

PAAL- EN OPGROEIGEBIEDEN VOOR VIS IN DE MAAS

SPAWNING AND NURSERY AREAS OF FISH IN THE RIVER MEUSE

FRAYÉRES ET AIRES DE CROISSANCE DES POISSONS DANS LA MEUSE

S. Semmekrot & F.T. Vriese

Reports of the project
"Ecological Rehabilitation of the River Meuse"
nr. 9, november 1992

This report is also published as nr. 54-1993
in the series "Ecological Rehabilitation of Rivers"

"Organization for the Improvement of Inland Fisheries"
P.O. Box 433, 3430 AK Nieuwegein, The Netherlands

In commission of:

Directorate Limburg, Rijkswaterstaat
P.O. Box 25, 6200 MA Maastricht, The Netherlands

OVB-onderzoeksrapport nr 1992-31

Voorwoord

In het kader van het project "Ecologisch Herstel Maas" wordt het herstel van deze rivier systeemgericht benaderd. Verschillende deelstudies verschaffen de beheerder een samenhangend beeld van de huidige situatie en de mogelijkheden om deze in de toekomst te verbeteren. De studie van de ontwikkelingsmogelijkheden van de visstand in de Maas vormt een belangrijk onderdeel van deze aanpak tot herstel. De soortsaamenstelling, populatieopbouw en verspreiding van de visstand vormen immers indicaties van de toestand van het riviersysteem. In deze door de OVB in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Limburg uitgevoerde studie over de mogelijkheden voor paai- en opgroei van vis in de Maas wordt de toestand van de rivier beschreven vanuit de eisen die de vis stelt aan zijn omgeving. Het ecologisch profiel van verschillende vissoorten wordt geconfronteerd met de actuele situatie in de rivier. Voor de beschrijving van deze situatie is gebruik gemaakt van gegevens die door Rijkswaterstaat Directie Limburg beschikbaar zijn gesteld. Deze analyse van het riviersysteem resulteert in een gedetailleerd beeld van de Maas waarin de knelpunten voor paai- en opgroei voor verschillende vissoorten worden aangegeven. De in deze studie gehanteerde analyse-methode resulteert daarnaast in aanzetten tot herstel van de paai- en opgroeimogelijkheden van de vis.

Drs. A.J.P. Raat,
hoofd afdeling Onderzoek OVB

Inhoudsopgave

Samenvatting / Summary / Résumé

1.	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Onderzoeksvragen	1
1.3	Afbakening van het onderzoek	2
1.4	Aanpak	3
2.	De visstand in de Maas: historie en potenties	6
2.1	Algemeen	6
2.2	De visfauna in de Maas	6
2.2.1	Inleiding	6
2.2.2	De visstand in de Maas voor de twaalfde eeuw	7
2.2.3	De visstand in de Maas tussen de twaalfde en achttiende eeuw	8
2.2.4	De visstand in de Maas tussen de achttiende en het begin van de twintigste eeuw	8
2.2.5	De visstand in de Maas in de twintigste eeuw	10
2.3	De potenties van de visstand in de Maas op basis van het leefmilieu	11
2.3.1	Inleiding	11
2.3.2	Waterkwaliteit	13
2.3.2.1	Algemeen	13
2.3.2.2	De waterkwaliteit in de periode 1953-1980	14
2.3.2.3	De huidige waterkwaliteit met betrekking tot een aantal belangrijke parameters	15
2.3.2.4	Consequenties voor de visstand	16
2.3.3	Waterkwantiteit	18
2.3.4	Morfologie	18
2.3.5	Vismigratieobstructies	19
2.3.6	Doelsoorten per stuwvak	20
3.	Beperking van de doelsoorten	22

4.	Habitat-eisen voor de voortplanting en het opgroeien van de doelsoorten	27
4.1	Algemeen	27
4.2	Anadrome vissoorten	27
4.3	Rheofiele vissoorten	29
4.4	Stagnofiele vissoorten	33
4.5	Ubiquistische vissoorten	36
5.	Analyse van de potentiële paai- en opgroeigebieden in de Maas op macro-niveau	41
5.1	Algemeen	41
5.2	De vissoortenassociaties en de habitat-eisen	41
5.3	Het macro-habitat in de Maas	46
5.4	Koppeling habitat-eisen vissoortenassociaties met het macro-habitat in de Maas	48
5.5	Resultaten macro-analyse	49
5.5.1	Algemeen	49
5.5.2	Resultaten	49
5.5.3	Bespreking van de resultaten van de macro-analyse per vissoortenassociatie	50
5.5.4	Consequenties voor de paai- en opgroeimogelijkheden in de Maas	51
6.	Omtrent de micro-analyse	53
7.	Paai- en opgroeigebieden voor prioritaire soorten in een aantal Maasplassen	55
8.	De behoefte aan en locaties van toekomstige paai- en opgroeigebieden	59
9.	Inrichtingscriteria paai- en opgroeigebieden van de prioritaire soorten	62
10.	Discussie	66
11.	Conclusies	69
12.	Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	71
13.	Literatuur	72

Bijlagen

Samenvatting

Het voorliggende rapport "Paai- en opgroeigebieden voor vis in de Maas" is tot stand gekomen in opdracht van Directie Limburg van Rijkswaterstaat. De probleemstelling van het onderzoek is door Directie Limburg als volgt geformuleerd (Janssen, 1992): "Het vermoeden bestaat dat er in de Maas voor vissen te weinig geschikte paaiplaatsen zijn. Het ontbreekt binnen de Directie aan tijd en deskundigheid om dit te onderzoeken en kansrijke locaties te selecteren voor de aanleg van paaiplaatsen". De OVB is verzocht de probleemstelling nader te specificeren en het probleem te onderzoeken. Met betrekking tot de probleemstelling is de visstand in de Maas, middels literatuuronderzoek, in een historisch perspectief geplaatst. Aan de hand hiervan en rekening houdend met de ecologische zonering van de Maas in vroeger tijden is de algemene probleemstelling per stuwvak op vissoortniveau gespecificeerd.

Gezien de omvang van het onderzoeksgebied (de Maas tussen Eijsden en Hedel, met uitzondering van de Grensmaas) is het niet mogelijk om op basis van directe of indirecte waarnemingen het paaien en opgroeien van vissen in kaart te brengen. Daarom is voor de beantwoording van de onderzoeksvragen (Janssen, 1992) de analyse van het habitat als methode gehanteerd. Hierbij is informatie over de morfologie en hydrologie van de Maas vergeleken met informatie over specifieke habitateisen van vissoorten met betrekking tot de paai en het opgroeien.

Gebleken is dat bijna alle oorspronkelijk anadrome, katadrome, rheofiele en stagnofiele vissoorten in de Maas zijn verdwenen of tot kleine aantallen zijn teruggebracht. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan de menselijke ingrepen in het riviersysteem (bescherming tegen overstromingen, regulering van de afvoer en het bevaarbaar maken van de rivier) en aan menselijke invloeden op de waterkwaliteit van de rivier. Hierdoor bestaat de visfauna in de Maas vooral uit een aantal ubiquistische soorten. Getalsmatig zijn brasem en blankvoorn waarschijnlijk het sterkst vertegenwoordigd.

De mogelijkheden voor rheofiele en stagnofiele vissoorten worden vooral beperkt door de monotone morfologie van de Maas. Er is een gebrek aan variatie in substraat, stroomsnelheid, diepte en breedte. Aquatische vegetatie ontbreekt vrijwel volledig. Dit heeft als gevolg dat er een tekort is aan paai- en opgroei-habitat voor genoemde vissoorten.

De rheofiele vissoorten barbeel, kopvoorn, sneep en serpeling hebben in het onderzoeksgebied geen paai- en opgroeimogelijkheden. De aanwezigheid van deze soorten in de stuwvakken 1 en 2 kan worden verklaard door uitspoeling en migratie van deze soorten vanuit de Grensmaas. Hiermee wordt het enorme belang van de Grensmaas voor de visfauna in de Maasvallei duidelijk. Een verkeerde aanpak van de natuurontwikkeling in het Grensmaasgebied zou kunnen leiden tot het einde van populaties rheofiele vissoorten in dit gebied. Een beter inzicht in de omvang en de ligging van paai- en opgroeigebieden van deze soorten in het Grensmaasgebied wordt wenselijk geacht.

Voor de phytofiele vissoorten snoek, zeelt, kroeskarper, karper, bittervoorn, kolblei en ruisvoorn zijn er zeer weinig paai- en opgroeimogelijkheden in de hoofdstroom van het onderzoeksgebied aanwezig. In de dode zijarmen en Maasplassen zijn er voor deze soorten waarschijnlijk meer paai- en opgroeimogelijkheden. De invloed van de paai- en opgroeigebieden in deze nevenwateren op de hoofdstroom kan moeilijk worden ingeschat, maar wordt verondersteld beperkt te zijn. Vissoorten als riviergrondel, alver, winde, baars, pos en snoekbaars hebben voldoende paai- en opgroeimogelijkheden in het onderzoeksgebied.

In dit onderzoek was het niet mogelijk plannen te ontwikkelen die het algemeen ecologisch herstel bewerkstelligen van alle vissoorten, maar zijn alleen plannen ontwikkeld die de paaien opgroeimogelijkheden van de phytofiële vissoorten verbeteren. Een structureel herstel van de visfauna in de Maas, waarbij alle vissoorten betrokken zijn, is alleen mogelijk door het uitvoeren van een ecologisch herstelprogramma voor het Maasdal. Hierin zouden grootschalige natuurontwikkelingsprojecten moeten worden opgenomen die leiden tot het herstel van nevengeulen, dode zijarmen en inundatiegebieden.

Summary

The present report "Spawning and nursery areas of fish in the river Meuse" has been realized by order of the Directorate Limburg of Rijkswaterstaat (The Netherlands Public Works and Water Management - Directorate Limburg). Directorate Limburg defined the problem as follows (Janssen, 1992): "It is suspected that the river Meuse offers insufficient suitable spawning places for fish. Within the Directorate time and expertise are lacking to investigate this matter and to select favourable locations for the creation of spawning areas." The Organization for the Improvement of Inland Fisheries has been requested to elaborate on the problem and to investigate the problem. With regard to the formulation of the problem, the fish stock present in the Meuse was placed into a historic perspective by means of literature search. On this basis and taking into account the ecological zoning of the Meuse in earlier times, the general definition of the problem has been specified at fish species level per lock section.

Given the size of the research area (the river Meuse between Eijsden and Hedel, with the exception of the Grensmaas), it is not possible to chart the spawning and growth of fish on the basis of direct or indirect observations. Therefore, analysis of riverine habitat was used to identify and quantify potential spawning and nursery areas. Information on morphology and hydrology of the Meuse was compared with information on specific habitat requirements of fish species regarding spawning and growth.

It was concluded that almost all original anadromous, catadromous, rheophilic and stagnophilic fish species have disappeared from the Meuse or have been reduced to very small numbers. This is mainly attributable to human intervention in the river system (protection against floods, regulation of water transport and creation of a navigable river) and to human influence on the quality of river water. As a result the fish fauna in the Meuse mainly exists of a number of ubiquitous species. Numerically, bream and roach are probably best represented.

The possibilities for rheophilic and stagnophilic fish species are particularly restricted by the monotonous morphology of the Meuse. There is a lack in variance regarding substrate, flow rate, depth and width. Aquatic vegetation is almost completely absent. The result is a shortage of spawning and growing habitat for the fish species mentioned.

Rheophilic fish species such as barbel, chub, nose carp and dace have no possibilities for spawning and growth in the research area. The presence of these species in the lock sections 1 and 2 can be explained by the washing out and migration of these fishes from the Grensmaas. This demonstrates the great importance of the Grensmaas for the fish fauna in the Meuse valley. A wrong approach of nature development in the Grensmaas area might lead to the end of populations of rheophilic fish species in this area. A better insight into the size and location of the spawning and nursery areas of these species in the Grensmaas is considered desirable.

There are very few possibilities for spawning and growth in the main stream of the research area for phytophilic fish species such as pike, tench, crucian carp, carp, bitterling, white bream and rudd. The oxbows and the gravel pits alongside the Meuse (Maasplassen) probably offer more spawning and growth possibilities. The influence of spawning and nursery areas in these subsidiary waters on the main stream is hard to assess, but is assumed to be limited. Fish species such as gudgeon, bleak, ide, perch, ruffe and pikeperch have sufficient spawning and growth possibilities in the research area.

In this study it was not possible to develop plans to achieve a general ecological rehabilitation of all fish species, however, plans have been developed to improve the possibilities for the spawning and growth of phytophilic fish species. A structural rehabilitation of the fish fauna of the Meuse, involving all fish species, will only be feasible in the context of an ecological rehabilitation programme for the Meuse valley. This programme should include large-scale nature development projects leading to the restoration of disconnected backwaters, oxbows and inundation areas.

Résumé

Le présent rapport "Frayères et aires de croissance des poissons dans la Meuse" a été réalisé sur la demande de la Direction Limbourg de "Rijkswaterstaat" (service national des Travaux publics et de la Gestion des Eaux). La problématique de l'étude a été formulée par la Direction Limbourg comme suit (Janssen, 1992): "Il y a lieu de penser que dans la Meuse, il y a insuffisamment de frayères convenables pour les poissons. Le temps et l'expertise manquent au sein de la Direction pour réaliser une étude sur ce sujet et sélectionner des sites prometteurs pour l'aménagement de frayères". Il a été demandé à l'Organisation néerlandaise pour l'amélioration de la pêche intérieure (OVb) de spécifier davantage la problématique et d'étudier le problème. Par rapport à la problématique, on a placé la faune piscicole dans la Meuse dans un contexte historique à l'aide d'études bibliographiques. Sur cette base et en tenant compte du zonage écologique de la Meuse dans des temps anciens, on a spécifié la problématique générale par compartiment morainique et par niveau des espèces de poissons.

Vu l'étendue du domaine d'étude (la Meuse entre Eijsden et Hedel, à l'exception de la Meuse mitoyenne), il n'est pas possible, sur la base d'observations directes ou indirectes, de dresser la carte des frayères et des aires de croissance des poissons. Aussi, pour répondre aux questions de l'étude (Janssen, 1992), a-t-on employé comme méthode l'analyse de l'habitat, qui consiste à comparer des informations sur la morphologie et l'hydrologie de la Meuse avec des informations sur les exigences d'habitat spécifiques des espèces de poissons en rapport avec les frayères et la croissance.

Il est apparu que toutes les espèces de poissons initiales anadrome, catadrome, rhéophile et stagnophile dans la Meuse ont disparu ou sont réduites à de petites quantités. Cette situation est principalement imputable aux interventions humaines dans le régime fluvial (protection contre les crues, régulation des déversements et aménagement fluvial pour la navigation), et aux influences humaines sur la qualité de l'eau du fleuve. C'est pourquoi la faune piscicole dans la Meuse se compose surtout d'un certain nombre d'espèces ubiquistes. Numériquement, les brèmes et les gardons blancs sont probablement les mieux représentés.

Les possibilités pour les poissons rhéophiles et stagnophiles sont surtout limitées par la morphologie monotone de la Meuse. Il y a un manque de variation dans le substrat, le débit, la profondeur et la largeur. La végétation aquatique est quasiment absente. Il s'ensuit une carence de frayères et d'aires de croissance pour les espèces de poissons citées.

Les poissons rhéophiles barbeau commun, chevain, hotu et vandoise vraie n'ont ni frayères ni possibilités de croissance dans la zone d'étude. La présence de ces espèces dans les compartiments morainiques 1 et 2 peut s'expliquer par l'entraînement par les eaux et la migration de ces espèces depuis la Meuse mitoyenne. Ce qui démontre l'importance capitale de la Meuse mitoyenne pour la faune piscicole dans la vallée de la Meuse. Une approche inappropriée du développement naturel de la région de la Meuse mitoyenne pourrait signifier la fin des populations de poissons rhéophiles dans cette région. Il est souhaitable d'obtenir une meilleure compréhension de l'ampleur et de la situation des frayères et des aires de croissance de ces espèces dans la région de la Meuse mitoyenne.

Pour les poissons phytophiles brochet commun, tanche commune, carassin vulgaire, carpe ordinaire, bouvière, chevain et rotengle, il y a très peu de frayères et de possibilités de croissance dans le cours principal de la zone d'étude. Dans les bras morts et les étangs de la Meuse, il est probable qu'il y ait plus de frayères et de possibilités de croissance. L'effet de ces frayères et de ces aires de croissance dans les eaux latérales sur le cours principal est difficile à estimer mais est considéré comme restreint. Les espèces de poissons comme le

goujon, l'ablette, l'ide mélanotte, la perche, l'acérine courbée et la sandre ont suffisamment de frayères et de possibilités de croissance dans la zone d'étude.

Dans cette étude, il n'a pas été possible d'élaborer des plans qui réalisent un rétablissement écologique général de toutes les espèces de poissons, seuls des plans d'amélioration des frayères et des possibilités de croissance des poissons phytophiles ayant été élaborés. Un rétablissement structurel de la faune piscicole dans la Meuse, où toutes les espèces de poissons seraient concernées, n'est possible qu'en exécutant un programme de rétablissement écologique pour la vallée de la Meuse. Ce programme impliquerait des projets de développement naturel à grande échelle devant mener au rétablissement des chenaux latéraux, des bras morts et des champs d'inondation.

1. Inleiding

1.1 Algemeen

In de derde Nota Waterhuishouding (NW3) wordt bijzondere aandacht besteed aan de rivieren Rijn en Maas. Verschillende beleidsvoornemens in de derde Nota zijn van invloed op de visstand in deze rivieren. In de derde Nota worden als streefbeelden voor de grote rivieren in het jaar 2000 o.a. genoemd:

- * Het overgrote deel van de rivieren is geflankeerd door natuurlijke oevers,
- * De riviersystemen zijn onderdeel van de ecologische hoofdstructuur (...),
- * Trekvisen als zalm, fint en steur komen in alle rivieren weer voor, dankzij de goede waterkwaliteit en geschikte fysische condities, zoals passeerbare stuwen en spuisluizen, geschikte paaiplaatsen en voldoende milieuvriendelijke oevers.

Het beleid ten aanzien van de rivieren is uitgewerkt in verschillende nota's. Vanhemelrijk & van Broekhoven (1990) hebben verschillende streefbeelden van het NW3 beleid kwantitatief uitgewerkt voor Rijn en Maas. Hierbij is aandacht besteed aan landschappelijke, faunistische en floristische aspecten van het beleid voor Maas, Rijn en Overijsselse Vecht. In het Beheersplan Rijkswateren wordt het kwantitatief en kwalitatief beheer van Rijkswateren integraal beschreven. Als uitwerking hiervan wordt door Directie Limburg van Rijkswaterstaat een beheersplan voor de Maas opgesteld.

Een belangrijk aandachtsgebied in dit project betreft de vis en de visserij in de Nederlandse rivieren. Door Rijkswaterstaat Directie Limburg zijn hiervoor verschillende activiteiten uitgevoerd. Een basisdocument over de vis en visserij is samengesteld in overleg met de betrokken visstandbeheerders (Smits & Janssen, 1991). Voorts is door de OVB voor Rijkswaterstaat Directie Limburg een studie uitgevoerd over de visstand in de Grensmaas (Vriese, 1991). Laatstgenoemde studie en de resultaten van het onderzoek die in dit rapport worden beschreven zijn uitgevoerd in het kader van het project Ecologisch Herstel Maas (EHM) (Botterweg & Silva, 1992). EHM wordt uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen Directie Limburg en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA). Ook bij de sportvisserij staat de Maas in de belangstelling. De recent door de Federaties van sportvisserijverenigingen gemaakte ontwikkelingsvisie voor de Maas benadrukt een beheer waarbij de levenscondities voor riviervissen worden bevorderd (NVVS, 1992).

1.2 Onderzoeksvragen

Als uitwerking van in de NW3 geschetste streefbeelden is ondermeer onderzoek benodigd naar de betekenis van landschapscomponenten als milieuvriendelijke oevers, uiterwaarden en nevengeulen voor de paai- en opgroei van vis. Vissen zijn goede indicatoren van habitatstructuren en ecologische kwaliteit van riviersystemen. Het zijn met name de embryonale, larvale en juveniele stadia van vis die zeer specifieke vereisten stellen aan de condities voor opgroei (Schlosser, 1985; Schiemer *et al.*, 1991; Schiemer, 1989; Copp, 1992). Voor een groot aantal vissoorten voldoet de huidige Maas waarschijnlijk niet aan deze vereisten.

De Directie Limburg heeft dit in de volgende probleemstelling verwoord (Janssen, 1992):

Het vermoeden bestaat dat er in de Maas voor vissen te weinig geschikte paaiplaatsen zijn. Het ontbreekt binnen de directie aan tijd en deskundigheid om dit te onderzoeken en kansrijke lokaties te selecteren voor de aanleg van paaiplaatsen.

Aan de hand van deze probleemstelling zijn door Directie Limburg de volgende onderzoeksvragen opgesteld (Janssen, 1992):

1. Wat zijn de inrichtingseisen voor een paaiplaats in een rivier?
2. Waar zijn in het onderzoeksgebied paaiplaatsen aanwezig ?
3. In welke gebieden in het onderzoeksgebied ontbreken geschikte paaiplaatsen ?
4. Wat zijn geschikte lokaties om paaiplaatsen aan te leggen ?

De OVB is door Rijkswaterstaat Directie Limburg verzocht deze onderzoeksvragen te beantwoorden.

1.3 Afbakening van het onderzoek

Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is aldus omschreven (Janssen, 1992):

Het te inventariseren gebied omvat de Maas tussen Eijsden en Maastricht, en tussen Maasbracht en Hedel, inclusief oude rivierarmen en plassen die in open verbinding staan met de rivier. De Grensmaas is buiten dit project gehouden, omdat het natuurontwikkelingsplan in dit gebied veel verandering kan gaan brengen. Inventarisatie heeft dan weinig zin.

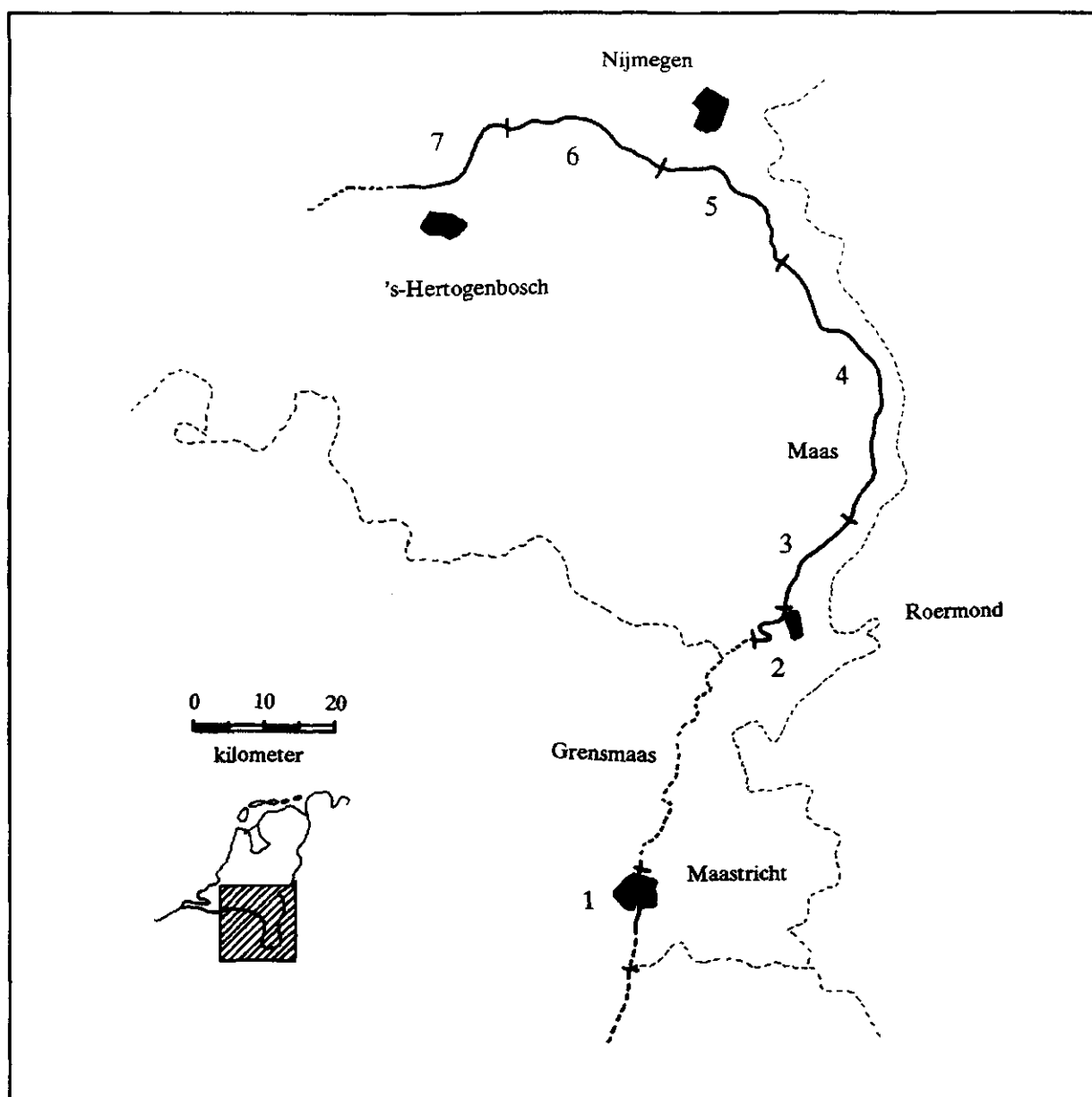
Het onderzoeksgebied betreft derhalve niet de beken die op de Maas uitkomen. Deze kunnen echter wel een belangrijke rol spelen als paai- en opgroeigebied voor soorten die in de rivier voorkomen. Tijdens het onderzoek bleek dat voor de eerste 8 km van het Maasdeel tussen Eijsden en Maastricht niet voldoende gegevens aanwezig waren. Dit deel is buiten de analyse gehouden.

Doelsoorten

In de offerteaanvraag worden de paai- en opgroeimogelijkheden van rivierstandvissen en ubiquisten genoemd als aandachtsgebieden van studie. De paai- en opgroeimogelijkheden voor salmoniden zijn buiten het onderzoek gehouden (Janssen, 1992) omdat voor deze groep geen mogelijkheden in het Nederlandse deel van de Maas worden verwacht. In tabel 1 (aan het einde van dit hoofdstuk) zijn de categorieën vissen die in het project worden behandeld op soortniveau genoemd. De opsomming is gebaseerd op de gegevens over het huidige en historische voorkomen van de verschillende soorten in de verschillende stuwvakken van de Maas (Vriese, 1991). In het kader van dit onderzoek worden kleine beekvissen als biermpje, beekprik, rivierdonderpad en elrits niet behandeld.

Onderzoeksmethodiek

Het daadwerkelijk waarnemen en/of vaststellen van het paaien van vissoorten in het onderzoeksgebied is niet mogelijk. De vissoorten van de Maas paaieren in de periode maart tot het begin van juli, waarbij de verschillende soorten een voorkeur hebben voor een aantal



Kaart van het onderzoeksgebied

weken in deze periode en voor verschillende locaties, afhankelijk van heersende temperaturen en omgevingsfactoren. Gegeven de omvang en de diversiteit van het onderzoeksgebied is het niet mogelijk, op basis van directe waarnemingen, de paai in kaart te brengen. Ook het indirect waarnemen van de paai doormiddel van de vangst van 0^+ vis is niet mogelijk. De aanwezigheid van 0^+ vis op een bepaalde locatie wil niet zeggen dat de paai van de betreffende soort daadwerkelijk op die locatie heeft plaatsgevonden. Derhalve is voor de beantwoording van de onderzoeksvragen de analyse van habitats van vis als methode gehanteerd.

Hierbij is informatie over de waterkwaliteit, morfologie en hydrologie van de Maas vergeleken met informatie over specifieke vereisten van vis voor de paai- en opgroei stadia. Een belangrijk deel van de gegevens omtrent de specifieke vereisten van vissoorten voor paai- en opgroei is verkregen door literatuurstudie. Daar waar kennis ontbreekt, is gebruik gemaakt van professional judgement, persoonlijke ervaringen of analogieredeneringen. De gegevens

omtrent de waterkwaliteit, morfologie en hydrologie van de Maas zijn verkregen door consultatie van gegevensbestanden van Rijkswaterstaat Directie Limburg.

1.4 Aanpak

FASE I (hoofdstukken 1 en 2): In de eerste fase van het project is de probleemstelling nader gespecificeerd. Hierbij zijn voor de verschillende stuwvakken doelsoorten gekozen op grond van autoecologische vereisten. Hierbij is rekening gehouden met de in vroeger tijden aanwezige ecologische zonering van de Maas volgens de principes van Huet (1949).

FASE II (hoofdstuk 3): Op basis van de beschikbare gegevens over het voorkomen van de verschillende soorten is vervolgens voor de stuwvakken vastgesteld voor welke soorten geen knelpunten bestaan op het vlak van paai en opgroei. Soorten die zeer algemeen voorkomen en die een stabiele populatieopbouw kennen, zijn niet onderhevig aan beperkingen met betrekking tot paai- en opgroeigebieden. Inventarisatie van paaigebieden voor deze soorten is dan ook niet zinvol.

FASE III (hoofdstuk 4): In de derde fase zijn voor de vissoorten die in hun voorkomen worden beperkt door het ontbreken of door het te weinig voorkomen van geschikte paai- en opgroeigebieden habitateisen geformuleerd voor voortplanting en opgroei, op basis van Habitat Geschiktheids Index modellen (Quak, 1991; Terrell, 1982), beschikbare literatuur, professional judgement, ervaringen elders of analogieredeneringen.

FASE IV (hoofdstuk 5): Aan de hand van de ecologische classificatie van Balon (1975) en rekening houdend met de eisen met betrekking tot paai- en opgroei zijn voor zover mogelijk vissoorten ingedeeld in vissoortenassociaties. Daarnaast heeft een inventarisatie van het onderzoeksgebied plaatsgevonden aan de hand van algemene gegevens over temperatuur, stroomsnelheid, debiet, waterhoogten, verval, substraat, gegevens over de bestaande oeververdediging en aanwezige vegetatie. Deze gegevens zijn vervolgens gecontrasteerd met de verschillende eisen van de vissoortenassociaties om paaigebieden te achterhalen. Het betreft hier potentiële paai- en opgroeigebieden.

Voor de verschillende vissoortenassociaties is een verwachting uitgesproken met betrekking tot de mogelijkheden van paai en opgroei. In principe leidt dit tot de volgende driedeling: (1) vissoorten-associaties die, gegeven de door hun gestelde eisen en de kenmerken van het betreffende stuwvak, redelijk goede mogelijkheden tot paai en opgroei hebben, (2) vissoorten-associaties die, gegeven de door hun gestelde eisen en de kenmerken van het betreffende stuwvak, slechte mogelijkheden tot paai en opgroei hebben en (3) vissoorten-associaties die, gegeven de door hun gestelde eisen en de kenmerken van het betreffende stuwvak, geen mogelijkheden tot voortplanting en opgroei hebben.

FASE V (hoofdstuk 6): In fase V zou het habitat in bepaalde delen van de Maas nader worden geanalyseerd. Omdat de paai- en opgroeimogelijkheden voor de vissoortenassociaties echter goed worden weergegeven in de analyse op basis van de algemene gegevens en de oorzaak van het tekort aan paai- en opgroeimogelijkheden geen nader onderzoek behoeft, bleek dit niet noodzakelijk. Van de nevenwateren waren niet voldoende gegevens voor handen om een analyse uit te voeren zoals gedaan voor de hoofdstroom van de Maas. Daarom is getracht het belang van de nevenwateren als paai- en opgroeigebied op een andere wijze weer te geven (hoofdstuk 7).

Rekening houdend met de ecologische zonering van de rivier volgens Huet (1949) wordt per stuwvak de behoefte aan paai- en opgroeigebieden aangegeven (hoofdstuk 8). Hierbij is uitgegaan van een bepaalde samenstelling van de visstand in de betreffende stuwpanden volgens ecologische criteria en van een minimaal noodzakelijke omvang van paai- en opgroeigebieden. Aan de hand van de in de analyse vastgestelde eisen van de verschillende soorten zijn inrichtingscriteria voor de paai- en opgroeigebieden geformuleerd, waarbij speciale aandacht wordt geschonken aan de geconstateerde knelpunten voor deze soorten (hoofdstuk 9).

Tabel 1. Vissoorten in de Maas die zullen worden behandeld in het project.
(0 = incidenteel; ? = onbekend; - = niet aanwezig; + = aanwezig; * = wordt niet behandeld)

<i>Categorie</i>	<i>Soort</i>	<i>Aanwezigheid</i>
Anadrome vissoorten	Zeeprik	0
	Rivierprik	?
	Elft	-
	Fint	-
	Spiering	+
	Zalm)*	-
	Zeeforel)*	+
Katadrome vissoorten	Aal	+
Rheofiele vissoorten	Barbeel	+
	Sneep	+
	Kopvoorn	+
	Winde	+
	Serpeling	+
Stagnofiele vissoorten	Snoek	+
	Zeelt	+
	Karper	+
	Kroeskarper	+
	Bittervoorn	+
Ubiquistische vissoorten	Riviergrondel	+
	Brasem	+
	Kolblei	+
	Alver	+
	Blankvoorn	+
	Rietvoorn	+
	Baars	+
	Snoekbaars	+
	Pos	+
	Kwabaal	?
	Rivierdonderpad)*	?

2. De visstand in de Maas: historie en potenties

2.1 Algemeen

De Maas ontspringt op een hoogte van 409 m in Pouilly-en-Bassigny nabij de Vogezes. Vervolgens stroomt de Maas door Frankrijk (506 km), België (182 km) en Nederland (ca. 260 km), waar hij uitmondt in de Noordzee door een delta te vormen met de Rijn en de Schelde. Tegenwoordig is deze delta met dammen afgesloten van de Noordzee ter voorkoming van overstromingen (delta werken). Het totale stroomgebied van de Maas is 36.000 km² groot en is verdeeld over vijf landen: Frankrijk, België, Luxemburg, Duitsland en Nederland. De belangrijkste zijrivieren van de Maas zijn de Chiers en de Semoy in Frankrijk, de Lesse, Sambre en Ourthe in België en de Roer en Niers in Nederland (Philippart et al., 1988).

De Maas is een typische regenrivier, gekenmerkt door een sterk wisselende waterafvoer. Philippart et al. (1988) noemt een gemiddelde jaarlijkse afvoer bij de grens tussen België en Nederland van 270 m³/sec over de periode 1911-1960 en van 214 m³/sec over de periode 1954-1963. De Maas had voor de normalisatie een sinusvormige hoofdstroom, met daarin talloze middelgrinden (grindeilanden). Hierdoor werd er een systeem met hoofd- en nevengeulen gecreëerd. Tijdens de normalisatiewerkzaamheden in het midden van de negentiende eeuw zijn deze middelgrinden verloren gegaan (Klink, 1985). Tegenwoordig bestaat de Maas uit één zwak meanderende hoofdstroom.

Het verval over de gehele loop van de Maas is 0.5 promille. In België heeft de Maas een verval van 0.2 promille (Philippart et al., 1988). In Nederland heeft de Maas van Eijsden tot Maasbracht een verval van ca. 0.4 promille (Redeke, 1948 en Klink, 1985), van Maasbracht tot Roermond 0.3 promille en beneden Roermond neemt het verval sterk af naar gemiddeld 0.1 promille (verhanglijn RWS-DL). De stroomsnelheid bij de Nederlands/Belgische grens varieert van 1.2 tot 2.5 m/sec (Klink, 1985). Stroomafwaarts neemt de stroomsnelheid af. De bodem van de Maas in Nederland bestaat bijna overal uit grind en zand. Stroomopwaarts neemt het gehalte aan grind toe en wordt het grind grover.

2.2 De visfauna in de Maas

2.2.1 Inleiding

De visfauna in de Maas was al grotendeels vernietigd voordat het mogelijk was deze te inventariseren en te ontdekken hoeveel er in de laatste decennia verloren is gegaan. Onderzoek naar de werking van ongestoorde rivierecosystemen is niet meer mogelijk, noch in de Maas noch in vergelijkbare rivierecosystemen. De vernietiging van de visfauna in de Maas is niet alleen te wijten aan de kanalisatie van de rivier ten behoeve van de scheepvaart en de verslechtering van de waterkwaliteit, maar ook aan de normalisatie.

De normalisatie van de Maas heeft het verdwijnen en in cultuur brengen van de inundatiegebieden (overstromingsgebieden) tot gevolg gehad. De grote diversiteit aan biotopen zoals die vroeger voorkwam in het rivierecosysteem Maas werd continu gevormd, geconserveerd en vernietigd door de dynamiek van het water. De verschillende biotopen in de inundatiegebieden en de rivier waren van groot belang voor de visfauna in het stroomgebied van de Maas. De inundatiegebieden, met de talloze grote en kleine stilstaande en stromende wateren, vormden samen met de rivier een ecologische eenheid. Deze twee elementen kunnen niet van elkaar worden gescheiden zonder schade toe te brengen aan de visstand.

Het ecosysteem Maas, zoals dat vroeger bestond, is onomkeerbaar verstoord. In het algemeen kan worden gesteld dat de verstoring van rivierecosystemen al zeer lang geleden is begonnen. Zo zijn er aanwijzingen dat de grote parelmossel (*Margaritifera auricularia*) in de Rijn al 400 tot 500 jaar is uitgestorven als gevolg van de toenemende erosie en slibvracht door de ontbossingen in Duitsland (Fittkau, 1983).

In Nederland was de bewoning in het riviereengebied van oudsher gesitueerd op de oeverwallen. De dorpen werden vanaf de landzijde bedreigd door het afstromende water. Bovenstrooms van de dorpen werden daarom dwarskaden aangelegd die het water zijdelings naar de lagergelegen komgronden moesten afvoeren. Vanaf 1100 na Chr. is in Nederland begonnen met het aanleggen van dergelijke kaden (van de Ven, 1986).

In de volgende paragrafen zal aan de hand van menselijke ingrepen in het rivierecosysteem een beeld worden geschetst van de ontwikkelingen in de visstand in de afgelopen eeuwen. Het beeld dat op deze wijze tot stand komt is voor een belangrijk deel speculatief omdat met name voor de ontwikkelingen in het verre verleden geen harde bewijzen te vinden zijn. De geschetste ontwikkelingen zijn echter wel zeer waarschijnlijk, uitgaande van de huidige kennis en ervaringen.

2.2.2 De visstand in de Maas voor de twaalfde eeuw

In de oude ongestoorde situatie was de kinetische energie van het water in de rivier bijzonder groot tijdens de jaarlijks terugkerende piekafvoeren in de herfst en het voorjaar en werden kiezelstenen en grove zandkorrels over de rivierbodem verplaatst. Grote hoeveelheden fijn zwevend sediment werden samen met het water afgevoerd naar de delta en naar zee. Tijdens deze hoogwater perioden kwam door de kracht van het water de morfologie van de rivierbedding en de inundatiegebieden tot stand. Nieuwe nevenbeddingen werden gecreëerd en nieuwe stilstaande wateren in de inundatiegebieden werden gevormd.

Vanuit het stroomgebied stroomden beken naar de rivier en deze doorkruisten de inundatiegebieden. In de inundatiegebieden bevonden zich bovendien bronnen en kwelgebieden waaruit kleine kwelbeken en stilstaande wateren ontstonden. De grondwaterstand bleef door de invloed van kwel- en rivierwater ook in droge zomers erg hoog. De erosie en afzettingen van de kwelbeken en laaglandbeken droegen bij aan de vorming van de inundatiegebieden.

In de rivier kwamen migrerende soorten voor als steur, zalm, zeeforel, zee- en rivierprik, elft, fint, en houting. Deze vissen trokken vanuit zee stroomopwaarts om in de bovenlopen van rivieren en beken te paaien. Veel van de massaal optrekkende soorten namen tijdens hun trektocht geen of weinig voedsel tot zich en gebruikten de hoofdstroom van de rivier alleen als migratieroute. De bovenloop van de Maas speelde bij deze soorten een belangrijke rol voor de voortplanting. In de nevengeulen, dode armen en inundatiegebieden in de bovenloop van de Maas vond het broed van de trekvissoorten voldoende voedsel en schuilmogelijkheden om zich te kunnen ontwikkelen en voor instandhouding van de soort te zorgen.

In de hoofdstroom van de Maas kwamen door de extreme milieuomstandigheden (hoge stroomsnelheid, weinig beschutting en verhoudingsgewijs weinig voedselproductie) relatief weinig diersoorten voor. Een belangrijk deel van de fauna in de hoofdstroom van de rivier werd gevormd door de vissen. Eén te onderscheiden groep bestond uit vissoorten zoals baarsachtigen (pos en baars) en cypriniden (blankvoorn, brasem, kolblei, barbeel, kopvoorn, serpeling, winde, alver en sneep). Vanwege het extreme leefmilieu in de hoofdstroom van de rivier lagen de paai- en opgroeigebieden van deze soorten in stromende en stilstaande

wateren met een minder extreem karakter zoals nevengeulen, beken, dode armen, plassen en poelen in de inundatiegebieden. Afhankelijk van de soort, het seizoen, de waterstand en de aanwezigheid van voedsel, brachten deze soorten eenmaal volwassen geworden een groot deel van hun leven door in de hoofdstroom van de rivier.

De derde groep vissen leefde in de stilstaande water van het riviersysteem zoals de dode armen, poelen en plassen in de inundatie gebieden. Deze groep bestond hoofdzakelijk uit snoek en cypriniden zoals ruisvoorn, zeelt, en kroeskarper. Zij brachten hun hele leven (paai, opgroei en volwassen stadium) door in de stilstaande wateren binnen het rivierecosysteem.

De diversiteit aan biotopen in het stroomdal van de oorspronkelijke Maas was zo groot dat nagenoeg alle soorten van de Nederlandse visfauna hier voorkwamen, ondanks de soms zeer verschillende milieueisen van deze vissoorten.

2.2.3 De visstand in de Maas tussen de twaalfde en achttiende eeuw

In Nederland is de mens al vroeg begonnen de gedragingen van de rivieren te beïnvloeden. Al in de Romeinse tijd werden graafwerkzaamheden uitgevoerd aan rivieren en zijn dammen aangelegd in de noordelijke arm van de Rijn.

Ook in latere tijd werden, op kleine schaal, in het riviereengebied waterstaatkundige werken uitgevoerd, verband houdend met de bouw en de aanwezigheid van de dijken die sinds de twaalfde eeuw in dit gebied als bescherming tegen overstromingen waren aangelegd. Deze dijken waren niet altijd rivierdijken in de zin dat zij de loop van de rivier volledig volgden. Zij werden geconstrueerd om bepaalde bewoonde en bebouwde delen tegen wateroverlast te beschermen (Zonneveld, 1985).

Vanaf de veertiende eeuw beschermde men zich ook tegen wateroverlast door langs de rivieren dijken op te werpen. In de loop der eeuwen werden deze dijken regelmatig verhoogd en met elkaar verbonden en ontstonden er aaneengesloten waterkeringen. Door de aanleg van deze dijken en het in cultuur brengen van het nieuw aangewonnen land achter de dijken werden de inundatiegebieden naast de Maas kleiner. Met het kleiner worden van de inundatiegebieden verdween een deel van het biotoop voor de stagnofiele soorten, waardoor deze soorten in aantal af namen (tabel 2).

Het aanleggen van dijken had ook tot gevolg dat het winterbed steeds kleiner werd. Bij een hoge waterafvoer in de winter moest daardoor dezelfde hoeveelheid water door een kleinere dwarsdoorsnede waardoor de stroomsnelheden in de hoofdstroom hoger werden. De dynamiek tussen de laagste stroomsnelheid in de zomer en de hoogste stroomsnelheid in de winter werd groter en het leefmilieu in de hoofdstroom van de rivier werd extremer. Rheofiele en ubiquistische soorten die in meer of mindere mate afhankelijk zijn van het leefmilieu in de hoofdstroom namen hierdoor in aantal af (tabel 2).

2.2.4 De visstand in de Maas tussen de achttiende en het begin van de twintigste eeuw

De grootste waterstaatkundige activiteiten op de Maas en op de andere grote rivieren vonden plaats in de achttiende, de negentiende en de twintigste eeuw. Met het graven van het Pannerdens en Bijlandse kanaal (eind achttiende eeuw) is de normalisatie van de grote rivieren begonnen. Het normaliseren had niet in eerste plaats als doel de bevaarbaarheid van de Maas te bevorderen. Dit aspect is pas in het begin van de twintigste eeuw aan de orde gekomen. Het hoofddoel was het geven van een dusdanige vorm aan de rivierbedding dat

ook bij hoge afvoeren van water en ijs de kans op een dijkdoorbraak of overstroming zo klein mogelijk zou zijn (Zonneveld, 1985).

De normalisatie van de Maas is vooral in de negentiende eeuw op gang gekomen. In de eerste helft van die eeuw werd vooral gedacht aan zijdelingse afleidingen, waarbij tijdens grote afvoeren de ene rivier gelegenheid zou hebben een teveel aan water op de andere rivier te lozen. Uit die tijd stamt ondermeer de Heerenwaardense overlaat in het gebied waar Maas en Waal elkaar zeer dicht naderen.

Na 1850 werd echter het idee verlaten om de problemen via zijdelingse afleidingen op te lossen. Er werd een plan opgesteld waarin werd voorzien dat elke rivier zijn eigen water zou moeten kunnen afvoeren. Dit gebeurde door het opheffen van stroomsplitsingen en door het aanleggen van kribben waardoor de stroomdraad op zijn plaats bleef en de bedding een vaste breedte hield. Met het aldus aan de rivier opgelegde stromingsbeeld kon de diepte op een peil worden gehouden zodat in tijden van ijsgang zo min mogelijk stagnatie plaats vond.

Door de normalisatie van de Maas versmalde de hoofdstroom, werden nevengeulen opgeheven en werd de rivier dieper. Dit had tot gevolg dat het grootste deel van de hoofdstroom van de rivier geen beschutting meer bood en dat hoge stroomsnelheden optraden. Zowel de rheofiele als ubiquistische vissoorten in de Maas zijn afhankelijk van vormen van beschutting tegen de stroom (Copp, 1989). Het biotoop voor deze vissoorten werd tengevolge hiervan steeds kleiner. Het opheffen van de nevengeulen en het dieper worden van de rivier had als bijkomend gevolg dat veel paai- en opgroeigebieden voor rheofiele vissoorten (ondiep, langzaam stromend water met grof substraat) verdwenen. Deze ontwikkelingen versnelden de achteruitgang van deze soorten in de Maas (tabel 2).

Behalve met normalisatiewerkzaamheden aan de rivier zelf werd verder gegaan met de bedijking. De zomerdijken en winterdijken werden langs de hele rivier met elkaar verbonden en verhoogd waardoor steeds meer uiterwaarden ontstonden. Deze vroegere inundatiegebieden werden in cultuur gebracht en voor landbouwkundige doeleinden gebruikt.

De ontwikkelingen in de landbouw en industrie waren ook de oorzaak van de normalisatie en de slechter wordende waterkwaliteit van de laagland- en bergbeken die uitmonden in de Maas. Dit had tot gevolg dat meer en meer biotoop voor typische beekvissen als elrits, beekprik, rivierdonderpad, beekforel, vlagzalm en het biermpje verdween (tabel 2).

Niet alleen de typische beekvissen hadden onder deze normalisatie en de slechte waterkwaliteit te lijden, ook de paai- en opgroeigebieden van anadrome vissoorten zoals zalm en zeeforel werden hierdoor minder, waardoor deze soorten in aantal afnamen. Eind negentiende en begin twintigste eeuw is men begonnen met de verstuwings van de Maas in België en Frankrijk. Door deze verstuwings werden de nog bereikbare paai- en opgroeigebieden van de anadrome vissoorten kleiner (tabel 2). Aan het eind van de negentiende eeuw zijn de zalm en de elft zo goed als verdwenen (Vriese, 1991).

Door de toenemende industrialisatie werd de waterkwaliteit van de Maas slechter. De verontreiniging van het Maasslib met zware metalen in Zuid-Limburg bereikte in het midden van de negentiende eeuw het maximale niveau (Rang & Schouten, 1987). Reeskens (1916) meldt over waterverontreiniging het volgende: "Uit een naschrift bij het Maasrapport van Dr. Hoek blijkt, dat o.a in 1911 in de Maas bij en boven Maastricht verschillende doode en halfdoode zalmen werden gevonden. Dr Hoek meent, dat de ziekte verband houdt met de vervuiling, waaraan de Maas en sommige harer zijrivieren in België zijn blootgesteld."

2.2.5 De visstand in de Maas in de twintigste eeuw

Aan het einde van de negentiende eeuw vond het graven van de Bergse Maas plaats teneinde de afstroming van de grote rivieren te verbeteren. In de jaren 1931-1942 werd een groot aantal Maasmeanders afgesneden. Door de verbeterde afstroming werd de Beerse overlaat overbodig en konden de laatste landerijen die van tijd tot tijd onder water kwamen te staan als permanent ontwaterde gebieden in gebruik worden genomen. Door deze normalisatiewerkzaamheden zijn de laatste restanten van langdurig ondergelopen inundatiegebied verdwenen.

Door de toenemende industrialisatie werd het belang van de Maas als scheepvaart route steeds groter. De toenemende tonnages en diepgang van de schepen en de lage waterstanden in de zomermaanden maakten het noodzakelijk dat de Maas werd gekanaliseerd. In de Nederlandse Maas werden stuwen aangelegd bij Linne, Roermond, Belfeld, Sambeek, en Grave in de periode 1918-1929 (Heermans, 1988), gevolgd door de aanleg van het Juliana-kanaal (1929), de stuw bij Borgharen en het Lateraalkanaal Linne-Buggenum. De Maas benedenstrooms van Grave werd genormaliseerd en de laatste stuw bij Lith, werd aangelegd in 1936.

Door de kanalisatie nam de gemiddelde diepte van de Maas toe en nam de gemiddelde stroomsnelheid af. Hierdoor verdwenen paai- en opgroeigebieden van rheofiele vissoorten. Het verminderen van de stroomsnelheid had tot gevolg dat het leefmilieu in de hoofdstroom minder extreem werd, waardoor de leefomstandigheden voor ubiquistische en stagnante vissoorten sterk werden verbeterd. Met het aanleggen van de stuwen in de Nederlandse Maas werd het voor de overgebleven anadrome en katadrome soorten als zeeforel, zeeprik, rivierprik, spiering, aal en bot nog moeilijker om de trek van zee naar de paai- en opgroeigebieden en vice versa te volbrengen. Het aanleggen van de stuwen had derhalve een afname van deze soorten tot gevolg.

Naar aanleiding van de watersnoodramp in 1953 werd bij de Deltawet van 1958 besloten alle zeearmen tussen de Nieuwe Waterweg en de Westerschelde af te dammen. De aanleg van de Volkerakdam en de afsluiting van het Haringvliet moest de verzilting van Zuid-Holland tegengaan (Van der Ven, 1986). In 1966 werd het Hollandsdiep van het Haringvliet afgesloten en verdween de open verbinding van de beneden Maas met de Noordzee. Vanaf dat moment kwam de fint niet meer voor in de Maas (de Groot, 1989). Voor de nog voorkomende anadrome en katadrome vissoorten was dit het zoveelste obstakel.

De vervuiling van de Maas en de beken die er op uitmonden begon al voor het begin van de negentiende eeuw en nam toe tot het midden van de jaren zeventig van de twintigste eeuw. Vanaf het midden van de jaren zeventig werd de waterkwaliteit in de Maas weer beter (Craenenbroeck, 1988; Frantzen, 1991). Met de verbetering van de waterkwaliteit nam ook het aantal vissoorten toe (NVVS, 1991).

Één van de laatste grote ontwikkelingen met betrekking tot de Maas op Nederlandse bodem is de zand- en grindwinning uit de uiterwaarden en de maasterrassen. De grindwinning langs de Maas in Limburg kon pas op gang komen na 1929, toen de kanalisatie van de rivier gereed was en de rivier bevaarbaar werd voor de baggermolens en de schepen voor de afvoer van het gewonnen grind (Janssen, 1965). Tengevolge van deze grindwinning is vooral langs het stuwvak Linne-Roermond een geheel nieuw stelsel van plassen ontstaan. Met het graven van deze plassen is de oeverlengte van het Maassysteem aanzienlijk toegenomen en is een potentieel biotoop ontstaan voor stagnofiele en ubiquistische vissoorten. Door de minder

geschikte vormgeving van de oevers (in biologisch opzicht) is de toename van stagnofiele soorten beperkt gebleven. Door de grote diepte van de grindplassen treedt zomers vaak stratificatie op en ontstaat een spronglaag. De grindplassen zijn hierdoor niet geschikt voor hoge dichtheden vis (OVb, 1985).

Recentelijk zijn in de Maas, door onderzoek van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, verschillende uitheemse vissoorten aangetoond (Heesen, 1989; 1990 en 1991). Het betreft hier min of meer sporadische vangsten van de volgende soorten: regenboogforel, bronforel, Amerikaanse hondsvij, graskarper, zilverscarper, bruine Amerikaanse dwergmeerval, zwarte Amerikaanse dwergmeerval en zonnebaars in de jaren 1987, 1988, 1989 en 1990. Deze vissoorten zijn in de periode 1880-1900 in de Nederlandse wateren ingevoerd (Nijssen & de Groot, 1987). Tijdens het onderzoek van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek werden ook nog gibel en meerval gevangen. Betreffende soorten zullen in dit project niet behandeld worden en zijn daarom ook niet te vinden in tabel 2.

2.3 Potenties van de visstand in de Maas op basis van het leefmilieu

2.3.1 Inleiding

De huidige Maas bestaat in het Nederlandse deel uit acht stuwvakken:

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1. Lixhe - Borgharen | 5. Belfeld - Sambeek |
| 2. Borgharen - Linne (grensmaas) | 6. Sambeek - Grave |
| 3. Linne - Roermond | 7. Grave - Lith |
| 4. Roermond - Belfeld | 8. Lith - Noordzee |

Het onderzoeksgebied omvat de Maas tussen Eijsden en Maastricht, en tussen Maasbracht en Hedel, inclusief oude rivierarmen en plassen die in open verbinding staan met de rivier. De Grensmaas is buiten het te onderzoeken gebied gehouden omdat het natuurontwikkelingsplan in dit gebied veel verandering kan gaan brengen. Het onderzoeksgebied bestaat derhalve uit zeven stuwvakken (1. Lixhe - Borgharen, 2. Linne - Roermond, 3. Roermond - Belfeld, 4. Belfeld - Sambeek, 5. Sambeek - Grave, 6. Grave - Lith en 7. Lith - Noordzee (tot aan Hedel)).

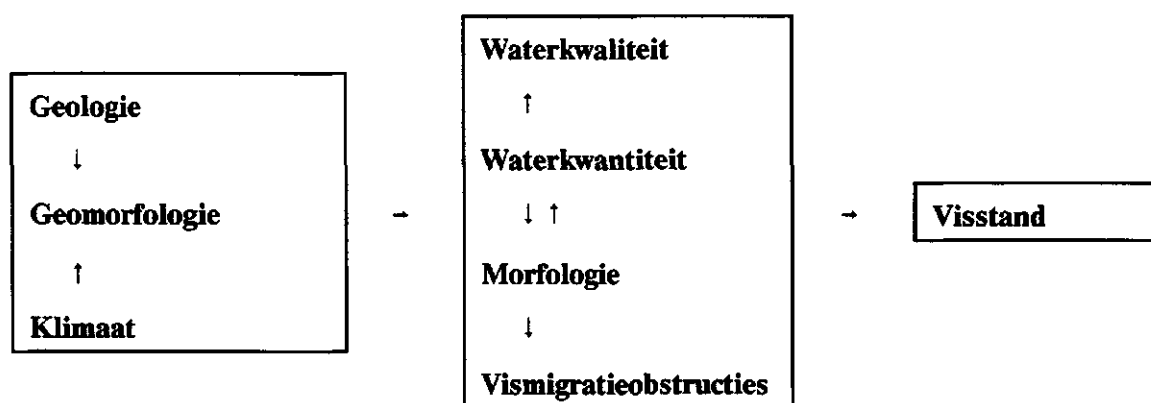
Ondanks dat enkele stuwvakken met elkaar zijn verbonden door middel van vistrappen, mag worden verondersteld dat de acht verschillende stuwvakken min of meer afzonderlijke ecologische eenheden vormen. Door Pelz (1985) wordt het 'biologische' rendement van vispassages in verstuwde rivieren in twijfel getrokken; het passeren van een vistrap heeft geen zin als vissen daarna in een identiek riviertraject terecht komen waar tevens geen paaiplassen zijn. De visstand in de stuwvakken wordt daarom bepaald door het leefmilieu in de stuwvakken en de autoecologische vereisten die vissoorten stellen aan hun leefomgeving. De visstand in een stuwvak is een afspiegeling van het leefmilieu.

Het leefmilieu voor vissen in de Nederlandse rivieren wordt bepaald door vier factoren: waterkwaliteit, waterkwantiteit, vismigratieobstructies en de morfologie van de rivier. In een ongestoorde situatie werd het leefmilieu indirect bepaald door de geologie, de geomorfologie en het klimaat (figuur 1).

Tabel 2. De visstand in de Maas

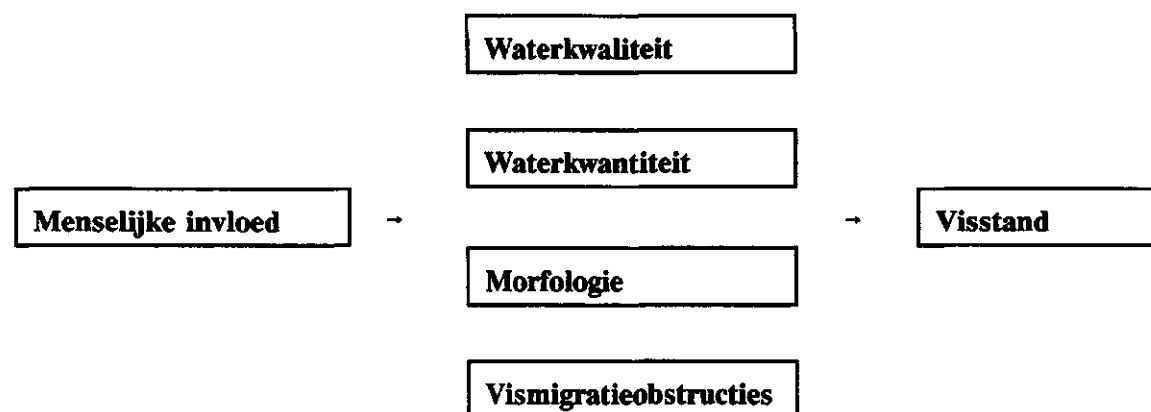
	<i>Voor 1100</i>	<i>1100-1700</i>	<i>1700-1930</i>	<i>1930-1992</i>
Anadrome vissoorten	steur zalm zeeforel fint elft houting spiering rivierprik zeeprik	steur zalm zeeforel fint elft houting spiering rivierprik zeeprik	steur* zalm* zeeforel* fint* elft* houting* spiering* rivierprik* zeeprik*	zeeforel* spiering* rivierprik* zeeprik*
Katadrome vissoorten	aal bot	aal bot	aal bot*	aal* bot*
Rheofiele vissoorten	beekprik gestippelde alver serpeling winde kopvoorn barbeel sneep vlagzalm beekforel elrits bermpje	beekprik gestippelde alver serpeling* winde* kopvoorn* barbeel* sneep* vlagzalm beekforel elrits bermpje	beekprik* gestippelde alver* serpeling* winde* kopvoorn* barbeel* sneep* vlagzalm* beekforel* elrits* bermpje*	beekprik* serpeling* winde* kopvoorn* barbeel* sneep* vlagzalm* beekforel* bermpje*
Stagnofiele vissoorten	snoek kroeskarper zeelt bittervoorn vetje tiendoornige stekelbaars grote modderkruiper kleine modderkruiper	snoek* karper* kroeskarper* zeelt* bittervoorn* vetje* tiendoornige stekelbaars* grote modderkruiper* kleine modderkruiper*	snoek* karper* kroeskarper* zeelt* bittervoorn* vetje* tiendoornige stekelbaars* grote modderkruiper* kleine modderkruiper*	snoek* karper kroeskarper* zeelt* tiendoornige stekelbaars* grote modderkruiper* kleine modderkruiper*
Ubiquistische vissoorten	riviergrondel brasem kolblei alver blankvoorn ruisvoorn kwabaal baars pos rivierdonderpad driedoornige stekelbaars	riviergrondel* brasem* kolblei* alver* blankvoorn* ruisvoorn* kwabaal* baars* pos* rivierdonderpad* driedoornige stekelbaars*	riviergrondel* brasem* kolblei* alver* blankvoorn* ruisvoorn* kwabaal* baars* pos* rivierdonderpad* driedoornige stekelbaars*	riviergrondel brasem kolblei alver blankvoorn ruisvoorn kwabaal* baars pos rivierdonderpad* driedoornige stekelbaars

(vissoort)* = de soort is afgenomen in vergelijking met de vorige periode



Figuur 1. Relaties tussen leefmilieu en visstand (oorspronkelijke situatie).

In de Maas is echter geen sprake van een ongestoorde situatie. Door de normalisatie, de kanalisatie ten behoeve van de scheepvaart, de landbouwkundige ontwikkelingen en de industrialisatie wordt het leefmilieu in de Maas bepaald door menselijke ingrepen. De mens heeft het leefmilieu en dus indirect ook de visstand gecreëerd (figuur 2).



Figuur 2. Relaties tussen leefmilieu en visstand (huidige situatie).

De potenties van de visstand in de Maas op basis van het leefmilieu worden bepaald door de vier bepalende factoren van het leefmilieu (waterkwaliteit, waterkwantiteit, morfologie en vismigratieobstructies) te omschrijven en wanneer daar aanleiding toe is, te verbinden aan het voorkomen van de in dit onderzoek betrokken vissoorten en/of vissoortenassociaties.

2.3.2 Waterkwaliteit

2.3.2.1 Algemeen

Het huidige onderzoek naar de kwaliteit van het Maaswater vindt plaats binnen twee kaders (Dijkzeul, 1981):

1. **Het routine-onderzoeksprogramma der Rijkswateren.** Dit programma omvat de Maas van Eijsden tot Keizersveer en wordt uitgevoerd door verschillende Rijkslaboratoria.

2. **Het onderzoeksprogramma van de Rijncommissie Waterleiding bedrijven.** Geografisch gezien omvat dit programma de Maas van Remilly tot Keizersveer. Het onderzoek wordt uitgevoerd door verschillende, op de Maas aangewezen drinkwaterleiding bedrijven.

Voor de Maas is het routine-onderzoeksprogramma in 1950 van start gegaan. In de loop der tijd nam het aantal meetlocaties toe evenals het aantal gemeten parameters en de frequentie waarin deze parameters werden gemeten (Dijkzeul, 1981). Over de gehele periode is een verschuiving opgetreden in de accenten binnen het kwaliteitsonderzoek. In het begin was de aandacht voornamelijk gericht op algemene parameters in de waterfase, in de zeventiger jaren werden zware metalen, organische microverontreinigingen, bioaccumulatie van bepaalde stoffen en de opeenhoping van microverontreinigingen in zwevende stoffen en waterbodems belangrijke aandachtspunten (Breukel et al, 1991).

2.3.2.2 De waterkwaliteit in de periode 1953 - 1980

Bij vele oppervlaktewateren, evenals bij de Maas is de kwaliteit van het water tot rond de zeventiger jaren voortdurend verslechterd. Oorzaken hiervoor zijn ondermeer de toenemende bevolkingsdichtheid en de industrialisatie, waardoor steeds grotere hoeveelheden fosfaten, stikstofverbindingen en afbreekbaar organisch materiaal in het Maaswater terecht kwamen. In de zeventiger jaren trad als gevolg van een wat meer algemeen milieu bewust denken en mogelijk als gevolg van de economische teruggang een verbetering op (Dijkzeul, 1981). Het hierna volgende overzicht (naar Dijkzeul, 1981) geeft de veranderingen weer in de belasting van de Maas over de laatste 7 - 12 jaar van de periode 1953 - 1980.

"Overall" veranderingen in de belasting van de Maas gedurende de laatste 7 - 12 jaar van de periode 1953 - 1980.

	Verandering in belasting van de Maas bovenstrooms van Eijsden	Verandering in belasting van de Maas benedenstrooms van Eijsden
Temperatuur	-	0
Biochemisch zuurstof verbruik	0	+
Zuurstofgehalte	0	+
Ammoniumstikstof	0/+	+
Nitraatstikstof	-/0	-
Fosfaat	0	0
Chloride	-/0	0/+
Sulfaat	0	0
Fluoride	0	0
Fenolen	0/+	+
Tritium	-	0

+ : duidelijke verbetering
 +/0 : waarschijnlijk een verbetering
 0 : geen verbetering
 - : duidelijke verslechtering
 -/0 : waarschijnlijk een verslechtering

Uit het overzicht blijkt dat in de laatste 7 - 12 jaar van de genoemde periode met name stroomopwaarts van Eijsden weinig is veranderd en dat in een aantal gevallen zelfs sprake was van een verslechtering. Stroomafwaarts van Eijsden is in de betreffende periode een iets beter resultaat tot stand gekomen.

2.3.2.3 De huidige waterkwaliteit met betrekking tot een aantal belangrijke parameters

Temperatuur

Phillipart et al. (1988) geven aan dat het natuurlijke temperatuursregime van de Nederlandse Maas in de bovenloop bij de Belgische grens ernstig wordt verstoord door de lozing van koelwater van de staalindustrie en kerncentrales in het Belgische deel van de Maas. De cumulatieve koelwaterlozingen in de Maas bij Luik kunnen een temperatuurverhoging veroorzaken van 10 °C. Dit brengt de maximum zomertemperatuur in de Maas bij Luik op 28 °C. Door het inlaten van het relatief koude water van de Ourthe daalt de temperatuur in de Maas beneden Luik. Als de Maas de Nederlandse grens passeert is de maximale zomertemperatuur altijd nog zo'n 25 °C. Begin tachtiger jaren lag de temperatuur van het Maaswater bij Borgharen gemiddeld 2.5 graden boven de natuurlijke waarde (Schouten & Arts-Ummels, 1981). Door het toenemend gebruik van Maaswater voor de koelwatervoorziening in België is dit de laatste jaren zeker niet minder geworden (Breukel et al, 1991). Opvallend is ook dat de jaargemiddelde temperatuur van het Maaswater bij Eijsden sinds 1969 hoger is dan bij Keizersveer, terwijl dit voorheen altijd omgekeerd was.

Zwevende stof

Het gehalte aan zwevende stof varieert sterk in de Maas en is zeer afhankelijk van de afvoer. Bij lage afvoer zal zwevende stof bezinken, terwijl bij hoge afvoeren de rivier wordt 'schoongespoeld'. Vergeleken met honderd jaar geleden is in de huidige situatie het zwevend transport (vooral slib) aanzienlijk gestegen (Breukel et al, 1991).

Zuurstof

In België is naar schatting slechts 5 - 10 % van alle huishoudens aangesloten op een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Veel afvalwater komt ongezuiverd in de Maas met duidelijke consequenties voor de zuurstofhuishouding. In de zomerperiode loopt het zuurstofgehalte van het Maaswater aanzienlijk terug en bij Eijsden worden zelfs geregeld gehalten van 1-2 mg/l gevonden. In de zestiger jaren was het jaargemiddelde zuurstofgehalte bij Eijsden hoger dan bij Keizersveer. Tegenwoordig is het omgekeerde het geval (Breukel et al, 1991).

Nutriënten

Vanaf de tachtiger jaren is het fosfaatgehalte te Eijsden tamelijk constant, ongeveer 0.5 mg P/l. Het natuurlijk gehalte aan opgelost fosfaat in het Maaswater wordt geschat op 0.2 mg P/l (Zuurdeeg, 1979; van der Veen, 1990). Ook het gehalte aan ammonium in het Maaswater te Eijsden vertoont de laatste jaren geen verbetering (0.4-0.5 mg/l). Het gehalte aan stikstof in de vorm van nitraat is over de laatste jaren een groeiend probleem. Het gehalte aan nitraat te Eijsden is gemiddeld 2.5-3.0 mg N/l (Breukel et al, 1991).

Zouten

Sinds de tachtiger jaren worden bij Eijsden hogere jaargemiddelde gehalten aan chloride (50-60 mg/l) en sulfaat (40-50 mg/l) gemeten. De gehalten bij Keizersveer liggen nog enigszins hoger. Acute vervuiling met cyanide is in het verleden verantwoordelijk geweest voor massale vissterften. De laatste vijf jaar zijn de lozingen van deze stof sterk verminderd. Fluoride is vooral afkomstig uit de kunstmestindustrie in België. In droge perioden wordt in Eijsden de norm voor bereiding van drinkwater (1 mg/l) overschreden (Breukel et al, 1991).

Zware metalen

Zware metalen zijn voor een belangrijk deel gebonden aan zwevende deeltjes (tot zo'n 40 tot 90 % van het totaal). In grote lijnen is er met betrekking tot de zware metalen sinds de zeventiger jaren sprake van een dalende tendens (Breukel et al, 1991).

2.3.2.4 Consequenties voor de visstand

De verhoging van de temperatuur heeft een positief effect op de groei van een aantal vissoorten zoals winde, kopvoorn, blankvoorn en brasem (Philippart et al., 1988 en OVB, 1985). Daarnaast zijn er negatieve effecten op vissoorten als sneep, serpeling en barbeel, die niet goed bestand zijn tegen relatief hoge temperaturen in embryonaal, larvaal, juveniel of volwassen stadium (Bijlsma, 1992).

Omtrent het effect van de toename van het gehalte aan zwevende stof op de visstand in het Nederlandse deel van de Maas kan slechts gespeculeerd worden. Onderzoeken zijn niet voorhanden. Het is mogelijk dat de ei- en larvestadia van de verschillende vissoorten op negatieve wijze beïnvloed worden door de toename in de zwevende stof (hechting van zwevende stof aan eieren en larven kan leiden tot verstikking (Stuart, 1953)). In buitenlandse onderzoeken zijn negatieve effecten aangetoond bij soorten als *Perca flavescens* (Muncy, 1962) en bij *Stizostedion lucioperca* (Woyanovich, 1959).

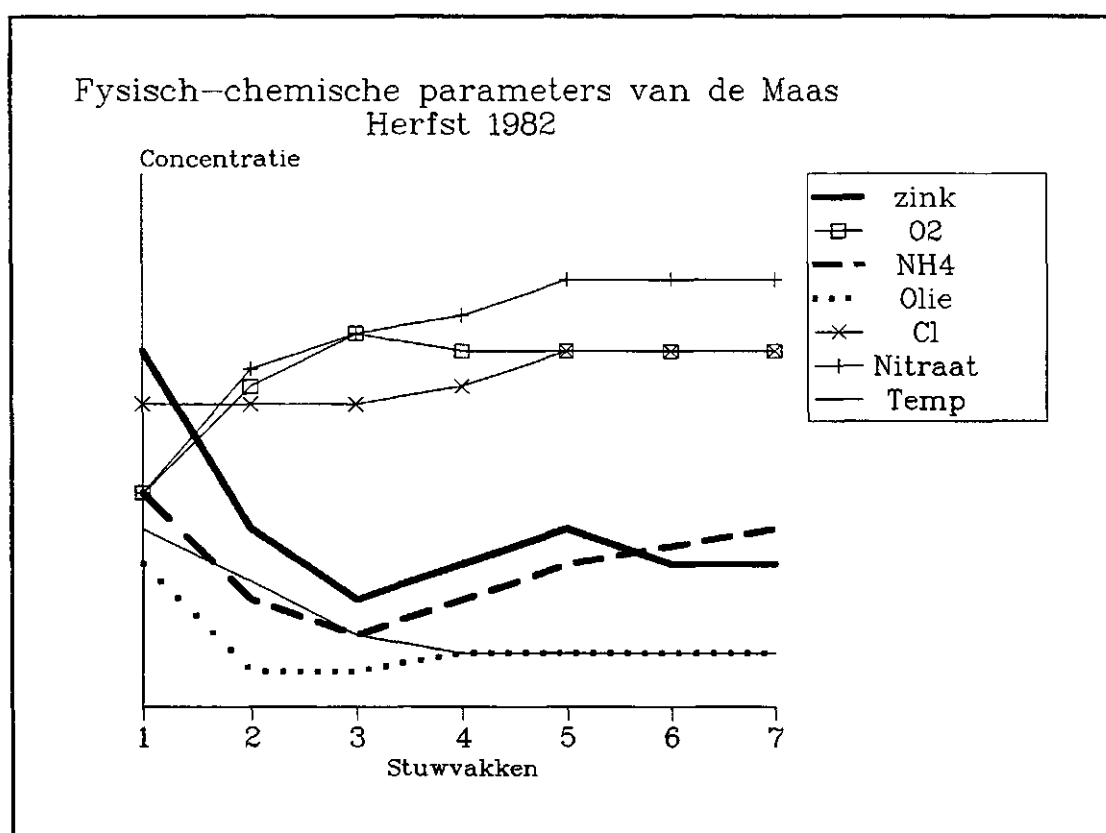
Lage zuurstofgehalten zijn niet goed voor de visstand. In hoeverre sprake is van een waarneembaar effect op de visstand is afhankelijk van vele andere factoren (aanwezigheid van refugia, duur van de periode met een laag zuurstofgehalte). Massale vissterften door acuut zuurstofgebrek zijn de laatste jaren niet meer voorgekomen.

In het algemeen kan worden gesteld dat de gehalten aan nutriënten, zouten en zware metalen niet van dien aard zijn dat hiervan direct toxische effecten op de visstand uitgaan. In het verleden is dit met betrekking tot cyanide wel het geval geweest (Philippart et al., 1988 naar Hoof et al., 1984). Over de lange termijn effecten op vis in verband met de blootstelling aan ten opzichte van de natuurlijke situatie verhoogde gehalten aan dergelijke stoffen is weinig bekend.

Philippart et al. (1988) geeft aan de hand van een figuur van van Craenenbroeck & van den Boss (1983) de waterkwaliteit van de Maas weer. In deze figuur staan op het longitudinale profiel van de Maas enkele belangrijke fysische en chemische parameters van het Maaswater. Deze figuur laat duidelijk twee zoneringen zien in de waterkwaliteit van de Maas.

1. De zware organische en chemische vervuiling die wordt geloosd door de rivier de Sambre, de thermische vervuiling veroorzaakt door de kerncentrale van Tihange en de lozingen van ongezuiverd huis- en industrieel afvalwater bij Luik zijn de oorzaak van een zeer sterke daling van de waterkwaliteit even buiten Luik.
2. Als de Maas eenmaal de Nederlandse grens passeert verbetert de waterkwaliteit snel (meer zuurstof, minder ammonia, minder zware metalen en olie), behalve voor chloriden (stabiel) en nitraten (hoger).

Figuur 3 geeft een aantal fysisch-chemische parameters van de Maas in de herfst van 1982. De nummers van de stuwvakken hebben betrekking op de 7 stuwvakken die betrokken zijn bij het onderzoek. Hoewel de figuur gebaseerd is op minder recente gegevens, is er met be-



Figuur 3. Verloop van een aantal fysisch-chemische parameters in de Maas in de herfst van 1982 (naar van Craenenbroeck & van den Boss, 1983).

trekking tot de belangrijkste parameters nog wel sprake van een zelfde verloop in de (relatieve) concentratie van de stoffen over de verschillende stuwvakken (zie paragraaf 2.3.2.3). Uit deze figuur blijkt dat stuwvak 1 de slechtste waterkwaliteit heeft. Vanaf stuwvak 1 verbetert de waterkwaliteit snel en stabiliseert zich in de stuwvakken 2 t/m 7.

De visstand in stuwvak 1 wordt waarschijnlijk enigszins beperkt door de waterkwaliteit. De hogere watertemperaturen zijn voor enkele soorten ongunstig en kunnen lokaal beperkingen opleggen aan het voorkomen van deze soorten. De soms lage zuurstofgehalten en vervuiling met zware metalen en cyaniden zullen invloed hebben op de visstand.

Het effect op het voorkomen van vissoorten is echter moeilijk achterhalen. Uit Vriese (1991) blijkt dat er vanaf 1983 een duidelijke verbetering in de visstand in stuwvak 1 werd waargenomen. Op basis van waarnemingen tot 1990 kan geconstateerd worden dat van de 19 belangrijkste soorten in de Maas er 18 voorkomen in stuwvak 1 (Vriese, 1991). De waterkwaliteit in de Maas lijkt het voorkomen van de huidige soorten niet te beperken. Het blijft echter de vraag in hoeverre de populatieopbouw van de verschillende vissoorten en het voorkomen van gevoelige en zeldzame vissoorten worden beperkt door de waterkwaliteit.

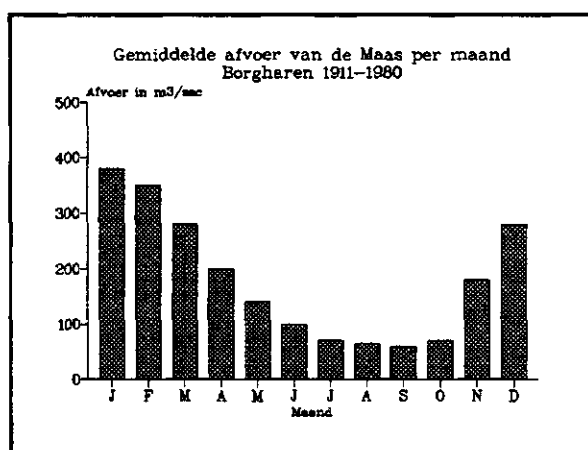
Momenteel worden, afhankelijk van de functie die aan wateren is toegekend, twee waterkwaliteitsnormen met betrekking tot de visstand gehanteerd. Zo zijn er wateren die moeten voldoen aan de kwaliteitseis 'water voor karperachtigen' (een groot deel van de wateren in Nederland) en er zijn wateren die moeten voldoen aan de eis 'water voor zalmachtigen' (bijvoorbeeld de Grensmaas). In de normstelling wordt er vanuit gegaan dat de waarde van de betreffende waterkwaliteitsparameters zodanig zijn dat deze niet belemmerend zijn voor

het functioneren van vissen met betrekking tot groei en voortplanting. Hierbij zijn echter een aantal kanttekeningen te plaatsen. Onder de groep 'karperachtigen' valt een groot aantal soorten met zeer uiteenlopende waterkwaliteitseisen. Een generalisering zoals plaatsvindt binnen deze normstelling is zeker niet terecht. In verband met de norm 'water voor salmoniden' kan worden gesteld dat de eisen van de verschillende soorten beter overeen komen. Al eerder is gesteld dat het gehalte aan zwevende stoffen in een rivier als de Maas zeer variabel is en sterk afhankelijk is van de afvoer. Bij toetsing wordt het rekenkundig gemiddelde genomen van de waarnemingen. Een dergelijke normstelling heeft maar een geringe ecologische relevantie. Wanneer in een kritieke periode voor eieren en larven het gehalte aan zwevende stoffen hoog is, kan de overleving nihil zijn terwijl toch voldaan is aan de gestelde norm. Binnen de normstelling worden grenzen aangegeven voor de afzonderlijke parameters. Hierbij worden synergistische effecten van de verschillende belastingen over het hoofd gezien. Als voorbeeld het volgende. Een bepaald gehalte aan zwevende stof is te verdragen voor de eieren en larven van de meeste vissoorten. Wanneer dit echter samen gaat met een relatief laag zuurstofgehalte kan sterfte optreden.

2.3.3 Waterkwantiteit

De Maas is een typische regenwater rivier (Vereerstraeten, 1970). Het afvoerregime van de Maas heeft een maximum in januari en een minimum in juli t/m september (figuur 4). De minimale dagelijkse afvoer in september is circa $10 \text{ m}^3/\text{sec}$ terwijl de maximale dagelijkse afvoer in januari circa $1200 \text{ m}^3/\text{sec}$ haalt, met een historisch hoogtepunt van $3000 \text{ m}^3/\text{sec}$ in januari 1926.

Op de grens van Nederland en België bij Visé was de gemiddelde jaarlijkse afvoer over de periode 1911-1960; $270 \text{ m}^3/\text{sec}$ en over de periode 1954-1963; $214 \text{ m}^3/\text{sec}$. Deze afname is te wijten aan verschillende factoren zoals de toegenomen water-inname in het Schelde basin, toenemende verdampingsverliezen door hogere temperaturen van natuurlijke of industriële oorsprong.



Figuur 4. Gemiddelde afvoer van de Maas te Borgharen (1911-1980, gegevens van RWS-DL).

De zeven stuwvakken in de Maas zijn vrijwel volledig gekanaliseerd en de breedte en diepte van de Maas zijn overal aangepast aan het debiet. De stroomsnelheid wordt in de huidige situatie eigenlijk alleen beïnvloed door het debiet en het verval. Variatie in stroomsnelheid tussen de stuwvakken, die zou kunnen leiden tot verschillen in de visstand tussen de stuwvakken, wordt alleen bepaald door het verval.

2.3.4 Morfologie

De breedte, de diepte, het verval, het substraat, houten of stenen structuren, de vorm van de oevers en de vegetatie in en naast de rivier vormen tezamen de morfologische karakteristieken van een natuurlijke rivier.

Door de normalisatie en kanalisatie is de variatie in morfologische karakteristieken in de Maas sterk gereduceerd. De variatie in morfologische karakteristieken is beperkt tot variatie

in de breedte, de diepte, het verval en het substraat.

De variatie in breedte en diepte van de Maas is echter gering. Stroomafwaarts neemt de breedte zeer geleidelijk toe van 120 m bij de Belgische grens naar 160 m bij Hedel (figuur 5). Door de geringe variatie in diepte en breedte zijn het verval en het substraat de belangrijkste morfologische factoren. Het substraat op de bodem van een rivier wordt bepaald door de schuifspanning. De schuifspanning is een getal dat de kracht van het water aangeeft waarmee het substraat wordt verplaatst (bij een bepaalde afvoer). Hoe hoger de schuifspanning des te grover is het substraat op de bodem van de rivier.

Uit figuur 6 blijkt dat er een duidelijke relatie is tussen de schuifspanning en het verval. Door de geringe variatie in breedte en diepte en de aanpassing van het profiel op het debiet bepaalt het verval de samenstelling van het substraat. Van de morfologische karakteristieken blijft in de huidige situatie alleen het verval over als factor van invloed op de visstand in de Maas.

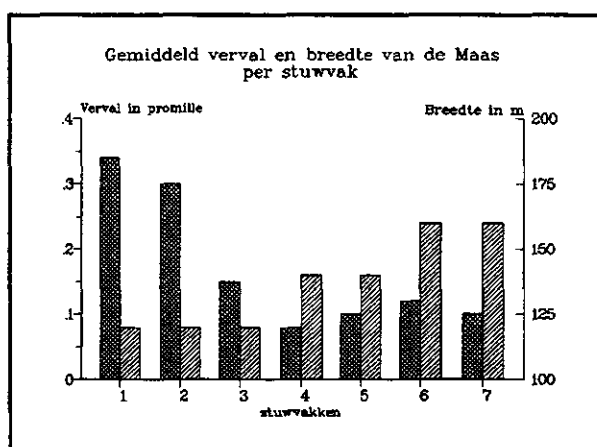
2.3.5 Vismigratieobstructies

In paragraaf 2.2.5 wordt het effect van de stuwen op het voorkomen van anadrome en katadrome vissoorten beschreven. De stuwen hebben echter ook een negatief effect op de overige vissoorten (Riemersma, 1991). Door de verstuwning worden de volgende zaken bemoeilijkt (Gebler, 1991):

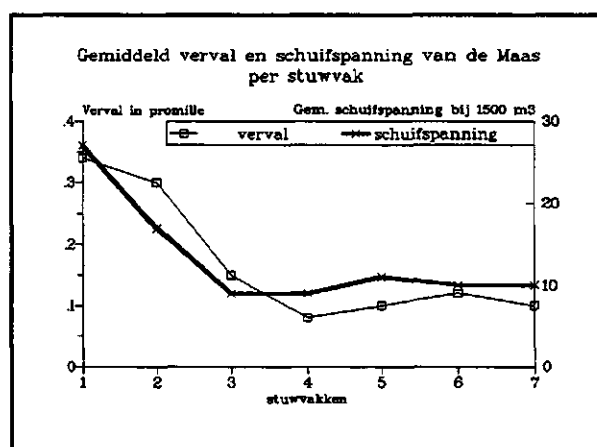
- paaitrek
- opzoeken van refugia
- compensatoire vistrek na uitspoeling
- wisselend habitat gebruik
- gelijke verdeling van visbestanden
- herbevolking door zeldzame soorten
- herbevolking na een catastrofe.

Vismigratieobstructies kunnen ondermeer leiden tot isolatie van visbestanden en genetische verarming. Het is echter moeilijk na te gaan hoe groot de effecten van vismigratieobstructies zijn op een groot ecosysteem zoals de Maas. Een aantal van de hierboven genoemde effecten spelen nauwelijks een rol, ander beperken in meer of minder mate het voorkomen van vissoorten in de Maas.

Met het beoordelen van het effect van de vismigratieobstructies op rheofiele, ubiquistische of stagnofiele vissoorten moet echter terdege rekening worden gehouden met het feit dat geen van deze soorten afhankelijk is van vrije migratie tussen de stuwvakken als de stuwvakken voldoende groot zijn en er voldoende variatie aan paai-, opgroei en leefbiotoop aanwezig is



Figuur 5. Gemiddeld verval en breedte van de Maas per stuwvak (gegevens RWS-DL).



Figuur 6. Gemiddeld verval en schuifspanning van de Maas per stuwvak (gegevens van RWS-DL).

binnen het stuwvak. Er kan daarom worden gesteld dat niet de migratieobstructies het belangrijkste knelpunt vormen die het voorkomen van genoemde soorten beperken, maar het ontbreken van de juiste biotopen binnen de stuwvakken.

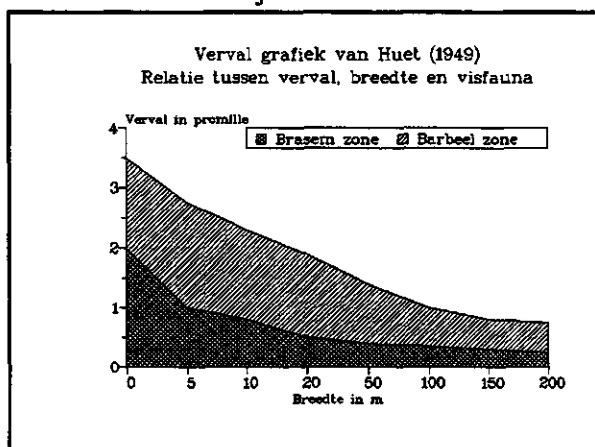
2.3.6 Doelsoorten per stuwvak

Duidelijk is dat de mens het leefmilieu van de visstand in de Maas in hoge mate bepaald door de verregaande menselijke invloed op waterkwaliteit, waterkwantiteit, morfologie en vismigratie. Hoewel de waterkwaliteit nog niet optimaal is, blijkt het voorkomen van de belangrijkste soorten in de Maas hierdoor niet direct beperkt te worden. De visstand in stuwvak 1 wijkt niet sterk af van de visstand in de overige stuwvakken. In welke mate de populatieopbouw van de vissoorten en het voorkomen van zeldzame soorten worden gestoord door de waterkwaliteit is niet duidelijk.

Door het relatief uniforme karakter van de Maas in de huidige toestand wordt de stroomsnelheid van het water bepaald door het debiet en het verval en slechts in geringe mate door de morfologie van de rivier. De belangrijkste bepalende factor voor het debiet is de hoeveelheid neerslag en de menselijke invloed op het debiet heeft dan ook duidelijke grenzen. Door normalisatie en kanalisatie is de variatie in morfologische karakteristieken sterk gereduceerd. De geringe variatie in breedte en diepte en de aanpassing van het profiel op het debiet leiden er toe dat het verval bepalend is voor de samenstelling van het substraat.

Met betrekking tot de potenties van de visstand in de Maas is er sprake van de volgende situatie. De belangrijkste 'harde' randvoorwaarden liggen vast en zijn door menselijk handelen tot stand gekomen (normalisatie en kanalisatie). Andere randvoorwaarden zijn niet of slechts binnen bepaalde grenzen onderhevig aan menselijke sturing (verval, debiet, stroomsnelheid en substraat) en hebben een belangrijke invloed op het leefmilieu van de vis. Hoewel vismigratieobstructies van doorslaggevende betekenis kunnen zijn in verband met het voorkomen van bepaalde vissoorten geldt dit voor rheofiele, ubiquistische en stagnofiele soorten in veel mindere mate wanneer zij kunnen beschikken over voldoende paai-, opgroei- en leefbiotoop. Dit laatste is in principe door menselijk ingrijpen te sturen. Het verval van de rivier is een factor die voor een groot deel de overige factoren stuurt en als zodanig de grootste invloed heeft op het leefmilieu van de vis. Het ligt voor de hand om het verval in de verschillende stuwvakken van de rivier te gebruiken als leidraad bij het kiezen van doelsoorten voor ecologisch herstel van de visstand.

Huet (1949) geeft aan dat er een duidelijke relatie is tussen het verval en de voorkomen- de visfauna. In verband hiermee noemt hij de forel-, de vlagzalm-, de barbeel- en de brasemzone. Behalve een relatie tussen het verval en de visfauna noemt hij ook een relatie tussen de breedte van een water en de visfauna. De beide relaties (verval en breedte) staan weergegeven in figuur 7. Omdat forel- en vlagzalmzone in deze studie geen rol spelen zijn deze zones niet in de grafiek aangegeven.



Figuur 7. Relatie tussen verval, breedte en de visfauna in een rivier (Huet, 1949).

Wanneer de gemiddelde breedte en het gemiddelde verval van de zeven stuwvakken in de Maas worden geprojecteerd op figuur 5, dan blijkt hieruit dat stuwvak 1 en 2 op de grens van de barbeel- en brasemzone vallen en dat de stuwvakken 3 t/m 7 in de brasemzone vallen. Gebaseerd op tabel 2 in paragraaf 2.2.5, de principes van Huet (1949) en op basis van de kennis van de ecologie van de verschillende vissoorten geeft dit aanleiding tot de volgende indeling van de doelsoorten per stuwvak (tabel 3).

Tabel 3. Doelsoorten per stuwvak.

<i>Categorie</i>	<i>Stuwvak 1 en 2</i>	<i>Stuwvak 3 t/m 7</i>
Anadrome vissoorten	Zeeprik Rivierprik Elft	Fint Spiering
Rheofiele vissoorten	Barbeel Sneep Kopvoorn Winde Serpeling	Winde Serpeling
Stagnofiele vissoorten	Snoek Zeelt Karper	Snoek Zeelt Karper Kroeskarper Bittervoorn
Ubiquistische vissoorten	Riviergrondel Brasem Kolblei Alver Blankvoorn Ruisvoorn Baars Snoekbaars Pos Kwabaal	Riviergrondel Brasem Kolblei Alver Blankvoorn Ruisvoorn Baars Snoekbaars Pos Kwabaal

Hoewel de principes van Huet (1949) eigenlijk alleen opgaan voor de visstand in ongestuwde rivieren en beken moet in gedachten worden gehouden dat het uitgangspunt bij de keuze van de doelsoorten is het vaststellen van een potentiële visstand voor ecologisch herstel. Nadere analyse van het habitat moet uitwijzen in hoeverre, gezien de 'harde' randvoorwaarden als normalisatie en verstuwning, werkelijke mogelijkheden voor de gekozen doelsoorten aanwezig zijn.

3. Beperking van de doelsoorten

Bij het inventariseren van het potentieel aan paaiplaatsen in een rivier is het zinvol om een onderscheid te maken tussen soorten die geen beperkingen ondervinden met betrekking tot paai- en opgroeigebieden en soorten die deze beperkingen wel ondervinden. Voor soorten die zeer algemeen voorkomen en die een stabiele populatieopbouw kennen is een inventarisatie van het paaigebied niet zinvol omdat zij in het onderzoeksgebied mogelijk overal relatief geschikte omstandigheden voor paai en opgroei aantreffen.

Vriese (1991) geeft een overzicht van de relatieve sterkte van 19 vissoorten in de stuwpannen van de Maas. Dit overzicht is gebaseerd op hengelvangsten van verschillende hengelsportorganisaties (geregistreerd door de NVVS), de vangsten van de voormalige Operationele Groep van Directie Visserijen en op vangsten in verband met onderzoek van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) in de Maas, gedurende de periode 1985 - 1990.

De betreffende gegevens zijn destijds bewerkt zodat een vergelijking van de relatieve sterkte per stuwpaand mogelijk was (Vriese, 1991). Tabel 4 geeft de onbewerkte gegevens; de gevangen aantallen van de verschillende vissoorten (toegesneden op de doelsoorten in tabel 3) in de stuwvakken van de Maas (inclusief Maasplassen) over de periode 1985 - 1990.

Bij beschouwing van tabel 4 moet in gedachten worden gehouden dat de vangstinspanning in alle vakken niet even groot is geweest. In stuwvakken waar slechts een geringe vangstinspanning is geleverd kunnen relatief zeldzame vissoorten aan de aandacht ontsnappen. Een ander aandachtspunt is dat de vangstgegevens voor een aanzienlijk deel gebaseerd zijn op hengelvangstregistraties. Hengelvangsten zijn nogal selectief en hengelvangstgegevens kunnen leiden tot een overschatting van die vissoorten die veel gevangen worden (op deze soorten wordt vaker gevist) en tot een onderschatting van soorten die weinig gevangen worden (op deze soorten wordt minder vaak gevist). Daar het hier echter gaat om beperking van de doelsoorten op basis van de mate waarin zij voorkomen en op basis van hun populatieopbouw zal dit niet snel aanleiding geven tot verkeerde conclusies. Figuur 8 geeft de procentuele samenstelling van de vangst in de verschillende stuwvakken op aantalsbasis.

Uit tabel 4 en figuur 8 blijkt dat de visstand in de stuwvakken 1 en 2 gekarakteriseerd wordt door de aanwezigheid van rheofiele vissoorten als barbeel, kopvoorn, serpeling en sneep. De stuwvakken 3 tot en met 6 lijken op basis van de totale vangsten een lagere diversiteit te hebben (met betrekking tot de doelsoorten), waarbij de visstand gedomineerd wordt door soorten als blankvoorn en brasem. De diversiteit in stuwvak 7 is, op basis van deze gegevens, hoger maar ook hier zijn blankvoorn en brasem dominante soorten. Qua aantallen zijn de soorten blankvoorn en brasem in ruime mate in de vangst over alle stuwvakken vertegenwoordigd.

Van Esch (1981) geeft aan dat de vangst van blankvoorn op de locaties Eijsden (stuwvak 1), Linne (stuwvak 2), Belfeld (stuwvak 3) en Lith (stuwvak 7) uit meerdere jaarklassen (4 tot 10) bestaat. Met betrekking tot brasem worden 2 tot 9 jaarklassen aangetroffen (respectievelijk in stuwvak 7 en stuwvak 3). De Boer en te Brinke (1984) vinden 9 jaarklassen blankvoorn in stuwvak 4 en 6 jaarklassen blankvoorn in stuwvak 6. In de stuwvakken 4, 5 en 6 worden respectievelijk 7, 8 en 10 jaarklassen brasem aangetroffen.

Heesen (1989, 1990 en 1991) geeft aan dat voor het Maasdeel Linne-Belfeld (stuwvakken 2 en 3) de soorten blankvoorn en brasem tot de meest gevangen vissoorten (in alle vangtuigen) behoren. Het betreft hier vangsten door een beroepsvisser met staande netten, zegens, fuiken

en electrovisapparatuur in het kader van een jaarlijkse monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas.

Tabel 4. Gevangen aantallen van de doelsoorten in de stuwvakken van de Maas (1985-1990)

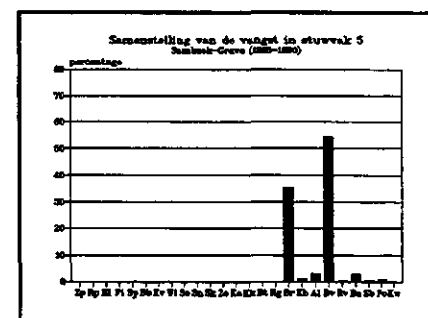
Soort	Stuwvak						
	1	2	3	4	5	6	7
Zeeprik (Zp)*							
Rivierprik (Rp)		4					
Elft (El)							
Fint (Fi)							
Spiering (Sp)		15711			2		7
Barbeel (Bb)	31	8					
Kopvoorn (Kv)	447	980					
Winde (Wi)	7	2430	8		2	2	102
Serpeling (Se)	1	395					2
Sneep (Sn)	55	29					
Snoek (Sk)	6	962			2	1	5
Zeelt (Ze)	8	125					
Karper (Ka)	7	409	1				3
Kroeskarper (Kk)							1
Bittervoorn (Bt)							
Riviergrondel (Rg)	361	487					
Brasem (Br)	240	22325	138	72	693	777	7179
Kolblei (Kb)	34	9969	5	14	22	50	324
Alver (Al)	287	29051	2	8	60	1	127
Blankvoorn (Bv)	1641	37873	572	616	1059	528	8325
Ruisvoorn (Rv)	327	5305	29	112	7	52	78
Baars (Ba)	408	14644	50	53	58	45	439
Snoekbaars (Sb)	3	3025		1	12	19	461
Pos (Po)		2993		12	23	159	203
Kwabaal (Kw)		10					
totaal	3863	146735	805	888	1940	1634	17256

(*: Afkortingen worden gebruikt in figuur 8)

Cazemier (1990) onderzocht het functioneren van de nieuwe vistrap te Linne in het voorjaar van 1990. Door hem werden blankvoorns in de lengterange van 7 tot en met 32 cm gevangen en brasems in de lengterange van 23 tot en met 47 cm. De vangsten werden niet op leeftijd

Op basis van bovengenoemde onderzoeken en op basis van de gegevens in Vriese (1991) mag worden geconcludeerd dat in alle stuwvakken van de Maas grote aantallen blankvoorn en brasem aanwezig zijn, waarbij de populatie uit vele jaarklassen bestaat met een min of meer stabiele populatie opbouw (zie lengte-frequentieverdelingen van de betreffende soorten in bovengenoemde literatuur (met uitzondering van Heesen (1989; 1990 en 1991)). Op grond hiervan mag worden aangenomen dat voor deze soorten met betrekking tot de voortplanting in het onderzoeksgebied geen knelpunten bestaan.

Op basis van de bestaande kennis over de eisen die vissoorten stellen aan hun omgeving (zie hoofdstuk 4) is het waarschijnlijk dat ook soorten als baars, kolblei en pos in het onderzoeksgebied geen of weinig knelpunten onder vinden bij hun voortplanting en opgroei. Baars en kolblei worden in alle stuwvakken aangetroffen. In sommige stuwvakken zijn de gevangen aantallen echter gering zodat het moeilijk is een oordeel te vellen over de populatieopbouw in de betreffende delen van de Maas. Een aspect dat hierbij een rol speelt is dat ook in ongestoorde situaties sommige soorten altijd in geringere aantallen voorkomen. Bij de afweging (op basis van aantalssterkte van vissoorten) of er voor een bepaalde soort een behoefte aan paaiplaatsen bestaat moet hiermee rekening gehouden worden.



24

**Samenstelling van de vangst in stuwvak 6
Grave-lids (1980-2000)**

Maand	Percentage (%)
Jan	0
Feb	0
Mrt	0
Apr	0
Mai	0
Jun	0
Juli	0
Aug	0
Sept	48
Ok	2
Nov	32
Dic	7
Totaal	89

**Samenstelling van de vangst in stuwwerk 7
(1953-Noordzee (1958-1960))**

Species	Percentage
Zp	0
Ag	0
Pl	0
Fl	0
Rp	0
Bk	0
Kv	0
Wl	0
Sn	0
Da	0
Sc	0
Ze	0
Ka	0
El	0
Rg	42
Ks	48
Al	0
Sv	0
Ds	2
Po	2
Kr	0

het grootste deel uitgeschakeld met als gevolg dat de leefomstandigheden in het estuarium totaal ongeschikt geworden zijn voor genoemde soorten. Herstel van elft en fint is niet mogelijk zonder dat deze belemmeringen worden opgeheven.

Tabel 5 geeft de soorten die in het verdere onderzoek betrokken zullen worden.

Tabel 5. Doelsoorten waarvoor habitateisen voor paai en opgroei worden geformuleerd

<i>Categorie</i>	<i>Stuwvak 1 en 2</i>	<i>Stuwvak 3 t/m 7</i>
Anadrome vissoorten	Zeeprík Rivierprík	Spiering
Rheofiele vissoorten	Barbeel Kopvoorn Winde Serpeling Sneep	Winde Serpeling
Stagnofiele vissoorten	Snoek Zeelt Karper	Snoek Zeelt Karper Kroeskarper Bittervoorn
Ubiquistische vissoorten	Riviergrondel Kolblei Alver Rietvoorn Baars Snoekbaars Pos Kwabaal	Riviergrondel Kolblei Alver Ruisvoorn Baars Snoekbaars Pos Kwabaal

4. Habitatieisen voor de voortplanting en het opgroeien van de doelsoorten

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden habitatieisen geformuleerd voor voortplanting en opgroei van de overgebleven doelsoorten op basis van Habitat Geschiktheids Index (HGI) modellen (Quak, 1991), beschikbare literatuur, ervaringen bij de OVB en ervaringen elders. Per vissoort wordt een korte biologische omschrijving gegeven en worden de belangrijkste eisen die deze vissoorten stellen aan het paai- en opgroeigebied genoemd.

Met betrekking tot deze eisen dient nog het volgende te worden opgemerkt. Bij de paai- en opgroeieisen gaat het minder om de afzonderlijke waarden (of bandbreedte van waarden) van de verschillende hieronder genoemde factoren, alswel om het totale ecologische raamwerk waarin deze factoren een plaats hebben. Een afwijking van de genoemde paai- en opgroeieisen zoals geformuleerd voor de verschillende factoren leidt er waarschijnlijk toe dat paai of opgroei voor een bepaalde vissoort niet mogelijk is. Het is echter niet met zekerheid te zeggen dat in een dergelijk geval paai of opgroei absoluut onmogelijk is. De gepresenteerde paai- en opgroeieisen moeten meer gezien worden als waarden waarbij objectief is vastgesteld, op basis van onderzoek, dat paai en opgroei mogelijk is. De in vet gedrukte waarden met een referentie zijn gebaseerd op indicaties, vermoedens of afzonderlijke, niet samenhangende waarnemingen van de betreffende auteur. De in vet gedrukte waarden zonder referentie zijn gebaseerd op eigen ervaringen, analogie redeneringen en 'professional judgement'.

Copp (1989) geeft aan dat in een natuurlijke situatie bijna alle vissoorten gedurende het eerste groeiseizoen in de nabijheid van de paaiplaatsen verblijven. Wanneer paai- en opgroeigebieden ruimtelijk gescheiden zijn, dienen deze toch niet al te ver uiteen te liggen omdat de mobiliteit van de juveniele stadia beperkt is. De consequentie hiervan is dat een rivierdeel geschikt is voor de voortplanting en opgroei van vissoorten als paai- opgroeigebieden in de nabijheid van elkaar aanwezig zijn. Een rivierdeel moet daarom voldoen aan alle eisen met betrekking tot voortplanting en opgroei. Over de periode waarin voldaan moet worden aan de eisen voor opgroei valt het volgende te zeggen. Het larvestadium is het meest kwetsbaar en gedurende dit stadium zal zonder meer voldaan moeten worden aan de eisen voor opgroei. De gestelde eisen hebben in grote lijnen betrekking op het voorjaar en de zomer, met dien verstande dat naarmate de juvenielen ouder worden hun tolerantie ten opzichte van de fysische habitatfactoren toeneemt. Aan het einde van dit hoofdstuk worden de eisen voor paai en opgroei voor alle overgebleven doelsoorten samengevat in een tabel (tabel 6).

4.2 Anadrome vissoorten

Rivierprik (*Lampetra fluviatilis* (L.)) en zeeprik (*Petromyzon marinus* L.)

De levenscycli van de rivier- en zeeprik vertonen grote overeenkomst. De volwassen prik trekt vanuit zee de rivier op om te paaien. Uit de eieren komen de larven (ammocoetes). Deze larven graven zich in en leven gedurende een aantal jaren in de rivier. Na 3 tot 5 jaar vindt een metamorfose plaats en veranderen de ammocoetes in prikken. Deze trekken vervolgens naar zee om daar in korte tijd (1 tot 2 jaar) volwassen te worden (Holcik, 1986). De ammocoetes van de rivier- en zeeprik vertonen geen uitgesproken verschillende habitat voorkeuren. In Engeland worden de ammocoetes van alle drie inlandse prikken: (rivierprik,

Lampetra fluviatilis (L.), beekprik, *Lampetra planeri* (Bl.) en zeeprik, *Petromyzon marinus* L.) regelmatig aangetroffen op dezelfde plaatsen (Hardisty, 1971).

Rivierprik en zeeprik			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	april, mei en juni (Hagelin, 1958; Marquet, 1959 en Holcik, 1986)	Temperatuur	max. 20 °C en voorkeur voor 11 °C (Sterba, 1962)
Temperatuur	9 - 14 °C (Hagelin, 1958; Marquet, 1959 en Holcik, 1986)	Diepte	0 - 30 cm (Hardisty, 1971 en Malmqvist, 1980)
Diepte	ondiep: 40 - 60 cm zee-prik en 20 - 150 cm rivierprik (OVB, 1985 en Holcik, 1986)	Stroomsnelheid	0-50 cm/sec (max. 60-80 cm/sec) (Hardisty, 1971)
Stroomsnelheid	100-200 cm/sec (Holcik, 1986)	Substraat	fijn zand (0,2 tot 0,4 mm) (Hardisty, 1971)
Substraat	grof zand, fijn grind, grof grind en stenen.	Vegetatie	veel organisch materiaal in substraat
Vegetatie	geen	Beschutting	waterplanten, hout, stenen en grind
		Overig	tijdelijk bestand tegen zeer lage zuurstof waarden (Hardisty, 1971), gemiddeld 10 - 15 mg/l

Spiering (*Osmerus eperlanus* L.)

Bij spiering wordt onderscheid gemaakt tussen trekkende en niet trekkende populaties. De eerst genoemde populaties (zoals in de vroegere Zuiderzee) trekken stroomopwaarts het zoete water in, om te paaien. Sommige populaties (in de Elbe) gaan daarbij niet verder dan het getijdegebied en andere (in de Seine) trekken honderden kilometers de rivier op. Redeke (1914) nam aan dat de trekkende populaties van de Zeeuwse stromen paaiden in het gebied tussen de Moerdijkbrug en Willemstad. De niet trekkende populaties zijn meestal gebonden aan een bepaald locatie (bijvoorbeeld een meer). Dergelijke populaties vertonen geen omvangrijke paaitrek.

De trekkende vorm van spiering is voor een groot deel verdwenen door een tweetal factoren: de geleidelijke afsluiting van het estuarium door de deltawerken waardoor de optrekmogelijkheden en de getijdebeweging grotendeels verdwenen en door het slibrijker worden van de bodem (de Groot, 1988) waardoor het noodzakelijke harde substraat in de oorspronkelijke paaigebieden verdween. De trekkende spiering kwam nooit massaal voor op de hoger gelegen rivierdelen. Rekolonisatie van de benedenloop van de Rijn en de Maas met anadrome spiering zal alleen mogelijk zijn bij het in oorspronkelijke staat terugbrengen van het Haringvliet/Hollandsdiep estuarium (de Groot, 1989). Het verspreidingsgebied van de spiering lijkt te worden beperkt door de maximale watertemperatuur die 's zomers wordt bereikt. De larven zijn bestand tegen temperaturen van maximaal 24 °C, maar volwassen vissen hebben koudere, vaak diepere waterlagen nodig waar de temperatuur niet boven de 20 °C komt (OVB, 1985 en Nellbring, 1986).

De in stuwvak 2 gevangen spiering behoort waarschijnlijk tot een standpopulatie, die zich aldaar kan handhaven vanwege de aanwezigheid van de Maasplassen (uitwijkmogelijkheid bij hoge watertemperaturen in de zomer). Het onderzoek naar de paai- en opgroeimogelijkheden van spiering in de Maas zal zich om die reden beperken tot het Maasplassen gebied (stuwvak 2).

<i>Spiering</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	februari tot april (de Groot, 1988)		
Temperatuur	4-12 °C (de Groot, 1988)	Temperatuur	< 24°C voor juveniele en < 20°C voor oudere dieren (OVb, 1985 en Nellbring, 1989)
Diepte	0-150 cm (Demoll, 1941; OVb, 1985 en de Groot, 1988)	Diepte	200-10000 cm (OVb, 1985 en Nellbring, 1989)
Stroomsnelheid	0-200 cm/sec (Demoll, 1941; OVb, 1985 en de Groot, 1988)	Stroomsnelheid	0-100 cm/sec
Substraat	stenen, grind, zand, vege- tatie en obstakels (Demoll, 1941; OVb, 1985 en de Groot, 1988)	Beschutting	n.v.t
Vegetatie	alleen indien grof sub- straat afwezig is		

4.3 Rheofiele vissoorten

Barbeel (*Barbus barbus* (L.))

De barbeel komt in Europa slechts plaatselijk voor in de middenloop van rivieren. De rivierdelen waar de barbeel relatief talrijk is, worden tot de barbeelzone gerekend.

De barbeelzone wordt omschreven als de zone waar beekforel zelden voorkomt en vlagzalm niet meer de overheersende vissoort is. De barbeelzone eindigt daar waar de barbeel nog maar sporadisch wordt waargenomen. De bodem in de barbeelzone is bedekt met stenen, grind en zand, het water is vrijwel continue met zuurstof verzadigd en de maximum temperatuur in de zomer varieert van 15 tot 22 °C.

In Nederland wordt de barbeel vrij regelmatig in het stroomgebied van de Limburgse Maas aangetroffen. De Grensmaas in Limburg wordt dan ook tot de lage barbeelzone gerekend.

De barbeel is een schuwe vis. Hij verblijft meestal in het midden van de stroom, schuilend achter obstakels. Barbelen vormen geen echte scholen, maar blijven vaak in kleine groepen bij elkaar. 's Zomers bevinden de barbelen zich hoger op de rivier en 's winters trekken ze stroomafwaarts naar de diepere overwinteringsplaatsen. In het voorjaar begint de trek naar de bovenstrooms liggende paaipplaatsen.

<i>Barbeel</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	12-16 °C (Churchward, 1984)	Temperatuur	15-25 °C (Poncin, 1986)
Diepte	20-40 cm (Baras, 1990 en Fetter, 1986)	Diepte	20-100 cm (Copp, 1989)
Stroomsnelheid	40-70 cm/sec (Pannekoek, 1984)	Stroomsnelheid	< 10 cm/sec (Copp, 1989)
Substraat	grind (Fetter, 1986)	Beschutting	oeverbeschutting lijkt noodzakelijk, vegetatie aan- en afwezig maar zelden dicht
Vegetatie	n.v.t		

Sneep (*Chondrostoma nasus* (L.))

De sneep is evenals de barbeel een typische vis van de barbeelzone, die zich vooral goed thuis voelt in koel, stromend en zuurstofrijk water. In Nederland komt de sneep plaatselijk voor in het stroomgebied van de Limburgse Maas.

Het paaigebied en het opgroeigebied van de sneep komen sterk overeen met die van de barbeel. De levenswijze van de sneep is echter heel anders. De sneep leeft hoofdzakelijk van plantaardig materiaal. Met de harde lippen worden algen en wieren van de stenen geschrapt. Snepen staan vaak in groepen op enigszins beschutte plekken in de stroming de bodem van de rivier af te grazen.

Tegen de paaitijd trekken de snepen in grote groepen naar de stroomopwaarts gelegen paaiplaatsen.

<i>Sneep</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	februari, maart en april		
Temperatuur	8-12 °C (OVb, 1985 en Prokes, 1978)	Temperatuur	< 24 °C (Prokes, 1978)
Diepte	10-30 cm (OVb, 1985)	Diepte	5-50 cm (Prokes, 1978)
Stroomsnelheid	40-70 cm/sec (Pannekoek, 1984; OVb, 1985 en Prokes, 1978)	Stroomsnelheid	< 10 cm/sec (Prokes, 1978)
Substraat	grind (Demoll, 1962 en Wheeler, 1969)	Beschutting	vegetatie, stenen of grind (Prokes, 1978)
Vegetatie	n.v.t		

Kopvoorn (*Leuciscus cephalus* (L.))

De kopvoorn wordt in Europa vooral aangetroffen in wateren die behoren tot de vlagzalmzone en bovenste barbeelzone. In de lagere barbeelzone en de brasemzone komt de soort respectievelijk minder en weinig voor (Penczak, 1976). De kopvoorn stelt minder specifieke eisen wat betreft waterkwaliteit, waterkwantiteit en morfologie dan andere rheofiele soorten als barbeel en sneep (Libovarsky, 1978). Hierdoor kan de kopvoorn in een groot aantal verschillende watertypen worden aangetroffen. De kopvoorn heeft echter een duidelijke voorkeur voor stromende wateren met een afwisselend karakter.

Het optimale leefgebied van de kopvoorn wordt gekenmerkt door helder, stromend water begroeid met wier en waterplanten. Het leefgebied moet beschikken over voldoende snel stromende ondiepe stukken met een kiezelbodem afgewisseld door diepere langzaam stromende delen die geschikt zijn als overwinteringsgebied. De kopvoorn komt veelvuldig voor in de Grensmaas. Op basis van een vergelijking met 14 andere kopvoornpopulaties in Tsjechoslowakije, Rusland, Finland, Duitsland, Engeland en België kan geconcludeerd worden dat de groei van kopvoorn in de Grensmaas bijzonder snel is (Vriese, 1991).

<i>Kopvoorn</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	minimaal 15 °C (Kuznetsov, 1975; Mann, 1980 en Penczak, 1976)	Temperatuur	circa 20 °C (Mann, 1980)
Diepte	10 tot 60 cm (HGI-model kopvoorn, in voorber.)	Diepte	ondiep (zie paai)
Stroomsnelheid	30 tot 50 cm/sec (Mills, 1980)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Mann, 1986)
Substraat	grindbedding met laag slibgehalte (OVb, 1985)	Beschutting	geschiktheid neemt toe door beschutting in de vorm van vegetatie (Libosvsky, 1978)
Vegetatie	geschiktheid neemt toe met de aanwezigheid van vegetatie		

Winde (*Leuciscus idus* (L.))

In Nederland is de winde algemeen, maar zelden talrijk. De winde komt voor in brak en zoet en in stromend en stilstaand water. Uit de verspreiding van winde kan worden afgeleid dat deze soort niet speciaal aan één milieutype is gebonden. De windes in de stilstaande wateren zoeken in de paaitijd plaatsen op waar vers water binnenstroomt (OVb, 1985).

Op de rivieren, en waarschijnlijk ook op de Maas, bevinden de paaiplassen zich meestal verder stroomopwaarts dan waar de windes zich in de herfst en winter bevinden. In het voorjaar trekt de winde daarom stroomopwaarts. In Nederland trekken de windes uit het IJsselmeer en omgeving vaak massaal de IJssel en de Vecht op om in de bovenlopen in scholen te paaieren. Volgens de classificatie van Balon (1975) behoort de winde tot de phytolithofiele groep en paaient windes zowel op grof stenig substraat als op vegetatie.

<i>Winde</i>			
<i>Paaï</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	maart, april en mei		
Temperatuur	7-10 °C (OVb, 1985 en Zhuravlev, 1984)	Temperatuur	> 5 °C (OVb, 1985)
Diepte	< 100 cm (OVb, 1985 en Zhuravlev, 1984)	Diepte	< 100 cm (OVb, 1985 en Zhuravlev, 1984)
Stroomsnelheid	0-50 cm/sec	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec
Substraat	grof substraat (stenen, grind of zand)	Beschutting	(oever)vegetatie waarschijnlijk nodig in de eerste twee maanden (OVb, 1985)
Vegetatie	vegetatie uit voorgaande jaar of inundatiegebied (OVb, 1985; Zhuravlev, 1984; Wheeler, 1969)		

Serpeling (*Leuciscus leuciscus* (L.))

De serpeling komt voor in koele, stromende en bij voorkeur heldere wateren. De voorkeur van serpeling voor stromende wateren is dermate sterk, dat de vis actief de stilstaande wateren mijdt. De soort is vrij algemeen in onze rivieren. In de Maas vindt men de serpeling zowel in de Biesbosch als in de Grensmaas.

Mann (1980) geeft aan dat kopvoorn paait op rivierdelen die ook door serpeling worden gebruikt. Een aantal milieufactoren van de paaiplaatsen van kopvoorn en serpeling zijn derhalve vrijwel identiek.

<i>Serpeling</i>			
<i>Paaï</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	februari, maart, april		
Temperatuur	circa 9-12 °C (Mills, 1980 en Kennedy, 1969)	Temperatuur	> 12 °C (Mann, 1986)
Diepte	20 tot 40 cm (Kennedy, 1969)	Diepte	10-60 cm
Stroomsnelheid	30 tot 50 cm/sec (Mills, 1980)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Mann, 1986)
Substraat	grindbedding met laag slibgehalte (OVb, 1985; Mills, 1980 en Mann, 1986)	Beschutting	vegetatie (Libosvsky, 1978)
Vegetatie	geschiktheid neemt toe met de aanwezigheid van vegetatie		

4.4 Stagnofiele vissoorten

Snoek (*Esox lucius* L.)

In ons land komt de snoek bij voorkeur 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 diepere, minder heldere wateren kan nog snoek voorkomen. Het betreft hier meestal slechts enkele grote exemplaren.

Doorgaans houdt alle snoek tot 40-45 cm zich op tussen de begroeiing. Snoek van circa 40 tot 60 cm komt zowel in begroeide als in onbegroeide waterarealen voor. Snoek boven de 60 cm komt vrijwel alleen op het open (onbegroeide) water voor. Voor een succesvolle voortplanting is snoek afhankelijk van overwinterende vegetatie in de oeverzone (riet e.d.).

Snoek			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	februari, maart, april		
Temperatuur	8-12 °C (Inskip, 1982)	Temperatuur	< 28 °C (Inskip, 1982)
Diepte	0-60 cm (OVb, 1985 en Inskip, 1982)	Diepte	0-100 cm (Inskip, 1982)
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Inskip, 1982)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Inskip, 1982)
Substraat	n.v.t.	Beschutting	vegetatie (25-75% van het midzomer wateroppervlak bedekt met sub-en/of emerse vegetatie) (Inskip, 1982)
Vegetatie	meer dan 25% van de bodem bedekt (Inskip, 1982)		

Zeelt (*Tinca tinca* (L.))

In Nederland komt de zeelt vrij algemeen voor. Bij voorkeur in wateren met veel plantengroei en een zachte bodem. Er mag een geringe stroom zijn, maar in matig of sterk stromende wateren komt zeelt weinig voor. Een harde zandige of stenige bodem, troebel water of grote diepte maken een water minder geschikt voor zeelt.

Waterplanten zijn van groot belang voor de zeelt. Zeelt is lichtschuw en overdag schuilt deze vissoort tussen de waterplanten of in de modder. Het voedsel van de zeelt bestaat uit waterplanten en dierlijke organismen die zich vooral op waterplanten bevinden. Ook het afzetten van eieren vindt plaats op waterplanten. De larven en het broed van zeelt zijn voor beschutting en voedsel afhankelijk van waterplanten.

Zeelt is goed bestand tegen lage zuurstofconcentraties en tegen een hoog zoutgehalte van het water (OVb, 1985).

<i>Zeelt</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni, juli, augustus		
Temperatuur	> 19 °C (Horoszewicz, 1981a)	Temperatuur	20-27 °C (Horoszewicz, 1981b)
Diepte	0-60 cm (OVB, 1985 en Anwand, 1965)	Diepte	0-100 cm
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Anwand, 1965)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec
Substraat	slib en/of zand (Anwand, 1965)	Beschutting	vegetatie (waarschijnlijk net als bij snoek)
Vegetatie	waarschijnlijk net als bij snoek		

Karper (*Cyprinus carpio* (L.))

De verspreiding van de karper in Nederland begon waarschijnlijk na de val van het Romeinse rijk (Balon, 1974). Door de opkomst van het christendom ontstond een grotere behoefte aan verse vis tijdens de vasten periode. Om hieraan te kunnen voldoen werden ondermeer in kloostervijvers karpers gekweekt. Van hieruit kon de karper zich verspreiden over Nederland. De nakomelingen van de eerste karpers zijn de wilde of boerenkarpers. Naast de wilde karper komen ook verwilderde en kweekkarpers voor. De plaatsen in Nederland waar karper voorkomt zijn in hoofdzaak bepaald door uitzettingen. Karper is nu één van de meest algemene vissoorten. Bij de verspreiding van natuurlijke, niet uitgezette karperpopulaties speelt vooral de watertemperatuur een belangrijke rol. Karper is afhankelijk van een voor Nederlandse begrippen relatief hoge watertemperatuur en kan daarom alleen leven in ondiepe stilstaande of langzaam stromende wateren met enkele diepere delen voor overwintering. De eieren worden afgezet op waterplanten. Evenals bij de zeelt zijn zowel de larven als het broed voor beschutting en voedsel afhankelijk van waterplanten.

<i>Karper</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	18-23 °C (OVB, 1985 en Edwards, 1982)	Temperatuur	20-32 °C (Edwards, 1982)
Diepte	0-50 cm (Edwards, 1982)	Diepte	0-200 cm (Edwards, 1982)
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Edwards, 1982)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Edwards, 1982)
Substraat	n.v.t.	Beschutting	vegetatie voor beschut- ting tegen predatoren (Edwards, 1982)
Vegetatie	25 tot 60% bodembedek- king (Edwards, 1982)		

Kroeskarper (*Carassius carassius* (L.))

De kroeskarper komt voor in stilstaande of langzaamstromende wateren met een weelderige plantengroei en een zachte bodem. In een aantal wateren is de kroeskarper één van de weinige aanwezige vissoorten. Vaak wordt dit veroorzaakt door extreme milieumomstandigheden zoals het tijdelijk droog vallen van het water, lage temperaturen en lage zuurstofgehalten. De kroeskarper kan deze milieumomstandigheden goed doorstaan. Dankzij deze eigenschappen komt de kroeskarper als één van de weinige vissoorten voor in ondiepe stilstaande poelen, moerassen of bijna verlande wateren.

In wateren met een minder extreem leefmilieu en een groter aantal vissoorten kan de kroeskarper zich vaak niet handhaven. Als aan het einde van de zomer de waterplanten in deze wateren verdwijnen, valt ook alle beschutting voor het kroeskarperbroed weg. Door de concurrentie met en door predatie van andere vissoorten op de kleine 0+ kroeskarpers is de mortaliteit dan zo hoog dat de populatie niet in stand kan worden gehouden.

<i>Kroeskarper</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	> 14 °C (OVb, 1985)	Temperatuur	< 20 °C (Laurila, 1987)
Diepte	0-50 cm	Diepte	0-100 cm
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec
Substraat	n.v.t.	Beschutting	net als bij karper
Vegetatie	net als bij karper		

Bittervoorn (*Rhodeus sericeus amarus* (Bl.))

De bittervoorn komt soms talrijk voor in plantenrijke, schone en ondiepe kleine meren, poelen en poldersloten. Een belangrijke voorwaarde is een goede waterkwaliteit en de aanwezigheid van zoetwatermosselen. De bittervoorn legt haar eieren in de kieuwholte van de zoetwatermossel. De eieren ontwikkelen zich in de mossel en komen na 5-7 dagen uit. De larven verlaten na 2 à 3 weken de mossel en zoeken beschutting in de vegetatie.

<i>Bittervoorn</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	april, mei, juni		
Temperatuur	12 - 24 °C (Zhulkov, 1987)	Temperatuur	12 - 24 °C (Zhulkov, 1987)
Diepte	0-100 cm	Diepte	0-100 cm
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Demoll, 1962)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Demoll, 1962)
Substraat	zachte zand of modderbodem (Ruting, 1958)	Beschutting	mossel en vegetatie (Duyvene de Witt, 1963)
Vegetatie	plantenrijk (RIN, 1983)		

4.5 Ubiquistische vissoorten

Riviergrondel (*Gobio gobio* (L.))

Binnen Nederland komt de riviergrondel algemeen voor, zowel in stromende als in stilstaande wateren. De riviergrondel stelt geen hoge eisen aan zijn leefomgeving. Volwassen exemplaren kunnen leven in stilstaande wateren met een zachte, modderige bodem en matige zuurstofomstandigheden. Voor een succesvolle voortplanting is echter zwakstromend, koel en zuurstofrijk water met een zand- of grindbodem noodzakelijk. De aan- of afwezigheid van een geschikt paai- en opgroeigebied bepaalt dan ook grotendeels of deze vissoort permanent voorkomt in een watersysteem.

Riviergrondel			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	april, mei		
Temperatuur	12-17 °C (Kennedy, 1972)	Temperatuur	?
Diepte	0-50 cm (Kennedy, 1972)	Diepte	0-100 cm
Stroomsnelheid	20-50 cm/sec (OVb, 1985 en Kennedy, 1972)	Stroomsnelheid	< 10 cm/sec (Zweimuller, 1985)
Substraat	grof zand, grind, stenen (Kennedy, 1972)	Beschutting	aanwezigheid van waterplanten, takken of stenen (OVb, 1985)
Vegetatie	waterplanten, takjes, wortels of bladeren (Kennedy, 1972)		

Kolblei (*Blicca bjoernka* (L.))

In Nederland komt de kolblei algemeen voor. In de grote meren wordt de kolblei aangetroffen in scholen dicht bij de met waterplanten begroeide oeverzones. De kolblei lijkt open water te mijden. In rivieren zoekt de kolblei vaak plaatsen op met lage stroomsnelheden zoals dode zijarmen en binnenbochten. Ze geven de voorkeur aan een plantenrijke omgeving.

Kolblei			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	> 15 °C (Wheeler, 1969)	Temperatuur	?
Diepte	10-100 cm (OVb, 1985 en Wheeler, 1969)	Diepte	10-100 cm
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec
Substraat	n.v.t.	Beschutting	waarschijnlijk net als bij karper
Vegetatie	net als bij karper		

Alver (*Alburnus alburnus* (L.))

De alver heeft een voorkeur voor open zwak stromende wateren en vermijdt sterke stroming en dichte vegetatie. Deze vissoort wordt vaak in grote scholen aangetroffen in de rivieren, kanalen en boezemwateren. Alvers komen nauwelijks voor in kleine afgesloten wateren. Na de elrits vertoont de alver het sterkste schoolgedrag van de in Nederland voorkomende vissoorten. Scholen alvers van verschillende afmetingen zwemmen vaak vlak onder het wateroppervlak, meestal in de nabijheid van de oever, azend op pelagische voedseldeeltjes.

<i>Alver</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	april, mei, juni		
Temperatuur	> 15 °C (Wheeler, 1969)	Temperatuur	< 26 °C (Demoll, 1962)
Diepte	10-100 cm (Demoll, 1962)	Diepte	?
Stroomsnelheid	< 25 cm/sec	Stroomsnelheid	< 10 cm/sec
Substraat	grind, stenen	Beschutting	?
Vegetatie	vegetatie, takken, wortels etc. (Demoll, 1962)		

Ruisvoorn (*Scardinius erythrophthalmus* (L.))

De ruisvoorn heeft een voorkeur voor stilstaand of langzaamstromend helder water met een rijke plantengroei. De gewoonte van ruisvoorns om dicht bij het oppervlak te zwemmen op zoek naar voedsel, maakt de ruisvoorn bijzonder kwetsbaar voor predatoren. In plassen en meren houden ze zich daarom veelvuldig op aan de randen van waterlelie-, gele plomp-, riet- of biezenvelden, die zo karakteristiek zijn voor de ondiepe oeverzone.

<i>Ruisvoorn</i>			
<i>Paai</i>		<i>Opgroei</i>	
Tijdstip	mei, juni		
Temperatuur	> 18 °C (Wheeler, 1969 en Kennedy, 1974)	Temperatuur	> 20 °C
Diepte	10-100 cm (Svårdson, 1949 en Kennedy, 1974)	Diepte	10-100 cm (OVB, 1985)
Stroomsnelheid	< 5 cm/sec	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec
Substraat	n.v.t	Beschutting	vegetatie voor beschutting tegen predatoren (Kennedy, 1974) (25-75% van het midzomer wateroppervlak bedekt met sub- en/of emerse vegetatie)
Vegetatie	waarschijnlijk evenals snoek meer dan 25% van de bodem bedekt		

Baars (*Perca fluviatilis* L.)

De grenzen van het verspreidingsgebied van de baars worden in hoge mate bepaald door de watertemperatuur. Deze dient in de zomermaanden niet onder de 14 °C en niet boven de 28 °C te komen. In Nederland komt de baars voor in meren, laaglandbeken en langzaam stromende rivieren. Snelstromende wateren worden door baars gemeden.

Baars			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	april, mei		
Temperatuur	8-14 °C (OVB, 1985)	Temperatuur	14-28 °C (OVB, 1985 en Krieger, 1983)
Diepte	50-300 cm (OVB, 1985 en Craig, 1987)	Diepte	n.v.t
Stroomsnelheid	0-20 cm/sec (Craig, 1987)	Stroomsnelheid	?
Substraat	stenen, grind	Beschutting	n.v.t
Vegetatie	waterplanten, wortels, takken etc. (Craig, 1987)		

Snoekbaars (*Stizostedion lucioperca* (L.))

De snoekbaars heeft een voorkeur voor troebel of helder en diep water waar nauwelijks licht tot de bodem doordringt. De snoekbaars heeft zeer lichtgevoelige ogen en is daardoor buitengewoon geschikt voor een dergelijk milieu. Snoekbaars houdt zich bij voorkeur op in het open water met enige dekking in de vorm van steile randen of vaargeulen.

Door de kanalisatie en eutrofiëring van de grote rivieren zijn deze wateren steeds dieper en troebeler geworden en daarmee nam de geschiktheid voor snoekbaars toe. Snoekbaars komt daarom op alle grote rivieren algemeen voor. Snoekbaars is een nestbroeder en het nest wordt door beide ouderdieren bewaakt. Hierdoor is de sterfte in het eistadium over het algemeen zeer gering.

Snoekbaars			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	april, mei		
Temperatuur	8-14 °C (Craig, 1987)	Temperatuur	> 20 °C (OVB, 1985)
Diepte	50-100 cm (Craig, 1987)	Diepte	n.v.t
Stroomsnelheid	10-20 cm/sec (Craig, 1987)	Stroomsnelheid	?
Substraat	zand, grind, stenen (Craig, 1987)	Beschutting	n.v.t
Vegetatie	plantenwortels of stevig dood plantaardig materiaal (Craig, 1987)		

Pos (*Gymnocephalus cernua* (L.))

De pos komt in Nederland bijna in alle watertypen voor mits die wateren minimaal 50 cm diep zijn. Vooral op de grotere meren zoals het IJsselmeer, Haringvliet en Lauwersmeer is de pos massaal aanwezig. Het is opmerkelijk dat de pos erg sterk vertegenwoordigd kan zijn in pas gegraven wateren of in wateren waarin de milieumstandigheden sterk zijn gewijzigd. In die zin is pos een "pioniersvis".

Pos			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	april, mei, juni		
Temperatuur	13-16 °C (OVB, 1985)	Temperatuur	> 17 °C (Kovalev, 1973)
Diepte	80-150 cm (Kovalev, 1973)	Diepte	> 50 cm (OVB, 1985)
Stroomsnelheid	0-20 cm/sec	Stroomsnelheid	?
Substraat	zand, grind, stenen	Beschutting	n.v.t
Vegetatie	waterplanten en andere obstakels (OVB, 1985)		

Kwabaal (*Lota lota* (L.))

Als gevolg van een nachtelijke en verborgen levenswijze van de kwabaal is zijn verspreidingsgebied niet precies bekend. De verspreiding lijkt te worden beperkt door de aanwezigheid van diep, koel water met een goede zuurstofhuishouding. In de zomer moet de kwabaal water kunnen bereiken waarvan de temperatuur niet hoger wordt dan circa 15 °C. De kwabaal voelt zich daarom goed thuis in schone, koele beken, rivieren en meren. De oudere exemplaren leven soms op grote diepten in meren of grindgaten. Door de eisen die de kwabaal stelt aan de watertemperatuur is het verspreidingsgebied van de kwabaal in de Maas waarschijnlijk beperkt tot de Maasplassen. Het onderzoek naar de paai- en opgroeimogelijkheden van kwabaal in de Maas zal zich om die reden beperken tot de Maasplassen.

Kwabaal			
Paai		Opgroei	
Tijdstip	december, januari		
Temperatuur	2 - 6 °C (Kieckhäfer, 1972)	Temperatuur	< 15 °C (OVB, 1985)
Diepte	20-80 cm	Diepte	10-50 cm (Hudd, 1983)
Stroomsnelheid	< 5 cm//sec (Sorokin, 1971)	Stroomsnelheid	< 5 cm/sec (Clady, 1976)
Substraat	zand, grind, stenen (Müller, 1970)	Beschutting	n.v.t (Clady, 1976)
Vegetatie	dode waterplanten of ondergelopen graslanden		

Tabel 6. Habitateisen voor paai (p) en opgroei (o) van de doelsoorten

Tabel 6. Habitatieisen voor paai (p) en opgroei (o) van de doelsoorten

Soort	Tijd *	Temp in °C	Diepte in cm	Stroom-snelheid in cm/sec	Substraat **	Vegetatie	Beschutting	Overig
prik (p)	4,5,6	10-14	20-150	100-200	1,2,3,4	-	-	
prik (o)	-	<20	0-30	0-50	5	org.mat.	ja	O ₂ 10-15
spiering (p)	2,3,4	4-12	0-150	0-200	1,2,3,4	vervanging	-	
spiering (o)	-	<24	>200	0-100	-	-	-	
barbeel (p)	5,6	12-16	20-40	20-60	2,3	-	-	
barbeel (o)	-	15-25	20-100	<10	-	niet dicht	oeverbesch.	
sneep (p)	2,3,4	8-12	10-30	20-60	2,3	-	-	
sneep (o)	-	<24	5-50	<10	-	-	vegetatie	
kopvoorn (p)	5,6	>15	10-60	20-50	2,3	vervanging		geen slib
kopvoorn (o)	-	ca. 20	10-60	<5	-		vegetatie	
winde (p)	3,4,5	7-10	<100	0-50	1,2,3,4	vervanging		
winde (o)	-	>5	<100	<5	-		vegetatie	
serpeling (p)	3,4	9-12	20-40	20-50	2,3	vervanging		geen slib
serpeling (o)	-	>12	10-60	<5	-		vegetatie	
snoek (p)	2,3,4	8-12	0-60	<5	n.v.t	>25%		
snoek (o)	-	<28	0-100	<5	-	25-75%	vegetatie	
zeelt (p)	5,6,7,8	>19	0-60	<5	n.v.t	>25%		
zeelt (o)	-	20-27	0-100	<5	-	25-75%	vegetatie	
karper (p)	5,6	18-23	0-50	<5	n.v.t	25-60%		
karper (o)	-	20-32	0-200	<5	-	25-75%	vegetatie	
kroeskarp. (p)	5,6	>14	0-50	<5	n.v.t	>25%		
kroeskarp. (o)	-	<20	0-100	<5	-	25-75%	vegetatie	
bitterv. (p)	4,5,6	12-24	0-100	<5	6	plantenrijk		mossel
bitterv. (o)	-	12-24	0-100	<5	6		vegetatie	mossel
riviergr. (p)	4,5	12-17	0-50	20-50	1,2,3,4	of hout		
riviergr. (o)	-	?	0-100	<10	-		vegetatie	
kolblei (p)	4,5	>15	10-100	<5	n.v.t	of >25%		
kolblei (o)	-	?	10-100	<5	-	25-75%	vegetatie	
alver (p)	4,5,6	>15	10-100	<25	1,2,3	of hout		
alver (o)	-	<26	?	<10	-		?	
ruisvoorn (p)	5,6	>18	10-100	<5	n.v.t	>25%		
ruisvoorn (o)	-	>20	10-100	<5	-	25-75%	vegetatie	
baars (p)	4,5	8-14	50-300	0-20	1,2,3	of hout	of vegetatie	
baars (o)	-	14-28	n.v.t	?	-	voorkeur	voor veg.	
snoekbaars (p)	4,5	8-14	50-100	10-20	1,2,3			nestmat.
snoekbaars (o)	-	>20	n.v.t	?	-			
pos (p)	4,5,6	13-16	80-150	0-20	1,2,3,4	of hout		
pos (o)	-	>17	>50	?	-			
kwabaal (p)	12,1	2-6	20-80	<5	1,2,3,4	inundatie		
kwabaal (o)	-	<20	10-50	<5	-			

(* = wordt aangegeven met cijfers van de maand; 4,5,6 = april, mei en juni)

(** = 1 = stenen, 2 = grove kiezel, 3 = fijne kiezel, 4 = grof zand, 5 = fijn zand, 6 = slib)

5. Analyse van de potentiële paai- en opgroei gebieden in de Maas op macro-niveau

5.1 Algemeen

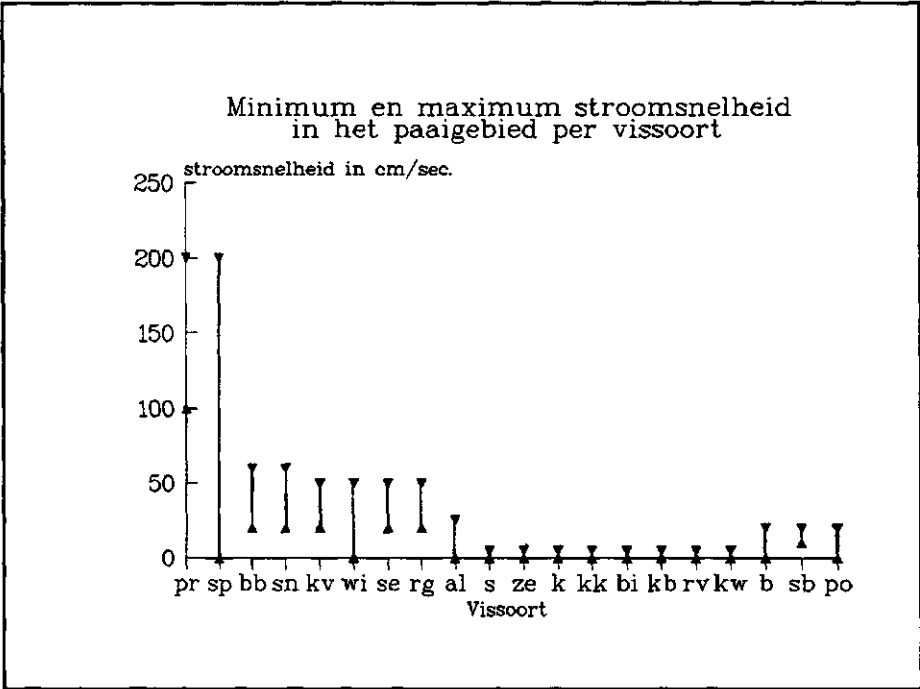
In de hoofdstukken 2, 3 en 4 zijn respectievelijk de fasen 1, 2 en 3 van de inventarisatie naar mogelijke paai- en opgroei gebieden voor vissoorten in de Maas beschreven. Het is een theoretische benadering waarbij de doelsoorten en de daarbij behorende habitateisen met betrekking tot het paaïen en opgroeien van vis zijn beschreven door middel van een literatuuronderzoek. In de volgende fase worden deze doelsoorten op basis van de in fase 3 omschreven habitateisen ingedeeld in vissoortenassociaties. Deze associaties omvatten soorten met dezelfde of grotendeels overlappende habitateisen met betrekking tot het paaïen en opgroeien. Door de habitateisen van de vissoortenassociaties te contrasteren met werkelijk aanwezige habitat in het onderzoeksgebied kunnen de potentiële paai- en opgroei gebieden van de doelsoorten worden achterhaald. De koppeling van de habitateisen van vissoortenassociaties met het daadwerkelijk aanwezige habitat in de Maas geschiedt in eerste instantie op een relatief grove schaal, waarbij vooral gekeken wordt naar het algemene voorkomen van fysische habitat kenmerken als stroomsnelheid, diepte en paaisubstraat. Deze eerste analyse wordt daarom macro-analyse genoemd.

5.2 De vissoortenassociaties en de habitateisen

De belangrijkste habitateisen van de doelsoorten met betrekking tot het paai- en opgroei gebied zoals deze zijn omschreven in tabel 6 van paragraaf 4.6 zijn grafisch weergegeven in de figuren 9 t/m 13. De figuren geven de diepte in het paaïgebied, de diepte in het opgroei gebied, de stroomsnelheid in het paaïgebied, de stroomsnelheid in het opgroei gebied en de paaïperiode van de doelsoorten. Het paaisubstraat is niet weergegeven in een grafiek maar staat omschreven in tabel 6 van paragraaf 4.6.

Klassen:

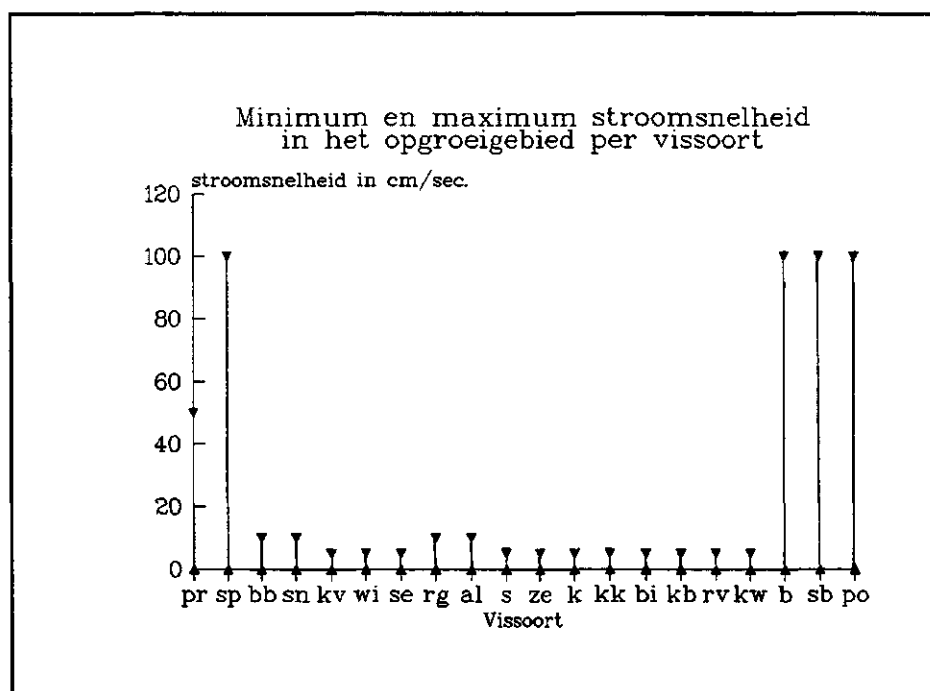
- 1 = 0 - 5 cm/s
- 2 = 5 - 20 cm/s
- 3 = 20 - 60 cm/s
- 4 = 60 - 200 cm/s



Figuur 9. Minimum en maximum stroomsnelheid in het paaïgebied voor de doelsoorten.

Klassen:

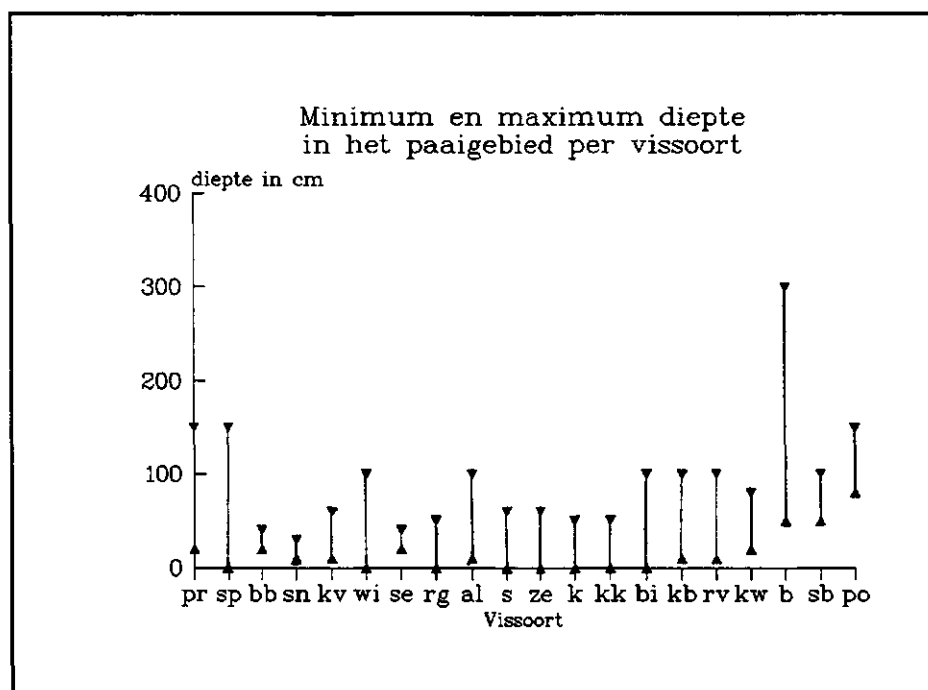
- 1 = 0 - 5 cm/s
- 2 = 5 - 20 cm/s
- 3 = 20 - 60 cm/s
- 4 = 60 - 200 cm/s



Figuur 10. Minimum en maximum stroomsnelheid in het opgroeigebied voor de doelsoorten.

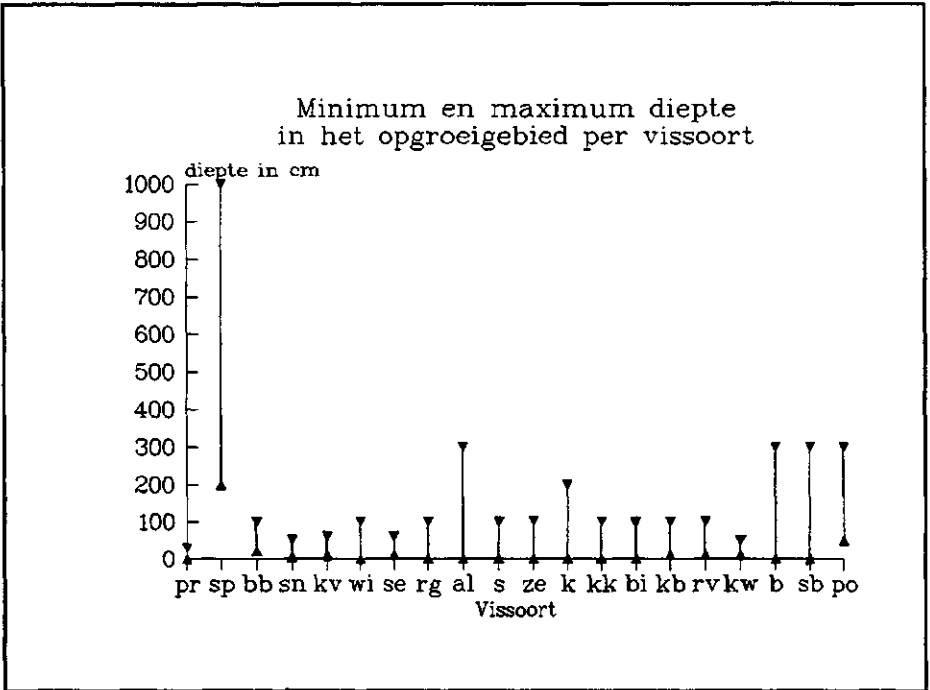
Klassen:

- 1 = 0 - 50 cm
- 2 = 50 - 100 cm
- 3 = 100 - 300 cm
- 4 = > 300 cm



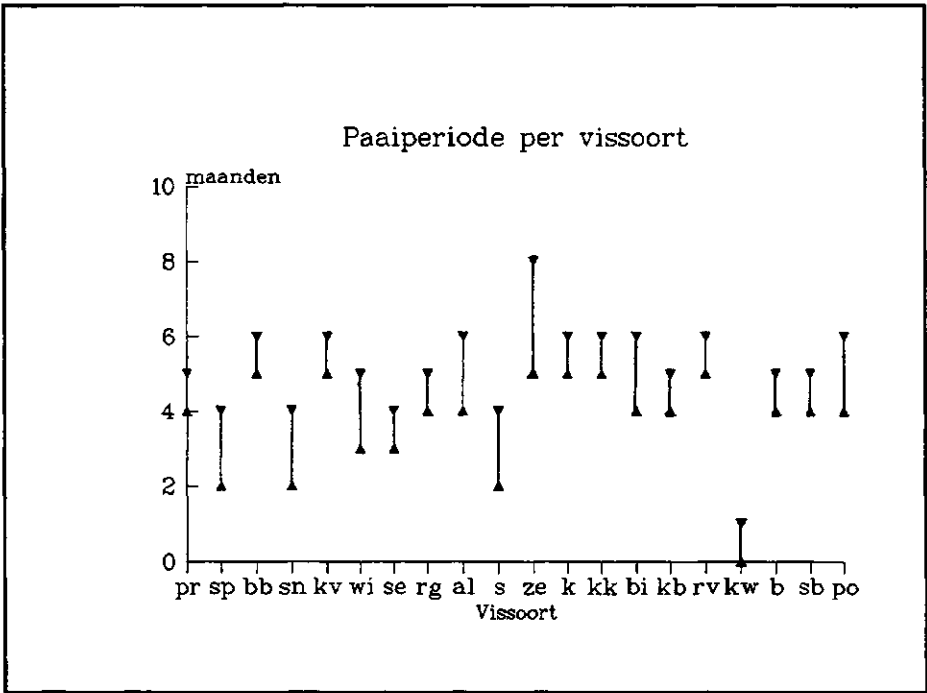
Figuur 11. Minimum en maximum diepte in het paaigebied voor de doelsoorten.

- Klassen:
- 1 = 0 - 50 cm
 - 2 = 50 - 100 cm
 - 3 = 100 - 300 cm
 - 4 = > 300 cm



Figuur 12. Minimum en maximum diepte in het opgroeigebied voor de doelsoorten.

- Klassen:
- 1 = 2 - 4
 - 2 = > 4
 - 3 = 12 - 1



Figuur 13. De paaiperiode van de doelsoorten.

De habitatvariabelen in deze grafieken zijn onderverdeeld in klassen. Iedere vissoort wordt voor de zes belangrijkste habitateisen ingedeeld in één of meerdere klasse. Indien meerdere vissoorten voor alle zes habitateisen binnen dezelfde klasse of klassen vallen vormen ze een vissoortenassociatie. Alle belangrijke habitateisen van de vissoorten binnen een associatie in relatie tot het paaien en opgroeien komen dan geheel of grotendeels met elkaar overeen. In tabel 7 staat voor de doelsoorten per habitateis de daarbij horende klasse of klassen.

Tabel 7. Klasseindeling per doelsoort en habitateis

<i>Vissoort</i>	<i>Stroomsnelheid paaigebied</i>	<i>Stroomsnelheid opgroeigebied</i>	<i>Diepte paaigebied</i>	<i>Diepte op- groeigebied</i>	<i>Paai- periode</i>	<i>Paai- substraat</i>
Prik	4	1,2,3	1,2	1,2	2	1,2,3,4,8
Spiering	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2	4	1	1,2,3,4,7,8*
Barbeel	3	1,2	1	1,2	2	2,3
Sneep	3	1,2	1	1,2	1	2,3
Kopvoorn	3	1,2	1	1,2	1	2,3
Winde	1,2,3	1,2	1,2	1,2	1	1,2,3,4,7,8
Serpeling	3	1,2	1	1,2	1	2,3
Rivier- grondel	2,3	1,2	1	1,2	2	1,2,3,4,8
Alver	1,2	1,2	1,2	1,2,3	2	1,2,3,7,8
Snoek	1	1,2	1	1,2	1	7
Zeelt	1	1,2	1	1,2	2	7
Karper	1	1,2	1	1,2,3	2	7
Kroeskarper	1	1,2	1	1,2	2	7
Bittervoorn	1	1,2	1,2	1,2	2	7
Kolblei	1	1,2	1,2	1,2	2	7
Ruisvoorn	1	1,2	1,2	1,2	2	7
Kwabaal	1	1,2	1	1,2	3	1,2,3,4,7,8
Baars	2	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	2	1,2,3,7,8
Snoekbaars	2	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	2	1,2,3,7,8
Pos	2	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	2	1,2,3,7,8

* : 7; vegetatie, 8; gezette of gestorte steen

Uit tabel 7 komen de in tabel 8 omschreven vissoortenassociaties voort met de bijbehorende waarden van de habitateisen zoals gebruikt in de klassen indeling.

De habitateisen van vissen kunnen worden onderscheiden in fysische habitateisen en waterkwaliteitseisen. In het onderzoek naar de mogelijke paaiplaatsen in de Maas spelen vooral fysische habitateisen een belangrijke rol. Er is echter één waterkwaliteitseis die een

belangrijke rol speelt bij de geschiktheid van mogelijke paai- en opgroei gebieden voor de verschillende vissoortenassociaties en dat is de watertemperatuur.

Tabel 8. Vissoortenassociaties met de bijbehorende habitateisen

<i>Vissoorten- associatie</i>	<i>Stroomsnelheid paaigebied (cm)</i>	<i>Stroomsnelheid opgroeigebied (cm)</i>	<i>Diepte paaigebied (cm)</i>	<i>Diepte op- groeigebied (cm)</i>	<i>Paai- periode</i>	<i>Paai- substraat</i>
1. Prik	60-200	0-50	0-100	0-100	> 4*	1,2,3,4,8**
2. Spiering	0-200	0-100	0-100	> 300	2-4	1,2,3,4,7,8
3. Barbeel Kopvoorn	20-60	0-10	0-50	0-100	> 4	2,3
4. Sneep Serpeling	20-60	0-10	0-50	0-100	2-4	2,3
5. Winde	0-60	0-10	0-100	0-100	2-4	1,2,3,4,7,8
6. Rivier- grondel	10-50	0-10	0-50	0-100	> 4	1,2,3,4,8
7. Alver	0-20	0-10	0-100	0-300	2-4	1,2,3,7,8
8. Snoek	0-5	0-10	0-50	0-100	2-4	7
9. Zeelt Kroeskarper	0-5	0-10	0-50	0-100	> 4	7
10. Karper	0-5	0-10	0-50	0-300	> 4	7
11. Bitvoorn Kolblei Ruisvoorn	0-5	0-10	0-100	0-100	> 4	7
12. Kwabaal	0-5	0-10	0-50	0-100	12-1	1,2,3,4,7,8
13. Baars Snoekbaars Pos	5-20	0-100	> 50	0-300	> 4	1,2,3,7,8

* : maanden van het jaar.

** : gebruikelijke substraatklassen

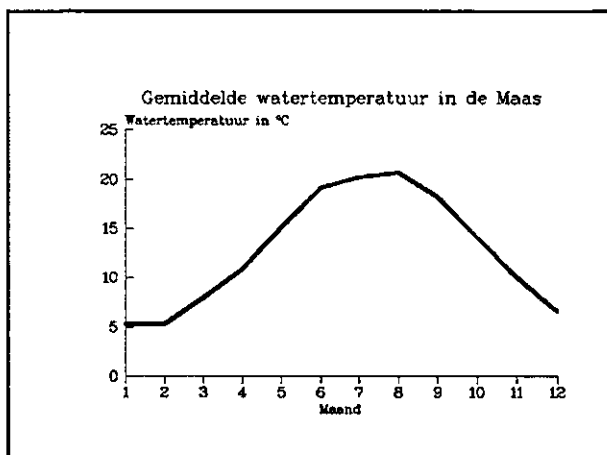
De geschiktheid van een paai- en opgroei gebied is in twee opzichten afhankelijk van het watertemperatuursregime. Ten eerste moet de watertemperatuur in de paaiperiode overeen komen met de watertemperatuurseisen die vissen stellen tijdens de paai en ten tweede moet de maximum watertemperatuur in de zomer lager zijn dan de maximaal verdraagbare temperatuur van de verschillende vissoorten.

In figuur 14 is het gemiddelde watertemperatuursregime van de Maas weergegeven van 1975 tot 1984. De maandelijkse temperatuursverschillen tussen de verschillende stuwvakken bedragen niet meer dan één graad.

De eisen die de vissoorten stellen aan de watertemperatuur tijdens de paaiperiode en tijdens het opgroeien zijn vergeleken met de waarden in deze grafiek. Hieruit blijkt dat de watertemperatuur het voorkomen van vier vissoorten beperkt. Dit zijn zee-prik, rivierprik, spiering en kwabaal. Gezien de geringe potenties van de Maas als paai- en opgroei gebied voor deze vissoorten, op grond van het huidige verstoorde temperatuursregime, zullen deze vissoorten

niet worden behandeld in de macro-analyse van dit onderzoek. In het volgende wordt kort aangegeven welke redenen ten grondslag liggen aan deze selectie.

1. De ammocoetes (larven) van de zeeprik en de rivierprik komen niet of nauwelijks voor bij een temperatuur boven de 20 °C (Sterba, 1962). Aangezien de gemiddelde zomertemperatuur in de Maas reeds hoger is dan 20 °C en de jaarlijkse maximumtemperatuur hier nog enkele graden boven zal liggen lijken de opgroeimogelijkheden voor ammocoetes in de Maas zeer marginaal.



Figuur 14. De gemiddelde watertemperatuur (in graden Celsius) in de Maas.

2. De volwassen exemplaren van de spiering en de kwabaal zijn evenals de ammocoetes van de zee- en rivierprik afhankelijk van een relatief lage watertemperatuur in de zomermaanden (resp. <20 °C en <15 °C) (Nellbring, 1989 en OVB, 1985). Omdat alleen de watertemperatuur in de onderste waterlagen van de Maasplassen zo laag is, is het waarschijnlijk dat het voorkomen van de volwassen spiering en de kwabaal zich beperkt tot deze gebieden. De macro-analyse is toegespitst op de hoofdstroom van de Maas. Kwabaal en spiering worden daarom niet meegewogen in deze analyse.

De vissoortenassociaties die niet worden beperkt door het watertemperatuursregime van de Maas worden behandeld in de macro-analyse.

5.3 Het macro-habitat in de Maas

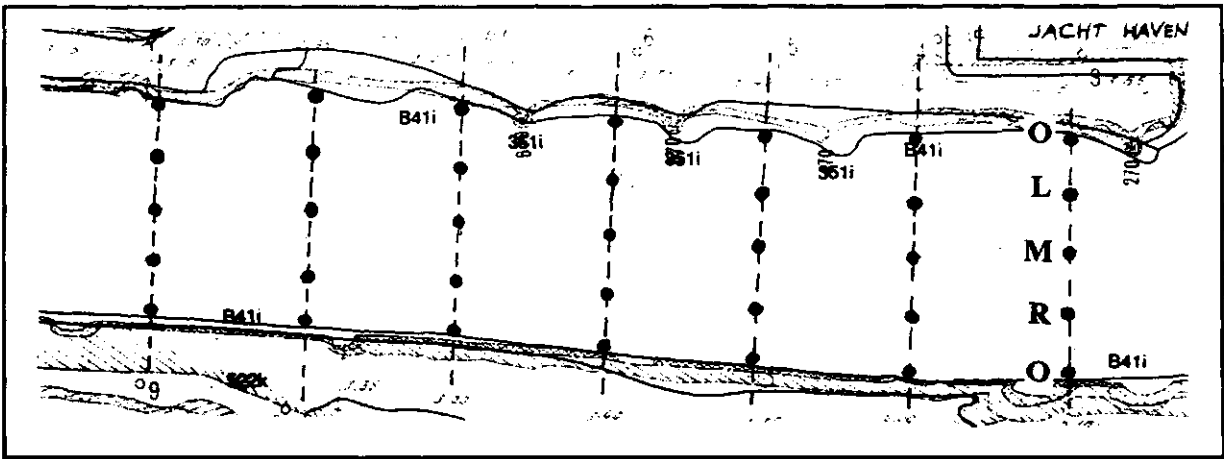
Voor de macro-analyse (de koppeling van de habitateisen van de vissoortenassociaties met het aanwezige habitat in de Maas) is het habitat in de Maas op macro-niveau geïnventariseerd en beschreven. Dit is gedaan voor alle 7 stuwvakken, met uitzondering van het eerste deel van stuwvak 1 (vanaf de grens met België tot Maastricht) omdat van dit deel geen gegevens beschikbaar waren. De beschrijving van dit zogenaamde macro-habitat in de Maas is gedaan aan de hand van de drie eerder genoemde habitatkenmerken; stroomsnelheid, diepte en substraat.

De drie habitatkenmerken in de hoofdstroom van de Maas waren reeds door Rijkswaterstaat Directie Limburg en de Topografische Dienst op verschillende manieren geïnventariseerd en (gedeeltelijk) in kaart gebracht. Bij de beschrijving van het macro-habitat in de Maas is gebruik gemaakt van een viertal bronnen:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Dwarsprofielen (per 100 m) | 3. Milieutypenkaart (1:5000) |
| 2. Substraat bepalingen (per 1000 m) | 4. Topografische kaart (1:25000) |

Daarnaast is een databestand gebruikt van de gemiddelde waterstanden in de Maas bij verschillende debieten op een groot aantal verschillende plaatsen (grootweg per 1000 m). Met dit databestand, met de dwarsprofielen, met de milieutypenkaart en met gegevens van Rijkswaterstaat Directie Limburg over de gemiddelde stroomsnelheid in de stuwvakken van de Maas bij verschillende debieten, konden per locatie de stroomsnelheden worden bepaald.

Voor de beschrijving van het macro-habitat in de Maas is de hoofdstroom van de Maas bedekt met een denkbeeldig meetpuntennet. Dit netwerk bevat om de honderd meter locaties met 5 meetpunten (de 5 sectoren van de locaties) die dwars op de lengteas en op een regelmatige afstand van elkaar staan (zie figuur 15). Op ieder meetpunt kunnen met behulp van de reeds bestaande kaarten en de gebruikte databestanden de stroomsnelheid, de diepte en het substraat worden bepaald. De gegevens van elk meetpunt worden vervolgens representatief verondersteld voor de betreffende sector van de locatie. Deze fysische macro-habitatfactoren kunnen vervolgens worden opgeslagen in een databestand.



Figuur 15. Denkbeeldig meetpuntennet over de hoofdstroom van de Maas

De vissoortenassociaties die in de macro-analyse worden behandeld kunnen ruwweg worden verdeeld in twee groepen; vissoortenassociaties die paaïen in februari, maart, april en vissoortenassociaties die paaïen na april. Door de jaarlijkse dynamiek van de Maas ten gevolge waarvan de omstandigheden (debiet, waterstanden) tijdens deze twee perioden verschillen is het noodzakelijk de stroomsnelheid en de diepte tijdens beide perioden te bepalen. Hierbij is uitgegaan van een gemiddeld debiet van 275 m³/sec (debiet 1) voor de eerste periode en van een gemiddeld debiet van 100 m³/sec (debiet 2) voor de tweede periode. Op basis hiervan is voor beide perioden een databestand aangemaakt. Verder is nagegaan of een verandering in de waterstand (tengevolge van de verschillende debieten) tot gevolg had dat de waarneming aangaande het substraat op het meetpunt niet meer representatief zou zijn voor de betreffende sector van de locatie. Dit zou kunnen voorkomen wanneer tengevolge van de verandering in de waterstand grote oeverdelen onder zouden lopen. Gezien de relatief geringe veranderingen in de waterstand deed deze problematiek zich niet voor en kon worden volstaan met één gegevensset voor het substraat. De op hierboven beschreven wijze tot stand gekomen databestanden zijn opgesplitst naar stuwvakken. De opbouw van deze databestanden is te vinden in het volgende voorbeeld.

Traject (rivier km.)	Stroomsnelheid					Diepte					Substraat				
	o*	r	m	l	o	o	r	m	l	o	o	r	m	l	o
1.0	1,2	2	3	3	3,2	1	3	4	4	2	6,7	1,2	2,3	1,2	8
1.1	2,3	3	3	3	3,2	2	3	4	3	2	8	1,2	2,3	1,2	8
1.2	1,2	3	3	2	3,2	1	2	4	3	2	8	1,2	2,3	1,2	6

* = o; oever, r; rechts, m; midden, l; links, o; oever.

De stroomsnelheid, diepte en substraat zijn ingedeeld in klassen en wel als volgt:

Stroomsnelheid:

- 1 = niet tot langzaam stromend (0-5 cm/sec)
- 2 = langzaam stromend (5-20 cm/sec)
- 3 = stromend (20-60 cm/sec)
- 4 = snel stromend (> 60 cm/sec)

Diepte:

- 1 = ondiep (0-50 cm)
- 2 = matig diep (50-100 cm)
- 3 = diep (100-300 cm)
- 4 = zeer diep (> 300 cm)

Substraat:

- | | |
|----------------|---|
| 1 = stenen | 5 = fijn zand |
| 2 = grof grind | 6 = slib |
| 3 = fijn grind | 7 = vegetatie |
| 4 = grof zand | 8 = gezette of gestorte steen, basalt en/of beton |

Op ieder meetpunt is voor de twee paaiperioden de stroomsnelheid, diepte en het substraat bepaald, gebruik makend van deze klasse indelingen. Hierbij dienen nog een aantal kanttekeningen te worden geplaatst.

Met betrekking tot de stroomsnelheid is uit gegaan van de door Rijkswaterstaat Directie Limburg opgegeven gemiddelde stroomsnelheid per stuwvak, bij de verschillende debieten. Op basis van de morfologie van de locatie, waarvan een beeld werd verkregen door het raadplegen van de dwarsprofielen en de milieutypekaarten, en op basis van de waterstand bij het betreffende debiet werd een inschatting gemaakt van de stroomsnelheden op de meetpunten van de locatie. Hierbij is rekening gehouden met de stroomsnelheidsverdeling over de diepte en met de horizontale stroomsnelheidsverdeling volgens de principes van de toegepaste vloeistofmechanica (Nortier, 1984).

Voor het vaststellen van de diepte op de meetpunten is gebruik gemaakt van de dwarsprofielen en van de milieutypekaarten (alleen voor de oeverzone). De substraatbepalingen zijn om de kilometer gedaan op een punt links, in het midden en rechts van de vaargeul en komen uit een databestand van Rijkswaterstaat Directie Limburg. Deze substraatbepalingen zijn representatief verondersteld voor de locaties 500 m stroomopwaarts en stroomafwaarts van het punt waarvan het substraat bekend is. Bij het vaststellen van het substraat in de nabijheid van de oever is gebruik gemaakt van de milieutypekaarten en van de substraatbepalingen per 1000 m.

5.4 Koppeling habitateisen vissoortenassociaties met het macro-habitat in de Maas

Door de habitateisen van de vissoortenassociaties te contrasteren met de fysische milieuvariabelen in het onderzoeksgebied tijdens de paai- en opgroeiperioden kunnen de potentiële paai- en opgroeigebieden van de doelsoorten worden achterhaald. Van iedere vissoortenassociatie wordt per traject aangegeven of zich binnen het traject potentiële paai- en opgroeigebieden bevinden. Omdat vislarven slechts over zeer korte afstanden migreren van het paaigebied naar het opgroeigebied (Copp, 1989), moeten paai- en opgroeigebied binnen hetzelfde traject liggen. De trajecten waarbinnen zich de paai- en opgroeigebieden van één vissoortenassociatie bevinden worden aangemerkt als potentieel paai- en opgroeigebied. Dit alles resulteert in een tabel waarin per traject van 100 m is aangegeven voor welke vissoortenassociatie potentiële paai- en opgroeigebieden aanwezig zijn (bijlage 1).

5.5 Resultaten macro-analyse

5.5.1 Algemeen

De resultaten van de macro-analyse staan in bijlage 1. Deze bijlage bestaat uit een tabel waarin per traject van 100 m staat aangegeven of er potentiële paai- en opgroeigebieden voorkomen voor de onderzochte vissoortenassociaties. Bij de bespreking van de resultaten in dit deel van hoofdstuk 5 zal niet worden ingegaan op de exacte ligging van de potentiële paaiplaatsen (zoals in bijlage 1) maar op de kwantiteit van de paai- en opgroeigebieden per stuwvak voor de verschillende vissoortenassociaties.

5.5.2 Resultaten

Tabel 10 geeft per vissoortenassociatie (indien de vissoorten binnen de associatie in alle stuwvakken geacht worden voor te komen (zie paragraaf 2.3.6)) of per doelsoort het aantal trajecten per stuwvak dat als potentiële paaiplaats aangemerkt dient te worden.

Tabel 10. Omvang van de potentiële paaiplaatsen per stuwvak (in trajecten van 100 m).

Stuwvak	totaal aantal trajecten per stuwvak	Vissoortenassociatie					
		3	4	5	6	7	
		barbeel/ kopvoorn	sneep	serpeling	winde	riviergrondel	alver
1	130	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (11%)	7 (5%)	7 (5%)
2	248	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	47 (19%)	35 (14%)	37 (15%)
3	346	-	-	0 (0%)	82 (24%)	70 (20%)	61 (18%)
4	914	-	-	0 (0%)	596 (65%)	354 (39%)	914 (100%)
5	552	-	-	0 (0%)	117 (21%)	82 (15%)	111 (20%)
6	502	-	-	0 (0%)	438 (87%)	13 (3%)	466 (93%)
7	514	-	-	0 (0%)	435 (85%)	0 (0%)	421 (82%)
Stuwvak	8	9	10	11	13		
	snoek	zeelt	kroeskarper	karper	bittervoorn	kolblei/ ruisvoorn	baars/ snoekbaars/ pos
1	0 (0%)	0 (0%)	-	0 (0%)	-	0 (0%)	122 (94%)
2	0 (0%)	0 (0%)	-	0 (0%)	-	0 (0%)	186 (75%)
3	0 (0%)	1 (<1%)	1 (<1%)	1 (<1%)	1 (<1%)	1 (<1%)	267 (77%)
4	15 (2%)	15 (2%)	15 (2%)	15 (2%)	15 (2%)	15 (2%)	560 (61%)
5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	435 (79%)
6	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	489 (97%)
7	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	514 (100%)

Uit de tabel valt te concluderen dat voor de meeste rheofiele soorten (soortassociaties 3 en 4) geen paaiplaatsen aanwezig zijn. Voor de soorten winde, riviergrondel en alver zijn in bijna alle stuwvakken potentiële paaiplaatsen aanwezig, hoewel het beschikbare areaal aan paaiplaatsen per stuwvak varieert. De soorten die behoren tot de soortassociaties 8, 9, 10 en 11; de phytofiele vissoorten, hebben nagenoeg nergens mogelijkheden voor paai en opgroei. Voor de soorten uit soortassociatie 13 zijn in alle stuwvakken ruimschoots potentiële paaiplaatsen aanwezig.

5.5.3 Bespreking van de resultaten van de macro-analyse per vissoortenassociatie

Vissoortenassociatie 3: barbeel en kopvoorn

Voor de soorten barbeel en kopvoorn is alleen gekeken naar de geschiktheid van de stuwvakken 1 en 2, gebaseerd op de keuze van de doelsoorten per stuwvak. Vergeleken met de andere rheofiele soorten paaien barbeel en kopvoorn relatief laat in het jaar (paaiperiode 2: vanaf april). In deze periode is het debiet in de Maas nog redelijk hoog, met als gevolg een geschikte stroomsnelheid voor paai van deze soorten. Deze relatief hoge stroomsnelheid is echter alleen te vinden in delen van de Maas die dieper zijn dan 50 cm waardoor niet voldaan is aan de condities voor paai met betrekking tot de diepte. Over stuwvak 1 (voor zover geïnventariseerd) kan gezegd worden dat bijna geen ondiepe delen aanwezig zijn (slechts 5 % van het totale traject) en dat het substraat nergens geschikt is voor paai van rheofiele soorten. Voor stuwvak 2 geldt dat het areaal aan ondiepten iets groter is. Ook hier is het substraat echter niet geschikt voor paai. Hoewel grind aanwezig is, bestaat de ondiepe oeverzone voor het grootste deel uit gestorte of gezette stenen. Natuurlijk paaihabitat in de vorm van grindbanken is nergens aanwezig.

Vissoortenassociatie 4: sneep en serpeling

Voor sneep is gekeken naar de stuwvakken 1 en 2 en voor serpeling is gekeken naar potentiële paaiplaatsen in alle stuwvakken. Beide soorten paaien relatief vroeg in het jaar; gedurende de maanden februari tot en met april. Het debiet in de Maas is hoger dan tijdens de paai van barbeel en kopvoorn, met als gevolg een hogere stroomsnelheid in grote delen van de rivier. Met betrekking tot de aanwezigheid van potentiële paaiplaatsen in de stuwvakken 1 en 2 geldt voor sneep en serpeling eigenlijk hetzelfde als voor barbeel en kopvoorn. Geschikte stroomsnelheid en geschikte diepte voor paai vallen, ook bij hogere stroomsnelheden, niet samen. Zelfs als dit wel het geval was, ontbreekt nog steeds geschikt paaisubstraat. Ook in de overige stuwvakken konden op basis van de uitgevoerde analyse voor serpeling geen potentiële paaiplaatsen ontdekt worden. De bestaande morfologie staat paai van rheofiele vissoorten niet toe.

Vissoortenassociatie 5: winde

Wanneer er vanuit gegaan wordt het optimale habitat voor een vissoort tenminste 10 tot 20 procent aan paai- en opgroeigebied omvat, kan worden geconcludeerd dat in alle stuwvakken voldoende potentiële paaiplaatsen voor winde aanwezig zijn. Hoewel winde behoort tot de rheofiele vissoorten is deze vissoort relatief tolerant met betrekking tot de stroomsnelheid die nodig is voor het paaien. Ook wat betreft de diepte is winde voor het paaien niet gebonden aan trajecten van minder dan 50 cm diep.

Vissoortenassociatie 6: riviergrondel

De analyse geeft aan dat voor riviergrondel in de stuwvakken 2, 3, 4 en 5 in voldoende mate potentiële paaiplaatsen aanwezig zijn. In de stuwvakken 1 en 6 zijn weinig en in stuwvak 7 zijn geen potentiële paaiplaatsen aanwezig. Paaisubstraat is in geen van de stuwvakken een beperkende factor. Voor riviergrondel zijn met name van belang een geschikte stroomsnelheid en voldoende ondiep areaal. In de stuwvakken 1 en 6 is het gebrek aan voldoende ondiep delen beperkend voor de aanwezigheid van potentiële paaiplaatsen. De stroomsnelheid ter plaatse is geschikt voor de paai van riviergrondel. In stuwvak 7 zijn in ruime mate

ondiepe delen met geschikt substraat aanwezig. Hier is echter de lage stroomsnelheid de beperkende factor, waardoor paai niet mogelijk is.

Vissoortenassociatie 7: alver

In de meeste stuwvakken zijn ruime tot zeer ruime mogelijkheden voor paai aanwezig, te oordelen naar de omvang van de potentiële paaiplaatsen voor alver. De mogelijkheden in stuwvak 1 zijn echter beperkt. Alver is vissoort die relatief vroeg paait maar een voorkeur heeft voor locaties met een niet al te hoge stroomsnelheid tijdens de paai. In stuwvak 1 worden met name diepere locaties aangetroffen (die in principe niet ongeschikt zijn voor paai), waar de stroomsnelheid voor alver (met betrekking tot de paai) al snel te hoog is. Ondiepe locaties, die wel een geringe stroomsnelheid kennen zijn weinig aanwezig in dit stuwvak, hetgeen resulteert in een geringe omvang van potentiële paaiplaatsen.

Vissoortenassociatie 8: snoek, 9: zeelt, 10: karper, 11: bittervoorn, kolblei en ruisvoorn

De resultaten van de macro-analyse met betrekking tot bovenstaande vissoortenassociaties zullen samen besproken worden, gezien het feit dat het allen phytofiele vissoorten zijn en er grote overeenkomsten zijn in de uitkomsten van de analyse voor deze soorten.

De paai- en opgroeimogelijkheden voor de vissoortenassociaties 8, 9, 10 en 11 in de hoofdstroom van de Maas zijn zeer beperkt. Alleen in stuwvak 3 en 4 komen enkele potentiële paai- en opgroeigebieden voor. De resultaten van de analyse bij snoek wijken hiervan een klein beetje af. Voor snoek is in stuwvak 3 geen enkel geschikt traject meer aanwezig voor het paaien en opgroeien. De oorzaak hiervan is dat snoek paait in periode 1 (maanden februari, maart en april), wanneer het debiet (en dus ook de stroomsnelheid) aanzienlijk groter is dan in paaiperiode 2 (de paaiperiode van de andere soorten). Het betreffende traject kent in paaiperiode 1 een te grote stroomsnelheid voor paai van snoek.

De belangrijkste beperkende factor voor de omvang van de potentiële paaiplaatsen voor de genoemde soorten is het ontbreken van vegetatie in de Maas. Op maar zeer weinig trajecten is vegetatie in de vorm van submerse of emerse waterplanten aanwezig. Daar de bovenstaande soorten zowel voor paai als voor opgroei afhankelijk zijn van vegetatie is het niet verwonderlijk dat deze soorten zo weinig mogelijkheden hebben in de hoofdstroom van de Maas.

Vissoortenassociatie 13: baars, snoekbaars en pos

De macro-analyse laat zien dat in alle stuwvakken wordt voldaan aan de fysische eisen die baars, snoekbaars en pos stellen aan het habitat. De omvang van de potentiële paaiplaatsen in de verschillende stuwvakken is aanzienlijk. De oorzaak van het grote areaal aan potentiële paaiplaatsen moet gezocht worden in de grotere tolerantie van deze vissoorten met betrekking tot de diepte waarin paai en opgroei kan plaatsvinden.

5.5.4 Consequenties voor de paai- en opgroeimogelijkheden in de Maas

In de macro-analyse, de systematische vergelijking van de fysische vereisten die vissoorten (of vissoortenassociaties) stellen aan hun habitat met de aanwezige variatie in het fysisch habitat van de verschillende stuwvakken van de Maas, komen een aantal zaken met betrekking tot de paai- en opgroeimogelijkheden van de verschillende vissoortenassociaties duidelijk naar voren. De vissoortenassociaties die betrokken zijn bij de macro-analyse vallen, wat

betreft hun paai- en opgroeimogelijkheden in de 7 stuwvakken van de Maas, uiteen in drie groepen:

1. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, goede tot redelijk goede mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (winde, riviergrondel, alver, baars, snoekbaars en pos).
2. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, slechte mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (snoek, zeelt, kroeskarper, karper, bittervoorn, kolblei en ruisvoorn).
3. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, geen mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (barbeel, kopvoorn, sneep en serpeling).

ad 1. De vissoorten die behoren tot deze groep zijn voor het grootste deel ubiquisten. Alleen winde behoort tot de rheofiele soorten. Pelz (1985) geeft aan dat winde, hoewel van oudsher gerekend tot de rheofiele soorten, qua eigenschappen meer neigt naar de stromingsindifferentie soorten. De gehele groep 1 kenmerkt zich door een relatief grote tolerantie ten opzichte van de fysische variabelen die een rol spelen bij paai en opgroei. Paai en opgroei kunnen plaatsvinden over een relatief breed traject van waarden met betrekking tot diepte en stroming en er kan gebruik gemaakt worden van meerdere substraattypen (zie tabel 8, paragraaf 5.2). Deze flexibiliteit maakt het hun mogelijk een door menselijke ingrepen veranderd habitat als de Maas in verregaande mate te benutten.

ad 2. De vissoorten van groep 2 zijn voor het merendeel stagnofiele soorten, met kolblei als enige vertegenwoordiger van de ubiquistische groep. Als gemeenschappelijk kenmerk hebben deze soorten een afhankelijkheid van vegetatie bij paai en/of opgroei. Vergeleken met groep 1 zijn de soorten van groep 2 minder tolerant met betrekking tot diepte en stroming. In wezen is deze groep afhankelijk van de grote mate van differentiatie in het habitat, die te vinden is in een riviersysteem met natuurlijke oevers, dode armen en stilstaande wateren, al of niet in verbinding met de hoofdstroom. De menselijke invloed op het habitat heeft deze differentiatie voor een belangrijk deel teniet gedaan, met een duidelijk effect op de mogelijkheden voor paai en opgroei.

ad 3. De vissoorten van groep 3 zijn allen rheofiele soorten, die zich kenmerken door een relatief geringe tolerantie met betrekking tot diepte, stroming en substraat voor paai en opgroei. In feite zijn deze soorten afhankelijk van een goed functioneren natuurlijk rivierecosysteem, door Huet (1949) gekenmerkt als barbeelzone. De menselijke ingrepen in de Maas zijn van dien aard dat van een dergelijk systeem bijna niets (op het bodemverval na) is terug te vinden. Paai- en opgroeimogelijkheden zijn volledig afwezig. Door de scheepvaartfunctie van de Maas is het niet mogelijk om binnen de huidige hoofdstroom een systeem met ondiepe grindbanken te creëren waardoor paai- en opgroeimogelijkheden voor de rheofiele vissoorten ontstaan. Toekomstige paai- en opgroeimogelijkheden voor de vissoorten van groep 3 kunnen alleen buiten de hoofdstroom van de Maas worden gecreëerd door de aanleg van een systeem met stromende nevengeulen. Daar de waterstaatkundige consequenties van dergelijke ingrepen veelomvattend zijn worden deze niet in dit onderzoek behandeld.

6. Omtrent de micro-analyse

De resultaten van de macro-analyse leiden tot de volgende driedeling:

1. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, goede tot redelijk goede mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (winde, riviergrondel, alver, baars, snoekbaars en pos).
2. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, slechte mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (snoek, zeelt, kroeskarper, karper, bittervoorn, kolblei en ruisvoorn).
3. Vissoorten of vissoortenassociaties die, gegeven de door hun gestelde eisen aan het habitat, geen mogelijkheden tot paai en opgroei hebben in de stuwvakken van de Maas (barbeel, kopvoorn, sneep en serpeling).

De vissoorten van groep 2 (hierna te noemen prioritaire soorten) behoren volgens de ecologische classificatie van zoetwatervissen op basis van kenmerken bij de voortplanting (Balon, 1975) allen tot de groep van phytofiële paaiers. Deze groep legt haar eieren op levende of dode submerse of emerse vegetatie of op ondergelopen terrestische vegetatie. Door het kleverige membraam op de eieren worden deze als het ware vastgeplakt op de vegetatie. Eieren die op de bodem worden gedeponeerd komen, waarschijnlijk door gebrek aan zuurstof, niet uit. Het visbroed van de meeste phytofiële paaiers zoekt kortere of langere tijd beschutting in de dichte vegetatie. Inskip (1982) en Edwards (1982) geven voor twee phytofiële vissoorten aan dat in een optimaal habitat het percentage paai- en opgroeigebied minimaal tien tot twintig procent van het totale wateroppervlak moet zijn. Deze paai- en opgroeigebieden moeten bestaan uit ondiepe tot matig diepe gebieden met voldoende waterplanten, waar het water stilstaat of langzaam stroomt. In de hoofdstroom van de Maas bestaan de oevers bijna geheel uit oeverbeschermende materialen zoals gestorte of gezette stenen, basalt, beton of bitumen. Er is vrijwel geen natuurlijk begroeide oever meer aanwezig. Slechts op anderhalf procent van (het natte deel van) de oeverzone (zie tabel 11) staat submerse of emerse vegetatie (gebaseerd op de milieutypekaarten). Ook de inundatiegebieden die gedurende langere tijd, tijdens de paaiperioden van vissen, onder water staan zijn verdwenen. De paai- en opgroeimogelijkheden van de prioritaire vissoorten worden hierdoor ernstig beperkt (Schiemer, 1988).

Tabel 11. Aanwezigheid van submerse of emerse vegetatie

<i>Stuwvak</i>	<i>Aantal oeverlocaties</i>	<i>Aantal oeverlocaties met vegetatie</i>	<i>Percentage oeverlocaties met vegetatie</i>
1	130	0	0
2	248	0	0
3	346	2	0.5
4	914	28	3.0
5	552	20	3.5
6	502	0	0
7	514	0	0
Totaal	3206	50	1.5

Uit de verzamelde habitateisen (hoofdstuk 4) blijkt dat de groep prioritaire vissoorten voor het paaien en opgroeien behalve aquatische of ondergelopen terrestische vegetatie ook ondiep tot matig diep, stilstaand tot langzaam stromend water nodig heeft. De paai- en opgroeimogelijkheden van de prioritaire vissoorten worden niet alleen beperkt door een tekort aan vegetatie, maar in een groot aantal stuwvakken ook door een tekort aan locaties met ondiep tot matig diep, stilstaand tot langzaamstromend water tijdens de paai- en opgroeiperiode. Tabel 12 geeft de aanwezigheid van ondiepe tot matig diepe trajecten met stilstaand of langzaam stromend water.

Tabel 12. Aanwezigheid van ondiep tot matig diep, stilstaand tot langzaam stromend water

<i>Stuw- vak</i>	<i>Aantal oeverlo- caties (OL)</i>	<i>Aantal OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 275 m³/sec</i>	<i>Perc. OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 275 m³/sec</i>	<i>Aantal OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 100 m³/sec</i>	<i>Perc. OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 100 m³/sec</i>
1	130	5	4	8	6
2	248	15	6	50	20
3	346	7	2	71	21
4	914	356	39	356	39
5	552	79	14	115	21
6	502	12	2	12	2
7	514	185	36	514	100
Tot.	3206	659	21	1126	35

Het ontbreken van aquatische vegetatie hangt zeer waarschijnlijk samen met de oeverstructuur van de Maas (rechtgetrokken, steil en bedekt met gestorte of gezette steen). Op deze onnatuurlijke oevers heeft de stroming vrij spel en is geen plantengroei mogelijk. Hoewel het percentage oeverlocaties met een geringe stroomsnelheid bij een debiet van 100 m³/sec nog aanzienlijk is blijkt uit tabel 12 dat dit percentage bij een groter debiet sterk afneemt. De met name tijdens de winter en het vroege voorjaar optredende grote debieten en de daarmee gepaard gaande hoge stroomsnelheden maken de vestiging van aquatische vegetatie nageenog onmogelijk.

Omdat de paai- en opgroeimogelijkheden voor de prioritaire soorten goed worden weergegeven in de macro-analyse en de oorzaak van het tekort aan paai- en opgroeimogelijkheden geen nader onderzoek behoeft is een verder gaande micro-analyse van de potentiële paai- en opgroeigebieden in de hoofdstroom niet nodig.

7. Paai- en opgroeigebieden voor prioritaire soorten in een aantal Maasplassen

Het riviersysteem van de Maas en dus ook de visfauna die zich hierin bevindt, beperkt zich niet tot de hoofdstroom alleen. De dode zijarmen en grindafravingen horen bij dit ecosysteem. In deze dode zijarmen en grindafravingen zijn door het ontbreken van stroming waarschijnlijk relatief veel potentiële locaties voor paai- en opgroeigebieden aanwezig voor de prioritaire vissoorten. Overmars et al. (1992) toonden bij een inventarisatie van onder andere grindgaten in het Maasgebied aan dat deze plassen een rijke onderwatervegetatie kunnen herbergen. Deze auteurs geven ook inrichtingsadviezen voor grote gegraven wateren. Zij pleiten voor uitgebreide flauw glooiende oeverzones.

Het belang van dergelijke nevenwateren als potentiële paai- en opgroeigebieden voor de prioritaire soorten en voor de ubiquistische soorten kan zeer groot zijn, zeker wanneer de oeverlengte in ogenschouw wordt genomen (Schiemer, 1985; Bergers, 1991). De oeverlengte van de hoofdstroom van de Maas in het onderzoeksgebied is ca. 320 km en de oeverlengte van de nevenwateren is ca. 200 km. Dit betekent dat grofweg tweevijfde van de totale oeverlengte buiten de hoofdstroom ligt. In tabel 13 is per stuwvak de oeverlengte in en buiten de hoofdstroom aangegeven.

Tabel 13. Overlengte van de hoofdstroom, de dode zijarmen en de maasplassen

<i>Stuwvak</i>	<i>OL hoofdstroom (km)</i>	<i>OL dode zijarmen (km)</i>	<i>OL maasplassen (km)</i>	<i>Perc. nevenwateren</i>
1	13.0	-	8	38%
2	24.8	-	50	67%
3	34.6	3	17	37%
4	91.4	-	13	12%
5	55.2	9	15	30%
6	50.2	13	20	40%
7	51.4	24	31	52%

Het belang van de nevenwateren voor de prioritaire soorten lijkt zich te weerspiegelen in de vangsten van vis in de 7 stuwvakken van de Maas (tabel 4, hoofdstuk 3). In de stuwvakken 1 en 2 (met een relatief hoog percentage aan nevenwateren) zijn de vangsten van prioritaire soorten, gerelateerd aan de totale vangst per stuwvak, veruit het hoogst. Voor een deel wordt dit veroorzaakt doordat de nevenwateren een belangrijke rol spelen voor de hengelsport en dat vangsten van prioritaire soorten aldaar worden gerealiseerd. Het ligt echter voor de hand dat de nevenwateren een soort voorraadkamerfunctie vertegenwoordigen voor de hoofdstroom van de Maas.

De mate waarin paai- en opgroeigebieden in nevenwateren voor de prioritaire vissoorten in de hoofdstroom van de Maas een rol spelen, is voor een groot deel afhankelijk van de bereikbaarheid. Aangenomen mag worden dat de paaitrek van zeelt, kroeskarper en bittervoorn zich beperkt tot enkele kilometers terwijl de overige prioritaire vissoorten langere afstanden kunnen afleggen. Otis (1982) vond voor karper in lake Butte des Morts een gemiddelde migratieafstand van ongeveer 6 km, hoewel ook afstanden van 21 km werden gevonden. In onderhavige studie wordt verondersteld dat de invloed van de nevenwateren

voor de prioritaire vissoorten als paai- en opgroeigebied niet verder reikt dan ca. 2.5 kilometer stroomopwaarts en stroomafwaarts vanaf de verbinding met de Maas.

Om echter de aanwezigheid van potentiële paai- en opgroeigebieden in de nevenwateren te kunnen achterhalen zijn gegevens omtrent diepte, substraat, oeverstructuur en aanwezigheid van vegetatie noodzakelijk. Deze gegevens zijn slechts voor een aantal Maasplassen beschikbaar waarbij de mate van detaillering dusdanig is dat het niet mogelijk is een macro-analyse, zoals is gedaan voor de hoofdstroom van de Maas, uit te voeren. Wel is het mogelijk om aan de hand van de beschikbare gegevens tot een globale uitspraak te komen omtrent de geschiktheid van de plassen als potentieel paai- en opgroeigebied voor de prioritaire soorten.

De gegevens over de Maasplassen zijn ontleent aan het rapport "Kwaliteit Maasplassen in de Limburgse Maasvallei 1983 - 1990" van bureau BIOPT. Per stuwvak zullen in het hierna volgende één of een aantal Maasplassen worden besproken, waarbij geen aandacht zal worden geschonken aan de Maasplassen die niet in open verbinding staan met de hoofdstroom van de Maas. Gesloten Maasplassen kunnen niet functioneren als paai- en opgroeigebied voor vissoorten in de hoofdstroom van de Maas, omdat uitwisselingsmogelijkheden gedurende het jaar niet aanwezig zijn. Wanneer sprake is van inundatie kunnen deze plassen wel een functie hebben als soortenreservoir en zodoende bijdragen aan de diversiteit van de visfauna in de Maasvallei.

Stuwvak 1

In stuwvak 1 is slechts één Maasplas aanwezig: het *waterrecreatiecentrum Eijsden* (WRC Eijsden), met een oppervlak van 156.0 ha en een omtrek van 7.82 km. De maximum diepte in de plas is 8 m en de gemiddelde diepte is 5.9 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. De zuidwestelijke oevers zijn begroeid met wilg en els, die voor een deel in het water staan. Als substraat wordt aangegeven grind, klei en zand. Op basis van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat de plas mogelijk geschikt is als paai- en opgroeigebied.

Stuwvak 2

Gerelingsplas

De plas heeft een oppervlakte van 55.1 ha en een omtrek van 5.30 km. De maximale diepte is 17 m en de gemiddelde diepte is 6 m. De taludhelling wordt omschreven als steil. Een groot deel van de oevers is bedekt met een pakket van grof grind. De overige oevers zijn steil en afkalvend. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. Het substraat bestaat voornamelijk uit zand en klei. De plas lijkt niet geschikt als paai- en opgroeigebied.

Oolerplas

De plas heeft een oppervlakte van 174.6 ha en een omtrek van 6.10 km. De maximale diepte is 33 m en de gemiddelde diepte is 14 m. De taludhelling wordt omschreven als steil. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. Het substraat bestaat voornamelijk uit klei. De plas lijkt niet geschikt als paai- en opgroeigebied.

Nieuwe Nack

De plas heeft een oppervlakte van 11.1 ha en een omtrek van 1.50 km. De maximale diepte is 18 m en de gemiddelde diepte is 10 m. De taludhelling wordt omschreven als steil.

Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. Het substraat bestaat voornamelijk uit klei. De plas lijkt niet geschikt als paai- en opgroeigebied.

Hornergriend

De plas heeft een oppervlakte van 51.5 ha en een omtrek van 3.60 km. De maximale diepte is 31 m en de gemiddelde diepte is 13.0 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. In de plas zijn 8 soorten waterplanten aangetroffen. Het substraat bestaat voornamelijk uit zand en grind. Er zijn ondiepe inhammen in de zuidelijke oever aanwezig om beschutte plaatsen te creëren voor visbroed. De plas lijkt geschikt als paai- en opgroeigebied.

Hatenboer

De plas heeft een oppervlakte van 122.2 ha en een omtrek van 6.40 km. De maximale diepte is 31 m en de gemiddelde diepte is 13 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend. In de plas zijn 6 soorten waterplanten aangetroffen. Het substraat bestaat uit slib, zand en grind. De plas lijkt geschikt als paai- en opgroeigebied.

Stuwvak 3

Asseltse Maasplassen: In de Linde

De plas heeft een oppervlakte van 16.2 ha en een omtrek van 3.20 km. De maximale diepte is 10 m en de gemiddelde diepte is 6.0 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. In de plas zijn 8 soorten waterplanten aangetroffen. Het substraat bestaat uit klei, slib en zand. De plas lijkt geschikt als paai- en opgroeigebied.

Asseltse Maasplassen: Leeuwenhorst

De plas heeft een oppervlakte van 23.8 ha en een omtrek van 2.4 km. De maximale diepte is 15 m en de gemiddelde diepte is 11.5 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. In de plas zijn 8 soorten waterplanten aangetroffen. Het substraat bestaat uit klei, slib en zand. De plas lijkt geschikt als paai- en opgroeigebied.

Rijkelse Bemden

De plas heeft een oppervlakte van 45.0 ha en een omtrek van 5.90 km. De maximale diepte is 15 m en de gemiddelde diepte is 6.0 m. De taludhelling wordt omschreven als zeer steil. In de plas zijn 2 soorten waterplanten aangetroffen. Het substraat bestaat uit zand en slib. De plas lijkt niet geschikt als paai- en opgroeigebied.

Stuwvak 4

Leuken

De plas heeft een oppervlakte van 129.0 ha en een omtrek van 13.40 km. De maximale diepte is 9 m en de gemiddelde diepte is 6 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. De oevers zijn voor een groot deel begroeid met elzen, wilgen, riet en lisdodden. Het substraat bestaat uit zand, slib en grind. De plas lijkt geschikt als paai- en opgroeigebied.

Stuwvak 5

Paesplas

De plas heeft een oppervlakte van 33.0 ha en een omtrek van 4.70 km. De maximale diepte is 9 m en de gemiddelde diepte is 4 m. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. De zuidelijke oever bestaat uit een betonnen rand. De westelijke oever (dijk) is afgezet

met basalt. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. Het substraat bestaat voornamelijk uit slib. De plas lijkt niet geschikt als paai- en opgroeigebied.

Mookerplas

De plas heeft een oppervlakte van 94.0 ha en een omtrek van 9.50 km. De maximale diepte is 4 m en de gemiddelde diepte is niet bekend. De taludhelling wordt omschreven als glooiend tot steil. Een groot deel van de oevers is afgezet met grind en basaltblokken. Gegevens omtrent aquatische vegetatie zijn niet voorhanden. Op een deel van de oevers komen elzen en liesgras voor. Het substraat bestaat uit slib, zand en grind. De plas is mogelijk geschikt als paai- en opgroeigebied.

Van de Maasplassen en dode armen in de stuwvakken 6 en 7 zijn geen gegevens voorhanden. Over de waarde van deze nevenwateren als paai- en opgroeigebied voor de prioritaire soorten kan geen uitspraak worden gedaan.

Het belang van de nevenwateren als paai- en opgroeigebied voor **spiering** en **kwabaal** is niet vast te stellen. Hoewel van de bovengenoemde plassen bekend is of zij voldoen aan de waterkwaliteitsnorm voor karperachtigen met betrekking tot de temperatuur geeft dit niet voldoende informatie om een uitspraak te kunnen doen over hun geschiktheid voor spiering en kwabaal. Hiervoor zijn ondermeer gedetailleerde temperatuurgegevens noodzakelijk (temperatuurverloop over de diepte, temperatuurverloop over het jaar).

8. De behoefte aan en locaties van toekomstige paai- en opgroeigebieden

Met betrekking tot de rheofiele soorten werd op basis van de macro-analyse geconcludeerd dat in de hoofdstroom van de Maas geen potentiële paai- en opgroeigebieden aanwezig zijn. Het natuurlijke stromingsregime van de Maas is door de verstuwingsregime teniet gedaan. Diepte en substraat zijn ongeschikt voor de paai van de rheofiele soorten. Hoewel grind aanwezig is, is er geen sprake van natuurlijk paaisubstraat in de vorm grindbanken. De behoefte aan paai- en opgroeigebieden voor deze soorten is zeer groot. Gezien het belang van enkele van de huidige functies van de Maas (scheepvaart en waterafvoer), is het niet mogelijk paai- en opgroeigebieden voor deze soorten te realiseren. Het creëren van ondiepe delen met grindbanken in de hoofdstroom van de Maas is met betrekking tot de genoemde functies onmogelijk.

De vaargeul van de Maas is voor vissen een relatief extreem leefmilieu waarin slechts enkele rheofiele en ubiquistische soorten langere tijd kunnen verblijven. De meeste prioritaire soorten komen niet of nauwelijks gedurende langere tijd voor in de vaargeul en zoeken meestal de beschutting van de oeverzone op. Het totale habitat van de prioritaire soorten bestaat daarom niet uit de gehele hoofdstroom van de Maas, maar beperkt zich in principe tot de oeverzone.

Behalve de verspreiding van soorten binnen de stuwvakken moet ook rekening worden gehouden met de ecologische zonering van de rivier volgens Huet (1949). Stuwvak 1 en 2 liggen volgens de theorie van Huet (1949) in de lagere barbeelzone. Dit betekent dat er in de natuurlijke situatie vooral rheofiele en ubiquistische soorten voorkomen en dat het voorkomen van stagnofiele soorten in de hoofdstroom beperkt is. Stuwvak 3 t/m 7 liggen in de brasemzone. In deze stuwvakken komen vooral ubiquistische en stagnofiele soorten voor. Dit houdt in dat in een ecologisch ideale situatie in stuwvak 1 en 2 minder prioritaire soorten voorkomen dan in de stuwvakken 3 t/m 7 en dat de hoeveelheid paai- en opgroeiareaal voor deze soorten minder groot hoeft te zijn. Het is echter niet mogelijk aan te geven hoeveel minder, omdat in een natuurlijke situatie meer factoren (voedselsituatie, relaties tussen vissoorten onderling) dan alleen de beschikbaarheid van paai- en opgroeigebieden de aantalssterkte van een soort bepalen.

Omdat de percentages geschikt paai- en opgroeigebied zoals die zijn bepaald in de macro-analyse (tabel 14) zijn gebaseerd op locaties in de oeverzone van de hoofdstroom en deze oeverzone het habitat vertegenwoordigt van de prioritaire vissoorten, kan worden verondersteld dat de percentages die hier worden genoemd gelijk zijn aan de percentages paai- en opgroeigebied van het totale habitat van de prioritaire soorten. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het percentage paai- en opgroeigebied in de hoofdstroom in geen enkel stuwvak voldoet aan de minimum norm van 10 tot 20%. In alle stuwvakken is er een grote behoefte aan paai- en opgroeigebieden voor phytofiele paaiers.

Zelfs als alle locaties met stilstaand tot langzaam stromend water geschikt zouden worden gemaakt als paai- en opgroeigebied voor de prioritaire soorten door middel van natuurtechnische ingrepen zoals het verwijderen van de huidige oeverbeschoeiing en/of het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, zouden deze ingrepen niet tot resultaat hebben dat voor alle stuwvakken het minimaal benodigde oppervlak aan paai- en opgroeigebied wordt gecreëerd (tabel 14). Een voldoende groot paai- en opgroeigebied voor een optimale populatie van prioritaire vissoorten in de hoofdstroom van de Maas is alleen mogelijk door grootschalige inrichtingsmaatregelen, met name in die stuwvakken waar onvoldoende gebieden met stilstaand tot langzaam stromend water aanwezig zijn.

Tabel 14. Omvang van de potentiële paaiplaatsen voor prioritaire soorten in relatie tot de omvang van locaties met stilstaand tot langzaam stromend water en vegetatie.

<i>Stuw- vak</i>	<i>Aantal oeverlo- caties (OL)</i>	<i>Perc. OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 275 m³/sec (debiet 1)</i>	<i>Perc. OL met str. snelh. van 0-5 cm/sec bij 100 m³/sec (debiet 2)</i>	<i>Perc. OL met vegetatie</i>	<i>Perc. pot. paaipl. voor snoek (bij debiet 1)</i>	<i>Perc. pot. paaipl. voor overige prio- ritaire soorten (debiet 2)</i>
1	130	4	6	0	0	0
2	248	6	20	0	0	0
3	346	2	21	0.5	0	<1
4	914	39	39	3.0	2	2
5	552	14	21	3.5	0	0
6	502	2	2	0	0	0
7	514	36	100	0	0	0

Bij het aanleggen van paai- en opgroeigebieden spelen twee aspecten, omvang en ruimtelijke verdeling, een belangrijke rol. Met betrekking tot de minimale omvang zijn weinig concrete literatuurgegevens bekend. De cijfers lopen uiteen van 0,5% tot 80% van het totale habitat oppervlak. Vanwege de kosten die verbonden zijn aan dergelijke ingrepen is een keuze voor 10 % te rechtvaardigen. Gezien het lokale effect van paai- en opgroeigebieden op de visstand (beperkte migratie-capaciteit van de prioritaire soorten) moet gekozen worden voor een ruimtelijke verdeling die hieraan tegemoet komt. De onderlinge afstand van twee paai- en opgroeigebieden mag niet meer bedragen dan ongeveer 5 km, zodat de maximale afstand tussen een vis en het paai- en opgroeigebied nooit meer bedraagt dan 2.5 km. Hierbij moet rekening gehouden worden met de eventuele aanwezigheid van nevenwateren met een paai- en opgroeifunctie.

Omdat de Maas op slechts een klein aantal locaties in verbinding staat met dode zijarmen en Maasplassen en omdat het belang van deze nevenwateren niet geheel duidelijk is, is het noodzakelijk dat de verbeteringen van de paai- en opgroeimogelijkheden in eerste instantie in de hoofdstroom van de Maas zelf plaats vinden. Gezien de randvoorwaarden waaraan paai- en opgroeigebieden voor prioritaire vissoorten moeten voldoen kunnen deze verbeteringen het eenvoudigst worden verwezenlijkt op locaties met flauw aflopende oevers en een lage stroomsnelheid.

Het aantal locaties dat voldoet aan deze eisen is in de meeste stuwvakken beperkt. Het is daarom noodzakelijk om in die delen van de Maas waar deze locaties ontbreken, locaties aan te wijzen buiten de hoofdstroom. Deze locaties van paai- en opgroeigebieden kunnen liggen in enkele met de Maas in verbinding staande Maasplassen en/of dode zijarmen.

Als ook deze locaties ontbreken moeten in de hoofdstroom van de Maas paai- en opgroeigebieden worden aangelegd door middel van grootschalige natuurtechnische ingrepen. Deze paai- en opgroeigebieden kunnen worden gecreëerd door even buiten het bereik van de hoofdstroom ondiepe afgeschermd baaien aan te leggen. Deze paai- en opgroeigebieden zijn niet afhankelijk van de omstandigheden in de hoofdstroom en kunnen op iedere willekeurige locatie worden aangelegd.

De locaties waar toekomstige paai- en opgroeigebieden kunnen worden aangelegd worden aldus verdeeld in drie typen:

1. locaties in de hoofdstroom met een lage stroomsnelheid en een flauw talud
2. locaties in de nevenwateren
3. willekeurige locaties onafhankelijk van omstandigheden in de hoofdstroom.

Op basis van de macro-analyse zijn de potentiële paai- en opgroeigebieden en de locaties voor toekomstige paai- en opgroeigebieden per stuwvak in kaart gebracht (zie bijlage 2).

ad. 2 In hoofdstuk 7 is gebleken dat omtrent de geschiktheid van de Maasplassen en dode zijarmen geen concrete uitspraken gedaan konden worden, omdat te weinig gegevens over deze wateren beschikbaar zijn. Wel was het mogelijk om een indicatie te geven welke nevenwateren, op basis van de bestaande informatie, het meest geschikt zijn als paai- en opgroeigebied. Deze wateren zijn met relatief geringe inspanning en kosten geschikt te maken voor de paai van de prioritaire soorten en zijn dan ook als type 2 in bijlage 2 in kaart gebracht.

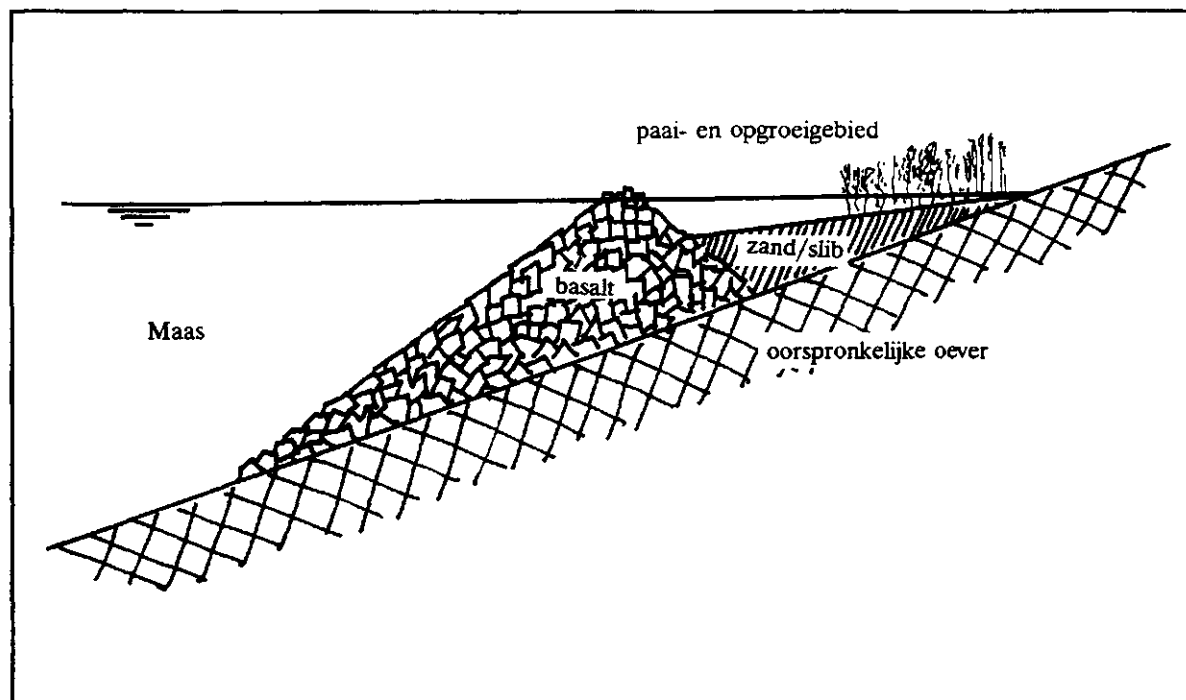
9. Inrichtingscriteria paai- en opgroeigebieden van de prioritaire soorten

Eventueel aan te leggen paai- en opgroeigebieden voor de prioritaire soorten in de Maas moeten aan de volgende inrichtingseisen voldoen.

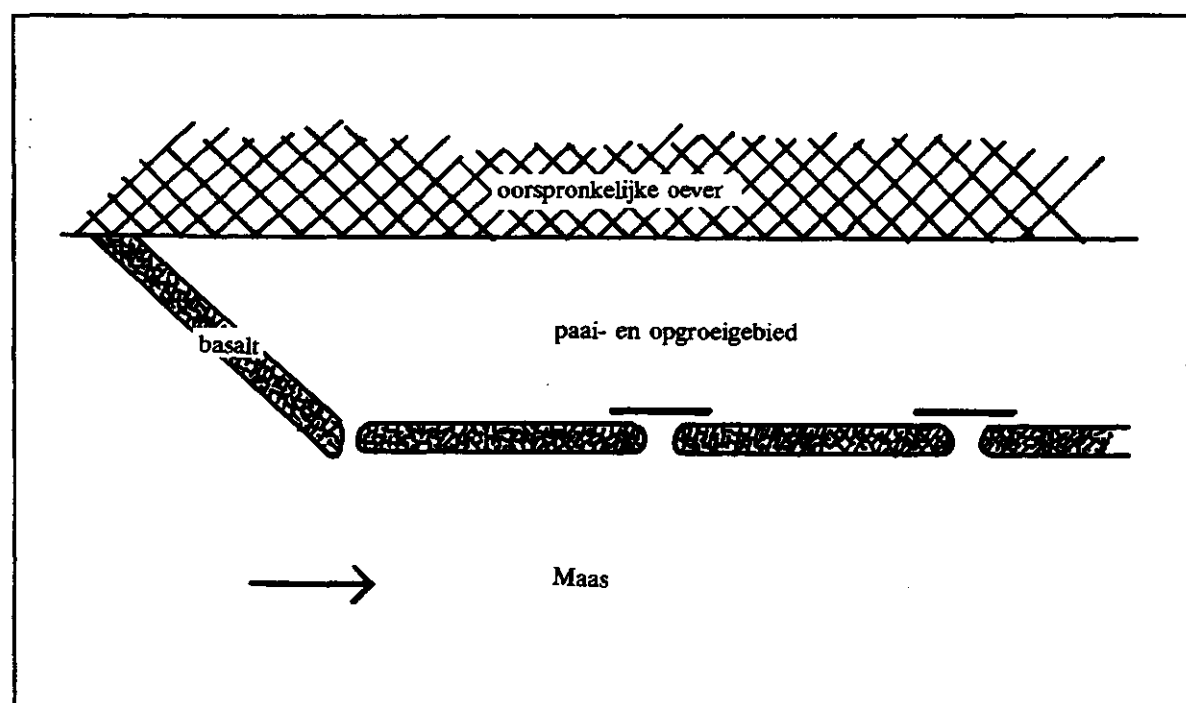
1. ca. 75% van het areaal heeft een diepte van 0-50 cm (bij een debiet van 100 m³/sec)
2. ca. 25% van het areaal heeft een diepte van 50-100 cm (bij een debiet van 100 m³/sec)
3. de stroomsnelheid moet van februari tot augustus lager zijn dan 5 cm/sec
4. er moet een goede uitwisseling van water en vis mogelijk zijn tussen de hoofdstroom en het paai- en opgroeigebied
5. het substraat moet voorkeur bestaan uit slib of fijn zand
6. het paai- en opgroeigebied moet minimaal 5 m breed zijn
7. de emerse of submerse vegetatie moet uiteindelijk 25 - 75 % van het paai- en opgroeigebied bedekken
8. het paai- en opgroeigebied moet geleidelijk over gaan in de oever en de oever moet zover dit mogelijk is begroeid zijn
9. per locatie moet worden bekeken of aanplant van waterplanten noodzakelijk is

Om deze inrichtingseisen met betrekking tot de drie genoemde typen locaties te verwezelijken is per locatie een ontwerp van een paai- en opgroeigebied voor prioritaire vissoorten uitgewerkt (figuren 16 tot en met 21).

Type 1: locaties in de hoofdstroom met een lage stroomsnelheid en een flauw talud

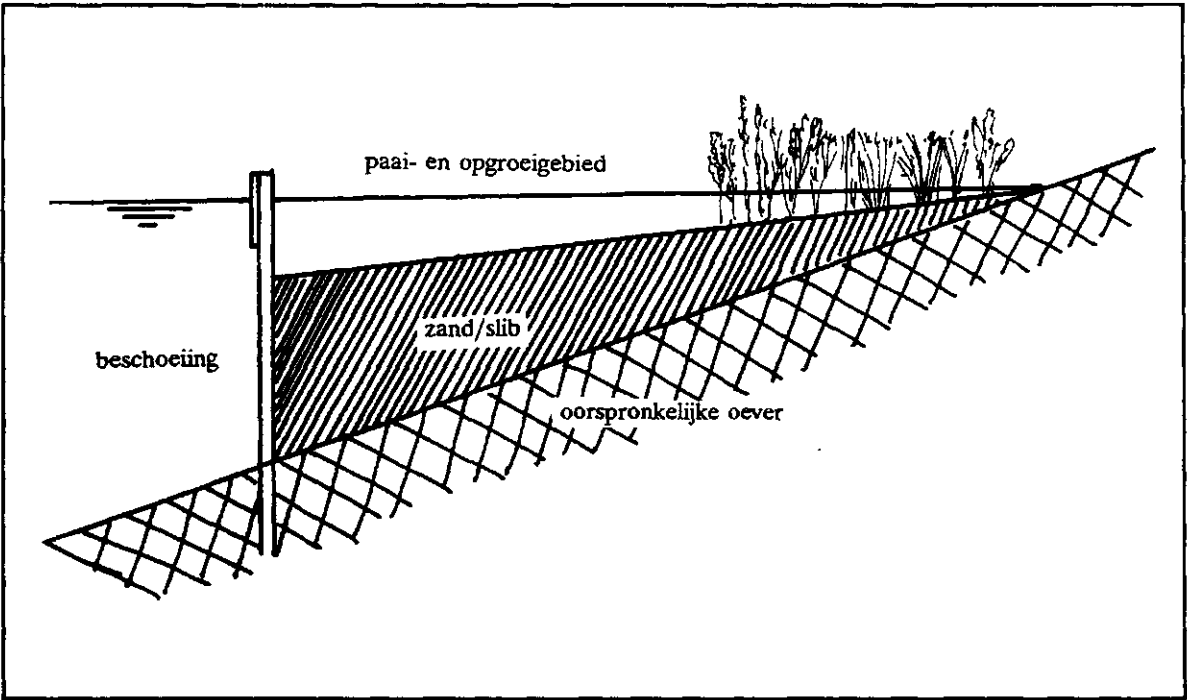


Figuur 16. Zijaanzicht paai- en opgroeigebied type 1 (schaal 1:200)

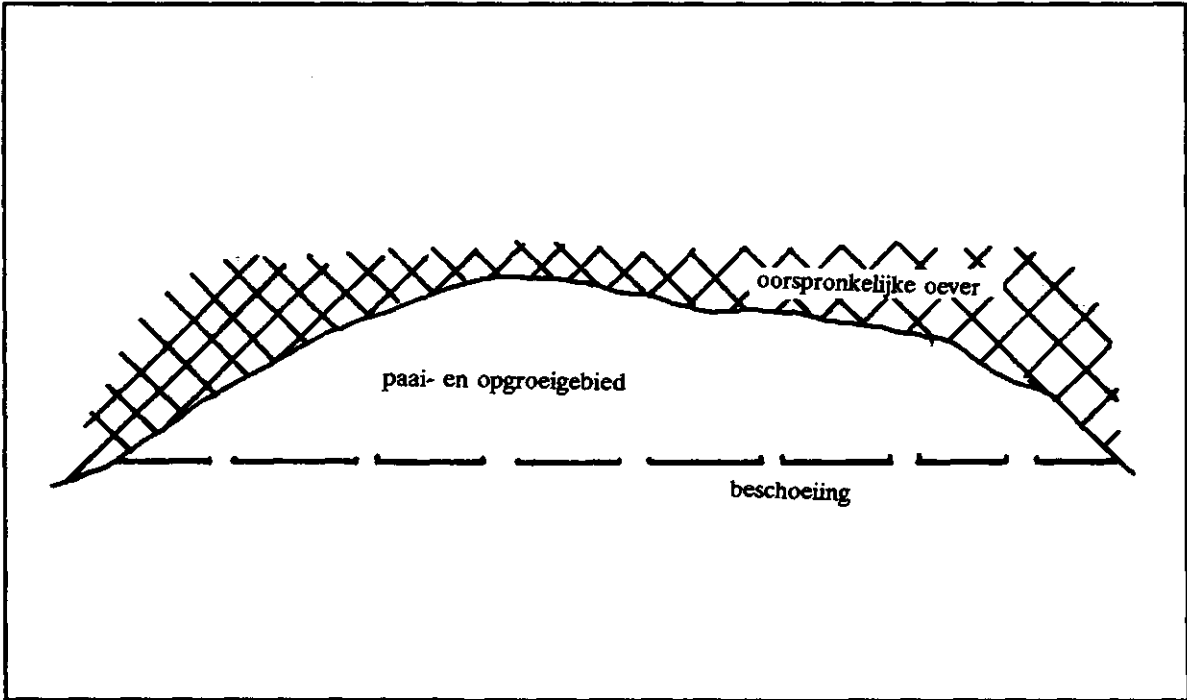


Figuur 17. Bovenanzicht paai- en opgroeigebied type 1

Type 2: locaties in de nevenwateren

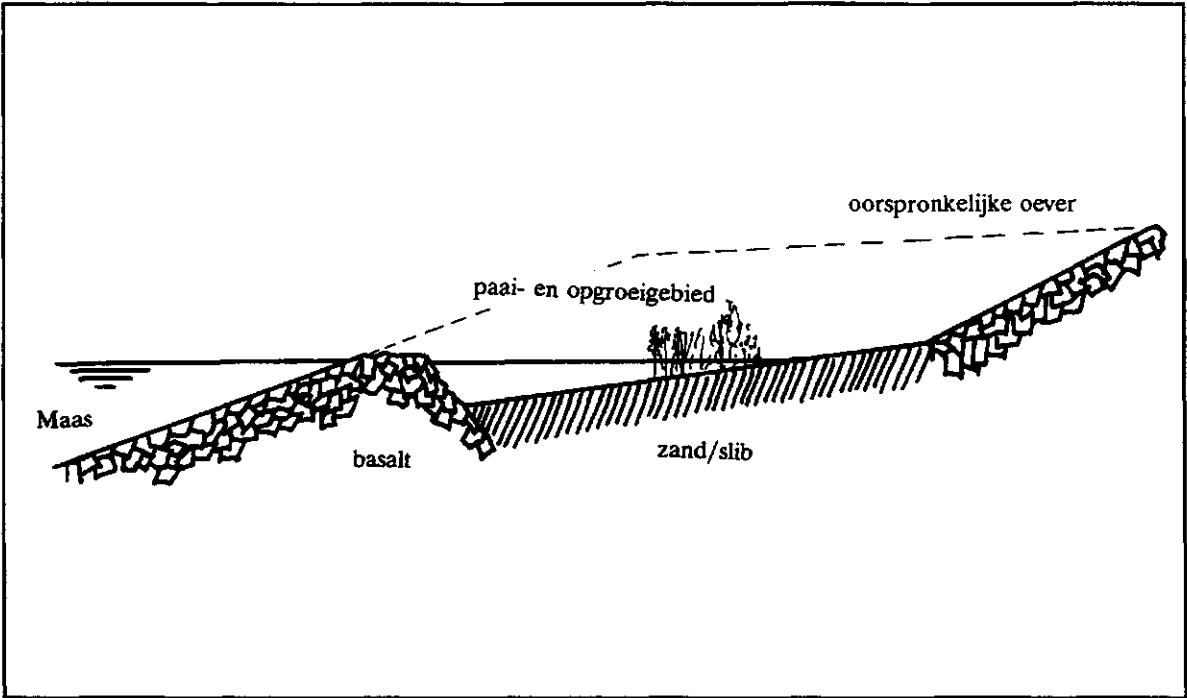


Figuur 18. Zijaanzicht paai- en opgroeigebied type 2 (schaal 1:100)

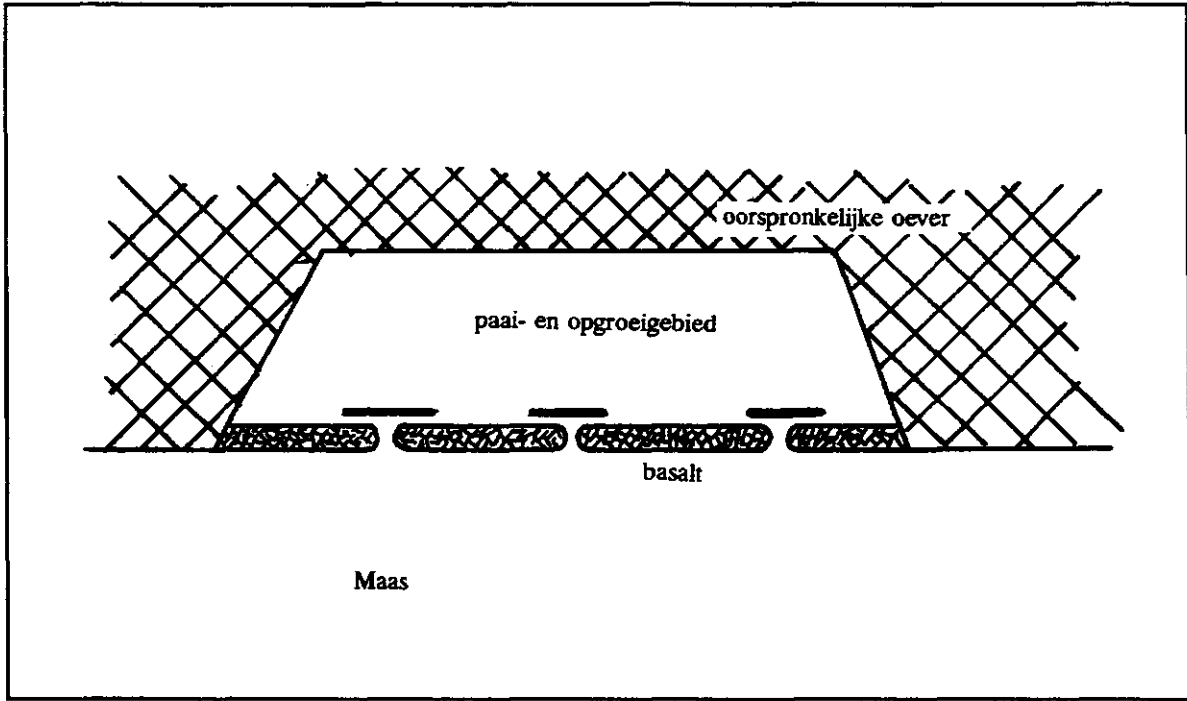


Figuur 19. Bovenaanzicht paai- en opgroeigebied type 2

Type 3: willekeurige locaties onafhankelijk van omstandigheden in de hoofdstroom.



Figuur 20. Zij aanzicht paai- en opgroeigebied type 3 (schaal 1:100)



Figuur 21. Bovenaanzicht paai- en opgroeigebied type 3

10. Discussie

Een deel van de in hoofdstuk 4 geformuleerde habitateisen van een aantal vissoorten is niet gebaseerd op literatuurgegevens maar op vergelijkingen met de habitateisen van verwante vissoorten in soortgelijke situaties en op ervaringen van deskundigen. Deze aldus tot stand gekomen habitateisen komen waarschijnlijk overeen met de werkelijke habitateisen, maar kunnen enigszins hiervan afwijken. Een ander belangrijk punt is dat ook de op basis van literatuurgegevens verzamelde habitateisen soms niet overeen komen met de eisen die vissoorten in de praktijk stellen. De habitateisen zoals die in de literatuur zijn omschreven zijn meestal tot stand gekomen aan de hand van onderzoek in een 'natuurlijke' situatie, waarbij vissoorten paaien onder "normale" omstandigheden in paaigebieden die voldoen aan de eisen zoals die gesteld worden. Onder gewijzigde of extreme omstandigheden kunnen vissoorten een afwijkend gedrag vertonen, waardoor paai en opgroei onder minder gunstige omstandigheden kan plaatsvinden. Ook de vissoorten in een monotoon ecosysteem als de Maas kunnen zich in meerdere of mindere mate aanpassen aan de heersende omstandigheden.

De macro-analyse is gebaseerd op drie belangrijke fysische habitatvariabelen (stroomsnelheid, diepte en paaisubstraat). Er zijn echter veel meer factoren die belangrijk zijn voor de paai en het opgroeien van vissen, die niet zijn meegewogen in de macro-analyse, waaronder:

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. beschutting | 4. predator-prooi relaties |
| 2. variatie in diepte | 5. aanwezigheid van refugia bij hoog of laag water |
| 3. voedselaanbod | 6. fluctuaties in de waterstand |

Aangenomen is dat de huidige waterkwaliteit niet belemmerend is voor paai en opgroei. In hoeverre dit ook werkelijk geldt voor gevoelige soorten in de Maas is niet duidelijk.

De locaties die in de macro-analyse als paai- en opgroeigebied worden aangemerkt zijn beoordeeld op de genoemde drie belangrijkste habitatvariabelen. Dit houdt in dat deze locaties *in potentie geschikt zijn* voor paai en opgroei. De werkelijke geschiktheid is mede afhankelijk van de hierboven genoemde factoren.

De macro-analyse is uitgevoerd op basis van kaarten en databestanden omtrent de morfologie en de hydrologie van de Maas, beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat Directie Limburg. Deze gegevens zijn momentopnamen, waardoor het mogelijk is dat de actuele situatie afwijkt van de situatie op de kaarten of in de databestanden. Mogelijk zijn dus ook meer of minder locaties van de 7 stuwvakken van de Maas geschikt als paai- en opgroeigebied voor de onderzochte soortenassociaties. Erg waarschijnlijk is dit echter niet. De geschiktheid van de paai en opgroeigebieden wordt voor een groot deel bepaald door factoren die samenhangen met de morfologie (substraat en diepte van de oeverzone, enz). Deze morfologie is voor een groot deel door de mens bepaald, met het oog op de continuïteit in bepaalde functies van de Maas (scheepvaart en waterafvoer). De gecreëerde omstandigheden mogen voor een groot deel onveranderlijk worden geacht, zonder hernieuwde menselijke ingrepen.

Met betrekking tot de situatie in stuwvak 1 dient nog een kanttekening geplaatst te worden. Op basis van de macro-analyse worden in dit stuwvak potentiële paai- en opgroeigebieden gevonden voor winde, riviergrondel, alver, baars, snoekbaars en pos. Er is geen rekening gehouden met de enorme fluctuaties in de waterstand van dit stuwvak, tengevolge van het wel of niet in werking zijn van de waterkrachtcentrale te Lixhe in België. Door de snelle

wisseling in de waterstand kunnen potentiële paaigebieden binnen een tijdsbestek van enkele uren droogvallen. Het werkelijk aanwezige paai- en opgroeiareaal is waarschijnlijk aanzienlijk kleiner dan op basis van de uitgevoerde analyse aangenomen mag worden.

In de macro-analyse is niet meegewogen dat sommige soorten (binnen soortenassociaties) in meer of mindere mate afhankelijk zijn van bepaalde habitatvariabelen dan andere soorten. Voor bittervoorn geldt dat deze zijn eieren afzet in grote zoetwatermossels. Na het uitkomen van de eieren verblijven de larven nog meerdere weken in de mossels. Omdat over de verspreiding van de mossels in de Maas niet veel bekend is kan over de actuele mogelijkheden voor paai en opgroei van deze soort niet veel gezegd worden. Nadat de larven de mossels verlaten, hebben zij beschutting nodig van vegetatie. De bittervoorn is dus in een later stadium en mogelijk minder afhankelijk van vegetatie dan andere phytofiele soorten.

Hoewel kolblei in principe een phytofiele soort is, is deze soort waarschijnlijk minder afhankelijk van vegetatie dan bijvoorbeeld zeelt. Paaiende kolblei wordt vaak aangetroffen tussen paaiende scholen brasem. Kolblei kan waarschijnlijk net als brasem en blankvoorn gebruik maken van alternatieve structuren om eieren op af te zetten. Dit kan leiden tot een onderschatting van de paai- en opgroeimogelijkheden van kolblei.

De baars wordt in de macro-analyse ingedeeld bij de vissoortenassociatie met pos en snoekbaars. In tegenstelling tot pos en snoekbaars hebben juveniele baarzen echter een voorkeur voor waterplanten en heeft het aanleggen van vegetatierijke oeverzones een positief effect op het opgroeihabitat (en mogelijk ook de aantalssterkte) van baars (Kraal, 1991). Door de paai- en opgroeieisen gelijk te stellen met die van snoekbaars en pos (die deze relatie met vegetatie niet hebben) kan een overschatting optreden van de mogelijkheden voor baars.

De habitateisen van winde, met betrekking tot stroomsnelheid, zijn tot stand gekomen op basis van analogieredeneringen. Uit de macro-analyse komt naar voren dat een zeer groot deel van de Maas geschikt is voor paai en opgroei van deze soort. De bestaande gegevens over winde in de stuwvakken van de Maas duiden echter op een geringere aantalssterkte als verwacht mag worden op basis van het areaal aan potentieel geschikt paai- en opgroeigebied. Mogelijk is de inschatting aangaande de benodigde stroomsnelheid voor paai en opgroei te ruim geweest. Daarnaast geven sommige auteurs aan dat de voorkeur van winde uit gaat naar paaigebieden met submerse, emerse of ondergelopen vegetatie. Hiermee is in de macro-analyse geen rekening gehouden.

Bij vergelijking van de resultaten van de macro-analyse met de vangstgegevens zoals die worden vermeld in hoofdstuk 3, valt op dat in de stuwvakken 1 en 2 relatief veel rheofiele en phytofiele soorten gevangen zijn, terwijl de macro-analyse aangeeft dat de paai- en opgroeimogelijkheden voor deze soorten in beide stuwvakken afwezig zijn.

Het relatief grote aandeel phytofiele vissoorten in stuwvak 1 en 2 kan worden verklaard door de invloed van de Maasplassen in deze stuwvakken. Tabel 13 in hoofdstuk 7 geeft aan dat met betrekking tot de oeverlengte maar liefst 38% voor stuwvak 1 en 67 % voor stuwvak 2 in de nevenwateren wordt gevonden. Het potentieel geschikte habitat voor de phytofiele soorten is dus waarschijnlijk veel groter als op grond van de macro-analyse wordt aangenomen.

Het relatief grote aandeel rheofiele soorten in de stuwvakken 1 en 2 wordt waarschijnlijk veroorzaakt door uitspoeling en/of stroomopwaartse en stroomafwaartse migratie vanuit de

Grensmaas. Daarnaast speelt mee dat een deel van stuwvak 1 niet is meegenomen in de macro-analyse. Mogelijk zijn in dat deel paaiplaatsen voor rheofiele soorten aanwezig. Voor de hand ligt dat, indien dit het geval is, hierdoor de visstand in het geïnventariseerde deel wordt beïnvloed. De visstand in stuwvak 2 wordt op dezelfde wijze beïnvloedt door de bovenstrooms liggende Grensmaas.

Verder kunnen verschillen tussen de resultaten van de macro-analyse en de vangstgegevens worden verklaard door het kleine aantal habitatvariabelen dat is onderzocht. De invloed van de andere hierboven genoemde factoren kan de oorzaak zijn van een discrepantie tussen potentiële en werkelijke paaiplaatsen, met voor de hand liggende gevolgen voor de aantalssterkte van de verschillende soorten. Daarnaast zijn vangstgegevens door hun aard al selectief, tengevolge waarvan niet altijd een correct beeld van de werkelijke situatie ontstaat.

Het onderzoek naar de potentiële paai- en opgroeigebieden in de Maas kent als beperking dat de macro-analyse alleen is uitgevoerd voor de hoofdstroom van de Maas. De benodigde gegevens voor een macro-analyse van de nevenwateren ontbraken. Het geconstateerde tekort aan paai- en opgroeigebied voor phytofiele vissoorten in de hoofdstroom kan gedeeltelijk worden opgevangen door de dode zijarmen en de Maasplassen. In welke mate dit een rol speelt is momenteel niet duidelijk.

Bij de inventarisatie van het macro-habitat van de Maas bleek dat bij de twee gekozen debieten ($275 \text{ m}^3/\text{sec}$ en $100 \text{ m}^3/\text{sec}$) het verschil in waterstand in de stuwvakken relatief gering is en dat de waterstand niet veel afwijkt van het normale stuwpeil (par. 5.3). Mede omdat het merendeel van de oevers van de Maas tamelijk steil is, is de omvang van de inundatiegebieden in de paaitijd nagenoeg nihil. Daarnaast is de periode dat overdelen onder water staan erg kort. Inundatiegebieden kunnen alleen een belangrijke functie met betrekking tot paai en opgroei voor stagnofiele en ubiquistische soorten vervullen wanneer zij tenminste gedurende het gehele voorjaar en tijdens de eerste zomermaanden onderwater staan.

De paai- en opgroeigebieden in de Maas worden hoofdzakelijk beperkt door de gevolgen van de normalisatie en de kanalisatie. De Maas is genormaliseerd en gekanaliseerd om twee belangrijke functies te vervullen, die van vaarweg en waterafvoer. Zolang scheepvaart en waterafvoer belangrijke functies van de Maas blijven is de aanleg van potentiële paai- en opgroeigebieden voor rheofiele vissoorten binnen het onderzoeksgebied praktisch onmogelijk.

Het structureel verbeteren van de mogelijkheden voor de visfauna in de Maas moet daarom samengaan met het op concrete wijze toevoegen van de functie "natuur" aan de twee hoofdfuncties van de Maas, met een hieraan gekoppeld ecologisch herstelprogramma voor het Maasdal. Binnen dit kader kan het verbeteren van de mogelijkheden voor de visfauna in de Maas plaatsvinden door middel van een grootschalig ecologisch herstel van dode zijarmen, nevengeulen en inundatiegebieden. De plannen voor het aanleggen van paai- en opgroeigebieden voor phytofiele vissoorten blijven vooralsnog beperkt tot een aantal maatregelen die niet een algemeen ecologisch herstel bewerkstelligen maar alleen de paai- en opgroeimogelijkheden van de phytofiele vissoorten verruimen.

11. Conclusies

- * Bijna alle oorspronkelijk anadrome, katadrome, rheofiele en stagnofiele vissoorten in de Maas zijn verdwenen of tot kleine aantallen gedecimeerd. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan de menselijke ingrepen in het riviersysteem (bescherming tegen overstromingen, regulering van de afvoer en het bevaarbaar maken van de rivier) en aan menselijke invloeden op de waterkwaliteit van de rivier.
- * Op basis van literatuurgegevens lijkt het waarschijnlijk dat de belangrijkste paaigebieden van elft stroomopwaarts en de belangrijkste paaigebieden van fint stroomafwaarts van het onderzoeksgebied hebben gelegen. Voor opgroei zijn beide soorten afhankelijk van een ecologisch goed functionerend estuarium.
- * De visfauna in de Maas bestaat nu vooral uit een aantal ubiquistische soorten. Getalsmatig zijn brasem en blankvoorn waarschijnlijk het sterkst vertegenwoordigd.
- * Een groot aantal waterkwaliteitsparameters van de Maas is de laatste jaren verbeterd waardoor het ecologisch herstel van een groot aantal vissoorten in steeds mindere mate wordt beperkt door de waterkwaliteit.
- * De ammocoetes (larven) van de zeeprik en de rivierprik komen niet of nauwelijks voor bij een temperatuur boven de 20 °C. De gemiddelde zomertemperatuur van de Maas is hoger dan 20 °C en het jaarlijks maximum ligt hier nog enkele graden boven. Op grond hiervan zijn de opgroeimogelijkheden voor de larven van beide soorten in de hoofdstroom marginaal.
- * Spiering en kwabaal zijn afhankelijk van relatief lage watertemperaturen in de zomermaanden (respectievelijk < 20 °C en < 15 °C). In de hoofdstroom van de Maas kunnen beide soorten zich dan ook waarschijnlijk niet handhaven. Mogelijk kunnen diepe Maasplassen fungeren als refugium.
- * De herintroductie en het ecologisch herstel van anadrome en katadrome vissoorten wordt vooral verhinderd door de vismigratieobstructies en het gebrek aan paai- en opgroeigebieden in de bovenloop en zijbeken van de Maas.
- * Het ecologisch herstel van rheofiele en stagnofiele vissoorten wordt belemmerd door de monotone morfologie van de Maas. Er is een gebrek aan variatie in substraat, stroomsnelheid, diepte en breedte. Aquatische vegetatie ontbreekt vrijwel volledig. Dit heeft als gevolg dat er een tekort is aan paai- en opgroei-habitat voor genoemde vissoorten.
- * De afwezigheid van vegetatie is waarschijnlijk te wijten aan de oeverstructuur van de Maas. Het ontbreekt aan geschikt substraat en stroming en golfslag hebben vrij spel waardoor vestiging van vegetatie onmogelijk is.
- * Voor de rheofiele vissoorten barbeel, kopvoorn, sneep en serpeling zijn er in het onderzoeksgebied geen paai- en opgroeimogelijkheden.

- * Voor de phytofiele vissoorten snoek, zeelt, kroeskarper, karper, bittervoorn, kolblei en ruisvoorn zijn er zeer weinig paai- en opgroeimogelijkheden in de hoofdstroom van het onderzoeksgebied. In de dode zijarmen en Maasplassen zijn er voor deze soorten waarschijnlijk meer paai- en opgroeimogelijkheden. De invloed van paai- en opgroeigebieden in deze nevenwateren op de hoofdstroom kan moeilijk worden ingeschat, maar wordt verondersteld beperkt te zijn. Waarschijnlijk is er slechts sprake van een lokaal effect, gezien de geringe migratiecapaciteiten van de genoemde soorten.
- * Voor de vissoorten riviergrondel, alver, winde, baars, pos en snoekbaars zijn de paai- en opgroeimogelijkheden in de hoofdstroom niet de beperkende factor.
- * In dit onderzoek was het niet mogelijk plannen te ontwikkelen die het algemeen ecologisch herstel bewerkstelligen van alle vissoorten, maar zijn alleen plannen ontwikkeld die de paai- en opgroeimogelijkheden van de phytofiele vissoorten verbeteren. De paai- en opgroeimogelijkheden voor phytofiele vissoorten kunnen waarschijnlijk aanzienlijk worden verbeterd door de voorgestelde ingrepen.
- * Een structureel herstel van de visfauna in de Maas, waarbij alle vissoorten betrokken zijn, is alleen mogelijk door het uitvoeren van een ecologisch herstelprogramma voor het Maasdal. In dit programma zouden grootschalige natuurontwikkelingsprojecten moeten worden opgenomen die het herstel van nevengeulen, dode zijarmen en inundatiegebieden mogelijk maken.

12. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Het onderzoek naar potentiële paai- en opgroeigebieden heeft, door het gebrek aan gegevens, geen gedetailleerde conclusies opgeleverd over de dode zijarmen en de Maasplassen. Het lijkt echter zinvol om voorafgaand aan eventuele inrichtingsmaatregelen een macro-analyse uit te voeren naar de aanwezigheid van potentiële paai- en opgroeigebieden voor ubiquistische en phytofiële vissoorten in de dode zijarmen en de Maasplassen. Hiervoor dienen dan wel de noodzakelijke gegevens omtrent oeverstructuur, diepte en aanwezigheid van paaisubstraat te worden verzameld, op een zodanige wijze dat het mogelijk is de aanwezigheid van paai- en opgroeigebieden te kwantificeren.

In het kader van het ecologisch herstel van de Maas zullen in de toekomst natuurontwikkelingsplannen worden ontworpen. Deze plannen zullen waarschijnlijk een effect hebben op het habitat van de vissen in de Maas. Met de in dit rapport ontwikkelde methode en met behulp van Habitat Geschiktheids Index modellen (HGI) kan voor toekomstige natuurontwikkelingsplannen een Habitat Evaluatie Procedure (HEP) (Quak, 1992) worden uitgevoerd. In deze HEP kunnen de effecten van de natuurontwikkelingsplannen op de kwantiteit en kwaliteit van het habitat van de vissoortenassociaties worden berekend. Op basis van de voorspelde effecten van de natuurontwikkelingsplannen kunnen eventueel inrichtingsalternatieven worden aangedragen ter verbetering van het habitat, teneinde het grootst mogelijke ecologische rendement te bereiken.

Op basis van de uitgevoerde macro-analyse is geconcludeerd dat in het onderzoeksgebied geen potentiële paai- en opgroeigebieden voor rheofiele soorten aanwezig zijn. De aanwezigheid van rheofiele soorten in de stuwvakken 1 en 2 kan worden verklaard door uitspoeling en migratie van deze soorten vanuit de Grensmaas. Hiermee wordt het enorme belang van de Grensmaas voor de visfauna in de Maasvallei duidelijk. Een verkeerde aanpak van de natuurontwikkeling in het Grensmaasgebied zou kunnen leiden tot het einde van populaties rheofiele vissoorten in dit gebied. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk dat de locaties en de omvang van de paai- en opgroeigebieden voor rheofiele vissoorten in de Grensmaas worden vastgesteld. Een macro-analyse zoals gedaan voor de hoofdstroom van de Maas kan hierin duidelijkheid verschaffen. Ingrepen in het kader van de natuurontwikkeling kunnen dan op verantwoorde wijze worden uitgevoerd.

13. Literatuur

- Anwand, K. (1965). Die Schleie (*Tinca tinca*). Ziemens verlag, Lutherstadt. 88 pp.
- Balon, E.K. (1974). Domestication of the Carp *Cyprinus carpio* L. Roy. Ont. Mus. Life Misc. Pub. 37 pp.
- Balon, E.K. (1975). Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. J. Fish. Res. Board Can., Vol. 32(6), 1975. p 822-861.
- Bergers, P.J.M. (1991). Ontwikkelingsmogelijkheden voor vispopulaties in De Gelderse Poort. Katholieke Universiteit Nijmegen, 58 pp.
- Bijlsma, F. & H. Verhagen. (1992). Literatuuronderzoek naar habitateisen van 11 rheofiele vissoorten. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein (studentenrapport). 23 pp.
- Boer, M. de. & A.F. te Brinke (1984). Enkele aspecten van de visstand in de Maas en de Waal. RIVO rapport ZS 84-01, IJmuiden, 21 pp.
- Botterweg, J. en W. Silva (1992). Projekt Ecologisch Herstel Maas. EHM-nr. 1-1992, RIZA werkdokument nr. 92-043X.
- Breukel, R.M.A., W. Silva, W.E. van Vuuren, J. Botterweg & R. Venema (1991). De Maas. Verleden, heden en toekomst. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Hoofdafdeling Watersystemen, afdeling Rivieren, nota nr. 91.052, aangepaste herdruk, mei 1992, Lelystad, 109 pp.
- Cazemier, W.G. (1990). De vismigratie via de bekken-vistrap bij de Maasstuw te Linne. RIVO rapport BINVIS 90-501, IJmuiden, 20 pp.
- Clady, M.D. (1976). Distribution and abundance of larval ciscoes (*Coregonus artedii*) and burbot (*Lota lota*) in Oneida lake. Internat. Assoc. Great Lakes res., 2(2): p 234-247.
- Clercq-Versele H. de & R. Kirchmann (1982). L'impact des rejets de la centrale nucléaire de Tihange (Belgique) sur l'écosystème Meuse: cinq années d'études in situ et d'approche expérimentale (1976-1980). BLG 555 (Mol), 54 pp.
- Copp, G.H. (1989). The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. Environmental Biology of Fishes 26: p 1-27.
- Copp, G.H. (1992). Comparative microhabitat use of cyprinids larvae and juveniles in a lotic floodplain channel. Environmental Biology of Fishes 33: p 181-193.
- Demoll, R. (1962). Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, deel 3a. 551 pp.
- Dijkzeul, A. (1981). De waterkwaliteit van de Maas in Nederland in de periode 1953-1980. Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, nota nr. 81-048, Lelystad, 97 pp.
- Duyvene de Wit, J.J. (1963). Commensalism between bitterling and mussel. Spectrum, november 1963: p 43-48.

- Edwards, E.A. (1982). Habitat suitability index models: common carp (*Cyprinus carpio*). U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.12. 28 pp.
- Esch, A. van. (1981). Onderzoek naar de visstand in de Maas. RIVO rapport, ZS 81-05. 47 pp.
- Fetter, S. (1986). Le Barbeau; son passé, son présent, son avenir. Environment, (5), 1986. 12 pp.
- Fittkau, E.J. & F. Reiss (1983). Versuch einer Rekonstruktion der Fauna europäischer Ströme und ihrer Auen. Arch. Hydrobiol. 97, 1. p 1-6.
- Frantzen, N. (1991). De kwaliteit van Maas- en Rijnwater in de periode 1983-1989. Beoordeling met behulp van macro-evertebraten. RIWA rapport, Amsterdam, 105 pp.
- Gebler, R.-J. (1991). Naturgemäße Bauweisen von Sohlenbauwerken und Fischaufstiegen zur Vernetzung der Fließgewässer. 145 pp.
- Graig, J.F. (1987). The biology of perch and related fish. Timber Press, Wilshire, USA. 333 pp.
- Groot, A.T. de, en W.J.M. Muyres (1980). Visserijkundige waarnemingen vispassages 1975 tot en met 1979. Visserij 33 (7/8): p. 446-461.
- Groot, S.J. de (1988). Literatuurstudie naar rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn door riviertrekvisen en echte riviervissen; deelrapport - Houtingachtigen. RIVO rapport MO 88-208, IJmuiden, 13 pp.
- Groot, S.J. de (1989a). Literatuurstudie naar rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn door riviertrekvisen en echte riviervissen; deelrapport - Elft. RIVO rapport MO 89-203, IJmuiden, 12 pp.
- Groot, S.J. de (1989b). Literatuurstudie naar rekolonisatiemogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn door riviertrekvisen en echte riviervissen; deelrapport - Fint. RIVO rapport MO 89-204, IJmuiden, 10 pp.
- Hagelin, L.-O. & N. Steffner (1958). Notes on the spawning habits of the river lamprey (*Petromyzon fluviatilis*). Oikos 9:II 1958. p 221-238.
- Hardisty, M.W. & I.C. Potter (1971). The biology of lampreys, vol 1. Academic press, London, p. 85-125.
- Heermans, W. (1988). Overzicht van een aantal barrières en vispassages voor migrerende vis in Nederland, naar de toestand van 1988. RIVO rapport BV 88-03, IJmuiden, 12 pp.
- Heesen, M. (1989). Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1988. RIVO rapport BINVIS 89-01, IJmuiden, 8 pp.
- Heesen, M. (1990). Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1989. RIVO rapport BINVIS 90-03, IJmuiden, 19 pp.

- Heesen, M. (1991). Monitoring van de visstand in het Nederlandse deel van de stroomgebieden van Rijn en Maas in 1990. RIVO rapport BINVIS 91-05, IJmuiden, 22 pp.
- Heuschmann, O. (1962). Die Weiszfische. In: Demoll R. en H.N. Maier [ed.], Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas B IIIb, Stuttgart, p. 23-199.
- Holcík, J. (1986). The freshwater fishes of Europe; vol. 1, part 1: Petromyzontiformes. Aula verlag, Wiesbaden, 315 pp.
- Hoof, F. van, W. van Craenenbroeck, D. Marivoet (1984). Investigations into the causes of fish kills occurring in the River Meuse (1972-1983), p. 53-63. In: Pascoe, D. and R.W. Edwards [eds.]. Freshwater Biological Monitoring. Pergamon Press.
- Horoszewicz, L. (1981). Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench (*Tinca tinca*). Part IV and VIII. Pol. Arch. Hydrobiol. 28/2: p 207-216 and 257-262.
- Hudd, R., L. Urho & M. Hilden (1983). Occurrence of burbot (*Lota lota*) larvae at the mouth of the Kyrönjoki in Quarken, Gulf of Bothnia. Aquilo. Ser. Zool. 22: p 127-130.
- 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.
- Hynes, H.B.N. (1970). The ecology of running waters. University Press, Liverpool, 555 pp.
- Inskipp, P.D. (1982). Habitat suitability index models: northern pike (*Esox lucius*). U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.17. 40 pp.
- Janssen, B.C.E. (1965). Ontgrindingen en ontzandingen in de provincie Limburg. De Ingenieur (49, 51, 53), Bouw- en Waterbouwkunde (20, 21, 22).
- Janssen, S. (1992). Offerteaanvraag voor de inventarisatie van mogelijke paaipplaatsen in de Maas. RWS directie Limburg afdeling ANW. ANWV 92-14.
- Kennedy, M. (1969). Spawning and early development of the dace (*Leuciscus leuciscus*). J. Fish Biol. (1969), 1, p 249-259.
- Kennedy, M. & P. Fitzmaurice (1972). Some aspects of the biology of the gudgeon (*Gobio gobio* (L.)) in Irish waters. J. Fish Biol. vol. 4
- Kennedy, M. & P. Fitzmaurice (1974). Biology of the rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) in Irish waters. Proc. of the Royal Irish Academy. Vol. 74, sec. B, number 18. p 245-283.
- Kieckhäfer, H. (1972). Die biologie der Bodenseetrübschen (*Lota lota*). Zool. Anz., Leipzig 189. (1972) 5/6: p 298-325.
- Klink, A. (1985). Hydrobiologie van de Grensmaas. Huidig functioneren, potenties en bedreigingen. Hydrobiologisch Adviesbureau Klink bv., Rapporten en Mededelingen nr. 15, Wageningen.
- Kovalev, P.M. (1973). Natural reproductive conditions of the pike-perch, perch and ruff of lake Ilmen. Journ. of Icht. Vol 13-6: p 943-949.

- Kraal, M. (1991). De invloed van macrofyten op de visstand in de Nederlandse binnenwateren. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein (stud. rapport). 30 pp.
- Kuznetsov, V.A. (1975). The reproduction, distribution and growth of juvenile fish of some uncommon species from Sviyaga bay. Journ. of Ichth. Vol 15-6: p 950-962.
- Laak, G.A.J de & A.J.P Raat (1990). Broedbemonsteringen Overijsselse Vecht, zomer 1990. OVB-Onderzoeksrapport 1990-12. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, 23 pp.
- Laurila, S., J. Piironen & J. Holopainen (1987). Notes on egg development and larval and juvenile growth of crucian carp (*Carassius carassius*). Ann. Zool. Fennici 24: p 315-321.
- Lelek, A. (1987). The freshwaterfishes of Europe. Vol. 9: Threatened fishes of Europe: p. 223-225.
- Lelek, A. (1989). The Rhine River and some of its tributaries under human impact in the last two centuries. In: D.P. Dodge [ed.] Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106, p. 469-487.
- Libosvsky, J. & V. Barus (1978). Computed growth and survival of chub (*Leuciscus cephalus*) from the Rokytka stream. Acta Sc. Nat. Brno, 12(7): p 1-45.
- Malmqvist, B. (1980). Habitat selection of larval brook lampreys (*Lampetra planeri*, Bloch) in a south Swedish stream. Oecologia (Berl.) 45, p. 35-38.
- Mann, R.H.K. (1980). Aspects of the biology of coarse fish in the Dorset stour. Freshw. Biol. Ass. 1980: p 51-59.
- Mann, R.H.K. (1986). Biological and climatic influences on the dace (*Leuciscus leusiscus*) in a southern chalk-stream. Annu. Rep. Freshwat. Biol. Assoc. Ambleside, no 54, 1986. p 83-96.
- Marquet, P.L. (1959). Vissen van Zuid-Limburg 2; de Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) negenuiger-negenoog. Natuurhist. Maandbl., vol. 49 (1-2): p. 10-12.
- Mills, C.A. (1980). The attachment of dace (*Leuciscus leusiscus*) eggs to the spawning substratum and the influence of changes in water current on their survival. J. Fish Biol. (1981) 19, p. 129-134.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij directie Openluchtrecreatie. (1990). Vormgeving en inrichting viswater. s'Gravenhage, 185 pp.
- Müller, K. & L. Österdahl (1970). Beobachtungen über das Laichen der Quappe (*Lota lota*). OIKOS supplementum 13: p 130-133.
- Muncy, R.J. (1962). Life history of the yellow perch *Perca flavescens* in estuarine waters of Severn River, a tributary of Chesapeake Bay, Maryland. Chesapeake Sci. 3, p. 143-159.
- Nellbring, S. (1989). The ecology of Smelts (Genus *Osmerus*); A literature review. Nordic. J. Freshw. Res. (1989) 65: p 116-145.

- Nijssen, H. & S.J. de Groot (1987). De vissen van Nederland. Natuurhistorische Bibliotheek van de KNNV, nr. 43, Utrecht, 224 pp.
- Nortier, I.W. (1961). Toegepaste vloeistofmechanica. Educaboek, Culemborg. 479 pp.
- NVVS. (1992). Sportvisserij Ontwikkelingsplan Maas. Nederlandse Vereniging van Sportvis-sersfederaties, Amersfoort. 112 pp.
- Otis, K.J. & J.J. Weber (1982). Movement of carp in the lake Winnebago system determined by radio telemetry. Techn. Bull. no. 134, Department of natural resources. 16 pp.
- OVB. (1985). Cursus Vissoorten, deel 1 en 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvis-serij, Nieuwegein, 869 pp.
- Overmars, W., B.G.P. Paffen, P.H. van Avezaath & P.J.M. Verbeek (1992). Inventarisatie water en oeverplanten Maas 1990-1991. Maas in Midden- en Zuid-Limburg. Buro Stroming, Laag Keppel.
- Pannekoek, A.J. & L.M.J.U. van Straaten et.al (1984). Algemene geologie. Wolters-Noord-hoff, Groningen. 599 p.
- Penczak, T., M. Zalewski & M. Molinski (1976). Production of pike, roach and chub in a selected fragment of Pilica river (Barbel region). Pol. Arch. Hydrobiol. 23:1; p 139-153.
- Pelz, G. (1985). Fischbewegungen uber verschiedenartigen Fischpasse am Beispiel de Mosel, Courier Forschungsinstitut, Frankfurt am Main.
- Philippart, J.C., A. Gillet en J.C. Micha (1988). Fish and their environment in large european river ecosystems: The river meuse. Sciences de l'Eau, vol. 7 (1): p. 115-154.
- Poncin, P. (1986). Induction of repeated spawnings in female barbel (*Barbus barbus*). Abstr. 7th Conf. (fish. cult). 3 pp.
- Prokes, M. & M. Penaz (1978). The course of spawning, early development and longitudinal growth of the nase carp (*Chondrostoma nasus*) in the Rokytna and Jihlava rivers. Polia zoologica 27/3: p 269-278.
- Quak, J. (1991). De habitat evaluatie procedure; een nieuw instrument voor het visstand-, water- en natuurbeheer. OVB-Bericht 14: p 99-113.
- Rang, M.C. en C.J. Schouten (1987). Bodemverontreiniging in het Maasdal: geen oorzaak van vandaag of gisteren. Natuurhist. Maandbl., vol. 76 (4): p 70-77.
- Redeke, H.C. (1941). Pisces (CYCLOSTOMI-EUICHTYES) (TI-TII). In: Fauna van Nederland, Sijthof, Leiden, vol. 10: 331 pp.
- Redeke, H.C. (1948). Hydrobiologie van Nederland. C. de Boer jr., Amsterdam, 580 pp.
- Reekens, F.J.M.A., A.A. Nengerman en H.F. Nierstrasz (1916). Verslag van de Staatscom-missie voor het zalmvraagstuk; dl.1, Algemeene Landsdrukkerij, s'Gravenhage, 91 pp.

- Riemersma, P. en J. Quak (1991). Vismigratie en de aanleg van visoptrek-voorzieningen. Deelrapport 2 van de literatuurstudie Vispassages. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport Sa/OVB 1991-1, mei 1991, 103 p.
- Ruremonde, R. van (1988). Veranderingen van de visfauna in het Nederlandse rivierengebied. Fac. der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen, 65 pp.
- Ruting, J. (1958). Welke vis is dat? Zoetwatervissen van Nederland. Thieme, Zutphen. 68 pp.
- Schiemer, F. (1985). Die Bedeutung von Ausgewässern als Schutzzonen für die Fischfauna. Österreichische Wasserwirtschaft 37 (9/10): p 239-245.
- Schiemer, F. (1988). Gefährdete Cypriniden - Indikatoren für die ökologische Intaktheit von Flußsystemen. Natur und Landschaft 63 (9): p 370-373.
- Schiemer, F. & T. Spindler. (1989). Endangered fish species of the Danube River in Austria. Regulated Rivers: Research and Management 4: p 397-407.
- Schiemer, F., T. Spindler, H. Wintersberger, A. Schneider & A. Chovanec. (1991). Fish fry associations: Important indicators for the ecological status of large rivers. Verh. Internst. Verein. Limnol. 24: p 2497-2500.
- Schlegel, H. (1870). De Visschen. In: Natuurlijke Historie van Nederland., G.L. Funke, Amsterdam, 211 pp.
- Schlosser, I.J. (1985). Flow regime, juvenile abundance, and essemblage structure of stream fishes. Ecology 66: p 1484-1490.
- Schouten, C.J. & M.A.N. Arts-Ummels (1981). De natuurlijke temperatuur van de Maas. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, nota nr. 82.8, Maastricht, 21 pp.
- Smits, R. & S. Janssen (1991). Basisdocument project Maasvis. RWS directie Limburg afdeling ANW, document ANWV 90-76.
- Sorokin, V.N. (1971). The spawning and spawning grounds of the burbot (*Lota lota*). Journ. of Ichth. 11-6: p 907-915.
- Steenvoorden, J.H.A.M. (1970). Onderzoek naar de achteruitgang van de visstand in de Zuid-Limburgse beken en de gestuwde Maas tengevolge van waterverontreiniging. Doctoraalscriptie. Landbouwniversiteit Wageningen, Wageningen, 46 pp.
- Sterba, G. (1962). Die Neunaugen (*Petromyzontidae*). In: Demoll, R. en H.N. Maier [ed.], Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas dl. IIIb, Stuttgart, p. 263-352.
- Stuart, T.A., (1953). Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.). Freshw. Salm. Fish. Res. 5.
- Svärdson, G. (1948). Note on the spawning habits of *Leuciscus erythrophthalmus*, *Abramis brama* and *Esox lucius*. Inst. of freshw. res. Drottningholm. Ann. report 29: 102-107.

- Terrell, J.W., T.E. McMahon, P.D. Inskipp, R.F. Raleigh and K.L. Williamson, (1982). Habitat suitability index models: Appendix A. Guidelines for riverine and lacustrine applications on fish HSI models with the Habitat Evaluation Procedures. U.S Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82 10A. 54 pp.
- Vaate, A. bij de. et.al. (1989). Rekolonisatie mogelijkheden van het stroomgebied van de Rijn voor riviertrekvisen en echte riviervissen; samenvatting van een literatuurstudie verricht door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek. Dienst Binnenwateren/RIZA, Lelystad, 17 pp en bijlagen.
- Vanhemelrijk, J.A.M & A.L.M Broekhoven (1990). Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren: Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland. Bijdrage ten behoeve van de derde Nota Waterhuishouding. RIZA, Lelystad, 120 pp.
- Ven, G.P van de (1986). Atlas van Nederland; deel 15 water. Staatsuitgeverij, s'Gravenhage, 23 pp.
- Vereerstraten J. (1970). Le bassin de la Meuse. Etude de géographie hydrologique. Soc. R. Belg. Géogr., 94e année, fasc. 1-3, 339 pp.
- Vriese, T. (1991). De visstand in de Grensmaas. OVB-Onderzoeksrapport 1992-21. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, 95 pp, EHM-nr. 6-1992.
- Wheeler, A. (1969). The fishes of the British Isles and North-West Europe. Macmillan, London. 613 pp.
- Woyanovich, E. (1959). Erbrütung von Fischeieren im Sprühraum. Arch. Fisch-Wiss. 13, p. 179-189.
- Zonneveld, J.I.S. (1985). Levend land; De geografie van het Nederlandse landschap. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 296 pp.
- Zulkov, A.I & Nikiforov, S.N. (1987). Some data on the morfology and biology of the bitterling (*Rhodeus sericeus* of the Tym river (Sakhalin). Journ. of Icht. Vol 27-6: p 120-124.
- Zhuravlev, V.B. & V.P. Solovov (1984). Biology and comercial significance of Ide (*Leuciscus idus*), in the upper reaches of the Ob. VOPR IKHTIOL. vol 24, no 2, 1984, p 232-237.
- Zweimüller, I. (1985). Distribution of the loach (*Noemacheilus barbatulus*) and the gudgeon (*Gobio gobio*) in a rivulet near Vienna. verh. Internat. Verein. Limnol. 22/4: p 2628.

Bijlage 1: Potentiële paaiplaatsen voor de verschillende vissoorten/vissoortassociaties.

r = rechterhelft van de Maas 0 = geen paaimogelijkheden
l = linkerhelft van de Maas 1 = wel paaimogelijkheden

(Al: alver; Sk: snoek; Se: serpeling; Sn: sneep; Wi: winde; Bb: barbeel; Kv: kopvoorn; Rg: riviergrondel; Ze: zeelt; Kk: kroeskarper; Ka: karper;
Bt: Bittervoorn; Kb: kolblei; Rv: ruisvoorn; Ba: baars; Sb: snoekbaars; Po: pos)

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			0	0			0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0			0	0			0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			0	0			0	0	0	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1

locatie		Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po		
		r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
68	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	1	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0			0	0			0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			0	0			0	0	1	0	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	1	1	

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	4	0	1	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	5	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	7	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
87	0	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
88	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	3	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
89	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
90	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
91	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	3	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	9	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
92	0	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	0	0	0	0	0		1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0	0		0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	7	0	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

locatie		Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
		r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
93	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	3	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	7	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0			0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
94	0	1	0	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	0	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	1	0	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	7	0	0	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
95	0	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
96	0	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	1	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	5	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
97	0	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	0	1	0	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	4	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
	7	0	1	0	0	0	0			0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
98	0	1	0	0	0	0	0			1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

[illegible]

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
105	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
106	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1												

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
111	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
112	0	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0												

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
116	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
117	0	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	9	1	1	0	0	0	0		0	0			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
118	0	1	1	0	0	0	0		0	0			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			1	1	0	0	0	0	0							

[illegible]

locatie	Al			Sk			Se			Sn			Wt			Bb/Kv			Rg			Ze			Kk			Ka			Bt			Kb/Rv			Ba/Sb/Po		
	r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l				
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	9	1	1	0	0	0	0			1	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
128	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	9	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
129	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	3	1	1	1																																			

[illegible]

[illegible]

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wj		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
154	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	0	0	0	0																					

[illegible]

[illegible]

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	3	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	0	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
176	0	1	0	0	0	0			0	0			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	1	0	0	0	0			0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
177	0	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
178	0	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1		0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
179	0	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
180	0	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0			1	1			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	5	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0			0	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
181	0	1	1	0	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	1	0	0	0	0	0	0			1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
182	0	1	0	0	0	0	0			1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	0			1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	0	0	0	0			1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	0	0	0	0	0			1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
9	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
183	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1																

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	8	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
187	0	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
188	0	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
189	0	1	1	0	0																					

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	6	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
193	0	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
194	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0												

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	i	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
199	0	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
200	0	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	0	0		1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	0	0	0	0	0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	0	0	0	0	0		0	0			0	0												

locatie	Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	1	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
205	0	1	1	0	0	0	0		1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
206	0	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0		0	1			0	0												

locatie		Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Pe	
		r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
210	9	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
211	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
212	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
213	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0																							

locatie	Al			Si			Se			Sn			Wi			Bb/Kv			Rg			Ze			Kk			Ka			Bt			Kb/Rv			Ba/Sb/Po		
	r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l		r	l	
	7	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	8	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	9	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
216	0	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	1	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	2	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	3	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	4	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	5	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	6	1	1	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	7	1	1	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	8	1	1	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	9	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
217	0	1	0	0	0	0	0	0					1	1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	1	1	0	0	0	0	0	0					1	0					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	2	1	0	0	0	0	0	0					1	0					0	0																			

locatie		Al		Sk		Se		Sn		Wi		Bb/Kv		Rg		Ze		Kk		Ka		Bt		Kb/Rv		Ba/Sb/Po	
		r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l
	5	1	0	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	0	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
222	0	0	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	0	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	9	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
223	0	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	4	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	5	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	6	1	1	0	0	0	0			1	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	1	1	0	0	0	0			0	1			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	8	1																									

Bijlage 2: Kaartbeelden van de 7 stuwvakken met potentiële paai- en opgroeigebieden en de locaties waar toekomstige paai- en opgroeigebieden kunnen worden aangelegd (schaal 1 : 100.000).

LEGENDA



potentiële paai- en opgroeigebieden

De locaties waar toekomstige paai- en opgroeigebieden kunnen worden aangelegd zijn verdeeld in drie typen:



type 1: locaties in de hoofdstroom met een lage stroomsnelheid en een flauw talud.

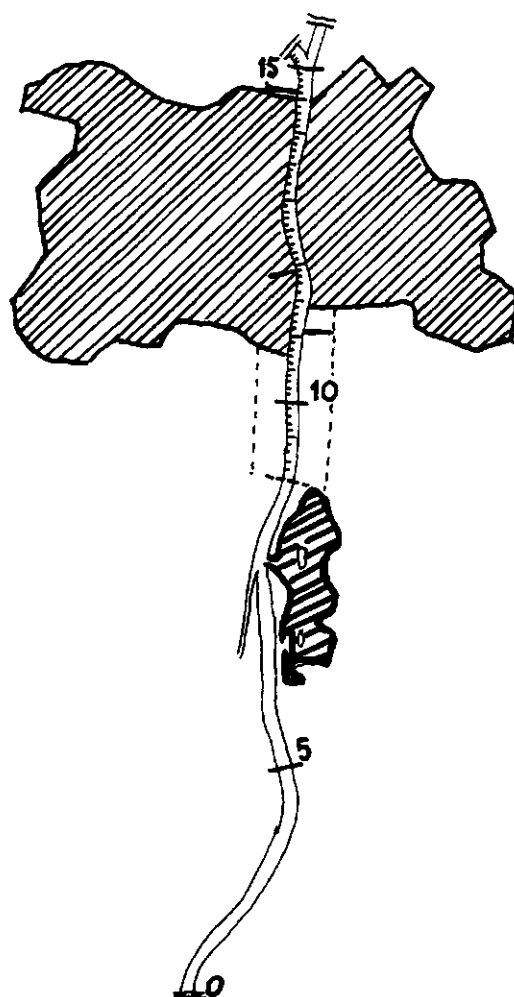


type 2: locaties in de nevenwateren.



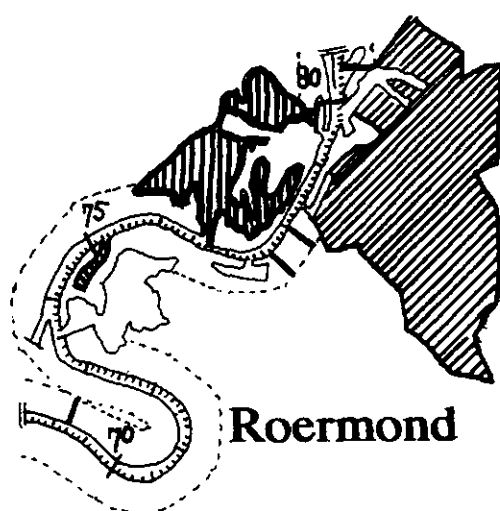
type 3: willekeurige locaties, onafhankelijk van de omstandigheden in de hoofdstroom

Met betrekking tot type 1 zijn die locaties aangegeven die een lage stroomsnelheid hebben tijdens de periode van debiet 1 ($275 \text{ m}^3/\text{sec}$), in verband met paaimogelijkheden voor snoek

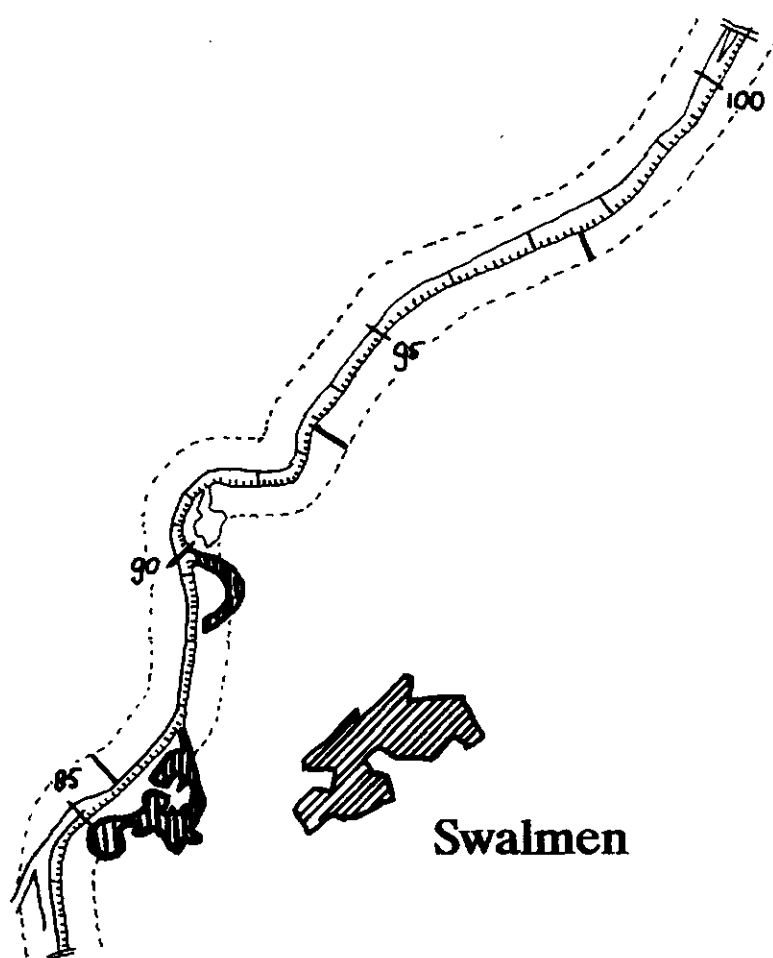


Maastricht

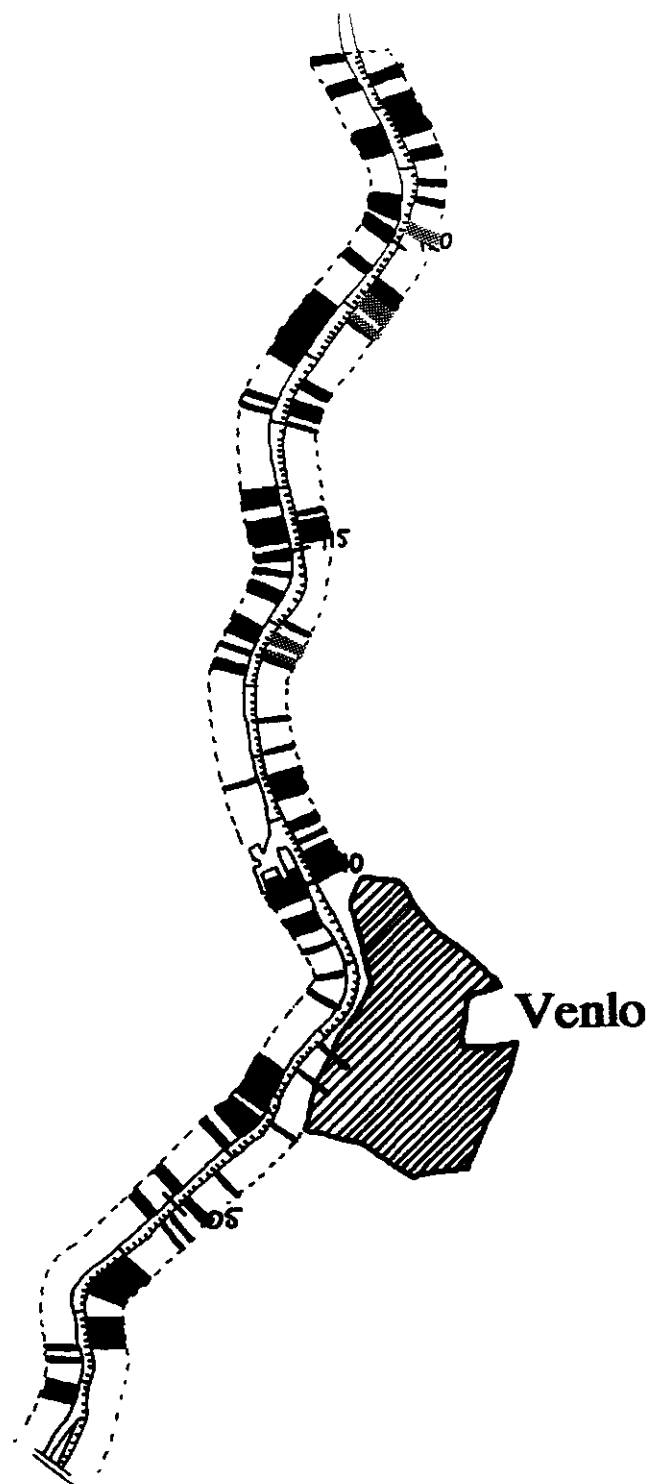
Stuwvak 1



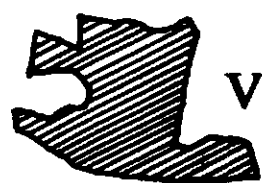
Stuwvak 2



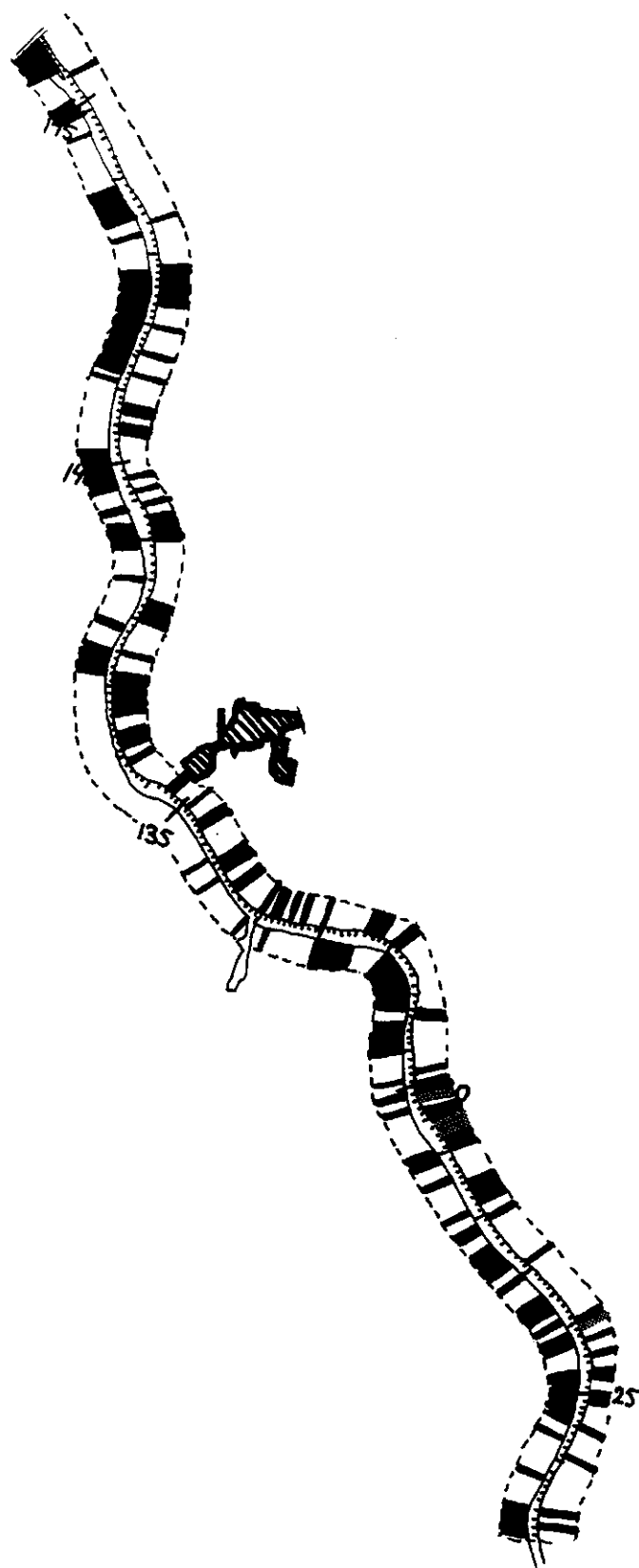
Stuwvak 3



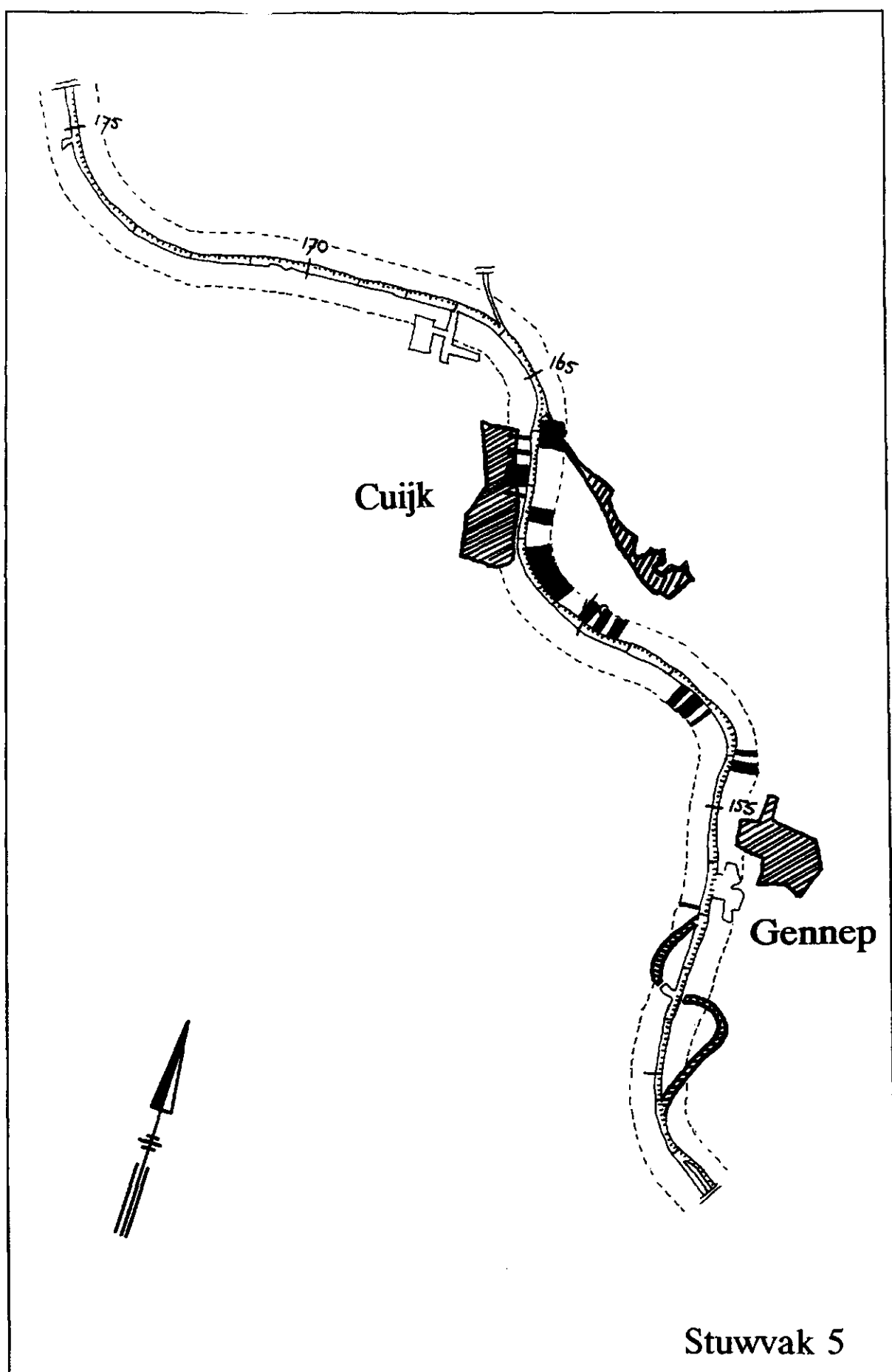
Stuwvak 4a

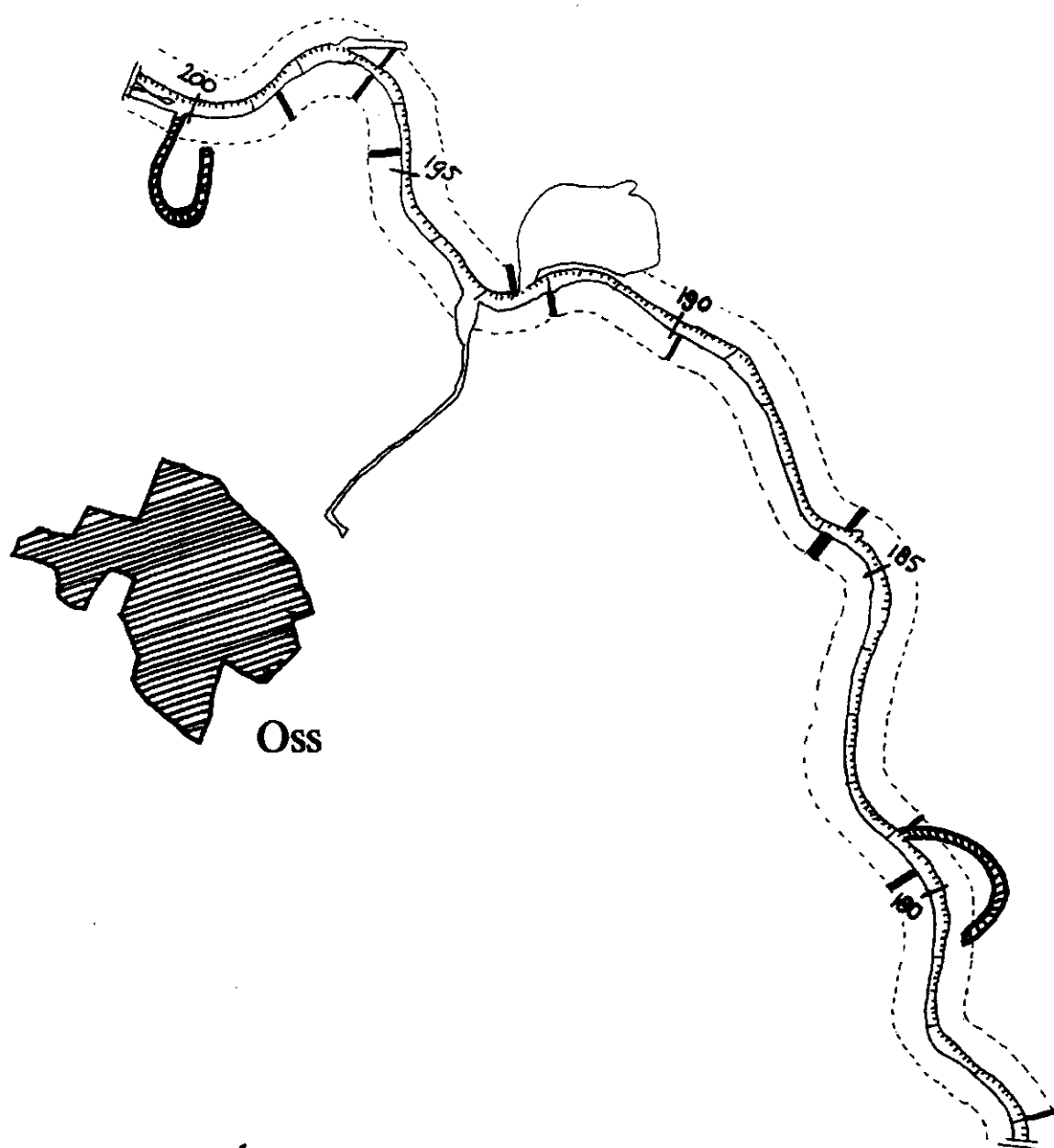


Venray

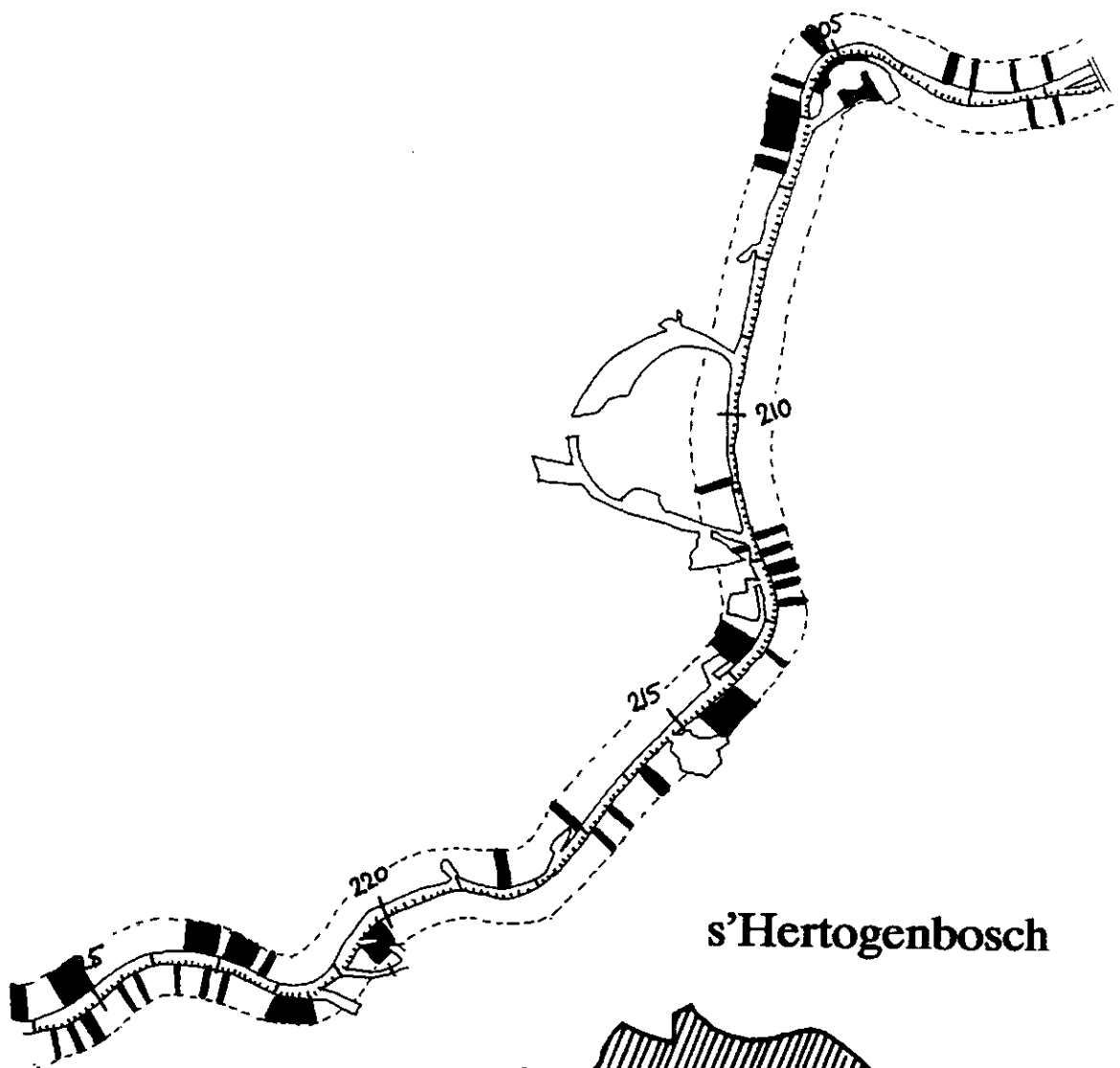


Stuwvak 4b





Stuwvak 6



Stuwvak 7

Rapporten van het project "Ecologisch Herstel Maas" (Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse")

(all reports with a summary in english and french)

- nr. 1 - 1992 Projekt Ecologisch Herstel Maas
 J. Botterweg en W. Silva (RIZA)

- nr. 2 - 1992 Groei en overleving van de Vlottende waterranonkel (*Ranunculus*
 Fluitans Lam.) in de Maas: transplantatie en semi-veldexperimenten.
 M. de la Haye (Aquasense)

- nr. 3 - 1992 Microverontreinigingen in Blankvoorns en schelpdieren uit de Maas en
 Maasplassen, 1991
 B. van Hattum en S. Dirksen (IVM, Waardenburg)

- nr. 4 - 1992 Vegetaties in het oevermilieu van de Grensmaas: I Veldopname en
 verwerking van gegevens
 D. de Boer (STL)

- nr. 5 - 1992 Waterplanten in de Maasplassen: inventarisatie 1990-1991
 B. Paffen, P. van Avesaath en W. Overmars (Bureau Stroming)

- nr. 6 - 1992 De visstand in de Grensmaas
 T. Vriese (OVb)

- nr. 7 - 1992 Watervogels en wetlands in Limburg
 B. van Noorden (Provincie Limburg, RIZA, Waardenburg)

- nr. 8 - 1992 Worden groei, overleving en kieming van Vlottende waterranonkel
 (*Ranunculus fluitans* LAMARCK) in Maaswater beïnvloed door water-
 standsfluctuaties? semi-veldexperimenten
 M. de la Haye (Aquasense)

- nr. 9 - 1992 Paai- en opgroeigebieden voor vis in de Maas
 S. Semmekrot en F.T. Vriese (OVb)

Aanvragen/requests:

(RIZA): Institute for Inland Watermanagement and Waste Water Treatment,
P.O. Box 9072, 6800 ED Arnhem, The Netherlands

PUBLICATIES EN RAPPORTEN VAN HET PROJECT "ECOLOGISCH HERSTEL RUN EN MAAS"

- 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programme. (RIZA, RIVM, RIVO-DLO)
- 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine. W.G. Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988). (RIVO-DLO)
- 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine. W. Admiraal and J.C. van der Vlugt, Arch. Hydrobiol. 113, 593-605 (1988). (RIVM)
- 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. W. Admiraal en B. van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988). (RIVM)
- 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu met behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie. J. Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988). (RIZA)
- 6 - 1988 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine. W. Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck en H.A.M. de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988). (RIVM)
- 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow eel (*Anguilla anguilla*) and perch (*Perca fluviatilis*) from the Dutch branches of the Rhine- mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. F. van der Valk, H. Pieters en R.C.C. Wegman. (RIVO-DLO)
- 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringsystemen op het meestation Lobith. Bio-alarm project fase I. J. Botterweg. (RIZA)
- 9 - 1989 Ecologisch herstel Rijn - beleid en onderzoek. Symposium- verslag 26 mei. E.C.L. Martijn (red.). (RIZA)
- 10 - 1989 Summary of results and conclusions from the first phase (1988-1989) of the Netherlands research programme "Ecological Rehabilitation Rhine". J.A.W. de Wit, W. Admiraal, C. van der Guchte and W.G. Cazemier. (RIZA)
- 11 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (*Salmo salar*). S.J. de Groot. (RIVO-DLO)
- 12 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (*Salmo trutta trutta*). S.J. de Groot. (RIVO-DLO)
- 13 - 1989 Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemeen fysische en chemische parameters. M.M.J. Maenen. (RIZA)
- 14 - 1989 Ecologisch herstel van de Rijnmakrofauna. B. van Dessel. (RIZA)
- 15 - 1989 Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine. Biogeochemistry 8, 135-151. W. Admiraal and Y.J.H. Botermans. (RIVM)
- 16 - 1990 Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. M.C.C. de Graaf, H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voensek en C.W.P.M. Blom. (RIZA)
- 17 - 1990 Chemicals affecting the spawning migration of anadromous fish by causing avoidance responses or orientational disability, with special reference to concentrations in the River Rhine. T.C. van Brummelen. (RIZA)
- 18 - 1990 Biomonitoring met de larven van Chironomiden en kokerjuffers. F. Heinis en T. Krommentuijn. (RIZA)
- 19 - 1990 Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower River Rhine. E.D. de Ruyter van Steveninck, W. Admiraal and B. van Zanten. (RIVM)
- 20 - 1990 Fixation of dissolved silicate and sedimentation of biogenic silicate in the lower River Rhine during diatom blooms. W. Admiraal, P. Breugem, D.M.L.H.A. Jacobs and E.D. de Ruyter van Steveninck. (RIVM)
- 21 - 1990 On the potential of basing an ecological typology of aquatic sediments on the nematode fauna: an example from the River Rhine. T. Bongers and J. van de Haar. (RIVM)
- 22 - 1990 Monitoring the toxicity of organic compounds dissolved in Rhine water. D. de Zwart and A.J. Folkerts. (RIVM)
- 23 - 1990 The kinetics of the degradation of chloroform and benzene in anaerobic sediment from the River Rhine. P. van Beelen and F. van Keulen. (RIVM)
- 24 - 1990 Phases in the development of riverine plankton: examples from the rivers Rhine and Meuse. E.D. de Ruyter van Steveninck, B. van Zanten and W. Admiraal. (RIVM)
- 25 - 1990 Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie tot fysisch-chemische parameters. F.W.B. van den Brink. (RIZA)
- 26 - 1990 Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren. Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk en A.L.M. van Broekhoven. (RIZA)
- 27 - 1991 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study made in 1988 in the Dutch part. A. bij de Vaate and M. Grejdanus-Klaas. (RIZA)
- 28 - 1991 Voedsel ecologie van vissen in de Nederlandse Rijnakken. P.J.M. Bergers. (RIZA)
- 29 - 1991 Natuurontwikkeling in uiterwaarden. Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van oerbossen in de uiterwaarden van de Rijn. H. Ducl. (RIZA)
- 30 - 1991 Phytoplankton in the river Rhine, 1989. Comparison between Lobith and Maassluis. R. Bijkerk. (RIVM)
- 31 - 1991 Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemmeringen voor de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren. A.W. de Haas. (RIZA)
- 32 - 1991 Visintrekbaarheden in de Rijn in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk. (RIZA)
- 33 - 1991 Nevengeulen - onderzoek naar de mogelijkheden, de consequenties en de te stellen eisen bij de aanleg van nevengeulen in de uiterwaarden. A.W. de Haas. (RIZA)
- 34 - 1991 The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), a new immigrant in the River Rhine. A. bij de Vaate (ed.). (RIZA)
- 35 - 1991 The effects of micropollutants on components of the Rhine ecosystem. Ed. J.A.W. de Wit *et al.*. (RIZA)
- 36 - 1991 Aquatische makro-evertbraten in de Duurse Waarden 1989- 1991. A. Klink, E. Martijn, J. Mulder en B. bij de Vaate. (RIZA)
- 37 - 1991 Sensitivity of bacterioplankton in the Rhine river to various toxicants measured by thymidine incorporation and activity of exoenzymes. D.M.J. Tubbing and W. Admiraal. (RIVM)

- 38 - 1992 Schatting van risico's van microverontreinigingen in de Rijn voor groepen organismen van de rivier-AMOEBA. J.W. Dogger, F. Balk, L.L. Bijlmakers en A.J. Hendriks (RIZA)
- 39 - 1992 Macrofauna in de diepe waterbodem van het noordelijk Deltabekken. H.C. Dudok van Heel, H. Smit en S.M. Wiersma. (RIZA)
- 40 - 1992 Ecological rehabilitation of the Rivers Rhine and Meuse: Netherlands research programme(1992-1995). Anonymous. (RIZA, RIVM, IBN-DLO, RIVO-DLO, SC-DLO).
- 41 - 1992 Projekt Ecologisch Herstel Maas. J. Botterweg en W. Silva (RIZA).
- 42 - 1992 Groei en overleving van *Violtende wateranonkel* (*Ranunculus fluitans* Lam.) in de Maas: transplantatie en semi-veldexperimenten. M. de la Haye (RIZA).
- 43 - 1992 Microverontreiniging in Blankvoorn en schelpdieren uit de Maas en Maasplassen, 1991. B. van Hattem en S. Dirksen (RIZA).
- 44 - 1992 Vegetaties en het oevermiltien van de Grensmaas: I Veldopname en verwerking van gegevens. D. de Boer (RIZA).
- 45 - 1992 Waterplanten en de Maasplassen: inventarisatie 1990 - 1991. B. Paffen, P. van Avesaath en W. Overmars (RIZA).
- 46 - 1992 De afstand in de Grensmaas. T. Vriese (RIZA).
- 47 - 1992 Methode voor de schatting van milieurijsico's in de Gelderse uiterwaarden (RIZA).
- 48 - 1993 Macro-evertebraten op de bodem van het Hollandsch Diep - Haringvliet. A. Klink en H.C. Dudok van Heel. (RIZA)
- 49 - 1993 De morfodynamiek van rivierduinen langs de Waal en de Lek. R.F.B. Isarin en H.J.A. Berendsen. (RIZA)
- 50 - 1993 Ecologisch herstel van de Rijn, van onderzoek naar beleid (1988-1992). Ecological rehabilitation of the River Rhine, The Netherlands summary report (1988-1992). G.M. van Dijk en E.C.L. Martijn (eds.). (RIZA, RIVM, IBN-DLO, RIVO-DLO, SC-DLO)
- 51 - 1993 Documentation of zooplankton species in the Lower River Rhine. B. van Zanten and P. Leentvaar. (RIVM)
- 52 - 1993 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1990. A. bij de Vaate and M. Greidanus-Klaas. (RIZA)
- 53 - 1993 Worden groei, overleving en kieming van *Violtende Wateranonkel* (*Ranunculus fluitans* Lam.) in Maaswater beïnvloed door waterstandsfluctuaties? Semi-veldexperimenten. M.A.A. de la Haye. (RIZA)
- 54 - 1993 Paai- en opgroeigebieden voor vis in de Maas. S. Semmekrot en F.T. Vriese. (RIZA)

Aanvragen/requests:

- (RIZA): Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment, P.O. Box 17, 8200 AA Lelystad, The Netherlands.
- (RIVM): National Institute for Public Health and Environmental Protection, P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands.
- (RIVO-DLO): Netherlands Institute for Fishery Investigations, P.O. Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.
- (IBN-DLO): Institute for Forestry and Nature Research, P.O. Box 9201, 6800 HB Arnhem, The Netherlands.
- (SC-DLO): The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, P.O. Box 125, 6700 AC Wageningen, The Netherlands.