

VisAdvies BV

Postadres

Vondellaan 14
3521 GD Utrecht
Nederland

ABN-AMRO
Rek.nr. 40.01.19.528

KvK nr. 30207643
t. 030 285 10 66
e. info@VisAdvies.nl
w. <http://www.VisAdvies.nl>



Evaluatie vispassages Aa en Maas

Projectnummer VA2005_02
8 februari 2006

Door:

Ing. M.J. Kroes
J.C.A. Merkx
Ir. F.T. Vriese

Statuspagina

Titel	Evaluatie vispassages Aa en Maas
Samenstelling	VisAdvies BV Vondellaan 14 3521 GD
Telefoon	030-285 1066
E-mail	info@visadvies.nl
Homepage	http://www.visadvies.nl
Opdrachtgever	Waterschap Aa en Maas
Auteur(s)	Ing. M.J. Kroes, J.C.A. Merkx & Ir. F.T. Vriese
E-mailadres	kroes@visadvies.nl ; merkx@visadvies.nl ; vriese@visadvies.nl
Aantal pagina's	
Trefwoorden	Vispassage, evaluatie, hydraulische metingen
Versie	1
Projectnummer	VA2005_02
Datum	Februari 2006

Bibliografische referentie:

Kroes, M.J., J.C.A. Merkx & F.T. Vriese 2006. Evaluatie vispassages Aa en Maas. VisAdvies BV, Utrecht. Projectnr. VA2005_02, pag.

© 2005 VisAdvies BV

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

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
1.1	Doelstelling.....	1
1.2	Gebiedsbeschrijving.....	1
1.2.1	Algemeen.....	1
1.2.2	Doelvissoorten.....	3
1.2.3	Waterpeilen en afvoer.....	3
2	Methodiek.....	6
2.1	Methodiek.....	6
2.2	Algemene criteria passeerbaarheid.....	6
2.3	Toetsing.....	10
2.4	Aanleg en beheer.....	11
3	Resultaten hydraulisch functioneren.....	12
3.1	Leijgraaf.....	12
3.1.1	stuw b (Kameren).....	12
3.1.2	Stuw e (Koffiestraat).....	14
3.1.3	Stuw f (Vorstenbosche weg).....	16
3.1.4	Stuw i (Moleneind).....	18
3.2	Snelle Loop.....	20
3.2.1	Stuw d (Dubbelloop).....	20
3.2.2	Stuw e (Camping de Biezen).....	22
3.2.3	Stuw g (Grotelse Heide).....	24
3.2.4	Stuw q (Millheeze Klef).....	26
3.2.5	Stuw r (Millheeze Voedercentrale).....	28
4	Kosten aanleg en beheer.....	30
4.1	Beheer en onderhoud.....	30
4.2	Realisering vispassages.....	30
4.3	Externe kosten materiaalgebruik en grondoppervlak.....	31
5	Bespreking van de resultaten.....	32
5.1	Algemeen.....	32
5.2	Resultaten Leijgraaf.....	33
5.3	Resultaten Snelle Loop.....	34
6	Conclusies en aanbevelingen.....	35
6.1	Conclusies.....	35
6.2	Aanbevelingen.....	36
6.2.1	Algemene aanbevelingen.....	36
6.2.2	Aanbevelingen vispassages Leijgraaf.....	37
6.2.3	Aanbevelingen vispassages Snelle Loop.....	38
6.3	Vervolgonderzoek.....	40
	Gebruikte literatuur.....	42
	Bijlagen.....	43

1 Inleiding

In het kader van de monitoring van inrichtingsprojecten heeft het Waterschap Aa en Maas in het najaar van 2005 een effect monitoring van aangelegde vispassages laten uitvoeren. Het project is opgesplitst in twee fasen. In de eerste fase wordt een technische evaluatie van bestaande vispassages uitgevoerd. In de tweede fase zal, afhankelijk van de uitkomsten in de eerste fase een monitoring van daadwerkelijke passage van vis worden uitgevoerd. Het waterschap heeft VisAdvies gevraagd om de technische evaluatie uit te voeren (eerste fase).

1.1 Doelstelling

Het doel van het project is:

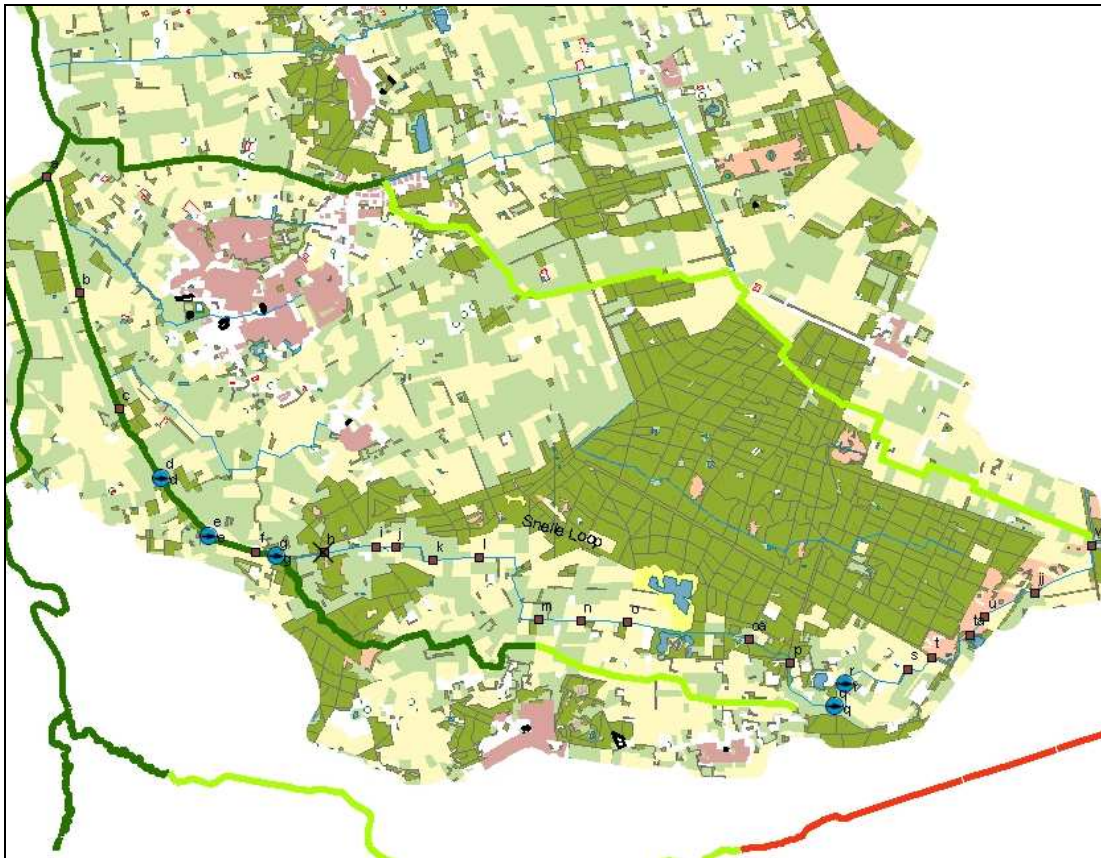
- een onafhankelijke controle uitvoeren waarmee een beoordeling van al aangelegde vispassages wordt gemaakt.

De beoordeling vindt plaats op technische aspecten (hydraulisch, ontwerp etc.) en kosten. Op basis van de evaluatie wordt een advies ten behoeve van beheer en onderhoud van de bestaande vispassages gegeven en een advies voor nader onderzoek geformuleerd.

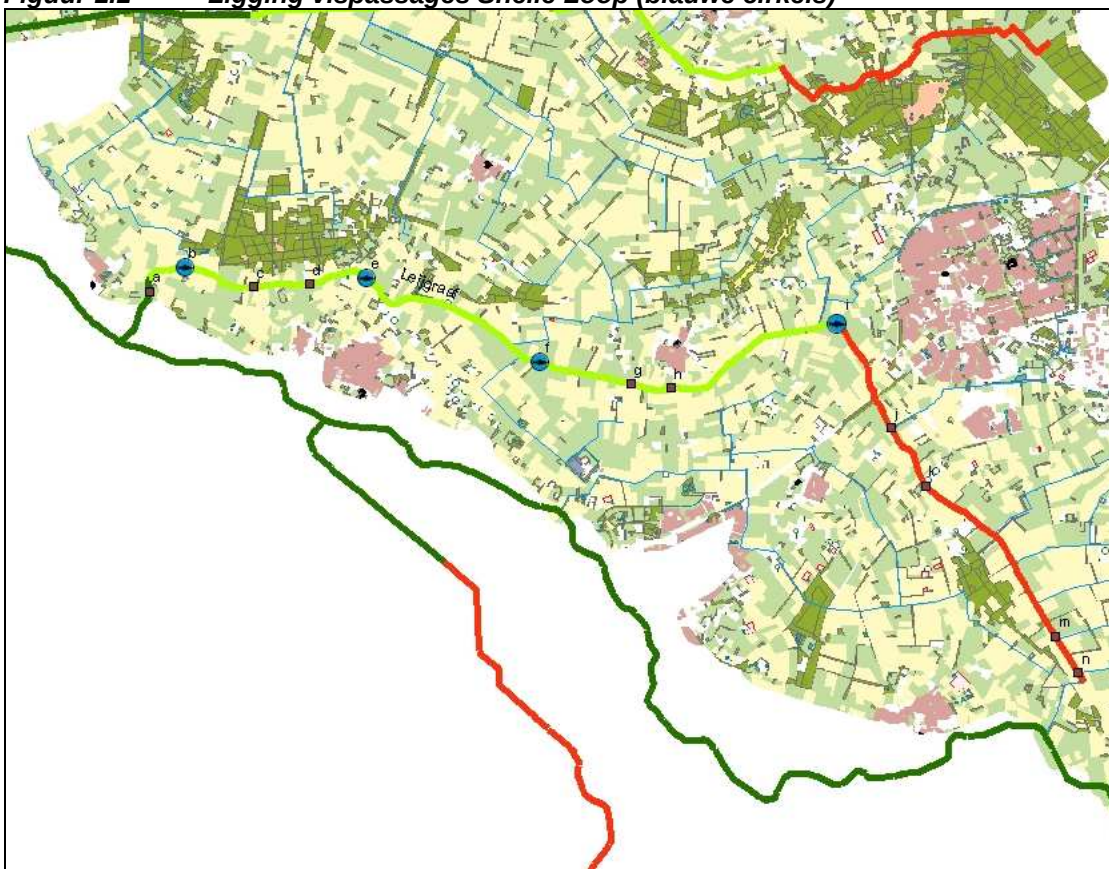
1.2 Gebiedsbeschrijving

1.2.1 Algemeen

De evaluatie is uitgevoerd in vier vispassages in de Leijgraaf, type v-vormige bekkenpassage met vertical slot en vijf vispassages in de Snelle Loop, type v-vormige bekkenpassage, opgebouwd en aangestort met grote stenen. De vispassages in de Leijgraaf liggen allemaal in een omleiding langs de stuw. Het debiet van de vispassages hangt af van de beschikbare hoeveelheid water, dat nogal nauw luistert in verband met de omliggende landbouwgronden. In de Snelle Loop zijn een aantal stuwen passeerbaar gemaakt door cascade-achtige overlaten in een nevengeul of in de hoofdloop, waarbij de stuw in één geval is verwijderd.



Figuur 1.1 Ligging vispassages Snelle Loop (blauwe cirkels)



Figuur 1.2 Ligging vispassages Leijgraaf (blauwe cirkels)

1.2.2 Doelvissoorten

In de Snelle loop zijn stroomminnende soorten minder sterk vertegenwoordigd. De levensgemeenschap wordt vooral gevormd door Snoek, Zeelt, Ruisvoorn en Baars. Uitzondering hierop is de benedenloop die bij inundatie als paaigebied door o.a. Winde gebruikt wordt. In de Leijgraaf zijn de stroomminnende soorten eveneens minder sterk vertegenwoordigd dan in de natuurlijke beken. Vooral de kleinere reofiele soorten (Riviergrondel, Bermpje en bij goede waterkwaliteit Rivierdonderpad), komen voor, vooral in de bovenloop. In de eerste kilometers van de benedenloop kan Winde gebruik maken van inundatiegebieden. Daarnaast wordt een belangrijk deel van de visgemeenschap gevormd door soorten die bekend zijn van helder stilstaand tot langzaam stromend plantenrijk water. Hiertoe behoren Zeelt, Snoek, Ruisvoorn, Kroeskarper. In open stukken met minder planten kan Baars ook tot de doelsoorten behoren. Deze soort is een goede indicator voor de waterkwaliteit. De volgende doelvissoorten zijn gebruikt bij het toetsen op passeerbaarheid:

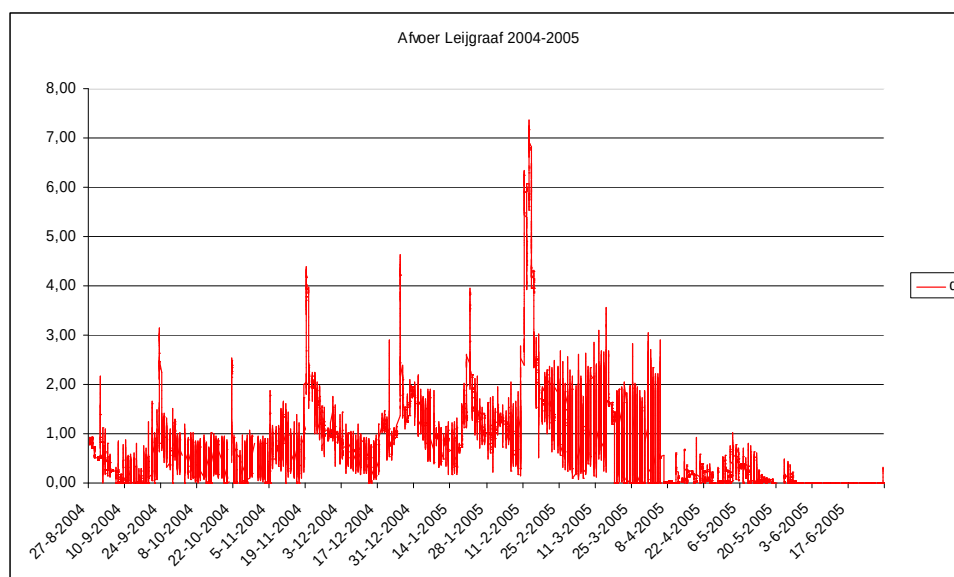
Water	Doelvissoorten
Leijgraaf benedenloop	Zeelt, Snoek, Ruisvoorn, Kroeskarper, Winde, Baars
Snelle Loop	Snoek, Zeelt, Ruisvoorn, Winde

Het Vismigratieplan (De Bruin *et al.*, 2004) is hiervoor richtinggevend geweest.

1.2.3 Waterpeilen en afvoer

Leijgraaf

Uit afvoer gegevens van het waterschap blijkt dat het gemiddelde debiet van de Leijgraaf 0,73 m³/s is. Dit is berekend over de periode 27-08-2004 t/m 30-06-2005. Er komen afvoerpieken voor van meer dan 7,0 m³/s. Daarbij zijn er regelmatig perioden met weinig tot geen afvoer in de Leijgraaf, zie figuur 1.3. Op 8 en 9 november bedroeg de gemiddelde afvoer 0,41 m³/s.



Figuur 1.3 *Afvoer van de Leijgraaf, over de periode augustus 2004 tot en met september 2005 ter hoogte van stuw 11a (gegevens Waterschap Aa en Maas, 2005)*

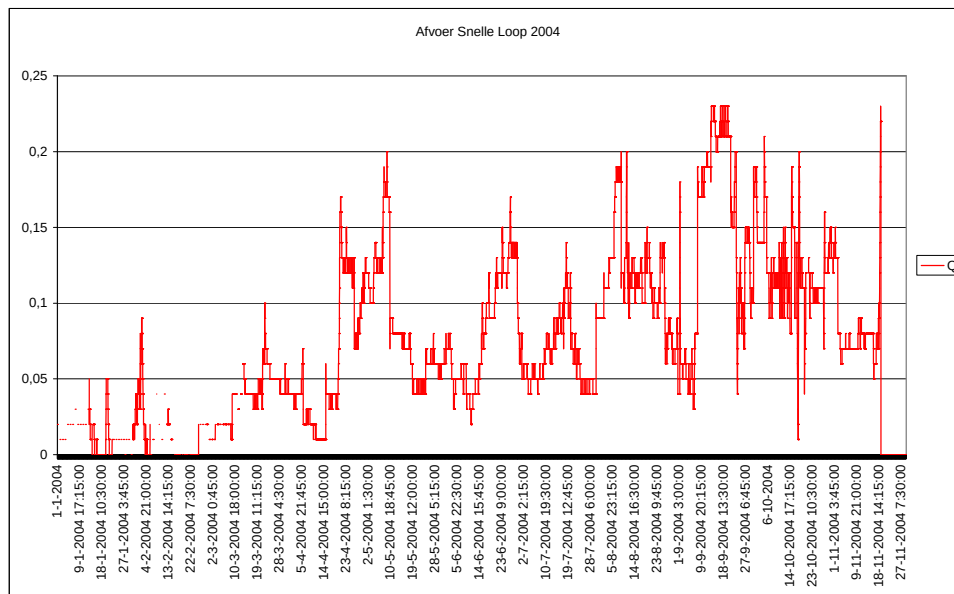
In de Leijgraaf liggen een achttal stuwen (waarvan er 4 zijn voorzien van een vispassage). Op de Leijgraaf wordt een zomer- en winterpeil gehanteerd. Het moment van instellen van het winterpeil is sterk afhankelijk van de wens van de aangrenzende agrariërs. Het zomerpeil wordt ingesteld vanaf april. Alle stuwen zijn geautomatiseerd. Het is mogelijk om het zomerpeil in de winterperiode langer vast te houden. In tabel 1.1 zijn de drempelhoogtes en stuwstanden weergegeven. Het streefpeil is ca. 20 cm hoger dan de stuwstanden.

stuw	drempel hoogte	maximale schuifhoogte	stuw stand normaal	stuwstand natte situatie
11b	486	590	580	488
11c	521	625	620	561
11d	496	690	680	615
11e	611	715	710	621
11f	656	760	740	670
11g	726	830	830	730
11h	756	860	860	773
11i	816	920	890	829

Tabel 1.1 *Drempelhoogtes en stuwstanden (normaal en natte situatie) van stuwen in de Leijgraaf. In het grijs zijn stuwen met vispassages aangegeven*

Snelle Loop

In figuur 1.4 zijn de debietgegevens van de Snelle Loop over de periode januari-november 2004. De gegevens komen overeen met de hoeveelheden water die vanuit het Peelkanaal worden ingelaten in de Snelle Loop. Daarnaast kan er soms nog water op de Snelle Loop worden uitgeslagen, dit is maximaal 0,30 m³/s. Er wordt niet gemeten hoeveel er werkelijk de Snelle Loop in komt. Op 9 en 14 november bedroeg de gemiddelde afvoer vanuit het Peelkanaal respectievelijk 0,18 m³/s en 0,14 m³/s.



Figuur 1.4 *Debiet van het inlaatwater van het Peelkanaal over de periode januari-november 2004 (gegevens Waterschap Aa en Maas, 2005)*

Het hier gepresenteerde debiet betreft in feite een onderschatting van de werkelijke situatie. Hieraan dient het drainagewater, afkomstig van het vliegveld de Peel, te worden toegevoegd. Het drainage water van het vliegveld kan ca. $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ bedragen. Hiervan gaat een deel naar de Snelle loop en een deel naar de Kawaise loop. De Snelle Loop heeft een maatgevende afvoer van $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Het gemiddelde zomerdebiet is $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ (mededeling W. Velthuijs, 2006; technisch adviseur Hydrologie Waterschap Aa en Maas).

Ten tijde van het onderzoek stond het waterpeil van de Snelle Loop op het zomerpeil ingesteld.

De stuwstanden van de afzonderlijke stuwen in de Snelle Loop zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Stuw	Zomerpeil	Winterpeil
D	13.60 m +NAP	13.20 m +NAP
E	14.60 m +NAP	14.20 m +NAP
G	15.90 m +NAP	15.60 m +NAP
Q	25.40 m +NAP	25.06 m +NAP
R	25.90 m +NAP	25.60 m +NAP

Tabel 1.2 *Stuwstanden van stuwen in de Snelle Loop.*

2 Methodiek

2.1 Methodiek

De aanpak voor evaluatie van de afzonderlijke vispassages berust op hydraulische metingen boven overlaten of in doorlaten en in afzonderlijke bekkens (stroomsnelheid, waterdiepte en –breedte en energie-uitdoving). De meetgegevens worden getoetst aan de zwemcapaciteiten van doelvissoorten. Hiermee wordt inzicht verkregen in het hydraulisch functioneren van afzonderlijke overlaten/doorlaten en bekkens. Daarnaast worden per vispassage gegevens verzameld waaronder type materiaal, locatie vispassage (in beek of omleiding), debiet, bodemhoogte, lokstroom, type overstort (volkomen, onvolkomen of hellend), totale lengte, aantal bekkens. Deze methodiek is ontwikkeld voor een hydraulische evaluatie van de vispassages in het beheersgebied van het waterschap Peel en Maasvallei (Jansen *et al.*, 1997).

2.2 Algemene criteria passeerbaarheid

Voor het bepalen van de passeerbaarheid van de genoemde vispassages zijn een aantal criteria opgesteld. Deze criteria betreffen hydraulische en visgerelateerde kenmerken, en zijn afkomstig van het recent gereed gekomen handboek Vismigratie (Kroes & Monden, 2005).

Hydraulische criteria

Voor V-vormige bekkenpassages worden ten aanzien van de lengte, breedte en diepte van de aanwezige bekkens ten minste de volgende eisen gesteld (zie ook tabel 2.1):

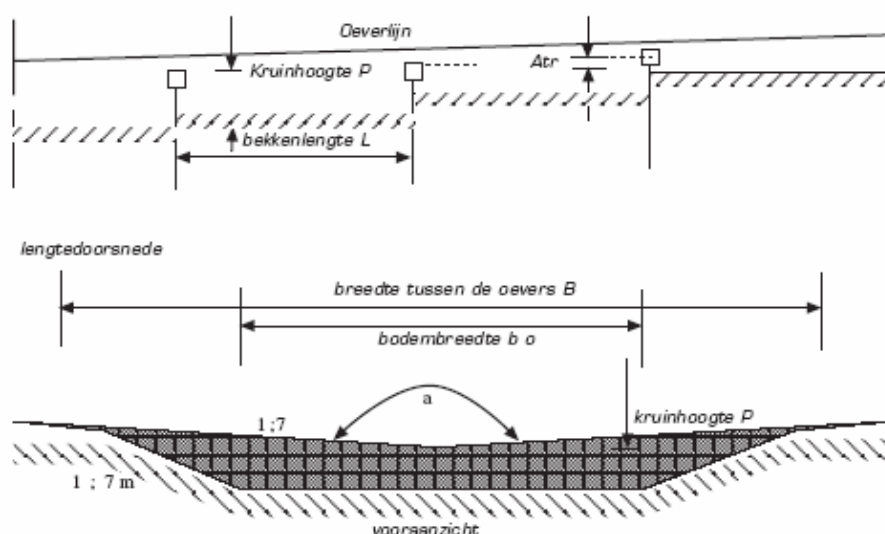
Bekkenlengte $L = 30 * dt$ (dt = verval per bekken)

Bekenbreedte $B = 40 * dt$

Bekkendiepte $D = 1,6 * dt$

Voor wat betreft de waterdiepte in de bekkens (D) is de diepte bij voorkeur minimaal 0,80 cm, en / of afgestemd op de waterdiepte van de waterloop (Kroes & Monden, 2005).

Deze harde criteria gelden niet voor cascade vispassages met andere overlaten. Een maat voor de passeerbaarheid van het bekken is de energie-uitdoving. Dit criterium houdt verband met de aanwezige turbulentie. Als de vrijgekomen kinetische energie niet uitdooft, dan gaat het water steeds sneller stromen in de meer stroomafwaarts gelegen bekkens. Als maat hiervoor wordt gehanteerd P / V ; waarbij P = energie en V = het volume van het bekken. In het onderzoek worden twee groepen vissoorten onderscheiden ten aanzien van de energie-uitdoving. Indien cascade vispassages uit bekkens zijn opgebouwd worden dezelfde criteria gehanteerd voor de energie-uitdoving. Als de cascade vispassages niet over een duidelijke bekkenstructuur beschikken dan worden algemene criteria gehanteerd ten aanzien van maximale helling en minimale doorzwem zones.



Figuur 2.1 **Ontwerpkarakteristieken van een bekkenpassage met V-vormige overlaten (Boiten, 1989)**

Hoogteverschillen tussen opeenvolgende bekkens (dt) voor laaglandbekken zijn niet groter dan 15 cm. De waterbreedte boven de overlaten dient een voldoende breedte en hoogte te hebben om te kunnen passeren. V-vormige overlaten zijn altijd voor een deel verdronken en voor een deel niet (aan de zijkanten). Voor de verdrinkingsgraad van een overlaat geldt: $S = h_2 / h_1$ waarbij h_2 de waterstand benedenstrooms is en h_1 de waterstand bovenstrooms ten opzichte van de kruin. De verdrinkingsgraad is bij voorkeur groter dan 0,5. Het een en ander zal in het veld worden bepaald.

Visgerelateerde criteria

Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van de zwemeigenschappen van volwassen doelvissoorten. Op basis van literatuurgegevens zijn per vissoort visgerelateerde criteria vastgesteld, ten einde passage van overlaten te kunnen toetsen. Hierbij zijn zwemsnelheid, spronghoogte en de lichaamshoogte van de verschillende vissoorten relevant. Omdat als uitgangspunt bij de beoordeling van de passeerbaarheid van overlaten geldt dat deze zwemmend kunnen worden genomen, wordt de spronghoogte buiten beschouwing gelaten. Als zwemsnelheid wordt de sprintsnelheid bedoeld. De sprint is van korte duur (< 15 sec.) en kan worden aangewend om bijvoorbeeld een hindernis te nemen. Als de stroomsnelheid bij de overlaat groter is dan de sprintcapaciteit van de vis dan zal deze als zwemmend niet passeerbaar worden beschouwd.

Naast de stroomsnelheid op overlaten is ook de lichaamshoogte van belang bij het passeren van een overlaat. Als een deel van het lichaam boven het wateroppervlak uit steekt tijdens de passage dan zal de zwemcapaciteit afnemen. Op basis van fotomateriaal zijn standaard lichaamshoogten van vissoorten vastgesteld. De lichaamshoogten van de verschillende vissoorten zijn gerelateerd aan de waterhoogten die op de overlaten zijn gemeten. Indien de lichaamshoogte van de vis groter is dan de aanwezige waterhoogte op de overlaat zal deze in het onderzoek als niet passeerbaar worden beschouwd.

Als de vispassage is aangelegd als omleiding om de stuw dan wordt de lokstroom in de beek benedenstrooms en bovenstrooms getoetst aan de stroomsnelheid. Ook zal hiervoor een criterium worden gehanteerd ten aanzien van de zwemcapaciteiten.

Visgerelateerde criteria					
Doelvissoort	Max. zwem-snelheid (m/s)	Spronghoogte (m)	Energie-uitdoving (W/m³)	Vishoogte (m)	Migratieperiode (paai)
Baars	1,0	0,080	150	0,042	Mrt-apr
Bermpje	1,0	0,100	150	0,009	Mrt-apr
Kroeskarper	0,6	0,030	150	0,054	Apr-mei
Riviergrondel	1,5	0,190	150	0,013	Apr-mei
Ruisvoorn	0,6	0,030	150	0,047	Apr-jun
Snoek	2,7	0,660	100	0,056	Feb-mrt
Winde	2,8	0,720	150	0,093	Feb-mei
Zeelt	0,6	0,030	150	0,043	Mei-jun
Hydraulische criteria					
Bekken					
Lengte	30 * verval				
Breedte	40 * verval				
Diepte	1,6 * verval				
Energie-uitdoving	zie criteria vis				
Overlaat					
Stroomsnelheid	zie criteria vis				
Type overstort	Onvolkomen: geen barrière Volkomen: wel barrière helling geen: barrière				
Waterhoogte	<0,04 m barrière				
	0,04-0,20 mogelijk barrière				
	> 0,20 geen barrière				
Waterbreedte overlaat	> 0,15 m geen barrière				
Debiet	5 Qvispas 5% van totale debiet alleen van belang bij omleiding				
Stroomsnelheid lokstroom	Vlokstroom gelijk aan Vmax vissoort				
Stroomsnelheid beek	Vbeek kleiner dan Vmax vissoort				
bovenstrooms					

Tabel 2.1 *Visgerelateerde en hydraulische toetsingscriteria*

Veldwerkzaamheden

Op basis van bovengenoemde criteria zijn de onderstaande parameters in het veld gemeten: De vispassages zijn telkens vanaf de uitstroom richting instroom doorgemeten. Overlaat 1 ligt aan de benedenstroomse kant van de vispassage.

Algemeen

Situering vispassage	Hoofdstroom of omleiding
Type vispassage	Type zoals vermeld in Handboek Vismigratie
X-Y-Coördinaten	
Totale lengte	Som van alle bekkenlengtes
Aantal bekkens	Som van alle bekkens
Debiet beek	Gegevens waterschap

Debiet vispassage	Berekening op basis van meetgegevens
Lokstroom (m/s)	5-tal metingen stroomsnelheid van uitstroom
Lokstroom richting	Hoek of loodrecht
Bodemhoogte beek- en benedenstroomse uitmonding vispassage	Vershil in bodemhoogte tussen beek en uitmonding benedenstroms
Stroomsnelheid bovenstroms	5-tal metingen stroomsnelheid van instroom
Opmerkingen	Algemene opmerkingen zoals vervuiling of vegetatie in de bekkens of op overlaten.
Bekkens	
Lengte (m)	lengte tussen 2 overlaten
Breedte (m)	in het midden van oever naar oever
Diepte (gem., m)	5-tal diepte metingen, evenredig verdeeld over breedte van bekkens.
Energie-uitdoving (W/m^3)	= berekening
Overlaten	
Type	onvolkomen, volkomen of hellend
Verval (m)	Vershil in waterhoogte tussen twee opeenvolgende bekkens
Waterhoogte (max., m)	Niet beluchte deel overlaat. (Bij geheel volkomen overlaat zijn toch metingen uitgevoerd) Er zijn 5-tal metingen door breedte overstortende straal uitgevoerd door overlaat in 6 delen op te splitsen. Dit is ook gebeurt t.b.v. bepaling van het natte oppervlak.
Stroomsnelheid (max., m/s)	Idem. De stroomsnelheid is steeds gemeten op 3 punten op de overlaat (middenin en ter weerszijden van dat punt op de meest links en rechts gelegen locatie op 0,05 m boven de overlaat.)
Breedte overstortende straal	De breedte van de onvolkomen overlaat is gemeten van de breedte totale overstortende straal; bij vertical slot is de breedte en hoogte opgemeten.
Overig	
Wijze van beheer	Vraagstelling districtbeheerder
Frequentie beheer en onderhoud	Vraagstelling districtbeheerder
Uren benodigd voor uitvoering beheer / onderhoud	Vraagstelling districtbeheerder
Type en hoeveelheid materiaal gebruik (bodem overlaten/doorlaten, oevers etc.)	Vraagstelling districtbeheerder
Uren besteed aan uitvoering	Vraagstelling districtbeheerder
Grondoppervlak benodigd (indien in omleiding)	Vraagstelling districtbeheerder/eigen meting

***) Kanttekening** De hoogste stroomsnelheid wordt, op een ideaal gevormde V-vormige overlaat, op 0,05 m boven de overlaat gemeten (Boiten, 1989; 1990). Dicht tegen de wanden en randen kunnen de laagste stroomsnelheden worden verwacht (tot 5 cm daarvandaan). Voor migrerende vissen kunnen vooral de laagste stroomsnelheden bepalend zijn voor de vraag of ze de overlaat kunnen passeren. Hiervoor zou dus in dit gebied gemeten moeten worden, mits de waterdiepte voldoende is. Door de genoemde 3 punten te bemonsteren wordt beoogd het gehele spectrum van stroomsnelheden, van maximaal tot minimaal, te dekken. De systematiek voor meting en toetsing biedt de mogelijkheid om te beoordelen of een bepaalde overlaat ook de maximale stroomsnelheid niet beperkend is voor de migratie van doelvissoorten. Ervaring leert dat per overlaat uiteindelijk steeds wordt beoordeeld of er ergens op de overlaat een punt aanwezig

is waar de betrokken vissoort in staat is te passeren. De minimale stroomsnelheid is daarmee het uiteindelijke toetsingscriterium. Bedacht moet worden dat het om praktische redenen niet mogelijk is om nog dichterbij de randen te meten, waardoor de potentiële migratiemogelijkheden mogelijk gering worden onderschat.

De beschreven metingen zijn voor alle vispassages uitgevoerd. Het meetwerk in het veld is op 8, 9 en 14 november 2005 uitgevoerd.

2.3 Toetsing

Toetsing vindt plaats via een systematiek volgens een tweetal stappen:

Stap 1 betreft de toetsing van hydraulische parameters, zoals de bekkenafmetingen en energie-uitdoving. De meting van lengte en breedte zijn direct getoetst aan de gestelde criteria. Van de dieptemetingen is per bekken een gemiddelde waarde berekend en deze waarde wordt daarna getoetst. De energie-uitdoving wordt per bekken berekend en vergeleken met de gestelde criteria, waarbij onderscheid is gemaakt in een tweetal visgroepen.

Stap 2 is de toetsing van de overlaten. Deze wordt steeds per doelvissoort afzonderlijk uitgevoerd. Metingen van de stroomsnelheid en waterhoogte boven de overlaten worden in eerste instantie afzonderlijk getoetst aan de gestelde criteria per doelvissoort (sprintsnelheid, lichaamshoogte). Hierdoor kan een uitspraak worden gedaan over de passeerbaarheid van dat deel van de overlaat voor de doelvissoorten.

Voor een beoordeling van de passeerbaarheid van de overlaten wordt voorgesteld om de volgende categorieën te onderscheiden:

1. Geheel passeerbaar, op geen van de meetpunten is een knelpunt ten aanzien van zowel stroomsnelheid als waterdiepte geconstateerd.
2. Op één meetpunt is een knelpunt ten aanzien van stroomsnelheid of waterdiepte geconstateerd.
3. Op twee van de drie meetpunten zijn dergelijke knelpunten gesignaleerd.
4. Niet passeerbaar, op alle drie meetpunten zijn knelpunten met betrekking tot stroomsnelheid of waterdiepte gesignaleerd.

Vervolgens is aangegeven voor welke vissoorten de vispassage op basis van de gestelde criteria niet passeerbaar is. Dit zijn alle vissoorten die op één of meerdere overlaten een 4 hebben gescoord (De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 3 en 4). De toetsing is uitgevoerd voor alle vispassages. Voor vispassages die zijn aangelegd in een omleiding langs de stuw zijn tevens de stroomsnelheden van de lokstroom en de uitzwemopening en het verschil in bodemhoogte tussen beek- en vispassage getoetst. Ten aanzien van deze aspecten is aangegeven hoeveel vissoorten hiervan een knelpunt ondervinden. Ten aanzien van het verschil in bodemhoogte is in algemene zin aangegeven of er een knelpunt aanwezig is.

2.4 Aanleg en beheer

De vispassages zijn door het waterschap in eigen beheer aangelegd. Een inschatting van de kosten voor aanleg geschiedt op basis van materiaalgebruik en gewerkte uren. Daarbovenop zijn de kosten voor de benodigde grond berekend. Gegevens voor de berekening zijn aangeleverd door het waterschap. Voor het bepalen van de beheerskosten wordt geïnventariseerd wat de werkzaamheden van district-medewerkers zijn per vispassage (o.a. schoning, maaien, debietverdeling etc.) en hoeveel uren hiervoor benodigd zijn. Ook hiervoor is een kostenberekening gemaakt.

3 Resultaten hydraulisch functioneren

3.1 Leijgraaf

Het hydraulisch functioneren van de vispassages in de Leijgraaf is sterk afhankelijk van het zomer- of winterpeil. Tijdens de metingen bleek dat bij de stuwen b en e het winterpeil was ingesteld. De vispassages hadden hierdoor een geringe watervoering (en waren bovendien sterk begroeid met emergente waterplanten). Desondanks zijn toch metingen uitgevoerd. De beoordeling van de vispassages bij stuw b en stuw e, moet ook in dit licht worden gezien. De stuwen f en i zijn tijdelijk op zomerpeil gezet. Een totaaloverzicht van de meetresultaten zijn weergegeven in bijlage 2.

3.1.1 stuw b (Kameren)

Algemene parameters

De vispassage bestaat uit 6 bekkens en 7 overlaten, heeft een totale lengte van ongeveer 24 m en is gelegen in een bypass. De overlaten betreffen v-vormige houten schotten met een vertical slot in het midden. De laatste overlaat werd gebruikt als inlaat en was tijdens het meten afgesloten door een houten schot. Hierdoor stroomde er een gering debiet door de vispassage. Daarnaast was het winterpeil ingesteld waardoor de bovenstrooms gelegen inlaat van de vispassage minder gunstig ligt om water in te laten. Het gemiddelde debiet door de vispassage was tijdens de metingen bijna 0 ($0,001 \text{ m}^3/\text{s}$) waardoor er alleen water door de vertical slots stroomde. De vispassage was geheel begroeid met emergente en drijvende vegetatie. De vispassage overbrugt een verval van 58 cm. De laatste overlaat ligt op 7 m van de uitstroom. Bekken nr. 5 bevat veel slib.

Hydraulische aspecten

Bekken 1 en 3 voldoet niet aan de gestelde criteria voor breedte (te smal). De bekkenlengte is negatief van de bekkens 3 en 5. De energie-uitdoving is voor alle bekkens voldoende. Voor alle overlaten geldt dat de breedte van de waterstroom te gering is. Het verschil in bodemhoogte tussen boven- en benedenstrooms deel van de beek en de vispassage is te groot. De stroomsnelheid van de lokstroom was niet goed te meten omdat het debiet door de vispassage gering was.

Vissoorten

Voor vissoorten met een grotere afmeting zoals winde, baars, en snoek is de vispassage niet passeerbaar vanwege een te geringe waterdiepte en te nauwe breedte van de vertical slot van alle overlaten. Kleine vissoorten als biermpje zullen naar verwachting de vispassage in de huidige situatie kunnen passeren. Bij een groter debiet (ca. $0,15$ tot $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$) mag worden verwacht dat de vispassage ook passeerbaar wordt voor grotere vissoorten.

Foto 3.1 **Overzichten vispassage Kameran (8 november 2005)**

Totaal overzicht



Uitstroom



Overlaat 1



Overlaat 2



Overlaat 3



3.1.2 Stuw e (Koffiestraat)

Algemene parameters

De vispassage is opgebouwd uit v-vormige overlaten met een vertical slot in het midden en is gelegen in een bypass. De lengte bedraagt 37 m en met 2 bekkens wordt een verval van 28 cm overbrugt (winterpeil). Het laatste schot ligt op 1,5 m voor de uitstroom in de beek. Bekken 2 bleek veel slib te bevatten. Bovendien was er veel ophoping van drijfvuil en grote stenen voor de instroomopening waardoor de waterinlaat wordt beperkt. De instroomopening is met een schot dichtgezet en veroorzaakt een rechte overlaat in plaats van een v-vorm. Tijdens de metingen bedroeg het debiet 0,03 m³/s.

Hydraulische aspecten

De breedte van de beide bekkens voldoet niet aan de gestelde criteria (te smal). De energie-uitdoving is voldoende voor de bekkens. Er is een te groot verschil tussen de bodemhoogte van de vispassage en die van boven – en benedenstrooms gelegen pand van de beek.

Vissoorten

Uit de toetsing komt naar voren dat de vispassage niet passeerbaar is voor vissoorten als ruisvoorn en zeelt. De stroomsnelheden in de vertical slots zijn te hoog voor de genoemde soorten. De waterdiepte boven overlaat 3 wordt op een tweetal punten problematisch beoordeeld voor grotere vissoorten.

Foto 3.2 *Overzichten vispassage Koffiestraat (8 november 2005)*

Uitstroom



Overlaat 1



Instroom



3.1.3 Stuw f (Vorstenbosche weg)

Algemene parameters

De vispassage heeft 8 bekkens, een totale lengte van 66 m en ligt in een bypass om de stuw. De overlaten betreffen V-vormige houten schotten met een vertical slot in het midden. Op de bodem in de bekkens zijn grote stenen geplaatst. Daarbij is stroomafwaarts van ieder slot telkens een grote steen geplaatst.

De vispassage overbrugt een verval van 54 cm. De laatste overlaat ligt op ca. 2 m van de uitstroom in de beek. De bodem van deze uitstroom is met steenstort bekleed. Overlaat 4 en 5 hebben respectievelijk 8 en 15 cm verschil in bodemhoogte met opeenvolgend bekken. Het gemiddelde debiet van de vispassage was tijdens het moment van metingen 0,01 m³/s. Tijdens de metingen is het zomerpeil ingesteld, het peil waarop de vispassage is ontworpen .

Hydraulische aspecten

Van alle bekkens voldoet alleen bekken 3 niet aan het criterium voor bekken breedte (te smal, op basis van niveauverschil tussen bekken 2 en 3). Dit had geen consequenties voor de energievernietiging. Verder is de aansluiting met de hoofdstroom van de beek boven- en benedenstrooms niet optimaal. De overige aspecten waterbreedte boven de overlaten, de energie-uitdoving, de bekkenlengte en –diepte voldoen aan de gestelde criteria.

Vissoorten

De vispassage is in zijn geheel niet passeerbaar voor alle potentieel voorkomende vissoorten. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat de watervoering gering is en daarmee de waterdiepte in de bekkens 2, 3 en 4. Het lage debiet dat door de vispassage stroomt is hiervoor verantwoordelijk.

Foto 3.3 Overzichten vispassage Vorstenbosche weg (9 november 2005; m.u.v. overlaat 1, op 8 november 2005 en een heersend zomerpeil)

Uitstroom



Overlaat 1



Overlaat 2



Overlaat 3



Instroom



Vuilvervang



3.1.4 Stuw i (Moleneind)

Algemene parameters

De vispassage is gelegen in een bypass om de stuw, heeft een totale lengte van 64 m en bevat een tweetal bekkens. De overlaten betreffen houten v-vormige schotten met in het midden een vertical slot. Voor ieder vertical slot is benedenstrooms een grote steen geplaatst. Ook op de bodem van de bekkens zijn stenen geplaatst. Overlaat 1 heeft 5 cm verschil in bodemhoogte met aansluitend bekken. Overlaat 2 heeft een volkomen overstort. De instroom is volledig dichtgegroeid. Bovenstrooms van de instroom is veel slib geconstateerd. Het gemiddeld debiet is tijdens het meten 0,03 m³/s. Bovenstrooms is het zomerpeil ingesteld. Benedenstrooms was dit niet het geval waardoor het verval bij uitstroom geen goede afspiegeling vormt van de werkelijke situatie. De tweede overlaat is niet ver genoeg in de oever geplaatst.

Hydraulische aspecten

De breedte van de waterstroom boven overlaten 1 en 2 is te smal en voldoet niet aan de gestelde criteria. De gemiddelde diepte in bekken 1 is niet voldoende. De berekende energie-uitdoving is voldoende. De genoemde hydraulische aspecten kunnen behoorlijk veranderen indien het debiet toeneemt door de vispassage. Dit geldt niet voor de aansluiting met de bodem van de beek. De vispassage sluit niet goed aan bij de bodem van de boven- en benedenstrooms gelegen panden.

Vissoorten

Uit de toetsing komt naar voren dat de overlaten van de vispassage niet passeerbaar zijn voor alle potentieel voorkomende vissoorten. Bij overlaat 1 is de beperkende factor het niveauverschil en de volkomen overstort, dat samenhangt met het lagere (winter)peil van het benedenstrooms gelegen pand terwijl het pand bovenstrooms van de stuw op zomerpeil stond. Overlaat 2 bevat een volkomen overstort waardoor deze alleen passeerbaar is voor vissen met een zekere sprongcapaciteit. Overlaat 3 vormt de inlaat en is goed passeerbaar voor alle vissoorten.

Foto 3.4 *Overzichten vispassage Moleneind (9 november 2005)*

Totaal overzicht



Uitstroom



Overlaat 1



Overlaat 3



Instroom



3.2 Snelle Loop

Alle vispassages zijn doorgemeten op de hoofdstuk 2 genoemde hydraulische aspecten. Er was sprake van een normale afvoer situatie op de Snelle Loop. Een algemeen voorkomend verschijnsel is dat de overlaten van de vispassages veel draadalg, waterplanten (o.a. Waterebbe) en ophoping van bladeren bevatten. Dit beïnvloedt het verval van de afzonderlijke overlaten en daarmee de stroomsnelheden en waterdieptes boven de overlaten. Een totaaloverzicht van de metingen is in bijlage 1 weergegeven.

3.2.1 Stuw d (Dubbelloop)

Algemene parameters

De Snelle loop splitst zich in 2 takken; een tak met daarin een vispassage met 11 bekkens (de Laarbeekse kant) en een parallel gelegen tak (Gemertse kant). De bovenstrooms gelegen stuw ligt onder normale omstandigheden plat. De vispassage heeft een totale lengte van 774 m. Benedenstrooms van de vispassage komt de Gemertse kant weer samen met de Laarbeekse kant. De laatste drempel ligt op 35 m van de samenkost. Het verdeelwerk betreft een stortstenen dam, waardoorheen en overheen water sijpelt dat de Laarbeekse kant voedt. Het viel op dat er stenen waren verplaatst, o.a. door spelende kinderen. De overlaten zijn opgebouwd uit een betonnen v-vorm, die aangestort is met een 2 tot 4 m lange (of langere) helling van stortstenen. Op de overlaat zelf liggen deze stenen eveneens. Ook hier viel het op dat stenen soms waren verplaatst, waarschijnlijk om de beek via overlaten over te kunnen steken. Het debiet door de vispassage ten tijde van de metingen is ca. 0,12 m³/s.

Hydraulische aspecten

Alle hydraulische aspecten (lengte, breedte, diepte, energie-uitdoving van de bekkens en breedte waterstroom boven de overlaten) voldoen aan de gestelde criteria.

Vissoorten

De overlaten zijn voor de meeste vissoorten goed passeerbaar. Grote vissoorten hebben mogelijk problemen met het passeren van de overlaten op enkele of alle meetpunten. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door te hoge stroomsnelheden (kroeskarper en zeelt) en anderzijds door te geringe waterdieptes boven de overlaten (winde).

Foto 3.5 Overzichten van vispassage Dubbelloop (9 november 2005)

Totaal overzicht



Overlaat 1



Overlaat 2



Overlaat 7



Overlaat 9



Overlaat 11



Overlaat 12



Overlaat / verdeelwerk in hoofdstroom



Stuw boven vispassage



3.2.2 Stuw e (Camping de Biezen)

Algemene parameters

De vispassage betreft een lange nevengeul die om de stuw is aangelegd. De nevengeul heeft een lengte van 440 m en bestaat uit 12 overlaten. De overlaten zijn opgebouwd door een betonnen v-vorm met stortstenen daarbovenop en er tegen aan (2 tot 4 m lengte). De inlaat en uitlaat van de nevengeul bestaat uit een duiker met een doorsnede van 100 cm en een lengte van 320 m. In bekken 3 en 4 en aan de benedenstroomse zijde van de duiker is slibophoping geconstateerd. Overlaat nr. 5 vertoonde scheuring. De nevengeul mondt uit op ca. 200 m benedenstrooms van de stuw. Het merendeel van de afvoer ging door de nevengeul, er werd een lokstroom waargenomen die tot aan de overzijde van de beek reikte. Het debiet op het moment van metingen was ca. 0,10 m³/s.

Hydraulische aspecten

Bekken nr. 8 en 11 voldoen niet aan de gestelde criteria voor wat betreft bekken breedte. Dit had geen negatieve consequenties voor de energie-uitdoving. Er is geen goede aansluiting met de bodem van de beek. Dit is vooral een knelpunt bij de benedenstrooms gelegen duiker. Alle overige hydraulische aspecten voldoen aan de gestelde criteria.

Vissoorten

Voor alle voorkomende vissoorten is de nevengeul niet passeerbaar. Dit houdt verband met de zeer geringe waterdiepte boven de overlaten 10, 11 en 12. De oorzaak hiervan is een gering debiet en ophoping van bladafval.

Foto 3.6 **Overzichten vispassage Camping de Biezen (14 november 2005)**

Uitstroom



Overlaat 3



Overlaat 7



Overlaat 5



Overlaat 6



Probleem bij uitstroom



3.2.3 Stuw g (Grotelse Heide)

Algemene parameters

De stuw is passeerbaar gemaakt door aanleg van een lange meanderende nevengeul. De nevengeul heeft een lengte van 431 m en bestaat uit 13 bekken. De overlaten zijn v-vormige betonnen drempels, die zijn aangestort met 2 tot 4 m lengte stortstenen. De meest benedenstrooms gelegen overlaat ligt op 102 m voor de uitstroom in de beek. De overlaten werden sterk beïnvloed door ophoping van bladafval. Bovenstrooms van de nevengeul ligt een cascadeachtige drempel over de lengte van de hele beek, die als verdeelwerk functioneert. Er stroomde water richting beek en nevengeul. Het debiet door de nevengeul bedroeg 0,11 m³/s.

Hydraulische aspecten

Bekken 2 en 13 voldoen niet aan de gestelde criteria voor bekken breedte (te smal). Bekken 13 heeft zelfs meer de kenmerken van een helling met stenen. Dit heeft geen consequenties voor de stroomsnelheid en de energie-uitdoving in de bekken.

Vissoorten

Als gevolg van ophoping van bladafval ontstond er bij de overlaten 3 en 8 een helling (in plaats van overstort) waardoorheen het water sijpelde. Bovendien veroorzaakte dit het verdrinken van de bovenstrooms gelegen overlaten. Hierdoor is de vispassage in zijn geheel niet passeerbaar voor de (potentieel) voorkomende vissoorten. Daarnaast zijn de waterhoogtes boven overlaten 5, 6, 12 en 13 als gevolg van ophoping door blad en plantengroei te gering, waardoor er vooral voor de grotere vissoorten een knelpunt ontstaat. Overlaat 14, die tevens als verdeelwerk functioneert, was ook grotendeels verstopt met bladafval. Dit heeft negatieve gevolgen voor de watervoering van de nevengeul.

Foto 3.7 **Overzichten van de vispassage Grotelse Heide (9 november 2005)**

Uitstroom



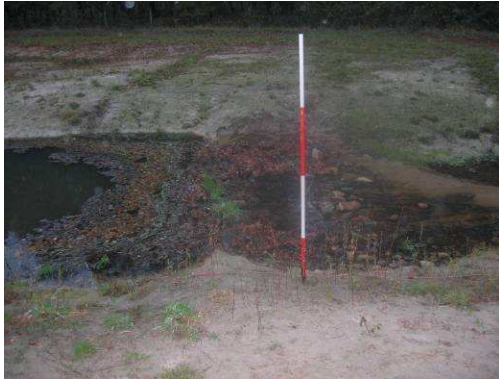
Overlaat 1



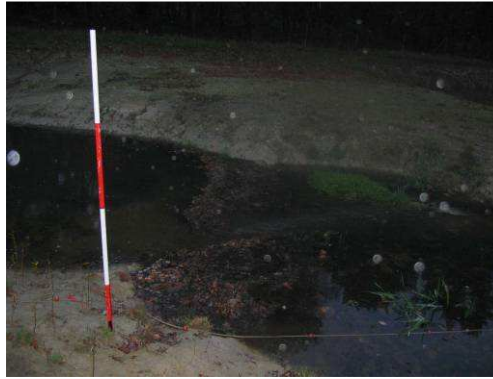
Overlaat 2



Overlaat 3



Overlaat 5



Overlaat 9



3.2.4 Stuw q (Millheeze Klef)

Algemene parameters

De vispassage ligt in de hoofdstroom en heeft een lengte van 64 m. De stuw is verwijderd en door middel van een 6 tal houten schotten wordt het verval opgevangen. De schotten beschikken over rechte overlaat met een uitsparing van ca. 150 cm. In de bekkens zijn grote stenen aangebracht. Ook de oever is verstevigd met grote stenen. Het debiet door de vispassage (beek) was ca. 0,12 m³/s.

Hydraulische aspecten

De vispassage voldoet voor wat betreft bekkens (waterdiepte, breedte en lengte) en overlaten (water breedte) aan de gestelde criteria.

Vissoorten

Overlaat 1 verkeerde in verdrongen toestand en is goed passeerbaar voor alle vissoorten. De overlaten 3 tot en met 6 vertoonden een te geringe waterdiepte waardoor grotere vissoorten als winde en zeelt niet kunnen passeren. Overlaat 6 ligt te hoog en heeft daardoor een onvolkomen overstort aan de zijkanten. Ook stroomsnelheden zijn hierdoor aan de hoge kant en problematisch voor vissoorten met geringe zwemcapaciteiten. Bodemgebonden vissoorten (bijvoorbeeld riviergrondel) kunnen problemen ondervinden bij het passeren, aangezien de overlaten niet zijn aangestort met een helling van stortstenen.

Foto 3.8 *Overzichten van de vispassage Millheeze Klef (14 november 2005)*

Totaal overzicht



Overlaat 2



Overlaat 5



Overlaat 3



Overlaat 4



Overlaat 6



3.2.5 Stuw r (Millheeze Voedercentrale)

Algemene parameters

De vispassage heeft een lengte van 110 m en is gelegen in een bypass. Met 9 bekkens wordt een verval van 77 cm overbrugt. De overlaten zijn opgebouwd door een betonnen v-vorm aan de zijkant aangestort met stenen. In de bekkens liggen grote stenen. Ook de oevers zijn met stortstenen vastgelegd. De uitmonding van de vispassage ligt op 32 m stroomafwaarts van stuw. Het merendeel van het debiet ging door de vispassage en bedroeg tijdens de metingen ca. 0,23 m³/s.

Hydraulische aspecten

Bekken nr. 4, 6 en 7 zijn voldoen niet aan de gestelde criteria voor wat betreft bekken breedte (te smal). Dit heeft geen consequenties voor de energie-uitdoving. Verder voldoet de vispassage aan alle criteria voor waterbreedte boven de overlaten, diepte van de bekkens, bekkenbreedte en – lengte.

Vissoorten

Voor vissoorten als ruisvoorn en zeelt beschikken de overlaten op een aantal punten over te grote stroomsnelheden. Voor deze soorten wordt de vispassage als niet passeerbaar beschouwd. De overlaten 6 en 9 beschikken op een aantal plaatsen over geringe waterdieptes waardoor de passeerbaarheid in algemene zin voor grotere soorten beperkt is.

Foto 3.9 **Overzichten van de vispassage Millheeze Voedercentrale (14 november 2005)**

Totaal overzicht



Uitstroom



Overlaat 1



Overlaat 2



Overlaat 3



Instroom



4 Kosten aanleg en beheer

4.1 Beheer en onderhoud

Leijgraaf

Beheer wordt uitgevoerd door handmatig te maaien en ruimen. De werkzaamheden worden 2 keer per jaar uitgevoerd in de zomer en het najaar en geschieden gelijktijdig met de uitvoering van het onderhoud van de ecologische verbindingszones. Per keer is 3 à 4 uur benodigd om te maaien en te ruimen. De vispassage bij de stuw te Moleneind wordt 1 keer per jaar gemaaid. Er is voor deze passage 1 à 2 uur per keer nodig voor het onderhoud. (Mededelingen: G. Verbeek, 2005; medewerker district Beneden Aa, Waterschap Aa en Maas).

Snelle Loop

Net als bij de vispassages in de Leijgraaf bestaat het beheer uit handmatig maaien en ruimen. Een probleem betreft ophoping van draadalgen in de zomerperiode op de stenen van de overlaten. Deze ophoping van draadalgen kan plantengroei en / of accumulatie van bladeren op de overlaten stimuleren. Het onderhoud vindt elke 2 weken plaats en neemt per vispassage ca. een half uur in beslag. Het onderhoud van de vispassage camping de Biezen wordt uitgevoerd door de beheerder van de camping. (Mededelingen: J. Jansen, 2005; medewerker district Boven Aa, Waterschap Aa en Maas).

4.2 Realisering vispassages

Leijgraaf

In totaal zijn er per overlaat 13 manuur benodigd. Er kunnen 3 onderdelen worden onderscheiden.

1. het maken van het houten schot (inlands eiken), waarvoor 8 uur is benodigd.
2. het uitzetten van de overlaten, waarvoor 1 uur benodigd.
3. de begeleiding / ondersteuning / aansturing van de aannemer, waarvoor 4 uur is benodigd.

Hier bovenop komen 16 uren voor de uitvoering, bestaande uit voornamelijk kraanuren van een aannemer.

Snelle Loop

Het aantal manuren is niet te achterhalen. Dit zit allemaal in bestekken van aannemers verwerkt (Mededelingen: J. Jansen, 2005; medewerker district Boven Aa, Waterschap Aa en Maas).

4.3 Externe kosten materiaalgebruik en grondoppervlak

Leijgraaf

Het materiaalgebruik voor de vispassages in de Leijgraaf bestaat uit eikenhout (40 * 200 cm) voor het vervaardigen van de schotten en breuksteen in sortering 80 – 200 mm en 200 – 450 mm, om de schotten aan te storten en in de bekkens te plaatsen. Bevestigingsmaterialen bestaan uit houtdraadbalk, RvS draadeind en moeren en U-profiel. Project afhankelijk is de huur van rijplaten en eventuele schadevergoeding voor het grondgebruik (zie onderstaande tabel).

gewas	kosten in € per m2	opmerking
wintertarwe	0,128	
zomertarwe	0,118	
triticale	0,103	
rogge	0,088	
gerst	0,093	
suikerbieten	0,35	
aardappelen	0,41	
gras	0,229	incl inzaai- en verpleegkosten

Tabel 4.1 *schadevergoeding voor het grondgebruik (prijspeil 2005)*

Alle onderdelen voor de begroting van de vispassage zijn opgenomen in bijlage 5. Op basis van nacalculaties van de vispassage te Koffiestraat en Moleneind zijn de totale kosten respectievelijk € 7.986 en € 21,752 inclusief BTW. Van de overige twee vispassages zijn deze gegevens niet verkregen.

Snelle Loop

De kosten voor aanleg van de vispassages in de Snelle loop zijn verschillend van aard.

Vispassage Dubbelloop:	61.482,52 Euro
Vispassage Camping de Biezen:	91.619,71 Euro
Vispassage Grotelse Heide:	54.652,29 Euro
Vispassage Millheeze Klef:	18.200,00 Euro
Vispassage Millheeze Voedercentrale:	22.865,00 Euro

5 Bespreking van de resultaten

5.1 Algemeen

In het voorgaande hoofdstuk zijn de resultaten van de veldmetingen gepresenteerd en is per vissoort een toetsing uitgevoerd ten aanzien van de passeerbaarheid. Hoewel er een aanzienlijke hoeveelheid metingen zijn uitgevoerd moet in acht worden genomen dat de evaluatie toch een theoretische beschouwing blijft. Omdat de veldmetingen vergeleken zijn met waarden uit de literatuur, is het niet ondenkbaar dat er verschillen bestaan tussen een praktijktoetsing waarbij wordt gekeken naar de werkelijke optrek en de theoretische waarden. Onderstaand wordt dieper ingegaan op de verschillen tussen praktische en theoretische bevindingen.

Periode en omstandigheden

Uit de veldmetingen bleek dat bij alle vispassages meerdere meetpunten een knelpunt ten aanzien van stroomsnelheid of waterdiepte vormen. Op basis hiervan werden de vispassages als niet passeerbaar beschouwd. Bedacht moet worden dat de metingen een momentopname betreffen. Zo waren afvoersituatie en stuwstanden niet optimaal voor het goed kunnen beoordelen van de passeerbaarheid van de individuele vispassages in de Leijgraaf. Ook de vispassages in de Snelle Loop vertoonden van normaal afwijkende situaties vanwege de ophoping van bladafval. Hierdoor hadden sommige overlaten een groter verval dan bedoeld en waren de bovenstrooms gelegen overlaten verdrongen. Soms waren stenen van de overlaat verplaatst waardoor een afwijkend stromingspatroon waarneembaar was.

Hydraulische aspecten

De bekkenbreedte is in sommige gevallen als onvoldoende beoordeeld. Dit is gebaseerd op de hydraulische criteria voor V-vormige bekkenpassages zoals die uit het modelonderzoek van Boiten (1994) zijn vastgesteld. In sommige vispassages bleek zelfs dat ondanks een gelijke bekkenbreedte, deze voor sommige bekkens toch te krap was. Dit werd veroorzaakt door een verschil in niveau tussen de opeenvolgende bekkens. Ophoping van bladafval was hier meestal debet aan. Dit kan ook liggen aan een ontwerp- of constructie afwijking, waarbij er een verschillend niveauverschil tussen opeenvolgende bekkens wordt gehanteerd.

Dit betekent niet direct dat de doelvissoorten de vispassage niet kunnen passeren. Maatgevend voor het oordeel zijn de visgerelateerde kenmerken. Per overlaat is telkens beoordeeld of er ergens een punt aanwezig was waar de vissoorten in staat waren te passeren. Als toetsingscriterium geldt telkens de minimale stroomsnelheid. Naar verwachting wordt de minimale stroomsnelheid bereikt nabij het contactoppervlak van rand en / of bodem. Daarom is steeds op 5 cm boven de overlaat gemeten. Om praktische redenen was het niet mogelijk nog dicht bij de randen te meten. De potentiële migratie van vooral kleine vis(soort)en zou hierdoor mogelijk onderschat kunnen zijn.

Visgerelateerde aspecten

In de praktijk waargenomen migratie kan afwijken van de hier beoordeelde migratiemogelijkheden als gevolg van de verschillende afmetingen van migrerende vissen in theorie en praktijk. Als het gaat om vissoorten met grotere afmetingen dan kunnen toetsingsresultaten positiever uitvallen voor wat betreft stroomsnelheid en te overwinnen hoogteverschil. In dit geval zal de diepte boven de overlaat wel sneller een negatief toetsingsresultaat opleveren.

5.2 Resultaten Leijgraaf

Toetsing van de in het veld gemeten gegevens resulteert bij alle vispassages tot een negatieve beoordeling van de passeerbaarheid voor een groot aantal doelsoorten (tabel 5.1). Geringe waterdieptes, te hoge stroomsnelheden of te geringe waterbreedte is hier debet aan. In bijlage 3 is per doelvissoort een overzicht gegeven op welke overlaat zich in theorie knelpunten voordoen.

Naam beek	Leijgraaf	Leijgraaf	Leijgraaf	Leijgraaf
Lokatie nummer	stuw b	stuw e	stuw f	stuw i
Hydraulische kenmerken				
Lengte bekkens	9	29	4	3
Breedte bekkens	11	31	5	3
Diepte bekkens	0	0	0	1
Energie-uitdoving (alle vissoorten)	0	0	0	0
Waterbreedte overlaten	15	28	4	4
Bodemhoogte verschil bovenstrooms	-	-	-	-
Bodemhoogte verschil benedenstrooms	-	-	-	-
Stroomsnelheid lokstroom	0	0	0	31
Stroomsnelheid beek bovenstrooms	0	0	0	0
Niet passeerbaar voor:	BA, BE, KK, RG, RV, SK, WI, ZE	BA, BE, KK, RG, RV, SK, WI, ZE	BA, BE, KK, RG, RV, SK, WI, ZE	BA, BE, KK, RG, RV, ZE

Tabel 5.1 *Totaaloverzicht resultaten toetsing vispassages Leijgraaf op hydraulische en visgerelateerde criteria*

Toelichting: bij de hydraulische kenmerken wordt aangegeven hoe vaak niet wordt voldaan aan de algemene criteria hiervoor (zie paragraaf 2.2).

Instellen van een zomerpeil, gecombineerd met een grotere afvoer door de vispassages zal ongetwijfeld de passeerbaarheid vergroten. Het is lastig om hier per vispassage een exacte uitspraak over te doen. Foto impressies van de vispassages in juni tonen een beter beeld¹. Van fotomateriaal in juni lijkt de vispassage Kamen een beperkte lokstroom te vertonen en komt er veel begroeiing voor in de vispassage. De vispassage bij de Koffiestraat oogt prima door een grotere debiet en waterpeil in de bekkens. De vispassage bij de Vorstenbosche weg voert ook in de zomerperiode alleen water door de vertical slots. De vispassage bij Moleneind vertoont in de zomerperiode een dichte groei van waterplanten. Het zomerpeil in het

¹ Het fotomateriaal is gemaakt in juni 2005, en is in het bezit van het waterschap Aa en Maas, bij de dhr J. Beekman; Onderzoeker Ecologie, Waterschap Aa en Maas.

benedenstrooms gelegen pand lijkt hier de volkomen overstort van de lokstroom weg te nemen.

5.3 Resultaten Snelle Loop

Toetsing van de in het veld gemeten gegevens resulteert bij alle vispassages tot problemen voor de passeerbaarheid van een groot aantal doelsoorten (tabel 5.1). Geringe waterdieptes, te hoge stroomsnelheden of te geringe waterbreedte is hier debet aan. In bijlage 3 is per doelvissoort een overzicht gegeven op welke overlaat zich in theorie knelpunten voordoen. Op basis van fotomateriaal werd het volgende opgemerkt:

- vispassage bij stuw d lijkt ook in juni geringe waterhoogtes te vertonen boven drempels, als gevolg van weinig afvoer. Van stuw e zijn geen foto's beschikbaar.
- vispassage bij stuw g heeft nog steeds water over de stuw en er lijkt weinig tot geen stroming aanwezig te zijn in de nevengeul.
- bij de vispassage stuw q is veel ophoping van maaisel en drijfvuil aanwezig. De rechte schotten zijn wellicht minder zelfreinigend dan v-vormige schotten.
- vispassage bij stuw r vertoont veel ophoping van draadalgen.

In tabel 5.2 zijn de resultaten van de toetsing samengevat weergegeven.

Naam beek	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop
Lokatie nummer	stuw d	stuw g	stuw q	stuw r	stuw e
Hydraulische kenmerken					
Lengte bekkens	0	2	33	30	27
Breedte bekkens	1	5	33	33	29
Diepte bekkens	0	0	0	0	0
Energie-uitdoving (alle vissoorten)	0	0	0	0	0
Waterbreedte overlaten	0	0	32	29	26
Bodemhoogte verschil bovenstrooms	+	+	+	-	-
Bodemhoogte verschil benedenstrooms	+	+	+	-	-
Stroomsnelheid lokstroom	30	29	0	28	26
Stroomsnelheid beek bovenstrooms	0	0	0	0	0
Niet passeerbaar voor:	KK, WI	BA, BE, KK, RG, RV, SK, WI, ZE	KK, RV, WI, ZE	KK, RV, ZE	BA, BE, KK, RG, RV, SK, WI, ZE

Tabel 5.2 *Totaaloverzicht resultaten toetsing vispassages Snelle Loop op hydraulische en visgerelateerde criteria*

Toelichting: bij de hydraulische kenmerken wordt aangegeven hoe vaak niet wordt voldaan aan de algemene criteria hiervoor (zie paragraaf 2.2).

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

- De vispassages zijn aangelegd naar de laatste stand van zaken qua techniek en ontwikkelingen. De vispassages in de Leijgraaf zijn v-vormige bekkenpassages met een vertical slot in het midden en zijn aangelegd in een bypass. De vispassages in de Snelle Loop betreffen v-vormige bekkenpassages waarbij de overlaten zijn uitgevoerd met stortstenen. Ze zijn aangelegd in lange meestromende nevengeulen, met veel variatie in dimensies, in de hoofdstroom en in een bypass.
- Nagenoeg alle vispassages waren onderhevig aan begroeiing en ophoping van drijfvuil op de overlaten, waardoor het hydraulisch functioneren werd belemmerd.
- Op basis van de veldmetingen in november worden de vispassages als negatief beoordeeld voor wat betreft de passeerbaarheid voor de gekozen doelvissoorten. Er waren daarvoor altijd wel een of meerdere aspecten per vispassage aan te wijzen.
- Veel vispassages voldeden niet aan algemene ontwerpcriteria voor wat betreft bekkenbreedte, diepte, het te dicht plaatsen van grote stenen voor de slots, niet aanstorten van de zijkanten van de v-vormige schotten en geen goede aansluiting met de waterbodem aan de benedenstroomse zijde van de stuw.
- Hydraulische aspecten als te hoge stroomsnelheden, geringe waterdieptes in bekkens, boven de overlaten en in de slots zijn eveneens geconstateerd. Echter, vanwege het ingestelde winterpeil in de Leijgraaf, de ophoping door bladafval, plantengroei kan geen goede beoordeling worden gemaakt. Een groot knelpunt is het beschikbare debiet voor de v-vormige vispassages. Er stroomde in geen van de gevallen voldoende water over de overlaten.
- Een beter en wellicht meer representatief beeld ontstaat wanneer het zomerpeil is ingesteld (Leijgraaf) en er een normale afvoersituatie van de beken aanwezig is (Leijgraaf en Snelle Loop).

6.2 Aanbevelingen

6.2.1 Algemene aanbevelingen

Overgangsperiode winter- naar zomerpeil

Voor het optimaal functioneren, dienen de winterpeilen in de Leijgraaf te worden afgestemd op het ontwerp van de vispassages. Door instellen van het winterpeil zijn de passages niet of nauwelijks watervoerend. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat snoek en winde vroeg in het seizoen paaïen, en dus proberen hun paaigebied te bereiken als er nog een winterpeil gehandhaafd wordt. De meeste migratie van vis kan worden verwacht in de periode voorafgaand aan de paaï. Voor de doelsoorten gezamenlijk kan dan worden gesteld dat dit de periode februari – juni betreft.

Onderhoudsprotocol

Aanbevolen wordt om per vispassage een onderhoudsprotocol te maken met daarin basis gegevens, verantwoordelijken, beheer en onderhoud. Tevens dienen hierin afspraken te worden vastgelegd voor het te kiezen van een minimaal debiet per vispassage. Regelmatige inspecties zijn bovendien nodig, op basis waarvan met beheer en onderhoud wordt geanticipeerd. Alle vispassages in de Snelle Loop beschikken nog niet over een vuilvang. Een drijfbalk zou kunnen bijdragen in het voortijdig afvangen van bladafval. Geadviseerd wordt om alle ontwikkelingen en gegevens bij te houden in een toegankelijk databestand, bijvoorbeeld online.

Aanpassingen vispassages

Bij toepassing van vertical slots in overlaten wordt aanbevolen om kleine sortering breuksteen in de slots aan te brengen. De grote stenen aan de benedenstroomse zijde dienen op ca. 50 cm afstand van de slots worden geplaatst. Zijkanten van de v-vormige schotten worden bij voorkeur aangestort met stortstenen (helling 1:3), zodanig dat de abrupte overgangen van het ene naar het andere bekken verdwijnt en de aanwezige volkomen overstorten passeerbaar worden voor kleine (beek)vissen.

Debiet en stroomsnelheid

In recht getrokken, gestuwde beken vormen vispassages de enige vrij stromende delen. Dit pleit ervoor om te zorgen voor handhaving van een minimaal debiet en stroomsnelheid in de vispassages zodat de reofiele fauna dit als leefgebied gaat / blijft benutten. Opgroei en / of leefgebied is van belang voor typische beekvissen als bermpje en riviergrondel, maar ook voor andere fauna zoals de larven van meivliegen, vlokreeften, kokerjuffers en vogels als Grote gele kwikstaart of IJsvogel. Dit geldt in het bijzonder daar waar het gaat om lange meestromende nevengeulen. Indien de stroomsnelheid te gering is als gevolg van een over gedimensioneerd ontwerp, dan wordt aanbevolen het profiel aan te passen (verondiepen en versmallen), waarbij een accoladeprofiel wordt aangehouden, laag water profiel en een hoogwaterprofiel. Een betere waterverdeling is mogelijk door de stuw ca. 10 cm te heffen of de vispassage aan te passen aan het winterpeil. Ook de waterverdeling

van de vispassage (nevengeul of bypass) in de Snelle Loop is een aandachtspunt. Per vispassage is hierop dieper in gegaan. De waterinlaat vanuit het Peelkanaal wordt bij voorkeur afgestemd op de migratie periode van vissen, en vangt aan vanaf februari in verband met de optrek van snoek en winde.

Overleg en afstemming

Bij toekomstig aan te leggen vispassages wordt aanbevolen om hydraulische en biologische aspecten goed te omschrijven en op elkaar af te stemmen. Wanneer het uiteindelijke ontwerp wordt uitgevoerd is het raadzaam om de aanleg van de passage te laten begeleiden door de afdeling Advies Waterbeheer. Deze begeleiding zal in het veld moeten plaatsvinden, zodat in het veld eventuele aanpassingen direct uitgevoerd kunnen worden.

6.2.2 Aanbevelingen vispassages Leijgraaf

Kameren

Deze vispassage is op basis van de tijdens de metingen heersende omstandigheden als niet passeerbaar beoordeeld voor alle doelvissoorten. Door het uitblijven van maaier / schonen van de passage in combinatie met een gering debiet was de vispassage overwoekerd door waterplanten. Het instellen van het winterpeil en plaatsing van een schot waarmee de vispassage grotendeels werd afgesloten veroorzaakte een gering debiet. Als de vispassage dient te functioneren in februari tot en met juni, dan zou het schot moeten worden verwijderd gedurende deze periode. Voor de vertical slot van overlaat 3 ligt een grote steen, die een groot deel afsluit. Aanbevolen wordt grote stenen op tenminste 50 cm afstand van de slot te plaatsen, waardoor deze voor bodem georiënteerde organismen gemakkelijk passeerbaar blijft. Als er een minder grote hoeveelheid water beschikbaar is dan kan ervoor worden gekozen om slechts de vertical slots watervoerend te maken. De vertical slots (6 cm breedte) zijn alleen passeerbaar voor vissen met een kleine afmeting. Vissoorten als winde, snoek en zeelt zijn gebaat bij een slot breedte van ten minste 15 cm, maar bij voorkeur breder (20 cm). Een minimaal debiet van $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ is dan benodigd, uitgaande van een gemiddelde stroomsnelheid van $1,0 \text{ m/s}$ in de slots, een waterdiepte van 30 cm en een slot breedte van 20 cm. Dit debiet kan als ondergrens worden gekozen. In perioden waarbij er meer water beschikbaar is dan wordt dit door de vispassage gestuurd, waarbij er ook water over de overlaten stroomt. Momenteel verschilt de hoogte per slot aanzienlijk (van 17 tot 32 cm). Een betere bodemaansluiting tussen vispassage en de bodemhoogte van de hoofdstroom is te verkrijgen door het geleidelijk uitdiepen van de uitstroom. Het eventuele verschil in bodemhoogte kan worden aangevuld met een kleine sortering breuksteen (1:15 of steiler; 1:3 is maximaal).

Koffiestraat

De vispassage te Koffiestraat is om dezelfde redenen als bij Kameren niet passeerbaar. Het verwijderen van het schot in de meest bovenstrooms gelegen overlaat zorgt voor een grotere afvoer door de vispassage. De slot hoogtes variëren van 20 tot 41 cm. Als standaard kunnen de dezelfde afmetingen als bij Kameren worden vastgesteld, waarbij het minimale debiet door de vispassage $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$. Ook

hier geldt dat de uitstroom te ondiep is in verhouding tot de hoofdstroom. Het geleidelijk verdiepen van de uitstroom leidt tot betere condities.

Vorstenbosche weg

Er zijn zowel bij zomer- als bij winterpeil metingen uitgevoerd. Ondanks het zomerpeil bleken de gemeten waterstanden in de bekkens en slots erg laag en variabel. De hoogteverschillen van overlaat 4 en 5 dienen te worden aangepast, net als het verschil in bodemhoogte tussen de opeenvolgende bekkens.

Laatstgenoemde is mogelijk door het dieper insnijden van de slot of door het aanstorten van het benedenstroomse deel met kleine stortsteen. In deze situatie stroomde er enkel water door de slots. Er is geconstateerd dat er nog steeds water over de stuw stroomde. Geadviseerd wordt ook dit debiet door de vispassage te sturen, waardoor de werking zal verbeteren. Als ondergrens wordt dan weer 0,06 m³/s gekozen, uitgaande van slots met een breedte van 20 cm en een hoogte van 30 cm.

Moleneind

Overlaat nr. 2 had een volkomen overstort zodat deze als niet passeerbaar is te beschouwen. Bovendien was er sprake van een winterpeil in het benedenstrooms gelegen pand. Overlaat 2 had hierdoor een veel hoger verval (38 cm) dan in normale toestand naar verwachting het geval is. Mogelijkerwijs wordt de volkomen overstort bij overlaat nr. 2 hier mede door veroorzaakt, omdat overlaat nr. 1 niet stuwend werkt en daarmee de waterstand in bekken nr. 1 lager is. Overlaat nr. 2 is bovendien niet ver genoeg in de oever geplaatst. Er bestaat kans op achterloopsheid en nog meer schade door erosie aan de oever. De vuilvang veroorzaakt een neer waardoor de instroom met plantengroei bedekt is. Door de vuilvang meer in het verlengde van de stroming te plaatsen ontstaan gunstige stromingspatronen. De slots hebben een te kleine breedte voor vissen met grotere afmetingen. Geadviseerd wordt om de slots te verbreden tot 20 cm breedte. De waterdiepte was voldoende. Het debiet door de vispassage bedraagt slechts 0,027 m³/s. Aanbevolen wordt om deze te verhogen tot een ondergrens van 0,06 m³/s. Ten tijde van het onderzoek stroomde er water over de stuw, dat grotendeels beschikbaar kan worden gesteld.

6.2.3 Aanbevelingen vispassages Snelle Loop

Vispassage Dubbelloop

De overlaten van de vispassage in Dubbelloop waren vaak met bladafval bedekt, waardoor ze niet optimaal passeerbaar waren. Bovendien was de waterdiepte ten tijde van metingen te gering. Vooral grote vissoorten als winde, snoek en zeelt zullen hiervan hinder ondervinden. Een belangrijk aspect hierbij is de debietverdeling omdat een deel van de afvoer via de naastgelegen oude loop weg stroomt. Dit wordt veroorzaakt doordat er stenen van het verdeelwerk zijn verwijderd door spelende kinderen. Geadviseerd wordt om hier gebruik te maken van grote stenen, het fixeren van stenen in onderwater cement of een ander / beter regelbaar verdeelwerk te kiezen. Een groter debiet resulteert in een groter zelfreinigend vermogen en eveneens een grotere waterdiepte boven de overlaten. Naar verwachting zal dit in de zomermaanden eerder plaatsvinden, omdat er dan meer aanvoer van water is. De oude stuw verder stroomopwaarts is eveneens een aandachtspunt. Hier stond

slechts 16 cm water bovenop. Deze blijkt echter onder normale omstandigheden gestreken (mededeling J. Beekman, 2006; Onderzoeker Ecologie, Waterschap Aa en Maas).

Vispassage Camping De Biezen

De waterdiepte boven de overlaten is een probleem voor de passeerbaarheid van met name grotere vissoorten als winde, snoek en zeelt. Een aspect hierbij is de ophoping van bladafval, echter niet bij alle overlaten is dit een probleem. In sommige gevallen is de watervoerende breedte te groot waardoor de waterdiepte wegvalt. Aanbevolen wordt om het water meer te concentreren, bijvoorbeeld door vernauwing met grote hoekige stenen waardoor het principe van een vertical slot ontstaat. Een ander alternatief is het realiseren van een steilere v-vorm. De gerealiseerde doorzwem openingen zijn bij voorkeur minimaal 20 cm breed en 30 cm diep bij minimale afvoeren. Een ander groot knelpunt vormt de uitstroom van de duiker. Deze sluit niet goed aan bij de waterbodem van de beek en is bovendien zeer ondiep en hellend. Laatstgenoemde veroorzaakt grote stroomsnelheden. De duiker wordt bij voorkeur in zijn geheel verwijderd en vervangen door een betonnen plaat.

Vispassage Grotelse Heide

De vispassage is sterk onderhevig aan ophoping van bladafval. Dit heeft zelfs consequenties voor de debietverdeling. Door opgehoopte bladeren stroomde er veel water richting de beek. Geadviseerd wordt om de debietverdeling te optimaliseren. Het grootste deel van het water dient door de vispassage / nevengeul te stromen. Enerzijds vanwege overwegingen voor vismigratie, o.a. betere passeerbaarheid overlaten, groter zelfreinigend vermogen, en anderzijds vanuit overwegingen van beekherstel. Bij voorkeur stroomt alle beschikbare water door de nevengeul en worden alleen hoogwaterpieken door de beekloop zelf opgevangen. Indien er te allen tijde een minimaal debiet door de beek moet stromen, kan worden gekozen voor een verdeling 75% nevengeul en 25% door de beek.

De laatste overlaat vormt een migratie barrière vanwege een te geringe waterdiepte over een stenen helling van ca. 10 m. Het vergroten van waterdiepte is hier mogelijk door het plaatsen van een aantal zeer grote stenen (ca. 50-100 cm doorsnede), waarmee tevens de stroomsnelheid wordt geremd. Deze dienen dan zodanig te worden geplaatst dat ook grote vissen ertussen kunnen zwemmen (tussenliggende ruimtes tenminste 30-50 cm).

Vispassage Millheeze Kleff

De vispassage is gelegen in de hoofdstroom en kan dus altijd beschikken over alle afvoer van de Snelle Loop. De overlaten 3 tot en met 6 zijn echter als niet passeerbaar beschouwd vanwege de te geringe waterdiepte. Aanbevolen wordt om het water per overlaat meer te concentreren. Een mogelijkheid bestaat uit het aanbrengen van een vertical slot over de gehele verticale waterkolom, waarbij alleen de slots watervoerend zijn bij lage waterafvoeren. Een andere mogelijkheid betreft het aanbrengen van een v-vorm (1:7) in de huidige houten schotten. De overlaten 1 en 6 dienen opnieuw te worden gesteld omdat ze respectievelijk te laag en te hoog liggen. Een aandachtspunt is dat de schotten ook grote afvoeren moeten kunnen verwerken en bovendien passeerbaar moeten blijven. De vispassage wordt daarom

bij voorkeur overgedimensioneerd en er wordt een combinatie gemaakt van v-vorm en vertical slot, net als bij alle vispassages in de Leijgraaf.

Vispassage Millheeze Voedercentrale

Nagenoeg alle water stroomde tijdens de metingen door de vispassage. Geadviseerd wordt om dit te handhaven bij hogere afvoeren aangezien de uitstroom ver benedenstrooms van de stuw is verwijderd. Als grootste knelpunt voor de passeerbaarheid wordt de vuilophoping beschouwd. Soms is hierdoor het verval groter dan onder normale omstandigheden. Medegedeeld werd dat hier gedurende de zomermaanden de stenen overlaten volledig dichtslibben met algen, hetgeen zeer ongunstig is voor de passeerbaarheid, als gevolg van hogere stroomsnelheden en het niet meer via holtes en spleten passeerbaar (voor macrofauna zijn). Geadviseerd wordt het vuil zoveel mogelijk via een vuilvang weg te leiden of op te vangen.

6.3 Vervolgonderzoek

Vraagstelling

Aanbevolen wordt om in de voorjaarsperiode een vervolg en onderzoek uit te voeren dat zich richt op het beoordelen van de passeerbaarheid op basis van de vissen die daadwerkelijk gebruik maken van de vispassage. De vraagstelling omvat vragen als:

1. Welke vissen maken gebruik van de vispassage(s)?
2. Maken alle doelsoorten (en in alle levensstadia) gebruik van de vispassage?
3. Welke fractie van de populatie passeert?
4. Functioneert de vispassage ook als verblijfplaats / leefgebied?
5. Welke invloed heeft de vispassage op de visstand?

De vragen hebben vooral betrekking op de passage effectiviteit van de afzonderlijke vispassages. Naast passeerbaarheid dient er ook aandacht te zijn voor gebruik van de vispassage door andere organismen, o.a. macrofauna en vogels. Aanbevolen wordt om alvorens een onderzoeksprogramma te starten, eerst maatregelen te nemen om de werking van de individuele vispassages te verbeteren.

Methodiek

Voor het kunnen beantwoorden van de bovenstaande vragen kunnen worden methoden ingezet als fuikvisserij, electrovisserij of passieve methoden als de elektronische vistellers (fishcounter). Met laatstgenoemde methodiek worden alleen afmetingen en aantallen waargenomen, maar is minder arbeidsintensief en ongevoelig voor vandalisme. Als groot voordeel geldt dat er gedurende een langere achtervolgende periode kan worden gemonitord. Aanbevolen wordt om een combinatie te maken van zowel fuik, electrovisapparatuur als fish counter. Met de fuik wordt gekeken welke soorten er willen migreren. Met behulp van electrovisserij wordt gekeken welke soorten gebruik maken van de vispassage als leefgebied. Met de fish counter wordt gekeken naar de omvang van en tot hoe lang de migratie aanhoudt. Tevens wordt aanbevolen om gelijktijdig (op een of meerdere momenten in de voorjaarsperiode) nogmaals hydraulische waarnemingen uit te voeren.

Locatiekeuze

Aanbevolen wordt om één locatie te kiezen van de Snelle Loop en Leijgraaf. De locatie waar de meeste optrekkende vis te verwachten valt is het meest geschikt (ten behoeve van de paai) en heeft dus het grootste belang voor vismigratie.

Indien een tweede locatie per beek wordt gekozen dan is het aan te bevelen om de meest stroomopwaarts gelegen vispassage te kiezen. Hier is het van belang om de aantallen vis vast te stellen, en daarmee uitspraak te doen over nut en noodzaak van het optrekbaar maken van stuwen verder stroomopwaarts. Voor wat betreft de Snelle loop geldt dat de laatste 2 stuwen in de bovenloop niet optrekbaar hoeven te worden in verband met de lage pH van het water (Bruin *et al.*, 2002).

Gebruikte literatuur

Bruin, de, H., B. de Louw, G. Bonhof, P. Salden & P. van Zandvoort, 2002. *Vismigratieplan Waterschap de Aa*. Rapport en bijlagen. Waterschap de Aa (opdrachtgever) & Kragten Civiele Techniek.

Boiten, W., 1989. *De V-vormige vistrap: optimalisatie van het hydraulisch ontwerp*. Modelonderzoek Q930. Waterloopkundig Laboratorium (WL), Delft. 24 pp.

Boiten, W., 1990. *Afvoerrelatie V-vormige vistrap*. Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica, Wageningen. 37pp.

Jansen, S.A.W., J.P.G. Klein Breteler & F.T. Vriese, 1997. *Evaluatie vispassages in het beheergebied van waterschap Peel en Maasvallei*. OVB-Onderzoeksrapport 1997-25. Deelrapport 1 en 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. 51 pp en 52 pp.

Kroes, M.J. & S. Monden [red.], 2005. *Vismigratie; een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL afdeling Water, Brussel. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. ISBN 90-803245-6-6/Depotnr. D/2004/3241/328.

Bijlagen

Bijlage I	Hydraulische metingen Snelle Loop	44
Bijlage II	Hydraulische metingen Leijgraaf.....	47
Bijlage III	Beoordeling passeerbaarheid overlaten vispassages Leijgraaf op basis van visgerelateerde criteria	49
Bijlage IV	Beoordeling passeerbaarheid overlaten vispassages Snelle Loop op basis van visgerelateerde criteria	51
Bijlage V	Begroting vispassages Leijgraaf	55
Bijlage VI	Toelichting op gehanteerde begrippen	56

Bijlage I Hydraulische metingen Snelle Loop

	Lokatie nummer	stuw d	stuw e	stuw g	stuw q	stuw r
Algemeen	Naam beek	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop	Snelle Loop
	Situering vispassage	0	0	0	0	0
	Type vispassage	V-vorm-cascade	V-vorm cascade	V-vorm-cascade	V-vorm cascade	V-Vorm cascade
	Totale lengte	672	440	431	64	101
	Aantal bekken	11	11	13	5	9
	Debiet vispassage	0,12	0,10	0,11	0,12	0,23
	Lokstroom (m/s)	0	70	5	0	13
	Lokstroom richting	0	75	45	0	45
Bekken 1	Lengte (m)	5	35	33	13	21
	Breedte (m)	0,3	3,8	6	8	3,5
	Diepte (gem., m)	0,7	0,344	0,56	0,26	0,244
	Energie-uitdoving (W/m ³)	33,49	1,10	0,75	0	2,47
Overlaat 1	Type (o, v, h)	O	O	O	O	O
	Verval (m)	0,1	0,02	0	0	0,08
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,5	0,41	0,05	0,08	0,81
	Waterhoogte (max., m)	0,13	0,18	0,2	0,24	0,2
	Breedte waterstroom (m)	410	450	460	650	300
Bekken 2	Lengte (m)	107	39	27	17	11
	Breedte (m)	5	4,5	6	8	4
	Diepte (gem., m)	0,62	0,41	0,54	0,29	0,23
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,42	0,28	2,60	1,46	13,35
Overlaat 2	Type (o, v, h)	O	O	O	O	O
	Verval (m)	0,03	0,05	0,08	0	0,02
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,38	0,55	0,33	0,15	0,58
	Waterhoogte (max., m)	0,18	0,18	0,09	0,19	0,15
	Breedte waterstroom (m)	400	450	300	600	200
Bekken 3	Lengte (m)	97	43	39	11	9
	Breedte (m)	5	8	6	5	4,5
	Diepte (gem., m)	0,62	0,45	0,58	0,258	0,234
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,31	0,52	0	7,21	25,69
Overlaat 3	Type (o, v, h)	O	O	H	O	O
	Verval (m)	0,12	0,02	0,22	0,05	0,06
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,53	0,41	0	0,41	0,63
	Waterhoogte (max., m)	0,14	0,18	0	0,1	0,16
	Breedte waterstroom (m)	325	450	450	550	200
Bekken 4	Lengte (m)	97	39	61	13	11
	Breedte (m)	5	7	4,75	5	4
	Diepte (gem., m)	0,66	0,36	0,56	0,214	0,264
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,29	0,82	0,32	5,72	19,05
Overlaat 4	Type (o, v, h)	O	O	0	O	O
	Verval (m)	0,08	0,08	0	0,09	0,11
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,7	0,49	0	0,9	0,68
	Waterhoogte (max., m)	0,12	0,09	0,25	0,08	0,17

	Breedte waterstroom (m)	350	300	450	400	120
Bekken 5	Lengte (m)	102	36	24	10	11
	Breedte (m)	5	4,3	4	5	3,2
	Diepte (gem., m)	0,66	0,41	0,39	0,252	0,258
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,348228	1,579178	2,211023	10,82308	17,05807
Overlaat 5	Type (o, v, h)	O	O	O	O	O
	Verval (m)	0,08	0,08	0,05	0,07	0,1
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,95	0,71	0,36	0,64	0,75
	Waterhoogte (max., m)	0,08	0,09	0,14	0,06	0,18
	Breedte waterstroom (m)	270	260	420	400	85
Bekken 6	Lengte (m)	64	53	33		17
	Breedte (m)	5	9,5	4,5		3,7
	Diepte (gem., m)	0,66	0,47	0,49		0,28
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,443991	0,381181	1,422056		28,90103
Overlaat 6	Type (o, v, h)	O	O	O	O	O
	Verval (m)	0,1	0,1	0,08	0,12	0,07
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,71	0,82	0,37	0,94	0,99
	Waterhoogte (max., m)	0,12	0,06	0,1	0,07	0,13
	Breedte waterstroom (m)	330	230	340	150	90
Bekken 7	Lengte (m)	60	40	33		11
	Breedte (m)	4,6	18	5,5		4,8
	Diepte (gem., m)	0,66	0,39	0,49		0,216
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,514772	0,356935	2,5597		44,63077
Overlaat 7	Type (o, v, h)	O	O	O		O
	Verval (m)	0,08	0,09	0,1		0,23
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,53	0,66	0,5		0,95
	Waterhoogte (max., m)	0,14	0,07	0,13		0,3
	Breedte waterstroom (m)	300	330	450		350
Bekken 8	Lengte (m)	37	41	33		10
	Breedte (m)	4,6	3	5,5		5,5
	Diepte (gem., m)	0,66	0,23	0,49		0,348
	Energie-uitdoving (W/m ³)	1,878221	3,188567	0		10,40626
Overlaat 8	Type (o, v, h)	O	O	H		O
	Verval (m)	0,08	0,1	0,22		0,23
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,54	0,82	0		0,95
	Waterhoogte (max., m)	0,12	0,08	0		0,3
	Breedte waterstroom (m)	350	220	500		350
Bekken 9	Lengte (m)	29	32	29		
	Breedte (m)	5,1	4,2	4,5		
	Diepte (gem., m)	0,62	0,44	0,48		
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,127826	0,677944	0		
Overlaat 9	Type (o, v, h)	O	O	O		O
	Verval (m)	0,18	0,09	0		0,09
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,36	0,81	0,05		0,64
	Waterhoogte (max., m)	0,12	0,15	0,15		0,17
	Breedte waterstroom (m)	450	300	400		350
Bekken 10	Lengte (m)	55	38	35		
	Breedte (m)	4,5	3,2	4,7		
	Diepte (gem., m)	0,66	0,33	0,36		

	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,789317	1,748383	0,349463		
Overlaat 10	Type (o, v, h)	O	O	O		0
	Verval (m)	0,01	0,04	0		0
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,37	0,77	0,08		0
	Waterhoogte (max., m)	0,15	0,09	0,13		0
	Breedte waterstroom (m)	380	300	380		0
Bekken 11	Lengte (m)	19	44	28		0
	Breedte (m)	4,5	4,5	8		0
	Diepte (gem., m)	0,63	0,36	0,6		
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0	1,687328	1,308847		
Overlaat 11	Type (o, v, h)	O	O	O		
	Verval (m)	0,11	0,07	0,02		
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,5	0,77	0,2		
	Waterhoogte (max., m)	0,1	0,07	0,1		
	Breedte waterstroom (m)	420	220	250		
Bekken 12	Lengte (m)			28		
	Breedte (m)			6		
	Diepte (gem., m)			0,39		
	Energie-uitdoving (W/m ³)			1,263442		
Overlaat 12	Type (o, v, h)			O		
	Verval (m)			0,17		
	Stroomsnelheid (max., m/s)			0,45		
	Waterhoogte (max., m)			0,1		
	Breedte waterstroom (m)			300		
Bekken 13	Lengte (m)			28		
	Breedte (m)			6		
	Diepte (gem., m)			0,05		
	Energie-uitdoving (W/m ³)			24,63711		
Overlaat 13	Type (o, v, h)			O		
	Verval (m)			0,08		
	Stroomsnelheid (max., m/s)			0,18		
	Waterhoogte (max., m)			0,1		
	Breedte waterstroom (m)			300		

Bijlage II Hydraulische metingen Leijgraaf

Algemeen	Lokatie nummer	stuw b	stuw e	stuw f	stuw i
	Naam beek	Leijgraaf	Leijgraaf	Leijgraaf	Leijgraaf
	Situering vispassage	Bypass	Bypass	Bypass	Bypass
	Type vispassage	V-vorm met V-Slot	V-vorm met V-slot	V-vorm met V-slot	V-vorm met V-slot
	Totale lengte	11,24	37	66	64
	Aantal bekken	6	2	8	2
	Debiet vispassage	0,001	0,03	0,01	0,027
	Lokstroom (m/s)	0	0	5	13,2
	Lokstroom richting	80	45	90	60
Bekken 1	Lengte (m)	5,5	22	16	41
	Breedte (m)	1,3	2	1,2	5
	Diepte (gem., m)	0,104	0,246	0,2	0,5
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,38	2,31	0,73	0,23
Overlaat 1	Type (o, v, h)	O	O	O	O
	Verval (m)	0,07	0,11	0,05	0,38
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,07	0,73	0,42	1,03
	Waterhoogte (max., m)	0,15	0,3	0,1	0,35
	Breedte waterstroom (m)	6	18	21	6,5
Bekken 2	Lengte (m)	5,5	15	17	23
	Breedte (m)	2	1,6	1,2	5
	Diepte (gem., m)	0,198	0,28	0,05	0,5
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0,098	2,33	2,74	0
Overlaat 2	Type (o, v, h)	O	O	O	V
	Verval (m)	0,04	0,08	0,02	0,09
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,23	0,94	0,44	0,93
	Waterhoogte (max., m)	0,03	0,25	0,2	0,38
	Breedte waterstroom (m)	6	19	21	-67
Bekken 3	Lengte (m)	0,06		15	
	Breedte (m)	2,1		1,2	
	Diepte (gem., m)	0,218		0,05	
	Energie-uitdoving (W/m ³)	18,09		12,4199	
Overlaat 3	Type (o, v, h)	O	O	O	0
	Verval (m)	0,03	0,05	0,02	0
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,12	0,64	0,35	0,04
	Waterhoogte (max., m)	0,1	0,1	0,2	0,97
	Breedte waterstroom (m)	6	18	21	90
Bekken 4	Lengte (m)	0,05	0	18	
	Breedte (m)	1,4	0	2	
	Diepte (gem., m)	0,08		0,05	
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0		0	
Overlaat 4	Type (o, v, h)	O		O	
	Verval (m)	0,07		0,08	
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,2		0,45	
	Waterhoogte (max., m)	0,1		0,15	

	Breedte waterstroom (m)	6		21	
Bekken 5	Lengte (m)	0,07			
	Breedte (m)	2,3			
	Diepte (gem., m)	0,13			
	Energie-uitdoving (W/m ³)	16,45			
Overlaat 5	Type (o, v, h)	O			
	Verval (m)	0			
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,25			
	Waterhoogte (max., m)	0,04			
	Breedte waterstroom (m)	6			
Bekken 6	Lengte (m)	0,06			
	Breedte (m)	1,9			
	Diepte (gem., m)	0,18			
	Energie-uitdoving (W/m ³)	0			
Overlaat 6	Type (o, v, h)	O			
	Verval (m)	0,05			
	Stroomsnelheid (max., m/s)	0,1			
	Waterhoogte (max., m)	0,1			
	Breedte waterstroom (m)	6			

Bijlage III Beoordeling passeerbaarheid overlaten vispassages Leijgraaf op basis van visgerelateerde criteria

Een toelichting op deze tabel is in paragraaf 2.2 gegeven

stuw b								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	1	4	1	4	4	4	4
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	1	4	1	4	4	4	4
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 7								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
stuw e								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	1	4
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	1	4
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	1	4
stuw f								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O

Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
Stuw i								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	4	4	1	4	1	1	4
OVERLAAT 2								
Type	V	V	V	V	V	V	V	V
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	1	1	4
OVERLAAT 3								
Type	0	0	0	0	0	0	0	0
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 4								
Type	0	0	0	0	0	0	0	0
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4

Bijlage IV Beoordeling passeerbaarheid overlaten vispassages Snelle Loop op basis van visgerelateerde criteria

Een toelichting op deze tabel is in paragraaf 2.2 gegeven

stuw d								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	3	1	3	2	3	2
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	2	4	3
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	2	3	3	2
OVERLAAT 7								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	2	1	2	2	2	2
OVERLAAT 8								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	3	1
OVERLAAT 9								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	2	1	2	2	3	2
OVERLAAT 10								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 11								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	2	1	2	2	3	2
stuw e								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O

Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	3	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	3	1
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	1	2	2	1
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	3	1	3	2	4	3
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	2	4
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	3	4
OVERLAAT 7								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	1	1	3
OVERLAAT 8								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	1	1	3
OVERLAAT 9								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	2	1	2	2
OVERLAAT 10								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4
OVERLAAT 11								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4
OVERLAAT 12								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4
stuw g								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	2	1	2	2	4	2
OVERLAAT 3								
Type	H	H	H	H	H	H	H	H
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4
OVERLAAT 4								

Type	0	0	0	0	0	0	0	0
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	1	2	3	1
OVERLAAT 7								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	2	1
OVERLAAT 8								
Type	H	H	H	H	H	H	H	H
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4
OVERLAAT 9								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	3	3	3	3	3	3	3	3
stuw q								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	1	1
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	1	1	1	1	3	1
OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	1	2	2	1
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	3	1	3	2	4	3
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	2	4
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	3	4
stuw r								
	BA	BE	KK	RG	RV	SK	WI	ZE
OVERLAAT 1								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	1	1	3
OVERLAAT 2								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	2	1	2	1	2	2	2	2

OVERLAAT 3								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	2	1	2	2
OVERLAAT 4								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	2	4
OVERLAAT 5								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	2	4
OVERLAAT 6								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	4	1	4	1	3	4
OVERLAAT 7								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	1	1	3
OVERLAAT 8								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	3	1	3	1	1	3
OVERLAAT 9								
Type	O	O	O	O	O	O	O	O
Passeerbaarheid	1	1	2	1	2	1	2	2
OVERLAAT 10								
Type	0	0	0	0	0	0	0	0
Passeerbaarheid	4	4	4	4	4	4	4	4

Bijlage V Begroting vispassages Leijgraaf

type by-pass, excl eigen uren	aantal treden:					
omschrijving	eenheid	kosten (in €)	aantal per trap	aantal vispassage	kosten (in €)	opmerkingen
mobiele kraan met kantelbak	per uur	45	2,00	0,0	0,00	
mobiele kraan	per uur	43	11,30	0,0	0,00	
arbeider	per uur	25	4,30	0,0	0,00	
vrachtwagen	per uur	73	2,00	0,0	0,00	
loader	per uur	43	1,60	0,0	0,00	
dieplader	per uur	55	2,50	0,0	0,00	
Eikenhout 40x200	per meter	4,3	64,00	0,0	0,00	
Breuksteen 80-200mm	per ton	21,2	9,00	0,0	0,00	
Breuksteen 200-450mm	per ton	25,4	18,30	0,0	0,00	
bevestigingsmaterialen						
rvs houtdraadbout 150 st M8	per stuk	1,12	50,00	0,0	0,00	
rvs draadeind 2st M8 incl. moeren	pers stuk	10	1,00	0,0	0,00	
rvs U profiel 60x30x2 bij afname van 100m	per inlaat 2 st	124	nvt	1,0	124,00	profiel inlaat (standaard=1)
project afhankelijk						
rijplaten huur	per meter	1,75	nvt	0,0	0,00	invullen lengte in meters
schadevergoeding grondgebruik	per vierkante meter	zie blad 2	nvt	0,0	0,00	zie blad 2
afvoeren grond						
mobiele kraan	per uur	43	2,7	0,0	0,00	
vrachtwagen	per uur	50	2,7	0,0	0	
totaal diverse posten					124,00	
onvoorzien 10%					12,40	
totaal excl BTW					136,40	
BTW 19%					25,92	
totaal incl BTW					162	

Bijlage VI Toelichting op gehanteerde begrippen

Achterloopsheid en onderloopsheid

Door het verval over een kunstwerk zal er onder en langs de zijkanten ervan een grondwaterstroming ontstaan. Dit verschijnsel wordt respectievelijk onderloopsheid c.q. achterloopsheid genoemd. Deze stroming kan zo sterk worden dat gronddeeltjes worden meegenomen. Het gevolg is het ontstaan van holle ruimten, die de stabiliteit van het kunstwerk in gevaar brengen.

Cascade vispassage

In een cascade-vispassage worden stenen over de gehele breedte van de waterloop in rijen geplaatst zodat zich cascades vormen en het verhang trapsgewijs verloopt. Het resultaat is een regelmatige, natuurlijk ogende bekkenstructuur. De constructie wordt meestal aangelegd in een waterloop of in bypass naast de barrière.

Emergente waterplanten

Bovenwaterplanten (wortelend in de waterbodem of oever), zoals waterriet

Energievernietiging en turbulentie

Bij de passage van een visdoorgang ondervindt de vis als tegenkrachten stroming en turbulentie (de woeligheid van het water). Deze krachten kunnen de migratie belemmeren. De turbulentie wordt veroorzaakt doordat water van bekken naar bekken stroomt. De turbulentie vertegenwoordigt een hoeveelheid energie die kan worden gedempt. Om de vis gelegenheid tot rust te geven, moet sprake zijn van voldoende energiedemping (een groot bekkenvolume $V = L \cdot B \cdot y_0$) en een rustzone (waarin het water op lage snelheid circuleert).

Neer

Een draaikolk, wervel of soms zelfs tegengestelde stroom (keerstroom) ten opzichte van de hoofdstroom, meestal veroorzaakt door stroming tussen, langs of over objecten, zoals tussen twee kribben ontstaan door de stroming langs die kribben.

Nevengeul

Een nevengeul als visdoorgang is een natuurlijke waterloop die aftakt van de hoofdloop stroomopwaarts van een barrière en weer samenvloeit met de hoofdloop stroomafwaarts van de barrière. Bij de aanleg van de nevengeul of omleiding wordt geprobeerd om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de natuurlijke omgeving (Type R2T1 in het handboek vismigratie (Kroes & Monden, 2005)). Nevengeulen bevorderen niet alleen de vismigratie maar herstellen ook de stromingskarakteristiek van verstuwde beken. Soms is het mogelijk om verscheidene barrières met één nevengeul te omzeilen.

Submerse waterplanten

Onderwaterplanten, zoals waterpest, sommige soorten fonteinkruiden

Vertical slot vispassage

Een 'vertical slot'-vispassage bestaat uit bekkens die van elkaar zijn gescheiden door schotten. In elk schot bevindt zich een smalle, verticale opening vanaf de bodem tot aan de bovenzijde van het schot. De passage kan worden omschreven als een hellend (of getrap) rechthoekig kanaal, waarbij het water via de verticale sleuven van bekken naar bekken stroomt. De schotten kunnen zijn uitgevoerd met enkele vensters, dubbele vensters en onderwater openingen. De vensterposten zijn voorzien van profielen om de stroming te beïnvloeden. Vertical slots kunnen worden gecombineerd met een V-vormige bekkentrap (R3T1V3 in het handboek vismigratie (Kroes & Monden, 2005)).

V-vormige bekkenpassage

De bekkens in de visdoorgang worden gescheiden door V-vormige overlaten waar het water overheen stroomt. Dit type overlaten is uitvoerig onderzocht en blijkt beter te voldoen dan rechte overlaten. Dankzij de V-vorm blijft de stroomsnelheid over de overlaten laag genoeg en de waterhoogte hoog genoeg bij een grote variatie aan debieten. De V-vorm bewerkt bovendien een hoofdstroom in de as van de vispassage. Links en rechts van deze hoofdstroom vormen zich recirculatie-zones (rustplekken), zoals dat ook gebeurt tussen de kribben in een rivier. Indien voldoende debiet aanwezig is, kan een verticale opening in de overlaten worden aangebracht (Type R3T1V3 in het handboek vismigratie (Kroes & Monden, 2005)). Het verdient aanbeveling om houten overlaten te combineren met kleine en grote stenen. Dit vergroot de stroomdiversiteit en daarmee de efficiëntie van de vispassage. V-vormige overlaten in een bekkenpassage zijn altijd voor een deel verdrongen en voor een deel niet (zijden van de overlaat). Het verdrongen deel dient zo groot mogelijk te zijn omdat dit tevens de doorzwem zone vormt.

V-vormige overlaten met vertical slot

De combinatie van een V-vormige bekkenpassage en een vertical slot-vispassage is bij uitstek geschikt voor situaties waarin sprake is van sterke waterpeilwisselingen aan de stroomafwaartse zijde. Verwacht kan worden dat ook kleinere soorten profiteren van de combinatie van beide typen visdoorgangen.



VisAdvies BV

Vondellaan 14; 3521 GD Utrecht

tel.nr. 030 285 10 66

K.V.K. 30207643 0000; ABN-AMRO: 40.01.19.528