

# Wageningen IMARES

## Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Vestiging IJmuiden  
Postbus 68  
1970 AB IJmuiden  
Tel.: 0255 564646  
Fax: 0255 564644

Vestiging Yerseke  
Postbus 77  
4400 AB Yerseke  
Tel.: 0113 672300  
Fax: 0113 573477

Vestiging Texel  
Postbus 167  
1790 AD Den Burg Texel  
Tel.: 0222 369700  
Fax: 0222 319235

Internet: [www.wageningenimares.wur.nl](http://www.wageningenimares.wur.nl)  
E-mail: [imares@wur.nl](mailto:imares@wur.nl)

## Rapport

Nummer: C074/06

# Telemetriestudie naar migratiebarrières voor riviervis (winde, barbeel, kopvoorn, sneep)

J.J. de Leeuw & H.V. Winter

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
Directie Visserij  
Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG

Project nummer: 3281240008

|                    |    |
|--------------------|----|
| Aantal exemplaren: | 20 |
| Aantal pagina's:   | 23 |
| Aantal tabellen:   | 7  |
| Aantal figuren:    | 6  |
| Aantal bijlagen:   | 1  |

Wageningen IMARES is een  
samenwerkingsverband tussen  
Wageningen UR en TNO. Wij zijn  
geregistreerd in het  
Handelsregister Amsterdam nr.  
34135929 BTW nr. NL  
811383696B04



De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

# Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Inhoudsopgave.....                           | 2  |
| Samenvatting.....                            | 3  |
| Inleiding.....                               | 5  |
| Material & Methode.....                      | 7  |
| Resultaten .....                             | 10 |
| Gebruik rivieren en <i>home ranges</i> ..... | 10 |
| Timing trekgedrag en migratiesnelheid .....  | 12 |
| Effecten van barrières op trekgedrag .....   | 14 |
| <i>Pilot</i> studie Houting en Zeeprik.....  | 16 |
| Discussie.....                               | 17 |
| Migratiebelemmeringen.....                   | 17 |
| Effecten waterkrachtcentrales? .....         | 19 |
| Dankwoord .....                              | 20 |

## Samenvatting

Reofiele vissoorten zijn karakteristieke soorten voor rivieren die een belangrijke rol spelen in ecologisch herstel van rivieren ten behoeve van de Europese Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn. In dit onderzoek zijn het trekgedrag en de effecten van potentiële barrières zoals stuwen, sluizen en waterkrachtcentrales (WKC's) op 4 reofiele soorten onderzocht. In het Nederlandse deel van de Maas zijn 7 stuwen aanwezig, waarvan er ten tijde van het onderzoek 6 waren voorzien van een vistrap en bij 2 stuwen is een WKC in bedrijf. Op 4 locaties in het Nederlandse deel van de Maas zijn vissen van een transponder voorzien (de meeste in het voorjaar van 2003), te weten winde (110), barbeel (76), kopvoorn (51) en sneep (8). Barbeel, kopvoorn en sneep komen vooral in bovenstroomse rivierdelen voor (bijvoorbeeld de Grensmaas), terwijl winde meer in de benedenrivieren is te vinden.

De levensduur van de transponders was minimaal 2 jaar. In die periode werden van de 245 vissen er 140 op hun trekweg gedetecteerd langs tenminste één van de stations. De overige 105 werden niet meer waargenomen, waarschijnlijk omdat de meeste van deze dieren nauwelijks trekgedrag vertoonden. Uit de literatuur en eerder onderzoek is bekend dat de sterfte ten gevolge van de ingreep zeer gering is en dat er grote variatie kan bestaan in individueel trekgedrag.

Barbeel, kopvoorn en sneep bleken slechts beperkt te trekken, in de orde van enkele tot enkele tientallen kilometers. Het trekgedrag van winde is zeer variabel, van nauwelijks tot geen trekgedrag tot wel honderden kilometers. Twee windes trokken bijvoorbeeld van Keizersveer (Maas in de Benedenrivieren) via de Waal en IJssel naar het IJsselmeer. Eén ervan keerde via dezelfde route weer terug, de andere trok een half jaar later via de Rijn naar Duitsland. Het was opvallend dat de trekbewegingen vooral plaatsvonden via de vrij begaanbare delen van de Maas en Rijn. Barrières door stuwen en sluizen werden veelal gemeden, en het gebruik van vistrappen lijkt beperkt. Eén winde passeerde de Haringvlietsluizen naar zee en is daarna niet meer waargenomen. Hoewel een incident, illustreert dit geval wel de harde barrière die spuisluisen naar zee vormen en het potentiële probleem van uitspoelen.

Door het schijnbaar vermijden van stuwen werden de vissen nauwelijks waargenomen in de buurt van waterkrachtcentrales. De WKC van Lith werd niet gepasseerd. Bij de WKC van Linne werden 2 barbelen en een winde gesignaleerd. Eén barbeel en de winde keerden daarna terug naar de Grensmaas en zijn dus niet door de WKC heengegaan. De andere barbeel is vanaf de Grensmaas twee maal bij de WKC geweest. De eerste keer maakte deze dezelfde terugreis als de andere 2 vissen, de laatste keer is na de WKC echter nooit meer iets vernomen, zodat deze barbeel de enige is van de 245 vissen in deze studie waarvan het vermoeden kan bestaan dat deze door de WKC is heengegaan, maar zelfs dat is niet zeker.

De conclusie lijkt daarom dat voor deze soorten (althans voor volwassen dieren) de WKC's als zodanig geen belangrijke bron van sterfte is. Uit literatuuronderzoek blijkt dat ook voor jongere levensfasen de sterfte door WKC's op de Maas gering is (Winter & Deerenberg 2002). Echter, barrières in de vorm van stuwen, al of niet voorzien van vistrappen of WKC's, lijken wel degelijk het trekgedrag te beïnvloeden doordat vissen weinig geneigd zijn stuwcomplexen te passeren in zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse richting en daardoor mogelijk minder ver trekken dan in een natuurlijke situatie zou gebeuren. Zodoende lijken deze barrières bij te dragen aan versnippering van de leefgebieden van deze soorten. De rol van vistrappen langs stuwen om versnippering van leefgebieden en populaties riviervissen tegen te gaan is dus wellicht beperkter dan gedacht en deze constatering verdient zeker meer aandacht in de toekomst.

Daarnaast zijn er in het onderzoek voor houting en zeeprík (2 schaarse lange afstandstrekkers) pilot studies met deze techniek uitgevoerd, voornamelijk in 2005. Voor beide soorten bleek dat telemetrie met succes kon worden toegepast. Van de 7 zeepríkken die benedenstrooms van Hagestein in de Nederríjn-Lek zijn gevangen en uitgezet, trok er geen één door via de vistrappen, maar alle zakten stroomafwaarts af en één trok alsnog via de Waal omhoog naar Duitsland. Eén houting passeerde de hele serie vistrappen op de Nederríjn-Lek. Echter de meeste houtingen zijn in de winter van 2005/2006 uitgerust met een zender en zullen nog gegevens leveren na afloop van dit project.



Het opereren en inbrengen van transponders gebeurt in de open lucht en vaak onder de nodige publieke belangstelling. *Foto: Erwin Winter*

## Inleiding

Reofiele (of: stroomminnende) vissoorten zijn karakteristiek voor rivieren. Voor het ecologisch herstel van rivieren en voor de Europese Kaderrichtlijn Water en de Habitatrichtlijn zijn het belangrijke soorten die indicatief zijn voor een gezond ecosysteem. In dit onderzoek zijn het trekgedrag en de effecten van potentiële barrières, zoals stuwen, sluisen en waterkrachtcentrales (WKC's) op 4 reofiele soorten onderzocht, te weten barbeel (*Barbus barbus*), sneep (*Chondrostoma nasus*), kopvoorn (*Leuciscus cephalus*) en winde (*Leuciscus idus*). Dit onderzoek sluit aan op migratiestudies van zalm en zeeforel (o.a. Breukelaar et al. 1998) en schieraal (Winter & Jansen 2006) die ook gebruik maakten van de unieke infrastructuur aan detectiestations die in het Nederlandse rivierengebied is opgebouwd door het RIZA in samenwerking met NEDAP.

Voor veel vissoorten in rivieren zijn trekbewegingen van levensbelang, omdat geschikte voedselgebieden, paaigebieden en (winter)rustgebieden meestal niet op dezelfde locatie te vinden zijn gedurende de levenscyclus of door het seizoen. Vaak liggen bijvoorbeeld paaigebieden verder stroomopwaarts in de rivier, waar het water sneller stroomt en zuurstofrijker is, terwijl foerageergebieden en rustgebieden meer stroomafwaarts in dieper, rustiger, en voedselrijker water worden gevonden. Barrières in trekroutes kunnen leiden tot versnippering van leefgebieden of kunnen het voltooiën van de levenscyclus onmogelijk maken. Dit heeft aanzienlijke consequenties voor de populatieomvang van deze soorten. Daarom is de laatste 15 jaar veel zorg besteed aan het verbeteren van trekmogelijkheden door bijvoorbeeld vistrappen aan te leggen langs de stuwen in Rijn en Maas (Tabel 1) en elders in Nederland. In de grote rivieren zijn inmiddels de meeste stuwen van een vistrap voorzien; alleen bij Borgharen (nabij de grensovergang naar België) ontbreekt nog een vistrap.

Tabel 1. Stuwen in het Nederlandse deel van Maas en Rijn en jaar van aanleg van vistrappen. Bij Lith en Linne in de Maas en bij Hagestein en Amerongen in de Nederrijn is de stuw ook voorzien van een waterkrachtcentrale (WKC).

| Rivier     | Locatie stuw     | Jaar aanleg vistrap |
|------------|------------------|---------------------|
| Maas       | Lith (+ WKC)     | 1992                |
|            | Grave            | 2006                |
|            | Belfeld          | 1993                |
|            | Sambeek          | 1994                |
|            | Roermond         | 1993                |
|            | Linne (+WKC)     | 1991                |
|            | Borgharen        | gepland             |
| Neder-Rijn | Hagestein (+WKC) | 2004                |
|            | Amerongen (+WKC) | 2004                |
|            | Driel            | 2001                |

Het aanleggen van vistrappen impliceert niet automatisch dat daarmee de barrièrewerking van een stuw volledig ongedaan is gemaakt. Het succes van een vistrap hangt af van of een vis die gemotiveerd is om stroomopwaarts te trekken in staat is de vistrap te vinden via de zogenaamde lokstroom (*attractiekans*), of de vistrap als onnatuurlijk milieu wordt geaccepteerd om op te trekken (*acceptatiekans*), en of de vistrap zodanig is geconstrueerd dat deze inderdaad fysiek optrekbaar is om de stroomsnelheid te overwinnen (*geschiktheid*). De passeerbaarheid hangt ook af van de waterafvoer die de stromingskarakteristieken rond (en soms ook in) de vistrap bepaalt. Wanneer de omstandigheden onvoldoende gunstig zijn kan optrekkende vis vertragingen ondervinden of zelfs afzien van optrek waardoor mogelijk gunstige(r) paaigebieden te laat of niet worden bereikt.

Wanneer vis in stroomafwaartse richting trekt kan een stuw over de hoofdstroom gepasseerd worden of via de vistrap of de vaak aanwezige scheepsluizen. In het geval van een waterkrachtcentrale is ook passage door een turbine mogelijk, maar dat leidt vaak tot (dodelijke) beschadigingen. Over de mate van beschadigingen die vis op kan lopen wanneer ze door een turbine gaan is redelijk veel bekend (bijvoorbeeld onderzoek KEMA, Hadderingh & Bakker 1998). Naarmate vis groter is neemt de kans op dodelijke beschadigingen toe. Voor cypriniden met een lengte van meer dan 20 cm is de gemiddelde kans op verwondingen zo'n 30% wanneer de vis door een turbine gaat. Er is echter nog zeer weinig bekend over welk aandeel van vissen trekbewegingen vertoont, en of deze bij stroomafwaartse trekbewegingen kiezen voor passage via de hoofdstroom (over de stuw), via vistrap of door een turbine.

In dit onderzoek is gekeken hoe individuele vissen gebruik maken van de rivieren, hoe en wanneer ze trekken en of er aanwijzingen zijn voor effecten van barrières (stuw, sluis, vistrap en WKC) op het trekgedrag of de overleving. Daarbij is gebruik gemaakt van vissen die zijn uitgerust met een geïmplanteerde zender en een netwerk van 30 detectiestations verspreid over het Nederlandse rivierengebied. Daarmee kunnen de grootschalige trekbewegingen in kaart worden gebracht en worden aanwijzingen verkregen over de passeerbaarheid van potentiële barrières en over de mogelijke omvang van sterfte door waterkrachtcentrales op populatieniveau.



Barbeel, winde en kopvoorn zijn kenmerkende soorten reofiele rivieressen van de Maas.

*Foto: Joep de Leeuw*

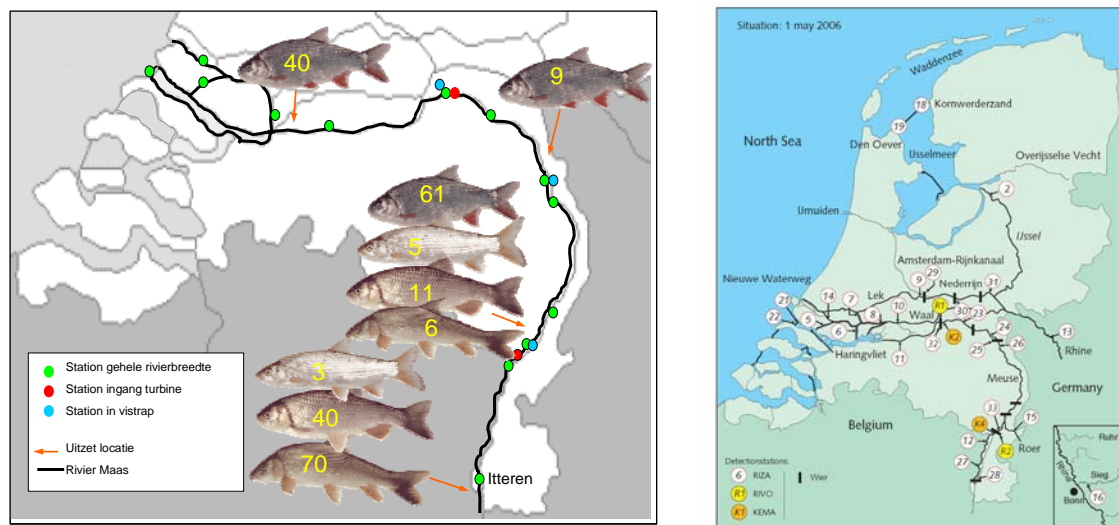
## Materiaal & Methode

Om de trekbewegingen van individuele vissen te volgen werd gebruik gemaakt van Nedap Trail™ System, waarbij vissen worden uitgerust met een transponder en kunnen worden gedetecteerd met een netwerk van antennekabels in het Nederlandse rivierengebied (Breukelaar et al. 1998). Op 4 locaties in het Nederlandse deel van de Maas zijn vissen gevangen en van een transponder voorzien (de meeste in het voorjaar van 2003), te weten barbeel (76), kopvoorn (51), sneep (8) en winde (110) (tabel 2, figuur 1a). Barbeel, kopvoorn en sneep komen vooral voor in bovenstroomse delen (bijvoorbeeld de Grensmaas), terwijl winde meer in de benedenrivieren is te vinden (figuur 1a). De vissen werden gevangen door beroepsvissers en medewerkers van RIVO met behulp van fuiken en het elektrisch schepnet. De vissen werden verdoofd met 2-phenoxy-ethanol (0.9 ml l<sup>-1</sup>). In de buik werd een 2-3 cm incisie gemaakt waardoor de zender in de buikholte werd gebracht in overlangse richting. De wond werd met 3 hechtingen (oplosbaar chirurgisch vicryldraad) gedicht. De Nedap Trail™ transponder (glazen cylinder, 14x63 mm, 9.5 cm<sup>3</sup>, gewicht 26.5 g in lucht, 16.0 g in water) heeft een levensduur van minimaal 2 jaar en is voorzien van het adres van het RIVO (tegenwoordig: Wageningen IMARES) en een premie om de kans op terugmeldingen te vergroten. Nadat de vissen uit de verdoving waren bijgekomen (goed in balans en krachtige zwembewegingen) werden ze zo dicht mogelijk bij de vangstlocatie losgelaten. Bij passage over een detectiestation, bestaande uit 3 parallelle antennekabels dwars over de rivier en aangesloten op een modem die op afstand met een pc kan worden uitgelezen, wordt de individuele code en de tijd van passage van de zender geregistreerd. In het Nederlandse rivierengebied liggen ongeveer 30 detectiestations (figuur 1 b, aantal varieert enigszins afhankelijk van ondersteuning van lopende onderzoeksprojecten). Gedetailleerdere informatie over gedrag bij barrières werd verkregen door detectiestations in een vistrap (Sambeek) en bij de ingang van WKC's (Lith, Linne). De passage van vistrappen werd verder afgeleid uit het passeren van detectiestations in stroomopwaartse richting waarbij een stuw met vistrap moest zijn gepasseerd.

Tabel 2. Aantal vissen dat per vangst- en uitzetlocatie (in stroomafwaartse richting) van een transponder werd voorzien (m=man, v=vrouw,?=geslacht onbekend)

| Locatie            | Datum            | Barbeel   |          |          | Kopvoorn  |           |           | Sneep    |          |          | Winde     |           |          |
|--------------------|------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
|                    |                  | m         | v        | ?        | m         | v         | ?         | m        | v        | ?        | m         | v         | ?        |
| <b>Borgharen</b>   | 01 mei 2003      | 22        |          | 1        | 7         | 5         |           |          |          |          |           |           |          |
|                    | 02 mei 2003      | 13        | 2        |          | 6         | 6         | 2         |          |          |          |           |           |          |
|                    | 14 mei 2003      | 10        | 2        |          | 8         | 6         |           |          | 2        |          |           |           |          |
|                    | 15 mei 2003      | 17        | 3        |          |           |           |           |          |          | 1        |           |           |          |
| <b>Kessel</b>      | 27 februari 2003 |           |          |          |           |           |           | 1        |          |          | 7         | 9         |          |
|                    | 06 maart 2003    |           |          |          |           |           | 7         | 1        |          | 6        | 15        | 3         |          |
|                    | 19 maart 2003    |           |          |          |           |           | 3         | 1        | 1        | 1        |           |           |          |
|                    | 22 december 2003 |           |          | 6        |           |           |           |          |          |          |           |           |          |
|                    | 23 maart 2004    |           |          |          |           | 1         |           |          |          |          | 10        | 11        |          |
| <b>Sambeek</b>     | 19 maart 2003    |           |          |          |           |           |           |          |          | 2        | 7         |           |          |
| <b>Keizersveer</b> | 19 februari 2003 |           |          |          |           |           |           |          |          | 10       | 14        |           |          |
|                    | 20 februari 2003 |           |          |          |           |           |           |          |          | 9        | 6         | 1         |          |
| <b>Totaal</b>      |                  | <b>62</b> | <b>7</b> | <b>7</b> | <b>21</b> | <b>18</b> | <b>12</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>44</b> | <b>62</b> | <b>4</b> |





Figuur 1 (a) Aantallen en uitzetlocaties van reofiele vissoorten die van een transponder zijn voorzien. Ook zijn detectiestations aangegeven (rood voor wkc, blauw vistrap, overige groen). Uitzetlocaties zijn resp. (in stroomafwaartse richting) Borgharen, Kessel, Sambeek, en Keizersveer. (b) locatie detectiestations (nummers) en stuwen (zwarte balkjes) van het Nedap Trail™ System.

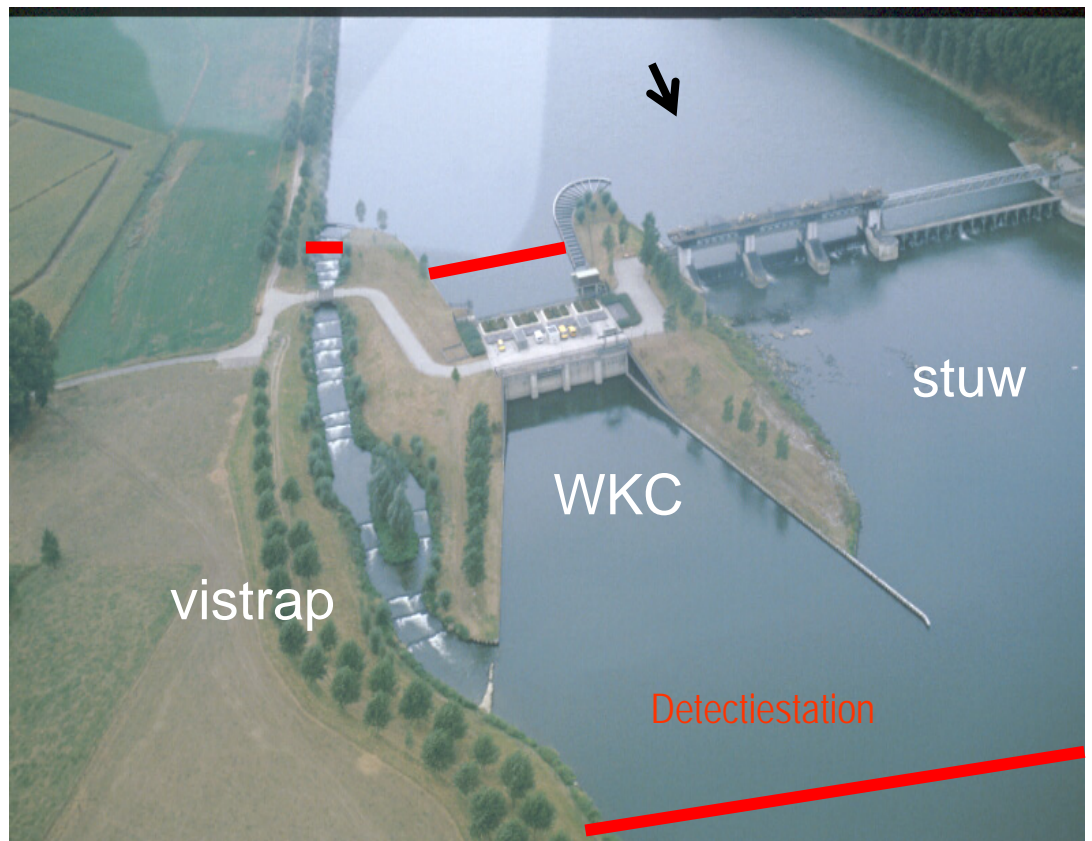
Van meer dan 80% van de vissen kon het geslacht worden bepaald (tabel 2). Alleen grotere, volwassen vissen (>36 cm totale lengte, minimaal 500 g) in goede conditie werden van een zender voorzien (tabel 3).

Tabel 3. Lengte en gewicht van vissen die met transponders werden uitgerust

| soort    | geslacht      | n          | totale lengte (cm) |             |             | totale gewicht (g) |            |             |
|----------|---------------|------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|-------------|
|          |               |            | gemiddelde         | min         | max         | gemiddelde         | min        | max         |
| Barbeel  | m             | 62         | 55.7               | 45.7        | 66.3        | 1630               | 820        | 3560        |
|          | v             | 7          | 67.1               | 61.8        | 69.7        | 2731               | 2060       | 3200        |
|          | <b>totaal</b> | <b>76</b>  | <b>56.7</b>        | <b>45.7</b> | <b>69.7</b> | <b>1734</b>        | <b>820</b> | <b>3560</b> |
| Kopvoorn | m             | 21         | 47.6               | 43.2        | 54.8        | 1362               | 880        | 1960        |
|          | v             | 18         | 50.5               | 45.1        | 56.9        | 1601               | 1040       | 2140        |
|          | <b>totaal</b> | <b>51</b>  | <b>48.8</b>        | <b>39.3</b> | <b>56.9</b> | <b>1472</b>        | <b>807</b> | <b>2362</b> |
| Sneep    | m             | 3          | 41.6               | 39.5        | 44.3        | 755                | 649        | 855         |
|          | v             | 3          | 46.4               | 36.2        | 51.9        | 1260               | 519        | 1760        |
|          | <b>totaal</b> | <b>8</b>   | <b>43.6</b>        | <b>36.2</b> | <b>51.9</b> | <b>988</b>         | <b>477</b> | <b>1760</b> |
| Winde    | m             | 44         | 45.8               | 38.5        | 52.4        | 1290               | 715        | 1932        |
|          | v             | 62         | 46.5               | 38.0        | 55.8        | 1566               | 705        | 3025        |
|          | <b>totaal</b> | <b>110</b> | <b>46.1</b>        | <b>38.0</b> | <b>55.8</b> | <b>1439</b>        | <b>705</b> | <b>3025</b> |

Gegevens van detecties tot en met 31 juni 2006 zijn in dit onderzoek verwerkt, dus voor de meeste vissen omvatte de onderzoeksperiode 3 jaar en liep in veel gevallen dus tot na de levensduur van de batterij en of de vis.





Een combinatie van detectiestations in een vistrap, voor een WKC en over de hoofdstroom, zoals hier bij Linne in de Maas, geeft gedetailleerde informatie over gedrag, trekroutes en mogelijke sterfte onder riviervissen die deze barrières op hun migratieroutes tegenkomen.

*Foto: Rijkswaterstaat.*

# Resultaten

## Gebruik rivieren en *home ranges*

In de onderzoeksperiode van februari 2003 tot juni 2006 werden van de 245 met transponder uitgeruste vissen er 140 op hun trekweg gedetecteerd langs tenminste één van de stations; de overige 105 werden niet meer waargenomen (tabel 4). In de onderzoeksperiode werden 5 windes en 1 kopvoorn teruggemeld nadat ze waren gevangen door hengelaars (4 stuks) of dood waren gevonden (2 stuks). Uit de literatuur en eerder onderzoek is bekend dat de sterfte ten gevolge van de chirurgische ingreep zeer gering is en dat er grote variatie kan bestaan in individueel trekgedrag (bijvoorbeeld Lucas & Batley 1996, Winter & Fredrich 2003). Een groot deel van de vissen had blijkbaar een meer lokaal voorkomen met hooguit trekbewegingen over korte afstanden zonder detectiestations te passeren (N.B. gemiddeld is de afstand tot naburige detectiestations enkele tientallen kilometers).

Tabel 4. Aantal vissen losgelaten en verdeling van het aantal detectiestations dat vissen gedurende de onderzoeksperiode passeerden.

| uitzetlocatie | soort       | geslacht | aantal stations gepasseerd |           |           |           |          |          |          | minimaal 1 station gepasseerd | total aantal uitgezet |    |
|---------------|-------------|----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------------------|----|
|               |             |          | 0                          | 1         | 2         | 3         | 4        | 5        | 6        |                               |                       |    |
| Borgharen     | Barbeel     | m        | 22                         | 35        | 4         | 1         |          |          |          | 40                            | 62                    |    |
|               |             | v        | 2                          | 4         |           | 1         |          |          |          | 5                             | 7                     |    |
|               |             | ?        | 1                          |           |           |           |          |          |          | 0                             | 1                     |    |
|               | Kopvoorn    | m        | 1                          | 18        | 2         |           |          |          |          | 20                            | 21                    |    |
|               |             | v        | 7                          | 7         | 3         |           |          |          |          | 10                            | 17                    |    |
|               |             | ?        | 1                          | 1         |           |           |          |          |          | 1                             | 2                     |    |
|               | Sneep       | v        | 1                          | 1         |           |           |          |          |          | 1                             | 2                     |    |
|               |             | ?        | 1                          |           |           |           |          |          |          | 0                             | 1                     |    |
|               | Keizersveer | Winde    | m                          | 2         | 2         | 7         | 8        |          |          |                               | 17                    | 19 |
| v             |             |          | 6                          | 4         | 3         | 3         | 1        | 2        | 1        | 14                            | 20                    |    |
| ?             |             |          |                            | 1         |           |           |          |          |          | 1                             | 1                     |    |
| Kessel        | Barbeel     | ?        | 4                          |           |           | 2         |          |          |          | 2                             | 6                     |    |
|               |             | Kopvoorn | v                          | 1         |           |           |          |          |          |                               | 0                     | 1  |
|               |             |          | ?                          | 5         | 2         | 3         |          |          |          |                               | 5                     | 10 |
|               | Sneep       | m        | 1                          | 1         | 1         |           |          |          |          | 2                             | 3                     |    |
|               |             | v        |                            |           | 1         |           |          |          |          | 1                             | 1                     |    |
|               |             | ?        | 1                          |           |           |           |          |          |          | 0                             | 1                     |    |
|               | Winde       | m        | 18                         | 4         | 1         |           |          |          |          | 5                             | 23                    |    |
|               |             | v        | 25                         | 4         | 3         | 2         | 1        |          |          | 10                            | 35                    |    |
|               |             | ?        | 3                          |           |           |           |          |          |          | 0                             | 3                     |    |
| Sambeek       | Winde       | m        |                            | 1         |           | 1         |          |          |          | 2                             | 2                     |    |
|               |             | v        | 3                          | 3         |           | 1         |          |          |          | 4                             | 7                     |    |
|               |             |          | <b>105</b>                 | <b>88</b> | <b>28</b> | <b>19</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>140</b>                    | <b>245</b>            |    |

Barbeel, kopvoorn en sneep bleken slechts beperkt te trekken in de bovenstroomse delen van de Maas. Gedurende de onderzoeksperiode was de *home range*, het aantal rivierkilometers tussen de verst van elkaar verwijderde detectiestations die een individu passeerde, in de orde van enkele tot enkele tientallen kilometers (Tabel 5 en 6). Vrouwtjes hadden bij alle 3 soorten

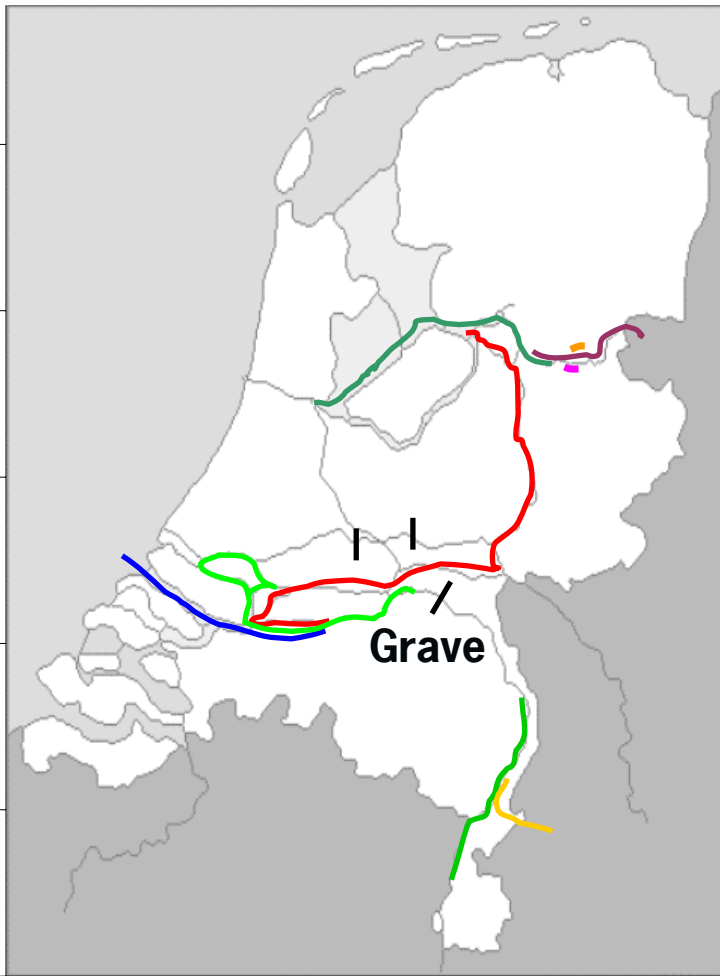
gemiddeld een grotere *home range* dan mannetjes (Tabel 5). Bij alle soorten is een grote variatie te zien in trekgedrag per individu, variërend van vrijwel geen migraties tot afstanden van meer dan 50 km. Het trekgedrag van winde in de benedenrivieren is het meest variabel, van nauwelijks tot geen trekgedrag tot wel honderden kilometers, met name via de vrij optrekbare delen van Rijn, IJssel en Waal (zie voorbeelden in figuur 2). Twee windes (een mannetje en een vrouwtje) bijvoorbeeld trokken in maart/april 2003 min of meer samen van Keizersveer (Maas in de Benedenrivieren) via de Waal en IJssel naar het IJsselmeer. Het vrouwtje keerde kort daarop in enkele dagen via exact dezelfde route weer terug, terwijl er op veel kruispunten 'gekozen' kon worden en de route afwisselend zowel stroomop- als stroomafwaarts ging. Waarschijnlijk wist dit vrouwtje dus goed waar ze zich bevond. Het mannetje trok een half jaar later in november via de Rijn naar Duitsland en is daarna niet meer waargenomen. In het algemeen bleken de trekbewegingen, net als bij de andere soorten, echter nogal lokaal. Bij windes lijkt het verschil in *home range* tussen mannetjes en vrouwtjes gering.

Tabel 5. Minimale *home ranges* (afstand in rivierkilometers tussen verst van elkaar gelegen stations die een individu passeerde). Aangegeven zijn de gemiddelden (tussen haakjes maximale) *home ranges* van vissen die tenminste 1 detectiestation zijn gepasseerd gedurende de onderzoeksperiode.

| soort         | geslacht      | Borgharen        | Kessel           | Sambeek        | Keizersveer       | Totaal            |
|---------------|---------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Barbeel       | ?             |                  | 75 (75)          |                |                   | 75 (75)           |
|               | v             | 15.6 (62)        |                  |                |                   | 15.6 (62)         |
|               | m             | 10.3 (62)        |                  |                |                   | 10.3 (62)         |
|               | <b>totaal</b> | <b>10.9 (62)</b> | <b>75 (75)</b>   |                |                   | <b>13.6 (75)</b>  |
| Kopvoorn      | ?             | 4 (4)            | 21.4 (24)        |                |                   | 18.5 (24)         |
|               | v             | 12.7 (55)        |                  |                |                   | 12.7 (55)         |
|               | m             | 4.1 (5)          |                  |                |                   | 4.1 (5)           |
|               | <b>totaal</b> | <b>7.1 (55)</b>  | <b>21.4 (24)</b> |                |                   | <b>9 (55)</b>     |
| Sneep         | v             | 4 (4)            | 61 (61)          |                |                   | 32.5 (61)         |
|               | m             |                  | 19.5 (24)        |                |                   | 19.5 (24)         |
|               | <b>totaal</b> | <b>4 (4)</b>     | <b>33.3 (61)</b> |                |                   | <b>26 (61)</b>    |
| Winde         | ?             |                  |                  |                | 6 (6)             | 6 (6)             |
|               | v             |                  | 36.1 (92)        | 1.3 (2)        | 80.2 (268)        | 52.0 (268)        |
|               | m             |                  | 33.2 (61)        | 1.5 (2)        | 70.8 (278)        | 57.2 (278)        |
|               | <b>totaal</b> |                  | <b>35.2 (92)</b> | <b>1.3 (2)</b> | <b>72.9 (278)</b> | <b>53.5 (278)</b> |
| <b>totaal</b> |               | <b>9.2 (62)</b>  | <b>35.4 (92)</b> | <b>1.3 (2)</b> | <b>72.9 (278)</b> | <b>28.1 (278)</b> |

Tabel 6. Frequentie (aantal individuen) van minimale *home ranges*. Niet meer waargenomen individuen hebben kleine *home ranges* (geen station gepasseerd) of zijn doodgegaan kort na uitzetten.

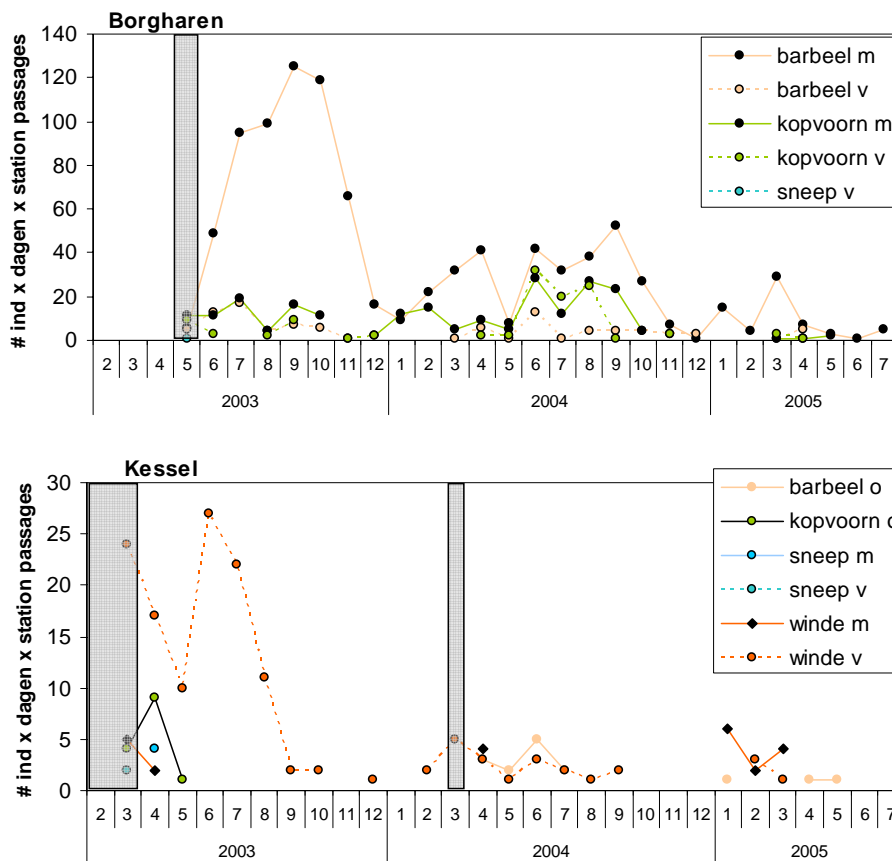
| range (rivierkm)                    | barbeel | kopvoorn | sneep | winde |
|-------------------------------------|---------|----------|-------|-------|
| <i>[niet meer waargenomen ind.]</i> | 29      | 15       | 4     | 57    |
| 0-10                                | 38      | 30       | 1     | 11    |
| 10-20                               | 0       | 2        | 1     | 6     |
| 20-50                               | 0       | 3        | 1     | 14    |
| 50-100                              | 8       | 2        | 1     | 18    |
| 100-200                             | 0       | 0        | 0     | 4     |
| >200                                | 0       | 0        | 0     | 2     |



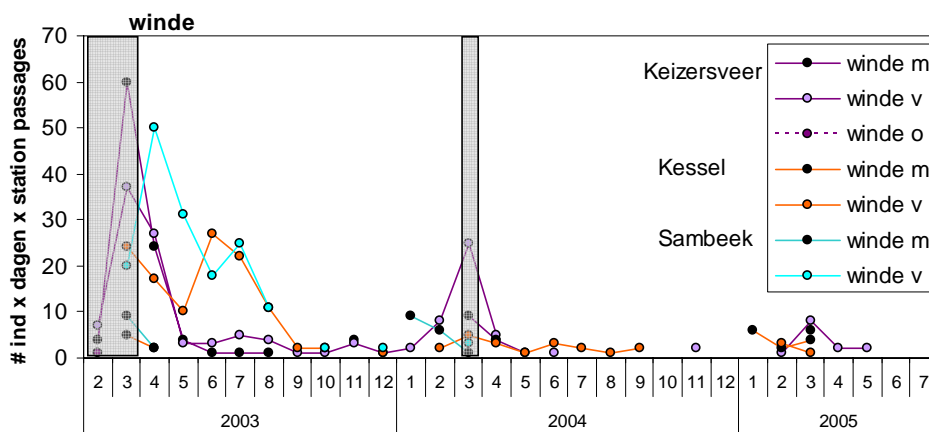
Figuur 2. Voorbeelden van trekroutes van enkele individuele windes (elke kleur geeft de minimale 'home range' aan van één windes). De zwarte balkjes geven stuwen aan die niet zijn voorzien van vistrappen (situatie in 2003, de 2 stuwen in de Neder-Rijn / Lek zijn in 2004 van een vistrap voorzien en Grave in 2006). Ter illustratie zijn ook enkele trekroutes van windes aangegeven die in eerder onderzoek in de Overijsselsche Vecht van een transponder werden voorzien en gebruik maken van de Vecht en het IJsselmeer (Winter & Fredrich 2003).

### Timing trekgedrag en migratiesnelheid

De meeste trekactiviteit werd waargenomen in de zomerperiode (barbeel en kopvoorn) of vroege voorjaarsperiode (winde) (Figuur 3). Barbeel en kopvoorn paaien voornamelijk in mei terwijl winde vroeger (meestal in maart) paait. Opvallend bij winde is dat de mannetjes in de wintermaanden en paaiperiode trekactiviteit vertonen, terwijl de vrouwtjes pas vanaf de paaiperiode en in de zomermaanden actief zijn (Figuur 4). Vermoedelijk bezetten mannetjes een relatief klein paaiterritorium dat vrouwtjes voor een korte periode komen bezoeken. In figuur 3 is ook te zien dat het aantal waarnemingen over de 3 jaar geleidelijk afneemt doordat batterijen van zenders uitvallen en vissen sterven.

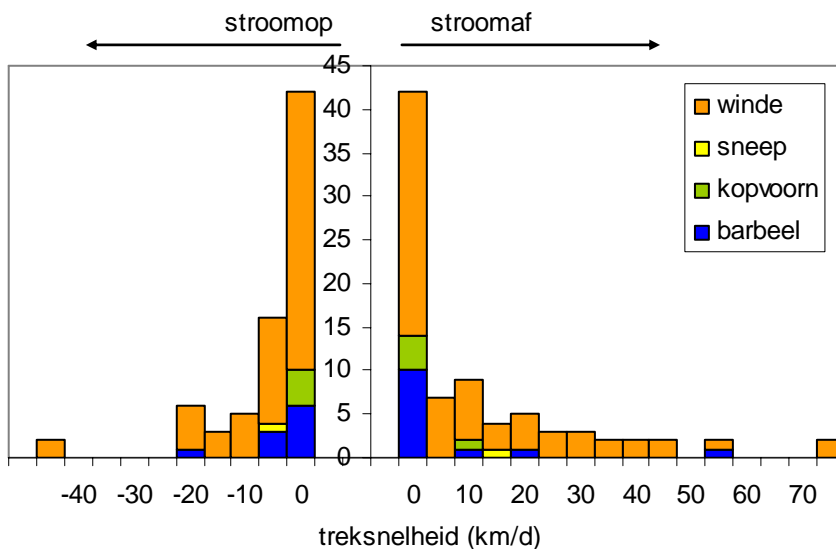


Figuur 3. Trekintensiteit (aantal dagen x individuen dat een detectiestation passeert per maand) van vissen van de Grensmaas (boven) en Kessel (onder). Grijs balkjes geven de perioden aan waarin vissen met zenders werden uitgerust (m=man, v=vrouw, o=geslacht onbekend).



Figuur 4. Trekintensiteit (aantal dagen x individuen dat een detectiestation passeert per maand) van windes. Grijs balkjes geven de perioden aan waarin vissen met zenders werden uitgerust (m=man, v=vrouw, o=geslacht onbekend).

Uit de tijd die is verstreken tussen het passeren van opeenvolgende detectiestations en de afstand daartussen kan de minimale treksnelheid worden afgeleid (N.B. de zo berekende treksnelheid is een onderschatting wanneer vissen tussenstops maken en niet rechtstreeks doorzwemmen. De treksnelheden weerspiegelen dus geen zwemsnelheden). Stroomopwaartse trek verloopt gemiddeld langzamer (met een maximum van 20 km per dag) dan stroomafwaartse trek die kan oplopen tot zo'n 60 km per dag (figuur 5). Dit verschil hoeft niet alleen veroorzaakt te worden door zwemcapaciteiten en de voordelen van stroom mee bij stroomafwaartse migratie, maar weerspiegelt ook voor een deel vertragingen die opgelopen kunnen worden bij pogingen om barrières via vistrappen te slechten.



Figuur 5. Frequentieverdeling van migratiesnelheden tussen opeenvolgende stations in stroomopwaartse richting (links) en stroomafwaartse richting (rechts).

## Effecten van barrières op trekgedrag

Voor alle soorten geldt dat de trekbewegingen vooral plaatsvonden via de vrij begaanbare delen van de Maas en Rijn (figuur 2). Barrières zoals stuwen en sluizen werden veel minder gepasseerd, en het gebruik van vistrappen lijkt beperkt ten opzichte van het totale aantal vissen dat met een zender is uitgerust (Tabel 7). Stuwen die ten tijde van het onderzoek alleen een scheepssluis als potentiële passagemogelijkheid hadden (stuw bij Grave en scheepssluisje in stuw bij Borgharen) werden niet gepasseerd. Bij Borgharen is wel een barbeel waargenomen in het sluisje, maar onduidelijk is of deze ook verder is opgetrokken. Dit sluisje wordt soms opengezet om vissen de gelegenheid te geven op te trekken, maar van deze mogelijkheid wordt blijkbaar nauwelijks gebruik gemaakt door de vissen in dit onderzoek. De overige stuwen zijn voorzien van vistrappen, maar het aantal vissen dat bij vistrappen werd waargenomen is relatief gering en van deze vissen die bij een vistrap verschenen bleek maar een deel de vistrap te gebruiken om verder op te trekken. Bij Linne werden alle soorten in de vistrap waargenomen. Opmerkelijk is dat de meeste barbelen, kopvoorns en snepen die de stuw naderden vanaf Kessel (en daarbij de vistrap bij Roermond al gepasseerd hadden) ook inderdaad via de vistrap optrokken. Wellicht is dit een aanwijzing dat in dit rivierpand geen geschikt habitat (o.a. grindbanken als paaisubstraat) is te vinden. Van de 7 windes die voor de stuw van Linne verschenen trok er echter slechts 1 op via de vistrap. Ook bij Sambeek werd enkele malen vastgesteld dat windes zich voor de stuw begaven, maar slechts een deel (5 van de 11) trok vervolgens stroomopwaarts via de vistrap. Bij Lith verbleven zelfs 10 windes voor de stuw

zonder dat er 1 optrok naar het volgende bovenstrooms gelegen detectiestation bij Balgoij. Dit suggereert dat er niet of nauwelijks gebruik is gemaakt van de vistrap bij Lith. Ook de stuw bij Belfeld werd niet via de vistrap gepasseerd. Op de Rijn (Hagestein, Amerongen, Driel) tenslotte werd eveneens geen gebruik gemaakt van vistrappen (N.B. alleen voor winde uit het benedenrivierengebied zou eventueel iets verwacht mogen worden, voor de andere soorten lijkt dit te ver van de normale leefgebieden). De vraag of de vistrappen wel voldoende werken of dat er andere redenen zijn waarom vissen voor een stuw blijven hangen wordt in het volgende hoofdstuk besproken.

Eén winde passeerde de Haringvlietspuisluizen naar zee en is daarna niet meer waargenomen.

Tabel 7. Gedrag bij barrières (aantal individuen). 1/3 = 3 waargenomen bendenstrooms stuw, waarvan 1 gepasseerd via vistrap, of: 3 individuen waargenomen bovenstrooms wkc, waarvan 1 gepasseerd door turbine. (K: vissen van Kessel, S: vissen van Sambeek).

| potentiële barrière                 | locatie             | barbeel | kopvoorn | sneep  | winde         | opmerking  |
|-------------------------------------|---------------------|---------|----------|--------|---------------|--|
| <b>Stuw met alleen scheepssluis</b> | Maas Grave          |         |          |        |               | <i>geen passages waargenomen</i>   |
| <b>Stuw met kleine sluis</b>        | Grensmaas Borgharen | 2       | 4        |        |               | in sluisje, waargenomen, maar passage niet bevestigd                                 |
| <b>Stuw met vistrap*</b>            | Linne               | 2/2     | 3/4      | 1/2    | 1/7           | passage alleen vanaf Linne_dorp naar Stevensweert en eventueel terug naar Linne_dorp |
|                                     | Roermond            | 2       | 5        | 2      | 8             | passage van Kessel naar Linne_dorp of Roer   |
|                                     | Roer                |         | 1        |        | 1             | vistrappen Roermond en Roer gepasseerd vanaf Kessel                                  |
|                                     | Belfeld             |         |          |        |               | <i>geen passages van Afferden naar Linne of Roer</i>                                 |
|                                     | Sambeek **          |         |          |        | S:3/9, K: 2/4 | stroomopwaartse passage vistrap  |
|                                     |                     |         |          | K: 0/1 | K: 1/3        | stroomafwaartse passage vistrap  |
|                                     | Lith                |         |          |        | 0/10          | vanaf Keizersveer  |
|                                     | Lek Nieuwegein      |         |          |        | 0/1           | vanaf Keizersveer  |
|                                     | Hagestein           |         |          |        |               | <i>geen passages waargenomen</i>   |
|                                     | Maurik              |         |          |        |               | <i>geen passages waargenomen</i>   |
|                                     | Driel               |         |          |        |               | <i>geen passages waargenomen</i>   |
| <b>Spuisluis naar zee</b>           | Haringvliet         |         |          |        | 1             | uitgespoeld naar zee   |
| <b>Waterkrachtcentrale</b>          | Lith                |         |          |        |               | <i>geen passages waargenomen</i>   |
|                                     | Linne               | 1?/2    |          |        | 0/1           |  |

\* stuwcomplex kan worden gepasseerd via vistrap, stuw, scheepsluizen (en eventueel WKC).

\*\* enige detectiestation waar gedurende gehele periode passage door een vistrap daadwerkelijk gemeten is.



Door de schijnbaar geringe neiging om stuw-complexen te passeren werden de vissen ook nauwelijks waargenomen in de buurt van waterkrachtcentrales. De WKC van Lith werd niet gepasseerd. Bij de WKC van Linne werden 2 barbelen en een winde afkomstig van de Grensmaas gesignaleerd. Eén barbeel en de winde keerden daarna terug naar de Grensmaas en zijn dus niet door de WKC heengegaan. De andere barbeel is vanaf de Grensmaas twee maal bij de WKC geweest. De eerste keer maakte deze dezelfde terugreis als de andere 2 vissen, de laatste keer is na de WKC nooit meer iets vernomen, zodat deze barbeel de enige is van de 245 vissen in deze studie waarvan het vermoeden kan bestaan dat deze door de WKC is heengegaan, maar zelfs dat is niet zeker omdat het ook mogelijk is dat na het verschijnen bij de ingang van de WKC de barbeel slechts een stukje stroomopwaarts is gezwommen maar geen ander detectiestation meer is gepasseerd. Van één barbeel weten we dat die het stuwcomplex Linne is gepasseerd in stroomafwaartse richting via de stuw of de vistrap (in elk geval niet via de WKC). De kans dat een vis in een WKC terechtkomt gegeven dat vissen in stroomafwaartse richting trekken kan dus aanzienlijk hoger zijn (in het voorbeeld van barbeel: 1 via stuw/vistrap tegen 1 mogelijk via WKC). Het is duidelijk dat er nog onvoldoende gegevens zijn om sterftekansen gegeven stroomafwaartse migratie te kunnen berekenen (zie Winter & Jansen 2006 voor een uitgebreide discussie over berekeningen sterftekansen).

## Pilot studie Houting en Zeeprík

Houting (*Coregonus oxyrhynchus*) en zeeprík (*Petromyzon marinus*) zijn schaarse lange afstandstrekkingen die in de Nederlandse rivieren, het IJsselmeer en de kustwateren voorkomen en een bijzondere status hebben in Nederland. Voor deze soorten is in samenwerking met Rijkswaterstaat RIZA (die ook transponders hiervoor beschikbaar stelde) een pilot opgezet - voornamelijk in 2005 - om te kijken of deze soorten geschikt zijn voor onderzoek naar trekroutes en trekgedrag met behulp van transponders. De resultaten van deze pilots kunnen na verloop van tijd (nog ca. 1 jaar na nu) worden geanalyseerd. De waarnemingen tot dusver worden hieronder kort besproken.

Zeeprík is een diadrome soort die opgenomen is in de Habitatrichtlijn, en daardoor een speciale beschermingsstatus geniet. Er werden in totaal 7 zeepríkken gezenderd in de Lek benedenstrooms van Hagestein in april 2005, maar 6 van de 7 trokken weer stroomafwaarts. Eén is nooit meer waargenomen. Van de 6 die stroomafwaarts trokken bleven een aantal in het benedenriviergebied rondzwerfen, terwijl één zeeprík vervolgens via de vrij optrekbare Waal naar Duitsland is gegaan, dus zonder stuwen en vistrappen te passeren.

Houting is een diadrome vissoort die in de vorige eeuw uiterst zeldzaam is geworden. In de jaren 90 is in Duitsland begonnen met een herintroductieprogramma vanuit een wilde populatie in Denemarken (Borcherding et al. 2006) hoewel de status van deze populatie (Oostzee of de oorspronkelijk in Nederland voorkomende Noordzee houting) omstreden is (Freyhof & Schöter 2005). Inmiddels is het aantal waarnemingen van houtingen in de grote rivieren en (vooral) het IJsselmeer sterk toegenomen (De Leeuw et al. 2005). Er werden voor deze pilot 50 houtingen van een transponder voorzien.

Een houting, gevangen in december 2005 bij Hagestein in de Lek, trok de Neder-Rijn op gebruikmakend van de vistrappen bij Hagestein, Maurik en Driel en keerde in februari terug via de vistrap van Driel. Houting paait in de winter en vermoedelijk gaat het hier dus om paaitrek (zoals ook in de meeste gevallen bij de andere soorten in deze studie). Van de 49 houtingen die in het IJsselmeer werden waargenomen zijn er 3 teruggevangen door beroepsvissers en 4 werden er waargenomen bij de sluizen in de Afsluitdijk. Het is niet duidelijk of de sluizen ook werden gepasseerd, omdat de opstelling zo is gekozen dat vissen die van buiten komen binnen worden geregistreerd. Tot dusver werden ook (nog) geen houtingen stroomopwaarts in de IJssel gesignaleerd, maar de eventuele paaitrek valt pas laat in het najaar en kan derhalve niet worden meegenomen in deze rapportage.

## Discussie

### Migratiebelemmeringen

Deze telemetriestudie met vier soorten reofiele vissen laat als algemeen beeld zien dat de meeste vissen verplaatsingen over riviertrajecten van hooguit enkele kilometers maken en slechts enkele bleken excursies over aanzienlijk grotere trajecten te ondernemen. Daarbij werd weinig gebruik gemaakt van vistrappen en WKC's leken vermeden te worden; grote trajecten (>50 km) werden uitsluitend via de vrij optrekbare delen van de rivieren (Waal, IJssel) afgelegd. Windes in de benedenrivieren benutten over het algemeen grotere delen van de rivieren, met name daar waar geen stuwen (al of niet met vistrap) zijn aangelegd, dan barbeel, kopvoorn en sneep in de meer bovenstroomse delen van de Maas met een relatief hoge dichtheid stuwen. De vraag is daarom of stuwen, ondanks de vistrappen, toch een barrièrewerking hebben op de reofiele vispopulaties. Hoewel bij alle soorten wel passages van vistrappen werden waargenomen was de frequentie laag.

Een lastige kwestie is dat niet goed meetbaar is in hoeverre vissen echt de intentie hebben heen en weer te trekken en gehinderd worden in vrije passage ondanks vistrappen. Het zou ook kunnen dat in de bovenstroomse delen van de Maas voldoende geschikt habitat op korte afstand beschikbaar is om de levenscyclus te voltooien op een kleiner riviertraject waardoor de noodzaak om te trekken ook beperkt kan zijn. De beantwoording van deze vraag is cruciaal om te beoordelen of vistrappen langs stuwen voldoende functioneren of dat populatieontwikkelingen toch nog gehinderd worden door te beperkte migratiemogelijkheden. Anders gezegd: is het beperkt aantal stroomopwaartse passages via vistrappen dat waargenomen is in deze studie een indicatie voor migratiebelemmeringen of niet. Deze vraag is niet eenvoudig te beantwoorden omdat de motivatie van het individu (wil een vis optrekken en is het echt nodig) een belangrijke rol speelt, maar niet direct meetbaar is. Door nadere analyse van het waargenomen gedrag rond stuwen en vistrappen en vergelijking met migratiestudies uit de literatuur kunnen we de rol van motivatie en door de vis gewenst gedrag wel verhelderen.

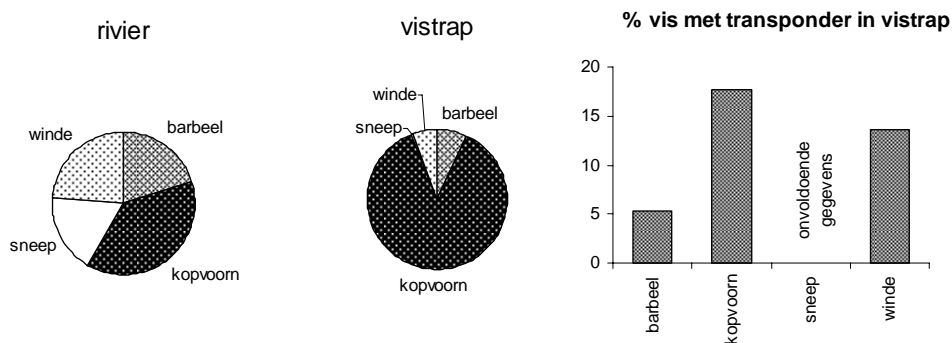


Fig. 6. Het relatieve voorkomen van barbeel, kopvoorn, sneep en winde (>30 cm) in (a) de Maas (vismonitoring met elektrisch schepnet en kor RIVO/IMARES in 1994-1997) en (b) in vistrappen in de Maas (Cazemier 1990; De Jong 1995; De Jong & Cazemier 1997; Lanthers 1993, 1995). (c) percentage vissen in deze studie dat gebruik maakte van vistrappen (% ten opzichte van totaal aantal met transponder uitgeruste vissen).

Om een beeld te krijgen van de mate van benutting van de vistrappen kunnen we het gedrag van de 4 reofiele soorten in deze studie vergelijken met studies over het voorkomen in de rivier de Maas (uit gegevens van de MWTL vismonitoring grote rivieren) en in specifieke studies van het voorkomen van vissen in vistrappen in de Maas (Cazemier 1990; De Jong 1995; De Jong &

Cazemier 1997; Lanter 1993, 1995). Op basis van vangsten met het elektrisch schepnet en de kor (actieve monitoring in de periode 1994-1997 om een directe vergelijking te kunnen maken met het onderzoek vistrappen in die periode) blijken winde, barbeel, sneep en kopvoorn in redelijk gelijke proporties voor te komen in de Maas; de kopvoorn lijkt het meest algemeen in die periode (Fig. 6a; N.B. tegenwoordig is sneep beduidend schaarser geworden). De studies die in de jaren 90 zijn gedaan aan het voorkomen van vissen in de vistrappen (meestal uitgevoerd in de periode april-juni) laten zien dat kopvoorn opvallend vaak in vistrappen wordt gesignaleerd (Fig. 6b) en barbeel, sneep en winde veel minder dan verwacht zou mogen worden op basis van het voorkomen in de rivier. Voor winde kan een rol spelen dat de vistrappen veelal zijn bemonsterd na de paaiperiode wanneer de trekintensiteit aanzienlijk afneemt (Fig. 4), terwijl de bemonstering middenin de periode van paaitrek voor barbeel, sneep en kopvoorn viel. Het lijkt er echter op dat kopvoorn ten opzichte van de andere soorten minder moeite heeft met het benutten van vistrappen. Dat wordt ook onderschreven door onderhavige studie met transponders: bij kopvoorn benutte een relatief groot deel van de gezenderde individuen een vistrap.

Ook de individuele variatie in trekgedrag kan aanwijzingen opleveren voor eventuele hinder van barrières. Een grote variatie in trekgedrag van winde is ook beschreven voor de Overijsselse Vecht en de Elbe (Winter & Fredrich 2003). Deze variatie blijkt echter consistent over de jaren, dat wil zeggen dat windes die ver de Vecht optrekken en verschillende vistrappen achter elkaar passeren om hun paai gebied te bereiken, dat jaar-in jaar-uit doen, terwijl andere windes nooit ver optrekken en jaarlijks een verder stroomopwaarts gelegen paai gebied benutten (Winter & Fredrich 2003). Hier is dus waarschijnlijk geen sprake van sterke fysieke barrières maar lijken windes precies te weten waar ze heen willen. Ook blijken op de Vecht windes relatief vaak voor een stuw te verblijven. Dit kan worden veroorzaakt doordat de omstandigheden ongunstig zijn om de lokstroom te detecteren (met de intentie verder op te trekken), maar niet zelden lijkt er sprake te zijn van een voorkeur voor het verblijf onder de stuw, mogelijk omdat het water dat over de stuw stort gunstige paaiomstandigheden creëert. Dit sluit goed aan bij de waarnemingen die bij de stuw van Linne, Sambeek en Lith werden gedaan, waarbij diverse windes de stuw naderden (40), maar vervolgens niet de vistrap stroomopwaarts namen (slechts 6 passeerden via de vistrap), terwijl barbeel, kopvoorn en sneep, die doorgaans verder stroomopwaarts hun leefgebied hebben, in veel meer gevallen de vistrap benutten (6 van de 8 die de stuw bij Linne naderden). De mogelijkheid blijft echter bestaan dat winde, die vroeger in het jaar en daardoor meestal bij grotere waterafvoer optrekt om te paaien dan barbeel en kopvoorn, meer moeite ondervindt om de lokstroom van de vistrap te localiseren (bij hoge afvoer is de lokstroom moeilijker detecteerbaar en is de kans op vertragingen in optrek of het geheel afzien daarvan groter). Anderzijds werd bij windes in de benedenrivieren diverse keren waargenomen dat de vistrap bij Lith niet werd benut, maar dat windes 'onverrichter zake' stroomafwaarts keerden en via andere routes die vrij optrekbaar waren wel stroomopwaarts delen van de Rijn en Waal opzochten. Dit doet vermoeden dat het gaat om vissen die wel gemotiveerd waren om stroomopwaarts te trekken maar de mogelijkheden niet (konden) benutten. Dit vermoeden wordt verder gevoed door de waarneming dat diverse stuwen door geen enkele vis in deze studie werden gepasseerd, voor een deel omdat er (nog) geen vistrappen waren (Grave, Hagestein en Amerongen in 2003), maar ook stuwen met vistrappen (3 in de Neder-Rijn sinds 2004, Belfeld in de Maas) bleven onbenut, en de overige vistrappen werden door slechts enkele vissen benut.

Een voorlopige conclusie op basis van deze overwegingen is dan ook dat vistrappen de barrièrewerking van stuwen verminderen (alle soorten benutten vistrappen), maar niet wegnemen (vrije optrekmogelijkheden hebben de voorkeur).

Het verdient aanbeveling om het functioneren van vistrappen nog eens kritisch te bekijken op hun benuttingsmogelijkheden. Effecten van lokstroom zouden nader geanalyseerd moeten worden met behulp van afvoergegevens en ook zou gekeken kunnen worden naar het gedrag van vis in de vistrap om te bezien of er mogelijkheden zijn om de acceptatie en geschiktheid te

vergroten. Ook zouden de vistrappen onderling vergeleken kunnen worden op hun mogelijke geschiktheid. Het is moeilijk te beoordelen in hoeverre gewijzigde routes zoals waargenomen bij winde of de frequentie van anderszins afgebroken of uitgestelde pogingen om een vistrap te benutten van invloed zijn op het (niet voldoende) benutten van paaimogelijkheden. Bij windes die zich in het voorjaar langdurig ophouden voor een stuw zou gekeken kunnen worden of deze ook werkelijk paaien of dat er bijvoorbeeld aanwijzingen zijn voor resorptie van kuit (vrouwtjes).

De winde die via de spuisluizen van het Haringvliet in zee belandde is niet meer dan een incident in dit onderzoek en illustreert weliswaar de harde barrière die spuisluizen naar zee vormen, maar nog niet de omvang van het probleem van uitspoelen.

In deze studie werd waargenomen dat bij barbeel, kopvoorn en sneep de vrouwtjes gemiddeld een iets grotere home range hadden dan de mannetjes en dat bij winde mannetjes meer in de winter zich verplaatsen en vrouwtjes vaker in de zomer. Deze geslachtsverschillen kunnen van grote betekenis zijn voor de effecten van migratiebelemmeringen op populatieniveau.

Naast de mogelijke effecten van stuwen, al of niet met vistrap, op individueel trekgedrag en eventueel benutten van paaimogelijkheden, kunnen deze barrières ook bijdragen aan versnippering van de leefgebieden van deze soorten, waarbij onderlinge uitwisseling sterk gereduceerd kan worden en een zekere mate van isolatie kan ontstaan die ongunstig is voor een gezonde populatieontwikkeling. De rol van vistrappen langs stuwen om versnippering van leefgebieden en populaties riviervissen tegen te gaan verdient daarom nog nadere studie. Voorbeelden elders laten zien dat soms geen (Elbe, Donau, Oder) en soms wel (kopvoorns in de Rhone, cypriniden in de Spree) genetische verschillen worden gevonden tussen populaties riviervissen die gescheiden worden door dammen (Gollmann et al. 1998, Wolter 1998, Wolter et al. 2003).

## **Effecten waterkrachtcentrales?**

Van de 245 vissen in deze studie kon worden vastgesteld dat hooguit 1 barbeel mogelijk door een turbine is gegaan, maar zowel het gebeuren als de lotgevallen zijn onbekend. De conclusie lijkt daarom dat voor deze soorten (althans voor volwassen dieren zoals in dit onderzoek) de WKC's als zodanig geen problemen van betekenis vormen. Over de sterftekans wanneer vissen in stroomafwaartse richting trekken valt echter nog weinig te zeggen aangezien tegenover dit mogelijke geval slechts een waarneming van 1 barbeel staat waarvan we weten dat die bij passage van het stuwcomplex Linne niet via de WKC maar via de stuw of vistrap in stroomafwaartse richting is getrokken. Uit literatuuronderzoek blijkt dat voor jongere levensfasen de sterfte door WKC's op de Maas gering is (Winter & Deerenberg 2002). Opmerkelijk is wel dat windes en barbelen die in stroomafwaartse richting trekken vlak voor de turbines zijn waargenomen, maar vervolgens zijn omgekeerd. Ook bij stroomafwaarts trekkende schieralen is dit gedrag waargenomen (Winter & Jansen 2006). De vraag resteert nog of vis die de intentie heeft stroomafwaarts te trekken gehinderd is in hun normale trekgedrag door stuwen en waterkrachtcentrales, ook al zorgt ontwijkingsgedrag ervoor dat die intentie hen niet noodlottig wordt.



Vistrappen zoals deze V-vormige bekkentrap bij Maurik worden door allerlei soorten rivierissen benut om stuwen te passeren, maar daarmee is de barrièrewerking nog niet volledig opgeheven. *Foto: Rijkswaterstaat.*

## Dankwoord

Rijkswaterstaat RIZA, in het bijzonder in de persoon van Andre Breukelaar, stond garant voor de logistiek rond het optimaal functioneren van het meetnet van detectiestations. Ook werden door RIZA extra transponders voor barbeel en de pilot aan houting beschikbaar gesteld. Medewerkers van Rijkswaterstaat op diverse locaties waren behulpzaam bij de operaties om transponders in vissen te brengen. Gerben Slob en Koos Fockens van NEDAP ontwierpen en leverden de transponders en het detectiesysteem en hebben zeer flexibel ingesprongen op onze vragen. Beroepsvissers, met name dhr. Nelissen, Klop & Zn, en Manshanden, en medewerkers van IMARES Hanz Wiegerinck, Hendrik Westerink, en Jan van Willigen zorgden voor het vangen van de vissen die met een transponder konden worden uitgerust, en Henrice Jansen en diverse anderen assisteerden bij de operaties. Frans van den Berg van het ministerie van LNV begeleidde als opdrachtgever het project en voorzag het rapport van opbouwend commentaar.

## Referenties

- Borcherding, J., A. Scharbert & R. Urbatzka 2006. Timing of downstream migration and food uptake of juvenile North Sea houting stocked in the Lower Rhine and the Lippe (Germany). *Journal of Fish Biology* 68: 1271-1286.
- Breukelaar, A.W., A. bij de Vaate & K.T.W. Fockens 1998. Inland migration study of sea trout (*Salmo trutta*) into the rivers Rhine and Meuse (The Netherlands), based on inductive coupling radio telemetry. *Hydrobiologia* 371/372: 29-33.
- Cazemier, W.G. 1990. De vismigratie via de bekkenvistrap bij de Maasstuw te Linne. RIVO rapport BINVIS 90-501
- De Jong, H.B.H.J. 1995. De vismigratie via de bekkenvistrap bij de Maasstuw te Roermond voorjaar 1994. RIVO rapport 95.008
- De Jong, H.B.H.J. & W.G. Cazemier 1997. De vismigratie via de bekkenvistrap bij de Maasstuw te Sambeek. RIVO rapport C037/97
- De Leeuw, J.J., A.D. Buijse, R.E. Grift, H.V. Winter 2005. Management and monitoring of the return of riverine fish species in the Netherlands. *Large Rivers* 15 (1-4) / *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 155: 391-412.
- Freyhof, J. & C. Schöter 2005. The houting *Coregonus oxyrinchus* (L.) (Salmoniformes: Coregonidae), a globally extinct species from the North Sea basin. *Journal of Fish Biology* 67: 713-729.
- Gollmann, G., Y. Bouvet, R.M. Brito, M.M. Coelho, M.J. Collares-Pereira, A. Imsiridou, Y. Karakousis, E. Pattee, C. Triantaphyllidis 1998. Effects of river engineering on genetic structure of European fish populations. In: Jungwirth, M., S. Schmutz, S. Weiss (Eds) *Fish Migration and Fish Bypasses*. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, pp 113-123.
- Hadderingh, R.H. & H.D. Bakker 1998. Fish mortality due to passage through hydroelectric power stations on the Meuse and Vecht rivers. In Jungwirth, M., S. Schmutz & S. Weiss (Eds) *Fish Migration and Fish Bypasses*. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, pp 315-328
- Lanters, R.L.P. 1993. De bekkenvistrap Belfeld: monitoring van de visoptrek en hydraulische waarnemingen in 1993. RIVO rapport 93.023
- Lanters, R.L.P. 1995. Vismigratie door de bekkenvistappen Lith en Belfeld in de Maas. Publicatie 59 'Ecologisch Herstel Rijn en Maas'. RIVO DLO, EHR rapport 59-1995.
- Lucas, M.C. & E. Batley 1996. Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management. *Journal of Applied Ecology* 33: 1345-1358.
- Winter, H.V. & C. Deerenberg, 2002. Inventarisatie van problemen voor larven en juveniele vis bij passage van waterskrachtcentrales. RIVO-rapport, 19 pp.
- Winter, H.V. & F. Fredrich 2003. Migratory behaviour of the ide *Leuciscus idus*: a comparison between lowland rivers Elbe, Germany, and Vecht, The Netherlands. *Journal of Fish Biology* 63: 1-10.

Winter, H.V. & H. Jansen 2006. De effecten van waterkracht en visserij tijdens de stroomafwaartse trek van schieraal in de Maas: zender-onderzoek gedurende 2002-2006. IMARES rapport.

Wolter, C. 1998. Estimation of gene flow between subpopulations of bream, *Abramis brama*, white bream, *Abramis bjoerkna*, roach, *Rutilus rutilus* and rudd, *Scardinius erythrophthalmus* within the River Spree basin. Research Report Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Department of Biology and Ecology of Fish, Berlin.

Wolter, C., F. Kirschbaum & A. Ludwig 2003. Sub-population structure of common fish species in the Elbe River estimated from DNA analysis. *Journal of Applied Ichthyology* 19: 278–283.



Handtekening:

\_\_\_\_\_

Datum:

27 oktober 2006





