



Postadres  
Postbus 433  
3430 AK Nieuwegein  
Nederland  
Bezoekadres  
Buxtehudeaan 1  
Nieuwegein  
Telefoon (030) 605 84 11 |  
Fax (030) 603 98 74

Postbank rek. nr 595000

ABN-AMRO  
rek. nr. 45.60.53.417

Belgie: ABN-AMRO  
rek. nr 721.5201991.66

E-mail: binvis@ovb.nl  
URL: www.ovb.nl

ORGANISATIE TER  
VERBETERING VAN DE  
BINNENVISSERIJ



## Onderzoeksrapport

### Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: Annex vis.

8 februari 2000

uitgevoerd in opdracht van:  
RIZA Arnhem

projectnr. OND00087



Rijkswaterstaat/RIZA  
Documentatie  
Postbus 17  
6600 AA Heteren



## rapport status

<b>Titel en subtitel</b>	Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: annex vis
<b>Samenstelling</b>	Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB) Postbus 433 3430 AK NIEUWEGEIN Telefoon 030-6058411 Telefax 030-6039874 E-mail <a href="mailto:binvis@ovb.nl">binvis@ovb.nl</a> Homepage <a href="http://www.ovb.nl">http://www.ovb.nl</a>
<b>Opdrachtgever</b>	RIZA, Arnhem drs. N. Geilen Postbus 9072 6800 ED Arnhem Telefoon 026 368 85 47 Telefax E-mail <a href="mailto:N.Geilen@riza.rws.minvenw.nl">N.Geilen@riza.rws.minvenw.nl</a>
<b>Auteur(s)</b>	J.G.P. Klein Breteler & J. Kranenbarg
<b>E-mail adres</b>	<a href="mailto:kb@OVB.nl">kb@OVB.nl</a>
<b>Klasse</b>	Onderzoeksrapport
<b>Aantal pagina's</b>	56 + 6 Bijlagen
<b>Trefwoorden</b>	rivier, habitat, netwerk, metapopulatie, afstand, minimum-areaal, zalm, rivierdonderpad, barbeel, steur, kopvoorn, kleine modderkruiper, fint, snoek, bittervoorn
<b>Begeleiding</b>	RIZA (drs. N. Geilen, A. Breukelaar), ALTERRA (ing. H. Bussink)
<b>Verspreiding</b>	RIZA en OVB
<b>Verkrijgbaarheid</b>	via RIZA
<b>OVB RSN</b>	17166
<b>Oplage</b>	10
<b>Projectnummer</b>	OND00087
<b>Datum</b>	8 februari 2000

### Bibliografische referentie:

Klein Breteler J.G.P. & J. Kranenbarg, 2000. Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: annex vis. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. *OVB Onderzoeksrapport 87*: 56 pp + 6 Bijlagen.

© 2000 Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houders.

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

## Samenvatting

De afgelopen jaren hebben RIZA en ALTErra het model LARCH-rivier ontwikkeld. Hiermee kan de ecologische netwerkfunctie van habitatconfiguraties bepaald worden en kan het aspect 'ruimtelijke samenhang habitats' worden meegenomen bij de opzet en toetsing van mogelijke inrichtingsscenario's voor (delen van) het rivierengebied. De methode stoelt op het uitgangspunt dat een dergelijke analyse alleen uitgevoerd kan worden op het niveau van soorten. Hiertoe worden gidssoorten geselecteerd, die model staan voor bepaalde typen natuur.

Het doel van deze studie is:

- selecteren van vissoorten voor opname in de gidssoortenmatrix t.b.v. ecologische netwerkstudies;
- opstellen van ecologische profielen voor deze gidssoorten en hieruit voortvloeiend de bepaling van rekenregels en gegevens benodigd voor het model LARCH-rivier.

De selectie van vissoorten als gidssoorten heeft plaats gevonden door gebruik te maken van 4 filters. Deze 4 filters zijn achtereenvolgens: de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid, de relevantie van de soort voor het rivierengebied, de vertegenwoordiging van specifieke ecotopen of ecotoopgroepen en de beschikbare kennis. Na toepassing van de filters zijn 9 vissoorten overgebleven die als gidssoort in aanmerking komen. Dit zijn zalm, steur, barbeel, kopvoorn en rivierdonderpad (rheofiel-A), kleine modderkruiper (rheofiel-B), fint (rheofiel-C), snoek (eurytoop) en bittervoorn (limnofiel). Daarvan hebben de zalm, steur en fint een internationale netwerkschaal, de barbeel en kopvoorn een regionale schaal, de snoek een lokale en regionale schaal en de overige vissoorten een lokale netwerkschaal.

De selectie van vissoorten en de verzameling en interpretatie van relevante gegevens voor het LARCH-project is afgesloten met een toetsingssessie van terzake kundigen. Het doel van deze sessie was om de gehanteerde methodiek en de daaruit voortvloeiende soortselectie ter discussie te stellen, om versimpelingen mogelijk te maken, hiaten te ondervangen en tot een breed gedragen product te komen. De resultaten van de toetsingssessie zijn in het rapport opgenomen.

De voor LARCH-rivier benodigde gegevens omtrent de gidssoorten zijn verzameld door middel van literatuuronderzoek. Aan de hand van de gevonden literatuur zijn ecologische profielen van de geselecteerde gidssoorten opgesteld. Middels de ecologische profielen zijn vervolgens de voor LARCH-rivier benodigde gegevens en rekenregels bepaald. Hierbij is voor een aantal soorten (zalm, barbeel, steur, kopvoorn en fint) onderscheid gemaakt tussen levensstadia die gebruik maken van verschillend habitat.

De benodigde gegevens voor toepassing in LARCH-rivier zijn: habitattypering, oppervlak benodigd voor een reproductieve eenheid, dagelijkse fusie-afstand, netwerk fusie-afstand, barrières, schaalniveau, normen voor lokale populaties alsmede voor sleutelpopulaties en voor duurzame populaties (Minimum Viable Populations: MVP).

De resultaten zijn in beginsel ook toepasbaar in andere gebieden dan het rivierengebied. In stagnant water zullen de rheofiele gidssoorten echter niet relevant zijn en zullen aanvullend andere soorten benodigd zijn.

Voor het opstellen van rekenregels is gebruik gemaakt van de ecotopen uit het rivieren- en benedenrivieren ecotopen stelsel (RES en BES). Deze ecotopen stelsels zijn niet gedetailleerd genoeg voor vissoorten. Daarom is in iedere rekenregel aangegeven aan welke habitateisen het geschikt gebied binnen de ecotopen moet voldoen. Het lijkt daarnaast zinvol om bij toepassing van de resultaten van deze studie voornamelijk vissoort-experts te raadplegen.

De studie is beperkt geweest tot het beheergebied van de grote rivieren. Wanneer de beheerskaders verruimd zouden worden tot rivieren inclusief beken, dan zou het aanbeveling verdienen om de typische beekvissen bij de ecologische netwerkstudies te betrekken.



Ook wordt aanbevolen om ten behoeve van de calibratie van LARCH-Rivier in de toekomst te overwegen om niet versnipperingsgevoelige soorten toe te voegen aan de reeks geselecteerde vissoorten.

Veertien vissoorten (zeeforel, marene, sneep, rivier- en zeeprik, elft, roofblei, kwabaal, winde, drie- en tiendoornige stekelbaars, spiering, meerval en vetje) zijn in deze studie niet geselecteerd vanwege ontoereikende autoecologische kennis. De riviergrondel is niet geselecteerd op arbitraire gronden. Aanbevolen wordt om de keuze van gidssorten te actualiseren naar gelang de stand van aanwezige kennis.

De resultaten van deze studie vullen de bestaande HGI-modellen goed aan met betrekking tot de ruimtelijke habitat beperkingen van vissoorten. Het verdient aanbeveling om de verkregen kennis te integreren in deze HGI-modellen en dit uit te bouwen naar andere vissoorten.

Ook wordt op grond van de resultaten van deze studie aanbevolen om na te gaan welk belang de Rijn in het verleden gehad heeft voor de duurzaamheid van de metapopulatie van de Atlantische steur en om bij het toekomstig beheer van de Haringvlietsluizen nadrukkelijk ook aandacht te besteden aan monitoring van embryonale en/of juveniele stadia van de fint.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
1.1	ONDERZOEKSKADER.....	1
1.2	STUDIEGEBIED.....	1
1.3	DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK.....	1
<b>2</b>	<b>METHODE .....</b>	<b>3</b>
2.1	SELECTIE VAN GIDSSOORTEN.....	3
2.1.1	Soortgebonden versnipperingsgevoeligheid .....	3
2.1.2	Relevantie van de soort voor het rivierengebied.....	5
2.1.3	Vertegenwoordiging van specifieke ecotopen .....	5
2.1.4	Beschikbare kennis .....	6
2.2	GIDSSOORTGEGEVENS BENODIGD VOOR LARCH-RIVIER.....	6
2.3	TOETSINGSSESSIE .....	9
<b>3</b>	<b>RESULTATEN .....</b>	<b>11</b>
3.1	SELECTIE VAN GIDSSOORTEN.....	11
3.2	POPULATIEGROOTTE EN MINIMUM-AREAAL.....	13
3.3	GIDSSOORTGEGEVENS BENODIGD VOOR LARCH-RIVIER.....	14
3.3.1	Zalm <i>Salmo salar</i> .....	14
3.3.2	Barbeel <i>Barbus barbus</i> .....	18
3.3.3	Rivierdonderpad <i>Cottus gobio</i> .....	24
3.3.4	Snoek <i>Esox lucius</i> .....	27
3.3.5	Bittervoorn <i>Rhodeus sericeus amarus</i> .....	30
3.3.6	Kleine modderkruiper <i>Cobitis taenia</i> .....	33
3.3.7	Kopvoorn <i>Leuciscus cephalus</i> .....	36
3.3.8	Fint <i>Alosa fallax</i> .....	40
3.3.9	Steur <i>Acipenser sturio</i> .....	44
3.4	TOETSINGSSESSIE .....	47
<b>4</b>	<b>CONCLUSIES .....</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>AANBEVELINGEN .....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUUR.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>57</b>



# 1 INLEIDING

## 1.1 Onderzoekskader

Het huidige rivierenlandschap lijkt als gevolg van tal van menselijke ingrepen in niets meer op het landschap dat bij een natuurlijk riviersysteem thuishoort. Met het verdwijnen van de karakteristieke landschapselementen verdwenen ook de bijbehorende planten- en diersoorten. Sinds enkele jaren wordt middels natuurontwikkelingsprojecten getracht elementen van een natuurlijk riviersysteem terug te krijgen. Beoogd wordt, binnen de randvoorwaarden van belangrijke rivierfuncties als afvoer van water (veiligheid) en scheepvaart, te komen tot een duurzaam rivierecosysteem. Dit betekent dat het riviereengebied dusdanig wordt ingericht dat zich zelf in stand houdende populaties van soorten kunnen ontstaan. Echter, in het huidige riviereengebied komen geen natuurgebieden van voldoende omvang voor om duurzame populaties van bepaalde kenmerkende soorten te herbergen. Bovendien is de beschikbare ruimte veelal te beperkt om dergelijke aaneengesloten gebieden te creëren. Een alternatief is een netwerk van kleinere gebieden. Grootte en onderlinge afstand van deze gebieden bepalen de effectiviteit van een dergelijk netwerk voor de verschillende soorten. Dit is de gedachte die ten grondslag ligt aan het model LARCH (Landscape ecological Rules for the Configuration of Habitat) (Reijnen et al., 1995). LARCH is een model ontwikkeld door de afdeling Ecologie & Ruimte van ALTERRA. Het voorspelt draagkracht, duurzaamheid en corridorfunctie in een gebied op basis van regels en richtlijnen van populatiedynamiek voor ruimtelijk gestructureerde populaties.

De afgelopen jaren hebben RIZA en ALTERRA dit model voor de rivieren (LARCH-rivier) ontwikkeld. Daarmee kan de ecologische netwerkfunctie van habitatconfiguraties bepaald worden en kan het aspect 'ruimtelijke samenhang habitats' worden meegenomen bij de opzet en toetsing van mogelijke inrichtingsscenario's voor (delen van) het riviereengebied. De methode stoelt op het uitgangspunt dat een dergelijke analyse alleen uitgevoerd kan worden op het niveau van soorten. Hiertoe worden gidssoorten geselecteerd, die model staan voor bepaalde typen natuur. De keuze van de gidssoorten is verbonden aan een aantal voorwaarden, zoals:

- de soort is versnipperingsgevoelig;
- de soort vertegenwoordigt specifieke ecotopen of ecotoopgroepen;
- liefst soorten die relevant zijn voor het natuur- en/of rivierbeleid;
- er is voldoende autoecologische kennis van een soort voorhanden.

Tot voor kort werden per project soorten als gidssoort geselecteerd. Om de keuze te standaardiseren en te vergemakkelijken voor toekomstige projecten, is in 1998 door ALTERRA in opdracht van RIZA een eerste aanzet tot een soortenmatrix gemaakt. De bruikbaarheid van deze eerste aanzet tot een matrix voor gidssoorten voor ecologische netwerkanalyses verschilt per taxonomische groep. Vooral de aquatische groepen, i.e. vissen en macrofauna, verdienen nadere studie. Besloten is in eerste instantie voor de vissen een vervolgactie te ondernemen. Deze studie is het resultaat daarvan.

## 1.2 Studiegebied

Het studiegebied betreft de grote rivieren. De uiterwaarden horen daar nauwelijks bij. Zoute delen (Nieuwe Waterweg bijvoorbeeld) in principe ook, maar toch beperkt de studie zich tot die soorten waarbij het zoete en/of brakke water een belangrijke plaats innemen.

## 1.3 Doelstelling van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is:

- selecteren van vissoorten voor opname in de gidssoortenmatrix t.b.v. ecologische netwerkstudies;
- opstellen van ecologische profielen voor gidssoorten en hieruit voortvloeiend de bepaling van rekenregels en gegevens benodigd voor het model LARCH-rivier.

## 2 METHODE

### 2.1 Selectie van gidssoorten

Voor de selectie van vissoorten als gidssoort is de versnipperingsgevoeligheid van de Nederlandse zoetwatervissoorten bepaald.

Voortvloeiend uit de uitgangspunten van LARCH-rivier, zijn de uitgangspunten voor deze studie steeds geweest dat:

- het beschouwde habitat optimaal van kwaliteit is en
  - de soort niet in het Nederlandse rivierengebied behoeft voor te komen.
- De gidssoort staat immers model voor het type natuur.

De selectie van gidssoorten heeft plaats gevonden door gebruik te maken van 4 achtereenvolgende filters. Deze 4 filters zijn achtereenvolgens: de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid, de relevantie van de soort voor het rivierengebied, de vertegenwoordiging van specifieke ecotopen of eco-toopgroepen en de beschikbare kennis. In Buit et al. (1998) worden daarnaast ook de landschapsgebonden versnipperingsgevoeligheid en de relevantie voor het natuur- en/of rivierbeleid genoemd. De landschapsgebonden versnipperingsgevoeligheid heeft betrekking op landschapsfactoren die de verspreiding van een soort in negatieve zin beïnvloeden. Bij vissen moet hierbij vooral gedacht worden aan isolatie van wateren en aan migratiebelemmeringen door obstakels, obstructies of afstand. De landschapsgebonden versnipperingsgevoeligheid van vissen wordt in deze studie niet gebruikt als selectie-criterium omdat voor de selectie van gidssoorten wordt uitgegaan van de potentiële versnipperingsgevoeligheid ongeacht het gebied waarin een soort zich bevindt. De landschapsgebonden versnipperingsgevoeligheid wordt bepaald als de gevoeligheid van een soort voor barrières. Dit is een van de benodigde gidssoortgegevens en wordt behandeld in 2.2.

De relevantie van de soort voor het natuur- en/of rivierbeleid wordt in dit project evenmin als selectiecriteria gebruikt vanwege de beperkte groep overgebleven vissoorten na toepassing van de voorgenoemde 4 filters. Exoten die in het Nederlandse zoete water voorkomen zijn buiten beschouwing gebleven. Snoekbaars wordt in dit verband niet als een exoot gezien omdat deze soort reeds lang is ingeburgerd. Hetzelfde geldt voor roofblei, omdat deze soort thans zelfstandig met een inburgeringsproces bezig is.

#### 2.1.1 Soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Het eerste filter voor de selectie van gidssoorten is de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid. Iedere soort is ongeacht de situatie meer of minder gevoelig voor versnippering (Buit et al., 1998). De soortgebonden versnipperingsgevoeligheid kan worden gezien als een potentiële gevoeligheid. De versnipperingsgevoeligheid van de Nederlandse zoetwatervissoorten is bepaald aan de hand van vier soortgebonden factoren die in grote mate bepalend zijn voor de versnipperingsgevoeligheid. De vier factoren zijn tolerantie, oppervlakte leefgebied, dispersievermogen en reproductie. Elk van deze factoren is opgedeeld in drie klassen en voor alle onderscheiden vissoorten geïndexeerd van 1 t/m 3 (tabel 2.1).

**tabel 2.1** indexering klassen versnipperingsfactoren.

tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie
1= hoog	1= klein (lokaal)	1= hoog	1= groot (r-strateeg)
2= middel	2= middel (regionaal)	2= middel	2= middel
3= laag	3= groot (>regionaal)	3= laag	3= klein (K-strateeg)

▼ **toename versnipperingsgevoeligheid**

Het selectiecriteria voor de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid van een vissoort is de som van alle scores op de factoren tolerantie, oppervlakte leefgebied, dispersie vermogen en reproductie. Hoe groter de som, hoe gro-



ter de versnipperingsgevoeligheid van de soort. Alleen soorten met een totaalscore 9 of hoger komen door dit filter van soortgebonden versnipperingsgevoeligheid heen. Deze arbitraire maat is gekozen omdat hiermee een goede balans wordt gevonden tussen de hoeveelheid soorten die afvallen en die overblijven.

#### **TOLERANTIE EN BIOTOOPKEUZE**

De tolerantie van de soort is afhankelijk van de gevoeligheid voor milieudynamiek en de kieskeurigheid ten aanzien van het leefgebied. Een soort die ongevoelig is voor veranderingen in het milieu en niet kieskeurig is ten aanzien van zijn leefgebied heeft een hoge tolerantie. Soorten die gevoelig zijn voor veranderingen in het milieu en kieskeurig zijn ten aanzien van hun leefgebied hebben een lage tolerantie. Tolerantie wordt hier breed gezien. Het gaat niet alleen om waterkwaliteit, maar veel meer om fysische elementen van het habitat zoals stroomsnelheid, onderwaterstructuren (inclusief vegetatie), sediment en substraat. Ten aanzien van de waterkwaliteit wordt met name het zuurstofgehalte en de watertemperatuur, en eventueel ook de pH als potentieel beperkend voor vissoorten gezien in de wateren in de grote rivieren (inclusief uiterwaardwateren).

#### **OPPERVLAKTE LEEFGEBIED**

Hoe groter het benodigde leefgebied van een soort hoe groter de versnipperingsgevoeligheid zal zijn. Onder het benodigde leefgebied wordt hier het areaal verstaan dat elk levensstadium van een soort minimaal nodig heeft om de populatie van die soort duurzaam te kunnen laten voortbestaan. De migratiezone waarin de afstand van opgroeigebied tot paaigebied wordt afgelegd, maakt geen deel uit van het hier gedefinieerde leefgebied. Bij vissen is het benodigde areaal ten behoeve van de paai heel klein. Het benodigde areaal voor de opgroei van de vissen is groter. En dat voor de volwassen dieren nog groter.

In deze studie wordt naar het leefgebied van alle levensstadia van de vissoorten gekeken. Het levensstadium dat het grootste areaal nodig heeft, wordt gebruikt ten behoeve van de beoordeling van het oppervlak leefgebied.

Bij diadrome soorten (de echte trekvisen van of naar zee) valt de mariene fase buiten het studiegebied. De levensfase van diadrome vissen die op zee verblijven valt ook ten dele samen met de volwassen fase. Bij diadrome vissen wordt in deze studie daarom niet gekeken naar dat deel van de juveniele opgroeifase en de adulte fase dat op zee wordt doorgebracht.

#### **DISPERSIE VERMOGEN**

Het dispersievermogen van een levensstadium van een soort is de afstand die meer dan 80% van de individuen maximaal af zal leggen om een ander geschikt gebied te bereiken. Soorten met een klein dispersievermogen (plaatstrouw) zijn versnipperingsgevoeliger omdat ze meer moeite zullen hebben om een gebied te herkoloniseren dan soorten met een groot dispersievermogen. In stromende wateren staan de daarin verblijvende organismen in principe bloot aan de waterstroom en kunnen hierdoor makkelijk stroomafwaarts dispergeren. Rheofiel A en rheofiel C soorten worden dan ook met betrekking tot hun dispersievermogen in elk levensstadium door de stroming beïnvloed. Dit hangt samen met de soortgebonden obligate keuze voor stromende wateren. Bij rheofiel B soorten geldt voor tenminste één levensstadium hetzelfde.

In veel gevallen zal het zo zijn dat een soort in de paaifase het meest gevoelig is voor versnippering van het (paai)habitat omdat de paairijpe vissen niet in staat of bereid zijn om ver te zwemmen naar een mogelijke andere paaiplaats. In dit onderzoek is er van uit gegaan dat soorten die van ver komen om te paaien en daarbij een duidelijk homing-gedrag vertonen, een klein dispersievermogen hebben tijdens de paaiperiode. Wanneer zij eenmaal op de paaigronden zijn aangekomen, dan heeft de eirijping grotendeels plaatsgevonden en moet de paaihandeling snel gebeuren. Ook al blijken de paaigronden bij nader inzien ongeschikt, dan zullen zij op basis van hun toestand niet kiezen voor verandering van paaigrond.

Ten aanzien van de soorten zonder homing-gedrag is de dispersie afstand lengte-afhankelijk. Soorten met een grote lengte kunnen door hun grotere



energetische reserves en groter zwemvermogen verder zwemmen dan die met een kleine lengte en dus paaipplaatsen of fourageergebieden bereiken die op grotere afstand gelegen zijn.

Rheofiel B soorten, eurytope en limnofiele soorten kunnen soms op nog een andere wijze verspreid worden: in het eistadium door vogels. Duurzame populaties van vissoorten kunnen in kleine geïsoleerde plasjes niet verwacht worden als er geen genetische uitwisseling met de wijdere omgeving plaats zou vinden. Het verschijnsel van ei-transport van vissen door vogels is goed beschreven, maar het eventuele belang daarvan voor de duurzaamheid van populaties in geïsoleerde plasjes is niet goed bekend. Omdat het hier om een studie in de grote rivieren gaat, inclusief de uiterwaardwateren, mag verwacht worden dat tenminste om de paar jaar een inundatie optreedt, waarbij uitwisseling via de rivier mogelijk is. De inschatting is dat dit inundatieproces het belang van het eitransport door vogels voor de fitness van de vispopulaties in kleine geïsoleerde uiterwaardwateren overschaduwt. In deze studie wordt daarom geen rekening gehouden met ei-transport door vogels.

## REPRODUKTIE

Soorten met een gering aantal grote eieren hebben weinig nakomelingen en zijn daardoor gevoelig voor versnippering. De reproductiestrategie van vissoorten wordt met name bepaald door het aantal en de grootte van de eieren. Soorten met weinig maar grote eieren (K-strategen) hebben weinig nakomelingen met een geringere mortaliteit doordat de larven bij uitkomst groter zijn. Bovendien is er bij soorten met een dergelijke strategie vaak verzorging van de eieren en/of wordt er veel energie gespendeerd aan het vinden van een optimale paaipplaats zodat een groot deel van de eieren uitkomt. Van soorten met zeer veel kleine eieren (r-strategen) is het voortplantingssucces relatief geringer. Dit wordt echter gecompenseerd door het grote aantal eieren zodat er sprake is van een in potentie grote reproductie. Door hun grote reproductie kunnen deze soorten snel een hoge dichtheid bereiken hetgeen ze minder gevoelig voor versnippering maakt.

De indeling van vissen in twee levensstrategieën (r- en K-strategen) is door Winemiller & Rose (1992) bekritiseerd (Matthews, 1998). De steur bijvoorbeeld valt moeilijk in de genoemde tweedeling in te passen (langlevend, groot, veel kleine eieren). Deze auteurs onderscheiden drie typen levensstrategieën, maar erkennen daarbij dat er nog vele voorbeelden zijn van soorten die ook niet in die driedeling passen.

In dit rapport is niet uitgegaan van één van deze twee concepten, maar is vooral gelet op het aantal eieren (fecunditeit) dat verwacht mag worden van een gemiddeld vrouwelijk dier. Uitgaande van het gegeven dat het relatieve gonadengewicht (vrouwelijk) bij verschillende vissoorten in de paaitijd weinig variabel is (ca. 25%), hangt het aantal eieren per vrouwtje samen met de grootte van de eieren enerzijds en de lengte van de vis anderzijds. Deze factoren zijn beide in de vaststelling van de reproductie-score betrokken.

### 2.1.2 Relevantie van de soort voor het rivierengebied

Alleen soorten die binnen het winterbed van het Nederlandse rivierengebied hun leefgebied hebben/hadden komen als gidssoort in aanmerking. Dit is het tweede filter voor de selectie van gidssoorten dat wordt gebruikt. Informatie over het voorkomen van soorten in het winterbed van de rivier wordt door de OVB als operationele kennis ingebracht.

### 2.1.3 Vertegenwoordiging van specifieke ecotopen

Het derde filter, de vertegenwoordiging van vissoorten in alle door Buit et al (1998) onderscheiden schaalniveau's en ecotopen, wordt door het RIZA wel van belang geacht, maar niet als criterium voor eerste selectie gezien. Deze lijn wordt in het onderstaande ook gevolgd. Alle soorten die het vorige filter passeerden, passeren dus ook dit filter.

De soorten zijn ingedeeld volgens de hoofddeling Nederlandse Zoetwater-vissoorten. Daarin worden onderscheiden:

*Rheofiel A soorten*, waarvan alle levenstadia zijn gebonden aan de hoofdstroom, inclusief de oeverzone van stromend water;



*Rheofiel B soorten*, waarvan minimaal één levensstadium gebonden is aan zijwater dat in permanente open verbinding staat met stromend water;

*Rheofiel C soorten*, waarvan sommige levensstadia gebonden zijn aan langzaam stromend brak water, dat permanent in open verbinding staat met rivier en zee;

*Eurytope soorten*, waarvan de levensstadia zowel in stromend als stilstaand water kunnen voorkomen;

*Limnofiele soorten*, waarvan de levensstadia overwegend in stilstaand plantenrijk water voorkomen.

Voor het onderscheid tussen verschillende levensstadia van vissoorten wordt Balon (1984) gevolgd. Die onderscheidt embryo's, larven, juvenielen, adulten en bejaarden. Embryo's zijn de eieren vanaf bevruchting tot aan exogene voeding. De larvale periode eindigt wanneer de tijdelijke larvale organen (zoals cementklieren) zijn vervangen door definitieve blijvende organen. De vinnen zijn dan ontwikkeld. Juveniele vissen zijn volgens deze auteur die vissen waarin alle definitieve organen in ontwikkeling of ontwikkeld zijn en de juveniele fase loopt tot aan de fase van seksuele rijping. Dan worden de vissen volwassen. Bejaard worden ze als de groei vertraagt en/of de reproductie afneemt. In dit rapport wordt het levensstadium 'bejaard' in navolging van Balon (1984) weliswaar onderscheiden, maar praktische betekenis heeft dit verder niet. Bejaarden en adulten worden als één groep behandeld.

#### 2.1.4 Beschikbare kennis

Het vierde filter is de aanwezigheid van beschikbare kennis omtrent de vissoort. Alleen soorten waarvan voldoende auto-ecologische kennis voorhanden is, komen in eerste instantie als gidssoort in aanmerking. De aanwezigheid van voldoende kennis is in een eerste selectie van soorten met een hoge soortgebonden versnipperingsgevoeligheid ingestoken als expert-judgement van de OVB. Soorten waarvan op basis van die expert-judgement ingeschat is dat hiervan volstrekt onvoldoende kennis beschikbaar is, zijn niet geselecteerd voor nadere analyse. Definitieve beoordeling van de aanwezigheid van voldoende kennis heeft plaats gevonden door uitvoering van literatuuronderzoek (zie 2.2).

### 2.2 Gidssoortgegevens benodigd voor LARCH-rivier

De voor LARCH benodigde gegevens omtrent de gidssoorten zijn verzameld door middel van literatuuronderzoek. Bij het doorzoeken van de literatuur op relevante informatie is gebruik gemaakt van drie zoekbronnen:

- de Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)
- HGI-modellen van de OVB
- de bibliotheek collectie van de OVB.

De ASFA is digitaal beschikbaar van 1978-1999. Deze bron is gebruikt voor de algemene theorievorming. Gebruikte zoektermen waren in dit verband:

1. distance AND functions
2. habitat AND fragmentation
3. network AND functions
4. patch AND dynamics
5. viable AND population
6. connectivity
7. corridors
8. metapopulation

Voor het verkrijgen van soort specifieke informatie zijn allereerst de beschikbare HGI-modellen van de OVB bekeken. Vervolgens is vanaf het jaar van vervaardiging van deze modellen de ASFA en de bibliotheek collectie van de OVB geraadpleegd. De zoektermen die bij dit laatste gebruikt zijn, waren de latijnse en de engelse soortnaam.

Aan de hand van de gevonden literatuur zijn ecologische profielen van de geselecteerde gidssoorten opgesteld. Middels de ecologische profielen zijn vervolgens de voor LARCH benodigde gegevens en rekenregels bepaald. Als er geen literatuur voor een soort over een LARCH-parameter gevonden is, is dit

weergegevens middels de tekst "[geschat]" achter de op basis van expert judgement geschatte waarde voor de parameter. De voor LARCH benodigde gegevens (habitattypering en rekenregels, dagelijkse fusie afstand, netwerk fusie afstand, barrières, oppervlakte benodigd voor een reproductieve eenheid, populatiegrootte, minimum areaal en schaalniveau) worden hieronder beschreven.

#### **HABITATTYPERING EN REKENREGELS**

De habitattypering geeft een omschrijving van het habitat dat voor een soort vereist is. Als een soort voor z'n levensstadia gebruik maakt van verschillende habitats wordt er per stadium een habitattypering gegeven.

Uit de habitattypering zijn rekenregels afgeleid waarmee door middel van een ecotopenkaart bepaald kan worden wat de voor een soort geschikte habitatplekken in een studiegebied zijn. Deze rekenregels maken gebruik van het Rivier-Ecotopen-Stelsel (RES) en van het Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel (BES) van Rijkswaterstaat (Maas, 1998). De ecotopen uit RES en BES die gebruikt zijn voor de rekenregels omdat ze als leefgebied voor vissoorten in aanmerking komen zijn in bijlage 4 weergegeven.

#### **DAGELIJKSE FUSIE AFSTAND**

De dagelijkse fusieafstand is de afstand die 80 % van een soort of een soortstadium met het dagelijkse bewegingspatroon overbrugt. In LARCH worden habitatplekken die binnen de dagelijkse fusie-afstand liggen samengevoegd en als één habitatplek beschouwd.

#### **NETWERK FUSIE AFSTAND**

Dit is de afstand die 80 % van een soort zal overbruggen om van de ene plek in de andere te komen, wanneer ze op zoek zijn naar een nieuwe habitatplek. Voor vissoorten die voor hun levensstadia gebruik maken van verschillende habitats is de netwerk fusieafstand de afstand die overbrugd kan worden ter kolonisatie van habitatplekken voor het volgende stadium. Voor adulte vissen is dit dus de afstand die door 80% van de populatie overbrugd zal worden om bij het paaigebied te komen.

Omdat zalm een hoge mate van homing vertoont (zie ook 2.1.1 'Dispersie-vermogen') is voor deze soort ook de mogelijke dispersie-afstand bepaald wanneer die eenmaal op de paaiplaatsen is gearriveerd. De betreffende informatie is opgenomen in het ecologisch profiel van de soort. Op dit moment is nog niet duidelijk hoe dit in LARCH kan worden ingestoken.

Alle habitatplekken die op netwerk afstand van elkaar liggen worden tot een (populatie)netwerk gerekend. Omdat het bij de netwerk fusie afstand gaat om de afstand die tenminste 80% van de populatie aflegt, is het nuttig om hier te vermelden dat binnen het overige deel van de populatie (< 20%) er individuen kunnen zijn die veel grotere afstanden afleggen. Dit betekent dat daardoor in beginsel populaties in stand kunnen worden gehouden die als gevolg van de LARCH-berekeningen als niet levensvatbaar worden aangemerkt. Mits dit om een voldoende groot absoluut aantal dieren gaat.

#### **BARRIÈRES**

De feitelijke versnippering van vissoorten in de praktijk kan worden gezien als een resultante van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid en het landschap en/of de barrières.

Landschapsgebonden versnipperingsgevoeligheid heeft betrekking op landschapsfactoren die de verspreiding van de soort in negatieve zin beïnvloeden. Bij vissen moet hierbij vooral gedacht worden aan isolatie van wateren en aan migratiebelemmeringen door obstakels, obstructies of door afstand. Voor onderscheiden vissoorten zullen deze een verschillend effect hebben door het verschillende zwemvermogen, gedrag en door de lengte van de vissen.

Onder barrières worden onderbrekingen in het landschap verstaan die dispersie van een soort of soortstadium kunnen verhinderen. Barrières kunnen verhinderen dat habitatplekken gefuseerd worden of er de oorzaak van zijn dat plekken die binnen netwerkaafstand liggen toch niet tot het netwerk gerekend mogen worden. Barrières werken in op de netwerk fusie afstand en op de dagelijkse fusie afstand.

Harde barrières zoals winterdijken van de rivieren zijn ondoorlaatbaar voor vis en worden hier niet verder beschouwd. Zachte barrières staan voor een deel



van de vispopulatie tenminste op gezette tijden open voor dispersie.

Er zijn in dit project drie hoofdtypen van zachte barrières onderscheiden (zie ook bijlage 5):

1. direct door kunstwerken,
  - ◆ spuisluis
  - ◆ stuw met scheepssluis en vistrap
  - ◆ stuw met scheepssluis en vistrap en waterkrachtcentrale
2. indirect door kunstwerken, direct door verminderde getijdestroom
3. door droogvalling.

Het type barrière dat direct door kunstwerken wordt gevormd is, zoals boven aangegeven, nog verder onderverdeeld. Uitgangspunt is daarbij geweest dat het overheidsbeleid er op gericht is om alle stuwen van werkzame vistrappen te voorzien. Met deze indeling worden alle in Nederland voorkomende waterbeheerswerken in de grote rivieren gedekt.

De kunstwerken aan de kustlijn zijn in een aantal gevallen niet direct een fysieke barrière voor vissen, maar leveren door de verminderde getijdebeweging en de abrupte zoet/zout overgang voor sommige vissoorten toch een indirecte barrière op.

Tenslotte treedt er met name in de uiterwaarden van de rivieren door droogvalling min of meer geregeld barrièrewerking op. In laterale richting kan dan niet meer gemigreerd worden naar uiterwaardwateren. Inundaties herstellen de migratiemogelijkheden weer.

De frequentie van inundatie in het relevante seizoen is maatgevend gesteld voor deze vorm van barrières. Bij het inschatten van de effecten van de onderscheiden barrières is gebruik gemaakt van expert-judgement van de OVB.

#### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

De draagkracht van een habitatplek wordt uitgedrukt in het aantal reproductieve eenheden (RE) dat gebruik kan maken van de habitatplek. Hiervoor dient bekend te zijn welk oppervlak aan habitat benodigd is voor 1 paar reproducerende dieren (1 RE). Hierbij wordt uitgegaan van habitatplekken die optimaal van kwaliteit zijn.

In dit verband is het van belang om een onderscheid te maken tussen soorten die hun gehele levenscyclus (kunnen) sluiten in eenzelfde fysiek habitat en soorten die voor onderscheiden levensstadia verschillende biotopen nodig hebben. Voor eerstgenoemde groep soorten, waartoe bittervoorn, kleine modderkruiper, snoek en rivierdonderpad worden gerekend, kan worden volstaan met het benodigde oppervlak voor 1 stel adulte dieren.

Voor soorten die voor levensstadia verschillende biotopen nodig hebben, zoals fint, kopvoorn, barbeel, steur en zalm, is het noodzakelijk om het benodigde biotooppoppervlak per onderscheiden levensstadium te kennen. Wat is het benodigde oppervlak in dit verband? In deze studie is dat gedefinieerd als het biotoop oppervlak benodigd voor ieder stadium om 1 RE duurzaam in stand te houden.

Voor de bepaling van het benodigde biotoop oppervlak voor een ander dan het adulte stadium, zijn in deze studie de volgende werkwijzen toegepast:

- Voor zalm is een overlevingstabel vervaardigd op basis van beschikbare literatuurgegevens. In deze tabel wordt per onderscheiden stadium aangegeven hoeveel individuen geproduceerd worden door 1 RE. Vervolgens is het benodigde oppervlak geschikt habitat per stadium bepaald aan de hand van literatuurgegevens omtrent het benodigd territorium per individu van een levensstadium. De oppervlakten geschikt habitat voor de onderscheiden stadia moeten dus aanwezig zijn voor het duurzaam in stand houden van 1 RE.
- Bij de fint, kopvoorn, barbeel, steur bleek soortspecifieke informatie omtrent het aantal individuen per stadium geproduceerd door 1 RE in de literatuur niet voorhanden. Daarom is op basis van expert-judgement van de OVB de gemiddelde mortaliteit in het embryo-stadium op 75% gesteld, in het larvale stadium op 90% en in het juveniele stadium op 75 % in het eerste jaar en 50% na het eerste jaar. Aan de hand van deze mortaliteiten is vervolgens de produktie door 1 RE berekend uitgaande van het aantal door 1 RE geproduceerde eieren in een paaiseizoen. Vervolgens is het benodigde oppervlak geschikt habitat per stadium bepaald aan de

hand van literatuurgegevens omtrent het benodigd territorium per individu van een levensstadium.

#### POPULATIEGROOTTE EN MINIMUM-AREAAL

Voor duurzaamheidsbepalingen maakt LARCH gebruik van normen met betrekking tot de omvang van lokale-, sleutel en minimum viable populaties. In deze studie is er vanuit gegaan dat deze normen voor alle vissoorten gelijk zijn.

Het minimum-areaal van een **lokale populatie** is het areaal dat nodig is om een populatie te dragen waarin één paartje tot voortplanting komt (1 RE). Zo'n populatie is dus niet duurzaam omdat er door inkruisingseffecten een sterk verlies van fitness is (Foppen & Geilen, 1997).

Het minimum-areaal van een **duurzame populatie** ('minimum viable population' of MVP) is het areaal dat nodig is om een duurzame populatie te dragen. Een MVP is het aantal reproductieve eenheden (RE) waarbij de uitsterfkans in een geheel geïsoleerde situatie verwaarloosbaar klein is (Foppen & Geilen, 1997).

Het minimum-areaal van een **sleutel populatie** is het areaal dat nodig is om een populatie te dragen waarin meerdere paartjes tot voortplanting komen. Het is een deelpopulatie van zodanige omvang, dat de kans op lokale extinctie relatief klein is, en er netto een dispersiestroom is in de richting van de overige delen van het habitatnetwerk. Een sleutelpopulatie is meestal ook een bronpopulatie (Foppen & Geilen, 1997).

#### SCHAALNIVEAU

Dit is de schaal waarop de habitats, benodigd voor de verschillende stadia in de levenscyclus van de soort, verspreid zijn. Het schaalniveau van een soort is bepalend voor de eisen van de soort ten aanzien van het aantal en de grootte van netwerken.

De onderscheiden schaalniveaus zijn:

- lokaal (< 3km)
- regionaal (3-30 km)
- nationaal (30-100 km)
- internationaal (>100 km).

## 2.3 Toetsingssessie

De selectie van vissoorten en de verzameling en interpretatie van relevante gegevens voor het LARCH-project is afgesloten met een toetsingssessie van terzake kundigen, waarvan het resultaat is ingebracht in dit rapport (3.3). De deelnemers aan de toetsingssessie zijn op grond van hun deskundigheid, alsmede van hun betrokkenheid bij de uitvoering van het project, uitgenodigd. Bijlage 6 bevat een lijst met de deelnemers aan de toetsingssessie. Het doel van de bijeenkomst was om de gehanteerde methodiek en de daaruit voortvloeiende soortselectie ter discussie te stellen om zo versimpelingen mogelijk te maken, hiaten te ondervangen en tot een breed gedragen product te komen. Voor een goed begrip van dit rapport wordt aangeraden om het verslag van de toetsingssessie te lezen (zie 3.3), aangezien hier enkele veel gestelde vragen behandeld worden.

Aan de hand van enige korte presentaties is tijdens de toetsingssessie gediscussieerd over kernpunten in een concept-versie van dit rapport.

De toetsingssessie is op 25 oktober 1999 bij de OVB gehouden.



## 3 RESULTATEN

### 3.1 Selectie van gidssoorten

Zoals onder 2.1 aangegeven, zijn de toe te passen filters in het selectieproces van de gidssoorten soortgebonden versnipperingsgevoeligheid, relevantie van de soort voor het riviereengebied, vertegenwoordiging van specifieke ecotopen en beschikbare kennis. De achtereenvolgens toegepaste filters, genummerd 1 t/m 4, hebben bij het doorlichten van de Nederlandse zoetwatervissoorten, exclusief de exoten, tot het resultaat geleid dat in tabel 3.1 is weergegeven. Na toepassing van de filters zijn 9 soorten overgebleven die als gidssoort in aanmerking komen: zalm, steur, barbeel, kopvoorn en rivierdonderpad (rheofiel-A), kleine modderkruiper (rheofiel-B), fint (rheofiel-C), snoek (eurytoop) en bittervoorn (limnofiel).

**tabel 3.1 Resultaten van het filterproces en selectie van soorten.**

Filter 1*	Filter 2**	Filter 3***	Filter 4****
<b>Rheofiel A</b>			
Zalm	Zalm	Zalm	Zalm
Vlagzalm			
Zeeforel	Zeeforel	Zeeforel	
Marene	Marene	Marene	
Rivierdonderpad	Rivierdonderpad	Rivierdonderpad	Rivierdonderpad
Beekprik			
Barbeel	Barbeel	Barbeel	Barbeel
Elrits			
Beekforel			
Sneep	Sneep	Sneep	
Steur	Steur	Steur	Steur
Kopvoorn	Kopvoorn	Kopvoorn	Kopvoorn
Serpeling			
Rivierprik	Rivierprik	Rivierprik	
Zeeprik	Zeeprik	Zeeprik	
Elft	Elft	Elft	
<b>Rheofiel B</b>			
Roofblei	Roofblei	Roofblei	
Gestipte Alver			
Kleine Modderkruiper	Kleine Modderkruiper	Kleine Modderkruiper	Kleine Modderkruiper
Kwabaal	Kwabaal	Kwabaal	
Winde	Winde	Winde	
<b>Rheofiel C</b>			
Fint	Fint	Fint	Fint
DD Stekelbaars	DD Stekelbaars	DD Stekelbaars	
Spiering	Spiering	Spiering	
<b>Eurytoop</b>			
Meerval	Meerval	Meerval	
Snoek	Snoek	Snoek	Snoek
<b>Limnofiel</b>			
Bittervoorn	Bittervoorn	Bittervoorn	Bittervoorn
TD Stekelbaars	TD Stekelbaars	TD Stekelbaars	
Vetje	Vetje	Vetje	

- \* soortgebonden versnipperingsgevoeligheid
- \*\* relevantie voor het riviereengebied
- \*\*\* vertegenwoordiging specifieke ecotopen/ecotoopgroepen
- \*\*\*\* beschikbare kennis

Onder filter 1 staan alle soorten, exclusief exoten, die een soortgebonden versnipperingsgevoeligheid scoren van 9 of hoger. Bijlage 1 bevat een tabel van de Nederlandse zoetwatervissen met voor iedere soort een indicatie van het ecotoop van de soort en de scores ten aanzien van de vier versnipperingsfactoren tolerantie, oppervlakte leefgebied, dispersievermogen en reproductie die bepalend zijn voor de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid. Tabel 2.1 geeft een omschrijving van de gebruikte indices. Enerzijds omwille van de overzichtelijkheid, maar meer nog vanwege een beoordeling van de relevantie van de soorten voor het rivierengebied en om aansluiting te krijgen bij de door Buit et al (1998) genoemde ecotoopgroepen, is de tabel van bijlage 1 opgeknipt in deeltabellen voor rheofiel-A soorten, rheofiel-B soorten, rheofiel-C soorten, eurytope soorten en limnofiele soorten. Deze tabellen staan in bijlage 2 en zijn genummerd van a t/m e.

Filter 2, de relevantie van de soort voor het rivierengebied, filtert alle soorten die niet in het rivierengebied voorkomen uit. Uitgefilterd zijn de soorten vlagzalm, beekprik, elrits, serpeling, beekforel en gestipte alver die van nature in beken voorkomen.

Filter 3, vertegenwoordiging van specifieke ecotopen of ecotoopgroepen, wordt door het RIZA wel van belang geacht, maar niet als criterium voor eerste selectie gezien. Deze lijn wordt in het onderstaande ook gevolgd. Alle soorten die filter 2 passeerden, passeren dus ook dit filter.

In filter 4 zijn alle soorten verwijderd waarvan volgens de expert judgement van de OVB onvoldoende auto-ecologische kennis aanwezig is. Dit is het geval voor de soorten zeeforel, marene, sneep, rivierprik, zeeprik, elft, roofblei, driedoornige stekelbaars, kwabaal, winde, spiering, meerval, tiendoornige stekelbaars en vetje (tabel 3.1).

De zeeforel en de beekforel behoren tot dezelfde soort (*Salmo trutta*). Habitat eisen die deze soort stelt met betrekking tot de paai en de opgroei van larven en juvenielen, zijn redelijk bekend. Het onderscheid tussen de habitat-eisen van zeeforel en beekforel in het paai-, larvale en juveniele stadium is niet scherp (De Groot, 1989). Volgens deze auteur ontstaan er met enige regelmaat migrerende forellen uit lokale standpopulaties van beekforellen. Die trekkende forellen worden door ons zeeforellen genoemd. Volgens Nijssen (mond. meded.) is de zeeforel echter de oorspronkelijke vorm en zijn de beekforel-populaties ontstaan door isolatie (in het buitenland) en/of door uitzetting (bijvoorbeeld in Nederland). Enerzijds is uit de literatuur duidelijk dat afpaaiende zeeforellen niet altijd zorgen voor trekkende nakomelingen en anderzijds is onduidelijk of waargenomen smolts van zeeforellen afkomstig zijn van zeeforellen-ouders dan wel beekforellen-ouders. Dit alles heeft ertoe geleid dat de zeeforel niet door filter 4 is gekomen.

Evenzo vormt spiering zowel trekkende als land-locked populaties. Een bekende land-locked populatie is die van het IJsselmeer. De anadrome vorm komt vooral voor op de grote rivieren, maar de afgrenzing ten opzichte van de land-locked vorm met betrekking tot het habitat is niet erg duidelijk. Concreet is er niet erg veel bekend van de habitat eisen van de spiering. Kunnen nakomelingen van de anadrome vorm bijvoorbeeld duurzame land-locked populaties vormen? Dit is een gebied dat door onderzoekers nog nauwelijks geëxploreerd is. En dit is voldoende reden geweest om ook de spiering niet het filter 4 te laten passeren.

Marene is een verzamelnaam voor het *Coregonus lavaretus* complex. De houting, die vroeger in de riviermondingen in Nederland voorkwam, is volgens sommigen een ondersoort (ssp. *oxyrinchus*). Ook hiervan zijn trekkende en land-locked vormen beschreven en is weinig bekend over het vereiste habitat. De grote marene (ssp. *lavaretus*), die als dwaalgast in Nederland wel voorkomt, is een soort van diepe koele meren en is voor het rivierengebied dus niet relevant. Op grond van deze overwegingen zijn ook de marene's niet door filter 4 gekomen.

Van de sneep, zeeprik, drie- en tiendoornige stekelbaars, het vetje en de roofblei zijn op basis van expert-judgement van de OVB momenteel te weinig gegevens bekend voor verdere analyse in dit onderzoek. Na raadpleging van de beschikbare literatuurbronnen (zie 2.2) bleek dat van de soorten meerval, kwabaal, winde, rivierprik, en elft eveneens onvoldoende informatie beschikbaar is voor gebruik in LARCH-rivier.



### 3.2 Populatiegrootte en Minimum-areaal

De duurzaamheid van populaties wordt door een aantal factoren beïnvloed. Shaffer (1987) onderscheidt er vier:

- *demografische variabiliteit*, afkomstig van random gebeurtenissen in overleving en reproductie van individuen,
- *omgevings variabiliteit*, tengevolge van random, of tenminste onvoorspelbare, veranderingen in weer, voedselvoorziening en de populaties van concurrenten, predatoren, parasieten etc.,
- *natuurlijke catastrofe's*, zoals overstromingen, branden, droogten etc. die met random tijdsintervallen kunnen voorkomen,
- *genetische variabiliteit*, of random genetische veranderingen die de overleving en reproductiekansen van individuen veranderen.

Voor elke factor zijn er modellen beschikbaar op basis waarvan in theorie berekend kan worden welke de uitsterfkans van een gesloten populatie van een bepaalde omvang is, maar een gecombineerd model is niet beschikbaar (Soulé, 1987a). De praktische bruikbaarheid van de modellen voor vissen is in het kader van deze studie gering omdat essentiële populatieparameters van alle vissoorten ontbreken. Deze zouden van geval tot geval bekend moeten zijn.

Vanuit genetisch oogpunt telt een duurzame ideale populatie tenminste 500 volwassen dieren (FAO/UNEP, 1981; Meffe, 1986). In zo'n populatie is de uitsterfkans als gevolg van inkruisingseffecten klein. Maar in de niet-ideale dagelijkse praktijk zorgen sex ratio, variabiliteit in lifetime familie grootte en variabiliteit in de populatie grootte er voor dat de genetisch effectieve populatie veelal een veelvoud hiervan is (Carvalho & Cross, 1998). Een geïsoleerde 'ideale' populatie van minder dan 50 volwassen dieren vertoont serieuze inkruisingsverschijnselen (1% per jaar) die naar verwachting na 20-30 generaties tot verlies van een kwart van de genetische variatie en dus ook tot verlies van overlevingskansen leidt (FAO/UNEP, 1981). Hoewel er volgens Soulé (1987b) nauwelijks algemeen geldende MVP-getallen voor allerlei organismen gegeven kunnen worden, noemt hij een schatting van 'enige duizenden' niet een vuistregel, maar een mogelijke orde van grootte van de laagste grenswaarde van de MVP (95% kans op overleving gedurende enige eeuwen). Dit is dus als een minimum schatting op te vatten van de minimale grootte van een duurzame populatie. In dit aantal is de invloed van de demografische variabiliteit, omgevings variabiliteit en natuurlijke catastrofe's nog niet meegenomen.

Shaffer (1987) beargumenteert dat er ten aanzien van bijvoorbeeld catastrofe's in principe geen minimale populatiegrootte is aan te geven met een oneindige duurzaamheid. Hij stelt echter dat een meta-populatie strategie misschien wel de enige manier is waarop een soort zijn duurzaam voortbestaan kan verzekeren. Metapopulaties, samenstelsels van af en toe uitwisselende populaties, kunnen verondersteld worden de effecten van demografische variabiliteit, omgevings variabiliteit en natuurlijke catastrofe's op de duurzaamheid van de populaties te bufferen. Lokale uitsterfprocessen kunnen dan gecompenseerd worden door kolonisaties (Foppen & Geilen, 1997).

In deze studie wordt er van uitgegaan dat de vispopulaties in de grote rivieren in genetische zin geen ideale populaties zijn en dat de feitelijke adulte MVP dus een veelvoud van de genetisch effectieve populatie dient te zijn. Arbitrair wordt op grond van het voorgaande daarom een voor alle vissoorten geldende MVP van 2000 dieren (dit zijn dus 1000 RE) gesteld, het viervoudige van de genetisch effectieve populatie grootte. Dit geldt als een minimum schatting van een duurzame populatie in genetische zin. Duurzaamheid in de praktijk ten aanzien van de aspecten demografische variabiliteit, omgevings variabiliteit en natuurlijke catastrofe's kan vermoedelijk slechts verkregen worden wanneer meerdere van zulke populaties enige uitwisseling vertonen.

De hoeveelheid dieren die nodig is voor een sleutel populatie is niet eenduidig vast te stellen omdat de definitie hiervan breed geformuleerd is. In feite zijn dit populaties die groter dan een lokale populatie zijn (1 RE) en kleiner dan een MVP (hier op 1000 RE gesteld). De MVP is bovenstaand op het viervoud van de genetisch effectieve populatie gesteld. Arbitrair wordt hier de sleutelpopulatie ook op het viervoud van die populatie gesteld waarbij er een inkruisings snelheid van 1% per jaar verwacht mag worden. Als richtlijn voor de grootte van een sleutelpopulatie wordt daarom hier 200 adulte dieren (100 RE) aangehouden. Nelson & Soulé (1987) geven het voorbeeld van de uitgebreid bestudeerde pacifische zalm *Oncorhynchus nerka* waarbij de genetisch effectieve



ve populatie op 200 geschat werd en toch een geringe kans op inkruising bestond als gevolg van uitwisseling tussen in afzonderlijke meren en rivieren afpaaiende subpopulaties.

### 3.3 Gidssoortgegevens benodigd voor LARCH-rivier

#### 3.3.1 Zalm *Salmo salar*

##### ALGEMEEN

Tussen 1875 en 1945 loopt de zalmvangst in de Rijn terug van gemiddeld 70 duizend stuks naar 900 in 1957 (De Nie 1997). De Rijn leverde aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw ongeveer 1000-1500 ton zalm op. De beroepszalmvisserij werd in 1932 gestaakt (Bij de Vaate, 1989). In de periode 1984-1992 zijn vijftien vangsten bekend van zalm in de Rijn en de Maas (van Beek et al. 1995). In het kader van het COVISI-project zijn er sinds december 1996 in totaal 79 zalmen gevangen waarvan er tot nu toe 2 een rivier zijn opgezwommen. Volgens de rode lijst is de zalm in Nederland een uit het wild verdwenen soort.

##### ECOLOGISCH PROFIEL

Het leven van de zalm begint als de bevruchte eieren worden verborgen in het substraat van kiezels. Als de eitjes uitkomen verbruikt het broed (de alevins), nog steeds verborgen in het substraat, de dooierzak. Als de dooierzak is opgeteerd verlaat het broed het nest. In korte tijd worden inwendig skelet, organen, zintuigen en vinnen ontwikkeld. Het parr-stadium breekt aan. Dit stadium kan in tijd variëren van 1 tot 3 jaar. Bij een bepaalde lengte transformeert de parr tot smolt en migreert naar zee, waar een snelle groei tot volwassenheid wordt gerealiseerd. De geslachtsrijpe zalmen keren terug naar hun geboorterivier om zich voort te planten. Een zalm kan na twee jaar paairijp zijn en bereikt een leeftijd van 4-6 jaar. Zalmrivieren worden gekarakteriseerd door een middelmatig laag (2m/km) tot middelmatig hoog verval (11.5 m/km) met een grof substraat van kiezels, keien en grote stenen.

##### Homing

Geslachtsrijpe zalmen keren terug naar hun geboorte rivier(arm) om te paaien. Uit merk terug vangst experimenten blijkt het percentage zalmen dat terugkeert naar de geboorte rivier in de orde van 80% te liggen (Mills, 1989). Binnen de geboorte rivier blijken zalmen zeer honk vast. Bij verplaatsing van zalmen vanuit een home gebied bleek 87 % weer naar dezelfde plaats terug te keren ook al bevonden ze zich na de verplaatsing in geschikt paaigebied (Hegberger, 1988). In deze studie bleken zalmen niet verder dan 12 km van het home gebied waarin ze gevangen werden af te wijken.

##### Ei stadium

In zijn evaluerende studie naar de paai van zalm komt Jordan (1981) tot de volgende bevindingen. De diepte op de paaiplaats varieerde van 22-74 cm, met een gemiddelde van 36 cm; de stroomsnelheid varieerde van 27-83 cm/s (gemeten op 12 cm boven de bodem), met een gemiddelde van 49 cm/s. Het merendeel van de eieren bevond zich onder een laag keien met een diameter van 10-23 cm. De gemiddelde oppervlakte van een nest bedroeg 3.8 m<sup>2</sup>. In een vervolg onderzoek door Beland et.al. (1982) werden de volgende waarnemingen gedaan. Een gemiddelde waterdiepte van 38 cm, stroomsnelheden tussen 25-90 cm/s (gemiddeld 53 cm/s op 12 cm boven substraat) en een substraat bestaand uit kiezel met grof steenpuin. Jones (1959) nam waar dat de diepte waar wordt gepaaid meestal kleiner is dan 30 cm, met een geprefereerde oppervlakte stroomsnelheid van 31-46 cm/s en een kiezel substraat. Hegberger et.al. (1988) vonden een gemiddelde paaidiepte van 49.3 cm en een gemiddelde stroomsnelheid van 38.6 cm/s. De gemiddelde diameter van het substraat in de bovenste laag van het nest varieerde van 9.2-11.5 cm. Een lagere stroomsnelheid dan 15-20 cm/s wordt volgens Crisp & Carling (1989) niet geprefereerd. Peterson (1978) geeft een gemiddelde stroomsnelheid van 36-76 cm/s en een waterdiepte van 20-30 cm.



### Larvaal stadium

Er zijn in de literatuur weinig bruikbare gegevens aangetroffen over specifieke habitateisen van alevins voor wat betreft hun verblijf in het substraat. Met grote waarschijnlijkheid kan worden aangenomen dat deze niet veel zullen afwijken van de eisen in het ei- respectievelijk embryonale stadium.

### Juveniel stadium

Zalmparr's hebben een voorkeur voor een specifiek winter habitat met een geringe stroomsnelheid en een hoge mate van beschutting. In de zomer komen zalmparr's (parr II en III) voor op plaatsen met een diepte van 20-70 cm, relatief hoge stroomsnelheden (10-60 cm/s) en keisubstraat (> 25 cm). Parr I prefereert ondiepe trajecten (5-65 cm) boven een kiezelsubstraat (>16 mm) bij stroomsnelheden van 5-50 cm/s. Bron Quak, 1993.

Tabel 3.2 geeft territorium oppervlakten van zalm gebaseerd op berekende gemiddelden weer (Quak, 1993).

**Tabel 3.2. Territorium benodigd voor jonge zalm**

Vorklengte (cm)	Territorium opp. (m <sup>2</sup> )	referentie
2,5 (larve)	0,011	Kalleberg (1958)
4,5 (parr I)	0,030	Kalleberg (1958)
10,0	0,970	Stradmeyer & Thorpe (1987)
11,4	1,136	Symons (1971)
11,8	1,12	Symons (1971)
13,0	1,633	Stradmeyer & Thorpe (1987)

### Getijde zone

Een voldoende grote getijdezone kan van belang zijn met betrekking tot de geleidelijke overgang van zoet naar zout. Als de overgang van zoet naar zout abrupt is kan de vis zijn zoutbalans niet aanpassen. Thorpe (1994) stelt dat smolts van de Atlantische zalm zich snel aanpassen aan de overgang van zoet naar zout en zeer kort in het estuaria gebied verblijven. De migratie snelheid van smolts neemt niet af als de smolts in water met een hogere saliniteit belanden. Estuaria kunnen voor volwassen zalm dienen als holding area, de betekenis voor de biologische zalmgemeenschap hiervan zal waarschijnlijk gering zijn.

### HABITATTPERING

Nederlandse riviertakken worden door zalm alleen gebruikt als migratie route. Het benodigde habitat voor de paai en de opgroei (parrs) is vrijwel afwezig in de grote rivieren en is er vermoedelijk ook nooit veel geweest. Smolts migreren naar zee om het adulte stadium te bereiken. Adulte zalm migreert vanuit zee via Nederland naar de paaigronden.

#### Ei en larvaal stadium:

Het paai- en opgroei habitat van de zalm ligt bovenstrooms van het Nederlandse rivierengebied. Voor de paai heeft de zalm grindbedden met een diameter van 9-23 cm, op een diepte van 22-83 cm en een stroomsnelheid van 25-90 cm/s nodig. Dit habitat wordt ook gebruikt door de larven.

#### Parr stadium:

Parr's prefereren 's zomers een kiezelsubstraat (>16 mm), een diepte van 5-70 cm en een stroomsnelheid van 5-60 cm/s. 's Winters hebben parr's habitat met een geringe stroomsnelheid en een hoge mate van beschutting, zoals de aanwezigheid van grote stenen (>25 cm), nodig. In deze studie gaan we ervan uit dat als er geschikt zomer habitat voor parr's aanwezig is er ook geschikt winterhabitat is.

#### **Rekenregels:**

- ei en larvaal stadium: % met diepte 22-83 cm, stroomsnelheid 25-90 cm/s, grinddiameter 9-23 cm (Rzo-1)
- parr stadium: % met diepte 5-70 cm, stroomsnelheid 5-60 cm/s, substraat kiezels > 16 mm en stenen > 25 cm(Rzo-1)

## OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

Bovenstrooms van Nederland gebruikt de Zalm de rivier als paai en opgroei-habitat. Het oppervlakte grindbed dat benodigd is voor de paai van 1 RE bedraagt 4 m<sup>2</sup>. Uitgaande van 4000 eieren per RE (Bij de Vaate, 1989) en tabel 3.3 (Mills, 1989) is de productie van 1 RE:

- 3760 alevins/larven
- 288 parr 1
- 112 parr 2
- 31 parr 3

Tabel 3.3. Productie van 1 RE	
stadium	aantal
ei	5000
alevin/larvaal	4700
parr 1	360
parr 2	140
parr 3	39

Door de benodigde territoriumoppervlakte uit tabel 3.2 te vermenigvuldigen met de aantallen die nodig zijn voor de productie van 1 RE (tabel 3.3) volgt het habitat dat benodigd is. Voor het larvale stadium is een habitat van  $3760 \times 0,011 = 41 \text{ m}^2$  grindbed benodigd. Het benodigde parr habitat bedraagt  $112 \times 0,5$  (schatting m.b.v. tabel 3.2)  $= 56 \text{ m}^2$ .

Benodigd voor de productie van 1 RE is dus:

- 41 m<sup>2</sup> habitat voor ei en larvaal stadium
- 56 m<sup>2</sup> habitat voor parr stadium.

## DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- larve: 0,1 m [geschat]
- parr: 1 m [geschat]
- smolt: n.v.t.
- adult: n.v.t.

## NETWERK FUSIEAFSTAND

- larve: 0,1 m [geschat]
- parr: 50 km [geschat op basis van migratie van zomer- naar benedenstroomse winterhabitat]
- smolt: 1000 km [afstand naar zee]
- adult: 1000 km [afstand naar paaigebied in bovenloop rivier]

## BARRIÈRES

De belangrijkste barrières ondervindt de zalm tijdens zijn stroomopwaartse paaitrek als volwassen dier (bijlage 3). Zowel spuilsuizen als stuwen met scheepvaartsluizen en vistrap, al of niet gecombineerd met waterkrachtcentrales, zijn een ernstige belemmering voor deze migratie.

## NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

## SCHAALNIVEAU

De zalm gebruikt de Nederlandse riviertakken alleen als migratie route. Het schaalniveau van de zalm is internationaal. Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

## LITERATUUR

Beek, G.C.W. van, J. van der Horst & H.W. Waardenburg, 1995. Vismonitoring benedenrivieren. 1991-1994. Bureau Waardenburg Culemburg.

Beland, K.F., R.M. Jordan & A.L. Meister, 1982. Water depth and velocity preferences of spawning Atlantic salmon in Maine rivers. N. Am. J. Fish. Manage. 2:11-13.



Bij de Vaate, A., 1989. Rekolonisatie mogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn voor riviertrevissen en echte riviervissen: samenvatting van een literatuurstudie verricht door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek. Dienst Binnenwateren/RIZA, Lelystad.

Crisp, D.T., P.A. Carling (1989). Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *J. Fish. Biol.* 34: 119-134.

De Nie H.W., 1996. Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Stichting Atlas Verspreiding Nederlandse Zoetwatervissen, Nieuwegein. Media Publishing, Doetinchem. 151 pp.

Heggberget, G.T., L.P. Hansen & T.F. Naesje, 1998. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.* Vol. 45:1691-1698.

Jones, J.W., 1959. *The salmon*. Collins, London.

Jordan, R.M., 1981. Atlantic salmon spawning survey and evaluation of natural spawning succes. Final Performance Report, AFS-20-R, Maine.

Peterson, R.H., 1978. Physical characteristics of Atlantic spawning gravel in some New Brunswick streams. *Fish. & Mar. Serv. Tech. Rep.* no 785, Biol. St., St. Andrews, NB.

Quak, J., 1993. Habitats van de zalm (*Salmo salar*) in het zoete water; de zalm in een ecologisch perspectief. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

Mills, D.H., 1989. *Ecology and management of Atlantic Salmon*. Chapman and Hall, London.

Thorpe, J.E., 1994. Salmonid Fishes and the Estuarine Environment. *Estuaries* vol17: p 76-93.

### 3.3.2 Barbeel *Barbus barbus*

#### ALGEMEEN

Het verspreidingsgebied van de barbeel loopt vanaf het stroomgebied van de Rhône en de Donau in het zuiden, tot aan de Dnieper en de Neman in het noorden en oosten van Europa. In Engeland is de barbeel alleen inheems in sommige rivieren in het zuid-oosten, maar door uitzettingen komt de soort nu ook voor in stroomgebieden van de Severn, Avon, Thames, Welland en Trent (Lelek, 1980). In België komt de barbeel voor in de Maas en enkele zijrivieren hiervan zoals de Ourthe, Semois, Lesse, Sambre en Ambleve. Door uitzettingen wordt getracht de barbeelstand in een aantal zijrivieren van de Belgische Maas te herstellen (Philippart, 1987).

In Nederland werd de barbeel vroeger waargenomen in de IJssel, de Lek, de Rijn bij Arnhem en de Maas (Schlegel, 1870). Volgens Redeke (1941) was de barbeel talrijk in de Limburgse Maas en minder algemeen voorkomend in de Rijn, de Waal en de Geldersche IJssel. Door de bouw van stuwen en door kanalisatie en normalisatie van de rivieren is de barbeelstand na WO-II afgenomen. Op het moment komt de barbeel alleen nog voor in de Limburgse Grensmaas en het stroomgebied van de Roer (Nijssen en de Groot, 1987). Dit blijkt ook uit bemonsteringen in de periode 1975-1990 waarbij regelmatig barbelen zijn gevangen in de Grensmaas tussen Borgharen en Roermond (lengte 23-69 cm). Recent zijn juveniele barbelen waargenomen in zijrivieren van de Maas in Nederland. De barbeel werd in 1990 eveneens in de Geul gevangen (Vriese, 1991). Desalniettemin wordt de barbeelstand in Limburg nog steeds bedreigd door een slechte waterkwaliteit (de barbeel is gevoelig voor thermische verontreinigingen, evenals hoge concentraties chlorides, sulfaten, detergenten en organochloorverbindingen) en kanalisatie en normalisatie. Het afgraven van grindbanken is eveneens zeer nadelig voor de barbeel (OVb, 1988).

Op de rode lijst wordt de barbeel tot de bedreigde soorten gerekend.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De barbeel komt voornamelijk voor in de barbeelzone van de rivieren (Lelek, 1980). De barbeelzone wordt beschreven als kleinere en grotere rivieren met een matig verhang, een matige gemiddelde stroomsnelheid en een schone bodem met zand, grind en keien. De stroomsnelheid varieert van plaats tot plaats: zowel rustig als snelstromend water komt voor. De beide oevers zijn vaak te onderscheiden in een erosie-oever en een sedimentatie-oever. Huet (1959) heeft een verband opgesteld tussen enerzijds het verhang en de breedte van de rivier en anderzijds het voorkomen van bepaalde visgemeenschappen. De barbeelzone wordt zo gekenmerkt door een verhang van 0,25 tot 3,5 promille, afhankelijk van de breedte van de rivier. De gemiddelde diepte varieert tot ongeveer 2 meter, en de gemiddelde stroomsnelheid ligt tussen de 10 en 25 cm/s (De Groot, 1991). Er treedt geen schoolvorming op maar barbelen komen wel altijd voor in kleine groepen van enkele individuen (Lelek, 1980). Mannelijke barbelen zijn na 3-4 jaar en vrouwelijke na 8 jaar geslachtsrijp. Ze worden maximaal 25 jaar oud.

#### Adult stadium

De verblijfplaatsen van grotere en kleinere adulte barbelen zijn verschillend van diepte. De grotere barbelen (>40 cm), voornamelijk vrouwtjes, houden zich bij voorkeur op in de diepere gedeelten (1-1,5 m bij laagste waterstand) waar minder stroming staat. De kleinere barbelen (15-35 cm) concentreren zich voornamelijk in de ondiepere gedeelten van 30-70 cm diepte met een snelle stroming (Fetter, 1986). Ook in de Severn werden grotere barbelen (>2 kg) voornamelijk in diepere gaten gevangen (Hunt & Jones, 1974a). In de Pilsa rivier werd adulte barbeel (gemiddeld 35-50 cm) in de zomer gevangen op diepten van 1-2,3 m (Penczak & Zalewski, 1974). Uit ander onderzoek blijkt dat adulte barbelen ook op ondiepe stukken gesignaleerd worden. Baras & Cherry (1990) namen aan twee barbelen waar dat het voedsel zoeken steeds gebeurde op de ondiepe, snelstromende gedeelten van de rivier ("riffles") in de schemering. Pelz (1989) meldt dat adulte barbelen van 40-53 cm lengte overdag de ondiepe (0-50 cm), snelstromende stukken prefereren boven de rest van de rivier de Nidda (gemiddeld 80 cm diep). In de winter vormen de barbelen grotere groepen en verblijven ze in dieper water (Fetter, 1986). Adulte barbelen preferen een hoge stroomsnelheid. In de Ems werden bar-



belen (35 en 43 cm) gevangen in het gedeelte onder de spoorbrug waar de oppervlakkige stroomsnelheid 30 cm/s bedroeg (Vonnegut, 1938).

In de rivier de Nidda (Dld) bleek dat adulte barbeel (40-53 cm) de snelstromende en ondiepe delen met stroomsnelheid van 10-110 cm/s prefereerde boven de kalmere en diepere stukken van de rivier met een stroomsnelheid van 5-60 cm/s (Pelz & Kästle, 1989). In de Ourthe bij Harmoir werd de stand aan barbelen geschat op 390 kg/ha in de snelstromende gedeelten tegen 132 kg/ha in de kalmere delen (Philippart, 1972). Ook in de Pilica rivier werden meer barbelen gevangen in de snelstromende gedeelten (25 en 110 kg/ha) dan in de langzaamstromende gedeelten (17 kg/ha) (Penczak et al., 1976). Bij het populatie-onderzoek van Hunt & Jones (1974) in de Severn werden alle barbelen gevangen op de "riffles", rotsige ondiepten met snelstromend water. De maximale stroomsnelheid gedurende de zomer was hier 1,2 m/s.

Volwassen barbeel is typisch voor rivieren met een schone bodem van zand en kiezelstenen (Lelek, 1980). De vissoort wordt zelden gevonden in lagere rivierlopen met modderige bodems en in gebieden waar veel slibafzetting plaatsvindt (Lelek, 1980). In de Pilica rivier (Polen) werd adulte barbeel (gem. 35-50 cm) in juli gevangen op plaatsen met zand, grind en stenen in verschillende verhoudingen, echter nooit op bodems met slib (Penczak & Zalewski, 1974). Per bodemtype verschilde de vangst als volgt: bodems van zand > grind (+/- 35 cm, 28/ha), zand=grind=stenen (+/- 45 cm, 24/ha) en grind=stenen>zand (+/- 50 cm, 72/ha) (Penczak & Zalewski, 1974). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de groter barbelen meer op stenige grindbodems voorkomen, en de kleiner exemplaren vaker op zandige grindbodems worden aangetroffen.

De barbeel is een soort die onder de karperachtigen het meest trekt in de rivieren. Een trekkende barbeel kan zelfs een afstand van 300 km in 37 dagen afleggen in stroomopwaartse richting (De Groot, 1991). In het voorjaar zoeken de vissen de hoger gelegen gedeelten in de rivier op die zij in het najaar door de grotere waterafvoer hebben moeten verlaten. In het najaar is er juist een tendens om rustiger en dieper water op te zoeken om te overwinteren. Deze migraties vinden plaats binnen de barbeelzone van de rivier (Heuschmann, 1957). Uit onderzoek van Hancock et al. (1976) bleek dat het leefgebied van de barbeel 12 km stroomafwaarts van het paaigebied lag. In de rivier de Ourthe lagen het paaigebied en het leefgebied binnen een afstand van 10 km. Dit riviergedeelte van 25 ha was toereikend voor een zichzelf in stand houdende barbeelpopulatie van 23.750 individuen > 15 cm (Philippart, 1981). In het leefgebied (na de paaitijd) migreert de adulte barbeel tussen verschillende rustplaatsen binnen een bepaalde home-range (Pelz & Kästle, 1989; Baras & Cherry, 1990). Deze home-range kan per rivier verschillend van grootte zijn. Baras & Cherry (1990) vonden voor twee adulte barbelen in de Ourthe een home-range van 1,5 km lang (4 ha). In de River Alne werden bijna alle uitgezette barbelen (1-4 jaar oud) binnen een range van 6 km teruggevangen (Davies, 1971). Pelz & Kästle (1989) vonden in de rivier de Nidda voor een groep van 8 adulte barbelen een zomer-home-range van 60-500 meter (<1 ha) waarbij de meeste vissen niet verder dan 200 m kwamen. In de Belgische Maas bleven de meeste barbelen binnen een range van 0-5 km van de plaats van uitzetting (Philippart, 1981). Bij een biotelemetrisch experiment met 34 barbelen werd een homerange van 200-2400 meter gevonden (Baras, 1997). In de rivier de Nidd (Engeland) verplaatsten barbelen zich van 2-20 kilometer. Deze bewegingen waren seizoensgebonden waarbij de vissen in het voorjaar stroomopwaarts naar de paaibedden zwommen (Lucas & Batley, 1996).

#### **Ei & larvaal stadium**

De paaitijd loopt van mei tot begin juli (OVb, 1988). In het voorjaar trekken de volwassen barbelen stroomopwaarts. Deze trek wordt veroorzaakt door een voortdurend stijgende watertemperatuur, en mogelijk ook door het afnemend debiet (Baras & Cherry, 1990). Bij een temperatuur van 14 - 18°C wordt er gepaaid (Philippart, 1987). Dit gebeurt op een diepte van 30-40 cm op een vlakke bodem van stenen en grind met een flinke stroming (Philippart, 1987). Deze grindbedden liggen doorgaans in of net stroomopwaarts van de monding van een zijriviertje (Lelek, 1980). De eieren hebben een kleverig omhulsel waardoor ze aan het grind en zand blijven plakken. De dooierzaklarven zijn lichtschuw en verbergen zich tussen de kiezelstenen voor een periode van ongeveer 10 dagen (Philippart, 1987). Hierna is de dooierzak geresorbeerd en zwemmen de larven vrij in het water (pelagiaal) en zijn dan niet meer lichtschuw; ze voeden zich met zoöplankton dat op zicht bejaagd wordt



(OVB, 1988). In ondiepe doch goed doorstroomde oeverzones zakken de zwemmende larven vervolgens stroomafwaarts naar rustiger en dieper water. Deze migratie vindt in de schemering en 's nachts plaats.

#### Juveniel stadium

Juvenielen prefereren waarschijnlijk gebieden met weinig stroming. Volgens Copp (1989) komen 0+ barbelen het meest voor in stilstaande gedeelten in het riviersysteem, minder in zwakstromend en het minst in snelstromende gedeelten. Copp (1989) vond 0+ barbeel in de boven-Rhône op dieptes van 0,5 tot 3 meter. De grootste dichtheden kwamen voor op ondiepe plaatsen (0,5-1 m).

Larven en juvenielen (0+) werden in het riviersysteem van de boven-Rhone aangetroffen op verschillende substraten, variërend van organische modder tot grind en stenen. De grootste dichtheid ( $2460/m^2$ ) werd gevonden in stilstaande wateren (oude rivierloop) met modderige of slibachtige bodem (deeltjes  $<0,6$  mm). Verder werden er juvenielen gevonden op bodems van zand, grind en stenen, bijna overal met slib vermengd vanwege de lage stroomsnelheid (Copp, 1989). In de Ourthe werden 32 barbelen ( $21-56$  mm)/ $m^2$  aangetroffen (Baras, Nindaba & Philippart,?).

### HABITATTYPERING

#### Adult stadium:

De barbeelzone wordt beschreven als kleinere en grotere rivieren met een matig verhang, een matige gemiddelde stroomsnelheid en een schone bodem met zand, grind en keien. De stroomsnelheid varieert van plaats tot plaats: zowel rustig als snelstromend water komt voor.

#### Ei en larvaal stadium:

Een vlakke bodem van stenen en grind op een diepte van 30-40 cm met een flinke stroming.

#### Juveniel stadium:

Langzaam stromend of stilstaand water dat met de rivier verbonden is.

#### Rekenregels:

- adult stadium: % met diepte 0,4-2,3 m, stroomsnelheid 10-120 cm/s, substraat zand en grind of stenen (Rzd1+ Rzo-1)
- ei/larvaal stadium: % met diepte 0,3-0,4 m, flinke stroming is 25-75 cm/s (Rzo-1)
- juveniel stadium: % met diepte van 0,2-1 m, zwakke stroming is 0-10 cm/s (Rzd-1 + Rzo-1 + Rzo-2 + Rwn-1 + Rwn-2 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4)

### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

De barbeel maakt gebruik van 3 typen habitat; het paaihabitat waar de eieren uitkomen, het habitat waar de juvenielen opgroeien en het leefgebied van de adulten. Tabel 3.3 bevat het aantal individuen per stadium dat benodigd is voor de produktie van 1RE van de barbeel. Hierbij is uitgegaan van de volgende mortaliteiten:

- 75 % van het ei-stadium
- 90 % van het larvaal-stadium
- 75 % van het 0+ juveniel-stadium
- 50 % per jaar vanaf de 1+groep

**Tabel 3.4. Produktie van 1 RE**

stadium	aantal
ei	15000
larvaal	3750
0+ juveniel	375
1+ juveniel	90
2+ juveniel	45

#### Adult:

Uit telemetrisch onderzoek (Pelz & Kastle, 1989; Baras, 1997) blijken 8 adulte barbelen zich gemiddeld binnen een gebied van 200 m lengte te verplaatsen in rivier met een breedte van 20 m. Hiervan uitgaande is het oppervlak benodigd voor 1 RE  $1000$   $m^2$ .

#### Ei/larvaal:

Het oppervlak aan grindbed benodigd voor 1RE bedraagt minimaal  $5$   $m^2$  (Baras et. al., 1996). Een volwassen vrouwtje legt circa 15000 eitjes. Uitgaande van 25 % uitkomst zullen er 3750 larven zijn. Als er per  $m^2$  grindbed 200 larven kunnen verblijven zal er voor het larvale stadium  $19$   $m^2$  grindbed nodig zijn.

#### Juveniel:

Uitgaande van een mortaliteit van 90 % voor de larven zullen er 375 0+ juvenielen overblijven. Als een 0+ juveniel  $0,03$   $m^2$  nodig heeft dient er in het totaal



dus 11 m<sup>2</sup> opgroei habitat aanwezig te zijn. Met een mortaliteit van 75 % respectievelijk 50 % per jaar zullen er na 1 jaar 90 en na 2 jaar 45 juvenielen zijn. Hiervoor wordt een opgroei habitat van 45 m<sup>2</sup> voldoende geacht.

Benodigd voor de produktie van 1 RE is dus:

- 1000 m<sup>2</sup> habitat voor het adulte stadium
- 19 m<sup>2</sup> habitat voor het ei en larvale stadium
- 45 m<sup>2</sup> habitat voor het juveniele stadium.

#### DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- larvaal: 1 m [geschat]
- juveniel: 10 m [geschat]
- adult: 500 m

#### NETWERK FUSIEAFSTAND

- larvaal: 150 km (larvale drift, oever stroomafwaarts van grindbed tot aan opgroei habitat dient flauw te zijn) [geschat]
- juveniel: 5 km [geschat]
- adult: 20 km (afstand die naar paaigebied overbrugd wordt)

#### BARRIÈRES

De barbeel ondervindt problemen bij de stroomopwaartse passage van stuwen met scheepvaartsluizen (al of niet met WKC) in het adulte stadium (bijlage 3). Alle stadia hebben hinder van WKC's bij stroomafwaartse verplaatsing.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De barbeel is een kenmerkende soort voor de riviertakken de Grensmaas, de Plassenmaas, de IJssel en Bovenrijn & Waal. Deze soort komt hier regionaal voor.

Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

Bakker, H.D., 1992. Habitat Geschiktheid Model: de barbeel *Barbus barbus*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

Baras, E. & B. Cherry, 1990. Seasonal activities of female barbel *Barbus barbus* (L.) in the River Ourthe (Southern Belgium), as revealed by radio tracking. *Aquat. Living Resour.* 3: 283-294.

Baras, E., J.C. Philippart & J. Nindaba, 1996. Importance of gravel bars as spawning grounds and nurseries for european running water cyprinids. Proceedings of the second IAHR Symposium on habitat hydraulics, Ecohydraulics 2000.

Baras, E, 1997. Environmental determinants of residence area selection by *Barbus barbus* in the River Ourthe. *Aquat. Living Resour.* 10: 195-206.

Copp, G.H., 1989. The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. *Environmental Biology of Fishes* 26: 1-27.

Davies, C.V.M., 1971. Barbel in stil water. Preliminary observations on the growth and general biology of barbel in Trimpey Reservoir and other pools and rivers in the Severn River Authority area. In: Proe. Fifth Brit. Coarse Fish Conf., 1971, Liverpool.

Fetter, S., 1986. Le barbeau, son passé, son present, son avenir. ...Environnement 5/86.

- Groot, S.J. de, 1991. Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit? 5: De Barbeel. *De Levende Natuur* 1991 (3):101-104.
- Hancock, R.S., J.W. Jones & R. Shaw, 1976. A preliminary report on the spawning behaviour and nature of sexual selection in the barbel, *Barbus barbus* (L.). *J. Fish Biol.* 9:21-28.
- Heuschmann, O., 1957. Die Weißfische (Cyprinidae) in: R. Demoff, H.N. Maier & H.H. Wundsch, *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, band IIIb, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974a. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 1. Densities. *J. Fish Biol.* 6: 255-267.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974b. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 11. Movements. *J. Fish Biol.* 6: 269-268.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974c. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 111. Growth. *J. Fish Biol.* 7: 361-376.
- Kraiem, M. & E. Pattee, 1980. La tolérance à la température et au déficit en oxygène chez le Barbeau (*Barbus barbus* L.) et d'autres espèces provenant des zones piscicoles voisines. *Arch. Hydrbiol.* 88(2):205-261.
- Lelek, A., 1980. Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources, Council of Europe. Nature and Environment Series no. 18, Strasbourg.
- Lucas, M.C. & E. Batley, 1996. Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: Implications for river management. *J. Appl. -Ecol.* vol. 33: 1345-1358.
- Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. *De vissen van Nederland*. Stichting Uitgeverij KNNV Utrecht, 244 p.
- O.V.B., 1988. *Cursus Vissoorten*, deel 1 en 2, Nieuwegein.
- Pelz, G.R., 1989. Fraßspuren an Spundwänden. *Fischökologie Aktuell* 1(1):4-6.
- Pelz, G.R. & A. Kästle, 1989. Ortsbewegungen der Barbe (*Barbus barbus* (L.) radiotelemetrische Standortbestimmungen in der Nidda (Frankfurt/Main). *Fischökologie* 1(2):15-28.
- Penczak, T., M. Molinski & M. Zalewski, 1976. The contribution of autochthonous and allochthonous matter to the trophy of a river in the barbel region. *Ekol. pol.* 24 (1):113-121.
- Philippart, J.C., 1972. Dynamique et production des populations de poissons de la zone a barbeau de l'Ourthe. Resultats preliminaires. *Annls Soc. R. Zool. Belg.* 103(1): 61-77.
- Philippart, J.C., 1981. Problematique de la conservation, de l'exploitation halieutique et de l'aménagement des ressources ichtyologiques dans une grosse riviere de la zone a barbeau: l'Ourthe Liegeoise. *Cahiers d'Ethologie appliquée* 1(1):39-80.
- Philippart, J.C., 1987. Démographie, conservation et restauration du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.) (Teleostei, Cyprinidae) dans la Meuse et ses affluents. Quinze années de recherches. *Annls Soc. R. Zool. Belg.* 117: 9-62.
- Redeke, H.C., 1941. Pisces (Cyclostomi-Euichthyes) (TI-TII). In: *Fauna van Nederland*, Sijthof, Leiden, vol. 10- 331 pp.
- Schlegel, H., 1870. *De Visschen*. In: *Natuurlijke Historie van Nederland*, G.L. Funke, Amsterdam, 211 p.



Vonnegut, P., 1938. Die Barbenregion der Ems. Archiv für Hydrobiologie, vol. 32.

Vriese, T., 1991. De visstand in de Grensmaas. RWLS/OVB 1991-01. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeksrapport 1991-21.

### 3.3.3 Rivierdonderpad *Cottus gobio*

#### ALGEMEEN

De rivierdonderpad komt in bijna heel Europa voor. Het verspreidingsgebied aan de zuidzijde wordt begrenst door noord Spanje, noord Italië en noord Griekenland. In het noorden wordt het verspreidingsgebied van de rivierdonderpad begrenst door noord Engeland en Wales, Nederland, noord Duitsland, Zweden en zuid Finland. De rivierdonderpad komt niet voor in Ierland, Schotland, Denemarken, Noorwegen, Lapland en noord Finland (Lelek, 1987)

Hoewel de rivierdonderpad wordt beschreven als een typische vis uit de forelzone (Huet, 1949), komt hij in Nederland ook wel voor in natuurlijke laaglandbeken, rivieren en sommige vrijwel stilstaande meren (Nijssen, 1987). In de beneden lopen van beken, in rivieren en in meren zijn de aantallen rivierdonderpaden meestal gering. De rivierdonderpaddenpopulatie in Nederland is sinds WO II sterk achteruit gegaan. De reden voor deze achteruitgang is de toegenomen vervuiling, de normalisatie van beken, de ontwatering van landbouwgebieden en de thermische vervuiling van de rivieren (OVb, 1985).

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De rivierdonderpad voelt zich thuis in onvervuilde, met zuurstof verzadigde, langzaam tot snel stromende wateren met een zandige tot stenige bodem en een lage temperatuur (Wheeler, 1969; Lelek, 1987). De rivierdonderpad is na 2 jaar paairijp en bereikt een leeftijd van 3-5 jaar.

##### Levenscyclus

Stenen of andere obstakels spelen in het leven van een rivierdonderpad een belangrijke rol (OVb, 1985; Nijssen, 1987). De rivierdonderpad verschuilt zich overdag onder deze obstakels en 's nachts, of bij bewolkt weer, jaagt hij vrijwel steeds vanuit zo'n holletje (OVb, 1985). In de paaitijd maakt het mannetje onder zo'n obstakel een holletje dat als nest wordt gebruikt. De eitjes worden aan de onderkant van de afdekkende steen van het broedhol afgezet. Nadat het vrouwtje haar 100 tot 500 rood-gele, 2,5 mm grote eitjes heeft gelegd, verlaat ze het nest. Het mannetje bewaakt de eitjes totdat ze zijn uitgekomen en hij verzorgt ze ook, door met zijn borstvinnen zorg te dragen voor een continue waterstroom over de eitjes, zodat de eitjes voldoende vers en zuurstofrijk water krijgen.

In geschikte habitats komen rivierdonderpadden voor in dichtheden van 30-60 individuen per 100 m<sup>2</sup> (Waterstraat, 1992). In 1979 werd de rivierdonderpad voor het eerst geobserveerd in de rivier Utsjoki (Finland). In 1995 is het leefgebied uitgebreid van het laagste punt van de rivier tot een punt 43 kilometer stroomopwaarts (Pihlaja et al., 1998).

##### Stroomsnelheid

Rivierdonderpadden hebben een sterke voorkeur voor locaties met een lage stroomsnelheid. Gaudin (1990) toonde aan dat 48% van de rivierdonderpadden voorkomt op plaatsen met een stroomsnelheid van 0-3 cm/sec, 32% bij 3-10 cm/sec, 11% bij 10-20 cm/sec, 3% bij 20-30 cm/sec, 5% bij 30-40 cm/sec en 1% bij een stroomsnelheid hoger dan 40 cm/sec.

##### Diepte

Verschillende auteurs geven aan dat rivierdonderpadden in stromende wateren vooral voorkomen op ondiepe plaatsen (Smyly, 1957; Marquet, 1959; Gaudin, 1981). In meren komen rivierdonderpadden voor tot een diepte van 9m (Smyly, 1957). Marquet (1959) zegt dat hij paaiende rivierdonderpadden heeft gezien op een diepte van 15 cm. Waterstraat (1992) heeft rivierdonderpadden aangetroffen op plaatsen met een gemiddelde diepte van 18 tot 42 cm, Gaudin (1990) trof rivierdonderpadden aan op een diepte van 10-20 cm en Whelton (1983) trof rivierdonderpadden aan op een diepte van 20-40 cm.

##### Substraat

Volgens Gaudin (1990) gaven rivierdonderpadden de voorkeur aan die locaties waar het percentage waterplanten het laagst was. In de maanden juni tot september was er zelfs een significante voorkeur voor locaties met een laag percentage waterplanten. Van de waargenomen rivierdonderpadden gaf 54% de voorkeur aan locaties met een percentage waterplanten van 0-20%, 26% aan 20-40%, 9% aan 40-60%, 8% aan 60-80% en 3% aan 80-100%.



## HABITATTYPERING

Zandige of stenige bodem met grote stenen of andere obstakels. Met een stroomsnelheid die lager is dan 50 cm/s.

### Rekenregel:

- % met stenen of obstakels, stroomsnelheid < 50 cm/s (Rzd-1 + Rzo-1 + Rzo-2 + Rzo-3 + Rwn-1 + Rwn-3 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4 + Bd-2 + Bd-6 + Bo-2 + Bo-6)

## OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

- 3 m<sup>2</sup>.

In geschikte habitats komen rivierdonderpadden voor in dichtheden van 30-60 individuen per 100 m<sup>2</sup> (Waterstraat, 1992). Op grond hiervan wordt de oppervlakte benodigd voor een paartje op 3 m<sup>2</sup> gesteld.

## DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- 5m [geschat].

Aangezien de rivierdonderpad niet erg mobiel is en zich tot de omgeving van z'n schuilplaats beperkt lijkt dit een redelijke schatting.

## NETWERK FUSIEAFSTAND

- 1500 m.

In 1979 werd de rivierdonderpad voor het eerst geobserveerd in de rivier Ut-soki (Finland). In 1995 is het leefgebied uitgebreid van het laagste punt van de rivier tot een punt 43 kilometer stroomopwaarts (Pihlaja et al., 1998). De rivierdonderpad heeft hier gemiddeld dus minimaal 1,5 kilometer per jaar afgelegd (ervan uitgaand dat de dispersie in het midden van de rivier begonnen is). De netwerk fusieafstand wordt daarom op 1500 m gesteld.

## BARRIÈRES

Rivierdonderpadden hebben bij stuwen met WKC's problemen met passage (bijlage 3). In de uiterwaarden kan deze soort tijdelijk geïsoleerd worden als gevolg van afwisselend hoog en laag water.

## NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMAL VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

## SCHAALNIVEAU

De rivierdonderpad is een soort die algemeen voorkomt in de Nederlandse riviertakken. Deze soort komt hier op een lokale schaal voor. Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

## LITERATUUR

Gaudin, P., 1981. Eco-ethologie d'un poisson benthique, le chabot, *Cottus gobio* L. L'Université Claude-Bernard, Lyon. 178 pp.

Gaudin, P., 1990. Microdistribution of *Cottus gobio* L. and fry of *Salmo trutta* L. in a first order stream. Pol. Arch. Hydrobiol. 37/1-2: 81-93.

Huet, M., 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicole des eaux courantes. Rev. Suisse d'Hydrol., 11 (3-4): p. 411-432.

Lelek, A., 1987. The Freshwater Fishes of Europe. Volume 9: Threatened Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources, Council of Europe. 343 pp.

Marquet, P.L., 1959. Vissen van Zuid-Limburg 2; de Rivierdonderpad (*Cottus gobio*). Natuurhist. Maandbl., vol. 49 (1-2): 7-9.

Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. De vissen van Nederland. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht. 224 pp.

- O.V.B., 1985. Cursus Vissoorten, deel 1 en 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 869 pp.
- Pihlaja, O., E. Niemelae & J. Erkinaro, 1998. Introduction and dispersion of the bullhead, *Cottus gobio* L., in a sub-Arctic salmon river in northern Finland. Fish. Manage. Ecol. vol 5: 139-146.
- Semmekrot, S., 1993. Habitat Geschiktheid Model: de Rivierdonderpad *Cottus gobio*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Smyly, W.J.P., 1957. The life history of the bull-head or Miller's thumb (*Cottus gobio* L.) Proc. Zool. Soc. 128: 431-453.
- Waterstraat, A., 1992. Populationsökologische Untersuchungen an *Cottus gobio* L. und anderen Fischarten aus zwei Flachlandbächen Norddeutschlands. Limnologica 22(2): 137-149.
- Wheeler, A., 1969. The Fishes of the British Isles and North-West Europe. Macmillan, London. 613 pp.
- Whelton, J.S., C.A. Mills & E.L. Rendle, 1983. Food and habitat partitioning in two small benthic fishes, *Noemacheilus barbatulus* (L.) and *Cottus gobio* L..Arch. Hydrobiol. 97/4: 434-454.



### 3.3.4 Snoek *Esox lucius*

#### ALGEMEEN

De met een asterisk (\*) aangegeven literatuurverwijzingen in onderstaande tekst staan vermeld in Raat (1988).

De snoek is wijd verspreid over het noordelijk halfmond. In Europa komt de soort bijna overal voor, behalve in IJsland, Zuid-Italië, Spanje, Portugal, Zuid-Joegoslavië en het noorden van Noorwegen.

Vanaf de jaren vijftig is de snoekstand in Nederland steeds verder achteruit gegaan. Aangenomen werd dat de vertroebeling van het water door eutrofiëring (de snoek is een "zichtjager") enerzijds en het verdwijnen van geschikte paaigebieden (ondergelopen oeverlanden) anderzijds de oorzaak hiervan was. Tegenwoordig wijt men de achteruitgang van snoek vooral aan het verdwijnen van waterplanten door eutrofiëring, waardoor het leefgebied van de jonge snoek verdwijnt. Uit diverse onderzoeken blijkt dat de snoekstand is achteruit gegaan door het verdwijnen van aquatische vegetatie en eutrofiëring (Hartmann, 1977\*; Willemsen, 1980\*; Svårdson & Molin, 1981). Volgens Waddow (1978\*) leidde de drastische afname van rietbegroeiing in de Grosse Müggelsee tot het nagenoeg geheel verdwijnen van de snoek.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

In Nederland komt de snoek voor in heldere ondiepe tot matig diepe wateren met een rijke plantengroei. Het karakter van het water kan variëren van stilstaand tot matig stromend en van zoet tot matig brak. Ook in de diepere, minder heldere wateren kan de snoek voorkomen, echter, dit zijn vaak alleen de grotere exemplaren.

De soort is plaatsgetrouw, en dan met name de kleinere open-water-snoek. Vanuit de standplaats worden expedities ondernomen in een straal van 100 m. Naarmate de snoek groter wordt neemt het trekgedrag toe (OVb, 1988). In de Flathead rivier (Amerika) bleken snoeken een paaimigratie van wel 50 kilometer te vertonen om geschikte paaiplaatsen te bereiken (Dos Santos, 1991). Hierbij werden geïsoleerde paaiplaatsen waar al andere snoek paaiende gepasseerd. Individuele vissen keerden jaarlijks naar dezelfde paaiplaats terug.

De draagkracht van één hectare water begroeid met waterplanten werd voor snoek van 0-55 cm lengte geschat tussen 80 en 150 kg (Grimm & Riemens, 1976\*; Grimm, 1981\*, 1983\*, 1983a\*).

Voor St. Peter's, een meertje met ideaal snoek habitat in Engeland, werd een snoekdichtheid van 71 vissen/ha bepaald (Wright, 1990).

In een deel van de Flathead rivier (Amerika), met langzame stroming en permanent overstroomde zijwateren en vegetatie, werd een snoekdichtheid van 64 +/- 35 snoeken per mijl gevonden (Dos Santos, 1991).

Mannelijke snoeken zijn na 1-3 jaar en vrouwelijke na 3-5 jaar geslachtsrijp. Mannetjes bereiken een leeftijd van 10-14 jaar, vrouwtjes kunnen ouder dan 30 jaar worden.

#### Levenscyclus

In het Nederlandse rivieren gebied wordt de snoek als een standvis beschouwd omdat er voldoende paaigebied in de vorm van ondergelopen grasland of waterplanten aanwezig is. In gebieden waar een gebrek is aan paaihabitat zal de snoek in het paai seizoen naar gebieden met geschikt paaihabitat trekken.

Voor snoek is er vanuit gegaan dat het ideale habitat buiten de hoofdgeul ligt. Plasjes in de uiterwaarden met veel waterplanten zijn ideaal voor de snoek. Veel referenties omtrent snoek hebben betrekking op meren. In dit onderzoek worden deze referenties relevant geacht voor de uiterwaardplassen in het rivierengebied.

In de meeste wateren werd paaiende snoek waargenomen in gebieden met emerse waterplanten, (Fabricius, 1950\*). Volgens Kennedy (1969\*) werd in sommige Ierse meren gepaaid in ondiep water boven gras en zegge. Kozmin (1980\*) vond eierpakketjes van snoek in water tot 50 cm diep op de stengels van helofyten en op ondergelopen graslandvegetatie. McCarragher & Thomas (1972\*) vonden dat de snoek bij voorkeur de eieren afzet op ondergelopen gras ondanks de aanwezigheid van voldoende (emerse) waterplanten. Toner & Lawler (1969\*) namen eveneens paaiende snoek waar op ondergelopen graslanden. Uit Franklin & Smith (1963\*) en Alldridge & White (1980\*) blijkt dat de diepte van de waterkolom bepalend is voor de plaats van de paai en



niet zozeer het soort waterplanten. De paai vindt meestal plaats in water van 25-100 cm diep. Fortin et al. (1982\*) vond dat paaiende snoek een voorkeur had voor water van minder dan 60 cm diep. In Lake Windermere (Engeland) werd soms paaiende snoek waargenomen in water van slechts 15-30 cm diep (Frost & Kipling, 1967\*). In de Baltische Zee paaide de snoek in water van 50-200 cm diep (Lethonen & Toivonen, 1981\*).

Uit onderzoek in stuwmeren, meren en rivieren is bekend dat een hoge en stabiele waterstand voor minstens een maand lang na de paai een positieve invloed heeft op de reproductie van snoekpopulaties (Lohnson, 1956\*; Hassler, 1970\*; Nelson, 1978\*; Rundberg, 1977\*; Threinen, 1969\*; Groen & Schriecker, 1978\*; Fortin et al., 1982\*; Gaboury & Patalas, 1984\*; Gravel & Dubé, 1980\*). Doordat begroeide oevers dan onder water staan kunnen hier de eieren worden afgezet.

Siltdeposities van 1 mm per dag of meer veroorzaakte onder de eieren een sterfte van 97% en meer (Hassler, 1970\*).

De larven houden zich op in de bovenste waterlagen van het open water (van de paaigrond), waar ze op zooplankton jagen. In de laatste fase van het larvale stadium bij een lengte van 28-40 mm migreren de larven vanuit de paai-gebieden naar dieper water dat begroeid is met waterplanten (Raaijmakers, 1988). Andere onderzoekers namen stroomafwaartse migratie waar vanaf een lengte van 15-22 mm (Hunt & Carbine, 1951\*; Carbine, 1942\*; Forney, 1968\*). In het voorjaar werd 0+ snoek drie maal zoveel gevangen in submerse vegetatie dan in emerse vegetatie en meer dan 10 keer zoveel dan in delen zonder enige vegetatie (Holland & Huston, 1984\*). Dit bleef zo tot het einde van de zomer toen de jonge vis naar de minder begroeide delen trok met een hoger zuurstofgehalte. Volgens Grimm & Riemens (1976\*) en Grimm (1981\*, 1983\*, 1983a\*) is de totale oeverlengte die begroeid is met waterplanten een bepalende factor voor de dichtheid van 0+ snoek.

#### **Stroomsnelheid**

In rivieren wordt snoek voornamelijk gevangen in zwak stromende gedeelten (Paragamian, 1976\*). De snoek is niet goed in staat om zich langere tijd in de stroming te handhaven. De maximale stroomsnelheid die 10 minuten lang weerstaan wordt is 44 cm/s. Bij een stroomsnelheid van 26 cm/s kan de snoek zich 100 minuten handhaven (Jones, Kiceniuk & Bandford, 1974\*; Diana, 1980\*).

#### **Substraat**

In meren heeft de snoek een voorkeur voor bodems begroeid met planten als voorjaars- en zomerhabitat. Carbine & Applegate (1964\*) vonden gemerkte snoek terug in vegetatie die zowel submers als emers was of alleen submers van karakter. In een Canadees meer had snoek gedurende de zomer een voorkeur voor zones met waterplanten, en 78% verbleef binnen 300 meter van de oever (Diana, 1979\*). Snoek die groter is dan 60 cm bevindt zich meer in de onbegroeide delen van het water (Grimm, 1984).

### **HABITATTPERING**

Alle stadia van de snoek behoeven stilstaand of langzaam stromend helder water met plantengroei.

#### **Rekenregel:**

- % met 50-80 % bedekking met emergente en submerse waterplanten, stroomsnelheid < 10 cm/s (Rzo-1 + Rzo-2 + Rzo-3 + Rwn-1 + Rwn-2 + Rwn-3 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4 + Bd-2 + Bd-3 + Bd-6 + Bo-2a + Bo-3a + Bo-6)

### **OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)**

- Het habitat benodigd voor 1 RE wordt 500 m<sup>2</sup> verondersteld. Voor St Peter's, een meertje met ideaal snoek habitat in Engeland, werd een snoekdichtheid van 71 vissen/ha bepaald (Wright, 1990). Hiervan is circa 60 % adult (geschat aan de hand van LF-gegevens). Er zijn dus 40 adulten/ha. In een deel van de Flathead rivier (Amerika), met langzame stroming en permanent overstroomde zijwateren en vegetatie, werd een snoekdichtheid van 64 +/- 35 snoeken per mijl gevonden (Dos Santos, 1991). Uitgaande van een oeverzone van 20 m zijn dit max 100 vissen/3 ha. Voor 2 vissen (1RE) komt dit overeen met 600 m<sup>2</sup>.

### **DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND**

- 100 m.



#### NETWERK FUSIEAFSTAND

- 10 km [geschat].
- Hierbij is ervan uitgegaan dat het merendeel van de snoek in het Nederlandse rivierengebied standplaats vis is. Het aantal snoeken dat een langere paaimigratie onderneemt zal vermoedelijk gering zijn.

#### BARRIÈRES

Stuwen leveren behoorlijke beperkingen op bij de stroomopwaartse verplaatsing van snoeken (bijlage 3). Bij stroomafwaartse migratie treedt mortaliteit op bij de WKC's, vooral bij adulte exemplaren. Ook kan snoek tijdelijk geïsoleerd worden door afwisselende hoge en lage waterstanden in de uiterwaarden.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMAL VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De snoek is een kenmerkende soort van de riviertakken de Zandmaas, de Getijdemaas, het Benedenrivierengebied, de IJssel, Nederrijn & Lek en Bovenrijn & Waal. Deze vis komt hier op regionale schaal voor.

Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

Bakker, H.D., 1992. Habitat Geschiktheid Model: de Snoek *Esox lucius*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

Dos Santos, J.M., 1991. Ecology of a riverine pike population. Warmwater Fisheries Symp. 1, Scotsdale, Arizona.

Grimm, M.P., 1984. Snoek. In: Rapport werkgroep evaluatie beheersmethoden; snoek, snoekbaars en brasem; biologie, populatieontwikkeling en beheer. RIVO, S&B., OVB. p.3-28.

Lelek, A., 1980. Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources. Council of Europe, Strasbourg.

OVB, 1988. Cursus vissoorten deel 1 en 2, Nieuwegein.

Raat, A.J.P., 1988. Synopsis of biological data on northern pike, *Esox lucius* Linnaeus, 1758. FAO Fish. Synop.(30) Rev.2:178p.

Willemsen, J., 1959. Onderzoek ten behoeve van de pootsnoekproductie. Jaarverslag O.V.B. (1958): 58-65.

Wright, R.M., 1909. The population biology of pike, *Esox lucius* L., in two gravel pit lakes, with special reference to early life history. J. Fish. Biol. vol. 36:215-229.

### 3.3.5 Bittervoorn *Rhodeus sericeus amarus*

#### ALGEMEEN

Het verspreidingsgebied van de bittervoorn strekt zich uit van Midden- en Oost-Europa tot in het Verre Oosten. In Ierland, Denemarken en Scandinavië en vanaf de Alpen naar het zuiden toe komt hij niet voor. Door het in snel tempo verdwijnen van zoetwatermosselen, waarvan de bittervoorn voor zijn voortplanting afhankelijk is en door de toegenomen vervuiling van het water, waarvoor de bittervoorn zeer gevoelig is, is hij sterk in aantal achteruit gegaan. Dit is de reden geweest om deze soort op te nemen in de lijst van beschermde diersoorten.

Voor vervuiling is de bittervoorn bijzonder gevoelig. Dit geldt niet zozeer voor organische vervuiling of vervuiling door huishoudelijk afval, maar vooral voor industriële vervuiling (Philippart & Vranken, 1983; Lelek, 1987). Deze laatste heeft een grote rol gespeeld in de sterke achteruitgang van de bittervoorn. Op veel plaatsen is de bittervoorn verdwenen, terwijl daar nog steeds wel zoetwatermosselen voorkomen (Lelek, 1987).

Volgens de rode lijst van vissoorten is de bittervoorn een kwetsbare soort in Nederland.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De bittervoorn komt voor in langzaam stromende en stilstaande wateren. Dit kunnen zowel poldersloten en kleine vijvers, als grotere rivieren en meren zijn. De bittervoorn is paairijp na 2-3 jaar en kan een leeftijd van 5 jaar bereiken.

##### Levenscyclus

Daar de bittervoorn voor de voortplanting afhankelijk is van zoetwatermosselen, is de aanwezigheid van deze schelpdieren in het leefgebied van de bittervoorn dan ook een vereiste (Ladiges & Vogt, 1979; RIN, 1983; Lelek, 1987). Verschillende grote zoetwatermosselsoorten worden geaccepteerd (*Unio* en *Anodonta* sp.). De eitjes worden via de legbuis van het vrouwtje bij de mossel ingebracht. Het aantal eitjes dat Zhul'kov en Nikiforov (1987) in de paaitijd aantreffen varieerde van 3-15 per zoetwatermossel. Het paaigedrag vertoont in de paaiperiode activiteitspieken, tijdens welke het vrouwtje enkele malen achtereen haar eitjes legt. Deze pieken volgen elkaar met een tussenperiode van 6 of 7 dagen op. Aan het einde van de paaitijd zijn door het vrouwtje maximaal 100 eieren afgezet (Nikolski, 1957; Gaumert, 1986).

Zolang er geen andere beperkende factoren optreden, bepaalt de aanwezigheid van zoetwatermosselen het verspreidingsgebied van de bittervoorn. Helaas worden bij onderhoudswerkzaamheden aan waterlopen regelmatig grote aantallen mosselen verwijderd. Dit betekent dat bittervoorns zich daar niet langer kunnen voortplanten, waardoor gehele populaties zullen verdwijnen (Gaumert, 1986).

##### Substraat

De bittervoorn heeft een voorkeur voor plantenrijk water (Gaumert, 1981; RIN, 1983). De vegetatie wordt als schuilplaats gebruikt (Heuschmann, 1957; Gaumert, 1986).

De samenstelling van de bodem is niet van groot belang, zolang deze voor zoetwatermosselen geschikt is om op en in te kunnen leven. Zoetwatermosselen zijn, wat het bodemsubstraat betreft, niet kieskeurig. Ze worden op een veelheid van bodems aangetroffen: modder, zand, grind en (niet te harde) klei en zelfs tussen grote keien in snelstromende riviertjes (Gordon & Layzer, 1989).

#### HABITATTYPERING

De bittervoorn volbrengt z'n hele levenscyclus binnen hetzelfde habitat. Het habitat betreft langzaamstromend tot stilstaand water met vegetatie en zoetwatermosselen.

##### Rekenregel:

- % met zoetwatermosselen en met emergente en submerse waterplanten, stroomsnelheid < 10 cm/s (Rzo-1 + Rzo-2 + Rzo-3 + Rwn-1 + Rwn-2 + Rwn-3 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4 + Bo-2a + Bo-3a + Bo-6)



#### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

- 25 m<sup>2</sup> [geschat].

#### DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- 50 m [geschat].

De bittervoorn leeft in scholen tussen waterplanten en vertoont een actief gedrag. Op grond hiervan wordt de dagelijkse fusie afstand geschat op 50 m.

#### NETWERK FUSIEAFSTAND

- 5 km [geschat].

Bittervoorns zijn goede zwemmers. De netwerk fusieafstand wordt geschat op 5 km.

#### BARRIÈRES

Stuwen leveren beperkingen op bij de stroomopwaartse verplaatsing van bittervoortjes (bijlage 3). Bij stroomafwartse migratie treedt mortaliteit op bij de WKC's. Ook kunnen bittervoorns tijdelijk geïsoleerd worden door afwisselende hoge en lage waterstanden in de uiterwaarden.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMAL VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De bittervoorn is een kenmerkende soort van de riviertakken de Zandmaas, de Getijdemaas, het Benedenrivierengebied, de IJssel, Nederrijn & Lek en Bovenrijn & Waal. Deze vis komt hier op een lokale schaal voor. Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

Gaumert, D., 1981. Süßwasserfische in Niedersachsen. Arten und Verbreitung als Grundlage für den Fischartenschutz. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Gaumert, D., 1986. Kleinfische in Niedersachsen. Hinweise zum Artenschutz. Mitteilungen aus dem Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Heft 4. Hildesheim.

Gordon, M.E. & J.B. Layzer, 1989. Mussels (Bivalvia: Unionoidea) of the Cumberland River. Review of life histories and ecological relationships. Biological Report 89 (15). U.S. Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Research and Development. Washington, D.C. 20240.

Ladiges, W. & D. Vogt, 1979. Die Süßwasserfische Europas. Hamburg, Berlin. Parey.

Lelek, A., 1987. The Freshwater fishes of Europe. Vol.9. Threatened Fishes of Europe.

Nikolski, G.W., 1957. Spezielle Fischkunde. V.E.B. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin.

Philippart, J.-C. & M. Vranken, 1983. Atlas des poissons de Wallonie: Distribution, ecologie, ethologie, pêche, conservation. In: Cahiers d'ethologie appliquée (...), Vol. 3, suppl. 1-2.

Ruting, J., 1958. Welke vis is dat? Nederland, Centraal en West-Europa. Thieme, Zutphen.

Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1983. Natuurbeheer in Nederland; Dieren. Pudoc, Wageningen.

Schouten, W.J., 1992. Habitat Geschiktheid Model: de Bittervoorn *Rhodeus sericeus amarus*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

Zhul'kov, A.I. & S.N. Nikiforov, 1987. Some data on the morphology and biology of the bitterling *Rhodeus sericeus* of the Tym' river (Sakhalin). Journ. Ichthyol. 27 (6): 120-124.



### 3.3.6 Kleine modderkruiper *Cobitis taenia*

#### ALGEMEEN

De kleine modderkruiper komt in vrijwel geheel Europa voor, met uitzondering van IJsland, Ierland, een groot deel van Groot-Brittannië, Noorwegen, Midden en Noord-Zweden en bijna geheel Finland. Het verspreidingsgebied wordt in oostelijke richting begrensd door het stroomgebied van de Lena Rivier in het Gemenebest van Onafhankelijke Staten en in het zuiden loopt de grens van de noordelijkste punt van Afrika via Midden-Griekenland naar Noord-West-Turkije en het zuiden van het G.O.S. (Lelek, 1980).

De kleine modderkruiper komt voor in stilstaand tot middelmatig stromend water, dat zwak-brak mag zijn (Ruting, 1958; Cihar & Malý, 1981). Zowel in kleine slootjes, greppels, beken en kanalen als in de littorale zone van grote meren en in zandwinputten en overstroomde rivieroeveren kan deze soort aangetroffen worden (Sterba, 1958; d'Aubenton & Spillmann, 1977; Gaumert, 1981).

De kleine modderkruiper is sterk in aantal achteruitgegaan. Oorzaken hiervan zijn het teruglopen van de waterkwaliteit door eutrofiëring en verontreiniging en biotoopverdwijning en -aantasting door kanalisering en normalisering van waterlopen (Gaumert, 1981; Philippart & Vranken, 1983a,b).

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De kleine modderkruiper leeft solitair (Lelek, 1980) of in kleine populatiedichtheden (Gaumert, 1986) en is zelden talrijk. In Nederland is de kleine modderkruiper in verschillende jaren aangetroffen in water met een oppervlakte van 0.2 ha (Leuven & Oyen, 1987), maar of hier sprake is van een 'gezonde', zichzelf in stand houdende populatie is niet bekend.

##### Levenscyclus

In het algemeen wordt aangenomen dat deze vis pas in de avondschemering actief wordt en op zoek naar voedsel gaat en zich overdag in de bodem, onder stenen of waterplanten of in bedden van groene draadalg (Cladophora of 'flab'), verborgen houdt (Sterba, 1958; d'Aubenton en Spillmann, 1977; Wheeler, 1983; Philippart & Vranken, 1983b; Gaumert, 1981, 1986).

De paaitijd valt in de periode van april-mei tot en met juli. De kleine modderkruiper kan zich in zeer ondiep water (tot 4 cm) voortplanten (Robotham, 1978). De geelachtig gekleurde eieren worden op stenen, aan (wortels van) waterplanten of in het 'flab' afgezet, of ze worden los op de bodem gedeponeerd, waar ze dankzij hun kleverigheid geheel door substraatdeeltjes omgeven worden, zodat ze toch tegen predatie beschermd zijn (Sterba, 1958; Muus, 1968; d'Aubenton & Spillmann, 1977; Lelek, 1980; Gaumert, 1981, 1986; Philippart & Vranken, 1983a; Wheeler, 1983).

De kleine modderkruiper is na 1-2 jaar geslachtsrijp. Mannetjes bereiken een leeftijd van 3 vrouwtjes een leeftijd van 4 jaar.

##### Diepte

De kleine modderkruiper leeft in ondiep water. Robotham (1978) trof, afhankelijk van het jaargetijde, kleine modderkruipers aan in water variërend in diepte van 4 cm tot 1.5 m. Aangenomen wordt dat jonge dieren zich op de ondiepe, relatief warme plaatsen bevinden en dat ze zich, naarmate ze ouder worden, naar dieper water terugtrekken (Sterba, 1958).

##### Stroomsnelheid

Robotham (1978) mat, op plaatsen waar kleine modderkruipers zich bevonden, stroomsnelheden tot ruim 27 cm/s (op ca. 15 cm boven de bodem gemeten).

##### Substraat

Ondiepe plekken met een rijke begroeiing van hogere waterplanten (Gaumert, 1986) en een zandbodem of een zachte, niet-coherente laag van schoon slib hebben de voorkeur (Lelek, 1980). Sterk modderige of grove kiezelbodems worden vermeden (Sterba, 1958; Gaumert, 1981, 1986). In de River Great Ouse in Groot-Brittannië vond Robotham (1978) een 'vlakkerige' verdeling van een populatie kleine modderkruipers, die niet alleen per seizoen sterk wisselde, maar die ook van jaar tot jaar verschilde. Alleen op die plaatsen, waar zich fijn materiaal (zand en silt) op de rivierbodem kon verzamelen, werden kleine modderkruipers aangetroffen. Door de geringe bezinkingssnelheid van fijne deeltjes worden deze voornamelijk afgezet op plaatsen waar het water een

lage stroomsnelheid heeft, zoals in diepe stroomkommen en achter grote stenen en andere obstakels. De door de kleine modderkruiper geprefereerde grootte van substraatdeeltjes is 0.15 - 1.16 mm (dit is fijn tot grof zand, naar Hamilton & Bergersen, 1984), waarbij deeltjes tot 0.05 mm (grof silt) kunnen voorkomen. Bij voorkeur bevindt zich ook fijn organisch materiaal tussen het substraat.

Beschutting, zoals grote stenen en stronken, maar ook dikke lagen draadalg, vormt een obstakel waarachter fijn materiaal kan bezinken en waar de kleine modderkruiper zich kan ophouden.

#### HABITATTYPERING

De kleine modderkruiper volbrengt z'n hele levenscyclus binnen hetzelfde habitat. Ondiepe plekken met een rijke begroeiing van hogere waterplanten (Gaumert, 1986), een zandbodem of een zachte, niet-coherente laag van schoon slib (Lelek, 1980) en een stroomsnelheid kleiner dan 25 cm/s hebben de voorkeur.

##### Rekenregel:

- % substraat < 0,05 mm, diepte < 1,5 m, stroomsnelheid < 25 cm/s (Rzo-2 + Rzo-3 + Rwn-1 + Rwn-2 + Rwn-3 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4 + Bo-2 + Bo-3)

#### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

- 2 m<sup>2</sup> [geschat].
- Hier zijn geen gegevens over gevonden. Er wordt een waarde van 2 m<sup>2</sup> per RE aangenomen. In het Veluwe Meer hebben duikers waarnemingen gedaan van maximaal 4 kleine modderkruipers/m<sup>2</sup> (mondelinge mededeling De Laak).

#### DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- 5 m [geschat].
- Op grond van de geringe mobiliteit van de kleine modderkruiper wordt een dagelijkse fusie-afstand van 5 m verondersteld.

#### NETWERK FUSIEAFSTAND

- 1500 m [geschat].

#### BARRIÈRES

Stuwen leveren beperkingen op bij de stroomopwaartse verplaatsing van kleine modderkruipers (bijlage 3). Bij stroomafwaartse migratie treedt mortaliteit op bij de WKC's. Ook kunnen kleine modderkruipers tijdelijk geïsoleerd worden door afwisselende hoge en lage waterstanden in de uiterwaarden.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De kleine modderkruiper is een kenmerkende soort van de riviertakken de Zandmaas, de Getijdemaas, het Benedenrivierengebied, de IJssel, Nederrijn & Lek en Bovenrijn & Waal. Deze vis komt hier op een lokale schaal voor. Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

d'Aubenton, F. & C.-J. Spillmann, 1977. La loche de rivière *Cobitis taenia* L. (1758). La Pisciculture Française 13 (49): 24-25.

Gaumert, D., 1983. Vorkommen von Fischarten und Wasserqualität in Niedersachsen. Arbeiten des Deutschen Fischerei-Verbandes. Heft 40: 1-17.



- Gaumert, D., 1986. Kleinfische in Niedersachsen. Hinweise zum Artenschutz. Mitteilungen aus dem Niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft. Heft 4. Hildesheim.
- Hamilton, K. & E.P. Bergersen, 1984. Methods to estimate aquatic habitat variables. Fish and Wildlife Service Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.
- Cihar, J. & J. Malý, 1981. Zoetwatervissengids. La Rivière & Voorhoeve, Zwolle.
- Lelek, A., 1980. Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources. Council of Europe. Nature and Environment Series No. 18. Strasbourg.
- Leuven, R.S.E.W. & F.G.F. Oyen, 1987. Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species in shallow and lentic soft waters of The Netherlands: an historical perspective. J. Fish. Biol. 31: 753-774.
- Philippart J.-C. & M. Vranken, 1983a. Atlas des poissons de Wallonie: Distribution, ecologie, ethologie, pêche, conservation. In: Cahiers d'ethologie appliquée (...), vol. 3, suppl. 1-2.
- Philippart J.-C. & M. Vranken, 1983b. Animaux menacés en Wallonie - Protégeons nos poissons. Duculot, Région Wallonne.
- Robotham, P.W.J., 1977. Feeding habits and diet in two populations of spined loach, *Cobitis taenia* (L.). Freshwater Biology 7 (5): 469-477.
- Ruting, J., 1958. Welke vis is dat? Nederland, Centraal en West-Europa. Thieme, Zutphen.
- Schouten, W.J., 1992. Habitat Geschiktheid Model: de Kleine modderkruiper *Cobitis taenia*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.
- Sterba, G., 1958. Die Schmerlenartigen (Cobitidae). In: Demoll, R., H.N. Maier & H.H. Wundsch, 1962. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Band III B: 201-234.
- Wheeler, A., 1983. Freshwater Fishes of Britain and Europe. Kingfisher Books. London.

### 3.3.7 Kopvoorn *Leuciscus cephalus*

#### ALGEMEEN

De kopvoorn is verspreid in stilstaand en stromend zoet en brak water in vrijwel geheel Midden-Europa (Redeke, 1941). Volgens Nijssen & De Groot (1987) is de soort in Nederland minder talrijk dan vroeger en komt nu alleen nog voor in de Limburgse Maas en het stroomgebied van de IJssel. Vroeger behoorde de kopvoorn tot de meest voorkomende standvis in de waterwegen rond Maastricht. Niet de kanalisatie van de Maas maar de vervuiling is de belangrijkste oorzaak voor het verdwijnen van de soort bij Maastricht (Marquet, 1960). Volgens Redeke (1941) kwam de kopvoorn in Nederland voornamelijk in stromend water voor, het meest in de Limburgse Maas, de Bovenrijn en de Lek. Stroomafwaarts werd de vissoort zeldzamer en in de brakwatergebieden en de riviermondingen werd hij slechts nu en dan gevangen. Verder kwam de kopvoorn voor in de Geldersche IJssel en de kleine rivieren en oude venen van Overijssel en Friesland.

Volgens de rode lijst voor vissoorten heeft de kopvoorn de status kwetsbaar in Nederland.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De soort prefereert stromend water maar leeft ook goed in meren die in verbinding staan met een rivier (Lammens & Hoogenboezem, 1991). Volgens Heuschmann (1957) strekt het verspreidingsgebied van de kopvoorn zich uit over de barbeelzone, de vlagzalm- en de forelzone. In dit gebied varieert de gemiddelde stroomsnelheid van 10 tot 50 cm/s.

Mannelijke kopvoorn is geslachtsrijp na 3-4, vrouwtjes na 4-5 jaar. De mannetjes bereiken een leeftijd van maximaal 19 en de vrouwtjes van maximaal 22 jaar.

#### Adult stadium

Volgens Marquet (1960) houdt de kopvoorn zich het liefst op in diep langzaam stromend water met een diepte van 1-5 meter. De kopvoorn (> 4 cm) in de Pilaica rivier werd gevonden over de hele diepte range (0,3-2,3 m) van de rivier (Penczak & Zalewski, 1974). De Ourthe, waar een grote populatie van snelgroeiende kopvoorn voorkomt, heeft een diepte van 0-1 m in de riffles, 0-1,5 m in de kalmere delen en 2-3m in de stroomkommen die relatief schaars zijn. Alhoewel de kopvoorn een omnivoor is, heeft de oudere kopvoorn een voorkeur voor plantaardig voedsel in de vorm van macrofyten (Mann, 1976; Leeming, 1963; Hellawell, 1971c). De jongere kopvoorn eet meer macrofauna. Aangezien het voorkomen van waterplanten veelal gekoppeld is aan helder water en een uitgebreide macrofauna, heeft een grote hoeveelheid waterplanten een positief effect op zowel de jonge als de oudere kopvoorn.

Het blijkt dat beschutte oevers (holle oevers, overhangende vegetatie) de voorkeur van kopvoorn hebben (Copp, 1989; Penczak & Zalewski, 1974).

Uit onderzoek van Langford (1979) blijkt dat de dagelijks afgelegde afstand van autochtone adulte kopvoorns maximaal 1 kilometer bedraagt. Stroomopwaartse migratie vlak voor de paai is waargenomen bij kopvoorn (Mills, 1991; Economou et al., 1991; Pattee, 1988). Adulte kopvoorns worden echter ook wel gedurende het hele jaar bij paaiplaatsen gezien (Economou et al., 1991).

#### Ei en larvaal stadium

De kopvoorn is een lithofiele paaier, wat inhoudt dat de eieren worden afgezet op rotsen, stenen of grind (Balon, 1975). Er zijn echter waarnemingen van kopvoorns die planten als paaisubstraat gebruikt bij het ontbreken van geschikt substraat op de bodem (Kuznetsov, 1975). Volgens Marquet (1960) paaide de kopvoorn voor de kanalisatie van de Limburgse Maas in ondiepe gedeelten (10-20 cm) op kiezelbedden met snelstromend water. In het Kuybyshev Reservoir paaide de kopvoorn in een riviermonding waar de diepte fluctueerde van 20-100 cm (Kuznetsov, 1975). Over het algemeen prefereert de kopvoorn een bodem van zand, grind en stenen (Leeming 1963).

De embryo's zijn bij het uitkomen relatief weinig ontwikkeld. De pas uitgekomen larven blijven tussen het grind liggen. Na 5 dagen zijn de larven in staat vrij rond te zwemmen (Economou et al., 1991). Zowel de larven als de juvenielen houden zich op in scholen (Economou et al., 1991; Mann, 1991; Kammarad & Wustemann, 1991).



### Juveniel stadium

Volgens Mann (1991) verblijft de 0+ vis in stilstaande gedeelten en zijarmen van de rivier daar waar een minimale stroming heerst. De stroomsnelheid waarin 0+ vissen worden aangetroffen in de Rhone is meestal nul, soms zwak en zelden sterk (Copp, 1989). Volgens Libovarsky & Barus (1978) hielden 0+, 1+ en 2+ vissen zich op in de oevergebieden en werden kopvoorns vanaf 3 jaar oud in de hoofdstroom van de rivier gevangen.

In de Rhone worden de meeste 0+ kopvoorns gevonden op dieptes van 0,2-1 m (Copp, 1989). In de Piburger See verbleven de jonge kopvoorns gedurende de eerste vier maanden na het uitkomen van de eieren in het ondiepe litorale deel van het meer (< 1m diep).

### HABITATTYPERING

#### Adult stadium:

In meren of rivieren met een bodem van zand, grind of stenen en een niet te hoge stroomsnelheid.

#### Ei en larvaal stadium:

Een bodem van stenen en grind op een diepte van 10-30 cm met een flinke stroming.

#### Juveniel stadium:

Langzaam stromend of stilstaand ondiep water dat met de rivier verbonden is.

#### **Rekenregels:**

- adult stadium: % met diepte 0,3-5 m, stroomsnelheid is langzaamstromend is 20-50 cm/s, substraat zand en grind of stenen (Rzd1+ Rzo-1)
- ei/larvaal stadium: % met diepte 0,1-1 m, stroomsnelheid is snelstromend is 40-75 cm/s (Rzo-1)
- juveniel stadium: % met diepte van 0,2-1 m, stroomsnelheid is stilstaand tot zwakstromend is 0-10 cm/s (Rzo-1 + Rzo-2 + Rzo-3 + Rwn-1 + Rwn-2 + Rws-1 + Rws-2 + Rws-5 + Rwp-1 + Rwp-2 + Rwp-3 + Rwp-4)

### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

De kopvoorn maakt gebruik van 3 typen habitat; het paaihabitat waar de eieren uitkomen, het habitat waar de juvenielen opgroeien en het leefgebied van de adulten. Tabel 3.5 bevat het aantal individuen per stadium dat benodigd is voor de produktie van 1RE van de kopvoorn. Hierbij is uitgegaan van de volgende mortaliteiten:

- 75 % van het ei-stadium
- 90 % van het larvaal-stadium
- 75 % van het 0+ juveniel-stadium
- 50 % per jaar vanaf de 1+groep.

**Tabel 3.5. Produktie van 1 RE**

stadium	aantal
ei	20000
larvaal	5000
0+ juveniel	500
1+ juveniel	125
2+ juveniel	63

#### Adult:

Er wordt een waarde van 1000 m<sup>2</sup> per RE verondersteld. Dit is op grond van de bevindingen voor barbeel.

#### Ei en larvaal:

Het oppervlak aan grindbed benodigd voor 1RE bedraagt minimaal 4 m<sup>2</sup>. Dit is op grond van de bevindingen voor barbeel.

Een volwassen vrouwtje legt circa 20000 eitjes. Uitgaande van 25 % uitkomst zullen er 5000 larven zijn. Als er per m<sup>2</sup> grindbed 200 larven kunnen verblijven zal er voor het larvale stadium 25 m<sup>2</sup> grindbed nodig zijn.

#### Juveniel:

Uitgaande van een mortaliteit van 90 % voor de larven zullen er 500 0+ juvenielen overblijven.

Als een 0+ juveniel 0,03 m<sup>2</sup> nodig heeft dient er in het totaal dus 15 m<sup>2</sup> opgroei habitat aanwezig te zijn. Met een mortaliteit van 75 % respectievelijk 50 % per jaar zullen er na 1 jaar 125 en na 2 jaar 63 juvenielen zijn. Hiervoor wordt een opgroei habitat van 60 m<sup>2</sup> voldoende geacht.

Benodigd voor de produktie van 1 RE is dus:

- 1000 m<sup>2</sup> habitat voor het adulte stadium
- 25 m<sup>2</sup> habitat voor het ei en larvale stadium
- 60 m<sup>2</sup> habitat voor het juveniele stadium.

#### DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- larvaal: 1 m [geschat]
- juveniel: 10 m [geschat]
- adult: 1000 m [geschat]

#### NETWERK FUSIEAFSTAND

- larvaal: 50 km in stroomafwaartse richting [geschat].
- juveniel: 1 km [geschat]
- adult: 20 km [geschat]

#### BARRIÈRES

De kopvoorn ondervindt in het adulte stadium vooral last van stuwen bij de stroomopwaartse migratie (bijlage 3). In alle levensstadia is er een probleem bij de stroomafwaartse passage van WKC's.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De kopvoorn is een kenmerkende soort voor de riviertakken de Grensmaas, de Plassenmaas, de IJssel en Bovenrijn & Waal. Deze soort komt hier regionaal voor.

Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

Bakker, H.D., 1992. Habitat Geschiktheid Model: de Kopvoorn *Leuciscus cephalus*. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij.

Balon, E.K., 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. J. Fish. Res. Board Can., vol 32 (6).

Copp, G.H., 1989. The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. Env. Biol. Fish. 26: 1-27.

Economou, A.N., Ch. Daoulas & T. Psarras, 1991. Growth and morphological development of chub, *Leuciscus cephalus* (L.) during the first year of live.

Hellawell, J.M., 1971a. The auto-ecology of the chub *Leuciscus cephalus* (L.) of the river Lugg and Afon Llynfi. I Age determination, population structure and growth. Fresh. Biol. 1: 29-60.

Hellawell, J.M., 1971b. The auto-ecology of the chub *Leuciscus cephalus* (L.) of the river Lugg and Afon Llynfi. II Reproduction. Fresh. Biol. 1: 135-14887.

Hellawell, J.M., 1971c. The auto-ecology of the chub *Leuciscus cephalus* (L.) of the river Lugg and Afon Llynfi. III Diet and feeding habitats. Fresh. Biol. 1: 369-387.

Heuschmann, O., 1957. Die Weissfische (Cyprinidae) in: R. Demoll, H.N. Maier & H.H. Wundsch, Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, band IIIb, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Kuznetsov, V.A., 1975. The reproduction, distribution and growth of juvenile fish of some uncommon species from Sviyaga Bay, Kuybyshev Reservoir. J. Ichthyol., vol 15 (6): 950-962.

Langford, T.F., 1979. Observations on sonic-tagged coarse fish in rivers. First Br. Freshw. Fish. Conf. pp 106-114.



- Lammens, E.H.R.R. & W. Hoogenboezem, 1991. Diets and feeding behaviour, in : *Cyprinid Fishes*, Winfield, I.J. & J.S. Nelson (eds.), Chapman & Hall, London, pp.354-376.
- Leeming, J.B., 1963. The chub, bream and other fishes of the Welland. Jones, J.W. (ed.) *Proc. First Br. Coarse Fish*, pp 48-52.
- Mann, R.K.H., 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the chub, *Leuciscus cephalus* (L.) in the river Stour, Dorset. *J. Fish. Biol.*, 265-288.
- Mann, R.H.K., 1991. Growth and production, in : *Cyprinid Fishes*, Winfield, I.J. & J.S. Nelson (eds.), Chapman & Hall, London, pp.456-477.
- Marquet, P.L., 1960. Vissen van Zuid-Limburg. *Natuurhist. Mndbl.* vol 48/49 (7-12,1-8) 16 p.
- Mills, C.A., 1991. Reproduction and life history. In: *Cyprinid Fishes*, Winfield, I.J. & J.S. Nelson (eds.), Chapman & Hall, London, pp. 483-504.
- Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. *De vissen van Nederland*. Stichting Uitgeverij KNNV Utrecht, 244 p.
- Patte, E. (1988). Fish and their environment in large european river ecosystems: The Rhone. *Sciences de l'Eau*, vol. 7 (1):35-74.
- Penczak, T., & M. Zalewski, 1974. Distribution of fish numbers and biomass in barbel region of the river and the adjoining old river-beds. *Ekol. pol.* 22 (1): 107-119
- Redeke, H.C., 1941. Pisces (Cyclostomi-Euichthyes) (TI-TII). In: *Fauna van Nederland*, Sijthof Leiden, vol. 10, 331 pp.

### 3.3.8 Fint *Alosa fallax*

#### ALGEMEEN

De fint is een anadrome soort die tot de haringachtigen (Clupeidae) behoort. Er zijn ook landlocked populaties van de fint bekend maar deze kwamen/komen in Nederland niet voor. De ondersoort *Alosa fallax fallax* die wel in Nederland voorkomt, heeft een verspreidingsgebied langs de Oost-Atlantische kust reikend van Noorwegen tot Marokko. In de Oostzee komen ze ook voor. Volgens Quignard & Douchement (1991) trokken ze in het stroomgebied van de Rijn tot in de Main en tot in Trier in de Moezel en in de Maas trokken ze tot in België. In de historische situatie in Nederland werd er door de fint vermoedelijk in de Bergse Maas bij Genderen, de Merwede bij Woudrichem en in de Biesbosch gepaaid (Klein Breteler, 1995).

De soort kwam in het verleden massaal in het benedenrivierengebied voor. In 1938 werden er zelfs meer dan 1 miljoen volwassen dieren gevangen. Dat record heeft vermoedelijk meer te maken met de vangststatistiek en de visserij inspanning (mede door het uitsterven van de elft) dan met de populatiedynamiek van de fint. Eind jaren zestig werden er nog steeds flinke aantallen gevangen in de Biesbosch en de Amer. Tegenwoordig komt de soort nog maar schaars voor in Nederland en dan vooral in de zoute wateren (Klein Breteler, 1995). Paaïmigraties lijken niet meer op te treden. De oorzaken van de achteruitgang worden gezocht in visserij, waterverontreiniging, afsluiting van riviermondingen en rivieraanpassingen (De Groot, 1992). In dit verband wordt ook het negatieve effect genoemd van kruising met de elft (verlies van fitness) die oorspronkelijk meer bovenstrooms in de Rijn paaide en waarvan de paaïplaatsen door verstuwung onbereikbaar werden.

Op de rode lijst voor vissoorten wordt de fint in Nederland als in het wild verdwenen aangemerkt.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

##### Adult stadium

De vrouwtjes kunnen maximaal 55 cm lang worden en 11 jaar oud; de mannetjes maximaal 43 cm en 5 jaar oud (Quignard & Douchement, 1991). De fint is na 2-3 jaar paaïrijp.

In april scholen de adulten samen in de estuaria. De paaï vond vroeger in het Rijnsysteem plaats vanaf medio mei tot en met juni. De grootste paaïmigratie vindt in de nachtelijke uren plaats bij een watertemperatuur van 10-12 °C. De dieren eten dan meestal niet meer. De dieren hebben onderweg naar de paaïgebieden rustplaatsen in de rivier (beschutting) nodig (Aarts, 1994). Scholen van 'lege' finten kunnen in juli en augustus in de estuaria worden aangetroffen. Een deel van deze dieren overleeft en neemt een jaar later weer aan de paaï deel. In de Loire bestond de vrouwelijke paaïpopulatie voor 47% uit dieren die voor de eerste keer paaïden. Dit was voor de mannelijke populatie 78%. In de Garonne bedroegen deze percentages 36% respectievelijk 58% (Quignard & Douchement, 1991). Deze auteurs menen ook aanwijzingen te hebben voor het bestaan van homing gedrag, vooral op grond van het bestaan van verschillen in meristische kenmerken van populaties uit verschillende franse rivieren.

##### Ei en larvaal stadium

Vrouwelijke dieren produceren, afhankelijk van de lengte en het aantal gerealiseerde paaïmigraties, 50.000-200.000 eieren. De eieren worden afgezet in zoet langzaam stromend water, net bovenstrooms van de rivierdalen met een getijdewerking, op ondiepe zand- en kiezelbeddingen maar soms ook op modderbodems afgezet. Zoals onder 'Algemeen' aangegeven paaide de soort echter ook veel meer stroomopwaarts, zelfs tot in de Main (Quignard & Douchement, 1991). De eieren zijn volgens Lelek (1980) demersaal en worden met de waterstroom, een samenspel van rivierinvloed en getijde-invloed, meegevoerd in de onderste waterlagen. De eieren kunnen zich succesvol ontwikkelen bij een watertemperatuur van 15-25°C. De vissen zijn 15-20 dagen oud wanneer de dooierzak volledig is opgeteerd. Ze zijn dan 13-15 mm lang.

De voortplanting van de fint in de nabijheid van estuaria brengt een aantal gevaren met zich mee. De embryo's (eieren en dooierzakbroed) en larven zijn niet bestand tegen het zoute water. Ze mogen dus niet uitspoelen en in zee terecht komen. Het succes van de reproductie staat dan ook onder invloed



van klimatologische omstandigheden. Een hoge afvoer van de rivier tijdens en vlak na de paaiperiode tengevolge van veel neerslag en/of smeltwater kan een negatief effect hebben op de jaarklassterkte doordat de eieren en larven te snel naar zee drijven. Een te lage watertemperatuur kan een zelfde effect hebben doordat de embryo's en larven zich onvoldoende snel ontwikkelen. Als er echter als gevolg van een geringe stroomsnelheid slib ligt, dan zullen de eieren zinken en vervolgens stikken door zuurstofgebrek (Aarts, 1994). De afstand tussen paaiplaats en zout water is dus, in relatie tot de afvoer en de watertemperatuur, van belang voor de overleving van de larven en de embryo's. De plaats van de paaiplaatsen in het stroomgebied van een rivier is daarom van cruciaal belang voor de populatie in die rivier. De kennis ontbreekt echter om op basis van afvoergegevens en watertemperaturen kwantitatief aan te geven hoe ver de paaiplaatsen tenminste van de zee af moeten liggen. Een minimum schatting op basis van de afstand in de historische situatie, is ongeveer 50 km in de Rijn.

Door allerlei waterstaatkundige ingrepen wordt het rivierwater tegenwoordig in veel situaties vermoedelijk sneller afgevoerd dan vroeger. Indien dit juist is, dan kan verwacht worden dat in die gevallen de meest zeewaarts gelegen oorspronkelijke paaigronden als gevolg van die ingrepen minder geschikt zijn geworden doordat de eieren en larven versneld worden afgevoerd.

#### **Juveniel stadium**

Mogelijk handhaven de larven en juvenielen zich in het getijde deel van de rivier doormiddel van verticale migratie (De Groot, 1989). Hierbij wordt bij afgaande stroom de bodemlaag en bij opwaartse stroom de bovenlaag van de rivier opgezocht. Hierdoor wordt de stroomafwaartse migratie vertraagd en wordt uitspoeling naar de volle zee voorkomen. Het is onbekend of dit ook daadwerkelijk plaats vindt bij de fint. Het is ook denkbaar dat de juvenielen actief de minder sterk stromende delen van het estuarium opzoeken en dan automatisch in de oeverzone terecht komen. Het voedsel van deze dieren (insekten en planten, dus littoraal, zie onder) geeft aanleiding om dit te veronderstellen, maar dit is niet in de literatuur vermeld.

Volgens Quignard & Douchement (1991) treedt stroomafwaartse migratie, afhankelijk van het riviersysteem, op van juli tot november. In de herfst trekken de jonge dieren naar zee (Bij de Vaate, 1989). Ze blijven gedurende hun eerste winter en tweede zomer vrijwel zeker in de buurt van het estuarium, een klein deel soms zelfs in het estuarium (in de Severn). Na het tweede jaar trekken de dieren pas echt naar de open zee en ze keren pas terug wanneer ze volwassen zijn (Quignard & Douchement, 1991). Juveniele finten waren eind vorige eeuw in de Elbe in oktober-november 7-8 cm lang. In de Garonne in 1977 was dit 5 cm in november, in het volgende jaar mei 6-8 cm en in juli 7-11 cm. De juvenielen vreten tot ca. 3 cm lengte copepoden, daarna tot 10 cm ook insecten en planten, in het estuarium vooral kleine kreeftachtigen en in zee geleidelijk meer jonge vis (Quignard & Douchement, 1991).

#### **HABITATTYPERING**

Nederlandse riviertakken worden door fint gebruikt voor de paai en de opgroei van de larven en juvenielen.

##### Ei stadium:

Het paaihabitat van de fint ligt in zwak stromend (5-15 cm/s) zoetwater in de rivierdelen met een zwakke getijdewerking of juist bovenstrooms daarvan. De paaiplaatsen liggen tenminste 50 km bovenstrooms van het zoute deel van de estuaria. Voor de paai heeft de fint grind- of zandbedden met een diepte van 0,3-1,5 m nodig.

##### Embryo stadium:

De afgezette eieren zijn demersaal en hebben, totdat de embryo's actief kunnen zwemmen, een estuarium nodig met een geleidelijke zoet/zout overgang en met een zandige bedding.

##### Larvaal/Juveniel stadium:

De larven en juvenielen hebben een estuarium nodig met een geleidelijke zoet/zout overgang en littoraal of diepere geulen met een verticale zoet/zout gradiënt.

##### Volwassen stadium:

Los van de eisen die adulten stellen aan het paaihabitat (zie 'Ei stadium') hebben de adulten estuaria nodig met een geleidelijke zoet/zout overgang als verzamelaarsplaats voor de adulte dieren voorafgaand aan de paaimigratie en als recuperatieplaats na de paaimigratie.

### Rekenregels:

Ei stadium: % met zandig of grind substraat, diepte 0,30-1,5 cm, stroomsnelheid 5-15 cm/s, tenminste 50 km stroomopwaarts van zout water (Rzo-1 +Rzo-2 + Rzo-3 + RWn-1 + Bo-2)

Embryonaal stadium: ondiep zoetwatergetijdengebied met horizontale geleidelijke overgang naar zout en zandig substraat of dieper getijdegebied met verticale gelaagdheid van zoet/zout (Rzo-3 +Bz-2 +Bz-6 +Bd-2 +Bd-6 +Bo-2 +Bo-2a +Bo-6 +Ez-2 + Ez-6 +Ed2 +Ed-6 +Eo-2 +Eo-4)

Larvaal/juveniel stadium: ondiep zoetwatergetijdengebied met horizontale geleidelijke overgang naar zout of dieper getijdegebied met verticale gelaagdheid van zoet/zout (Rzo-3 +Bz-2 +Bz-3 +Bd-2 +Bd-3 +Bd-6 +Bo-2 +Bo-2a +Bo-3 + Bo-3a +Bo-6 +Ez-2 + Ez-3 + Ez-6 +Ed2 +Ed-3 +Ed-6 +Eo-2 +Eo-3 +Eo-4)

Adult stadium: ondiep estuarium met horizontale geleidelijke overgang naar zout of dieper getijdegebied met verticale gelaagdheid van zoet/zout (Rzo-3 +Bz-2 +Bz-3 +Bd-2 +Bd-3 +Bd-6 +Bo-2 +Bo-2a +Bo-3 + Bo-3a +Bo-6 +Ez-2 + Ez-3 + Ez-6 +Ed2 +Ed-3 +Ed-6 +Eo-2 +Eo-3 +Eo-4)

### OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

De fint maakt in het Nederlandse rivieren gebied gebruik van 2 typen habitat; het paaihabitat waar de eieren uitkomen en het habitat waar de juvenielen opgroeien. Tabel 3.6 bevat het aantal individuen per stadium dat benodigd is voor de productie van 1RE van de fint. Hierbij is uitgegaan van de volgende mortaliteiten:

- 90 % van het ei/embryo-stadium
- 90 % van het larvaal-stadium
- 75 % van het 0+ juveniel-stadium
- 50 % per jaar vanaf de 1+groep

Afwijkend van de overige soorten is voor de fint een mortaliteit van 90% in het ei/embryo stadium gehanteerd omdat dit stadium erg kwetsbaar is voor uitspoeling.

#### Ei:

Het oppervlak aan grind- of zandbed benodigd voor 1RE wordt geschat op minimaal 10 m<sup>2</sup>. Een volwassen vrouwtje legt circa 50000 eitjes.

#### Embryo:

De (uitkomende) eitjes worden stroomafwaarts getransporteerd door de waterstroom. In het estuarium hebben ze per individu 0,03 m<sup>2</sup> nodig. De 5000 embryo's hebben dus in totaal 150 m<sup>2</sup> oppervlak estuarium nodig met een geleidelijke zoet/zout overgang en met een zandige bedding.

#### Larvaal/Juveniel:

Uitgaande van een mortaliteit van 90 % voor de larven zullen er 500 0+ juvenielen overblijven. Als een 0+ juveniel 1 m<sup>2</sup> nodig heeft dient er in het totaal dus 500 m<sup>2</sup> opgroei habitat aanwezig te zijn. Met een mortaliteit van 75 % respectievelijk 50 % per jaar zullen er na 1 jaar 125 en na 2 jaar 63 juvenielen zijn. Hiervoor wordt eveneens een opgroei habitat van 500 m<sup>2</sup> voldoende geacht.

#### Adult:

Voor 1 RE wordt eveneens een oppervlak van 500 m<sup>2</sup> estuarium met een geleidelijke zoet/zout overgang voldoende geacht .

Benodigd voor de productie van 1 RE is dus:

- 10 m<sup>2</sup> habitat voor het ei stadium
- 150 m<sup>2</sup> habitat voor het embryonale stadium
- 500 m<sup>2</sup> habitat voor het larvale en juveniele stadium
- 500 m<sup>2</sup> habitat voor het adulte stadium

**Tabel 3.6. Productie van 1 RE**

stadium	aantal
ei	50.000
larvaal	5000
0+ juveniel	500
1+ juveniel	125
2+ juveniel	63



#### DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- adult stadium: 10 m [geschat]
- larvaal/juveniel stadium: 10 km (met getijdebeweging) [geschat]
- embryonaal stadium: 10 m [geschat]
- ei stadium: 0 m [geschat]

#### KOLONISATIE AFSTAND

- adult stadium: 200 km met een **minimum** van 50 km (stroomopwaarts) [geschat]
- larvaal/juveniel stadium: 50 km (stroomafwaarts) [geschat]
- ei/embryo stadium: 200 km (stroomafwaarts) [geschat]

#### BARRIÈRES

Een estuarium met een harde overgang van zoet naar zout levert voor de fint in het embryo-stadium een harde barrière op (100% mortaliteit). Zie bijlage 3. Adulten worden bij stroomopwaartse migratie sterk gehinderd door stuwen en alle stadia ondervinden last van WKC's bij stroomafwaartse migratie.

#### NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

#### SCHAALNIVEAU

De fint is een kenmerkende soort van de riviertakken de Zandmaas, de Getij-demaas, het Benedenrivierengebied, de IJssel, Nederrijn & Lek en Bovenrijn & Waal. Het schaalniveau van de fint is internationaal. Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

#### LITERATUUR

Aarts, T.W.P.M., 1994. De visstand in de benedenrivieren: huidige situatie, historische en geconstrueerde referenties, deel I: hoofdrapport. OVB, Nieuwegein.

Groot, S.J. de, 1992. Herstel van de riviertrekvisser een realiteit? 8 De fint. De levende natuur 93(6): 182-186.

Klein Breteler, J.G.P., 1995. De visstand in de Biesbosch, Deelrapport I: Knelpunten analyse en doelsoortenkeuze voor nadere analyse. OVB, Nieuwegein.

Quignard, J.P. & C. Douchement, 1990. *Alosa fallax* (Lacepède, 1803). In: Hoestland H. (Ed.), The freshwater fishes of Europe vol 2 Clupeidae, Anguillidae, 211-225. Aula-Verlag Wiesbaden.

Vaate bij de, A., 1989. Rekolonisatie mogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn voor riviertrekvisser en echte riviervisser: samenvatting van een literatuurstudie verricht door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek. Dienst Binnenwateren/RIZA, Lelystad.

### 3.3.9 Steur *Acipenser sturio*

#### ALGEMEEN

Voorheen lag het verspreidingsgebied van de steur langs de kust van Europa en West-Azië. De voortplanting beperkte zich tot de Europese rivieren. Rond 1900 gebruikte de Atlantische steur nog alle grote Europese riviersystemen waaronder de Rijn en Maas, om zich voort te planten. Het merendeel van de populatie paaide vroeger in de Biesbosch en het mondingsgebied van de Rijn. Het verdwijnen van de steur uit de Nederlandse rivieren is vooral te wijten aan de visserij in de Rijn en de Elbe, de uitvoering van riviercorrecties waardoor het aantal paaiplaatsen afnam en een toenemende watervervuiling.

Momenteel komt in West Europa de steur alleen nog voor in de Franse rivier de Gironde maar wordt hier met uitsterven bedreigd.

Het Wereld Natuur Fonds heeft recent het project De Atlantische steur terugkeer in de Rijn gestart. Het merendeel van de informatie over de steur die voor het gidssoorten project gebruikt is, is afkomstig uit het concept van het WNF rapport omtrent dit project (Winden et. al., 1999).

Op de rode lijst is de steur in Nederland aangeduid als een in het wild verdwenen soort.

#### ECOLOGISCH PROFIEL

De Atlantische steur is een anadrome trekvis die het verblijf op zee en in de rivier met elkaar afwisselt. Er zijn drie verschillende trekbewegingen te onderscheiden:

- ♦ de volwassen dieren trekken vanaf de zee de rivier op om er te paaïen en keren vervolgens naar zee terug;
- ♦ de onvolwassen dieren trekken jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden;
- ♦ de juveniele vissen laten zich vanaf de paaigronden afzakken naar het estuarium en trekken na een verblijf aldaar van ca. twee jaar naar zee.

De brakwaterzone in het mondingsgebied van de rivier speelt een belangrijke rol als overgangsgebied van zoet naar zout. De oudere dieren passen zich snel aan, aan een ander zoutgehalte. Jongere dieren die vanuit het zoete water naar zee zwemmen hebben meer tijd nodig.

##### Adult stadium

Vrouwtjes zijn gemiddeld na 15 jaar geslachtsrijp en paaïen eens per 2-3 jaar of eens per 3-5 jaar. De mannetjes zijn na 9 jaar geslachtsrijp en paaïen ieder jaar. Mannetjes doen tot hun 25<sup>e</sup> mee aan de voortplanting vrouwtjes tot hun 40<sup>e</sup>. De steur wordt maximaal 48 jaar oud. In Nederland trok de steur zowel via de Zuiderzee als het Zuid-Hollandse estuarium de rivieren Rijn en Maas op. Dit gebeurde vooral tijdens perioden met hoog water waarbij door de hoofdgeulen op een diepte van 2-8 meter naar de paaiplaatsen gezwommen werd. Het is hierbij van belang dat er minimaal 2 meter waterkolom beschikbaar is om in te zwemmen. Er is een debiet van minimaal 100 m<sup>3</sup>/s voor de steur vereist om de paaigronden te kunnen bereiken (Fernandez-Pasquir, 1999). Stroomversnellingen worden zonder problemen gepasseerd. De steur kan afstanden tot ruim 800 km naar het paaigebied afleggen. Over het algemeen zijn de migratieafstanden korter. In de Rioni-rivier legde de Atlantische steur gemiddeld 110-115 km af. In de Rijn lagen de meeste paaiplaatsen vermoedelijk binnen enkele honderden kilometers van zee.

##### Ei en larvaal stadium

De paaï vindt plaats op diepe (minimaal 3 m) met grind en stenen bedekte plaatsen waar het stroomt zodat geen slib kan bezinken. Het paaïoppervlak dient minimaal 350 m<sup>2</sup> te zijn. Het aantal eieren van een vrouwelijke steur bedraagt 500.000-2.500.000. Tijdens het dooierzak stadium, dat 11 dagen duurt, verstopt de steur zich tussen stenen. De larven leven vlak boven de bodem met een zandig substraat op dieptes van 5-11 m.

##### Juveniel stadium

De jonge Atlantische steuren laten zich vervolgens de rivier afzakken en komen na enkele maanden in het brakke water van het estuarium aan. Hier verblijven ze in vrij ondiepe gebieden met zandbanken die schuilmogelijkheden bieden. De diepte varieert van 2-5 m. De jonge steuren zwemmen vanuit het estuarium regelmatig van zoet naar brak en zout en terug. Na een verblijf van ca. 2 jaar vertrekken ze naar zee. De onvolwassen dieren trekken ook jaarlijks vanuit zee naar het estuarium om daar in de periode mei-juli te verblijven.



## HABITATTYPERING

### Ei stadium:

De paai vindt plaats op een diepte van minimaal 3 m met een substraat van grind en stenen met een stroomsnelheid ( $> 10$  cm/s) waarbij geen slib kan bezinken.

### Larvaal stadium:

De larven leven vlak boven de bodem met een zandig substraat op dieptes van 5-11 m.

### Juveniel stadium:

In het estuarium op plaatsen met vrij ondiepe gebieden met zandbanken die schuilmogelijkheden bieden. De diepte varieert van 2-5 m.

### Rekenregels:

Ei stadium: % met een diepte  $> 3$  m, substraat van grind of stenen, stroomsnelheid  $> 10$  cm/s (Rzd-1)

Larvaal-stadium: % met zandig substraat, diepte  $> 5$  m (Rzd-1)

Juveniel stadium: % met zand substraat, diepte 2-5 m (Bd-2 + Bd-6 + Ed-2 + Ed-6)

## OPPERVLAK BENODIGD VOOR EEN REPRODUCTIEVE EENHEID (RE)

De steur maakt in het Nederlandse rivieren gebied gebruik van 3 typen habitat; het paaihabitat waar de eieren uitkomen, het larvale habitat en het habitat waar de juvenielen opgroeien. Tabel 3.7 bevat het aantal individuen per stadium dat benodigd is voor de produktie van 1 RE van de steur. Hierbij is uitgegaan van de volgende mortaliteiten:

- 75 % van het ei-stadium
- 90 % van het larvaal-stadium
- 75 % van het 0+ juveniel-stadium
- 50 % per jaar vanaf de 1+groep

**Tabel 3.7. Produktie van 1 RE**

stadium	aantal
ei	1.500.000
larvaal	375.000
0+ juveniel	63.750
1+ juveniel	3190
2+ juveniel	1500

### Ei stadium:

Het paaioppervlak dient minimaal  $350 \text{ m}^2$  te zijn.

### Larvaal stadium:

Uitgaande van 1,5 miljoen eieren per vrouwtje en 25% uitkomst zijn er 375.000 larven per RE. Als er 100 larven/  $\text{m}^2$  kunnen leven zal er dus  $3750 \text{ m}^2$  met een zandig substraat en een diepte van 5-11 m voor de larven nodig zijn.

### Juveniel stadium:

Uitgaande van een mortaliteit van 90 % voor de larven zullen er 63.750 0+ juvenielen overblijven. Als een 0+ juveniel  $1 \text{ m}^2$  nodig heeft dient er in het totaal dus  $63.750 \text{ m}^2$  opgroei habitat aanwezig te zijn. Met een mortaliteit van 75 % respectievelijk 50 % per jaar zullen er na 1 jaar 3190 en na 2 jaar 1595 juvenielen zijn. Hiervoor wordt een opgroeihabitat van  $5000 \text{ m}^2$  voldoende geacht.

Benodigd voor de produktie van 1 RE is dus:

- $350 \text{ m}^2$  habitat voor het ei stadium
- $3750 \text{ m}^2$  habitat voor het larvale stadium
- $63.750 \text{ m}^2$  habitat voor het juveniele stadium.

## DAGELIJKSE FUSIE-AFSTAND

- larve: 1 m [geschat]
- juveniel: 50 m [geschat]
- adult: n.v.t

## NETWERK FUSIEAFSTAND

- larve: 1 m [geschat]
- juveniel: 400 km [geschat]
- adult: 400 km [geschat]

## **BARRIÈRES**

Tijdens hoogwater trekken steuren de rivier op om te paaïen. Het is hierbij van belang dat er minimaal 2 meter waterkolom beschikbaar is om in te zwemmen. Mede daarom zijn de huidige stuwen en vispassages in Nederland voor adulte steuren bij de paaimigratie niet passeerbaar en de spuïsluizen beperkt passeerbaar (bijlage 3).

## **NORMEN VOOR LOKALE POPULATIES, SLEUTELPOPULATIES EN MINIMUM VIABLE POPULATION (MVP)**

- lokale populatie: 1 RE
- sleutelpopulatie: 100 RE
- MVP: 1000 RE

## **SCHAALNIVEAU**

De steur is een kenmerkende soort van de riviertakken Nederrijn & Lek en Bovenrijn & Waal. De steur komt op een internationale schaal voor. De Getijde-maas, het Benedenrivierengebied en de IJssel worden als migratie route gebruikt.

Bijlage 5 bevat hier een overzicht van.

## **LITERATUUR**

Fernandez-Paquir V., 1999. Acispencer sturio L. in the Guadalquivir river, Spain. Water regulation and fishery as factors in stock decline from 1932 to 1967. J. Appl. Ichthyol. 15: 133-135.

Winden A van, Overmars W., Bosman W. & Klink A., 1999. De Atlantische steur: Terugkeer in de Rijn [concept]. WNF.



### 3.4 Toetsingssessie

In een inleiding door N. Geilen is het kader van het onderzoek aangegeven en het LARCH model toegelicht. J. Kranenbarg en J. Klein Breteler gaven daarna een toelichting op de selectie, de achterliggende theorie en discussiepunten en een voorbeeld aan de hand van enkele soorten. Het geheel van deze inleidingen is een weergave van de inhoud van het rapport. De deelnemers aan de toetsingssessie zijn vermeld in bijlage 6.

Onderstaand worden zoveel mogelijk de vragen (v:) weergegeven met de uitkomst van de discussie die daarop volgde (a), soms samengevoegd tot v/a. Op elkaar aansluitende / overlappende vragen en opmerkingen worden steeds binnen een blok beschreven. Niet aansluitende onderwerpen worden gescheiden door een open regel.

#### **Opmerkingen / vragen naar aanleiding van de inleiding.**

v: Worden alleen fysieke barrières in acht genomen en niet de chemische of de geluid barrières?

a: Er wordt uitgegaan van een optimale situatie. Chemische- en geluidsbarrières worden daarbij als afwezig beschouwd. Het wel meenemen van barrières als sluizen, stuwen en winterdijken heeft te maken met het onontkoombare van deze barrières. Zij zullen altijd aanwezig blijven om veiligheid en scheepvaart te garanderen.

v: Wordt er geen rekening gehouden met de seizoensverplaatsing in één stadium?

a: Indien habitat als geschikt wordt aangemerkt is binnen dat habitat seizoensverplaatsing mogelijk. Seizoensverplaatsing wordt in LARCH niet apart onderscheiden.

v: Het gepresenteerde voorbeeld van de barbeel leverde vragen op over de grotere stroomafwaartse verplaatsing dan stroomopwaartse verplaatsing. Verplaatst de populatie zich zo niet langzaam stroomafwaarts.

a: Het is waar dat door larvale drift de stroomafwaartse verplaatsing groot kan zijn. Op den duur zal een min of meer stabiele situatie optreden waarbij al het geschikte barbeel habitat bevolkt is. Ongeschikt habitat stroomafwaarts kan niet tot een duurzame barbeel populatie leiden. Het antwoord is dus: alleen als de gebieden stroomafwaarts voldoen aan de habitateisen van de onderscheiden barbeel stadia, en de populatie voldoende groot en niet teveel versnipperd, zal zich hier een duurzame barbeelpopulatie vormen. In een evenwichtssituatie is al het geschikte barbeel habitat bevolkt, zowel beneden- als bovenstroomse. Benedenstroomse verplaatsing kan alleen dan plaatsvinden wanneer er hier aanpassingen zijn waardoor geschikt barbeel habitat ontstaat. (Her)bevolking van bovenstroomse delen kan natuurlijk ook altijd gebeuren door enkele individuen (uitzonderingen).

#### **Opmerkingen / vragen tijdens de discussie.**

v: Waarom is de barbeel opgeknipt in stadia? Je kunt ook aangeven dat barbeel een grote variatie in zijn habitat nodig heeft.

a: De gehanteerde systematiek is dat alle levensstadia onderzocht worden. Dat is gedaan om te zien waar het probleem ligt in de voltooiing van de levenscyclus.

v: Moeten niet-versnipperingsgevoelige soorten ook meegenomen worden ter calibratie van het model? De uitkomsten met minder versnipperinggevoelige soorten kunnen beter gecontroleerd worden aan de hand van verspreidingsgegevens dan die van versnipperingsgevoelige en vaak zeldzame soorten, waarvan geen gegevens voorhanden zijn. Alleen als de situatie / een scenario erg goed is zul je veranderingen zien, kleine verbeteringen worden zo niet duidelijk.

a: Calibratie gebeurt aan de hand van verspreidingsbeeld van geselecteerde soorten. De soortselectie geeft al een variatie in versnipperingsgevoeligheid en meer of minder algemeen voorkomen. Calibratie op basis van uitgestorven / zeldzame soorten is inderdaad vaak moeilijk. De opname van zeer algemene soorten in het model levert echter ook geen onderscheidend vermogen op. Noch voor calibratie, noch voor versnipperingsproblematiek.

a: Niet te veel potentieel voorkomende soorten in de selectie opnemen. Liever

een vergelijkbare soort die wel voorkomt. Wat is echter een 'vergelijkbare' soort?

a: Veel soorten die nog wel voorkomen zijn juist niet versnipperingsgevoelig. Dit is vaak de reden dat ze nog voorkomen. Er is een duidelijke keuze gemaakt de meest versnipperingsgevoelige soorten als gidssoort te kiezen ook al is de soort ondertussen verdwenen.

v: De volgorde waarin de filters worden toegepast kan tot een andere selectie leiden.

a: Het filter beschikbare kennis is tijdens de uitvoering van deze studie een belangrijk filter gebleken met het grootste onderscheidend vermogen. Met name de riviergrondel is niet geselecteerd door de volgorde van toepassing van de filters. Van deze soort is wel voldoende kennis voorhanden. Bij de aanbevelingen is deze soort daarom als soort genoemd die in de toekomst als gidssoort voor ecologische netwerkstudies in de grote rivieren betrokken kan worden.

v: De selectie van soorten en de uiteindelijk soortkeus is veel aan discussie onderhevig. Er wordt een rondje gemaakt waarin men soorten naar voren kan brengen.

a: De beslissing voor de uiteindelijke soortkeuze wordt niet hier gemaakt, de voorgestelde soorten worden ter overweging meegenomen voor eventuele selectie in toekomstig onderzoek. Uitgangspunt voor het hier beschreven onderzoek is de gevolgde systematiek of methode die toegepast is bij de selectie. Elementen die door de toegepaste selectiemethode zijn gemist worden elders in deze paragraaf behandeld.

v: Er wordt aan getwijfeld of met deze soortkeus het herstel van de riviersystemen in kaart gebracht kan worden. Worden alle habitats / ecotopen / situaties wel gedekt?

a: Belangrijk is om in de gaten te houden welke vraag met de soortkeus beantwoord moet worden. In dit geval is dat een vraag over de versnipperingsproblematiek van ecotopen (soorten zijn gidssoorten) in de rijkswateren. Duidelijk moet dus worden welke ecotoopgroepen onderscheiden worden en op welk niveau er vragen over de versnipperingsproblematiek zijn. Is de matrix van schaalniveau en ecotoop(groepen) gevuld.

v: Moet niet ook het pelagiaal als ecotoop worden onderscheiden?

a: Inderdaad is in principe een onderscheid mogelijk in een pelagiale, demersale en benthische levenswijze van vissen. Dit is veelal echter levensstadium-afhankelijk. Daarom leent het zich niet goed om in combinatie met bovenvermelde hoofdindeling een aantal clusters van vissoorten te onderscheiden. Waar dit kenmerk echter relevant werd geacht, is die informatie in het ecologisch profiel en de habitattypering van de geselecteerde soorten vermeld.

v: Ondanks dat de afkadering de rijkswateren zijn, wordt het toch als een gemis beschouwd dat daardoor de overgangen van beeksystemen naar riviersystemen gemist worden.

a: De afbakening van het projectgebied leidt tot deze keuze, de systematiek is echter ook toepasbaar op de situatie inclusief beeksystemen. Dit kan eventueel een element zijn in toekomstig onderzoek.

v: Door de grove ecotoop indeling kan het noodzakelijk zijn een inschatting te maken van het geschikte deel binnen een ecotoop voor een soort. De exacte ruimtelijke ligging van dat deel van het ecotoop dat voor de soort belangrijk is gaat hiermee verloren. Het doel van de studie (bepalen of de ruimtelijke ligging van de ecotopen goed is) is dan dus niet meer haalbaar.

a: Bij de grote karekiet wordt iets soortgelijks gedaan. Hierbij is het wel mogelijk de versnipperingsproblematiek in kaart te brengen.

v: de rekenregel dat 19m<sup>2</sup> nodig is voor barbeel is niet reëel, deze oppervlakte wordt niet in de ecotoopkaart onderscheiden.

a: Belangrijk is in deze fase te beschrijven hoe de soorten functioneren en niet uit te gaan van de beperkingen van het ecotoopstelsel. De soortbeschrijving kan een belangrijk argument zijn om te pleiten voor een nauwkeuriger ecotoopstelsel.



v: Kan het aantal RE niet vervangen worden door kilogram?

a: Nee, de duurzaamheidsnormen voor populaties kunnen alleen worden uitgedrukt in aantallen niet in kg. Zie hiervoor ook 3.2.1.

v: De norm van 1000 RE voor een MVP lijkt sommigen wat hoog.

a: Er is inderdaad een discrepantie tussen de normen voor landdieren en de in het rapport weergegeven normen voor vissen. Uit verschillende literatuurbronnen (3.2.1) blijkt echter dat de genoemde aantallen aangehouden moeten worden.

v: Er wordt uitgegaan van de aanname dat de voorkomende ecotopen optimaal zijn. Er worden dus dichtheden uit optimale ecotopen aan de legenda eenheden gehangen. Dan moet opgepast worden dat je niet een dichtheid uit meren voor rivieren gebruikt.

a: Bij de selectie van gegevens is rekening gehouden met de Nederlandse situatie in het rivierengebied. Als dat suboptimaal is, dan blijkt dat vanzelf uit de toepassing van de rekenregels.

v: Is de optelling van scores afdoende voor een goede soortkeuze.

a: Er is in deze studie uitgegaan van de versnipperingsfactoren zoals genoemd in (Buit et al., 1998). Hierbij is gepoogd een vertaling naar vissen te maken. De factoren milieugevoeligheid en biotoopkeuze zijn in deze studie samengevoegd tot de factor tolerantie. Bovendien is bij het bepalen van de versnipperingsgevoeligheid van de soort uitgegaan van het gevoeligste stadium van de vissoort.

Over het weglaten van de factoren waarmee de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid bepaald is het volgende.

De factor dispersievermogen is bij soorten die hun hele leven in één type habitat verblijven gekoppeld aan de factor oppervlakte leefgebied. Soorten met een klein gebied hebben namelijk een gering dispersie vermogen en soorten met een groot leefgebied een groter dispersievermogen. Op grond hiervan zou een van deze twee selectiefactoren kunnen worden weggelaten. Bij trekende soorten gaat bovenstaande echter niet op. Die combineren een gering dispersievermogen van ouderdieren op de paaipplaats vaak met een groot leefgebied. Daarom is het zinvol om zowel dispersievermogen als oppervlakte leefgebied naast elkaar als selectiefactoren te gebruiken.

Dit overziend, lijkt de beoordeling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid door optelling van de scores op de vier onderscheiden versnipperingsfactoren de beste aanpak.

## 4 CONCLUSIES

Het onderzoek heeft de volgende conclusies opgeleverd.

1. Het bleek mogelijk om 9 vissoorten als gidssoort te selecteren die geschikt zijn voor opname in de gidssoortenmatrix ten behoeve van ecologische netwerk studies. Dit betreft: de zalm, barbeel, rivierdonderpad, steur, kopvoorn, kleine modderkruiper, fint, snoek en bittervoorn.
2. Het bleek mogelijk om voor deze 9 gidssoorten ecologische profielen op te stellen. Het netwerk van de zalm, steur en fint heeft internationale dimensies. De dispersieschaal van de kopvoorn en barbeel is regionaal, die van de snoek zowel regionaal als lokaal. De overige gidssoorten hebben een lokale dispersieschaal.
3. Op basis van deze ecologische profielen konden de benodigde gegevens en rekenregels voor toepassing in het model LARCH-rivier worden verstrekt.
4. De benodigde gegevens voor toepassing in LARCH-rivier betreffen: habitat-typing, oppervlak benodigd voor een reproductieve eenheid, dagelijkse fusie-afstand, netwerk fusie-afstand, barrières, schaalniveau, normen voor lokale populaties alsmede voor sleutelpopulaties en voor duurzame populaties (Minimum Viable Populations: MVP). Bij de zalm, barbeel, steur, kopvoorn en fint bleek het noodzakelijk om de voor LARCH benodigde gegevens voor verschillende levensstadia afzonderlijk te geven. Hierin kon worden voorzien.
5. Voor het opstellen van rekenregels voor toepassing in LARCH-rivier is gebruik gemaakt van de ecotopen uit het rivieren- en benedenrivieren ecotopen stelsel. De rekenregels geven de relaties weer tussen deze ecotopenstelsels (RES en BES) en habitat-typeringen. De bestaande ecotopenstelsels zijn niet gedetailleerd genoeg voor vissoorten. Daarom is in iedere rekenregel aangegeven aan welke habitateisen het geschikt gebied binnen de ecotopen moet voldoen. Bij het opstellen van de rekenregels voor zalm, barbeel, steur, kopvoorn en fint bleek het eveneens noodzakelijk om dit te doen voor verschillende levensstadia afzonderlijk.
6. De gevoeligheid van (de onderscheiden levensstadia van) de geselecteerde gidssoorten voor versnippering als gevolg van barrières kon worden uitgedrukt in de vorm van een tabel met passeerbaarheidspercentages t.a.v. verschillende typen barrières (bijlage 3).



## 5 AANBEVELINGEN

De volgende aanbevelingen kunnen worden gedaan.

1. Doordat het studiegebied in deze studie tot de grote rivieren beperkt is geweest, zijn de typische beekvissen automatisch afgevallen als gidssoort ook al zijn ze versnipperingsgevoelig (tabel 3.1). Rivieren en beken maken deel uit van één systeem en zijn dus verbonden met elkaar. Bekken kunnen daarom van belang zijn voor riviersoorten en rivieren voor beeksoorten. Vissen trekken zich niets aan van door de mens geschapen beheersgrenzen. Wanneer de beheerskaders verruimd zouden worden tot rivieren inclusief de beken, dan zou het aanbeveling verdienen om de typische beekvissen bij de ecologische netwerkstudies te betrekken.
2. Voor toepassing in een ander studiegebied dan het rivierengebied zoals bijvoorbeeld het randmerengebied kunnen gidssoorten uit deze studie gebruikt worden. Deze soorten dienen dan echter wel te horen bij het referentiebeeld van dit gebied. De meeste rheofiele soorten vallen dus af. Het zal daarom nodig zijn voor studiegebieden buiten het riviergebied nieuwe gidssoorten te selecteren.
3. Veertien soorten (zeeforel, marene, sneep, rivier- en zeeprik, elft, roofblei, kwabaal, winde, drie- en tiendoornige stekelbaars, spiering, meerval en vetje) zijn niet geselecteerd als gidssoort op grond van te weinig beschikbare kennis omtrent deze soorten. Bij sommige daarvan draait het om soortencomplexen (marene's) en/of vormencomplexen (zeeforel, spiering) waarvan niet duidelijk is of en hoe de onderdelen van die complexen elkaar beïnvloeden. Bij de meeste van de genoemde soorten gaat het echter om ontbrekende gegevens over het benodigde oppervlak voor een reproductieve eenheid en om de fusie-afstanden. De riviergrondel is op arbitraire gronden in deze studie niet als gidssoort geselecteerd, terwijl er vermoedelijk wel voldoende kennis over deze soort beschikbaar is. Van enkele van de genoemde soorten (met name de winde) mag worden verwacht dat in de nabije toekomst meer kennis beschikbaar komt die het opnemen van deze soorten als gidssoort kan rechtvaardigen. Het lijkt daarom zinvol om bij toekomstig onderzoek de keuze van de gidssoorten te actualiseren.
4. Voor de calibratie van LARCH-rivier kan het nuttig zijn enkele niet versnipperingsgevoelige soorten als gidssoort op te nemen.
5. De verkregen kennis in dit onderzoek is deels gebaseerd op expert-judgement. Het is daarom van belang om op de hoogte te blijven van gepubliceerde literatuur over vissoorten zodat de gegevens aan nieuwe kennis en inzichten aangepast kunnen worden.
6. De ecotopen die gebruikt worden in het rivier- en benedenrivier ecotopen stelsel zijn te grof van schaal voor vissen. Er moet in de praktijk een goed beeld zijn van diepte, stroomsnelheid, substraat en vegetatie binnen de onderscheiden ecotopen voor een zinvolle toepassing van de in deze studie gepresenteerde rekenregels in LARCH-rivier. Bij toepassing van de resultaten van deze studie is het daarom voornamelijk van belang vissoort-experts te raadplegen over de geschiktheid van ecotopen in het studiegebied voor vissoorten. Daarnaast zijn gedetailleerdere ecotoopkaarten gewenst.
7. De verkregen resultaten zijn geschikt voor aanvulling en updating van de Habitat-Geschiktheids-Index (HGI)-modellen van de OVB. Het verdient aanbeveling om de verkregen kennis in die zin te operationaliseren.
8. In deze studie is gebleken dat een duurzame populatie van de Atlantische steur (Minimum Viable Population: MVP) tenminste 2000 adulten telt. Het valt sterk te betwijfelen of de Gironde, waar thans nog een kleine populatie van deze soort voorkomt, een dergelijke populatie-omvang kan dragen. Vermoedelijk zal deze populatie dan ook uitsterven omdat voor een duurzame populatie van de steur een grotere rivier nodig is. De vangsten van steur in de Rijn bedroegen in het verleden tot 9000 stuks en er zijn schattingen van de vroegere paaipopulatie boven Bonn van 100-1000 stuks (Klein Breteler, 1995). De Rijn heeft dan ook in het verleden een duurzame populatie geherbergd. Gelet op de grootte en karakteristieken van de Rijn is dit mogelijk de enige duurzame populatie geweest en zijn de populaties in de overige West-Europese rivieren sleutelpopulaties geweest. Aanbevolen wordt om dit nader te onderzoeken, mede gelet op recente initiatieven ter herintroductie van deze soort in de Rijn.
9. In deze studie is naar voren gebracht dat het voorkomen van de fint voor een deel bepaald wordt door het al of niet uitspoelen van de embryo's en daarnaast ook afhangt van de aanwezigheid van een geleidelijke zoet-zout overgang voor

de juveniele en volwassen finten. Bij de evaluatie van het toekomstig beheer van de Haringvlietsluizen is het daarom van belang om enerzijds de in- en uittrek van volwassen finten te volgen. Anderzijds is het ook belangrijk om een antwoord te krijgen op de vraag in welke mate de embryo's uitspoelen, of als alternatief, of er voldoende juvenielen overblijven. Aanbevolen wordt om dergelijk monitoringsonderzoek uit te voeren.



## 6 LITERATUUR

- Balon E. K., 1984. Pattern in the evolution of reproduction styles in fishes. -In: Potts G.W & R.J. Wootton (ed.): Fish reproduction: Strategies and tactics, pp. 35-53. Academic press.
- Buit, A.M.C.F., H. Bussink & R.P.B. Foppen, 1998. Keuze van gidssoorten voor ecologische netwerkstudies rivier(traject)en. IBN-DLO/RIZA.
- Carvalho, G.R. & T.F. Cross, 1998. Enhancing fish production through introductions and stocking: genetic perspectives. -In: Cowx I.G. (ed): Stocking and introduction of fish, pp. 329-337. Fishing News Books.
- FAO/UNEP, 1981. Conservation of the genetic resources of fish: problems and recommendations. Report of the Expert Consultation on the genetic resources of fish. Rome, 9-13 June 1980. FAO Fish. Tech. Pap., (217): 43 p.
- Foppen, R.P.B, Geilen, N., 1997. LARCH-rivier: Methode voor het evalueren van ecologische netwerken in het rivierengebied. intern rapport IBN-DLO/RIZA.
- Klein Breteler, J.G.P., 1995. De visstand in de Biesbosch, Deelrapport I: Knelpunten analyse en doelsoortenkeuze voor nadere analyse. OVB, Nieuwegein.
- Maas G.J., 1998. Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel. Herziening van de ecotopen-indeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de zoute delta. DLO-Staring Centrum. Rijkswaterstaat RIZA: 76 p.
- Meffe, G.K., 1986. Conservation genetics and the management of endangered fishes. -Fisheries 11(1): 14-23.
- Matthews, W.J., 1998. Pattern in freshwater ecology. Chapman & Hall, 756 p.
- Nelson K., & M. Soulé, 1987. Genetical conservation of exploited fishes. In: Ryman N. & F. Utter (Eds.), Population genetics & fishery management: 345-369. University of Washington Press, Seattle and London.
- Nie, H.W. de, (1996). Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Stichting Atlas Verspreiding Nederlandse Zoetwatervissen, Nieuwegein. Media Publishing, Doetinchem. 151 pp.
- Reijnen, W., B.Harms, R.P.B.Foppen, R. de Visser & H.P.Wolfert, 1995. Rhine-Econet. Ecological networks in river rehabilitation scenarios: a case study for the lower Rhine. Lelystad, RIZA, Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment. Publications and reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the Rivers Rhine and Meuse' No.58-1995.
- Shaffer, M., 1987. Minimum viable populations: coping with uncertainty. In: : Soulé, M.E. (Ed.), 1987, Viable populations for conservation: 69-87.
- Soulé, M.E., 1987a. Viable populations for conservation. Cambridge University Press.
- Soulé, M.E., 1987b. Where do we go from here? In: Soulé, M.E. (Ed.), 1987, Viable populations for conservation: 175-185. Cambridge University Press.
- Winemiller K.O. & K.A. Rose, 1992. Patterns of life-history diversification in North-American fishes: implications for population regulation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2196-2218.
- Wootton, R.J., 1992. Fish ecology -(Tertiary level biology). Chapman and Hall, New York.

## 7 BIJLAGEN



# Bijlage 1. Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop		stromend water			factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid				versnipperingsgevoeligheid	
	stagnant water	brak	zoet	brak	zout	soortgebonden	tolerantie	opppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie	(totaalscore)
Zalm			x	x	x	3 (e)		3 (j)	3 (a,b*)	3	12
Marene			x	x	x	3 (e)		2 (j)	3 (a,b*)	3	11
Meerval	x		x			3 (j)		3 (a,b)	3 (a,b)	2	11
Roofblei	x		x			3 (e)		3 (a,b)	3 (a,b*)	2	11
Vlagzalm			x			3 (e)		3 (a,b)	2 (a,b*)	3	11
Zeeforel			x	x	x	3 (e)		3 (j)	2 (a,b*)	3	11
Barbeel			x			3 (e)		3 (a,b)	2 (a,b*)	2	10
Beekforel			x			3 (e)		2 (a,b)	2 (a,b*)	3	10
Beekprik			x			3 (l)		1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Bittervoorn	x		x			3 (e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	10
Blauwneus			x			2 (e)		2 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Elrits			x			3 (e)		1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Fint			x	x	x	3 (e)		3 (l,,j)	3 (a,b*)	1	10
Gestipte alver			x			3 (e)		2 (a,b)	3 (a,b*)	2	10
Kleine Modderkruiper	x		x			3 (l,j,a,b)		1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Kwabaal	x		x			3 (j,a,b)		3 (a,b)	3 (a,b*)	1	10
Rivierdonderpad			x			3 (e)		1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Sneep			x			3 (e)		3 (a,b)	3 (a,b*)	1	10
Steur			x	x	x	3 (e)		3 (j)	3 (a,b*)	1	10
Winde			x			2 (e)		3 (a,b)	3 (a,b*)	2	10
Amerikaanse hondsv	x		x			2 (e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Drie doornige stekelbaars	x	x	x	x	x	2 (e)		1 (a,b)	3 (a,b*)	3	9
Elft			x	x	x	2 (e)		3 (j)	3 (a,b*)	1	9
Gup	x		x			2 (e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Kopvoorn	x		x			3 (e)		3 (a,b)	2 (a,b*)	1	9
Rivierprik			x	x	x	2 (e)		2 (j)	3 (a,b*)	2	9
Serpeling			x	x		3 (e)		2 (a,b)	2 (a,b*)	2	9
Snoek	x		x			2 (e)		3 (a,b)	2 (a,b)	2	9
Spiering	x		x	x	x	2 (e)		2 (a,b)	2 (a,b*)	3	9
Tien doornige stekelbaars	x	x	x	x		2 (e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Vetje	x		x			2 (e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Zeeprik			x	x	x	2 (e)		2 (j)	3 (a,b*)	2	9
Baars	x		x			2 (e)		2 (a,b)	2 (a,b)	2	8
Blauwband	x		x			1(e)		1(a,b)	3 (a,b)	3	8
Dwergmeerval	x		x			2 (e)		2 (a,b)	2 (a,b)	2	8
Grote Modderkruiper	x		x			2 (e)		1 (a,b)	3 (a,b)	2	8
Kroeskarper	x					2 (e)		2(a,b)	3 (a,b)	1	8
Riviergrondel	x		x			2 (e)		1 (a,b)	3 (a,b*)	2	8
Alver	x		x			2 (e)		1 (a,b)	2 (a,b)	2	7
Bermpje			x			2 (e)		1 (a,b)	3 (a,b*)	1	7
Pos	x		x			1(e)		1 (a,b)	3 (a,b)	2	7
Snoekbaars	x		x			1(e)		3 (a,b)	2 (a,b)	1	7
Zeelt	x					2 (e)		2 (a,b)	2 (a,b)	1	7
Zonnebaars	x		x			1(e)		1(a,b)	2 (a,b)	3	7
Aal	x	x	x	x	x	1(j)		3 (j)	1 (j,a)	1	6
Bot	x	x	x	x	x	1 (j,a,b)		3 (a,b)	1 (a,b)	1	6
Brasem	x		x			1(e)		2 (a,b)	2 (a,b)	1	6
Giebel	x					1(e)		1 (a,b)	3 (a,b)	1	6
Harder			x	x	x	1 (j,a,b)		3 (a,b)	1 (a,b)	1	6
Karper	x		x			1(e)		2 (a,b)	2 (a,b)	1	6
Kolblei	x		x			1(e)		2 (a,b)	2 (a,b)	1	6
Ruisvoorn	x		x			2 (e)		1(a,b)	2 (a,b)	1	6
Blankvoorn	x		x			1(e)		1 (a,b)	2 (a,b)	1	5

Onderstaande afkortingen in de tabel hebben betrekking op de soort in het rivierengebied.

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juveniele fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

**Bijlage 2a: Rheofiele A soorten****Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid**

Vissoort	ecotoop		factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid					versnipperingsgevoeligheid	
	stagnant water		stromend water		soortgebonden			(totaalscore)	
	zoet	brak	zoet	brak	zout	tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie
Zalm			x			3 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	3
Marene			x			3 (e)	2 (j)	3 (a,b*)	3
Vlagzalm			x			3 (e)	3 (a,b)	2 (a,b*)	3
Zeeforel			x			3 (e)	3 (j)	2 (a,b*)	3
Barbeel			x			3 (e)	3 (a,b)	2 (a,b*)	2
Beekforel			x			3 (e)	2 (a,b)	2 (a,b*)	3
Beekprik			x			3 (l)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3
Elrits			x			3 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3
Rivierdonderpad <sup>#)</sup>			x			3 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3
Sneep			x			3 (e)	3 (a,b)	3 (a,b*)	1
Steur			x			3 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	1
Elft			x			2 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	1
Kopvoorn	x		x			3 (e)	3 (a,b)	2 (a,b*)	1
Rivierprik	x		x			2 (e)	2 (j)	3 (a,b*)	2
Serpeling			x	x		3 (e)	2 (a,b)	2 (a,b*)	2
Bermpje			x			2 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	1

#) in wateren met kunstmatige oevers (stenen) of substraat met stenen ook eurytoop

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juveniele fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai



## Bijlage 2b: Rheofiele B soorten

## Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop		factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid					versnipperingsgevoeligheid	
	stagnant water		soortgebonden					(totaalscore)	
	zoet	brak	zoet	brak	zout	tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie
Roofblei	x		x			3 (e)	3 (a,b)	3 (a,b*)	2
Gestipte alver			x			3 (e)	2 (a,b)	3 (a,b*)	2
Kleine Modderkruiper	x		x			3 (l,,j,a,b)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3
Kwabaal	x		x			3 (j,a,b)	3 (a,b)	3 (a,b*)	1
Winde			x			2 (e)	3 (a,b)	3 (a,b*)	2
Riviergrondel	x		x			2 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	2

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juveniele fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai

## Bijlage 2c: Rheofiele C soorten

## Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop				factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid					versnipperingsgevoeligheid (totaalscore)
	stagnant water		stromend water		zout	soortgebonden				
	zoet	brak	zoet	brak		tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie	
Fint			x			3 (e)	3 (l.,j)	3 (a,b*)	1	10
Drie doornige stekelbaars <sup>m)</sup>	x	x	x	x	x	2 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3	9
Spiering	x		x			2 (e)	2 (a,b)	2 (a,b*)	3	9
Bot	x		x	x		1 (a,b)	3 (a,b)	1 (a,b)	1	6
Harder			x	x	x	1 (a,b)	3 (a,b)	1 (a,b)	1	6

<sup>m)</sup> van deze soort komen ook niet-migrerende populaties voor, dan eurytoop

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juveniele fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai



## Bijlage 2d: Eurytope soorten

## Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop		factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid				versnipperingsgevoeligheid	
	stagnant water		soortgebonden				(totaalscore)	
	zoet	brak	zoet	brak	zout	tolerantie	opgevoelde leefgebied	reproductie
Meerval	x		x			3 (j)	3 (a,b)	2
Snoek	x		x			2 (e)	3 (a,b)	2
Baars	x		x			2 (e)	2 (a,b)	2
Alver	x		x			2 (e)	1 (a,b)	2
Pos	x		x			1(e)	1 (a,b)	2
Snoekbaars	x		x			1(e)	3 (a,b)	2
Aal	x		x			1(j)	3 (j)	1
Brasem	x		x			1(e)	2 (a,b)	2
Giebel	x					1(e)	1 (a,b)	3
Karper	x		x			1(e)	2 (a,b)	2
Kolblei	x		x			1(e)	2 (a,b)	2
Blankvoorn	x		x			1(e)	1 (a,b)	2

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juvenile fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai

## Bijlage 2e: Limnofiele soorten

## Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop				factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid					versnipperingsgevoeligheid
	stagnant water		stromend water		zout	soortgebonden				(totaalscore)
	zoet	brak	zoet	brak		tolerantie	opvervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie	
Bittervoorn	x		x			3 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3	10
Tien doornige stekelbaars	x	x	x	x		2 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Vetje	x		x			2 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3	9
Grote Modderkruiper	x		x			2 (e)	1 (a,b)	3 (a,b)	2	8
Kroeskarper	x					2 (e)	2(a,b)	3 (a,b)	1	8
Zeelt	x					2 (e)	2 (a,b)	2 (a,b)	1	7
Ruisvoorn	x		x			2 (e)	1(a,b)	2 (a,b)	1	6

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juvenile fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*,m.b.t. paai



## Bijlage 2f: Overige soorten

## Bepaling van de soortgebonden versnipperingsgevoeligheid

Vissoort	ecotoop		factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid				versnipperingsgevoeligheid		
	stagnant water		stromend water		soortgebonden			(totaalscore)	
	zoet	brak	zoet	brak	zout	tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie
Blauwneus				x		2 (e)	2 (a,b)	3 (a,b*)	3
Gup	x		x			2 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3
Amerikaanse hondsvi	x		x			2 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3
Blauwband	x		x			1(e)	1(a,b)	3 (a,b)	3
Dwergmeerval	x		x			2 (e)	2 (a,b)	2 (a,b)	2
Zonnebaars	x		x			1(e)	1(a,b)	2 (a,b)	3

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juvenile fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai

## Gidssoorten

Vissoort	ecotoop		factoren bepalend voor versnipperingsgevoeligheid					versnipperingsgevoeligheid
	stagnant water zoet	stromend water brak	soortgebonden zout	tolerantie	oppervlakte leefgebied	dispersie vermogen	reproductie	(totaalscore)
Rheofiel A								
Zalm		x		3 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	3	12
Rivierdonderpad <sup>#)</sup>		x		3 (e)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Barbeel		x		3 (e)	3 (a,b)	2 (a,b*)	2	10
Steur		x		3 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	1	10
Kopvoorn	x	x		3 (e)	3 (a,b)	2 (a,b*)	1	9
Rivierprik	x	x		2 (e)	2 (j)	3 (a,b*)	2	9
Elft		x		2 (e)	3 (j)	3 (a,b*)	1	9
Rheofiel B								
Kleine Modderkruiper	x	x		3 (l,,j,a,b)	1 (a,b)	3 (a,b*)	3	10
Kwabaal	x	x		3 (j,a,b)	3 (a,b)	3 (a,b*)	1	10
Winde		x		2 (e)	3 (a,b)	3 (a,b*)	2	10
Rheofiel C								
Fint		x		3 (e)	3 (l,,j)	3 (a,b*)	1	10
Eurytoop								
Snoek	x	x		2 (e)	3 (a,b)	2 (a,b)	2	9
Limnofiel								
Meerval	x	x		3 (j)	3 (a,b)	3 (a,b)	2	11
Bittervoorn	x	x		3 (e)	1(a,b)	3 (a,b)	3	10

#) in wateren met kunstmatige oevers (stenen) of substraat met stenen ook eurytoop

e:embryonale fase is het meest gevoelig

l:larvale fase is het meest gevoelig

j:juvenile fase is het meest gevoelig

a:adulte fase is het meest gevoelig

b:bejaarde fase is het meest gevoelig

\*:m.b.t. paai



<b>BIJLAGE 3</b> <b>PASSEERBAARHEID VAN ZACHTE BARRIERES DOOR VISSSEN (%) IN HET RIVIERENGEBIED</b>									
SOORT	stroomafwaarts				stroomopwaarts				lateraal
	type 1	type 2	type 3	type 4	type 1	type 2	type 3	type 4	afgesloten wateren
<b>steur</b>									
juveniel	100	100	90	?	-	-	-	-	-
adult	100	80	0	100	33	0	0	100	-
<b>zalm</b>									
smolt	100	100	95	100	-	-	-	-	-
adult	100	100	75	100	50	60	60	100	-
<b>fint</b>									
larvaal/juveniel	100	100	90	0	-	-	-	0	-
adult	100	100	70	100	33	48	40	100	-
<b>barbeel</b>									
larvaal/juveniel	-	100	95	-	-	-	-	-	100*(inundatie/60) <sup>#</sup>
adult	-	100	80	-	-	60	60	-	-
<b>kopvoorn</b>									
larvaal/juveniel	-	100	95	-	-	-	-	-	-
adult	-	100	80	-	-	60	60	-	-
<b>snoek</b>	-	100	85	-	-	60	60	-	100*(inundatie/365) <sup>*</sup>
<b>bittervoorn</b>	-	100	80	-	-	95	80	-	100*(inundatie/365) <sup>*</sup>
<b>kleine moderkruiper</b>	-	100	60	-	-	95	60	-	100*(inundatie/365) <sup>*</sup>
<b>rivierdonderpad</b>	-	100	60	-	-	100	60	-	100*(inundatie/365) <sup>*</sup>
type 1: spuisluis type 2: scheepvaartsluis + stuw + vistrap type 3: scheepvaartsluis + stuw + waterkrachtcentrale + vistrap type 4: getijdewerking beperkt *: dit is het percentage van een jaar dat een gebied geïnundeerd is #: dit is het percentage van het paaiseizoen dat een gebied geïnundeerd is -: niet van toepassing									



## Bijlage 4: Ecotopen die gebruikt zijn in de rekenregels.

	code	ecotoop	omschrijving
R I V I E R E C O T O P E N S T E L S E L	RZd-1	diepe bedding	zomerbed dieper dan 1,5 m
	Rzo-1	ondiepe grindbedding	zomerbed, ondieper dan 1,5 m
	Rzo-2	ondiepe zandbedding	zomerbed, ondieper dan 1,5 m
	Rzo-3	ondiepe getijdebedding	zomerbed, ondieper dan 1,5 m
	RWn-1	zandige nevengeul	permanent stromend met hoge stromingsdynamiek
	RWn-2	kleiige nevengeul	permanent stromend met lagere stromingsdynamiek
	RWn-3	getijdekreek	enkelzijdig aangekoppeld met getijdestroming
	RWs-1	aangekoppelde strang	oude rivierloop vaak ondieper dan 1,5 m aan 1 zijde met de hoofdstroom verbonden
	RWs-2	afgesloten strang	oude rivierloop vaak ondieper dan 1,5 m
	RWs-5	beekstrang	oude rivierloop vaak ondieper dan 1,5 m
	RWp-1	aangekoppelde zand/grindgat	plas, gemiddeld dieper dan 1,5 m in open verbinding met rivier
	RWp-2	afgesloten zand/grindgat	plas, gemiddeld dieper dan 1,5 m
	RWp-3	klein diep water kolk	plas, gemiddeld dieper dan 1,5 m
	RWp-4	haven	plas, gemiddeld dieper dan 1,5 m
B E N E D E N R I V I E R E C O T O P E N S T E L S E L	Bz-2	zandbedding	zeer diepe zoete getijdewateren dieper dan 5 m
	Bz-3	Slibbedding	zeer diepe zoete getijdewateren dieper dan 5 m
	Bz-6	hard substraat	zeer diepe zoete getijdewateren dieper dan 5 m
	Bd-2	zandbedding	diepe zoete getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Bd-3	Slibbedding	diepe zoete getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Bd-6	hard substraat	diepe zoete getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Bo-2	zandbedding	ondiepe zoete getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Bo-2a	zandbedding met vegetatie	ondiepe zoete getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Bo-3	Slibbedding	ondiepe zoete getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Bo-3a	Slibbedding met vegetatie	ondiepe zoete getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Bo-6	hard substraat	ondiepe zoete getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Ez-2	zandbedding	zeer diepe zoute en brakke getijdewateren dieper dan 5 m
	Ez-3	Slibbedding	zeer diepe zoute en brakke getijdewateren dieper dan 5 m
	Ez-6	hard substraat	zeer diepe zoute en brakke getijdewateren dieper dan 5 m
	Ed-2	zandbedding	diepe zoute en brakke getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Ed-3	Slibbedding	diepe zoute en brakke getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Ed-6	hard substraat	diepe zoute en brakke getijdewateren, 1,5-5 m diep
	Eo-2	zandbedding	ondiepe zoute en brakke getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Eo-3	Slibbedding	ondiepe zoute en brakke getijdewateren ondieper dan 1,5 m
	Eo-4	hard substraat	ondiepe zoute en brakke getijdewateren ondieper dan 1,5 m



## Bijlage 5. Kenmerkende gidssoorten per riviertak

<b>Rheofiel A</b>	Grensmaas	Plassenmaas	Zandmaas	Getijdemaas	Benedenrivierengebied	IJssel	Nederrijn&Lek	Bovenrijn&Waal	schaal
Zalm	»	»	»	»	»	»	»	»	internationaal
Rivierdonderpad	x	x	x	x	x	x	x	x	lokaal
Barbeel									regionaal
Steur				»	»	»			internationaal
Kopvoorn									regionaal
<b>Rheofiel B</b>									
Kleine Modderkruiper									lokaal
<b>Rheofiel C</b>									
Fint									internationaal
<b>Eurytoop</b>									
Snoek									lokaal/regionaal
<b>Limnofiel</b>									
Bittervoorn									lokaal

»: maakt gebruik van riviertak als migratie route

x: is een algemeen voorkomende soort

is een voor de riviertak kenmerkende soort

## Bijlage 6

### Deelnemers aan toetsingssessie Gidsoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: Annex vis

Harry Bussink	IBN/DLO
André Breukelaar	RIZA
Joost Backx	RIZA
Noël Geilen	RIZA
Joep de Leeuw	RIVO/DLO
Erwin Winter	RIVO/DLO
Rob Grift	WU
Leo Nagelkerk	WU
Stefan Semmekrot	RIVM
Bert Zoetemeyer	OVb
Tim Vriese	OVb
Jan Kranenbarg	OVb
Jan Klein Breteler	OVb





**Postadres**

Postbus 433  
3430 AK Nieuwegein  
Nederland

**Bezoekadres**

Buxtehudelaan 1  
Nieuwegein  
Telefoon (030) 605 84 11  
Fax (030) 603 98 74  
e-mail: [binvis@ovb.nl](mailto:binvis@ovb.nl)

