



Vlaanderen
is wetenschap

Evaluatie van de vismigratie in de Dijle ter hoogte van de Bovenstuw in Mechelen

Sophie Vermeersch, Raf Baeyens, Nico De Marteleire, Emilie Gelaude, Ine Pauwels, Sébastien Pieters,
Karen Robberechts, Johan Coeck

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Sophie Vermeersch, Raf Baeyens, Nico De Marteleire, Emilie Gelaude, Ine Pauwels, Sébastien Pieters, Karen Robberechts, Johan Coeck
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

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

Vestiging:

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

e-mail:

sophie.vermeersch@inbo.be

Wijze van citeren:

Vermeersch, S., Baeyens, R., De Marteleire, N., Gelaude, E., Pauwels, I., Pieters, S., Robberechts, K. & Coeck, J. (2016). Evaluatie van de vismigratie in de Dijle ter hoogte van de Bovenstuw in Mechelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.12464189

D/2017/3241/107**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (14)**

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

de Bovenstuw op de Dijle te Mechelen

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Waterwegen & Zeekanaal NV, Afdeling Zeeschelde
Anna Bijnsgebouw
Lange Kievitstraat 111-113 bus 44
2018 Antwerpen



Waterwegen en Zeekanaal NV
weg van water



Evaluatie van de vismigratie in de Dijle ter hoogte van de Bovenstuw in Mechelen

Sophie Vermeersch, Raf Baeyens, Nico De Marteleire, Emilie Gelaude, Ine Pauwels, Sébastien Pieters, Karen Robberechts, Johan Coeck

Dankwoord/Voorwoord

Hiebij zou ik volgende personen van W&Z, Afdeling Zeekanaal willen bedanken voor hun vriendelijke medewerking met betrekking tot de logistieke steun en het verzamelen van data: Cathérine van Hoebeeck, Johan Staldeer en Leon Van Hansewyck.

Samenvatting

Vrije vismigratie is essentieel voor alle diadrome vissen, die omvangrijke verplaatsingen ondernemen tussen leefgebieden in zee en zoetwater. Ook voor de meeste potamodrome vissoorten die zich binnen het 'zoete' riviersysteem verplaatsen is migratie noodzakelijk om te overleven en hun populaties in stand te houden. In Vlaanderen worden vissen regelmatig verhinderd in deze vrije migratie en beweging door kunstwerken in onze waterlopen, die bepalend zijn voor scheepvaart of oppervlaktewaterhuishouding. Meer dan de helft van de zoetwatervissen in Vlaanderen zijn dan ook uitgestorven, met uitsterven bedreigd, bedreigd of kwetsbaar. Om dit tegen te gaan werd per wet vastgelegd in o.a. de Benelux-beschikking van 1996 en 2009 dat de betrokken regering de vrije vismigratie in alle hydrografische stroomgebieden moet verzekeren.

Een mogelijk vismigratieknelpunt bevindt zich op de Dijle stroomopwaarts Mechelen. De Dijle is onderhevig aan het getij tot Werchter. In Mechelen wordt de horizontale getijdenbeweging gestopt door de stuw. Stroomopwaarts van de stuw wordt het waterpeil bij hoogwater echter nog wel beïnvloed door de tijwerking (10-20 cm doottij en 20-80 cm springtij). Tot voor kort vormde de stuw een gedeeltelijke barrière voor de stroomopwaartse migratie van vissen. Hieraan werd getracht te remediëren door het instellen van een vismigratiestand. Deze studie beoogt de evaluatie van deze migratiestand aan de hand van akoustische telemetrie. Op deze manier wordt de migratieroute van de proefvissen gevolgd en kan geëvalueerd worden als ze de hindernis kunnen passeren.

In totaal werden 35 vissen gezenderd van 5 verschillende soorten en 2 hybriden: karper, Europese meerval, bot, blankvoorn, paling, blankvoorn x rietvoorn, blankvoorn x brasem. Voor 21 van hen, kon via het zenderen, migratiebewegingen voorbij de stuw vastgesteld worden. Er werden ook signalen gedetecteerd van een proefvis die in het kader van een vorig project werd gezenderd.

De vispassages voorbij de stuw werden gerelateerd tot de waterpeilen stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw. Oorspronkelijk was het de bedoeling om de geregistreerde stuwbewegingen in relatie te brengen tot de vispassages voorbij de stuw. Door een defect aan de stuw werden deze bewegingen echter onvolledig of helemaal niet geregistreerd. Hierdoor werd de optie weerhouden om de stuwpassages te vergelijken met de geregistreerde waterstanden stroomafwaarts en -opwaarts van de stuw. Op 20 oktober raakte de stuw defect waardoor deze volledig open bleef tot het einde van de metingen. Deze toestand was er de aanleiding toe om na te gaan als dit een invloed had op vismigratie en deze toestand gepaard zou gaan met een verhoogde vismigratie na 20 oktober.

Vismigratie voor vissen met een benthische levenswijze, zoals bot, wordt belemmerd wanneer één van beide stuwpanelen op de bodem blijft staan en er geen lozing onder de panelen mogelijk is. Ook wanneer de stroming onder de panelen te sterk wordt door een groot verval tussen de opwaartse en afwaartse peilen, is dit het geval. Voor bot, werd in de periode tussen eind september/ begin oktober en de periode eind oktober/ begin november, een verhoogde piek waargenomen. Dit is een aanwijzing dat het stuwbeheer efficiënt gebeurt om vismigratie mogelijk te maken.

Analoge conclusies kunnen ook voor paling worden getrokken, een soort met een vergelijkbare levenswijze als bot. Pieken van stuwpassages werden waargenomen gedurende de maanden mei/juni en september. Mogelijks komt dit deels overeen met migratiepieken, weliswaar indachtig dat ook talrijke lokale verplaatsingen werden gedetecteerd. In het bijzonder gedurende de maanden mei/ juni werden detecties van honkvaste individuen geregistreerd. Uit deze analyse is het eveneens duidelijk dat de vrije stuwdoorgang na 20 oktober geen impact heeft op het aantal stuwpassages.

De vissoorten met een combinatie van demersale en pelagische levensstijlen vertonen een analoog beeld. Voor karper werden slechts twee individuen gezenderd, met beiden slechts een passage voorbij de stuw. Europese meerval vertoont over de ganse periode een patroon met regelmatige passages. Algemeen gezien vertonen de meervallen een verhoogde activiteit tussen de maanden april en juli, waarbij eveneens waargenomen wordt dat de vrije stuwdoorgang na 20 oktober de migratiemogelijkheden van de soort niet beïnvloedt.

Voor de soorten met pelagische levensstijl kwamen slechts twee individuen in aanmerking om te zenderen (kruisingen met blankvoorn). Slechts een ervan leverde resultaten op, waaruit men kan afleiden dat ook voor vissen die zich hoger in de waterkolom bevinden, de stuw passerbaar is.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

De resultaten van deze studie tonen aan dat de bovenstuw in Mechelen geen knelpunt vormt voor stroomopwaartse vismigratie, mits het aanhouden van een vismigratiebeheer. Door de stuw passeerbaar te maken door het optrekken van de benedenschuiven en het beperken van de stroomsnelheid onder de stuw, is migratie niet meer beperkt periodes waarbij de stuw overstroomt. De studie was gericht op diverse soorten met verschillende levensstijl (benthisch/ demersaal/ pelagisch). Voor geen enkele soort bleek de stuw een hindernis te vormen.

English abstract

Free migrations are essential for all diadromous fish species, that have to perform extensive migrations between their marine and freshwater habitats. Even for the potamodromous species, that remain in the freshwater river systems, migration is necessary to survive and preserve their populations. In Flanders, fish are often obstructed in their migrations by engineering structures meant for shipping or surface water management. Consequently, more than half of the freshwater fish species in Flanders are regionally extinct, (critically or near) endangered or vulnerable. To rehabilitate fish populations or prevent further loss, the Benelux decision of 1996 and 2009 about free fish migration states that the member states should guarantee free fish migration in all hydrographic basins.

A potential obstacle is the location on the Dijle, upstream of Mechelen. The Dijle is subject to the tide until Werchter. The horizontal tidal movement is halted by the weir upstream from Mechelen. Upstream from the weir, the water level at high tide is still influenced by the tidal dynamics (10-20 cm neap tide and 20-80 cm spring tide). Until recently, the weir formed partially a physical barrier for the upstream migration of fish. An attempt has been made to resolve these shortcomings by the setting of a fish migration position. The study aims the evaluation of this fish migration position by acoustic telemetry. Using this method, the migration route of the test fish can be tracked and evaluated whether they could pass the weir.

A total of 35 fish were tagged of 5 different species and 2 hybrids: carp, European catfish, flounder, roach, eel, roach x rudd, roach x bream. In first instance, we evaluated the route of each fish followed during the study. Furthermore, we evaluated when the tagged fish passed the weir. That happened for 21 of them.

Fish passages beyond the weir were related to the water levels up- and downstream of the weir. The aim was originally to relate the registered weir operations to the fish passages beyond the weir. Due to a breakdown of the weir, the operations of the weir were merely partially or not registered at all. As a result, the option was withheld to compare the weir passages with the registered water levels up- and downstream the weir. The defect occurred on 20 October, leaving the weir completely open until the end of the measurements. This condition was the reason to investigate if the open weir resulted in an increased fish migration after 20 October.

Fish migration for fish with a benthic life form, as flounder, is obstructed when one of both weir panels remain on the bottom and the discharge under the panels is prevented. Fish migration is also hampered when the flow under the panels is too strong, due to the large drop between the up- and downstream levels. For one flounder, an increased migration peak was observed in the period between end September/ beginning October and the period end October/ beginning November. This is an indication that the weir management occurs efficiently to enable fish migration.

Similar conclusions could be drawn for eel, a species with a comparable life form as flounder. Enhanced weir passages were observed during the period May/ June and September. This coincides possibly with the migration peaks of the species, while bearing in mind that the numerous local movements of sedentary individuals were also detected. The detections of the sedentary individuals occurred especially during the period May/ June. The analysis demonstrates also that the free weir passage after 20 October has no impact on the number of weir passages.

The fish species with a combination of demersal and pelagic life forms reflect similar results. For carp only two individuals were tagged, both with only one passage over the weir. European catfish exhibits a pattern with frequent passages. Overall, there is an enhanced activity between April and July. Furthermore, the free weir passage after 20 October did not influence the migration possibilities of the species.

For species with a pelagic life form, an equally low number of individuals were eligible for tagging (both hybrids). Just one of them supplied results from which could be concluded that in accordance with the other life forms, the weir is patent for pelagic fish.

Inhoudstafel

1	Inleiding.....	11
1.1	Situering	11
1.2	Doelstelling	11
1.3	Studiegebied	12
1.3.1	De Dijle.....	12
1.3.2	Beschrijving stuw	13
2	Methode	17
3	Resultaten en discussie	23
3.1	Migratiestrategieën.....	23
3.2	Vismigratie en visbestand stroomopwaarts -en afwaarts van de kantelstuw in Mechelen.....	23
3.3	Migratiebewegingen van individuele testdieren.....	28
3.4	Relatie tussen de vismigratie en de waterpeilen	44
4	Besluit en aanbevelingen	50
5	Referenties.....	51

Lijst van figuren

Figuur 1.	Stuw en sluizen op de Dijle en de afleiding van de Dijle in Mechelen.....	12
Figuur 2.	Daggemiddeld debiet van de Dijle in Haacht en maandelijkse watertemperatuur van de Dijle t.h.v. de stuw in Mechelen in 2008 (Gegevens: Departement MOW, Waterbouwkundig laboratorium (Q) en VMM (Temp)) (naar Stevens & Coeck 2009).	13
Figuur 3.	Schema van het stuwcomplex op de Dijle in Mechelen. Links: bovenaanzicht; rechts: zij aanzicht. h_o & Q_o = hoogte van de waterkolom en debiet over de stuw; h_s = hoogte van de stuwplaten; h_u & Q_u = hoogte van de waterkolom en debiet onder de stuw; h_{up} = stroomopwaarts waterpeil; h_{down} = stroomafwaarts waterpeil.	13
Figuur 4.	Schematische voorstelling van de huidige werking van de stuw op de Dijle in Mechelen.....	14
Figuur 5.	Passeerbaarheid van de stuw bij onderstroming. De blauwe lijnen geven de waterstanden stroomaf- (h_{down}) en stroomopwaarts (Hup) van de stuw weer voor twee getijcycli. De rode lijn geeft voor dezelfde cycli de stroomsnelheid onder de stuw (v_u) en de groene lijnen de stroomsnelheid over de stuw (v_o). De vette groene lijn geeft de situatie zonder onderstroming ($h_u = 0$). De fijne groene lijnen geven de afnemende stroomsnelheid vo voor toenemende h_u (stappen van 0.1 m). De grijze zone in de grafiek geeft de periode van de getijdenfase aan waarin de stroomsnelheid lager is dan 1 m/s.	14
Figuur 6.	Schematische voorstelling van de aangepaste werking van de stuw op de Dijle in Mechelen (naar Steven & Coeck 2009).	15
Figuur 7.	Overzicht van de locaties waar receivers werden geplaatst en waar fuiken werden uitgezet voor het vangen van proefvissen.....	21
Figuur 8.	Seizoenale abundanties (aantal per fuik per dag – periode jan 2007 – april 2008) van de belangrijkste vissoorten onder de stuw in Mechelen (Stevens & Coeck 2009).	25
Figuur 9.	Soortensamenstelling voor de Dijle stroomopwaarts van de stuw.....	26
Figuur 10.	Soortensamenstelling voor de Dijle stroomafwaarts van de stuw.....	27
Figuur 11.	Migratiebewegingen van bot met zendernummer 34457 uitgezet op 11/9/2015	28
Figuur 12.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 34461 uitgezet op 30/04/2015	29
Figuur 13.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58618 uitgezet op 21/05/2015	29
Figuur 14.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58623 uitgezet op 21/05/2015	30
Figuur 15.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58612 uitgezet op 22/05/2015	31
Figuur 16.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58613 uitgezet op 22/05/2015	32
Figuur 17.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58617 uitgezet op 22/05/2015	32
Figuur 18.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58621 uitgezet op 22/05/2015	33
Figuur 19.	Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58622 uitgezet op 22/05/2015	34
Figuur 20.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 26530 uitgezet op 26/05/2014	35
Figuur 21.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34474 uitgezet op 22/04/2015	35
Figuur 22.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58614 uitgezet op 22/04/2015	36
Figuur 23.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34476 uitgezet op 23/04/2015 ...	37
Figuur 24.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58619 uitgezet op 23/04/2015	38
Figuur 25.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58624 uitgezet op 23/04/2015	39
Figuur 26.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34470 uitgezet op 28/04/2015 ..	39
Figuur 27.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34465 uitgezet op 29/04/2015 ..	40
Figuur 28.	Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34463 uitgezet op 29/04/2015 ..	41

Figuur 29.	Migratiebewegingen voor een Europese meerval met zendernummer 34464 uitgezet op 29/04/2015 ..41
Figuur 30.	Migratiebewegingen voor een karper met zendernummer 34471 uitgezet op 28/04/201542
Figuur 31.	Migratiebewegingen voor een karper met zendernummer 34475 uitgezet op 28/04/201543
Figuur 32.	Migratiebewegingen voor een kruising tussen blankvoorn en brasem met zendernummer 34468 uitgezet op 28/04/201543
Figuur 33.	Migratiebewegingen van bot voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw45
Figuur 34.	Migratiebewegingen van paling voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw46
Figuur 35.	Migratiebewegingen van Europese meerval voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw.....47
Figuur 36.	Migratiebewegingen van karper voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw48
Figuur 37.	Migratiebewegingen van karper voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw49

Lijst van tabellen

Tabel 1.	Overzicht van de locaties waar receivers werden geplaatst (LO: linkeroever; RO: rechteroever).....17
Tabel 2.	Overzicht van de gezenderde vissen met inbegrip van de locatie waar ze werden gevangen en de datum van uitzetting (SO: stroomopwaarts van de stuw; SA: stroomafwaarts van de stuw)20
Tabel 3.	Overzicht van de soorten die gevangen werden onder de stuw op de Dijle in Mechelen. De kolom 'migratie' geeft voor elke soort het migratietype weer (P = potadroom; L = Lokaal; R = regionaal; D = diadroom). De kolom 'positie waterkolom' geeft aan op welke diepte de vissoort vertoeft (pel= pelagisch, dem= demersaal, ben= bentisch) (Kroes & Monden 2005).....24

1 Inleiding

1.1 Situering

De Benelux-beschikking (dd. 26 april 1996), die de vrije migratie van de vissoorten in alle hydrografische stroomgebieden zou moeten moeten verzekeren, werd een aantal jaren geleden geëvalueerd. De algemene conclusie was dat ondanks het feit dat al heel wat knelpunten weggewerkt zijn, de voorziene timing niet haalbaar is. Er werd dus voorlopig beslist om de aandacht te vernauwen naar de prioritaire waterlopen. Op 16 juni 2009 werd een nieuwe Benelux-beschikking (M (2009) 1) goedgekeurd. Hiermee verbinden de lidstaten er zich toe om binnen 12 maanden na de inwerkingtreding van de beschikking, een prioriteitenkaart op te maken. Deze prioriteitenkaart omvat de waterlopen die ecologisch belangrijk zijn en/of een verbindingfunctie hebben voor ten minste de Europees beschermde soorten. Voor het wegwerken van de hindernissen op deze waterlopen wordt de timing afgestemd op de EU-KRLW:

- 90 % van de hindernissen van eerste prioriteit moeten weggewerkt zijn voor 31 december 2015 en de rest van deze hindernissen voor 31 december 2021.
- 50 % van de hindernissen van tweede prioriteit moeten weggewerkt zijn voor 31 december 2015 en de rest van deze hindernissen wordt opgesplitst in twee delen van telkens 25%. Het eerste deel wordt weggewerkt voor 31 december 2021 en het tweede deel voor 31 december 2027.

De hindernissen van eerste prioriteit zijn minimaal degenen die zich bevinden op de hoofdlopen van de grote stromen (Schelde, Rijn en Maas). Een lidstaat kan deze categorie aanvullen met de ecologisch meest belangrijke zijlopen. De hindernissen van tweede prioriteit zijn degenen die zich bevinden op de overige, in de beschikking beoogde waterlopen.

In opdracht van Vlaamse Overheid, Openbare Werken Afdeling Maritieme Toegang werd in 2007-2008 in het kader van het Trekvisproject (Stevens *et al.* 2009) de toegankelijkheid van het Scheldebekken voor trekvissen onderzocht. Hierbij werd met behulp van fuiken de visstand onder de stuwen op de Dijle in Mechelen, Rotselaar en Aarschot onderzocht. Uit de analyse van de gegevens bleek dat de stuw in Mechelen deels passeerbaar was. Mits een aangepast beheer zouden vissen die stroomopwaarts migreren de stuw toch kunnen passeren.

In 2009 werd, door de NV Waterwegen en Zeekanaal (W&Z), de opdracht gegeven aan het INBO om een advies op te stellen m.b.t. de passeerbaarheid van de stuw. Er werd eveneens een voorstel geformuleerd voor het beheer ervan (Stevens & Coeck 2009). Na het instellen van een vismigratiestand, werd in 2015 aan het INBO gevraagd om een evaluatie van dit beheer uit te voeren.

1.2 Doelstelling

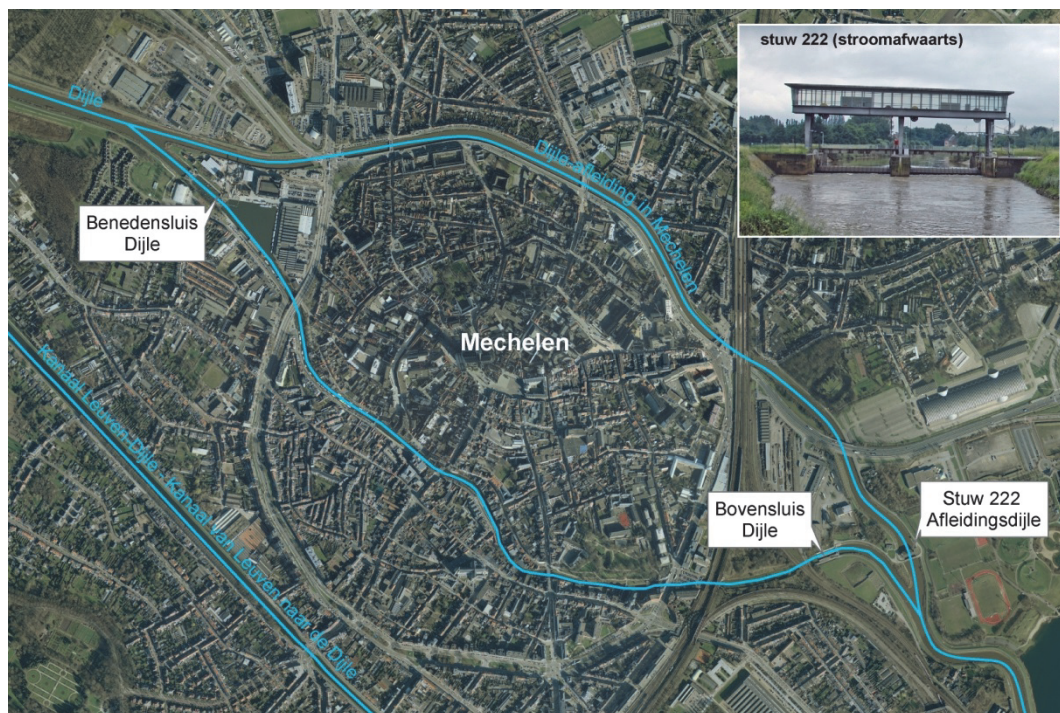
Naar aanleiding van het advies van Stevens & Coeck (2009) werd het beheer van de stuw aangepast om vismigratie optimaal te laten verlopen. In deze studie werd deze vismigratiestand geëvalueerd door akoestische telemetrie. Aangezien specifiek de stroomopwaartse migratie een knelpunt vormt, zal de studie uitgevoerd worden door het transloceren van gezenderde vissen. De meesten worden stroomopwaarts van de stuw gevangen aan de hand van fuiken, gezenderd en vervolgens stroomafwaarts van de stuw terug geplaatst in de Dijle. Slechts enkelen, die via fuiken stroomafwaarts van de stuw werden gevangen, werden op dezelfde locatie teruggezet. Via receivers, die langs de oevers van de Dijle werden geplaatst, werd de migratieroute van de vissen gevolgd. De proefvissen werden geselecteerd in functie van hun migratieperiode en hun respectievelijke positie in de waterkolom die ze innemen om deze hindernis te passeren.

1.3 Studiegebied

1.3.1 De Dijle

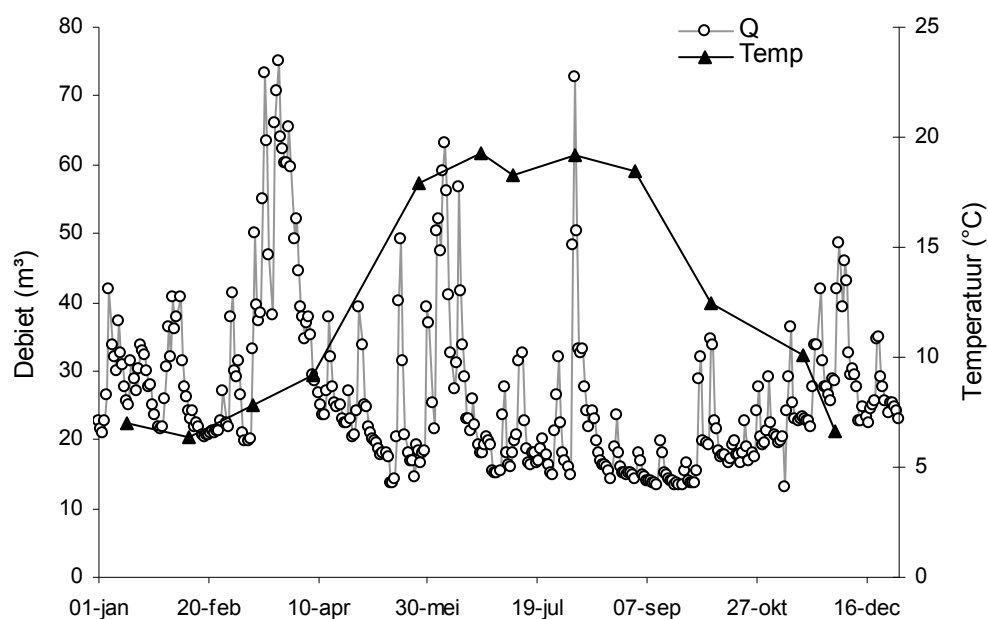
De Dijle ontspringt in Waals-Brabant. Ze stroomt in noordelijke richting tot aan de samenvloeiing met de Demer in Werchter, waarna ze afbuigt in noordwestelijke richting en naar Mechelen stroomt. Voorbij Mechelen voegt de Zenne zich bij de Dijle om vervolgens, ter hoogte van Rumst samen met de Nete, de Rupel te vormen.

Oorspronkelijk liep de hoofdstroom van de Dijle door de Mechelse binnenstad. Om de binnenstad te vrijwaren van overstromingen, werd begin 20^{ste} eeuw de Afleidingsdijle gegraven (Fig. 1). Op de oorspronkelijke loop van de Dijle door de binnenstad werden twee sluizen gebouwd, waardoor er geen getijdenwerking meer is op de Binnendijle. De stuw op de Afleidingsdijle werd gebouwd in 1974 en is bedoeld om het waterniveau in de Binnendijle op peil te houden voor de scheepvaart. Later werd de bovensluis op de Binnendijle buiten werking gesteld, waardoor de Bovendijle niet meer bereikbaar is voor binnenschepen vanuit het stroomafwaartse pand. De Binnendijle blijft bevaarbaar en wordt op ongeveer 4,25 m TAW gehouden. De bovensluis is uitgerust met drie spindelschuiten, waarvan er één open staat. Het water dat via deze schuif naar de Binnendijle stroomt wordt gebruikt om het water van de Binnendijle te verversen en bevaarbaar te houden.



Figuur 1. Stuw en sluizen op de Dijle en de afleiding van de Dijle in Mechelen.

De Dijle stroomopwaarts Werchter is een typische bronrivier, terwijl de Demer als een regenrivier aanzien wordt. Het debiet ter hoogte van Mechelen is dan ook sterk afhankelijk van de neerslag en schommelt tussen gemiddeld 10 m³/s in de zomer en 80 m³/s in de winter (daggemiddeld debiet van de Dijle in Haacht tussen 1991 en 2008 - bron: Waterbouwkundig Laboratorium) (Fig. 2).

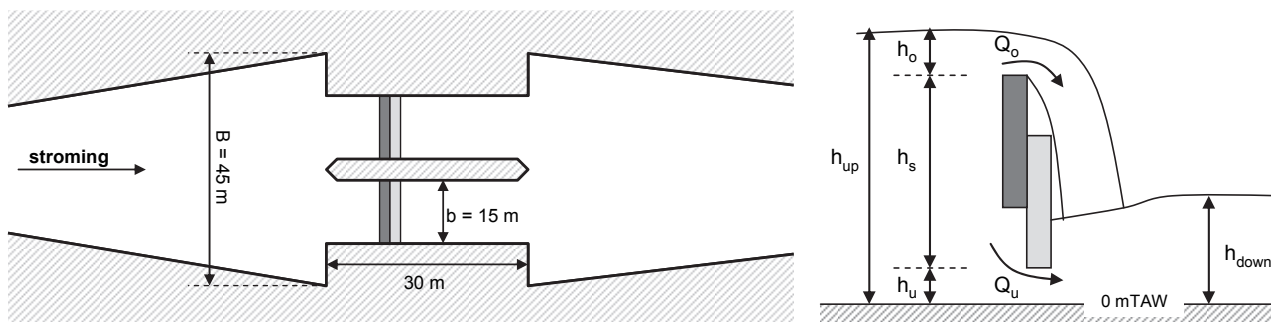


Figuur 2. Daggemiddeld debiet van de Dyle in Haacht en maandelijkse watertemperatuur van de Dyle t.h.v. de stuw in Mechelen in 2008 (Gegevens: Departement MOW, Waterbouwkundig laboratorium (Q) en VMM (Temp)) (naar Stevens & Coeck 2009).

De Dyle is onderhevig aan het getij tot Werchter. In Mechelen wordt de horizontale getijdenbeweging gestopt door de stuw. Stroomopwaarts van de stuw wordt het waterpeil bij hoogwater echter nog wel beïnvloed door de tijwerking (10-20 cm doottij en 20-80 cm springtij). De stuw vormde tot voor kort een gedeeltelijke barrière voor de stroomopwaartse migratie van vissen (Stevens *et al.* 2009). Hieraan werd getracht te remediëren door het instellen van een vismigratiestand.

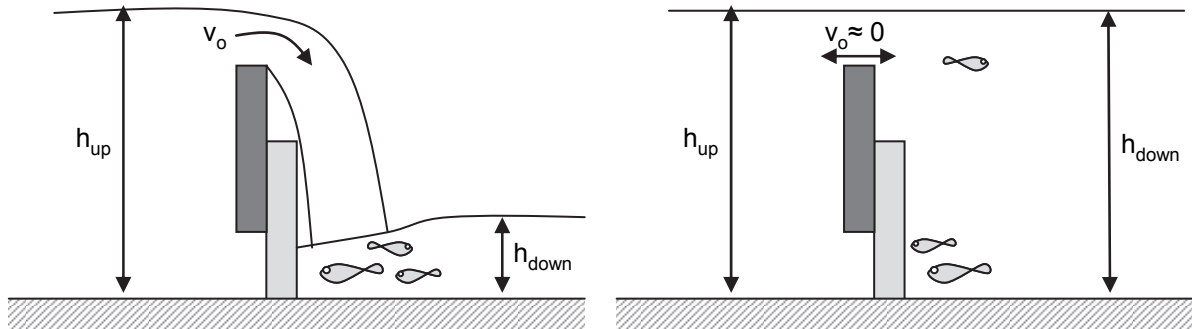
1.3.2 Beschrijving stuw

Het stuwcomplex bestaat uit twee geulen van 15 m breed, die elk met een dubbele stuw zijn uitgerust (0). De breedte van de bedding voor de stuw bedraagt ongeveer 45 m (contracted weir). De bodemplaat van de stuw ligt op 0 mTAW.



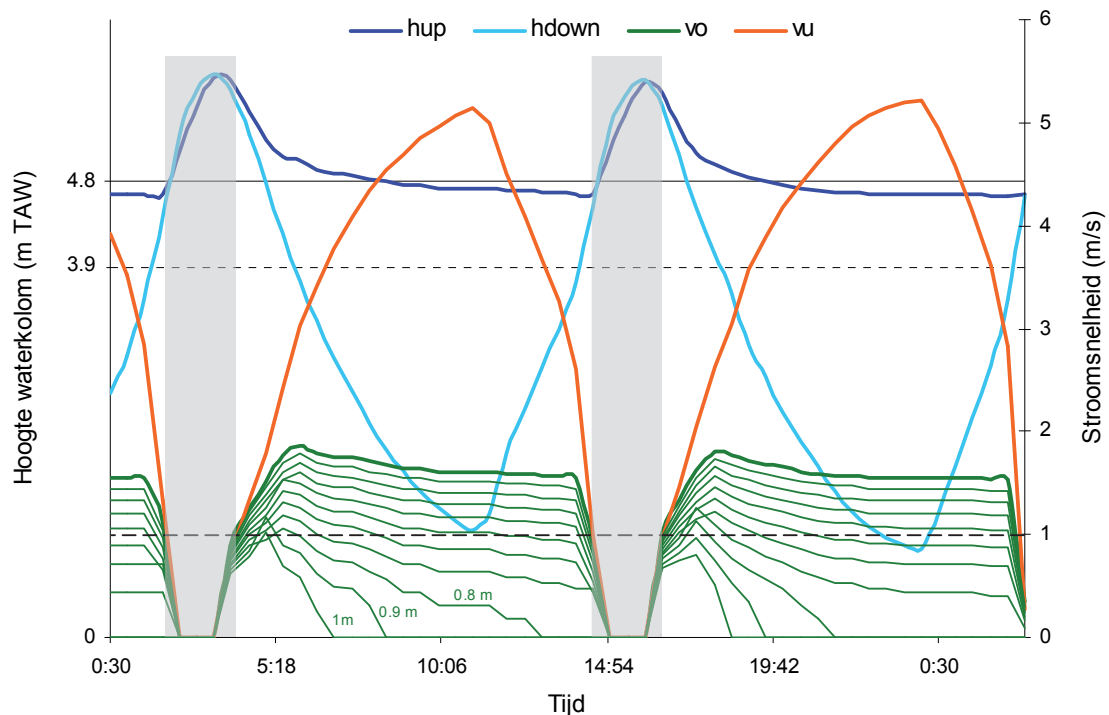
Figuur 3. Schema van het stuwcomplex op de Dyle in Mechelen. Links: bovenaanzicht; rechts: zijaanzicht. h_o & Q_o = hoogte van de waterkolom en debiet over de stuw; h_s = hoogte van de stuwplaten; h_u & Q_u = hoogte van de waterkolom en debiet onder de stuw; h_{up} = stroomopwaarts waterpeil; h_{down} = stroomafwaarts waterpeil.

Onder normale omstandigheden blijft de onderschuif op de bodem van de stuw en gaat het volledige debiet over de bovenschuif (0). Het opwaartse streefpeil (h_{up}) bedraagt ongeveer 4.8 m TAW. Bij vloed overstroomt de stuw en stijgt het water ook stroomopwaarts van de stuw ($h_{up} = h_{down}$).



Figuur 4. Schematische voorstelling van de huidige werking van de stuw op de Dijk in Mechelen.

Alleen wanneer het bovendebiet te groot wordt, wordt ook de onderschuif opgetrokken. Beide schuiven bewegen dan omhoog en het totale debiet wordt verdeeld over de zone onder en boven de schuiven, tot wanneer het volledige debiet onder de schuiven gaat. Het debiet (en ook de stroomsnelheid) onder de schuiven is groter dan over de schuiven (Fig. 5; Stevens & Coeck 2009).



Figuur 5. Passeerbaarheid van de stuw bij onderstroming. De blauwe lijnen geven de waterstanden stroomaf- (h_{down}) en stroomopwaarts (h_{up}) van de stuw weer voor twee getijdencycli. De rode lijn geeft voor dezelfde cycli de stroomsnelheid onder de stuw (v_u) en de groene lijnen de stroomsnelheid over de stuw (v_o). De vette groene lijn geeft de situatie zonder onderstroming ($h_u = 0$). De fijne groene lijnen geven de afnemende stroomsnelheid v_o voor toenemende h_u (stappen van 0.1 m). De grijze zone in de grafiek geeft de periode van de getijdenfase aan waarin de stroomsnelheid lager is dan 1 m/s.

Onder het vorige stuwbeheer werd het peil quasi hoofdzakelijk geregeld via stroming over de stuw. De stuw rust dan op de bodemplaat ($h_u = 0$) en de hoogte van de waterkolom boven de stuw (h_o) wordt gegeven door $h_{up} - h_s$. Wanneer beide stuwplaten neergelaten zijn (geen onderstroming), varieert de stroomsnelheid in de gemodelleerde situatie tussen 1.9 m/s bij eb en 0 m/s wanneer het stroomopwaartse en stroomafwaartse waterpeil gelijk zijn (Stevens & Coeck 2009).

Onder het vorige beheer konden vissen alleen over de stuw migreren wanneer de stuw overstroomde ($h_{up} = h_{down}$). Vissoorten die zich echter in het onderste deel van de waterkolom bevonden, konden moeilijkheden ondervinden wanneer ze over de stuw moesten migreren. Paling en bot, maar ook kleinere benthische vissoorten, hebben eerder baat bij stroming onder de stuw (Bruijs & Durif 2009).

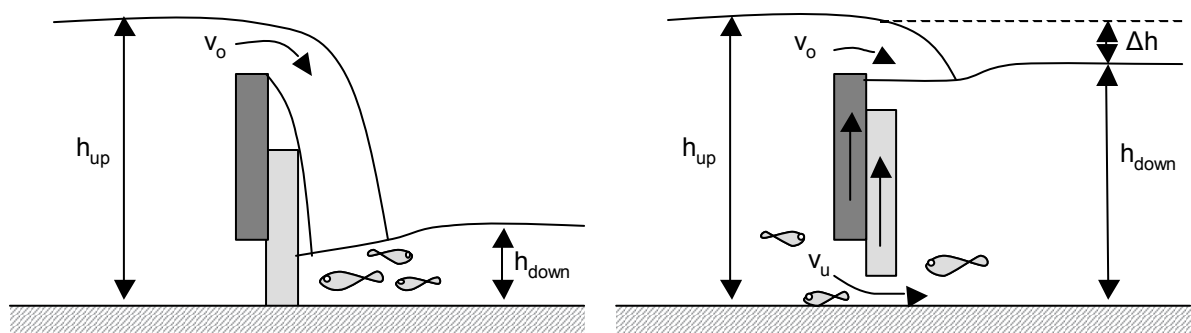
Wanneer beide stuwplaten opgetrokken worden, moet ook het debiet onder de stuw in rekening gebracht worden.

Aangezien het debiet over een stuw (Q_o) afhankelijk is van de hoogte van de waterkolom boven de stuw (h_o), zal Q_o verminderen wanneer de stuw opgetrokken wordt. In Fig. 5 geeft de rode lijn de stroomsnelheid onder de stuw en de groene lijnen de stroomsnelheid over de stuw, voor een toenemende stuwhoogte (h_u). De stroomsnelheid onder de stuw is gedurende het grootste deel van de getijcyclus veel hoger dan over de stuw en bereikt een maximum bij laagwater. De stroomsnelheid neemt sterk af tijdens vloed om vervolgens op nul te vallen wanneer beide waterniveaus gelijk zijn. Terwijl de stroomsnelheid onder de stuw nagenoeg niet verandert wanneer de stuw opgetrokken wordt, neemt de stroomsnelheid over de stuw af met toenemende stuwhoogte (Fig. 5).

De grijze zones in Fig. 5 geven de periode weer waarin de stroomsnelheid onder de stuw onder 1 m/s zakt. Voor de gemodelleerde periode komt dit neer op ongeveer twee keer $2u$. De stroomsnelheid zakt onder 1 m/s vanaf een niveauverschil (Δh : $h_{up} - h_{down}$) van ongeveer 10 cm.

Op basis van literatuurgegevens over de zwemsnelheid van vissen en bovenstaande theoretische benadering van de stroomsnelheid t.h.v. de stuw, werd een inschatting gemaakt van passeerbaarheid van de stuw. Om zoveel mogelijk soorten en lengteklassen de kans te geven de stuw te passeren, zou de stroomsnelheid ter hoogte van de stuw dienen beperkt te worden tot 0.8 m/s (Stevens & Coeck 2009).

Door de hoge stroomsnelheid, turbulentie en druk bij stuwen met onderlossing (Fig. 5) is de mortaliteit van larvale en juveniele vissen die de stuw in stroomafwaartse richting passeren hoger dan die bij een stuw met overstort (Baumgartner et al. 2006; Lorenzen et al. 2007). Bij de bediening van de stuw is het dan ook van belang de panelen enkel op te trekken wanneer lage stroomsnelheden gegarandeerd zijn (bij geringe peilverschillen) (Fig. 6).



Figuur 6. Schematische voorstelling van de aangepaste werking van de stuw op de Dijle in Mechelen (naar Steven & Coeck 2009).

De berekeningen tonen aan dat voldoende lage stroomsnelheden onder de stuw bereikt worden wanneer de stuw opgetrokken wordt vanaf een opwaarts-afwaarts peilverschil van maximum 10 cm. De optrekhoogte moet minimaal 0.25-0.65 cm zijn om ook grotere vissen goede passagemogelijkheden te bieden (Kroes & Monden 2005). Wanneer het peilverschil groter wordt, moet de stuw volledig opgetrokken of terug op de bodem geplaatst worden, zodat geen te grote stroomsnelheden onder de stuw ontstaan die schadelijk zijn voor stroomafwaarts migrerende vissen.

Bij het aangepast stuwbeheer wordt de stuw geopend voor vismigratie

- wanneer het afwaartse peil hoger of gelijk is aan het referentiepeil;
- wanneer het afwaartse peil hoger is dan het opwaartse peil en kleiner is dan het referentiepeil, ongeveer 4.8 m.

De stuw wordt geopend door de benedenschuif te heffen tot het kleinst toegelaten schuifverschil en deze dan synchroon te heffen tot wanneer de benedenschuif geopend is over een hoogte van één meter. Deze open stand laat vismigratie toe tussen het opwaartse en afwaartse peil.

Enkel tijdens vismigratiemodus wordt de benedenschuif opgetrokken. Wanneer de stuw uit vismigratiemodus gaat, zal de benedenschuif continu dalen tot zijn eindschakelaar, waarna de bovenschuif het doorlatend debiet zal regelen.

De stuw zal gesloten worden wanneer het opwaartse peil één meter onder het referentiepeil staat. Door de benedenschuif te laten dalen naar de benedenpositie en de bovenschuif volledig op te tillen, wordt de waterstroom onderbroken.

2 Methode

Om de vispassages voorbij de stuw te detecteren werd gebruik gemaakt van akoestische telemetrie. Deze technologie is gebaseerd op het gebruik van geluidsgolven in water om vissen te bestuderen. Elk studiedier wordt met behulp van een korte operatie uitgerust met een zender (akoestische zender of akoestische tag) (Priede 1992). In deze studie werd gebruik gemaakt van zenders die door het gebruik van een eigen energiebron zelf golven uitzenden die met een aangepaste ontvanger kunnen worden waargenomen (Coeck *et al.* 2000). Akoestische zenders zijn kleine geluidsproducenten die het mogelijk maken om zwemmende vissen op afstand te traceren en hun bewegingen in kaart te brengen. Deze methode laat een onmiddellijke individuele herkenning en continue observatie toe zonder nood aan hervangsten. Gezien een vast aantal dieren voor een lange periode permanent gevolgd kunnen worden laat het ook toe om de passeerbaarheid te kwantificeren. Een mogelijk nadeel is dat er slechts een klein deel van de totale aanwezige populatie bestudeerd wordt en dat enkel voldoende grote dieren onderzocht kunnen worden. De dieren worden namelijk uitgerust met een zender die een bepaald percentage van het lichaamsgewicht niet mag overstijgen (2%), zodoende de beweging van de dieren niet te hinderen. De technologie wordt gebruikt om op kleine schaal visgedrag te bestuderen. Studies die deze technologie gebruiken vinden meestal plaats in rivieren, meren, estuaria bij waterkrachtcentrales en dammen, en op zee.

Door middel van een chirurgische ingreep, onder verdoving met kruidnagelolie, wordt een hydroakoestische zender bij de meeste soorten in de buikholte aangebracht (Baras & Philippart 1989; Anon. 1992; Foto 3, 4, 5 en 6). Voor bot daarentegen werd de zender extern aangebracht (Foto 1 en 2; Bégout *et al.* 2003). Deze zender zendt onder water een geluidssignaal of akoestische 'ping' uit met een eigen pulsduur en tijdsinterval tussen de pulsen (interval), dat uniek is voor die ene vis. Receivers, die op strategische plaatsen in de waterloop worden opgehangen, vangen het geluidssignaal van de gezenderde vissen op (Tabel 1). Deze receivers zetten het geluidssignaal vervolgens om in digitale data, die op de receiver worden opgeslagen en via een PC gedownload en opgeslagen kunnen worden. Na de chirurgische ingreep worden de vissen bewaard in een kuip met beluchting tot ze hersteld zijn. Vervolgens worden de vissen teruggezet, stroomafwaarts van de stuw.

Tabel 1. Overzicht van de locaties waar receivers werden geplaatst (LO: linkeroever; RO: rechteroever)

Naam receivers	Datum plaatsing	Beschrijving locatie
M-1-1	16/04/2015	LO onder Muizenbrug
M-2-1	16/04/2015	LO onder wateruitlaat
M-3-1	16/04/2015	SO stuw, LO op top "eilandje"
M-4a-1	20/04/2015	SA stuw, RO
M-4-1	16/04/2015	SA stuw, LO aan hek W&Z
M-5-1	16/04/2015	RO brug R12 (thv McDonalds)
M-6-1	17/04/2015	RO Grote Vijver rond seinpaal 15
M-7-1	16/04/2015	Rupel, LO Hamerdijk

De zenders werden op verschillende manieren aangebracht, afhankelijk van de soort. Voor bot werden de zenders extern geplaatst. Voor alle andere soorten werden de zenders in de buik (peritoneale holte) ingeplant.



Foto 1. Plaatsing van een externe zender bij bot (bovenkant)

Foto 2. Plaatsing van een externe zender bij bot (onderkant)



Foto 3. Plaatsing van een zender bij een Europese meerval

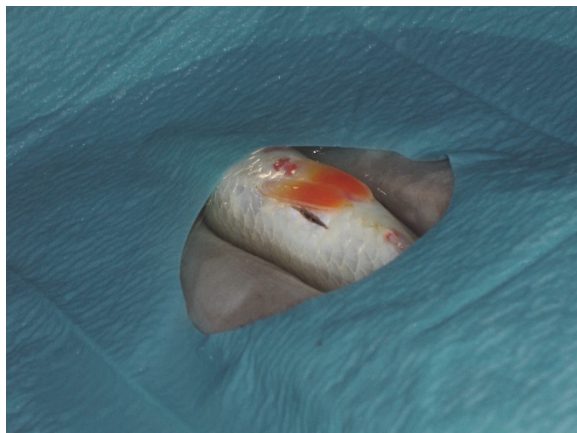


Foto 4. Incisie in de buikholte van een kopvoorn

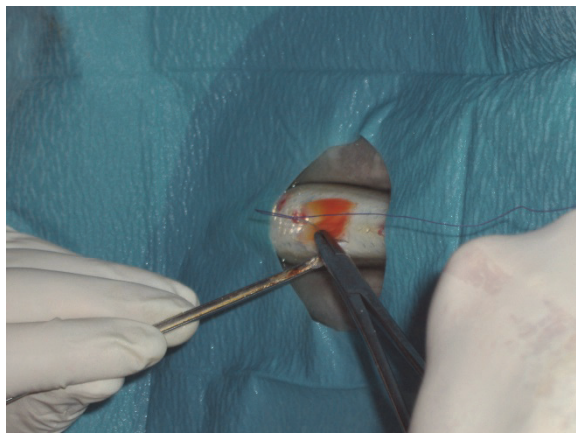


Foto 5. Dichtnaaien na de plaatsing van de zender



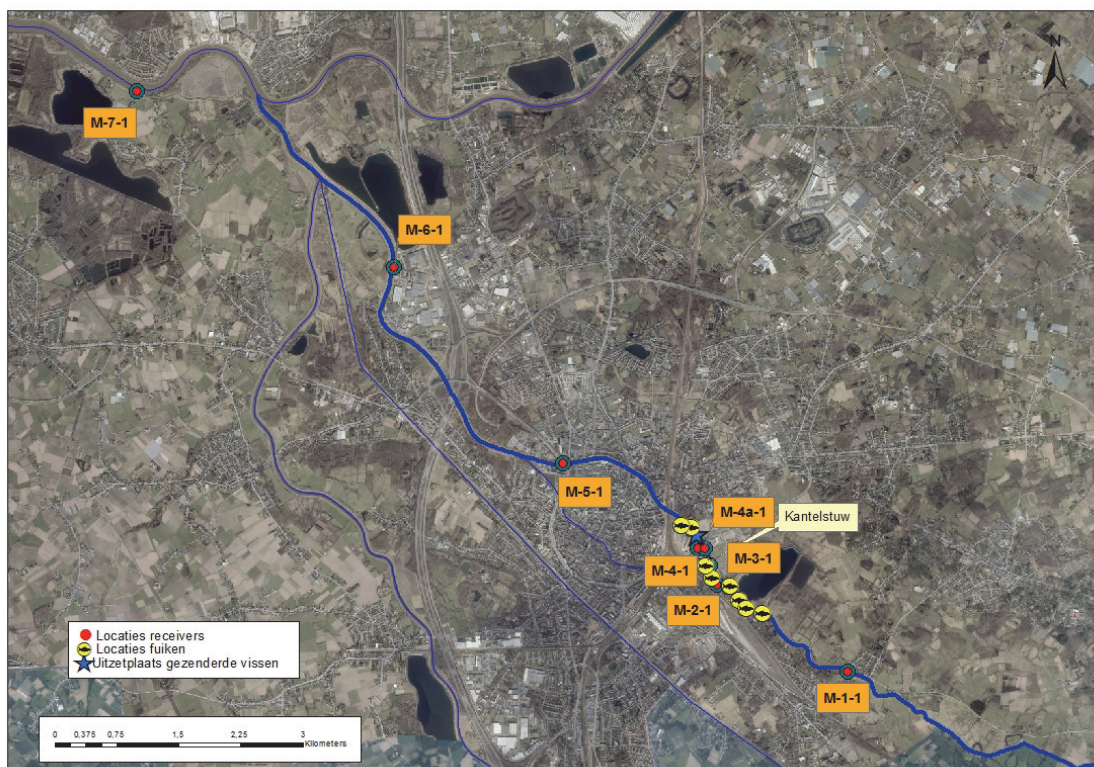
Foto 6. Dichtgenaaide incisie bij een paling

Omdat een zender een bepaalde omvang en een bepaald gewicht heeft, kan men de vraag stellen welke invloed dit heeft op het gedrag en de algemene conditie van de vis. Verschillende auteurs hebben deze invloeden onderzocht. Uit deze onderzoeken blijkt dat het gewicht van de zender ten hoogste 2 à 3 % van het lichaamsgewicht mag uitmaken (Anon. 1992). Rekening houdende met dit gegeven, werden vissen weerhouden met een minimum lichaamsgewicht van 100 g.

De gezonderde vissen zijn in de meerderheid van de gevallen afkomstig van de Dijle stroomopwaarts van de stuw, waar ze via schietfuisen werden gevangen (Tabel 2). Na de implanting van een zender werden ze stroomafwaarts van de stuw getransloceerd, ter hoogte van brug Nekker (Fig. 7; Foto 7 en 8).

Tabel 2. Overzicht van de gezenderde vissen met inbegrip van de locatie waar ze werden gevangen en de datum van uitzetting (SO: stroomopwaarts van de stuw; SA: stroomafwaarts van de stuw)

ZenderID	Soort	Gewicht (g)	Lengte (mm)	Vangst locatie	Vangst datum
ID34475	karper	3000	545	SO stuw	22/04/2015
ID34474	europese meerval	2526	745	SO stuw	22/04/2015
ID58614	europese meerval	10400	1080	SO stuw	22/04/2015
ID34473	europese meerval	5300	875	SO stuw	23/04/2015
ID34472	blankvoorn x rietvoorn	359	243	SO stuw	23/04/2015
ID34476	europese meerval	752	486	SO stuw	23/04/2015
ID58624	europese meerval	13000	1260	SO stuw	23/04/2015
ID58619	europese meerval	12250	1165	SO stuw	23/04/2015
ID34471	karper	446,2	273	SO stuw	28/04/2015
ID34470	europese meerval	107,7	245	SO stuw	28/04/2015
ID34469	europese meerval	180,8	306	SO stuw	28/04/2015
ID34468	blankvoorn x brasem	340,9	268	SO stuw	28/04/2015
ID34466	bot	407	336	SO stuw	29/04/2015
ID34467	blankvoorn	103	188	SO stuw	29/04/2015
ID34465	europese meerval	283	351	SO stuw	29/04/2015
ID34464	europese meerval	1619	648	SO stuw	29/04/2015
ID34463	europese meerval	7500	1019	SO stuw	29/04/2015
ID34462	blankvoorn	156	211	SO stuw	30/04/2015
ID34461	paling	812	682	SO stuw	30/04/2015
ID58623	paling	903,2	735	SO stuw	21/05/2015
ID58618	paling	422,2	625	SO stuw	21/05/2015
ID58613	paling	655,5	679	SO stuw	22/05/2015
ID58612	paling	812,9	762	SO stuw	22/05/2015
ID58617	paling	514,8	656	SO stuw	22/05/2015
ID58622	paling	616,8	670	SO stuw	22/05/2015
ID58621	paling	688,4	693	SO stuw	22/05/2015
ID58616	paling	448	619	SO stuw	22/05/2015
ID58611	paling	858	728	SO stuw	22/05/2015
ID34455	bot	272,8	298	Rotselaar Demer	24/09/2015
ID34454	bot	261	282	Rotselaar Demer	25/09/2015
ID34458	bot	526	351	SO stuw	11/09/2015
ID34457	bot	301	288	SO stuw	11/09/2015
ID34456	bot	376	315	SA stuw	24/09/2015
ID34460	bot	496	339	SA stuw	30/06/2015
ID34459	bot	150	243	SA stuw	30/06/2015



Figuur 7. Overzicht van de locaties waar receivers werden geplaatst en waar fuiken werden uitgezet voor het vangen van proefvissen.



Foto 7 en 8. Plaatsing van een receiver ter hoogte van het eilandje

De soorten die in aanmerking komen om te zenderen zijn voornamelijk migrerende soorten. Omdat voor de meeste zoetwatersoorten niet kan worden uitgesloten dat er zich onder en boven de stuwen residente populaties bevinden, geven vooral de vangsten van diadrome soorten een idee over de passeerbaarheid van een knelpunt. In het kader van een vorige studie naar de status van trekvis in het stroomgebied van de Schelde (Stevens *et al.* 2009), zijn bot en paling de enige diadrome soorten die gevangen werden. Ondanks het feit dat blankvoorn en riviergrondel over relatief korte afstand binnen de rivier migreren, werden ook deze soorten in beschouwing genomen voor het zenderen. Door de grote vangstaantallen onder de stuw in Mechelen in de studie van Stevens & Coeck 2009, zal dan in de huidige studie geëvalueerd worden als deze stuw nog steeds een bottleneck vormt voor de migratie van deze soorten. Verder werd er ook rekening gehouden met de diepte in de waterkolom waar een vissoort aanwezig is rekening houdende met het leef- en foerageergebied van de volwassen vis. Om de passerbaarheid van een stuw te kunnen beoordelen is het aangewezen om soorten te selecteren voor het zenderen, die zo divers mogelijke patronen vertonen. Dit verwijst naar de diepte waar het adult stadium van de soort voornamelijk leeft en foerageert. Op deze manier onderscheidt men posities aan het oppervlak of in het midden van de waterkolom (pelagisch), op of nabij de bodem (demersaal), op en in de bodem (benthisch). In functie van de beschikbaarheid van de soorten die via de schietfuisen werden gevangen, kwamen volgende soorten in aanmerking om gezenderd te worden. Bot en paling werden weerhouden als benthische soorten. Europese meerval en karper zijn vertegenwoordigers voor de grote groep van demersale/ pelagische vissoorten en de hybriden blankvoorn x brasem en blankvoorn x rietvoorn bezitten een zuiver pelagische levenswijze.

3 Resultaten en discussie

3.1 Migratiestrategieën

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

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

Tot de diadrome groep behoren vissoorten die grote 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 zoetwater omgeving 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.

3.2 Vismigratie en visbestand stroomopwaarts -en afwaarts van de kantelstuw in Mechelen

Om het type water ter hoogte van de stuw in Mechelen te karakteriseren, werden de gegevens verzameld van de bijvangsten in het kader van dit project en de vangsten ter hoogte van de stuw in het kader van een studie naar de status van trekvis in het stroomgebied van de Schelde (Stevens *et al.* 2009). De bijvangsten werden eveneens in de huidige studie genoteerd. Tabel 3 geeft een overzicht van het totaal aantal vissen per soort dat stroomafwaarts en -opwaarts van de stuw gevangen werd. Voor elke soort wordt aangegeven tot welke migratiegilde ze behoort en wanneer de hoofdmigratieperiode valt.

Tot op heden leverden de vangsten met fuiken twee soorten diadrome vissen op: Europese paling en bot, en twee anadrome soorten: rivierprik en driedoornige stekelbaars (*semiarmatus*).

Paling is een katadrome soort. Dit betekent dat palingen in zoetwater opgroeien en dat de volwassen individuen naar zee trekken om zich voort te planten. De jonge palingen (glasalen) die in het voorjaar aan onze kust toekomen, koloniseren vervolgens de binnenwateren.

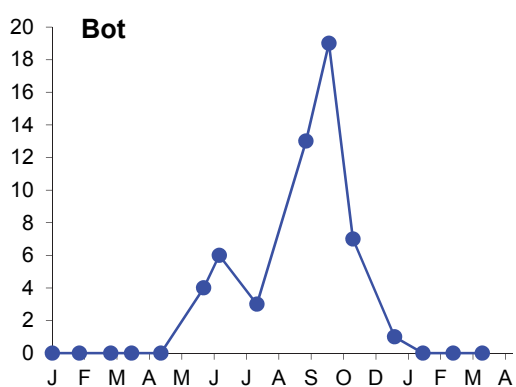
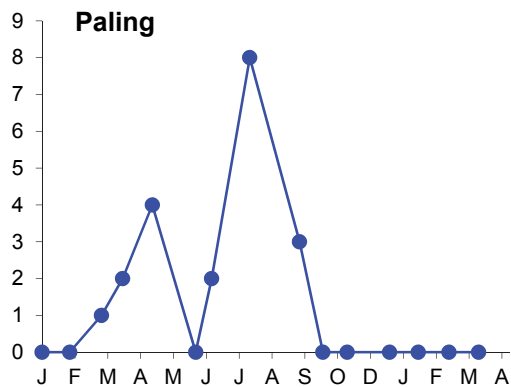
Bot is een amfidrome soort en de juvenielen migreren vanaf het voorjaar vanuit zee naar de zoetwatergetijdenzone. In de Dijle werd bot gevangen van juni tot oktober, met een piek in de periode september/ oktober (Fig. 7).

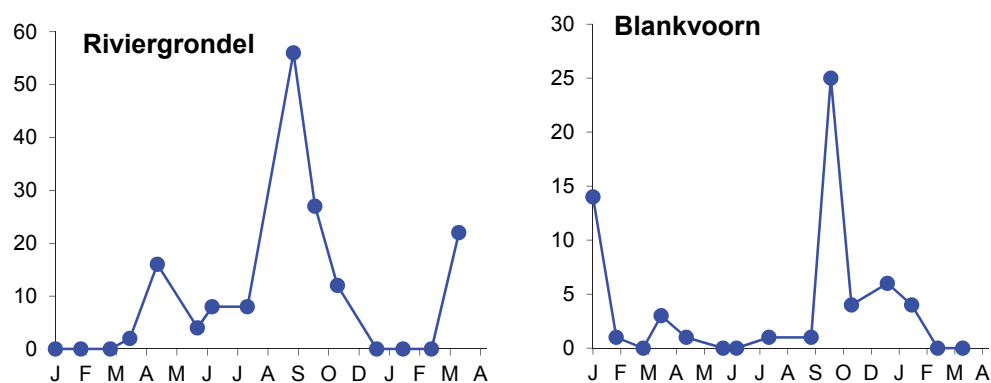
Voor paling en bot werden behoorlijke aantallen onder de stuw van Mechelen aangetroffen. Dit kon erop wijzen dat de stuw in Mechelen slechts beperkt passeerbaar was voor optrekkende botten en palingen.

Onder de stuw in Mechelen waren de vangstaantallen echter het hoogst voor blankvoorn en riviergrondel (Fig. 8). Beide soorten vertoonden een densiteitspiek in het najaar. Afhankelijk van de omstandigheden valt de paaiperiode van beide soorten in april-juni. (Geeraerts *et al.* 2007; Crombaghs *et al.* 2000).

Tabel 3. Overzicht van de soorten die gevangen werden onder de stuw op de Dijle in Mechelen. De kolom 'migratie' geeft voor elke soort het migratietype weer (P = potadroom; L = Lokaal; R = regionaal; D = diadroom). De kolom 'positie waterkolom' geeft aan op welke diepte de vissoort vertoeft (pel= pelagisch, dem= demersaal, ben= bentisch) (Kroes & Monden 2005)

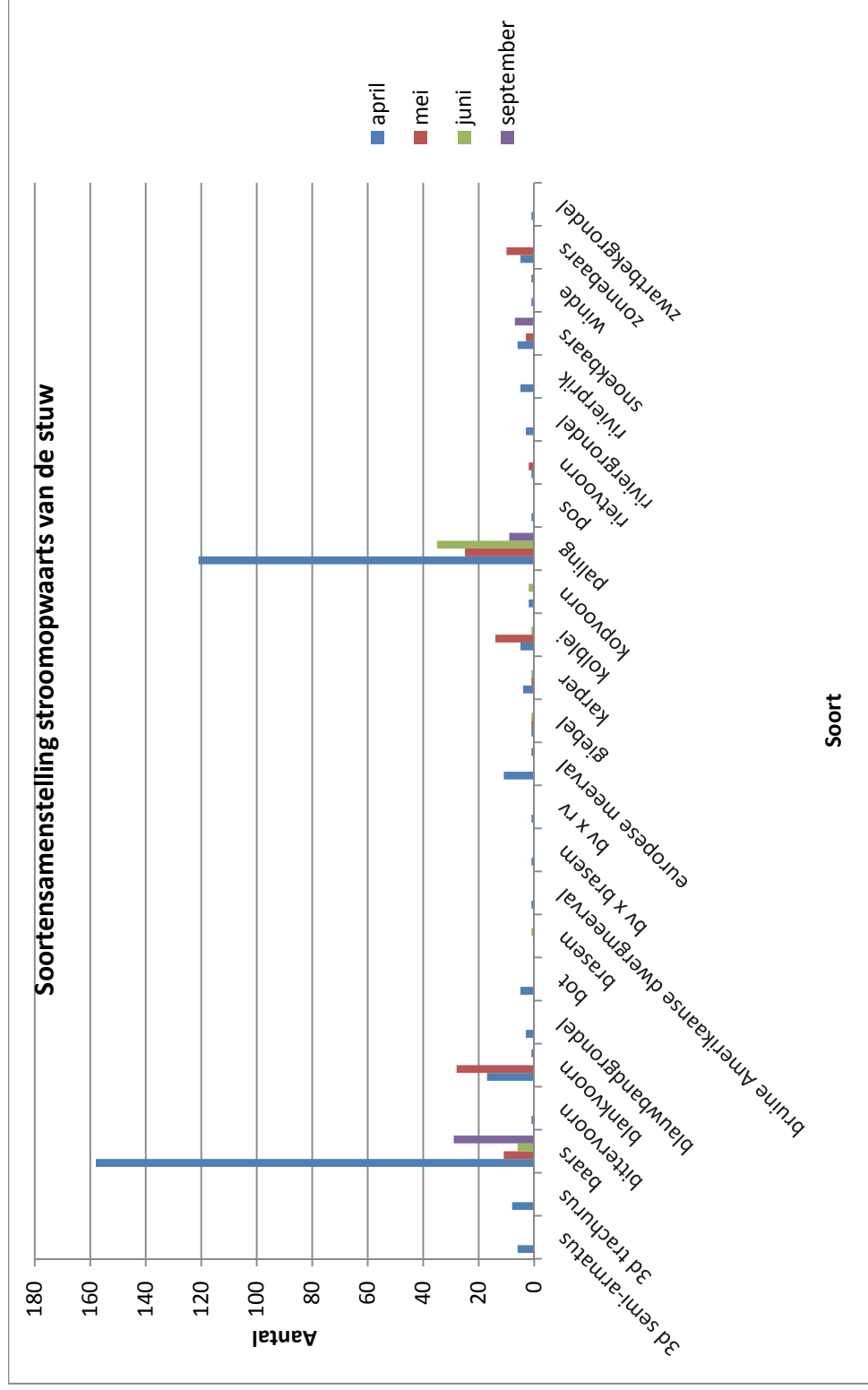
Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	migratie	Positie waterkolom	Mechelen SA stuw (jan 2007-apr 2008)	Mechelen SA stuw (juni-sep 2015)	Mechelen SO stuw (apr-sep 2015)	migratie periode
riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	P-L	pel/dem	155	1	3	apr-mei
blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	P-L/R	pel	60	5	46	apr-mei
blankvoorn x brasem						1	
blankvoorn x rietvoorn						1	
bot	<i>Platichthys flesus</i>	D	ben	53	7	5	mei-jul
baars	<i>Perca fluviatilis</i>	P-L/R	pel/dem	42	44	204	mrt-apr
paling	<i>Anguilla anguilla</i>	D	ben	20	111	170	jun-dec
brasem	<i>Abramis brama</i>	P-L/R	pel/dem	8	1	1	apr-jun
3-doornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (trachurus en semiarmatus)	D	pel/dem	7		14	mrt-apr
snoekbaars	<i>Sander lucioperca</i>	P-L/R	pel/dem	7	4	16	mrt-apr
giebel	<i>Carassius gibelio</i>	P-L	pel/dem	6		3	apr-mei
kolblei	<i>Blicca bjoerkna</i>	P-L	pel/dem	3	3	20	mei-jun
kopvoorn	<i>Squalius cephalus</i>	P-L/R	pel/dem	3		4	apr-jun
blauwbandgrondel	<i>Pseudorasbora parva</i>	P-L	pel/dem	2		3	apr-jun
br. dwergmeerval	<i>Ameiurus nebulosus</i>	P-L	dem	1		1	jun-jul
Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	P-L	dem	1	1	12	
zeelt	<i>Tinca tinca</i>	P-L	pel/dem	1			mei-jun
zonnebaars	<i>Lepomis gibbosus</i>	P-L	pel/dem	1		15	
alver	<i>Alburnus alburnus</i>	P-R	pel		8		apr-jun
bittervoorn	<i>Rhodeus sericeus</i>	P-L	pel/dem			1	apr-jun
karper	<i>Cyprinus carpio</i>	P-L/R	pel/dem			6	mei-jul
pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	P-L	dem			1	mrt-mei
rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	P-L	pel		1	3	apr-jun
winde	<i>Leuciscus idus</i>	P-L/R	pel			2	feb-mei
rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	D	pel			5	sept-apr
zwartbekgrondel	<i>Neogobius melanostomus</i>					1	apr-sep



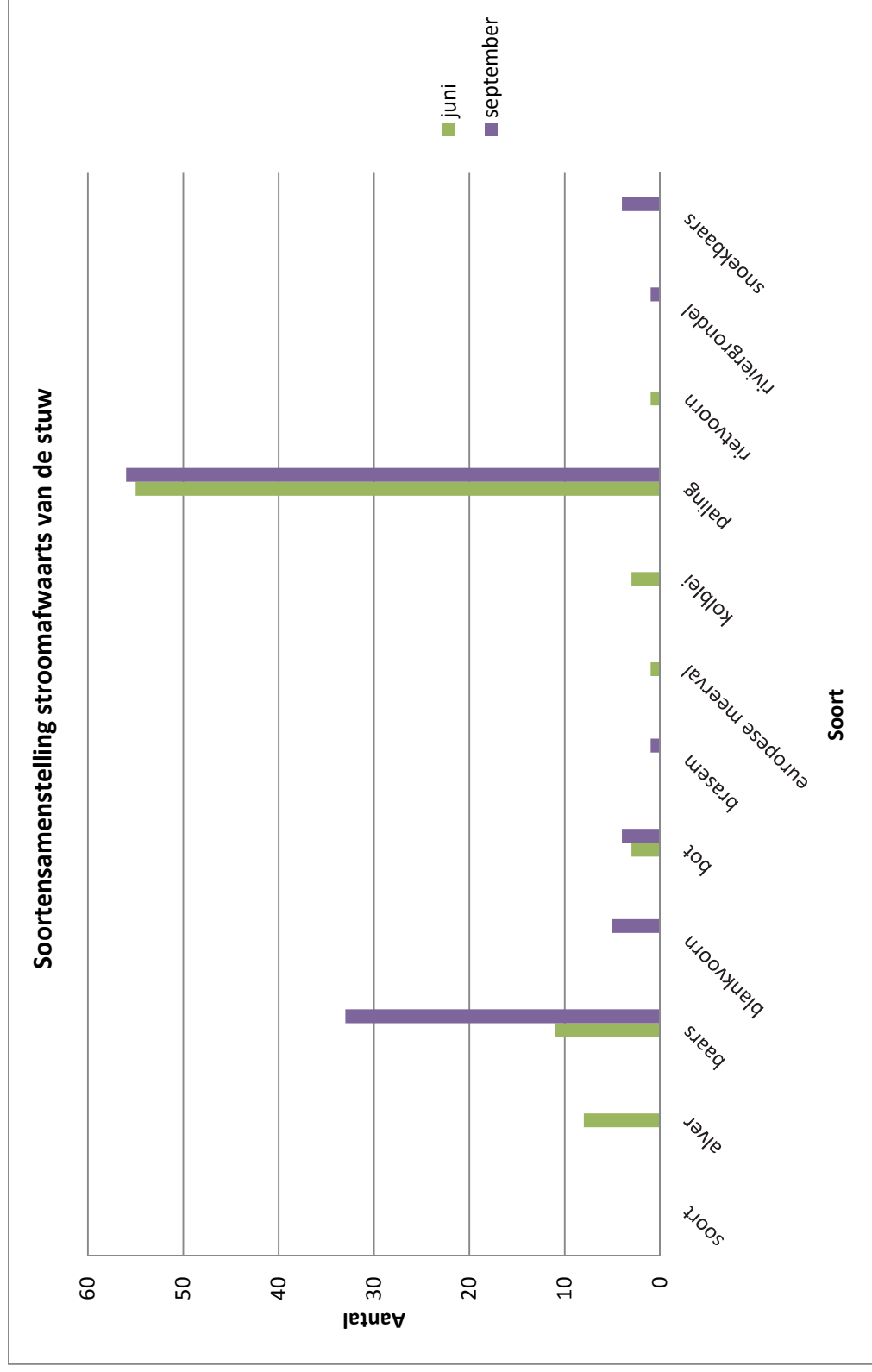


Figuur 8. Seizoensale abundanties (aantal per fuik per dag – periode jan 2007 – april 2008) van de belangrijkste vissoorten onder de stuw in Mechelen (Stevens & Coeck 2009).

Een vergelijking van de soortensamenstelling in de periode 2015 toont aan dat er geen noemenswaardig verschil is tussen de verhouding van de aantallen voor verschillende soorten stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw (Fig. 9 en 10). Baars en paling zijn in beide gevallen de dominerende soorten in het visbestand.



Figuur 9. Soortensamenstelling voor de Dijle stroomopwaarts van de stuw

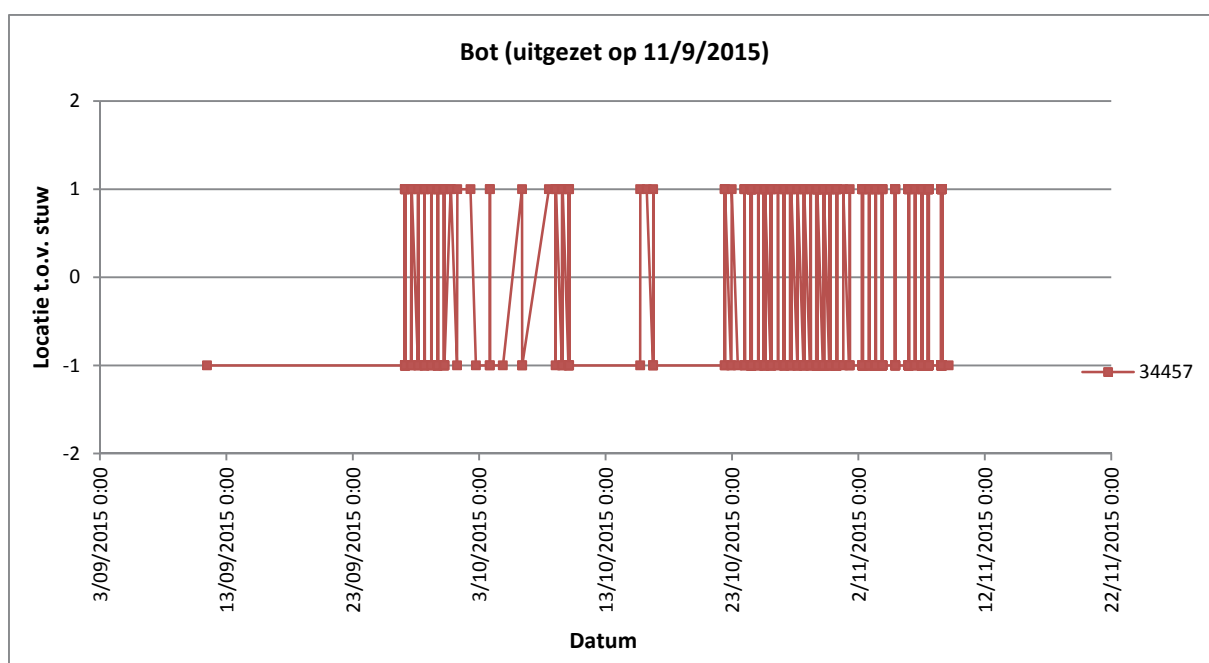


Figuur 10. Soortensamenstelling voor de Dijle stroomafwaarts van de stuw

3.3 Migratiebewegingen van individuele testdieren

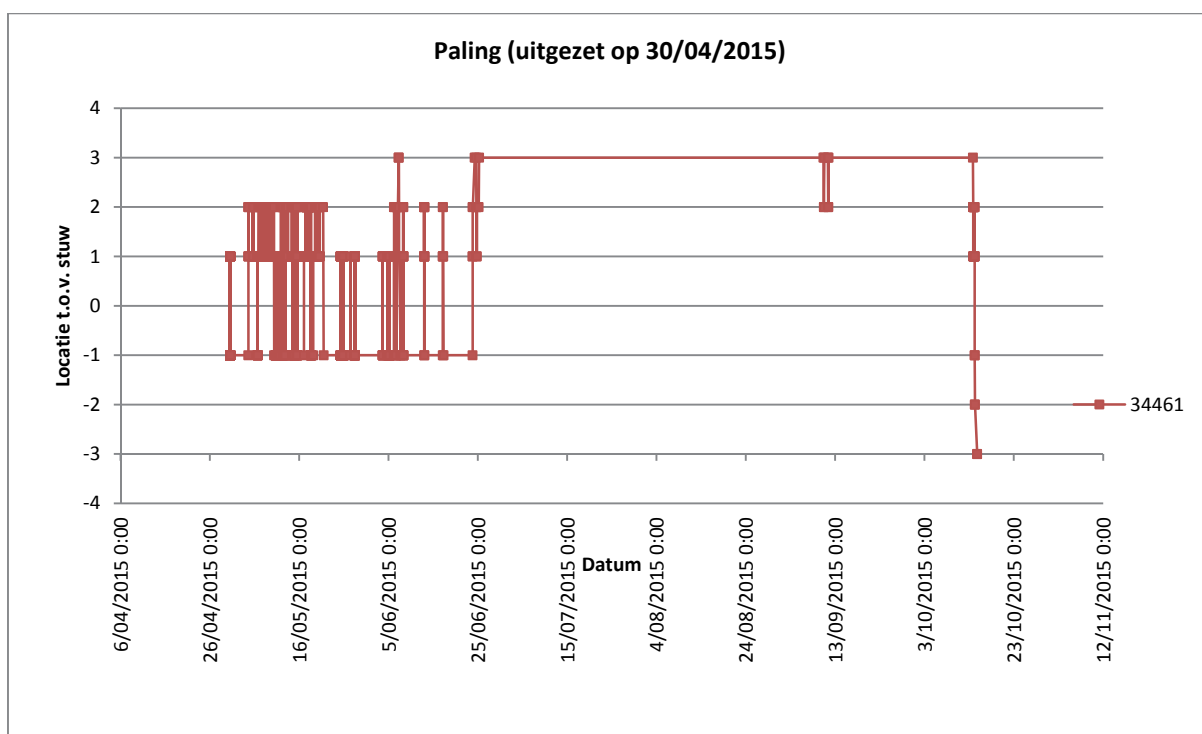
In totaal werden 35 vissen gezenderd. Voor 21 van hen kon via het zenderen migratiebewegingen voorbij de stuw vastgesteld worden. Voor 14 anderen werden geen signalen meer gedetecteerd of werden de signalen verder stroomafwaarts van de stuw opgevangen. Er werden ook signalen gedetecteerd van een proefvis die in het kader van een vorig project werd gezenderd. De bewegingen van de individuele proefvissen werden uitgezet in functie van de locatie t.o.v. de stuw: 1, 2 en 3 zijn de locaties stroomopwaarts van de stuw, respectievelijk de samenvloeiing met de Binnendijle (top "eilandje"), de wateruitlaat ter hoogte van de Nekker en de Muizenbrug. De locaties -1, -2 en -3 komen respectievelijk overeen met de locaties stroomafwaarts van de stuw ter hoogte van het hek van het perceel van W&Z, de brug van de R12 en ter hoogte van de Grote Vijver (Fig. 6).

Een bot die gezenderd en uitgezet werd op 19/9/2015, werd veelvuldig gedetecteerd stroomop- en afwaarts de stuw. Verhoogde migratiebewegingen traden op tussen 27/09/2015 en 10/10/2015 en tussen 22/10/2015 en 9/11/2015 (Fig. 11). Door het defect van de stuw stond vanaf 20/10/2015 de stuw volledig open en kon vrije vismigratie plaatshebben. Dat hierdoor een verhoogde stuwpassage mogelijk was, is voorbarig om te kunnen concluderen op basis van een enkel individu.



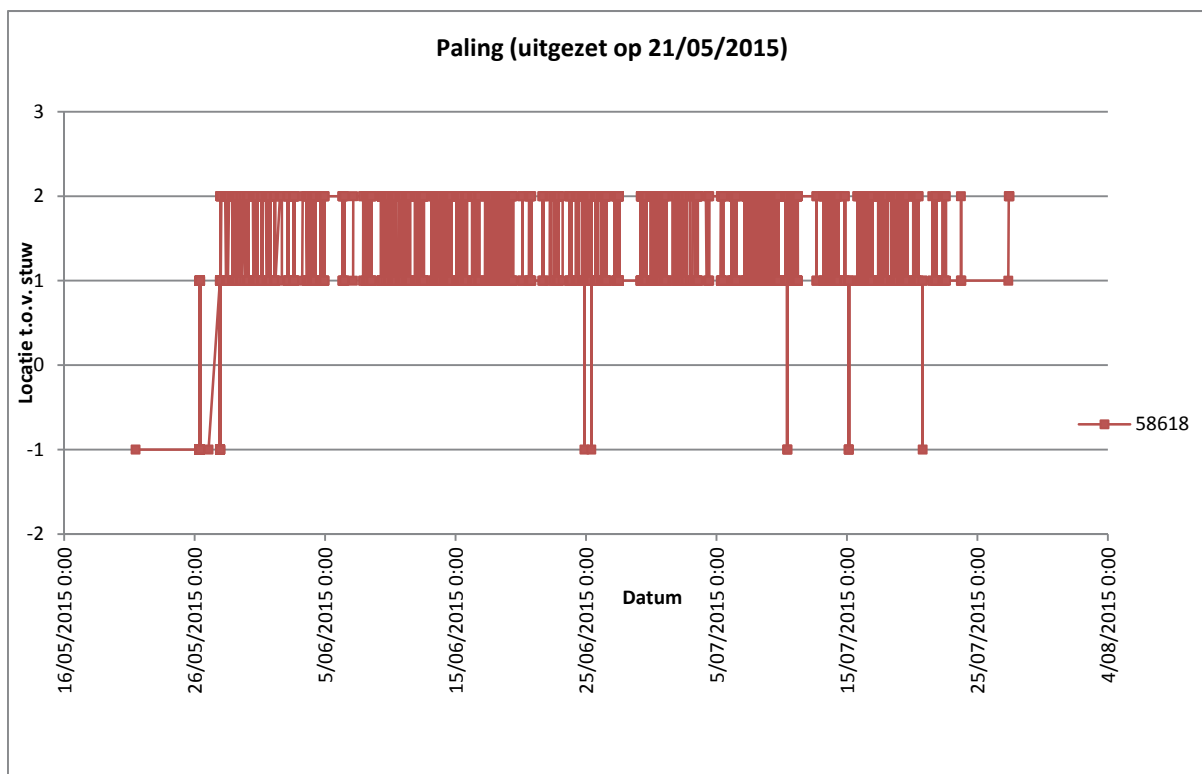
Figuur 11. Migratiebewegingen van bot met zendernummer 34457 uitgezet op 11/9/2015

Buiten bot werd ook nog paling als benthische soort gezenderd. Van deze soort werden 8 proefvissen succesvol gezenderd. Voor de paling met zendernummer 34461 zijn stuwpassages waargenomen tussen 30/04 en 25/06. Gedurende de zomermaanden migreerde hij meer stroomopwaarts om vervolgens op 14/10 stroomafwaarts te migreren (Fig. 12).



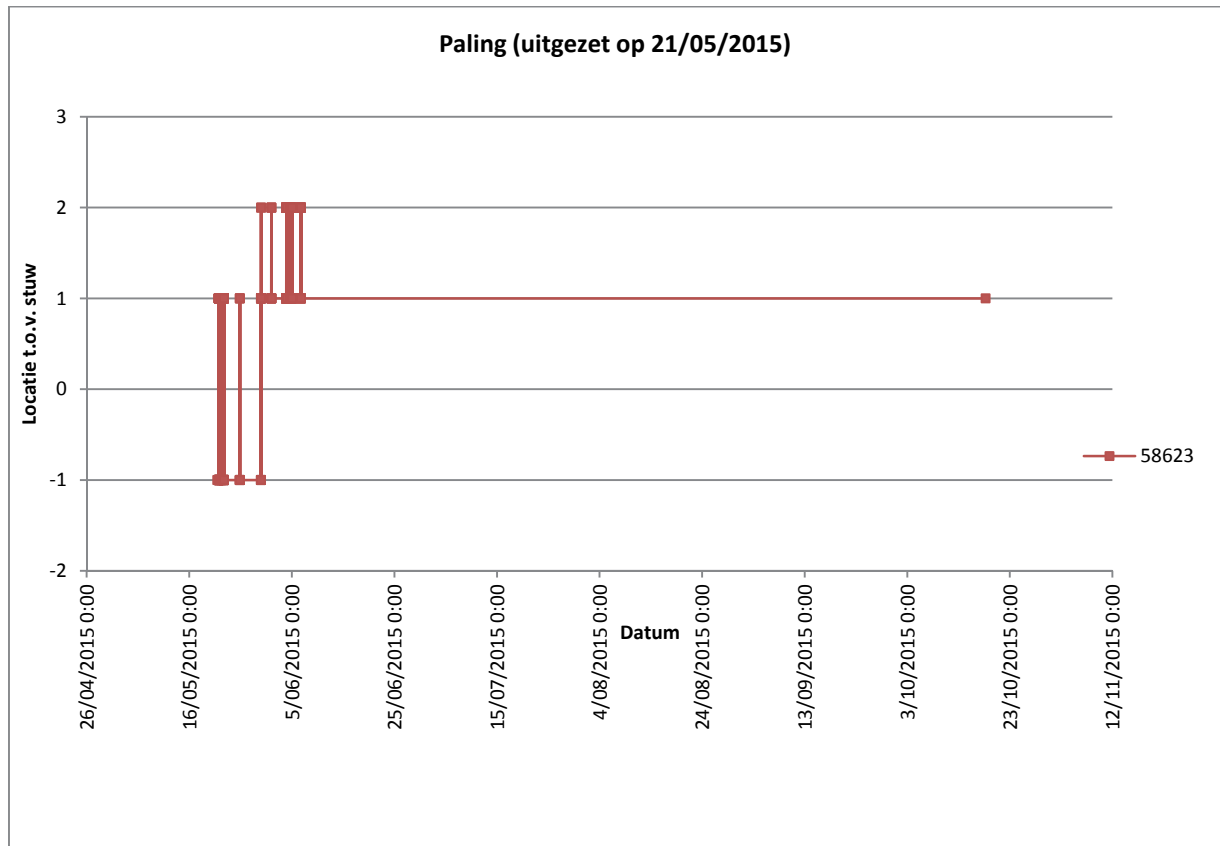
Figuur 12. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 34461 uitgezet op 30/04/2015

Gedurende bijna de volledige periode van de studie werd de paling met zendernummer 58618, die uitgezet werd op 21/05, gedetecteerd tussen het eilandje en de wateruitlaat van de Nekker. In beperkte mate migreerde hij stroomafwaarts van de stuw: in de periode tussen 21/05 en 27/05 na de uitzetting, op 24/06, 10/07, 15/07 en 20/07 (Fig. 13).



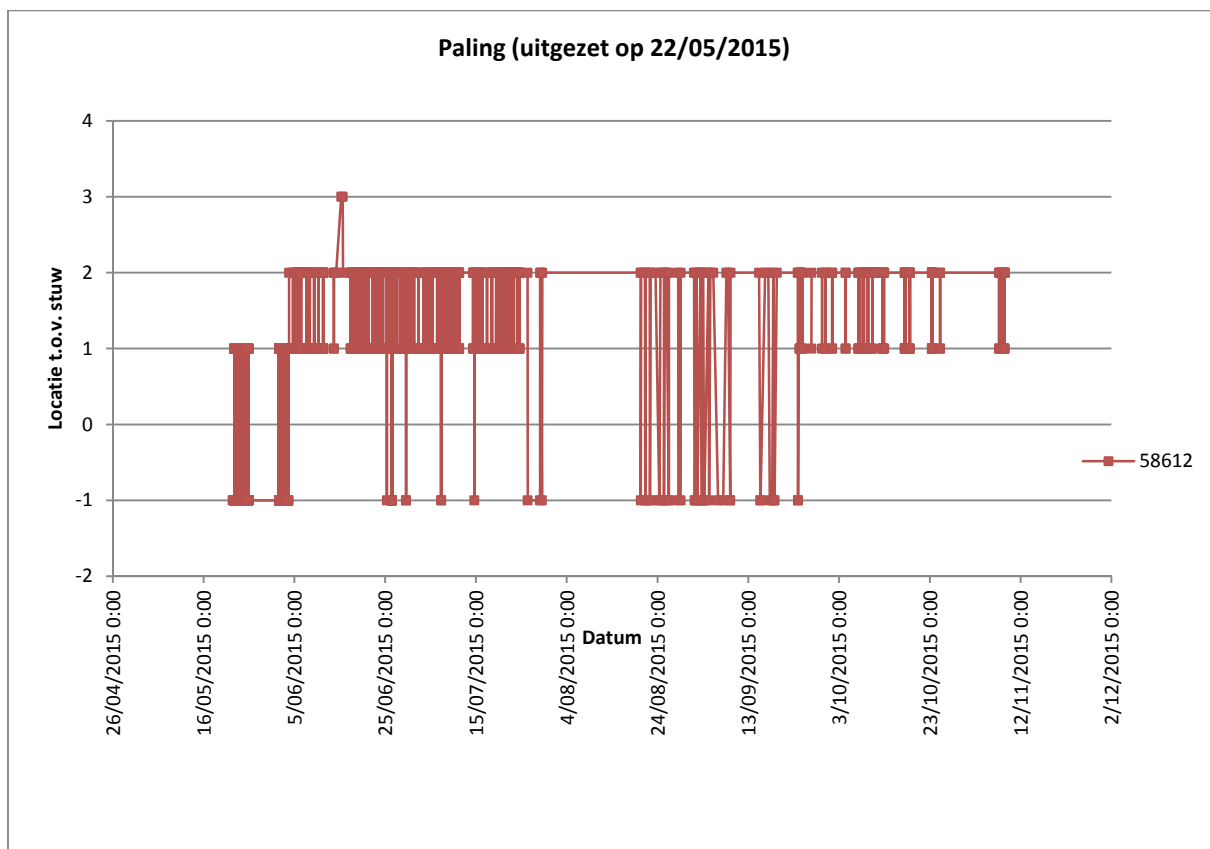
Figuur 13. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58618 uitgezet op 21/05/2015

De paling met zendernummer 58623 en uitgezet op 21/05, werd aanvankelijk gedurende periode 21/05 en 30/05 gedetecteerd op het traject tussen het eilandje en stroomafwaarts van de stuw. Hierbij werden passages uitgevoerd op 21/05, 22/05, 29/05 en 30/05. Na een aantal keren gedetecteerd te zijn tussen het eilandje en de wateruitlaat van de Nekker, werd de proefvis nog eenmaal gedetecteerd ter hoogte van het eilandje op 18/10 (Fig. 14).



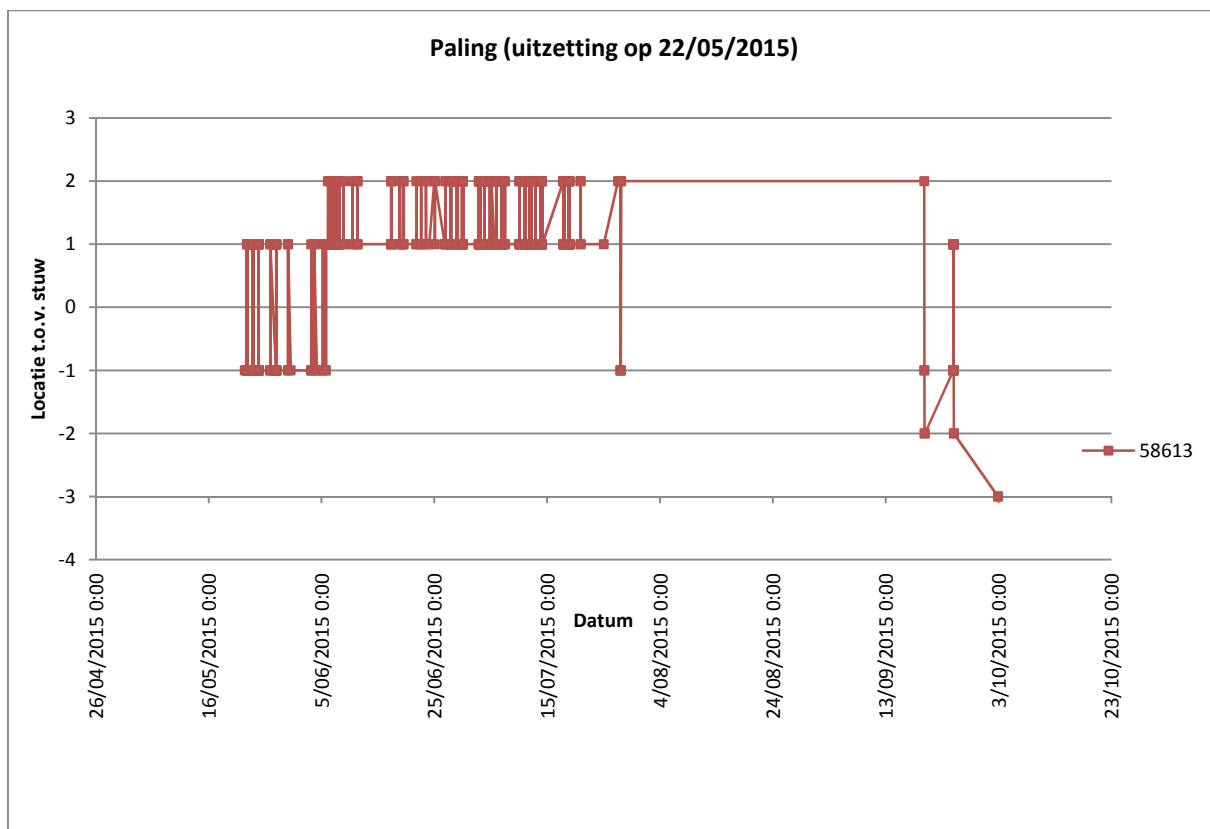
Figuur 14. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58623 uitgezet op 21/05/2015

De paling met zendernummer 58612, uitgezet op 22/05, migreert frequent stroomopwaarts van de stuw gedurende de periode tussen 22/05 en 3/06. In de periode van eind juni tot eind juli zijn de passages voorbij de stuw minder frequent, een tiental passages verspreid over 4 dagen. Daarna volgt een periode van verhoogde activiteit door talrijke passages stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw, tussen 20/08 en 19/09. Verder beperkt deze proefvis zijn aanwezigheid tot het traject tussen het eilandje en de wateruitlaat aan de Nekker (Fig. 15).



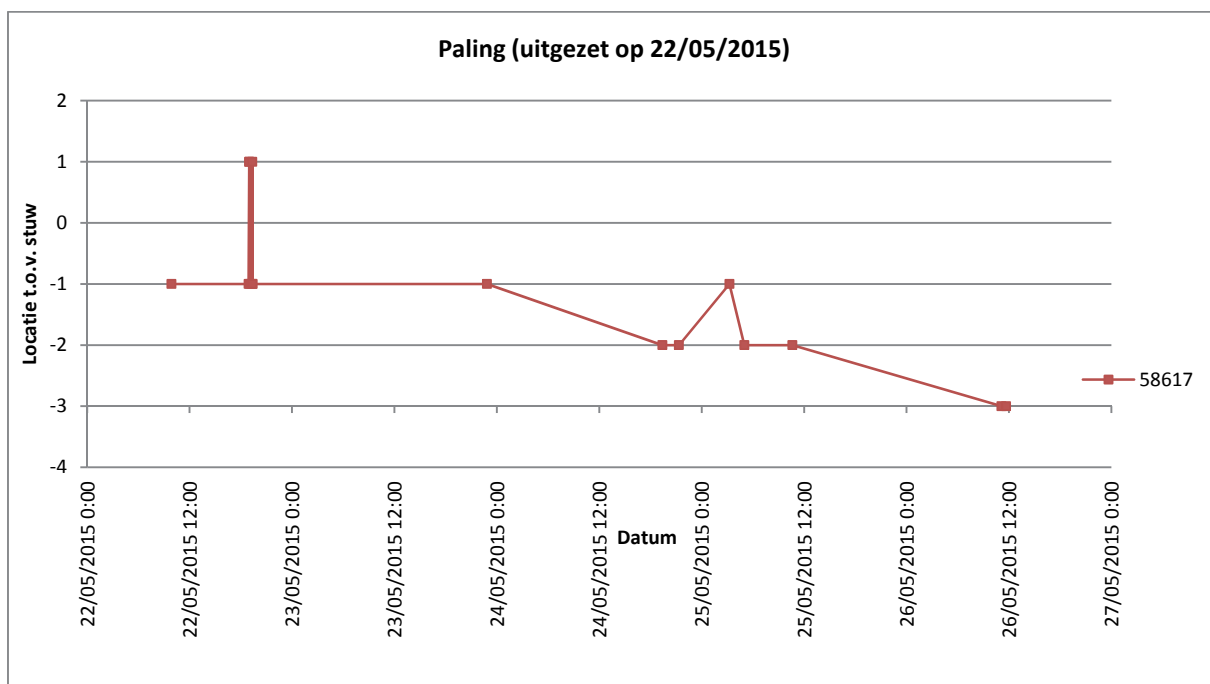
Figuur 15. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58612 uitgezet op 22/05/2015

Net als de voorgaande proefvis kent deze paling met zendernummer 58613 een verhoogde passage voorbij de stuw in de periode van 22/05 tot 5/06, om vervolgens zijn verplaatsingen te beperken op het traject tussen het eilandje en de wateruitlaat aan de Nekker. Slechts op 3 data werden nog stuwpassages gedetecteerd: 28/7, 24 en 25/9, waarna de stroomafwaartse migratie plaatshad (Fig. 16)



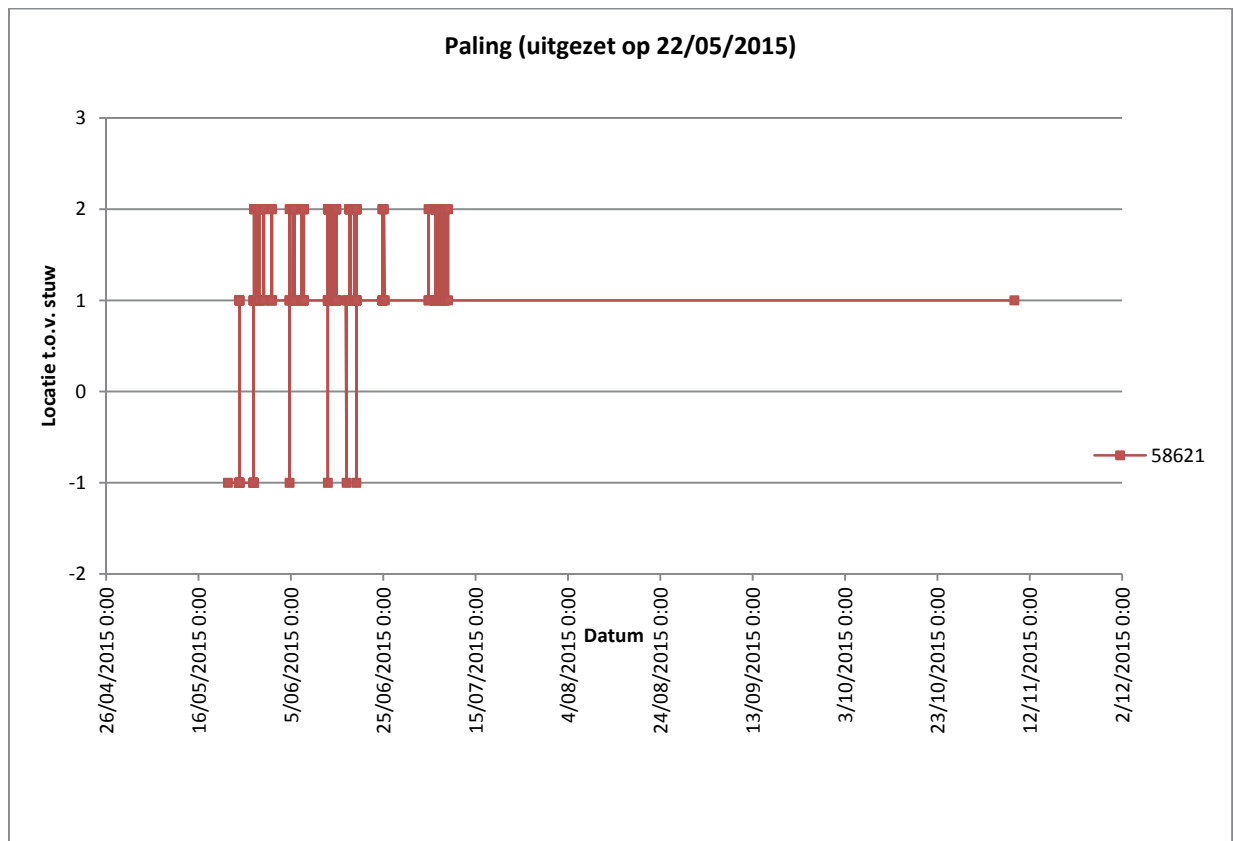
Figuur 16. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58613 uitgezet op 22/05/2015

De paling met zendernummer 58617, die uitgezet werd op 22/05/2015, werd voornamelijk stroomafwaarts van de stuw gedetecteerd. Slechts eenmaal migreerde hij stroomopwaarts waar hij in de buurt van het eilandje werd waargenomen op de dag van zijn uitzetting (Fig. 17).



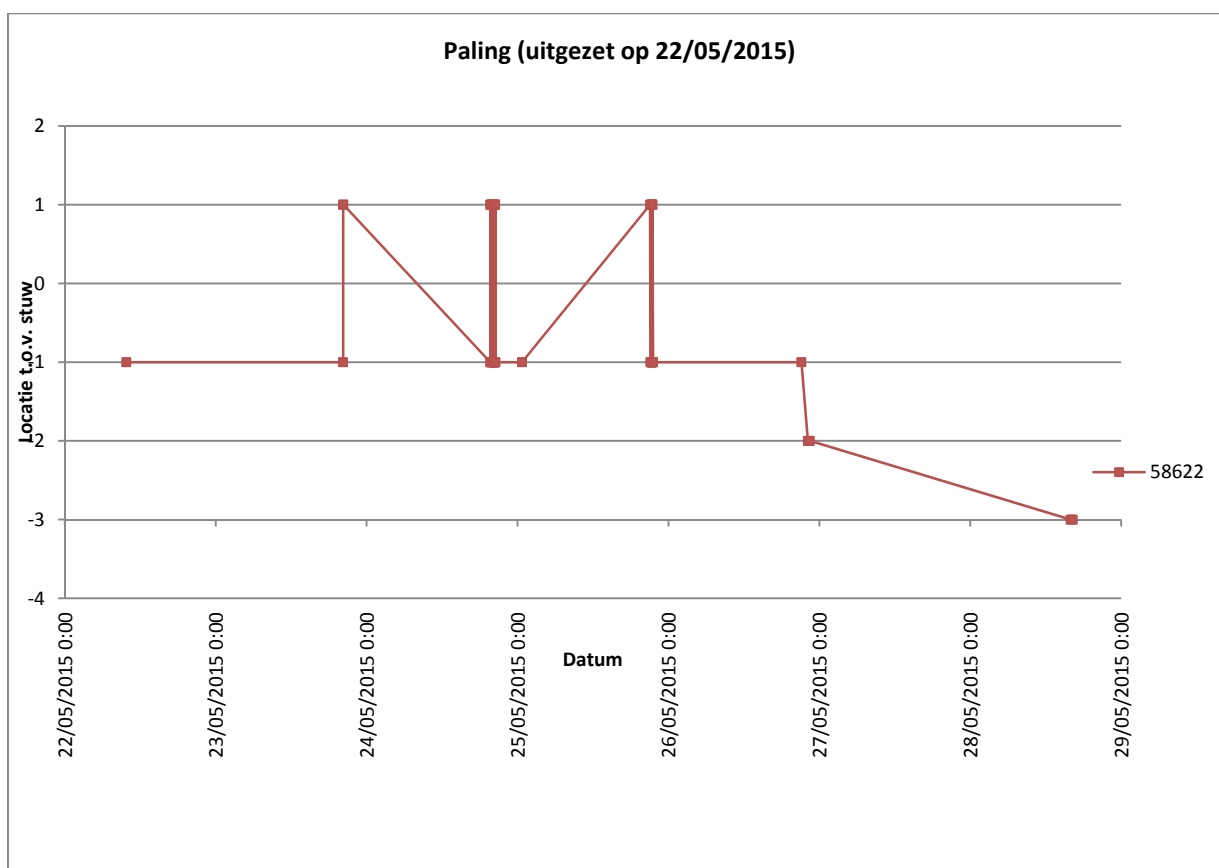
Figuur 17. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58617 uitgezet op 22/05/2015

De paling met zendernummer 58621, uitgezet op 22/05/2015, werd regelmatig gedetecteerd tussen het eilandje en de wateruitlaat van de Nekker. Sporadisch werd deze vis ook gedetecteerd stroomafwaarts van de stuw. Gedurende de maand mei en juni heeft hij verschillende keren stroomopwaarts de stuw gepasseerd: op 24/05, 27/05, 4/6, 13/6, 17/6 en 19/6 (Fig. 18).



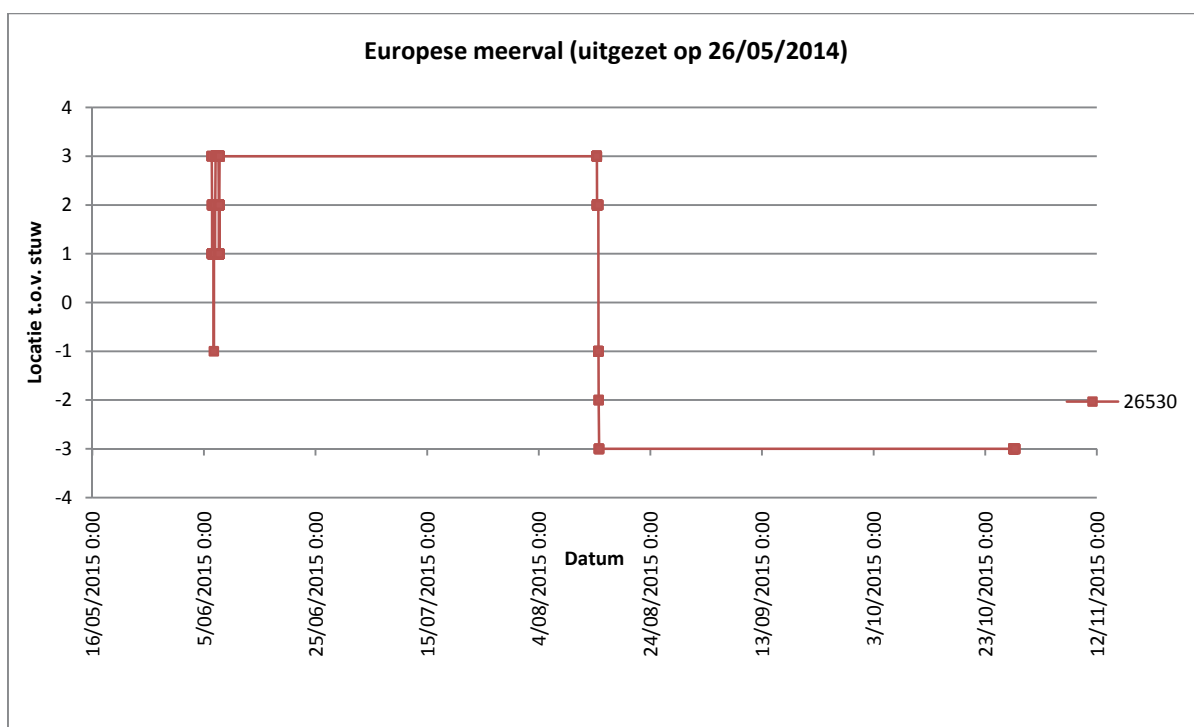
Figuur 18. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58621 uitgezet op 22/05/2015

De paling met zendernummer 58622 en uitgezet op 22/05 werd na een aantal stuwpassages voorbij de stuw tussen de dag van zijn uitzetting en 25/05 niet meer gedetecteerd. De laatste detectie dateert van 28/05, waarna verondersteld wordt dat de vis verder stroomafwaarts gemigreerd is (Fig. 19).



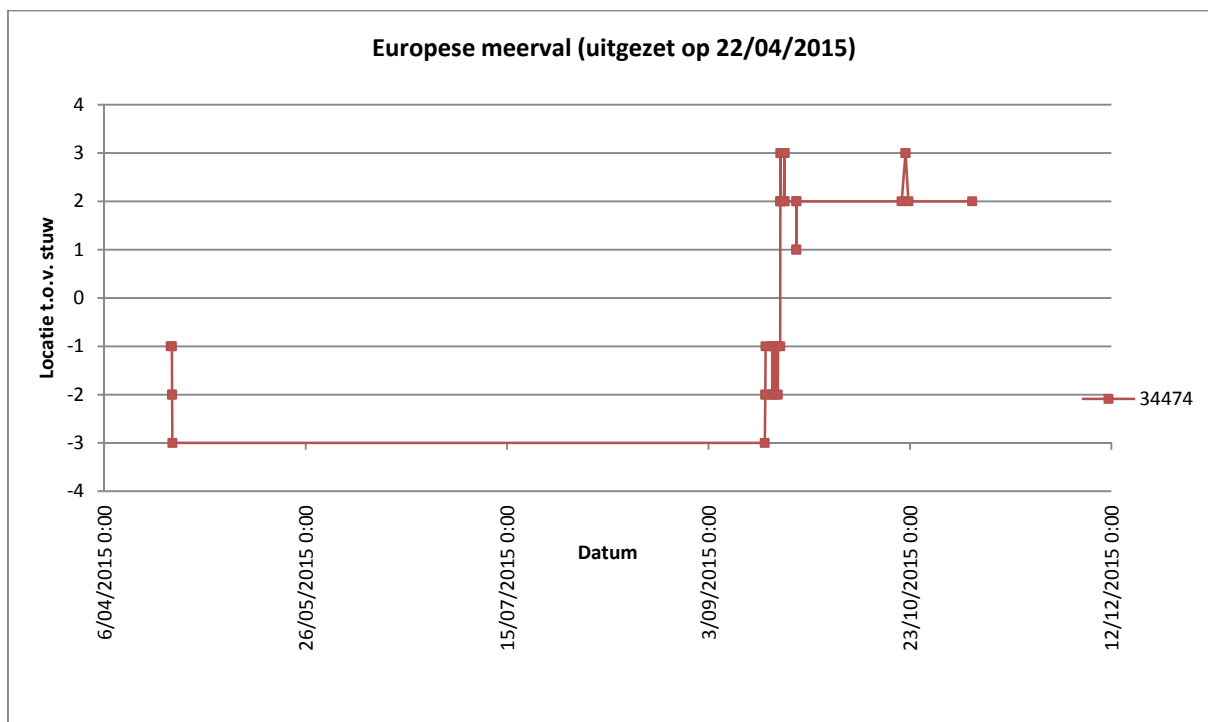
Figuur 19. Migratiebewegingen van paling met zendernummer 58622 uitgezet op 22/05/2015

In het kader van een vorig onderzoek, werd een Europese meerval uitgezet in de Demer op 26/05/2014. Op 6/06/2015 werd hij gedetecteerd door de receiver aan de Muizenbrug op de Dijle. Dezelfde avond passeerde hij de stuw in beide richtingen en op 14/08/2015 passeerde hij de stuw nog eens om zich verder stroomafwaarts te begeven (Fig. 20).



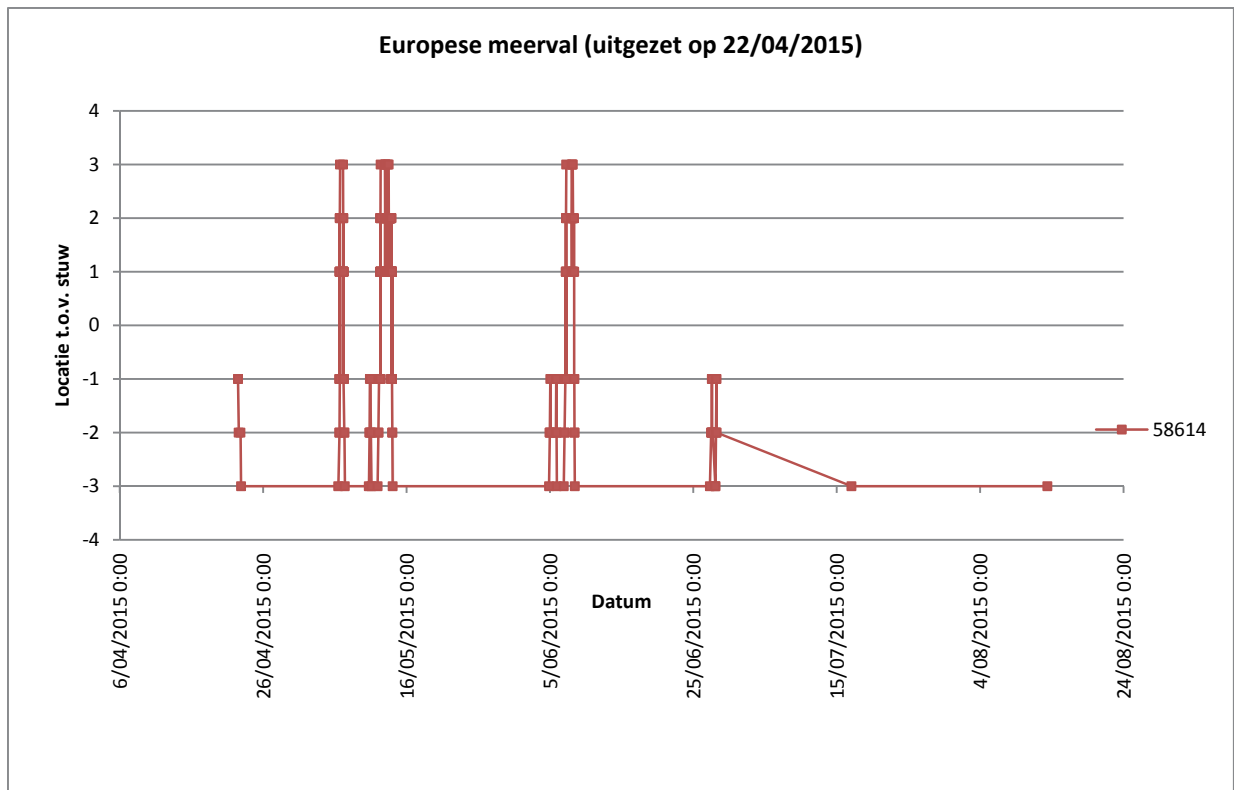
Figuur 20. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 26530 uitgezet op 26/05/2014

Na zijn uitzetting op 22/04 is deze Europese meerval met zendernummer 34474 stroomafwaarts van de stuw gebleven tot 20/09. Na een eenmalige passage voorbij de stuw, is deze proefvis stroomopwaarts gebleven (Fig. 21).



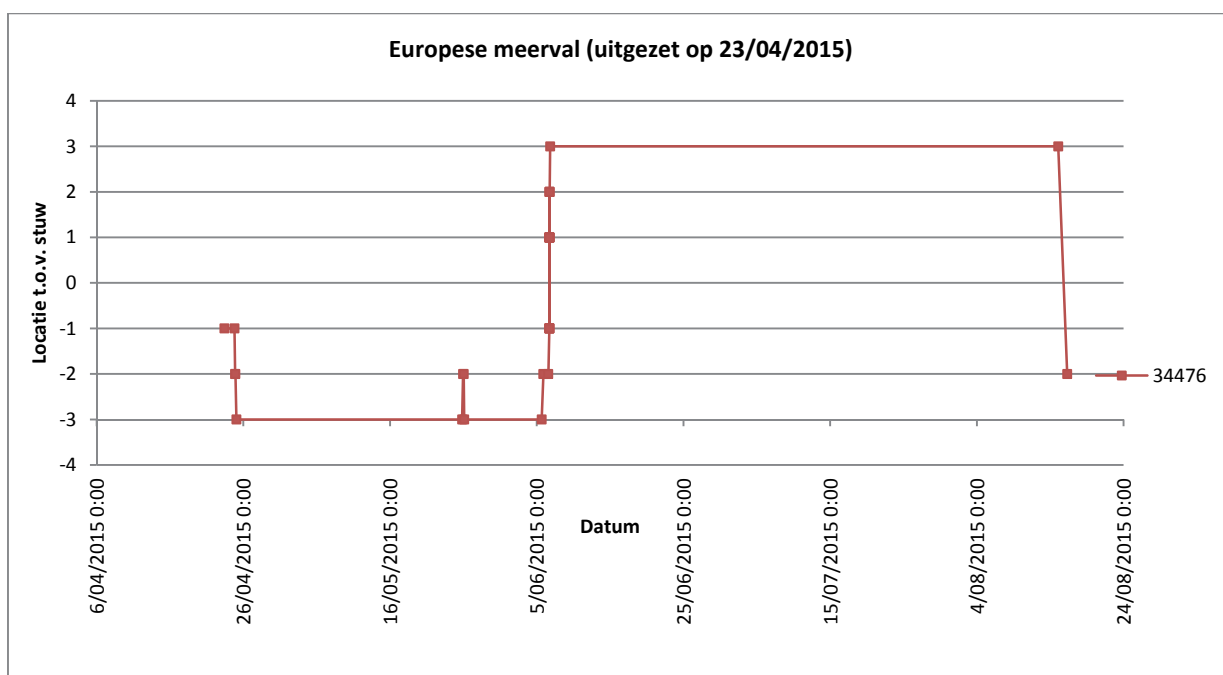
Figuur 21. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34474 uitgezet op 22/04/2015

De Europese meerval met zendernummer 58614, die uitgezet werd op 22/04/2015, keerde terug bovenstrooms om daarna regelmatig de afstanden tussen de Muizenbrug en de Dijle stroomafwaarts van de Grote Vijver af te leggen. Bij deze gelegenheden passeerde hij de stuw op 6 en 7/05, op 12 en 13/05 en op 7/06 (Fig. 22).



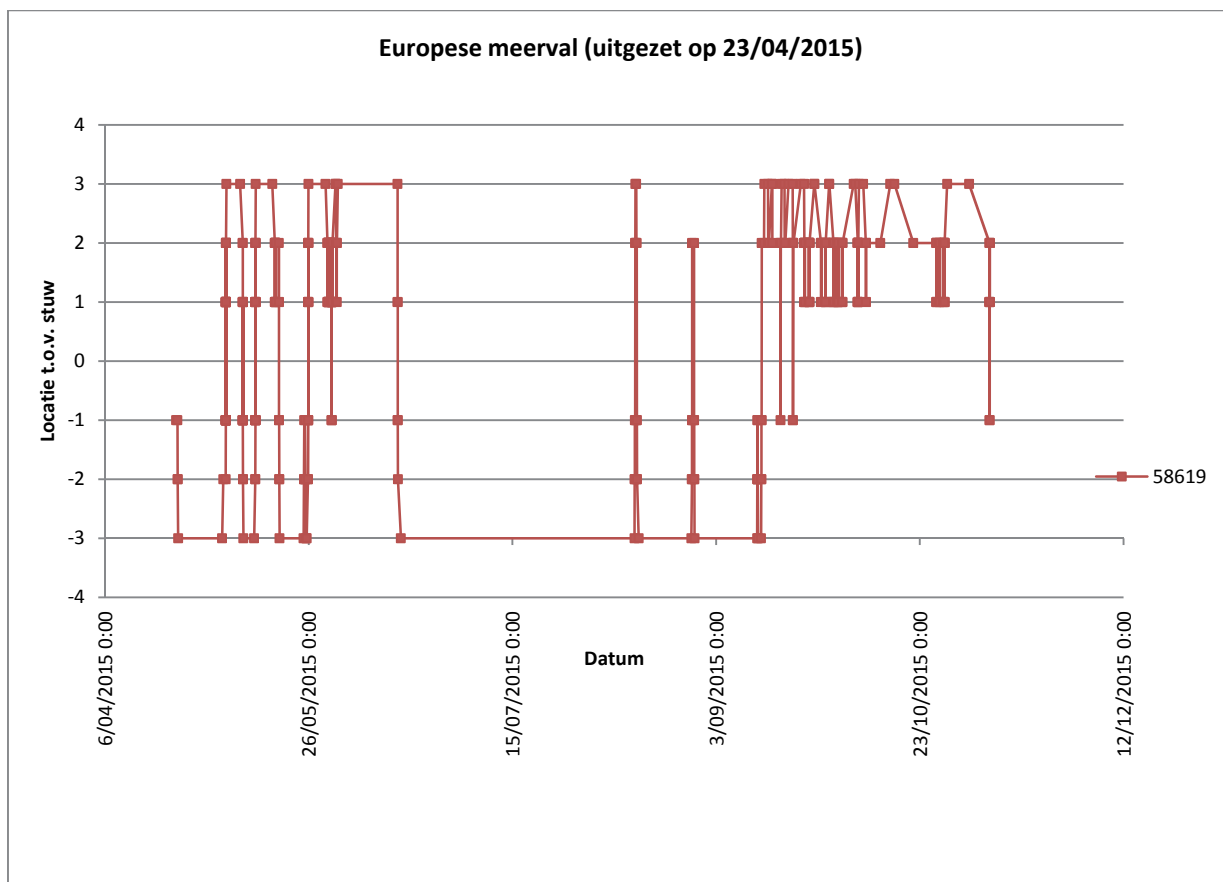
Figuur 22. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58614 uitgezet op 22/04/2015

Na zijn uitzetting blijft deze Europese meerval met zendernummer 34476 stroomafwaarts van de stuw. Op 6/06 wordt hij stroomopwaarts gedecteerd. Hierbij trekt hij verder voorbij de stuw en keert terug op 16/08, waar hij nog een enkele maal ter hoogte van de R12 wordt waargenomen (Fig. 23).



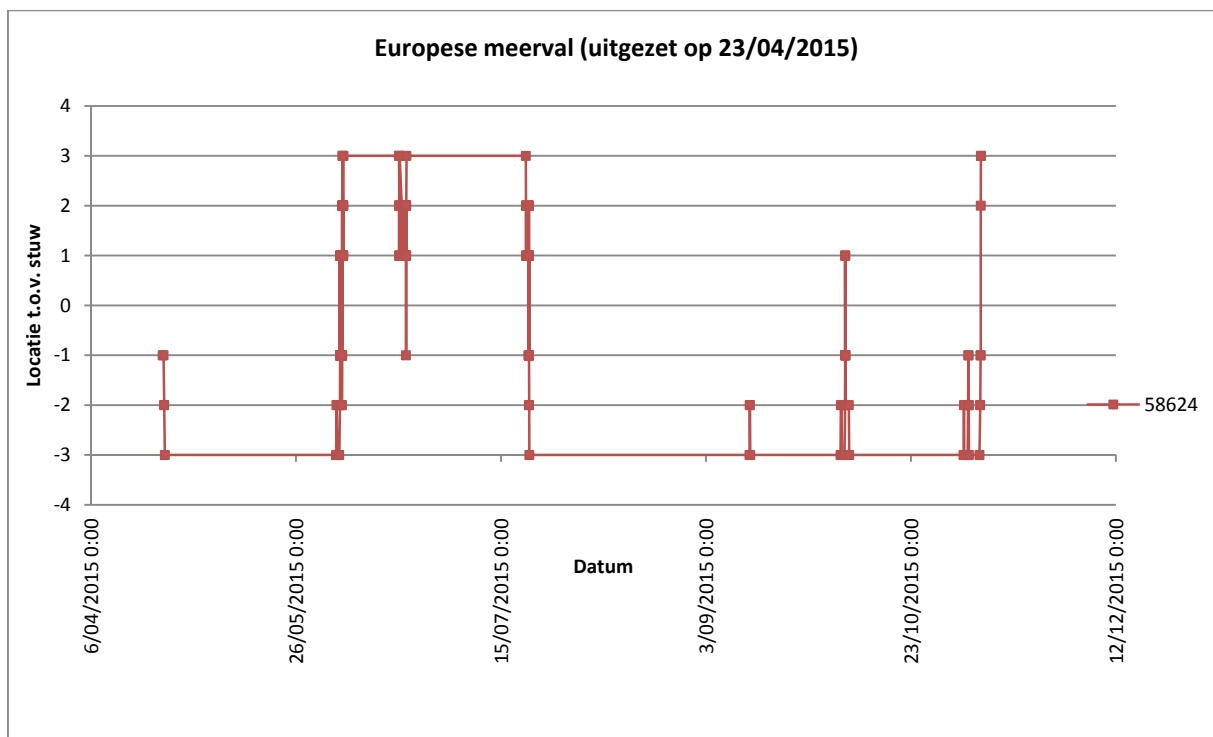
Figuur 23. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 34476 uitgezet op 23/04/2015

De Europese meerval met zendernummer 58619, uitgezet op 23/04/2015, overbrugde regelmatig trajecten tussen de Grote Vijver en de Muizenbrug in de periode 23/04 en 14/09. Daarna verbleef hij doorgaans stroomopwaarts van de stuw. Hij passeerde meermaals de stuw op 5/05, 9/05, 12/05/, 25/05, 31/05, 14/08, 28/08, 14/09, 18/09 en 21/09 (Fig. 24).



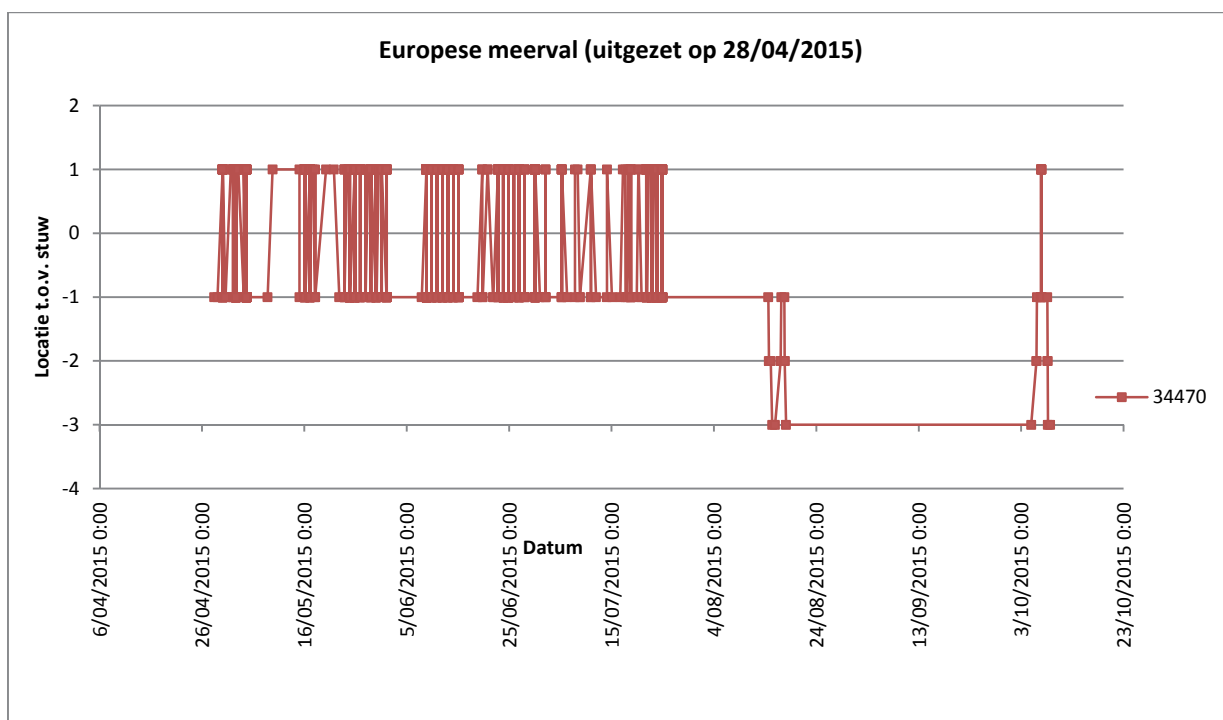
Figuur 24. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58619 uitgezet op 23/04/2015

De Europese meerval met zendernummer 58624 die op 23/04 werd uitgezet, heeft zich in de periode 23/04-09/11, voor langere periodes zowel stroomopwaarts als -afwaarts van de stuw verplaatst. Hierdoor werden stuwpassages voorbij de stuw gedetecteerd op 5 en 6/06, 21/06, 21/07, 6/10 en 9/11 (Fig. 25).



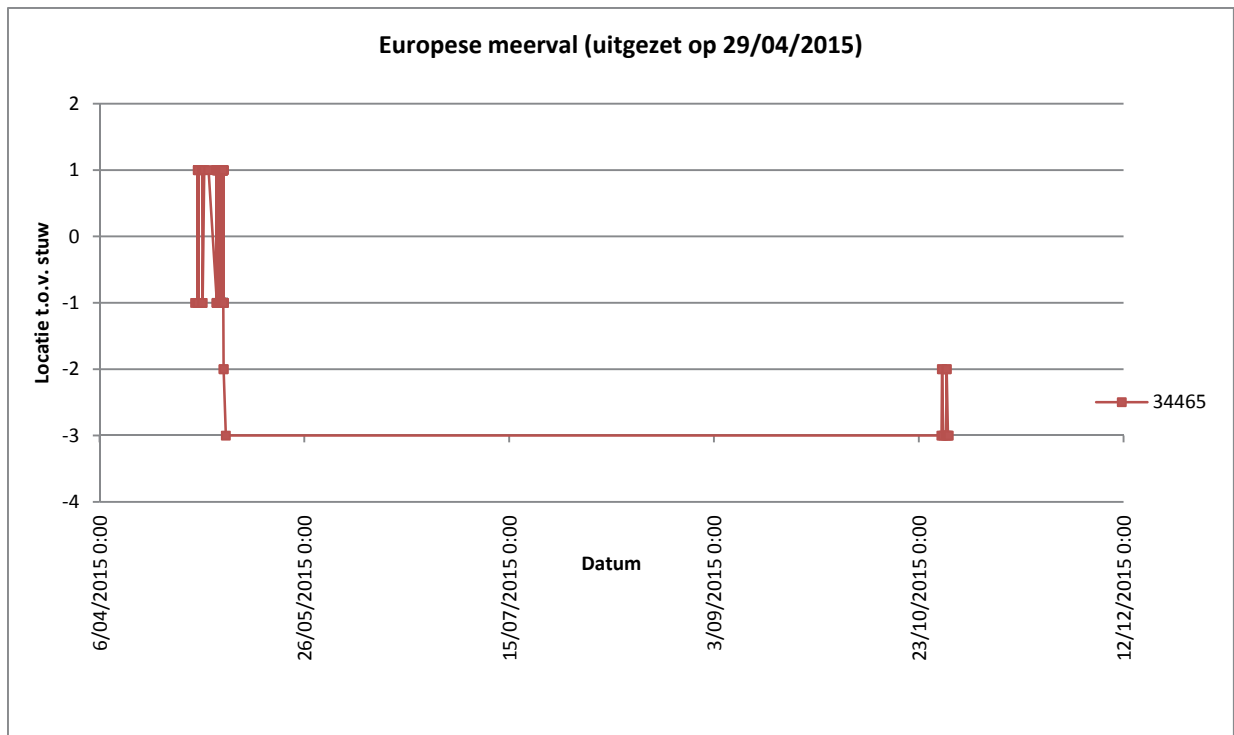
Figuur 25. Migratiebewegingen van een Europese meerval met zendernummer 58624 uitgezet op 23/04/2015

De Europese meerval met zendernummer 34470 maakt tussen 28/04 en 24/07 veelvuldige passages voorbij de stuw, tot meerdere keren per dag. Na 24/07 verblijft hij stroomafwaarts van de stuw, met enkele passages tussen de brug van de R12 en ter hoogte de verder stroomafwaarts gelegen Grote Vijver. Op 6/10 passeert hij nog een paar keer de stuw om zich uiteindelijk weer stroomafwaarts te begeven (Fig. 26).



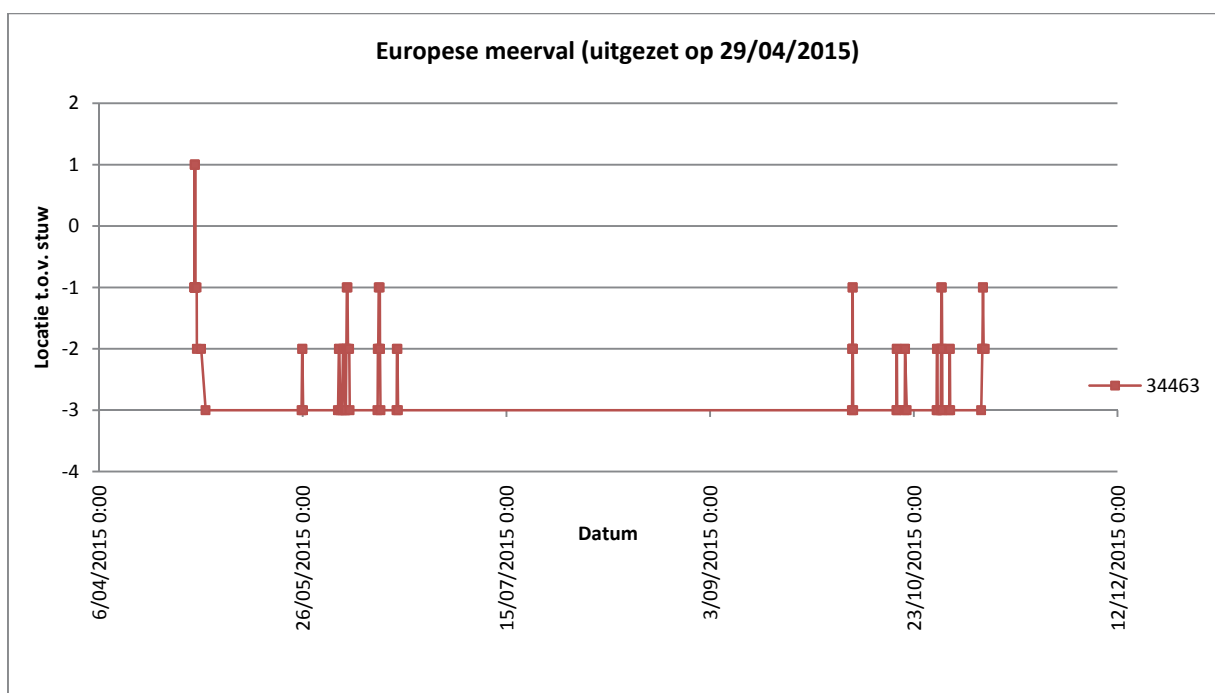
Figuur 26. Migratiebewegingen voor een Europese meerval met zendernummer 34470 uitgezet op 28/04/2015

In tegenstelling tot bovenstaande proefvis, kwam de Europese meerval met zendernummer 34465, voornamelijk voor op de trajecten stroomafwaarts van de stuw, meer bepaald stroomafwaarts van de Grote Vijver. Tussen 29/04 en 06/05, heeft hij veelvuldig de stuw van Mechelen gepasseerd (Fig. 27).



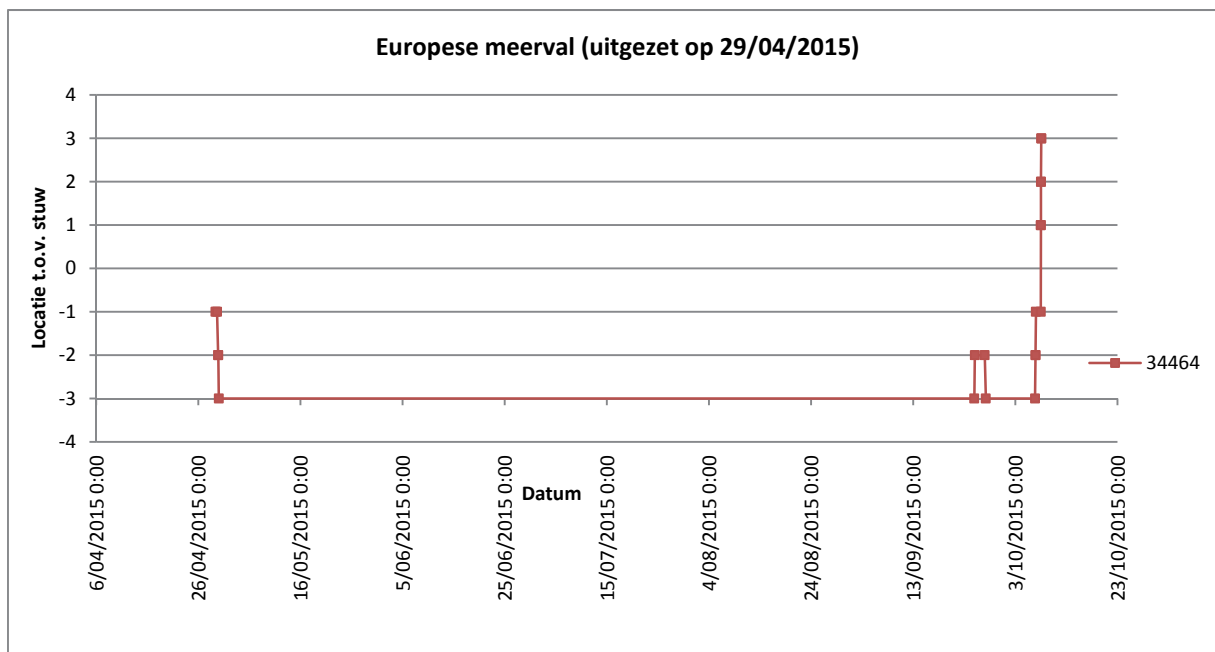
Figuur 27. Migratiebewegingen voor een Europese meerval met zendernummer 34465 uitgezet op 29/04/2015

Net als de Europese meerval met zendernummer 34465, vertoeft de Europese meerval met zendernummer 34463 grotendeels stroomafwaarts van de stuw en is slechts een drietal keer stroomopwaarts van de stuw gemigreerd op 29/04/2015 (Fig. 28).



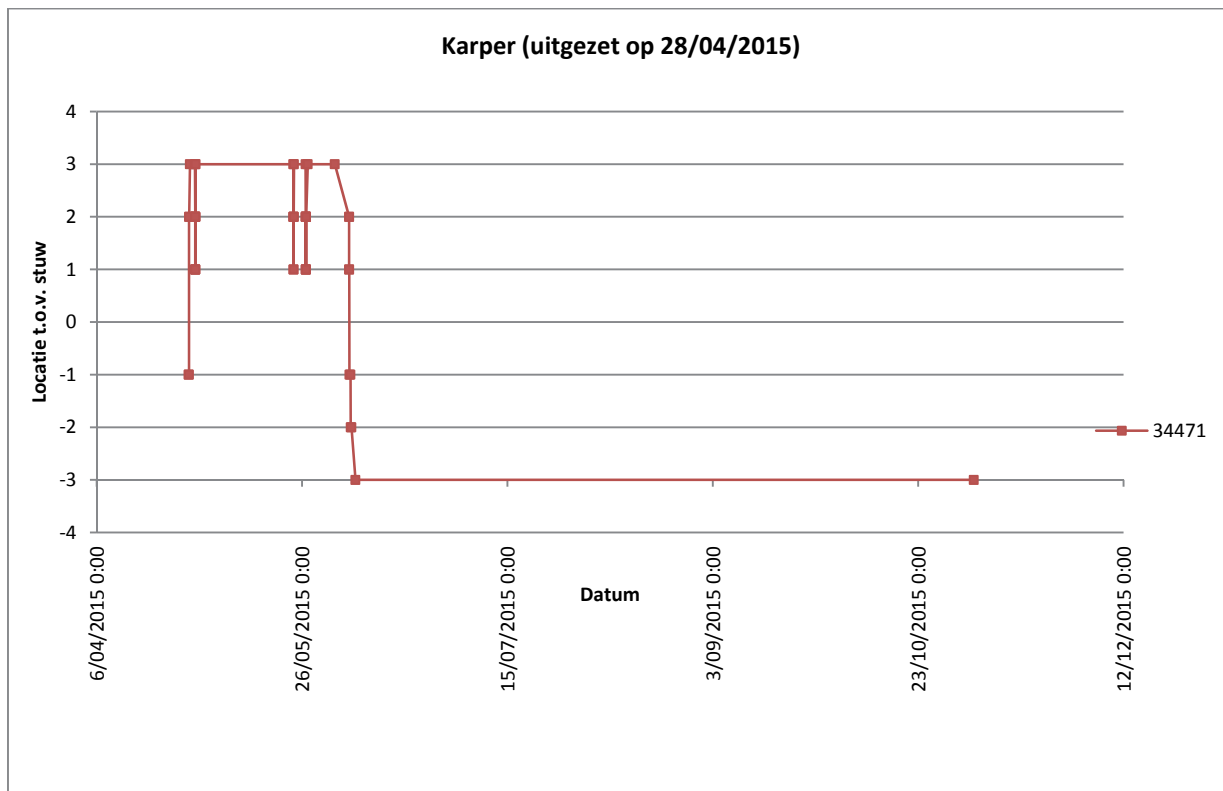
Figuur 28. Migratiebewegingen voor een Europese meerval met zendernummer 34463 uitgezet op 29/04/2015

Zoals de Europese meervallen met zendernummer 34463 en 34465, verplaatste de Europese meerval met zendernummer 34464 zich voornamelijk stroomafwaarts van de stuw. Het is pas op 08/10 dat deze proefvis zich verder stroomopwaarts begeeft, voorbij de Muizenbrug (Fig. 29).



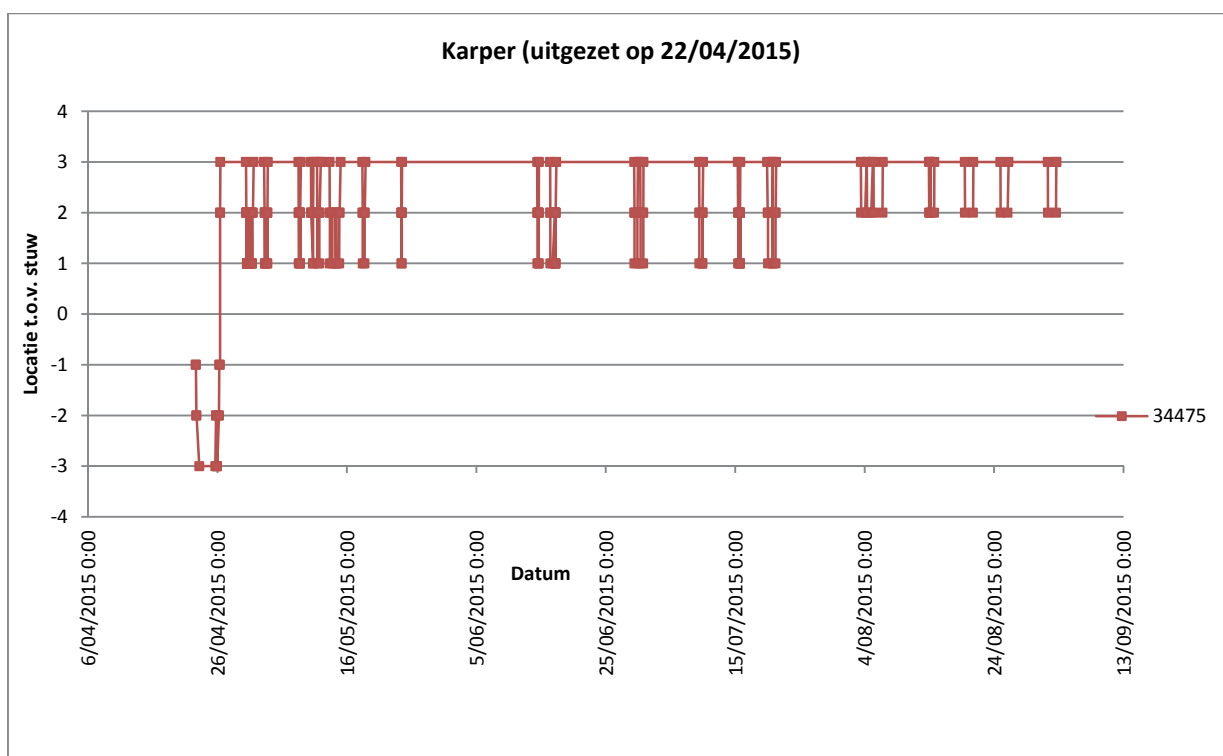
Figuur 29. Migratiebewegingen voor een Europese meerval met zendernummer 34464 uitgezet op 29/04/2015

Deze karper met zendernummer 34471 is enkele uren na de uitzetting, stroomopwaarts langs de stuw gezwommen, met enkele passages tussen het eilandje en de Muizenbrug. Tussen 30/4 en 23/5 begeeft hij zich verder stroomopwaarts, om vervolgens tussen 24 en 27/05 weer enkele passages tussen de Muizenbrug en het eilandje te maken. Op 6/06 zwemt hij volledig stroomafwaarts, om op 5/11 weer gedetecteerd te worden ter hoogte van de Grote Vijver (Fig. 30).



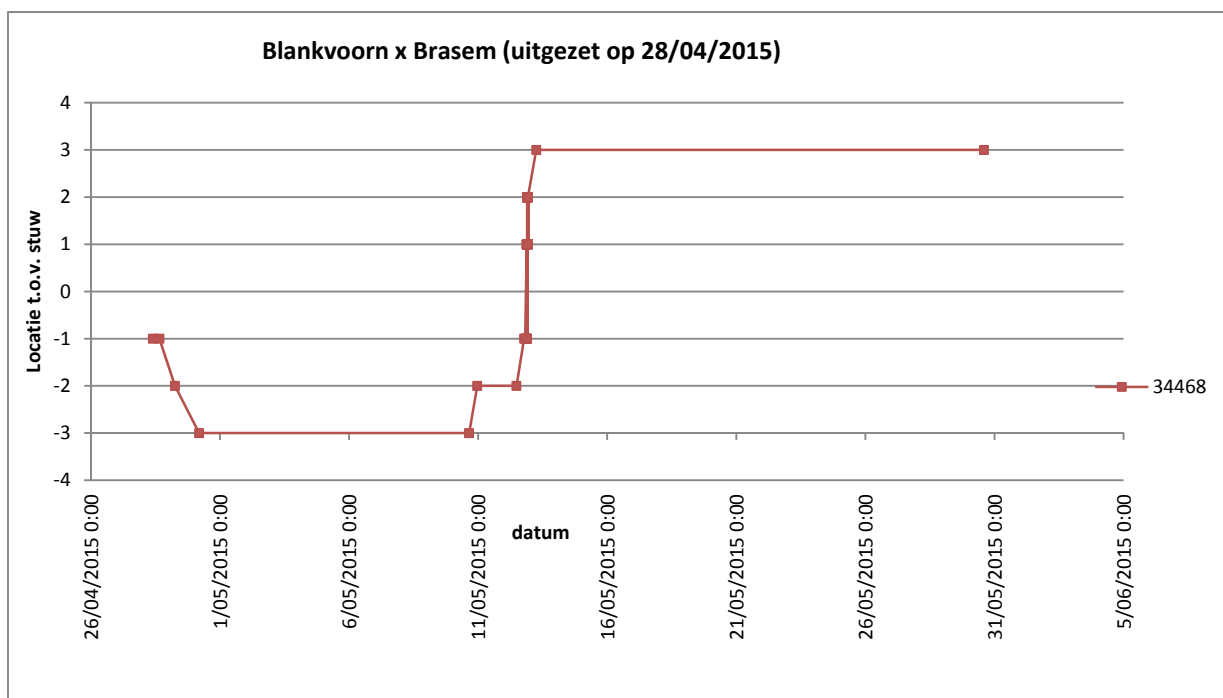
Figuur 30. Migratiebewegingen voor een karper met zendernummer 34471 uitgezet op 28/04/2015

Na zijn uitzetting op 22/4, zwemt de karper met zendernummer 34475 nog een paar keer tot het traject ter hoogte van de Grote Vijver, om op 26/04, voorbij de stuw te trekken. Tot 2/09 maakt hij veelvuldige passages tussen het eilandje tot voorbij de Muizenbrug, om vervolgens verder stroomopwaarts te trekken (Fig. 31).



Figuur 31. Migratiebewegingen voor een karper met zendernummer 34475 uitgezet op 28/04/2015

De vangsten met de schietfuisen hebben slechts een pelagische proefvis opgeleverd. Het vormt een kruising van blankvoorn en brasem. Hij is enkele malen de stuw gepasseerd op 12/05, om verder stroomopwaarts de Muizenbrug te migreren. Dit kadert in de migratieperiode van blankvoorn tijdens de maanden april-mei (Fig. 32).



Figuur 32. Migratiebewegingen voor een kruising tussen blankvoorn en brasem met zendernummer 34468 uitgezet op 28/04/2015

3.4 Relatie tussen de vismigratie en de waterpeilen

De vispassages voorbij de stuw werden gerelateerd tot de waterpeilen stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw. Oorspronkelijk was het de bedoeling om de geregistreeerde stuwbewegingen in relatie te brengen tot de vispassages voorbij de stuw. Door een defect werden deze bewegingen echter onvolledig of niet geregistreerd. Hierdoor werd de optie weerhouden op de stuwpassages te vergelijken met de geregistreeerde waterstanden stroomafwaarts en -opwaarts van de stuw. Op 20 oktober raakte de stuw defect, waardoor deze volledig open bleef tot het einde van de metingen. Deze toestand was er de aanleiding toe om na te gaan als er een verhoogde vismigratie na 20 oktober werd waargenomen.

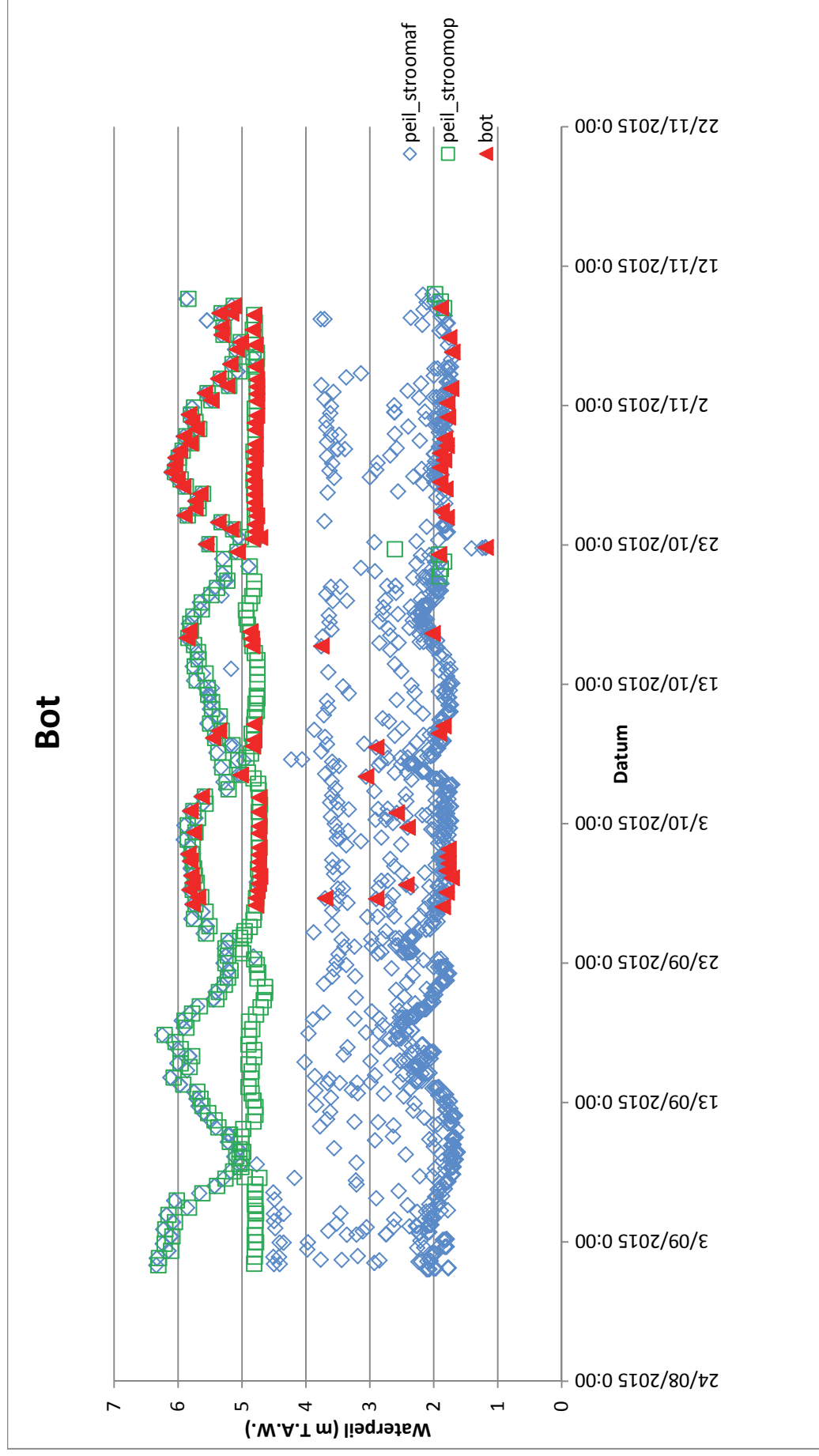
In onderstaande figuren werd een overlay gemaakt van de stuwpassages en de waterstanden. Deze overlays werden uitgevoerd voor bot, paling, Europese meerval, karper, een kruising brasem/ blankvoorn.

In de periode tussen eind september/ begin oktober en de periode eind oktober/ begin november is er een verhoogde piek aan stuwpassages voor bot (Fig. 33). Aangezien deze data afkomstig zijn van een unieke proefvis, is het voorbarig om hierbij conclusies te trekken over de mogelijkheden voor vrije vismigratie vanaf 20 oktober. Zolang één van beide stuwpanelen op de bodem blijft staan en er geen lozing onder de panelen mogelijk is, is de stuw moeilijk passeerbaar voor vissen die zich tijdens hun stroomopwaartse migratie lager in de waterkolom bevinden. Rekening houdende met de benthische levenswijze van bot, is dit een aanwijzing dat het stuwbeheer efficiënt gebeurt om stuwpassage van benthische vis mogelijk te maken.

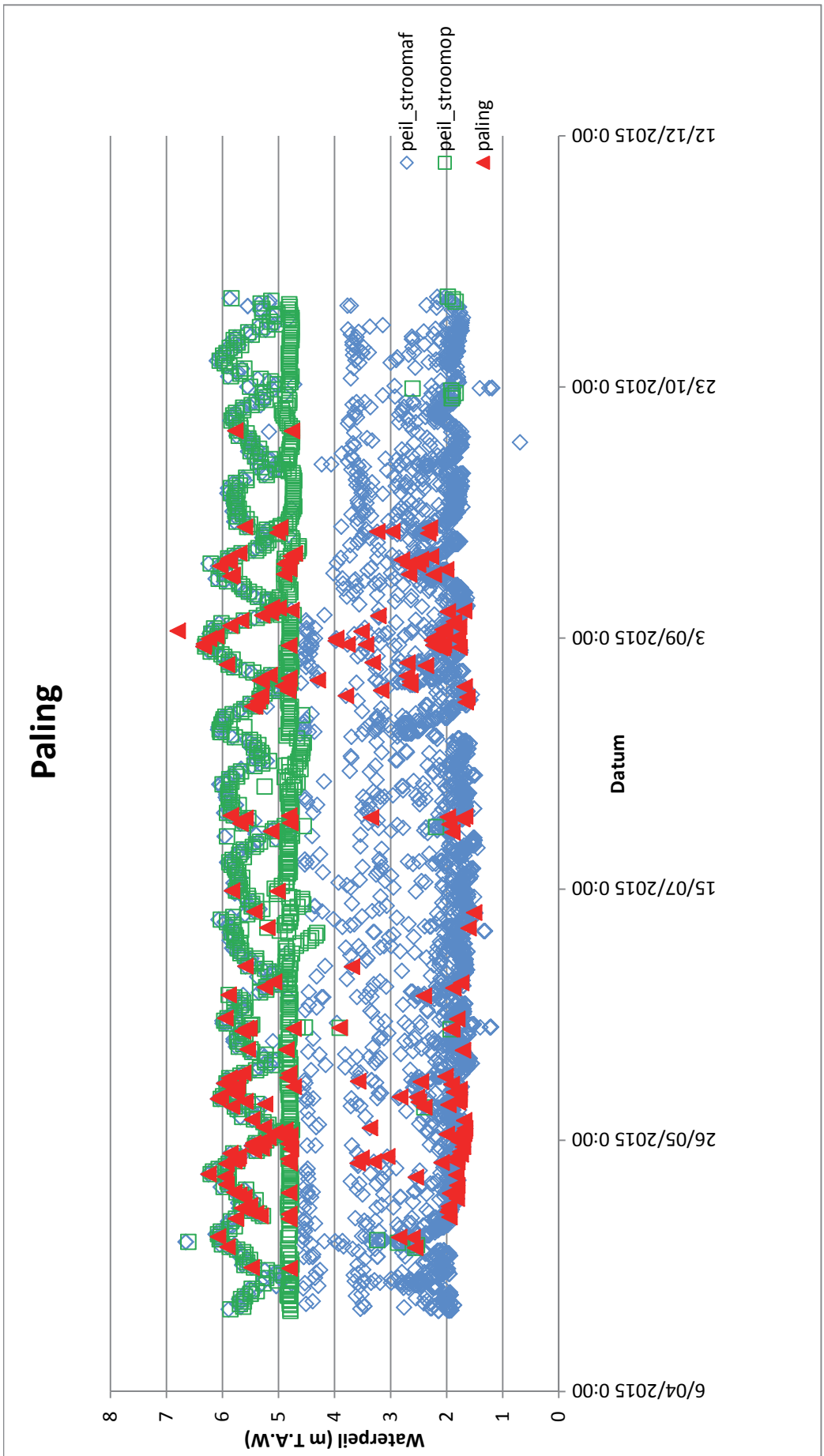
Analoge conclusies kunnen ook voor paling worden getrokken, een soort met een vergelijkbare levenswijze als bot. Pieken van stuwpassages werden waargenomen gedurende de maanden mei/juni en september (Fig. 34). Mogelijks komt dit deels overeen met migratiepieken, weliswaar indachtig dat ook talrijke lokale verplaatsingen werden gedetecteerd. In het bijzonder werden gedurende de maanden mei/ juni detecties van honkvaste individuen gedetecteerd (b.v. proefvis met zendernummer 58618). Uit deze analyse is het eveneens duidelijk dat de vrije stuwdoorgang na 20 oktober geen impact heeft op het aantal vispassages voorbij de stuw.

De vissoorten met een combinatie van demersale en pelagische levensstijlen vertonen een analoog beeld (Fig. 35 en 36). Voor karper werden slechts twee individuen gezenderd, met beiden slechts een passage voorbij de stuw. Europese meerval vertoont over de ganse periode een patroon met regelmatige passages. Algemeen gezien vertonen de meervallen een verhoogde activiteit tussen de maanden april en juli, waarbij eveneens waargenomen wordt dat de vrije stuwdoorgang na 20 oktober, de migratiemogelijkheden van de soort niet beïnvloedt.

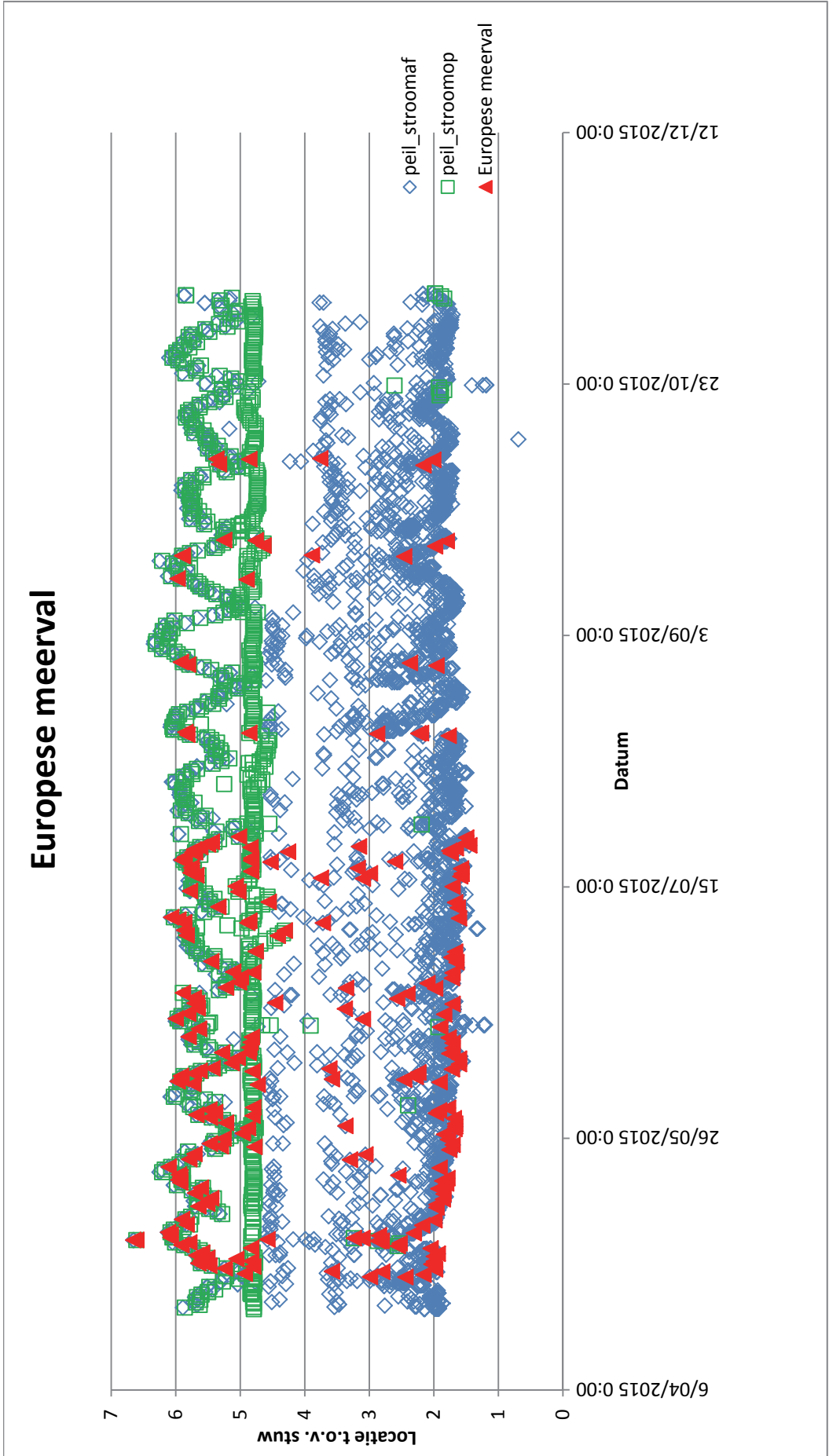
Voor de soorten met pelagische levensstijl kwamen slechts twee individuen in aanmerking om te zenderen (kruisingen met blankvoorn). Slechts een ervan leverde resultaten op, waaruit men kan afleiden dat ook voor pelagische vissen de stuw passerbaar is (Fig. 37).



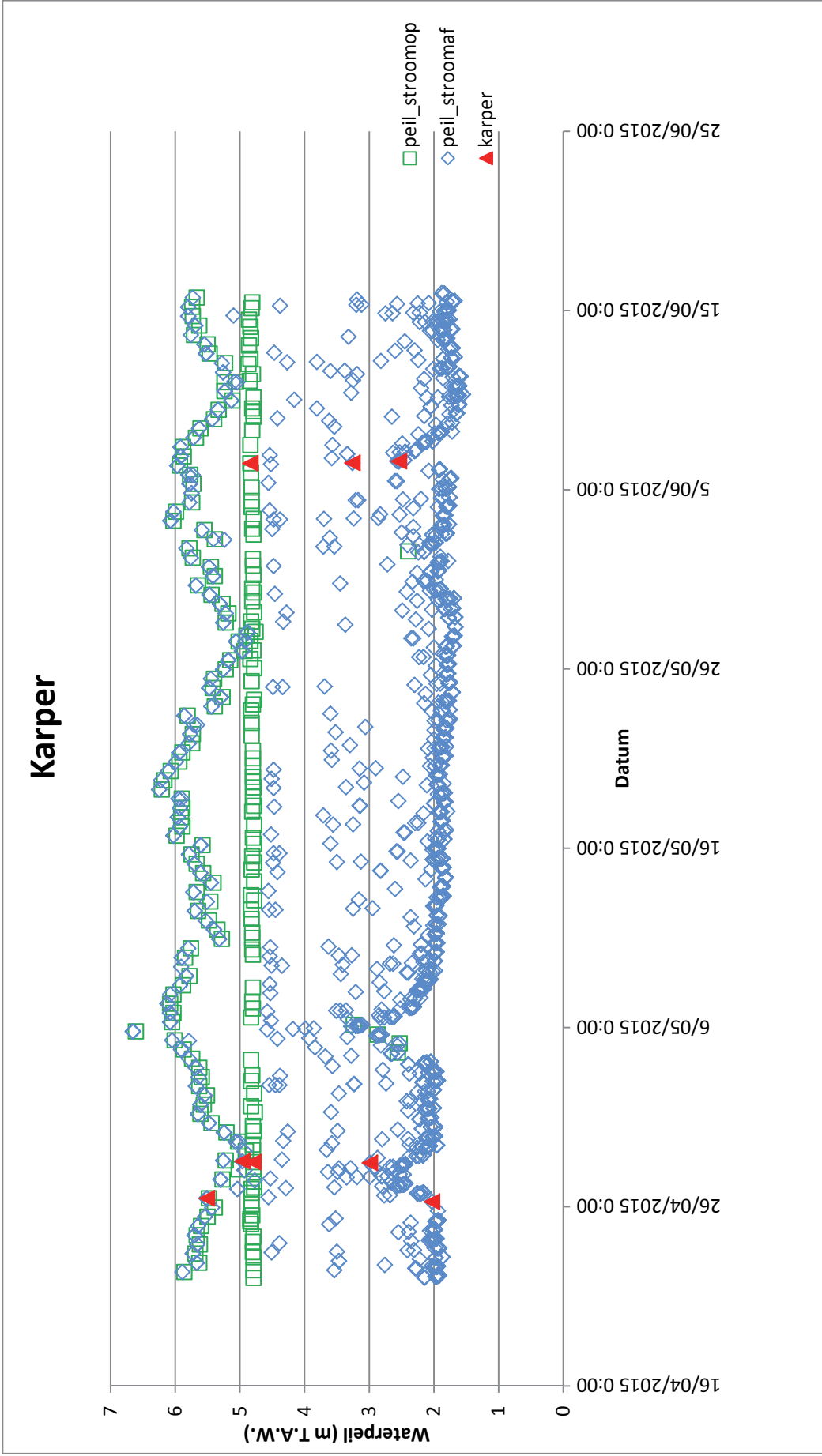
Figuur 33. Migratiebewegingen van bot voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw



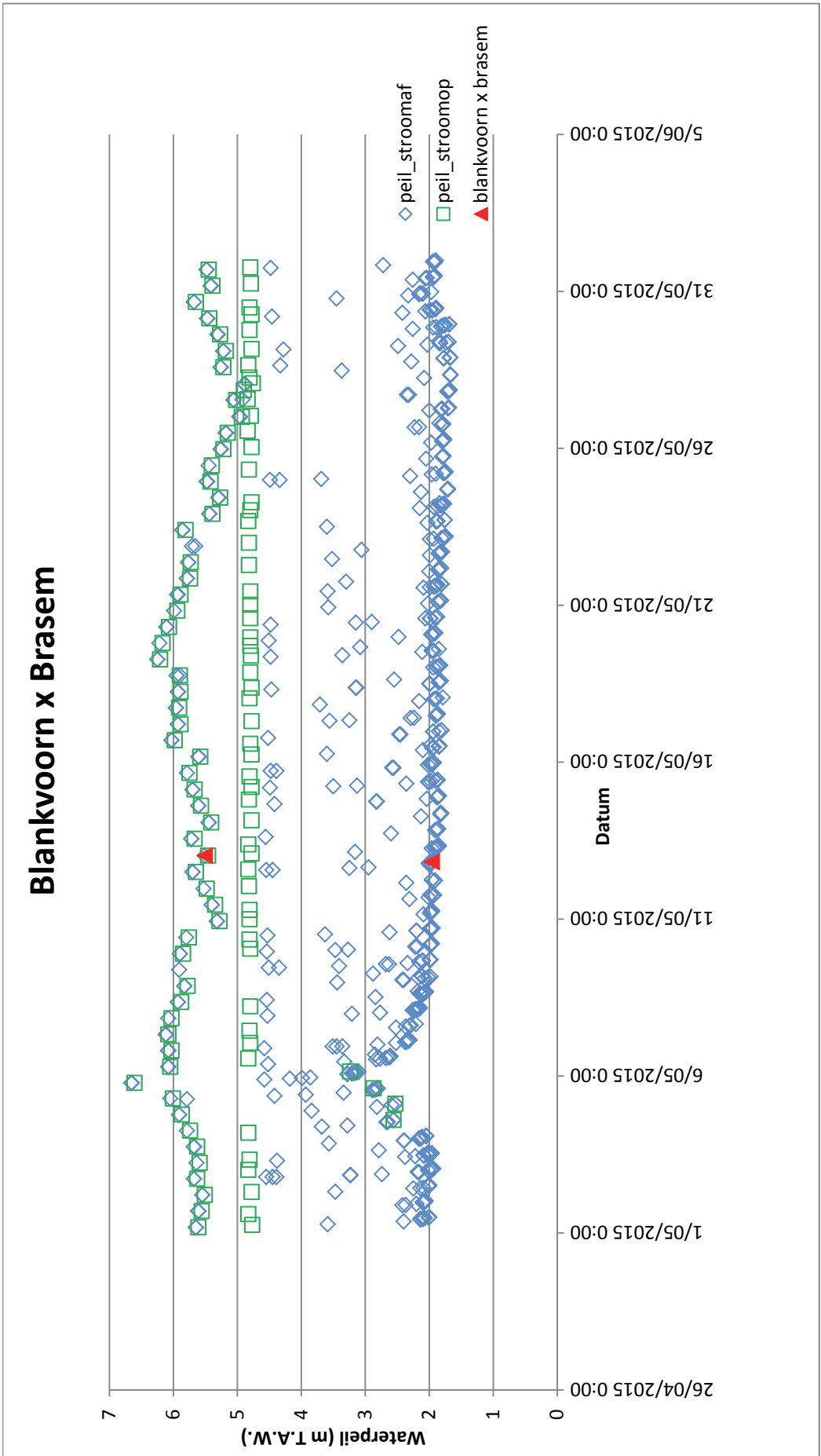
Figuur 34. Migratiebewegingen van paling voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw



Figuur 35. Migratiebewegingen van Europese meerval voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw



Figuur 36. Migratiebewegingen van karper voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw



Figuur 37. Migratiebewegingen van de hybride blankvoorn x brasem voorbij de stuw in relatie tot de waterstanden stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw

4 Besluit en aanbevelingen

Uit een voorgaande studie was het reeds duidelijk dat de stuw een hindernis vormde voor stroomafwaarts migrerende vissen. Een vergelijking van de soortensamenstelling na de inwerkstelling van de stuw voor vismigratie toont aan dat er geen noemenswaardig verschil is tussen de verhouding van de aantallen voor verschillende soorten stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw, wat een aanduiding zou kunnen zijn dat er zich geen vismigratieproblemen meer voordoen.

De resultaten van deze studie naar de aanwezigheid van trekvisen onder en boven de stuw in Mechelen en het zenderen van vissen met verschillende levensstijlen (pelagisch, pelagisch/ demersaal en bentisch) suggereren dat de stuw onder het huidige beheer, die aangepast werd voor vismigratie, passeerbaar is voor stroomopwaarts migrerende vissen en dit niet enkel via een passage over de stuw, maar ook onder stuw.

Vanuit het standpunt van vismigratie bestaat het meest optimale scenario uit het verwijderen of volledig optrekken van de stuw. In dit geval is de stuw steeds passeerbaar voor vissen. Wanneer de stuw echter geheel of gedeeltelijk wordt neergelaten en op de bodem rust, is vismigratie slechts gedurende een beperkt deel van de getijcyclus mogelijk. Door het aangepast beheer blijkt de stuw echter geen hinderpaal te zijn voor vismigratie. In de feiten is er ook geen verschil waarneembaar tussen de periodes met een aangepast beheer voor vismigratie en een vrije stuwdoorgang.

5 Referenties

- Anon. 1992. Description of NRA tracking studies. Tracking techniques and fish counter technology. Research and development Note 33. National Rivers Authority, Bristol. 66 p.
- Baras, E. & Philippart, J.C. 1989. Application du radio-pistage à l'étude éco-éthologique du barbeau fluviatile (*Barbus barbus*): problèmes, stratégies et premiers résultats. Cahiers d'Éthologie appliquée, 9: 467-494.
- Baumgartner, L.J., Reynoldson, N., Gilligan & D.M. 2006. Mortality of larval Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) and golden perch (*Macquaria ambigua*) associated with passage through two types of low-head weirs. Marine and Freshwater Research 57:187-191.
- Bégout Anras, M.L., Cove's, D., Dutto, G., Laffargue, P. & Lagardère, F. 2003. Tagging juvenile seabass and sole with telemetry transmitters: medium-term effects on growth. ICES Journal of Marine Science 60: 1328-1334.
- Buijs, M.C.M. & Durif C.M.F. 2009. Silver eel migration and behavior. In: van den Thillart G., Dufour S., Rankin C. (Eds.) Spawning migration of European eel - reproduction index, a useful tool for conservation management, Springer. pp. 65-95.
- Coeck, J., Colazzo, S., Meire, P. & Verheyen, R.F. 2000. Herintroductie en herstel van kopvoornpopulaties (*Leuciscus cephalus*) in het Vlaamse Gewest. Wetenschappelijke opvolging van lopende projecten en onderzoek naar de habitatbinding in laaglandrivieren. Rapport IN 2000.15. 163 p.
- Crombaghs, B.H.J.M., Akkermans, R.W., Gubbels, R.E.M.B. & Hoogwerf, G. 2000. Vissen in Limburgse beken. Stichting natuurpublicaties Limburg, Maastricht, 496 pp.
- Geeraerts, C., Ovidio, M., Verbiest, H., Buysse, D., Coeck, J., Belpaire, C. & Philippart, J.-C. 2007. De trekpatronen van blankvoorn (*Rutilus rutilus* L.) in gefragmenteerde rivieren in België. Water 30.
- Kroes, J.G. & Monden, S. (Ed.) 2005. Vismigratie: een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Aminal, Afdeling Water: Brussel: Belgium. 207 p.
- Lorenzen, K., Smith, L., Nguyen Khoa, S. Burton, M. & Garaway, C. (2007). Guidance Manual: Management of Impacts of Irrigation Development on Fisheries. Manual. Colombo, Sri Lanka: IWMI and WorldFish Center. pp 162.
- Priede, I.G. 1992. Wildlife telemetry: an introduction. In: Wildlife telemetry. Remote monitoring and tracking of animals. Priede, I.G. & Swift, S.M. (eds.). 708 p
- 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. INBO.R.2009.9. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2009(9). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel: Belgium. 188 p.
- Stevens, M. & Coeck, J. 2009. Passeerbaarheid van stuw 222 op de Dijle in Mechelen voor vis. Nota van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.