stroomgebieden moet verzekeren. Het herstel van de migratie van de grote diadrome trekvissoorten van en naar de paai- en opgroeigebieden is hierbij prioritair. Bovendien moesten die trekbewegingen vóór 1 januari 2010 mogelijk gemaakt worden voor alle soorten vis in alle hydrografische stroomgebieden ongeacht de beheerder (www.vismigratie.be).

Herstel van vrije vismigratie staat ook centraal in de (inter-)nationale en Vlaamse wetgeving.

- het Decreet Integraal Waterbeleid
- de Benelux-beschikking
- de Palingverordening
- de Kaderrichtlijn Water

1.3 Welke zijn de prioritaire doelsoorten?

Diadrome migraties zijn vaak heel opvallend maar daarom kan nog geen afbreuk gedaan worden aan het belang van migratieprocessen van echte zoetwatervissen (Northcote 1998). In het belang van ecosysteembiodiversiteit wordt, naast de commercieel en recreatief interessante soorten, nu ook voor de volledige visgemeenschap vismigratie als een belangrijk gedragskenmerk beschouwd (Northcote 1998; Vogel 1993). Afgelegde afstand maakt diadrome migraties niet belangrijker in functionele termen dan de minder opvallende potamodrome migraties. Gesynchroniseerde seizoenale migraties van een paar honderd meter in rivieren kunnen even belangrijk zijn voor een levenslange goede conditie als lange-afstandsmigraties van of naar de zee. Deze korte migraties kunnen als bewegingen tussen habitats beschouwd worden, die nuttig of noodzakelijk zijn voor het vervolledigen van de levenscyclus, ongeacht welke afstand werd afgelegd (Lucas & Baras 2001).

Dit toont aan dat vrije migratie tussen verschillende habitats en ongeacht de omvang van de bewegingen, van enkele honderden meters tot honderden kilometers, noodzakelijk is voor alle zoetwatervissoorten.

1.4 Stimuli voor migratie

Gedrag is een resultaat van interne en externe prikkels welke interageren om een respons te stimuleren.

1.4.1 Interne factoren:

- ontogenetische (ontwikkeling als individu) veranderingen: ontogenetische veranderingen in de respons op prikkels zijn het resultaat van maturatie, wat intrinsieke processen inhoudt en ervaring van het milieu. De meest duidelijke ontogenetische verandering in gedrag heeft te maken met de paaiactiviteit welke een aanzienlijke impact heeft op het migratiegedrag van vele vissoorten. Daarbij komt dat de migratie van 0+ vissen van de paaigronden ook een belangrijke ontogenetische verandering is;
- honger/beschikbaarheid van prooi: vele vissoorten migreren om voedsel te zoeken, soms over aanzienlijke afstanden en met toegenomen risico tot predatie. De prikkel om te migreren om voedsel te zoeken houdt zowel een gastrische factor in gebaseerd op een

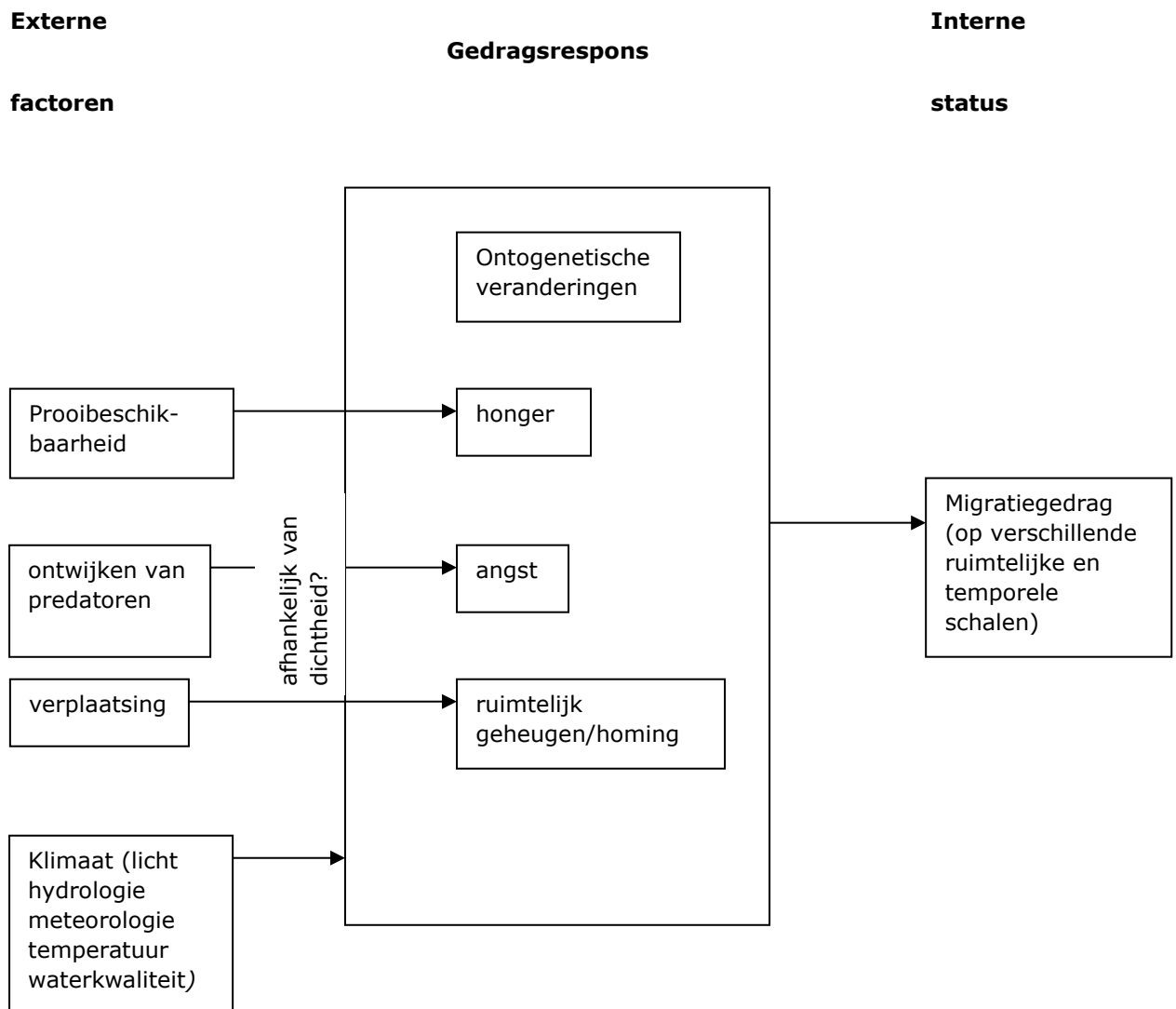
gevuld darmkanaal als een systemische (van het hele lichaam) factor welke de metabolische balans weerspiegelt;

- homing: vele migrerende vissoorten keren terug naar de plaats of kort bij de plaats waar ze werden geboren om te paaieren (Wootton, 1992). Homing kan ook plaatshebben naar een schuil- of voedselhabitat;
- individuele verschillen: individuen binnen een populatie kunnen een verschillend gedrag vertonen in hun vermogen of motivatie om te migreren. De baarspopulatie in de Kleine Nete bijvoorbeeld, kan onderverdeeld worden in een statische en een mobiele groep (Bruylants *et al.*, 1986);
- angst/ontwijken van predatoren: vele vissen en levensstadia verplaatsen zich om predatoren te ontwijken.

1.4.2 Externe factoren:

- licht: de verplaatsingen en activiteit van vele vissoorten worden beïnvloed door de circadiane ritmes van nacht en dag. Deze verplaatsingen zijn gewoonlijk een respons op predatoren gedurende de dag maar in vele gevallen is de juiste oorzaak onbekend of verandert deze gedurende het jaar. Bij brasem in het meer Constance (Oostenrijk) werd 's morgens en 's avonds een diurnale migratie tussen littorale en pelagische zones waargenomen (Schulz & Berg, 1987);
- temperatuur: vermits vissen poikilotherm zijn, zijn ze gewoonlijk actiever bij hogere temperaturen en migraties bij de meeste riviervissen hebben dan ook niet plaats bij temperaturen lager dan 5°C. Als gevolg hiervan wordt temperatuur beschouwd als een factor die de migratie van vele vissoorten op gang brengt;
- hydrologie en meteorologie: overstromingen, hoge waterstanden of hoge stroomsnelheden kunnen de oorzaak zijn dat vissen zich naar een ander deel van de rivier verplaatsen;
- waterkwaliteit: ten gevolge van vervuiling of ongunstige waterkwaliteit kunnen vissen zich verplaatsen in de rivier. In de Vltava rivier in Praag heeft het visbestand een lage diversiteit stroomafwaarts van de lozing van afvalwater (Kubečka & Vostradovský, 1995);
- beschikbaarheid van prooi: vissen kunnen hun verspreiding van dag tot dag wijzigen wanneer de beschikbaarheid van voedsel wijzigt. De voedselbronnen in de meeste natuurlijke waters variëren ook voortdurend en het merendeel van de vissen reageert hierop door bijvoorbeeld te veranderen van een bentische zoekwijze naar voedsel naar een pelagische wijze van voedsel zoeken, van deeltjesvoeding naar filtervoeding of door te migreren naar andere habitats;
- verplaatsing: wanneer vissen worden verplaatst uit hun leefomgeving of verblijfplaats door overstromingen of door experimentele wegname, zijn sommigen in staat om naar hun habitat terug te keren;
- dichtheidsafhankelijke factoren: toenemende populatiedichtheid en competitie kunnen vissen aanzetten om zich te verplaatsen in de rivier.

De factoren temperatuur en hydrologie (meer specifiek debiet) vragen iets meer uitleg.



Figuur 1: Diagram van de aard en invloed van interne en externe stimuli op het gedrag van vissen.

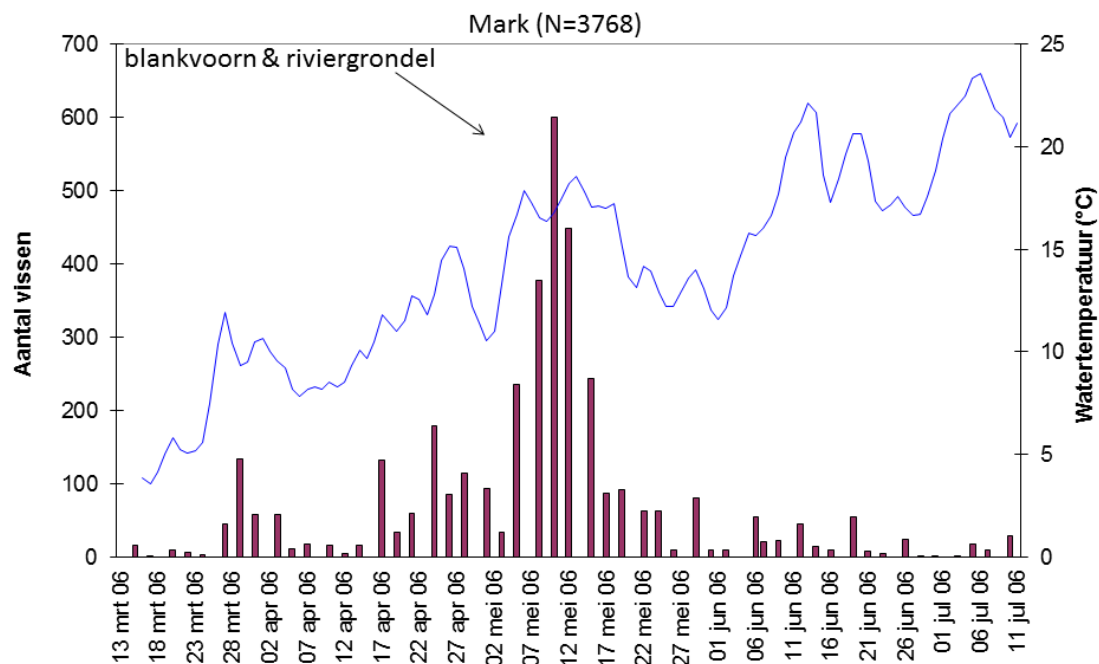
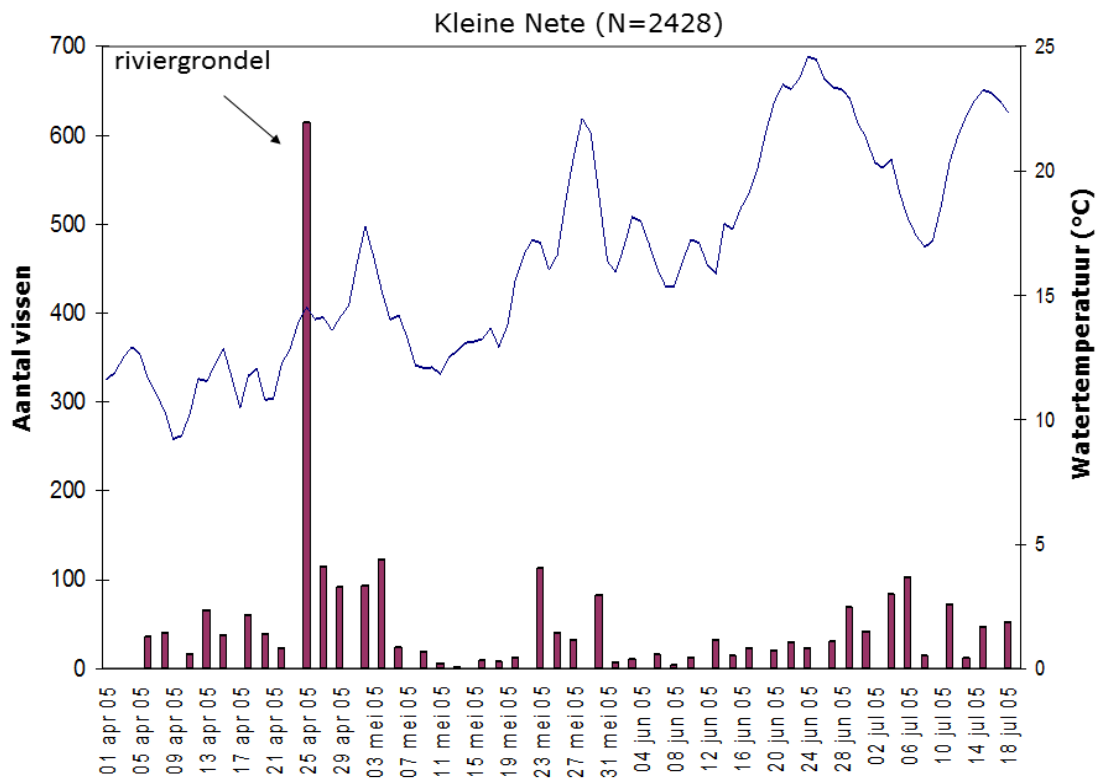
1.4.2.1 Effect van temperatuur op vismigratie

In onderstaande tabel wordt een beperkt overzicht gegeven van (inter)nationaal vismigratieonderzoek, inclusief referenties, waarin het effect van een stijgende watertemperatuur op de paaimigratie en activiteit van enkele vissoorten werd aangetoond. Bij alle opgesomde vissoorten wordt de paaimigratie duidelijk 'getriggerd' door een stijging van de watertemperatuur in het voorjaar.

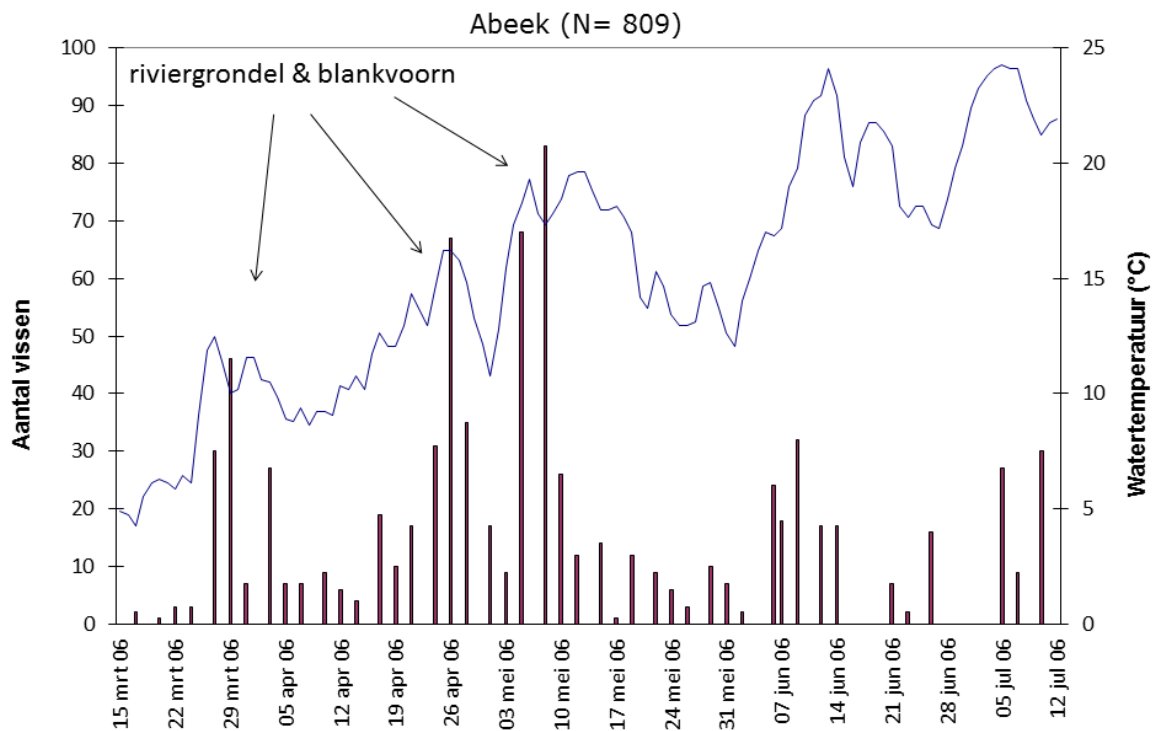
Tabel 1: Effect van temperatuur op paaimigratie en activiteit van enkele in Vlaanderen algemene zoetwatervissoorten.

Vissoort	Effect	Referentie
algemeen	Migratie van vissoorten (o.a. alver, blankvoorn, riviergrondel) door een vistrap in een Poolse laaglandrivier in de lente en vroege zomer was positief gecorreleerd met watertemperatuur	Kotusz et al. 2006
blankvoorn	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Maas bij een temperatuur van 10 tot 15°C	Prignon et al. 1998
	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Dordogne en de Garonne bij een temperatuur hoger dan 11°C	Travade et al. 1998
	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Ringvaart, Mark, Abeek, Zwalm en Bovenschelde bij sterke stijging van de watertemperatuur	Buysse et al. 2002 Baeyens et al. 2006 Buysse et al. 2009 Buysse et al. 2007 Huyscom et al. 2012
	Maximale activiteit bij gezenderde blankvoorns in de rivieren Vesdre, Grote Nete en Kleine Nete bij watertemperatuur tussen 10 en 14°C	Geeraerts et al. 2007
brasem	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Maas bij een temperatuur van 10 tot 15°C	Prignon et al. 1998
kolblei	Verhoogde vangsten in de vistrap in de Mark bij een watertemperatuurstijging van 12 tot 17 °C (1 juni - 5 juni)	Baeyens et al. 2006
	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Maas bij een temperatuur van 10 tot 15°C	Prignon et al. 1998
baars & zonnebaars	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Kleine Nete bij gevoelige stijging van de watertemperatuur van 4°C in 5 dagen tot 14,5°C	Buysse et al. 2006a
rietvoorn	Verhoogde vangsten in de vistrap in de Mark bij een watertemperatuurstijging van 12 tot 17 °C (1 juni - 5 juni)	Baeyens et al. 2006
kopvoorn	Stroomopwaartse verplaatsingen van gezenderde kopvoorns in de Kleine Nete mede als gevolg van een stijging van de watertemperatuur met 5,5°C tussen 11 en 17 april	Buysse et al. 2006b
	Stroomopwaartse paaimigratie van gezenderde kopvoorns in de Grote Nete tijdens de maanden mei, juni en juli waarbij watertemperatuur aanzienlijk steeg met maxima hoger dan 16°C	Coeck et al. 2000 Buysse et al. 2006c
	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Maas bij een temperatuur van 10 tot 15°C	Prignon et al. 1998
serpeling	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Maas bij een temperatuur van 10 tot 15°C	Prignon et al. 1998
	Activiteit om een stuw proberen te passeren in de Rivier Nidd verhoogde met stijgende temperatuur en was maximaal bij een temperatuur van 12- 15°C	Lucas 2000
riviergrondel	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Kleine Nete bij gevoelige stijging van de watertemperatuur van 4°C in 5 dagen tot 14,5°C	Buysse et al. 2006a
	Stroomopwaartse migratie door vistrap in de Mark bij snelle stijging van de watertemperatuur van 10,6°C tot 18°C tussen 1 en 5 mei	Baeyens et al. 2006

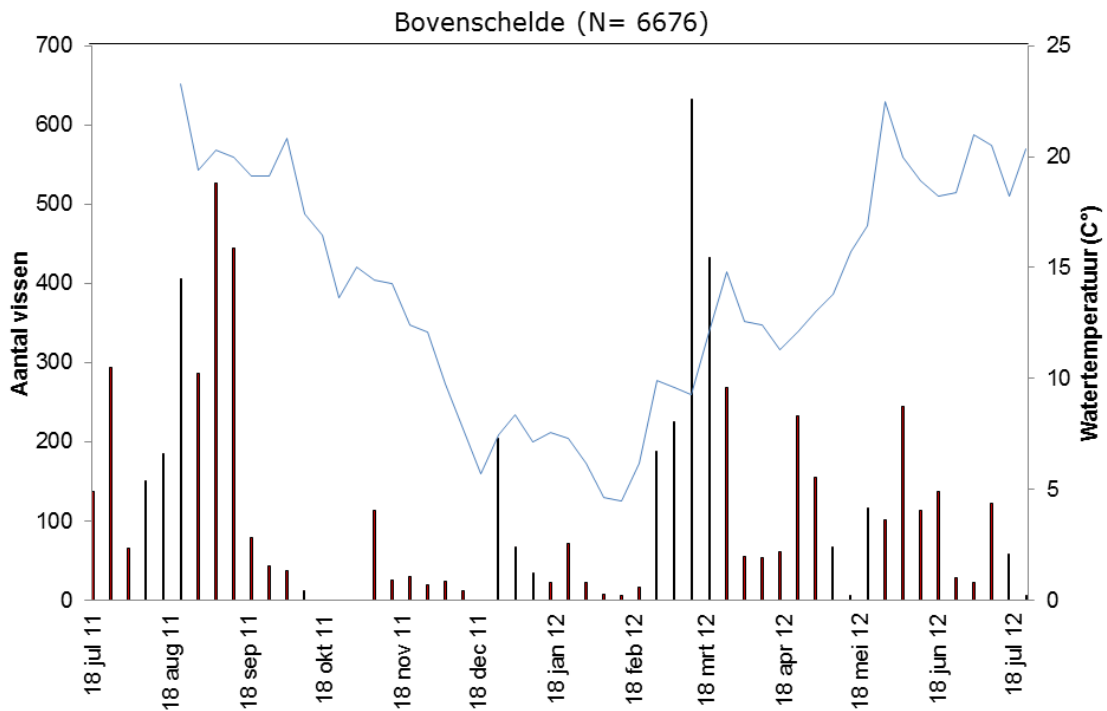
De talrijke evaluatieonderzoeken naar het functioneren van vistrappen in Vlaamse laaglandrivieren, uitgevoerd door het INBO, tonen heel duidelijk dat omvangrijke paaimigratiepieken optreden bij opvallende watertemperatuurstijgingen in het voorjaar van maart tot en met mei (Figuren 2, 3, 4 & 5).



Figuur 2: Omvang en duur van paaimigraties van zoetwatervissoorten in het voorjaar met aanduiding van de migratiepiek(en) van dominante soort(en) en de dagelijkse fluctuaties van de watertemperatuur in een vistrap in de Kleine Nete (boven) en de Mark (onder).

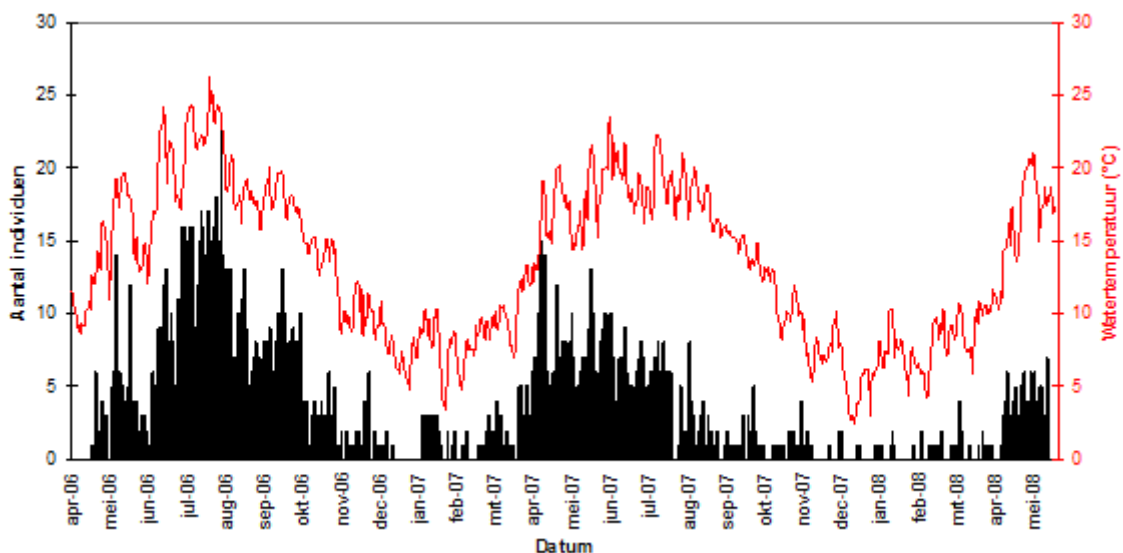


Figuur 3: Omvang en duur van paaimigraties van zoetwatervissoorten in het voorjaar met aanduiding van de migratiepiek(en) van dominante soort(en) en de dagelijkse fluctuaties van de watertemperatuur in een vistrap in de Abeek (boven) en de Zwalm (onder).



Figuur 4: Omvang en duur van de migraties van zoetwatervissoorten gedurende een jaar doorheen een visnevengeul en de dagelijkse fluctuaties van de watertemperatuur in de Bovenschelde in Asper.

Vismigratie doorheen een V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek werd van april 2006 t.e.m. mei 2008 onderzocht met behulp van Passive Integrated Transponder telemetrie (PIT telemetrie). Door de tijdsregistratie bij elke detectie kon worden nagegaan wanneer de gezenderde vissen actief waren en door de vistrap zwommen tijdens de verschillende maanden (Buysse *et al.*, 2009).



Figuur 5: Evolutie van het dagelijks aantal geregistreerde individuen met een zendertje in de vistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt en de dagelijkse watertemperatuur.

Het aantal vissen en detecties in de vistrap vertoont een duidelijk seizoenspatroon (Figuur 5). Met een stijgende watertemperatuur stijgt ook het aantal vissen in de vistrap en het

aantal detecties op de detectieantennes. De meeste activiteit in de vistrap werd genoteerd vanaf april t.e.m. september/oktober bij een watertemperatuur van 10°C of meer. Soorten bij wie in deze periode een duidelijk verhoogde mobiliteit kon vastgesteld worden betreffen paling, blankvoorn, bruine Am. dwergmeerval, baars en in mindere mate ook kopvoorn. In de wintermaanden worden deze soorten weinig gedetecteerd. De verhoogde activiteit in de vistrap staat rechtstreeks in verband met de verhoogde mobiliteit van vissen bij een hogere watertemperatuur.

1.4.2.2 Effect van debiet op vismigratie

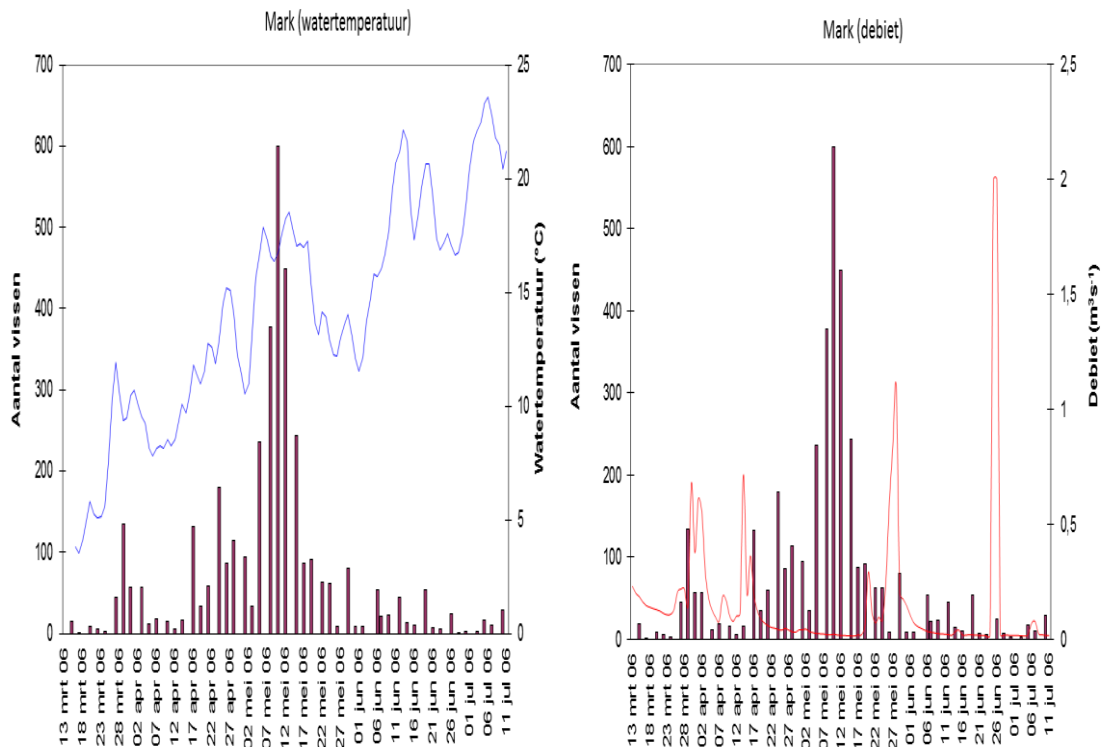
In onderstaande tabel wordt een beperkt overzicht gegeven van (inter)nationaal vismigratieonderzoek, inclusief referenties, waarin het effect van debiet op de migratie en activiteit van enkele vissoorten werd aangetoond. Vooral bij zalmachtigen is gekend dat zij stroomopwaarts migreren tijdens of volgend op een verhoogde afvoer. Al dan niet afhankelijk van het levensstadium kunnen ook rheofiele of stroomminnende soorten zoals riviergrondel en kopvoorn stroomopwaarts migreren bij verhoogd debiet. Voor juveniele vissen en kleine of middelgrote vissoorten zijn vaak lagere of gemiddelde debietwaarden vereist om succesvol door visdoorgangen te kunnen migreren.

Tabel 2: Effect van debiet op migratie en activiteit van enkele vissoorten en levensstadia.

Vissoort / levensstadium	Effect	Referentie
alle aanwezige vissoorten	Geen opvallende verhoogde vangsten in de vistrap in de Mark tijdens of na piekdebieten	Baeyens et al. 2006
	Licht verhoogde vangsten in de vistrap in de Kleine Nete na een hevig onweer	Buysse et al. 2006a
juveniele vissen, kleine & middelgrote vissoorten	Vereisen lagere debietwaarden om hun bewegingen door een vistrap in de Elbe te vergemakkelijken (uitzondering: riviergrondel*)	Prchalová et al. 2011
blankvoorn (onvolwassen & adult)	Maximale aantallen migreren door vistrap in de Elbe bij gemiddelde afvoer	Prchalová et al. 2011
alver (adult)	Maximale aantallen migreren door vistrap in de Elbe bij gemiddelde afvoer (140-270 m ³ s ⁻¹)	Prchalová et al. 2011
alver (onvolwassen)	Afnemende aantallen in een vistrap in de Elbe bij verhoogd debiet	Prchalová et al. 2011
riviergrondel	Vereist hogere debietwaarden voor zijn migratie door een vistrap in de Elbe	Prchalová et al. 2011
kopvoorn (adult)	Opvallende stroomop- of stroomafwaartse verplaatsing van enkele gezenderde dieren vermoedelijk als reactie op een piekdebiet en een verhoogd debiet in de daaropvolgende dagen	Buysse et al 2006b
	Hogere abundantie van adulte kopvoorn in een vistrap in de Elbe bij hogere afvoer	Prchalová et al. 2011
kopvoorn (onvolwassen)	Afnemende aantallen in een vistrap in de Elbe bij verhoogd debiet	Prchalová et al. 2011
zalmachtigen	Stroomopwaartse paaimigratie tijdens of volgend op hoge afvoer	Jonsson et al. 1991

1.4.2.3 Migratie door een vistrap versus temperatuur en debiet

Onderstaande figuren tonen de aantallen vissen die door een bekkenvistrap in de Mark in Meersel-Dreef zijn gemigreerd waarbij respectievelijk ook de dagelijks watertemperatuur (links) en het debiet (rechts) in de periode maart – juli 2006 worden weergegeven. In de eerste helft van mei werden duidelijke migratiepieken genoteerd van in totaal meer dan 2.000 vissen, in hoofdzaak blankvoorn en riviergrondel, die duidelijk getriggerd werden door een sterke watertemperatuurstijging. Deze grote aantallen vissen migreerden door de vistrap in een periode waarbij de Mark een basisdebiet en dus geen migratie-`triggerende'-rol had.



Figuur 6: Timing van de paaimigratie van zoetwatervissen, in hoofdzaak blankvoorn en riviergrondel, door een bekkenvistrap en de dagelijkse fluctuaties van de watertemperatuur (links: blauwe lijn) en het debiet (rechts: rode lijn) in de Mark.

2 Timing van migratie

Verschillende soorten die leven in verschillende delen van het stroomgebied van een rivier zullen op verschillende momenten in het jaar migreren waarbij ook verschillen optreden in duur en omvang van deze migraties (Lucas & Baras 2000). Niet enkel paaimigratie maar ook de stroomopwaartse 'feeding' migratie en migratie naar overwinteringsgebieden van juveniele en subadulte vissen kan heel omvangrijk zijn (Prchalová *et al.*, 2006; Buysse *et al.*, 2003).

Zoals reeds geïllustreerd in paragraaf 1.4 kan de aard en omvang van migraties beïnvloed worden door zowel biotische als abiotische omgevingsfactoren.

2.1 Seizoensale vismigratie

Tabel 3: Beperkt overzicht van in Vlaanderen veel voorkomende en gewenste vissoorten met vastgestelde periodes van stroomopwaartse paaimigratie van adulten (■) en stroomopwaartse migratie van juvenielen en subadulten (■).

Vissoort (levensstadium)	Migratieperiode (stroomopwaarts)												Referenties	
	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec		
alver														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
alver (juveniel en subadult)														Prchalová et al. 2006
baars														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
beekprik														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
bermpje														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
bittervoorn														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
blankvoorn														Buyse et al. 2002; Baeyens et al. 2006;
blankvoorn (juveniel en subadult)														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
bot (juveniel)														Prchalová et al. 2006; Buyse et al. 2002
drie doornige stekelbaars														Buyse et al. 2002 & 2003
karper														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
kleine modderkruiper														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
kolbief														Buyse et al. 2002;
kolbief (juveniel)														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
kopvoorn														Buyse et al. 2002
paling (glasaal)														Buyse et al. 2006b & 2006c; Coeck et al. 2009;
paling (elver)														Mouton et al. 2011 & 2014;
paling (gele aal)														Buyse et al. 2012 + niet gepubliceerde data
kwabaal														Depuydt 2011
pos														Buyse et al. 2009
rietvoorn														Dillen et al. 2005
riviergrondel														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
rivierprik														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
serpeling														Vandelaanotte et al. 1998; Knaepkens et al. 2004
serpeling (juveniel en subadult)														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
snoek														Stevens et al. 2009; Buyse et al. 2004;
snoekbaars														Maes & Ollevier 2005; Coenen et al. 2013
spiering														Dillen et al. 2006
tiendoornige stekelbaars														Prchalová et al. 2006
vetje														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
winde														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
zeelt														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
zeeprik														Coenen et al. 2013 en referenties daarin
														Pauwels et al. (in progress);
														Stevens et al. 2009 en referenties daarin

2.2 24 uur-activiteit/migratie

Vismigratie doorheen een V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeeek werd van april 2006 t.e.m. mei 2008 onderzocht met behulp van Passive Integrated Transponder telemetrie (PIT telemetrie). Door de tijdsregistratie bij elke detectie kon worden nagegaan wanneer de gezenderde vissen actief waren en door de vistrap zwommen binnen een etmaal (Buyse et al., 2009).

Na analyse van het aantal detecties per vissoort in de vistrap kon afgeleid worden dat er heel wat verschillen zijn tussen de soorten (interspecifieke variatie). Een aantal soorten wordt vooral overdag gedetecteerd terwijl andere soorten vooral tijdens de schemering en/of nacht actief worden. Een aantal soorten was ofwel vooral dag- ofwel nachttactief. Dagactieve soorten zijn blankvoorn, baars en karper terwijl paling, bruine Am. dwergmeerval en kopvoorn schemer- en nachttactieve soorten zijn (Tabel 3).

Tabel 4: Procentuele verdeling van het aantal PIT-detecties overdag en 's nachts van een aantal dag-actieve soorten (van boven naar onder: blankvoorn n=28, baars n=15, karper n=3) en van een aantal nacht-actieve soorten (van boven naar onder: paling n=62, bruine Amerikaanse dwergmeerval n=50, kopvoorn n=6) in de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt (Buisse *et al.*, 2009).

Vissoort	Hoofdzakelijk actief tijdens:	
	Dag	Nacht
blankvoorn	73%	27%
baars	90%	10%
karper	93%	7%
paling	13%	87%
bruine Am. dwergmeerval	7%	93%
kopvoorn	21%	79%

3 Temporele vismigratie (uit: Kranenbarg *et al.*, 2013)

Uitgaande van de historische situatie, waarbij het water bij hogere afvoeren langs watermolens stroomde, is in 2010 het concept van een temporele migratie zone (TMZ) ontwikkeld. Het uitgangspunt hierbij is dat naast stuwen een laagte gegraven wordt waardoor bij hogere afvoeren water gaat stromen en vismigratie tussen beektrajecten mogelijk is, bijvoorbeeld op weg naar paaiplaatsen. Hogere afvoeren treden vooral vroeg in het jaar op, juist in de periode waarin veel stromingsminnende vissoorten zich voortplanten.

Gebruik temporele migratiezone (TMZ):

Het onderzoek naar migratie door een temporele migratiezone is uitgevoerd in de Itterbeek in het traject nabij Ittervoort. Om de migratie van vissen door de temporele migratiezone te onderzoeken is een telemetriesysteem van OREGON-RFID gebruikt. Met dit systeem zijn individuele vissen die voorzien zijn van een zogenaamde PIT (Passive Integrated Transponder) te volgen. Tijdens de onderzoeksperiode zijn vijf soorten gedetecteerd in de temporele migratiezone. Van de 96 individuen waarvan is vastgesteld dat ze zich ten tijde van het onderzoek in het traject benedenstrooms van de temporele nevengeul bevonden, zijn 12 individuen gedetecteerd in de monding van de temporele nevengeul. Deze vissen zijn aangetroffen vanaf begin april met een piek in de tweede helft van april tot begin mei. Het betreft vooral stromingsminnende soorten; vier riviergrondels, vier kopvoorns en één berrmpje. Hiernaast zijn ook twee zonnebaarzen en één karper gedetecteerd. In de maanden juni en juli zijn er geen gezenderde vissen in de temporele nevengeul gedetecteerd. Begin augustus zijn drie kopvoorns gedetecteerd waarvan twee individuen ook in april opgetrokken waren hetgeen duidt op een tweede migratiepiek van kopvoorn. Hieruit valt ook af te leiden dat maar een beperkt deel (16%) van de kopvoornpopulatie naar de TMZ is gemigreerd. De karper, de twee zonnebaarzen en drie riviergrondels zijn slechts éénmaal door het station in de nevengeul gedetecteerd en vervolgens ook niet meer stroomafwaarts van de nevengeul met het mobiele station waargenomen. Dit duidt er op dat deze vissen door de TMZ heen

gemigreerd zijn en zich in het bovenstroomse beektraject gevestigd hebben. De drie kopvoorns die in april de TMZ introkken, zijn binnen enkele weken weer benedenstrooms ervan aangetroffen. Het is aannemelijk dat deze dieren enige tijd bovenstrooms van de TMZ verbleven. Een riviergrondel en een berrmpje zijn gedurende een lange tijd (minimaal een week) dagelijks en gedurende meerdere uren (doorgaans 's nachts) in de TMZ gedetecteerd. Dit wijst erop dat deze dieren de TMZ gebruikten als foerageerhabitat. De 'fish counter' liet een migratiebeeld zien dat sterk overeen komt met het beeld van de gedetecteerde individuen. Het aantal detecties lag doorgaans hoger doordat met de 'fish counter' ook niet gezenderde vissen geregistreerd worden. De voorjaarspiek in vismigratie valt samen met een grote waterafvoerpiek in deze periode. Nadat de afvoer daalt, stagneert de migratie. Ook de migratiepiek van kopvoorn in augustus lijkt gerelateerd te zijn aan een periode met sterk verhoogde waterafvoer.

Conclusie

In bovenstaande toelichting werden enkele belangrijke aspecten en onderzoeksresultaten van vismigratie besproken. In deze conclusie worden de wetenschappelijke argumenten samengevat in relatie tot het concept temporele vismigratie.

1. Wat houdt het concept temporele vismigratie in ?

Een temporele visdoorgang is een migratiefaciliteit die enkel watervoerend is bij hoge debieten, die dan niet volledig door de molen verwerkt kunnen worden. Hierdoor is stroomopwaartse vismigratie rond de molen slechts tijdelijk mogelijk. Permanente vrije vismigratie (dagelijks en jaarrond) langs het knelpunt wordt met deze maatregel niet mogelijk gemaakt.

2. Wat leert het praktijkvoorbeeld in de Itterbeek ons ?

Tijdens de de monitoringscampagne van de temporele visnevengeul in de Itterbeek te Ittervoort bereikten slechts zes tot vermoedelijk negen gezenderde vissen het bovenstrooms pand. Het betrof o.a. drie stroomminnende riviergrondels en drie stroomminnende kopvoorns. Er was dus beperkte uitwisseling van soorten tussen het beneden- en bovenstrooms pand. Omvangrijke migratiepieken werden noch met de PIT-telemetriestudie noch met de fish counter vastgesteld. Uit de resultaten van deze studie kan dus niet besloten worden dat een vismigratieknelpunt efficiënt weggewerkt kan worden via het concept van temporele vismigratie.

3. Voor welke vissoorten is vrije vismigratie noodzakelijk ?

Vismigratie moet mogelijk zijn voor alle soorten, zowel voor soorten die binnen eenzelfde traject van een beek of rivier migreren (bv. rivierdonderpad) als voor soorten die tussen beek- of riviersystemen migreren (bv. winde) of tussen zee en zoet (bv. paling).

4. Waarom is vrije vismigratie noodzakelijk ?

Vissen moeten in stroomop- en stroomafwaartse richting kunnen migreren, zoals gezegd over kleine tot (middel)grote afstanden, op zoek naar paai-, opgroei- en overwinteringgebieden. Vrije migratie tussen verschillende habitats, ongeacht de omvang van de bewegingen, van enkele honderden meters tot honderden kilometers, is noodzakelijk voor alle zoetwatervissoorten.

5. Wat prikkelt vissen om te migreren ?

Migratiebewegingen bij zoetwatervissoorten in Vlaamse laaglandbeken en -rivieren zijn het resultaat van heel wat prikkels. Temperatuur en debiet zijn belangrijke prikkels voor stroomopwaartse migratie.

Temperatuur als prikkel:

Zoals uitgebreid werd aangetoond in de toelichting is een belangrijke, zometeen de belangrijkste prikkel voor het starten van stroomopwaartse paaimigratie in het voorjaar een stijging van de watertemperatuur. In het voorjaar treden sterke stijgingen van de watertemperatuur op tijdens warmere drogere periodes. De stroomopwaartse paaimigratie van verschillende soorten, die vaak kort en omvangrijk kan zijn, kan verhinderd worden aangezien de kans groot is dat de temporele visdoorgang op dat moment niet watervoerend zal zijn. Vissen zullen zich ophopen en concentreren ter hoogte van het migratieknelpunt met sterk verhoogde kans om gepredeerd te worden en daardoor energie en tijd verliezen waardoor ze mogelijk niet of niet tijdig de paaiplaatsen zullen bereiken. Bij soorten die op temperatuur reageren en minder op debiet bestaat de kans dat ze ter hoogte van de temporele migratiefaciliteit nooit kansen krijgen om stroomopwaarts te migreren wat kan leiden tot een daling in genetische variatie of zelfs lokaal tot extinctie. Hoge debieten als gevolg van verhoogde neerslag doet de watertemperatuur doorgaans dalen waardoor er in deze periodes ook geen omvangrijke paaimigraties zullen plaatsvinden voor heel wat soorten.

Afvoer of debiet als prikkel:

Ook het debiet in een beek of rivier kan, zoals werd aangetoond, een effect hebben op de migratie en activiteit van enkele vissoorten. Vooral bij zalmachtigen is gekend dat zij stroomopwaarts migreren tijdens of volgend op een verhoogde afvoer. De aanwezigheid van zalmachtigen (i.e. beekforel) in Vlaanderen is beperkt tot enkele bovenlopen van rivieren. Al dan niet afhankelijk van het levensstadium kunnen ook rheofiele of stroomminnende soorten zoals riviergrondel en kopvoorn stroomopwaarts migreren bij verhoogd debiet en dus gebruik maken van een temporele vismigratiefaciliteit zoals ook in de studie in de Itterbeek in zeer beperkte mate kon aangetoond worden (3 kopvoorns en 3 riviergrondels). Voor juveniele vissen en kleine of middelgrote vissoorten zijn vaak lagere of gemiddelde debietwaarden vereist om succesvol door visdoorgangen te kunnen migreren. Daarenboven werd in het aangehaalde onderzoek aangetoond dat bij stroomminnende soorten zoals kopvoorn en riviergrondel stroomopwaartse paaimigratie in de eerste plaats gestimuleerd wordt door temperatuur.

We mogen dus besluiten dat de watertemperatuur een belangrijker trigger is voor stroomopwaartse paaimigratie bij de meeste zoetwatervissoorten in Vlaanderen dan een verhoogd debiet en dat een verhoogd debiet stroomopwaartse migratie van sommige soorten en/of levensstadia zelfs bemoeilijkt of verhindert.

6. Wanneer moeten vissen vrij kunnen migreren ?

De wetenschappelijke toelichting toont dat verschillende soorten die leven in verschillende delen van het stroomgebied van een rivier op verschillende momenten in het jaar migreren waarbij ook verschillen optreden in duur en omvang van deze migraties. Niet enkel paaimigratie maar ook de stroomopwaartse 'feeding' migratie en migratie naar overwinteringsgebieden van juveniele en subadulte vissen in het najaar kan heel omvangrijk zijn. Vismigratie moet dus jaarrond mogelijk zijn om de verschillende vissoorten de kans te geven stroomopwaarts te migreren.

Een aantal soorten migreren vooral overdag terwijl andere soorten vooral tijdens de schemering en/of nacht actief worden. Dagactieve soorten betreffen bijvoorbeeld blankvoorn, baars en karper terwijl bijvoorbeeld paling, bruine Am. dwergmeerval en kopvoorn schemer- en nachtactieve soorten zijn. Vismigratie moet dus 24 uur per dag mogelijk zijn om de verschillende vissoorten de kans te geven stroomopwaarts te migreren.

Al naargelang het seizoen of het moment van de dag zullen bepaalde soorten en/of levensstadia meer, minder of geen kansen hebben om de temporele migratiefaciliteit te benutten.

7. Kan er geopteerd worden voor temporele vismigratie bij de sanering van vismigratieknelpunten?

Gezien een verhoogd debiet slechts een beperkt aantal stroomminnende vissoorten of levensstadia prikkelt om stroomopwaarts te migreren is toepassing van temporele vismigratie in Vlaanderen niet zinvol.

8. Wettelijk kader

Op basis van de opgesomde wetenschappelijke argumenten kan besloten worden dat temporele vismigratiefaciliteiten in laaglandbeken slechts heel beperkte en tijdelijke vrije vismigratie mogelijk maken. Het concept voldoet daarom niet aan Vlaamse, Benelux of Europese regelgeving die het herstel van vrije vismigratie beogen zoals in het Decreet Integraal Waterbeleid, de Benelux-beschikking inzake vrije vismigratie, de Palingverordening en de Kaderrichtlijn Water.

Referenties

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

Bruylants B., Vandellanoot A. & Verheyen R.F. (1986). The movement pattern and density distribution of perch, *Perca fluviatilis* L., in a channelized lowland river. *Aquaculture and fisheries management*, 17: 49-57.

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

Buysse D., Baeyens R., Martens S. & Coeck J. (2006b). Onderzoek naar het migratiegedrag van blankvoorn en kopvoorn ter hoogte van de vistrap in de Kleine Nete in Herentals. INBO.R.2006.20. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

Buysse D., Baeyens R., Martens S. & Coeck J. (2006c). Radiotelemetrieonderzoek naar het gebruik van een bekkenvistrap door kopvoorn. INBO.R.2006.22. Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek, Brussel.

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

Buysse D., Baeyens R., Martens S., Coeck J. (2009). Evaluatie van de V-vormige bekkenvistrap aan de Voorste Luysmolen in de Abeek in Bocholt. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2009(33). INBO: Brussel. 82 pp.

Buysse D., Martens S., Baeyens R., & Coeck J. (2003). Onderzoek naar de migratie van vissen tussen Boven-Zeeschelde en Bovenschelde. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2004.02. Brussel.

Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Jacobs Y., Stevens M., Van den Neucker T., Coeck J. (2012). Glasaalmigratie ter hoogte van het sluiscomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2012.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO): Brussel. 42 pp.

Buysse D., Vlietinck K., Martens S., Baeyens R., & Coeck J. (2002). Onderzoek naar vismigratie in de Ringvaart aan de sluis van Evergem. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2003.06. Brussel.

Coeck J., Collazo S., Meire P., Verheyen R. (2000). Herintroductie en herstel van kopvoornpopulaties (*Leuciscus cephalus*) in het Vlaamse Gewest : wetenschappelijke opvolging van lopende projecten en onderzoek naar de habitatbinding in laaglandrivieren. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud, 2000(15). Instituut voor Natuurbehoud: Brussel. ISBN 90-403-0157-3. 176 pp.

Coenen J., Antheunisse M., Beekman J. & Beers M. (2013). Handreiking Vispassages in Noord-Brabant. Waterschap De Dommel, waterschap Aa en Maas & waterschap Brabantse Delta.

Depuydt C. (2011). Remediëring van het vismigratieknelpunt in het Kanaal Gent-Oostende te Brugge: mogelijkheden en relevantie voor de optrek van paling. Masterproef Howest – departement Academische Bachelor- en Masteropleidingen, Graaf Karel de Goedelaan 5, 8500 Kortrijk.

Dillen A., Martens S., Baeyens R. & Coeck J. (2005). Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (*Lota Lota L.*), ter voorbereiding van het herstel van de soort in het Vlaamse Gewest. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2005.04, Brussel.

Dillen A., Martens S., Baeyens R., Coeck J. (2006). Onderzoek naar de haalbaarheid van het herstel van serpelingpopulaties in waterlopen van het Vlaamse gewest. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2006(14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel. 129 pp.

Geeraerts C., Ovidio M., Verbiest H., Buysse D., Coeck J., Belpaire C. & Philippart J.-C. (2007). Mobility of individual roach *Rutilus rutilus* (L.) in three weir-fragmented Belgian rivers. *Hydrobiologia* 582: 143-153.

Jonsson N., Hansen L.P. & Jonsson B. (1991). Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic Salmon in relation to river discharge. *Journal of Animal Ecology* 60(3): 937-947.

Knaepkens G., Bruyndoncx L. & Eens M. (2004). Assessment of residency and movement of the endangered bullhead (*Cottus gobio*) in two Flemish rivers. *Ecol. Freshw. Fish*, 13, 317-322.

Kotusz J., Witkowski A., Baran M. & Blachuta J. (2006). Fish migrations in a large lowland river (Odra R., Poland) - based on fish pass observations. *Folia Zoologica* 55(4): 386-398.

Kranenbarg J., Lenders R., de Mars H., Kemper J. & Dehing S. (2013). Migratie door een temporele migratiezone en habitatgebruik van vissen in de Itterbeek. RAVON 49, september 2013, jaargang 15, nummer 3.

Kubečka J. & Vostradovský J. (1995). Effects of dams, regulation and pollution on fish stocks in the Vltava river in Prague. *Regulated Rivers: Research and Management*, 10, 93-98.

Lucas M. C. & Baras E. (2001). Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Ltd., Oxford. 440 pp.

Lucas M. C. (2000). "The influence of environmental factors on movements of lowland-river fish in the Yorkshire Ouse system." *Science of the Total Environment* 251: 223-232.

Maes J. & Ollevier F. (2005). Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de zeeprik. Studierapport in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang. Leuven. 17 pp.

Mouton A.M., Huysecom S., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T. & Coeck J. (2014). Optimisation of adjusted barrier management to improve glass eel migration at an estuarine barrier. *Journal of coastal conservation* 18, 111-120.

Mouton A.M., Stevens M., Van den Neucker T., Buysse D. & Coeck J. (2011). Adjusted barrier management to improve glass eel migration at an estuarine barrier. *Marine ecology progress series* 439, 213-222.

Northcote, T. G. (1998). Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. *Fish Migration and Fish Bypasses*. M. Jungwirth, S. Schmutz and S. Weiss, Eds. Oxford - London - Berlin, Blackwell Science Ltd. Fishing News Books: 3-18.

Pauwels et al. (in progress) Evaluatie van twee potentiële migratieknelpunten voor vis in de Demer (Diest). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, in progress. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO): Brussel.

Prchalova M., Horky P., Slavik O., Vetesnik L. & Halacka K. (2011). Fish occurrence in the fishpass on the lowland section of the River Elbe, Czech Republic, with respect to water temperature, water flow and fish size. *Folia Zoologica* 60(2): 104-114.

Prchalova, M., Vetesnik L. & Slavik O. (2006). Migrations of juvenile and subadult fish through a fishpass during late summer and fall. *Folia Zoologica* 55(2): 162-166.

Prignon C., Micha J.C. & Gillet A. (1998). Biological and environmental characteristics of fish passage at the Tailfer dam on the River Meuse, Belgium. In Jungwirth M., Schmutz S. & S. Weiss (eds), *Fish Migration and Fish Bypasses*, Fishing News Books, Blackwell Science, Cambridge : 69-84.

Raeymaekers J.A.M., Raeymaekers D., Koizumi I., Geldof S., Volckaert F.A.M., (2009). Guidelines for restoring connectivity around water mills: a population genetic approach to the management of riverine fish. *Journal of Applied Ecology* 46: 562-571.

Schulz U. & Berg R. (1987). The migration of ultrasonic-tagged bream, *Abramis brama* (L.), in lake Constance (Bodensee-Untersee). *Journal of Fish Biology*, 31: 409-414.

Stevens M., Van den Neucker T., Mouton A., Buysse D., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y., Gelaude E., Coeck J. (2009). Onderzoek naar de trekvissoorten in het stroomgebied van de Schelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2009(9). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel. 188 pp.

Travade F., Larinier M., Boyer-Bernard S. & Dartiguelongue J. (1998). Performance of four fishpass installations recently build on two rivers in south-west France. In: Jungwirth M., Schmutz S. & Weiss S. (eds), *Fish migration and fish bypasses*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Ltd, Oxford: 146-170.

Vandelannoote A., Yseboodt R., Bruylants B., Verheyen R., Coeck J., Maes J., Belpaire C., Van Thuyne G., Denayer B., Beyens J., De Charleroy D. & Vandenabeele P. (1998) Atlas van de Vlaamse beek- en Riviervissen. Water Energik Vlario (WEL vzw), Wijnegem.

Vogel D.A. (1993). Need for Updating Fish Protection Facilities for Anadromous and Resident Fish Stocks in the West Coast of North America. In: *Fish Passage Policy and Technology* (ed. Bates), pp. 69-74.: Proceedings of a Symposium sponsored by the Bioengineering Section of the American Fisheries Society, Portland, Oregon, USA.

Wootton, R.J. (1992). *Fish ecology*. Chapman and Hall, New York. 212 pp.