

Praktijkstudie LARCH-vissen

R. Pouwels, S.R. Hensen, J.G.P. Klein Breteler[†] & J. Kranenbarg[‡]

**† OVB
‡ RIZA**

Alterra-rapport 434

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

R. Pouwels, S.R. Hensen, J.G.P. Klein Breteler & J. Kranenbarg, 2002. Praktijkstudie LARCH-vissen. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 434. 64 blz. 25 fig.; 15 tab.; 14 ref.

Voordat modellen en kennissystemen toegepast worden in beleids- en inrichtingsstudies zullen ze getoetst moeten worden. Binnen deze studie is een inhoudelijke toets uitgevoerd met negen gidssoorten (vissen) om na te gaan in hoeverre de module LARCH-vissen geschikt is om de ruimtelijke kwaliteit van aquatische ecosystemen in het Nederlandse riviersystemen te beoordelen. De aannames en parameterinstellingen zijn beoordeeld. Het blijkt dat deze eerste praktijkstudie nuttig is alvorens de module gebruikt wordt binnen concrete studies. De bruikbaarheid van de gidssoorten hangt af van het schaalniveau van het studiegebied.

Trefwoorden: vissen, metapopulaties, ecologische netwerken, kennissysteem, rivierengebied, inrichting, landschap

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €28,35 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 434. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Doelstelling	8
1.3 Deelvragen	8
2 Werkwijze	11
2.1 Expertbijeenkomst	11
2.2 Verzamelen gegevens	11
2.2.1 Ecotoopkaarten	11
2.2.2 Parameters voor vissen	12
2.3 Maken en evalueren habitatkaarten	12
2.4 Berekenen duurzaamheid	13
3 Resultaten	15
3.1 Expertbijeenkomst	15
3.1.1 Indeling vissen in ruimtelijke ecoprofielen	15
3.1.2 Aanpassen werkwijze	18
3.2 Invoergegevens	19
3.2.1 Ecotoopkaarten	19
3.2.2 Parameters	20
3.3 Evaluatie habitatkaarten	20
3.3.1 Kleine modderkruiper	21
3.3.2 Rivierdonderpad	22
3.3.3 Bittervoorn en snoek	22
3.3.4 Kopvoorn en barbeel	23
3.3.5 Steur	27
3.3.6 Zalm	28
3.3.7 Fint	29
3.4 Evaluatie ruimtelijke netwerken	30
3.4.1 Bittervoorn	30
3.4.2 Snoek	33
Conclusies en aanbevelingen	37
Literatuur	39

Bijlagen

1	Bepaling habitat vissen in LARCH	43
2	Ruimtelijke modellering vissoorten in LARCH	45
3	Evaluëren leefgebieden en ecologische netwerken	49
4	Overlappende delen in ecotoopbestanden	51
5	Koppeltabel ecotopen	53
6	a Samengevoegde ecotopenkaart deel a	55
	b Samengevoegde ecotopenkaart deel b	56
	c Samengevoegde ecotopenkaart deel c	57
	d Samengevoegde ecotopenkaart deel d	58
7	a Mate van geschiktheid van ecotopen voor de één-fase vissen	59
	b Mate van geschiktheid van ecotopen voor de meer-fase vissen	60
	c Mate van geschiktheid van ecotopen voor de meer-fase vissen met adulte stadium in zee	61
8	Verzameltabellen habitatgegevens soorten	63

Samenvatting

Bij de inrichting van het riviereengebied wordt veel aandacht besteed aan het behoud en de ontwikkeling van natuur. Hierbij wordt getracht de oorspronkelijke soortenrijkdom te herstellen. Beperkende factoren hierbij zijn het ontbreken van voldoende geschikt leefgebied en de bereikbaarheid van dit leefgebied. De afgelopen jaren is het kennissysteem LARCH ontwikkeld waarmee verschillende inrichtingsvarianten beoordeeld kunnen worden op ruimtelijke kwaliteit van ecosystemen. Het model is vooral gericht op terrestrische ecosystemen. Daarom is in opdracht van Rijkswaterstaat een module opgesteld om ook het aquatische deel van het landschap te kunnen beoordelen. Dit heeft geresulteerd in de module LARCH-vissen.

In de module LARCH-vissen wordt rekening gehouden met de habitatbehoefte en het verspreidingsvermogen van een vissoort tijdens de verschillende stadia van zijn levenscyclus. Voor een negental vissoorten zijn data beschikbaar om analyses uit te voeren. Binnen deze studie is de module LARCH-vissen voor het eerst in een concrete studie toegepast. Hierbij stonden de volgende deelvragen centraal:

- A) In hoeverre zijn de geschikte ecotopen en duurzaamheidsnormen correct?
- B) Moet elk levensstadium geanalyseerd worden bij de bepaling van duurzame habitatnetwerken?
- C) In hoeverre klopt de aanname “effect drift is verwaarloosbaar bij analyse”?

Een nevendoeel is om na te gaan in hoeverre de module geschikt is voor aquatische macrofauna. De resultaten van dit nevendoeel zijn in een apart rapport beschreven.

Met betrekking tot deelvraag A kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Uit de eerste resultaten blijkt dat voor een aantal soorten (kleine modderkruiper en eistadium steur) de geschiktheid van de ecotopen aangepast moesten worden om een beter beeld te genereren van potentieel geschikt leefgebied.
- Het is moeilijk om de duurzaamheidsnormen te beoordelen, aangezien er weinig geschikte data voorhanden zijn over het duurzaam voorkomen van vissoorten. Op basis van huidige verspreidingskaarten wordt aangegeven dat deze normen voorlopig niet aangepast worden.

Met betrekking tot deelvraag B kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

Voor de barbeel en de kopvoorn is het ei en larvaal stadium het beperkende stadium. In de hoofdriever zelf zijn weinig geschikte paaioomstandigheden aanwezig. Deze liggen vooral in Limburg in de zijrivieren. Zolang deze niet in de analyses betrokken worden, zal het ei en larvaal stadium het beperkende stadium blijven.

Het eistadium van de steur is het beperkende stadium in Nederland. Met de invoerbestanden van de huidige situatie worden momenteel geen geschikte leefgebieden gevonden.

Voor de zalm zijn dezelfde ecotopen geschikt voor het ei en larvaal stadium als voor het parr stadium. Aangezien het parr stadium een grotere oppervlaktebehoefte kent (lagere dichtheden per hectare) is dit stadium het beperkende stadium.

Het blijkt dat de leefgebieden van de fint niet beperkend zijn en dat de soort duurzaam in Nederland voor zou kunnen komen. In de huidige situatie is er echter sprake van een barrière tussen het estuarium en de rivieren. Hierdoor kan de soort niet goed migreren. Wanneer de barrière 'weggehaald' wordt, zal de fint volgens de resultaten van het model naar alle waarschijnlijkheid duurzaam in Nederland voor kunnen komen.

Met betrekking tot deelvraag C kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Voor de steur, zalm en fint is de aanname dat geen rekening hoeft gehouden te worden met drift juist. Geschikte leefgebieden voor het ei en larvaal stadium liggen bovenstrooms.
- Voor de barbeel en de kopvoorn is de aanname ook juist. Wanneer kleine zijrivieren in Limburg echter in de analyses meegenomen worden, kan het zijn dat het juveniele stadium beperkend wordt. Aangezien sommige geschikte leefgebieden van dit stadium alleen tegen stroom in bereikt kunnen worden, zou drift in de analyses betrokken moeten worden.

De bruikbaarheid van de verschillende vissoorten als gidsoort is afhankelijk van het schaalniveau van de studie die uitgevoerd wordt. Kleine modderkruiper en rivierdonderpad zijn geschikt voor regionale studies als de invoer verder gedifferentieerd en gedetailleerd wordt. De bittervoorn en snoek zijn geschikt als gidsoort voor regionale en landelijke studies. De kopvoorn en de barbeel zijn ook geschikt voor regionale en landelijke studies, waarbij alleen het ei en larvale stadium geanalyseerd hoeft te worden. De zalm en steur kunnen als gidsoort gebruikt worden voor Europese studies. Waarschijnlijk hoeft alleen het ei stadium van de steur en het parr stadium van de zalm geanalyseerd te worden. De fint is niet geschikt als gidsoort. Er is voldoende leefgebied aanwezig. Bij het opheffen van dammen die getijdenwerking beperken, zal de soort zich kunnen herstellen in de Nederlandse rivieren.

De belangrijkste aanbevelingen zijn:

- Geschiktheid van ecotopen en duurzaamheidsnormen moeten gebaseerd worden op visstanden.
- Voor de barbeel en kopvoorn is het van belang dat zijrivieren in Limburg meegenomen worden in de analyses.
- Weerstand bij dammen, vistrappen en dergelijke zouden in de analyses meegenomen moeten worden om een goed beeld te geven van de duurzaamheid van soorten.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het rivierengebied is afgelopen eeuwen sterk veranderd door ingrepen van de mens voor het waarborgen van veiligheid tegen overstroming en voor de scheepvaart. Zomer- en winterdijken hebben de invloed van de rivier in het omringende gebied drastisch beperkt, en met de aanleg van kribben en stuwen is het karakter van de rivieren ingrijpend veranderd. De waterkwaliteit verslechterde door lozingen van industrieën danig. Gevolg was een sterke afname van de biodiversiteit in de rivieren.

Sinds de jaren '80 is de waterkwaliteit sterk verbeterd. Dit leidde tot enig, maar niet volledig herstel van de oorspronkelijke soortenrijkdom. De beperkende factor wordt nu gezocht in het ontbreken van voldoende geschikt habitat of de bereikbaarheid van geschikt habitat voor duurzame leefgebieden van soorten.

Bij de afdeling Ecologie en Ruimte is het model LARCH¹ (Pouwels 2000, Pouwels *et al.* 2002) ontwikkeld waarmee de ruimtelijke kwaliteit van ecosystemen, oftewel de mogelijkheden voor een grote biodiversiteit, kan worden beoordeeld. Hierbij worden gidssoorten gekozen op grond van drie karakteristieken: type leefgebied (ecosysteem), vermogen om nieuwe leefgebieden te bereiken en gevoeligheid voor versnippering. Deze gidssoorten staan model voor een groot aantal andere soorten die in deze ecosystemen leven. Het model is momenteel met name gericht op enkele terrestrische soortgroepen (vogels, zoogdieren, amfibieën & reptielen).

Rijkswaterstaat maakt bij inrichtingsvraagstukken in het rivierengebied gebruik van ecologische netwerkanalyses; zowel bij het opstellen van inrichtingsplannen, het beoordelen van verschillende varianten voor een ontwerp als bij het optimaliseren van een ontwerp. Er bestaat de behoefte om behalve het terrestrische deel ook het aquatische deel van het landschap te beoordelen op mogelijkheden voor een hoge biodiversiteit.

In 2000 is in opdracht van het RIZA een module voor LARCH ontwikkeld om de potentie van een rivier voor het voorkomen van duurzame vispopulaties te bepalen: LARCH-vissen (Pouwels en Hensen 2000). In deze module wordt rekening gehouden met de habitatbehoefte en verspreidingsvermogen van een vissoort tijdens de verschillende stadia in zijn levenscyclus. De OVB (Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) heeft van een negental versnipperingsgevoelige vissoorten relevante soortkennis verzameld om het model te vullen met de benodigde parameters (Klein Breteler en Kranenbarg 2000). Het RIZA heeft de beschikking over ecotoopkaarten van het rivierengebied die als input kunnen dienen voor dit model.

¹ LARCH staat voor Landscape ecological Analysis and Rules for the Configuration of Habitat

1.2 Doelstelling

De module is nog niet in concrete situaties toegepast of getest. Onbekend is of de gedane aannames in het model juist zijn, hoe het model in een studie werkt en of bepaalde stappen in het model overbodig zijn of verbeterd kunnen worden. Daarbij is ook onbekend in hoeverre de methodiek bruikbaar is voor andere aquatische soorten. Doel van dit voorstel is deze vragen te beantwoorden aan de hand van een praktijktoets van de module “LARCH-vissen”.

1.3 Deelvragen

De praktijkstudie is met name ingaan op de volgende vier vragen:

A) In hoeverre zijn de geschikte ecotopen en duurzaamheidsnormen correct?

Bij de analyse van soorten worden de ecologische netwerken geëvalueerd met normen voor de duurzaamheid. Deze zijn momenteel gebaseerd op literatuur- en expertkennis. De resultaten van de duurzaamheidsanalyses zullen door de experts gecontroleerd worden. Nagegaan wordt of er duurzame populaties voorkomen in de verwachte gebieden en / of riviertakken.

B) Moet elk levensstadium geanalyseerd worden bij de bepaling van duurzame habitatnetwerken?

De module LARCH-vissen is opgebouwd uit verschillende stappen, waarbij bij elke stap de relatie wordt gelegd tussen het habitat van twee verschillende levensstadia van een vissoort (bijvoorbeeld habitat van juveniele en adulte stadium). Onbekend is wat het relatieve belang is van de verschillende ‘habitat’-relaties voor de bepaling van de ecologische netwerken van vissen. Welke relatie is beperkend (bijvoorbeeld het bereiken van habitat van het adulte stadium door juvenielen) en welke relatie is onbelangrijk bij het model en de beschikbare inputkaart (bijvoorbeeld wanneer habitat van ei- en opgroei stadium grotendeels in hetzelfde ecotoop vallen). Met andere woorden: kunnen bepaalde levensstadia in de analyse buiten beschouwing worden gelaten?

C) In hoeverre klopt de aanname “effect drift is verwaarloosbaar bij analyse”?

Een belangrijke aanname die gedaan is, is dat het effect van drift in de rivier een verwaarloosbaar effect heeft op de netwerkanalyse van vissen. Drift met de stroom is een onderdeel van de levensstrategie van veel typische riviervissen en speelt een rol in de verspreiding van (met name) larvale vissen. De vissen van dit levensstadium zijn nog niet volgroeid waardoor ze niet in staat zijn stroomopwaarts te zwemmen. Stroomafwaarts kunnen ze grote afstanden afleggen. In het model is momenteel aangenomen dat drift niet hoeft te worden gemodelleerd aangezien de geschikte ecotopen voor juveniele vissen meestal benedenstrooms van de paaiplekken liggen. Dit is nog niet getoetst.

D) Zijn onderdelen van methodiek van LARCH-vissen geschikt voor de modellering van andere aquatische soorten?

Onderzocht zal worden of macrofaunasoorten gevoelig zijn voor versnippering van habitat. Indien dat zo is, zal de benodigde ecologische kennis worden verzameld om een ecologische netwerkanalyse uit te kunnen voeren en operationeel worden gemaakt in LARCH. Onderdelen van de methodiek die gebruikt is voor LARCH-vissen kunnen geschikt zijn voor de modellering van de netwerken van macrofaunasoorten van het rivierengebied. Uitwisseling van kennis van en ervaring met LARCH-vissen enerzijds en de kennis van de ecologie van aquatische macrofauna anderzijds hebben bij vervolgstappen een grote meerwaarde.

2 Werkwijze

De praktijktest van vissen is opgedeeld in 4 stappen:

- . expertbijeenkomst
- . verzamelen gegevens
- . maken en evalueren habitatkaarten
- . berekenen en evalueren duurzaamheid

Deze werkwijze staat los van de (deel)vraag of macrofaunasoorten op een vergelijkbare wijze geanalyseerd kunnen worden. Deze vraag is dan ook apart onderzocht en de resultaten hiervan zullen in ander rapport beschreven worden (Elbersen-van der Straten en Higler in prep.).

2.1 Expertbijeenkomst

Aan het begin van de praktijktest is een expertbijeenkomst geweest. In deze bijeenkomst zijn de gegevens van de OVB (Klein Breteler en Kranenbarg 2000) naast de methodiek van de module LARCH-vissen (Pouwels en Hensen 2000) gelegd. Het doel van de expertbijeenkomst is om op basis van de gegevens in te schatten welke resultaten verwacht kunnen worden. Met deze verwachtingen is de werkwijze aangescherpt. Als eerste zullen de ecotoopkaarten omgezet worden in kaarten van het vishabitat. Op basis van deze habitatkaarten zal worden beslist voor welke soorten een netwerkanalyse en een duurzaamheidsanalyse uitgevoerd moeten worden.

2.2 Verzamelen gegevens

De module LARCH-vissen heeft een ecotoopbestand nodig en parameters voor de verschillende vissoorten.

2.2.1 Ecotoopkaarten

In de praktijkstudie is gebruik gemaakt van twee door het RIZA gemaakte ecotoopbestanden die de huidige situatie weergegeven. Deze bestanden bestaan uit verschillende polygonen. Per polygoon is aangegeven wat het ecotooptype is, volgens de RES- en BES-systematiek (Rademakers en Wolfert 1994, Maas 1998). Om beide bestanden geschikt te maken voor de invoer zijn drie voorbewerkingen uitgevoerd:

1. omzetten niet standaard ecotooptypen
2. verwijderen overlap polygonen
3. samenvoegen bestanden tot één bestand

ad 1

Het invoerbestand volgens de BES-systematiek bevatte enkele codes die niet overeenkwamen met de standaard systematiek. Op basis van expertkennis en de

omschrijvingen zijn deze ecotopen omgezet in een ecotoop van de standaard systematiek.

ad 2

In het overgangsgebied van beide bestanden zijn een aantal polygonen die elkaar overlappen. Deze overlappende polygonen of delen zijn uit het RES-bestand verwijderd.

ad 3

Beide bestanden zijn met behulp van ArcView (ESRI 1996) samengevoegd tot één bestand.

2.2.2 Parameters voor vissen

Voor 9 vissoorten wordt in Klein Breteler en Kranenbarg (2000) aangegeven welke ecotopen geschikt zijn als habitat en wat de ruimtelijke parameters zijn. Per soort is tevens aangegeven welke habitateisen de soort naast een bepaald ecotoop stelt. Dit kunnen bijvoorbeeld stroomsnelheid en grindgrootte zijn. Voor elke soort is op basis van expertkennis aangegeven in welke mate de ecotopen voldoen de andere habitateisen. Dit bepaald de mate van geschiktheid van de verschillende ecotopen voor een soort.

De ruimtelijke parameters zijn bijna allemaal exact overgenomen uit de beschrijvingen van Klein Breteler en Kranenbarg (2000).

2.3 Maken en evalueren habitatkaarten

De parameters van de vissen zijn in de database van het kennissysteem LARCH ingebracht. Hierdoor is het mogelijk om de ecotoopkaart om te zetten in habitatkaarten voor de verschillende (stadia van) vissen. Zie bijlage 1 voor de methodiek.

De habitatkaarten kunnen een eerste indruk geven van het antwoord op deelvraag b: welke levensstadia kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Uit de habitatkaarten kan blijken dat sommige stadia niet versnipperingsgevoelig zijn, doordat er altijd voldoende habitat aanwezig is of doordat het habitat van de soort voorkomt in één groot aaneengesloten gebied.

De habitatkaarten kunnen ook gebruikt worden om antwoord te geven op deelvraag c: in hoeverre is drift van belang bij het modelleren van soorten. Dit wordt gedaan door de habitatkaarten van de verschillende stadia naast elkaar te leggen. Dan wordt bepaald welke stadia gebruik maken van drift bij de verspreiding. Als blijkt dat het merendeel van de habitatplekken van een volgende stadium inderdaad stroomafwaarts liggen dan klopt de aanname dat drift niet in de analyses betrokken hoeft te worden.

2.4 Berekenen duurzaamheid

Naar aanleiding van de habitatkaarten is besloten dat van enkele soorten de duurzaamheid berekend zal worden volgens de ruimtelijke modellering in Pouwels en Hensen (2000). Deze is in bijlage 2 beschreven. Op basis van deze duurzaamheid kan voor elke soort nagegaan worden welke stadia beperkend zijn in een bepaald gebied en of de soort op een ecologisch verantwoorde wijze geanalyseerd kan worden met de huidige module (deelvraag b). Tevens kan nagegaan worden in hoeverre de gebruikte duurzaamheidsnormen correct zijn (deelvraag a).

3 Resultaten

3.1 Expertbijeenkomst

3.1.1 Indeling vissen in ruimtelijke ecoprofielen

In Klein Breteler en Kranenburg 2000 wordt voor een negental versnipperingsgevoelige vissoorten de benodigde parameters gegeven om het model mee te vullen. Het betreft: zalm, barbeel, rivierdonderpad, steur, kopvoorn, kleine modderkruiper, fint, snoek en bittervoorn. Deze vissen kunnen t.b.v. de module LARCH-vissen ingedeeld worden in drie categorieën, namelijk de één-fase vis, de meer-fase zoetwatervis en de meer-fase vis met adulte stadium in de zee. Deze indeling kan globaal omschreven worden als respectievelijk standvissen (eurytopen en limnofielen), partieel en obligaat rheofielen en anadromen. Bij de analyses is de aanname gedaan dat trekvisser niet versnipperingsgevoelig zijn, omdat het beleid in de toekomst erop gericht zal zijn om barrières als stuwen en degelijke open te zetten of middels visatrappen het barrière-effect op te heffen. Waarschijnlijk zal er altijd een effect zijn van verminderde doorlaatbaarheid. Daarnaast kunnen waterkrachtcentrales extra sterfte veroorzaken onder migrerende soorten.

Voor alle vissen zijn de duurzaamheidsnormen gelijk gesteld. In Klein Breteler en Kranenburg (2000) worden twee duurzaamheidsnormen gegeven: aantal RE in een sleutelgebied is 100, aantal RE in een MVP is 1000. Op basis van deze gegevens zijn de normen voor type leefgebied en duurzaamheidsnormen per type netwerk voor vissen in LARCH vastgesteld (tabel 3.1). Zie bijlage 3 voor een korte uitleg van type leefgebied en duurzaamheidsnormen in LARCH (Pouwels 2000).

Tabel 3.1 Normen voor type leefgebied en duurzaamheidsnormen voor vissen weergegeven in aantal reproductie-eenheden² (RE).

	leefgebied		netwerk			
	klein leefgebied	sleutelgebied	MVP	met MVP	met sleutelgebied	zonder MVP en sleutelgebied
vissen	1	100	1000	1000	1500	2000

Voor de eerste analyses zijn voor alle soorten de lokale fusieafstanden³ gewijzigd. In Klein Breteler en Kranenburg (2000) wordt per soort een soortspecifieke afstand gegeven. Deze afstanden zijn allen gewijzigd in 1 meter, zodat alleen aaneengesloten habitatplekken tot één leefgebied worden gerekend. Een nadeel van deze aanname kan zijn dat er veel lokale leefgebieden ontstaan, waardoor de ruimtelijke analyse veel tijd vergt.

² In LARCH wordt de geschiktheid uitgedrukt in het maximale aantal 'reproductieve eenheden' – meestal paren – dat in een bepaald ecotoop per oppervlakte eenheid kan leven. Elke populatie in een leefgebied heeft een theoretisch maximum. Dat maximum is voor te stellen als een plafond in de populatieomvang. Een veel gebruikte aanduiding van dit begrip is 'de draagkracht'.

³ De lokale fusieafstand is gebaseerd op de afstanden die bij het dagelijkse bewegingen overbrugd worden.

Bij het bepalen van de ecologische netwerken wordt nagegaan in hoeverre een soort in staat is nieuwe habitatplekken te bereiken. Voor één-fase vissen wordt dit gedaan door na te gaan of verschillende habitatplekken binnen een overbrugbare afstand van elkaar liggen (de netwerkastand⁴). Voor meer-fase vissen zal nagegaan worden in hoeverre een cyclus van de verschillende stadia doorlopen kan worden (zie bijlage 2). Doordat steur, zalm en fint vaak grote afstanden moeten afleggen middels drift in het larvale stadium en / of actieve dispersie in het adulte stadium zijn habitatnetwerken doorgaans groot. Het kan zijn dat uit de habitatkaarten blijkt dat het habitat van één levensstadium van een soort beperkend is voor het voltooiën van de levenscyclus. Het habitat van de andere stadia is meer dan toereikend aanwezig. In dat geval kan aangenomen worden dat alle leefgebieden van deze soorten tot één ecologisch netwerk behoren. Het is dan niet nodig om na te gaan welke netwerken gevormd worden. Al de verschillende habitatplekken mogen tot één netwerk samengevoegd worden en het beperkende stadium bepaald de mate van duurzaamheid. Wanneer blijkt dat er meerdere beperkende stadia zijn, zal nagegaan moeten worden in hoeverre habitatplekken van het ene stadium bereikbaar zijn vanuit habitatplekken van het voorgaande stadium. De kopvoorn en de barbeel zijn beperkt in hun actieve dispersie. Paaiplekken zullen daarom binnen een straal van 20 km van adult leefgebied moeten liggen (tabel 3.3).

Eén-fase vissen

De kleine modderkruiper, rivierdonderpad, bittervoorn en snoek behoren tot de groep één-fase vissen. De soortspecifieke ruimtelijke parameters zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ruimtelijke gegevens voor één-fase vissen (gebaseerd op Klein Breteler en Kranenbarg 2000). In de laatste kolom staat aangegeven hoeveel m² habitat nodig is om 1 reproductieve eenheid te kunnen herbergen.

	netwerkastand (m)	lokale fusie (m)	1 RE habitat (m ²)
kleine modderkruiper	1500	1	2
rivierdonderpad	1500	1	3
bittervoorn	5000	1	25
snoek	10000	1	500

Meer-fase zoetwater vissen (met drift)

De kopvoorn en barbeel behoren tot de groep meer-fase zoetwatervissen. Beide soorten kennen larvale drift. Voor beide soorten wordt nagegaan of juveniel habitat inderdaad altijd stroomafwaarts ligt ten opzichte van het larvale habitat. De soortspecifieke ruimtelijke parameters zijn weergegeven in tabel 3.3.

⁴ De netwerkastand is de afstand die 80% van vissen zal overbruggen om van de ene naar de andere plek te komen, als ze op zoek zijn naar een nieuwe habitatplek.

Tabel 3.3 Ruimtelijke gegevens voor meer-fase zoetwatervissen (gebaseerd op Klein Breteler en Kranenbarg 2000). In de laatste kolom staat aangegeven hoeveel m² habitat nodig is om 1 reproductieve eenheid in stand te kunnen houden. Voor de larvale en juveniele stadia is hierbij rekening gehouden met sterfte. Habitatplekken, die voldoen aan de grootte in de laatste kolom, zullen met een gemiddelde sterfte resulteren in één RE in het adulte stadium. De kolom stadium geeft het nummer van het stadium weer dat ook gebruikt wordt in bijlage 8.

	stadium	netwerkafstand (km)	lokale fusie (m)	1 RE habitat (m ²)
kopvoorn larvaal	1	50	1	25
kopvoorn juveniel	2	1	1	60
kopvoorn adult	3	20	1	1000
barbeel larvaal	1	150	1	19
barbeel juveniel	2	5	1	45
barbeel adult	3	20	1	1000

Meer-fase vissen met adulte stadium op zee

De steur, zalm en fint behoren tot de groep meer-fase vissen met een adult stadium op zee en voortplanting in zoet water (diadroom). Doordat al deze vissen een adult stadium kennen met een grote voortplantingsmigratie en ervan uitgegaan wordt dat er geen barrières in de vorm van stuwen en sluizen aanwezig zijn, lijkt het erop dat adulten altijd bovenstroomse paaigebieden zullen bereiken. Het lijkt daarom niet nodig om het adulte stadium door te rekenen. Er is altijd voldoende habitat aanwezig (de zee) en adulten bereiken altijd habitatplekken van het volgende stadium. Tevens zijn de juvenielen altijd in staat om vanuit elke habitatplek de zee te bereiken. De soortspecifieke ruimtelijke parameters zijn weergegeven in tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ruimtelijke gegevens voor meer-fase vissen met adulte stadium op zee (gebaseerd op Klein Breteler en Kranenbarg 2000). In de laatste kolom staat aangegeven hoeveel m² habitat nodig is om 1 reproductieve eenheid in stand te kunnen houden. Voor het ei, embryonaal, larvaal, parr en juveniel stadium is hierbij rekening gehouden met sterfte. Habitatplekken, die voldoen aan de grootte in de laatste kolom, zullen met een gemiddelde sterfte resulteren in één RE in het adult stadium. De kolom stadium geeft het nummer van het stadium weer dat ook gebruikt wordt in bijlage 8.

	stadium	netwerkafstand (km)	lokale fusie (m)	1 RE habitat (m ²)
steur ei	1	0.001	1	350
steur larvaal	2	400	1	3750
steur juveniel	3	400	1	63750
zalm larvaal	1	0.001 ⁵	1	41
zalm parr	2	50	1	56
fint ei	1	200	1	10
fint embryonaal	2	200	1	150
fint larvaal / juveniel	3	50	1	500
fint adult	4	200 ⁶	1	500

⁵ Deze afstand is aangepast tot 1 meter omdat de netwerkafstand niet kleiner mag zijn dan de lokale fusieafstand.

⁶ de afstand die naar de paaigronden wordt afgelegd is minimaal 50 km. Paaigronden die binnen een straal van 50 km vanuit de zee liggen zijn niet geschikt als habitat, aangezien drift ervoor zorgt dat de vis in een te vroeg stadium het zoute water zal bereiken en zal sterven (Klein Breteler en Kranenbarg 2000).

3.1.2 Aanpassen werkwijze

Eén-fase vissen

Er worden weinig problemen verwacht met de analyse. Op basis van de habitatkaart kan nagegaan worden in hoeverre het zinvol is om een ruimtelijke analyse uit te voeren.

Meer-fase zoetwatervissen

In eerste instantie worden alleen habitatkaarten gemaakt. Op basis van deze kaarten kan nagegaan worden welk stadium beperkend zal zijn. Mogelijk dat één beperkend stadium bepalend is voor het voorkomen van de soort. Per soort wordt nagegaan in hoeverre een ruimtelijke analyse over meerdere stadia substantiële verschillen met zich meebrengt in het resultaat.

Meer-fase vissen met adulte stadium in zee

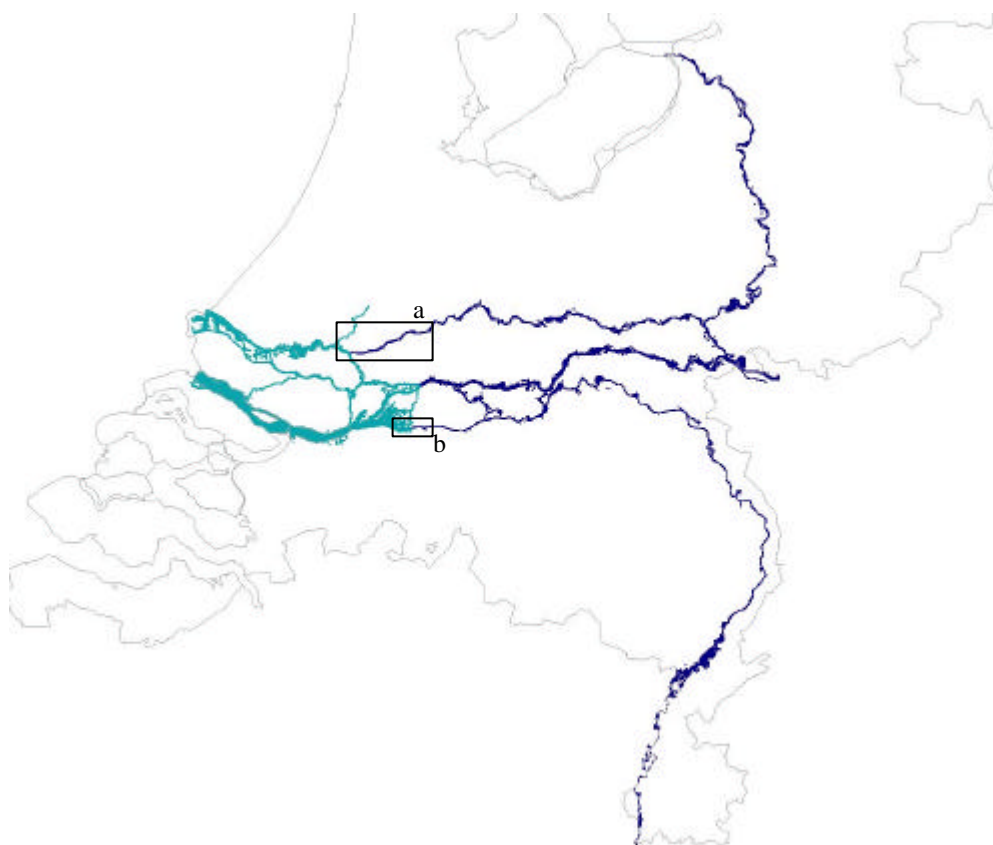
Door de aanname dat er geen barrières in de rivier aanwezig zijn, kunnen de steur en de zalm vrij de rivier optrekken en mag aangenomen worden dat alle mogelijke paaigronden worden bereikt. Het kan zijn dat de paaigronden buiten Nederland te vinden zijn, waardoor er geen goede netwerkanalyse mogelijk is voor de steur en de zalm. Wanneer ecologische netwerken op Europees niveau worden geanalyseerd is het mogelijk om deze soorten als gidssoort mee te nemen voor de beoordeling van aquatische ecotopen.

Bij de fint kunnen naar alle waarschijnlijkheid habitatplekken van opeenvolgende stadia bereikt worden vanuit de voorgaande stadia. Voor de verschillende stadia moet nagegaan worden welk stadium beperkend is. Dit stadium is bepalend voor de duurzaamheid van de soort. Wel dient nagegaan te worden of de habitatplekken van opeenvolgende stadia steeds stroomafwaarts te vinden zijn in verband met drift. Het feit dat adulte finten minimaal 50 km stroomopwaarts moeten zwemmen, zal handmatig of aan de hand van stromingspatronen aangepast moeten worden. Uit de habitatkaart van het ei stadium zal blijken in hoeverre dit nodig is. Een mogelijke oplossing is om het BES als niet geschikt aan te merken, zodat alleen habitatplekken met RES-ecotopen geschikt zijn. Hierdoor zullen alleen habitatplekken te vinden die enkele 10-tallen kilometers van zee verwijderd liggen.

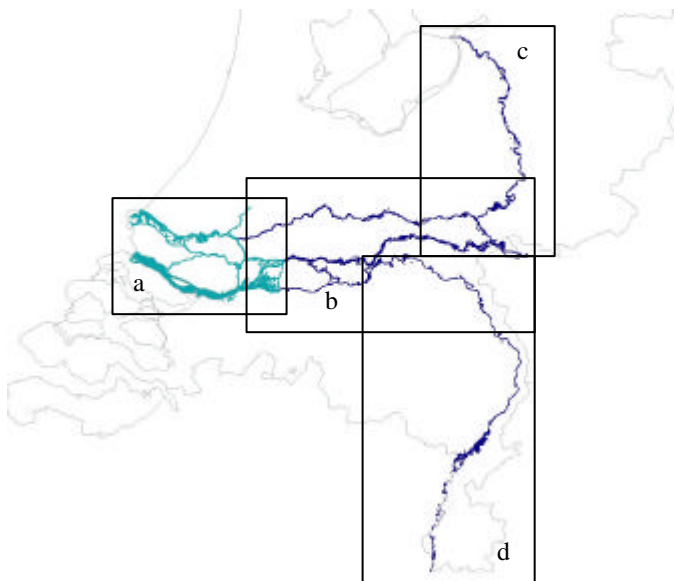
3.2 Invoergegevens

3.2.1 Ecotoopkaarten

De ecotoopkaarten van het RES en BES zijn samengevoegd (figuur 3.1). Bij de aansluiting van de twee kaarten blijken enkele polygonen of delen van polygonen te overlappen (figuur 3.1). In bijlage 4 worden deze gebieden nauwkeuriger weergegeven. Deze overlappende delen zijn uit het RES geknipt en behouden zodoende de ecotopen, zoals ze in het BES zijn toegekend. Tevens zijn ecotopen die niet volgens de standaard systematiek zijn gecodeerd met een koppeltabel (bijlage 5) omgezet naar standaard ecotopen. Dit heeft geresulteerd in een ecotoopkaart voor de waterecotopen van de grote rivieren in Nederland. In bijlage 6 worden deze voor de verschillende delen van Nederland weergegeven (figuur 3.2). Deze ecotoopkaart dient als input voor de habitatmodellering van LARCH.



Figuur 3.1 Overlap tussen de ecotoopkaart met ecotopen volgens de RES-systematiek en de ecotoopkaart met ecotopen volgens de BES-systematiek. Het RES-ecotopenstelsel is in lichtblauw weergegeven en het BES-ecotopenstelsel in donkerblauw. In blok a is er een overlap van ongeveer 20 km lengte en in blok b een overlap van ruim 1 km lengte.



Figuur 3.2 Eindresultaat van de samenvoeging van de ecotoopkaarten. In bijlage 6 worden de verschillende delen weergegeven (letters komen overeen met de bijlage 6a-d).

3.2.2 Parameters

De parameters voor de ruimtelijke modellering met LARCH zijn beschreven in paragraaf 3.1. Op basis van expertinschatting is per vis, per stadium en per ecotoop een mate van geschiktheid aangegeven. Deze parameters, voor de habitatmodellering van LARCH, worden in bijlage 7 weergegeven.

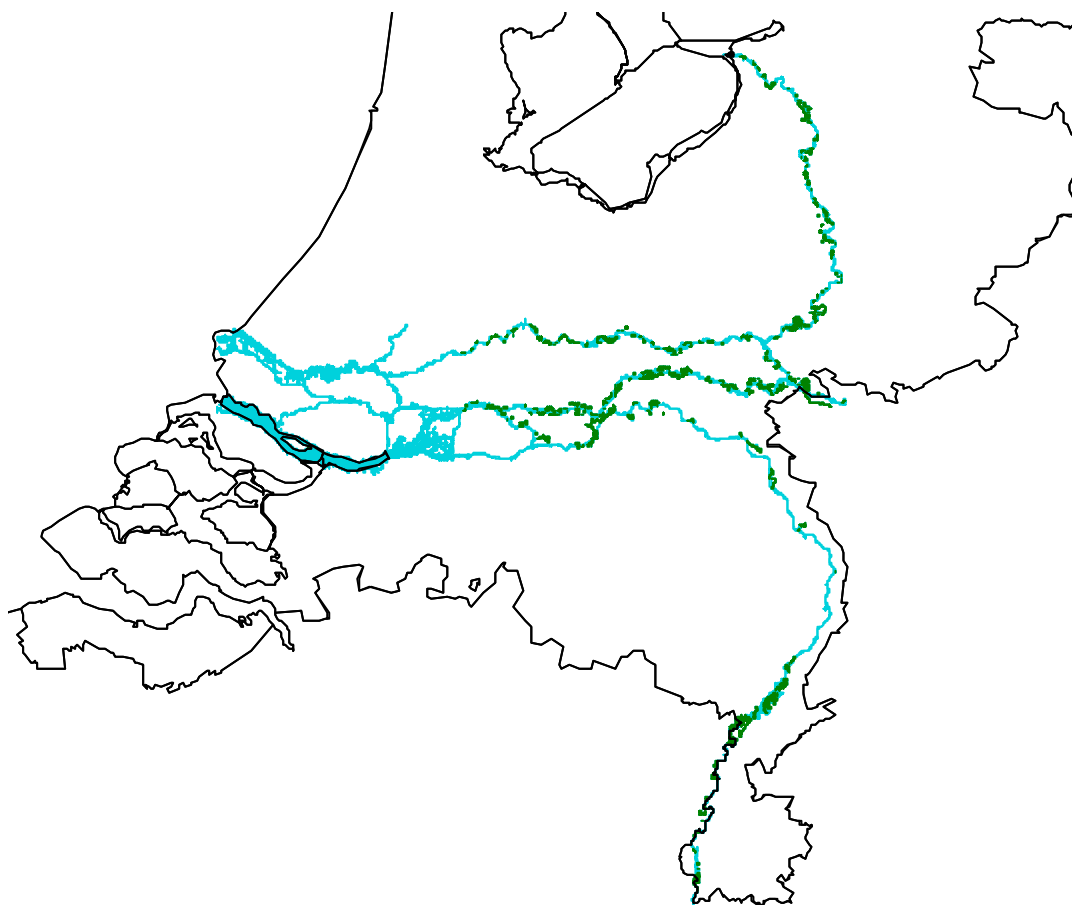
3.3 Evaluatie habitatkaarten

Voor al de soorten en stadia zijn habitatkaarten gemaakt. De data die achter deze habitatkaarten liggen zijn samengevat in bijlage 8. Het betreft data over het totaal aantal reproductieve eenheden in de grote rivieren, het aantal hectare geschikt habitat en het aantal en type leefgebieden. Op basis van deze data en de kaarten is per soort en stadium een indicatie gegeven van de te verwachten duurzaamheid. Deze data zijn verkregen alvorens polygonen zijn samengevoegd tot lokale leefgebieden. Dit heeft tot gevolg dat de inschatting nu lager zal zijn; het resultaat kan alleen beter worden door het samenvoegen.

Voor het eistadium van de steur en de kleine modderkruiper is de geschiktheid van enkele ecotopen aangepast om een beter beeld te krijgen van de potentieel geschikt leefgebied. De gepresenteerde kaarten en bijlagen hebben betrekking op de nieuwe instellingen.

3.3.1 Kleine modderkruiper

Het habitat van de kleine modderkruiper ligt verspreid in Nederland. Door de kleine oppervlaktebehoefte voldoen de meeste lokale leefgebieden aan de norm van een sleutelgebied of zelfs aan de norm van een MVP (bijlage 8). Hierdoor zullen bijna alle netwerken sterk duurzaam zijn en bij variatie in beleidsscenario's ook sterk duurzaam blijven. Het is een soort die met name geanalyseerd moet worden op een regionale schaal. In grotere wateren wordt het voorkomen beperkt tot de oeverzones. De soort wordt vaker teruggevonden in sloten dan in rivieren (de Nie 1996). Het is niet duidelijk in welke mate dit beïnvloedt wordt door de verschillende bemonsteringsmethoden in de genoemde wateren. Daar kunnen de ecotopen nauwkeuriger aangegeven worden en kunnen verschillende netwerken gevormd worden, met een verschil in duurzaamheid.



Figuur 3.3 Habitatkaart van de kleine modderkruiper.

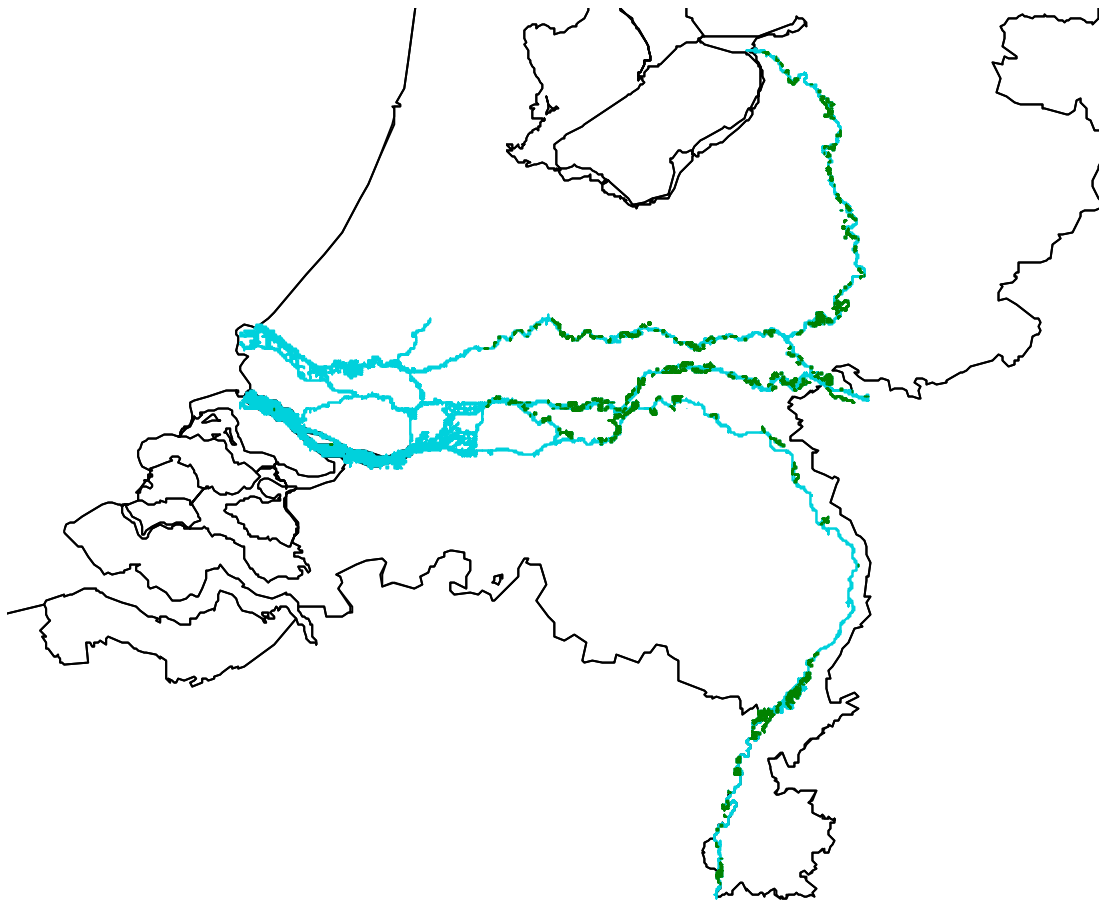
3.3.2 Rivierdonderpad

De rivierdonderpad kan in de hele rivier voorkomen. De soort heeft daar schuilplaatsen nodig zoals stenen, boomstronken en dergelijke (de Nie 1996). In de huidige invoerbestanden wordt hier geen onderscheid in gemaakt, waardoor één netwerk ontstaat. Het gebruik van deze soort binnen LARCH lijkt niet verstandig wanneer gebruik gemaakt wordt van vergelijkbare invoerbestanden. Wanneer er meer onderscheid gemaakt wordt in met name diepe en ondiepe wateren, waardoor de habitats gedetailleerder worden aangegeven, is het mogelijk dat de soort functioneel is voor analyses met LARCH. Dit zal met de nieuwe invoer opnieuw getest moeten worden.

3.3.3 Bittervoorn en snoek

De mate van geschiktheid van de verschillende ecotopen zijn voor de snoek en de bittervoorn gelijk (bijlage 7a). De habitatkaarten van beide soorten zijn daardoor gelijk. Het habitat van beide soorten ligt niet in de hoofdgeul zelf, maar in allerlei ecotopen die grenzen aan de hoofdgeul, zoals plassen, kleine rivieren, geïsoleerde uiterwaardwateren (de Nie 1996, Grift 2001, zie ook bijlage 7a). Aangezien de snoek een grotere oppervlaktebehoefte kent en een grotere dispersiecapaciteit zullen de netwerken en de mate van duurzaamheid verschillen tussen de soorten.

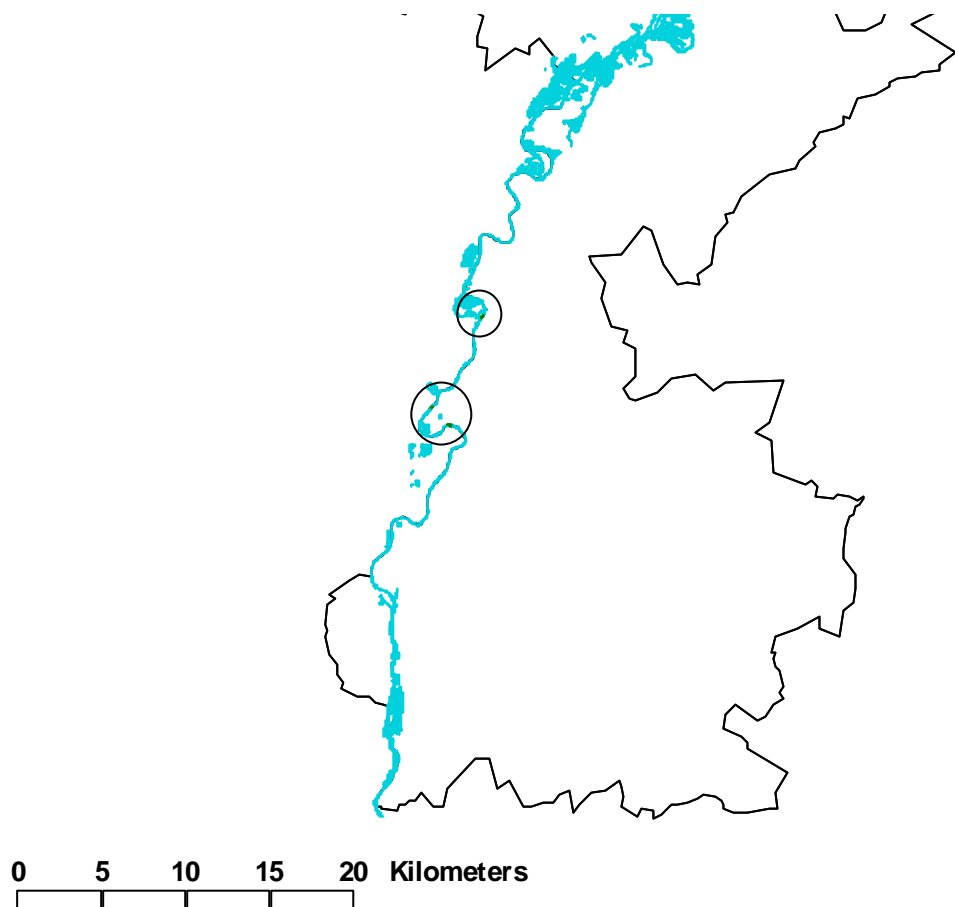
Het habitat van de bittervoorn en de snoek ligt verspreid door heel Nederland (figuur 3.4). Uit bijlage 8 blijkt dat beide soorten verschillende geschikte leefgebieden hebben in het studiegebied. Door de geringe dispersiecapaciteit zullen meerdere ecologische netwerken gevormd worden met een verschillende mate van duurzaamheid. Voor beide soorten zal een duurzaamheidsanalyse uitgevoerd moeten worden om na te gaan waar sterk duurzame netwerken liggen en waar niet duurzame netwerken liggen.



Figuur 3.4 Habitatkaart van de bittervoorn en de snoek.

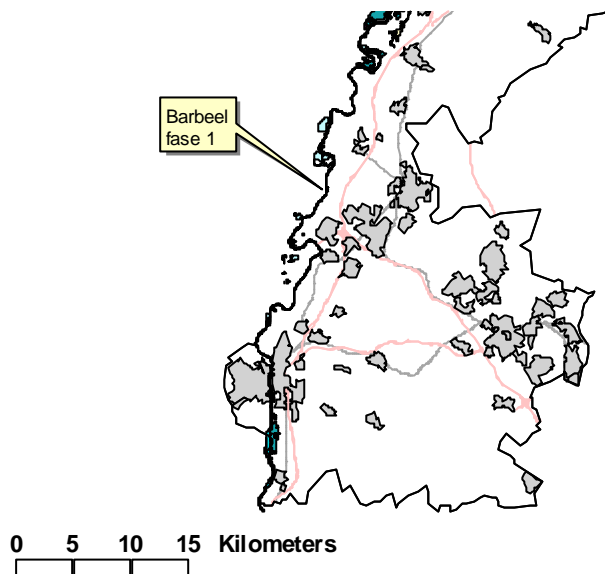
3.3.4 Kopvoorn en barbeel

Het larvale stadium van de kopvoorn komt alleen in Limburg voor (figuur 3.5). Uit bijlage 8 blijkt dat dit stadium niet duurzaam zal zijn. Er is te weinig geschikt habitat. Wanneer er voor dit stadium bij inrichting niet structureel meer habitat gecreëerd wordt, is de soort als geheel niet bruikbaar voor analyses. Het blijkt dat deze soort echter regelmatig in Limburg wordt teruggevonden (Crombaghs *et al.* 2000). Een reden hiervoor is dat de geschikte paaioomstandigheden (habitat in het ei stadium) meestal aanwezig zijn in kleinere zijrivieren en niet de hoofdriever zelf (de Nie 1996, Crombaghs *et al.* 2000). Wil het ei en larvaal stadium op een juiste wijze in de analyse betrokken worden, dan zullen er geschikte invoerbestanden voorhanden moeten zijn met deze zijrivieren.



Figuur 3.5 Habitatkaart van het ei en larvale stadium van de kopvoorn. De cirkels geven aan waar het habitat zich bevindt in Nederland.

De barbeel is vergelijkbaar met de kopvoorn. Een verschil is dat de barbeel hogere eisen stelt aan zijn habitat dan de kopvoorn (de Nie 1996, Crombaghs *et al.* 2000). In het ei en larvale stadium is het habitat nog meer beperkend dan van de kopvoorn (figuur 3.6). Toch wordt de soort regelmatig teruggevonden in de Maas (Crombaghs *et al.* 2000). Net als de kopvoorn liggen de meeste paaigronden in beken en kleine zijrivieren (de Nie 1996, Crombaghs *et al.* 2000). Aangezien deze niet in de analyse betrokken zijn, kan alleen een indicatie gegeven worden over de duurzaamheid van de barbeel in de rivier zelf. Uit bijlage 8 blijkt dat dit stadium niet duurzaam zal zijn. Er is te weinig geschikt habitat.

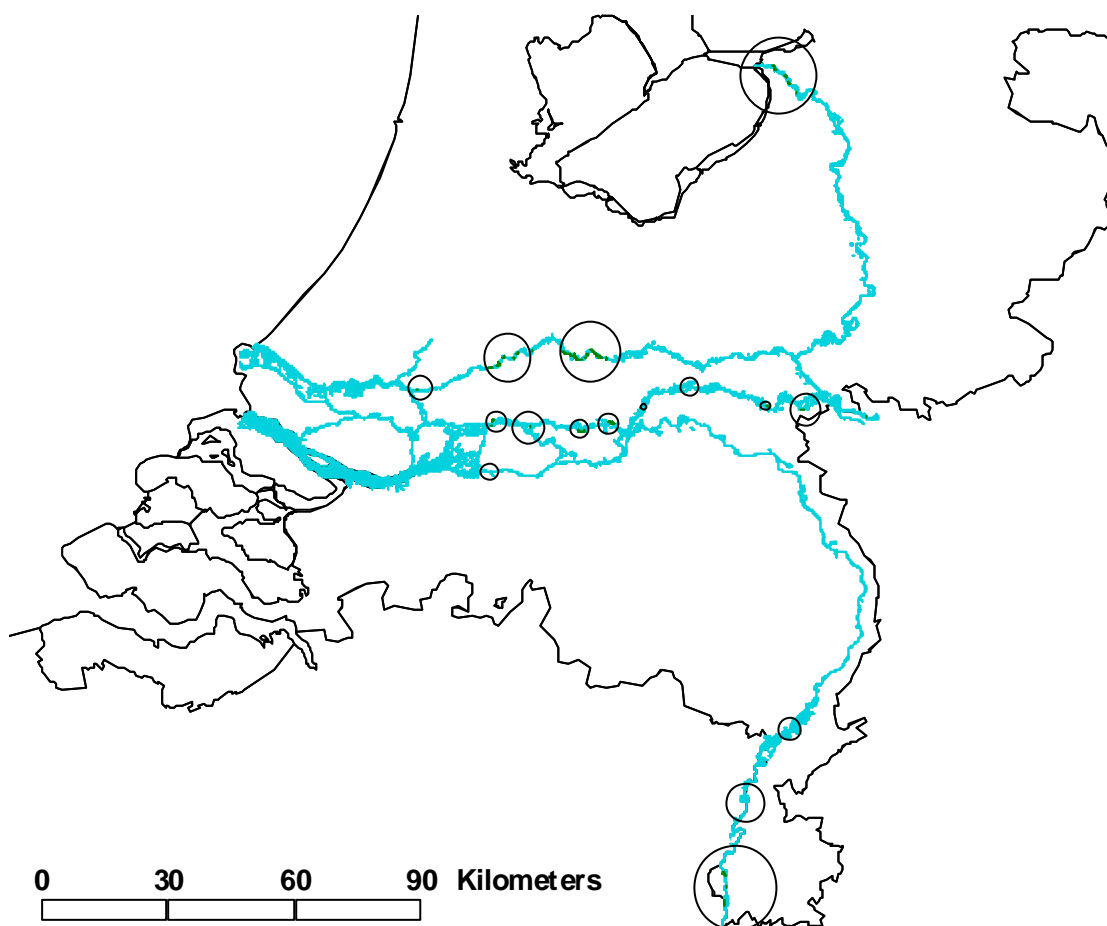


Figuur 3.6 Habitatkaart van het ei en larvale stadium van de barbeel

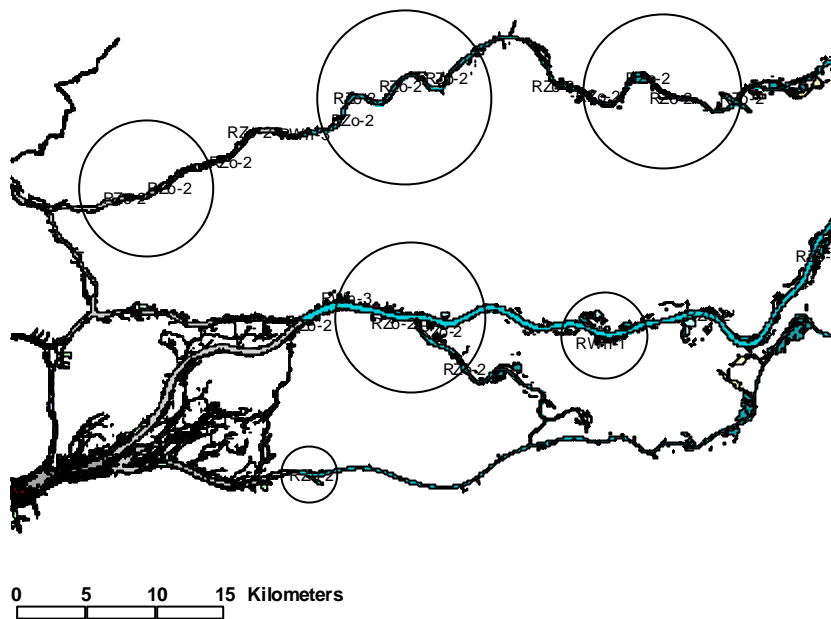
Het habitat van het juveniele en het adulte stadium de kopvoorn en de barbeel zijn gelijk (figuur 3.7). Alleen de aantallen die er voor kunnen komen zijn in het juveniele stadium hoger en in het adulte stadium lager (bijlage 8). Het juveniele stadium van de kopvoorn en de barbeel is ook versnipperingsgevoelig (figuur 3.7). In Nederland is echter voldoende habitat aanwezig om een duurzame populatie te herbergen (bijlage 8).

Het blijkt dat het habitat in het larvale stadium alleen in de Maas voorkomt, terwijl het overgrote deel van het habitat in het juveniele stadium in de Rijn en de Waal ligt (figuur 3.8). Dit habitat is vanuit de Maas onbereikbaar als de vissen alleen van drift afhankelijk zijn. Echter, de aanname drift is niet belangrijk voor de analyse is momenteel nog aannemelijk, omdat het larvale stadium het meest beperkend is en er nog voldoende juveniele habitatplekken te bereiken zijn vanuit deze larvale plekken. Wanneer er echter meer larvaal habitat wordt gecreëerd in de Maas of wanneer de zijrivieren in de analyses betrokken worden, kan de aanname drift is niet belangrijk voor de analyse niet meer juist zijn. De verwachting is dat het larvale habitat ook in de toekomst het beperkende habitat is.

Het habitat van het adulte stadium bestrijkt de hele rivier. Hierdoor staat dit habitat in contact met alle habitatplekken van het juveniele stadium en ook met alle habitatplekken van het larvale stadium. Wanneer de habitatplekken in het beperkende stadium (larvale stadium in huidige situatie) voldoende habitatplekken in het juveniele stadium kunnen bereiken, mogen alle larvale habitatplekken tot één habitatnetwerk gerekend worden en zal de duurzaamheid van dit netwerk afhangen. Het gebruik van het adulte stadium binnen LARCH lijkt niet verstandig wanneer gebruik gemaakt wordt van vergelijkbare invoerbestanden. Wanneer er meer onderscheid gemaakt wordt in met name diepe en ondiepe wateren, waardoor de habitats gedetailleerder worden aangegeven, is het mogelijk dat het stadium functioneel is voor analyses met LARCH. Dit zal met de nieuwe invoer opnieuw getest moeten worden.



Figuur 3.7 Habitatkaart van het juveniele stadium van de kopvoorn en de barbeel. De cirkels geven aan waar habitat zich bevindt in Nederland.



Figuur 3.8 Regio in Nederland waar de meeste habitatplekken (omcirkeld) liggen van het larvale stadium van de kopvoorn en de barbeel.

3.3.5 Steur

Het ei stadium van de steur komt alleen voor in diepe en zeer diepe ecotopen met een hard substraat (bijlage 7c). In de huidige invoerbestanden zijn deze niet aanwezig. Er wordt dan ook geen geschikt habitat gevonden voor dit stadium en is hierdoor het beperkende stadium. Er wordt echter geen rekening gehouden met eventuele geschikte paaiplekken bovenstrooms (overige delen van de Rijn en Maas in Nederland en de rest van Europa). Deze paaiplekken zouden zeer belangrijk kunnen zijn voor de aanwezigheid van de steur in de Nederlandse rivieren. Het is onduidelijk hoeveel geschikte paaiplekken er momenteel nog te vinden zijn (de Nie 1996).

Het ei en larvale stadium van de steur zijn niet versnipperingsgevoelig en voorlopig niet beperkend (bijlage 8). Er is een scherpe overgang in de geschiktheid van habitat op de overgang van de ecotoopstelsels. Dit komt, omdat in het zoute en brakke water habitat beperkend kan zijn, terwijl het hele diepe zomerbed in het zoete water geschikt is als habitat.

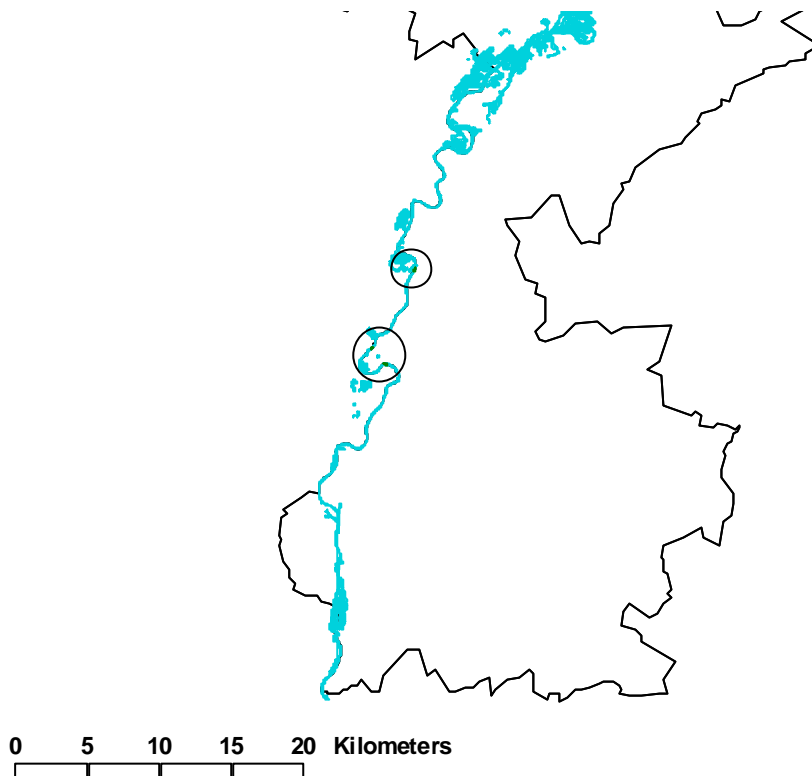
Het juveniele stadium is versnipperingsgevoelig. Het habitat ligt alleen in het zoute en brakke water (figuur 3.9). Uit bijlage 8 blijkt dat dit stadium waarschijnlijk een zwak duurzame populatie kan ondersteunen. Wanneer inrichtingsvarianten gericht zullen zijn op het herstel van habitat voor het ei stadium, moet er rekening mee gehouden worden dat op den duur het juveniele stadium het beperkende stadium kan worden.



Figuur 3.9 Habitat van het juveniele stadium van de steur.

3.3.6 Zalm

De zalm is zoals verwacht geen goede gidssoort voor het huidige studiegebied. Zowel het larvale als het parr stadium hebben te weinig habitat in Nederland om een duurzame populatie te vormen (figuur 3.10 en bijlage 8). De verwachting is dat deze ook nooit aanwezig zijn geweest in Nederland (de Nie 1996). Aangezien een parr stadium een groter oppervlaktebehoefte heeft, is dit het meest beperkende stadium. Momenteel is er zelfs te weinig habitat voor één RE. Net als bij de steur liggen potentiële paaiplekken verder stroomopwaarts. Met name de mogelijkheid om zich te verspreiden van paaigronden naar zee en van zee naar paaigronden via de Nederlandse rivieren is van groot belang voor de soort (de Nie1996). Wanneer de soort op Europees schaalniveau geanalyseerd wordt, kan het een goede gidssoort zijn.



Figuur 3.10 Habitat van het larvale en het parr stadium van de zalm. Cirkels geven aan waar de habitatplekken liggen.

3.3.7 Fint

Voor de fint worden vier stadia onderscheiden. De embryonale en de larvale / juveniele stadia kennen alleen habitat in het benedenrivierengebied. De soort is in het larvale / juveniele stadium afhankelijk van het getij om te kunnen overleven (de Nie 1996). In de huidige situatie zijn er echter barrières aanwezig in de overgangen van zout naar zoet water, die dit getij hebben gestopt. Met name de aanleg van de Haringvliet- en de Volkerakdam hebben een groot negatief effect gehad op de achteruitgang van de soort in Nederland (de Nie 1996). Het adulte stadium gebruikt de zoete, diepe hoofdgeul om paaiplaatsen te bereiken. Het eistadium heeft zowel habitat in de hoofdgeul als het benedenrivierengebied. Alle stadia kennen grote aaneengesloten habitat en zijn in voldoende mate aanwezig (bijlage 8). Door de aanname dat de soort geen hinder ondervindt van barrières (die zijn niet aanwezig in de analyse) kan een cyclus van ei tot ei stadium voltooid worden. Het wegnemen van deze barrières lijkt dan ook de belangrijkste maatregel voor het verbeteren van de levensomstandigheden voor de fint.

Voor de fint geldt dat de aanname 'drift is niet belangrijk bij de analyses' inderdaad klopt. Habitatplekken van het ei stadium liggen of bovenstrooms of in hetzelfde gebied.

3.4 Evaluatie ruimtelijke netwerken

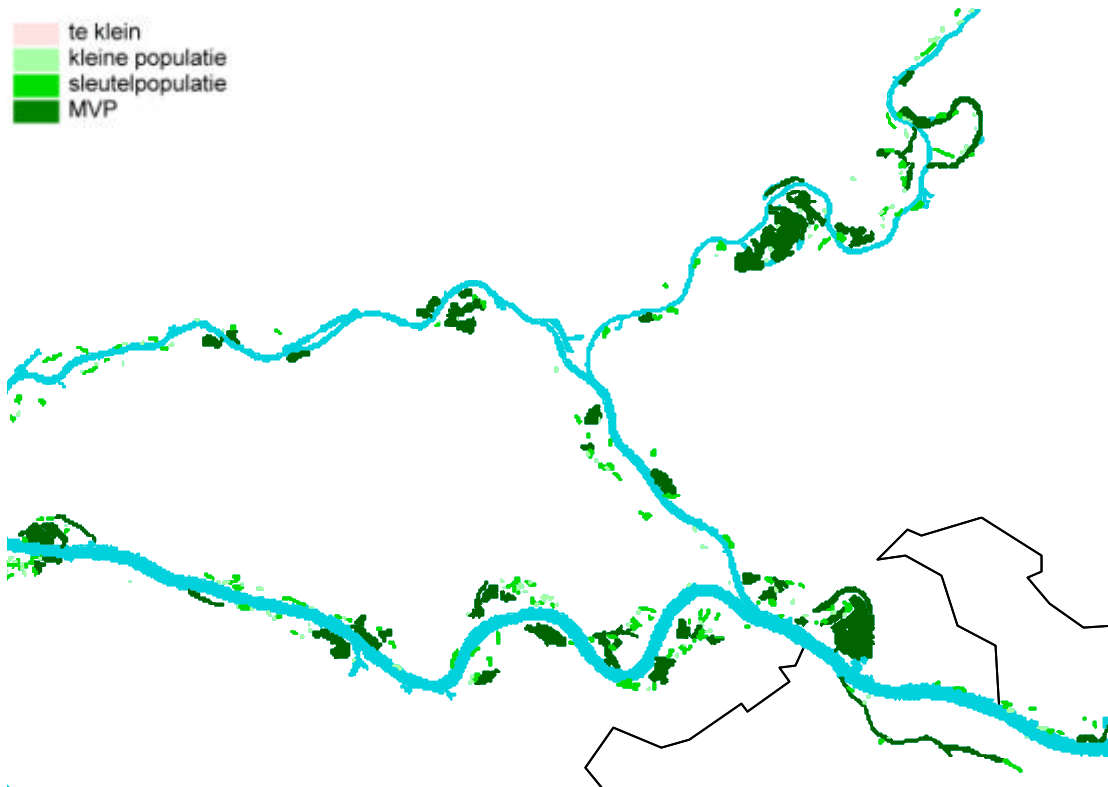
3.4.1 Bittervoorn

De bittervoorn heeft een kleine oppervlaktebehoefte, waardoor veel MVP's in het rivierengebied worden teruggevonden (figuur 3.11 en bijlage 8). Aangezien veel leefgebieden niet aangesloten zijn aan de rivier, worden er veel netwerken gevormd. Hierdoor liggen veel kleine leefgebieden en sleutelgebieden in niet duurzame netwerken (tabel 3.4). De verhouding in oppervlakte potentieel leefgebied is 10 : 16 : 74 voor niet duurzaam : zwak duurzaam : sterk duurzaam. In figuur 3.12 wordt de duurzaamheid van het Gelderse rivierengebied weergegeven. Leefgebieden die voldoen aan de norm voor een MVP zullen minimaal in zwak duurzame netwerken liggen. Het blijkt dat veel sleutelgebieden in niet duurzame netwerken liggen (tabel 3.4). De oorzaak hiervoor is dat deze sleutelgebieden in afgesloten plassen of nevengeulen liggen en een eigen netwerk vormen; het aantal netwerken is bijna gelijk aan de som van het aantal leefgebieden (749 in vergelijking met 782).

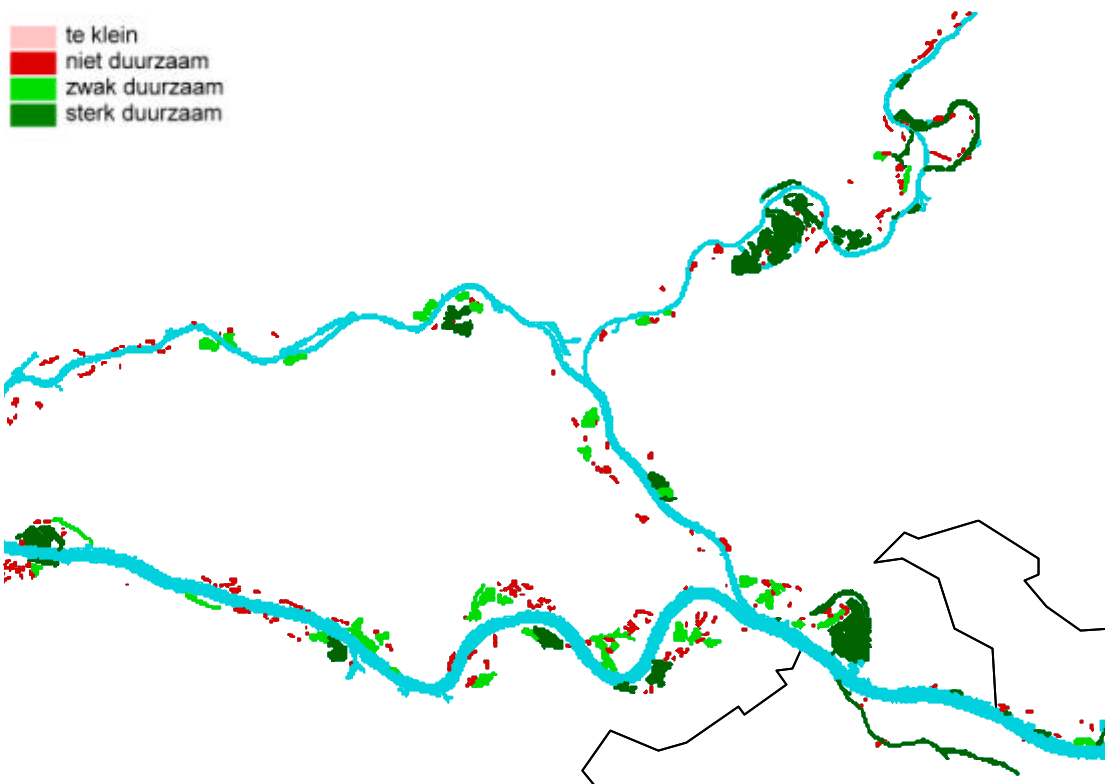
Tabel 3.4 Overzichttabel van de duurzaamheidsanalyse voor de bittervoorn in het hele studiegebied.

	netwerken (n)	oppervlakte (ha)	klein leefgebied (n)	sleutelgebied (n)	MVP (n)
niet duurzaam	749	696	394	388	0
zwak duurzaam	103	1161	135	5	26
sterk duurzaam	38	5404	105	73	120

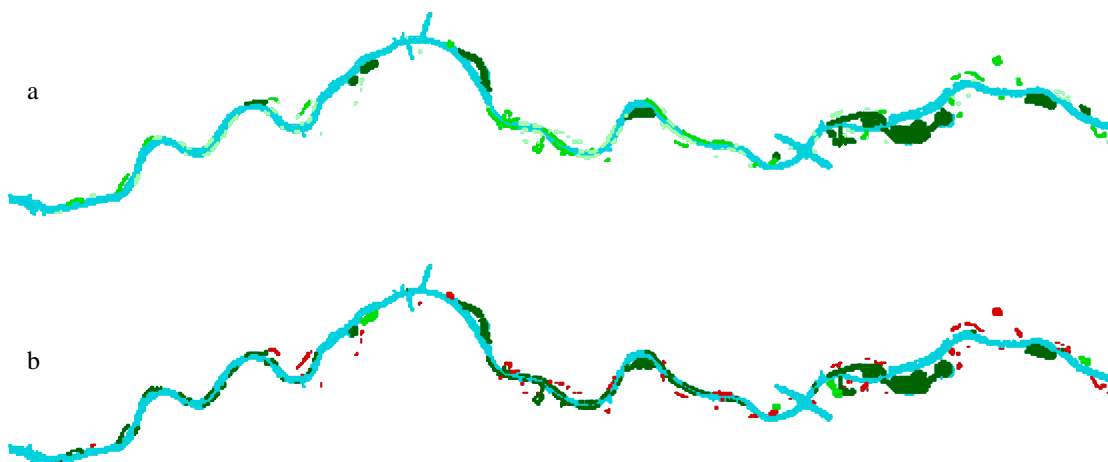
Het grootste netwerk ligt in de Nederrijn en de Lek. Dit netwerk bevat verschillende type leefgebieden (figuur 3.13a) en is sterk duurzaam (figuur 3.13b).



Figuur 3.11 Verschillende type leefgebieden van de bittervoorn in het Gelderse rivierengebied.



Figuur 3.12 Verschillende netwerken van de bittervoorn in het Gelderlandse rivierengebied weergegeven met de mate van duurzaamheid.



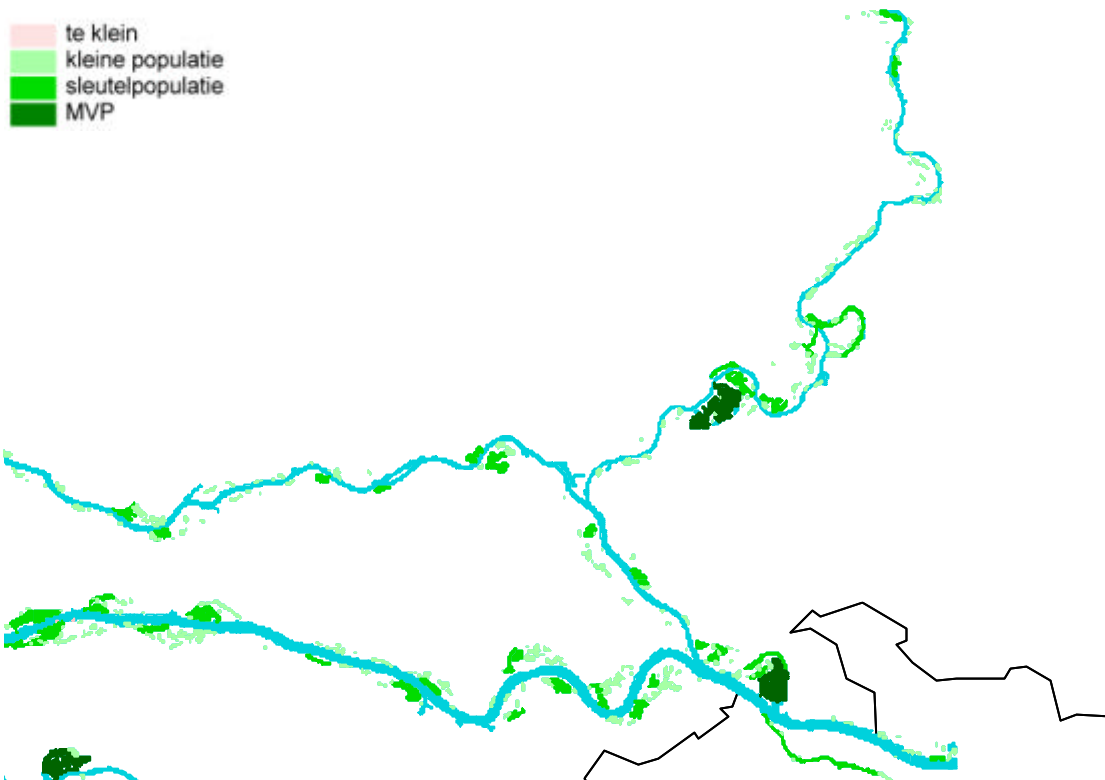
Figuur 3.13a-b Grootste netwerk van de bittervoorn in het rivierengebied. Het netwerk strekt zich uit over de Nederrijn en de Lek en bestaat uit verschillende type leefgebieden (bovenste figuur; a). Het netwerk is sterk duurzaam (onderste figuur; b). De verschillende zwak duurzame en niet duurzame gebieden zijn habitatplekken die niet aan de rivier aangesloten liggen en zodoende losse netwerken vormen. Deze losse netwerken zijn allemaal niet of zwak duurzaam. Voor legenda van a en b zie respectievelijk figuren 3.12 en 3.13.

3.4.2 Snoek

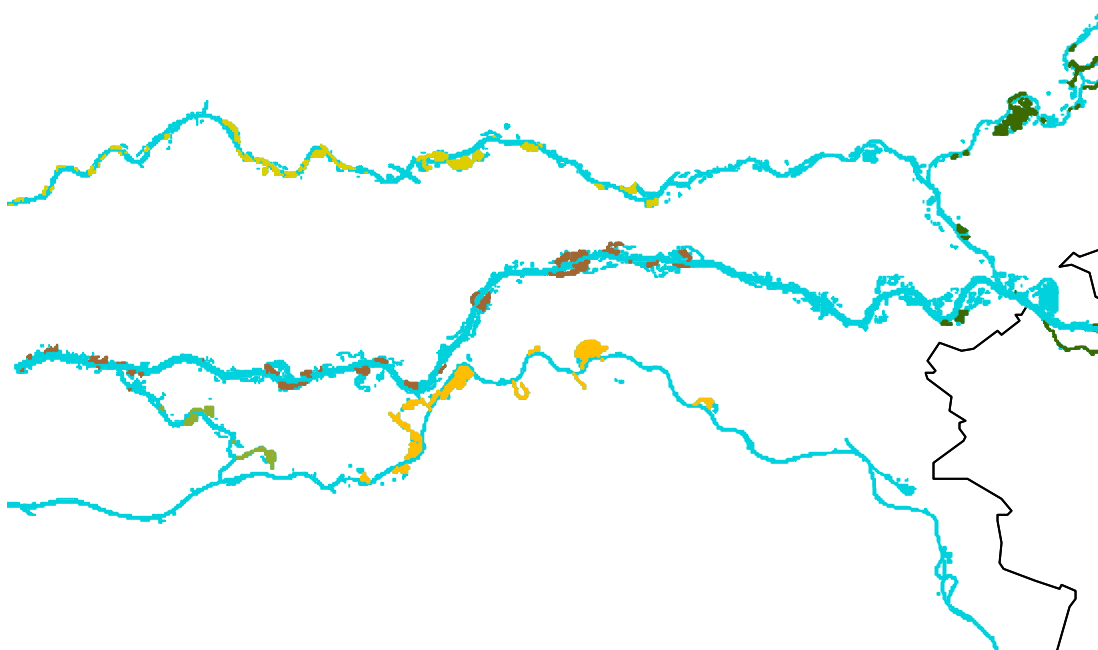
De snoek heeft een grotere oppervlaktebehoefte dan de bittervoorn. Hierdoor voldoen habitatplekken minder snel aan de norm voor een sleutelgebied of MVP (figuur 3.14, tabel 3.5). De verhouding in potentiële aantallen (RU) is 35 : 22 : 43 voor niet duurzaam : zwak duurzaam : sterk duurzaam. De snoek vormt grotere netwerken dan de bittervoorn. Er kunnen 7 grote netwerken onderscheiden worden. Twee netwerken liggen in de Limburgse Maas. De IJssel vormt één ecologisch netwerk en in het rivierengebied in Midden Nederland worden vier netwerken gevormd. De netwerken van de Maas en de Waal liggen te ver uit elkaar om één ecologisch netwerk te vormen (figuur 3.15). De verschillende netwerken hebben een verschillende mate van duurzaamheid (figuur 3.16). De netwerken in de Afgedamde Maas en de Waal horen eigenlijk tot één netwerk (figuur 3.17). In de analyses is de Wilhelminasluis in de Afgedamde Maas zo smal dat het in de analyse verloren is gegaan en er zodoende een 'gat' in de rivier is ontstaan. Door een kleinere resolutie van rasters te kiezen in de analyse kan deze fout worden opgelost. Het is dan echter mogelijk dat de bestanden dan zo groot worden, dat de analyses niet uitgevoerd kunnen worden (Pouwels en Hensen 2000). Een andere mogelijkheid is om in het kaartmateriaal de Wilhelminasluis handmatig te verbreden.

Tabel 3.4 Overzichttabel van de duurzaamheidsanalyse voor de snoek in het hele studiegebied.

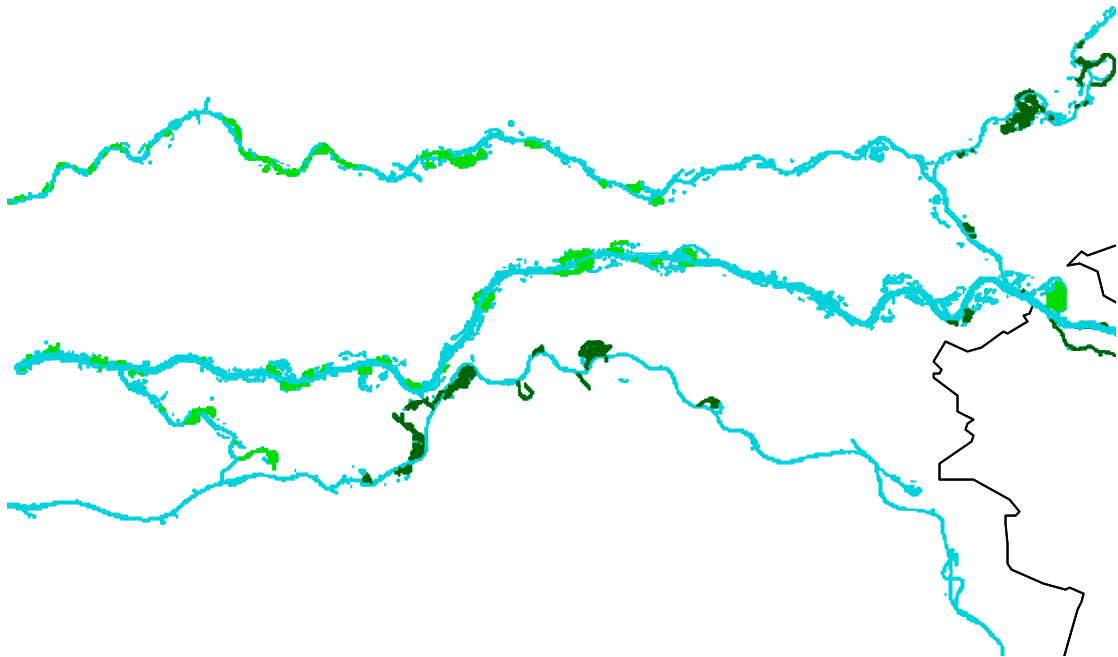
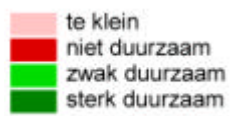
	netwerken (n)	oppervlakte (ha)	klein leefgebied (n)	sleutelgebied (n)	MVP (n)
niet duurzaam	839	2559	841	64	0
zwak duurzaam	5	1592	90	29	3
sterk duurzaam	3	3100	83	38	9



Figuur 3.14 Type leefgebieden in het Gelderlandse rivierengebied voor de snoek.



Figuur 3.15 Verschillende ecologische netwerken van de snoek in het rivierengebied van Midden Nederland. De verschillende kleuren geven verschillende netwerken weer. Het netwerk dat in de rechterkant van de figuur ligt (IJssel en Gelderse Poort) behoort tot het netwerk van de IJssel en strekt zich uit tot in het IJsselmeer. Losse habitatplekken zijn weggelaten uit het figuur.



Figuur 3.16 Mate van duurzaamheid van de verschillende ecologische netwerken in het rivierengebied van Midden Nederland. Losse habitatplekken zijn weggelaten. De grotere habitatnetwerken zijn allen zwak of sterk duurzaam.



Figuur 3.17 Smalle stuk (Wilhelminasluis) in de Afgedamde Maas zorgt ervoor dat er een fout in de analyse op treedt. De twee zwak duurzame netwerken zouden aan elkaar gekoppeld moeten worden. Dit ene netwerk zou ook zwak duurzaam zijn geworden.

Conclusies en aanbevelingen

De volgende conclusies kunnen gemaakt worden:

- De kleine modderkruiper en rivierdonderpad kunnen geschikt zijn als gidsoort voor regionale studies als de ecotopen in de invoer verder gedifferentieerd en meer gedetailleerd worden weergegeven.
- De bittervoorn en snoek zijn geschikt als gidsoort op regionale en nationale schaal (huidige studie). De soorten staan voor de ecotopen nevengeulen, plassen en dergelijke. Hierbij vormt de snoek grotere ecologische netwerken. Maar vanwege een grotere oppervlaktebehoefte is de snoek minder duurzaam en in de huidige situatie versnipperingsgevoeliger dan de bittervoorn.
- De kopvoorn en barbeel zijn geschikt als gidsoort op regionale en nationale schaal. Hierbij hoeft alleen het ei en larvale stadium geanalyseerd te worden aangezien ondiepe grindbeddingen het meest beperkte ecotoop is dat de soorten nodig hebben om hun levenscyclus te voltooien. De barbeel is versnipperingsgevoeliger dan de kopvoorn.
- De zalm en steur kunnen geschikt zijn als gidsoort voor internationale (Europese) studies. Hierbij hoeft alleen het ei stadium van de steur en het parr stadium van de zalm geanalyseerd te worden aangezien dit stadium het meest beperkend is. Nagegaan moet worden of er momenteel nog geschikte paaiplekken zijn voor de steur in de Rijn en Maas.
- De fint is niet geschikt als gidsoort met de huidige methodiek. De soort is versnipperingsgevoelig, maar bij het opheffen van de dammen die de getijdenwerking blokkeren zal de soort naar alle waarschijnlijkheid zich kunnen herstellen in de Nederlandse rivieren. In de huidige vissen-module kan het effect van dammen niet worden meegenomen.
- Voor sommige soorten is het detailniveau van de invoerbestanden niet gedetailleerd genoeg.
- Het ontbreken van kleine rivieren en beekjes, de omgeving van de grote rivieren, heeft tot gevolg dat de duurzaamheid van een aantal soorten niet goed ingeschat worden. Dit geldt met name voor de kopvoorn en de barbeel.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Momenteel zijn de inschattingen van de parameters gebaseerd op expert judgement. De mate van geschiktheid en de duurzaamheidsnormen zijn belangrijke parameters in het model LARCH (Houweling *et al.* 1999). Deze dienen zo veel mogelijk gebaseerd te worden op onderzoek naar visstanden.
- Voor enkele soorten is het nodig om zijrivieren en beken in de analyse te betrekken. Deze bevatten (met name in Limburg) paaiplekken voor de kopvoorn en barbeel.
- Momenteel zijn alleen de waterecotopen tot de rivier gerekend. Soorten kunnen zich alleen in de rivier verspreiden. Wanneer de uitwaarden echter regelmatig onder water staan, kunnen soorten zich in het hele buitendijkse gebied kunnen verspreiden. Dit zou ervoor zorgen dat er grotere netwerken zouden ontstaan en dat afgesloten plassen en strangen netwerken vormen.
- Binnen de huidige module is het mogelijk om het effect van extra weerstand in de rivier mee te nemen bij het samenvoegen van leefgebieden tot één netwerk. De methodiek hierachter ('zachte' barrières) staat beschreven in Pouwels *et al.* (2002). Er dienen goede bestanden voorhanden te zijn met betrekking tot de weerstand in de rivier. Tevens dient aangegeven te worden in hoeverre een vistrap de dispersie van soorten verlaagt.

Literatuur

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

Elbersen-van der Straten, J.W.H. en L.W.G. Higler. in prep. Dispersie en migratie van aquatische insecten in stromende en stagnante wateren. Alterra-rapport. Alterra, Wageningen.

ESRI. 1996. Using ArcView GIS: ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute, Inc.

Grift, R.E. 2001. How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine. Proefschrift Wageningen Universiteit LU-3045. Wageningen UR, Wageningen.

Houweling, H., M.J.W. Jansen, J.T.R. Kalkhoven en R. Pouwels. 1999. LARCH-Rivier: Gevoeligheidsanalyse op basis van de studie DELTA-ECONET. Intern Alterra-rapport. Alterra / RIZA. Wageningen / Arnhem.

Klein Breteler, J.G.P. en J. Kranenbarg. 2000. Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: Annex vis. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB Onderzoeksrapport 87. 56 pp

Maas, G.J. 1998. Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel: Herziening van de ecotoop-indeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de zoute delta. DLO-Staring Centrum. Lelystad, Rijkswaterstaat RIZA.

Nie, H.W. de. 1996. Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Media Publishing. Doetinchem.

Pouwels, R. 2000. LARCH: een toolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap. Alterra rapport 043. Alterra, Wageningen.

Pouwels, R. en S.R. Hensen. 2000. Vissen binnen LARCH-rivier. Intern Alterra-rapport. Wageningen.

Pouwels, R., R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen, S.R. Hensen en J.G.M. van der Gref. 2002. LARCH voor ruimtelijk ecologische beoordelingen van landschappen. Alterra-rapport 492. Alterra, Wageningen.

Rademakers, J.G.M. en H.P. Wolfert. 1994. Het Rivieren-Ecotopen-Stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. Lelystad, RIZA.

Verboom, J., P.C. Luttikhuis en J.T.R. Kalkhoven. 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzame populatienetwerken (Minimum areas for animals in sustainable population networks). IBN-rapport nr. 259, IBN-DLO, Wageningen.

Verboom, J., R. Foppen, J.P. Chardon, P.F.M. Opdam en P.C. Luttikhuis. 2001. Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. *Biological Conservation*. Vol 100 (1). pp. 89-100.

Bijlage 1 - Bepaling habitat vissen in LARCH

De input voor LARCH is een kaart met verschillende ecotopen. Niet alle ecotopen zijn geschikt als habitat. Voor oppervlaktesoorten geldt dat indien één van de geschikte ecotopen in voldoende mate aanwezig is, de soort een geschikt habitat heeft. De mate waarin een ecotoop geschikt is als habitat, wordt uitgedrukt in de draagkracht van een soort voor het betreffende ecotoop; sommige ecotopen hebben een grote draagkracht en andere hebben een lage draagkracht (tabel B1.1). De draagkracht van een gebied wordt bepaald door het oppervlak van een gebied te vermenigvuldigen met de maximale draagkracht voor een soort en de geschiktheid van het ecotoop van dit gebied.

Tabel B1.1 Geschiktheidsgegevens per ecotoop voor de kleine modderkruiper. Deze dienen met de draagkracht vermenigvuldigd te worden (500.000 RE)

omschrijving ecotoop	code	geschiktheid
Diepe zoete getijdenwateren	BBd	
Diepe zandbedding	BBd-2	
Diepe zandbedding met schelpdierbank	BBd-2b	
Diepe slibbedding	BBd-3	
Diepe slibbedding met schelpdierbank	BBd-3b	
Diep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBd-6	
Ondiepe zoete getijdenwateren	BBo	0.1
Ondiepe zandbedding	BBo-2	
Ondiepe zandbedding met vegetatie	BBo-2a	0.3
Ondiepe zandbedding met schelpdierbank	BBo-2b	
Ondiepe slibbedding	BBo-3	
Ondiepe slibbedding met vegetatie	BBo-3a	0.2
Ondiepe slibbedding met schelpdierbank	BBo-3b	
Ondiep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBo-6	
Diep zomerbed	RZd	
Diepe bedding	RZd-1	
Ondiep zomerbed	RZo	0.1
Ondiepe grindbedding	RZo-1	
Ondiepe zandbedding	RZo-2	0.2
Ondiepe getijdenbedding	RZo-3	
Nevengeul	RWn	0.2
Zandige nevengeul	RWn-1	0.3
Kleiige nevengeul	RWn-2	0.1
Getijdekreek	RWn-3	0.1
Strang/kleiput	RWs	0.3
Aangekoppelde strang	RWs-1	0.3
Afgesloten strang	RWs-2	0.3
Stagnante strang	RWs-3	0.3
Kwelgeul	RWs-4	0.3
Beekstrang	RWs-5	0.3
Plas	RWp	0.3
Aangekoppeld zand/grindgat	RWp-1	0.3
Afgesloten zand/grindgat	RWp-2	0.3
Getijdekreek	RWn-3	0.1
Strang/kleiput	RWs	0.3
Aangekoppelde strang	RWs-1	0.3
Afgesloten strang	RWs-2	0.3
Stagnante strang	RWs-3	0.3
Kwelgeul	RWs-4	0.3
Beekstrang	RWs-5	0.3
Plas	RWp	0.3
Aangekoppeld zand/grindgat	RWp-1	0.3
Afgesloten zand/grindgat	RWp-2	0.3
Klein diep water/kolk	RWp-3	0.3

Bijlage 2 - Ruimtelijke modellering vissoorten in LARCH

De levenscycli van deze vissen wijken af van de oppervlaktesoorten in LARCH-rivier. Bij vissoorten wordt daarom rekening gehouden met de volgende (ecologische) facetten (Klein Breteler en Kranenbarg, 2000):

- dispersie gedrag / patroon vissen wijkt af van andere gidsoorten; vissen verplaatsen zich alleen via de waterfase
- sommige geschikte leefgebieden zijn tijdelijk geïsoleerd
- sommige vissoorten hebben verschillende habitatbehoeften in verschillende levensstadia en de afstand tussen habitats van deze verschillende stadia tussen deze levensstadia is essentieel bij de bepaling van potentieel duurzame leefgebieden.

B2.1 Verplaatsing door waterfase

Om de verplaatsing alleen door de waterfase plaats te laten vinden worden alle geschikte leefgebieden verrasterd. Vervolgens wordt met LARCH-SCAN (Pouwels 2000) berekend of er een relatie is tussen verschillende leefgebieden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een extra invoerbestand: de waterecotopen binnen een rivier, die geschikt zijn voor verplaatsing. Gridcellen die niet tot de rivier behoren zijn hierin niet doorlaatbaar gemaakt. Zodoende kan er worden nagegaan of de relaties binnen de grenzen van de rivier mogelijk zijn.

B2.2 Tijdelijke isolatie leefgebieden

Het tijdelijk onder water staan van ecotopen moet bekeken worden vanuit het oogpunt dat (a) het ecotoop geschikt is voor verspreiding als het onder water staat en dat (b) het ecotoop geschikt is als leefgebied als het onder water staat.

Tijdelijk geschikt voor verspreiding

Geschikte leefgebieden kunnen bereikt worden vanuit andere leefgebieden (ook tussen verschillende stadia) wanneer het tussenliggende landschap onder water staat. Leefgebieden worden aan elkaar gekoppeld indien er een relatie mogelijk is binnen de grenzen van de rivier (paragraaf B2.1).

Gesteld wordt dat tijdelijk beschikbare verspreidingsgebieden alleen dan bij de rivierpolygoon (het geschikte verspreidingsmedium) aangesloten worden als deze vaker dan een bepaald aantal dagen per jaar onder water staan. De keuze voor het aantal dagen moet afhangen van de inschatting dat bij het gekozen aantal het betreffende ecotoop onder water staat in de periode dat de verschillende stadia van de vissen zich zullen verspreiden.

Momenteel is deze keuze gesteld op 20 dagen per jaar of meer. Hierdoor wordt er een overschatting gemaakt in de geschiktheid als verspreidingsmedium, wanneer het verspreidingsgebied meer dan 20 dagen onder water staat (binnen het model is het of 0 of 1, bij meer dan 20 dagen is het 1). En er wordt een onderschatting gemaakt

wanneer het verspreidingsgebied minder dan 20 dagen per jaar onder water staat (bij minder dan 20 dagen is het 0).

Tijdelijk geschikt als leefgebied

Tijdelijk geschikte leefgebieden hebben invloed op het totale beschikbare leefgebied van een soort. Vaak zit het tijdelijk beschikbaar zijn van leefgebieden verwerkt in het type ecotoop. Door rekening te houden met de draagkracht in het betreffende ecotoop wordt deze tijdelijke beschikbaarheid meegenomen. Binnen de bepaling van sleutelgebieden en duurzaamheid van de leefgebieden, wordt zodoende rekening gehouden met het feit dat tijdelijk beschikbare leefgebieden minder bijdragen aan lokale leefgebieden en het totale habitatnetwerk. Op deze manier wordt er een rechtlijnig verband getrokken tussen tijdelijke aanwezigheid en levensvatbaarheid. Of dit klopt is niet bekend. Het tijdelijk aanwezig zijn van leefgebieden brengt een extra fluctuatie met zich mee in de aan- en afwezigheid van een soort. Soorten zijn vaker afwezig in een gebied. Dit kan voor de netwerkpopulatie een meer negatief effect hebben dan het rechtlijnige verband wat nu wordt voorgesteld.

B2.3 Interactie tussen verschillende levenstadia

Enkele vissoorten die in LARCH-rivier dienen te worden ingebracht, hebben meerdere levensstadia. Elk levensstadium heeft vaak een eigen verspreidingscapaciteit en een eigen leefgebied. Hiermee dient LARCH-rivier rekening te houden.

Als eerste worden voor alle levenstadia een habitatkaart gemaakt, zoals dit gebeurt voor oppervlaktesoorten (bijlage 1). De geschikte leefgebieden worden geclusterd met de lokale fusieafstand (Pouwels 2000) Voor elk relevante stadium van een vissoort wordt bepaald of leefgebieden een relatie hebben met leefgebieden in een volgende stadium (paragraaf B2.1). Deze relaties worden verzameld in een relatiefile.

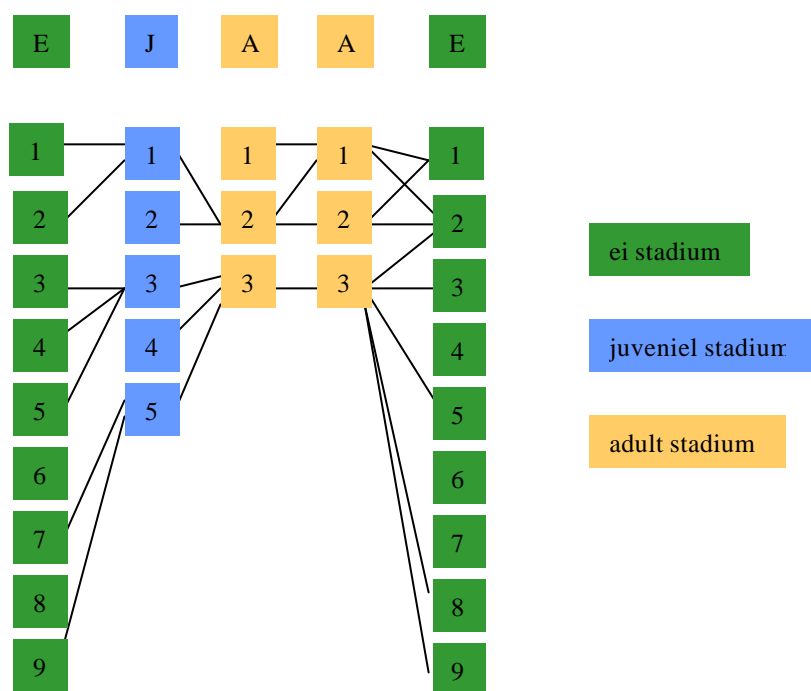
B2.4 Vormen netwerken

Alleen relaties waarbij leefgebieden van verschillende stadia een cyclus van eistadium tot eistadium kunnen voltooien, worden verder geanalyseerd. Het uiteindelijke habitatnetwerk van leefgebieden wordt gevormd door na te gaan of er een overlap is in leefgebieden van de verschillende stadia (zie schematische weergave figuren B2.1 en B2.2). De verschillende losse leefgebieden in de verschillende levensstadia worden niet gekoppeld met elkaar via een netwerkaafstand, behalve in het adulte stadium. Met de grootte van het habitatnetwerk kan vervolgens de duurzaamheid worden bepaald op basis van het adulte stadium. In het schematische figuur B2.1 is daarom het adulte stadium twee maal na elkaar weergegeven. Binnen deze module hoeft geen rekening gehouden te worden met barrières aangezien deze in de toekomst niet meer voor komen of middels vistrappen en dergelijke te overbruggen zijn.

Bij vissoorten die hetzelfde habitat kennen voor al de stadia, zullen alleen habitatkaarten gemaakt worden voor het adulte stadium. Voor deze vissen wordt

dezelfde methodiek gebruikt, alleen zal de relatiefle gebaseerd zijn op het beige deel van figuur B2.1.

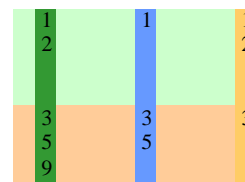
Uit figuur B2.1 worden al de mogelijke relaties gedestilleerd (zie figuur B2.2). In de eerste stap worden alleen de relaties eruit gefilterd waarbij het eerste cijfer overeenkomt met het laatste cijfer; er is een cyclus mogelijk van eistadium naar eistadium (zie vetgedrukte relaties in linkerkolom van figuur B2.2). In de volgende stap wordt nagegaan of er een overlap is in één van de verschillende leefgebieden dan zullen al de leefgebieden van de overlappende relaties tot één ecologisch netwerk behoren (zie samengevoegde relaties in middelste kolom van figuur B2.2). Als laatste wordt bepaald uit welke leefgebieden de verschillende relaties bestaan en met deze leefgebieden wordt één ecologisch netwerk gevormd (kleuren van de verschillende stadia in figuur B2.2 komen overeen met kleuren in figuur B2.2). Het resultaat uit figuur B2.2 zijn twee ecologische netwerken. Het eerste netwerk bevat de volgende leefgebieden E1 en E2, J1 en A1 en A2 voor respectievelijk het eistadium, het juveniele stadium en het adulte stadium. Het tweede netwerk bestaat uit de leefgebieden E3, E5 en E9, J3 en J5 en A3. De duurzaamheid wordt bepaald door na te gaan welk stadium beperkend is. Hierbij wordt voor elk stadium de draagkracht omgerekend naar draagkrachten die vergelijkbaar zijn voor de draagkrachten in het adulte stadium.



Figuur B2.1 Schematische weergave van relaties tussen geschikte leefgebieden van verschillende stadia. Deze relaties worden gebruikt bij het vormen van ecologische netwerken voor de verschillende vissoorten.

1-1-2-1-1
 1-1-2-1-2
1-1-2-2-1
 1-1-2-2-2
 2-1-2-1-1
2-1-2-1-2
 2-1-2-2-1
2-1-2-2-2
3-3-3-3-3
 3-3-3-3-5
 3-3-3-3-8
 3-3-3-3-9
 4-3-3-3-2
 4-3-3-3-3
 4-3-3-3-5
 4-3-3-3-8
 4-3-3-3-9
 5-3-3-3-2
 5-3-3-3-3
5-3-3-3-5
 5-3-3-3-8
 5-3-3-3-9
 7-5-3-3-2
 7-5-3-3-3
 7-5-3-3-5
 7-5-3-3-8
 7-5-3-3-9
 9-5-3-3-2
 9-5-3-3-3
 9-5-3-3-5
 9-5-3-3-8
9-5-3-3-9

1-1-2-1-1
1-1-2-2-1
2-1-2-1-2
2-1-2-2-2
3-3-3-3-3
5-3-3-3-5
9-5-3-3-9



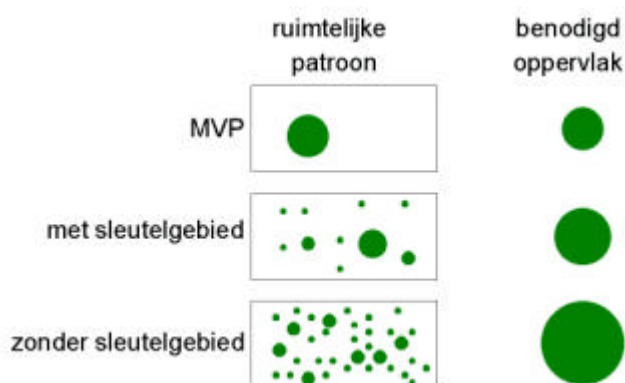
Figuur B2.2 Schematische weergave van de mogelijke relaties tussen leefgebieden, gebaseerd op figuur B2.1. Voor de betekenis van de figuur wordt verwezen naar paragraaf B2.4.

Bijlage 3 - Evalueren leefgebieden en ecologische netwerken

Bij de duurzaamheidsanalyse wordt gebruik gemaakt van sleutelgebieden. Sleutelgebieden zijn grootte leefgebieden die een stabiliserende werking hebben binnen ecologische netwerken (Verboom *et al.* 2001). Soorten hebben een goede overlevingskans in sleutelgebieden als deze binnen een ecologisch netwerk liggen. Om na te gaan of de geclusterde leefgebieden voldoen aan de eisen van een sleutelgebied, worden deze geëvalueerd met normen. Deze normen zijn soortgroep specifiek en gebaseerd op veldgegevens en gekalibreerde metapopulatie modellen (Verboom *et al.* 2001).

Naast het onderscheiden van sleutelgebieden worden er ook twee andere typen onderscheiden: kleine lokale leefgebieden en MVP⁷'s. Kleine lokale leefgebieden zijn al die leefgebieden die niet aan de eisen van een sleutelgebied voldoen. Ze dienen een bepaalde minimumgrootte te hebben om tenminste groot genoeg te zijn voor één 'reproductieve eenheid'. Deze minimumgrootte is verschillend voor elke soort. Habitatplekken die, ook na clustering, kleiner zijn dan de minimumgrootte, worden niet meer meegeteld als geschikt leefgebied. MVP's zijn groter dan populaties in sleutelgebieden.

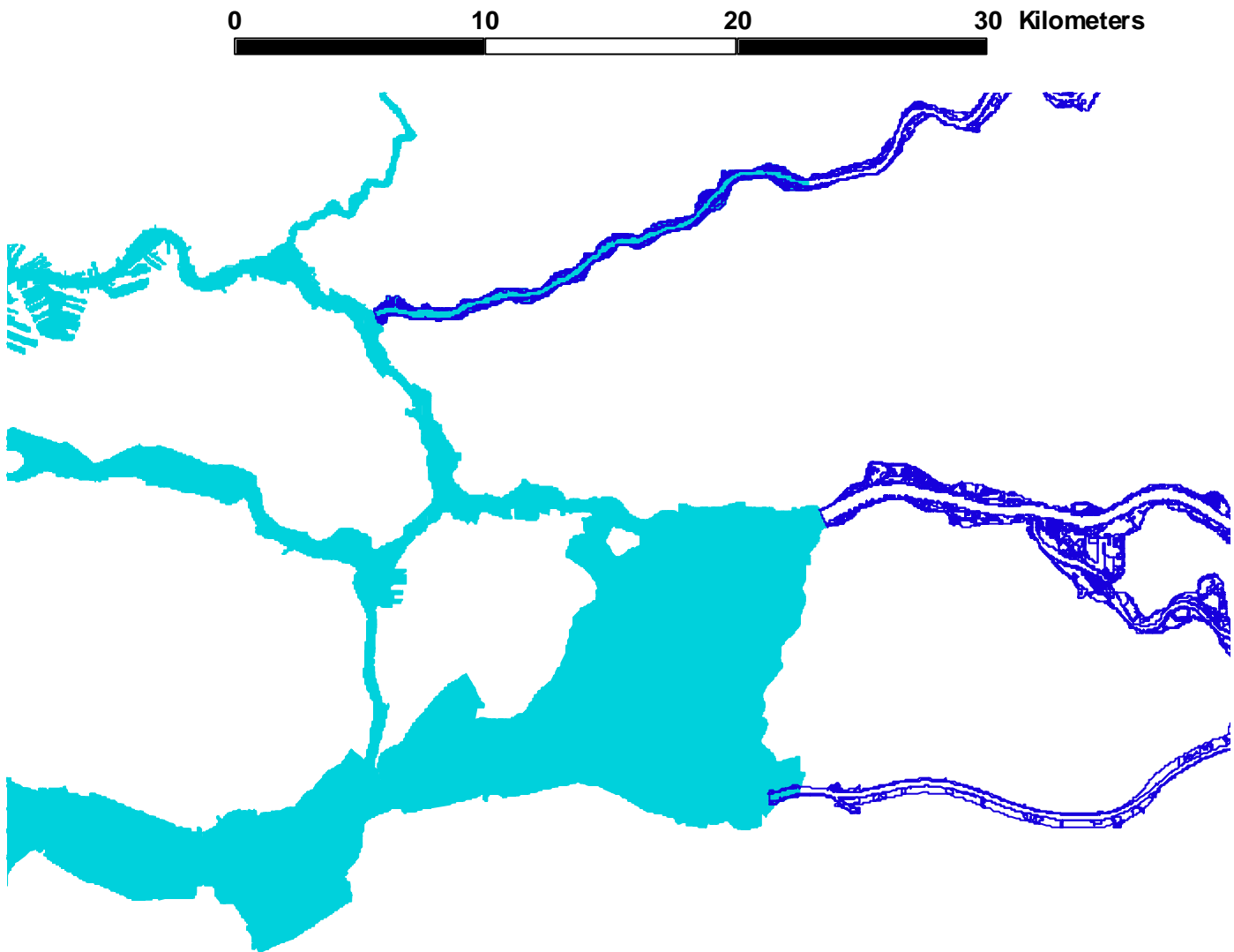
Bij het evalueren van de ecologische netwerken wordt gebruik gemaakt van duurzaamheidsnormen die gebaseerd zijn op dezelfde veldgegevens en gekalibreerde metapopulatiemodellen als de norm voor sleutelgebieden (Verboom *et al.* 1997, Verboom *et al.* 2001). Deze normen zijn ook soortgroepspecifiek. Er worden drie typen ecologische netwerken onderscheiden: netwerken met MVP, netwerken met sleutelgebied en netwerken zonder MVP en sleutelgebied. Elk type netwerk moet voldoende leefgebieden hebben, wil een soort er duurzaam voorkomen. Deze hoeveelheid neemt toe met de mate van versnippering (zie figuur B3.1).



Figuur B3.1 Schematische voorbeelden van het benodigd oppervlak aan leefgebied in een netwerk voor duurzaam voorkomen gerelateerd aan de drie typen netwerken.

⁷ MVP is een Minimum Viable Population. Dit is een leefgebied dat een populatie kan herbergen, die ook in geïsoleerde toestand een kans van uitsterven heeft die kleiner is dan 5% in 100 jaar. Dit gebied is per definitie duurzaam.

Bijlage 4 - Overlappende delen in ecotoopbestanden



Figuur B4.1a-b Overlappende delen in ecotopenstelsels. Het RES-ecotopenstelsel is in lichtblauw weergegeven en het BES-ecotopenstelsel is in donkerblauwe lijnen hier overeen gelegd. Daar waar de in het lichtblauwe gebied donkerblauwe lijnen zichtbaar zijn, bevindt zich de overlap.

Bijlage 5 - Koppeltabel ecotopen

Om ecotopen die niet volgens de standaard systematiek zijn gecodeerd om te zetten naar ecotopen die tot deze standaard systematiek behoren is gebruik gemaakt van tabel B5.1.

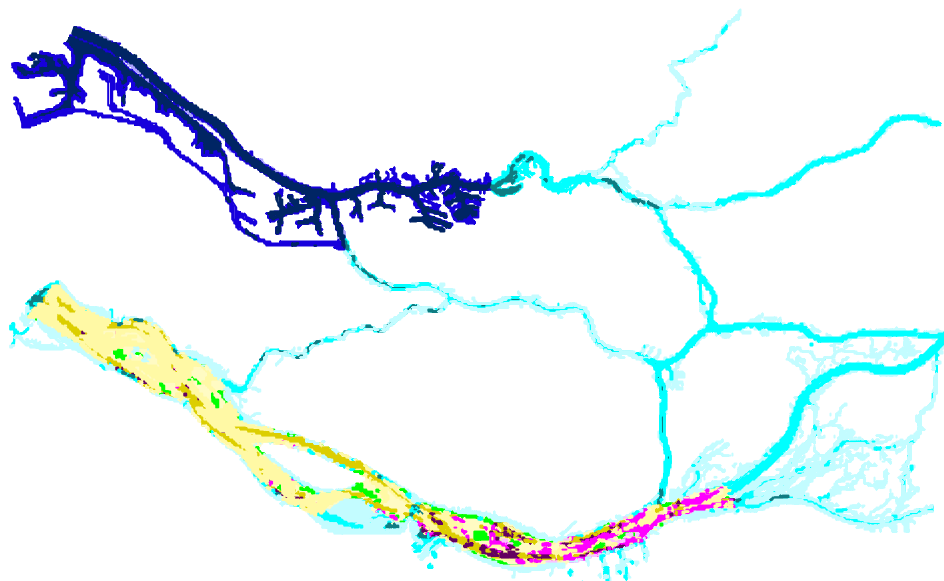
Tabel B5.1 Koppeltabel ecotopen.

niet standaard code BES	standaard code BES
BDn-1	BBd
BDn-1a	BBd
BDn-1b	BBd
BDn-3	BBd
BDs-1	BBd-3
BDs-1a	BBd-3
BDs-1b	BBd-3b
BDz-1	BBd-2
BDz-1a	BBd-2
BDz-1b	BBd-2b
BMn-1	BBo
BMn-1a	BBo
BMn-1b	BBo
BMn-2	BBo
BMn-3	BBo
BMn-3a	BBo
BMn-3b	BBo
BMn-5	BBd
BMs-1a	BBo-3
BMs-1b	BBo-3b
BMz-1	BBo-2
BMz-1a	BBo-2
BMz-1b	BBo-2b
BMz-3	BBo-2a
BMz-3a	BBo-2a
BMz-3b	BBo-2ab
BNn-1	BBd
BNn-1a	BBd
BNn-2	BBd
BNn-3	BBd
BNz-1a	BBd-2
BOn-1	BBo
BOn-1a	BBo
BOn-1b	BBo
BOn-2	BBo
BOn-2a	BBo
BOn-2b	BBo
BOn-3	BBo
BOn-3a	BBo
BOn-3b	BBo
BOs-1	BBo-3
BOs-1a	BBo-3
BOs-1b	BBo-3b
BOz-1	BBo-2
BOz-1a	BBo-2
BOz-1b	BBo-2b

vervolg tabel B5.1

niet standaard code BES	standaard code BES
BOz-3	BBo-2a
BOz-3a	BBo-2a
BZn-1	BBz
BZn-1a	BBz
BZn-1b	BBz
BZs-1	BBz-3
BZs-1a	BBz-3
BZs-1b	BBz-3b
BZz-1	BBz-2
BZz-1a	BBz-2
BZz-1b	BBz-2b
ZDn-1	BEd
ZMn-1	BEo/BEd
ZOn-1	Beo
ZZn-1	Bez

Bijlage 6a - Samengevoegde ecotopenkaart deel a

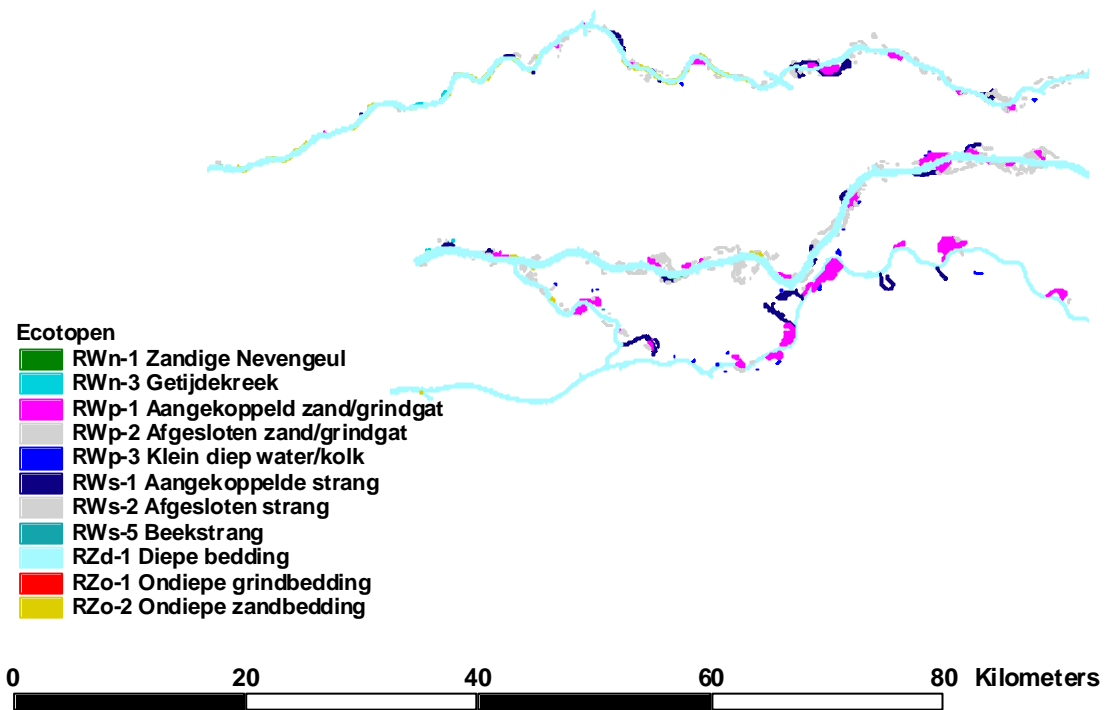


0 20 40 Kilometers

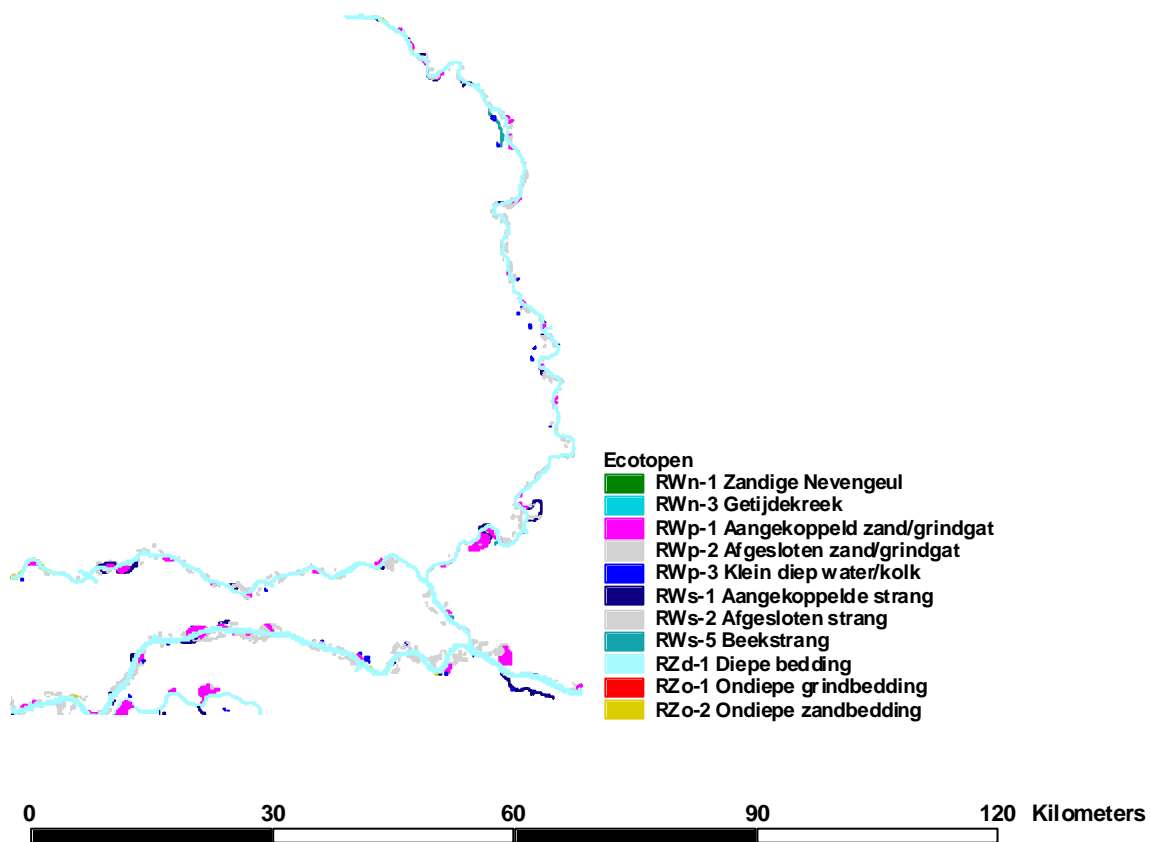
Delta.shp

- BBd (Diepe zoete getijdewateren)
- BBd-2 (Diepe zandbedding)
- BBd-2b (Diepe zandbedding met schelpdierbank)
- BBd-3 (Diepe slibbedding)
- BBd-3b (Diepe slibbedding met schelpdierbank)
- BBo (Ondiepe zoete getijdewateren)
- BBo-2 (Ondiepe zandbedding)
- BBo-2a (Ondiepe zandbedding met vegetatie)
- BBo-2b (Ondiepe zandbedding met schelpdierbank)
- BBo-3 (Ondiepe slibbedding)
- BBo-3b (Ondiepe slibbedding met schelpdierbank)
- BBz (Zeer diepe zoete getijdewateren)
- BBz-2 (Zeer diepe zandbedding)
- BBz-2b (Zeer diepe zandbedding met schelpdierbank)
- BBz-3 (Zeer diepe slibbedding)
- BBz-3b (Zeer diepe slibbedding met schelpdierbanken)
- BEd (Diepe zoute en brakke getijdewateren)
- BEo (Ondiepe zoute en brakke getijdewateren)
- BEz (Zeer diepe en brakke zoute getijdewateren)

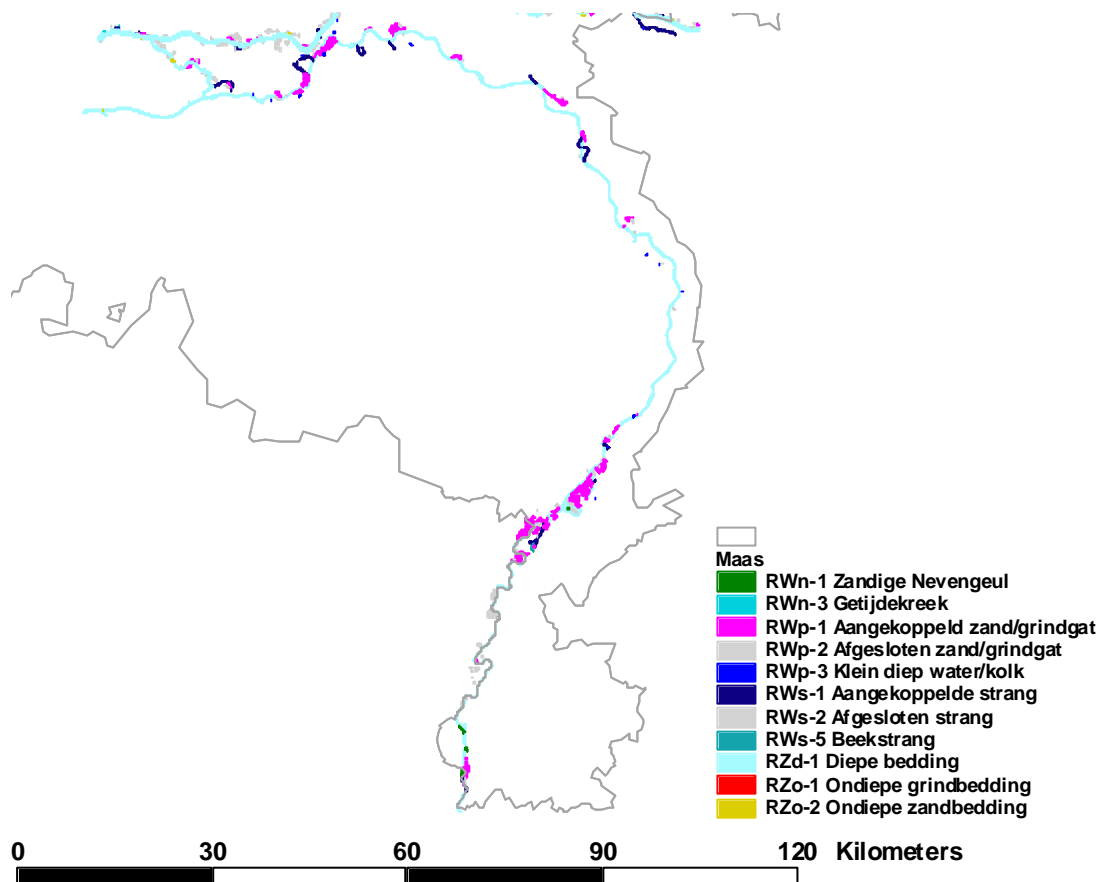
Bijlage 6b - Samengevoegde ecotopenkaart deel b



Bijlage 6c - Samengevoegde ecotopenkaart deel c



Bijlage 6d - Samengevoegde ecotopenkaart deel d



Bijlage 7a - Mate van geschiktheid van ecotopen voor de één-fase vissen

ecotoop	soorten stadium RE / 100 ha	kleine mod-derkruiper nvt 500.000	rivier-donderpad nvt 333.333	bitter-voorn nvt 40.000	snoek nvt 2.000
Diepe zoete getijdenwateren	BBd		0.01		
Diepe zandbedding	BBd-2		0.01		
Diepe zandbedding met schelpdierbank	BBd-2b		0.01		
Diepe slibbedding	BBd-3				
Diepe slibbedding met schelpdierbank	BBd-3b				
Diep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBd-6		0.5		
Ondiepe zoete getijdenwateren	BBo		0.01		
Ondiepe zandbedding	BBo-2		0.01		
Ondiepe zandbedding met vegetatie	BBo-2a	0.3	0.01	0.3	0.4
Ondiepe zandbedding met schelpdierbank	BBo-2b		0.01		
Ondiepe slibbedding	BBo-3				
Ondiepe slibbedding met vegetatie	BBo-3a	0.2		0.3	0.4
Ondiepe slibbedding met schelpdierbank	BBo-3b				
Ondiep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBo-6		0.5		
Diep zomerbed	RZd		0.1		
Diepe bedding	RZd-1		0.1		
Ondiep zomerbed	RZo	0.1	0.1	0.1	0.1
Ondiepe grindbedding	RZo-1		0.1	0.1	0.1
Ondiepe zandbedding	RZo-2	0.2	0.01	0.1	0.1
Ondiepe getijdenbedding	RZo-3		0.01	0.1	0.1
Nevengeul	RWn	0.2	0.01	0.2	0.2
Zandige nevengeul	RWn-1	0.3	0.01	0.2	0.2
Kleijge nevengeul	RWn-2	0.1	0.01	0.2	0.2
Getijdekreek	RWn-3	0.1	0.01	0.1	0.1
Strang/kleiput	RWs	0.3	0.01	0.5	0.5
Aangekoppelde strang	RWs-1	0.3	0.01	0.5	0.5
Afgesloten strang	RWs-2	0.3	0.01	0.5	0.5
Stagnante strang	RWs-3	0.3	0.01	0.5	0.5
Kwelgeul	RWs-4	0.3	0.01	0.5	0.5
Beekstrang	RWs-5	0.3	0.01	0.5	0.5
Plas	RWp	0.3	0.01	0.5	0.5
Aangekoppeld zand/grindgat	RWp-1	0.3	0.01	0.5	0.5
Afgesloten zand/grindgat	RWp-2	0.3	0.01	0.5	0.5
Klein diep water/kolk	RWp-3	0.3	0.01	0.5	0.5

Bijlage 7b - Mate van geschiktheid van ecotopen voor de meer-fase zoetwatervissen

ecotoop	soorten stadium RE / 100 ha	kopvoorn			barbeel		
		ei & larvaal 40.000	juveniel 15.000	adult 1.000	ei & larvaal 50.000	juveniel 20.000	adult 1.000
Diepe zoete getijdenwateren	BBd			0.3			0.2
Diepe zandbedding	BBd-2			0.4			0.3
Diepe zandbedding met schelpdierbank	BBd-2b			0.4			0.3
Diepe slibbedding	BBd-3			0.2			0.1
Diepe slibbedding met schelpdierbank	BBd-3b			0.2			0.1
Diep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBd-6			0.3			0.3
Ondiepe zoete getijdenwateren	BBo			0.2			0.1
Ondiepe zandbedding	BBo-2			0.3			0.2
Ondiepe zandbedding met vegetatie	BBo-2a			0.3			0.2
Ondiepe zandbedding met schelpdierbank	BBo-2b			0.3			0.2
Ondiepe slibbedding	BBo-3			0.1			0.1
Ondiepe slibbedding met vegetatie	BBo-3a			0.1			0.1
Ondiepe slibbedding met schelpdierbank	BBo-3b			0.1			0.1
Ondiep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBo-6			0.2			0.2
Diep zomerbed	RZd			0.4			0.3
Diepe bedding	RZd-1			0.4			0.3
Ondiep zomerbed	RZo		0.2	0.4		0.6	0.4
Ondiepe grindbedding	RZo-1	0.8	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6
Ondiepe zandbedding	RZo-2		0.2	0.4		0.6	0.4
Ondiepe getijdenbedding	RZo-3		0.2	0.4		0.6	0.4
Nevengeul	RWn	0.4	1	0.6		0.8	0.2
Zandige nevengeul	RWn-1	0.4	1	0.6		0.8	0.2
Kleiige nevengeul	RWn-2		1	0.3		0.8	0.1
Getijderekreef	RWn-3		1	0.3		0.8	0.1

Bijlage 7c - Mate van geschiktheid van ecotopen voor de meer-fase vissen met adulte stadium in zee

ecotoop	soorten stadium	ei	steur lar-vaal	juve-niel	zalm		ei	fint		adult
	RE / 100 ha	3.000	250	15	ei & larvaal	parr	100.000	embry-onaal	larvaal & juveniel	2.000
Zeer diepe zoute en brakke getijdenwateren	Bez		0.3							
Zeer diepe zandbedding	Bez-2		0.6							
Zeer diepe zandbedding met schelpdierbank	Bez-2b		0.8							
Zeer diepe slibbedding	Bez-3									
Zeer diepe slibbedding met schelpdierbank	Bez-3b									
Zeer diep hard substraat (glooiing, bestorting)	Bez-6	0.1	0.4							
Diepe zoute en brakke getijdenwateren	Bed							0.3	0.5	
Diepe zandbedding	Bed-2			0.4				0.5	0.5	
Diepe zandbedding met schelpdierbank	Bed-2b			0.6				0.5	0.5	
Diepe slibbedding	Bed-3								0.5	
Diepe slibbedding met schelpdierbank	Bed-3b								0.5	
Diep hard substraat (glooiing, bestorting)	Bed-6	0.1						0.5	0.5	
Ondiepe zoute en brakke getijdenwateren	Beo						0.5	0.3	0.5	
Ondiepe zandbedding	Beo-2						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe zandbedding met vegetatie	Beo-2a						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe zandbedding met schelpdierbank	Beo-2b						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe slibbedding	Beo-3								0.5	
Ondiepe slibbedding met vegetatie	Beo-3a								0.5	
Ondiepe slibbedding met schelpdierbank	Beo-3b								0.5	
Ondiep hard substraat (glooiing, bestorting)	Beo-6						0.8	0.5	0.5	
Zeer diepe zoete getijdenwateren	BBz		0.3							
Zeer diepe zandbedding	BBz-2		0.6							
Zeer diepe zandbedding met schelpdierbank	BBz-2b		0.8							
Zeer diepe slibbedding	BBz-3									
Zeer diepe slibbedding met schelpdierbank	BBz-3b									
Zeer diep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBz-6	0.1	0.4							
Diepe zoete getijdenwateren	BBd							0.3	0.5	
Diepe zandbedding	BBd-2			0.4				0.5	0.5	
Diepe zandbedding met schelpdierbank	BBd-2b			0.6				0.5	0.5	
Diepe slibbedding	BBd-3								0.5	
Diepe slibbedding met schelpdierbank	BBd-3b								0.5	
Diep hard substraat (glooiing, bestorting)	BBd-6	0.1						0.5	0.5	
Ondiepe zoete getijdenwateren	Bbo						0.5	0.3	0.5	
Ondiepe zandbedding	Bbo-2						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe zandbedding met vegetatie	Bbo-2a						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe zandbedding met schelpdierbank	Bbo-2b						0.6	0.5	0.5	
Ondiepe slibbedding	Bbo-3								0.5	
Ondiepe slibbedding met vegetatie	Bbo-3a								0.5	
Ondiepe slibbedding met schelpdierbank	Bbo-3b								0.5	
Ondiep hard substraat (glooiing, bestorting)	Bbo-6						0.8	0.5	0.5	
Diep zomerbed	RZd		0.3					0.4		nvt⁸
Diepe bedding	RZd-1		0.3					0.4		nvt
Ondiep zomerbed	Rzo							0.3		
Ondiepe grindbedding	Rzo-1				0.1	0.1		0.3		
Ondiepe zandbedding	Rzo-2							0.3		
Ondiepe getijdenbedding	Rzo-3							0.3		
Nevengeul	RWn							0.3		
Zandige nevengeul	RWn-1							0.3		
Kleiige nevengeul	RWn-2									
Getijdenkreek	RWn-3									

8 In eerste instantie is een draagkracht toegekend aan dit ecotoop. Het wordt echter alleen als dispersiemedium gebruikt. Het habitat van de adulte fase van de fint ligt in het estuarium.

Bijlage 8 - Verzameltabellen habitatgegevens soorten

Tabel B8.1 Totale hoeveelheid habitat in rivieren (in ha). Komma's geven duizendtallen aan.

	stadium ⁹ 1	stadium 2	stadium 3	stadium 4
barbeel	2	148	28,993	
bittervoorn	7,253			
fint	18,582	18,057	19,001	nvt ¹⁰
kopvoorn	2	148	28,993	
modderkruiper	7,251			
rivierdonderpad	35,148			
snoek	4,759			
steur	nvt ¹¹	18,022	5,057	
zalm	2	2		

Tabel B8.2 Totale aantal vissen in rivieren (in RE). Komma's geven duizendtallen aan.

	stadium 1	stadium 2	stadium 3	stadium 4
barbeel	388	19,520	384,724	
bittervoorn	1,429,372			
fint	47,768,874	637,113	276,091	nvt
kopvoorn	621	9,640	521,470	
modderkruiper	10,825,351			
rivierdonderpad	37,983,375			
snoek	71,479			
steur	nvt	89,501	1,803	
zalm	49	0		

Tabel B8.3 Totale aantal lokale leefgebieden in rivieren voor het clusteren van habitatplekken. Getallen geven de volgende type leefgebieden weer: te klein - klein - sleutel - MPV.

	stadium 1	stadium 2	stadium 3	stadium 4
barbeel	0-1-2-0	109-68-39-4	3784-1394-32-11	
bittervoorn	149-523-505-234			
fint	1690-821-1381-537	1528-2418-348-57	1737-2526-223-20	nvt
kopvoorn	0-1-2-0	109-96-13-2	3248-1909-49-15	
modderkruiper	149-16-566-677			
rivierdonderpad	2184-3227-689-126			
snoek	214-1049-137-11			
steur	nvt	726-161-15-5	650-72-3-0	
zalm	0-3-0-0	3-0-0-0		

Tabel B8.4 Duurzaamheidsindicatie voor het gehele gebied op basis van tabellen B8.2, B8.3 en de gebruikte normen voor vissen.

	stadium 1	stadium 2	stadium 3	stadium 4
barbeel	niet	sterk	sterk	
bittervoorn	sterk			
fint	sterk	sterk	sterk	nvt
kopvoorn	niet	sterk	sterk	
modderkruiper	sterk			
rivierdonderpad	sterk			
snoek	sterk			
steur	nvt	sterk	zwak	
zalm	niet	niet		

9 Nummers van stadia komen overeen met nummers uit tabellen 3.2-3.4.

10 De ecotopen zijn of alleen worden alleen gebruikt als verspreidingsmedium en niet zozeer als leefgebied.

11 De gebruikte invoerbestanden bevatten geen geschikte ecotopen voor dit stadium. Er is geen resultaat verkregen in deze analyse.

