

VISMIGRATIE IN DE BENEDENLOOP VAN DE ROER IN DE PERIODE 2009-2014:

SOORTSPECIFIEKE MIGRATIEKARAKTERISTIEKEN EN - PATRONEN

**Resultaten van zes jaar monitoring bij de ECI
waterkrachtcentrale te Roermond**

door

Gubbels, R.E.M.B., M.H.A.M. Belgers & H.-J. Jochims

Mei 2016

Colofon

Tekst en samenstelling:	R.E.M.B. Gubbels, M.H.A.M. Belgers & H.-J. Jochims
Projectleiding WRO:	Rob Gubbels
Projectleiding Zalmproject Roer:	Thijs Belgers (Visstandbeheercommissie Roerdal) Heinz-Josef Jochims (Hegegemeinschaft Rur)
Foto voorblad:	Rob Gubbels

Wijze van citeren:

GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS, 2016. Vismigratie in de benedenloop van de Roer in de periode 2009-2014: soortspecifieke migratiekarakteristieken en - patronen. Resultaten van zes jaar monitoring bij de ECI waterkrachtcentrale te Roermond. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

SAMENVATTING

Achtergrond

In vroegere tijden was de Roer een van de belangrijkste Nederlandse paairivieren van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). In 1918 werd in de benedenloop van de Roer te Roermond een waterkrachtcentrale gebouwd met twee turbines. De waterkrachtcentrale maakte migratie van met name anadrome vissoorten tussen de Maas en de Roer vrijwel onmogelijk. In 1926 kwam de centrale in handen van de Electro Chemische Industrie, de ECI. In 1996 werd de ECI aangekocht door Waterschap Roer en Overmaas. In 2000 werd de ECI-waterkrachtcentrale na 26 jaar stilstand opnieuw in gebruik genomen als waterkrachtcentrale door Nederstroom. Van de twee oorspronkelijke turbines is er één buiten bedrijf genomen en heeft een museumfunctie gekregen. Met de andere turbine wordt stroom geproduceerd.

Eind jaren negentig van de vorige eeuw werd in het Duitse deel van de Roer nabij Düren een herintroductieproject voor zalm gestart. In het najaar van 2003 tot en met 2005 werden bij proefbevissingen direct benedenstrooms van de ECI waterkrachtcentrale jaarlijks paairijpe zalmen en zeeforellen (*Salmo trutta trutta*) gevangen. Deze dieren liepen ernstige verwondingen op bij pogingen om de waterkrachtcentrale te passeren. Eind 2007 realiseerde het Waterschap Roer en Overmaas bij de ECI een vispassage ten behoeve van stroomopwaarts migrerende vissen. Tevens werd vóór de turbine een fijnrooster gebouwd om te voorkomen dat vissen bij stroomafwaartse migratie in de turbine terecht kwamen. In combinatie met het fijnrooster werden twee migratiekanalen aangelegd voor respectievelijk laag en hoog in de waterkolom stroomafwaarts migrerende vissen. Hiermee werd het Nederlandse deel van de Roer na een eeuw van blokkade weer een vrij doorgankelijk systeem voor migrerende vissen. In de vismigratievoorzieningen werden op drie locaties vangconstructies aangelegd. Hiermee werd het mogelijk om zowel de stroomopwaarts als de stroomafwaarts migrerende vissen te vangen. Met de inzet van vrijwilligers werden de vangconstructies zes jaar lang (2009-2014) dagelijks geledigd en werd elke vis gedetermineerd, geteld en gemeten. Zo kon niet alleen bepaald worden of de vispassage en het visweersysteem aan de verwachtingen voldeden, maar werd tevens een beeld verkregen van de (soortspecifieke) migratiekarakteristieken en migratiepatronen in de benedenloop van de Roer.

Functioneren vispassage en visweersysteem

Op basis van de monitoringsgegevens alsmede viswaarnemingen en hydraulische metingen in de vispassage kan geconcludeerd worden dat de vispassage uitstekend functioneert. Dit geldt eveneens voor het krooshek met de 10 mm-spijlafstand. In combinatie met de drie mogelijkheden om stroomafwaarts te zwemmen is een veilige stroomafwaartse migratie gegarandeerd.

Functioneren vangconstructies

Met de smoltval en aalfuik wordt het merendeel van de vissen dat stroomafwaarts migreert en door het krooshek wordt tegengehouden, gevangen. Behalve smolts en alen worden in beide vanginstallaties vele andere soorten, met name de jongere leeftijdsklassen, gevangen.

De vangkooi blijkt niet optimaal te functioneren. Waarschijnlijk wordt een substantieel deel van de vissen en vissoorten die gemotiveerd zijn om stroomopwaarts te zwemmen gemist. Vissen zwemmen niet naar binnen of zwemmen vanuit de kooi weer naar buiten.

Migratiekarakteristieken en –patronen

Algemeen

Gedurende de monitoringsperiode zijn in totaal 126.361 vissen gevangen, verdeeld over 47 soorten. Het soortenspectrum in de Roer, onder andere bestaande uit vier soorten inheemse zalmachtigen, drie soorten prikken en een groot aantal karakteristieke, vaak (zeer) zeldzame rivier- en beekvissen is uniek voor Nederland. Tot de 47 gevangen vissoorten behoren twaalf exoten, waaronder vier invasieve soorten die hun oorsprong hebben in het stroomgebied van de Donau.

De onderzoeksresultaten laten zien dat de migraties in de benedenloop van de Roer een complex pallet is aan gerichte verplaatsingen, zowel in stroomopwaartse als in stroomafwaartse richting, dat jaarrond optreedt waarbij niet alleen vissoorten betrokken zijn, maar ook leeftijdsklassen.

Prikken (*Petromyzontidae*)

Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en zeeprik (*Petromyzon marinus*) zijn niet in alle zes onderzoeksjaren waargenomen. Voortplanting lijkt derhalve niet elk jaar in de Roer plaats te vinden. De aantallen waarnemingen tussen jaren met prikvangsten variëren enorm. Rivierprik migreert aanmerkelijk eerder vanuit de Maas naar de Roer dan zeeprik. De intrek periode van rivierprik duurt aanzienlijk langer dan die van zeeprik. Bij rivierprik lijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen het beginnen en beëindigen van migratie-activiteit en het respectievelijk stijgen en dalen van de watertemperatuur. Van beide soorten zijn naast stroomopwaarts migrerende adulten ook stroomafwaarts migrerende juveniele dieren aangetroffen.

Karperachtigen (*Cyprinidae*) en baarsachtigen (*Percidae*)

Bij alver (*Alburnus alburnus*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), brasem (*Abramis brama*), serpeling (*Leuciscus leuciscus*) en pos (*Gymnocephalus cernuus*) blijken naast de bekende stroomopwaartse paaimigraties in het voorjaar óók substantiële stroomafwaartse paaimigraties voor te komen. Met betrekking tot met name alver en serpeling is dit een belangrijke aanvulling op de huidige migratiekennis. In de literatuur worden voor deze soorten doorgaans alleen stroomopwaarts gerichte paaimigraties beschreven. Bij brasem en blankvoorn zijn stroomopwaarts gerichte pre-paaimigraties in het najaar waargenomen. Opvallend is dat de aantallen vissen die aan paaimigratie deelnemen van jaar tot jaar sterk kunnen verschillen. Naast de stroomopwaarts- en stroomafwaarts gerichte (paai)migraties van adulte vissen is in de Roer een zeer intensieve, gerichte, stroomafwaartse migratie vastgesteld van juveniele en subadulte vissen. Juvenielen van verschillende soorten migreren op verschillende momenten stroomafwaarts. Bij snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) blijken zelfs 0⁺ en 1⁺ dieren in verschillende perioden van het jaar stroomafwaarts te migreren. De indruk bestaat dat bepaalde soorten karperachtigen en baarsachtigen elkaar bij de stroomafwaartse migratie mijden. Bij veel vissoorten bestaat er een relatie tussen het begin van paai en de watertemperatuur. De temperatuur dient boven een bepaalde waarde uit te komen, voordat het paaien begint. De voorafgaande paaimigraties beginnen normaliter al bij een lagere temperatuur. Het onderzoek in de Roer heeft aangetoond dat reeds bij relatief lage temperaturen paaimigraties plaatsvinden. Uit het onderzoek blijkt bovendien dat bij bepaalde soorten het plotseling stijgen of dalen van de watertemperatuur gedurende de paaimigratie de migratie-activiteit kan triggeren dan wel onderbreken. Een relatie tussen debiet/debietveranderingen en migratie-activiteit kon voor geen enkele vissoort/jaarklasse worden vastgesteld.

Zalmachtigen (*Salmonidae*)

Adulte, paairijpe zalmen trekken vanaf maart de Roer op. De meeste dieren zijn gevangen in de maanden september en oktober. Het aantal vissen wisselt sterk van jaar tot jaar. In de monitoringsperiode zijn enkele stroomafwaarts zwemmende, afgepaaide zalmen waargenomen. In welk traject van de Roer de dieren gepaaid hebben, is niet bekend. Smolts van de Atlantische zalm migreren voornamelijk in de periode half maart-half mei stroomafwaarts. In de wintermaanden zijn stroomafwaarts migrerende pre-smolts en precocious major males aangetroffen. Het jaarlijks aantal terugkerende adulte zalmen dat bij de ECI gevangen is, is een fractie (circa 0,01 %) van het aantal jonge zalmpjes dat jaarlijks in de Duitse bovenloop van de Roer wordt uitgezet.

Stroomopwaarts migrerende adulte zeeforellen zijn vrijwel het gehele jaar door gevangen. Er zijn enkele afgepaaide zeeforellen gevangen. Smolts van de zeeforel migreren in het voorjaar stroomafwaarts, met name in de periode april-eerste helft mei. Precocious major males van zeeforel zijn in de Roer niet waargenomen.

Aal (*Anguilla anguilla*)

Alen vertonen nagenoeg het gehele jaar migratie-activiteit. In de eerste helft van het jaar migreert vooral rode aal. Vanaf juni is er sprake van een substantiële stroomafwaartse migratie van (schier)aal. Mannelijke alen migreren eerder stroomafwaarts dan vrouwelijke alen. Migratie-activiteit van aal wordt in sterke mate getriggered door stijgingen in het debiet van de Roer.

Exoten

Gedurende de monitoringsperiode zijn elf soorten exoten aangetroffen. Alle exoten zijn in zeer lage aantallen gevangen. Marmergrondel (*Proterorhinus marmoratus*) en zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) zijn een uitzondering. Van deze soorten werden enkele honderden respectievelijk enkele duizenden exemplaren gevangen. In 2012 werden de meeste marmergrondels bij de ECI aangetroffen. Hierna namen de waarnemingen sterk af. Zwartbekgrondel werd in 2013 voor het eerst bij de ECI waargenomen. In 2014 namen de vangsten explosief toe.

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund

In früheren Zeiten war die Rur eine der bedeutendsten Niederländischen Laichflüsse für den atlantischen Lachs (*Salmo salar*). In 1918 wurde im Mündungsbereich der Rur in Roermond eine Wasserkraftanlage mit zwei Turbinen gebaut. Diese WKA machte die Migration, vor allem von anadromen Wanderfischen, von der Maas in die Rur unmöglich. In 1996 wurde die Anlage durch den Wasserverband Roer & Overmaas aufgekauft. In 2000 wurde Wasserkraftanlage ECI nach 26 Jahren Stillstand durch die Firma Nederstrom erneut in Betrieb genommen. Von den beiden Turbinen wurde eine außer Betrieb genommen und dient jetzt als Museumsstück. Mit der anderen Turbine wird wieder Strom erzeugt.

Ende der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde im deutschen Teil der Rur bei Düren eine Wiedereinbürgerung für den atlantischen Lachs gestartet. In den Jahren 2003 bis 2005 wurden bei Probefischungen direkt unterhalb des Turbinenauslaufs jedes Jahr aufsteigende, laichbereite Lachse und Meerforellen (*Salmo trutta trutta*) gefangen. Diese Tiere zogen sich beim Versuch das Hindernis zu überwinden schwere Verletzungen zu. Ende 2007 vollendete der Wasserverband R&O den Bau eines Fischaufstieges bei der ECI. Vor der Turbine ist ein Feinrechen positioniert, um zu verhindern, dass weiterhin stromab migrierende Fische in die Turbine geraten. Damit entsteht im niederländischen Teil der Rur nach einem Jahrhundert der Blockade wieder ein durchgängiges System für Wanderarten.

In der Fang- und Kontrollstation ECI wurden drei Fangeinrichtungen angelegt. Dadurch wird es möglich, sowohl die stromab, als auch die stromauf gerichtete Migration zu erfassen. Durch eine Gruppe Freiwilliger wurden diese drei Fangeinrichtungen sechs Jahre lang 2009-2014 ein mal täglich kontrolliert. Jeder gefangene Fisch wurde bestimmt, gezählt und vermessen. So konnte nicht nur festgestellt werden, ob die Anlage die Erwartungen erfüllt, es gelang auch ein Einblick in die (Art-spezifischen) Wanderverhalten und die Einflüsse bestimmter Parameter auf das Wanderverhalten im Mündungsbereich der Rur

Wirksamkeit der Fischtreppe und des Fischableitsystems

Auf Basis des Monitorings, der Fischbeobachtungen und der Ergebnisse von hydrologischen Untersuchungen in der Fischtreppe, kann man schließen, dass die Fischtreppe gut funktioniert.

Das gilt auch für den 10-mm-Feinrechen. In Kombination mit drei möglichen Abstiegsrouten ist damit ein sicherer Abstieg gewährleistet.

Wirksamkeit der Fangeinrichtungen

Mit der Smoltfalle und der Aalreuse wird die Mehrzahl der stromab migrierenden, durch den Feinrechen abgeleiteten Fische gefangen. Neben Aalen und Lachssmolts wurden in den beiden Fangeinrichtungen viele andere Arten, vor allem in den jungen Altersklassen gefangen.

Der Fangkäfig scheint nicht optimal zu funktionieren. Vermutlich wird ein großer Teil der stromauf ziehenden Fische und Fischarten nicht erfasst. Viele schwimmen nicht hinein oder drehen vor dem Fangkäfig wieder ab.

Charakteristisches Wanderverhalten und zeitliches Schema

Allgemein

Während der Monitoringphase wurden insgesamt 126.361 Fische gefangen verteilt auf 47 Arten. Das Artenspektrum der Rur besteht unter anderem aus vier einheimischen Salmonidenarten, drei Neunaugenarten und einer großen Anzahl charakteristischer, (sehr) seltener Arten von Bach- und Flussfischen, die einmalig sind für die Niederlande. Von den 47 nachgewiesenen Arten waren zwölf Exoten, darunter vier invasive Arten aus dem Donausystem.

Die Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, dass die Wanderungen im Mündungsbereich der Rur ein komplexes Gemenge aus zielgerichteten auf- und abwärts gerichteten Wanderungen sind, die das ganze Jahr über erfolgen. Davon sind nicht nur unterschiedliche Arten, sondern auch unterschiedliche Altersstufen betroffen.

Neunaugen (*Petromyzontidae*)

Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*) und Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) wurden nicht in jedem Jahr der Untersuchung gefangen. Es scheint daher nicht in jedem Jahr in der Rur eine Reproduktion statt zu finden. Die Anzahl der Aufsteiger, die in den Jahren mit Aufstieg erfasst wurden variiert extrem.

Die Flussneunaugen wandern deutlich eher aus der Maas in die Rur ein als die Meerneunaugen. Der Zeitraum der Einwanderung in die Rur ist beim Flussneunauge länger. Bei den Flussneunaugen scheint es auch einen deutlichen Zusammenhang zwischen Beginn und Ende der Wanderaktivitäten und den Wassertemperaturen zu geben.

Karpfenartige (*Cyprinidae*) und Barschartige (*Percidae*)

Bei Ukelei (*Alburnus alburnus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Brassen (*Abramis brama*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*) scheint es neben der bekannten stromauf gerichteten Laichwanderung eine substanzielle stromab gerichtete Laichwanderung zu geben. Besonders im Bezug auf Hasel und Ukelei ist das eine Erweiterung des heutigen Wissens über Wanderaktivitäten. In der Literatur werden für beide Arten nur Laichwanderungen stromauf beschrieben. Bei Brassen und Rotaugen wurden bereits im Herbst stromauf gerichtete Wanderungen festgestellt. Es fällt auf, dass die Anzahl der Tiere, die sich am Laichzug beteiligen, von Jahr zu Jahr sehr stark schwankt.

Neben den stromauf und stromab gerichteten (Laich) Wanderungen adulter Fische wurde in der Rur eine intensive, gezielte, stromab gerichtete Migration von juvenilen und sub-adulten Tieren festgestellt. Juvenile verschiedener Arten wandern zu unterschiedlichen Zeiten stromab. Beim Zander (*Stizostedion lucioperca*) scheinen sogar die Jahrgänge 0⁺ und 1⁺ zu unterschiedlichen Zeiten stromab zu migrieren. Es scheint, als ob sich bestimmte Karpfen- und Barschartige beim Abstieg meiden.

Bei vielen Arten besteht ein Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und dem Beginn des Laichens. Die Wassertemperatur muss einen bestimmten Wert übersteigen, bevor das Laichen beginnt. Die vorangehende Laichwanderung beginnt aber schon bei niedrigeren Temperaturen. Die Untersuchung an der Rur hat gezeigt, dass die Laichwanderungen schon bei relativ niedrigen Temperaturen stattfinden. Die Untersuchung zeigt auch, dass bei bestimmten Arten das plötzliche Steigen oder Fallen der Wassertemperatur während der Periode des Laichaufstiegs die Laichwanderung auslösen oder unterbrechen kann. Ein Zusammenhang zwischen Wasserabfuhr bzw. Wasserstandsschwankungen und Migrationsaktivitäten konnte für keine einzelne Art oder Altersstufe festgestellt werden.

Forellenartige (*Salmonidae*)

Adulte, laichreife Lachse steigen ab März die Rur hoch. Die meisten Aufsteiger wurden in den Monaten September und Oktober gefangen. Die Anzahl gefangener Fische variiert von Jahr zu Jahr erheblich.

Im Untersuchungszeitraum wurden mehrere stromab wandernde abgelaichte Lachse (Kelts) gefangen. In welchem Rurabschnitt die Tiere gelaicht haben, ist nicht bekannt. Smolts des atlantischen Lachses wandern überwiegend im Zeitraum Mitte März bis Mitte Mai stromab. In den Wintermonaten wurden abgehende Pre-Smolts und frühreife Männchen, sogenannte Major Males gefangen.

Die jährliche Anzahl zurückkehrender Lachse ist nur ein Bruchteil (ca. 0,01 %) der im Oberlauf der deutschen Rur besetzten Lachsbrut.

Aufsteigende adulte Meerforellen wurden praktisch das ganze Jahr über gefangen. Es wurden einzelne abgelaichte Meerforellen gefangen. Smolts der Meerforelle stiegen im Frühjahr ab, hauptsächlich im Zeitraum April bis Mitte Mai. Frühreife Männchen (Major Males) wie beim Lachs wurden nicht festgestellt.

Aal (*Anguilla anguilla*)

Aale zeigen praktisch das ganze Jahr über Wanderaktivitäten. In der ersten Jahreshälfte migrieren überwiegend Gelbaale. Ab Juni beginnend, kann man von einer substanziellen Wanderung von (Blank-) Aalen sprechen. Milchne wandernd früher ab als die Rogner. Wanderaktivitäten des Aals werden sehr stark durch steigende Wasserstände ausgelöst.

Exoten

Während des Monitorings wurden elf Arten von Exoten erfasst. Alle Exoten traten nur in sehr geringer Anzahl auf. Marmorgrundel (*Proterorhinus marmoratus*) und Schwarzmaulgrundel (*Neogobius melanostomus*) sind eine Ausnahme. Von diesen beiden Arten wurden Hunderte gefangen. In 2012 wurden die meisten Marmorgrundeln an der ECI gefangen. Danach nahmen die Nachweise stark ab. In 2013 wurde die Schwarzmaulgrundel erstmals nachgewiesen. In 2014 nahmen die Fänge dieser Art extrem zu.

SUMMARY

Background

The River Roer used to belong to the most important Dutch spawning rivers for Atlantic salmon (*Salmo salar*). In 1918 a hydropower station with two turbines was built in the lower course of the Roer in Roermond. This hydropower station made it almost impossible for especially anadrome fish species to migrate between the Rivers Meuse and Roer. In 1926 the hydropower station came into the hands of the Electro Chemische Industrie (Electro Chemical Industry) (ECI). In 1996 the Regional Water Authority Roer en Overmaas bought the power station to safeguard the water management rights. After being inoperative for 26 years the hydropower station was reactivated by Nederstroom. One of the two original Francis-turbines was restored and produces electricity. The other one has been transformed to a museum piece and is put on exhibition on site.

At the end of the nineteen nineties a reintroduction project for salmon was started in the German middle course of the River Roer near the city of Düren. In the autumn fish trials of 2003 until 2005, directly downstream of the ECI-power station, salmon and sea trout (*Salmo trutta trutta*) ready to spawn was caught every year. These fish were damaged severely in their efforts to try to pass the hydropower station.

By the end of 2007 the Regional Water Authority Roer en Overmaas realized a vertical slot fish passage, a smolt passage and an eel gutter at the hydropower station. An automatically cleaned barrier screen (width between the bars of 10 mm) upstream of the turbine prevents fish, migrating downstream, to enter the turbine. Having been completely blocked for a century, the Dutch part of the river system became freely passable for migrating fish again.

In all three fish passages around the turbine, fish traps were constructed, making it possible to catch both upstream and downstream migrating fish. With the aid of volunteers the traps were emptied every day during six years (2009-2014) and all fish were identified, counted and measured. This produced data to determine whether the fish passages and the fine screen were functional and meeting the expectations. It also provided a detailed insight in the migrational behaviour (species specific migration characteristics and patterns) in this downstream part of the River Roer.

Functioning of the fish passage and barrier screen

Based on the monitoring data, direct observations and hydraulic measurements in the fish passage it can be concluded that the fish passage functions excellently. This is also true for the barrier screen. The combination with three possibilities to migrate downstream a safe downstream migration is guaranteed.

Functioning of the fish traps

With the smolt trap and the eel fyke the largest part of the fish migrating downstream and coming up the barrier screen is caught. Except smolts and eel, many other species are caught in both traps, although mostly the younger age classes.

The cage trap at the upper part of the vertical slot passage did not function optimally. Probably a large part of the fish motivated to swim upstream through the passage are not caught. Either they are too small and pass between the bars of the cage or they turn around before entering or they are able to leave the cage back through the entering funnel.

Migration characteristics and migration patterns

General

During the monitoring period 126.361 fish were caught, belonging to 47 species. The species spectrum of the River Roer is unique for the Netherlands, with four indigenous salmonid species, three lamprey species and a large number of characteristic and often(very) rare (rheophilic) river and stream fish. Of the 47 species mentioned, 12 are exotic species including four invasive species originating from the river basin of the Danube.

The results of this study show that the migrations in the downstream course of the River Roer is a complex pallet of aimful migrations, which occurs year round , in upstream and downstream directions with differences between fish species and age classes.

Lampreys (*Petromyzontidae*)

River lamprey (*Lampetra fluviatilis*) and Sea lamprey (*Petromyzon marinus*) were not observed in all years studies. Therefore reproduction does not seem to take place every year in the River Roer. Between the years with lampreys the numbers of observations vary enormously.

River lamprey migrates much sooner from the River Meuse to the River Roer than sea lamprey. The entering period of river lamprey is much longer than that of the sea lamprey. These seems to be a correlation between the start and the finish of the migration activity and the respective rising and falling of the water temperature. Of both species adults migrating upstream were found as well as juveniles migrating downstream.

Cyprinids (*Cyprinidae*) and percids (*Percidae*)

Bleak (*Alburnus alburnus*), perch (*Perca fluviatilis*), roach (*Rutilus rutilus*), bream (*Abramis brama*), dace (*Leuciscus leuciscus*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) not only show the well-known upstream spawn migrations in spring, they demonstrate substantial downstream spawning migrations as well. Especially concerning Bleak and dace this is an important addition to the present knowledge of their migration behaviour. Generally only upstream spawning migrations are described for these species. For bream and roach upstream pre-spawning migrations were observed in autumn. The numbers of fish taking part in the spawning migrations can vary strongly from year to year.

Next to the upstream and downstream (spawning) migrations of adult fish, a very intensive, downstream migration of juvenile and sub-adult fish was observed in the River Roer. Juveniles of various species migrate upstream at different times. With pike perch (*Stizostedion lucioperca*) the 0⁺ and 1⁺ fish even migrate downstream in different periods of the year.

The impression is that certain species of cyprinids and percids avoid each other at downstream migration.

With many fish species there is a relationship between the start of the spawn and the water temperature. The temperature has to exceed a certain value before the spawning starts. The preceding spawn migrations normally begin at a lower temperature. The study in the River Roer has shown that already at relatively low temperatures spawn migrations take place. The study shows furthermore that for certain species the sudden rise or fall of the water temperature during the spawn migration can trigger or interrupt the migration activity .

No relationship between river-flow/flow-changes and migration activity was found for any fish species or year class.

Salmonids (*Salmonidae*)

Adult, spawn ready salmon migrate upstream in the river Roer from March. Most animals were caught in the months September and October. The number of fish varies strongly from year

to year. In the monitoring period a few downstream swimming, post-spawn salmon were observed. In which section of the river Roer they spawned is not known.

Smolts of Atlantic salmon migrate downstream mainly in the period mid-March – mid-May. In the winter months downstream migrating pre-smolts and precocious major males were found. The annual number of returning adult salmon that was caught at the ECI forms only a fraction (c. 0.01 %) of the number of young salmon that are used to stock the German middle course of the river each year.

Upstream migrating adult sea trout is caught almost all year long. A few spent sea trout were caught. Sea trout smolts migrate downstream in spring, especially in the period April-mid-May. Precocious major males of sea trout were not observed in the river Roer.

Eel (*Anguilla Anguilla*)

Eels show migration activity practically all year round. In the first half of the year especially red eel migrates. Starting in June there is a substantial downstream migration of silver eels. Male eels migrate downstream sooner than female eels. The migration activity of eels is strongly related (triggered by) to increases in the discharge of the river Roer.

Exotic species

During the monitoring period 11 exotic species were found. All in very low numbers. The tubenosed goby (*Proterorhinus marmoratus*) and the round goby (*Neogobius melanostomus*) are the exceptions. They were found with hundreds respectively thousands. Most tubenosed gobies were found at the ECI in 2012. After this year the numbers decreased. The round goby was first found at the ECI in 2013, and in 2014 the catch increased explosively.

RESUMÉ

Historique

Dans l'ancien temps la rivière Roer était une des plus importantes rivières de reproduction des saumons atlantiques (*Salmo salar*). En 1918 il a été construit en aval de la Roer une centrale hydraulique à deux turbines. La centrale hydraulique a rendu la migration des poissons en général et en particulièrement celle des poissons anadromes est quasiment impossible entre la Meuse et la Roer. En 1926 la centrale hydraulique est devenue propriété de l'entreprise Electro Chemische Industrie (en abrégé ECI). En 1996 ECI fut achetée par l'agence de l'eau Waterschap Roer en Overmaas. En 2000, soit après 26 ans d'arrêt, la centrale hydraulique fut à nouveau mise en service par l'entreprise Nederstroom. Une des deux turbines d'origine a été mise hors service devenant ainsi un musée. La production électrique s'est poursuivie avec seulement la seconde turbine.

A la fin des années quatre-vingt-dix du siècle dernier, on a démarré un projet de réintroduction de saumons dans la partie allemande du Roer proche de Düren. Directement en aval de ECI, il a été pêché à titre expérimental, de l'automne de 2003 jusqu'en 2005 inclus, des saumons et des truites de mer (*Salmo trutta trutta*) adultes prêts à se reproduire. Ces poissons se blessent gravement pendant leurs tentatives de traverser la centrale hydraulique. A la fin de l'année 2007 l'agence de l'eau Waterschap Roer en Overmaas a construit une passe à poissons pour contourner la centrale hydraulique d'ECI. Aussi il a été installé un grillage fin en amont de la turbine afin d'empêcher les poissons migratoires dans le sens du courant d'eau de se retrouver dans la turbine. En complément de la grille on a posé deux canaux migratoires pour les poissons migratoires à la surface de l'eau et en profondeur. De cette façon la partie néerlandaise de la Roer qui, un siècle durant formait un blocage pour les poissons migratoires, est devenue pour eux un passage d'accès facile.

Dans le dispositif facilitant la migration des poissons, il a été placé trois captages. Au moyen de ces captages il est donc possible de prendre les poissons migrant aussi bien (anadromes que catadromes) dans le sens du courant tout comme ceux migrant à contre-courant. Avec l'aide des volontaires il a été possible pendant six ans durant (de 2009 à 2014) de vider journalièrement les captages, d'identifier, de compter et de prendre la mensuration des poissons capturés. Ainsi pouvait-on non seulement jauger si la passe à poissons et le système de répulsion des poissons migratoires répondent aux attentes, mais aussi de pouvoir mieux cerner les caractéristiques migratoires par espèces et de mieux comprendre le phénomène migratoire en aval dans son ensemble de la fleuve Roer.

Fonctionnement du passage à poissons et du système répulsif des poissons

Sur la base des données d'observation des poissons ensemble avec les mesures hydrologiques au niveau du passage à poissons on peut conclure que le passage à poissons fonctionne parfaitement. Il en est de même pour le fin grillage de 10mm d'ouverture entre les mailles. En combinaison avec trois possibilités pour les poissons de nager dans le sens du courant, il est évident qu'une migration dans ce sens du courant est un moyen bien plus sécurisé pour les poissons.

Fonctionnement du système de capture des poissons

Avec les pièges pour les smolts et les anguilles, la majorité des poissons migrant dans le sens du courant d'eau se trouve bloquée dans les capteurs puis pêchée. En dehors des smolts et anguilles on retrouve dans les systèmes de capture beaucoup d'autres espèces surtout de juvéniles.

La cage de captage paraît ne pas fonctionner de façon optimale. Probablement un nombre important de poissons et espèces migrant dans le sens du courant ne sont pas capturés; ceci parce que les poissons évitent la cage ou nagent volontiers de la cage vers l'extérieur.

Les caractéristiques et schémas de migration

Généralités

Durant toute la période d'observation 126.361 poissons ont été capturés, répartis sur 47 espèces différentes. La diversité taxonomique des poissons dans la Roer est constituée fondamentalement de quatre sortes apparentées aux saumons, trois sortes de lamproies et un grand nombre d'espèces particulières du fleuve Roer - souvent de (très) rares poissons d'eau douce qui sont uniques pour la Hollande. Parmi les 47 espèces capturées on y trouve aussi douze espèces exotiques dont quatre espèces invasives ayant leur origine dans le bassin du Danube.

Les résultats de notre étude montrent clairement que la migration en aval de la Roer est un phénomène complexe de déplacements délibérés aussi bien vers l'amont que vers l'aval du fleuve Roer. Ces déplacements auxquels participent toutes les espèces de poissons de tout âge ont eu lieu tout au long de l'année.

Les lamproies (*Petromyzontidae*)

La lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*) et la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) n'ont pas été observées toutes les années pendant les six ans d'étude. Probablement la reproduction de ces espèces n'a donc pas eu lieu tous les ans dans la Roer. Il y a une grande variation entre le nombre de prélèvements annuels des lamproies pendant la période d'observation. Les lamproies fluviatiles migrent plus tôt de la Meuse vers la Roer que les lamproies marines. Pour les lamproies d'eau douce, la période de migration vers la Roer est beaucoup plus longue que celle des lamproies marines. Pour les premiers, il semble exister une corrélation certaine entre la fin et le début de l'activité migratoire et la montée et la baisse respectives de température de l'eau. Pour les deux espèces on retrouve des juvéniles migrant vers l'aval du fleuve.

Les carpes (*Cyprinidae*) et les perches (*Percidae*)

Chez les ables (*Alburnus alburnus*), les perches (*Perca fluviatilis*), les gardons (*Rutilus rutilus*), les brèmes (*Abramis brama*), les vandoises (*Leuciscus leuciscus*) et les grémilles (*Gymnocephalus cernuus*) outre la bien connue migration de frai en amont, il existerait aussi au printemps une importante migration de reproduction en aval de la Roer. Concernant les ables et les vandoises ceci semble être une très importante information complémentaire de nos connaissances actuelles de la migration des poissons. On retrouve presque uniquement dans la littérature la description des migrations de reproduction vers l'amont pour ces espèces. Il a été aussi observé chez les gardons et les brèmes des pré-migrations de reproduction vers l'amont en automne.

Il faut remarquer la forte variation d'année en année du nombre de poissons participant à la migration de reproduction. En dehors des migrations de frai des poissons adultes vers l'aval et vers l'amont, il y a dans la Roer une très forte migration vers l'aval des juvéniles et poissons subadultes. Les juvéniles de diverses espèces migrent à divers moments de l'année vers l'aval. Chez les sandres (*Stizostedion lucioperca*) il a même été constaté que les poissons âgés 0⁺ et 1⁺ migrent à diverses périodes de l'année vers l'aval. Il y a une forte présomption que certaines espèces de perches et de carpes s'évitent soigneusement au cours de leurs migrations vers l'aval. Chez beaucoup d'espèces de poissons existe une forte corrélation entre le début de la période de reproduction et la température de l'eau. Ainsi faudra-t-il que la température de l'eau monte jusqu'à un certain seuil avant que la reproduction ne commence.

Les précédentes migrations de reproduction commençaient normalement à une température beaucoup plus basse. De la même étude il ressort également que pour certaines espèces, une montée (ou une chute) subite de la température de l'eau durant la migration de reproduction peut activer (ou ralentir) les activités migratoires. Par contre il n'a pas été prouvé, pour aucune des espèces ni aucune catégorie d'âge de poissons, l'existence d'une corrélation significative entre le débit de l'eau et la variation du débit d'une part et les activités migratoires d'autre part.

Les saumons (*Salmonidae*)

Les saumons adultes ayant atteint l'âge de la reproduction remontent la Roer à partir du mois de mars. La plupart y sont pêchés entre septembre et octobre. Le nombre de poissons pris varie profondément d'année en année. Pendant la période d'étude il a été observé quelques saumons ayant fini leur reproduction et qui redescendaient en aval du fleuve. Difficile de dire dans quelle partie de la Roer ces poissons ont fait leur reproduction. Les smolts de saumon migrent surtout entre la mi-mars et la mi-mai. En hiver il a été recensé des pre-smolts et des mâles précoces migrant en aval de la Roer. L'effectif annuel des saumons adultes qui sont pêchés au niveau d'ECI représente une infime fraction (environ 0.01 %) de l'effectif total de petits alevins de saumons qui ont été introduits chaque année en amont de la Roer en Allemagne.

Les truites de mer adultes migrant en amont du fleuve sont pêchées sur presque toute l'année. Seulement quelques-unes de ces truites de mer pêchées sont en fin de reproduction. Les smolts de truites de mer migrent en aval de la Roer au printemps, surtout dans la période allant du mois d'avril à la première moitié de mai. Les mâles précoces des truites de mer n'ont pas été observés dans la Roer.

Les Anguilles (*Anguilla anguilla*)

On observe tout au long de l'année des activités de migration chez les anguilles. Les anguilles rouges migrent surtout dans la première moitié de l'année. A partir de juin il y a une augmentation sensible de la migration vers l'aval des anguilles argentées. Les anguilles mâles migrent en aval plutôt dans l'année que les femelles. La migration des anguilles est fortement déclenchée par la hausse du débit du fleuve Roer.

Les espèces exotiques

On a recensé onze sortes d'espèces exotiques pendant la période d'observation. Ces espèces étrangères sont toujours pêchées en très petit nombre. Par contre les gobies à nez tubulaire (*Proterorhinus marmoratus*) et les gobies à taches noires (*Neogobius melanostomus*) font exception. Pour ces deux espèces il en a été capturé respectivement quelques centaines et quelques milliers. Le plus grand nombre de gobies à nez tubulaire au niveau d'ECI a été observé en 2012. Ensuite le nombre d'individus observés a chuté drastiquement. Les gobies à taches noires furent observés pour la toute première fois au niveau de l'ECI en 2013. Le nombre d'individus capturés de cette espèce a exponentiellement augmenté en 2014.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING ZUSAMMENFASSUNG SUMMARY RÉSUMÉ

1.	INLEIDING	17
2.	DE ROER: EEN KARAKTERISTIEK	19
2.1	ABIOTIEK	19
2.1.1	Rivierloop	19
2.1.2	Typologie	20
2.1.3	Morfologie	20
2.1.4	Hydrologie	21
2.1.5	Waterkwaliteit	22
2.2	VISFAUNA	23
3.	DE ECI-WATERKRACHTCENTRALE	24
3.1	BEKNOPT GESCHIEDENIS	24
3.2	MIGRATIEKNELPUNT	26
3.3	VISPASSAGE	27
3.4	VISGELEIDING	29
4.	MONITORING	31
4.1	MONITORINGSCONSTRUCTIES	31
4.1.1	Vangkooi	31
4.1.2	Smoltval	32
4.1.3	Aalfuik	32
4.2	MONITORINGSMETHODIEK	33
5.	VISMIGRATIE: KARAKTERISTIEKEN EN PATRONEN	36
5.1	TOTAALOVERZICHT	36
5.1.1	Aantal vissen	36
5.1.2	Aantal soorten	39
5.1.3	Samenstelling visfauna	39
5.1.4	Verdeling stroomop- en stroomafwaartse migratie	40
5.2	SOORTSPECIFIEKE MIGRATIEKARAKTERISTIEKEN EN – PATRONEN	41
5.2.1	Prikken (<i>Petromyzontidae</i>)	41
5.2.1.1	Rivierprik (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	41
5.2.1.2	Zeeprik (<i>Petromyzon marinus</i>)	47
5.2.2	Karperachtigen (<i>Cyprinidae</i>)	54
5.2.2.1	Alver (<i>Alburnus alburnus</i>)	54
5.2.2.2	Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	58

5.2.2.3	Brasem (<i>Abramis brama</i>)	67
5.2.2.4	Kopvoorn (<i>Squalius cephalus</i>)	76
5.2.2.5	Serpeling (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	79
5.2.3	Baarsachtigen (<i>Percidae</i>)	84
5.2.3.1	Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	84
5.2.3.2	Pos (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	90
5.2.3.3	Snoekbaars (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	94
5.2.4	Zalmachtigen (<i>Salmonidae</i>)	98
5.2.4.1	Atlantische zalm (<i>Salmo salar</i>)	98
5.2.4.2	Zeeforel (<i>Salmo trutta trutta</i>)	109
5.2.4.3	Beekforel (<i>Salmo trutta fario</i>)	114
5.2.4.4	Overige forelsoorten	115
5.2.5	Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	117
5.2.6	Exoten	124
6.	OPMERKELIJKE WAARNEMINGEN	130
6.1	GROTE MARENE (<i>Coregonus wartmanni</i>)	130
6.2	SIBERISCHE STEUR (<i>Acipenser baerii</i>)	130
6.3	EUROPESE MEERVAL (<i>Siluris glanis</i>)	131
6.4	DONAUBRASEM (<i>Abramis sapa</i>)	131
6.5	BARBEEL (<i>Barbus barbus</i>)	132
6.6	RIVIERPRIK (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	132
7.	MIGRATIEKALENDER	134
8.	FUNCTIONEREN VISPASSAGE EN VISGELEIDING	135
8.1	VISPASSAGE	135
8.2	VISGELEIDING	136
9.	FUNCTIONEREN VANGCONSTRUCTIES	137
9.1	VANGKOOI	137
9.2	SMOLTVAL EN AALFUIK	139
10.	SLOTBESCHOUWING	140
11.	BELANGRIJKE CONCLUSIES	144
12.	AANBEVELINGEN	145
	LITERATUUR	146
	DANKWOORD	151
	BIJLAGE 1	152

1. INLEIDING

In vroegere tijden was de Roer een van de belangrijkste Nederlandse paairivieren van de zalm. In 1918 kwam ineens letterlijk de stop op de fles door de aanleg van een waterkrachtcentrale (later ECI) in de Roer. Hierdoor was vismigratie tussen de Maas en de Roer vrijwel onmogelijk geworden. Stroomopwaarts trekkende zalmen kwamen niet verder dan Roermond en stroomafwaarts migrerende vissen kwamen terecht in de turbines, waardoor veel vissen omkwamen.

In 1954 is de laatste zalm in de Maas gevangen, waarmee deze vis in de Maas als uitgestorven kon worden beschouwd. Terwijl de eens rijke visstand in de Roer als gevolg van enorme vervuiling vrijwel geheel verdween. De waterkwaliteit verbeterde eind vorige eeuw door de aanleg van zuiveringsinstallaties. In het begin van de tachtiger jaren van de vorige eeuw werd mede als gevolg van de verbeterende waterkwaliteit de vistrap in de Hambeek aangelegd, waardoor de Roer vanuit de Maas weer bereikbaar werd en omgekeerd. In 1996 werd in de Eifelrur bij Düren een paaibed gevonden van een grote zalmachtige, een teken dat onder bepaalde omstandigheden, met name bij hoge waterstanden, zalm en zeeforel weer de Roer konden optrekken tot in de Eifel, waar de historische paaigebieden nog intact waren.

Toen in 2000 plannen bekend werden om de ECI waterkrachtcentrale te renoveren werd met name vanuit de sportvisserij-organisatie sterke druk uitgeoefend om deze dan ook veilig passeerbaar te maken voor vissen. Te meer vanwege de positieve geluiden vanuit Duitsland over ontdekte paaiplaatsen. In Düren was inmiddels een herintroductieproject voor de zalm gestart. In het najaar van 2003 tot en met 2005 werden bij proefbevissingen direct benedenstrooms van de ECI waterkrachtcentrale jaarlijks paarijpe zalmen en zeeforellen gevangen. Deze dieren konden niet verder de Roer optrekken en liepen ernstige verwondingen op bij pogingen om de waterkrachtcentrale toch te passeren. De vangst van een aan de kop zwaar gewonde zalm maakte voor eenieder de noodzaak van een vispassage overduidelijk. Eind 2007 realiseerde het Waterschap Roer en Overmaas een vispassage bij de ECI. Tevens werd een fijnrooster vóór de turbine gebouwd om te voorkomen dat vissen in de turbine terecht kwamen. Hiermee werd het Nederlandse deel van de Roer na een eeuw van blokkade weer een vrij doorgankelijk systeem voor migrerende vissen. De Maas, de benedenloop van de Roer en het bovenstrooms van Roermond gelegen Roertraject vormden vanaf 2007 weer één optrekbaar riviersysteem.

In de vismigratievoorzieningen werden op drie locaties vangconstructies aangelegd. Hiermee werd het mogelijk om zowel de stroomopwaarts als de stroomafwaarts migrerende vissen te vangen. Met de inzet van een veertien man sterk vrijwilligersteam werden de vangconstructies zes jaar lang (2009-2014) dagelijks geledigd en werd elke vis gedetermineerd, geteld en gemeten. Deze zeer intensieve monitoring leverde een schat aan gegevens op. Zo kon niet alleen bepaald worden of de vispassage en het visweersysteem aan de verwachtingen voldeden, maar werd tevens een beeld verkregen van de migratiekarakteristieken en migratiepatronen in de benedenloop van de Roer. De vergaarde soortspecifieke kennis bevestigde voor een deel wat beschreven staat in de huidige literatuur, maar leverde daarnaast ook geheel nieuwe inzichten op. Met uitzondering van 2013 is van elk monitoringsjaar een deelrapportage verschenen (GUBBELS, 2010; GUBBELS *ET AL.*, 2011; 2012; 2013; 2015). De deelrapportages zijn terug te vinden in de hydrotheek

(<http://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek>).

In voorliggende rapportage zijn de resultaten van de zes onderzoeksjaren geaggregeerd. Na beknopte inleidingen over de Roer, de ECI waterkrachtcentrale, de vispassage, het visweersysteem en de vangconstructies volgt een uitgebreide beschrijving van de belangrijkste waargenomen migratiegedragingen en migratiepatronen bij vijftien vissoorten. De besproken soorten zijn voornamelijk geselecteerd op basis van het verhoudingsgewijs

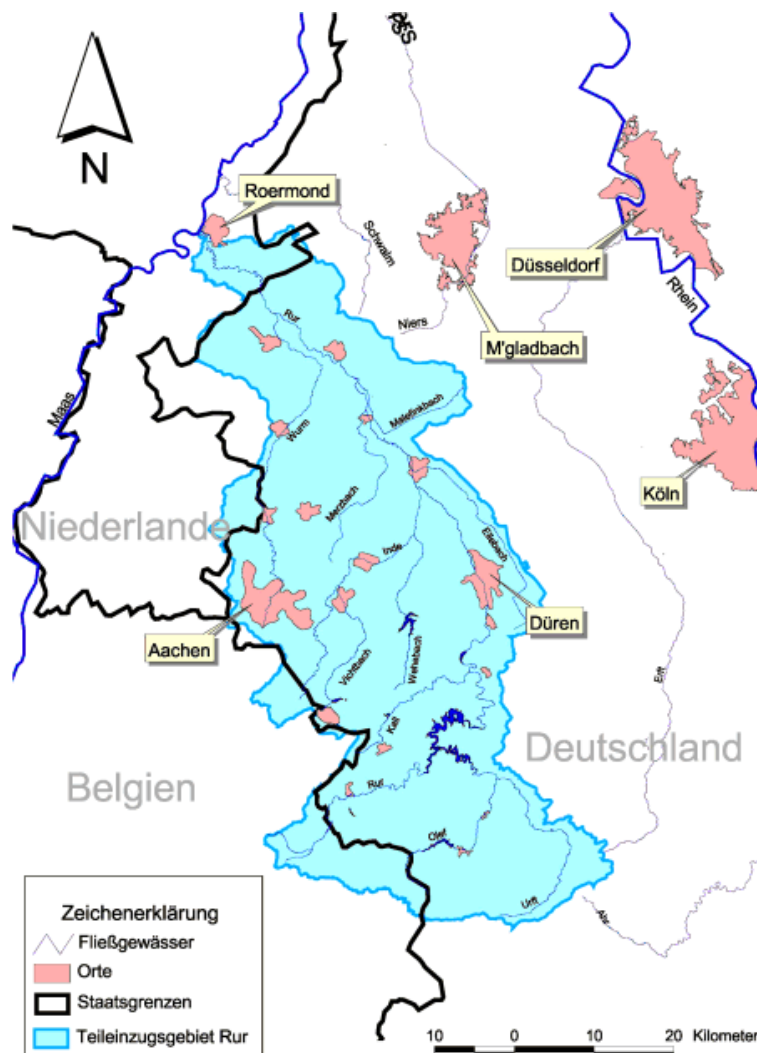
grote aantal verzamelde data. Ondanks het relatief kleine aantal waarnemingen zijn daarnaast de prikken meegenomen als bijzondere groep “vissen”. Na de soortbesprekingen wordt verslag gedaan van een aantal opmerkelijke waarnemingen en wordt een migratiekalender gepresenteerd. Vervolgens volgt een evaluatie van het functioneren van de vispassage, het visweersysteem en de vangconstructies. Het rapport wordt afgesloten met een overall bespreking van de resultaten. Er worden een aantal belangrijke conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2. DE ROER: EEN KARAKTERISTIEK

2.1 ABIOTIEK

2.1.1 Rivierloop

De bronnen van de Roer zijn gesitueerd in de Belgische Ardennen (Hoge venen), nabij de Baraque Michel, op een hoogte van circa 650 m boven N.A.P. Vanuit het Belgische bronnengebied stroomt de Roer richting de Duitse Eifel. Het riviertje passeert bij Kalterherberg de Belgisch-Duitse grens en stroomt vervolgens via Monschau naar Düren. Vanaf Düren stroomt de Roer via Jülich en Linnich in noordwestelijke richting. Nabij Vlodrop passeert de Roer de Duits-Nederlandse grens en stroomt via Herkenbosch, Melick en St. Odilienberg naar Roermond. Hier mondt de Roer via twee takken (Stedelijke Roer en Hambeek) uit in de Maas (figuur 2.1).



Figuur 2.1. Totaaloverzicht van het grensoverschrijdende stroomgebied van de Roer.

2.1.2 Typologie

Conform de systematiek van de Kader richtlijn Water wordt het Nederlandse deel van de Roer getypeerd als “snel stromend riviertje op kiezelhoudende bodem” (STOWA, 2007). In Duitsland wordt het Roertraject bovenstrooms van Linnich gekarakteriseerd als “silikatischer Mittelgebirgsfluss” en benedenstrooms van Linnich, in aansluiting op de typering van het Nederlandse traject, als “kiesgeprägter Tieflandfluss”.

Volgens de indeling van HUET (1959) behoort de Nederlandse Roer tot de barbeelzone. Het benedenstroomse gestuwde deel in Roermond en het snelstromende traject bovenstrooms van Vlodrop vertonen echter ook duidelijke kenmerken van respectievelijk de brasem- en vlagzalmzone (RIEMERSMA & VAN DER SPIEGEL, 1994).

2.1.3 Morfologie

De bovenloop van de Roer in het Eifelgebied kent een nog grotendeels natuurlijke morfologie. Alleen daar waar het riviertje dorpen doorsnijdt (bijvoorbeeld Monschau) of in stuwmeren uitmondt, is van een natuurlijke morfologie geen sprake. Benedenstrooms van Düren is de morfologie van de Roer als gevolg van maatregelen ten behoeve van de landbouw, hoogwaterbescherming en industriële activiteiten behoorlijk aangetast. Zo zijn hier vele kilometers Roer gekanaliseerd. Inmiddels zijn en worden door Wasserverband Eifel-Rur delen van de gekanaliseerde Roer heringericht tot meanderende riviertrajecten.

In Nederland oogt de Roer in het landelijke gebied tussen Vlodrop en Roermond als een natuurlijk meanderende rivier. De rivier slingert door het landschap en plaatselijk zijn erosie- en sedimentatieprocessen volop aanwezig. De aanwezigheid van steil- wanden, stroomkuilen en de vele zand-, leem- en grindafzettingen zijn hiervan het tastbare bewijs (figuur 2.2). Over vele kilometers blijkt echter dat de Roerbochten zijn vastgelegd met puin. Sinds enkele jaren is het Waterschap Roer en Overmaas bezig met het systematisch verwijderen van dit onnatuurlijke materiaal. Pas wanneer al het puin verdwenen is, zal er sprake kunnen zijn van een daadwerkelijk natuurlijk meanderende rivier.



Figuur 2.2. Op veel locaties in en langs de Roer zijn erosie- en sedimentatieprocessen aanwezig. De aanwezigheid van steilwanden, stroomkuilen en vele zand-, leem- en grindafzettingen zijn hiervan het tastbare bewijs. Foto Rob Gubbels.

In Roermond splitst de Roer zich in de Hambeek en Stedelijke Roer, beide uitmondend in de Maas. De hoofdtak, de stedelijke Roer, is in Roermond vastgelegd en gestuwd (figuur 2.3). De (hydro)morfologie is vrijwel volledig kunstmatig. Het stuweffect in de Roer werkt door tot het bovenstrooms van Roermond gelegen Lerop.



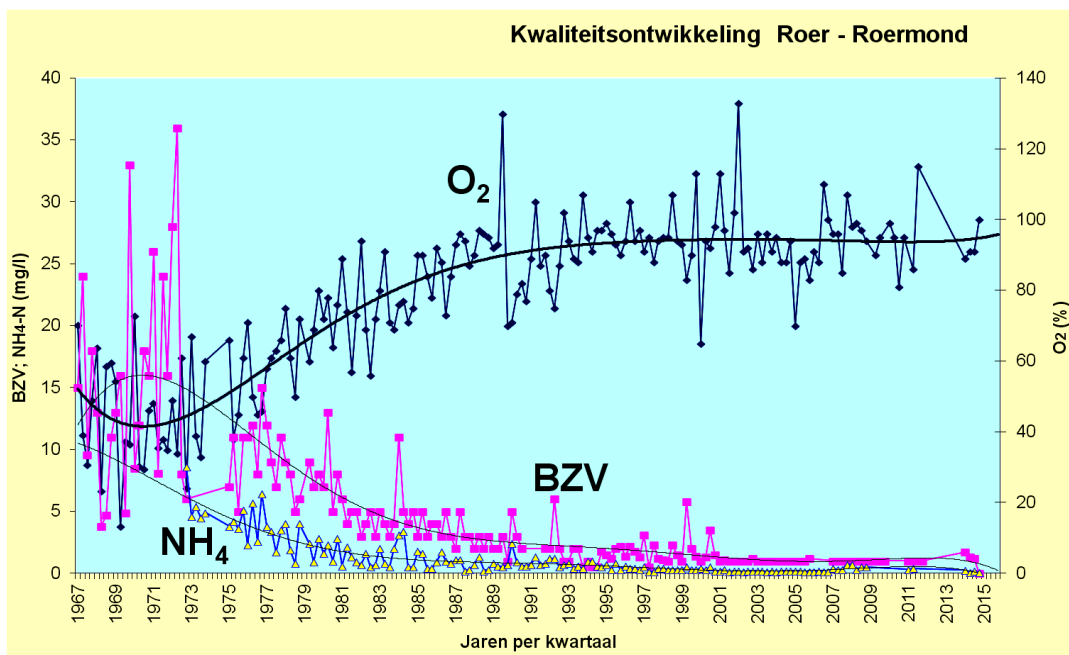
Figuur 2.3. De gestuwde Stedelijke Roer in Roermond. De (hydro)morfologie is vrijwel volledig kunstmatig. Foto Waterschap Roer en Overmaas.

2.1.4 Hydrologie

Het stroomgebied van de Roer heeft een totaal oppervlakte van ruim 2.300 km², waarvan zo'n 100 km² (4,5 %) in Nederland ligt. De totale lengte van de Roer bedraagt 185 km. De laatste 22 km stroomt de Roer door Limburg. Het gemiddelde verhang van de Roer is ongeveer 0,4 ‰. Ter hoogte van Vlodrop kent de Roer met een verhang van 1 ‰ een aanzienlijk steiler verloop. De afvoer van de Roer (ter hoogte van Vlodrop) varieert van een minimale afvoer van circa 10 m³/s tot een maximale afvoer van zo'n 180 m³/s. De gemiddelde afvoer bedraagt ongeveer 25 m³/s. Ten opzichte van vroeger is de winterafvoer lager en de zomerafvoer hoger. Dit komt door de bufferwerking van het stuwmerencomplex in de Eifel en de lozing van twee grote bruinkoolmijnen. De gemiddelde breedte van de Roer varieert van enkele meters in de Duitse bovenloop tot zo'n 20 à 40 m benedenstrooms van Obermaubach. De gemiddelde waterdiepte loopt in dit deel van de Roer uiteen van 0,3 tot 2 m. In Limburg bedraagt de gemiddelde breedte circa twintig meter. De gemiddelde waterdiepte varieert hier bij basisafvoer van 1 tot 3 m. Bij minimumafvoeren staat boven vele grindbanken slechts enkele decimeters water, bij piekafvoeren daarentegen kan de waterdiepte ruim boven de 3 m liggen. In het gestuwde benedenstroomse deel van de Roer in en nabij Roermond is de gemiddelde waterdiepte 2,5 à 3 m. De gemiddelde stroomsnelheid in het Nederlandse traject is relatief hoog en varieert bij basisafvoer tussen de 0,3 en 1,0 m/s. Op veel trajecten echter ligt de stroomsnelheid tussen de 0,5 en 0,8 m/s (CROMBAGHS *ET AL.*, 2000; ORANJEWOUD, 2000; PROVINCIE LIMBURG, 2009; WIJMANS & AARTS, 2004).

2.1.5 Waterkwaliteit

Sinds de jaren zestig/zeventig van de vorige eeuw heeft de waterkwaliteit van de Roer zich spectaculair verbeterd. Van zwart water met hoge schuimbergen is al lang geen sprake meer. De realisatie (en verbetering) van rioolwaterzuiveringsinstallaties in Duitsland en Nederland, alsmede het beëindigen van de Duitse mijnwaterlozingen, liggen aan de basis van de kwaliteitsverbetering. In de loop der decennia zijn bijvoorbeeld de gehalten aan totaal-fosfaat, diverse zware metalen als onder andere lood en cadmium, PCB's en (verboden) bestrijdingsmiddelen als DDT en diuron (sterk) gedaald. Het voor vissen essentiële zuurstofgehalte is toegenomen en kan inmiddels in de gehele Roer geclassificeerd worden als goed (figuur 2.4).



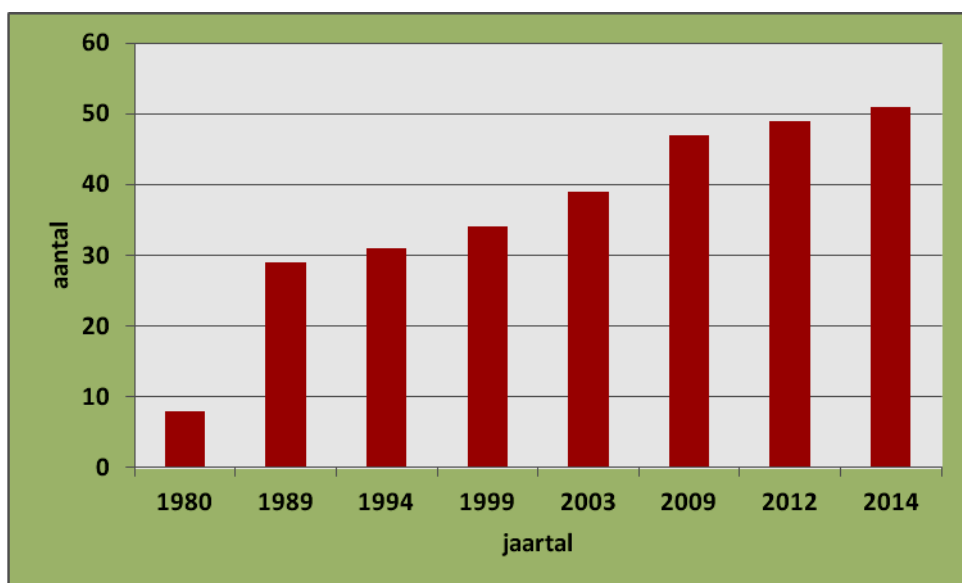
Figuur 2.4. Verloop van onder andere het zuurstofgehalte in de Roer tussen 1967 en 2015.

Toch is de waterkwaliteit van de Roer nog lang niet optimaal. De gehalten aan zink en koper overschrijden de MTR-waarde nog steeds met een factor twee tot vijf. De gehalten aan sulfaat en totaal-nitraat zijn veel te hoog en bestrijdingsmiddelen als de diuron vervangende bestrijdingsmiddelen glyfosaat en isoproturon scoren weliswaar als jaargemiddelde nog onder MTR-waarde maar lijken de laatste jaren toe te nemen. De jaarlijks gemeten maximale gehalten liggen ruim boven de MTR-waarde.

De op basis van de aanwezige macrofauna berekende biologische waterkwaliteit wordt getypeerd als “bijna hoogste niveau”. Het aantal soorten macrofauna dat per bemonsteringsronde in de Roer wordt aangetroffen, is sinds 1980 vervijfvoudigd (TOLKAMP, 2008; WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS, 2009). De waterkwaliteit in het Duitse deel van de Roer wordt geclassificeerd als matig (nabij Nederlandse grens) tot gering belast (bovenloop).

2.2 VISFAUNA

De ontwikkeling van de visfauna in de Roer loopt vrijwel parallel aan de ontwikkeling van de waterkwaliteit. Toen de waterkwaliteit zich op het absolute dieptepunt bevond, rond de zestiger en zeventiger jaren van de vorige eeuw, moet het met de visfauna eveneens erbarmelijk gesteld zijn geweest. Eind jaren zeventig/begin jaren tachtig van de vorige eeuw begint de waterkwaliteit van de Roer duidelijk te verbeteren (TOLKAMP, 2008). Sinds het einde van de tachtiger jaren is deze ontwikkeling ook terug te zien in de visstand; het aantal soorten neemt gestaag toe (figuur 2.5).



Figuur 2.5. Ontwikkeling van het aantal vissoorten in de Roer tussen 1980 en 2014.

De laatste jaren is de toename van het aantal soorten niet meer toe te schrijven aan de verbetering van de waterkwaliteit, maar aan de intrek van exoten vanuit de Maas. Voor een overzicht van de soorten in de Roer wordt verwezen naar tabel 5.1. Hierbij zij opgemerkt dat dit een overzicht betreft van alle soorten die tijdens de monitoring zijn waargenomen. Voor het totaal aantal soorten in de Roer dienen hier vier soorten aan te worden toegevoegd, namelijk kwabaal, graskarper, gestippelde alver en beekprik. Het betreft soorten die in het afgelopen decennium in de Roer zijn aangetroffen. Soorten die langer geleden ooit in de Roer zijn waargenomen, maar waarvoor thans geen aanwijzingen zijn dat ze nog steeds in de Roer voorkomen, zijn niet meegeteld. Voorbeelden van dergelijke soorten zijn grote modderkruiper en kroeskarper.

3. DE ECI-WATERKRACHTCENTRALE

3.1 BEKNOPTE GESCHIEDENIS

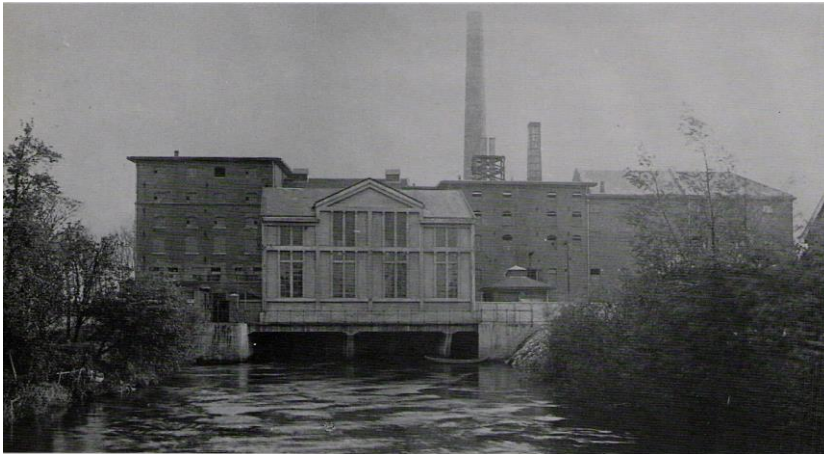
In de Stedelijke Roer lagen ooit zes onderslagmolens. Naast de molen van de abdij Munster waren twee molens in bezit van het klooster van Karthuizers en drie waren particulier eigendom. In 1643 namen de beide kloosters de particuliere molens over. Toentertijd waren het graan-, schors-, olie- en volmolens. Door achteruitgang van de opbrengsten werden de molens verwaarloosd en waren er rond 1800 nog maar twee in bedrijf, een bovenmolen en een ondermolen. De ondermolen bleef als dubbele graanmolen tot 1920 in bedrijf en werd in 1969 geheel afgebroken. De bovenmolen kwam als koren- en papiermolen na opheffing van de kloosters door het Franse bestuur in 1798 in particuliere handen.

De korenmolen bleef na diverse modernisering tot circa 1918 in bedrijf. De papiermolen werd steeds verder uitgebreid met onder andere stoommachines en werd in 1883 opgeheven. Na verkoop werd de molen omgebouwd tot graanmolen en werden de twee onderslagraden vervangen door een turbine. Deze graanmolen werd ook omstreeks 1918 stilgelegd. Rond 1918 vestigde zich in de beide bovenmolens de N.V. Het Steel, een fabriek voor de verwerking van groenten- en aardappelproducten die met twee turbines in een nieuw turbinehuis ging werken. De oude waterraderen werden toen gesloopt (figuur 3.1).



Figuur 3.1. Restanten van de oude graanmolen. Foto uit boek: 750 jaar Roermond. Kaarten, prenten en stadsgezichten van Roermond 1232-1982 (VAN BREE, 1982).

In 1926 ging de N.V. Het Steel failliet. De waterkrachtcentrale kwam in handen van de Electro Chemische Industrie (ECI). Deze firma had behoefte aan goedkope elektriciteit voor hun elektrolytische processen. Tijdens de Tweede Wereldoorlog heeft de waterkrachtcentrale van september 1944 tot eind februari 1945 stroom aan het net geleverd. Roermond, dat toentertijd bezet was, kon op deze wijze op beperkte schaal van elektriciteit worden voorzien. Op 28 februari 1945 werd de ECI-centrale opgeblazen. In mei 1948 werd de centrale hersteld en opnieuw in gebruik genomen (figuur 3.2).



Figuur 3.2. Na de oorlog werd de opgeblazen centrale hersteld en weer in gebruik genomen. Foto gemeentearchief Roermond.

Toen de ECI in 1974 haar productie stopte, werd ook de waterkrachtcentrale uit bedrijf genomen. In 1995 werd de ECI aangekocht door Waterschap Roer en Overmaas. Ongeveer tegelijkertijd meldde zich de firma Ecowatt uit België met serieuze plannen voor de centrale. In samenwerking tussen Ecowatt, het Waterschap en de Gemeente Roermond is toen een plan ontwikkeld dat voorzag in restauratie en ingebruikname van de centrale, het opwekken van groene stroom en het openstellen van de centrale voor bezoekers. In 2000 is de ECI-waterkrachtcentrale na 26 jaar stilstand opnieuw in gebruik genomen door Nederstroom. De installatie uit 1920 is gerestaureerd. Daarnaast is er een moderne waterkrachtcentrale geïnstalleerd met een vermogen van 250 kWe. De centrale produceert stroom voor circa driehonderd huishoudens (figuur 3.3). Van de twee oorspronkelijke turbines is er één buiten bedrijf genomen en heeft een museumfunctie gekregen. De andere turbine is nog steeds functioneel. De ECI waterkrachtcentrale is sinds 2015 geheel in handen van het Waterschap Roer en Overmaas.

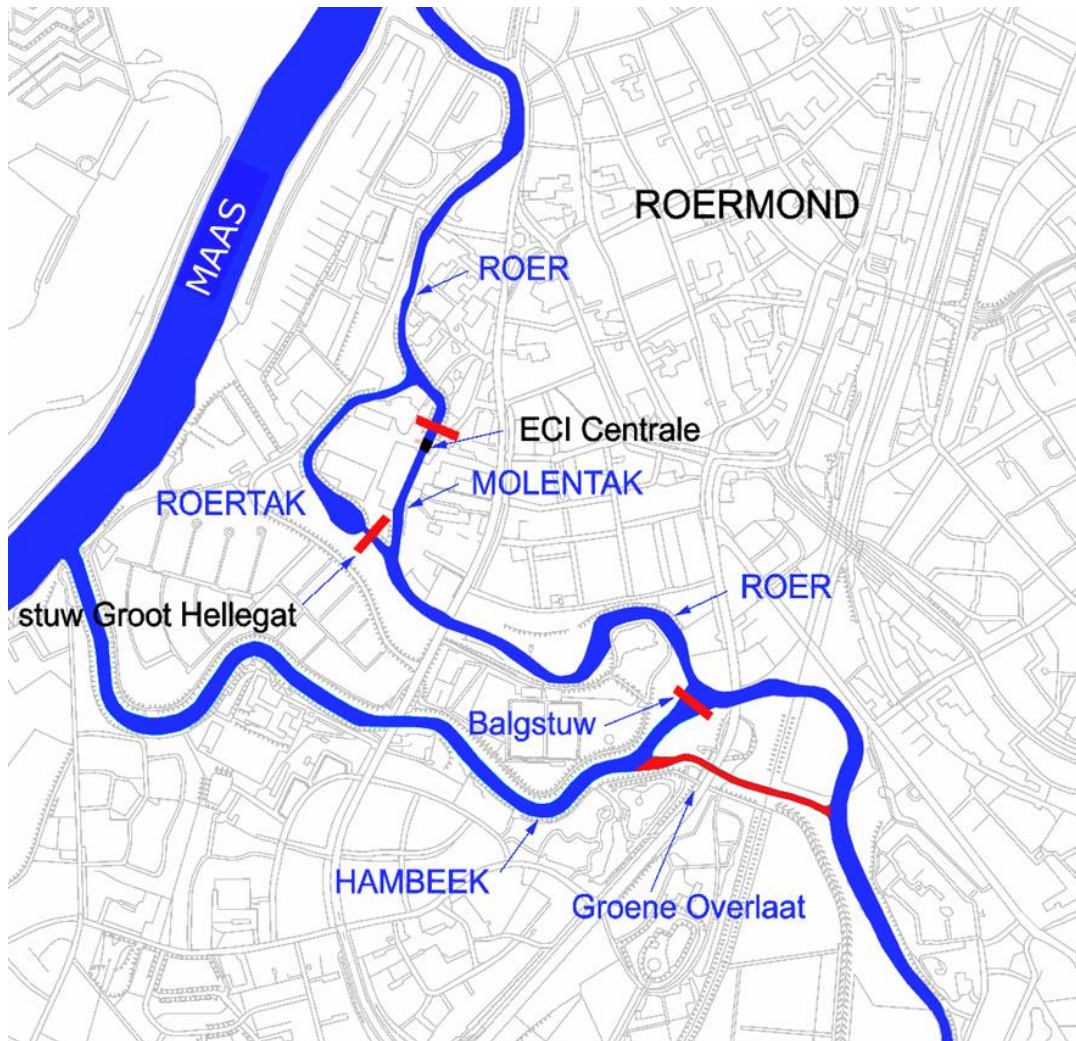


Figuur 3.3. De ECI waterkrachtcentrale. Foto Jo Maessen.

3.2 MIGRATIEKNELPUNT

Stroomopwaartse migratie vanuit de Maas naar de Roer is op twee manieren mogelijk (figuur 3.4). De eerste route verloopt via de Hambeek. Door het ontbreken van een monitoringsconstructie is over de migratie in deze Roertak niet veel bekend. Losse bemonsteringen in de Hambeek tonen dat er duidelijk sprake is van stroomop- en stroomafwaartse migratie door diverse soorten. De migratie in de Hambeek wordt in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De tweede migratieroute verloopt via de (Stedelijke) Roer. Stroomopwaarts migrerende vissen worden op twee locaties in hun trek belemmerd. Zowel bij de stuw Groot Hellegat als bij de ECI-waterkrachtcentrale kunnen vissen hun reis niet vervolgen zonder migratievoorzieningen. Bij de stuw Groot Hellegat is geen passage aangelegd. Bij normale debietverdeling tussen de tak Groot Hellegat en de tak ECI, gaat alle water via de ECI-tak. Dan zwemt naar verwachting het overgrote deel van de vissen stroomopwaarts via de ECI tak.



Figuur 3.4. Overzicht van de watergangen en migratiebarrières in de benedenloop van het Roersysteem.

Ter plaatse van de ECI watercentrale bestaat tussen het beneden- en bovenstroomse pand een verval van circa 2,5 m. In de centrale bevindt zich één functionele Francis-turbine. Stroomopwaartse migratie via de turbine is uitgesloten. Stroomafwaarts migrerende vissen zullen zeer veel hinder ondervinden van de turbine. Alhoewel geen schadepercentages bekend zijn, bestaat het vermoeden dat een substantieel deel van de (grotere) vissen directe dan wel uitgestelde (lethale) schade ondervindt bij passage van de turbine.

Om migraties in zowel stroomopwaartse als in stroomafwaartse richting mogelijk te maken, zijn in 2007 een vispassage en een visgeleidingsysteem gebouwd.

3.3 VISPASSAGE

Direct benedenstrooms van de ECI waterkrachtcentrale, in de rechteroever van de Roer, is in 2007 een vispassage gebouwd (figuur 3.5). De constructie is van het type vertical-slot. De passage overbrugt tussen het boven- en benedenwater een hoogteverschil van ongeveer 2,5 m. De vispassage is ongeveer 75 m lang en bestaat uit 24 compartimenten met een lengte van 3,1 m, een breedte van 2,4 m en een diepte van 1,2 m (bij Q_{30} -afvoer). Het waterstandsverschil tussen twee compartimenten bedraagt 10 cm. De slots lopen door tot op de bodem en zijn 50 cm breed. De ingang van de vispassage is direct benedenstrooms van de door de turbine veroorzaakte uitstroomzone (figuur 3.6). De vispassage sluit aan op de bovenste etage van de

lossluis. Deze loopt onder het gebouw door en is in twee etages verdeeld. Aan de andere zijde van het gebouw, bovenstrooms, mondt de lossluis annex vispassage uit in de Roer. Vlak voordat de vispassage in de Roer uitmondt, voert de passage langs een ondergrondse bezoekersruimte. Eén wand van de ruimte is gelijktijdig een wand van de vispassage, gemaakt van verdikt glas. Via dit raam is het mogelijk om in de bezoekersruimte vissen die door de vispassage zwemmen te aanschouwen. De bodem van de vispassage is bedekt met een 30 cm dikke laag breuksteen. Het debiet door de vispassage is $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Om de lokstroom te vergroten, wordt vlak voor de monding van de vispassage in de Roer via een buis extra water uit het bovenstroomse Roerpand toegevoegd, circa $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Hiermee bedraagt het totale lokstroomdebiet $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$, ongeveer 7,8 % van het concurrerende turbine-debiet (uitgaande van een maximaal turbine-debiet van $15,7 \text{ m}^3/\text{s}$). De optredende stroomsnelheden zijn overal in de passage, met uitzondering van de bovenste zone in de slots, lager dan 1 m/s. Boven in de slots bedraagt de gemiddelde stroomsnelheid circa 1,2 m/s.



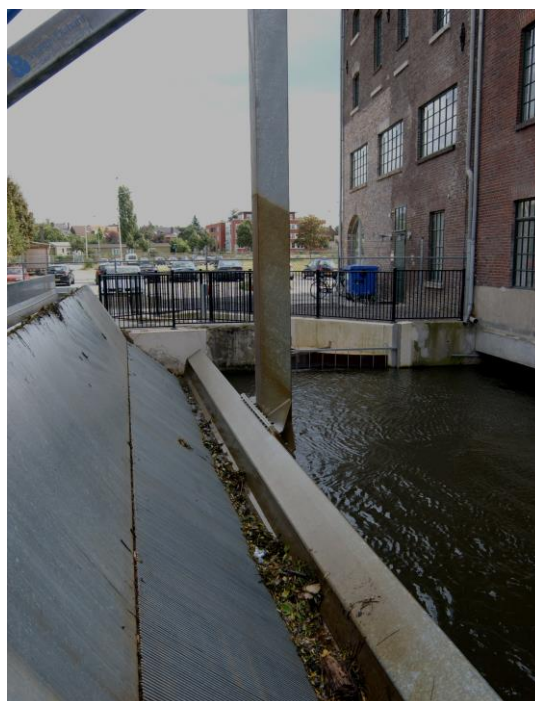
Figuur 3.5. De vertical-slot vispassage bij de ECI-waterkrachtcentrale te Roermond.
Foto Rob Gubbels.



Figuur 3.6. Uitstroom van turbine (midden foto) en uitstroom (lokstroom) van de vispassage (linksboven foto). Foto Buro Floecksmühle.

3.4 VISGELEIDING

Direct bovenstrooms van de turbine-ingang bevindt zich een krooshek met reiniger (figuur 3.7). Het krooshek beslaat de gehele breedte van de Roer en heeft een oppervlakte van 75 m². Het hek loopt onder een hoek van 40 graden naar de bodem (op 3,5 m diepte). Het hek bestaat uit verticale spijlen met een afstand tussen de spijlen van 10 mm. De aanstroom-snelheid op het hek bedraagt 0,2 m/s. Bovenstrooms van het krooshek bevinden zich twee ingangen van constructies voor stroom-afwaarts migrerende vissen. Rechts bevindt zich de ingang van het smoltkanaal. De bodem van de ingang ligt op 0,3 m diepte. De ingang is gecombineerd met de smoltval, een monitoringsconstructie om hoog in de waterkolom zwemmende, aftrekkende vissen te vangen. Het smoltkanaal loopt onder de vispassage door en mondt benedenstrooms van de centrale in de Roer uit. Links van het krooshek bevindt zich op een diepte van 3,5 m (bodem) de ingang van het aalkanaal.



Figuur 3.7. Het krooshek en krooshekreiniger, direct bovenstrooms van de turbinekamer. Foto Rob Gubbels.

Dit kanaal loopt via de onderste etage van de lossluis onder het gebouw door en mondt benedenstrooms van de centrale uit in de Roer.

Aan de monding is een aalfuik gekoppeld om lager in de waterkolom aftrekkende vissen te vangen. Naast het smolt- en aalkanaal bestaat er nog een mogelijkheid voor stroomafwaarts zwemmende vissen om de centrale te passeren, namelijk via de vispassage. De bodem van de vispassage ligt op een waterdiepte van 1,2 m.

Het debiet door het smoltkanaal bedraagt $0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ en het debiet door het aalkanaal $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$.

4. MONITORING

4.1 MONITORINGSCONSTRUCTIES

4.1.1 Vangkooi

De vangkooi is geïnstalleerd in het stroomopwaarts gelegen einde van de vispassage, direct voor de uitmonding in de Roer (figuur 4.1). Het betreft een metalen constructie van 2,4 x 2,9 x 1,4 m. In de ingang van de kooi bevindt zich een trechtervormige keel. Vissen zwemmen hierdoor naar binnen en zijn in principe niet of nauwelijks in staat om via de relatief smalle uitstroomopening van de keel weer naar buiten te zwemmen.



Figuur 4.1. Vangkooi (links) en de keel van de metalen fuik (rechts). Foto's Rob Gubbels.

De kooi kan via een geautomatiseerd hefsysteem in de vistrap neergelaten of omhoog gehesen worden. Bij inspectie wordt de kooi omhoog gehesen en geleegd in een grote bak water (figuur 4.2). Alle gevangen vissen worden gedetermineerd en van alle exemplaren wordt de lengte bepaald. Na verrichting van alle noodzakelijke handelingen worden de vissen aan de bovenstroomse zijde van de vangkooi weer in de Roer teruggezet. De vangkooi bestaat uit spijlen met een onderlinge afstand van 2 cm. De vangsten in de vangkooi geven een beeld van de stroomopwaartse migratie. Kleinere vissen zijn met de kooi niet te vangen omdat ze tussen de spijlen doorzwemmen. Adulte vissen van soorten als alver, rivierprik, riviergrondel, pos, etcetera alsmede de juveniele stadia zijn dan ook structureel gemist.



Figuur 4.2. Alle door de vispassage stroomopwaarts migrerende, grotere vissen kunnen met de vangkooi worden gevangen. De gevangen vissen worden verzameld in een grote verzamelbak. Foto's Rob Gubbels.

4.1.2 Smoltval

Om de relatief hoog in de waterkolom zwemmende vissen als bijvoorbeeld smolts van Atlantische zalm te kunnen vangen, is aan de rechterzijde van de Roer, direct bovenstrooms van het krooshek een aftakking gemaakt die vissen via een metalen “glijbaan”, bestaande uit metalen spijlen (onderlinge afstand 4 mm), in een bak water doet belanden (figuur 4.3). Met een op maat gemaakt schepnet kunnen alle vissen uit de smoltval verwijderd worden ter nadere determinatie en meting. De vangsten in de smoltval geven een beeld van de stroomafwaartse migratie van hoog in de waterkolom zwemmende vissoorten. Behalve smolts zijn zeer veel andere vissoorten gevangen, vooral de jongere leeftijdsklassen.



Figuur 4.3. De ingang van de smoltval bevindt zich direct bovenstrooms van het krooshek aan de rechterzijde van de Roer (linkerfoto). Vissen belanden in een betonnen opvangbak en kunnen met behulp van een schepnet gevangen worden (rechterfoto). Foto links Rob Gubbels. Foto rechts Kenneth Gubbels.

4.1.3 Aalfuik

Aan de linkerzijde van het krooshek bevindt zich de ingang van het aalkanaal. Het aalkanaal betreft de onderste helft van oorspronkelijke lossuis (de bovenste helft is de route voor stroomopwaarts migrerende vissen). Het aalkanaal loopt via de lossuis onder de centrale door en mondt uit aan de benedenstroomse zijde. Aan de monding van het aalkanaal is een fuik bevestigd. De aalfuik hangt in een metalen frame dat met een hefsysteem omhoog gehesen kan worden (figuur 4.4). De vangsten in de aalfuik geven een beeld van de stroomafwaartse migratie van laag in de waterkolom zwemmende vissoorten. Behalve alen zijn zeer veel andere vissoorten gevangen, met name de jongere leeftijdsklassen, maar ook adulte vissen van soorten als barbeel, meerval, snoekbaars en snoek. De aalfuik is een zeer succesvolle vangconstructie gebleken.



Figuur 4.4. De aalfuik, bevestigd in een metalen frame.
Foto Rob Gubbels.

4.2 MONITORINGSMETHODIEK

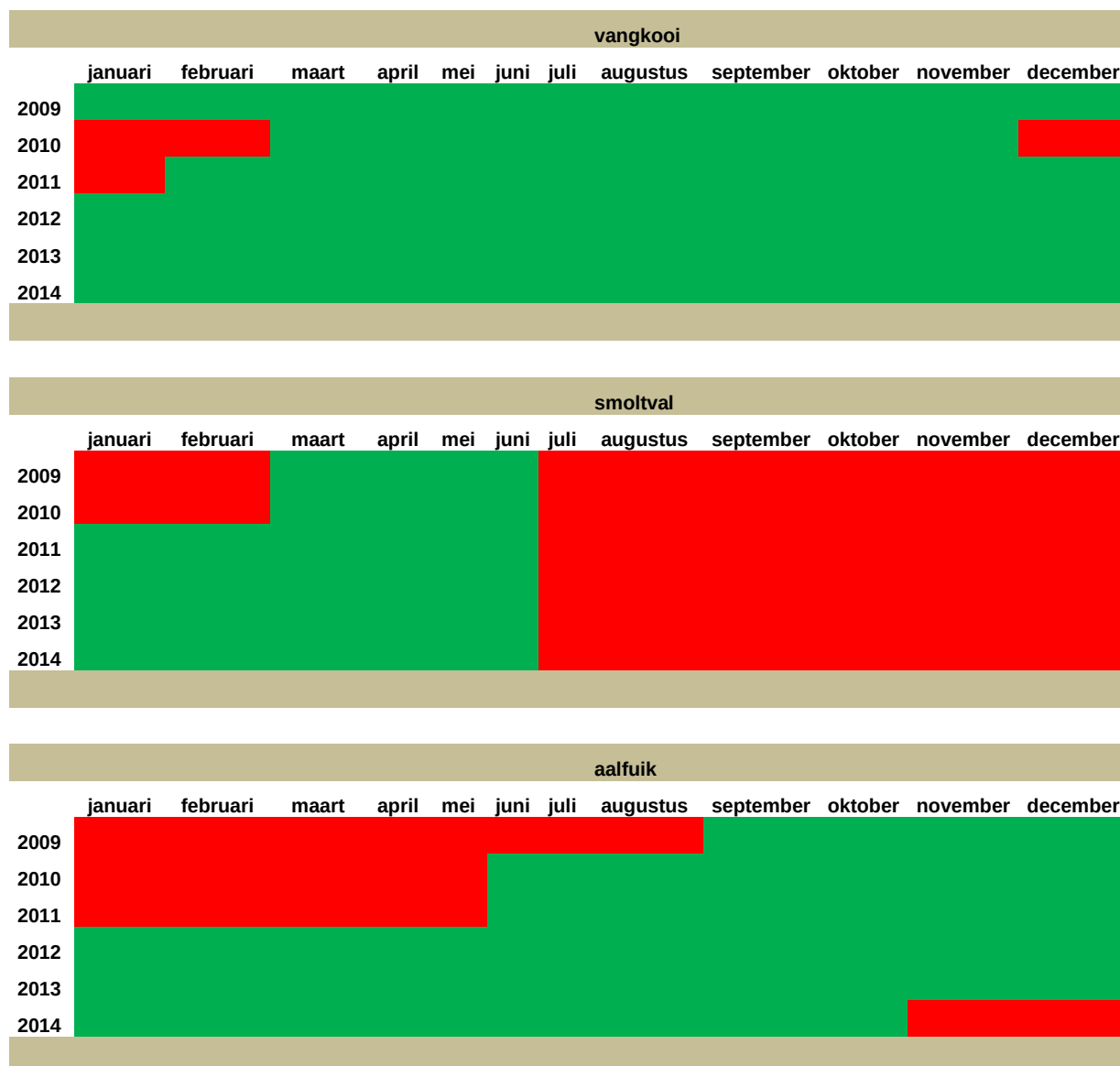
De drie monitoringsconstructies zijn met een team van veertien vrijwilligers (figuur 4.6) bemonsterd. Het team kende een internationale samenstelling. Naast acht Nederlanders verleenden vier Duitse collega's hun medewerking. Dankzij de enthousiaste, nimmer aflatende inzet van het vrijwilligersteam kon op een zeer intensieve wijze gemonitord worden. Zes jaar lang zijn in tweetallen dagelijks de monitoringsconstructies bezocht, bemonsterd en gereinigd (figuur 4.5). Alle vissen werden gedetermineerd, gemeten en gerapporteerd. Op deze wijze is een gedetailleerd beeld verkregen van de stroomop- en stroomafwaartse migratie in de benedenloop van de Roer in de periode 2009-2014.



Figuur 4.5. Het schoonspuiten van de aalfuik was een
dagelijkse noodzakelijkheid. Foto Rob Gubbels.

De drie monitoringsconstructies, vangkooi – smoltval – aalfuik, zijn niet in alle jaren fulltime ingezet. Ter interpretatie van de resultaten is het van belang om te weten wanneer welke constructies zijn gebruikt (tabel 4.1). De vangkooi is in principe het gehele jaar toegepast. De smoltval daarentegen alleen de eerste helft van het jaar. Door met name te lage temperaturen zijn bij beide vanginstallaties enkele weken uitgevallen. De aalfuik is de eerste drie monitoringsjaren vooral ingezet in de tweede helft van het jaar. Gedurende de laatste drie jaren is de constructie vrijwel jaarrond gebruikt.

Tabel 4.1. Inzet van de drie vangconstructies gedurende de monitoringsperiode 2009-2014. Rood: constructie niet ingezet.





Figuur 4.6. Het vrijwilligersteam dat zich zes jaar lang bezighield met de dagelijkse bemonstering en het onderhoud van de vangconstructies. Foto Rob Gubbels.

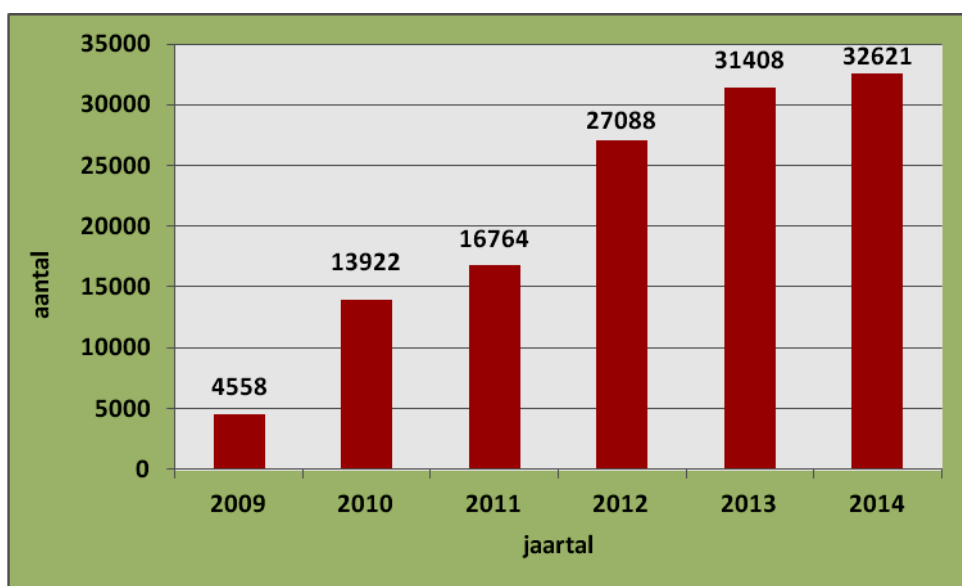
Voor een overzicht van de vispassages en monitoringsconstructies bij de ECI waterkrachtcentrale wordt verwezen naar bijlage 1.

5. VISMIGRATIE: karakteristieken en patronen

5.1 TOTAALOVERZICHT

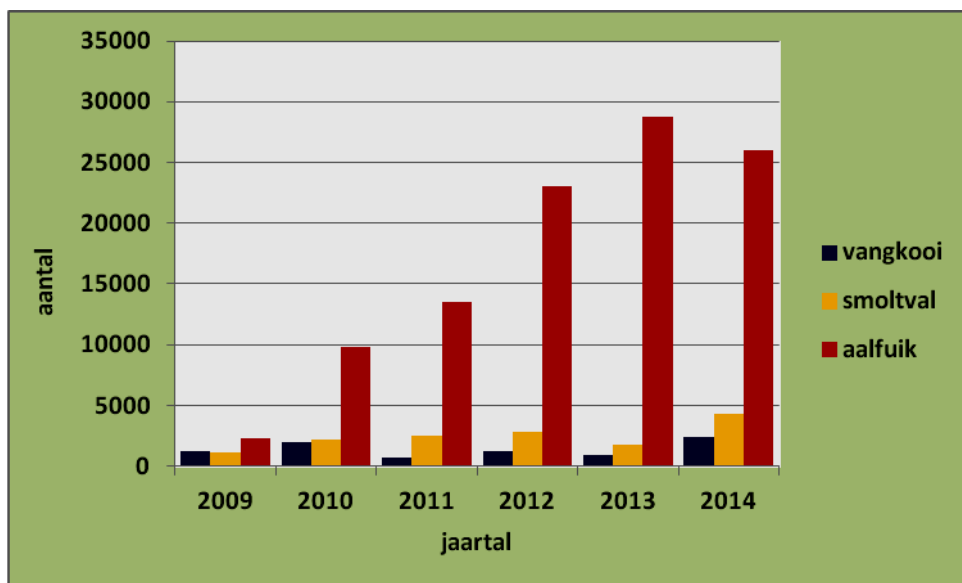
5.1.1 Aantal vissen

Gedurende de monitoringsperiode zijn in totaal 126.361 vissen gevangen. Het aantal gevangen vissen nam elk jaar toe (figuur 5.1). In het laatste onderzoeksjaar (2014, n=32.621) zijn ruim zeven keer zo veel vissen gevangen als in het eerste onderzoeksjaar (2009, n=4.558).



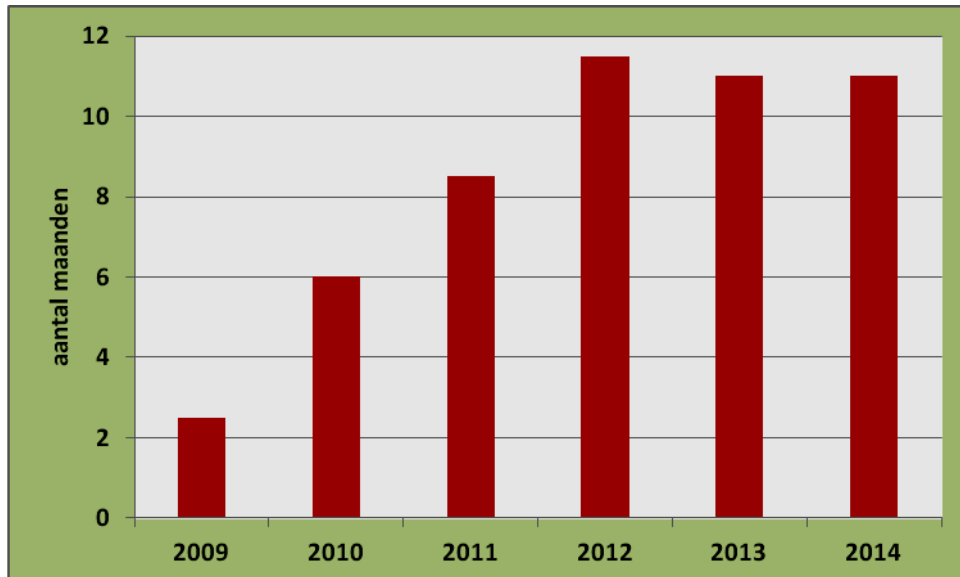
Figuur 5.1. Het aantal gevangen vissen per onderzoeksjaar.

Veruit de meeste vissen zijn gevangen in de aalfuik, ongeveer 82 % (figuur 5.2). Het aantal vissen in de aalfuik neemt tot en met 2013 jaarlijks toe.



Figuur 5.2. Het aantal gevangen vissen, verdeeld over de drie vangconstructies.

De toename van het jaarlijks aantal gevangen vissen alsmede de aantalsontwikkeling in de aalfuik gedurende de onderzoeksperiode is voor een belangrijk deel te verklaren door het aantal maanden dat de aalfuik per onderzoeksjaar is ingezet (figuur 5.3). Tussen 2009 en 2012 neemt de inzetduur van de aalfuik toe van 2,5 maand in 2009 tot 11,5 maand in 2012. Hierna blijft de inzetduur gelijk (11 maanden).



Figuur 5.3. De inzet van de aalfuik gedurende de monitoringsperiode.

De aantallen vissen per soort zijn weergegeven in tabel 5.1. Hieruit blijkt dat de grootste aantallen vissen die gevangen zijn, kunnen worden toegeschreven aan vier soorten, namelijk baars, blankvoorn, brasem en parr/smolts van de Atlantische zalm. Baars spant duidelijk de kroon. Bijna 60 % van het aantal gevangen vissen gedurende de onderzoeksperiode bestond uit baars.

Tabel 5.1. Het aantal gevangen vissen per waargenomen soort gedurende de onderzoeksperiode 2009-2014.

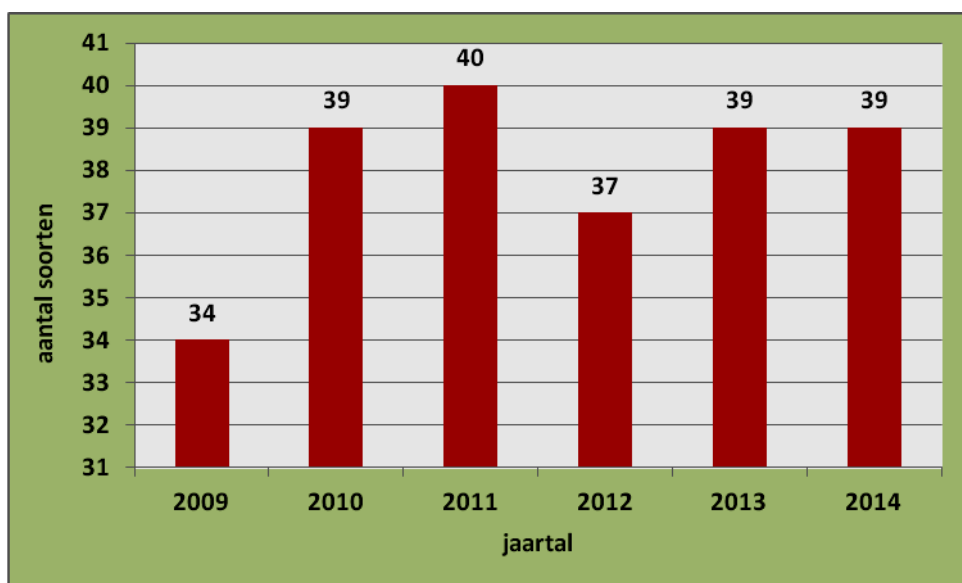
vissoort	Latijnse naam	Duitse naam	totaal aantal
1. baars	<i>Perca fluviatilis</i>	Barsch	72574
2. blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaue	15195
3. brasem	<i>Abramis brama</i>	Brassen	11019
4. Atlantische zalm, parr/smolt	<i>Salmo salar</i>	Atlantischer Lachs	8079
5. aal	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	3793
6. pos	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Kaulbarsch	3353
7. alver	<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei	3016
8. zwartbekgrondel	<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmaulgrundel	2408
9. serpeling	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	1125
10. snoekbaars	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Zander	816
11. barbeel	<i>Barbus barbus</i>	Barbe	754
12/13 rivier-/beekdonderpad	<i>Cottus perifretum/rhenanus</i>	Koppe	542
14. regenboogforel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	406
15. marmergroundel	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorgrundel	382
16. rietvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	362
17. zeeforel, smolt	<i>Salmo trutta trutta</i>	Meerforelle	296
18. kopvoorn	<i>Squalius cephalus</i>	Döbel	272
19. beekforel	<i>Salmo trutta fario</i>	Bachforelle	192
20. kolblei	<i>Abramis blicca</i>	Güster	192
21. rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunaue	140
22. riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	Gründling	135
23. zonnebaars	<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch	120
24. sneep	<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	116
25. winde	<i>Leuciscus idus</i>	Aland	116
26. snoek	<i>Esox lucius</i>	Hecht	96
Atlantische zalm, male parr	<i>Salmo salar</i>	Atlantischer Lachs	94
27. gibel	<i>Carassius gibelio</i>	Gibel	91
28. zeelt	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	85
29. blauwband	<i>Pseudorasbora parva</i>	Blaubandbärbling	79
zeeforel, (sub)adult	<i>Salmo trutta trutta</i>	Meerforelle	78
30. roofblei	<i>Aspius aspius</i>	Rapfen	81
31. zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunaue	64
Atlantische zalm, (sub)adult	<i>Salmo salar</i>	Atlantischer Lachs	62
32. Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	Wels	48
33. elrits	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	36
34. driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling	34
35. karper	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Karpfen	33
36. Elsässer saibling	<i>Salvelinus fontinalis x S. alpinus</i>	Elsässer saibling	19
37. Siberische steur	<i>Acipenser baerii</i>	Sibirischer Stör	12
38. vetje	<i>Leucaspis delinatus</i>	Moderlieschen	9
39. Donaubrasem	<i>Abramis sapo</i>	Zobel	7
40. bittervoorn	<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	6
41. Kesslers grondel	<i>Neogobius kessleri</i>	Kesslergrundel	6
42. biermpje	<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	6
43. vlagzalm	<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	6
44. tiendoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>	Neunstachliger Stichling	3
45. goudvis	<i>Carassius auratus auratus</i>	Goldfisch	1
46. grote marene	<i>Coregonus wartmanni</i>	Blaufelchen	1
47. kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>		1

n=47

n=126361

5.1.2 Aantal soorten

Het aantal gevangen vissoorten varieerde in de onderzoeksperiode tussen 34 (2009) en 40 (2011) (figuur 5.4). In totaal zijn gedurende de gehele onderzoeksperiode 47 vissoorten gevangen (tabel 5.1). Dit betekent dat 92 % van de soorten die in het afgelopen decennium tijdens diverse bemonsteringen in de Roer zijn aangetroffen (n=51), bij de ECI zijn gevangen. Alleen de beekprik (*Lampetra planeri*), gestippelde alver (*Alburnoides bipunctatus*), kwabaal (*Lota lota*) en graskarper (*Ctenopharyngodon idella*) zijn niet waargenomen bij de ECI (GUBBELS & BELGERS, 2013).

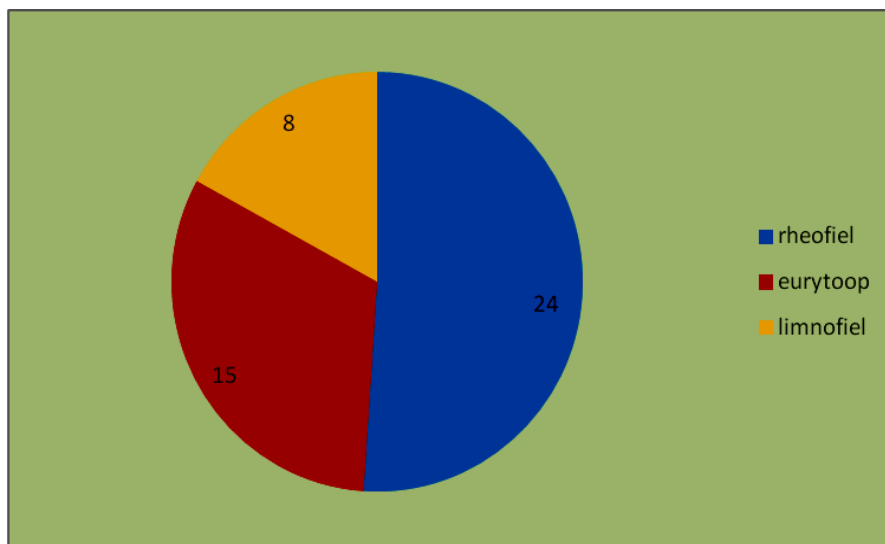


Figuur 5.4. Het aantal gevangen vissoorten per onderzoeksjaar.

5.1.3 Samenstelling visfauna

De bij de ECI aangetroffen visfauna (tabel 5.1) bestaat voor meer dan de helft uit rheofiele vissoorten (figuur 5.5). Het aandeel eurytope en limnofiele vissoorten is relatief groot, maar voor een rivierbenedenloop in de nabijheid van de monding in de Maas, niet uitzonderlijk. Het soortenspectrum in de Roer is uniek voor Nederland (zie ook paragraaf 2.2). Er is geen ander rivier- of beekstelsel te vinden met een soortenspectrum dat bestaat uit vier soorten zalmachtigen, drie soorten prikken en een groot aantal karakteristieke rivier- en beekvissen waaronder zeer zeldzame soorten als elrits en gestippelde alver.

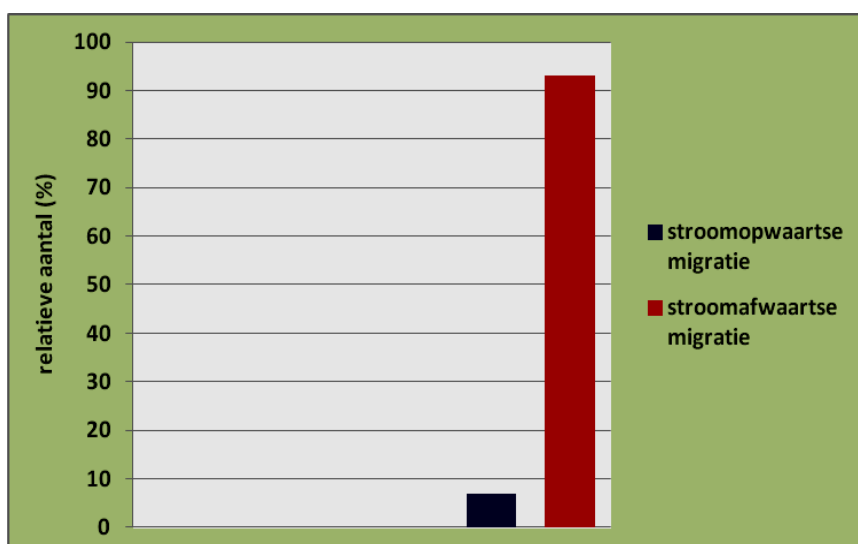
Tot de 47 gevangen vissoorten behoort een relatief groot aantal exoten (zie paragraaf 5.2.6). Een kwart van de vissoorten (n=12) is niet inheems. Op de Pontische stroomgrondel (*Neogobius fluviatilis*) na zijn alle invasieve grondelsoorten die sinds 2002 Nederland koloniseren bij de ECI aangetroffen.



Figuur 5.5. Verdeling van de aangetroffen vissoorten over drie ecologische gilden.

5.1.4 Verdeling stroomop- en stroomafwaartse migratie

In de periode 2009-2014 zijn veel meer stroomafwaarts migrerende vissen gevangen dan stroomopwaarts migrerende vissen (figuur 5.6). Ongeveer 93 % van het totaal aantal gevangen vissen zwom in stroomafwaartse richting. Hieruit kan echter niet afgeleid worden dat in de benedenloop van de Roer slechts een beperkte mate van stroomopwaartse migratie optreedt. Immers de kleinere lengteklassen konden niet met de vangkooi worden gevangen en bovendien zijn vermoedelijk relatief veel dieren gemist door het niet optimaal functioneren van de vangkooi (zie paragraaf 9.1). Wat wel duidelijk wordt, is dat de stroomafwaartse migratie component een groot aandeel vormt in het totaal aan migraties in de benedenloop van de Roer.



Figuur 5.6. Het percentage gevangen vissen dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde.

5.2 SOORTSPECIFIEKE MIGRATIEKARAKTERISTIEKEN EN -PATRONEN

5.2.1 Prikken (*Petromyzontidae*)

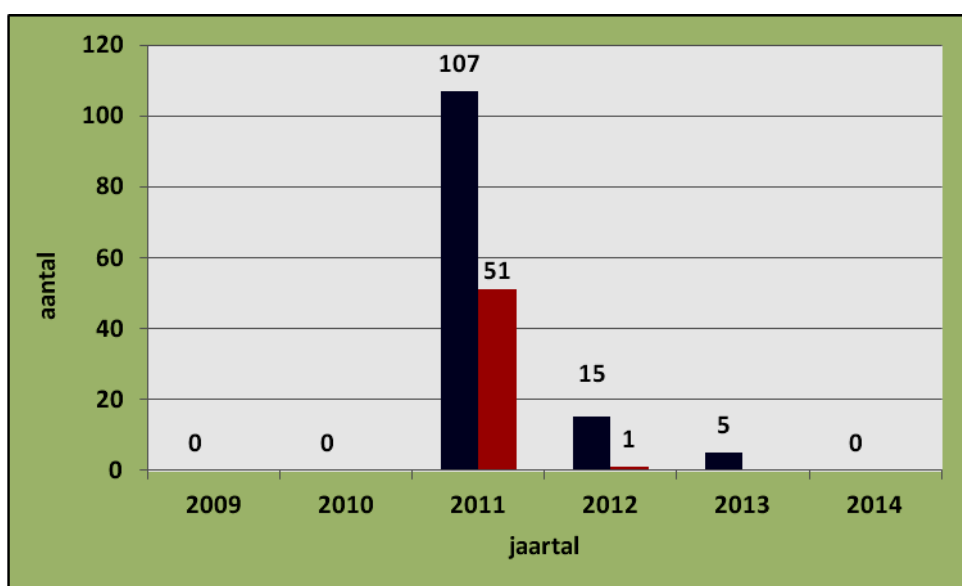
5.2.1.1 Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*)



Figuur 5.7. Adulte rivierprik (*Lampetra fluviatilis*). Foto Rob Gubbels.

5.2.1.1.1 Totale vangst

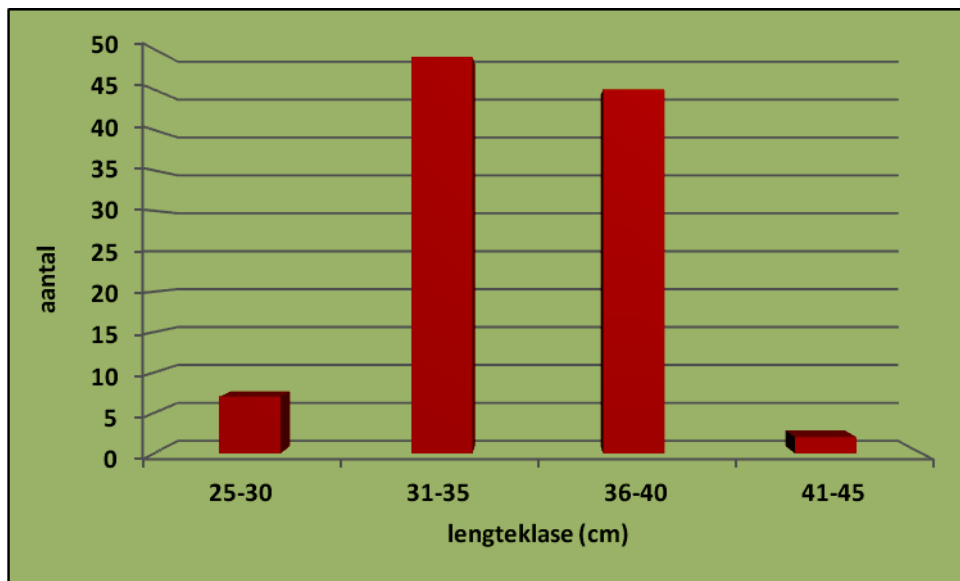
Gedurende het zesjarige onderzoek zijn in drie jaren stroomopwaarts migrerende rivierprikken waargenomen. De aantallen per jaar verschillen enorm (figuur 5.8). In 2011 zijn 107 prikken gevangen (waarvan een éénmalige vangst van 48 dieren in de vispassage), in 2012 en 2013 respectievelijk vijftien en vijf dieren. In dezelfde jaren (met uitzondering van 2013) zijn ook afgepaaide rivierprikken aangetroffen, namelijk 51 dieren in 2011 en één dier in 2012 (figuur 5.8). Pas gemetamorfoseerde rivierprikken zijn uitsluitend in 2014 gevangen, negen exemplaren.



Figuur 5.8. Het aantal stroomopwaarts migrerende (in blauw weergegeven) en stroomafwaarts zwemmende, afgepaaide (in rood weergegeven) rivierprikken (*Lampetra fluviatilis*) gedurende de onderzoeksperiode.

5.2.1.1.2 Lengte-frequentieverdeling

Ongeveer 91 % van de rivierprikken behoorden tot de lengteklassen 30-35 en 36-40 cm (figuur 5.9). De grootste rivierprik had een lengte van 43 cm, de kleinste een lengte van 28 cm. De gemiddelde lengte van rivierprik was ongeveer 34 cm. MAITLAND (2003), KESMINAS & ŠVAGŽDYS (2010) & HUFGARD & SCHWEVERS (2013) vermelden dat de lichaamslengte van rivierprikken varieert van 20 tot 40 cm (soms groter), met een gemiddelde van circa 30 cm. De waarnemingen in de Roer stemmen hiermee overeen, al is de gemiddelde lengte een stuk groter.

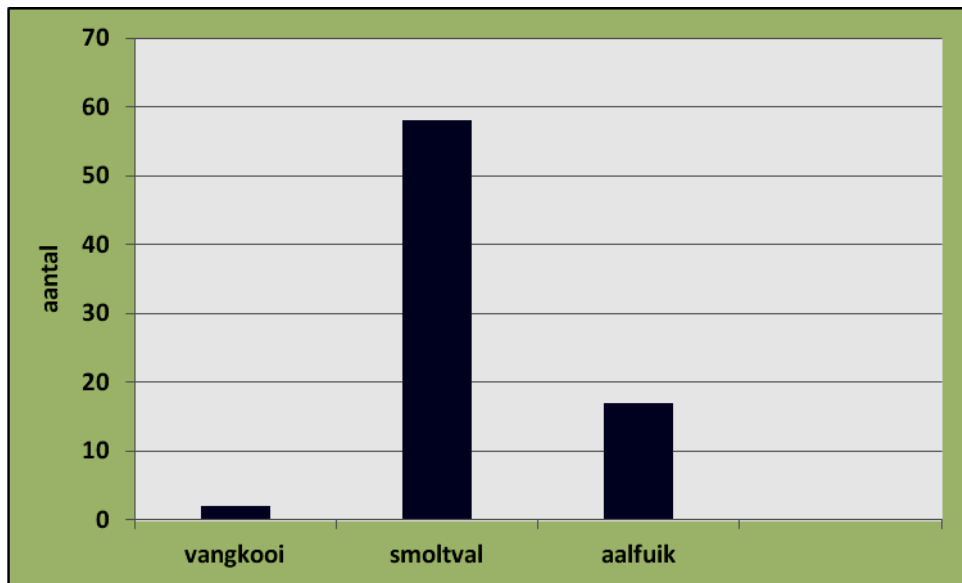


Figuur 5.9. Lengte-frequentieverdeling van de gevangen rivierprikken (*Lampetra fluviatilis*).

De lengte van de pas gemetamorfoseerde rivierprikken varieerde van 9 cm (n=1) tot 14 cm (n=8). Deze lengten zijn in overeenstemming met de lengten die onder andere KOTTELAT & FREYHOF (2007) vermelden, namelijk 8 – 13 cm.

5.2.1.1.3 Vangmethodiek

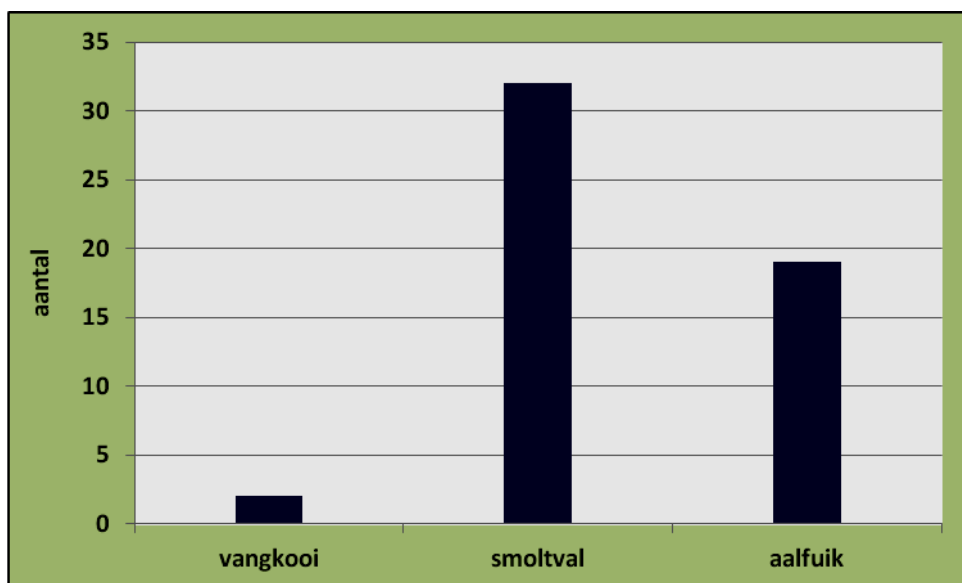
Adulte, stroomopwaarts migrerende rivierprik is vrijwel uitsluitend gevangen in de smoltval en de aalfuik (97 %) (figuur 5.10). Eénmaal zijn rivierprikken gevangen in de vispassage zelf, die ten behoeve van onderhoud was drooggezet. Dat rivierprikken zich niet laten vangen in de vangkooi is niet verwonderlijk gezien het feit dat de dieren probleemloos tussen de spijlen van de kooi door kunnen zwemmen. De succesvolle vangst van stroomopwaarts zwemmende prikken met de smoltval en aalfuik was opmerkelijk en niet verwacht. Het betreft immers vangconstructies voor stroomafwaarts migrerende vissen. De enige verklaring is dat een deel van de via de vispassage en vangkooi stroomopwaarts gezwommen dieren via het vuilrooster in de smoltval of aalfuik belandt en dus weer stroomafwaarts is gegaan.



Figuur 5.10. Het aantal gevangen, stroomopwaarts migrerende rivierprikken (*Lampetra fluviatilis*) per vangconstructie.

Ook adulte, stroomafwaarts zwemmende/drijvende afgepaaide rivierprikken zijn vrijwel uitsluitend gevangen in de smoltval en aalfuik (96 %) (figuur 5.11).

De pas gemetamorfoseerde rivierprikken zijn alle gevangen in de smoltval. Wellicht een indicatie dat deze dieren zich hoger door de waterkolom verplaatsen.



Figuur 5.11. Het aantal gevangen, stroomafwaarts zwemmende, afgepaaide rivierprikken (*Lampetra fluviatilis*) per vangconstructie.

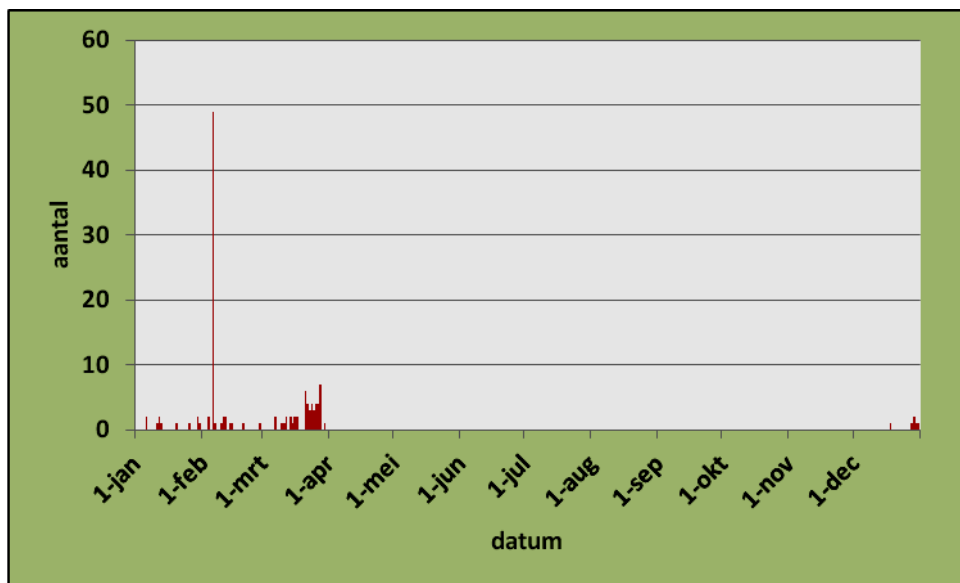
5.2.1.1.4 Waargenomen migratie

Gedurende het onderzoek is zowel stroomopwaartse migratie van adulte (paairijpe) rivierprikken waargenomen als stroomafwaartse migratie van pas gemetamorfoseerde dieren. Tevens zijn diverse, stroomafwaarts drijvende, afgepaaide rivierprikken aangetroffen.

5.2.1.1.5 Migratieperioden

5.2.1.1.5.1 Adulte, stroomopwaarts migrerende rivierprik

De eerste stroomopwaarts migrerende rivierprikken zijn waargenomen op 18 december, de laatste op 30 maart (figuur 5.12). De piek van 48 prikken op 6 februari betreft de vangst in de leeg gelaten vispassage. De intrek van rivierprik vanuit de Maas naar de Roer duurt hiermee minimaal 3,5 maand. De waarnemingen van de stroomopwaartse migratie van rivierprik in het Roersysteem komen overeen met literatuurdata. Diverse publicaties vermelden dat de stroomopwaartse migratie van rivierprik vanuit de estuariene wateren naar riviersystemen in het najaar, vanaf oktober, kan beginnen en duurt tot het vroege voorjaar. De dieren komen in één of meerdere golven aan bij de paaigronden (HARDISTY, 1986; LUCAS & BARAS, 2001; MAITLAND, 2003).



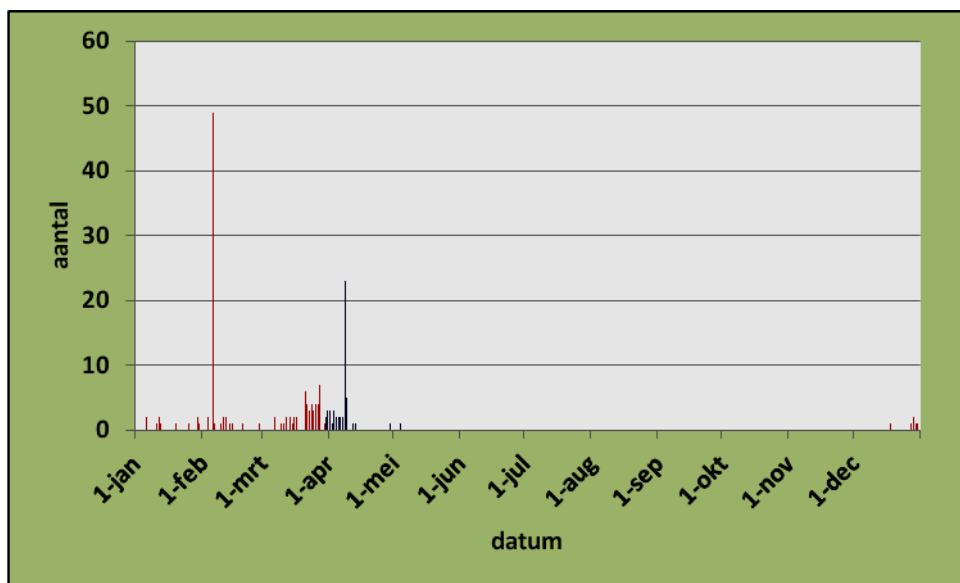
Figuur 5.12. Migratie-activiteit van rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) gedurende de monitoringsperiode.

5.2.1.1.5.2 Adulte, afgepaaide rivierprik

De eerste afgepaaide rivierprikken (figuur 5.13) zijn waargenomen op 30 maart. Het laatste afgepaaide dier is aangetroffen op 4 mei (figuur 5.14). Uitgaande van het einde van de optrek rond eind maart en het begin (begin april) en einde (begin mei) van de waarnemingen van afgepaaide dieren is het waarschijnlijk dat in de Roer de paaï van rivierprik hoofdzakelijk plaatsvindt in de maand april. Dit impliceert tevens dat gedurende de paaiperiode geen nieuwe rivierprikken vanuit de Maas de Roer optrekken. De paaiperiode april komt overeen met zichtwaarnemingen (uitsluitend in april) aan paaiende rivierprikken in de Roer (GUBBELS & BELGERS, 2003; GUBBELS, 2013) en onderzoeksdata uit andere West-Europese rivieren (KELLY & KING, 2001; MAITLAND, 2003; KOTTELAT & FREYHOF, 2007; BRUSLÉ & QUIGNARD, 2012).



Figuur 5.13. Afgepaaide rivierprik (*Lampetra fluviatilis*). Het dier vertoont huidverkleuringen en heeft open wonden (afstervend weefsel). Foto Rob Gubbels.



Figuur 5.14. Migratie-activiteit van rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) (in rood weergegeven), alsmede de periode waarin afgepaaide rivierprikken zijn waargenomen (in blauw weergegeven).

5.2.1.1.5.3 Pas gemetamorfoseerde rivierprik

Gedurende de onderzoeksperiode 2009-2014 zijn alleen in 2014 stroomafwaarts migrerende pas gemetamorfoseerde rivierprikken (figuur 5.15) waargenomen. Op 21 februari is één dier gevangen en op 9 april acht dieren. Deze migratieperiode is aanmerkelijk later dan de trekperiode die in de literatuur vermeld wordt, namelijk de periode augustus-december (KOTTELAT & FREYHOF, 2007; BRUSLÉ & QUIGNARD, 2013). Mogelijk zijn gedurende de winter wel rivierprikken gepasseerd, maar door het kleine, slanke formaat niet gevangen.



Figuur 5.15. Pas gemetamorfoseerde rivierprik (*Lampetra fluviatilis*). Foto Paul van Hoof.

5.2.1.1.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Rivierprikken paaien boven een watertemperatuur van 10 °C (LUCAS *ET AL.*, 1998; GUBBELS, 2000). Ook in de Roer lag in de paaimaand april 2011, het jaar met de meeste optrekkende rivierprikken, de temperatuur boven de 10 °C. Gedurende de paaitrek kan de watertemperatuur aanzienlijk lager liggen. Zo was de watertemperatuur tijdens de piekoptrek op 6 februari 2011 7,5 °C. Beneden 5 à 6 °C lijkt alle migratie-activiteit stil te vallen.

Er lijkt een duidelijk verband aanwezig tussen het beginnen en beeindigen van migratie-activiteit van rivierprik en het verloop van de watertemperatuur. Tijdens dalingen van de temperatuur stopt de migratie. De temperatuur hoeft niet hierbij niet te dalen tot onder de kritische temperatuur van 6°C. Zodra de temperatuur weer stijgt komt de paaitrek weer op gang. Door het gering aantal waarnemingen kan het vermoede verband niet statistisch getoetst worden.

5.2.1.1.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

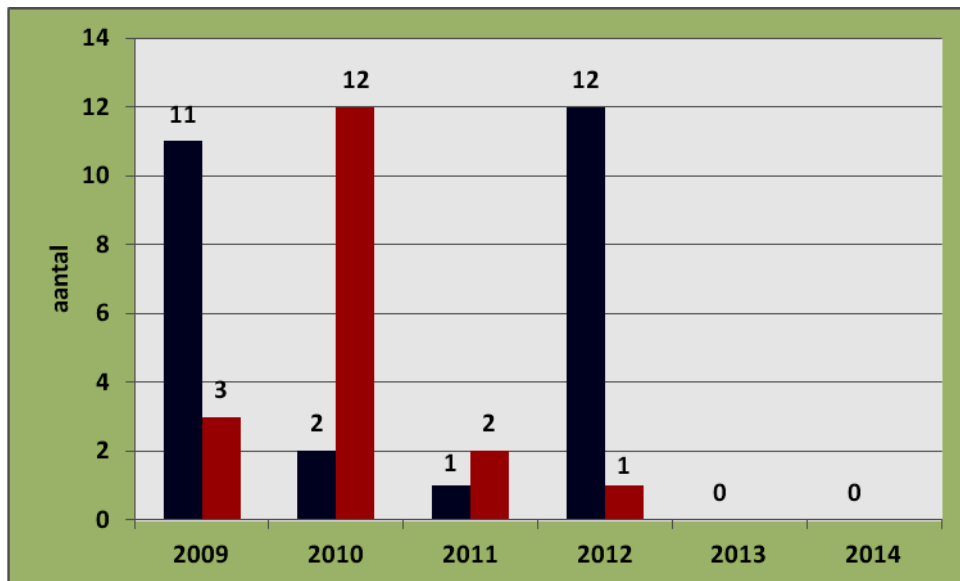
5.2.1.2 Zeeprik (*Petromyzon marinus*)



Figuur 5.16. Adulte zeeprik (*Petromyzon marinus*). Foto Heinz-Josef Jochims.

5.2.1.2.1 Totale vangst

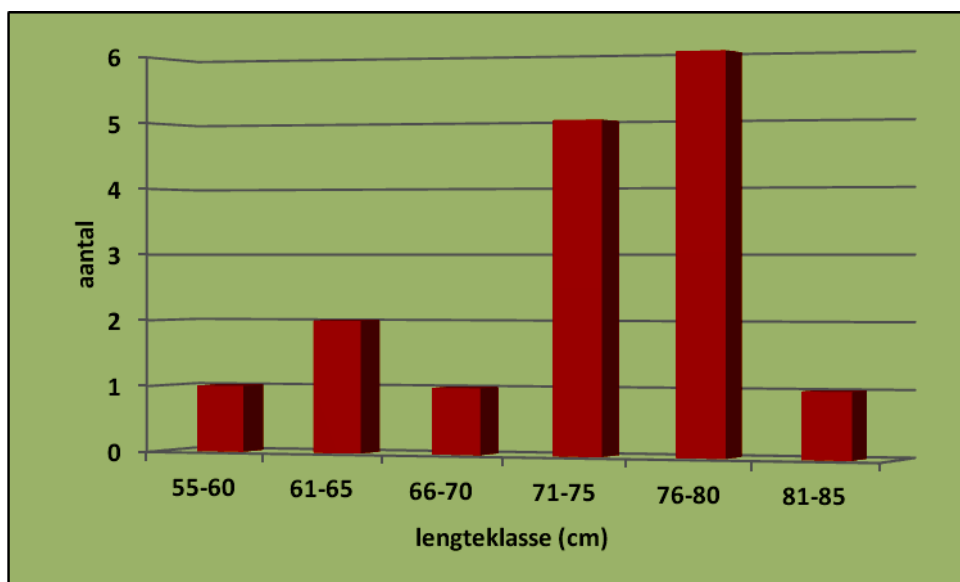
In de periode 2009-2014 zijn met uitzondering van 2013 en 2014 in alle jaren stroomopwaarts migrerende zeeprikken gevangen. De aantallen per jaar verschillen enorm (figuur 5.17). In 2009 en 2012 zijn de meeste dieren aangetroffen, respectievelijk elf en twaalf exemplaren. Met twee en één zeeprik waren de vangsten in 2010 en 2011 aanzienlijk geringer. In dezelfde jaren zijn ook lage aantallen afgepaaide zeeprikken waargenomen (figuur 5.17). Uitzondering is 2010 toen aanmerkelijk meer (factor 6) afgepaaide zeeprikken zijn waargenomen dan stroomopwaarts migrerende dieren. Dit toont aan dat het aantal stroomopwaarts trekkende zeeprikken dat in een jaar wordt gevangen, niets zegt over het daadwerkelijk aantal dieren dat stroomopwaarts is gezwommen. Opmerkelijk is de vangst in juni 2009 van een zeeprik die voorzien was van een transponder. Het dier bleek in het voorjaar gevangen te zijn in de vispassage in de Maas te Roermond. Deze zeeprik maakte deel uit van een onderzoek naar het migratiegedrag van zeeprik in de Maas (VIS & SPIERTS, 2010). Pas gemetamorfoseerde zeeprikken (n=25) zijn uitsluitend in 2014 gevangen.



Figuur 5.17. Het aantal stroomopwaarts migrerende (in blauw weergegeven) en stroomafwaarts zwemmende, afgepaaide (in rood weergegeven) zeeprikken (*Petromyzon marinus*) gedurende de onderzoeksperiode.

5.2.1.2.2 Lengte-frequentieverdeling

De lengte van de stroomopwaarts migrerende zeeprikken varieerde tussen de 57 en 85 cm. De meeste dieren (circa 70 %) behoorden tot de lengteklassen 71-75 en 76-80 cm (figuur 5.18). Deze waarnemingen komen overeen met literatuurdata. BRUSLÉ & QUIGNARD (2013) vermelden als lengte voor paairijpe zeeprikken 60 tot 90 cm.

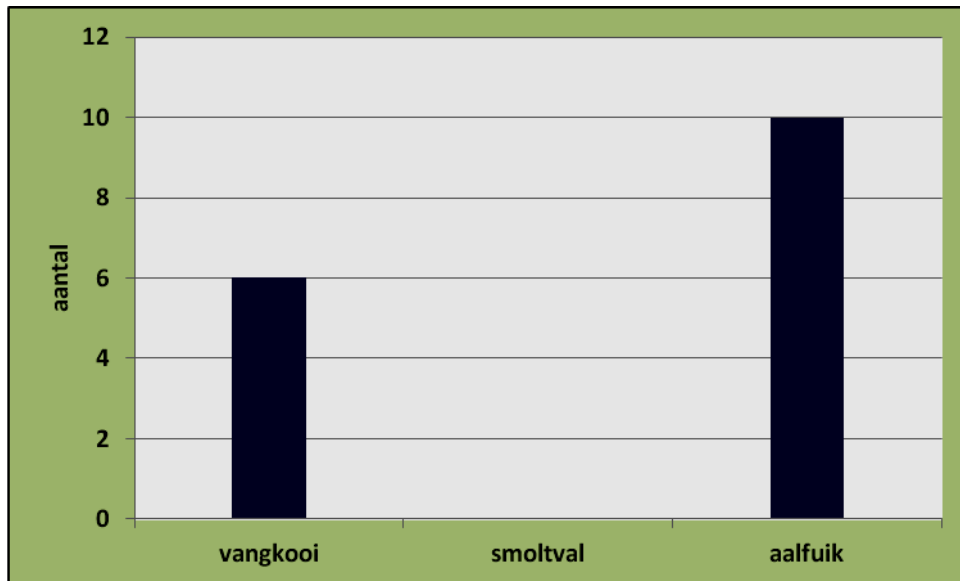


Figuur 5.18. Lengte-frequentieverdeling van de gevangen zeeprikken (*Petromyzon marinus*).

De lengte van de pas gemetamorfoseerde zeeprikken varieerde tussen de 15 cm en 18 cm. De gemiddelde lengte bedroeg 16,3 cm. Deze lengten zijn in overeenstemming met de lengten die onder andere BRUSLÉ & QUIGNARD (2013) vermelden, namelijk 15– 20 cm.

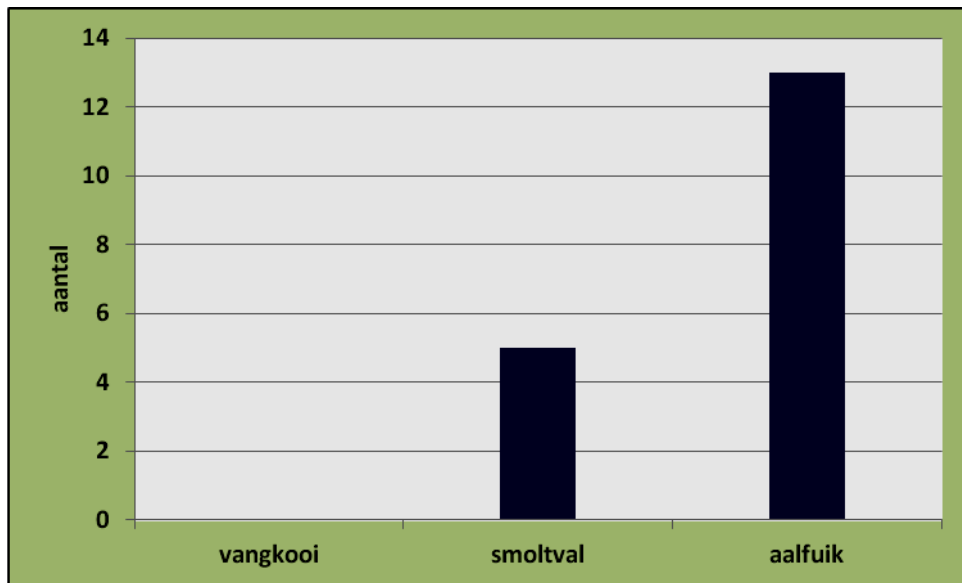
5.2.1.2.3 Vangmethodiek

Adulte, stroomopwaarts migrerende zeeprík is zowel met de vangkooi als met de aalfuik gevangen. In tegenstelling tot rivierprík is met de vangkooi wel een deel van de optrekkende zeepríken te vangen. Dat ook bij deze soort wellicht het merendeel zich toch tussen de spijlen van de kooi weet heen te wringen, blijkt uit de vangsten in de aalfuik (figuur 5.19). Opvallend is dat zeeprík in tegenstelling tot rivierprík niet in de smoltval is aangetroffen. Mogelijk een indicatie dat zeeprík zich dieper in de waterkolom verplaatst dan rivierprík. Naast de vangsten in de vangkooi en aalfuik zijn driemaal dieren aangetroffen in de vispassage zelf, die speciaal voor de inventarisatie van zeeprík was drooggezet.



Figuur 5.19. Het aantal gevangen, stroomopwaarts migrerende zeepríken (*Petromyzon marinus*) per vangconstructie.

Adulte, stroomafwaarts zwemmende/drijvende afgepaaide zeepríken zijn uitsluitend gevangen in de smoltval en aalfuik (100 %) (figuur 5.20). De pas gemetamorfoseerde zeepríken zijn net als de pas gemetamorfoseerde rivierpríken alle gevangen in de smoltval. Wellicht een indicatie dat deze dieren zich hoger door de waterkolom verplaatsen.



Figuur 5.20. Het aantal gevangen, stroomafwaarts zwemmende, afgepaaide zeeprikken (*Petromyzon marinus*) per vangconstructie.

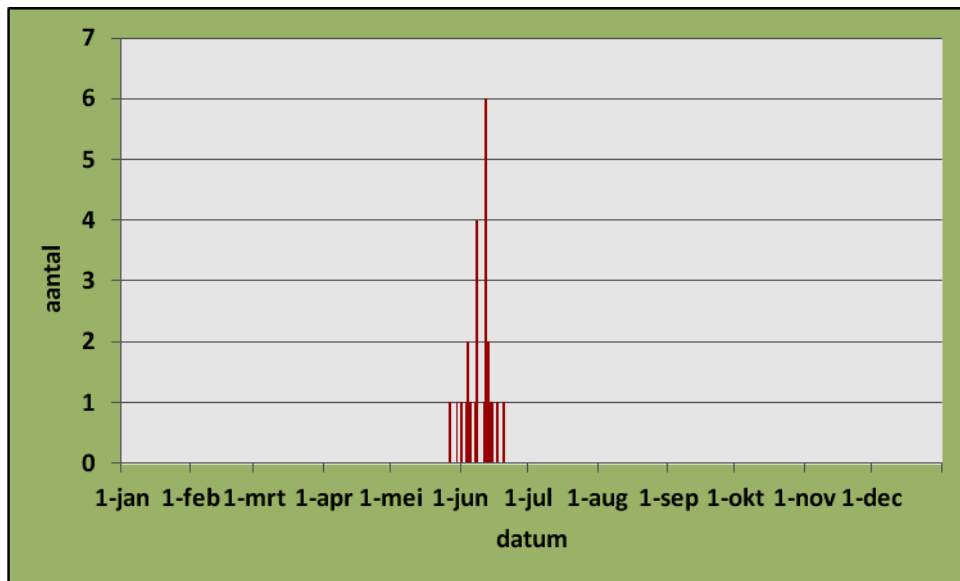
5.2.1.2.4 Waargenomen migratie

Gedurende het onderzoek is zowel stroomopwaartse migratie van adulte (paairijpe) zeeprikken waargenomen als stroomafwaartse migratie van pas gemetamorfoserende dieren. Tevens zijn diverse, stroomafwaarts drijvende, afgepaaide zeeprikken aangetroffen.

5.2.1.2.5 Migratieperioden

5.2.1.2.5.1 Adulte, stroomopwaarts migrerende zeeprik

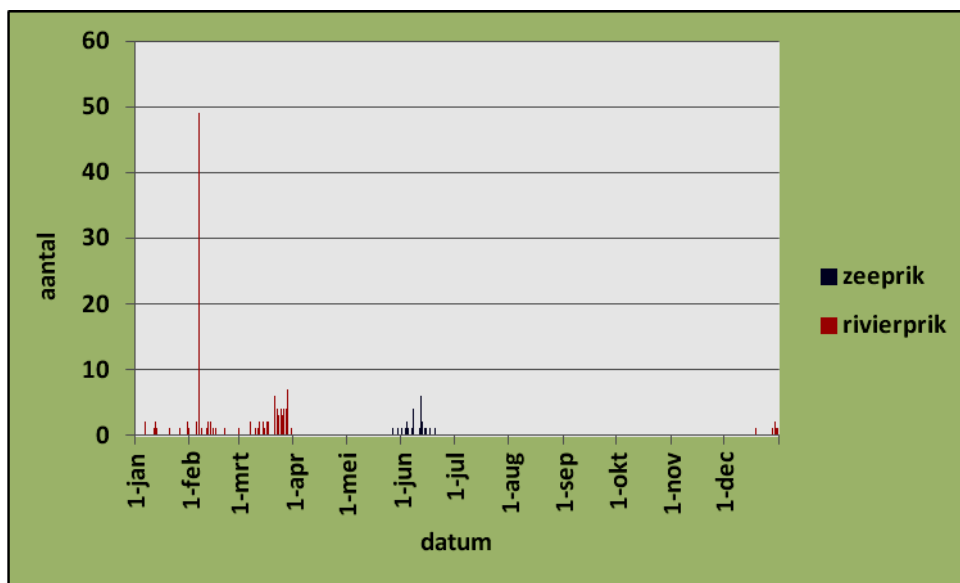
De eerste paairijpe zeeprikken arriveren in de Roer eind mei. De vroegste zeeprik is waargenomen op 27 mei. De laatste stroomopwaarts trekkende zeeprik is gevangen op 20 juni (figuur 5.21). De intrekperiode vanuit de Maas naar de Roer bedraagt hiermee ongeveer drie weken en is vergeleken met de intrekperiode van rivierprik, circa 3,5 maand, aanzienlijk korter. Een vergelijking van de in de Roer geconstateerde migratieperiode met literatuurdata is moeilijk daar óf perioden vermeld worden voor de intrek van zeeprik vanuit zee (naar de Maas) (KROES & MONDEN, 2005; DEN HARTOG, 2006; VIS & SPIERTS, 2010) óf perioden genoemd worden voor migratie in hoofdrijvers (ALMEIDA & QUINTELLA, 2014). Deze perioden zijn zeer uiteenlopend, variërend van herfst-winter tot april-juni. Over de migratieperiode van zeeprik in zijrivieren (zoals de Roer als zijrivier van de Maas) is niets bekend.



Figuur 5.21. Migratie-activiteit van zeeprik (*Petromyzon marinus*) gedurende de monitoringsperiode.

5.2.1.2.5.2 Vergelijking met rivierprik

Wanneer de intrekperioden van rivierprik en zeeprik met elkaar vergeleken worden, blijkt rivierprik twee maanden eerder de Roer op te trekken dan zeeprik (figuur 5.22). Dit is tweemaal zo lang als de intervalperiode van een maand die LUCAS & BARAS (2001) noemen.

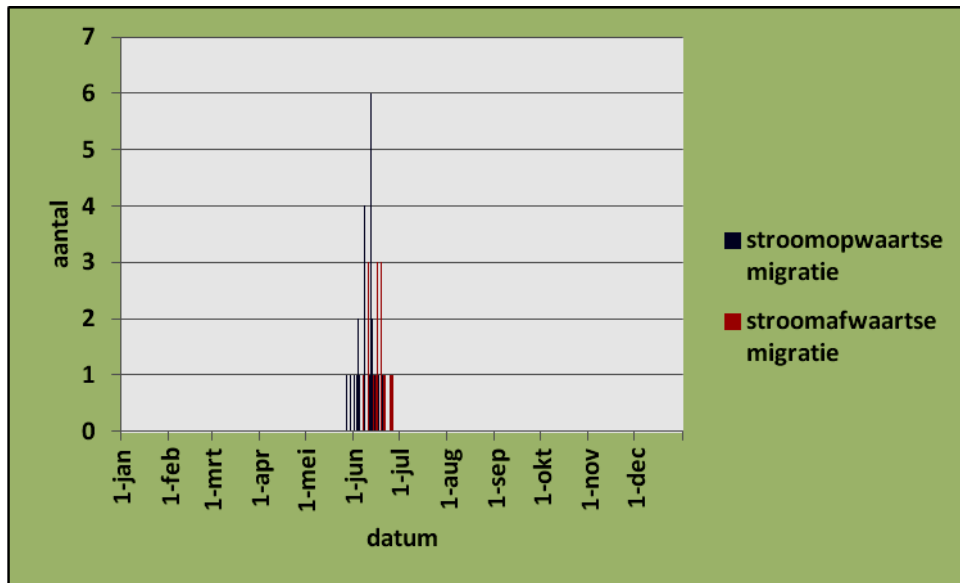


Figuur 5.22. Migratie-activiteit van rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en zeeprik (*Petromyzon marinus*) gedurende de monitoringsperiode.

5.2.1.2.5.3 Adulte, afgepaaide zeeprik

Afgepaaide zeeprikken zijn waargenomen tussen 7 juni en 26 juni (figuur 5.23). Uitgaande van het begin van optrek op 27 mei en de waarneming van de laatste afgepaaide zeeprik op 26 juni valt de paaiperiode van de zeeprik in de Roer in de maand juni. Aangezien optrekkende zeeprikken zijn waargenomen tot en met 20 juni arriveren in tegenstelling tot rivierprik

gedurende de paaiperiode (juni) wel voortdurend nieuwe zeeprikken. De paaiperiode juni wordt ook vermeld door onder andere AKKERMANS (2000) en KOTTELAT & FREYHOF (2007).



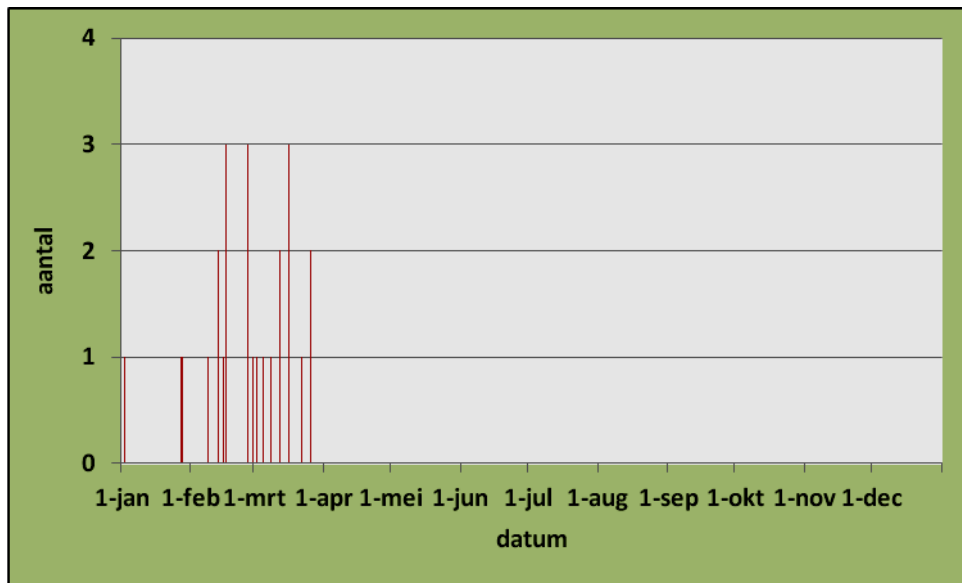
Figuur 5.23. Migratie-activiteit van zeeprik (*Petromyzon marinus*) (in blauw weergegeven), alsmede de periode waarin afgepaaide zeeprikken zijn waargenomen (in rood weergegeven).

5.2.1.2.5.4 Pas gemetamorfoseerde zeeprik



Figuur 5.24. Pas gemetamorfoseerde zeeprik (*Petromyzon marinus*).
Foto Rob Gubbels.

Gedurende de onderzoeksperiode 2009-2014 zijn alleen in 2014 stroomafwaarts migrerende pas gemetamorfoseerde zeeprikken (figuur 5.24) waargenomen. De dieren migreerden stroomafwaarts tussen 2 januari en 26 maart (figuur 5.25). Deze migratieperiode komt overeen met de perioden die in Spanje (SILVA et al., 2013) en Frankrijk (TAVERNY & ELIE, 2009) vastgesteld zijn.



Figuur 5.25. Migratie-activiteit van juveniele zeeprik (*Petromyzon marinus*).

5.2.1.2.6 Relatie migratie en watertemperatuur

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en watertemperatuur. Dit geldt zowel voor de stroomopwaartse migratie van adulte zeeprikken als voor de stroomafwaartse migratie van de pas gemetamorfoseerde zeeprikken.

5.2.1.2.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet. Dit geldt zowel voor de stroomopwaartse migratie van adulte zeeprikken als voor de stroomafwaartse migratie van de pas gemetamorfoseerde zeeprikken.

5.2.2 Karperachtigen (*Cyprinidae*)

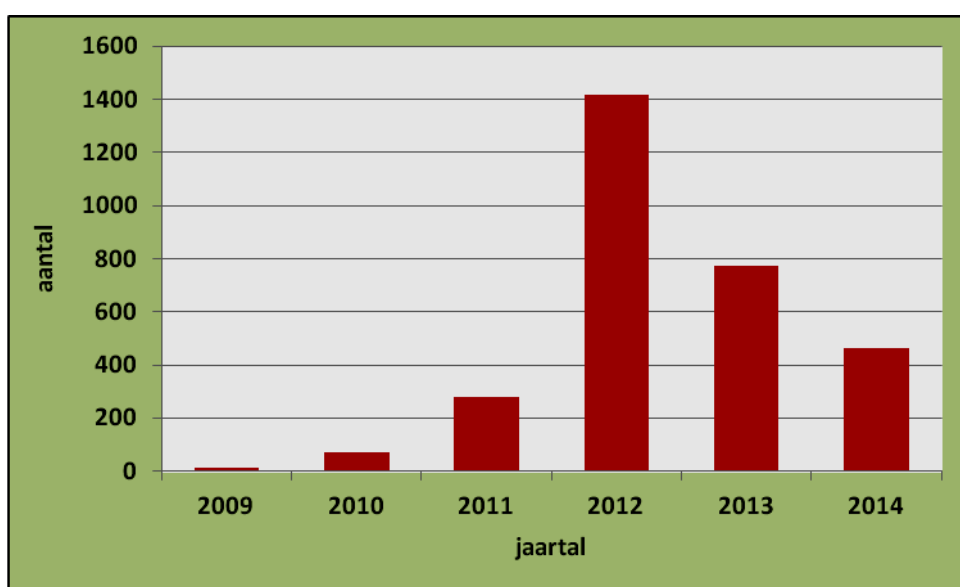
5.2.2.1 Alver (*Alburnus alburnus*)



Figuur 5.26. Adulte alver (*Alburnus alburnus*) van 16 cm. Foto Heinz-Josef Jochims.

5.2.2.1.1 Totale vangst

Tussen 2009 en 2014 zijn 3.016, vrijwel uitsluitend adulte, alvers gevangen. De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk (figuur 5.27). De relatief lage aantallen in de jaren 2009, 2010 en 2011 zijn voor een deel te verklaren door het niet inzetten van de aalruik in de eerste jaarhelft (zie paragraaf 4.2). In dit opzicht zijn de jaren 2012, 2013 en 2014 beter vergelijkbaar. Wanneer uitgegaan wordt van de migratieperioden zoals die zijn weergegeven in paragraaf 5.2.2.1.5.2, namelijk globaal de perioden maart-mei en september-oktober, en bovendien rekening wordt gehouden met het tijdelijk uitvallen van de turbine in 2013 en 2014, zijn de jaren 2012 en 2014 het best vergelijkbaar. Dan kan geconcludeerd worden dat het jaarlijks aantal stroomafwaarts migrerende alvers aanzienlijk (minimaal factor 3) kan verschillen. Deze variatie in aantallen per jaar komt in grote mate overeen met het beeld van de alvermigratie in de Elbe (HUFGARD *ET AL.*, 2013), zij het dat hier (waterkrachtcentrale Geesthacht) uitsluitend de stroomopwaartse migratie gemonitord wordt.



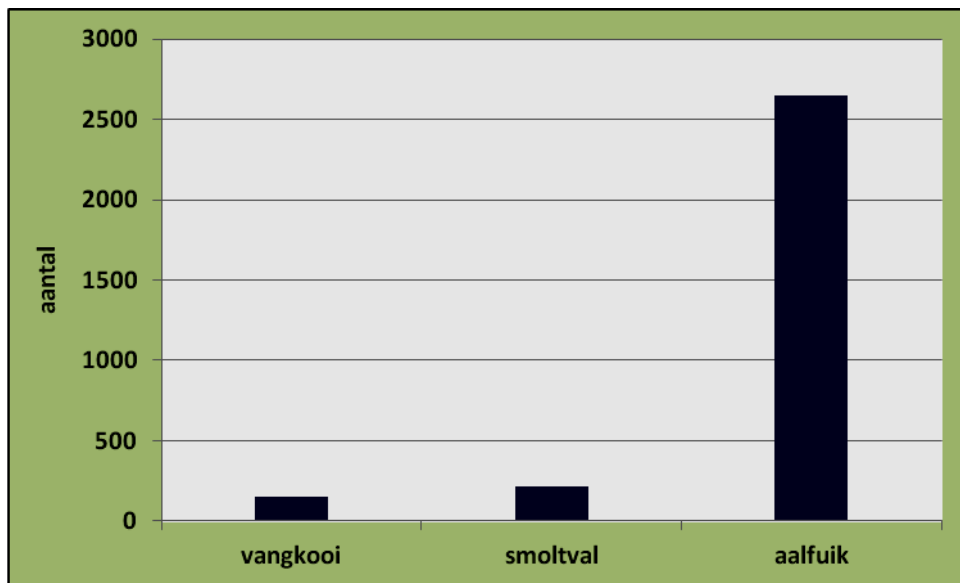
Figuur 5.27. Het aantal gevangen adulte alvers (*Alburnus alburnus*) per onderzoeksjaar.

5.2.2.1.2 Lengte-frequentieverdeling

Van deze soort wordt geen lengte-frequentieverdeling gepresenteerd. Meer dan 95% van de gevangen alvers behoorden tot de lengteklasse 10-15 cm. Vrijwel alle andere exemplaren maakten deel uit van de klasse 16-20 cm. Gezien de lengte betreft het vrijwel allemaal adulte, geslachtsrijpe dieren.

5.2.2.1.3 Vangmethodiek

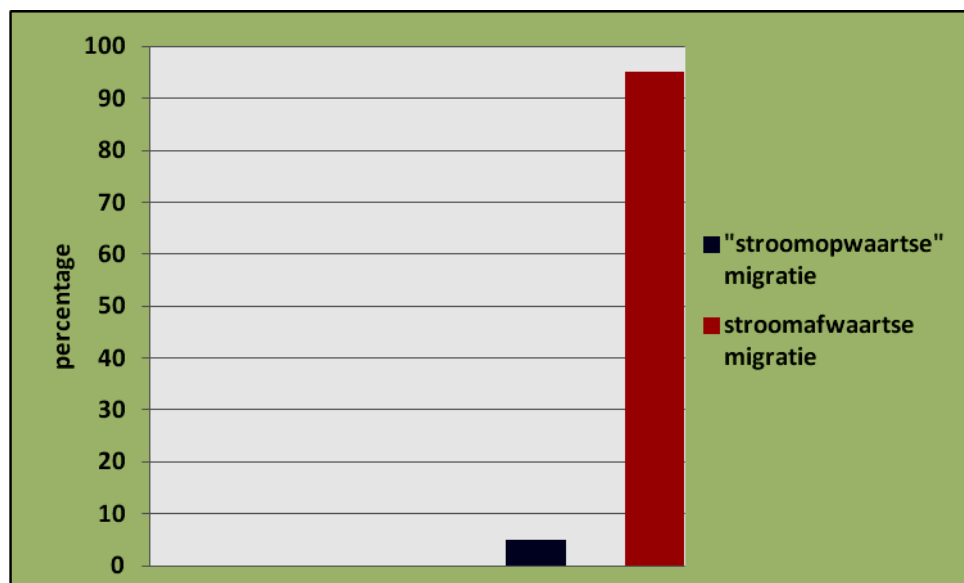
Het merendeel van de adulte alvers (88 %) is gevangen met de aalfuik (figuur 5.28). Hieruit kan worden afgeleid dat alver vermoedelijk lager in de waterkolom (wellicht op bodemniveau) migreert.



Figuur 5.28. Het aantal gevangen, stroomoafwaarts migrerende alvers (*Alburnus alburnus*) per vangconstructie.

5.2.2.1.4 Waargenomen migratie

Ongeveer 95 % van de dieren is gevangen met de aalfuik of smoltval. Dit impliceert dat adulte alver in de benedenloop van de Roer een duidelijke stroomafwaartse migratie vertoont (figuur 5.29). Met de vangkooi zijn relatief weinig dieren gevangen. Mogelijk zijn deze vissen er via de bovenstroomse zijde ingezwommen, tussen de spijlen van de vangkooi door. Gezien de maximale lengte van alvers van ongeveer 18 à 19 cm is dat heel goed mogelijk. In dat geval zou er helemaal geen stroomopwaartse migratie zijn geweest. Dat stroomopwaartse migratie toch optreedt, valt niet uit te sluiten. Mogelijk zijn stroomopwaarts migrerende vissen de vangkooi gepasseerd en zijn ze gemist.



Figuur 5.29. Het percentage gevangen alvers dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde. Of stroomopwaartse migratie daadwerkelijk optreedt, is niet duidelijk.

5.2.2.1.5 Migratieperioden

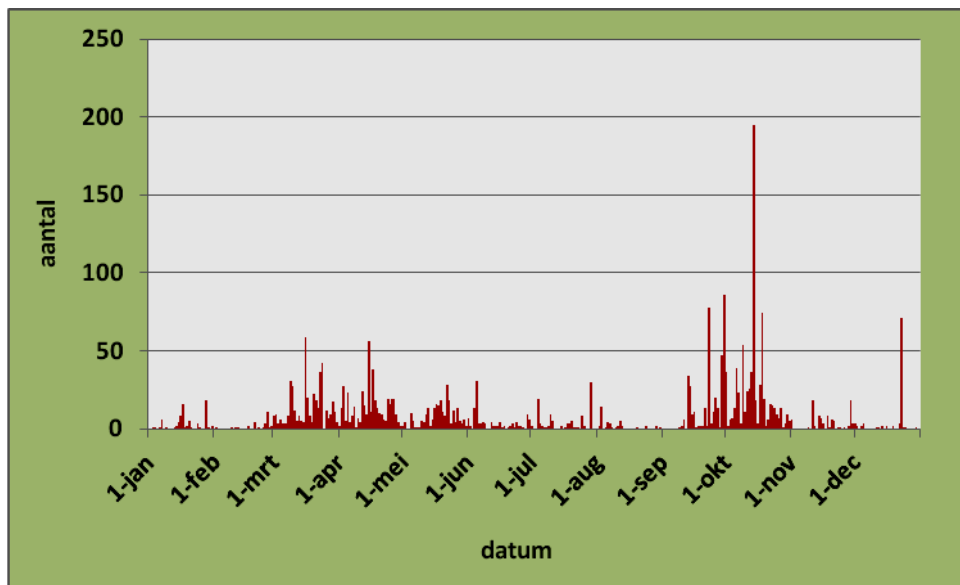
5.2.2.1.5.1 Stroomopwaarts

Stroomopwaartse migratie kon slechts in zeer beperkte mate worden vastgesteld. Er worden geen data gepresenteerd.

5.2.2.1.5.2 Stroomafwaarts

Negentig procent van de stroomafwaarts migrerende alvers is gevangen tussen 1 maart en 1 november (figuur 5.30). Er kunnen binnen deze periode twee grotere migratiegolven onderscheiden worden, namelijk de periode maart t/m juni en de periode half september t/m oktober. Alver paait gewoonlijk in de periode midden april tot midden juni (HERMANS, 2000). Mede gezien de lengte van de gevangen alvers, vrijwel uitsluitend dieren met een lengte tussen de 10 en 20 cm, is de eerst vermelde periode met verhoogde migratie-activiteit hoogstwaarschijnlijk toe te wijzen aan paaimigratie. Opvallend feit is dat in tegenstelling tot wat in de literatuur vermeld wordt, namelijk dat alver in grote scholen stroomopwaarts migreert (HERMANS, 2000), bij de ECI juist stroomafwaarts zwemmende dieren gevangen zijn. Alhoewel stroomopwaarts zwemmende dieren in de vangkooi niet of nauwelijks te vangen zijn (zwemmen tussen de spijlen van de kooi door) en dientengevolge een eventuele

stroomopwaartse migratie gemist is, laten de onderzoeksresultaten duidelijk zien dat alver in ieder geval óók (schoolsgewijs) stroomafwaartse paaimigratie vertoont.



Figuur 5.30. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte alver (*Alburnus alburnus*).

De in het najaar geconstateerde migratiegolf is aanzienlijk. Ongeveer 50 % van de stroomafwaarts migrerende alvers wordt in die periode gevangen. Over stroomafwaarts migrerende, adulte alvers in het najaar is nauwelijks iets bekend, zeker niet voor de Nederlandse situatie. LUCAS & BARAS (2001) noemen stroomafwaartse migratie van alver in de winterperiode naar de benedenlopen van rivieren/estuariene zones. De dieren zouden diepere plekken opzoeken ter overwintering. Mogelijk is deze vorm van migratie, waarbij alvers wellicht migreren naar de Maas, een verklaring voor de geconstateerde stroomafwaartse najaarsmigratie van alver in het Roersysteem.

5.2.2.1.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Alvers migreren reeds bij relatief lage watertemperaturen. Migratie-activiteit is vastgesteld vanaf een temperatuur van 4 °C. De meeste migratie-activiteit vindt plaats vanaf een watertemperatuur van 6 à 7 °C. In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen het begin of einde van migratie-activiteit en watertemperatuur.

5.2.2.1.7 Relatie migratie en debiet

Een eenduidige relatie tussen migratie-activiteit en debiet kon niet worden aangetoond.

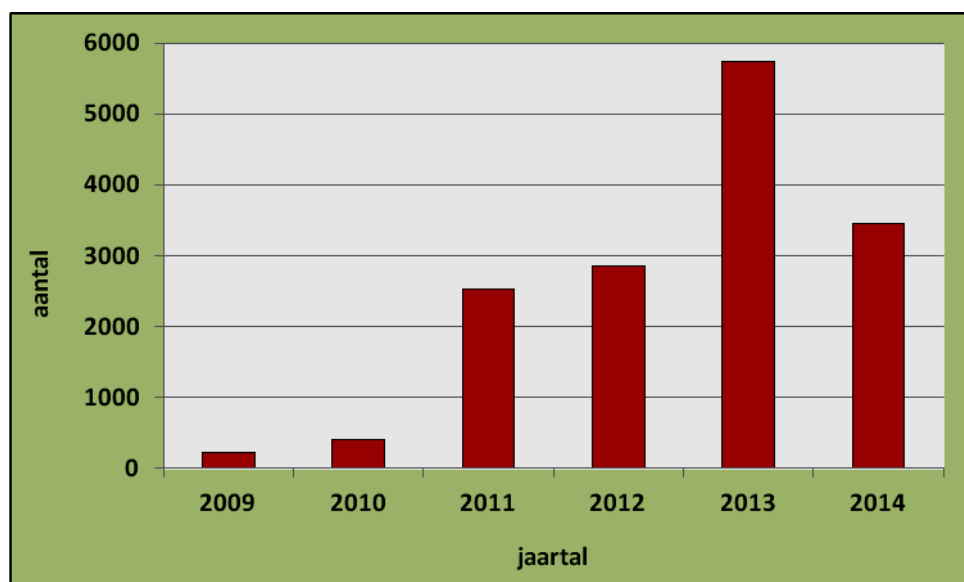
5.2.2.2 Blankvoorn (*Rutilus rutilus*)



Figuur 5.31. Paairijpe blankvoorn (*Rutilus rutilus*). Foto Rob Gubbels.

5.2.2.2.1 Totale vangst

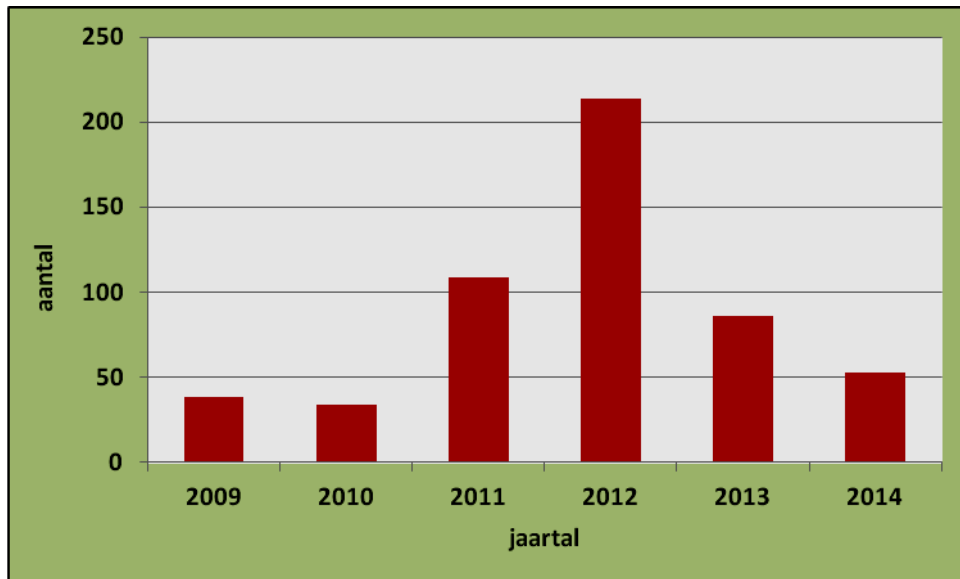
Tussen 2009 en 2014 zijn 15.195 blankvoorns gevangen (figuur 5.32). De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk. De relatief lage aantallen in de jaren 2009 en 2010 zijn voor een groot deel te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik in de eerste jaarhelft (zie paragraaf 4.2). In 2011, 2012 en 2014 zijn de vangstaantallen redelijk vergelijkbaar, variërend tussen globaal 2.500 en 3.500 dieren. Het jaar 2013 is met meer dan 5.500 exemplaren een uitschieter, met name toe te schrijven aan het in dat jaar relatief grote aantal stroomafwaarts migrerende juvenielen (figuur 5.34).



Figuur 5.32. Het aantal gevangen blankvoorns (*Rutilus rutilus*) per onderzoeksjaar.

5.2.2.2.1.1 Stroomopwaartse migratie adulten

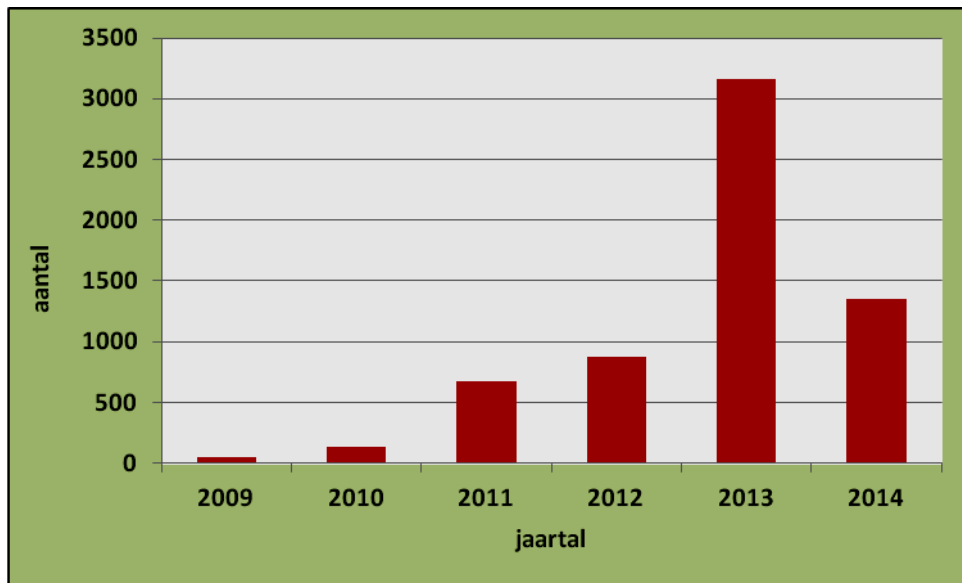
Het aantal stroomopwaarts migrerende paairijpe blankvoorns kan van jaar tot jaar enorm verschillen, ondanks dat de vangkooi gedurende vrijwel de gehele onderzoeksperiode in het voorjaar full time is ingezet (figuur 5.33). Zo verschilt het aantal blankvoorns tussen 2010 en 2012 ruim faktor 6.



Figuur 5.33. Het aantal gevangen stroomopwaarts migrerende, adulte blankvoorns (*Rutilus rutilus*) per onderzoeksjaar.

5.2.2.2.1.2 Stroomafwaartse migratie juvenielen

De verschillen per jaar in de aantallen stroomafwaarts migrerende juvenielen zijn nog groter dan bij de adulten (figuur 5.34). Juvenielen zijn met name gevangen met de aalfuik in de eerste jaarhelft. De relatief lage aantallen in 2009 en 2010 zijn waarschijnlijk (deels) te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik in de eerste jaarhelft. Opmerkelijk in dit verband is dat de aantallen juvenielen in 2011 toen de aalfuik de eerste jaarhelft niet is ingezet, en 2012 toen de aalfuik jaarrond is ingezet, relatief dicht bij elkaar liggen. Uitschieter is het jaar 2013 met een aantal juvenielen dat een faktor 3,5 hoger ligt dan het qua onderzoeksmethodiek vergelijkbare jaar 2012.

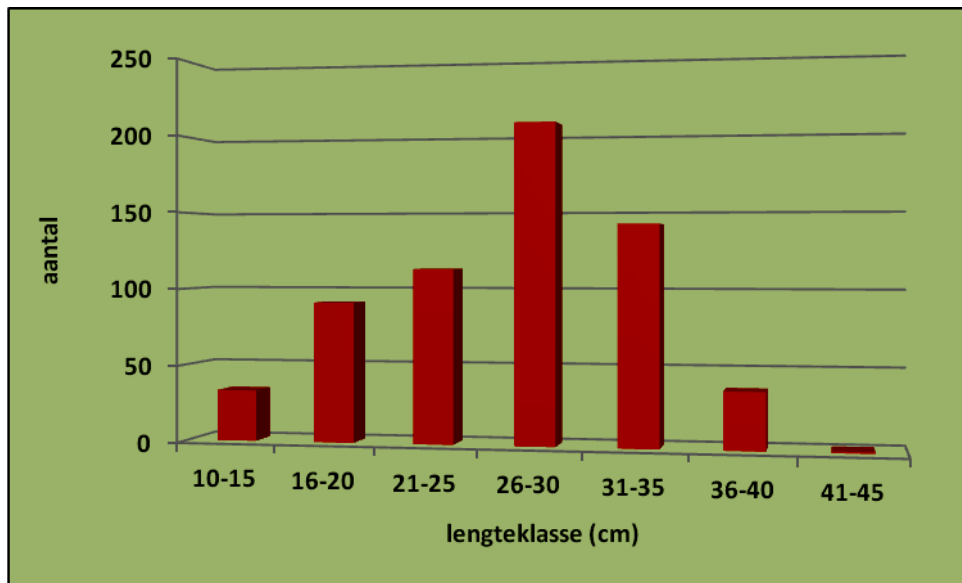


Figuur 5.34. Het aantal gevangen stroomafwaarts migrerende juveniele blankvoorns (*Rutilus rutilus*) per onderzoeksjaar.

5.2.2.2.2 Lengte-frequentieverdeling

5.2.2.2.2.1 Stroomopwaartse migratie

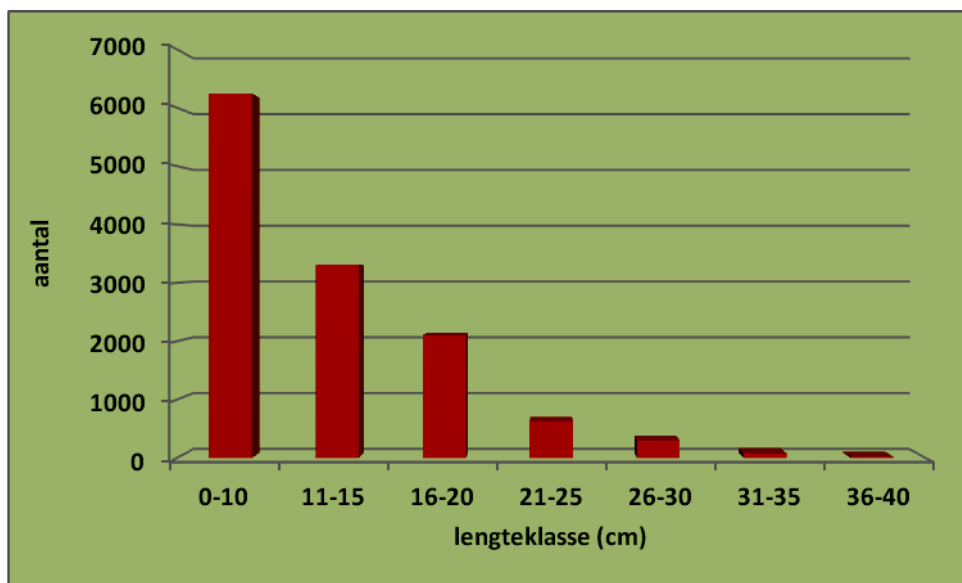
De lengte van de gevangen adulte blankvoorns ($n=624$) varieerde tussen de 12 en 44 cm. De juveniele blankvoorns die in de vangkooi zijn aangetroffen zijn niet meegerekend, daar van deze dieren niet duidelijk is of ze via de bovenstroomse of benedenstroomse zijde van de vangkooi zijn binnengezwommen. Aangezien blankvoorn vanaf een lengte van circa 10 cm geslachtsrijp is (DE LAAK, 2010), zijn de in de vangkooi gevangen blankvoorns waarschijnlijk allemaal paairijpe dieren. Het grootste deel van de blankvoorns behoorde tot de lengteklasse 26-30 cm, circa 33 % (figuur 5.35). Bijna 89 % van de dieren behoorde tot de lengteklasse 16-35 cm. De grootste blankvoorn had een lengte van 44 cm en behoort hiermee tot de grootste blankvoorns die in Nederland gevangen zijn (DE LAAK, 2010).



Figuur 5.35. Lengte-frequentieverdeling van de stroomopwaarts migrerende, adulte blankvoorns (*Rutilus rutilus*).

5.2.2.2.2 Stroomafwaartse migratie

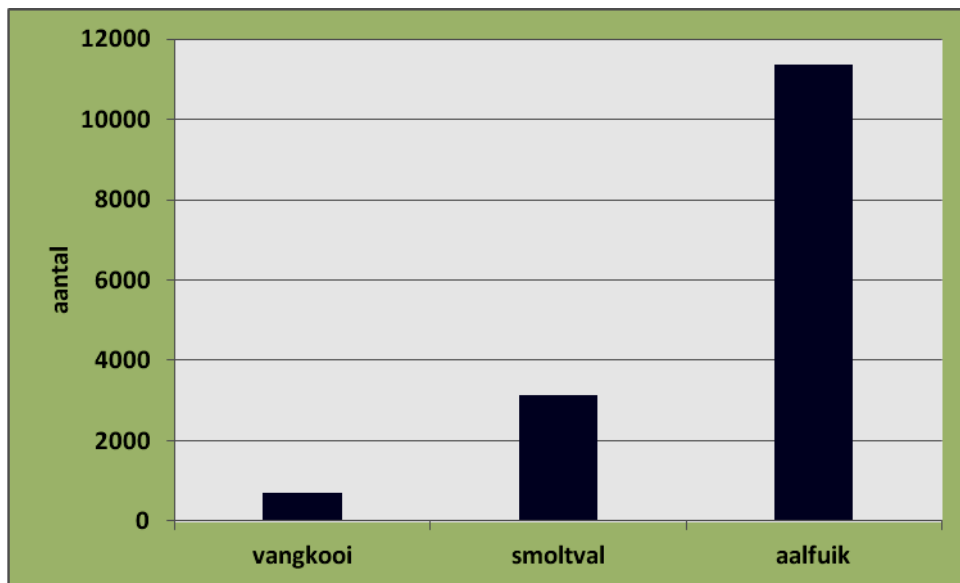
Van de stroomafwaarts zwemmende blankvoorns ($n=12.667$) behoorden de meeste vissen (bijna 50 %) tot de lengteklasse 0-10 cm, voornamelijk dieren met een lengte tussen de 4 en 9 cm. Blankvoorns in deze lengteklasse, die met name in de eerste helft van het jaar stroomafwaarts migreerden (zie paragraaf 5.2.2.5.2), zijn waarschijnlijk hoofdzakelijk 1⁺ dieren (DE LAAK, 2010).



Figuur 5.36. Lengte-frequentieverdeling van de stroomafwaarts migrerende blankvoorns (*Rutilus rutilus*).

5.2.2.2.3 Vangmethodiek

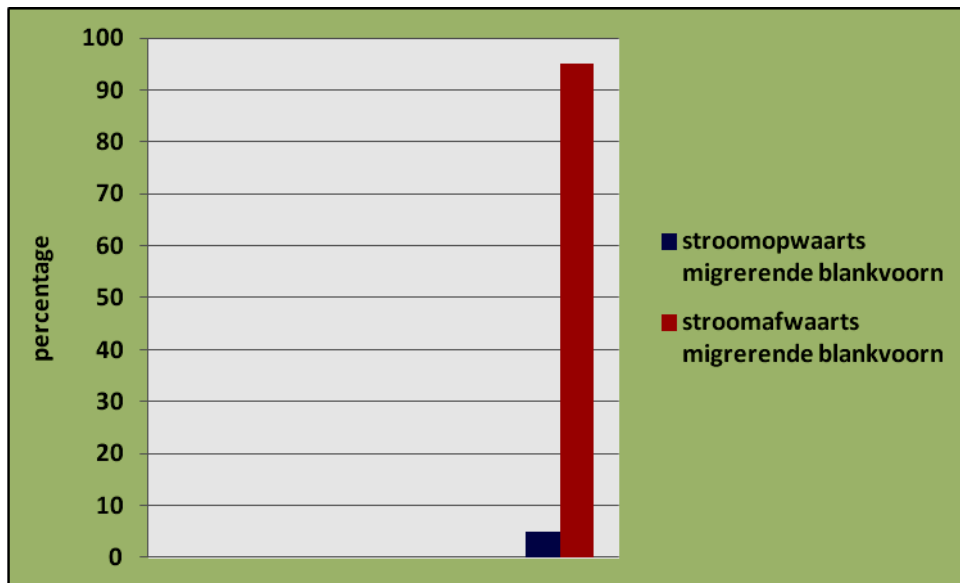
Blankvoorn is voornamelijk gevangen met de aalfuik (75 %) (figuur 5.37). Ongeveer 25 % is gevangen met de smoltval (figuur 5.37). Bij stroomafwaartse migratie verplaatst blankvoorn zich in de gehele waterkolom met mogelijk een voorkeur voor diepere waterlagen. In de vangkooi is naar verhouding weinig blankvoorn gevangen. Het betreft hoofdzakelijk paairijpe dieren.



Figuur 5.37. Het aantal gevangen blankvoorns (*Rutilus rutilus*) per vangconstructie.

5.2.2.2.4 Waargenomen migratie

Ongeveer 95 % van de dieren is gevangen met de aalfuik of smoltval. Dit geeft aan dat blankvoorn in de benedenloop van de Roer een duidelijke stroomafwaartse migratie vertoont. Met de vangkooi zijn naar verhouding aanzienlijk minder dieren gevangen. Stroomopwaartse migratie is wel geconstateerd, maar bedraagt slechts 5 % van het totaal aantal (gevangen) migrerende blankvoorns in de benedenloop van de Roer (figuur 5.38).

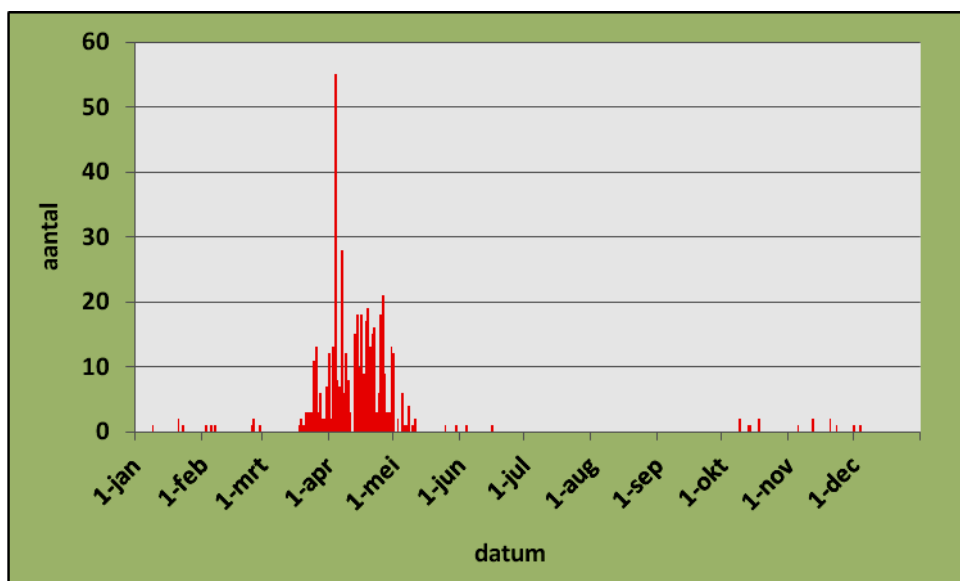


Figuur 5.38. Het percentage gevangen blankvoorns (*Rutilus rutilus*) dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde.

5.2.2.2.5 Migratieperioden

5.2.2.2.5.1 Stroomopwaarts

Vanaf half januari zijn de eerste stroomopwaarts zwemmende blankvoorns waargenomen (figuur 5.39). De hoofdmigratieperiode ligt tussen de derde week van maart en de eerste week van mei, een duidelijk afgebakende periode waarin 96 % van de adulte blankvoorns zijn gevangen. Aangezien nagenoeg alle blankvoorns paairijp waren, betreft de waargenomen migratie paaimigratie. Deze migratieperiode komt geheel overeen met literatuurdata waarin de periode eind april-begin mei als voornaamste paaitrekperiode genoemd wordt (KEITH & ALLARDI, 2001; DE LAAK, 2010).

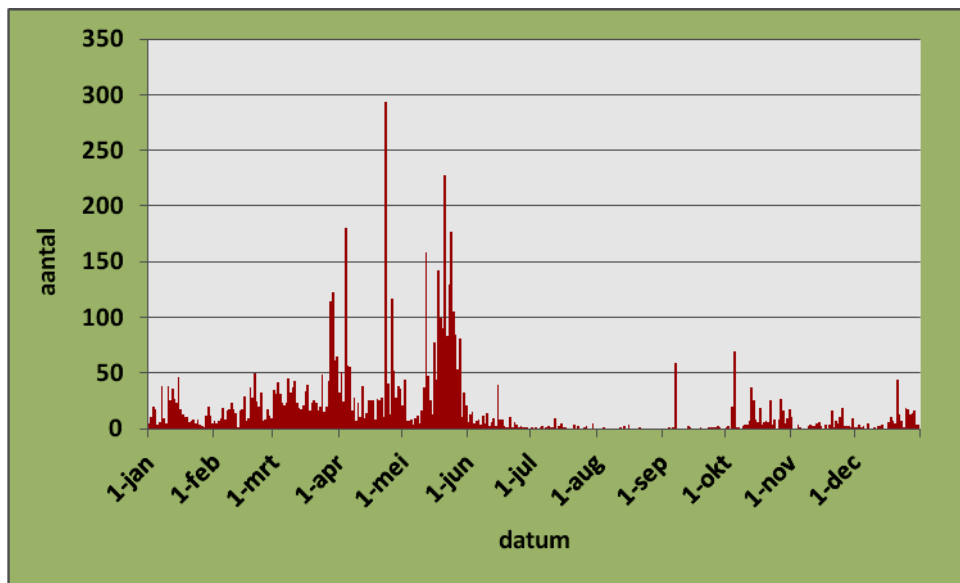


Figuur 5.39. Stroomopwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte blankvoorn (*Rutilus rutilus*).

5.2.2.2.5.2 Stroomafwaarts

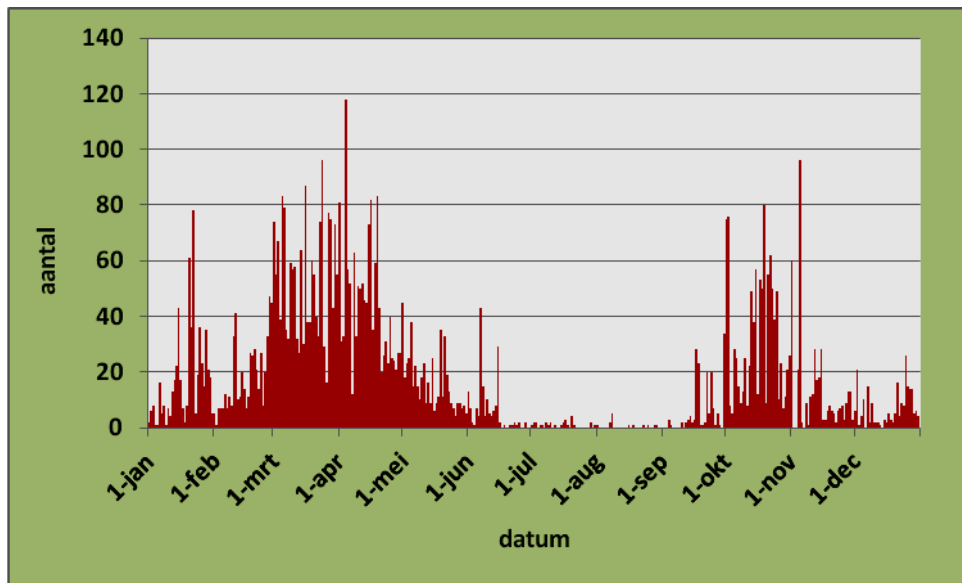
De stroomafwaarts migrerende blankvoorns zijn onder te verdelen in drie groepen, namelijk de lengteklasse 0-10 cm, de lengteklasse 11-25 cm en de lengteklasse 26-40 cm. Alle drie de groepen vertonen een duidelijk verschillend migratiepatroon. In de laatste twee groepen zijn de tussenliggende lengteklassen samengevoegd omdat ze een vergelijkbaar migratiepatroon vertonen.

Blankvoorns behorend tot de lengteklasse 0-10 cm, waarschijnlijk hoofdzakelijk 1⁺ dieren, migreren voornamelijk in de eerste jaarhalf (circa 87 %). In de maanden juni, juli, augustus en september vindt niet of nauwelijks stroomafwaartse migratie plaats (figuur 5.40). De betekenis van deze stroomafwaartse migratie is niet geheel duidelijk. Wellicht betreft het zoeken naar nieuwe opgroeigebieden.



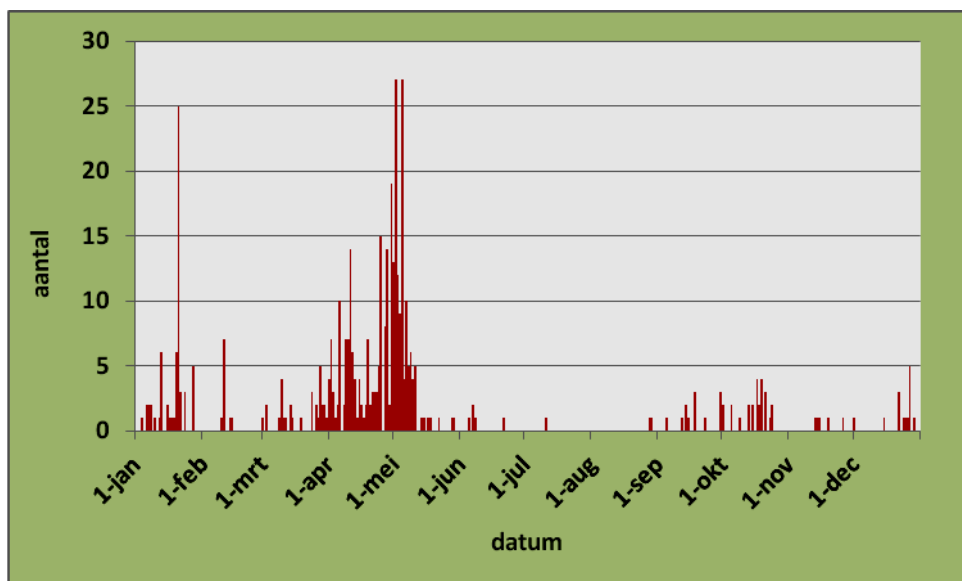
Figuur 5.40. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) met de lengteklasse 0-10 cm.

Blankvoorns in de lengteklasse 11-25 cm vertonen een ander migratiepatroon. Deze groep adulte dieren migreert in twee grotere, duidelijk van elkaar gescheiden, golven stroomafwaarts. De grootste groep migreert in de eerste jaar half, een kleinere groep in het najaar. Net als bij de groep 0-10 cm vinden in de zomer- en nazomerperiode juli, augustus en de eerste helft van september nauwelijks migraties plaats (figuur 5.41). De verplaatsingen in de eerste jaarhalf zijn vermoedelijk paaimigratie (zie ook de lengteklasse 26-40) en pre-paaimigratie. Ook de migratiegolf in de tweede jaarhalf betreft mogelijk pre-paaimigratie. KOTTELAT & FREYHOF (2007) geven aan dat pre-paaimigraties reeds in september kunnen beginnen.

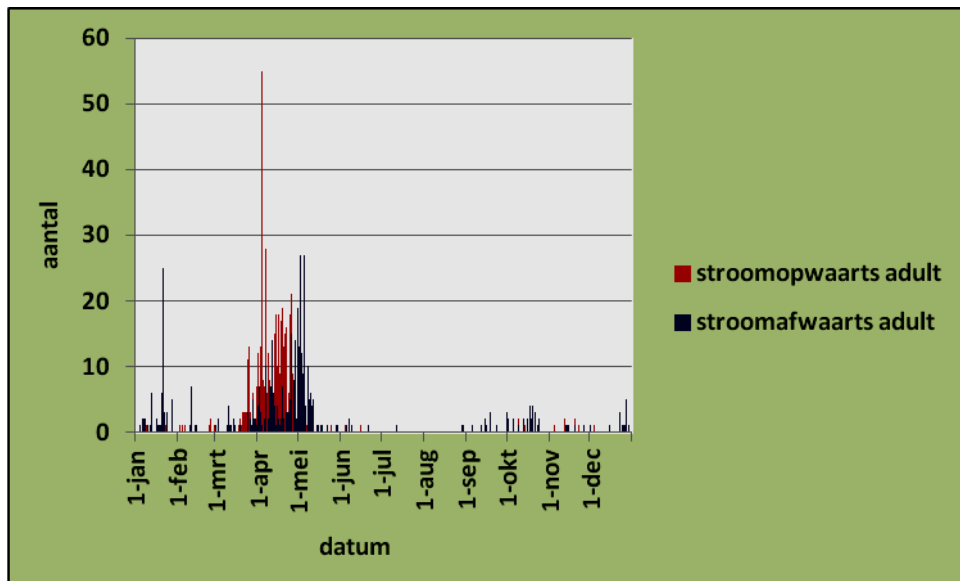


Figuur 5.41. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) met de lengteklasse 11-25 cm.

Blankvoorns behorend tot de lengteklasse 26-40 cm migreren hoofdzakelijk in de eerste jaarhelft en dan met name in de periode eind maart-begin mei (figuur 5.42). Deze periode komt nagenoeg overeen met de periode van stroomopwaartse paaimigratie. Het betreft hier dan ook vrijwel zeker stroomafwaarts gerichte paaimigratie (figuur 5.43). Dit bevestigt de waarnemingen van CHAMPION & SWAIN uit 1974. LUCAS & BARAS (2001) refereren naar dit onderzoek waarbij ze vermelden dat het fenomeen van stroomafwaartse paaimigratie bij blankvoorn zeer opmerkelijk is, immers de meeste literatuurdata beschrijven voor blankvoorn (en andere karperachtigen) een stroomopwaarts gerichte paaimigratie. Het onderzoek bij de ECI heeft stroomafwaarts gerichte paaimigratie óók aangetoond bij de karperachtigen alver, brasem en serpeling.



Figuur 5.42. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) met de lengteklasse 26-40 cm.



Figuur 5.43. Stroomopwaartse en stroomafwaartse migratie-activiteit van adulte, paairijpe blankvoorn (*Rutilus rutilus*).

5.2.2.2.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Blankvoorn vertoont in het voorjaar tussen een watertemperatuur van 5 en 10 °C weinig stroomopwaarts gerichte migratie-activiteit. Vanaf circa 12 °C is de migratie-activiteit het grootst. Er blijkt een significant verband tussen migratie-activiteit en watertemperatuurveranderingen (Z-waarde: 9,396 ; $P < 0,001$). Migratie-activiteit wordt getriggered dan wel geremd door respectievelijk stijging en daling van de watertemperatuur.

5.2.2.2.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

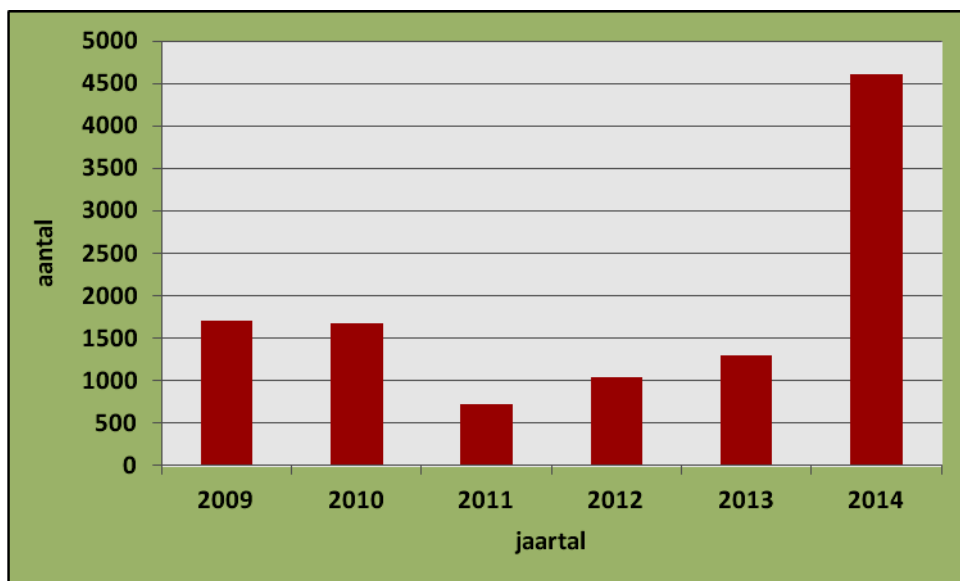
5.2.2.3 Brasem (*Abramis brama*)



Figuur 5.44. Juveniele brasem (*Abramis brama*). Foto Heinz-Josef Jochims.

5.2.2.3.1 Totale vangst

In de periode 2009 tot en met 2014 zijn 11.019 brasems gevangen (figuur 5.45). Tussen 2009 en 2013 zijn de vangsten redelijk vergelijkbaar, variërend van 714 in 2011 tot 1.701 in 2009. Het jaar 2014 is een uitschieter met 4.608 dieren.

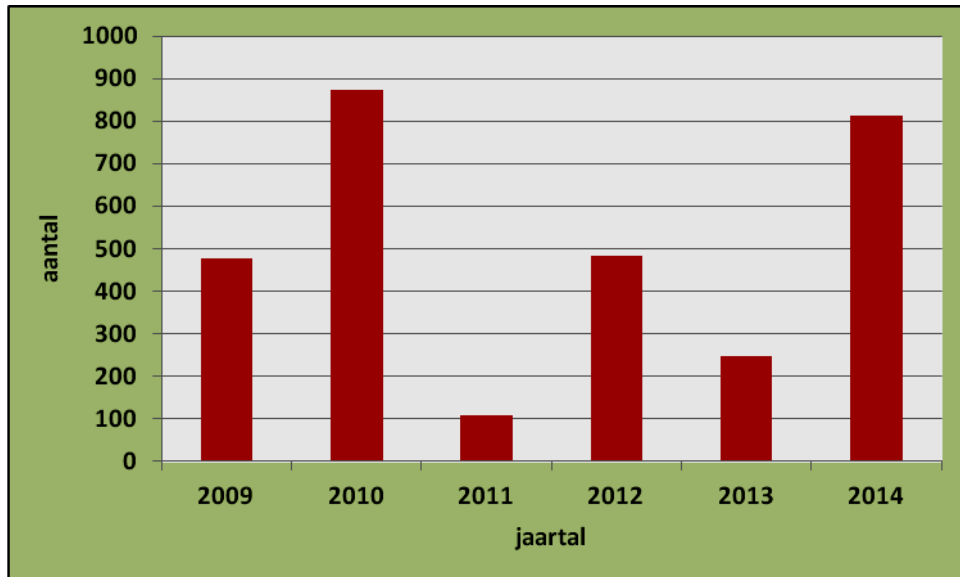


Figuur 5.45. Het aantal gevangen brasems (*Abramis brama*) per onderzoeksjaar.

Wanneer de vangsten van de stroomopwaarts migrerende brasems (gevangen in de vangkooi) en de stroomafwaarts migrerende juvenielen in ovenschouw worden genomen (figuren 5.46 en 5.47), dan kan geconcludeerd worden dat de uitschieter in 2014 met name toe te schrijven is aan de stroomafwaartse migratie (van juvenielen).

5.2.2.3.1.1 Stroomopwaartse migratie adulten

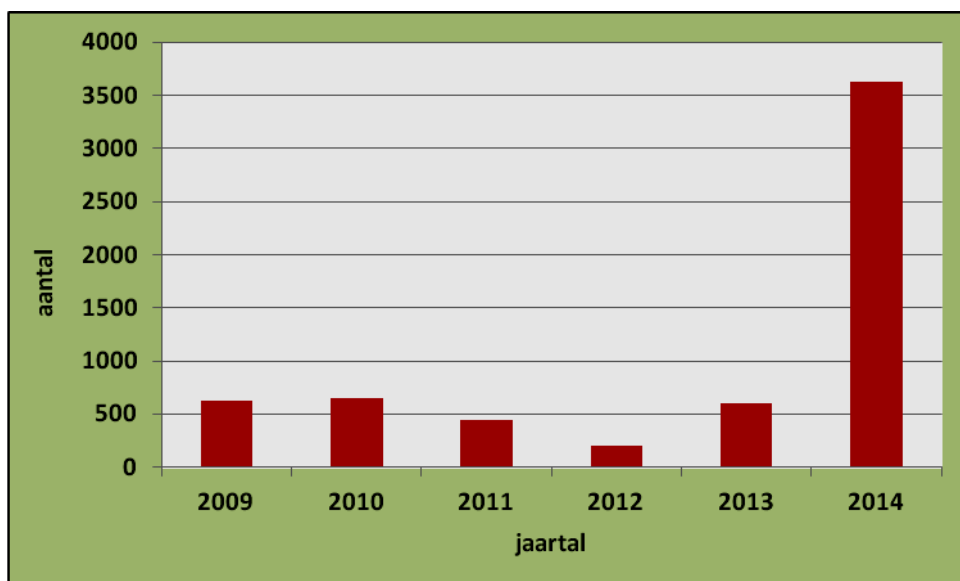
Het jaarlijks aantal gevangen stroomopwaarts migrerende (paairijpe) brasems varieert enorm, ondanks de in alle jaren vergelijkbare vangmethodiek. Zo verschilt het aantal dieren in 2011 bijna een faktor 9 met het aantal dieren in 2010.



Figuur 5.46. Het jaarlijks aantal gevangen stroomopwaarts migrerende (paairijpe) brasems (*Abramis brama*).

5.2.2.3.1.2 Stroomafwaartse migratie juvenielen

Het aantal gevangen stroomafwaarts migrerende juveniele brasem is tussen 2009 en 2013 redelijk constant. Het jaar 2014 is een uitschieter. Er zijn in dat jaar ruim 7 maal zo veel juvenielen gevangen dan het gemiddelde van de jaren ervoor.

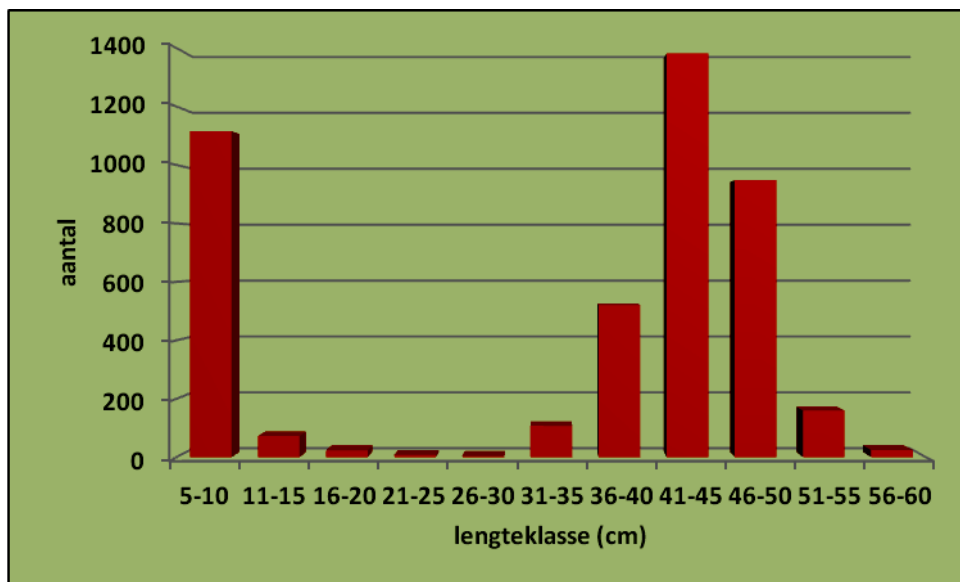


Figuur 5.47. Het jaarlijks aantal gevangen stroomafwaarts migrerende juveniele brasems (*Abramis brama*).

5.2.2.3.2 Lengte-frequentieverdeling

5.2.2.3.2.1 Stroomopwaartse migratie

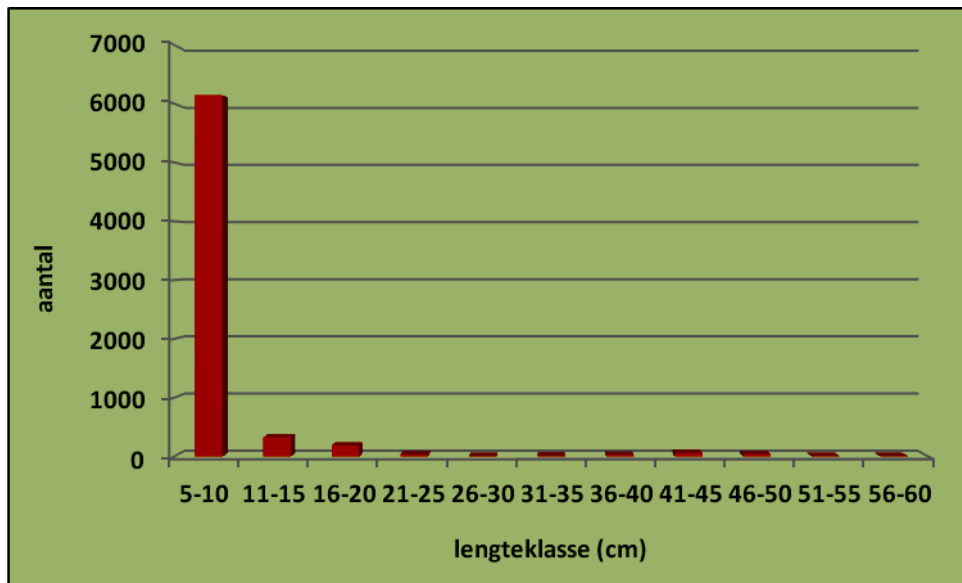
De in de vangkooi gevangen vissen zijn qua lengte in twee grotere groepen te verdelen (figuur 5.48), namelijk de lengteklassen 5-10 cm en 11-15 cm en een groep vissen behorend tot de lengteklasse 31-35 cm en groter. Op grond van literatuurdata (VAN EMMERIK, 2008) kan gesteld worden dat de lengteklassen 5-10 en 11-15 cm hoofdzakelijk bestaan uit 0⁺ en 1⁺ brasems. Deze dieren zijn zeer waarschijnlijk niet vanuit de vispassage in de vangkooi terecht gekomen, maar via de bovenstroomse zijde en betreft het geen stroomopwaartse maar stroomafwaartse migratie. Brasems behorend tot de lengteklassen 31-35 cm en groter waren in de vangkooi gevangen stroomopwaarts migrerende adulte, grotendeels paairijpe, dieren. De grootste brasem had een lengte van 60 cm. Van deze groep brasems behoorden de meeste dieren tot de lengteklasse 41-45 cm (circa 44 %). Ongeveer 91 % van de brasems had een lengte tussen de 35 en 50 cm.



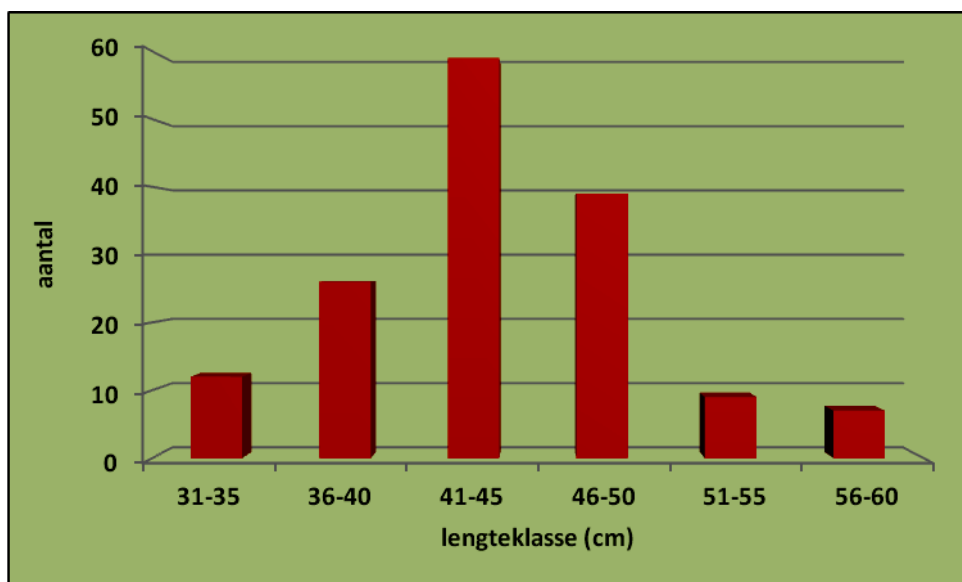
Figuur 5.48. Lengte-frequentieverdeling van de in de vangkooi gevangen brasems (*Abramis brama*).

5.2.2.3.2.2 Stroomafwaartse migratie

In de aalfuik en smoltval zijn voornamelijk brasems gevangen behorend tot de lengteklasse 5-10 cm (ongeveer 90 %) (figuur 5.49). Dit zijn hoofdzakelijk 0⁺ en waarschijnlijk voor een deel 1⁺ dieren (VAN EMMERIK, 2008). Verder valt op dat ook adulte dieren, behorend tot de lengteklassen 31-35 cm en groter, stroomafwaarts migreren. De lengte-frequentieverdeling van deze groep dieren is in kwalitatieve zin identiek aan de lengte-frequentieverdeling van de stroomopwaarts migrerende adulte brasems (zie figuur 5.50). Het betreft dan ook stroomafwaarts migrerende adulte, grotendeels paairijpe dieren.



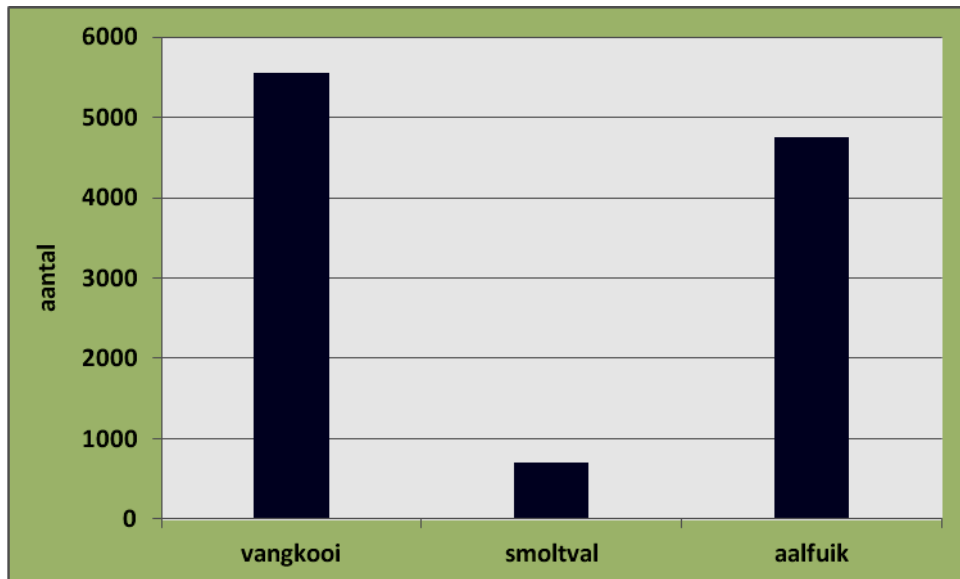
Figuur 5.49. Lengte-frequentieverdeling van de in de smoltval en aalfuik gevangen brasems (*Abramis brama*).



Figuur 5.50. Lengte-frequentieverdeling van de in de smoltval en aalfuik gevangen brasems (*Abramis brama*) behorend tot de lengteklassen 31-35 cm en groter.

5.2.2.3.3 Vangmethodiek

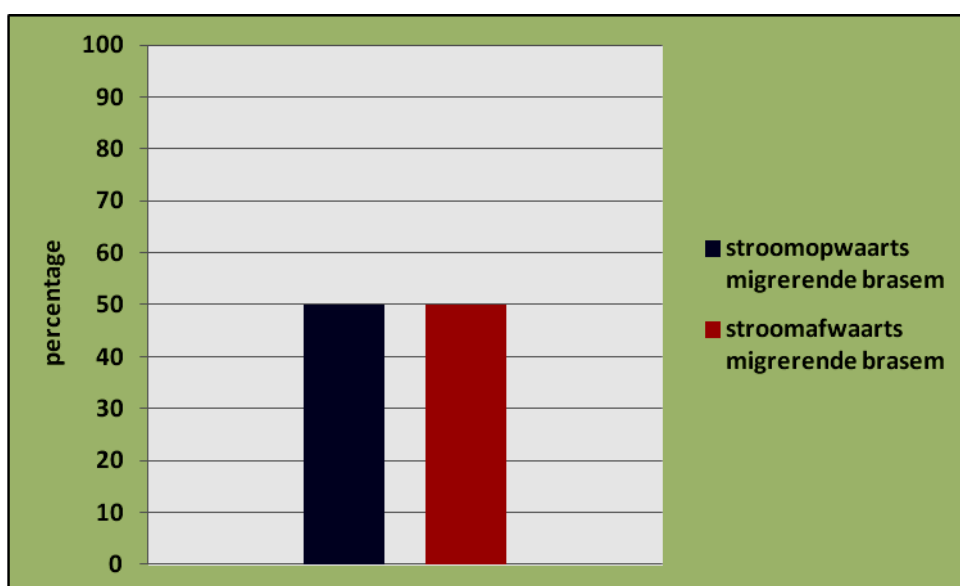
Brasem is voornamelijk gevangen in de vangkooi en aalfuik, respectievelijk 50 en 43 % van de vangsten (figuur 5.51). Tijdens de stroomafwaartse migratie is brasem vooral gevangen in de aalfuik. Bij stroomafwaartse migratie verplaatst brasem zich vermoedelijk bij voorkeur in de diepere waterlaag.



Figuur 5.51. Het aantal gevangen brasems (*Abramis brama*) per vangconstructie.

5.2.2.3.4 Waargenomen migratie

De helft van de dieren is gevangen met de aalfuik of smoltval en de andere helft met de vangkooi. Dit geeft aan dat bij brasem, in tegenstelling tot bij andere gevangen karperachtigen, naast een stroomafwaartse óók een duidelijke stroomopwaartse migratiecomponent is vastgesteld (figuur 5.52).



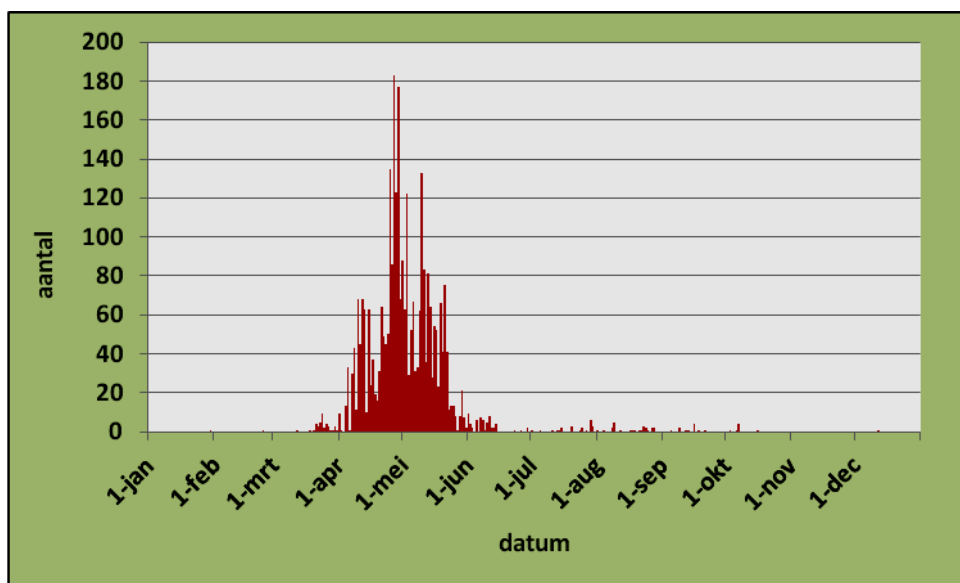
Figuur 5.52. Het percentage gevangen brasems (*Abramis brama*) dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde.

5.2.2.3.5 Migratieperioden

5.2.2.3.5.1 Stroomopwaarts

De eerste stroomopwaarts migrerende adulte, paairijpe brasems verschijnen rond half maart. De piekperiode ligt tussen april en eind mei (figuur 5.53). Het betreft een duidelijk afgebakende trekperiode, toe te schrijven aan stroomopwaartse paaimigratie. Circa 94 % van het totaal aantal gevangen stroomopwaarts migrerende adulte brasems is in deze periode gevangen. De vastgestelde trekperiode sluit goed aan bij de in de literatuur vermelde paaiperiode, namelijk eind april tot en met midden juli (VAN EMMERIK, 2008).

Na de piekperiode zijn tot en met half oktober in lage aantallen stroomopwaarts migrerende brasems gevangen. Gedurende de winterperiode valt de migratie-activiteit geheel stil. Dit fenomeen wordt ook beschreven door KOTTELAT & FREYHOF (2007). Zij schrijven dit gedrag toe aan de eerste migraties ten behoeve van de paaimigratie in het volgende voorjaar. Deze zogenaamde pre-paaimigraties zijn ook vastgesteld bij blankvoorn (zie ook paragraaf 5.2.2.2.5.2).

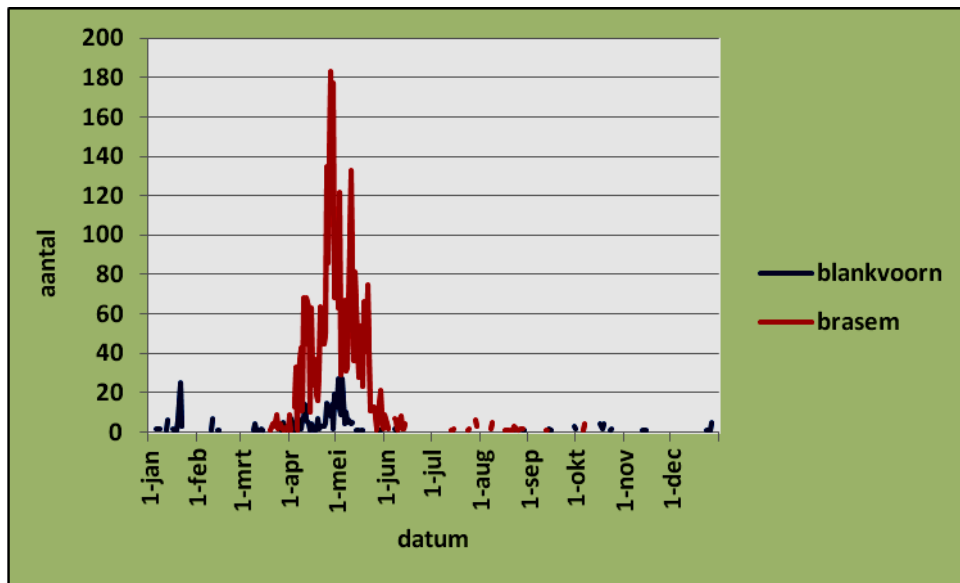


Figuur 5.53. Stroomopwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte brasem (*Abramis brama*).

5.2.2.3.5.2 Vergelijking met stroomopwaartse paaimigratie blankvoorn

Wanneer de paaimigratieperiode van brasem vergeleken wordt met die van blankvoorn dan kan geconstateerd worden dat er een grote overlap is (figuur 5.54). Twee grote verschillen zijn:

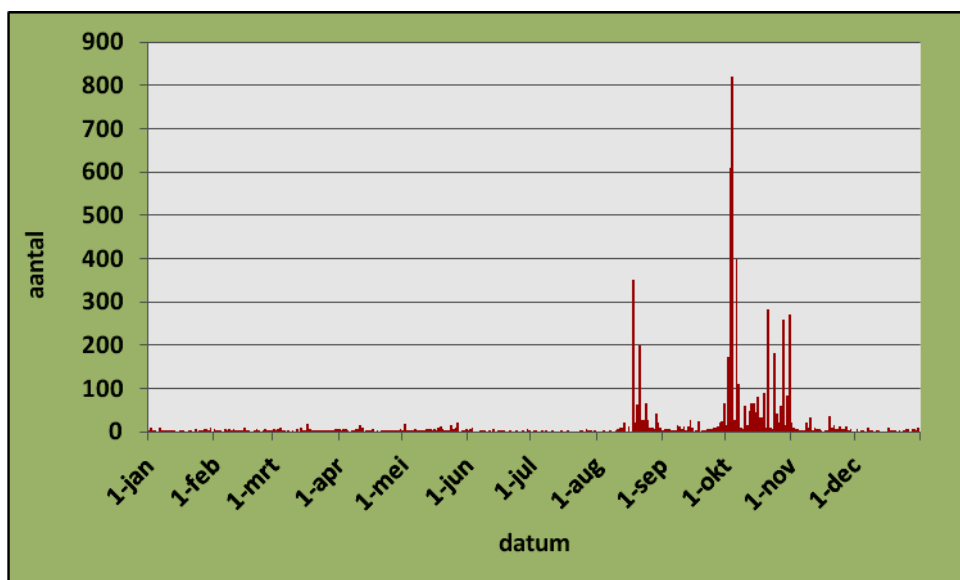
- de eerste adulte blankvoorns verschijnen in het vroege voorjaar eerder dan adulte brasem
- de paaiperiode van blankvoorn eindigt de eerste week van mei, terwijl die van brasem twee weken langer doorloopt tot de derde week van mei.



Figuur 5.54. Stroomopwaarts gerichte paaimigratie van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en brasem (*Abramis brama*).

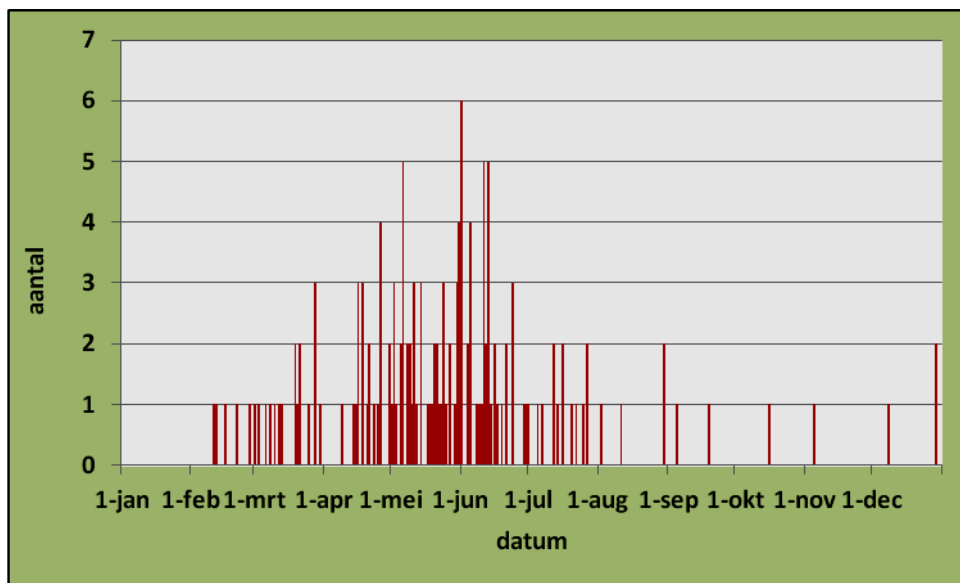
5.2.2.3.5.3 Stroomafwaarts

In figuur 5.55 is de stroomafwaartse migratie weergegeven van de lengteklasse 5-10 cm. Hieruit blijkt dat deze groep dieren gedurende het gehele jaar migratie-activiteit vertonen. Waarschijnlijk zijn de relatief geringe migraties in de eerste helft van het jaar dagelijkse, stroomafwaarts gerichte verplaatsingen. In de tweede helft van het jaar is een duidelijk hogere migratie-activiteit waarbij juvenielen in meerdere golven stroomafwaarts zwemmen, met name in de periode half augustus tot en met oktober. Mogelijk betreft het migraties ten behoeve van het zoeken naar schuil-/overwinteringsplaatsen en/of fourageermigraties.

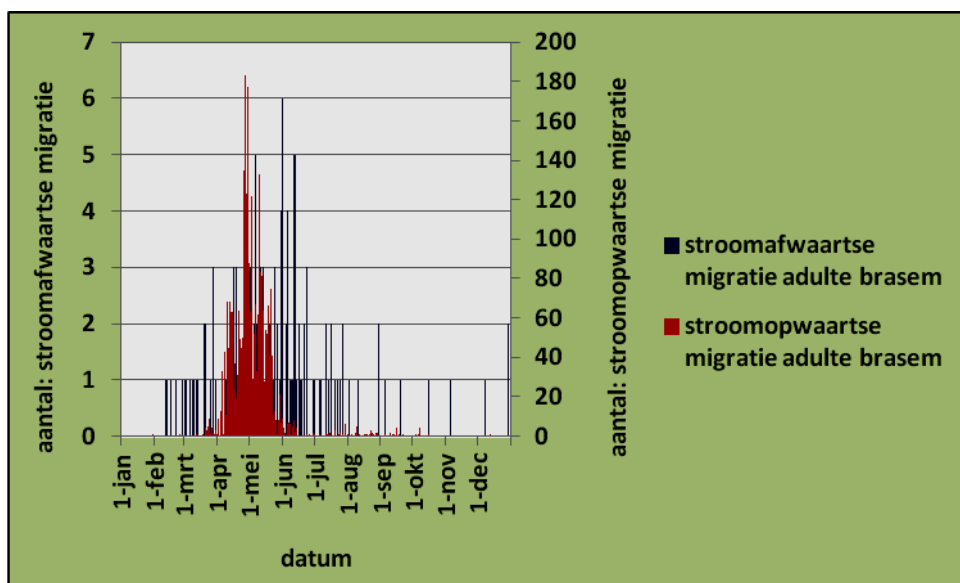


Figuur 5.55. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van brasem (*Abramis brama*) in de lengteklasse 5-10 cm.

Figuur 5.56 toont de stroomafwaartse migratie van adulte, paairijpe brasems. Deze dieren vertonen migratie-activiteit tussen half februari en augustus. Wanneer stroomopwaarts en stroomafwaarts migrerende adulte brasems in één figuur worden weergegeven (figuur 5.57), valt af te leiden dat de migratieperiode van beide groepen grotendeels samenvalt. De migratie-activiteit van een groot deel van de stroomafwaarts migrerende brasems is toe te schrijven aan stroomafwaartse gerichte paaimigratie. Van brasem is bekend dat ze zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse paaimigratie vertonen. Echter na de paaimigratie worden nog gedurende twee maanden lage aantallen stroomafwaarts zwemmende/drijvende adulte brasems waargenomen. Een deel van de dieren is dood. Gezien de uitwendige beschadigingen die deze dieren hadden, vooral bloedingen aan de buikzijde, betreft het vermoedelijk afgepaaide dieren. Een substantiële terugkeer van adulte brasems na de stroomopwaartse migratie in het voorjaar, zoals beschreven wordt door onder andere LUCAS & BARAS (2001), kon in de Roer niet worden aangetoond.



Figuur 5.56. Stroomafwaartse migratie van adulte, paairijpe brasem (*Abramis brama*).



Figuur 5.57. Stroomopwaartse en stroomafwaartse migratie van adulte, paairijpe brasem (*Abramis brama*).

5.2.2.3.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Stroomopwaartse migratie-activiteit van adulte brasem vindt plaats boven een temperatuur van 10 à 12 °C. Dit sluit aan bij een paaitemperatuur vanaf 12 °C (VAN EMMERIK, 2008). In tegenstelling tot bij blankvoorn is bij brasem geen significant verband geconstateerd tussen migratie-activiteit en watertemperatuurveranderingen.

5.2.2.3.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

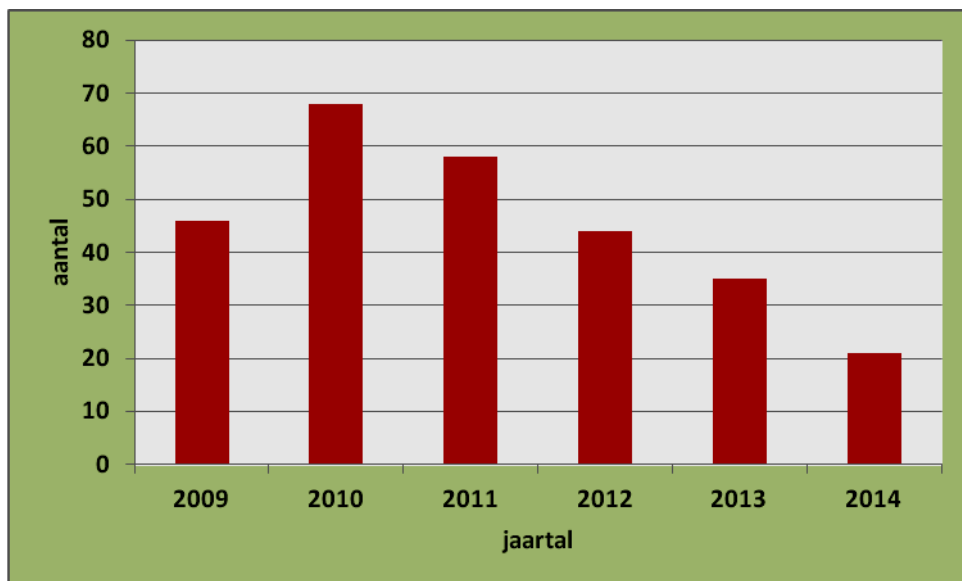
5.2.2.4 Kopvoorn (*Squalius cephalus*)



Figuur 5.58. Adulte, paarijpe kopvoorn (*Squalius cephalus*). Foto Thijs Belgers.

5.2.2.4.1 Totale vangst

Tussen 2009 en 2014 zijn 272 kopvoorns gevangen (figuur 5.59). De aantallen zijn gering en redelijk constant per jaar. De aantallen lopen vanaf 2010 terug.

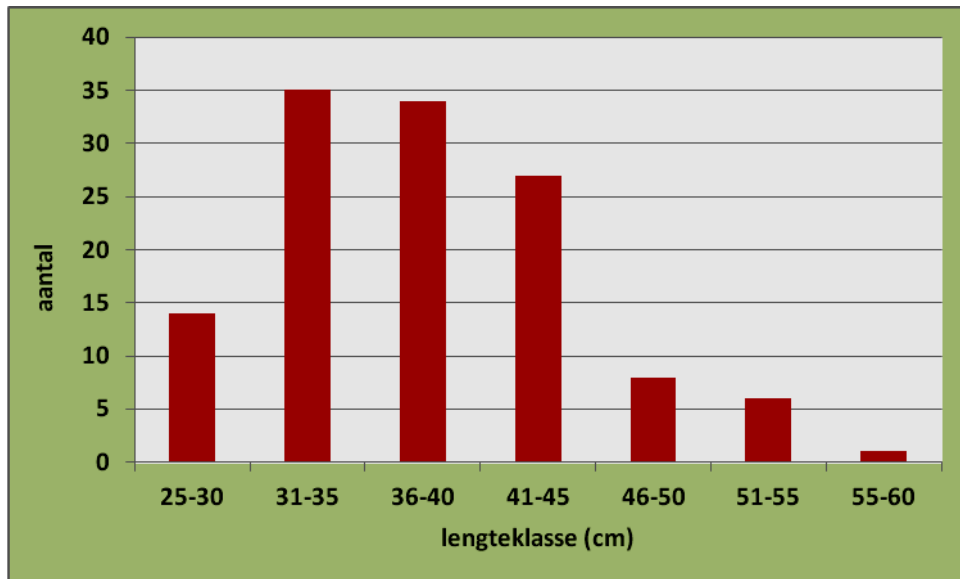


Figuur 5.59. Het aantal gevangen kopvoorns (*Squalius cephalus*) per onderzoeksjaar.

In de vangkooi zijn 152 kopvoorns aangetroffen, waarvan 125 adulte, paarijpe dieren. Alleen deze laatste data worden gepresenteerd.

5.2.2.4.2 Lengte-frequentieverdeling

De lengte van de adulte kopvoorns varieerde van 26 tot 58 cm (figuur 5.60). De meeste dieren (77 %) behoorden tot de lengteklassen 31-35, 36-40 en 41-45 cm. Aangezien kopvoorns geslachtsrijp zijn vanaf een lengte van circa 16 (mannetjes) en ongeveer 30 cm (vrouwtjes) (CROMBAGHS, 2000), zijn vermoedelijk de meeste gevangen kopvoorns vrouwelijk.



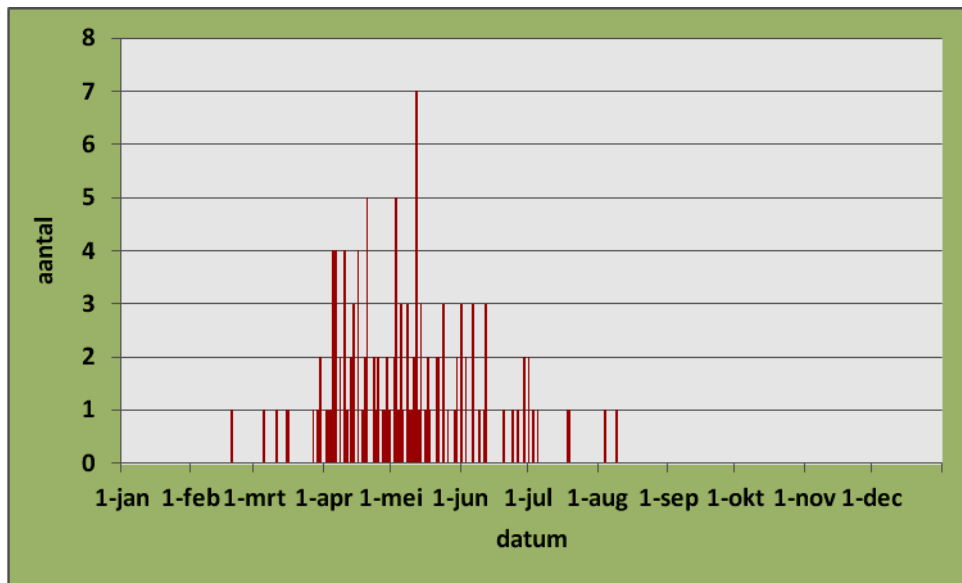
Figuur 5.60. Lengte-frequentieverdeling van adulte kopvoorns (*Squalius cephalus*).

5.2.2.4.3 Vangmethodiek

Alle stroomopwaarts migrerende adulte kopvoorns zijn gevangen in de vangkooi. De aantallen zijn relatief laag. De verwachting was dat er een behoorlijke instroom vanuit de Maas zou zijn. Waarschijnlijk is de instroom geringer dan verwacht en laat de soort zich bovendien moeilijk vangen in de vangkooi.

5.2.2.4.4 Migratieperioden

Kopvoorn vertoont stroomopwaartse migratie-activiteit van maart tot en met juli (figuur 5.61). Het merendeel van de vissen (82 %) migreert tussen april en half juni. Dit komt overeen met de paaimigraties die FREDRICH *et al.* (2003) beschrijven voor de Duitse rivier de Spree. Kopvoorns migreerden hier half mei en half juni stroomopwaarts.



Figuur 5.61. Stroomopwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte kopvoorn (*Squalius cephalus*).

5.2.2.4.5 Relatie migratie en watertemperatuur

Paaieren van kopvoorn geschiedt vanaf een watertemperatuur van 14 °C (KOTTELAT & FREYHOF, 2007). Stroomopwaartse migratie-activiteit van adulte kopvoorn vindt plaats boven een temperatuur van 10 à 12 °C.

5.2.2.4.6 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

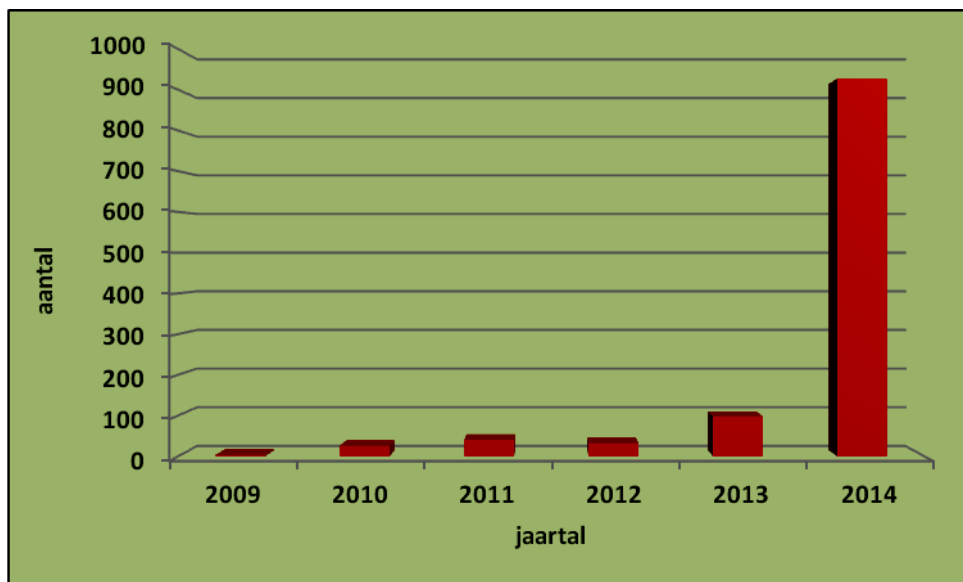
5.2.2.5 Serpeling (*Leuciscus leuciscus*)



Figuur 5.62. Adulte, paairijpe serpeling (*Leuciscus leuciscus*).
Foto Thijs Belgers.

5.2.2.5.1 Totale vangst

Tussen 2009 en 2014 zijn 1.125 serpelingen gevangen (figuur 5.63). De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk. De relatief lage aantallen in de jaren 2009, 2010 en 2011 zijn grotendeels te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik in de eerste jaarhelft. In dit opzicht zijn de jaren 2012, 2013 en 2014 beter vergelijkbaar. Dan kan geconcludeerd worden dat het jaarlijks aantal stroomafwaarts migrerende serpelingen enorm kan verschillen. Zo is de vangst van serpeling in 2014 bijna een factor 30 groter dan de vangst in 2012.

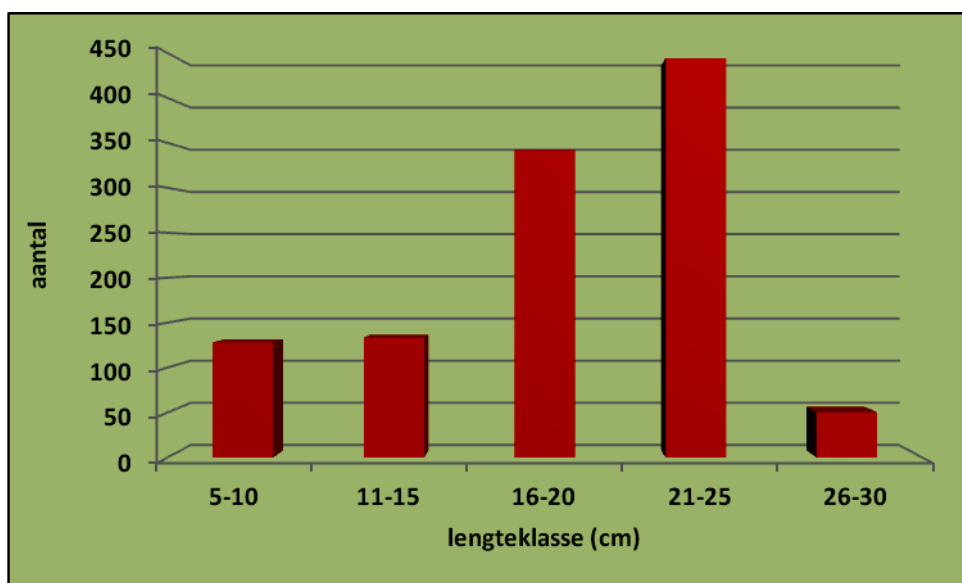


Figuur 5.63. Het aantal gevangen serpelingen (*Leuciscus leuciscus*) per onderzoeksjaar.

5.2.2.5.2 Lengte-frequentieverdeling

Gezien het kleine aantal serpelingen dat met de vangkooi gevangen is, wordt alleen een lengte-frequentieverdeling gegeven van de stroomafwaarts migrerende serpelingen.

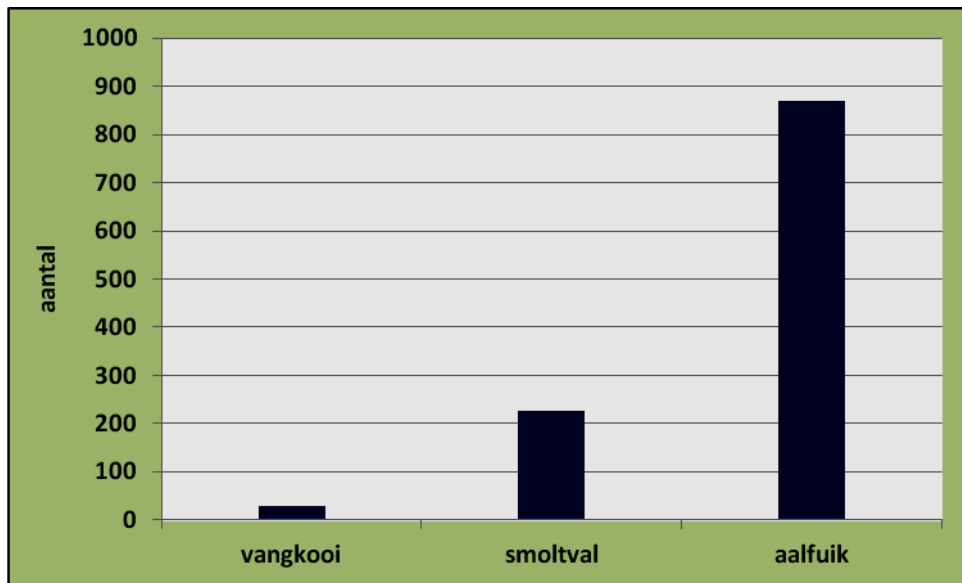
Van de stroomafwaarts zwemmende serpelingen (n=1.097) behoorden de meeste vissen (circa 40 %) tot de lengteklasse 21-25 cm (figuur 5.64). Ongeveer 72 % van de serpelingen behoorden tot de lengteklasse 16-25 cm. Bij een lengte van 15 à 16 cm is serpelings geslachtsrijp (HOOGERWERF, 2000). Hiermee is minimaal zo'n 76 % van de gevangen serpelingen paairijp.



Figuur 5.64. Lengte-frequentieverdeling van adulte serpelings (Leuciscus leuciscus).

5.2.2.5.3 Vangmethodiek

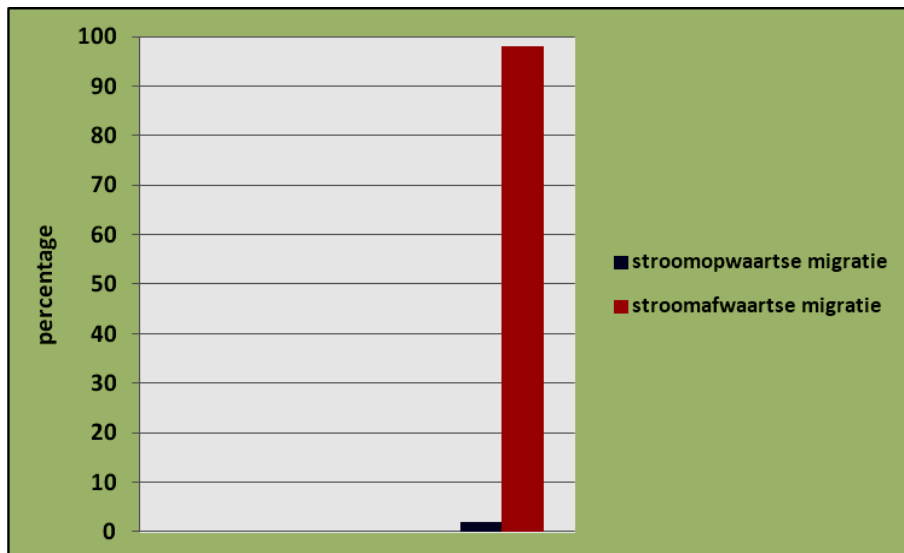
Serpeling is voornamelijk gevangen met de aalfuik (77 %). Ongeveer 21 % van de dieren is gevangen met de smoltval (figuur 5.65). Bij stroomafwaartse migratie verplaatst serpelings zich in de gehele waterkolom met mogelijk een voorkeur voor diepere waterlagen. In de vangkooi zijn naar verhouding zeer weinig serpelingen gevangen.



Figuur 5.65. Het aantal gevangen serpingen (*Leuciscus leuciscus*) per vangconstructie.

5.2.2.5.4 Waargenomen migratie

Ongeveer 98 % van de serpingen is gevangen met de aalfuik of smoltval. Dit geeft aan dat serping in de benedenloop van de Roer een duidelijke stroomafwaartse migratie vertoont. Met de vangkooi zijn naar verhouding nauwelijks dieren gevangen. De kans dat serpingen door een te grote afstand van de spijlen in de vangkooi gemist zijn, is aanzienlijk kleiner dan bij bijvoorbeeld alver. Paairijpe serping heeft een dusdanig formaat dat ze probleemloos met de vangkooi gevangen kunnen worden. Het in zeer geringe mate aantreffen van serping in de vangkooi wijst mogelijk op een vrijwel ontbreken van stroomopwaartse migratie in de benedenloop van de Roer (figuur 5.66). Dit beeld van paaimigratie wijkt duidelijk af van hetgeen in de literatuur vermeld wordt. Hierin wordt gesteld dat serping gedurende de paaitrek stroomopwaarts migreert (WÜSTEMANN & KAMMERAD, 1995; LUCAS & BARAS, 2001). Een andere verklaring voor het niet vangen van stroomopwaarts migrerende serpingen is het niet functioneren van de vangkooi voor deze soort (zie hoofdstuk 9).



Figuur 5.66. Het percentage gevangen serpingen (*Leuciscus leuciscus*) dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde.

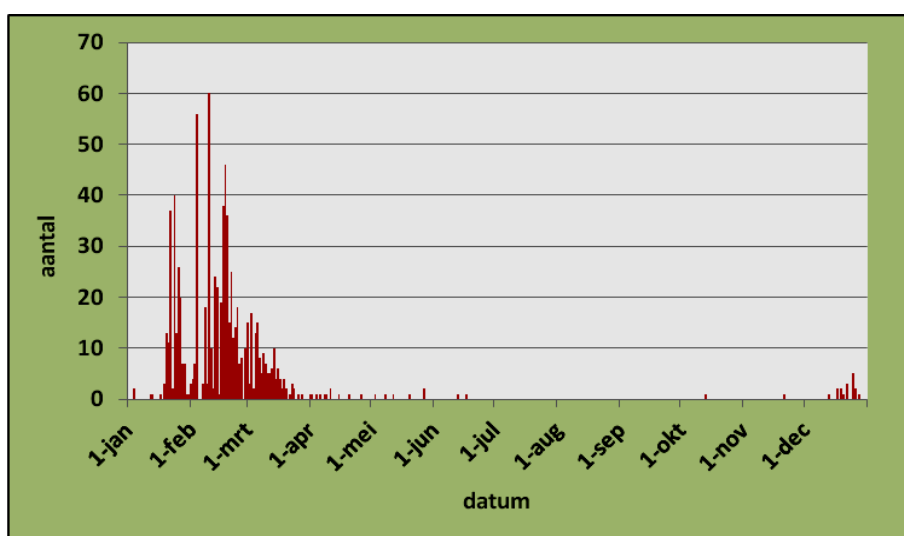
5.2.2.5.5 Migratieperioden

5.2.2.5.5.1 Stroomopwaarts

Stroomopwaartse migratie is niet of nauwelijks waargenomen. Er worden geen data gepresenteerd.

5.2.2.5.5.2 Stroomafwaarts

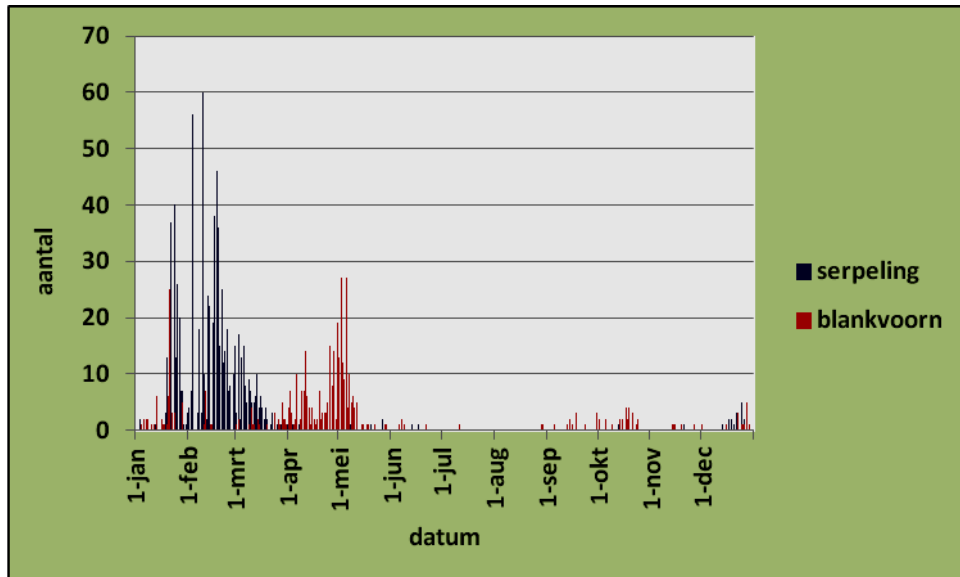
Ruim 85 % van de stroomafwaarts migrerende, paairijpe serpingen is gevangen tussen 20 januari en 20 maart (figuur 5.67). Deze periode sluit goed aan op de paaiperiode die in de literatuur vermeld wordt, namelijk tussen half maart en begin april (HOOGERWERF, 2000). In de Roer is serping de vroegst migrerende karperachtige.



Figuur 5.67. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte serping (*Leuciscus leuciscus*).

5.2.2.5.3 Vergelijking met blankvoorn

Serpeling en blankvoorn staan bekend als vroeg paaiende karperachtigen. Uit figuur 5.68 blijkt dat in de Roer serpeling aanzienlijk vroeger migreert dan blankvoorn, ongeveer twee maanden eerder.



Figuur 5.68. Stroomafwaartse paaimigratie van blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en serpeling (*Leuciscus leuciscus*).

5.2.2.5.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Serpeling paait reeds bij 8 °C (KROES & MONDEN, 2005). Substantiële stroomafwaartse paaitrek begint in de Roer bij een watertemperatuur van 5 à 6 °C. De eerste duidelijke migratie-activiteit is reeds bij een watertemperatuur van 3 °C geconstateerd.

5.2.2.5.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

5.2.3 Baarsachtigen (*Percidae*)

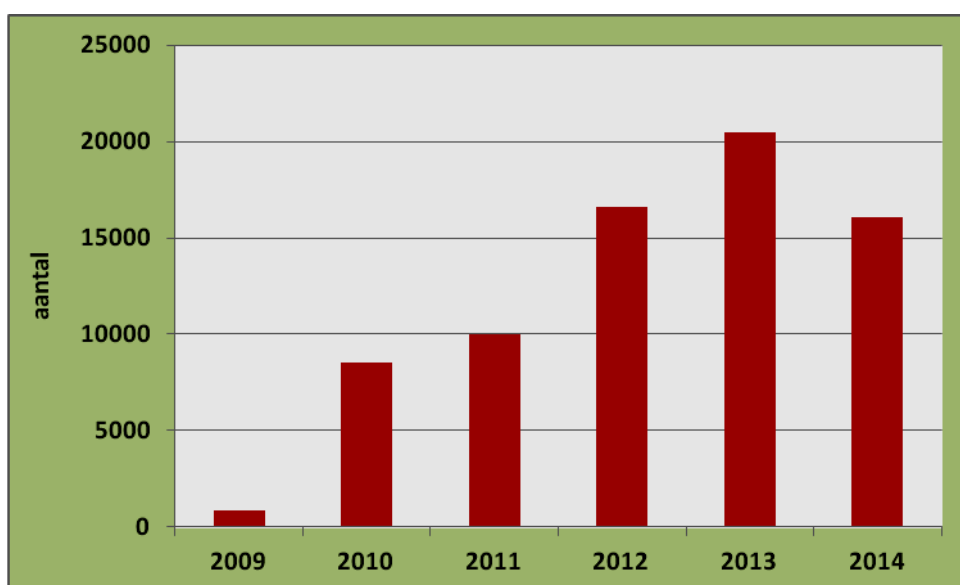
5.2.3.1 Baars (*Perca fluviatilis*)



Figuur 5.69. Juveniele baarzen (*Perca fluviatilis*). Foto Rob Gubbels.

5.2.3.1.1 Totale vangst

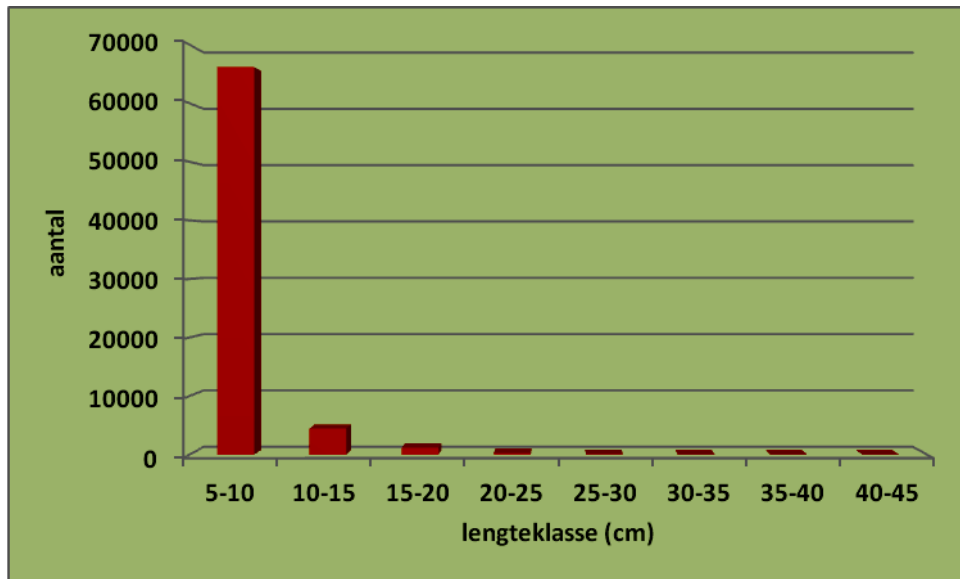
Tussen 2009 en 2014 zijn 72.574 baarzen gevangen (figuur 5.70). De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk. De relatief lage aantallen in de jaren 2009, 2010 en 2011 zijn grotendeels te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik in de eerste jaarhelft. In dit opzicht zijn de jaren 2012, 2013 en 2014 beter vergelijkbaar. De aantallen variëren globaal tussen de 16.000 en 20.000 vissen per jaar.



Figuur 5.70. Het aantal gevangen baarzen (*Perca fluviatilis*) per onderzoeksjaar.

5.2.3.1.2 Lengte-frequentieverdeling

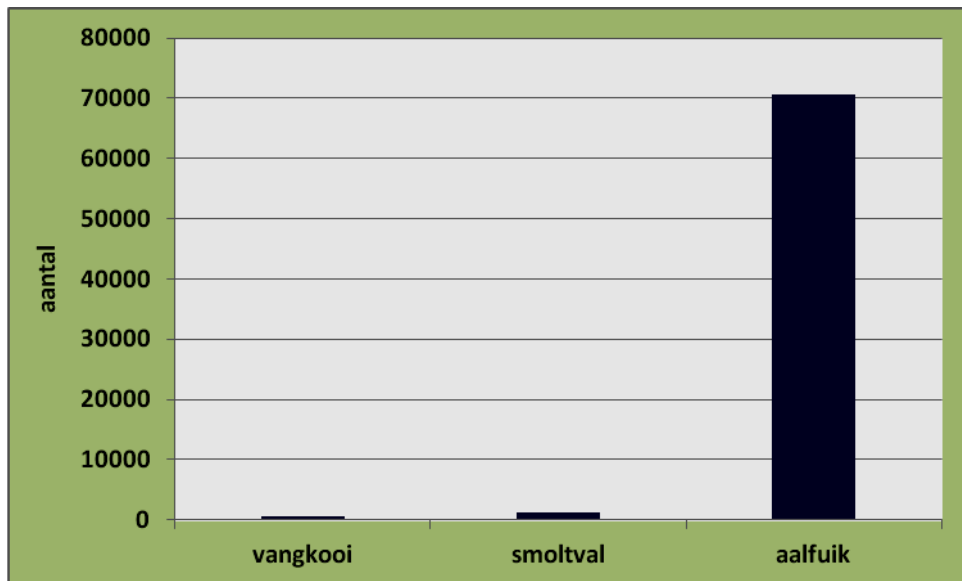
Aangezien nauwelijks stroomopwaarts migrerende dieren zijn gevangen, wordt alleen een lengte-frequentieverdeling weergegeven van de stroomafwaarts zwemmende baarzen. De lengte van de gevangen baarzen varieerde tussen de 3 en 44 cm. Het grootste deel van de baarzen behoorde tot de lengteklasse 0-10 cm, bijna 92 % (figuur 5.71). Waarschijnlijk betreft het in het voorjaar 1⁺ baarzen en in de tweede helft van het jaar voornamelijk 0⁺ dieren. Volledige zekerheid hieromtrent is niet te geven daar de lichaamslengte van traag groeiende 1⁺ baarzen en die van snel groeiende 0⁺ baarzen in juli-augustus dicht bij elkaar liggen (VOORHAMM & VAN EMMERIK, 2011).



Figuur 5.71. Lengte-frequentieverdeling van stroomafwaarts migrerende Baars (*Perca fluviatilis*).

5.2.3.1.3 Vangmethodiek

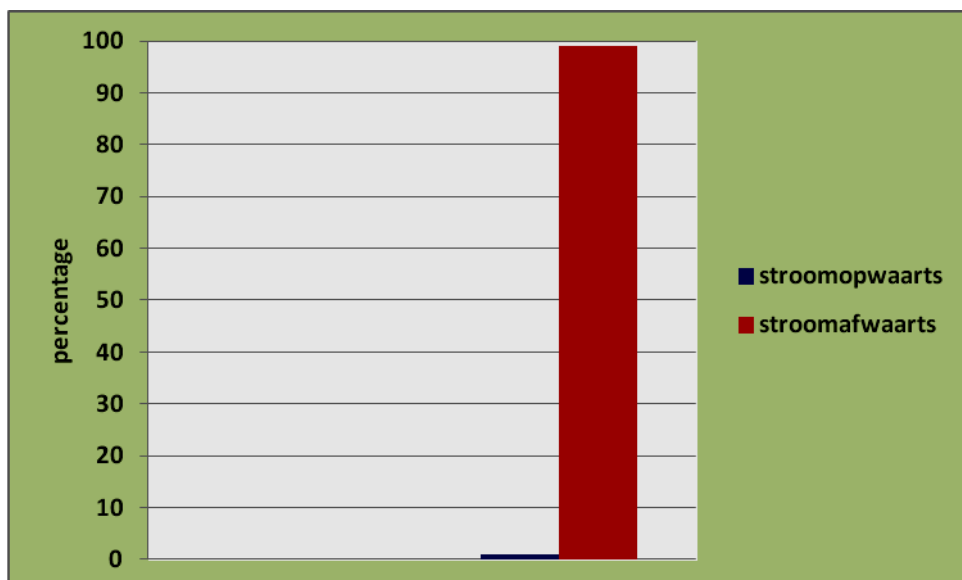
Veruit de meeste baarzen (97 %) zijn gevangen met de aalfuik (figuur 5.72). Hieruit kan worden afgeleid dat de dieren waarschijnlijk laag in de waterkolom (wellicht op bodemniveau) migreren.



Figuur 5.72. Het aantal gevangen baarzen (*Perca fluviatilis*) per vangconstructie.

5.2.3.1.4 Waargenomen migratie

Circa 99 % van de baarzen is gevangen met de aalfuik of smoltval. Dit betekent dat baarzen in de benedenloop van de Roer een duidelijke stroomafwaartse migratie vertonen (figuur 5.73). Met de vangkooi zijn relatief weinig dieren gevangen. Het merendeel van deze dieren betrof juveniele of subadulte dieren die vermoedelijk bij de stroomafwaartse migratie in de vangkooi terecht zijn gekomen. De spijlen van de kooi laten vissen met een lengteklasse van 0-10 cm probleemloos door. Adulte baarzen zijn slechts in zeer beperkte mate in de vangkooi aangetroffen. Stroomopwaartse migratie kon derhalve niet of nauwelijks aangetoond worden.



Figuur 5.73. Het percentage gevangen baarzen (*Perca fluviatilis*) dat stroomopwaarts- en stroomafwaarts migreerde.

5.2.3.1.5 Migratieperioden

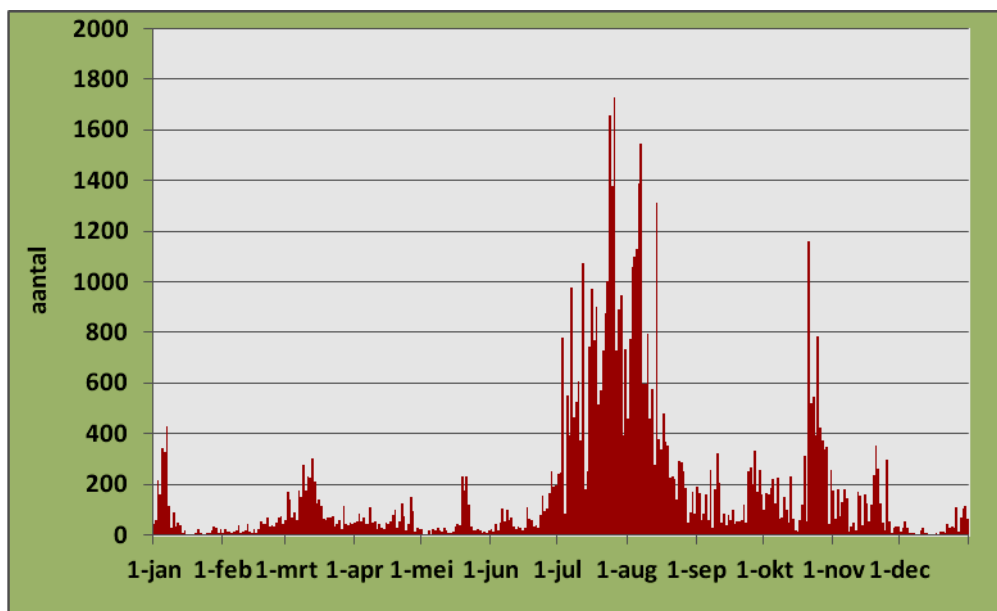
5.2.3.1.5.1 Stroomopwaarts

Baars staat bekend als een soort die slechts korte voorjaarsmigraties uitvoert (VOORHAMM & VAN EMMERIK, 2011). In de benedenloop van de Roer kon stroomopwaartse migratie slechts in beperkte mate worden vastgesteld. Er worden geen data gepresenteerd.

5.2.3.1.5.2 Stroomafwaarts

Binnen de stroomafwaarts migrerende baarzen kunnen twee groepen onderscheiden worden, namelijk de lengteklasse 0-10 cm en de lengteklasse 15-45 cm. Beide groepen vertonen een duidelijk verschillend migratiepatroon. In de lengteklasse 15-45 cm zijn de gemeten lengteklassen 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 en 40-45 cm samengevoegd omdat ze alle een vergelijkbaar migratiepatroon vertonen. De lengteklasse 10-15 cm liet een intermediair migratiepatroon zien met kenmerken van zowel de lengteklasse 0-10 cm als van de lengteklasse 15-45 cm. Deze groep dieren is in de analyse niet meegenomen.

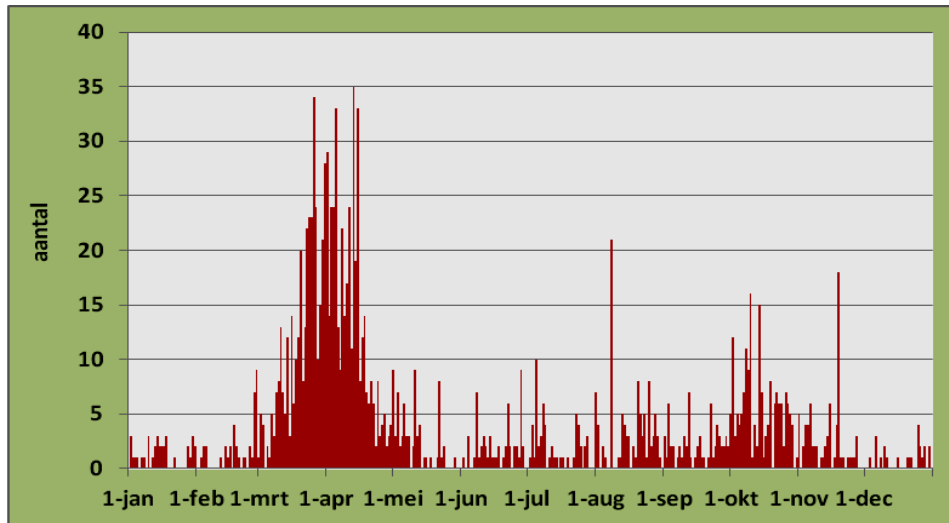
De baarzen behorend tot de lengteklasse 0-10 cm ($n=66.184$), de 0^+ en 1^+ dieren, migreren het gehele jaar in meer of mindere mate (figuur 5.74). Voor een deel betreft dit waarschijnlijk korte dagelijkse verplaatsingen. Er zijn echter ook twee duidelijke migratiegolven te onderscheiden. Tussen globaal de tweede helft van juni en de eerste helft van september migreert de grootste groep baarzen stroomafwaarts. Ongeveer 64 % van het totaal aantal stroomafwaarts migrerende 0^+ en 1^+ baarzen in de periode 2009-2014, vertoont dan migratie-activiteit. Een tweede, kleinere migratiegolf is vastgesteld in de periode eind oktober-begin november. Deze “massale” migratie van jonge baars betreft naar alle waarschijnlijkheid fourageermigratie (THUROW, 2016).



Figuur 5.74. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van baars (*Perca fluviatilis*) in de lengteklasse 0-10 cm.

Baarzen behorend tot de lengteklasse 15-45 cm vertoonden een geheel ander migratiepatroon. Ook deze groep dieren migreert in meer of mindere mate gedurende het gehele jaar (deels korte dagelijkse verplaatsingen), maar er is een duidelijke migratiegolf te onderscheiden in de periode maart-eerste helft mei (figuur 5.75). Circa 58 % van het totaal aantal stroomafwaarts

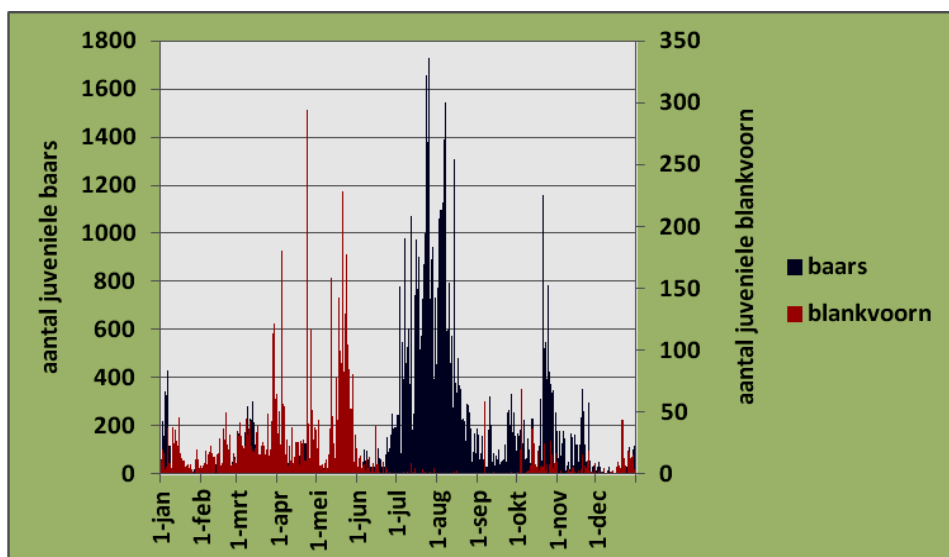
migrerende baarzen (lengteklasse 15-45 cm) in de periode 2009-2014 (n=1.459) vertoont dan migratie-activiteit. Zeer waarschijnlijk betreft het voornamelijk stroomafwaarts gerichte paaïmigratie. De geconstateerde migratieperiode sluit goed aan op de in literatuur vermelde paaïperiodes, namelijk maart tot juni (VOORHAMM & VAN EMMERIK, 2011).



Figuur 5.75. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van baars (*Perca fluviatilis*) in de lengteklasse 15-45 cm.

5.2.3.1.5.3 Vergelijking met stroomafwaartse migratie juveniele blankvoorn

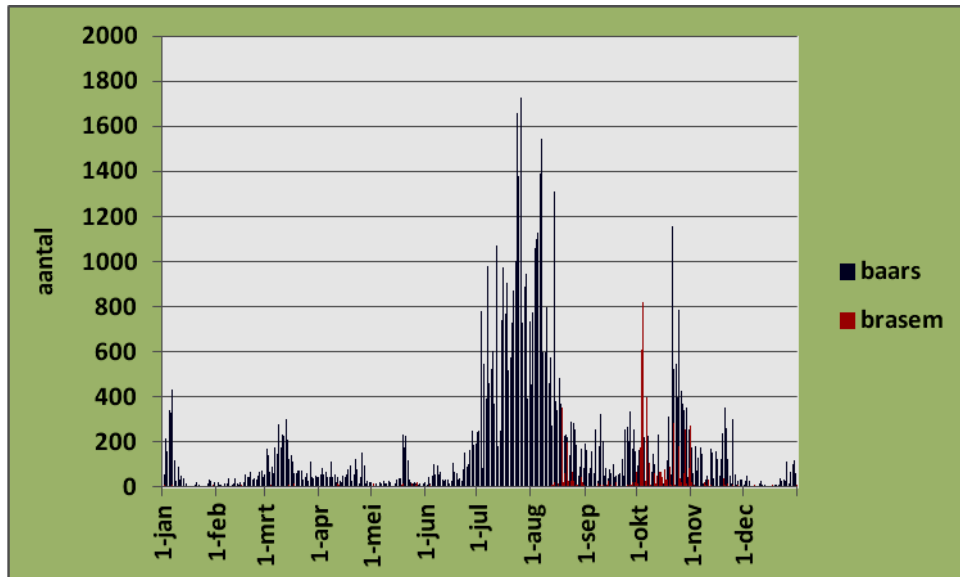
Wanneer de migratieperiodes vergeleken worden van baarzen en blankvoorns in de lengteklasse 0-10 cm blijkt dat beide soorten in grote mate gescheiden stroomafwaarts migreren (figuur 5.76). Wanneer het merendeel van de juveniele blankvoorns gepasseerd is (eerste helft van het jaar), zwemt pas het merendeel van de juveniele baarzen stroomafwaarts.



Figuur 5.76. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van baars (*Perca fluviatilis*) en blankvoorn (*Rutilus rutilus*) in de lengteklasse 0-10 cm.

5.2.3.1.5.4 Vergelijking met stroomafwaartse migratie juveniele brasem

Ook juveniele brasem lijkt op een ander moment stroomafwaarts te migreren (later) dan de hoofdmoot van juveniele baars. De migratieperiode van juveniele brasem valt wel gedeeltelijk samen met de tweede, kleinere migratiepiek van juveniele baars.



Figuur 5.77. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van baars (*Perca fluviatilis*) en brasem (*Abramis brama*) in de lengteklasse 0-10 cm.

5.2.3.1.6 Relatie migratie en watertemperatuur

Reeds vanaf een watertemperatuur van 5 °C vertonen adulte baarzen migratie-activiteit. Substantiële stroomafwaarts gerichte paaïmigratie begint doorgaans bij een watertemperatuur vanaf 10 °C. Dit is in overeenstemming met literatuurdata (VOORHAMM & VAN EMMERIK, 2011).

Er lijkt een significante (Z-waarde: 4,565 ; $P < 0,001$) relatie aanwezig tussen het begin en einde van migratie-activiteit en de respectievelijke toename en afname van de watertemperatuur.

5.2.3.1.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

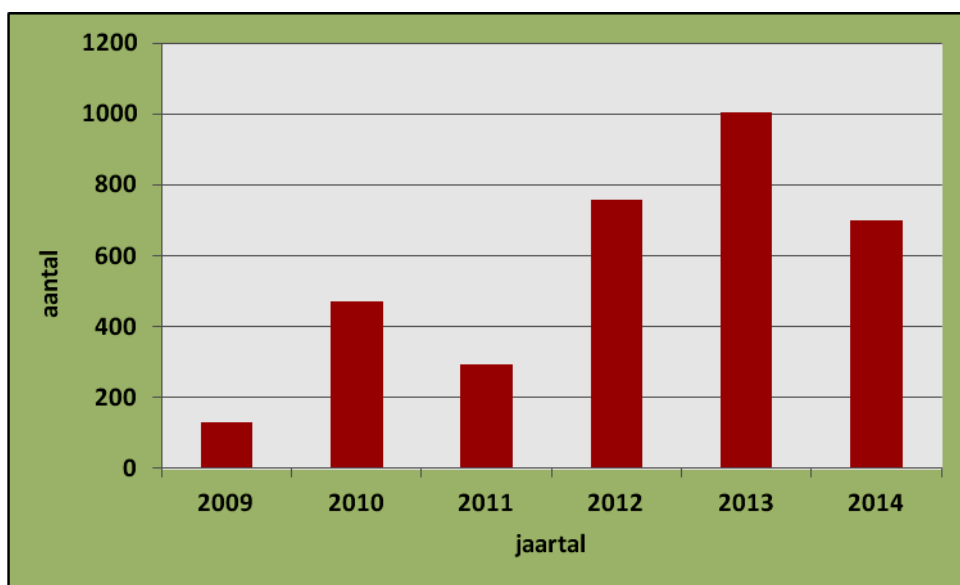
5.2.3.2 Pos (*Gymnocephalus cernuus*)



Figuur 5.78. Adulte pos (*Gymnocephalus cernuus*). Foto Thijs Belgers.

5.2.3.2.1 Totale vangst

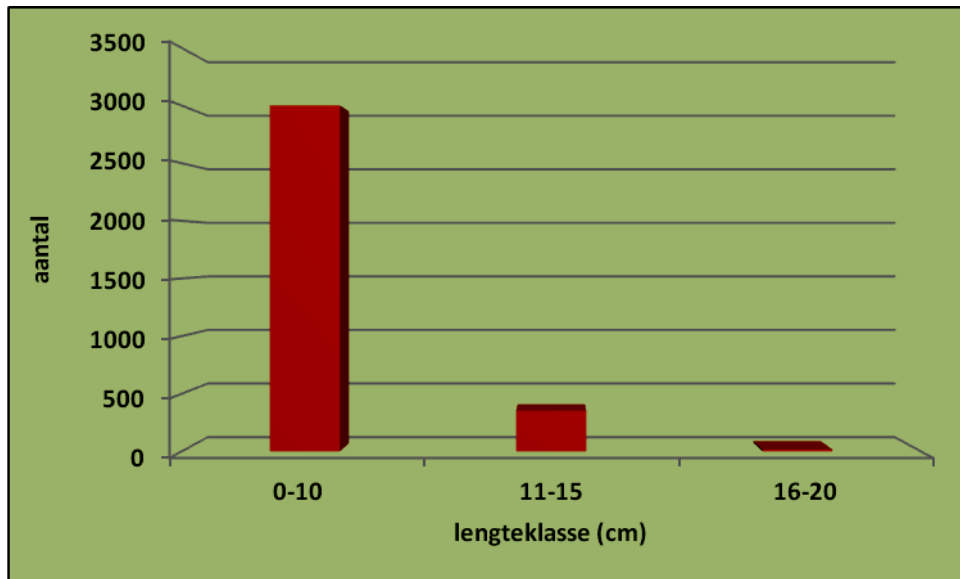
Tussen 2009 en 2014 zijn 3.353 possen gevangen (figuur 5.79). De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk. De relatief lage aantallen in de jaren 2009, 2010 en 2011 zijn grotendeels te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik in de eerste jaarhelft. In dit opzicht zijn de jaren 2012, 2013 en 2014 beter vergelijkbaar. De aantallen variëren globaal tussen de circa 700 en 1.000 vissen per jaar.



Figuur 5.79. Het aantal gevangen possen (*Gymnocephalus cernuus*) per onderzoeksjaar.

5.2.3.2.2 Lengte-frequentieverdeling

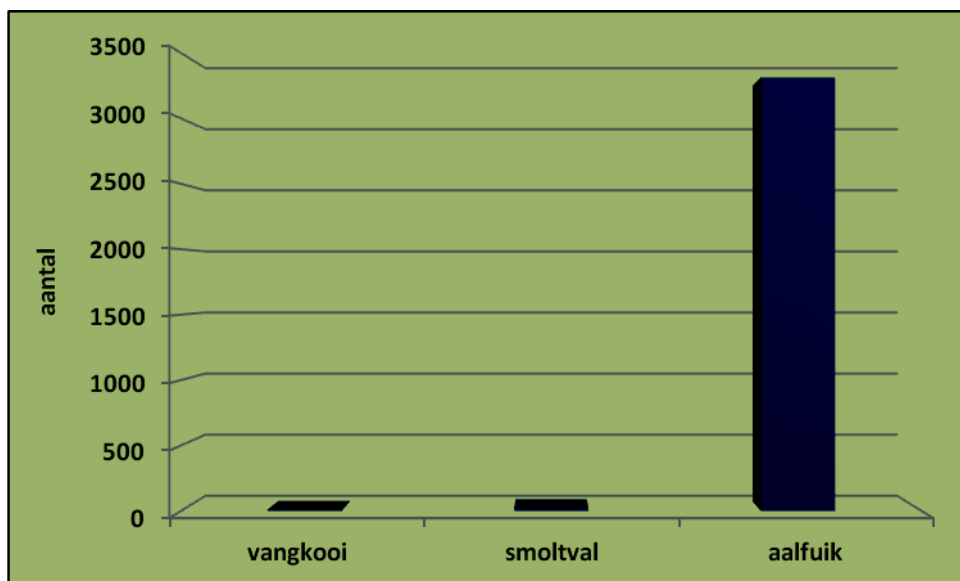
De lengte van de gevangen possen varieerde tussen de 3 en 17 cm. Het grootste deel van de dieren behoorde tot de lengteklasse 0-10 cm, bijna 90 % (figuur 5.80), waarvan het merendeel een lengte had van meer dan 5 cm. Volgens literatuurdata betreft het geslachtsrijpe possen (geslachtsrijp bij 6 à 7 cm) van twee jaar of ouder (VAN EMMERIK, 2004).



Figuur 5.80. Lengte-frequentieverdeling pos (*Gymnocephalus cernuus*).

5.2.3.2.3 Vangmethodiek

Veruit de meeste possen (99 %) zijn gevangen met de aalfuik (figuur 5.81). Hieruit kan worden afgeleid dat de dieren waarschijnlijk laag in de waterkolom (wellicht op bodemniveau) migreren.



Figuur 5.81. Het aantal gevangen possen (*Gymnocephalus cernuus*) per vangconstructie.

5.2.3.2.4 Waargenomen migratie

Van de 3.343 gevangen possen zijn er slechts negen aangetroffen in de vangkooi. Dit betekent dat pos in de benedenloop van de Roer een duidelijke stroomafwaartse migratie vertoont. Met de vangkooi zijn vrijwel geen dieren gevangen. De spijlen van de kooi laten possen echter probleemloos door. Zowel stroomafwaarts als stroomopwaarts migrerende dieren kunnen de kooi binnenzwemmen. Stroomopwaartse migratie kan derhalve niet met zekerheid worden aangetoond, maar ook niet worden uitgesloten.

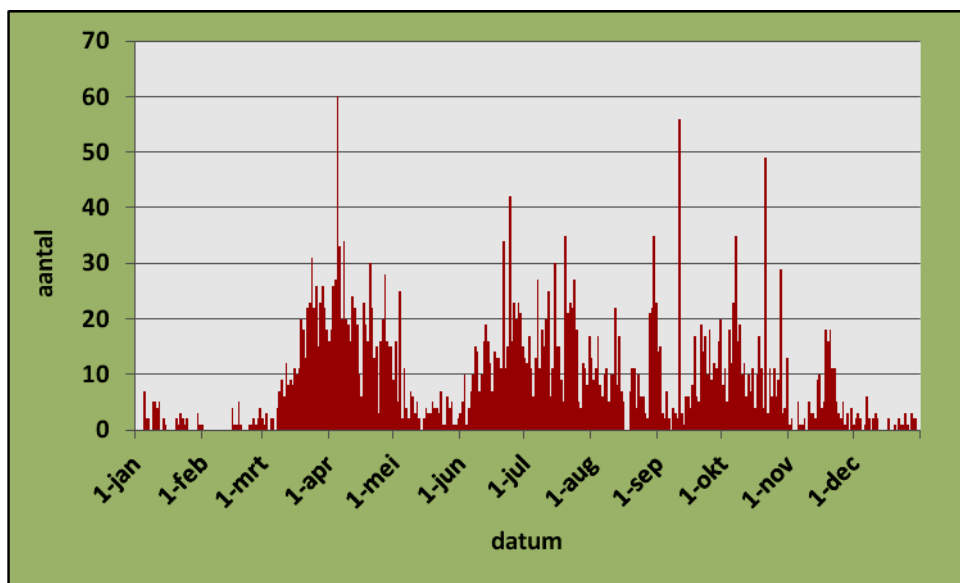
5.2.3.2.5 Migratieperioden

5.2.3.2.5.1 Stroomopwaarts

In de benedenloop van de Roer kon stroomopwaartse migratie niet worden vastgesteld.

5.2.3.2.5.2 Stroomafwaarts

Possen vertonen het gehele jaar stroomafwaartse migratie-activiteit (figuur 5.82). Er kunnen meerdere, grotere migratiegolven onderscheiden worden, namelijk de tweede week maart tot en met de eerste week mei, de periode juni-augustus, de periode half september-oktober en de periode half november-eind november. Volgens VAN EMMERIK (2004) paait pos tussen half april en juli en kan dan meerdere keren met tussenpozen eitjes afzetten. Waarschijnlijk is de eerste en mogelijk ook (een deel van) de tweede migratiegolf toe te schrijven aan paaimigratie.



Figuur 5.82. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van adulte pos (*Gymnocephalus cernuus*).

5.2.3.2.6 Relatie migratie en watertemperatuur

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en watertemperatuur.

5.2.3.2.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

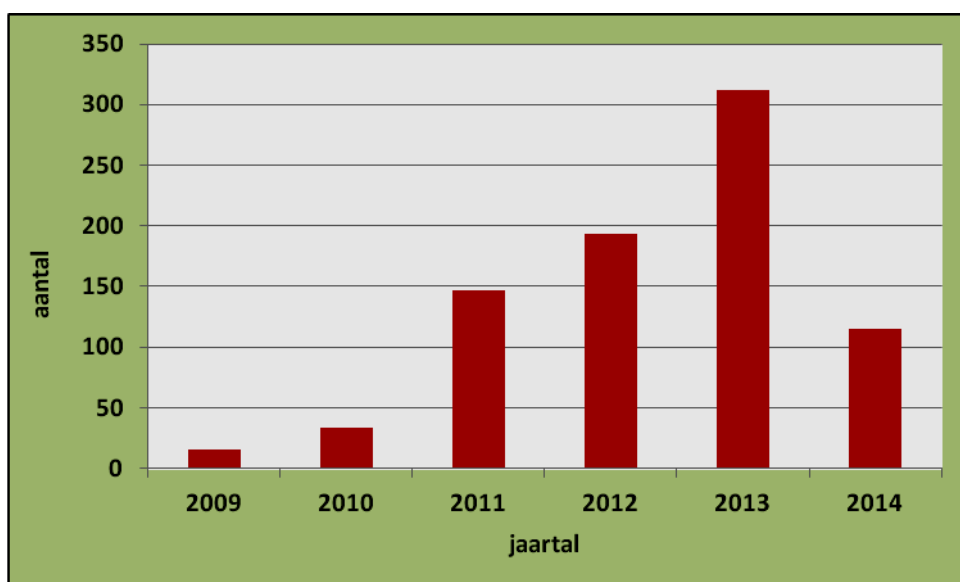
5.2.3.3 Snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*)



Figuur 5.83. Juveniele snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*).
Foto Heinz-Josef Jochims.

5.2.3.3.1 Totale vangst

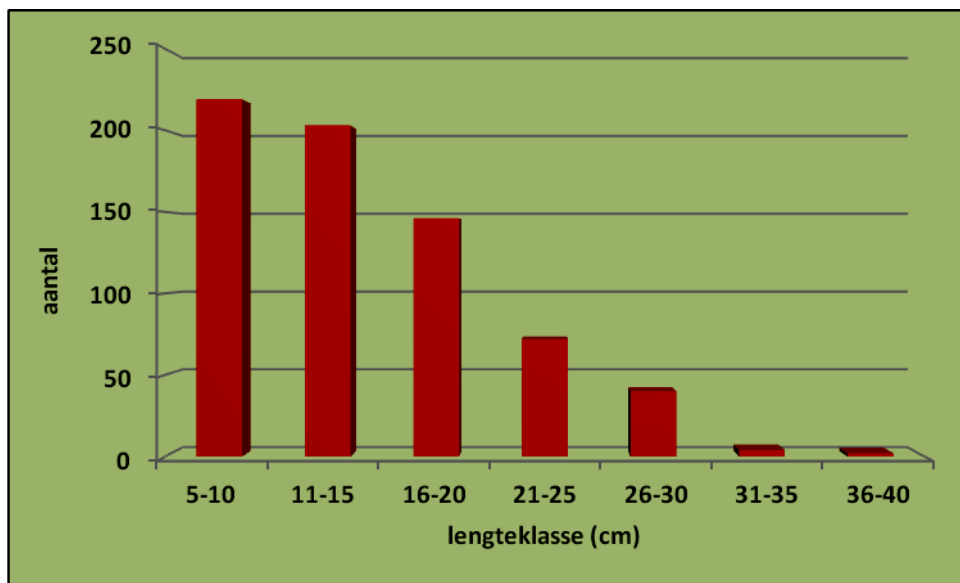
Tussen 2009 en 2014 zijn 816 snoekbaarzen gevangen (figuur 5.84), voornamelijk met de aalfuik (zie paragraaf 5.2.3.3.3). De vangsten per jaar verschillen aanzienlijk. Het relatief lage aantal in 2009 is te verklaren door het niet inzetten van de aalfuik vóór september. Een substantieel deel van de snoekbaarzen wordt namelijk gevangen in de maanden juli en augustus (zie paragraaf 5.2.3.3.5). In dit opzicht zijn de jaren 2011, 2012, 2013 en 2014 beter vergelijkbaar. De aantallen variëren aanzienlijk. Zo verschilt het aantal gevangen snoekbaars in 2010 een factor 9 met het aantal in 2013.



Figuur 5.84. Het aantal gevangen snoekbaarzen (*Stizostedion lucioperca*) per onderzoeksjaar.

5.2.3.3.2 Lengte-frequentieverdeling

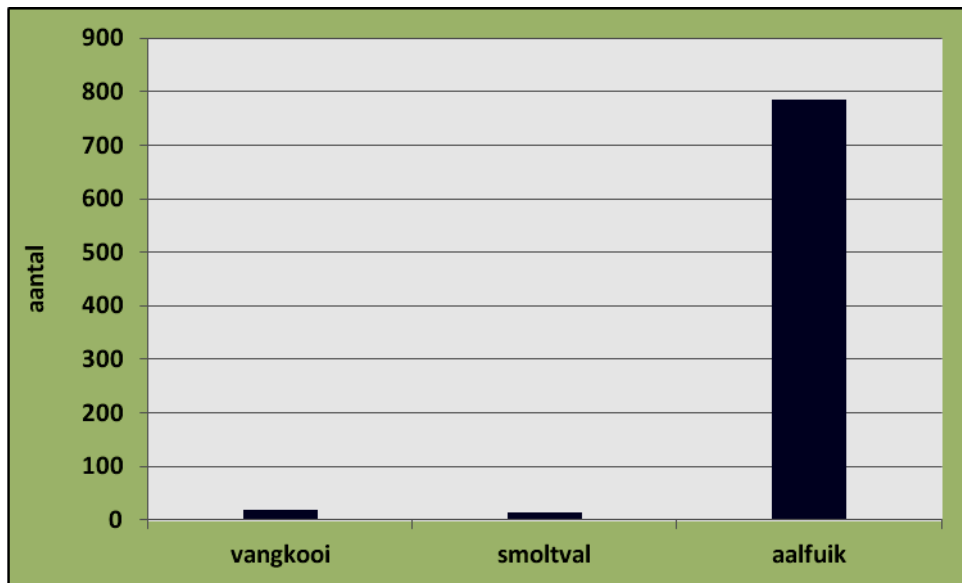
Stroomopwaarts zwemmende snoekbaars is nauwelijks gevangen. Er wordt alleen een lengte-frequentieverdeling gepresenteerd voor de stroomafwaarts migrerende dieren. De lengte van de gevangen snoekbaarzen varieerde tussen de 4 en 36 cm (figuur 5.85). Circa 83 % van de gevangen snoekbaarzen behoorde tot de lengteklasse 5-20 cm. AARTS (2007) vermeldt dat in diverse Europese wateren de lichaamslengte van 0⁺ snoekbaars varieert van 8-18 cm, afhankelijk van het voedselaanbod. KLEIN BRETELER & DE LAAK (2003) noemen een gemiddelde groei van 0⁺ snoekbaars in Nederlandse wateren van 0-12 cm en van 1 snoekbaars van 13-28 cm. Op basis van deze data is duidelijk dat de bij de ECI gevangen dieren 0⁺ en/of 1⁺ vissen zijn.



Figuur 5.85. Lengte-frequentieverdeling snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*).

5.2.3.3.3 Vangmethodiek

Ongeveer 96 % van de snoekbaarzen is met de aalfuik gevangen (figuur 5.86). Dit zijn vooral kleinere lengteklassen, met name 0⁺ en 1⁺ dieren. Deze vissen migreren waarschijnlijk laag in de waterkolom (wellicht op bodemniveau). Circa 2 % van de snoekbaarzen is met de vangkooi gevangen. Dit betreft vooral adulte, paarijpe dieren.



Figuur 5.86. Het aantal gevangen snoekbaarzen (*Stizostedion lucioperca*) per vangconstructie.

5.2.3.3.4 Waargenomen migratie

Bij snoekbaars is hoofdzakelijk stroomafwaartse migratie van de kleinere lengteklassen waargenomen. Daarnaast is een relatief klein aantal stroomopwaartse migrerende adulte dieren gevangen.

5.2.3.3.5 Migratieperioden

5.2.3.3.5.1 Stroomopwaarts

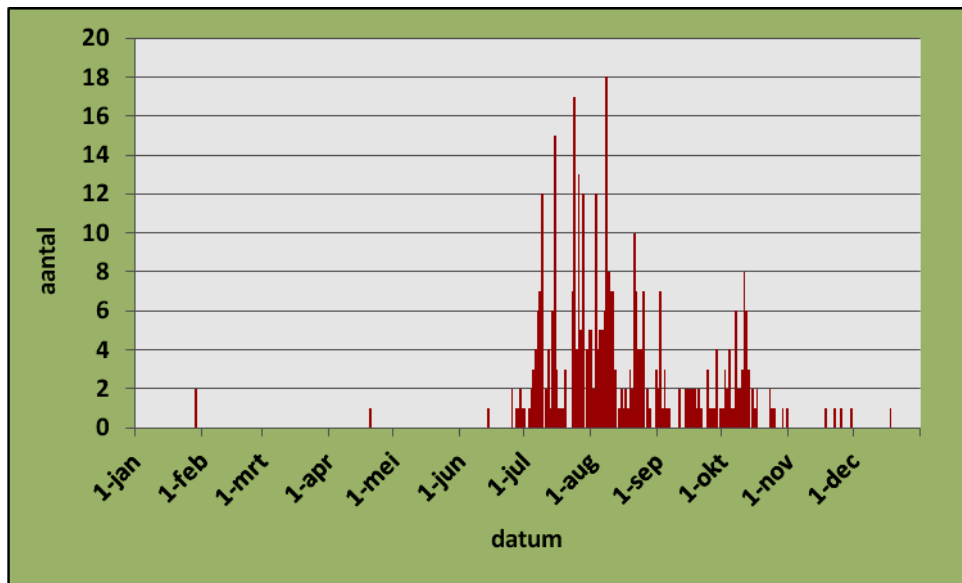
Van snoekbaars is bekend dat in het voorjaar paaimigraties worden uitgevoerd (LUCAS & BARAS, 2001; AARTS, 2007). In de benedenloop van de Roer kon stroomopwaartse migratie slechts in beperkte mate worden vastgesteld. Er worden geen data gepresenteerd.

5.2.3.3.5.2 Stroomafwaarts

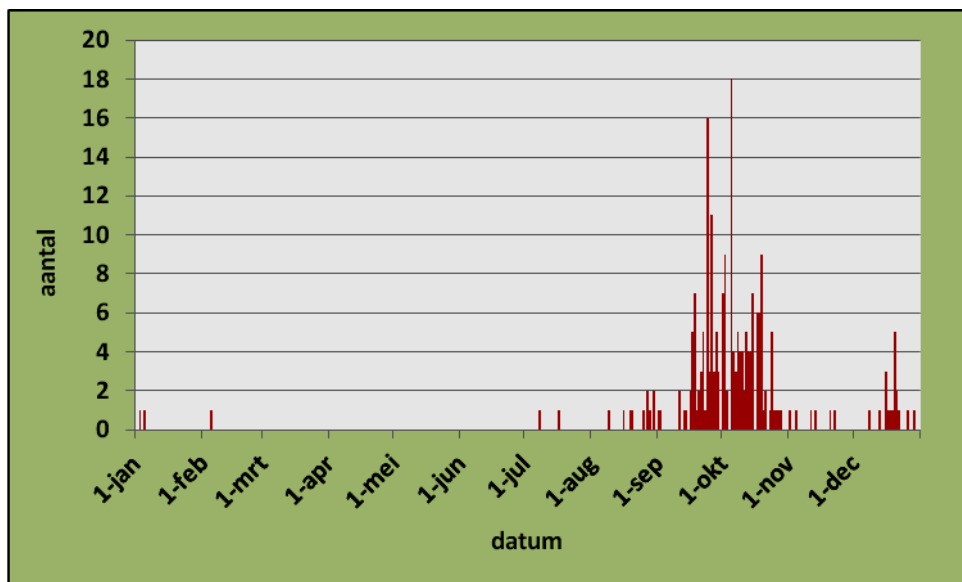
In de stroomafwaarts migrerende snoekbaarzen kunnen twee groepen onderscheiden worden, namelijk de lengteklasse 0-15 cm en de lengteklasse 16-20 cm. Waarschijnlijk betreft het de leeftijdsklassen 0⁺ en 1⁺ vissen. Beide groepen vertonen een verschillend migratiepatroon.

De lengteklasse 0-15 cm, een samenvoeging van de lengteklassen 0-10 en 11-15 cm vanwege een vergelijkbaar migratiepatroon, migreert met name in de periode juli-augustus stroomafwaarts (circa 77 %) (figuur 5.87). In de periode september-oktober volgt een kleinere migratiegolf (ongeveer 21 %). De lengteklasse 15-20 cm daarentegen migreert voornamelijk in de periode september-oktober (circa 82 %) (figuur 5.88).

Waarschijnlijk betreft de geconstateerde najaarsmigratie een stroomafwaartse trek naar overwinteringsgebieden, een fenomeen dat voor snoekbaars vermeld wordt door AARTS (2007). De betekenis van de gescheiden migratie van twee jongste klassen is niet duidelijk.



Figuur 5.87. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) in de lengteklasse 0-15 cm.



Figuur 5.88. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) in de lengteklasse 16-20 cm.

5.2.3.3.6 Relatie migratie en watertemperatuur

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en watertemperatuur.

5.2.3.3.7 Relatie migratie en debiet

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en debiet.

5.2.4 Zalmachtigen (*Salmonidae*)

5.2.4.1 Atlantische zalm (*Salmo salar*)

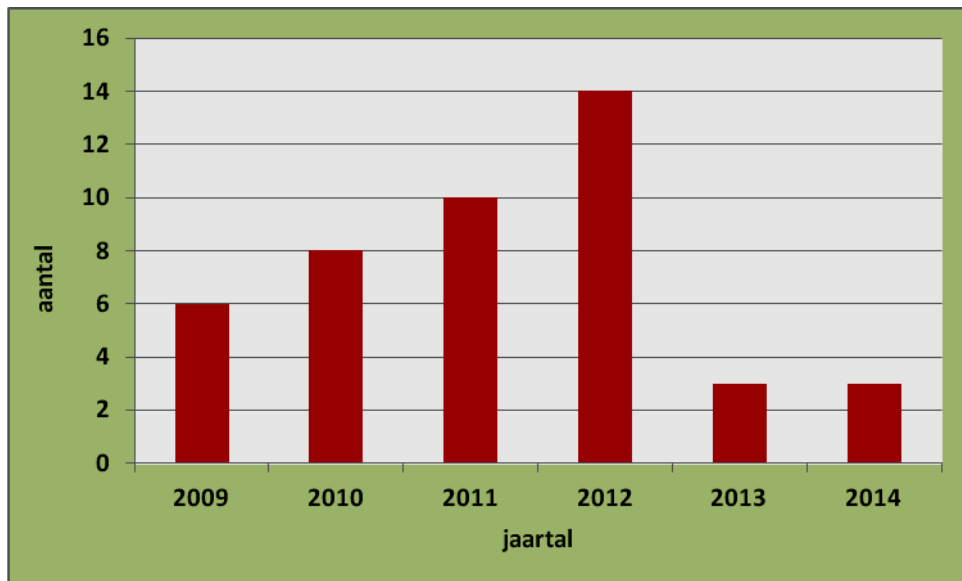


Figuur 5.89. Mannelijke zalm (*Salmo salar*) met een lengte van 75 cm, gevangen op 28 mei 2011.
Foto Heinz-Josef Jochims.

5.2.4.1.1 Totale vangst

5.2.4.1.1.1 Adulte, stroomopwaarts migrerende zalm

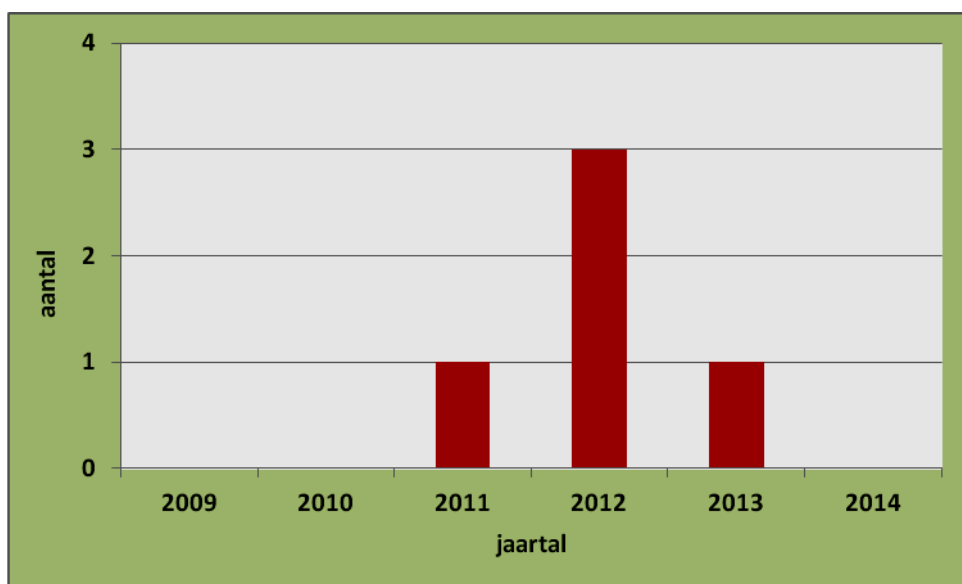
In de periode 2009-2014 zijn 45 stroomopwaarts migrerende adulte zalmen gevangen (figuur 5.90). De aantallen nemen vier jaar lang toe, maar in 2013 en 2014 zijn de aantallen beduidend lager. De sterk wisselende vangsten per jaar zou gerelateerd kunnen zijn aan de wisselende aantallen zalmen, die jaarlijks intrekken vanuit de Noordzee naar de Maas. Echter de Belgische vangsten in de Maas bij de stuw van Lixhe (jaaroverzichten van Y. Neus, zalmstation Erezée) bevestigen het beeld van de vangsten in de Roer niet.



Figuur 5.90. Het aantal gevangen stroomopwaarts migrerende zalmen (*Salmo salar*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.1.1.2 Adulte, stroomafwaarts migrerende zalm

Er zijn gedurende de monitoring vijf afgepaaide, stroomafwaarts migrerende zalmen gevangen (figuur 5.91).

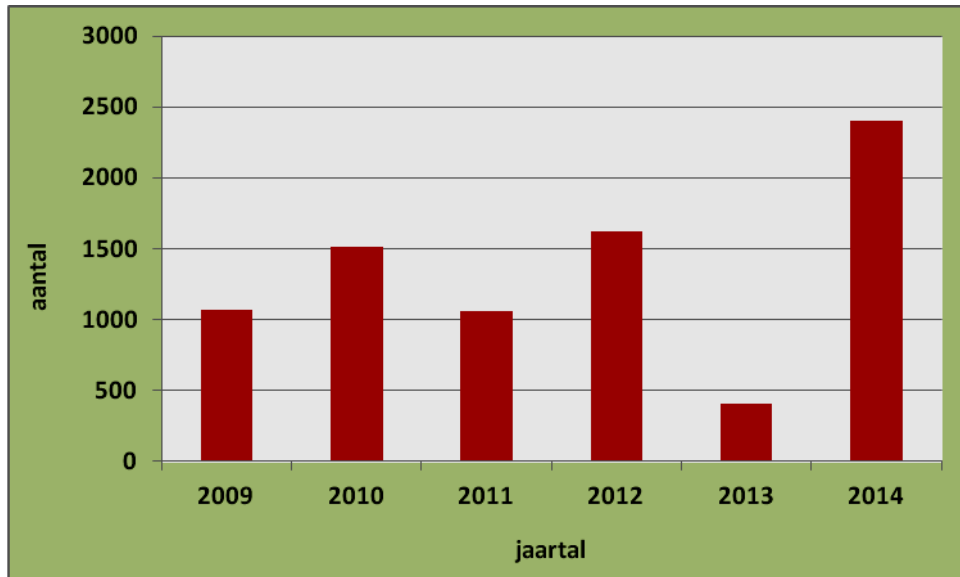


Figuur 5.91. Het aantal gevangen afgepaaide zalmen (*Salmo salar*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.1.1.3 Smolt

In de periode 2009-2014 zijn 8.079 smolts van de Atlantische zalm gevangen (figuur 5.92). De eerste vier jaren zijn de aantallen relatief constant en variëren tussen de circa 1.100 en 1.600 dieren. In 2013 is het aantal smolt aanzienlijk lager en in 2014 aanzienlijk hoger dan de voorgaande jaren. De oorzaak van het lage aantal in 2013 is het langdurig stil leggen van de turbine, vrijwel vanaf het begin van de smolttrek. Hierdoor is geen volledig beeld verkregen

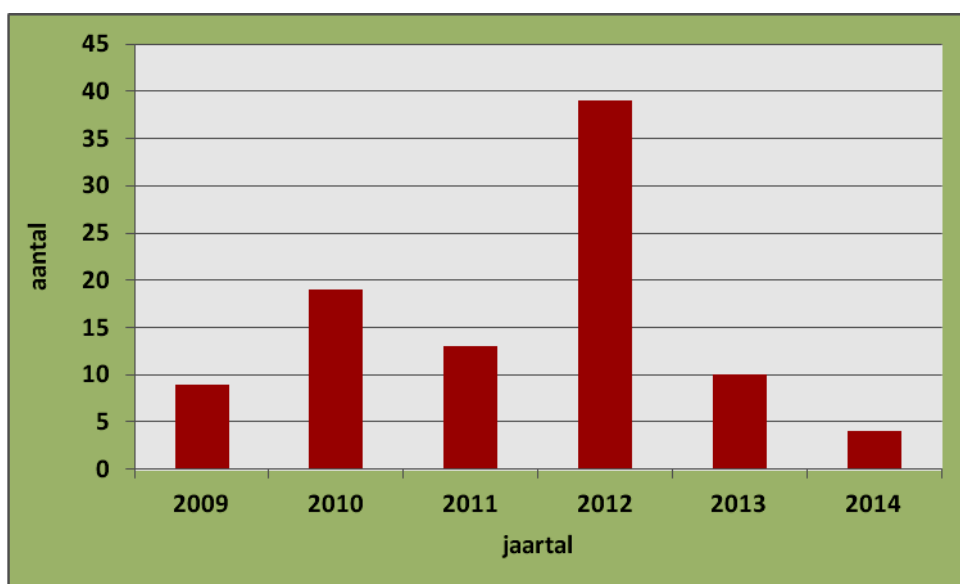
van het aantal naar zee migrerende zalmsmolts. Bij stil vallen van de turbine wordt de afvoer van de Roer over de Hambeek en het Groot Hellegat geleid en valt de stroming naar de molentak vrijwel geheel weg. Ook in 2011 is gedurende de tweede helft van april de turbine stilgelegd op het hoogtepunt van de smolttrek met tot dan toe vangsten van meer dan 100 stuks per dag. Hierdoor zijn vrijwel zeker enkele honderden exemplaren minder gevangen.



Figuur 5.92. Het aantal gevangen smolts (*Salmo salar*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.1.1.4 Precocious major male

In verhouding tot het totale aantal gevangen smolts is het aantal gevangen precocious male parrs gering (figuur 5.93). Mogelijk zijn er meer major males gevangen, maar zijn ze niet als zodanig herkend. De verwisseling met kleine nog niet gesmoltificeerde juveniele zalmen is snel gemaakt. Nagenoeg alleen exemplaren van rond 20 cm zijn herkend als precocious male parrs. Aangezien juveniele zalmen zo weinig mogelijk worden vastgepakt om verlies van schubben te voorkomen, is controle op het al dan niet voorhanden zijn van sperma moeilijk.



Figuur 5.93. Het aantal gevangen precocious major males (*Salmo salar*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.1.2 Lengte-frequentie verdeling

5.2.4.1.2.1 Adulte, stroomopwaartse migrerende zalm

De lengte van de in de periode 2009-2014 gevangen adulte zalmen varieerde van 55 tot 97 cm. De gemiddelde lengte bedroeg 77 cm. In tabel 5.2 is de gemiddelde lengte per onderzoeksjaar weergegeven.

Tabel 5.2. De gemiddelde lengte per onderzoeksjaar van adulte, stroomopwaarts migrerende zalmen (*Salmo salar*).

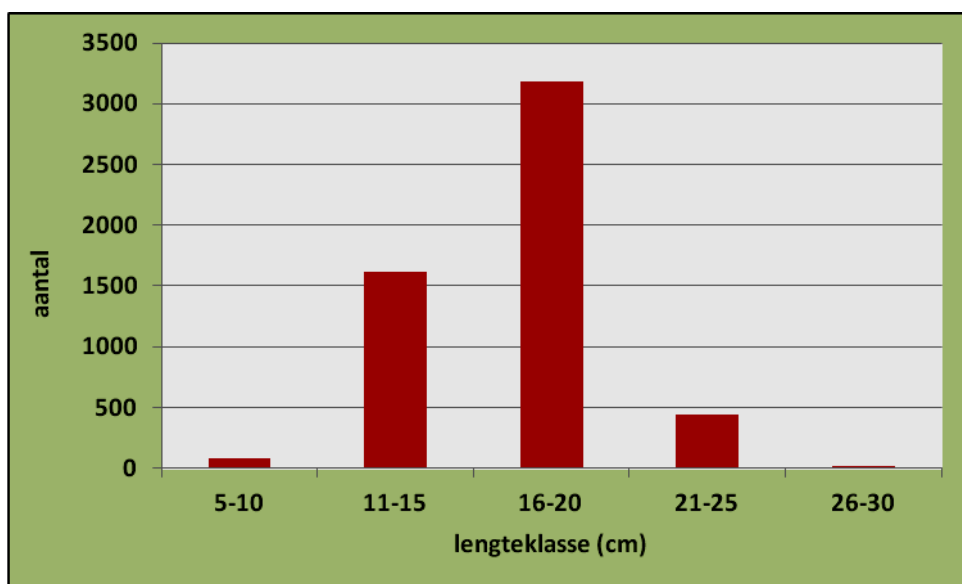
2009	2010	2011	2012	2013	2014
70	73	78	82	84	74

5.2.4.1.2.2 Adulte, stroomafwaarts migrerende zalm

De lengten van de vijf afgepaaide zalmen zijn: 95, 75, 86, 77 en 90 cm.

5.2.4.1.2.3 Smolt

In figuur 5.94 is de lengte-frequentie verdeling weergegeven van 5.336 smolts gevangen in de jaren 2009, 2011, 2012 en 2014. Uit de grafiek blijkt dat de meeste smolts (60 %) behoren tot de lengteklasse 16-20 cm. Ongeveer 90 % van de smolts valt in de lengteklassen 11-15 of 16-20 cm. DE LAAK (2007) noemt voor smolts in de zoetwaterfase een gemiddelde lengte van 15 cm.



Figuur 5.94. Lengte-frequentieverdeling smolts (*Salmo salar*).

Gedurende het voorjaar neemt de lengte van de gevangen smolts behoorlijk toe. In 2009 is tussen week 10 en week 20 per week de gemiddelde lengte (meetnauwkeurigheid 1 cm) bepaald van de gevangen smolts (n=665). In week 10 bedroeg de gemiddelde lengte van de smolts 12 cm, in week 20 15,9 cm. Er blijkt een significant verband tussen weeknummer en lengte ($R^2=0,9447$) (GUBBELS, 2010).

5.2.4.1.2.4 Precocious major male

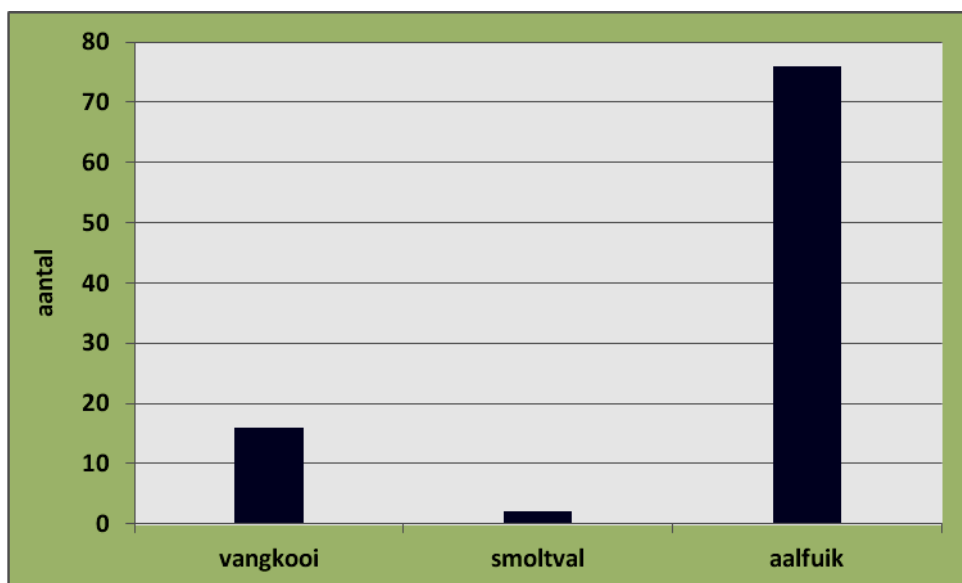
De lengte van de major males varieerde tussen de 13 en 22 cm. De gemiddelde lengte bedroeg 18 cm. DE LAAK (2007) vermeldt een lengte voor major males tussen de 7,5 en 20,4 cm. De lengte is afhankelijk van de leeftijd, waarbij de grotere geslachtsrijpe parrs drie jaar of ouder zijn.

5.2.4.1.3 Vangmethodiek

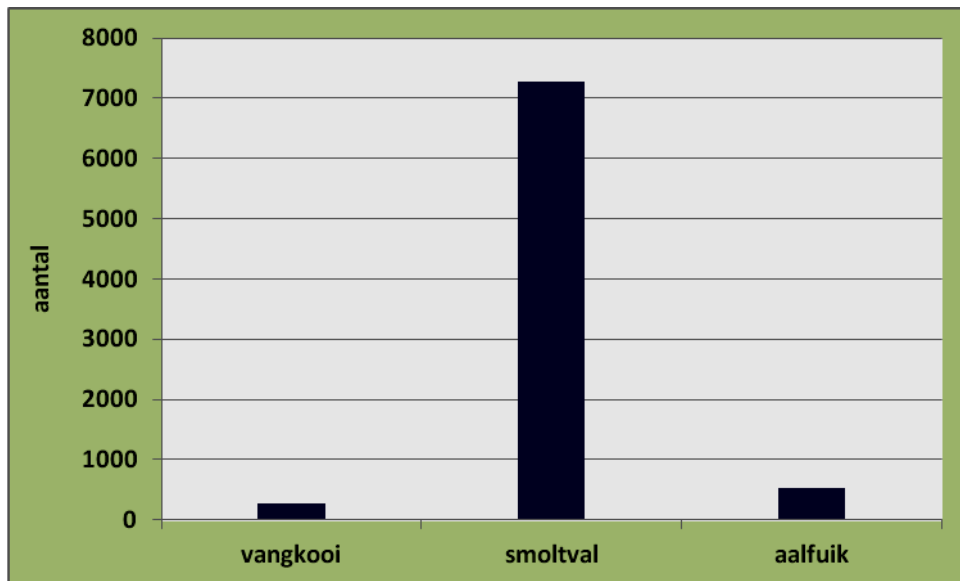
Adulte stroomopwaarts migrerende paairijpe zalmen zijn bijna allemaal gevangen in de vangkooi. Alleen in 2014 is een gezonde paairijpe zalm gevangen in de smoltval. De vangst van een optrekkende zalm in de smoltval is zeer opmerkelijk. Er is, gezien de zilverkleuring van deze vis, geen twijfel dat dit dier vers van zee is opgetrokken via de Hambeek vispassage en zich daarna weer in stroomafwaartse richting heeft begeven. Theoretisch kan deze zalm, na de Roer bereikt te hebben, zijn doorgezwommen tot aan de stuw bij het Duitse Karken en, na geconstateerd te hebben hier niet verder stroomopwaarts te kunnen, weer in stroomafwaartse richting zijn gegaan.

Afgepaaide stroomafwaarts migrerende adulte zalmen (zogenaamde Kelts) zijn gevangen in de smoltval (1) en in de aalfuik (4).

Precocious major males zijn voornamelijk (81 %) gevangen in de aalfuik (figuur 5.95). Smolts zijn daarentegen hoofdzakelijk (90 %) gevangen in de smoltval (figuur 5.96). Blijkbaar zwemmen major males en smolts op verschillende hoogten in de waterkolom, namelijk respectievelijk dieper en hoger.



Figuur 5.95. Het aantal gevangen precocious major males (*Salmo salar*) per vangconstructie.



Figuur 5.96. Het aantal gevangen smolts (*Salmo salar*) per vangconstructie.

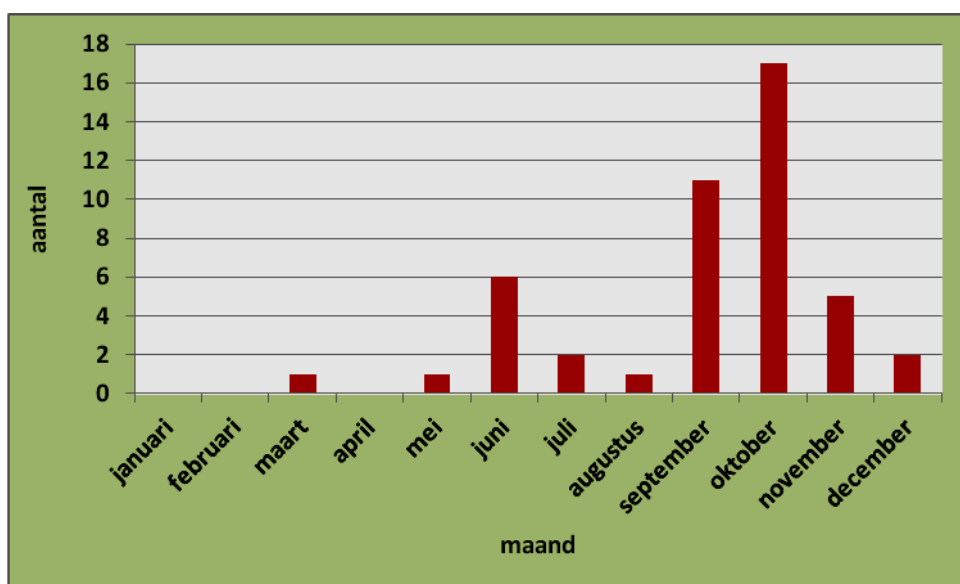
5.2.4.1.4 Waargenomen migratie

Er is stroomopwaartse migratie vastgesteld van adulte, paarijpe zalmen. Er is stroomafwaartse migratie vastgesteld van afgepaaide, adulte zalmen, smolts en precocious major males. Deze laatste migreren mogelijk in kleine aantallen ook stroomopwaarts.

5.2.4.1.5 Migratieperioden

5.2.4.1.5.1 Adulte, stroomopwaartse migrerende zalm

Adulte, stroomopwaarts migrerende zalmen zijn gevangen vanaf maart (figuur 5.97). De meeste dieren zijn gevangen in de maanden september en oktober. De geconstateerde periode van paaitrek sluit aan op de paaiperioden die genoemd worden voor West-Europese zalmpopulaties, namelijk november (KOTTELAT & FREYHOF, 2007).



Figuur 5.97. Migratie-activiteit van adulte, stroomopwaarts migrerende zalmen (*Salmo salar*).

5.2.4.1.5.2 Adulte, stroomafwaarts migrerende zalm

De afgepaaide adulte zalmen zijn duidelijk herkenbaar aan de slechte lichamelijke toestand, verwondingen en infecties. Bij vangst leefden de meeste nog en hebben hopelijk ook weer levend de Noordzee bereikt. De eerste vangst van een afgepaaide zalm betrof een vrouwtje op Kerstdag 2011 (figuur 5.98).



Figuur 5.98. Een afgepaaide vrouwelijke zalm van 95 cm, Kerstdag 2011: een mager, slecht uitzierend dier. Foto Kenneth Gubbels

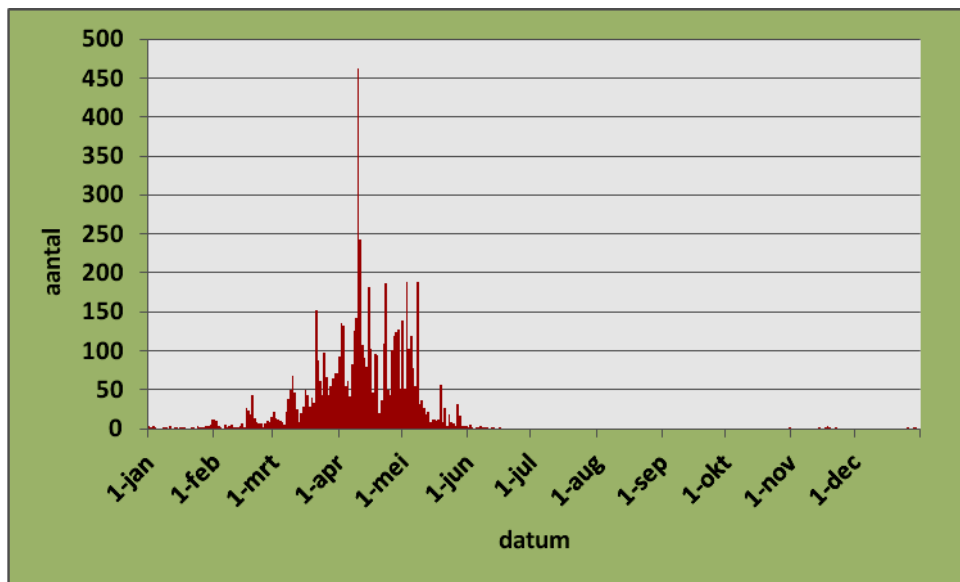
De overige afgepaaide zalmen zijn waargenomen op: 11 januari 2012 (vrouw, levend), 22 maart (vrouw, levend), 22 november (man, dood), 10 januari 2013 (vrouw, levend). Dit laatste dier was voorzien van een Nedap transponder en was tevens blind aan beide ogen. Na transport naar de Belgische kwekerij te Erezée is deze vis na enkele weken alsnog overleden. Gezien de vangstdata hebben de dieren gepaaid in de winter en wellicht het vroege voorjaar, overeenkomend met de data die door DE LAAK (2007) genoemd worden.

5.2.4.1.5.3 Smolt

Smolts (figuur 5.99) migreren voornamelijk in het voorjaar (figuur 5.100). In de periode half maart-half mei is 86 % van de stroomafwaarts zwemmende smolts gevangen. Dit komt overeen met de perioden zoals die in andere Europese zalmrivieren zijn vastgesteld, namelijk tussen april en juli (AAS *et al.*, 2011). Opmerkelijk is dat ook in de winter stroomafwaarts trekkende jonge zalmen zijn waargenomen. Ongeveer 5 % van de jonge zalmen is gevangen in de maanden november tot en met februari. Deze dieren zijn kleiner dan smolts (gemiddeld 9 cm) en nog niet gesmoltificeerd. Deze smolts worden ook wel pre-smolts genoemd. De vissen zijn fysiologisch nog niet geadapteerd aan een marien milieu en migreren dan ook niet tot in zee, maar blijven “hangen” in de estuariene zone van een rivier. De biologische betekenis van de stroomafwaartse migratie van pre-smolts is niet bekend (AAS *et al.*, 2011).



Figuur 5.99. Smolt van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). Diverse bloedzuigers hebben zich aan het dier vastgehecht. Foto Heinz-Josef Jochims.



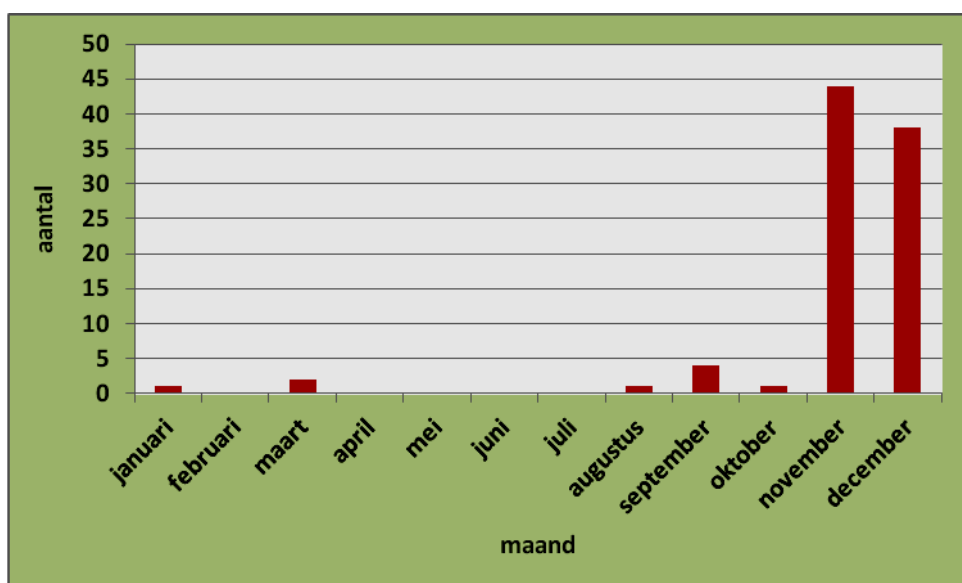
Figuur 5.100. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van smolts (*Salmo salar*).

5.2.4.1.5.4 Precocious major male

Precocious major males (figuur 5.101) migreren voornamelijk in de maanden november en december stroomafwaarts (figuur 5.102). Ruim 90 % van de dieren is in deze periode gevangen. Normaliter volgen de geslachtsrijpe parrs in de tijd gezien de stroomopwaarts trekkende paarijpe adulte zalmen en zoeken hen op (BUCK & YOUNGSON, 1982). Beide groepen dieren concurreren om de adulte geslachtsrijpe vrouwtjes. Alhoewel de gevangen aantallen relatief laag zijn en betrouwbare conclusies niet getrokken kunnen worden, lijkt het dat in de Roer de stroomopwaartse migratie van adulte zalmen eerder plaatsvindt dan de stroomafwaartse migratie van major males.



Figuur 5.101. Precocious male parr van de Atlantische zalm (*Salmo salar*).
Foto Heinz-Josef Jochims.



Figuur 5.102. Stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit van precocious major males (*Salmo salar*).

5.2.4.1.6 Relatie migratie en watertemperatuur

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en watertemperatuur. Zowel niet bij adulten als bij jonge zalm.

5.2.4.1.7 Relatie migratie en debiet

In de literatuur wordt vaker gewag gemaakt van een positieve correlatie tussen de stroomafwaartse migratie-activiteit van smolts en stijgingen in de waterafvoer (LUCAS & BARAS, 2001; DE LAAK, 2007). In de Roer is een dergelijk verband niet aangetoond.

5.2.4.1.8 Onderzoek naar de passage van zalmsmolts door ALTERRA/WUR (ROESSINK & OTTBURG, 2013)

Dit onderzoek is in 2012 uitgevoerd door de monitoringsgroep van de VBC Roerdal in samenwerking met Ivo Roessink, Fabrice Ottburg en Maurice Tilmans vanuit een onderzoeksopdracht aan Alterra/WUR, gefinancierd door de Wetenschapswinkel van Wageningen UR en Sportvisserij Nederland. Onderstaand de samenvatting van dit onderzoek. Het rapport is te downloaden van de www.wageningenur.nl/alterra.

Al jarenlang zetten vrijwilligers van VBC Roerdal en Arbeitsgemeinschaft Lachs und Meerforelle 2020 (ArGe Lachs) zich in voor de herintroductie van zalm op de rivier de Roer. Hierbij worden jonge zalmen uit ei opgekweekt en uitgezet in de bovenloop van de Roer. De vrijwilligers hebben echter tot nu toe geen zicht op de daadwerkelijke aantallen smolts (jonge zalmen) die, vanaf deze bovenstroomse delen, naar de Maas en daarmee uiteindelijk naar zee trekken. De smolts kunnen dit namelijk op vier manieren doen, via de smoltval, de aalpijp (aalfuik), de vispassage van de ECI waterkrachtcentrale of via de vispassage van de Hambeek. Verder worden er tijdens, delen van, de migratieperiode met schimmel geïnfecteerde jonge zalmen aangetroffen en is het niet duidelijk waardoor dit veroorzaakt wordt. In de Roer worden ook nog de nodige exotische rivierkreeften en wolhandkrabben gevangen, die mogelijk een bron van infecties zijn.

In deze studie werden twee onderzoeksvragen beantwoord, ten eerste of de schimmels die op sommige smolts werden waargenomen wellicht door de toenemende aanwezigheid van exotische kreeften en krabben veroorzaakt kon worden en ten tweede welk deel van het totale aantal passerende smolts in de smoltval van de ECI centrale gemonitord werd tijdens hun trek naar zee.

Om de eerste vraag te beantwoorden zijn enkele beschimmelde smolts in het laboratorium geanalyseerd. Analyse van de schimmelplukjes duidde vooral op een secundaire infectie met *Saprolegnia parasitica*. Secundair betekent in dit geval dat de schimmel niet de primaire oorzaak van het onwelzijn van de vissen was, maar dat dit door een andere factor werd veroorzaakt waarna de schimmel de vis kon infecteren. Vooral lage stroomsnelheden, warm water en slechte waterkwaliteit bevorderen infecties van *Saprolegnia parasitica*. Hierbij was het niet duidelijk hoe lang de vissen al geïnfecteerd waren en kon dus ook niet achterhaald worden waar precies in het stroomgebied de vissen geïnfecteerd zijn.

Om de tweede vraag te beantwoorden werd vier maal wilde smolts verzameld, gemerkt en bovenstrooms weer uitgezet. De smolts konden daarna in run 1 en 3 de ECI centrale passeren via de smoltval, de aalpijp en de vispassage. Hiervoor werden de smolts 285 m van de centrale losgelaten. In de Hambeek runs (run 2 en 4) werden de smolts 2836 m van de ECI centrale losgelaten en konden ze, naast de eerder genoemde mogelijkheden, de Maas ook nog eens via de Hambeek bereiken. Doordat de aalpijp en de smoltval continue gemonitord werden kon met het gedeelte 'niet teruggevangen' smolts uit een ECI run een schatting van het deel gemaakt worden van het aantal smolts dat gebruik maakte van de vispassage. Dit betekende dat als er bijvoorbeeld 100 smolts gemerkt en uitgezet werden en er in de smoltval 20 en in de aalfuik 10 werden terug gevangen, dat er $(100 - 20 - 10 =)$ 70 dieren door de vispassage gegaan zijn of op dit stuk door predatoren werden gepakt. Met dit getal kon in de Hambeek run het percentage dat gebruik maakte van de Hambeek geschat worden. Ook kon uit de vergelijking van de resultaten uit beide runs een indruk van de mortaliteit verkregen worden.

In totaal werden in de 2012-migratie periode 1321 smolts in de smoltval gevangen. Hiervan zijn 716 smolts (54 % van het jaartotaal gevangen in de smoltval) gemerkt en verdeeld over vier experimentele runs weer bovenstrooms van de ECI uitgezet. Bij het merken en uitzetten

zijn vijf van de 716 smolts overleden. Het feit dat dit maar een zeer klein percentage (0.7 %) is, geeft aan dat de gehele procedure maar een uiterst geringe impact op de vissen heeft gehad. De resultaten uit beide type runs lieten zien dat het percentage dat in de aalfuik terug gevangen werd klein was, namelijk gemiddeld 4 % en 1 % bij respectievelijk de ECI en Hambeek runs. Opvallend was ook dat in beide type runs zeer met elkaar overeenkomende percentages (gemiddeld 24 % en 29 % voor ECI en Hambeek runs) van de uitgezette smolts in de smoltval terug gevangen werden. Hiermee werd de gelijkenis tussen de percentages 'onbekend' (het deel dat de vispassage gebruikt had, opgegeten was of - in het geval van de Hambeek runs – een alternatieve route gekozen had) van beide type runs nog groter, gemiddeld 72 % en 70 %. Deze percentages worden als identiek beschouwd.

Gemiddeld ($[24+29]/2=$) 26.5 % van de uitgezette smolts passeerden via de smoltval. Samen met de monitoringsgegevens van de afgelopen jaren wordt het mogelijk hiermee een schatting te maken van het totaal aantal smolts dat uit de bovenloop van de Roer naar zee getrokken is. Dit resulteert in totaal aantallen van respectievelijk 4749, 5815, 4624 en 5081 smolts in de jaren 2009, 2010, 2011 en 2012.

Als deze aantallen vergeleken worden met het aantal jonge zalmen dat de vrijwilligers van de VBC Roerdal in deze jaren hebben uitgezet, blijkt dat 3.5 % tot 6.6 % van de uitgezette jonge vissen het smolt-stadium bereikten en de ECI waterkrachtcentrale passeerden op weg naar de Maas (en uiteindelijk verder op weg gaat naar zee). Vergeleken met de overleving van jonge zalmen in het wild, is dit een zeer goed resultaat en dragen de vrijwilligers met hun inspanningen bij aan het succesvol opgroeien van een populatie zeewaarts migrerende smolts. Het uiteindelijke succes van het initiatief van de vrijwilligers hangt af van het succesvol opgroeien op zee en het kunnen terugkeren naar geschikte paaiplaatsen van de volwassen dieren.

5.2.4.2 Zeeforel (*Salmo trutta trutta*)

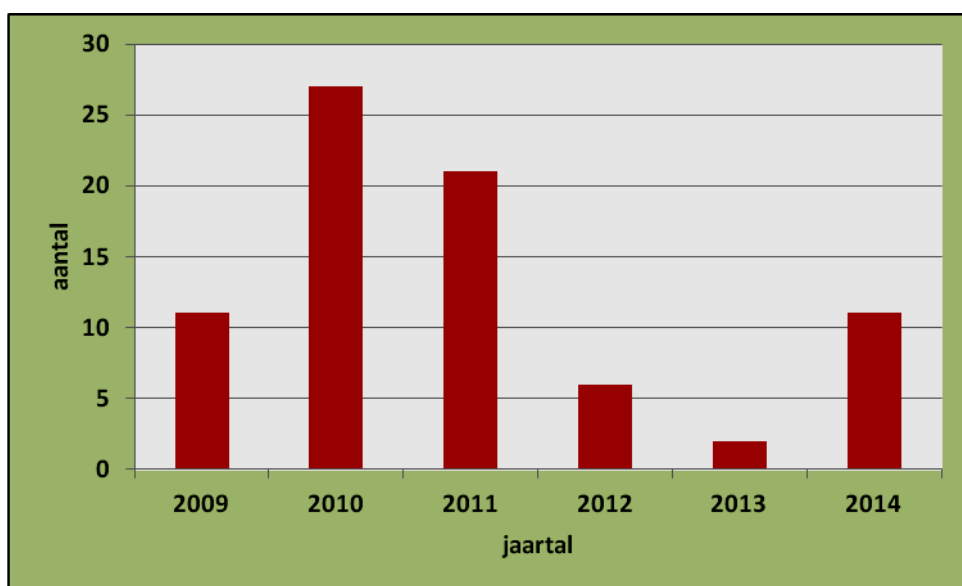


Figuur 5.103. Adulte zeeforel (*Salmo trutta trutta*). Foto Kenneth Gubbels.

5.2.4.2.1 Totale vangst

5.2.4.2.1.1 Adulte migrerende zeeforel

In de periode 2009-2014 zijn 78 migrerende adulte zeeforellen gevangen (figuur 5.104). Vier zeeforellen waren afgepaaid. Meestal is aan hun algehele conditie en donkere verkleuring als teken van een lang verblijf in het zoete water te zien of een gevangen stroomafwaarts trekkende zeeforel al dan niet is afgepaaid. Hoewel in 2011 aan het eind van de winter en in het vroege voorjaar drie afgepaaide zeeforellen in de vangkooi zijn gevangen, die duidelijk waren afgepaaid, worden deze toch tot de stroomafwaarts trekkende groep gerekend. In maart 2012 is nog een vierde afgepaaide zeeforel gevangen. Echter niet van alle gevangen adulte zeeforellen kon worden bepaald of deze al dan niet afgepaaid waren.



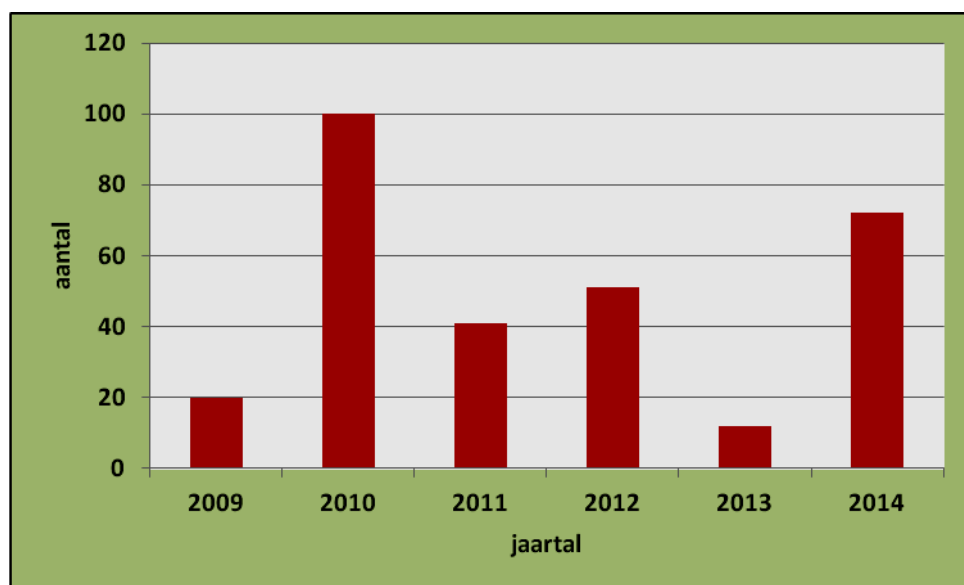
Figuur 5.104. Het aantal gevangen adulte zeeforellen (*Salmo trutta trutta*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.2.1.2 Smolt



Figuur 5.105. Zeeforel smolt met rode rand om de vetvin en een duidelijk kleinere borstvin dan de zalm smolt. Foto Heinz-Josef Jochims.

Er zijn in de monitoringsperiode 296 smolts (figuur 5.105) van de zeeforel gevangen (figuur 5.106). De wisselende aantallen per jaar kunnen te maken hebben met uitzettingen in het Duitse deel van de Roer, maar ook met langdurige turbine uitval in de migratie periode van 2012 en 2013.



Figuur 5.106. Het aantal gevangen smolts (*Salmo trutta trutta*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.2.2 Lengte-frequentie verdeling

5.2.4.2.2.1 Adulte migrerende zeeforel

De lengte van de in de periode 2009-2014 gevangen adulte zeeforellen varieerde van 53 tot 62 cm. De gemiddelde lengte bedroeg 57,5 cm. In tabel 5.3 is de gemiddelde lengte per onderzoeksjaar weergegeven.

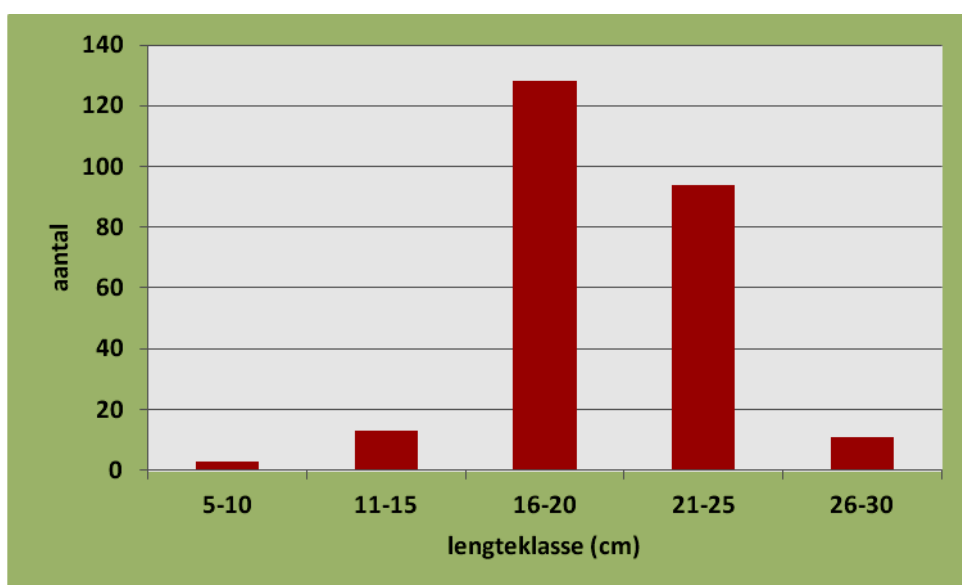
De gemiddelde lengte van de vier zekere stroomafwaarts migrerende afgepaaide zeeforellen was 56 cm.

Tabel 5.3. Gemiddelde lengte van adulte zeeforellen (*Salmo trutta trutta*) per onderzoeksjaar.

2009	2010	2011	2012	2013	2014
56	54	54	62	53	62

5.2.4.2.2.2 Smolt

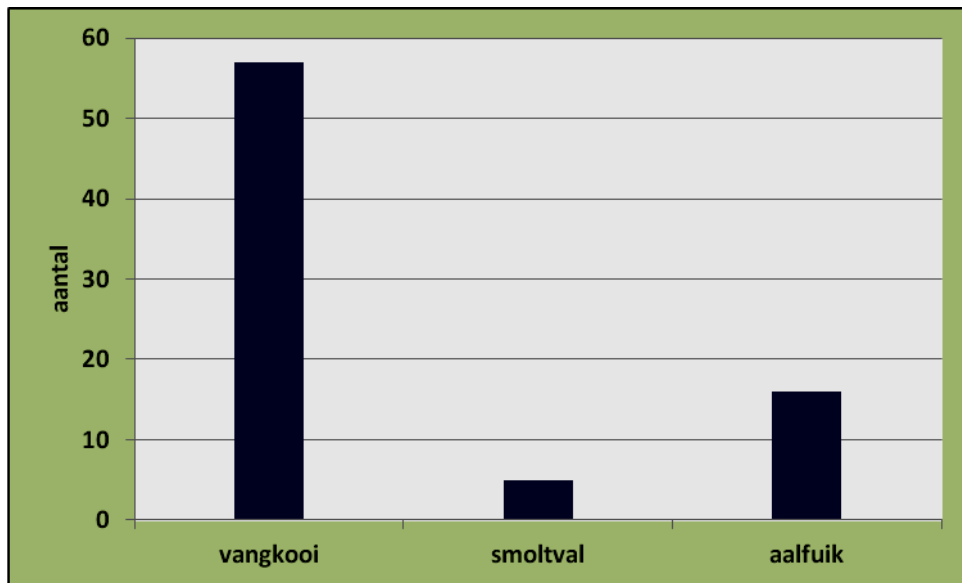
Net als bij zalm vallen de meeste smolts (51 %) in de lengteklasse 16-20 cm (figuur 5.107). Echter meer dan bij zalmsmolts behoort ook een substantieel deel (38 %) tot de lengteklasse 21-25 cm. Dit maakt dat de gemiddelde lengte van zeeforelsmolts groter is dan die van zalmsmolts.



Figuur 5.107. Lengte-frequentieverdeling smolts (*Salmo trutta trutta*).

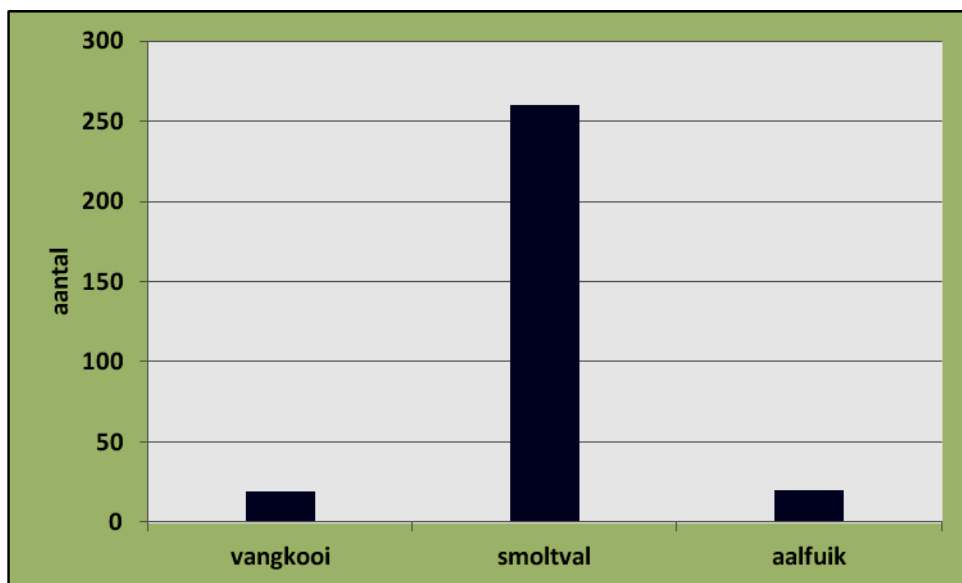
5.2.4.2.3 Vangmethodiek

De meeste adulte dieren zijn weliswaar gevangen in de vangkooi (n=57), maar ook in de smoltval (n=5) en aalfuik (n=16) (figuur 5.108). Zeeforellen hebben minder dan zalm het gedrag om louter stroomopwaarts te zwemmen om te paaien. Zeeforellen vertonen een veel grotere diversiteit aan zowel stroomopwaartse als aan stroomafwaartse migraties. De nog niet volwassen zeeforel, Grilse genoemd, trekt soms de rivier op, maar keert dan regelmatig ook weer terug richting zee en zelfs weer tot in de zee: de zogenaamde Dummy runners. Dit gedrag is ook meerdere malen waargenomen bij de ECI monitoring. Dit verklaart het grote aantal adulte, nog niet afgepaaide zeeforellen in de vangkooi en aalfuik. Ook het aantal strayers, vissen die een andere rivier optrekken om te paaien, is hoger bij de zeeforel dan bij de zalm (DE LAAK, 2008).



Figuur 5.108. Het aantal gevangen adulte zeeforellen (*Salmo trutta trutta*) per vangconstructie.

Smolts zijn voornamelijk gevangen in de smoltval (figuur 5.109). Dit geeft aan dat smolts van de zeeforel, net als die van de zalm, oppervlakkig in de waterkolom zwemmen.



Figuur 5.109. Het aantal gevangen smolts (*Salmo trutta trutta*) per vangconstructie.

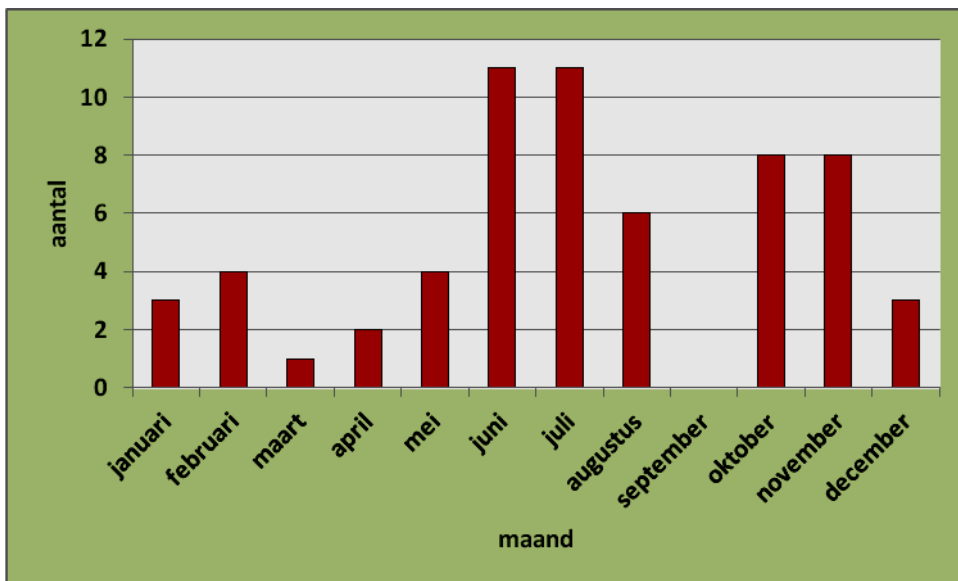
5.2.4.2.4 Waargenomen migratie

Er is stroomopwaartse migratie vastgesteld van adulte, paarijpe zeeforellen. Er is stroomafwaartse migratie vastgesteld van adulte, paarijpe zeeforellen, van afgepaaide zeeforellen en smolts. Precocious major males komen ook bij zeeforel voor (DE LAAK, 2008), maar zijn bij de ECI niet waargenomen.

5.2.4.2.5 Migratieperioden

5.2.4.2.5.1 Adulte migrerende zeeforel

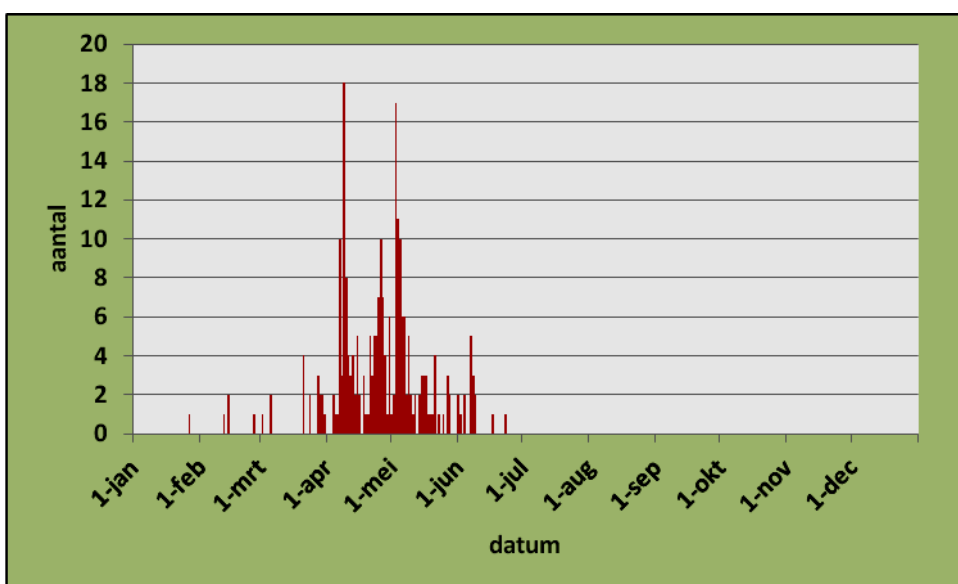
In de Roer zijn met uitzondering van de maand september het gehele jaar door adulte zeeforellen gevangen (figuur 5.110). De grootste aantallen zijn gevangen in de maanden juni en juli en in iets geringere mate in de maanden oktober en november. Dit stemt overeen met onder andere onderzoeksdata uit Engeland waarin geconstateerd werd dat zeeforel het gehele jaar migreert (DE LAAK, 2008).



Figuur 5.110. Migratie-activiteit van adulte zeeforel (*Salmo trutta trutta*).

5.2.4.2.5.2 Smolt

Smolts van de zeeforel migreren in het voorjaar, met name in de periode april-eerste helft mei (figuur 5.111).



Figuur 5.111. Migratie-activiteit van smolts (*Salmo trutta trutta*).

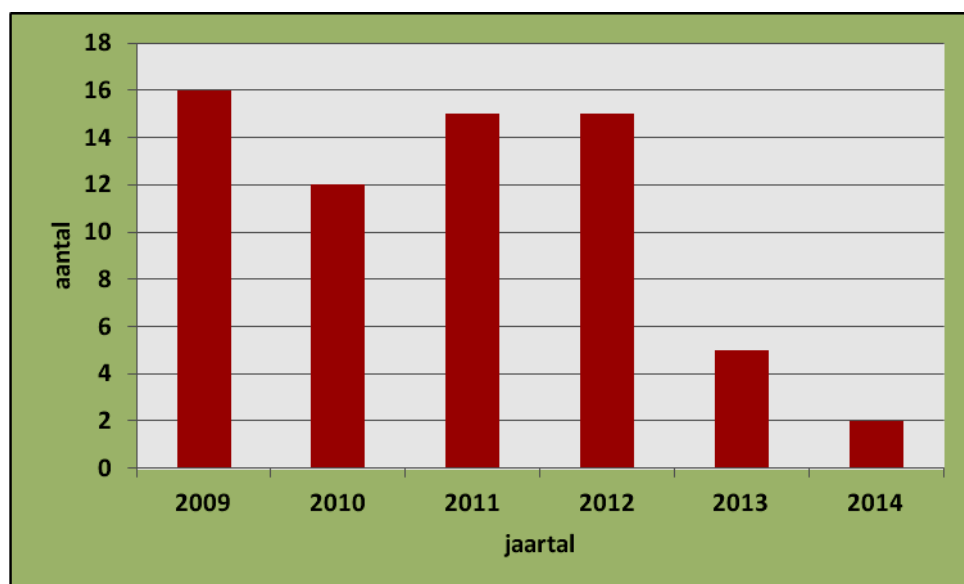
5.2.4.3 Beekforel (*Salmo trutta fario*)



Figuur 5.112. Beekforel (*Salmo trutta fario*) van de Wehebach stam, de autochtone beekforel van de Roer. Foto Heinz-Josef Jochims

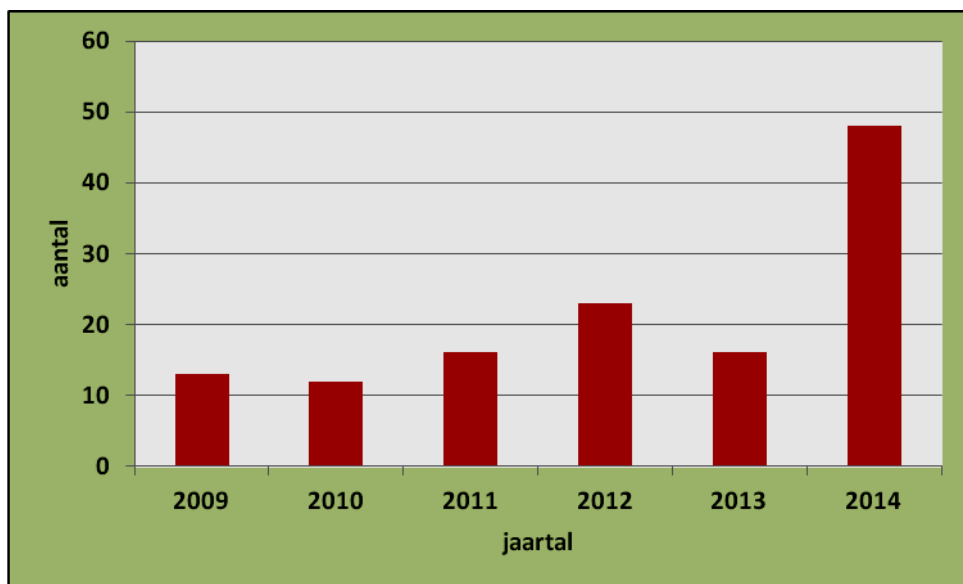
5.2.4.3.1 Totale vangst

In de periode 2009-2014 zijn in de vangkooi 65 beekforellen aangetroffen. De lengte varieerde van 5 tot 55 cm. In figuur 5.113 zijn de vangsten per jaar weergegeven. De aantallen per jaar zijn vrij constant, met uitzondering van 2013 en 2014.



Figuur 5.113. Het aantal in de vangkooi gevangen beekforellen (*Salmo trutta fario*) per onderzoeksjaar.

In de periode 2009-2014 zijn in de aalruik en de smoltval 128 stroomafwaarts migrerende beekforellen gevangen (figuur 5.114). Tot en met 2013 zijn de aantallen redelijk constant. Het jaar 2014 is met 48 exemplaren een uitschieter. De lengte van de stroomafwaarts migrerende beekforellen varieerde van 5 tot 50 cm.



Figuur 5.114. Het aantal in de smoltval en aalruik gevangen beekforellen (*Salmo trutta fario*) per onderzoeksjaar.

5.2.4.4 Overige forelsoorten

In de periode 2009-2014 zijn, met uitzondering van 2009 en 2014, jaarlijks enkele Elsässer saiblingen (figuur 5.115) gevangen. De lengten lagen tussen 37 en 50 cm. In 2009 is een bronforel gevangen in de vangkooi. Deze vissen zijn waarschijnlijk meegekomen van een kwekerij tussen partijen beekforellen voor uitzetting in de Duitse Roer.



Figuur 5.115. Elsässer saibling (*Salvelinus fontinalis* x *S. alpinus*), te herkennen aan de groenachtige kleur, de egale verdeling van lichte stippen en de witte band langs de borst-, buik- en anaalvin. Foto Thijs Belgers

In de periode 2009-2014 zijn 406 regenboogforellen (figuur 5.116) gevangen. Dit zijn allochtone forellen, waarvan uitzetting alleen in afgesloten wateren is toegestaan. Voor zover bekend vermeerderen deze zich echter niet in onze stromende wateren, maar zijn wel een concurrent voor de inheemse beekforel. Deze vissen zijn vooral gevangen in de smoltval en de aalfuik in het voorjaar. De lengten lagen tussen 5 en 60 cm.



Figuur 5.116. Juveniele regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*) te herkennen aan de zwarte punten op de staart- en rugvin en aan de purperen band over de zijkant. Foto Heinz-Josef Jochims.

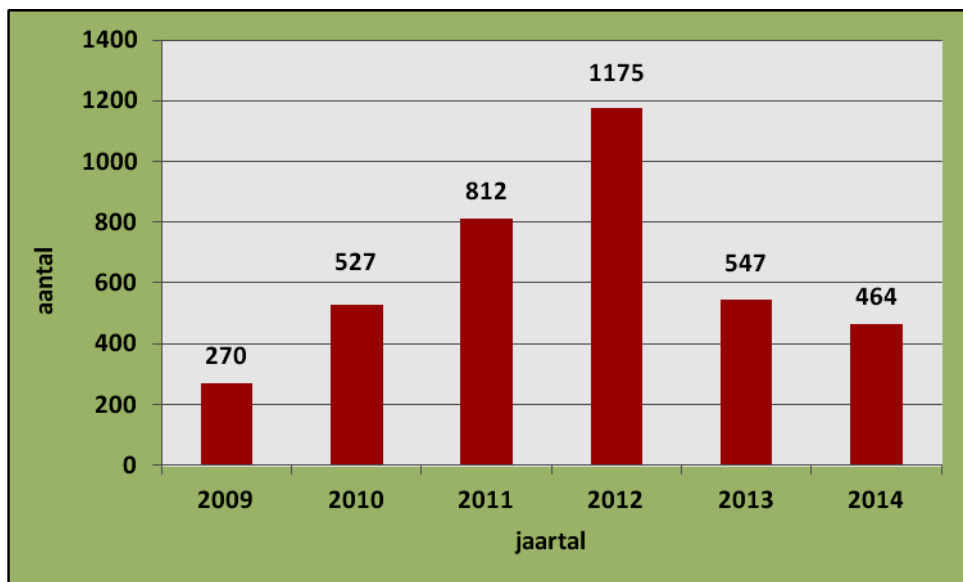
5.2.5 Aal (*Anguilla anguilla*)



Figuur 5.117. Schieraal (*Anguilla anguilla*). Foto Rob Gubbels.

5.2.5.1 Totale vangst

In de periode 2009-2014 zijn 3.795 alen gevangen. De aantalsverdeling over de monitoringsjaren is weergegeven in figuur 5.118. De aantallen variëren tussen 270 (2009) en 1.175 (2012). Wanneer de jaren 2012 tot en met 2014 worden vergeleken, jaren waarin de aalfuik jaarrond is ingezet, blijkt dat het aantal jaarlijks stroomafwaarts migrerende alen aanzienlijk kan verschillen (factor 2,5).

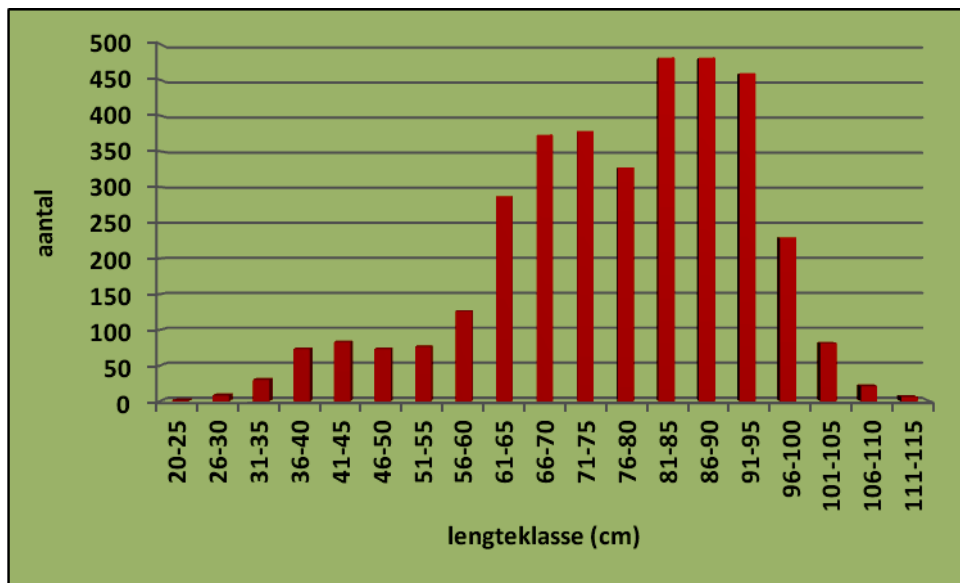


Figuur 5.118. Het aantal stroomafwaarts migrerende alen (*Anguilla anguilla*) per onderzoeksjaar.

5.2.5.2 Lengte-frequentieverdeling

De lengte van de aftrekkende alen varieerde van 23 tot 113 cm. De meeste alen behoorden tot de lengteklasse 81-95 cm (ongeveer 40 %). Circa 84 % van de alen had een lengte tussen de 60 en 100 cm (figuur 5.119). In de lengte-frequentieverdeling zijn twee groepen alen te

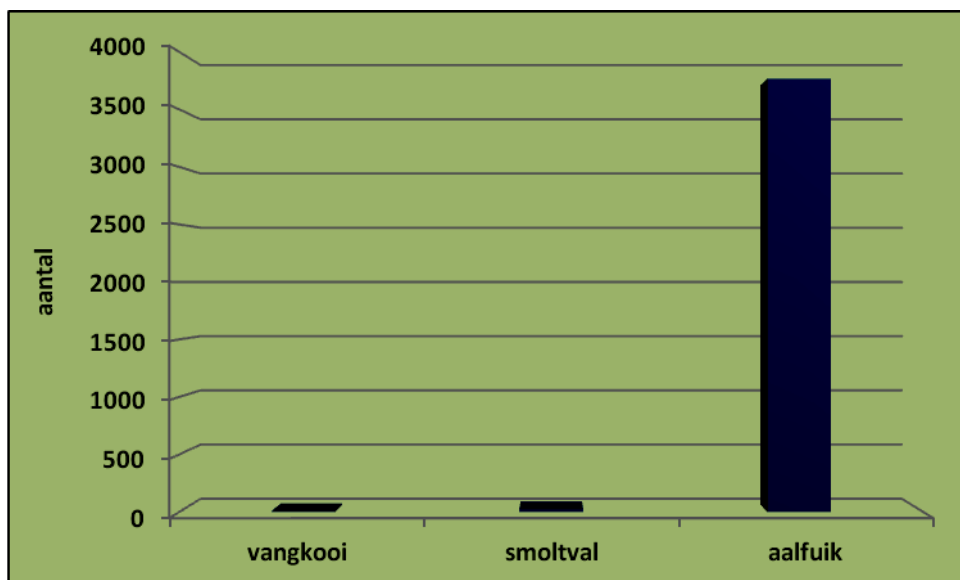
onderscheiden, namelijk een groep dieren kleiner dan 50 cm en een groep dieren groter dan 50 cm. Alen groter dan 50 cm worden doorgaans beschouwd als vrouwelijke dieren, alen kleiner dan 50 cm als mannelijke dieren (TESCH, 2003).



Figuur 5.119. Lengte-frequentieverdeling van de stroomafwaarts migrerende alen (*Anguilla anguilla*).

5.2.5.3 Vangmethodiek

Nagenoeg alle alen (ruim 99 %) zijn gevangen met de aalfuik (figuur 5.120). Hieruit kan worden afgeleid dat alen zeer waarschijnlijk laag in de waterkolom (wellicht op bodemniveau) migreren.



Figuur 5.120. Het aantal gevangen stroomafwaarts migrerende alen (*Anguilla anguilla*) per vangconstructie.

5.2.5.4 Waargenomen migratie

Bij aal is uitsluitend stroomafwaartse migratie vastgesteld van voornamelijk schieraal en een deel rode aal.

5.2.5.5 Migratieperioden

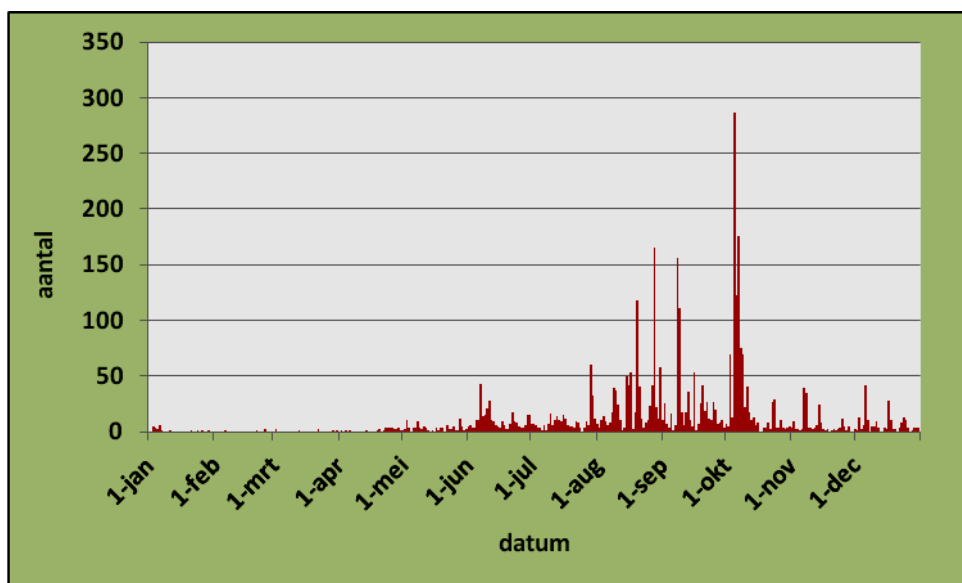
Alen migreren het gehele jaar stroomafwaarts (figuur 5.122). Tot half april betreft het incidentele waarnemingen van een enkel exemplaar. In 2014 is voor het eerst in het onderzoek onderscheid gemaakt tussen rode aal en schieraal (figuur 5.121).



Figuur 5.121. Schieraal (*Anguilla anguilla*) met de voor paai-rijpe alen kenmerkende helderwitte buik en uitpuilende ogen. Foto boven: Thijs Belgers, foto beneden: Heinz-Josef Jochims.

Hieruit bleek dat rode aal eerder migreert dan schieraal en dat de vroege aalwaarnemingen vrijwel allemaal rode aal betreft (GUBBELS *et al.*, 2015). Het is bekend dat er in het voorjaar migraties van rode aal kunnen optreden (KLEIN BRETELER, 2005). Na half april wordt de

stroomafwaartse aalmigratie duidelijk intensiever. Vanaf juni is er sprake van een substantiële stroomafwaartse migratie van aal. Afhankelijk van het debietverloop van de Roer (zie paragraaf 4.5.8) kunnen er jaarlijks migratiepieken onderscheiden worden. In tegenstelling tot wat doorgaans in de literatuur wordt vermeld, namelijk dat de stroomafwaartse migratie van aal met name plaatsvindt aan het einde van de zomer/begin herfst (TESCH, 1991; VAN GINNEKEN & MAES, 2005; PHILIPPART, 2007) is in de Roer aangetoond dat migraties reeds veel eerder beginnen. Vóór 1 september is bijna de helft van de alen (43%) de ECI watercentrale gepasseerd. Dit zijn waarschijnlijk voor een groot deel (mannelijke) rode alen (zie paragraaf 4.5.6). De aantallen alen die gedurende de trekperiode dagelijks gevangen worden verschillen enorm. Ze kunnen variëren van enkele dieren tot honderden exemplaren. De absolute topdag was 5 oktober 2012 met 282 alen in de aalfuik. De piekperiode in de Roer, half augustus-half-oktober, is duidelijk vroeger dan de piekperiode die Philippart (2007) vermeldt voor de Maas (Lixhe), namelijk november.

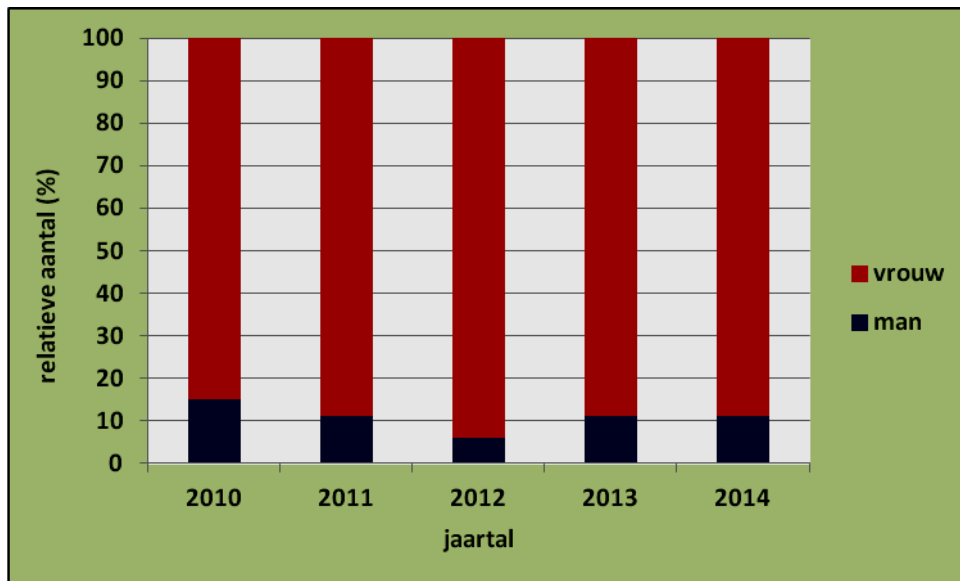


Figuur 5.122. Migratie-activiteit van stroomafwaarts migrerende alen (*Anguilla anguilla*).

5.2.5.6 Relatie migratie en lichaamslengte

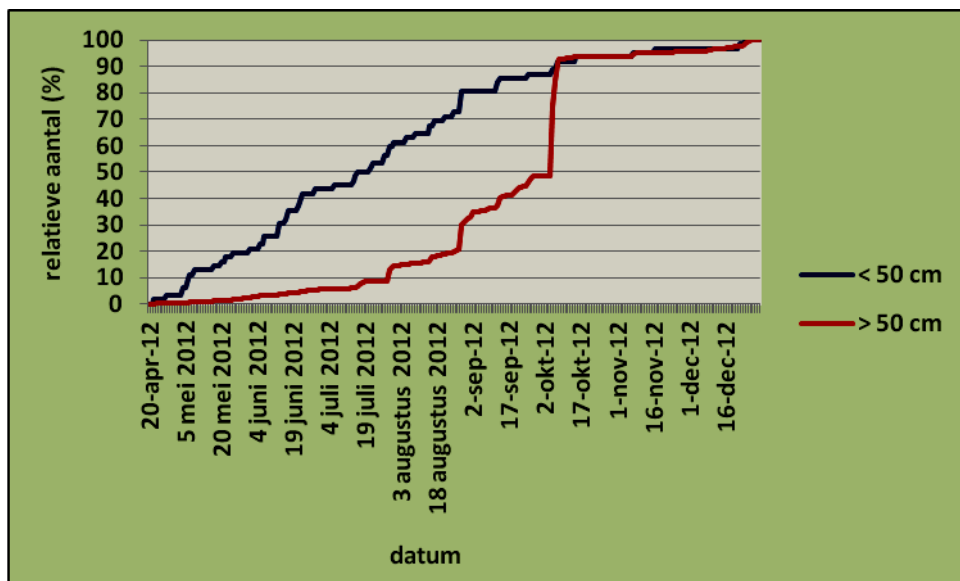
In elk onderzoeksjaar is in de lengte-frequentieverdeling geconstateerd dat er twee groepen alen te onderscheiden zijn, namelijk alen kleiner dan 50 cm en alen groter dan 50 cm (zie paragraaf 4.5.4). Alen kleiner dan 50 cm worden beschouwd als mannelijke dieren (TESCH, 2003). Wanneer deze lengtegrens als geslachtsonderscheid gehanteerd wordt, dan blijkt het merendeel van de aftrekkende alen (gemiddeld 92 %, $sd = 2,8$) van het vrouwelijke geslacht (figuur 5.123).

Dit strookt met literatuurgegevens waarin gesteld wordt dat het vooral de vrouwelijke alen zijn die ver stroomopwaarts het rivierensysteem binnendringen. Mannetjes blijven meer in de benedenrivieren (KLEIN BRETELER, 2005).



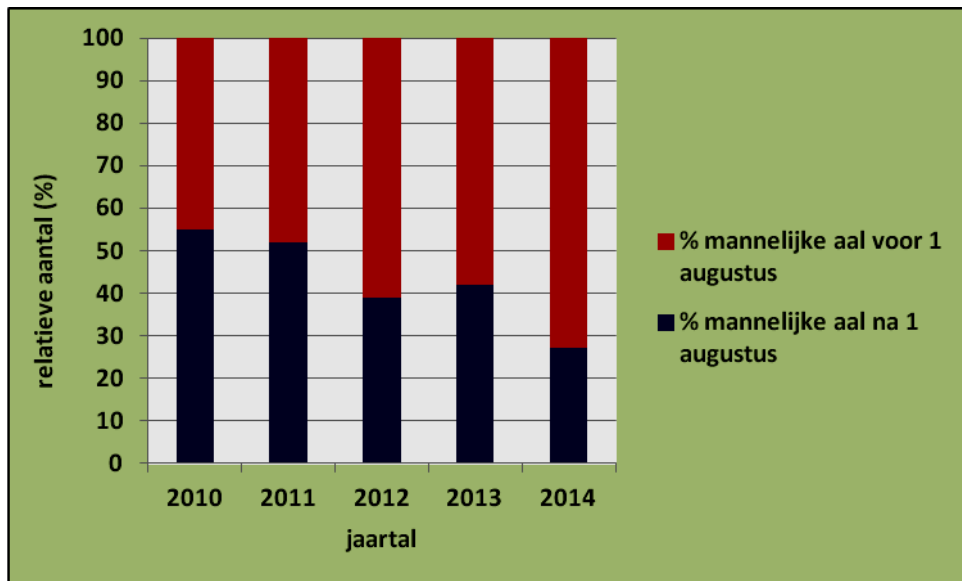
Figuur 5.123. Het relatieve aantal mannelijke en vrouwelijke alen (*Anguilla anguilla*) per onderzoeksjaar.

Gedurende elk onderzoeksjaar is vastgesteld dat alen kleiner dan 50 cm (mannetjes) eerder stroomafwaarts migreren dan alen groter dan 50 cm (vrouwtjes). Als voorbeeld wordt de stroomafwaartse aalmigratie uit 2012 getoond (figuur 5.124).

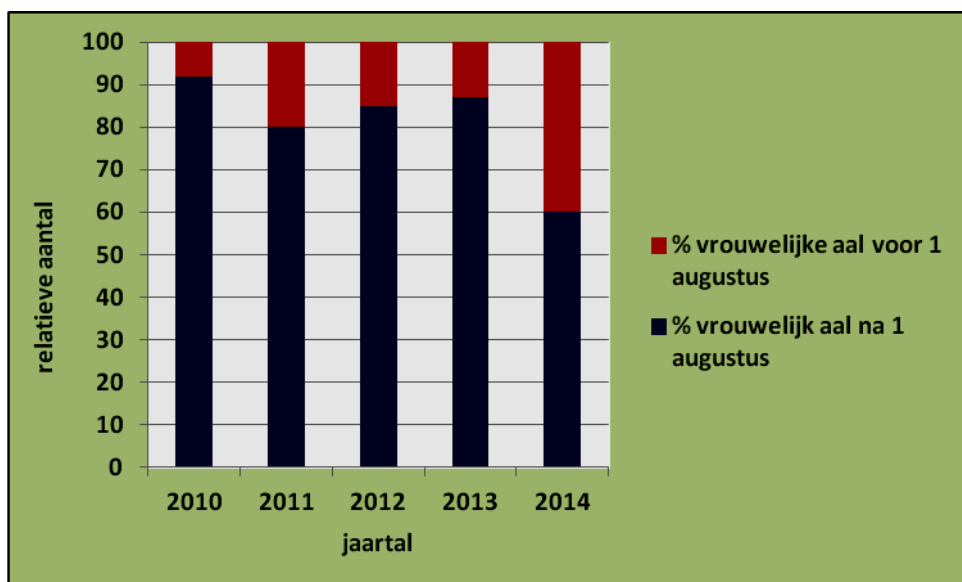


Figuur 5.124. Het relatieve aantal alen (*Anguilla anguilla*) met een lengte >50 en < 50 cm dat dagelijks in 2012 de ECI waterkrachtcentrale passeerde.

Gemiddeld 57 % (sd= 9,6) van de mannelijke alen is voor 1 augustus de ECI waterkrachtcentrale gepasseerd (figuur 5.125). Op dat moment is pas gemiddeld 19 % van de vrouwelijke dieren gepasseerd. Ongeveer 81 % (sd= 11,1) van de vrouwelijke alen zwemt dus na 1 augustus voorbij de ECI (figuur 5.126). Het eerder migreren van mannelijke alen wordt bevestigd door literatuurdata (TESCH, 2003; KLEIN BRETELER, 2005). Mannelijke alen zouden langzamer stroomafwaarts zwemmen dan vrouwelijke dieren. Om min of meer gelijktijdig op de voortplantingslocatie aan te komen, zouden mannelijke alen eerder vertrekken (TESCH, 2003).



Figuur 5.125. Het relatieve aantal mannelijke alen (*Anguilla anguilla*) dat per onderzoeksjaar voor en na 1 augustus de ECI-waterkrachtcentrale passeerde.



Figuur 5.126. Het relatieve aantal vrouwelijke alen (*Anguilla anguilla*) dat per onderzoeksjaar voor en na 1 augustus de ECI-waterkrachtcentrale passeerde.

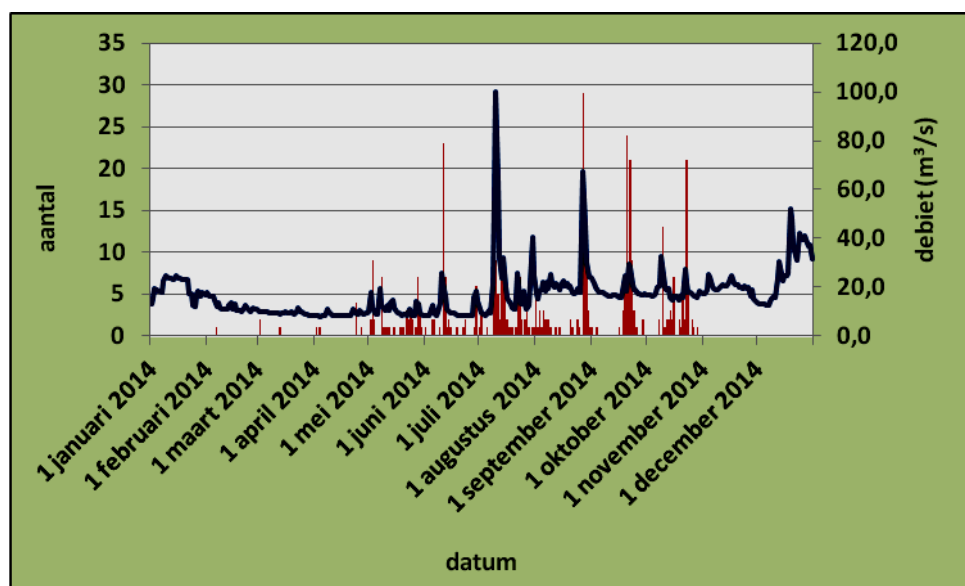
5.2.5.7 Relatie migratie en watertemperatuur

In geen enkel onderzoeksjaar kon een eenduidige relatie worden aangetoond tussen migratie-activiteit en watertemperatuur.

5.2.5.8 Relatie migratie en debiet

De aftrek van schieraal wordt getriggerd door verhogingen in de waterafvoer van de Roer. Als voorbeeld is de relatie weergegeven tussen de stroomafwaartse migratie van schieraal in 2014 en het debietverloop van de Roer (figuur 5.127). Alle migratiepieken waarbij meer dan vijf alen gevangen werden, vallen samen met pieken in de waterafvoer. Een dergelijk verband kon gedurende de onderzoeksperiode in elk jaar aangetoond worden. De data werden geanalyseerd

met het programma R Statistics. Er bleek significant verband tussen de migratie-activiteit van schieraal en verhogingen in de waterafvoer (Z -waarde = 9,927; geschatte regressiecoëfficiënt = 0,056657; $p < 0,001$). Diverse auteurs beschrijven dit verband (WINTER et al., 2006; SUDO & TSUKAMOTO, 2014).



Figuur 5.127. De migratie-activiteit van stroomafwaarts migrerende alen (*Anguilla anguilla*) en het debietverloop van de Roer in 2014.

5.2.6 Exoten

5.2.6.1 Waargenomen soorten

Gedurende de monitoringsperiode zijn twaalf soorten exoten aangetroffen. Het betreft de volgende vissoorten:

blauwband (*Pseudorasbora parva*)
Donaubrasem (*Abramis sapa*)
goudvis (*Carassius auratus auratus*)
Elsässer saibling (*Salvelinus fontinalis* x *S. alpinus*)
grote marene (*Coregonus wartmanni*)
Kesslers grondel (*Neogobius kesslerii*)
marmergrondel (*Proterorhinus marmoratus*)
regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*)
roofblei (*Aspius aspius*)
Siberische steur (*Acipenser baerii*)
zonnebaars (*Lepomis gibbosus*)
zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*)

Alle exoten zijn in zeer lage aantallen gevangen. Uitzondering zijn de regenboogforel, marmergrondel en zwartbekgrondel waarvan enkele honderden respectievelijk enkele duizenden (zwartbekgrondel) exemplaren gevangen zijn.

5.2.6.2 Aantalsontwikkelingen exotische grondels

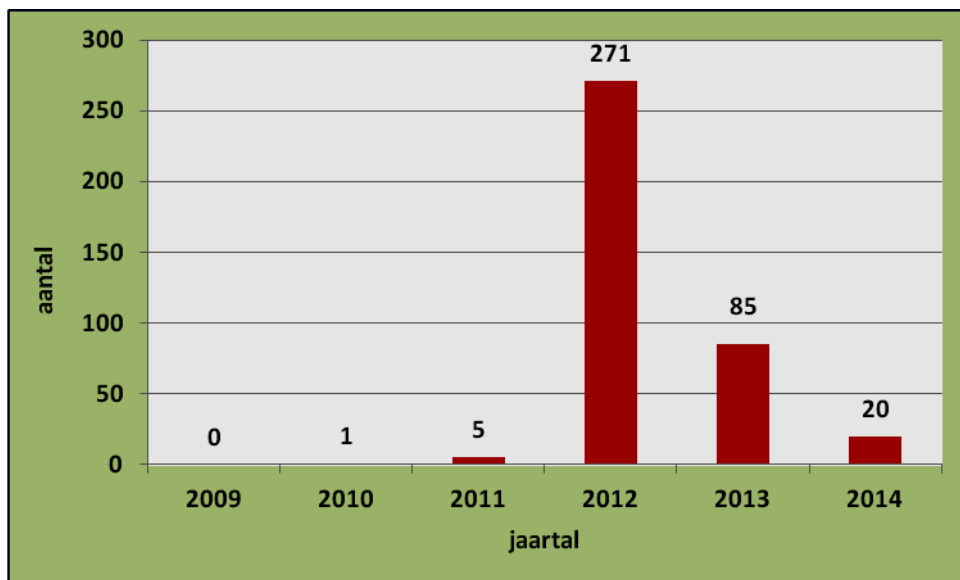
In 2002 is voor het eerst een exotische grondel in Nederland waargenomen, namelijk de marmergrondel. In 2004 volgde de zwartbekgrondel en in 2007 de Kesslersgrondel (MEIJER, 2012). Pas jaren later bereikten deze soorten de Roer. De marmergrondel is 2010 voor het eerst waargenomen, de zwartbekgrondel en Kesslersgrondel in 2013.

5.2.6.2.1 Marmergrondel



Figuur 5.128. Marmergrondel (*Proterorhinus marmoratus*). Foto Heinz-Josef Jochims

Na één vis in 2010 en vijf dieren in 2011 leek de marmergrondel (figuur 5.128) in 2012 met 271 vissen aan een opmars te beginnen. De opleving lijkt echter van korte duur. Na 2012 nemen de aantallen weer fors af (figuur 5.129).



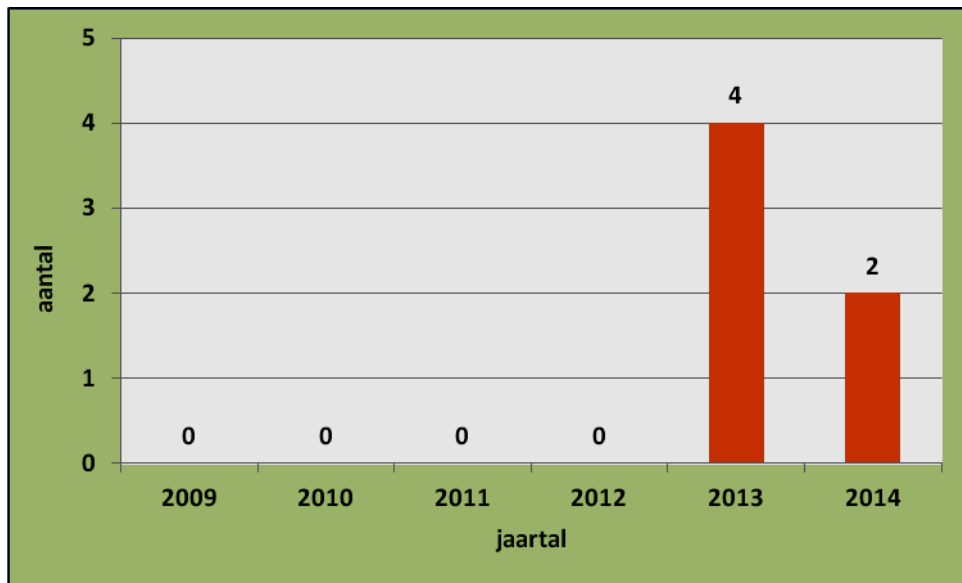
Figuur 5.129. Het aantal gevangen marmergrondels (*Proterorhinus marmoratus*) per onderzoeksjaar.

5.2.6.2.2 Kesslersgrondel



Figuur 5.130. Kesslers grondel (*Neogobius kesslerii*).
Foto Heinz-Josef Jochims.

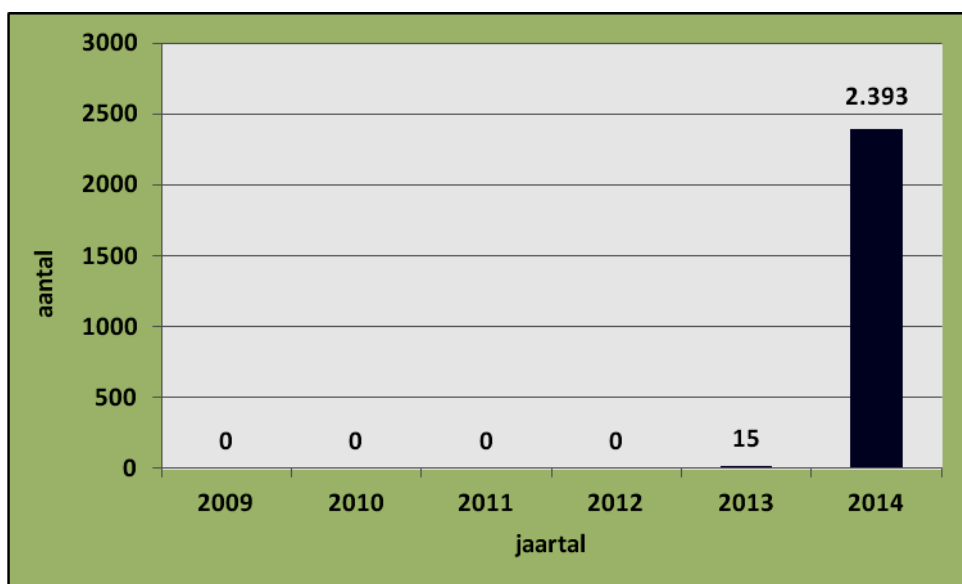
De Kesslers grondel (figuur 5.130), die in 2013 voor het eerst in zeer lage aantallen ($n=4$) werd waargenomen, blijkt in 2014 ($n=2$) nog steeds slechts incidenteel gevangen te worden (figuur 5.131).



Figuur 5.131. Het aantal gevangen Kesslersgrondels (*Neogobius kesslerii*) per onderzoeksjaar.

5.2.6.2.3 Zwartbekgrondel

De vangsten van de zwartbekgrondel, een soort die in 2013 ook voor het eerst bij de ECI gevangen werd (n=15), zijn in 2014 explosief toegenomen (figuur 5.132).



Figuur 5.132. Het aantal gevangen zwartbekgrundels (*Neogobius melanostomus*) per onderzoeksjaar.

5.2.6.3 Zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*)

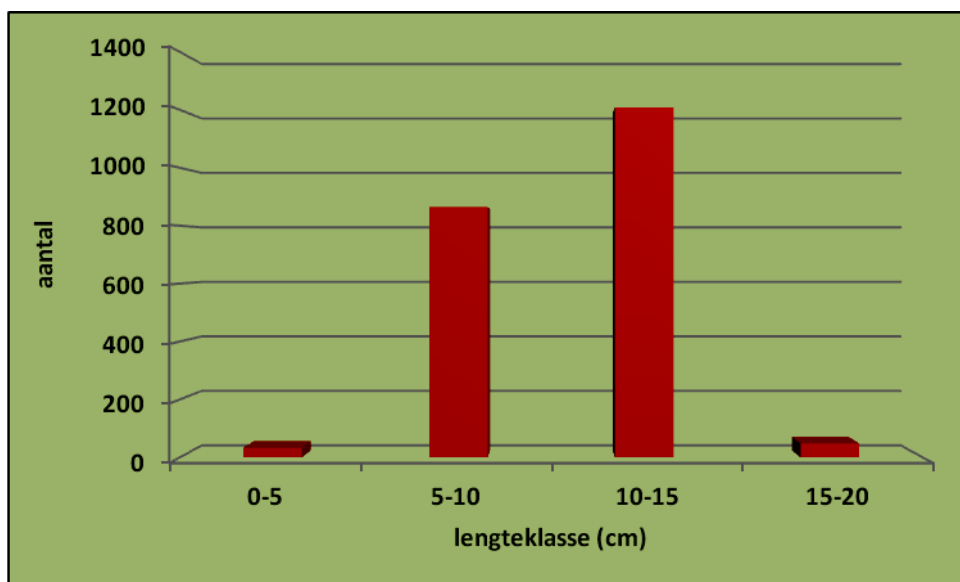


Figuur 5.133. Adulte zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*).
Foto Willem Vergoossen.

5.2.6.3.1 Lengte-frequentie verdeling

De lengte van de gevangen zwartbekgrondels varieerde tussen de 4 en 18 cm. Het grootste deel van de dieren behoorde tot de lengteklasse 10-15 cm, bijna 56 % (figuur 5.134). Ongeveer 96 % van de zwartbekgrondels behoorde tot de lengteklasse 5-15 cm.

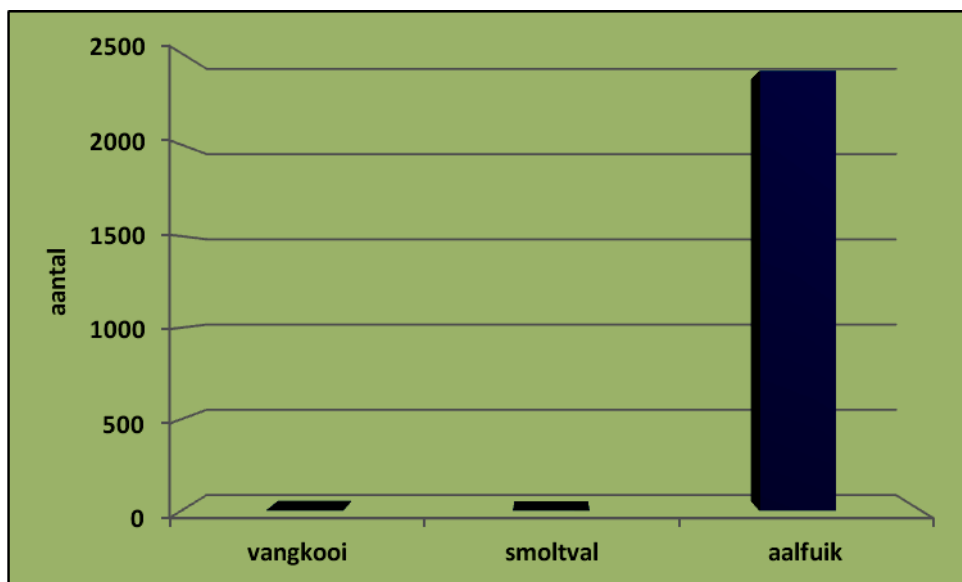
Volgens literatuurdata zijn zwartbekgrondels geslachtsrijp vanaf een lengte van ongeveer 11 cm (GRULA *et al.*, 2012). Dit betekent dat de lengteklasse 10-15 cm waarschijnlijk voor het merendeel geslachtsrijpe dieren zijn geweest. De lengteklasse 5-10 cm heeft conform literatuurdata (GRULA *et al.*, 2012) voornamelijk bestaan uit 1⁺ dieren.



Figuur 5.134. Lengte-frequentieverdeling van de gevangen zwartbekgrondels (*Neogobius melanostomus*).

5.2.6.3.2 Vangmethodiek

Op drie vissen na zijn alle zwartbekgrondels gevangen in de aalfuik ($n=2.405$) (figuur 5.135). Zeer waarschijnlijk migreren zwartbekgrondels laag in de waterkolom (wellicht op bodemniveau).



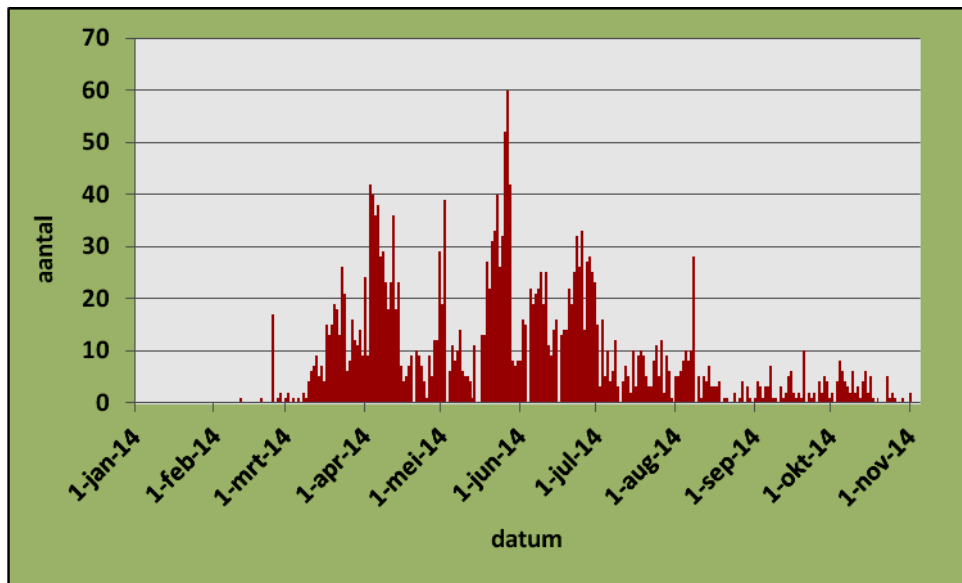
Figuur 5.135. Het aantal gevangen zwartbekgrondels (*Neogobius melanostomus*) per vangconstructie.

5.2.6.3.3 Waargenomen migratie

Dat vrijwel alle zwartbekgrondels zijn gevangen in de aalfuik wijst er in principe op dat de soort in de benedenloop van de Roer een stroomafwaartse migratie vertoont. Met de vangkooi zijn slechts twee dieren gevangen. De spijlen van de kooi laten zwartbekgrondels echter probleemloos door. Zowel stroomafwaarts als stroomopwaarts migrerende dieren kunnen de kooi binnenzwemmen. Stroomopwaartse migratie kan derhalve niet met zekerheid worden aangetoond, maar ook niet worden uitgesloten. De mogelijkheid bestaat dat de in de aalfuik gevangen dieren na passage van de vispassage via de aalgoot in de aalfuik beland zijn. Dat dit voor met name bentische/demersale vissoorten een reële mogelijkheid is, wordt beschreven in paragraaf 5.2.

5.2.6.3.4 Migratieperioden

De migratie-activiteit van zwartbekgrondel begint in de tweede helft van februari en duurt tot en met eind oktober (figuur 5.136). De grootste activiteit is waargenomen in de periode half maart-half augustus. Er zijn in deze periode meerdere migratiegolven aanwezig. Deze relatief lange periode van aaneengesloten migratie-activiteit is vermoedelijk terug te voeren op paai-activiteit. Zwartbekgrondel paait van april tot september. In deze periode wordt meerdere keren, om de paar weken, gepaaid (KOTTELAT & FREYHOF, 2007; SAPOTA, 2012).



Figuur 5.136. Migratie-activiteit van zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*).

6. OPMERKELIJKE WAARNEMINGEN

6.1 Grote marene (*Coregonus wartmanni*)



Figuur 6.1. Grote marene (*Coregonus wartmanni*). Foto Rob Gubbels.

Op 28 mei 2014 werd in de smoltval een onbekend visje aangetroffen (figuur 6.1). Ongeveer 5 cm lang, zilverachtig van kleur én met een vetvin. Het was al snel duidelijk dat het om een soort marene (houtingachtige) ging. Na intensief speurwerk kon de soort met zekerheid gedetermineerd worden. Het betrof een grote marene, *Coregonus wartmanni*. De soort is in het verleden in de Rursee, een stuwmeer, uitgezet. De soort leek zich aanvankelijk niet te kunnen handhaven, maar de laatste jaren groeit de populatie en worden grote hoeveelheden juvenielen waargenomen. Zeer waarschijnlijk is de bij de ECI aangetroffen grote marene uit de Rursee afkomstig.

6.2 Siberische steur (*Acipenser baerii*)



Figuur 6.2. Siberische steur (*Acipenser baerii*). Foto Heinz-Josef Jochims).

In de monitoringsjaren 2009, 2010 en 2011 werden respectievelijk 8, 1 en 2 Siberische steuren gevangen (figuur 6.2). In 2012 en 2013 werd de soort niet aangetroffen. In 2014 is daarentegen weer een exemplaar gevangen. Het dier had een lengte van 101 cm. Uiteraard

betreft het uitgezette dieren. Waar de soort in de Roer wordt uitgezet en of de dieren duurzaam overleven, is niet bekend.

6.3 Europese meerval (*Siluris glanis*)

Er zijn gedurende de monitoringsperiode diverse grotere meervallen gevangen (figuur 6.3). De grootste meerval die bij de ECI waterkrachtcentrale gevangen is, werd aangetroffen buiten de monitoringsperiode. Op 29 augustus 2015, tijdens een feestdag van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg ter ere van het verkrijgen van de koninklijke status is in de aalfuik een meerval gevangen met een lengte van maar liefst 1,65 m. Vele mensen waren hiervan getuige.



Figuur 6.3. Europese meerval (*Siluris glanis*), lengte 1,05 m. Foto's Willem Vergoossen.

6.4 Donaubrasem (*Abramis sapa*)



Figuur 6.4. Donaubrasem (*Abramis sapa*). Foto Heinz-Josef Jochims.

Van de Donaubrasem (figuur 6.4) zijn gedurende de onderzoeksperiode slechts zeven exemplaren gevangen. Zes dieren in 2010 en één dier in 2011. De soort komt oorspronkelijk

voor in de rivieren die uitmonden in de Zwarte en Kaspische Zee en het Aralmeer. Het betreft onder andere de Donau. De aanleg van het Main-Donaukanaal (1992) heeft mogelijk een rol gespeeld bij de verspreiding van de soort naar het Rijnsysteem (www.RAVON.nl/infotheek/soortinformatie). De Donaubrasem is in tegenstelling tot de brasem een echte rheofiele vissoort, die voor zijn voortplanting afhankelijk is van grindbanken. Of de soort zich zal weten te handhaven in de Roer is niet duidelijk, maar het ontbreken van vangsten in de jaren 2012 tot en met 2014 wijst hier in ieder geval niet op.

6.5 Barbeel (*Barbus barbus*)



Figuur 6.5. Adulte barbeel (*Barbus barbus*). Foto Rob Gubbels.

Barbelen worden in de Roer in toenemende mate waargenomen. De meeste dieren die met de hengel gevangen worden, zijn kleiner dan 75 cm. Tijdens de monitoring bij de ECI zijn regelmatig barbelen aangetroffen die ruimschoots groter waren dan 75 cm. In 2010 werd een exemplaar van 87 cm gevangen. Helaas is hiervan geen foto beschikbaar. In 2011 werd een afgepaaide dier gevangen van 85 cm. Figuur 6.5 toont een barbeel van 78 cm.

6.6 Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*)

De onderzoekers wachtten elk voorjaar weer met spanning op het verschijnen van rivierprikken. Blijkbaar waren zij niet de enige geïnteresseerden (figuur 6.6).



Figuur 6.6. Een blauwe reiger (*Ardea cinerea*) doet zich tegoed aan een van de vele voorbij trekkende rivierprikken in de vispassage. Foto Henk van Zijl.

7. MIGRATIEKALENDER

8. FUNCTIONEREN VISPASSAGE EN VISGELEIDING

8.1 VISPASSAGE

Het functioneren van een vispassage wordt met name bepaald door:

- de vindbaarheid van de ingang
- de mate waarin vissen de vispassage binnen zwemmen
- de mate waarin vissen de vispassage helemaal passeren

De vangsten in de vangkooi, in vergelijking met het aanbod aan vis benedenstrooms van de vispassage, zou een indicatie kunnen zijn voor het functioneren van de passage. Door het niet optimaal functioneren van de vangkooi (zie paragraaf 9.1) en het na twee vergeefse pogingen niet kunnen bepalen van het benedenstroomse visaanbod is het niet mogelijk om het functioneren van de vispassage in kwantitatieve zin te beoordelen. Door het regelmatig droogzetten van de vispassage (figuur 8.1), al dan niet in combinatie met het aan benedenstroomse zijde afsluiten van de passage met een rooster, is daarentegen wel een goed kwalitatief beeld verkregen van de vissoorten en lengteklassen die zich in de vispassage ophielden en vaak ook van hun verspreiding over de vispassage.



Figuur 8.1. Door middel van het aan benedenstroomse zijde afsluiten van de vispassage in combinatie met het droogzetten van de vispassage kon een goed beeld verkregen worden van de vissoorten en leeftijdsklassen die zich in de passage ophielden. Foto Rob Gubbels.

In tabel 8.1 zijn de vissoorten weergegeven die in grotere aantallen in de vispassage zijn aangetroffen. Tevens wordt voor drie lengteklassen een kwalitatieve aanduiding gegeven van de waargenomen aantallen. Uit de tabel kan afgeleid worden dat een breed spectrum van soorten en lengten in de vispassage is aangetroffen. Het betreft zowel zwakke zwemmers als bierpje en donderpad (spec.), alsook sterke vissen met een grote zwemcapaciteit als barbeel en verschillende soorten zalmachtigen. Op basis van de visuele waarnemingen kan niet anders geconcludeerd worden dan dat de vispassage prima functioneert.

Deze conclusie wordt gestaafd door hydrologische metingen die in de vispassage verricht zijn. De meetwaarden van waterdiepten en stroomsnelheden op verschillende plekken in de diverse compartimenten en op verschillende hoogten in de slots voldoen ruimschoots aan de hydrologische randvoorwaarden die de in de Roer voorkomende vissoorten stellen.

Tabel 8.1. Vissoorten die zijn waargenomen in de drooggezette vispassage, verdeeld over drie lengteklassen.

	0-10	10-30	>30
barbeel	xx	xxx	x
beekforel	x	xx	x
bermpje	x		
blankvoorn	x	xx	x
brasem	xx	x	x
donderpad (spec.)	x		
Elssässer saibling		xx	x
kopvoorn	x	xx	x
regenboogforel		x	x
rivierprik			x
serpeling	x	x	

8.2 VISGELEIDING

Het krooshek met een afstand tussen de spijlen van 10 mm houdt vrijwel alle vissen tegen die groter zijn dan 9 à 10 cm (LECOUR & RATHCKE, 2011). Uitzondering zijn zeer waarschijnlijk juveniele prikken. In de smoltval is geconstateerd dat de spijlen met een onderlinge afstand van 4 mm juveniele rivierprikken niet of nauwelijks tegenhouden (zie paragraaf 6.2). Juveniele zeeprikken gaan er waarschijnlijk voor een deel doorheen. Een ander deel blijft tussen de spijlen hangen of wordt er door tegen gehouden.

In combinatie met de drie mogelijkheden om stroomafwaarts te zwemmen (smoltgoot, aalgoot en vispassage), gesitueerd op verschillende hoogten in de waterkolom, functioneert de visgeleiding bij de ECI waterkrachtcentrale uitstekend. De enorme aantallen vissen die gevangen zijn in met name de aalfuik bevestigen deze conclusie.

Een punt van kritiek betreft de positie van de uitgang van de vispassage ten opzichte van de ingang van de aalgoot. Deze liggen te dicht (ongeveer 2 m) bij elkaar. Het gevaar bestaat dat vissen met een beperkte zwemcapaciteit na het doorlopen van de vispassage de ingang van de aalgoot worden binnen gezogen, ondanks dat de ingang van de aalgoot circa 2,5 m dieper ligt dan de bodem van de uitgang van de vispassage (op circa 1,5 m diepte). Dat dit realiteit is tonen de vangsten van stroomopwaarts migrerende rivierprikken in de aalfuik. Deze vissen duiken dus na het passeren van de vispassage 2,5 dieper naar de bodem en komen dan in de buurt van de ingang van de aalgoot. Dit gevaar zal groter zijn voor bentische en demersale soorten dan voor pelagische vissen.

9. FUNCTIONEREN VANGCONSTRUCTIES

9.1 VANGKOOI

De conventionele methode om te bepalen welke vissoorten in welke aantallen de vispassage gepasseerd zijn, is met behulp van een fuik. Deze wordt geplaatst aan de bovenstroomse zijde van de passage. Uit ervaringen van diverse monitoringsonderzoeken blijkt inmiddels dat fuikvangsten vaak een sterk vertekend beeld geven van de daadwerkelijke functionaliteit van een vispassage: veel vissen worden niet gevangen. Ze zijn er wel, maar zwemmen de fuik niet binnen. Er zijn sterke aanwijzingen dat dit ook geldt voor de bij de ECI gebruikte vangkooi, als het ware een stalen fuik.

Als de totale vangst van (sub)adulte vissen in de vangkooi in de periode 2009-2014 beschouwd wordt (figuur 9.3), dan lijken de aantallen, met uitzondering wellicht van brasem en blankvoorn, laag. De verwachting was in ieder geval dat de vangsten in een vispassage die gesitueerd is in de benedenloop van de Roer, nabij de monding in de Maas, hoger zouden uitvallen. De centrale vraag is nu wat gedurende de onderzoeksperiode het reële aanbod aan stroomopwaarts migrerende vissen is geweest. Zoals reeds in paragraaf 8.1 vermeld, zijn er twee pogingen ondernomen om dit aanbod te bepalen. Door de moeilijke bevisbaarheid van de locatie benedenstrooms van de vispassage zijn beide pogingen door ervaren (beroeps)vissers toch niet in voldoende mate geslaagd. Er is derhalve niet bekend of bijvoorbeeld de relatief beperkte vangsten van riviervissen als sneep, serpeling, kopvoorn en barbeel een reëel of vertekend (onderschatting) beeld geven van de stroomopwaartse migratie vanuit de Maas naar de Roer. Om op een andere wijze meer inzicht te krijgen in het visaanbod zijn naast het herhaaldelijk leeglaten van de vispassage (zie paragraaf 8.1) diverse avondbezoeken geweest aan de bezoekersruimte. In deze ruimte bevindt zich een groot raam dat geplaatst is in de vispassage. Het raam bevindt zich op enkele meters afstand van de vangkooi. Passerende vissen zijn prima te bezichtigen (figuur 9.1).



Figuur 9.1. Door het raam in de bezoekersruimte kan een kijkje worden genomen in de vispassage. Passerende vissen zijn uitstekend waar te nemen. Foto Luuk Belgers.

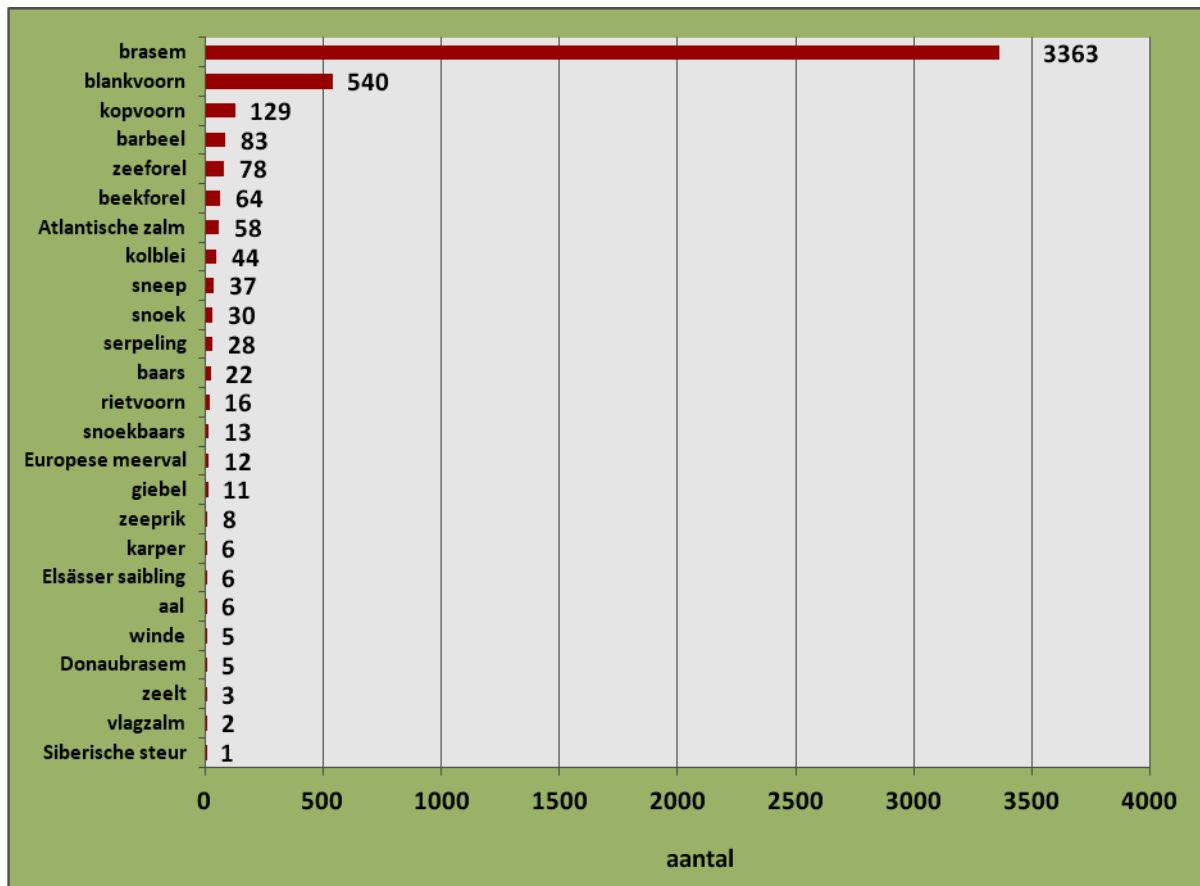
De visuele inspecties in de lege vispassage (figuur 9.2) in combinatie met de raamwaarnemingen bevestigen de indruk dat het aantal stroomopwaarts migrerende vissen aanzienlijk groter is dan de vangsten in de vangkooi aangeven. De raamwaarnemingen gaven tevens meer inzicht in het gedrag van vissen die de vangkooi naderen. Vaak is geconstateerd dat vissen als groep het raam voorbij zwommen om vervolgens met zijn allen weer terug te keren. De kooi werd niet binnengezwommen. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat vissen die de kooi wel zijn binnengezwommen deze ook weer verlaten hebben.

Er lijkt zich met betrekking tot de vangkooi een aantal problemen af te tekenen.

- 1) Naderende vissen bespeuren onraad. Dit zou door allerlei zaken veroorzaakt kunnen worden: veranderde hydraulische omstandigheden direct voor de kooi, vissen zien misschien de kooi of schitteringen van de RVS spijlen.
- 2) De keel van de kooi heeft mogelijk een te grote opening waardoor vissen die eenmaal in de kooi beland zijn weer naar buiten kunnen zwemmen.



Figuur 9.2. Vooral subadulte barbeel (*Barbus barbus*) en kopvoorn (*Squalius cephalus*) zijn in (zeer) grote aantallen in de lege vistrap aangetroffen, maar werden niet met de vangkooi gevangen. Betreffende soorten en lengteklassen hadden zonder probleem met de vangkooi gevangen moeten worden. Foto Rob Gubbels.



Figuur 9.3. De totale vangst van (sub)adulte vissen in de vangkooi in de periode 2009-2014.

9.2 SMOLTVAL EN AALFUIK

Met de smoltval en aalfuik worden stroomafwaarts migrerende vissen prima gevangen. Smolts worden hoofdzakelijk gevangen in de smoltval en alen in de aalfuik. Daarnaast worden in beide vanginstallaties vele andere soorten, met name de jongere leeftijdsklassen, gevangen. Ook voor de stroomafwaartse migratie geldt dat het totale aanbod aan vissen niet bekend is. Het leidt echter geen twijfel dat het merendeel van de vissen dat stroomafwaarts migreert en door het krooshek wordt tegengehouden in één van beide vanginstallaties wordt gevangen.

Alle vissen groter dan 9 à 10 cm worden door het krooshek tegengehouden en komen óf in de smoltval óf in de aalfuik. Een deel van de niet al te grote vissen gaat tussen de spijlen van de vangkooi door en komt in de vispassage terecht. Een uitzondering vormen pas gemetamorfoseerde larven van rivier- en zeepril. Deze slanke, langgerekte dieren hebben weliswaar een relatief grote lengte (variërend tussen 9 en 18 cm), maar glippen zowel door de mazen van de aalfuik als ook (deels) tussen de spijlen van de smoltval, zeker de zeer slanke juveniele rivierprikken. Aangezien een deel van de prikken tussen de spijlen van de smoltval doorschiet (spijlafstand is 4 mm) zullen deze dieren zeker tussen de spijlen van het krooshek (spijlafstand 10 mm) doorzwemmen. De gevangen juveniele rivierprikken zijn dan ook ongetwijfeld een magere afspiegeling van het totale aantal stroomafwaarts gemigreerde dieren.

10. SLOTBESCHOUWING

Algemeen

Met de vangst van meer dan 125.000 migrerende vissen in zes jaar tijd, verdeeld over 47 soorten, is een gedetailleerd beeld verkregen van de seizoensmigraties in de benedenloop van de Roer. Door het gebruik van vanginstallaties die zowel stroomop- als stroomafwaarts zwemmende vissen kunnen vangen, in combinatie met de zeer intensieve wijze van monitoren, is een gedegen inzicht verkregen in de stroomopwaarts- en stroomafwaarts gerichte migraties en konden soortspecifieke migratiepatronen worden onderscheiden en soortspecifieke migratiekarakteristieken worden afgeleid.

Prikken

Het monitoringsonderzoek toont aan dat vermoedelijk niet elk jaar (in dezelfde mate) optrek van rivierprik vanuit de Maas naar de Roer plaatsvindt en een succesvolle voortplanting lijkt niet jaarlijks gegarandeerd. Minder uitgesproken dan bij rivierprik lijkt dit eveneens het geval bij zeeprik. Er lijkt hierbij een duidelijke positieve relatie te zijn tussen de vangsten van rivier- en zeeprik in de Roer en vangsten van beide soorten in de grote rivieren (waaronder de Maas) (WIEGERINCK *et al.*, 2010; WIEGERINCK *et al.*, 2011). Het jaar 2011 blijkt niet alleen in de Roer een topjaar voor rivierprik, maar ook in de Maas. Dat 2011 een “goed rivierprikjaar” was, valt ook af te leiden uit waarnemingen in de Kendel, een zijbeek van de Noord-Limburgse Niers. Ook hier werden in 2011 aanmerkelijk meer rivierprikken waargenomen dan in de vier voorgaande onderzoeksjaren (KRANENBARG *et al.*, 2012).

Gedurende de onderzoeksperiode zijn alleen in 2014 pas gemetamorfoseerde larven van rivier- en zeeprik gevangen. Uitgaande van een larvestadium van 2,5 à 3,5 jaar voor rivierprik (KOTTELAT & FREYHOF, 2007) is het waarschijnlijk dat de larven afkomstig zijn van de paai in het succesjaar 2011. De juveniele zeeprikken zijn met een larvestadium van 5,5 à 7,5 jaar (KOTTELAT & FREYHOF, 2007) mogelijk afkomstig uit het eerste monitoringsjaar 2009. Het feit dat alleen in 2014 juveniele zeeprikken zijn waargenomen, met een formaat dat zich prima laat vangen, suggereert dat er een reeks van wellicht vijf jaren is geweest met nauwelijks of geen voortplanting.

Karperachtigen en baarsachtigen

Uit de literatuur blijkt dat met name veel onderzoek verricht is naar stroomopwaartse paaimigraties en de stroomafwaartse dispersie van vislarven (LUCAS & BARAS, 2001; ZITEK, 2006). Over stroomafwaarts gerichte paaimigraties en vooral over stroomafwaarts gerichte migraties van juvenielen is nauwelijks iets bekend, zeker niet bij karper- en baarsachtigen.

Uit het monitoringsonderzoek in de Roer blijkt dat bij soorten als alver, blankvoorn en serpeling naast de bekende stroomopwaartse paaimigraties in het voorjaar (in de Roer overigens alleen kunnen aantonen voor blankvoorn), óók substantiële stroomafwaartse paaimigraties plaatsvinden. Wellicht is er in de benedenloop van de Roer sprake van een tweerichtingenverkeer waarbij soorten vanuit de Maas de Roer optrekken alsmede dezelfde soorten vanuit de Roer naar de Maas afzakken om zich voort te planten. Blijkbaar trekken karperachtigen niet per definitie stroomopwaarts om te paaien, zoals doorgaans wordt aangenomen (LUCAS & BARAS, 2001), maar is er veeleer sprake van het zoeken naar geschikte voortplantingslocaties, die zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts van de overwinteringsgebieden kunnen liggen. Opvallend is dat de aantallen vissen die aan paaimigratie deelnemen van jaar tot jaar enorm kunnen verschillen. Ook HUFGARD *et al.* (2013) constateren dit in het langjarige monitoringsonderzoek in de benedenloop van de Elbe. In sommige Europese rivieren keert een deel van de paaipopulatie na voortplanting terug naar gebieden waar de stroomopwaartse paaimigratie begon. Dit is onder andere beschreven voor

brasem (LUCAS & BARAS, 2001). In de Roer is een dergelijke stroomafwaartse migratie van adulte brasems niet vastgesteld, ondanks een relatief sterke stroomopwaarts gerichte paaimigratie in het voorjaar. Wel zijn bij deze soort (en blankvoorn) de stroomopwaartse pre-paaimigraties in het najaar waargenomen, zoals die beschreven worden door KOTTELAT & FREYHOF (2007).

Van diverse vissoorten is bekend dat ze in het najaar actief op zoek gaan naar overwinteringsgebieden (LUCAS & BARAS, 2001). Meestal zijn deze migraties stroomafwaarts gericht. In de Roer kon dit alleen worden aangetoond voor alver.

Naast de stroomopwaarts- en stroomafwaarts gerichte (paai)migraties van adulte vissen is in de Roer een gerichte stroomafwaartse migratie vastgesteld van juveniele en subadulte vissen.

De intensiteit waarmee dit plaatsvond, zeker in verhouding tot de geconstateerde stroomopwaartse migraties, was een openbaring. Bijzonder opmerkelijk was de constatering dat juvenielen van verschillende soorten op verschillende momenten stroomafwaarts migreerden. Juveniele blankvoorn migreerde in het voorjaar. Juveniele baars en snoekbaars vooral in de zomer en brasem in het najaar. De indruk ontstaat dat juvenielen van de genoemde soorten karperachtigen en baarsachtigen elkaar mijden tijdens stroomafwaartse migraties, een fenomeen dat in de literatuur niet wordt beschreven. De betekenis van de stroomafwaartse migraties van juvenielen is niet geheel duidelijk. Waarschijnlijk kunnen de gerichte jaarlijkse verplaatsingen worden toegeschreven aan migraties ten behoeve van het zoeken naar schuilplaatsen/overwinteringslocaties en/of migraties ten behoeve van het zoeken naar nieuwe fourageergebieden (LUCAS & BARAS, 2001; ZITEK, 2006; THUROW, 2016).

Bij veel vissoorten bestaat er een relatie tussen het begin van paai en de watertemperatuur. De temperatuur dient boven een bepaalde waarde uit te komen, voordat het paaien begint. Voor veel karperachtigen en baarsachtigen varieert deze soortspecifieke temperatuurgrens tussen de 10 en 16 °C (KROES & MONDEN, 2005). De voorafgaande paaimigraties beginnen normaliter al bij een lagere temperatuur. Gegevens hierover zijn echter nauwelijks aanwezig. Volgens LUCAS ET AL. (1998) is er beneden een temperatuur van 5 °C geen paaimigratie meer. Het onderzoek in de Roer heeft voor diverse soorten inzicht gegeven in de relatie tussen watertemperatuur en het verloop van paaimigraties. Hieruit blijkt dat er bij temperaturen lager dan of gelijk aan 5 °C wel migratie-activiteit is vastgesteld. Zo begonnen de paaimigraties bij alver en serpeling bij 4 respectievelijk 5 °C. Uit het onderzoek in de Roer blijkt bovendien dat bij bepaalde soorten het plotseling stijgen of dalen van de watertemperatuur gedurende de paaimigratie de migratie-activiteit kan triggeren dan wel onderbreken. Dit is waargenomen bij blankvoorn en baars. Een relatie tussen debiet/debietveranderingen en migratie-activiteit kon voor geen enkele vissoort/jaarklasse worden vastgesteld. Alleen de stroomafwaartse migratie van aal is sterk gerelateerd aan debietstijgingen. Om populaties van potamodrome vissoorten duurzaam in stand te houden, dient het complex aan stroomopwaartse en stroomafwaartse verplaatsingen tussen de verschillende deelhabitats (paaigebieden, fourageergebieden, overwinteringsgebieden) binnen een riviersysteem uitgebalanceerd te zijn. Vaak worden stroomopwaartse paaimigraties beschouwd als compensatie voor de stroomafwaartse dispersie van larven (ZITEK, 2006) en vinden behalve stroomafwaartse migraties óók stroomopwaartse migraties van juvenielen (en subadulten) plaats (LUCAS & BARAS, 2001; ZITEK, 2006). De onderzoeksresultaten suggereren dat in de benedenloop van de Roer nauwelijks balans is tussen stroomopwaartse en stroomafwaartse migraties. Circa 93 % van de gevangen vissen zwom stroomafwaarts en verliet als het ware het Roersysteem. Hierbij is de stroomafwaartse dispersie van larven niet eens meegerekend. Gezien de aanwezigheid van gezonde vispopulaties bovenstrooms van de ECWaterkrachtcentrale moet geconcludeerd worden dat substantiële componenten van de stroomopwaartse migratie gemist zijn. Het gaat hierbij waarschijnlijk om stroomopwaartse paaimigraties van bepaalde soorten, maar vermoedelijk bovenal om stroomopwaartse migratie van juvenielen en subadulten. Dat deze componenten

in het monitoringsonderzoek niet zijn aangetoond, wordt besproken in de paragraaf Vanginstallaties.

Zalmachtigen

Door mevr. dr. Christine Flamand van de Universiteit van Leuven is sinds 2012 van de bij de ECI waterkrachtcentrale gevangen zalmen door middel van DNA onderzoek de afkomst vastgesteld. Vrijwel alle zalmen waren van de Loire-Allier stam. Eitjes van deze stam worden betrokken van de Franse zalmkwekerij in Chanteuges. Deze stam, die zowel door het Duitse programma Lachs 2000 Eifelrur als ook door het Belgische programma Saumon 2000 is gekozen, lijkt het meest geschikt voor herintroductie in het stroomgebied van de Maas. Door kweek uit terugkeerders in de Maas wordt een nieuwe Maas stam opgebouwd.

De bij de ECI waterkrachtcentrale en bij de Belgische stuw bij Lixhe gevangen aantallen gevangen adulte paairijpe zalmen zijn nog te gering om een beeld te kunnen vormen van de indeling uit vroegere tijden van winterzalm, St. Jacobszalm (Grilse) , kleine- en grote zomerzalm. Hiervoor zullen nog de hopelijk toenemende vangsten in de komende jaren na uitvoering van het kierbesluit (deuren in de Haringvlietsluizen worden bij normale afvoeren op een kier gezet zodat vispassage mogelijk is) moeten worden gevolgd. Wel is zeker dat , gezien de gemiddelde lengte van de gevangen zalmen, nauwelijks zalmen van de Loire-Allier stam optrekken, die slechts één winter op zee zijn geweest: de één-zeewinter zalmen. De zowel bij de ECI waterkrachtcentrale als bij Lixhe gevangen zalmen zijn, op basis van de gemiddelde lengte, vrijwel alle twee- en drie-winter zalmen. Opvallend is het verschil met de periode van optrek van de in de Maas gevangen zalmen met die in hun stamrivier, de Loire. In de Loire-Allier is de periode met optrekkende zalmen al medio mei voorbij (persoonlijke mededeling Yvan Neus, zalmstation Erezée), terwijl in de Maas en de Roer de meeste zalmen in het najaar worden gevangen.

Bij hun terugkeer naar de geboorterivier passeren zalmen waterkrachtcentrales. Opvallend is dat veel van de bij de ECI waterkrachtcentrale en bij Lixhe gevangen zalmen min of meer ernstige verwondingen vertonen aan hun kop, waarbij bij enkele zalmen zelfs de neus vrijwel geheel was weg geslagen. Een zalm, die de vispassage bij een stuw met waterkrachtcentrale niet opmerkt, zal geneigd zijn om tegen de uitstroming van de waterkrachtcentrale in zwemmen. Hierbij kan een zalm een sprintsnelheid bereiken van tien keer zijn lichaamslengte, ruim voldoende om tegen deze uitstroming in te zwemmen. De mening over de oorzaak van deze verwondingen, namelijk dat deze verwondingen wellicht ontstaan door het inzwemmen van de uitlaat van een turbine en de vissen een klap van de met hoge snelheid rond draaiende turbinebladen krijgen, wint langzaam terrein bij deskundigen. Ook is het mogelijk dat de zalmen hun neus stoten tegen het plafond van de uitlaat bij vergeefse sprongpogingen om juist uit die hoge watersnelheden (lijkt op de kracht van een waterval) te komen. Bij een aantal waterkrachtcentrale's in Europa en Amerika zijn dan ook elektro schermen aangebracht in de uitloop, de tailrace, van een waterkrachtcentrale om inzwemmen van beneden uit te verhinderen. (www.smith-rooth.com).

Precocious major males zijn juveniele zalmen, die niet naar zee trekken maar in het zoete water blijven wachten op optrekkende paairijpe vrouwtjes. Het zijn altijd vruchtbare mannelijke exemplaren, die kleiner blijven dan hun naar zee trekkende leeftijdsgenoten. Een male parr van drie jaar is ongeveer 20 cm lang en smoltificeert niet, maar behoudt het parr uiterlijk (DE LAAK 2007). Determinatie van deze vissen is mogelijk doordat deze al vroeg sperma kunnen leveren, dat bij wrijven over de buik te voorschijn komt. Doordat niet alle gevangen juveniele zalmen worden onderzocht op sperma, komen in de Roer mogelijk meer precocious major males voor dan is gemeten.

Nadat tijdens afgelopen monitoringsperiode afgepaaide zalmen zijn gevangen bij de ECI waterkrachtcentrale, is verschillende jaren in augustus onderzoek gedaan in de Roer om juveniele zalmen op te sporen. Eenmaal zijn in augustus 2012 twee juveniele zalmen van 8

cm aangetroffen in de Roer vlakbij de Duits-Nederlandse grens in Vlodrop. Aangezien zalmen in dit stadium in de buurt van hun geboorteplek blijven en pas in de winter dieper water opzoeken heeft mogelijk/waarschijnlijk paai in de Roer plaats gevonden (mondelinge mededeling H.J. Jochims). Observaties in de paaiperiode van mogelijk geschikte paaiplaatsen op de koppen van grindbanken hebben echter nog geen paai kunnen aantonen.

Vanginstallaties

Het krooshek, direct bovenstrooms van de waterkrachtcentrale, houdt het merendeel van de stroomafwaarts zwemmende vissen met een lengte van 9 à 10 cm of groter (uitgezonderd pas gemetamorfoseerde prikken), tegen. Deze vissen zijn vervolgens prima te vangen met de smoltval of aalfuik. Een spijlafstand van 4 mm blijkt te groot om juveniele (rivier)prikken efficiënt te kunnen vangen. Verdere versmalling van de spijlafstand is een optie, maar maakt de vangconstructie onderhoudstechnisch ongunstiger.

De vangkooi blijkt niet optimaal te functioneren. Waarschijnlijk wordt een substantieel deel van de vissen en vissoorten die gemotiveerd zijn om stroomopwaarts te zwemmen gemist. Aanpassen van de kooi biedt mogelijkheden om de vangstefficientie van de constructie sterk te verbeteren. Dat dit een reële optie is toont het grote migratie-onderzoek in de Elbe te Geesthacht aan. Het slechts in geringe mate aanpassen van de constructie van de vangkooi na aanvankelijk tegenvallende vangsten zorgde voor een substantiële vergroting van de vangefficiëntie (ADAM & NEUMANN, 2012).

Afsluiting

De monitoring in de Roer heeft overduidelijk aangetoond dat in een relatief ver landinwaarts gesitueerd riviersysteem seizoensgebonden migraties niet beperkt zijn tot stroomopwaartse verplaatsingen in het voorjaar ten behoeve van voortplanting en stroomafwaartse trek van aal in het najaar. Er is eerder sprake van een complex pallet aan gerichte verplaatsingen, zowel in stroomopwaartse als in stroomafwaartse richting, dat jaarrond optreedt waarbij niet alleen vissoorten betrokken zijn, maar ook leeftijdsklassen. Bij het opheffen van migratiebarrières dient dan ook niet vooral/uitsluitend aandacht te zijn voor de stroomopwaartse migratie (aanleg vispassages), maar juist ook voor de stroomafwaartse migratie (aanleg visgeleiding en visweersystemen), rekening houdend met een veel breder spectrum aan soorten dan alleen aal en eventueel smolts van zalmachtigen. Bovendien zal in veel beeksystemen het uitgangspunt moeten zijn dat de vismigratievoorzieningen jaarrond functioneren. Alleen dan kan het duurzaam instandhouden van vispopulaties gewaarborgd worden.

De jarenlange, dagelijkse monitoring met niet-professionals kan met recht betiteld worden als uniek voor Nederland (en waarschijnlijk ver daarbuiten). Hoe groot de inzet en het enthousiasme van het team was, blijkt wel uit het feit dat gedurende de zes jaar monitoring nooit een dag is overgeslagen en dat er vrijwel geen verloop is geweest in de samenstelling van de groep. Met recht een prestatie van formaat!

11. BELANGRIJKE CONCLUSIES

- Het inzicht in de migratiekarakteristieken en –patronen van een groot aantal vissoorten in de benedenloop van de Roer is sterk vergroot.
- Vismigratie in de Roer is een jaarrond proces waarin niet alleen vissoorten maar ook jaarklassen participeren.
- Wanneer het duurzaam in standhouden van vispopulaties wordt beoogd, dienen vispassages jaarrond te functioneren. Vispassages die gebaseerd zijn op het principe van temporele vismigratie hebben in dat opzicht dan ook een beperkte functionaliteit.
- Het aantal migrerende vissen kan per jaar en per soort/leeftijdsklasse enorm verschillen.
- Er is waarschijnlijk niet jaarlijks intrek vanuit de Maas van rivier- en zeeprik. Er zijn derhalve vermoedelijk jaren zonder voortplanting van genoemde soorten in de Roer.
- Bij een aantal karpachtigen is paaimigratie niet alleen stroomopwaarts, maar ook stroomafwaarts gericht.
- Juveniele karper- en baarsachtigen vertonen een hoge stroomafwaarts gerichte migratie-activiteit.
- Voor een groot aantal soorten is vastgesteld dat substantiële migratie-activiteit plaatsvindt wanneer de watertemperatuur een bepaalde grenswaarde heeft bereikt.
- Voor een aantal soorten is vastgesteld dat migratie-activiteit getriggerd dan wel geremd wordt door respectievelijk stijgingen of dalingen in de watertemperatuur.
- Met uitzondering van de aal kon bij geen enkele vissoort een verband aangetoond worden tussen migratie-activiteit en debiet(veranderingen).
- De terugkerende adulte zalmen zijn van de (gewenste) Loire-Allier stam. Van deze stam worden jaarlijks jonge zalmpjes in de Duitse Roer uitgezet.
- Het aantal jaarlijks terugkerende adulte zalmen is in verhouding met het aantal jonge zalmpjes dat jaarlijks wordt uitgezet ver onder de maat.
- Een aantal van de terugkerende adulte zalmen raakt onderweg beschadigd aan de kop/neus. Mogelijk komen deze dieren toch in aanraking met een turbine.
- Het overlevingspercentage van de smolts is uitstekend.
- De smolts verkeren in een goede gezondheidstoestand.
- Substantiële aalmigratie begint reeds in juni.
- In 2014 is een explosieve toename van zwartbekgrondels in de benedenloop van de Roer geconstateerd.
- De vispassage bij de ECI waterkrachtcentrale functioneert goed.
- Het visweersysteem (krooshek) bij de ECI waterkrachtcentrale werkt goed.
- De visgeleiding bij de ECI waterkrachtcentrale werkt goed.
- Het krooshek (spijlafstand 10 mm) is te grof om juveniele rivier- en zeeprikken tegen te houden. Om dit wel te realiseren dient de spijlafstand waarschijnlijk kleiner te zijn dan 4 mm. Uit onderhoudstechnische overwegingen is dit wellicht geen reële optie.
- De smoltval en aalfuik functioneren goed.

12.

AANBEVELINGEN

- Wanneer herstel van de natuurlijke vismigratie wordt beoogd is het onvoldoende om temporele vismigratie toe te passen, omdat een vispassage jaarrond moet functioneren.
- Gezien de intensieve stroomafwaartse migratie dienen visweersystemen en visgeleiding bij de oplossing van migratieknelpunten meer aandacht te krijgen dan tot nu toe vaak het geval is.
- De vangkooi werkt niet optimaal. Diverse soorten worden niet of in onvoldoende mate gevangen. Nader onderzoek is noodzakelijk om te bepalen met welke maatregelen de vangstefficiëntie vergroot kan worden. Een onderwatercamera bij de vangkooi kan hierbij een belangrijk hulpmiddel zijn en waardevolle aanvullende gegevens leveren.
- De uitgang van de vispassage en de ingang van het kanaal (in het bovenstroomse Roerpand) liggen te dicht bij elkaar. Met name bentische vissoorten lopen het risico om na passage van de vispassage via het aalkanaal weer stroomafwaarts te zwemmen. Er dient nader bekeken te worden hoe beide constructies strikter gescheiden kunnen worden.
- Om beschadiging van terugkerende adulte zalmen in de turbine-uitloop te voorkomen, is het wenselijk te onderzoeken hoe dit te realiseren valt. Wellicht is het aanbrengen van elektroschermen, zoals bij een aantal waterkrachtcentrales in Europa en Amerika toegepast wordt, een optie (www.smith-root.com).
- Om meer inzicht te krijgen in het aanbod van bepaalde stroomopwaarts migrerende soorten in relatie tot het vinden van de ingang van de vispassage, het passeren van de vispassage en het binnenzwemmen van de vangkooi wordt aanbevolen een pit tag onderzoek uit te voeren.
- Het toepassen van environmental DNA analyses (eDNA) waarmee soorten en aantallen vissen kunnen worden gedetecteerd tot twee weken na aanwezigheid bovenstrooms kan belangrijke gegevens leveren en mogelijk antwoorden op openstaande vragen. Je hoeft voor eDNA de vissen zelf niet te zien of te vangen om vast te stellen of ze er waren.

LITERATUUR

- AARTS, T.W.P.M., 2007.** Kennisdocument snoekbaars, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 16. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- AAS, Ø., S. EINUM, A. KLEMETSEN & J. SKURDAL, 2011.** Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- ADAM, B. & C. NEUMANN (2012).** Einrichtungen zum Monitoring des Fischeaufstiegs im Doppelschlitzpass Geesthacht. Wasserwirtschaft 102(4), 44 - 48.
- ALMEIDA, P.R. & B.R. QUINTELLA, 2014.** Sea lamprey migration: a millennial journey. In: Ueda, H. & K. Tsukamoto, 2014. Physiology and ecology of fish migration. CRC Press, Boca Raton/ London/New York.
- BREE, VAN, G.W.G., 1982.** 750 jaar Roermond. Kaarten, prenten en stadsgezichten van Roermond. Drukkerij H. van der Marck en Zn., Roermond.
- BRUSLÉ, J. & J-P. QUIGNARD, 2013.** Biologie des poissons d' eau douce européens. Lavoisier, Paris.
- BUCK, R.J.G. & A.F. YOUNGSON, 1982.** The downstream migration of precociously mature Atlantic salmon, *Salmo salar* L, parr in autumn; its relation to the spawning migration of mature adult fish. Journal of Fish Biology 20: 279-288.
- CROMBAGHS, B.H.J.M., 2000.** Kopvoorn. In: Crombaghs, B.H.J.M., R.W. Akkermans, R.E.M.B. Gubbels & G. Hoogerwerf, 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- CROMBAGHS, B.H.J.M., R.W. AKKERMANS, R.E.M.B. GUBBELS & G. HOOGERWERF, 2000.** Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg.
- HERTOG, T. DEN, 2006.** Fish migration in the Dutch coast. An assessment on species abundance and possibilities for upstream migration on five locations. Kustvereniging/Universiteit Leiden, Leiden.
- EMMERIK VAN, W.A.M., 2004.** Kennisdocument pos, *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 5. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- EMMERIK VAN, W.A.M., 2008.** Kennisdocument brasem, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 23. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- FREDRICH, F., S. OHMANN, B. CURIO & F. KIRSCHBAUM, 2003.** Spawning migrations of the chub in the River Spree, Germany. Journal of Fish Biology 63: 710-723.
- GINNIKEN VAN, V.J.T. & G.E. MAES, 2005.** The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review. Rev. Fish Biol. Fisheries 15: 367-398.

GRULA, D., MÁRIA BALÁŽOVÁ, GORDON H. COPP & VLADIMÍR KOVÁČ, 2012. Age and growth of invasive round goby *Neogobius melanostomus* from middle Danube. Central European Journal of Biology 7(3): 448-459.

GUBBELS, R.E.M.B., 2000. Rivierprik. In: Crombaghs, B.H.J.M., R.W. Akkermans, R.E.M.B. Gubbels & G. Hoogerwerf, 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

GUBBELS, R.E.M.B. & T. BELGERS, 2003. Paaiende rivierprikken in de Roer. Natuurhistorisch Maandblad 92(4): 75-76.

GUBBELS, R.E.M.B., 2010. Monitoring vismigratie Roer ECI. Resultaten 2009. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS, 2011. Monitoring vismigratie Roer ECI. Resultaten 2010. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS, 2012. Monitoring vismigratie Roer ECI. Resultaten 2011. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

GUBBELS, R.E.M.B., 2013. Prikken in het stroomgebied van de Roer. Verspreiding en voortplantingsfenologie van beekprik, rivierprik en zeeprik in de Roer en zijbeken. Natuurhistorisch Maandblad 102(6): 132-138.

GUBBELS, R.E.M.B. & M.H.A.M. BELGERS, 2013. Monitoring van de vismigratie in de bendenloop van de Roer. Waargenomen vissoorten en migratiekalender. Natuurhistorisch Maandblad 102: 111-115.

GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS, 2013. Monitoring vismigratie Roer ECI. Resultaten 2012. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS, 2015. Monitoring vismigratie Roer ECI. Resultaten 2014. Intern werkrapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

HARDISTY, M.W., 1986. Petromyzontiforma. In Holcik, J. (ed.). The freshwater fishes of Europe. Aula Verlag, Wiesbaden.

HERMANS, J.T., 2000. Alver. In: Crombaghs, B.H.J.M., R.W. Akkermans, R.E.M.B. Gubbels & G. Hoogerwerf, 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

HOogerWERF, G., 2000. Serpeling. In: Crombaghs, B.H.J.M., R.W. Akkermans, R.E.M.B. Gubbels & G. Hoogerwerf, 2000. Vissen in Limburgse beken. De verspreiding en ecologie van vissen in stromende wateren in Limburg. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.

HUET, M., 1959. Profiles and biology of western European streams as related to fisheries management. Trans. Am. Fish. Soc. 88: 156-163.

- HUFGARD, H., ADAM, B. & U. SCHWEVERS, 2013.** Monitoring des Fischeaufstiegs an der Staustufe Geesthacht an der Elbe. Jahrbuch 2012. Schriftenreihe Elbfisch-Monitoring. Vattenfall Generation AG, Cottbus.
- KELLY, F.L. & J.J. KING, 2001.** A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.). Biology and Environment: proceedings of the Royal Irish Academy 101 B: 165-185.
- KESMINAS, V. & A. ŠVAGŽDYS, 2010.** Length and weight distribution of the river lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L.), sampled in the Nemunas river estuary. Arch. Pol. Fisch 18: 257-260.
- KLEIN BRETELER, J. G. P. & G.A.J. DE LAAK, 2003.** Lengte - gewicht relaties Nederlandse vissoorten. Deelrapport I, versie 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- KLEIN BRETELER, J.G.P., 2005.** Kennisdocument Europese aal of paling *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 11. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij/Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- KOTTELAT, M. & J. FREYHOF, 2007.** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol (Switzerland).
- KRANENBARG, J., F. SPIKMANS, J.B.M. THISSEN, A. DE BRUIN & J. HERDER, 2012.** Rivierprikken in de Kendel. Natuurhistorisch Maandblad 101: 254-261.
- KROES, M. & S. MONDEN, 2005.** Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water, Brussel.
- LAAK DE, G.A. 2007.** Kennisdocument Atlantische zalm-*Salmo salar* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 6. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- LAAK DE, G.A. 2008.** Kennisdocument Forel-*Salmo trutta* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 7. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- LAAK DE, G.A.J., 2010.** Kennisdocument blankvoorn *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 32. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- LECOUR, C. & P-C. RATHCKE, 2011.** Schädigung von Fischen durch Wasserkraftanlagen. Presentatie Bundeskongress, Wernigerode.
- LUCAS, M.C., T.J. THORN, A. DUNCAN & O. SLAVIK, 1998.** Coarse fish migration. Occurrence, causes and implications. Technical report W152. Environment Agency, Bristol.
- LUCAS, M.C. & E. BARAS, 2001.** Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Ltd, Paris.
- MAITLAND, P.S., 1980.** Review of the ecology of Lampreys in Northern Europe. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1944-1952.

- MAITLAND, P.S., 2003.** Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. Conserving Nature 2000 Rivers Ecology Series nr. 5. English Nature, Petersborough.
- MEIJER, M., 2012.** Verloop van de kolonisatie van regionale wateren door uitheemse vissen (Gobiidea; *Proterorhinus* sp. & *Neogobius* spp.) in Nederland in de periode 2002-2011. Stichting RAVON, Nijmegen.
- ORANJEWOUDE, 2000.** Inrichtingsvisie Roerdal. Oranjewoud, Oosterhout.
- PHILIPPART, J.C., 2007.** Some data on the downstream migration of silver eels and salmonid smolts in the Belgian River Meuse. Liège University, Liège.
- PROVINCIE LIMBURG, 2009.** Natura 2000. Concept-beheerplan Roerdal. Provincie Limburg, Maastricht.
- RIEMERSMA, P. & A. VAN DER SPIEGEL, 1994.** De visstand in het Nederlandse deel van de Roer. Beschrijving van de visstand in relatie tot het milieu. Technisch deelrapport 1 van het visstandbeheerplan Roer. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- ROESSINK, I. & F. OTTBURG, 2013.** Smolts van Roer naar Rotterdam. Rapport 295. Wetenschapswinkel Wageningen UR/Alterra, Wageningen.
- SAPOTA, M.R., 2012.** Invasive alien species Fact Sheet – *Neogobius melanostomus* – Online Database of the European network on Invasive Alien Species – NOBANIS. www.nobanis.org.
- SILVA, S., M.J. SERVIA, R. VIEIRA-LANERO & F. COBO, 2013.** Downstream migration and hematophagous feeding of newly metamorphosed sea lampreys (*Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758). *Hydrobiologia* 700: 277-286.
- SUDO, R. & K. TSUKAMOTO, 2014.** The onset of the spawning migrations of Anguillid eels. In: Ueda, H. & K. Tsukamoto, 2014. Physiology and ecology of fish migration. CRC Press, Boca Raton/ London/New York.
- STOWA, 2007.** Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Utrecht.
- TAVERNY, C. & P. ELIE, 2009.** Bilan des connaissances biologiques et de l'état des habitats des lamproies migratrices dans le bassin de la Gironde. Propositions d'actions prioritaires. Etude Cemagref, nr. 123 Groupement de Bordeaux, Bordeaux.
- TESCH, F.W., 1991.** Anguillidae. In: Hoestlandt, H. (ed.). The freshwater Fishes of Europe. Volume 2 – Clupeidae, Anguillidae. Aula Verlag, Wiesbaden.
- TESCH, F.W., 2003.** The Eel. Blackwell Science, Oxford.
- TOLKAMP, 2008.** De Roer meanderde in veertig jaar van kolengruis naar Natura 2000. In: Heemkunde vereniging Roerstreek, 2008. Jaarboek 2008. Heemkundevereniging Roerstreek, St. Odiliënberg.
- THUROW, R.F., 2016.** Life histories of potamodromous fish. In: Morais, P. & F. Daverat, 2016. (eds.). An introduction to fish migration. CRC Press, Boca Raton.

VIS, H. & I.L.Y. SPIERTS, 2010. Migratieonderzoek zeeprik Maas 2009-2010. Visadvies BV, Nieuwegein.

VOORHAMM, T. & W.A.M. VAN EMMERIK, 2011. Kennisdocument baars *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 31. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS, 2009. Waterkwaliteitskaarten 2006 – 2008. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

WIEGERINCK, J.A.M., I.J. DE BOOIS, O.A. VAN KEEKEN & J. VAN WILLIGEN, 2010. Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmregistratie in 2009. IMARES, Wageningen.

WIEGERINCK, J.A.M., I.J. DE BOOIS, O.A. VAN KEEKEN & J. VAN WILLIGEN, 2011. Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmregistratie in 2010. IMARES, Wageningen.

WIJMANS, P.A.D.M. & T.W.P.M. AARTS, 2004. Visstandbeheerplan en inrichtingsvisie Roer 2004-2014. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB), Nieuwegein, in opdracht van de Visstand Beheer Commissie Roerdal, Vlodrop.

WINTER, H.V., JANSEN, H.M. & BRUIJS, M.C.M., 2006. Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. Ecology of freshwater Fish 15: 221-228.

ZITEK, A., 2006. Migration processes of riverine fish: assessment, patterns of downstream migration and restoration. Dissertation. Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt. Universität für Bodenkultur, Wien.

DANKWOORD

Aan het eind van de monitoringsperiode past ons een welgemeend woord van dank aan allen die ons in de afgelopen zes jaren hebben ondersteund. Mede dankzij hun inzet hebben wij de mogelijkheid gekregen om niet alleen inzicht te verkrijgen in de effectiviteit van de aangelegde visbeschermende maatregelen, maar is enorm veel (nieuwe) kennis over vismigratie vergaard, meer kennis dan wij ooit hadden kunnen denken. Ook het herintroductieproject van de zalm in de Roer, dat gelijktijdig werd uitgevoerd met ondersteuning van het waterschap, heeft mede van dit effectiviteitsonderzoek kunnen profiteren.

Allereerst dank aan de groep vrijwilligers, die dagelijks paraat stond om in weer en wind te monitoren: Walter Kaiser, Léon Gilissen, Math Habets, Fons Bänziger, Jan van Herten, Willem van Beijnen, Willem Vergoossen, Jürgen Kluwe, Hans Peter Richter, Egon Lüttke, Richard Bindels, Ad Hoogenboezem en Kenneth Gubbels. Hun motivatie is nog steeds zó groot, dat ook na afloop van deze onderzoeksperiode iedereen belangeloos zijn medewerking heeft toegezegd aan de verdere monitoring van de vispassages in het kader van het zalmproject.

Ook dank aan Jo Maessen, beheerder van de ECI waterkrachtcentrale. Zijn koffie viel altijd zeer in de smaak. Henk van Zijl, de buurman van de centrale, die nauwlettend een oogje in het zeil hield en de medewerkers van het Waterschap Roer en Overmaas die er altijd weer voor zorgden dat alles (letterlijk) gesmeerd bleef lopen: Bert Teunissen, Herman Sliepen, Jo Habets, Juus Teensma en Paul Pustjens.

Met veel plezier denken wij ook terug aan het onderzoek dat is uitgevoerd met hulp van Jan Jeucken en een jaar later op wetenschappelijke basis met de Wetenschapswinkel van Alterra/WUR met als doel om aan de hand van de vangsten in de smoltval een inschatting te kunnen maken van de totale populatie zalmsmolts, die de ECI waterkrachtcentrale jaarlijks passeert. Dank hiervoor aan Ivo Roessink, Fabrice Ottburg en Maurice Tilmans.

Parallel aan het monitoringsonderzoek liep/loopt het herintroductieproject van zalm in het stroomgebied van de Maas. Hierbij hebben wij voor het eerst samen gewerkt met de Belgische zalmkwekerij in Erezée. Ook dit hebben wij als zeer prettig ervaren en danken dan ook met name viskweker Yvan Neus, die beurtelings met Thijs Belgers en Heinz-Josef Jochims het transport van bij de ECI gevangen zalmen naar de kwekerij in België voor zijn rekening heeft genomen. Voor de vele foto's, die in de loop van dit onderzoek zijn gemaakt en die belangeloos ter beschikking zijn gesteld voor opname in de diverse deelrapportages en de voorliggende eindrapportage danken wij een groot aantal fotografen binnen en buiten de monitoringsgroep: Jo Maessen, Paul van Hoof, Ben Crombaghs, Buro Floecksmühle, Kenneth Gubbels, Willem Vergoossen, Henk van Zijl, Luuk Belgers, Rob Geraeds, Ad Hoogenboezem, Peter Brouwers, Dienst Landelijk Gebied, Waterschap Roer en Overmaas, Josephine Theunissen, Yvan Neus, Shadé Gubbels, Jan Jeucken, Léon Gilissen, Heinz-Josef Jochims en Heinz Egalité. Verder een woord van dank aan Pim Lemmers en Han Kessels voor de statistische ondersteuning bij de soortbeschrijvingen, Gereon Hermens (Buro Floecksmühle) voor de technische beschrijving van de vispassage en visgeleiding, Harry van Buggenum en Harry Tolkamp voor het becommentariëren en bediscussiëren van conceptversies van de eindrapportage, Heinz-Josef Jochims, Harry Tolkamp en Raoul Adjobo/Yolande Gutteling-Jaffre voor het vertalen van de samenvatting in respectievelijk het Duits, Engels en Frans en Edith Craemers-Jeurinck voor de opmaak van de tekst.

En last, but not least dank aan onze echtgenotes die ons toestonden zeer veel vrije tijd in dit onderzoek te steken, wat soms aan hen de vraag ontlokte of wij niet beter een bed bij de ECI konden plaatsen.

BIJLAGE 1: overzicht van de voorzieningen ten behoeve van stroomop- en stroomafwaartse vismigratie

