Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Noord-Brabant

Visie-ontwikkeling

natte EHS

Brabantse kanalen

Raadgevende ingenieurs
Witteveen Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Rijkswaterstaat
Directie Noord-Brabant

visie-ontwikkeling natte EHS Brabantse kanalen

registratie	projectcode	status
WATI/VISB/rap.005	Rw545.1	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
ing. S. Semmekrot	drs. M.P. Grimm	97-05-05

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ing. S. Semmekrot	

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.

Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

De kwaliteitssystemen van Witteveen+Bos zijn gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001

1g46727

© Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING 1
1.1. Aanleiding 1
1.2. Doel 2
1.3. Leeswijzer 2

2. OPZET EN AANPAK VAN HET ONDERZOEK 4

3. DE DOELSOORTEN 5
3.1. Selectie van doelsoorten 5
3.1.1. Vissen 5
3.1.2. Amfibieën 8
3.2. Habitat- en migratie-eisen van de doelsoorten 8
3.2.1. Vissen 8
3.2.2. Amfibieën 10
3.3. Begeleidende doelsoorten 11

4. KNELPUNTENANALYSE 13
4.1. Beschrijving van het kanalen- en bekensysteem 13
4.2. Knelpuntenanalyse voor vissen 14
4.2.1. Migratieknelpunten 14
4.2.2. Habitatknelpunten 17
4.2.3. Overige knelpunten 18
4.2.4. Conclusies knelpunten voor vissen 18
4.3. Knelpuntenanalyse voor amfibieën 19
4.3.1. Migratieknelpunten 19
4.3.2. Habitatknelpunten 20
4.3.3. Conclusies knelpunten amfibieën 20

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN EN RANDVOORWAARDEN 21
5.1. Oplossingsrichtingen 21
5.2. Randvoorwaarden 22

6. MAATREGELEN 24
6.1. Opheffen benedenstroomse migratieknelpunten 24
6.1.1. Aanpassing schutregime 25
6.1.2. Aanleg vispassage 26
6.2. Opheffen barrière werking kanalen (vissen) 27
6.2.1. Deskundigheidsoordeel passeerbaarheid 27
6.2.2. Onderzoeksvoorstel passeerbaarheid sifons 29
6.3. Opheffen migratieknelpunten voor amfibieën 31

7. EFFECTEN, KOSTEN EN PRIORITEIT 34

8. DE VISIE VOOR DE NATTE EHS NOORD-BRABANT 36

9. AANBEVELINGEN 37

laatste bladzijde 37

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGEN		aantal bladzijden
I	Habitateisen van de geselecteerde doelsoorten	3
II	Migratie-eisen van de geselecteerde doelsoorten	2
III	Overzicht van de potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant	1
IV	Beschrijving van de potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant	2
V	Overzicht van potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant en bijbehorende vissoorten die hiervan mogelijk hinder ondervinden	3
VI	Beschrijving van mogelijke stapstenen langs het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart in Noord-Brabant	1
VII	De ligging van waardevolle natuurkerngebieden voor amfibieën, de potentiële migratieroutes en de migratieknelpunten en het kanaaltraject dat voor amfibieën kan fungeren	1

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Sinds het begin van deze eeuw is herhaaldelijk vastgesteld dat het aantal soorten planten en dieren op eilanden positief is gecorreleerd met de eilandoppervlakte en negatief met de afstand eiland-vasteland. Volgens het concept van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) geldt deze eilandentheorie ook voor de natuur in Nederland. De natuurgebieden worden hierbij beschouwd als een verzameling eilanden die worden omgeven door een zee van intensieve landbouw, wegen, kanalen, steden en industrie. De omvang en kwaliteit van de leefgebieden (eilanden) en de mate waarin uitwisseling tussen deze leefgebieden mogelijk is, zijn belangrijke factoren voor het voorkomen van planten en dieren.

Om het aantal soorten planten en dieren en dus de diversiteit, te vergroten spelen de volgende vier elementen uit de EHS een belangrijke rol:

- **Natuurkerngebieden** zijn (natuur)gebieden die fungeren als leefgebied voor bepaalde soorten. Van hieruit kunnen soorten zich verbreiden naar andere geschikte "lege" leefgebieden. Randvoorwaarde voor het vergroten van het aantal soorten is dat de kerngebieden behouden blijven.

- **Natuurontwikkelingsgebieden** zijn gebieden die de mogelijkheid hebben om zich te ontwikkelen tot waardevolle leefgebieden. Soorten uit de omgeving kunnen deze "nieuwe" natuur koloniseren waardoor het leefgebied uitbreid en het aantal soorten toeneemt.

- **Stapstenen** zijn kleinere gebieden die geschikt zijn als tijdelijk "tussenstation" bij de migratie van soorten. Deze gebieden zijn geschikt als tijdelijk leefgebied, maar te klein voor een populatie om zich gedurende langere tijd daar te kunnen handhaven. Stapstenen dragen bij aan een betere uitwisseling van soorten en dus een groter aantal soorten.

- **Ecologische verbindingszones of corridors** vormen de verbindingen tussen natuurkerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en stapstenen. Zij kunnen zo ingericht zijn, dat zij door meerdere soorten gebruikt kunnen worden, maar kunnen ook soortspecifiek worden aangelegd. De geschiktheid van een verbindingsweg wordt bepaald door de biotopen waar de verbinding uit bestaat, de afstand tussen deze biotopen en mogelijke barrières tussen de biotopen.

Het geheel van natuurkerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden, stapstenen en verbindingszones vormt de ecologische infrastructuur (Natuurbeleidsplan LN&V, 1990). Water, oevers en aangrenzend land vormen in Nederland bij uitstek stapstenen en verbindingszones voor planten en dieren van vochtige en aquatische biotopen. In het landelijke en provinciale natuurbeleidsplan hebben de Brabantse kanalen, die bij Rijkswaterstaat in beheer zijn, daarom de functie van ecologische verbindingszone in de groene hoofdstructuur (GHS). Dit is de provinciale versie van de landelijke ecologische hoofdstructuur (EHS).

De afgelopen jaren heeft de ecologische verbinding voor de terrestrische (dit zijn aan landgebonden) organismen in de planvorming voor een aantal kanalen al de nodige aandacht gekregen. Met name in de landschapsplannen en groenbeheerplannen voor de Zuid-Willemsvaart en het Wilhelminakanaal. Door de afdeling planstudies zijn de knelpunten in de EHS die loodrecht op het kanaal staan uitgewerkt (Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant, 1997). Naast de terrestrische organismen is het misschien ook mogelijk dat aquatische (dit zijn aan water gebonden) organismen gebruik maken van de Noord-Brabantse kanalen als ecologische verbindingsroute.

Het belang van water als verbindingszone voor aquatische organismen blijkt onder andere uit de derde Nota waterhuishouding. Eén van de doelstellingen die hierin is opgenomen is vrije migratie voor riviertrekvissen op de grote rivieren.

In aansluiting hierop is op regionaal niveau in het Provinciaal Waterhuishoudingsplan en in enkele waterbeheersplannen van de waterschappen eveneens de vrije migratie van aquatische organismen als doelstelling opgenomen.

Voor een vrije migratie tussen de beken en de rivieren moeten de stuwen en andere barrières passeerbaar worden gemaakt voor vissen en andere aan water gebonden organismen. Verschillende waterschappen zijn reeds geruime tijd bezig of gaan aan de slag met het aanleggen van vispassages.

De Brabantse kanalen maken onderdeel uit van en doorkruisen de reeds bestaande migratieroutes tussen de beken en rivieren. De kanalen spelen hierdoor een belangrijke rol bij het bewerkstelligen van vrije migratie tussen de beken en de rivieren.

In de huidige situatie kunnen de kanalenstelsel zelf (doordat beken door sifons onder kanalen stromen) en de kunstwerken in de kanalen (met name sluizen) een obstakel vormen voor de migratie van waterorganismen tussen de beken en de rivieren en tussen beken onderling. Om deze situatie te verbeteren is door Rijkswaterstaat voorgesteld om een visie te ontwikkelen voor de natte Ecologische Hoofd Structuur (EHS) Brabantse kanalen. In deze notitie is de visie voor de natte EHS Brabantse kanalen uitgewerkt.

1.2. Doel

Het doel van het project is het ontwikkelen van een visie waarin het volgende wordt beschreven:

- in hoeverre vormen de Brabantse kanalen een barrière bij de migratie van aquatische en aan water gebonden organismen tussen beken en rivieren en beken onderling?
- hoe kunnen deze mogelijke knelpunten worden opgelost?
- welke (potentiële) mogelijkheden biedt het stelsel van Brabantse kanalen en/of parallelsloten om door waterorganismen of aan water gebonden organismen te worden benut als ecologische verbindingszone tussen beken en rivieren en beken onderling.

Deze visie betreft geen visueel-landschappelijke verbinding, maar een ecologische verbinding waarin de migratiemogelijkheden voor organismen centraal staan. In de visie zijn de (potentiële) knelpunten die organismen tegen kunnen komen tijdens hun migratie, geïdentificeerd en beschreven. Hierbij is onderscheidt gemaakt tussen twee soorten migratieknelpunten:

1. fysische barrières zoals sifons, steile oevers, sluizen, stuwen, etc. (migratieknelpunten);
2. het ontbreken van de voor migratie benodigde biotopen in de lengterichting van het kanaal (habitatknelpunten).

Na de identificatie en beschrijving van knelpunten worden mogelijke oplossingsrichtingen aangegeven. De verschillende oplossingsrichtingen gaan vergezeld van een kwalitatieve en kwantitatieve inschatting van de te verwachten effecten en een globale inschatting van de realisatiekosten.

De visie heeft alleen betrekking op de Brabantse kanalen en/of parallelsloten. Een ander belangrijk uitgangspunt bij het ontwikkelen van de visie is dat de (potentiële) mogelijkheden van de kanalen als verbindingszone voor waterorganismen en aan water gebonden organismen moeten worden beschreven. Het gaat hierbij met name om verbindingen voor **vissen** en in beperktere mate voor **amfibieën**. Daarnaast kunnen macrofauna, zoogdieren, vogels, water- en oevervegetatie in dit onderzoek meeliften.

1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de opzet en aanpak van het onderzoek geschetst. Hieruit blijkt dat het onderzoek bestaat uit een groot aantal onderdelen. Allereerst worden in hoofdstuk 3 een aantal doelsoorten geselecteerd die representatief zijn voor de soorten die mogelijk gebruik zullen maken van de migratieroutes tussen de beken en de grote rivieren. Van deze doelsoorten worden de eisen die ze stellen aan de EHS omschreven.

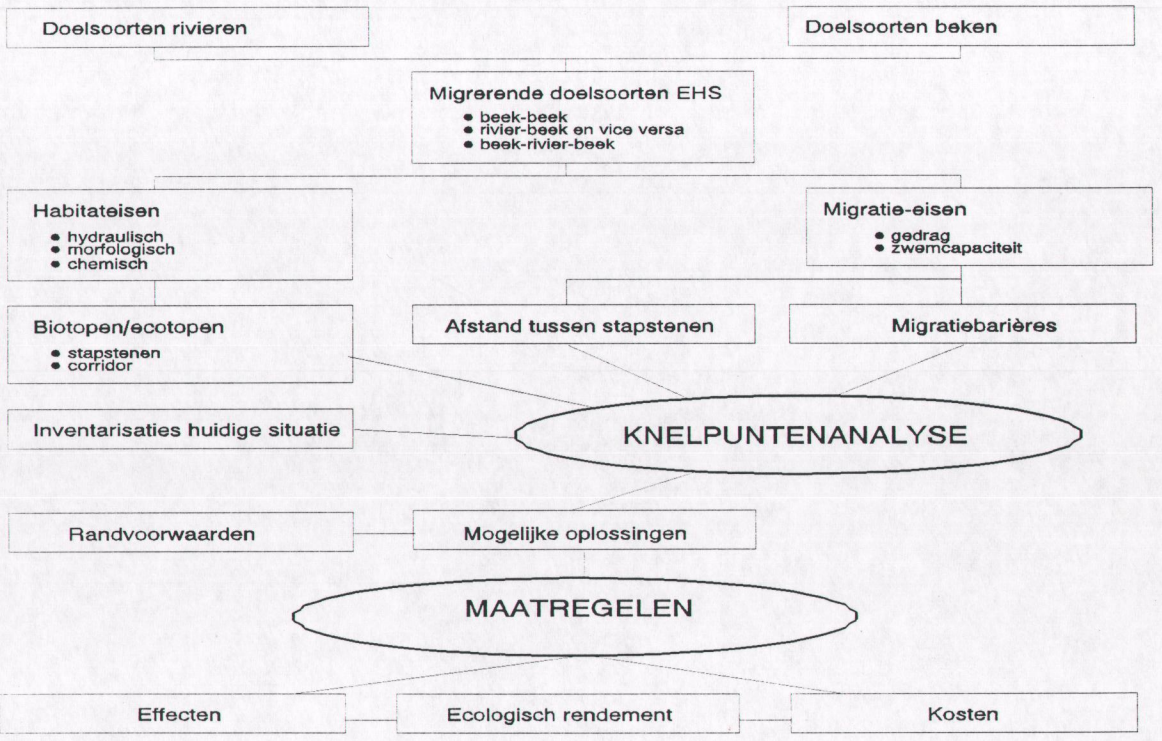
Op basis van deze eisen worden in hoofdstuk 4 de knelpunten geanalyseerd. In hoofdstuk 5 worden vervolgens oplossingsrichtingen aangedragen om deze knelpunten op te heffen en de randvoorwaarden geschetst waarbinnen deze oplossingsrichtingen moeten worden uitgevoerd. In hoofdstuk 6 zijn de oplossingsrichtingen uitgewerkt tot concrete maatregelen en in hoofdstuk 7 is op basis van een kostenindicatie en het te verwachten effect het "ecologisch" rendement berekend en mede op basis daarvan is een prioritering vastgesteld. In hoofdstuk 8 zijn tenslotte de conclusies uit de knelpunten analyse, de oplossingsrichtingen en de maatregelen uitgewerkt in de visie ten aanzien van de natte EHS Noord-Brabant en in hoofdstuk 9 zijn enkele aanbevelingen opgenomen.

2. OPZET EN AANPAK VAN HET ONDERZOEK

Een ecologische verbindingszone is er op gericht de kans op uitwisseling van individuen en daarmee van genen (erfelijk materiaal) tussen leefgebieden te verhogen. Deze "kans op uitwisseling" is daarom een kernbegrip in het analyseren van knelpunten en het ontwerpen en toetsen van beheers- en inrichtingsmaatregelen die op de ecologische verbinding gericht zijn. De uitwisselingskans wordt bepaald door twee factoren: het aantal organismen dat aan de migratie begint en het individuele succes van de soorten in het daadwerkelijk bereiken en benutten van het andere watersysteem of natuurgebied. De eerste factor is vooral afhankelijk van de grootte en de kwaliteit van de te verbinden watersystemen of natuurgebieden. De tweede factor is sterk afhankelijk van de inrichting van de ecologische verbindingszone en met name van de mate waarin deze inrichting overeenkomt met de eisen die een organisme stelt aan zijn migratieroute. Alleen de laatste factor is door middel van inrichting en beheer, zoals zal worden verwoord in de visie, stuurbaar. De eisen van de organismen (zoals verwoord in tabel 3.3. t/m 3.5.) zijn niet stuurbaar en vormen een randvoorwaarde voor de EHS.

De natte EHS Brabantse kanalen kan qua inrichting en beheer worden geconcretiseerd door middel van de eisen die de doelsoorten (vissen en amfibieën) aan hun leefmilieu en migratieroutes stellen. Hiertoe is het van belang over inzicht te beschikken in de habitateisen van de doelsoorten en hun migratie-eisen en verspreidingsvermogen; op welke wijze verspreiden zij zich, welke afstanden kunnen ze overbruggen? Door deze eisen met de huidige situatie te confronteren, kunnen knelpunten worden geïdentificeerd. Voor deze knelpunten zijn, afhankelijk van de randvoorwaarden, een aantal oplossingsrichtingen mogelijk. De noodzakelijke oplossingen worden in een aantal scenario's of oplossingsrichtingen verwoord. Van deze scenario's kunnen globaal de effecten en kosten worden ingeschat en daarmee het ecologisch rendement per scenario. In afbeelding 2.1. is de bovenstaande globale beschrijving van het plan van aanpak schematisch weergegeven. In de daarop volgende hoofdstukken en paragrafen zijn de onderdelen uit het schema uitgewerkt.

Afbeelding 2.1. Schematische beschrijving van het Plan van Aanpak



3. DE DOELSOORTEN

3.1. Selectie van doelsoorten

Zoals in de doelstelling is verwoord vormen aquatische en aan water gebonden organismen, en dan met name vissen en in beperktere mate amfibieën, de primaire ingang voor het ontwikkelen van een visie voor de natte ecologische hoofdstructuur (EHS) langs de Brabantse kanalen. Deze keuze is gemaakt op basis van de afhankelijkheid van deze twee groepen van water als verbindingszone tussen leefgebieden. De overige soortengroepen zijn in veel mindere mate afhankelijk van water omdat ze bijvoorbeeld via de droge EHS of via het luchtruim kunnen migreren. Het is niet mogelijk om voor alle vissen en amfibieën na te gaan welke knelpunten er op dit moment zijn en hoe die kunnen worden opgelost. Daarom is voor de ontwikkeling van deze visie gekozen voor een benadering waarbij een beperkt aantal doelsoorten is geselecteerd die representatief zijn voor de vissen en amfibieën, die mogelijk in de toekomst gebruik maken van de EHS. De selectie van doelsoorten uit deze twee groepen is in de twee volgende paragrafen beschreven.

3.1.1. Vissen

De selectie van de vissoorten is in de volgende drie stappen uitgevoerd:

1. Allereerst is nagegaan welke vissoorten voor kunnen komen in de Brabantse beken, kanalen en rivieren. Hierbij is gebruik gemaakt van de huidige verspreiding van vissoorten in Noord-Brabant zoals weergegeven op de kaarten in de Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen (De Nie, 1996) en autecologische kennis. Het resultaat van deze inventarisatie is weergegeven in de linker kolom van tabel 3.1. Nederlandse zoetwatervissen die voor hun voortplanting afhankelijk zijn van een substraat van grind en stenen in hun paai- en opgroeigebieden (zoals Barbeel, Elrits en Sneep) zijn niet opgenomen in deze tabel. Dit type substraat ontbreekt in de meeste Noord-Brabantse beken, waardoor deze soorten hier niet voor kunnen komen. Uitzonderingen hierop zijn de Beekforel en de Vlagzalm, deze vissoorten komen op dit moment wel voor in Noord-Brabant omdat ze worden uitgezet ten behoeve van de sportvisserij. Ook exotische of niet inheemse vissoorten zoals onder andere Amerikaanse hondsvis, Zonnebaars, Graskarper en Roofblei zijn niet opgenomen in tabel 3.1. Deze soorten horen niet thuis in Noord-Brabant en verbetering van het leefgebied van deze soorten is niet in overeenstemming met het doel van de EHS.

2. Vervolgens zijn de vissoorten op basis van hun presentie in de relevante watertypen ingedeeld in groepen. Hiervoor is gebruik gemaakt van een eenvoudige clusteranalyse, die is gebaseerd op de presentie van de vissoorten in de onderscheiden watertypen. De presentie van deze vissoorten in beken, kanalen en rivieren is afgeleid van de presentie in de watertypen die worden genoemd in de Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen (kanalen is afgeleid van stilstaande wateren, rivieren van grote rivieren, benedenlopen van kleine rivieren en boven en middenlopen van beken), inventarisaties van visstanden in de verschillende Noord-Brabantse watertypen en een deskundigheidsoordeel.

3. Als laatste zijn de representatieve doelsoorten geselecteerd. Voor een representatieve selectie van doelsoorten ten aanzien van de onderscheiden watertypen, moeten de doelsoorten evenwichtig worden verdeeld over de onderscheiden groepen. Bovendien moet met de selectie van de doelsoorten zoveel mogelijk worden aangesloten bij de soorten die zijn genoemd in de landelijke streefbeelden voor de grote rivieren (AMOEBE) en de streefbeelden die voor de beken en kanalen zijn opgesteld door de regionale waterbeheerders. In tabel 3.2. is per watertype aangegeven welke vissoorten worden genoemd in deze streefbeelden. Om tot een representatieve selectie van doelsoorten te komen is op basis van deze streefbeelden per cluster minimaal één en maximaal drie doelsoorten gekozen. Afhankelijk van hun voorkomen (omlijnd cluster) zijn de gekozen doelsoorten representatief voor verschillende watertypen (rivieren, kanalen en beken).

Indien een keuze moest worden gemaakt tussen meerdere soorten die worden genoemd in de streefbeelden is, in verband met de functionaliteit van de natte EHS Brabantse kanalen, gekozen voor doelsoorten waarvan bekend is dat ze migreren of die kenmerkend zijn voor de beken en rivieren in Noord-Brabant.

Uit het cluster met anadrome vissoorten die alleen voorkomen in de rivieren en die niet worden genoemd in de streefbeelden van beken is geen doelsoort gekozen. De migratieroute van deze soorten wordt sterk gestuurd door het debiet. Migratie door de zeer langzaam stromende Brabantse kanalen is daarom meer toevallig dan structureel en voorzieningen om deze migratie te bevorderen zijn daarom minder relevant.

Tabel 3.1. Clusteranalyse van het voorkomen van vissoorten in vijf Noord-Brabantse watertypen

	beken bovenloop	beken middenloop	beken benedenloop	rivieren	kanalen
Beekprik	•	o		o	
Bermpje	xx	x	•		
Rivierdonderpad	•	•		x	
Kleine modderkruiper	x	x	•	•	•
Driedoornige stekelbaars	xx	x	•	•	x
Tiendoornige stekelbaars	xx	x	•		x
Riviergrondel	x	x	x	x	•
Grote modderkruiper	o	o	•	o	o
Paling	•	x	x	x	x
Vetje	•	•	•	o	•
Alver		•	x	x	x
Baars	o	x	xx	xx	x
Blankvoorn	•	xx	xx	xx	xx
Giebel		o	o	•	•
Kroeskarper		o	o	o	o
Ruisvoorn		x	xx	x	xx
Snoek		x	xx	x	xx
Zeelt		x	x	x	x
Winde		x	x	xx	x
Brasem		•	xx	xx	xx
Bittervoorn			•		•
Karper		o	•	•	x
Kolblei		•	xx	xx	xx
Meerval			o	•	o
Pos		•	x	xx	x
Snoekbaars		o	x	xx	x
Beekforel (**uitgezet**)	•	•	x	•	
Kopvoorn		•	x	x	
Kwabaal		o	o	•	
Serpeling		o	o	o	
Vlagzalm (**uitgezet**)		o	o		
Rivierprik				x	o
Elft				o	
Fint				•	
Houting				o	
Bot				x	
Zeeprik				x	
Zeeforel				x	

xx : zeer algemeen
x : algemeen
• : regelmatig
o : zeldzaam
▒▒ : de watertypen waarin de soort het meest voorkomt (de twee hoogste klassen per soort)

Tabel 3.2. Bestaande doelsoorten voor de watertypen in Noord-Brabant (de met grijs gemarkeerde soorten zijn voor deze visie geselecteerd als doelsoort voor de natte EHS Brabantse kanalen)

	bestaande doelsoorten/streefbeelden					
	beken bovenloop	beken middenloop	beken benedenloop	rivieren		
				Getijde Maas	Gestuwde Maas	Grensmaas
Beekprik	2+4+5	2+5				
Bermpje	2+4+5	2+5+6				
Rivierdonderpad	2+5	2+5				
Kleine modderkruiper	4+5	5				
Driedoornige stekelbaars	5	5	5			
Tiendoornige stekelbaars	5	5	5			
Riviergrondel	2+5	2+5	6			
Grote modderkruiper	5	5	5			
Paling	5	5	5			
Vetje		5				
Alver		5	5			
Baars		5	5			
Blankvoorn		5	5		1	
Giebel						
Kroeskarper		5	5			
Ruisvoorn		5	5			
Snoek		2+5	3+5	1	1	1
Zeelt		5	5			
Winde		2+5	5	1		1
Brasem			5			
Bittervoorn		5	5			
Karper						
Kolblei			5			
Meerval						
Pos			5			
Snoekbaars			5			
Beekforel	(2)*	(2)*				
Kopvoorn		2+5	5			
Kwabaal		2+5	5			
Serpeling	2	2+5	5			
Vlagzalm		(2)*				
Rivierprik				1	1	1
Elft						
Fint				1		
Houting						
Bot						
Zeeprik						
Zeeforel				1	1	1

(2)* : alleen voor beken met grindbeddingen (Keersop en Boven Dommel)
1 : RIZA; Watersysteem Verkenningen
2 : vereniging Dommelvisrecht/Waterschap De Dommel; Visstandbeheersplan Kempense beken (Run, Keersop, Beekloop, Boven-Dommel, Tongelreep, Sterkselse & Strijper Aa, Grootte & Buulder Aa)
3 : toekomstvisie "Mark en Vliet"
4 : bovenloop Goorloop (Sang en Goorkens)
5 : streefbeeld stroomgebied Mark en Vliet
6 : natuurontwikkeling Bavelsche Leij en Molenleij
: geselecteerde doelsoorten

3.1.2. Amfibieën

Het belangrijkste criterium voor de selectie van de doelsoorten voor amfibieën is dat ze voorkomen in en migreren via vochtige biotopen (met name in de beekdalen) en hierdoor gebruik kunnen maken van de natte EHS. De selectie van amfibieën is uitgevoerd aan de hand van de beschrijving van hun voorkomen in Noord-Brabant (Hoogewerf et al., 1992) en het verwachte gebruik van de Brabantse kanalen als migratieroute (Reitsma et al., 1992). De geselecteerde soorten zijn:

- Bruine kikker;
- Groene kikker complex;
- Gewone pad;
- Kleine watersalamander;
- Kamsalamander.

3.2. Habitat- en migratie-eisen van de doelsoorten

3.2.1. Vissen

Van de vele vormen van migratie van de doelsoorten (onder andere paaitrek, overwintering, kolonisatie, rekolonisatie, verplaatsing tussen verschillende leefgebieden, vlucht) komt de paaitrek en de daaraan gerelateerde migratie (de migratie van juveniele vissoorten van de paai- en opgroeigebieden naar de leef- en/of overwinteringsgebieden) verreweg het meeste voor. Deze vorm van migratie is daarom richtinggevend voor de knelpunten analyse en de oplossingsrichtingen. Bovendien mag worden verondersteld dat de knelpunten die worden geanalyseerd en de oplossingen die worden gekozen voor de aan de paaitrek gerelateerde migratie, grotendeels van toepassing zijn op de meeste andere vormen van migratie.

In deze visie is de natte EHS Brabantse kanalen geconcretiseerd door middel van de eisen die de doelsoorten stellen aan hun leefmilieu en migratieroutes. Hiertoe is het van belang over inzicht te beschikken in de habitateisen van de doelsoorten en hun migratie-eisen. Daarom is in bijlage I, aan de hand van zogenaamde Habitat Geschiktheids Index modellen, een beschrijving gegeven van de bekende habitateisen van de vissoorten in de levensstadia waarin ze migreren. Door middel van een kort literatuuronderzoek en een expertise oordeel is tevens voor de doelsoorten nagegaan onder welke fysische omstandigheden ze migreren (stroomsnelheden), waarom ze migreren, in welke periode van het jaar en op welk moment van de dag ze migreren en welke afstanden ze hierbij af kunnen leggen (bijlage II). Beide tabellen geeft een zo goed mogelijke indruk van de habitat- en migratie-eisen. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat deze eisen in werkelijkheid enigszins variëren door de invloed van predatie, toevalligheden, gedrag, watertemperatuur, turbulentie van het water en de conditie van de individuele vis.

De gegevens uit bijlage I en II zullen in een later stadium, als er oplossingen moeten worden aangedragen voor de knelpunten, een belangrijke rol gaan spelen. Dan kan met behulp van deze habitat- en migratie-eisen worden nagegaan in hoeverre de aangedragen oplossingen zinvol zijn.

Voor de nu volgende knelpuntenanalyse zijn niet alle habitat- en migratie-eisen van de doelsoorten die worden genoemd in bijlage I en II relevant. Bovendien is de vorm waarin de habitat- en migratie-eisen zijn gepresenteerd minder geschikt voor een analyse van de knelpunten. Daarom zijn deze tabellen vereenvoudigd tot habitat- en migratie-eisen die relevant zijn voor de natte EHS Brabantse kanalen en bruikbaar zijn voor een knelpunten analyse.

Bij de vereenvoudiging van de habitat- en migratie-eisen van de doelsoorten tot eisen die relevant zijn voor de EHS is verondersteld dat de EHS voor vissen bestaat uit een migratie-route tussen de verschillende leefgebieden in de beken en rivieren met daarin stapstenen die worden gebruikt als refugium (schuilplaats) en kunstwerken die een barrière vormen. Met behulp van deze definitie zijn de belangrijkste habitat- en migratie-eisen van de vissoorten ten aanzien van de natte EHS Brabantse kanalen als geformuleerd.

habitateisen
- voldoende groot en geschikt habitat dat als leefgebied of stapsteen kan fungeren;
- geschikt habitat tussen de stapstenen waarin de soort kan migreren.

migratie-eisen
- overbrugbare afstand tussen de leefgebieden en stapstenen;
- geen slecht passeerbare fysieke barrières tussen de leefgebieden en de stapstenen.

De habitateisen ten aanzien van de EHS zijn per doelsoort weergegeven in tabel 3.3. Het gaat er hier met name om welke biotopen:
- de voorkeur hebben (de doelsoorten kunnen langere tijd in deze biotopen overleven en dus kunnen deze biotopen als leefgebied of als stapsteen worden gebruikt tijdens de migratie);
- aan de minimale eisen voldoen (de doelsoorten kunnen korte tijd in deze biotopen overleven waardoor ze tijdens de migratie kunnen worden gebruikt als migratieroute);
- vrijwel zeker ongeschikt zijn (de doelsoorten zullen deze biotopen mijden waardoor deze biotopen niet worden gebruikt tijdens de migratie).

Hierbij is gebruik gemaakt van bijlage I en waar nodig is deze beschrijving aangevuld op basis van autecologische kennis.

Tabel 3.3. Meest relevante habitateisen ten aanzien van de natte EHS per doelsoort (afgeleid uit de habitateisen uit bijlage I en literatuuronderzoek)

soort	voorkeursbiotoop (dat kan fungeren als stapsteen tijdens migratie)	minimum biotoop (dat kan fungeren als migratieroute)	ongeschikt biotoop voor migratie
Beekprik	Langzaam tot snelstromende en ondiepe laaglandbeken met zeer zuurstofrijk en koud water. De bodem bestaat uit fijn zand met veel organisch materiaal afgewisseld met stenen of grindbanken.	Langzaamstromende benedenlopen van beken of kleine rivieren met matig diep tot diep, zuurstofrijk water en een bodem van fijn zand.	Stilstaand, zuurstofarm water met een bodem van slib.
Bermpje	Langzaamstromende en ondiepe laaglandbeken. De bodem bestaat vooral uit zand en is beschaduwd. Ook is beschutting aanwezig in de vorm van wortels of stenen.	Stilstaand tot langzaamstromend matig diep water met een bodem van zand en beschutting in de vorm van wortels of stenen.	Stilstaand, diep water met een bodem van slib.
Riviergrondel	Riviergrondel stelt geen hoge eisen aan zijn habitat en komt zowel in stilstaand als stromend, ondiep tot matig diep water voor. Het water is redelijk zuurstofrijk, helder. Zacht substraat wordt gemeden.	Stilstaand, matig diep tot diep water.	Zeer diep water.
Paling	Door het grote aanpassingsvermogen komt Paling voor in allerlei typen wateren met enige beschutting in de vorm van een zachte bodem, stenen, dood hout of emergente en submerse vegetatie.	Vrijwel alle wateren.	Vrijwel geen.
Blankvoorn	Blankvoorn is een opportunistische soort die zowel in stilstaand als stromend, matig diep tot diep water voorkomt.	Vrijwel alle wateren.	Vrijwel geen.
Snoek	Vooral stilstaand, maar ook langzaamstromend, ondiep tot matig diep, helder water met zowel emergente als submerse vegetatie.	Vrijwel alle wateren.	Vrijwel geen.
Winde	Zowel stilstaand als stromend, matig diep tot diep water met enige submerse of emergente vegetatie.	Vrijwel alle wateren.	Vrijwel geen.
Snoekbaars	Vooral stilstaand, maar ook langzaamstromend, diep, troebel water met een bodem van slib of zand.	Langzaam tot snelstromend, matig diep tot diep water.	Snelstromend, ondiep water.
Kopvoorn	Langzaam tot snelstromend, matig diep tot diep, zuurstofrijk en helder water met een bodem van slib, zand en grind en met submerse vegetatie.	Langzaamstromend, diep tot zeer diep water.	Stilstaand, ondiep en diep water.
Serpeling	Langzaam tot snelstromend, matig diep tot diep, zuurstofrijk en helder water met een bodem van zand en grind en met enige submerse vegetatie.	Langzaamstromend, diep tot zeer diep water.	Stilstaand, ondiep en diep water.

In tabel 3.4. zijn de migratie-eisen uit bijlage II herleid tot migratie-eisen die relevant zijn voor de EHS.

Tabel 3.4. Relevante migratie-eisen voor de EHS van de doelsoorten (afgeleid uit de migratie-eisen uit bijlage II en literatuuronderzoek)

soort	relevante migratie-eisen voor de EHS
Beekprik	De stroomopwaartse migratie van de paairijpe volwassen exemplaren beperkt zich tot kleine afstanden (enkele kilometers), vaak binnen het beeksysteem. Dit geldt ook voor de passieve stroomafwaartse migratie van de larven. Zeer snelstromende barrières zoals stuwen en mogelijk ook sifons kunnen voor de volwassen exemplaren een barrière vormen.
Bermpje	Over de migratie van Bermpjes is weinig bekend. Waarschijnlijk vindt migratie 's nachts plaats over kleine afstanden (1-2 km) binnen het beeksysteem. Door de geringe zwemcapaciteit zijn gladde snelstromende barrières zoals stuwen, bodemvallen en sifons een probleem. Ruwe oppervlakken met hoge stroomsnelheden kunnen wel worden gepasseerd.
Riviergrondel	Binnen iedere populatie Riviergrondels is tweederde honkvast en heeft de rest zwerfneigingen. De maximale zwemsnelheid is relatief hoog. Aangenomen wordt dat de dagelijkse migratie over relatief kleine afstanden plaats vindt (2-4 km).
Paling	De stroomopwaartse en afwaartse migratie van Paling vindt 's nachts plaats. De stroomafwaartse migratie in kanalen is vaak geen probleem. De stroomopwaartse migratie is sterk gerelateerd aan het debiet. Het schutregime van sluizen heeft door het tijdstip en de invloed van het debiet grote invloed op de migratie. De beperkte zwemcapaciteiten van Glasaal maken zeer snelstromende en gladde knelpunten (zoals stuwen) moeilijk passeerbaar. Dit kan echter worden gecompenseerd door de aanwezigheid van ruwe oppervlakken of een passeermogelijkheid over land. Door de geringe zwemsnelheid is de migratie-afstand per dag relatief klein (circa 2-4 km), de duur van de migratie is echter vrij lang, waardoor de totale afstand groot is.
Blankvoorn	Blankvoorns migreren in het voorjaar vooral 's avonds en 's nachts. In de paaiperiode migreren in korte tijd grote aantallen over relatief grote afstanden (5-10 km per dag). Uit onderzoek naar de sluizen bij Hagestein blijkt dat sluizen wel kunnen worden gepasseerd. Het onregelmatige schutregime kan echter de migratie belemmeren. Stroomsnelheid en debiet spelen hierbij waarschijnlijk een grote rol. Zeer snelstromende knelpunten (zoals stuwen) kunnen niet worden gepasseerd.
Snoek	Waarschijnlijk migreren paairijpe Snoeken vooral overdag. De afstanden die kunnen worden afgelegd zijn relatief groot (10-20 km per dag). Onduidelijk is in hoeverre sluizen een barrière vormen. Sifons en duikers worden moeilijk of niet gepasseerd door paairijpe Snoeken. Ook zeer snelstromende knelpunten zoals stuwen vormen een barrière.
Winde	Over de migratie van Winde is weinig meer bekend dan dat ze relatief grote afstanden af kunnen leggen op rivieren zoals de IJssel en de Vecht. Aangenomen wordt dat ze 10-15 km per dag kunnen halen. Zeer snelstromende knelpunten zoals stuwen zijn meestal een probleem. Evenals Blankvoorn kan Winde sluizen passeren.
Snoekbaars	Snoekbaars migreert vooral 's nachts en vroeg in de ochtend. Uit onderzoek naar de sluizen bij Hagestein blijkt dat sluizen kunnen worden gepasseerd. Stroomsnelheid en debiet spelen hierbij waarschijnlijk een grote rol. Zeer snelstromende knelpunten (zoals stuwen) kunnen niet worden gepasseerd.
Kopvoorn	De migratie van Kopvoorn is waarschijnlijk lokaal/regionaal (± 5 km per dag). Zeer snelstromende knelpunten zoals stuwen vormen een barrière. Sluizen zijn waarschijnlijk passeerbaar.
Serpeling	De migratie van Serpeling is evenals de Kopvoorn waarschijnlijk lokaal/regionaal. Zeer snelstromende knelpunten zoals stuwen vormen een barrière. Sluizen zijn waarschijnlijk passeerbaar.

3.2.2. Amfibieën

Amfibieën gebruiken in de loop van het jaar verschillende leefgebieden (deelbiotopen) die meestal ruimtelijk van elkaar gescheiden zijn. De verschillende deelbiotopen verschillen per soort en/of per sekse en/of per ontwikkelingsstadium (larve, juveniel en volwassen). Voor amfibieën zijn de verplaatsingsmogelijkheden tussen de verschillende deelbiotopen van groot belang.

In tabel 3.5. zijn de habitat- en migratie-eisen van amfibieën weergegeven. Omdat amfibieën zich vooral over land verplaatsen zijn er geen fysische barrières in de kanalen zoals stuwen en sluizen. Wel kunnen er andere knelpunten optreden, zoals bijvoorbeeld het kanaal zelf. Daarom is in tabel 3.5. tevens een aanduiding van de mogelijke knelpunten voor amfibieën opgenomen.

Tabel 3.5. Overzicht van de habitat en migratie-eisen van amfibieën met een aanduiding van de knelpunten (naar Reitsma, 1992 en Smit, 1973)

soort	home range	dispersie vermogen	specifieke biotoopeisen migratie	barrière water	barrière land	aanvullende maatregelen	essentiële maatregelen
Bruine kikker	± 800 m	over land tot 1,5 km, redelijk zwemmend	structuurrijke (vochtige) vegetatie	steile gladde oevers	met name provincie en rijkswegen	biotoop als stapsteen, verbonden door corridor	uittreemogelijkheid kanalen en paddentunnels
Groene kikker complex	± 800 m	over land tot 2 km, redelijk zwemmend	water en structuurrijke moerasvegetatie	idem	idem	verbonden door corridor	biotoop als stapsteen, uittreemogelijkheid kanalen en paddentunnels
Gewone pad	1-1,5 km	1-3 km	structuurrijke vegetatie	idem	idem	biotoop als stapsteen, verbonden door corridor	uittreemogelijkheid kanalen en paddentunnels
Kleine watersalamander	150-400 m	< 1 km	rijkbegroeide poelen en sloten	idem	idem	verbonden door corridor	biotoop als stapsteen, uittreemogelijkheid kanalen en paddentunnels
Kamsalamander	150-400 m	< 1 km, zeer honkvast, in drassige omgeving sterke migratie	vochtige en moerassige corridors tussen vrij grote begroeide poelen	idem	idem		biotoop als stapsteen, verbonden door corridor, uittreemogelijkheid kanalen en paddentunnels

: gemeentelijke wegen vormen in het voorjaar als er voortplantingsgebieden in de buurt liggen een barrière.

Voor alle soorten amfibieën kan het begrip home range en dispersie vermogen worden samengevoegd tot één randvoorwaarde ten aanzien van de EHS: de afstand tussen de stapstenen. Voor een stabiele populatie amfibieën met een hoge overlevingskans bedraagt de maximale afstand tussen de stapstenen circa 300-400 m (mond. meded. G. Hoogerwerf).

3.3. Begeleidende doelsoorten

Hoewel er in eerste instantie biotopen worden onderscheiden die van belang zijn voor de migratie van verschillende vissoorten en amfibieën, zullen ook andere organismen gebruik maken van deze biotopen als leefgebied of migratieroute. Per biotoop en/of watertypen is in tabel 3.6. op basis van literatuur en autecologische kennis aangegeven welke begeleidende vissoorten en overige organismen (macrofauna, amfibieën, vogels, zoogdieren, waterplanten en oevervegetatie) als het ware kunnen meeliften of meeprofiteren met de ontwikkeling van biotopen voor (vis)doelsoorten bij de realisatie van de natte EHS Brabantse kanalen. Deze lijst met begeleidende soorten is slechts een samenvatting van het werkelijke aantal soorten dat in de biotopen voor kan komen.

Tabel 3.6. Biotopen en begeleidende organismen (macrofauna, zoogdieren, vogels, waterplanten en oevervegetatie (IBN-DLO, 19..).

biotoop/watertype	belangrijkste doelsoorten	belangrijkste begeleidende vissoorten	enkele begeleidende soorten
Langzaam tot snelstromende en ondiepe tot matig diepe laaglandbeken (bovenlopen en middenlopen)	Bermpje Beekprik Kamsalamander	Rivierdonderpad Riviergrondel Paling Tiendoornige stekelbaars Driedoornige stekelbaars Kleine modderkruiper	Dotterbloem Waterviolier Beekjuffer Vlokreeft Kokerjuffer (*Ironoquia dubia*) Haften (*Heptagenia sp.*) Steenvliegen (*Nemoura sp.*) IJsvogel
Relatief groot, stilstaand of stromend, matig diep tot diep water met enige submerse vegetatie en/of emergente vegetatie (middenlopen, benedenlopen, rivieren en kanalen)	Blankvoorn, Winde Bruine kikker Gewone pad	Riviergrondel Paling Alver Baars Brasem Kolblei Pos Snoekbaars	Rivierfonteinkruid Watergentiaan Gele plomp Riet Rietgras Schietmot Driehoeksmossel Fuut Woelrat
Vooral stilstaand maar ook langzaamstromend, ondiep tot matig diep, helder water met zowel emergente als submerse vegetatie (middenlopen, benedenlopen, rivieren en kanalen)	Snoek Groene kikker Kleine watersalamander	Blankvoorn Paling Kleine modderkruiper Grote modderkruiper Tiendoornige stekelbaars Driedoornige stekelbaars Vetje Kroeskarper Ruisvoorn Zeelt	Chara's Gedoornd hoornblad Fonteinkruiden Liesgras Egelskop Geelgerande watertor Bootsmannetje Waterschorpioen Waterspitsmuis Knobbelzwaan
Vooral stilstaand, maar ook langzaamstromend, diep, troebel water met een bodem van slib of zand (benedenlopen, rivieren en kanalen)	Snoekbaars	Brasem Pos Kolblei	Dansmug Meerkoet
Langzaam tot snelstromend, matig diep tot diep, zuurstofrijk en helder water met een bodem van slib, zand en grind en met submerse vegetatie (middenlopen, benedenlopen en rivieren)	Kopvoorn Serpeling	Riviergrondel Paling Blankvoorn Winde Baars	Vlottende Waterrannonkel Rivierkreeft Eéndagsvliegen Haften (*Siphlonurus sp*) Kokerjuffers (*Hydropsyche contubernalis*)

Om een aantal redenen vervullen de Noord-Brabantse kanalen een minder belangrijke rol als migratieroute voor deze begeleidende soorten dan voor de doelsoorten. De meeste begeleidende plantensoorten zijn voor de verspreiding van hun zaden afhankelijk van de wind, van vogels en zoogdieren en de stroming van water. De migratie van planten via water kan ook in de natuurlijke situatie alleen stroomafwaarts plaatsvinden en wordt niet gehinderd door de kanalen. De migratie van de begeleidende soorten door wind en dieren (vogels en zoogdieren) geschiedt in alle richtingen en is slechts voor een klein deel afhankelijk van de lijnvormige natte EHS Noord-Brabantse kanalen. Het succes van deze vorm van migratie is daardoor sterk afhankelijk van de gehele ecologische hoofdstructuur in Noord-Brabant. Van de overige begeleidende doelsoorten kan een groot aantal soorten (met name vogels en macro-evertebraten) via de lucht migreren. Ook deze migratie is niet gebonden aan de natte EHS Noord-Brabantse kanalen en kan alleen worden beoordeeld in samenhang met de gehele EHS.

4. KNELPUNTENANALYSE

Door de huidige situatie (waarin fysieke barrières voorkomen en biotopen ontbreken) te confronteren met de habitat- en migratie-eisen van de doelsoorten is nagegaan welke onderdelen van de natte EHS Noord-Brabantse kanalen een belemmering kunnen vormen voor de migratie van de doelsoorten. Hierbij is onderscheid gemaakt in twee typen knelpunten:
- fysieke barrières (de zogenaamde migratieknelpunten);
- het ontbreken van biotopen met de functie verbindingszone/stapsteen (habitatknelpunten).

Voor een goede beeldvorming over de ligging van de kanalen in het watersysteem van Noord-Brabant is er allereerst een algemene beschrijving van de huidige situatie gegeven. Vervolgens is op basis van een gedetailleerde inventarisatie van de fysieke barrières en de ontbrekende biotopen een knelpunten analyse gemaakt.

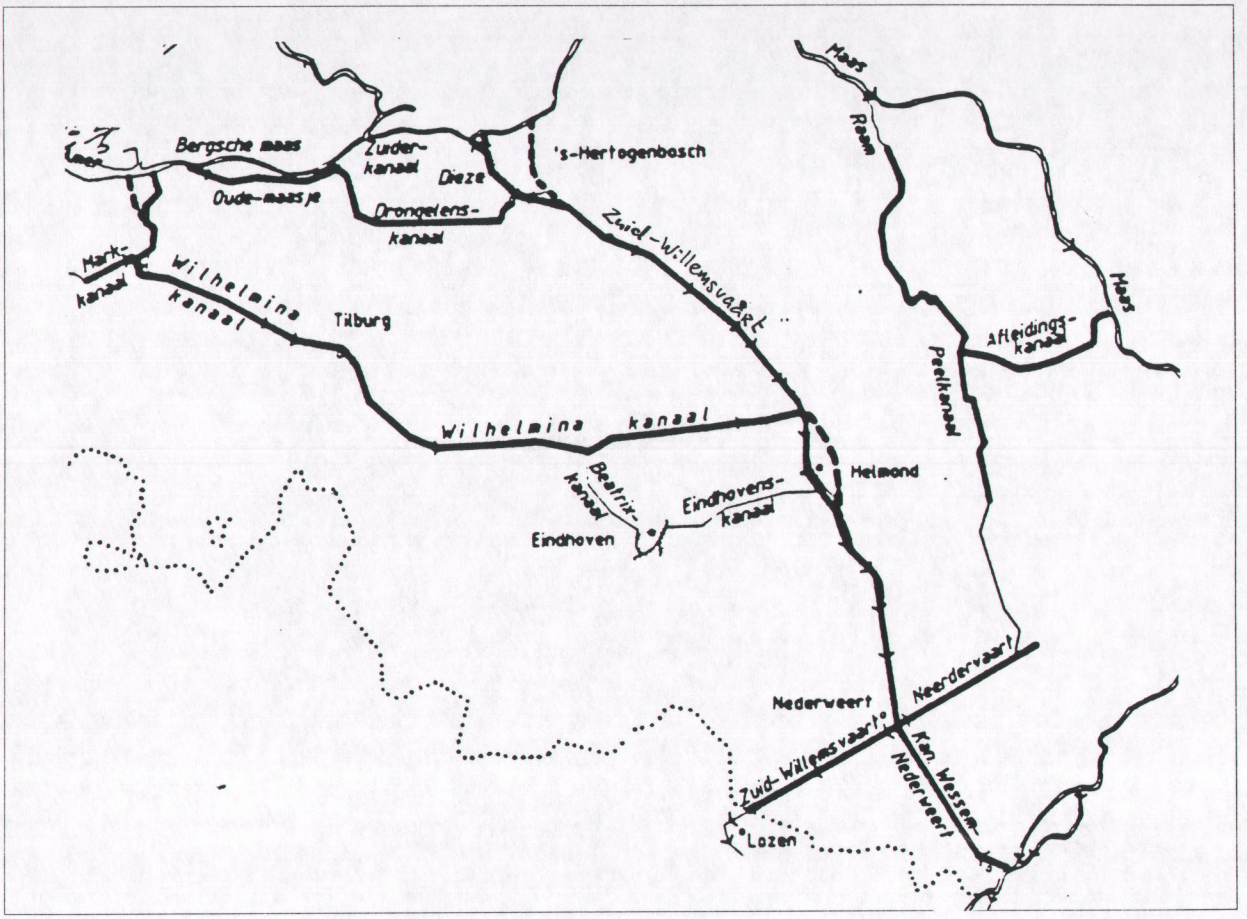
4.1. Beschrijving van het kanalen- en bekensysteem

Voor de volledigheid is de knelpunten analyse uitgevoerd voor de migratie- en habitatknelpunten die worden veroorzaakt door alle Brabantse kanalen. Omdat de eventuele maatregelen om de knelpunten op te lossen alleen kunnen worden uitgevoerd door de beheerder van het knelpunt is de uitwerking naar oplossingsrichtingen en maatregelen alleen uitgevoerd voor de Noord-Brabantse kanalen die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant en die tot het Waterhuishoudkundig hoofdsysteem horen. Dit zijn de volgende kanalen:
- Zuid-Willemsvaart (Grens Limburg/Noord Brabant-Dieze);
- Dieze;
- Kanaal Henriëttewaard-Engelen;
- Buitenpand Wilhelminakanaal;
- Wilhelminakanaal;
- Markkanaal.

De topografische situatie van de bovengenoemde Brabantse kanalen en de belangrijkste beken en beeksystemen is weergegeven in afbeelding 4.1. De twee beeld bepalende kanalen van het kanalenstelsel in Noord-Brabant zijn het Wilhelminakanaal (WHK) en de Zuid-Willemsvaart (ZWV). Het WHK loopt van oost naar west en doorsnijdt hierdoor enkele Brabantse bekenstelsel (Donge, De Leij, Reusel, Beerze, Dommel en Goorloop) die juist vanaf de hoge zuidelijke dekzanden naar de noordelijk gelegen Maas stromen. De ZWV loopt van zuid naar noord en loopt vrijwel parallel aan een van de belangrijkste stroomgebieden van Noord-Brabant, de Aa.

Zowel het waterpeil in het WHK als in de ZWV verschilt over het algemeen zeer sterk van de waterpeilen in de beken. Slechts op drie plaatsen wateren de grotere beeksystemen (Donge en de Aa (2x)) via een stuw of sluis met een deel van hun afvoer af op de kanalen. Daarnaast zijn er nog een klein aantal minder relevante beken die (periodiek) water lozen op of onttrekken uit de kanalen. In verreweg de meeste gevallen lopen de beken via een sifon onder de kanalen door. De kanalen vormen hierdoor een autonoom van de beken gescheiden watersysteem. Het Drongelenskanaal (vanaf 01-01-1997 in beheer bij het Waterschap de Maaskant) vormt hierop een uitzondering en dient primair voor de afvoer van water uit het stroomgebied van de Dommel, de Aa en de Zandleij.

Afbeelding 4.1. Overzicht topografische situatie Brabantse kanalen en beken



4.2. Knelpuntenanalyse voor vissen

4.2.1. Migratieknelpunten

Allereerst zijn de potentiële migratieknelpunten van vissen geanalyseerd. Hiervoor is in vier stappen geïnventariseerd welke fysieke barrières de verschillende vissoorten tegen komen tijdens hun migratie:

1. Als eerste is nagegaan waar de potentiële leefgebieden liggen van de verschillende vissoorten. Hiervoor is op een provinciale kaart, met daarop alle waterlopen, aangegeven waar de boven-, midden- en benedenlopen van beken, rivieren en kanalen zich bevinden (bijlage III). Uit tabel 3.1. kan vervolgens worden afgeleid welke doelsoorten deze watertypen als potentieel leefgebied kunnen gebruiken. De indeling van de beken in boven-, midden- en benedenlopen is afgeleid van de hydro- morfologische kenmerken van de beek (deskundigheidsoordeel) en indien bekend de samenstelling van de visstand (Semmekrot, 1991; Semmekrot, 1992; Quak, 1989). De indeling blijft echter enigszins arbitrair.
2. Vervolgens is per doelsoort nagegaan welke migratieroutes de verschillende leefgebieden verbinden. Hierbij is rekening gehouden met de biotopen die ongeschikt zijn voor de migratie van de betreffende doelsoort (tabel 3.3.).
3. Met behulp van het regionaal beheersplan Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen, de wegwijzer voor de binnenscheepvaart en de beheersplannen van de waterschappen is de ligging van mogelijke fysieke barrières voor de doelsoorten (schutsluizen, sifons, sluizen, gemalen, stuwen en dammen) geïnventariseerd (bijlage IV).
4. Door stap 2 en 3 te combineren is voor iedere fysieke barrière nagegaan voor welke doelsoorten het een potentiëel migratieknelpunt is tijdens de migratie tussen de leefgebieden (bijlage V) en is voor de verschillende typen vismigratiebarrières of knelpunten nagegaan hoe vaak het voor de doelsoorten mogelijk een knelpunt is (tabel 4.1.).

Tabel 4.1. Het aantal potentiële vismigratieknelpunten per doelsoort in Noord-Brabant

vissoort	typen potentiële migratieknelpunten				
	sifon	stuw	(schut)sluis	poldergemaal	dam
Beekprik	22	-	-	-	-
Bermpje	22	-	-	-	-
Riviergrondel	22	5	26	4	2
Paling	22	5	26	4	2
Blankvoorn	16	4	26	3	2
Snoek	16	4	26	3	2
Winde	16	4	26	3	2
Snoekbaars	1	-	25	3	-
Kopvoorn	15	-	2	2	1
Serpeling	15	-	2	2	1

In hoeverre een potentieel knelpunt een belemmering is voor de migratie, is afhankelijk van de passeerbaarheid van het knelpunt en dus van de migratie-eisen van de betreffende vissoorten. In tabel 4.2. is op basis van de omschreven migratie-eisen (tabel 3.4.) en een deskundigheidsoordeel per doelsoort aangegeven in hoeverre de verschillende typen knelpunten passeerbaar zijn.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat over de passeerbaarheid van sifons vrijwel niets bekend is. Factoren die de migratie door sifons mogelijk beperken zijn waarschijnlijk de stroomsnelheid en het ontbreken van licht. Alleen van Snoek is met vrij grote zekerheid bekend dat deze niet migreert door duikers als er geen licht door schijnt (Raat, 1988). Aangenomen wordt dat dit ook in zekere mate geldt voor andere op licht georiënteerde pelagische vissen (dit zijn vissen die de bodem mijden en sommige soorten houden zich bij voorkeur op in de buurt van het wateroppervlak, voorbeelden hiervan zijn Winde, Kopvoorn en Serpeling) en in mindere mate voor bodemvissen die licht juist ontwijken (Snoekbaars, Riviergrondel, Bermpje, Beekprik). In de kleinere sifons neemt het natte oppervlak af en de stroomsnelheid toe. Hierdoor kunnen deze sifons moeilijk passeerbaar zijn voor slechte zwemmers (Bermpje en Beekprik). De enige soort waarvan mag worden aangenomen dat zowel licht als stroomsnelheid waarschijnlijk niet beperkend is, is Paling.

Tabel 4.2. Passeerbaarheid per doelsoort en type knelpunt

doelsoort	sifon	stuw	(schut)sluis	poldergemaal	dam
Beekprik	4	5	4	5	5
Bermpje	4	5	4	5	5
Riviergrondel	3	5	3	5	5
Paling	2	3	3	4	4
Blankvoorn	3	5	3	5	5
Snoek	5	5	3	5	5
Winde	4	4	3	5	5
Snoekbaars	3	5	3	5	5
Kopvoorn	4	4	3	5	5
Serpeling	4	5	3	5	5

Hierbij is de volgende classificatie gebruikt:
1 : geen knelpunt;
2 : waarschijnlijk geen knelpunt;
3 : mogelijk een knelpunt;
4 : waarschijnlijk een knelpunt;
5 : knelpunt.

Met behulp van de passeerbaarheid van de verschillende typen knelpunten (tabel 4.2.) en het aantal potentiële vismigratieknelpunten per geselecteerde vissoort (tabel 4.1.) kan per doelsoort en per type knelpunt worden nagegaan hoe groot de barrièrewerking is. Hiervoor is de passeerbaarheid per vissoort uit tabel 4.2. vermenigvuldigd met het aantal knelpunten in tabel 4.1. Het resultaat is weergegeven in tabel 4.3. Deze tabel geeft aan:
- in hoeverre de migratie van de betreffende soort door een bepaald type knelpunt wordt beperkt (de belangrijkste typen knelpunten per vissoort zijn grijs gearceerd);
- in hoeverre de migratie van de betreffende soort door de Noord-Brabantse kanalen wordt beperkt (laatste kolom);
- welk type knelpunt de migratie van de doelsoorten het meest beperkt (laatste rij).

Bij het vaststellen van de barrièrewerking is geen rekening gehouden met de hoeveelheid leefgebied die door de knelpunten wordt ontsloten.

Tabel 4.3. Barrièrewerking per type knelpunt en per doelsoort

doelsoort	sifon	stuw	(schut)sluis	poldergemaal	dam	totaal
Beekprik	88	-	-	-	-	**88**
Bermpje	88	-	-	-	-	**88**
Riviergrondel	66	25	78	20	10	**199**
Paling	44	15	78	16	8	**161**
Blankvoorn	48	20	78	15	10	**171**
Snoek	80	20	78	15	10	**203**
Winde	64	16	78	15	10	**183**
Snoekbaars	3	-	75	15	-	**93**
Kopvoorn	60	-	6	10	5	**81**
Serpeling	60	-	6	10	5	**81**
totaal	**601**	**96**	**477**	**116**	**58**	

Uit tabel 4.3. blijkt dat de sifons (in beheer bij de Waterschappen) het grootste knelpunt vormen voor de migratie tussen beken onderling en beken en rivieren.

De migratie tussen de "potentiële" leefgebieden van de Beekprik en het Bermpje, in de boven- en middenlopen van de beeksystemen, door de Brabantse kanalen wordt alleen belemmerd door de aanwezigheid van sifons. De kanalen zelf kunnen door de ongeschiktheid van het biotoop niet als migratieroute fungeren voor deze soorten.

De migratie tussen de "potentiële" leefgebieden van de Kopvoorn en de Serpeling in de midden- en benedenlopen en de grote rivieren wordt naast de sifons in de middenlopen ook belemmerd door twee sluizen, twee poldergemalen en een dam in de (bevaarbare) benedenlopen van de beken. Door hun ligging in de benedenloop ontsluiten deze knelpunten een groot deel van het leefgebied en vormen derhalve een grotere barrière dan uit de tabel blijkt. Ook voor deze soorten spelen de kanalen zelf door de ongeschiktheid van het habitat geen rol als migratieroute.

De overige soorten (Riviergrondel, Paling, Blankvoorn, Snoek, Winde en Snoekbaars) kunnen zowel de beken als de kanalen als migratieroute gebruiken. Bij migratie door het beeksysteem is de barrièrewerking van de verschillende typen knelpunten vrijwel gelijk aan de bovengenoemde beekvissen. Indien deze soorten gebruik willen maken van de kanalen als verbindingszone tussen de beken en rivieren treden er twee typen knelpunten op:
1. de barrières in de kanalen;
2. de barrières tussen de beken en de kanalen.

De barrières in de Brabantse kanalen zijn vooral het grote aantal schutsluizen (n = 24). Omdat de schutsluizen beperkt passeerbaar zijn voor de meeste vissoorten, is met name het grote aantal schutsluizen een probleem bij de migratie over lange afstanden (zoals bij de migratie tussen beken en rivieren).

De barrières tussen de beken en kanalen zijn weliswaar veel minder in aantal, maar vormen in feite een groter knelpunt dan de sluizen. Migratie vanuit de kanalen naar de beken is alleen mogelijk als de beek in het kanaal stroomt en dit is op een zeer beperkt aantal locaties het geval. Hierdoor kan slechts een klein deel van de leefgebieden in de beken door de kanalen worden ontsloten. Bovendien zijn de barrières op deze locaties in vergelijking met de schutsluizen in de kanalen relatief moeilijk passeerbaar.

De resultaten van de bovenstaande analyse geven een indicatie van de migratieknelpunten in de Brabantse kanalen op basis van de beschikbare kennis. Er moet echter worden opgemerkt dat er enkele omissies zijn in de kennis over vismigratie, waardoor het moeilijk is om een goede inschatting te maken over:
- de migratieroutes die de vissoorten zullen gebruiken tussen de verschillende leefgebieden;
- de passeerbaarheid van sluizen en sifons voor de vissoorten.

4.2.2. Habitatknelpunten

Op basis van de habitateisen in tabel 3.3. en de habitatkenmerken van de kanalen is per vissoort nagegaan of er sprake is van habitatknelpunten in de natte EHS Brabantse kanalen. De resultaten zijn hieronder weergegeven.

- **Beekprik, Bermpje, Kopvoorn en Serpeling**
  De habitateisen van Beekprik, Bermpje, Kopvoorn en Serpeling verschillen zeer sterk met de omstandigheden in de kanalen. Hieruit is geconcludeerd dat deze soorten de kanalen waarschijnlijk zullen mijden en dus geen of zeer beperkt gebruik maken van de kanalen als migratieroute. Deze conclusie is in overeenstemming met het geringe aantal waarnemingen van deze vissoorten in stilstaande wateren en kanalen in Nederland (De Nie, 1995).

- **Snoekbaars en Paling**
  Het (voorkeurs)biotoop van Snoekbaars en Paling komt wel overeen met het habitat in het kanaal zelf. Deze soorten kennen derhalve geen of een zeer beperkt aantal habitatknelpunten ten behoeve van migratie. Ook dit is in overeenstemming met de huidige verspreiding van deze soorten in de Noord-Brabantse kanalen (De Nie, 1995).

- **Winde en Blankvoorn**
  Winde en Blankvoorn hebben een voorkeur voor relatief groot water met enige submerse vegetatie en/of emergente vegetatie. Het voorkomen van vegetatie is echter niet noodzakelijk. Mede aan de hand van het frequente voorkomen van deze soorten in kanalen mag worden geconcludeerd dat migratie op basis van deze habitatvoorkeur geen probleem hoeft te zijn. Dit neemt niet weg dat de aanwezigheid van matig diepe zones met submerse en emergente vegetatie (bijvoorbeeld zwaaikommen) een positief effect heeft op de kwaliteit van de migratieroute voor deze soorten.

- **Riviergrondel en Snoek**
  Alleen Rivergrondel en Snoek kunnen gebruik maken van de kanalen als migratieroute en hebben een voorkeurshabitat dat niet geheel overeenkomt met het kanaalhabitat. Voor deze soorten is daarom nagegaan of, en zo ja, waar habitatknelpunten op kunnen treden.

In bijlage VI zijn de mogelijke stapstenen (met name natuurvriendelijke oevers; NVO's) kort beschreven en in bijlage VII is aangegeven waar ze zijn gelokaliseerd. Per traject is op basis van de habitateisen uit tabel 3.3. een inschatting gemaakt welke van de twee vissoorten deze NVO's mogelijk als "stapsteen" kunnen gebruiken.

Per soort is met de afstand tussen de stapstenen en de maximale afstand die per dag kan worden aangelegd aangegeven of er stapstenen ontbreken.

Snoek is in staat om relatief grote afstanden af te leggen door het kanaal (10-20 km) zonder dat daarbij het voorkeursbiotoop als stapsteen wordt gebruikt. Door het relatief grote aantal NVO's die geschikt zijn als biotoop voor Snoek is er in het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart waarschijnlijk geen tekort aan stapstenen voor migratie.

In de overige kanalen (Peelkanaal en Markkanaal) is er wel een tekort aan stapstenen, maar door de geringe lengte van deze kanalen is dit tekort beperkt. In tegenstelling tot het aantal stapstenen, is de kwaliteit, de bereikbaarheid en het oppervlak van de stapstenen in veel gevallen echter onvoldoende. De meest voorkomende knelpunten zijn:
- de geringe diepte van veel natuurvriendelijke oevers waardoor het habitat minder geschikt is;
- het geringe oppervlak van de stapstenen, waardoor er naast de standpopulatie te weinig habitat beschikbaar voor het migrerende deel van de populatie;
- de kleine en het geringe aantal openingen in de damwand voor de NVO's waardoor het habitat moeilijk bereikbaar is.

In tegenstelling tot Snoek kent de Riviergrondel wel een tekort aan stapstenen. Door de relatief korte afstanden die deze vissoort af kan leggen liggen veel stapstenen te ver uit elkaar. Alleen in het zuidelijke deel van de Zuid-Willemsvaart en het westelijke deel van het Wilhelminakanaal is de afstand tussen de mogelijke stapstenen voor Riviergrondel net voldoende. De afstand tussen de stapstenen is waarschijnlijk niet alleen te groot voor de Riviergrondel, maar mogelijk ook voor andere vissoorten in de kanalen met een beperkte zwemcapaciteit en een van het kanaalhabitat afwijkende habitatvoorkeur (bijvoorbeeld kroeskarper, ruisvoorn en zeelt).

Daarnaast gelden ook voor de Riviergrondel waarschijnlijk de knelpunten ten aanzien van de kwaliteit en de bereikbaarheid van de stapstenen. Aangezien de Riviergrondel minder voorkomt, veel kleiner is, in scholen leeft en niet kannibalistisch is, speelt de grootte van het habitat een minder belangrijke rol.

Ook ten aanzien van de habitatknelpunten moet voor de volledigheid worden opgemerkt dat door omissies in de kennis over de habitatvoorkeur en het migratiegedrag van de vissoorten, de analyse van de habitatknelpunten een aantal onzekerheden kent. Voor de meeste vissoorten is niet goed bekend:
- hoe groot de afstand is die ze per dag af kunnen leggen;
- in hoeverre vissen stapstenen nodig hebben als refugium tijdens de migratie;
- hoe groot deze stapstenen moeten zijn om hun functie te kunnen vervullen;
- in hoeverre de bereikbaarheid van een stapsteen een rol speelt.

4.2.3. Overige knelpunten

Behalve de reeds genoemde habitat- en migratieknelpunten is ook de gemiddelde stroomsnelheid in het kanaal te laag voor een duidelijke op de stroming georiënteerde migratie zoals die in beken en rivieren plaats vindt (Pavlov, 1989). Dit bemoeilijkt de migratie door de kanalen (vanuit de rivieren naar de bovenstrooms gelegen paai- en opgroeigebieden), waardoor de migratie van vis mogelijk beperkt blijft tot de visgemeenschap binnen het kanaalsysteem zelf. Indien dit zo is, bevestigt dit de gedachte dat niet de bereikbaarheid van de paai- en opgroeigebieden buiten het kanaal het probleem is, maar de beperkte aanwezigheid van paai- en opgroeigebieden voor de autochtone visgemeenschap in het kanaalsysteem.

4.2.4. Conclusies knelpunten voor vissen

Op grond van de bovenstaande knelpunten analyses zijn de volgende conclusies getrokken ten aanzien van de migratieknelpunten en de habitatknelpunten.

migratieknelpunten

- De belangrijkste migratieknelpunten tussen de beken en de rivieren zijn waarschijnlijk de sifons onder de kanalen. Onduidelijk is echter voor welke vissoorten en in hoeverre sifons een knelpunt vormen. Onderzoek naar de passeerbaarheid van sifons voor de verschillende vissoorten is derhalve noodzakelijk.

- De migratie van de beken naar de rivieren en vice versa wordt in Midden- en Oost-Brabant vooral beperkt door een groot aantal sifons, de spuisluis in de Oude Dieze en de schutsluis het kanaal Henriëttewaard-Engelen en het poldergemaal in Nieuwe Raammond.

- In West-Brabant (stroomgebied van de Mark en Vliet) zijn het poldergemaal op het Zuidafwateringskanaal en het sifon van de Donge onder het WHK de belangrijkste knelpunten.

- De schutsluizen in de Brabants kanalen zijn vooral een knelpunt voor de vissoorten die migreren binnen het kanaalsysteem zelf en in veel mindere mate voor de vissoorten die migreren tussen de beken en rivieren.

- Migratie door schutsluizen is waarschijnlijk voor alle vissoorten mogelijk, maar wordt beperkt door het debiet van de lokstroom, het aantal schuttingen en de periode (dagdeel en maand) waarin dit gebeurt.

- De beken zijn de belangrijkste migratie routes tussen de leefgebieden van de doelsoorten. De Brabantse kanalen kennen een groot aantal migratieknelpunten. Door het afwijkende habitat en het beperkte aantal verbindingen tussen de kanalen en beken vormen deze knelpunten echter nauwelijks een belemmering voor de migratie van vis. Het is daarom twijfelachtig of de kanalen zelf structureel bij kunnen dragen aan een verbetering van de natte EHS in Noord-Brabant voor vissen in de beken en kanalen. Bovendien is een 'open' verbinding tussen beken en kanalen ongewenst vanwege de aanvoer van gebiedsvreemd kanaalwater met een afwijkende ongewenste fysisch/chemische en biologische samenstelling.

habitatknelpunten

- Door de geringe potenties van de kanalen als natte EHS voor vissen is de vraag gerechtvaardigd of er überhaupt wel habitatknelpunten zijn die de migratie van vis beperken.

- Indien toch wordt vastgesteld dat er sprake is van een natte EHS Brabantse kanalen voor vissen treden de habitatknelpunten in de kanalen vooral op voor Riviergrondel en Snoek, in veel mindere mate voor Blankvoorn en Winde en niet voor Paling en Snoekbaars. De habitateisen van de overige vissoorten wijken zo sterk af van de omstandigheden in de kanalen dat zij geen of slechts zeer beperkt gebruik maken van de kanalen als migratieroute.

- Voor Snoek is niet het aantal, maar waarschijnlijk vooral de kwaliteit, het oppervlak en de bereikbaarheid van de stapstenen een knelpunt. Voor Riviergrondel (en mogelijk ook andere vissoorten) is naast de kwaliteit en de bereikbaarheid, vooral het aantal stapstenen een probleem.

4.3. Knelpuntenanalyse voor amfibieën

4.3.1. Migratieknelpunten

Zoals uit de opsomming van habitat- en migratie-eisen blijkt (tabel 3.5.) kunnen ook amfibieën fysieke barrières (zoals wegen en steile oevers) tegen komen tijdens de migratie. Deze migratieknelpunten van amfibieën zijn in twee stappen geanalyseerd:

1. Ook voor amfibieën geldt dat de EHS vooral is bedoeld voor de migratie tussen de verschillende leefgebieden. Daarom is allereerst nagegaan welke natuurkerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden waardevol zijn voor amfibieën en verbonden zouden moeten worden door de natte EHS (bijlage VII).

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van de inventarisatie van waardevolle gebieden voor amfibieën en reptielen uit het provinciale natuurbeleidsplan en de inventarisatie van herpetofauna in Noord-Brabant (Hoogewerf et al., 1992).

2. Vervolgens is nagegaan welke potentiële migratieroutes volgens de groene hoofdstructuur van Noord-Brabant tussen deze natuurkerngebieden liggen en de kanalen kruisen. De migratie-eisen die zijn weergegeven in tabel 3.5. (de habitat- en migratie-eisen van amfibieën) zijn vergeleken met de omstandigheden op deze locaties. Op basis van deze vergelijking zijn in paragraaf 4.3.3. de knelpunten geformuleerd.

4.3.2. Habitatknelpunten

Habitatknelpunten voor amfibieën treden alleen op als de kanalen ook werkelijk kunnen worden gebruikt als verbindingszone voor amfibieën. Het gebruik van de kanaaloevers als verbindingszone wordt bepaald door twee criteria:

- Het doel van een verbindingszone is het verbeteren van de migratiemogelijkheden tussen twee leefgebieden. Het kanaaltraject moet daarom tussen twee voor amfibieën belangrijke natuurkerngebieden of natuurontwikkelingsgebieden liggen.
- De voor amfibieën belangrijke natuurkerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden en de verbindingszones daartussen liggen over het algemeen in de vochtige beekdalen. Het kanaal zal alleen goed als verbindingszone functioneren als er geen beter en "natuurlijker" alternatief is via de beekdalen.

Op basis van deze criteria kunnen de kanaaltrajecten worden geselecteerd waar habitatknelpunten op kunnen treden. Vervolgens kan met behulp van tabel 3.6. worden nagegaan welke reeds aanwezige biotopen langs de geselecteerde kanalentrajecten als stapsteen voor deze amfibieën kunnen functioneren (bijlage VII). Uit tabel 3.6. is afgeleid dat de maximale afstand tussen de stapstenen circa 300-400 m bedraagt voor de geselecteerde doelsoorten. Indien de afstand tussen twee voor amfibieën geschikte biotopen (zie bijlage VII) groter is dan deze afstand is er sprake van een habitatknelpunt.

4.3.3. Conclusies knelpunten amfibieën

Uit de analyse van habitat- en migratieknelpunten voor amfibieën zijn de volgende conclusies getrokken:

- Op 7 locaties kruisen de belangrijkste verbindingszones voor amfibieën de kanalen die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat en op twee locaties de overige kanalen. Op een klein aantal van deze locaties zijn NVO's en fauna-uitstapplaatsen (FUP's) aangelegd. Op de overige locaties zijn de steile oevers van het kanaal en de wegen langs het kanaal nog steeds een potentieel migratieknelpunt voor amfibieën.
- In bijlage VII zijn de belangrijkste natuurkerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden voor amfibieën weergegeven. Met rode pijlen zijn de potentiële migratieroutes via de beekdalen aangegeven. Uit dit overzicht komt duidelijk naar voren dat vrijwel alle belangrijke natuurkerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden voor amfibieën met elkaar (kunnen) worden verbonden door de van nature aanwezige beekdalen. Het kanaal als verbindingszone speelt een minder belangrijke rol. Wel kunnen de kanalen (en de daar parallel aan gelegen kwel- en zaksloten) een niet te verwaarlozen rol spelen als alternatieve verbindingszone in de natte EHS voor amfibieën dwars op de beekdalen. Deze alternatieve verbindingszone is een aanvulling op de noodzakelijke natte EHS via de beekdalen. De criteria waar deze alternatieve verbindingszone aan moet voldoen zijn weergegeven in tabel 3.6.

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN EN RANDVOORWAARDEN

Voor de geanalyseerde knelpunten die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat (dit zijn met name de benedenstroomse sluizen en de steile oevers) worden in deze visie concrete oplossingen aangedragen om ze op te heffen of de barrièrewerking te beperken. Daarnaast zijn ook voor de knelpunten bij de sifons (die aangelegd zijn door Rijkswaterstaat, maar in beheer zijn bij de Waterschappen) oplossingen aangedragen, omdat vanuit de gedachte van het integraal beheer zowel Rijkswaterstaat als de Waterschappen een inspanningsverplichting hebben ten aanzien van mogelijke oplossingen voor deze sifons.

Belangrijk is dat deze oplossingen niet conflicteren met de randvoorwaarden die door Rijkswaterstaat en de Waterschappen zijn gesteld aan de functionaliteit van de kanalen en beken. De oplossingen moeten bovendien (civiel)technisch, economisch en maatschappelijk haalbaar zijn.

In de onderstaande paragrafen is allereerst in globale zin aangegeven welke oplossingsrichtingen noodzakelijk zijn voor het opheffen van migratie- en habitatknelpunten. Tevens is aangegeven welke aanvullende oplossingen kunnen bijdragen aan een verbetering van de migratie mogelijkheden of een verbetering c.q. vergroting van het habitat. Vervolgens zijn de randvoorwaarden gegeven waaraan de oplossingsrichtingen moeten voldoen. Op basis van de geformuleerde oplossingsrichtingen en de randvoorwaarden zijn voor de verschillende locaties maatregelen uitwerkt met concrete en (civiel)technisch haalbare oplossingen.

5.1. Oplossingsrichtingen

vissen

Uit de knelpuntenanalyse blijkt dat twee typen knelpunten zeer belangrijk zijn voor de vrije migratie van vissen:

- de sifons onder de kanalen vormen een barrière voor de migratie van vissoorten tussen de rivier en de beeksystemen en de beeksystemen onderling;
- de barrières in de benedenlopen van de beken/kanalen (de spuisluizen in de Oude Dieze en de schutsluis in het kanaal Henriëttewaard-Engelen, het poldergemaal op de overgang van het Oude Maasje en het Zuiderafwateringskanaal en de spuisluis Bovenlandse sluis).

Voor een vrije migratie van vissen tussen de beeksystemen en de rivieren en tussen de beeksystemen onderling is het absoluut noodzakelijk dat deze knelpunten worden opgelost.

De potenties van de Brabantse kanalen als migratieroute tussen beken en rivieren en beeksystemen onderling zijn gering. Het is daarom weinig zinvol te investeren in de optimalisatie van de kanalen als natte EHS voor migrerende vissoorten.

Naast de (potentiële) verbindingsfunctie in de EHS hebben de Brabantse kanalen ook nog een intrinsieke ecologische waarde en/of functie. Deze waarde wordt mede bepaald door de aanwezige autochtone visgemeenschap, welke op haar beurt vooral wordt bepaald door de kwaliteit van het habitat en dus de aanwezigheid en bereikbaarheid van de paai- opgroei- en leefgebieden voor de verschillende vissoorten in het kanaal. Naast de noodzakelijke oplossingsrichtingen om de vrije migratie tussen beken en rivieren mogelijk te maken, worden daarom ook enkele aanvullende oplossingsrichtingen voorgesteld om de intrinsieke ecologische waarde van de kanalen voor vissen te verbeteren. Deze oplossingsrichtingen bestaan uit:

- het verbeteren en uitbreiden van paai-, opgroei- en leefgebieden voor de plantenminnende vissoorten (zoals Snoek, Ruisvoorn, Zeelt, Baars etc.) door de aanleg van lokale natuurvriendelijke oevers;
- het vergroten en verbeteren van het huidige habitat door de beken die uitmonden in de kanalen beter bereikbaar te maken, bijvoorbeeld door middel van vispassages;
- het verbeteren van de migratiemogelijkheden binnen de kanalen door een aanpassing van het schutregime.

amfibieën
Evenals voor de vissen is het ook voor de vrije migratie van amfibieën noodzakelijk dat de barrièrewerking van de kanalen wordt opgeheven. De locaties van de migratieknelpunten van amfibieën komen grotendeels overeen met aan aantal migratieknelpunten voor vissen.

Omdat verondersteld wordt dat de migratie van amfibieën vooral langs de vochtige beekdalen plaats vindt en de migratie langs de kanalen van secundair belang is, heeft de inrichting van de rest van de kanalen als migratieroute een minder hoge prioriteit. Dat neemt echter niet weg dat de verbetering en uitbreiding van leefgebieden en migratieroutes voor amfibieën langs de kanalen nog steeds een zinvolle bijdrage kunnen leveren aan het functioneren van de natte EHS. Daarom zijn deze maatregelen als een aanvullende oplossingsrichting gekarakteriseerd.

resumé
De bovenstaande noodzakelijke en aanvullende oplossingsrichtingen voor vissen en amfibieën zijn samengevat in tabel 5.1.

Tabel 5.1. Oplossingsrichtingen (in volgorde van prioriteit)

	noodzakelijk	aanvullend
vissen	opheffen benedenstroomse migratieknelpunten	verbetering en uitbreiding van paai- en opgroeigebieden in het kanaal door aanleg NVO's
	opheffen barrièrewerking kanalen door het verbeteren van de passeerbaarheid van sifons	vergroting van leefgebieden door verbetering bereikbaarheid beken die in de kanalen stromen kanalen door middel van vispassages (Donge en de Aa)
		verbetering van de migratiemogelijkheden binnen de kanalen door een aanpassing van het schutregime
amfibieën	opheffen barrièrewerking kanalen	verbetering en uitbreiding van leefgebieden en migratieroutes langs het kanaal

5.2. Randvoorwaarden
De randvoorwaarden waarbinnen de oplossingsrichtingen voor de visie zich kunnen bewegen worden voor een groot deel bepaald door de functies van en de daarvan afgeleide doelstellingen voor de Noord-Brabantse kanalen. De verschillende functies van de Noord-Brabantse kanalen zijn weergegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2. Aan de Noord-Brabantse kanalen toegekende functies

	algemeen ecologisch	afvoer	drink-water	land-natuur[1]	kano-vaarweg	water-aanvoer	viswater	vaarwater
Zuid-Willemsvaart	x	x	x	x		x	x	x
Dieze	x	x		x				x
Kanaal Henriëttewaard-Engelen	x			x				x
Wilhelmina kanaal	x	x	x	x	x	x	x[2]	x
Donge	x	x	x	x	x	x	x	x
Markkanaal	x			x	x	x		x
Oude Maasje	x	x						x

[1] onder andere verbindingszone voor natte natuur;
[2] alleen Buitenpand Wilhelmina kanaal (Sluis 1 tot Statendam).

Van deze functies zijn de volgende voor dit project relevante doelstellingen afgeleid:

- De grenswaarden MILBOWA zoals geformuleerd in de derde Nota waterhuishouding geldt in beginsel voor alle kanalen.

- De specifiek-ecologische doelstelling voor waterhuishoudkundige systemen (of onderdelen daarvan) waaraan de functie natuur wordt toegekend (verbindingszone voor natte natuur) en de beschikbare hoeveelheid water voor landnatuur.

- De wettelijke kwaliteitsdoelstellingen volgens de AMvB viswater voor wateren met de functie viswater (water voor karperachtigen).

- De nadruk bij de kwantiteitsdoelstelling wateraanvoer ligt op optimalisering van watergebruik, gericht op een verdeling van water die in overeenstemming is met de gestelde prioriteiten in de regeringsbeslissing van de derde Nota waterhuishouding.
  De hoogste prioriteit heeft de peilhandhaving die nodig is voor de stabiliteit van de kanaaloevers en voor het behoud van de algemene ecologische kwaliteit van de kanalen en de specifieke ecologische kwaliteit van gebieden in de regio met natuur- en landschapswaarden. Deze prioriteitsstelling impliceert dat in droge perioden beperkingen aan de scheepvaart en waterinname kunnen worden opgelegd.

- De kanalen voeren het overtollige water van de regionale beeksystemen doelmatig en zeker af.

Daarnaast zijn door de waterschappen (bij monde van de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant) enkele aanvullende randvoorwaarden geformuleerd:

- de beken (met uitzondering van de kruising/verbinding met de kanalen) worden door de waterschappen reeds ontsloten door hermeandering en het aanleggen van vispassages, met de visie zou hierop aangesloten moeten worden;

- aanvoer van gebiedsvreemd kanaalwater met een afwijkende ongewenste fysisch/chemische en biologische samenstelling (zware metalen, organische microverontreinigingen, calcium, chloride, chlorofyl-a, zwevend stof, Kaspische slijkgarnaal, Amerikaanse rivierkreeft, verbraseming, bruinrot etc.) naar de beken is ongewenst.

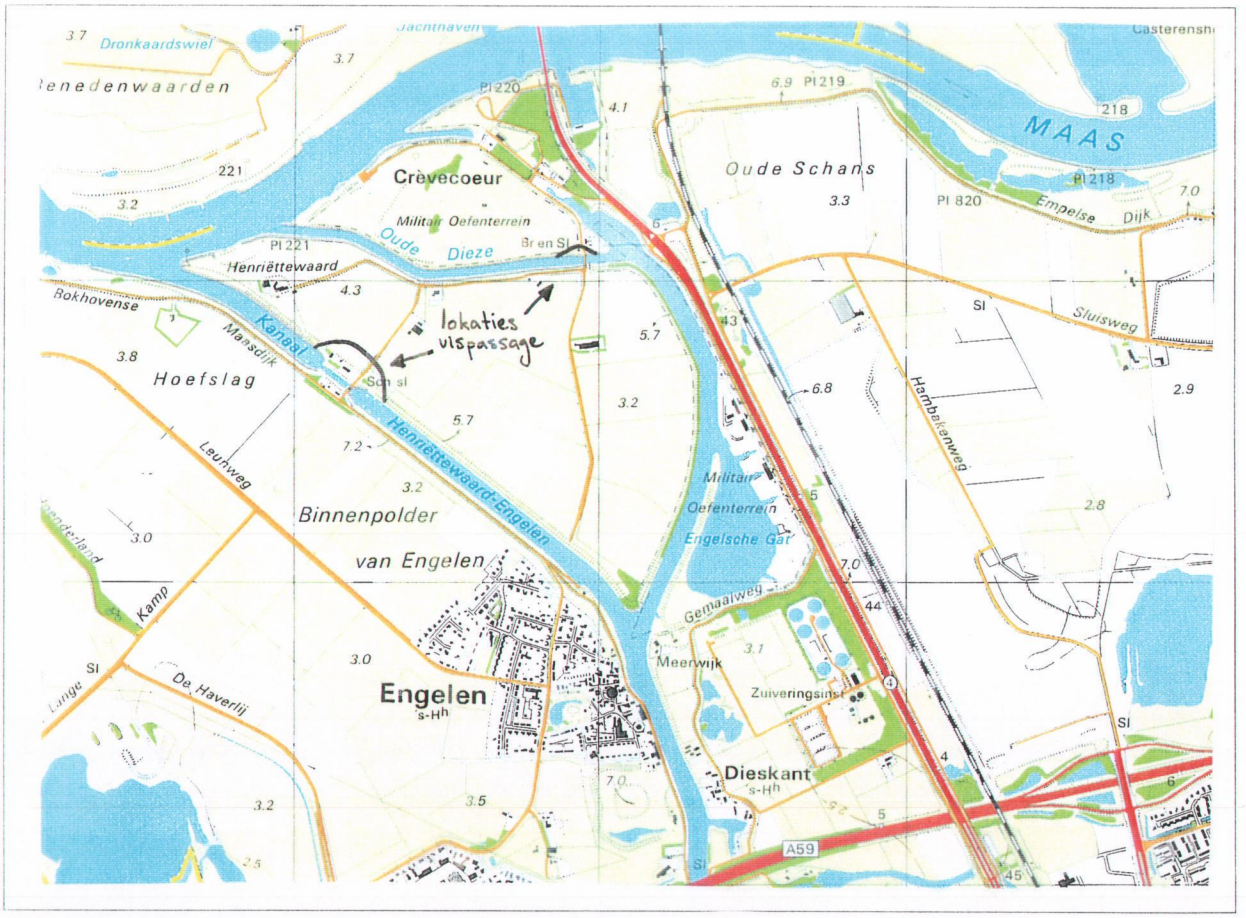
6. MAATREGELEN

Voor de noodzakelijke oplossingsrichtingen zijn in dit hoofdstuk een aantal concrete maatregelen geschetst waarmee de knelpunten, die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant, kunnen worden opgeheven of verbeterd.

6.1. Opheffen benedenstroomse migratieknelpunten

De schutsluis in het kanaal Henriëttewaard-Engelen is het enige benedenstroomse migratieknelpunt dat in beheer is bij Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant en vormt een belangrijke barrière voor de stroomopwaartse en -afwaartse migratie van vissen tussen de Maas en het stroomgebied van de Aa en de Dommel (deze twee stroomgebieden bevatten het overgrote deel van de beken in Noord-Brabant). Afbeelding 6.1 geeft de topografische situatie van deze schutsluis weer.

Afbeelding 6.1. Topografische situatie sluis Engelen



De schutsluis ligt in de hoogwaterkering van de Maas en het hoogteverschil bedraagt bij een gemiddelde waterstand in de Maas circa 2,5 m.

De schutsluis is, zij het in beperkte mate, waarschijnlijk voor een relatief groot aantal doelsoorten passeerbaar (zie bijlage II). De vissen worden gelokt door het debiet uit de spuikokers, zwemmen de sluiskolk binnen en worden vervolgens met de boten mee geschut. De passeerbaarheid van de schutsluis wordt vooral beperkt door het schutregime ten behoeve van de scheepvaart.

Dit heeft de volgende achterliggende oorzaken:
- het schutregime bepaalt het debiet van de lokstroom en dus het aantal vissen dat de ingang van de sluis kan "vinden";
- tijdens het schutten is de tijd waarin de vissen de sluiskolk kunnen binnentrekken en weer verlaten beperkt;
- het schutten zelf is afhankelijk van het aanbod van schepen en dit sluit waarschijnlijk niet aan op het aanbod van vissen.

Voor de verbetering van de passeerbaarheid van dit knelpunt zijn twee oplossingen mogelijk:
1. aanpassing van het schutregime aan de migratie-eisen van de doelsoorten;
2. de aanleg van een vispassage bij de schutsluis of spuisluis (zie afbeelding 6.1).

In de volgende paragrafen worden deze oplossingen beschreven.

6.1.1. Aanpassing schutregime

Door het spuiregime aan te passen aan de migratie-eisen van vissen is het mogelijk de passeerbaarheid te verbeteren, het is echter niet mogelijk om met een aangepast schutregime het migratieknelpunt op te lossen. Aanpassing van het schutregime blijft daardoor een noodoplossing.

Aanpassing van het schutregime kan door drie beheersmaatregelen:
1. het schutregime zoveel mogelijk aanpassen aan de periode waarin en het tijdstip waarop de vissen migreren;
2. de tijd waarin de vissen de sluiskolk kunnen binnentrekken en weer verlaten zoveel mogelijk verlengen;
3. het debiet van de lokstroom zoveel mogelijk vergroten.

Onderstaand zijn deze drie beheersmaatregelen uitgewerkt.

ad 1

In tabel 6.1. is de periode waarin en het tijdstip waarop de doelsoorten migreren tussen de Maas en de Dieze weergegeven.

Tabel 6.1. Periode en tijdstip van migratie van de doelsoorten

	maand						tijdstip				
	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	00.00-04.00	04.00-08.00	08.00-16.00	16.00-20.00	20.00-00.00
Riviergrondel			x	x	x			(x)		(x)	
Paling		x	x	x	x	x	x				x
Blankvoorn			x	x	x		x	x		x	x
Snoek	x	x	x					(x)		(x)	
Winde		x	x	x	x		x	x		x	x
Snoekbaars			x	x			x				x
Kopvoorn				x	x	x		(x)	(x)	(x)	
Serpeling	x	x	x	x				(x)	(x)	(x)	

x : op basis van de migratie-eisen (bijlage II);
(x) : inschatting op basis van ervaring.

Uit deze tabel blijkt dat april en mei de belangrijkste maanden voor de migratie van vis zijn, maar ook in maart en juni vindt migratie plaats van een groot aantal vissoorten. Om alle vissoorten de mogelijkheid te geven de schutsluis te passeren wordt voorgesteld om het schutregime van 15 maart tot en met 15 juni aan te passen aan de migratie van vis. Uit de tabel blijkt ook dat met name de avondschemering, de nacht en de vroege ochtendschemering de belangrijkste migratie tijdstippen zijn.

Dit zijn juist de tijdstippen waarop minder vaak of zelfs helemaal niet wordt geschut. Daarom moet met name op deze tijdstippen het schutten worden geïntensiveerd.

ad 2
De tijdsduur dat de sluisdeur volledig geopend is, is afhankelijk van de frequentie waarmee wordt geschut en het aantal schepen per schutting. Het is daarom moeilijk om hier verandering in aan te brengen tijdens de reguliere bedrijfsvoering. Indien het schutregime wordt aangepast aan de migratie van vis en er ook buiten de reguliere tijden wordt geschut, wordt aanbevolen de tijdsduur te verlengen.

ad 3
Kennis van het gedrag van vis ten opzichte van de stroming is belangrijk voor het bepalen van het debiet van de lokstroom. Vooral Schiemenz (1950 en 1958) heeft zich intensief beziggehouden met het zwemgedrag van verschillende vissoorten in een waterstroom.

Hieronder volgen enkele van zijn bevindingen met (glas)aal.
- vissen kunnen alleen de rond hun lichaam voerende waterstroom waarnemen (via het zijlijnsysteem);
- bij het stroomopwaarts verplaatsen volgt de vis zo lang mogelijk eenzelfde waterstroom (stroombaan);
- ook bij toenemende stroomsnelheid wordt deze stroombaan niet verlaten, ondanks het feit dat een naastliggende stroombaan (die de vis dus niet kan waarnemen) een geringere stroomsnelheid heeft;
- pas door een te sterke stroming of een te sterke turbulentie wordt de vis gedwongen de stroombaan te verlaten, waarbij de vis direct weer verder zwemt via de nieuwe stroombaan waarin hij is terecht gekomen.

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid dat migrerende vis met behulp van een zo sterk mogelijke lokstroom uit zijn stroombaan in de rivier direct naar de sluis moet worden geleid. Indien dit niet gebeurd zullen de vissen afgaan op de veel grotere lokstroom vanuit het onpasseerbare overlaatwerk in de Oude Dieze. Voor de optimalisatie van de vismigratie betekent dit dat het debiet door het sluiscomplex zoveel mogelijk moet worden vergroot door het intensiveren van het schutregime en/of het spuien via de spuikokers.

6.1.2. Aanleg vispassage
Een vispassage is gedurende het gehele jaar redelijk goed passeerbaar en zorgt voor een constante en relatief grote lokstroom. De aanleg van een vispassage is daarom de beste oplossing om de passeerbaarheid van de schutsluis te verbeteren. Voor de aanleg van een vispassage zijn drie locaties mogelijk:
a. bij de schutsluis in het kanaal Henriëttewaard-Engelen (sluis Engelen);
b. bij de spuisluis in de Oude Dieze (Crèvecoeur);
c. bij de spuisluis in het Afwateringskanaal (Bovenlandse sluis).

Onderstaand worden de voor en nadelen van deze mogelijkheden beschreven.

een vispassage bij de schutsluis in het kanaal Henriëttewaard-Engelen (sluis Engelen)
- nadelen:
  . weinig ruimte bij de sluis voor de aanleg van een vispassage;
  . gering debiet beschikbaar voor de lokstroom;
  . mogelijke hinder van migratie door intensieve scheepvaart;
  . lage stroomsnelheid in het kanaal tussen de Maas en de Donge.
- voordelen:
  . relatief lage aanlegkosten.

een vispassage bij de spuisluis in de Oude Dieze (Crèvecoeur)
- nadelen:
  . waterhuishoudkundig lastige locatie om een vispassage aan te leggen omdat de spuisluis het debiet en de waterstand van de Oude Dieze regelt. Hierdoor zijn de aanleg kosten waarschijnlijk relatief hoog;
- voordelen:
  . voldoende ruimte om vispassage aan te leggen;
  . groot debiet beschikbaar voor lokstroom;
  . geen scheepvaart;
  . migratieroute loopt direct naar het beeksysteem en niet via een stagnant kanaal.

een vispassage bij de spuisluis in het Afwateringskanaal (Bovenlandse sluis)
- nadelen
  . migrerende vis moet door een relatief lang en stagnant kanaal om Oude Dieze te bereiken;
  . gering debiet beschikbaar voor de lokstroom;
  . debiet in het kanaal moet worden opgevoerd ten behoeve van de vispassage.
- voordelen:
  . kleiner hoogteverschil te overbruggen en dus is vispassage beter passeerbaar;
  . aanleg van vispassage is technisch eenvoudig uitvoerbaar;
  . geen scheepvaart.

Vanuit het oogpunt van de passeerbaarheid verdient een vispassage bij de spuisluis in de Oude Dieze de voorkeur. Onderzocht moet worden of het ook waterhuishoudkundig haalbaar is.

6.2. Opheffen barrière werking kanalen (vissen)
Zoals reeds in de knelpuntenanalyse (hoofdstuk 4) is aangegeven, is het niet bekend in hoeverre sifons passeerbaar zijn voor vissen. Alvorens concrete en haalbare maatregelen kunnen worden voorgesteld om de barrièrewerking van sifons op te heffen, is het noodzakelijk om een indicatie te hebben van de passeerbaarheid van de sifons voor de doelsoorten die er gebruik van maken.

Het antwoord op deze vraag kan op twee niveaus worden gegeven:
- de "theoretische" passeerbaarheid kan worden ingeschat op basis van een deskundigheidsoordeel, waarbij gebruik wordt gemaakt van bestaande gegevens;
- een veldonderzoek kan worden uitgevoerd naar de werkelijke passeerbaarheid van sifons.

In deze studie was het alleen mogelijk om de passeerbaarheid van sifons in te schatten op basis van een deskundigheidsoordeel. Hiervoor zijn de fysische en hydraulische kenmerken van de sifons bij de waterschappen geïnventariseerd en vergeleken met de migratie-eisen van de betreffende vissoorten. Voor het veldonderzoek naar de werkelijke passeerbaarheid van sifons is een onderzoeksvoorstel opgenomen.

6.2.1. Deskundigheidsoordeel passeerbaarheid
Factoren die de barrièrewerking van sifons veroorzaken zijn waarschijnlijk:
- een te hoge stroomsnelheid;
- het ontbreken van licht;
- aanwezigheid van fysieke obstakels zoals krooshekken.

Voor het inschatten van de passeerbaarheid zijn allereerst de belangrijkste fysische en hydraulische kenmerken van de sifons onderzocht (zoals diameter, stroomsnelheid, etc). Bij de Waterschappen De Aa, De Dommel en Dongestroom zijn de kenmerken van de sifons onder het WHK en de ZWV in hun beheersgebied opgevraagd. In tabel 6.2. zijn deze kenmerken weergegeven.

Tabel 6.2. Kenmerken van de verschillende sifons onder de Noord-Brabantse kanalen

nr.	kanaal	beek	aantal	profiel	omtrek (m)	straal (m)	oppervlak (m^2)	maatgevende afvoer (m^3/s)	max. stroomsnelheid (m/s)	gem. afvoer (m^3/s)	gem. stroomsnelheid (m/s)	afstand tussen spijlen kroosrek (cm)
10	WHK	Donge	2	half rond	1,60 h; 3,20 b	1,60	8,04	1,900	0,24	0,38	0,05	10
14a	WHK	Nieuwe Leij	1	half rond	1,80 h; 3,40 b	1,80	5,09	7,5	1,47	1,50	0,29	?
14b	WHK	Oude Leij	1	half rond	1,30 h; 2,40 b	1,30	2,65	3,01	1,14	0,60	0,23	geen
15	WHK	Spruitenstroompje	1	half rond	1,30 h; 2,40 b	1,30	2,65	3,08	1,16	0,62	0,23	?
16	WHK	Reusel	1	half rond	1,50 h; 3,00 b	1,50	3,53	8,12	2,30	1,62	0,46	?
18a**	WHK	Beerze (Waterloop)	2	rechthoekig	0,70 h; 1,18 b		1,65	?	?	?	?	geen
18b	WHK	Grote Beerze	1	half rond	1,80 h; 3,20 b	1,80	5,09	11	2,16	2,20	0,43	geen
18c**	WHK	Beerze (Waterloop)	2	rechthoekig	0,70 h; 0,50 b		0,70	?	?	?	?	?
18d**	WHK	Kleine Beerze	1	rechthoekig	0,80 h; 1,50 b		1,20	?	?	?	?	?
19a	WHK	Grootte Beek	1	half rond	1,30 h; 2,70 b	1,30	2,65	3,36	1,27	1,67	0,63	?
19b	WHK	Dommel	4	rechthoekig	1,50 h; 4,20 b		25,20	40	1,59	8,00	0,32	geen
21	WHK	Goorloop	1	half rond	1,20h; 2,40b	1,20	2,26	0,940	0,42	0,19	0,08	4-8
26b	ZWV	Dungense loop	2	rond	1,40	0,45	1,27	0,640	0,50	0,13	0,10	4-8
28	ZWV	Biezenloop	2	rond	2,20	0,70	3,08	4,800	1,56	0,96	0,31	4-8
32	ZWV	Goorloop	3	rond	1,40	0,45	1,91	2,773	1,45	0,55	0,29	4-8
40	ZWV	bovenloop de Aa	4	rond	2,00	0,64	5,15	18,000	3,50	3,60	0,70	4-8
41	ZWV	kleine Aa	2	rond	1,40	0,45	1,27	2,421	1,91	0,48	0,38	4-8
54	ZWV	Kivietsloop	2	rond	1,40	0,45	1,27	1,885	1,48	0,38	0,30	4-8

* verondersteld wordt dat de maatgevende afvoer circa vijf maal zo groot is dan de gemiddelde afvoer;
** van de sifons in de Beerze is alleen van de Grote Beerze de afvoer bekend.

De meeste sifons zijn circa 50 à 60 m lang en bieden geen enkele vorm van beschutting tegen de stroming. De vissen moeten stroomopwaarts door het sifon kunnen zwemmen, zonder dat dit tot uitputting leidt. Dit betekent dat de stroomsnelheid in de sifon lager moet zijn dan de kruissnelheid waarmee de vis kan zwemmen. Op basis van de berekende gemiddelde stroomsnelheid in de sifons en de kruissnelheid van de doelsoorten in bijlage II (eventueel aangevuld met expert judgement) is per sifon nagegaan welke vissoorten het vol kunnen houden om tegen de stroming door de sifon te zwemmen. Daarnaast is gekeken of het sifon ook nog op een andere wijze een fysieke barrière vormt, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een krooshek, schuiven of een stuw. Ten aanzien van het effect van het ontbreken van licht op de passeerbaarheid voor de diverse vissoorten is dezelfde argumentatie gehanteerd als in hoofdstuk 4. De resultaten van deze beoordeling zijn weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3. Theoretische passeerbaarheid van de verschillende sifons onder de Noord-Brabantse kanalen (- = waarschijnlijk niet passeerbaar; 0 = mogelijk (on)passeerbaar en + = waarschijnlijk passeerbaar). Indien geen waardering is gegeven wordt door de betreffende soort waarschijnlijk geen gebruik gemaakt van de sifon.

nr.	kanaal	beek	Beekprik	Bermpje	Rivier-grondel	Paling (glasaal)	Blank-voorn	Snoek	Winde	Snoek-baars	Kop-voorn	Serpeling	aantal vissoorten dat niet kan passeren
10	WHK	Donge	+	+	+	+	0	-	-		-	-	4
14a	WHK	Nieuwe Leij	0	-	+	-	0	-	-		-	-	6
14b	WHK	Oude Leij	0	-	+	0							1
15	WHK	Spruitenstroompje	0	-	+	0	0	-	-		-	-	5
16	WHK	Reusel	-	-	0	-	0	-	-		-	-	7
18a	WHK	Beerze (Waterloop)	?	?	?	?	?	-	-		-	-	?
18b	WHK	Grote Beerze	-	-	0	-							3
18c	WHK	Beerze (Waterloop)	?	?	?	?							?
18d	WHK	Kleine Beerze	?	?	?	?							?
19a	WHK	Grootte Beek	-	-	-	-	-	-	-		-	-	9
19b	WHK	Dommel	0	-	+	-							2
21	WHK	Goorloop	+	0	+	+	0	-	-		-	-	4
26b	ZWV	Dungense loop	+	0	+	+	0	-	-		-	-	4
28	ZWV	Biezenloop	0	-	+	-	0	-	-	+	-	-	6
32	ZWV	Goorloop	0	-	+	-	0	-	-		-	-	6
40	ZWV	bovenloop de Aa	-	-	-	-							4
41	ZWV	kleine Aa	0	-	0	-							2
54	ZWV	Kivietsloop	0	-	+	-							2

6.2.2. Onderzoeksvoorstel passeerbaarheid sifons

Het merendeel van de sifons onder het WHK en ZWV is waarschijnlijk moeilijk passeerbaar. Voorgesteld wordt om de sifons te classificeren en uit ieder onderscheiden type één sifon te selecteren voor een nader onderzoek naar de werkelijke passeerbaarheid.

In het onderstaande intermezzo is dit onderzoeksvoorstel uitgewerkt.

INTERMEZZO

methode
Verondersteld wordt dat een sifon goed passeerbaar is als alle migrerende vissoorten die willen passeren ook kunnen passeren. Hieruit volgt dat bij een goede evaluatie van een sifon niet alleen moet worden onderzocht hoe groot het aandeel is van de vispopulatie of visgemeenschap dat passeert, maar ook welke aandeel van de vispopulatie of visgemeenschap gemotiveerd is om de sifon te passeren. De ratio tussen deze twee geeft een indicatie van de passeerbaarheid van de sifon.

Vis_{pas}/Vis_{mot} x 100% : passeerbaarheid van de sifon

Vis_{pas} : aantal passerende vissen
Vis_{mot} : aantal gemotiveerde vissen

Een goede methode waarmee de passeerbaarheid van een sifon kan worden bepaald is de merk/terugvangst methode van Burnham. De migrerende vissoorten worden tijdens de paaimigratie met fuiken benedenstrooms van het sifon bemonsterd en in twee gemerkte groepen uitgezet. De merken worden aangebracht door een klein stukje van de linker of rechter borstvin te knippen. Groep 1, de behandelingsgroep, wordt benedenstrooms van de sifon uitgezet en groep 2, de controle groep, wordt bovenstrooms van de sifon uitgezet. Bij een stroomopwaarts gelegen vangplaats (fuik) worden de gemerkte dieren teruggevangen. De verhouding tussen de vangsten van beide groepen is een directe maat voor de passeerbaarheid van de sifon.

periode van monitoring
De periode van monitoring moet worden gekoppeld aan de paaitijd van de meeste en belangrijkste voorkomende vissoorten. In die tijd vertoont de meeste vis een sterke migratiedrang. Voor bepaalde vissoorten is het bereiken van de bovenloop van een beek zelfs essentieel om zich voort te planten. De datum waarop een bepaalde vissoort paait is geen vast gegeven, maar is afhankelijk van daglengte en vooral van watertemperatuur. Verschillende vissoorten paaien bij verschillende watertemperaturen. Op grond van de perioden waarin beekvissen paaien wordt het noodzakelijk geacht minstens gedurende een periode van 14 weken te monitoren (15 maart - 15 juni). De fuiken moeten dagelijks worden gelicht om beschadiging van vis te voorkomen.

kosten
De kosten van een dergelijk onderzoek bedragen circa *f* 40.000,-- à *f* 50.000,-- voor drie sifons.

Gezien de onzekerheden omtrent de "theoretische" passeerbaarheid van sifons en de relatief hoge kosten van de maatregelen om de passeerbaarheid te verbeteren, is het aan te bevelen om pas maatregelen te nemen om de passeerbaarheid van sifons te verbeteren, nadat het veldonderzoek naar werkelijke passeerbaarheid is uitgevoerd.

6.2.3. Mogelijke maatregelen om de passeerbaarheid van sifons te verbeteren

De maatregelen om de passeerbaarheid van sifons te verbeteren zijn vooral gericht op het verlagen van de stroomsnelheid of het bieden van beschutting tegen de hoge stroomsnelheid, het creëren van licht in de sifons en het verwijderen van fysieke barrières. Mogelijke maatregelen om de passeerbaarheid van sifons te verbeteren zijn:
- het verlagen stroomsnelheid door de aanleg van een extra of groter sifon;
- het plaatselijk verlagen van de stroomsnelheid door het aanbrengen van drempels (in een visgraat motief in grote rechthoekige sifons;
- het aanbrengen van lichtgevende glasvezelkabel(s) in het sifon die overdag de sifon verlichten;
- het aanpassen/vervangen van het krooshek.

Op basis van tabel 6.3 en een inschatting van de technische haalbaarheid is per sifon nagegaan welke maatregelen noodzakelijk zijn om de passeerbaarheid te verbeteren. In tabel 6.4. zijn deze maatregelen weergegeven.

Tabel 6.4. Inschatting van noodzakelijke maatregelen per sifon

nr.	kanaal	Beek	verlagen stroomsnelheid door aanleg extra sifon	verlagen stroomsnelheid door aanleg drempels	aanbrengen kunstlicht (glasvezelkabel)	aanpassen krooshek
10	WHK	Donge			x	
14a	WHK	Nieuwe Leij	x		x	
14b	WHK	Oude Leij	x			
15	WHK	Spruitenstroompje	x		x	
16	WHK	Reusel	x		x	
18a	WHK	Beerze (Waterloop)			x	
18b	WHK	Grote Beerze	x			
18c	WHK	Beerze (Waterloop)				
18d	WHK	Kleine Beerze				
19a	WHK	Grootte Beek	x		x	
19b	WHK	Dommel		x		
21	WHK	Goorloop			x	x
26b	ZWV	Dungense loop			x	x
28	ZWV	Biezenloop	x		x	x
32	ZWV	Goorloop	x		x	x
40	ZWV	bovenloop de Aa	x			
41	ZWV	kleine Aa	x			
54	ZWV	Kivietsloop	x			

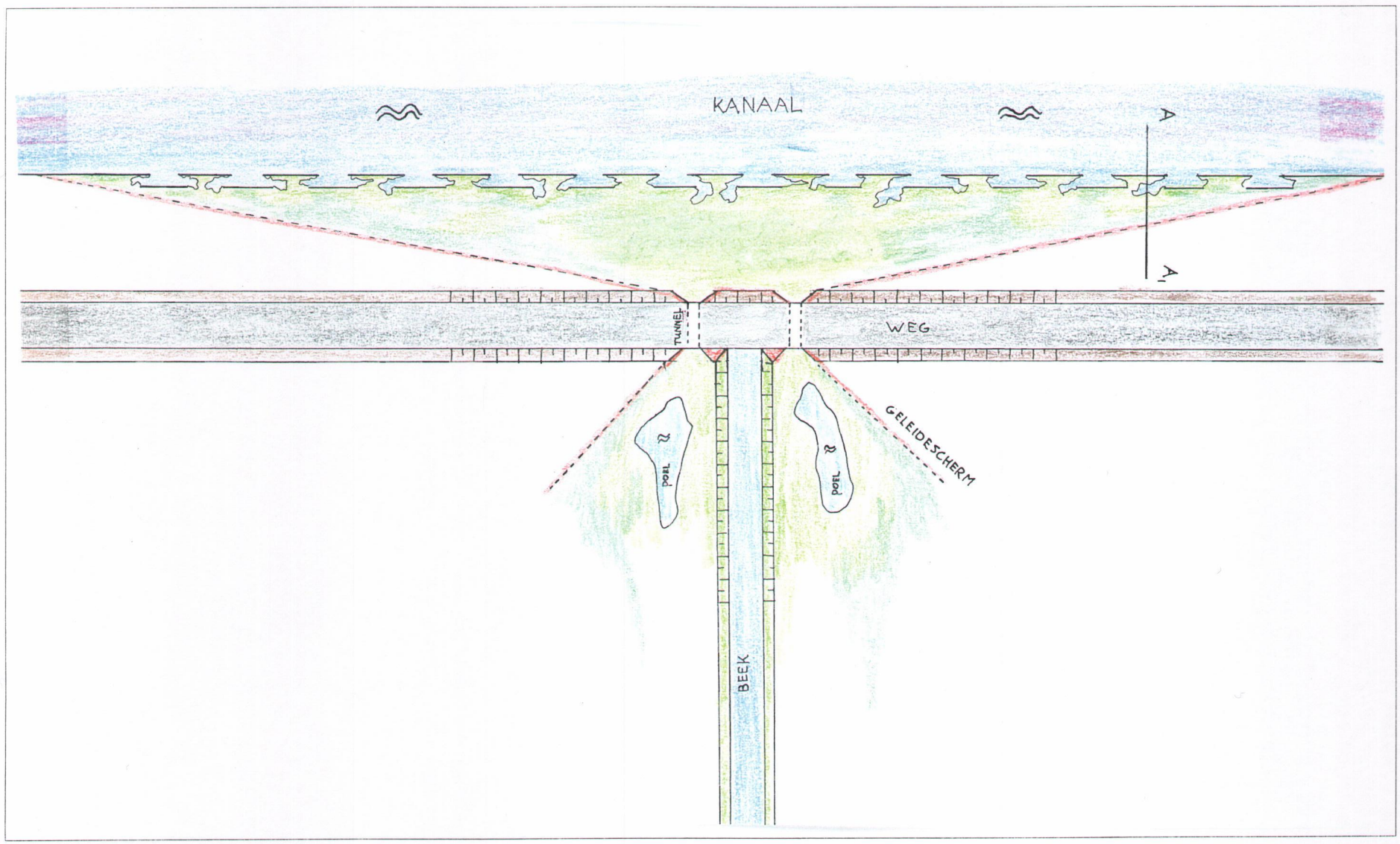
6.3. Opheffen migratieknelpunten voor amfibieën

Op een groot aantal kruisingen van de beken met de kanalen vormen de steile en gladde oevers van het kanaal en de wegen er langs een migratieknelpunt voor amfibieën. Op deze locaties moeten voorzieningen worden aangelegd, zodat de barrièrewerking van het kanaal wordt verminderd.

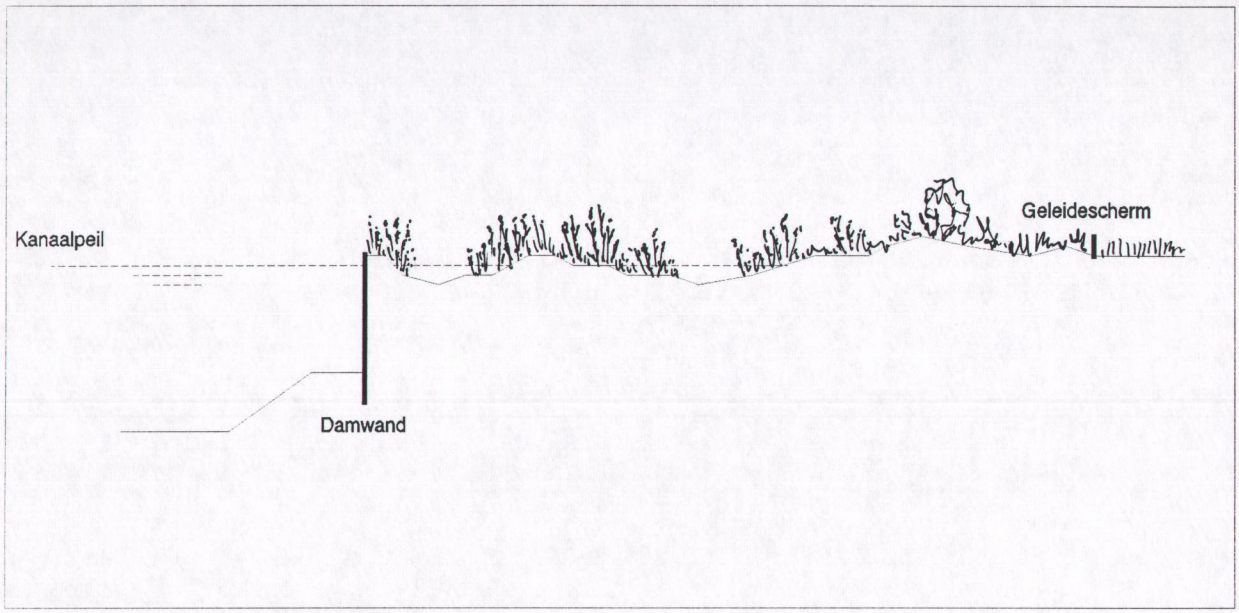
Indien er ruimte is zullen de steile en gladde oevers moeten worden vervangen door natuurvriendelijke oevers met een flauw talud over een lengte van ± 100 m. Deze NVO's voor amfibieën moeten goed worden beschermd tegen de golfslag van schepen zonder dat daarmee de functionaliteit van de oever (als uitstapplaats en biotoop) verminderd. Fauna-uitstapplaatsen zoals ze nu worden aangelegd in de Noord-Brabantse kanalen zijn voor amfibieën minder efficiënt, omdat deze te smal zijn en te ver uit elkaar liggen (pers. meded. M. de la Haye, Rijkswaterstaat Dienst Weg en Waterbouw). Daarnaast moeten onder de drukke wegen tunnels worden aangelegd om te voorkomen dat de amfibieën, met name tijdens de voortplantingsperiode, worden dood gereden. Tevens moeten geleideschermen worden aangelegd om de amfibieën te dwingen de meest veilige route te nemen. Hoewel de kruisingen met de kanalen altijd migratieknelpunten zullen blijven kan dit punt in de ecologische verbindingszone voor amfibieën aantrekkelijker worden gemaakt door dicht bij de knelpunten poelen en vochtige oeverzones aan te leggen die als stapsteen kunnen fungeren.

In afbeelding 6.2. en 6.3. is een principeschets (bovenaanzicht en dwarsdoorsnede) weergegeven van de "ideale" inrichting van de natte EHS voor amfibieën bij de kruisingen met de kanalen. Afhankelijk van de lokale situatie kunnen de verschillende varianten op deze principeschets worden toegepast:
- verbindingszone langs twee zijden van de beek;
- verbindingszone langs één zijde van de beek;
- zonder of met geleideschermen;
- zonder of met paddentunnels;
- zonder of met poel langs het kanaal;
- zonder of met poelen langs de beek;
- kleinere lengte natuurvriendelijke oever.

Afbeelding 6.2. Principeschets inrichting knelpunten natte EHS voor amfibieën op de kruizingen van beken met de kanalen



Afbeelding 6.3. Dwarsdoorsnede inrichting knelpunten natte EHS voor amfibieën op de kruisingen van beken met de kanalen



7. EFFECTEN, KOSTEN EN PRIORITEIT

7.1. Vissen

In tabel 7.1. is per knelpunt en per maatregel, in samenwerking met de dienstkring vaarwegen van Directie Noord-Brabant, een inschatting gemaakt van de uitvoeringskosten (A). Vervolgens is per knelpunt op basis van de lengte van de beken het percentage leefgebied van de doelsoorten geschat (in het stroomgebied van de Dommel en de Aa) dat door de noodzakelijke maatregelen moet worden ontsloten (B). Hierbij is uitgegaan van de meest optimale toekomstige situatie door te veronderstellen dat alle stuwen zijn voorzien van vispassages en het leefgebied volledig is ontsloten door de Waterschappen. Door deze indicatie van het percentage leefgebied (B) te vermenigvuldigen met het aantal doelsoorten (C) waarvoor de maatregel bestemd is kan een schatting worden gemaakt van het ecologisch effect (BxC). Omdat niet bekend is hoe efficiënt de maatregelen zijn, is hiermee bij het schatten van het ecologisch effect geen rekening gehouden.

Met het te verwachten ecologisch effect en de kosten van de maatregelen is vervolgens het "ecologisch" rendement berekend (BxC/A). Op basis van dit ecologisch rendement en de prioritering in de uitwerking van het beleid vismigratie door het Waterschap de Dommel (1996) is een prioritering aangegeven in de uitvoering van de maatregelen om de migratie van vis te verbeteren. In tabel 7.1. is deze berekening per knelpunt weergegeven.

Tabel 7.1. Kostenindicatie, ecologisch effect, het ecologisch rendement en de prioritering voor het oplossen van de knelpunten voor vissen

knelpunt	maatregel	kosten-indicatie (Kfl)	ecologisch effect		ecologisch rendement	prioriteit
			hoeveelheid leefgebied (%)	aantal soorten		
		A	B	C	BxC/A	
spuisluis/schutsluis Engelen	aanleg vispassage	3.000	100	8	0,27	1
sifon WHK/Donge	kunstlicht	110	2	4	0,07	3
sifons WHK/De Leij	kunstlicht	165	3	4	0,07	3
	extra sifon	500	3	2	0,012	5
sifon WHK/Spruitenstroompje	kunstlicht	55	1	4	0,07	3
sifon WHK/Reusel	kunstlicht	165	3	4	0,07	3
	extra sifon	500	3	3	0,018	5
sifons WHK/Beerze	kunstlicht	275	5	4	0,07	2
	extra sifon	500	5	3	0,03	4
sifon WHK/Grote Beek	kunstlicht	55	2	4	0,15	2
	extra sifon	500	2	9	0,036	4
sifon WHK/Dommel	aanleg drempels	200	20	2	0,20	1
sifon WHK/Goorloop	kunstlicht	55	2	4	0,15	2
	aanpassen krooshek	15	2	2	0,27	2
sifon ZWV/Dungense loop	kunstlicht	110	1	4	0,04	4
	aanpassen krooshek	30	1	2	0,07	3
sifon ZWV/Biezenloop	kunstlicht	110	1	4	0,04	4
	aanpassen krooshek	30	1	3	0,10	3
	extra sifon	500	1	2	0,004	5
sifon ZWV/Goorloop	kunstlicht	165	1	4	0,02	4
	extra sifon	500	1	1	0,002	5
	aanpassen krooshek	45	1	2	0,04	4
sifon ZWV/bovenloop de Aa	extra sifons (4x)	2.000	2	3	0,003	5
sifon ZWV kleine Aa	extra sifon	500	1	1	0,002	4
sifon ZWV Kivietsloop	extra sifon	500	1	1	0,002	5

7.2. Amfibieën

Voor de noodzakelijke maatregelen om de knelpunten voor amfibieën op te lossen is vrijwel dezelfde exercitie uitgevoerd als voor de vissen. De voorgestelde maatregelen voor amfibieën zijn echter veel minder soortspecifiek. Daarom is het ecologisch effect en dus ook het ecologisch rendement, niet per maatregel en per soort berekent, maar per knelpunt voor de groep amfibieën als geheel.

Tabel 7.2. Kostenindicatie, ecologisch effect, het ecologisch rendement en de prioritering voor het oplossen van de knelpunten voor amfibieën

knelpunt	maatregel	kostenindicatie (Kfl)	ecologisch effect (hoeveelheid leefgebied) (%)	ecologisch rendement	prioriteit
		A	B	B/A	
Kruising WHK/De Leij	2x NVO	500	2	0,004	4
	geleideschermen	5			
	2 poelen langs één zijde van de beek	25			
	één paddentunnel	10			
Kruising WHK/Reusel	2x NVO	500	5	0,009	3
	geleideschermen	10			
	4 poelen langs twee zijden van de beek	50			
Kruising WHK/Beerze	2x NVO	500	5	0,009	3
	geleideschermen	5			
	2 poelen langs één zijde van de beek	25			
	één paddentunnel	10			
Kruising WHK/Dommel	geleideschermen	5	20	0,27	1
	4 poelen langs twee zijden van de beek	50			
	2 paddentunnels	20			
Kruising WHK/Goorloop	2x NVO	500	15	0,03	2
	geleideschermen	5			
	2 poelen langs één zijde van de beek	25			
Kruising ZWV/Biezenloop	2x NVO	500	2	0,003	4
	geleideschermen	10			
	4 poelen langs twee zijden van de beek	50			
	4 paddentunnels	40			
Kruising ZWV/Goorloop	2x NVO	500	15	0,025	2
	geleideschermen	10			
	4 poelen langs twee zijden van de beek	50			
	4 paddentunnels	40			

Voor aanvullende maatregelen ten aanzien van de verbetering van de EHS voor amfibieën verwijzen we naar het rapport ontsnipperende en mitigerende maatregelen van Rijkswaterstaat.

8. DE VISIE VOOR DE NATTE EHS NOORD-BRABANT

Uit dit onderzoek komt duidelijk naar voren dat de belangrijkste knelpunten voor de migratie van aan water gebonden organismen tussen de beken onderling en de beken en rivieren worden veroorzaakt doordat de beken niet hun natuurlijk loop kunnen volgen en door de sifons onder de Brabantse kanalen stromen.

Hoewel het nog niet helemaal duidelijk is voor welke migrerende vissoorten deze sifons een knelpunt vormen, wordt de oorzaak van de barrièrewerking van sifons voor vissen waarschijnlijk veroorzaakt door de te hoge stroomsnelheden en het ontbreken van licht in de sifons.

Voor de grootste knelpunten zullen daarom oplossingen moeten worden gezocht om de stroomsnelheid in de sifons (plaatselijk) te verlagen. Voorbeelden hiervan zijn het aanleggen van extra of grotere sifons of het aanbrengen van beschutte (rust)plaatsen in de sifons. Daarnaast zal getracht moeten worden om de sifons te verlichten, bijvoorbeeld met lichtgevende glasvezelkabels. Gezien de onzekerheden omtrent de barrièrewerking van de sifons voor sommige vissoorten en de effectiviteit van de maatregelen en de relatief hoge kosten van de maatregelen om de passeerbaarheid te verbeteren, is het aan te bevelen om allereerst een veldonderzoek uit te voeren naar werkelijke passeerbaarheid van sifons.

Voor amfibieën vormt niet zozeer de aanwezigheid van sifons, maar veel meer het kanaal zelf en de wegen er langs een knelpunt. Bij het passeren van het kanaal ondervinden amfibieën hinder van de scheepvaart en omdat de kanaaloevers te steil zijn kunnen ze eenmaal in het kanaal het kanaal niet meer verlaten, waardoor ze verdrinken. Bovendien is de kans om doodgereden te worden bij het passeren van één van de drukkere parallelwegen aanzienlijk.

Naast de barrièrewerking van de sifons wordt de migratie van vis tussen de rivier de Maas en het beeksysteem van de Dommel en de Aa ernstig belemmerd door de spuisluis in de Oude Dieze en de schutsluis in het kanaal Henriëttewaard-Engelen. Hoewel de migratie door de schutsluizen waarschijnlijk voor alle vissoorten mogelijk is, wordt deze beperkt door het geringe debiet van de lokstroom uit de spuikokers, het aantal schuttingen en de periode (dagdeel en maand) waarin dit gebeurt. De beste oplossing om de barrièrewerking op te heffen is de aanleg van een vispassage bij de spuisluis of eventueel de schutsluis. Indien dit niet mogelijk is kan de passeerbaarheid van schutsluis worden verbeterd door een op de vismigratie aangepast beheer.

De rol van de Brabantse kanalen als migratieroute voor beek- en riviervissen is, door het ongeschikte habitat voor stroomminnende vissoorten en het beperkte aantal verbindingen tussen de kanalen en beken, gering. Het is daarom twijfelachtig of de kanalen zelf structureel bij kunnen dragen aan een verbetering van de natte EHS in Noord-Brabant voor vissen. De schutsluizen in de Brabants kanalen zelf zijn vooral een knelpunt voor de vissoorten die migreren binnen het kanaalsysteem zelf en in veel mindere mate voor de vissoorten die migreren tussen de beken en rivieren. Door de geringe potenties van de kanalen als natte EHS voor vissen is de vraag gerechtvaardigd of er überhaupt wel habitatknelpunten zijn die de migratie van vis beperken.

Naast de verbindingsfunctie hebben de Brabantse kanalen ook een zekere intrinsieke ecologische waarde en/of functie. In deze visie voor de natte EHS worden in aanvulling op de noodzakelijke oplossingsrichtingen tevens enkele aanvullende inrichtingmaatregelen voorgesteld om de intrinsieke ecologische waarde van de kanalen voor vissen te verbeteren.

Wat betreft de amfibieën kan worden opgemerkt dat vrijwel alle belangrijke natuurkerngebieden en natuurontwikkelingsgebieden met elkaar werden en (kunnen) worden verbonden door de van nature aanwezige beekdalen. Het kanaal als verbindingszone speelt een veel minder belangrijke rol dan aanvankelijk gedacht. Wel kan het Wilhelminakanaal een functie vervullen als een alternatieve verbindingszone in de natte EHS dwars op de beekdalen. Deze alternatieve verbindingszone is een aanvulling op de noodzakelijke natte EHS via de beekdalen.

9. AANBEVELINGEN

Met de voorgestelde maatregelen wordt de grootste barrièrewerking van de kanalen voor vissen en amfibieën opgeheven. Dit wil echter geenszins zeggen dat hiermee de ontwikkeling van de natte EHS Noord-Brabantse kanalen tot stand is gekomen. Er blijven nog te veel vragen over de effectiviteit van de maatregelen onbeantwoord en nog te veel mogelijkheden bestaan om de natte EHS nog verder te versterken. Onderstaand is een opsomming gegeven van aanbevelingen die, naast de reeds genoemde maatregelen (zie tabel 7.1. en 7.2.), bijdragen aan de vervolmaking van de natte EHS Noord-Brabantse beken en kanalen:

- het opheffen van de overige benedenstroomse knelpunten die niet in beheer zijn bij Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant;

- onderzoek naar de effectiviteit van verschillende schutregimes op de vismigratie door de (benedenstroomse) schutsluizen;

- in navolging van het veldonderzoek naar de passeerbaarheid van sifons een veldonderzoek naar de effecten van het aanbrengen van lichtgevende glasvezelkabels in sifons op de passeerbaarheid voor de doelsoorten;

- verbetering en uitbreiding van het habitat voor de visgemeenschap in de kanalen door de aanleg NVO's;

- vergroting van het leefgebied van de visstand in de kanalen door het verbeteren van de bereikbaarheid van de verschillende stuwpanden en de beken die in de kanalen stromen (de Donge en de Aa) door het aanpassen van het schutregime en de aanleg van vispassages;

- verbetering en uitbreiding van leefgebieden voor amfibieën langs de kanalen door de aanleg van beschutte NVO's en poelen en het aanpassen van bestaande kwel- en zaksloten;

- aanleg van stapstenen voor amfibieën langs kanalen tussen de belangrijkste leefgebieden of beekdalen.

BIJLAGE I Habitateisen van de geselecteerde doelsoorten

habitateisen van de geselecteerde doelsoorten

	doelsoort	levensstadium	migratie richting	periode	max. watertemperatuur (°C)	min. zuurstof (mg/l)	diepte (cm)	stroom-snelheid (cm/s)	substraat	beschutting	vegetatie	overig
1	Beekprik	adult	stroomopwaarts (actief)	apr t/m jun	14	-	20-150	100-200	grind, stenen	stenen		
		ammocoete (larve)	stroomafwaarts (passief)	permanent	20	8	-	5-50	fijn zand	stenen en dood hout positief maar niet noodzakelijk	positief maar niet noodzakelijk	veel organisch materiaal in substraat
2	Bermpje	juveniel en adult	stroomop- en afwaarts	permanent	23	4	< 40	5-20	zand, grind	beschaduwd en luwte	positief maar niet noodzakelijk	< 15 mg koper per l
3	Riviergrondel	juveniel en adult	stroomop- en afwaarts	permanent	26	5	10-150	< 40	zand, grind			doorzicht > 70 cm
4	Paling	Glasaal/Schieraal	stroomop- en afwaarts	permanent	30	2	> 20	< 100	slib of stenen	stenen en dood hout positief maar niet noodzakelijk	positief maar niet noodzakelijk	
5	Blankvoorn	juveniel/adult	stroomaf- en opwaarts	permanent	28	4	50-700	< 60	silt t/m stenen		positief maar niet noodzakelijk	breedte > 5 m
6	Snoek	adult > 60 cm	stroomopwaarts	permanent	27	2,5	100-500	< 60	-		positief maar niet noodzakelijk	
		juveniel en adult ≤ 60 cm	stroomopwaarts	permanent	idem	idem	50-150	idem	-		emergente vegetatie noodzakelijk	
7	Winde	adult	stroomopwaarts	permanent	-	3	> 50	-	-		positief maar niet noodzakelijk	
8	Snoekbaars	adult		permanent	30	6	> 200	< 25	slib/zand			
9	Kopvoorn	adult	stroomopwaarts	permanent	33	6	50-250	10-60	zand, grind, stenen		positief	max. gehalte gesuspendeerde stof ± 250 mg/l
10	Serpeling	adult	stroomopwaarts	permanent		6	50-150				positief	

LITERATUUR

algemeen

Cazemier, W.G., 1993.
Oecologische randvoorwaarden voor Nederlandse zoetwatervissoorten. RIVO-DLO, IJmuiden. 45 pp.

Lelek, A., 1980.
Threatened freshwater fishes of Europe. Research institute and Science Museum Senckenberg, Frankfurt/Main. 269 pp.

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

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

O.V.B., 1985.
Cursus Vissoorten, deel 1 en 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 869 pp.

1. Semmekrot, S., 1993.
   Habitat Geschiktheids Index model Beekprik. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 22 pp.

2. Aarts, T.W.P.M., 1993.
   Habitat Geschiktheids Index model Bermpje. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 20 pp.

3. Schouten, W.J., 1993.
   Habitat Geschiktheids Index model Riviergrondel. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 18 pp.

4. Schouten, W.J., 1992.
   Habitat Geschiktheids Index model Aal. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 24

5. Breukelen, van, S.
   Habitat Geschiktheids Index model Blankvoorn. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 36 pp.

   Pitts, C.S., S.W.F. van Breukelen, P.J. Hayward, I.G. Cowx & K.L. Smith, 1994.
   Modelling habitat requirements of coarse fish in lowland rivers. The university of Hull. Hull. 49 pp.

   Witteveen+Bos, 1994.
   Habitat Geschiktheids Index model Blankvoorn. 9 pp.

6. Witteveen+Bos, 1994.
   Habitat Geschiktheids Index model Snoek. 15 pp.

   Inskip, P.D., 1982.
   Habitat Suitability Index model Northern Pike. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington D.C. 31 pp.

7. Witteveen+Bos, 1994.
Habitat Geschiktheids Index model Winde. 11 pp.

8. Breukelen, van, S.
Habitat Geschiktheids Index model Brasem. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 20 pp.

Pitts, C.S., S.W.F. van Breukelen, P.J. Hayward, I.G. Cowx & K.L. Smith, 1994.
Modelling habitat requirements of coarse fish in lowland rivers. The university of Hull. Hull. 49 pp.

Witteveen+Bos, 1994.
Habitat Geschiktheids Index model Brasem. 10 pp.

9. Bakker, H.D.
Habitat Geschiktheids Index model Kopvoorn. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 34 pp.

Pitts, C.S., S.W.F. van Breukelen, P.J. Hayward, I.G. Cowx & K.L. Smith, 1994.
Modelling habitat requirements of coarse fish in lowland rivers. The university of Hull. Hull. 49 pp.

10. Pitts, C.S., S.W.F. van Breukelen, P.J. Hayward, I.G. Cowx & K.L. Smith, 1994.
Modelling habitat requirements of coarse fish in lowland rivers. The university of Hull. Hull. 49 pp.

Witteveen+Bos, 1994.
Habitat Geschiktheids Index model Serpeling. 10 pp.

BIJLAGE II Migratie-eisen van de geselecteerde doelsoorten

migratie-eisen van de geselecteerde doelsoorten

doelsoort	levensstadium	reden van migratie	migratie-periode (jaar)	migratie-periode (dag)	totale afstand (km)	max. afstand per dag (km)	lengte (cm)	kruissnelheid (m/s)	sustained speed (m/s)	sprintsnelheid (m/s)	minimale stroomsnelheid **	lokstroom	overig
Beekprik	adult	voortplanting	apr-jun[3]	hele dag[4]			15[4]			tot 0,8[4]			
	ammocoete (larve)	verspreiding		nacht				alleen	passieve	migratie			
Bermpje	juveniel en adult	verspreiding	mei-okt[3]	nacht		1-2*	10[2]	0-0,1[2]	0,1-0,2[2]	0,2-0,4[2]			
Riviergrondel	adult	voortplanting	apr-jul[3]			2-4*	10[5]	0-0,4[5]	0,4-0,6[5]	0,6-2,0[5]			
	juveniel	verspreiding											
Paling	Glasaal	opgroeien	mrt-jun	nacht[6]	1500	2-4*	7[7]	0-0,2[7]	0,2-0,4[7]	0,4-0,5[7]		migratie sterk gerelateerd aan het debiet[6]	maakt gebruik van aalgoten[8], kan kleine afstanden afleggen over land, sluis is passeerbaar[6]
	Pootaal	opgroeien	jun-aug	nacht[6]	1500		32[9]		?-0,6[9]	0,6-0,8[9]			
	Schieraal	voortplanting	aug-dec	nacht	1500	5-20*	70-100[10]	0-0,5[10]	0,5-0,7[10]	0,7-1,7[10]			
Blankvoorn	adult	voortplanting	apr-jun[3]	's avonds en 's nachts[11+12]		5-10[13]	15[11]		0,5-0,9[11]		4-7 cm/s[13]	30-60 cm/s[13] 2-3% van gemiddeld debiet[2]	sluis is passeerbaar[6+11]
	juveniel	overwintering	okt-nov				10[14]		0.4-0,6[14]	tot 1,6[14]			
Snoek	juveniel	overwintering	aug-okt										
	adult	voortplanting	febr-apr[3]		80[15]	10-20[15]		0-0,4[15]					donkere duikers zijn moeilijk passeerbaar[15]
Winde	adult	voortplanting	febr-mei[3]			10-15							sluis is passeerbaar[11]
Snoekbaars	adult	voortplanting	apr-mei[3]	's nachts[13]							8-13 cm/s[13]	50-80 cm/s[13]	sluis is passeerbaar[11]
Kopvoorn	adult	voortplanting	jun-aug[3]			lokaal (± 5 km)							sluis is waarschijnlijk passeerbaar
Serpeling	adult	voortplanting	febr-mei[3]			lokaal (± 5 km)	10[1] 15[1] 20[1]	0-0,5[1] 0-0,7[1] 0-0,9[1]	0,5-0,6[1] 0,7-1,0[1] 0,9-1,2[1]	0,6-1,3[1] 1,0-1,8[1] 1,2-2,1[1]			sluis is waarschijnlijk passeerbaar

* : afgeleid uit migratieperiode en kruissnelheid;
** : voor duidelijk waarneembare stroomopwaartse migratie.

LITERATUUR

1. Bainbridge, R.J., 1959.
Speed and stamina in three fish species. Journ. Exp. Biol. 37.(1): 129-153.

10. Beamish, F.W.H., 1987.
Swimming capacity. In: Hoar, W.S. & D.J. Randall (eds). Fish Physiology Vol. VII: 101-187. Ac. Press Inc.

14. Gebler, R.J., 1991.
Sohlrampen und Fischaufstiege. 145 pp.

4. Hardisty, M.W., 1944.
The life history and growth of the brook lamprey (*Lampetra planeri*). Journ. Anim. Ecol. 13: 110-122.

11. Kampen, J., J.J.G.M. Backx & M.P. Grimm, 1992.
Visstandbeheer in het Wolderwijd/Nuldernauw in het kader van het BOVAR-project; Deel 3: Migratie van vis door de sluizen. Deventer, Witteveen+Bos, 17 p.

12. Klinge, M., 1992.
Onderzoek naar vismigratie via de schutsluis te Hagestein en de mogelijkheden om dit te verbeteren. Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Gelderland. 24 pp.

3. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, 1994.
Vismigratie, visgeleiding en vispassages in Nederland; Lezingen en posterpresentaties van de Studiedag Vismigratie. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.

13. Pavlov, D.S., 1989.
Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. FAO fisheries technical paper 308. United Nations, Rome.

15. Raat, A.J.P., 1988.
Synopsis of biological data on the Northern pike (*Esox lucius*). FAO fisheries synopsis No. 30. Rev. 2. Rome. 178 pp.

8. Riemersma, P. & J. Quak, 1991.
VISPAS; Vismigratie en de aanleg van visoptrek-voorzieningen. Deelrapport 2 van de Literatuurstudie Vispassages. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. pp 103.

2. Semmekrot, S., 1992.
OVB advies inzake de biologische randvoorwaarden voor de aanleg van vispassages in de Nederrijn. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. OVB-Onderzoeksrapport 1992-38, 13 p.

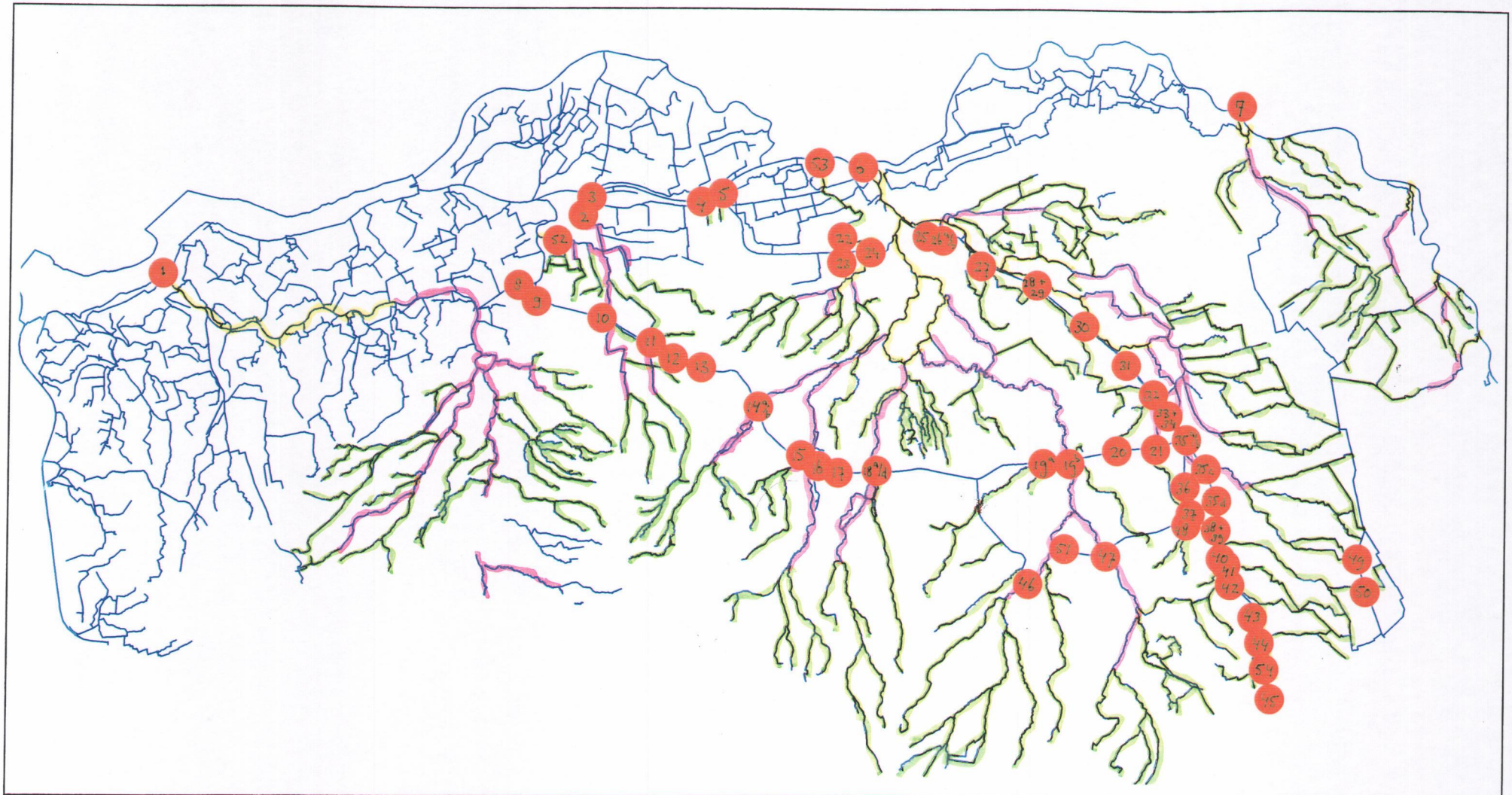
9. Sprengel, G. & H. Luchtenberg, 1991.
Infection by endoparasites reduces maximum swimming speed of European smelt and European eel. Dis. aquat. Org. Vol. 11: 31-35.

5. Stahlberg, S. & P. Peckmann, 1987.
The critical swimming speed of small Teleost fish species in a flume. Arch. Hydrobiol. 110 (2): 179-193.

7. Videler, J.J. & C.S. Wardle, 1991.
Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. Rev. in Fish Biol. and Fisheries (1): 23-40.

6. Klinge, M. & S. Semmekrot, 1993.
Onderzoek naar de intrek van (glas)aal bij het sluizencomplex Nijkerk. Witteveen+Bos in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Flevoland.

BIJLAGE III Overzicht van de potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant



BIJLAGE III Overzicht van de potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant

Legenda:

- bovenloop beeksysteem
- middenloop beeksysteem
- benedenloop beeksysteem
- mogelijk vismigratieknelpunt

Raadgevende ingenieurs Witteveen+Bos

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant
Project : visie-ontwikkeling natte EHS Brabantse kanalen
Code : Rw545.1

BIJLAGE IV Beschrijving van potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant

beschrijving van potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant

nr.	soort knelpunt	locatie in beektraject
01	schutsluis	op overgang tussen Volkerak en Dintel
02	poldergemaal	op overgang Oude Maasje en Zuiderafwateringskanaal
03	sluis	in Oude Maasje
04	sifon	onder Waalwijkse haven in Zuiderkanaal
05	schutsluis	op overgang Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen en Bergsche Maas
06	sluis en schutsluis	in Oude Dieze en kanaal Henriëttewaard-Engelen
07	poldergemaal	in Nieuwe Raammond
08	sluis en schutsluis	op overgang tussen Markkanaal en Wilhelminakanaal
09	schutsluis	in Wilhelminakanaal
10	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Donge
11	stuw	tussen Wilhelminakanaal en bovenloop Donge
12	schutsluis	in Wilhelminakanaal
13	schutsluis	in Wilhelminakanaal
14a	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop De Nieuwe Leij
14b	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop De Oude Leij
15	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Spruitenstroompje
16	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Reusel
17	schutsluis	in Wilhelminakanaal
18a	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Beerze (Waterloop)
18b	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Beerze
18c	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Beerze (Waterloop)
18d	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Kleine Beerze
19a	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Grote Beek
19b	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Dommel
20	schutsluis	in Wilhelminakanaal
21	sifon	onder Wilhelminakanaal op overgang boven- en middenloop Goorloop
22	sluis en poldergemaal	tussen Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen en Nieuwe Bossche Sloot
23	sluis	tussen Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen en benedenloop Zandleij
24	sluis	tussen Afwateringskanaal 's-Hertogenbosch-Drongelen en benedenloop Broekleij
25	schutsluis (nr. 1)	in Zuid-Willemsvaart
26a	stuw	tussen Zuid-Willemsvaart en benedenloop Aa

nr.	soort knelpunt	locatie in beektraject
26b	sifon	onder Zuid-Willemsvaart (Dungense loop)
27	schutsluis (nr. 2)	in Zuid-Willemsvaart
28	sifon	onder Zuid-Willemsvaart en benedenloop Biezenloop
29	schutsluis (nr. 3)	in Zuid-Willemsvaart
30	schutsluis (nr. 4)	in Zuid-Willemsvaart
31	schutsluis (nr. 5)	in Zuid-Willemsvaart
32	sifon	onder Zuid-Willemsvaart op overgang midden- en benedenloop Goorloop
33	stuw	tussen Zuid-Willemsvaart en gegraven zijtak middenloop Aa
34	schutsluis (nr. 6)	in Zuid-Willemsvaart
35a	stuw	tussen omleidingskanaal Helmond Zuid-Willemsvaart en nieuwe gegraven middenloop Aa
35b	sifon	afgeleide Aa onder omleidingskanaal Helmond Zuid-Willemsvaart
35c	stuw	tussen omleidingskanaal Helmond Zuid-Willemsvaart (Muizehol) en Bakelse Aa
35d	stuw	tussen omleidingskanaal Helmond Zuid-Willemsvaart (sluis Helmond) en de Aa
36	schutsluis (nr. 7)	in Zuid-Willemsvaart (traverse Helmond)
37	schutsluis (nr. 8)	in Zuid-Willemsvaart (traverse Helmond)
38	sluis	tussen Zuid-Willemsvaart en gegraven zijtak bovenloop Aa (traverse Helmond)
39	schutsluis (nr. 9)	in Zuid-Willemsvaart (traverse Helmond)
40	sifon	onder omleidingskanaal Zuid-Willemsvaart in bovenloop Aa
41	sifon	onder Zuid-Willemsvaart van Kleine Aa
42	schutsluis (nr. 10)	in Zuid-Willemsvaart
43	schutsluis (nr. 11)	in Zuid-Willemsvaart
44	schutsluis (nr. 12)	in Zuid-Willemsvaart
45	schutsluis (nr. 13)	in Zuid-Willemsvaart
46	stuw	tussen Beatrixkanaal en overgang boven- en middenloop Dommel
47	sifon	onder Eindhovensch Kanaal in middenloop Kleine Dommel of Rul
48	sifon	onder Eindhovensch Kanaal in bovenloop Goorloop
49	sifon	onder Kanaal van Deurne in bovenloop Oude Aa
50	sifon	onder Kanaal van Deurne in bovenloop Soeloop
51	dam	tussen einde Eindhovensch kanaal en middenloop Dommel
52	dam	in de benedenloop Donge
53a	poldergemaal	in benedenloop Nieuwe Bossche Sloot
53b	spuisluis	Bovenlandse sluis
54	sifon	onder Zuid-Willemsvaart in Kivietsloop

BIJLAGE V Overzicht van potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant en bijbehorende vissoorten die hiervan mogelijk hinder ondervinden

overzicht van potentiële vismigratieknelpunten in Noord-Brabant en bijbehorende vissoorten die hiervan mogelijk hinder ondervinden

nr.	soort knelpunt	Beekprik	Bermpje	Riviergrondel	Paling	Blankvoorn	Snoek	Winde	Snoekbaars	Kopvoorn	Serpeling
01	schutsluis			x	x	x	x	x	x	x	x
02	poldergemaal			x	x	x	x	x	x		
03	sluis			x	x	x	x	x	x		
04	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
05	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
06	sluis en schutsluis			x	x	x	x	x	x	x	x
07	poldergemaal			x	x	x	x	x	x	x	x
08	sluis en schutsluis			x	x	x	x	x	x		
09	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
10	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
11	stuw			x	x	x	x	x			
12	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
13	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
14a	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
14b	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
15	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
16	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
17	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
18a	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
18b	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
18c	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
18d	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
19a	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
19b	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
20	schutsluis			x	x	x	x	x	x		
21	sifon	x	x	x	x						
22	sluis en poldergemaal			x	x						
23	sluis			x	x	x	x	x	x		
24	sluis			x	x	x	x	x	x		
25	schutsluis (nr. 1)			x	x	x	x	x	x		
26a	sluis			x	x	x	x	x			
26b	sifon	x	x	x	x						
27	schutsluis (nr. 2)			x	x	x	x	x	x		
28	sifon			x	x	x	x	x	x	x	x
29	schutsluis (nr. 3)			x	x	x	x	x	x		
30	schutsluis (nr. 4)			x	x	x	x	x	x		
31	schutsluis (nr. 5)			x	x	x	x	x	x		
32	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
33	stuw			x	x	x	x	x			
34	schutsluis (nr. 6)			x	x	x	x	x	x		
35a	stuw Aa			x	x	x	x	x			
35b	sifon afgeleide Aa	x	x	x	x						
35c	stuw Bakels Aa			x	x	x	x	x			
36d	stuw Aa			x	x						
36	schutsluis (nr. 7)			x	x	x	x	x	x		
37	schutsluis (nr. 8)			x	x	x	x	x	x		
38	sluis			x	x	x	x	x	x		
39	schutsluis (nr. 9)			x	x	x	x	x	x		

nr.	soort knelpunt	Beekprik	Bermpje	Riviergrondel	Paling	Blankvoorn	Snoek	Winde	Snoekbaars	Kopvoorn	Serpeling
40	sifon	x	x	x	x						
41	sifon	x	x	x	x						
42	schutsluis (nr. 10)			x	x	x	x	x	x		
43	schutsluis (nr. 11)			x	x	x	x	x	x		
44	schutsluis (nr. 12)			x	x	x	x	x	x		
45	schutsluis (nr. 13)			x	x	x	x	x	x		
46	stuw			x	x	x	x	x			
47	sifon	x	x	x	x	x	x	x		x	x
48	sifon	x	x	x	x						
49	sifon	x	x	x	x						
50	sifon	x	x	x	x						
51	dam			x	x	x	x	x			
52	dam			x	x	x	x	x		x	x
53	poldergemaal			x	x	x	x	x	x	x	x
54	sifon	x	x	x	x						

BIJLAGE VI Beschrijving van mogelijke stapstenen langs het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart in Noord-Brabant

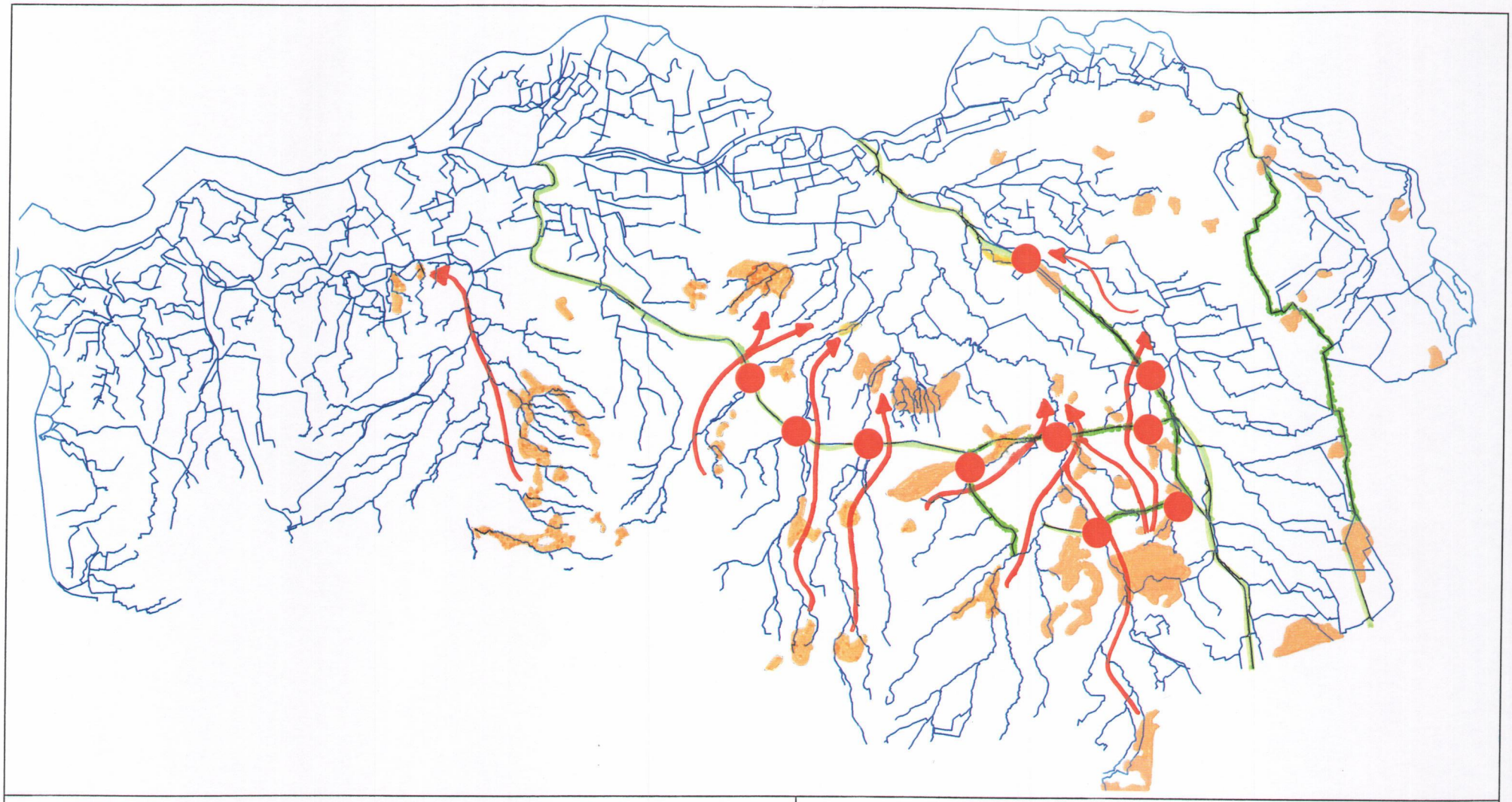
beschrijving van mogelijke stapstenen langs het Wilhelminakanaal en de Zuid-Willemsvaart in Noord-Brabant

nr.	globale traject (kilometrering volgens topografische kaart)	afmetingen (Lengte, Breedte, Diepte)	geschiktheid voor	open/gesloten		bijzonderheden
Zuid-Willemsvaart						
01	74.000-75.000	L = 30 m, B = 1,5-3 m, D = ?	Snoek Riviergrondel amfibieën	open kanaalpeil	: openingen in dam-wand tussen 0 en -40 cm	oevervegetatie plus Riet
02	78.500-80.500	?	Riviergrondel Winde Blankvoorn	open		schuine oever van stortsteen met plaatselijk drijvende waterplanten
03	88.200-89.800 noordelijk deel omleidingskanaal Helmond	6 vakken: - 3x L = 200 m, B = ?, D = ? - 1x L = 250 m, B = ?, D = ? - 2x L = 300 m, B = ?, D = ?	Snoek Riviergrondel Amfibieën	open gesloten	: vak 1, 3, 4, 5, 6 : vak 2	de open vakken zijn afwisselend aan de noord- of zuidzijde open oever-vegetatie en drijvende waterplanten
04	91.800-92.700	L = 900 m, B = 3 m, L = ?	Snoek Riviergrondel	open		het kanaal is hier met 3 m verbreed; oevervoorziening matig waardoor paaiplaatsfunctie ontstaat
05	96.900-98.100	vak 1 t/m 4: - L = 200 m, B = 2,5 m, D = ? vak 5: - L = 180 m, B = 8 m, D = ?	Snoek Riviergrondel amfibieën	open gesloten	: vak 3 met 2 openingen op -20 cm kanaalpeil; vak 5 met om de 20 m een opening met breedte damwandplank; vak 1 twee openingen op KP : vak 2, 4	vak 5 is 3/4 met Riet begroeid in de vakken zijn Fauna Uitstap Plaatsen aangebracht die aan weerszijde openingen hebben met een diameter van 40 cm (rattenbuis)
06	101.900-102.500	L = 600 m, B = 20 m, D = ?	Snoek Winde Blankvoorn	open		voormalige zwaaikom Veghel oevervegetatie, Riet en drijvende waterplanten
07	107.750-108.200	L = 230 m, B = 11 m, D = 2 m	Riviergrondel amfibieën	open	: 2x diameter van 40 cm 1x diameter van 100 cm	geen aanplant
08	108.210-108.440	L = 230 m, B = 11 m, D = 0,80 m	amfibieën	gesloten		geen aanplant
09	109.000-109.240	L = 240 m, B = 5 m, D = 1,20 m	amfibieën	gesloten		geen aanplant
10	112.225-112.455	L = 230 m, B = 10 m, D = 0,70-0,90 m	amfibieën	gesloten		geen aanplant
11	112.465-112.695	L = 230 m, B = 11 m, D = 0,50/ + 0,20 m	amfibieën	open	: 2x diameter van 40 cm	geen aanplant
12	112.705-113.950	L = 230 m, B = 11 m, D = 1,20 m	Riviergrondel amfibieën	open	: 2x diameter van 40 cm 1x diameter van 100 cm	Gele plomp/Zegge

nr.	globale traject (kilometrering volgens topografische kaart)	afmetingen (Lengte, Breedte, Diepte)	geschiktheid voor	open/gesloten	bijzonderheden
13	113.000-113.050	L = 50 m, B = 11 m, D = 0,80 m	amfibieën	gesloten	geen aanplant
14	113.100-113.275	L = 175 m, B = 11 m, D = 1,50/0,50 m	Riviergrondel amfibieën	open : 2x diameter van 40 cm 1x diameter van 100 cm (+/+ 20 cm)	geen aanplant aanwezig Riet
15	113.285-113.460	L = 175 m, B = 11 m, D = 0,50/1,50 m	Riviergrondel amfibieën	open : 2x diameter van 40 cm 1x diameter van 100 cm (+/+ 20 cm)	aanwezig Riet
16	113.900-114.075	L = 175 m, B = 11 m, D = 1,20 m	Riviergrondel amfibieën	open : 2x diameter van 40 cm 1x diameter van 100 cm	aanwezig Riet, Wilgen
17	114.085-114.260	L = 175 m, B = 11 m, D = 0,80 m	amfibieën	gesloten	geen aanplant
Wilhelminakanaal					
18	5.800-6.400	?	Snoek Winde Blankvoorn	open	Wilhelminakanaal en in haven Osterhout oevervegetatie en drijvende waterplanten
19	9.500-9.600	?	Snoek Riviergrondel amfibieën	?	oeverstroken ingericht door H. MollerPilot
20	11.950-12.150	?	Snoek Winde Blankvoorn amfibieën	open	zwaaikom Dongen
21	12.900-16.950	?	Snoek Riviergrondel Amfibieën	open en dicht	7 oeverstroken ingericht door H. MollerPilot
22	22.050-22.150	L = 160 m, B = 4 m, D = ?	Snoek Riviergrondel Winde Blankvoorn amfibieën	open met openingen	plasberm met weinig watervegetatie
23	22.700-22.850	?	Snoek amfibieën	open	zwaaikom riet en drijvende waterplanten
24	27.200-28.300 28.650-29.850	?	Snoek Riviergrondel amfibieën	open	natuurvriendelijke oevers

nr.	globale traject (kilometrering volgens topografische kaart)	afmetingen (Lengte, Breedte, Diepte)	geschiktheid voor	open/gesloten	bijzonderheden
25	30.000-32.000	?	Snoek Riviergrondel Winde Blankvoorn amfibieën	open	roeibaan: schuine oever (fijne stortsteen, oevervegetatie en drijvende waterplanten er is een open verbinding met de recreatieplas van de Beekse Bergen
26	37.000-38.000	L = ?, B = 1,5-3 m, D = ?	amfibieën	dicht	plasbermen sluis 4 bij Kattenberg in verband met damwandreconstructie in juni/september 1996 is plasberm ontstaan
27	42.500-52.750	?	Snoek Winde Blankvoorn amfibieën	open	zwaaikom Oirschot oevervegetatie en drijvende waterplanten
28	43.300-44.350	L = ?, B = 1,5-3 m, D = ?	? amfibieën	?	plasberm Oirschot oevervegetatie, Riet en drijvende waterplanten
29	44.870-45.300	L = ?, B = 1-3 m, D = ?	? amfibieën	?	oevervegetatie
30	46.100-49.100	L = ?, B = 1-4 m, D = ?	? amfibieën	?	damwandreconstructie Oirschot/Best (juli/november 1996) zwaaikom met stortsteen van kanaal gescheiden
31	50.200-50.450	L = 250 m, B = 1-1,50 m, D = ?	? amfibieën	?	plasberm Best oevervegetatie
32	57.400-57.600	L = ?, B = 3 m, D = ?	Snoek Winde Blankvoorn amfibieën	open	zwaaikom Son met plasberm oevervegetatie, Riet en drijvende waterplanten
33	60.200-62.050	L = 1850 m, B = 1,5-3 m, D = ?	? amfibieën	?	damwandreconstructie met plasberm
34	62.050-68.000		Snoek Winde Blankvoorn amfibieën		zwaaikom sluis 5 met stortsteen van kanaal gescheiden

BIJLAGE VII De ligging van waardevolle natuurkerngebieden, de potentiële migratieroutes en de migratieknelpunten voor amfibieën



BIJLAGE VII De ligging van waardevolle natuurkerngebieden, de potentiële migratieroutes en de migratieknelpunten voor amfibieën

Legenda:

- kerngebied amfibieën
- migratieroute via beekdal
- migratieknelpunten

Raadgevende ingenieurs Witteveen + Bos

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant
Project : visie-ontwikkeling natte EHS Brabantse kanalen
Code : Rw545.1