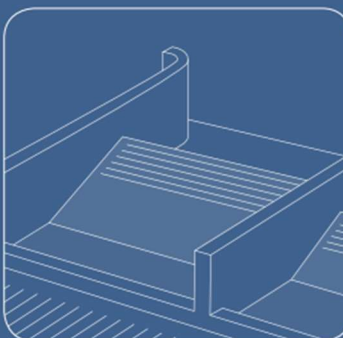
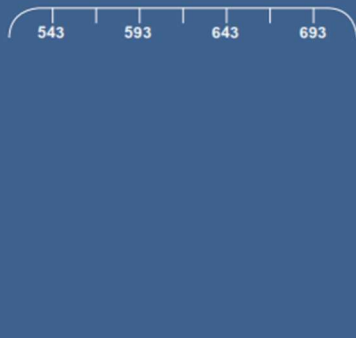
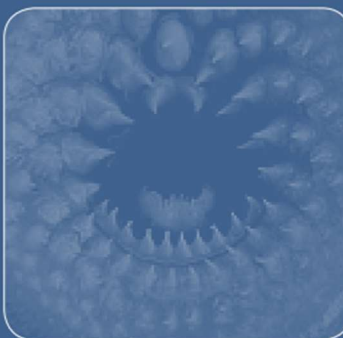
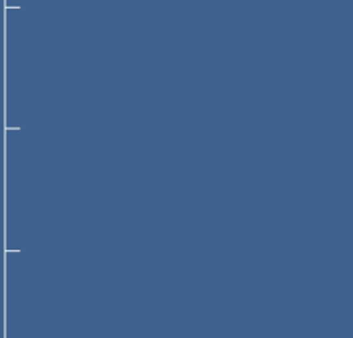
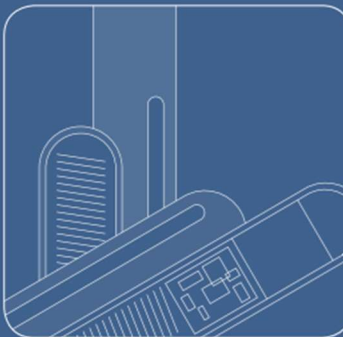
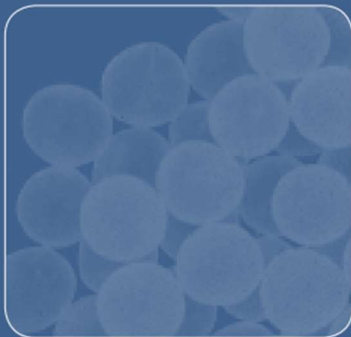
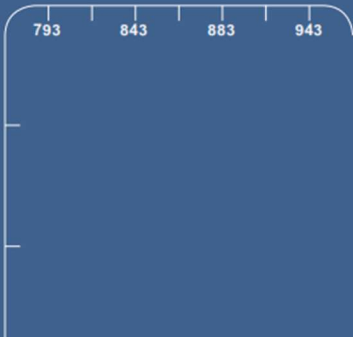


Ontwerpnottie vispassages Boven Regge



Statuspagina

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Titel: | Ontwerpnottie vispassages Boven Regge |
| Samenstelling: | VisAdvies BV |
| Auteur(s): | H. Vis |
| Adres: | VisAdvies BV Archimedesbaan 12-7 3439 ME NIEUWEGEIN |
| Website: | www.VisAdvies.nl |
| E-mail adres: | info@VisAdvies.nl |
| Eindverantwoording: | Jan H. Kemper |
| Aantal pagina's: | 21 |
| Projectnummer: | VA2023_27 |
| Datum: | 3 november 2023 |
| Versie: | eindconcept_20231103 |
| Opdrachtgever: | Waterschap Vechtstromen |
| Contactpersoon: | Ben Ordemans |
| Op de voorpagina: | Vispassage Entermors |



H. Vis, 2023. Ontwerpnottie vispassages Boven Regge. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2023_36, 21 pag.

Copyright: © 2023 VisAdvies BV

Behoudens wettelijke uitzonderingen mag niets uit dit document worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaargemaakt, in enige vorm of op enige wijze hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VisAdvies BV.

Inhoudsopgave

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 1.1 | Algemeen | 4 |
| 1.2 | Doelstelling | 4 |
| 1.3 | Leeswijzer | 4 |
| 2 | Ontwerpcriteria en hydrologische uitgangspunten | 5 |
| 2.1 | Vissoorten en migratieperiode | 5 |
| 2.2 | Stroomsnelheid en energieuitdoving | 5 |
| 2.3 | Debiet en lokstroom | 5 |
| 2.4 | Hydrologische doorrekening en uitgangspunten ontwerp | 5 |
| 2.4.1 | Uitgangspunten | 5 |
| 2.4.2 | Entermors | 6 |
| 2.4.3 | Exoo | 7 |
| 3 | Ontwerp Entermors | 9 |
| 3.1 | Bestaande situatie | 9 |
| 3.2 | Nieuw ontwerp | 9 |
| 4 | Ontwerp Exoo | 12 |
| 4.1 | Algemeen | 12 |
| 4.2 | Variant 1: vispassage over de volledige breedte | 12 |
| 4.2.1 | Type passage | 12 |
| 4.2.2 | Dimensionering overlaten | 13 |
| 4.2.3 | Dimensionering bekkens | 14 |
| 4.2.4 | Materialen en aanleg | 16 |
| 4.3 | Variant 2: vaste stuw met vertical slot | 18 |
| 4.4 | Slotoverweging | 19 |
| 5 | Literatuurlijst | 21 |

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Waterschap Vechtstromen is voornemens om de migratiemogelijkheden voor vissen te vergroten bij de stuwen Entermors en Exoo. Beide stuwen bevinden zich in de Boven Regge nabij Enter. VisAdvies en NEPOCON is gevraagd om een hydrologische doorrekening en een ontwerp met begroting en technische tekening te maken. Bij stuw Entermors bevindt zich al een vispassage. Deze moet worden geoptimaliseerd en aangepast op de nieuwe waterpeilen. Bij Exoo bevindt zich een vast stuw die dient te worden vervangen door een vispassage. Voor locatie Exoo worden twee varianten voorgesteld waarna de voorkeursvariant wordt uitgewerkt. Het voorliggende rapport beschrijft het resultaat hiervan. De technische tekeningen en begroting worden separaat aangeleverd.

1.2 Doelstelling

Het doel is om een ontwerp te realiseren voor een zo veel mogelijk natuurlijke en onderhoudsvrij vispassage. Hierbij wordt rekening gehouden met natuurlijke kwaliteit voor (het passeren van) de vis, budget, beperken van effect op de omgeving, gemak en kosten voor beheer en onderhoud op langere termijn.

1.3 Leeswijzer

Na deze inleiding volgt het hoofdstuk ontwerpcriteria waarin de gebiedsbeschrijving, de uitgangspunten en de hydrologische doorrekening zijn beschreven. In hoofdstuk 3 en 4 zijn de ontwerpen uitgewerkt.

2 Ontwerpcriteria en hydrologische uitgangspunten

2.1 Vissoorten en migratieperiode

De vispassage voorziet in een vrije (stroomopwaartse) migratie van alle in de Regge voorkomende vissoorten. Vissen maken het hele jaar door gebruik van vispassages, echter is het voorjaar duidelijk de periode waarin de meeste migratie plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerp is dan ook dat de vispassages in ieder geval in de periode maart t/m juni optimaal dienen te functioneren. Dit is de periode waarin de in de Regge voorkomende vissoorten voornamelijk migreren. Bedacht moet worden dat de vispassages buiten deze periode ook goed zal functioneren. De passage is daarmee ook toekomstbestendig, bijvoorbeeld bij eventuele vestiging van bijvoorbeeld kwabaal.

2.2 Stroomsnelheid en energieuitdoving

Een belangrijk uitgangspunt bij het ontwerp van een vispassage is de stroomsnelheid. De stroomsnelheid bepaald in grote mate de effectiviteit van de vispassage. Als stelregel wordt aangehouden dat deze niet groter >1 m/s mag zijn (Coenen et. al, 2013).

Naast de stroomsnelheid is de energieuitdoving eveneens van belang voor de effectiviteit van de vispassage. Dit criterium houdt verband met de aanwezige turbulentie. Als de vrijgekomen kinetische energie niet uitdooft, komt het water in een stroomversnelling. Gevolg is dat de vissen onvoldoende kunnen rusten in de bekkens van de vispassage. In het ontwerp wordt uitgegaan van een maximale toelaatbare energieuitdoving van <100 W/m³ (Coenen et. al, 2013).

2.3 Debiet en lokstroom

Om de vissen in voldoende mate naar de ingang van de vispassage te lokken dient het debiet van de vispassage, t.o.v. van het debiet via de stuw, zo groot mogelijk te zijn. Algemeen geldt dat minimaal 10% van het totale debiet van de hoofdstroom via de vispassage dient te stromen.

Migrerende vissen volgen in principe de sterkste stroom in de waterloop. Als ze dan op een barrière (stuw, sterke stroming, turbulentie) stuiten, gaan ze vanaf die locatie zoeken naar een uitweg (migratielimietlijn). De migratielimietlijn is de grens van het gebied waarin de turbulenties of stroomsnelheden voor de vis te hoog zijn om nog te kunnen optrekken. De ligging van de migratielimietlijn verschilt per soort en is afhankelijk van de afvoer. Aangezien de stroomsnelheid in het midden van de stroom hoger is dan aan de oevers, heeft de migratielimietlijn een zekere bolling. Vissen kunnen namelijk de stuw dichter benaderen aan de oever en zullen zich dan ook daar verzamelen. Dit pleit ervoor om de uitstroom nabij de stuw aan de oever te plaatsen. Voor vissen die via de bodem migreren is het belangrijk dat de ingang van de vispassage aansluit op de bodem van de watergang.

2.4 Hydrologische doorrekening en uitgangspunten ontwerp

2.4.1 Uitgangspunten

Als basis voor het ontwerp van de vispassage wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van historische waterstanden. Voor de Boven Regge zijn echter nieuwe streefpeilen afgesproken waarmee de historische waterstanden alleen, geen goed beeld vormen van de toekomstige situatie.

Waterschap Vechtstromen heeft daarom Arcadis gevraagd om met behulp van een SOBEK modellering de toekomstige waterstanden uit te rekenen (Ref. UFPNSZHQXCD4-1079807592-22719:1). Dit is als uitgangspunt genomen voor het ontwerp van de vispassage. Aanvullend is gebruik gemaakt van historische waterstanden van Ypelo en Entermors van de maanden maart-juni uit de periode 2020-2023.

Ten slotte is gebruik gemaakt van de ontwerptekeningen van de bestaande vispassage bij Entermors.

2.4.2 Entermors

De vaste stuw bij Entermors wordt opgehoogd tot 8,10 m +NAP om invulling te geven aan de nieuwe waterpeilen. Met behulp van het SOBEK model is de referentiesituatie (oud) en de ontwerp situatie (nieuw) doorgerekend voor zomer- (1/100Q) en winterafvoer (1/4Q). De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.1.

tabel 2.1 Waterpeilen stuw Entermors volgens SOBEK modellering Reggedal.

| Entermors | Zomer (1/100 Q) m +NAP | Winter (1/4 Q) m +NAP |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Referentiesituatie bovenstrooms | 8,19 | 8,14 |
| Referentiesituatie benedenstrooms | 7,93 | 7,69 |
| Ontwerpsituatie bovenstrooms | 8,26 (+7 cm) | 8,21 (+7 cm) |
| Ontwerpsituatie benedenstrooms | 8,03 (+10 cm) | 7,84 (+15 cm) |

Voor het ontwerp van de vispassage wordt voor het bovenstroomse peil de zomersituatie (1/100Q) aangehouden. Deze waterstand zal in een groot deel van de migratieperiode optreden en daarmee zal de vispassage ook bij wat lagere waterstanden tijdens de wintersituatie (1/4Q) blijven functioneren. Het bovenstroomse ontwerppeil wordt vastgesteld op 8,26 +NAP en is daarmee 7 cm hoger dan de referentiesituatie. De huidige vispassage is ontworpen op de wintersituatie en een waterstand van 7,88 m +NAP (1/4Q). Het oorspronkelijke ontwerppeil is daarmee 38 cm lager dan het ontwerppeil van de nieuwe vispassage.

Het ontwerppeil voor de benedenstroomse zijde is gebaseerd op de wintersituatie (1/4Q). Daarmee zal de vispassage in zowel zomer- als wintersituatie goed functioneren. Het nieuwe benedenstroomse peil is 7,84 m+ NAP. Aanvullend is gekeken naar de waterstanden van meetpunt Ypelo in mrt-jun van 2020-2023. In >90% van de migratieperiode is de waterstand >7,50 m +NAP. Dit meetpunt ligt echter enige kilometers stroomafwaarts van Entermors. Op basis van het SOBEK model kon worden afgeleid dat het verval tussen beide 5 cm bedraagt en daarbij komt de nieuwe peilopzet van 15 cm in de wintersituatie. De gecorrigeerde gemeten waterstand uit de migratieperiode 2020-2023 voor de stroomafwaartse zijde van stuw Entermors komt waarmee op 7,70 m +NAP. Dit is duidelijk lager dan de gegevens uit de SOBEK modellering en komt overeen met het ontwerppeil van de huidige passage. Het verschil is vooral te verklaren door:

- Model gaat uit van vaste inlaathoeveelheden op de Regge vanuit zijtak Twentekanaal, voor zomer en winter, terwijl de inlaathoeveelheden in de praktijk anders zijn (fluctueren, vaak wat lager) door schommelingen in Twentekanaal, maar ook door keuzes in het peilbeheer;
- Model gaat uit van “vaste” situatie begroeiing in zomer en winter (vaste weerstanden dus), terwijl dit in de praktijk ook varieert door het seizoen. Niet alleen door natuurlijke aanwas, maar ook door menselijk ingrijpen (maaien).
- Model gaat uit van een gemiddelde zomer- en wintersituatie. Voor het ontwerppeil zijn waterstanden gebruikt die >90% van de tijd voorkomen.

Het nieuwe ontwerppeil voor de vispassage is dan ook bepaald op 7,70 m +NAP en is daarmee 22 cm hoger dan het ontwerp van de huidige vispassage (tabel 2.2).

tabel 2.2 Oude en nieuwe ontwerppeilen vispassage.

| Ontwerppeilen vispassage Entermors | Nieuw ontwerppeil m + NAP | Ontwerp bestaande VP m + NAP |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Ontwerpsituatie bovenstrooms | 8,26 | 7,88 (0,25 Q) |
| Ontwerpsituatie benedenstrooms | 7,7 | 7,48 (0,25 Q) |

Voor wat betreft het bepalen van het ontwerpdebiet is gebruik gemaakt van debietgegevens van meetpunt Ypelo uit de periode 2020-2023. Verder is de voorjaarperiode (maart t/m juni) als uitgangspunt genomen omdat de migratie voornamelijk in deze maanden plaatsvindt.

tabel 2.3 *Debiet meetpunt Ypelo periode mrt-jun.*

| % | m ³ /sec. |
|------|----------------------|
| 5% | 1,08 |
| 95% | 1,76 |
| Gem. | 1,30 |

Het debiet van respectievelijk 5% en 95% van de tijd voorkomt bedraagt 1,08 en 1,76 m³/sec. (tabel 2.3). Bij het ontwerpen van vispassages wordt bij voorkeur minimaal 10% van het totale debiet via de vispassage geleid. Dit betekent een minimaal ontwerpdebiet van 0,108 m³/sec. echter is bij Entermors jaarrond veel meer debiet beschikbaar. Het heeft de voorkeur om dit te benutten zodat er een sterkere lokstroom ontstaat en de vispassage minder snel dichtgroeit met planten. Het gewenste ontwerpdebiet is daarom vastgesteld op ca. 0,50 m³/sec. Daarmee stroomt 39% van de gemiddelde afvoer van de Regge in de periode mrt-jun via de vispassage.

2.4.3 Exoo

De vaste tijdelijke stuw bij Exoo is in de huidige situatie niet voorzien van een vismigratievoorziening. Het heeft de voorkeur om op deze locatie een vispassage over de volledige breedte te realiseren. De stuw heeft een breedte van 9,14 m waarvan 5,14 m met een kruinhoogte van 7,35 m +NAP en 4 m met een kruinhoogte van 7,5 m +NAP. In de nieuwe situatie wordt de kruinhoogte 7,6 m +NAP over een breedte van 9,14 m. Dit is als uitgangspunt genomen bij de berekening van de toekomstige waterpeilen. Met behulp van het SOBEK model is de referentiesituatie (huidig) en de ontwerp situatie (toekomstig) doorgerekend voor zomer- (1/100Q) en winterafvoer (1/4Q). De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.4.

tabel 2.4 *Waterpeilen stuw Exoo volgens SOBEK modellering Reggedal.*

| Exoo | Zomer (1/100 Q) m +NAP | Winter (1/4 Q) m +NAP |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Referentiesituatie bovenstrooms | 7,67 | 7,6 |
| Referentiesituatie benedenstrooms | 7,27 | 7,52 |
| Ontwerpsituatie bovenstrooms | 7,86 (+19 cm) | 7,79 (+19 cm) |
| Ontwerpsituatie benedenstrooms | 7,27 (+0 cm) | 7,52 (+0 cm) |

Voor het ontwerp van de vispassage wordt voor het bovenstroomse peil de zomersituatie (1/100Q) aangehouden omdat deze waterstand in een groot deel van de migratieperiode zal optreden en de vispassage ook bij wat lagere waterstanden tijdens de wintersituatie (1/4Q) zal blijven functioneren. Het bovenstroomse ontwerppeil wordt vastgesteld op 7,86 m +NAP en is daarmee 19 cm hoger dan de referentiesituatie.

Het ontwerppeil voor de benedenstroomse zijde is gebaseerd op de zomersituatie omdat in deze periode de laagste waterstanden optreden. Daarmee zal de vispassage in zowel zomer- als wintersituatie goed functioneren. Het nieuwe benedenstroomse peil is gelijk aan de referentiesituatie (7,27 m +NAP).

Aanvullend is gekeken naar de waterstanden van meetpunt Entergraven in 2017-2023. In >90% van de migratieperiode is de waterstand >7,09 m +NAP. Dit meetpunt ligt echter enige kilometers stroomafwaarts van Exoo. Op basis van het SOBEK model kon worden afgeleid dat het verval tussen beide ca. 8 cm bedraagt in de zomersituatie. De gecorrigeerde gemeten waterstand uit de periode 2017-2023 voor de stroomafwaartse zijde van stuw Exoo komt waarmee op 7,17 m +NAP. Dit is 10 cm lager dan de gegevens uit de SOBEK modellering. Het verschil is vooral te verklaren voor het feit dat een ontwerp uitgaat van een situatie die >90% van de migratieperiode voorkomt en het SOBEK uitgaat van een gemiddelde zomer- en wintersituatie.

Het nieuwe ontwerppeil voor de vispassage is dan ook bepaald op 7,17 m +NAP (tabel 2.5). Het totale verval komt daarmee op 69 cm.

tabel 2.5 Oude en nieuwe ontwerppeilen vispassage.

| Ontwerppeilen vispassage Exoo | Ontwerppeil m + NAP |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Ontwerpsituatie bovenstrooms | 7,86 |
| Ontwerpsituatie benedenstrooms | 7,17 |

Voor wat betreft het bepalen van het ontwerpdebiet is gebruik gemaakt van debietgegevens van meetpunt Ypelo uit de periode 2020-2023. Verder is de voorjaarsperiode (maart t/m juni) als uitgangspunt genomen omdat de migratie voornamelijk in deze maanden plaatsvindt. Het uitgangspunt is daarmee hetzelfde als bij stuw Entermors (tabel 2.3). Het enige verschil is dat het de voorkeur heeft dat het volledige debiet via de vispassage stroomt. De vispassage moet minimaal 90% van de voorjaarsperiode functioneren bij een debiet van 1,08-1,76 m³/sec.

3 Ontwerp Entermors

3.1 Bestaande situatie

De huidige vispassage bestaat uit een bypass met vijf tussenschotten. Een tussenschot bestaat uit een houten gedeelte en een uitneembare HDPE plaat. Bij de realisatie van de passage zijn V-vormige (6:5) HDPE platen geïnstalleerd. In de praktijk bleek dat de stroomsnelheid hierdoor te hoog was. Daarop zijn nieuwe HDPE platen geïnstalleerd met alleen een bodemgat van 20x20 cm. Dit ontwerp blijkt niet optimaal te functioneren doordat er te weinig water via de vispassage stroomt en de bypass hierdoor dichtgroeit en gaat verlanden. Bijkomend probleem is dat drijfvuil voor de schotten blijft hangen waardoor de bodemgaten verstopt raken figuur 3.1.



figuur 3.1 *Vispassage Entermors in de huidige situatie.*

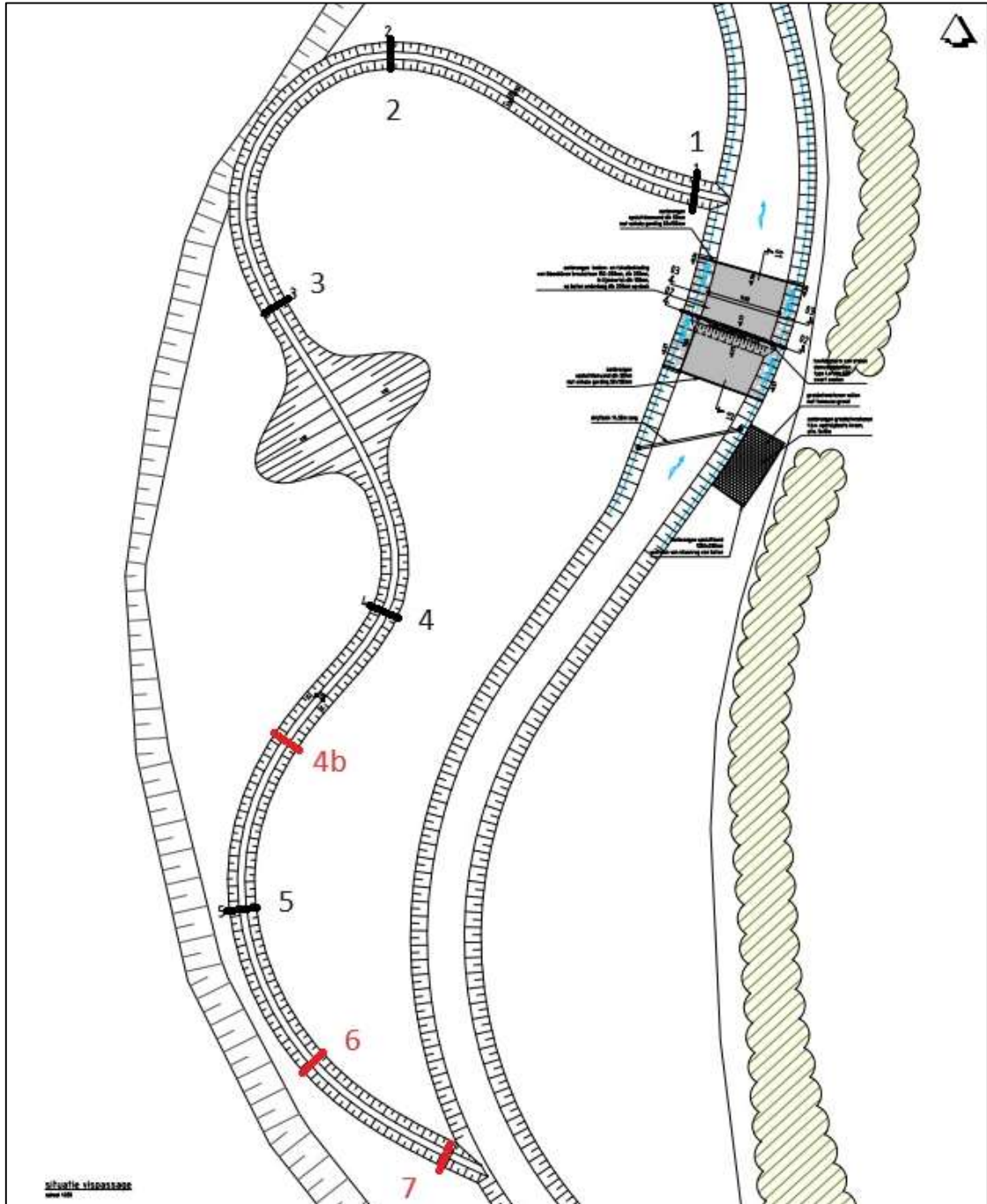
3.2 Nieuw ontwerp

Om enerzijds invulling te geven aan de nieuwe waterpeilen en anderzijds aan de huidige problemen in de vispassage is een nieuw ontwerp gemaakt. De twee belangrijkste aanpassingen zijn:

- Toevoeging van drie extra overlaten
- Vergroting van het ontwerpdebiet

Op basis van de hydrologische berekening zijn de nieuwe ontwerppeilen bepaald. Dit heeft als gevolg dat het verval over de passage groter wordt en hierdoor meer overlaten nodig zijn. Bovendien heeft het de voorkeur om het verval per overlaat terug te brengen van 8 cm naar 7 cm. Hierdoor zal de stroomsnelheid in de openingen wat afnemen. Dit is een bewuste keuze omdat het een aanpassing van een bestaande passage betreft en bij het oorspronkelijke model relatief hoge stroomsnelheden zijn waargenomen waarop de tussenschotten zijn aangepast.

De extra overlaten zijn zoveel mogelijk in het bovenstroomse deel van de vispassage geplaatst (figuur 3.2). De peilopzet wordt hiervoor vooral bovenstrooms opgevangen waardoor de bestaande overlaten minder ver hoeven te worden opgehoogd. Tussen de bestaande overlaten 4 en 5 wordt een extra overlaat (4b) toegevoegd en bovenstrooms van overlaat 5 worden twee extra overlaten (6 en 7) voorzien.



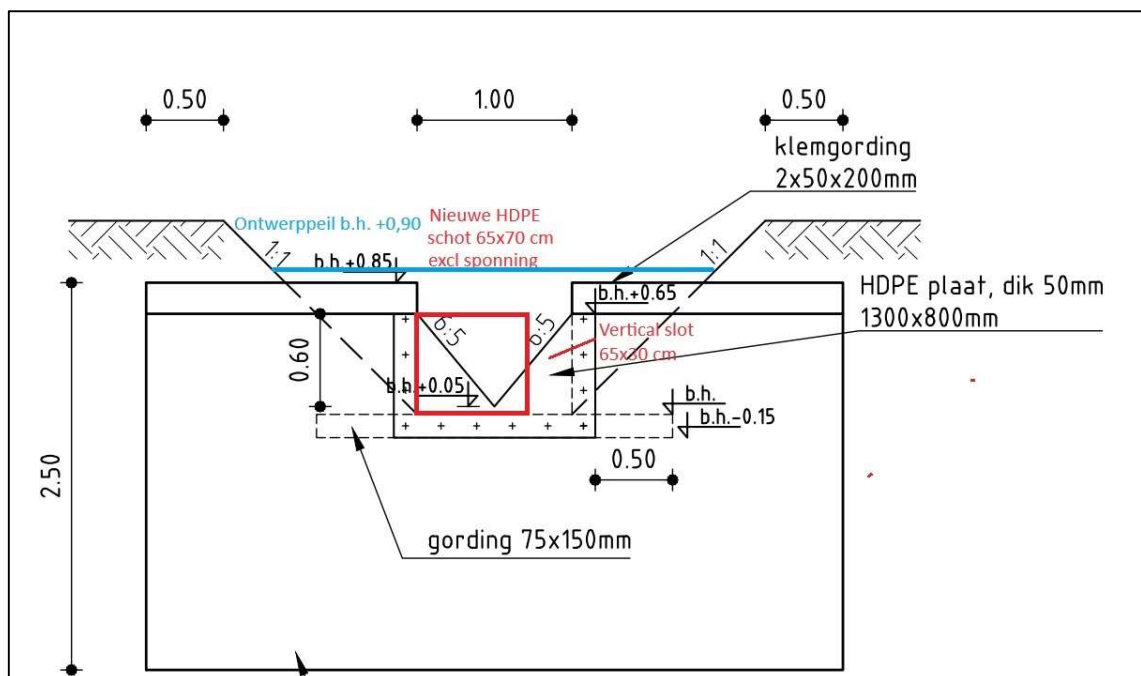
figuur 3.2 Nieuw ontwerp vispassage Entermors

tabel 3.1 Waterpeilen nieuwe ontwerp vispassage Entermors stroomopwaarts van de overlaten in m + NAP.

| Overlaat | Waterhoogte oud opw. | Waterhoogte nieuw opw. | Vershil |
|----------------------------|----------------------|------------------------|---------|
| Boven regge benedenstrooms | 7,46 | 7,7 | n.v.t. |
| Overlaat 1 | 7,56 | 7,77 | 0,21 |
| Overlaat 2 | 7,64 | 7,84 | 0,2 |
| Overlaat 3 | 7,72 | 7,91 | 0,19 |
| Overlaat 4 | 7,8 | 7,98 | 0,18 |
| Overlaat 4b (nieuw) | n.v.t. | 8,05 | n.v.t. |
| Overlaat 5 | 7,88 | 8,12 | 0,24 |
| Overlaat 6 (nieuw) | n.v.t. | 8,19 | n.v.t. |
| Overlaat 7 (nieuw) | n.v.t. | 8,26 | n.v.t. |

De bestaande vaste overlaten hoeven niet te worden aangepast aan de nieuwe waterstanden in de vispassage omdat een hogere waterstand van 18-21 cm wordt geaccepteerd. Dit helpt om het extra debiet in de vispassage af te voeren. Het minimale verschil tussen de peilopzet (19 cm) en de hoogte van de overlaten nr. 1-4 (18-21) cm is dusdanig klein dat geen aanpassing aan de overlaat nodig is. Overlaat 5 wijkt meer af en dient wel te worden opgehoogd met 5 cm. Het verschil is weergegeven in tabel 3.1. Wel moet rekening worden gehouden met het aanbrengen van oeververdediging zodat er geen erosie optreedt bij de hogere waterstanden.

In het nieuwe ontwerp worden de schotten in de overlaten aangepast om een groter debiet te creëren en de vuillast en plantengroei tegen te gaan. Hiermee is de vispassage minder gevoelig voor onderhoud. Het bestaande schot wordt vervangen door een schot die de opening deels afsluit. Hierbij ontstaat er een vertical slot en kan aanvullend water over het uitneembare en vaste deel van de overlaat stromen. Het HDPE schot kan vast worden gezet en hoeft niet langer uitneembaar te zijn. Het is wel wenselijk dat er bij het meest stroomopwaartse een sponning wordt aangebracht waarmee de vispassage kan worden drooggezet voor onderhoud. Met oog op veiligheid dient hiervoor een voorziening te worden gemaakt in de vorm van een plateau of steiger.



figuur 3.3 Nieuw ontwerp uitneembare schot en weergave van het nieuwe ontwerppeil van vispassage Entermors.

4 Ontwerp Exoo

4.1 Algemeen

Bij Exoo wordt de bestaande stuw verwijderd en deze dient te worden vervangen door een nieuwe definitieve stuw die is aangepast op de nieuwe waterpeilen. De stuw mag ook worden vervangen door een vispassage over de gehele breedte van de watergang. Op de beoogde locatie is ca. 120 m van de watergang beschikbaar om de vispassage te realiseren. De huidige diepte stroomafwaarts van de stuw is ca. 130-135 cm.

Het is mogelijk dat een meer technische oplossing interessanter is vanwege bijvoorbeeld lagere kosten. Daarom zijn voor deze locatie twee varianten uitgewerkt.



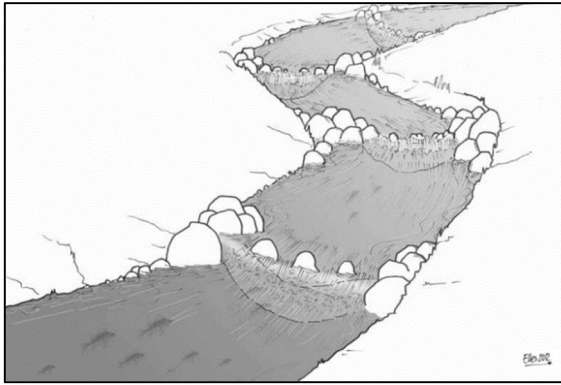
figuur 4.1 De bestaande stuw Exoo.

4.2 Variant 1: vispassage over de volledige breedte

4.2.1 Type passage

Als een stuw alleen nodig is voor de opstuwing tot een vast (bovenstrooms) peil en er geen behoefte is om waterstanden verder te reguleren, kan de stuw vervangen worden door een semi-natuurlijke vispassage in de hoofdloop. Bij grotere afvoeren kan gekozen worden voor een bekkenvispassage; bij geringere afvoeren voor een hellingvispassage. Vooral in beken heeft een semi-natuurlijke vispassage de voorkeur, omdat daarmee tevens extra habitat voor stromingsminnende soorten wordt gerealiseerd.

Bij stuw Exoo is een vispassage gewenst voor een debiet van 1,08 en 1,76 m³/sec. om 90% van de voorjaarsperiode goed te functioneren. Een V-vormige bekkenpassage met vertical slot heeft in dit geval de voorkeur (figuur 4.2). De vispassage is van het type V-vormige overlaat met een asymmetrische vorm. Dit type passage is het meest geschikt voor de locatie vanwege een optimale vispasseerbaarheid en een goede landschappelijke inpassing.



figuur 4.2 Impressie van een bekkervispassage.

Het verval per overlaat is vastgesteld op 8 cm. De passage wordt voorzien van vertical slots wat de passeerbaarheid vergroot. Een ontwerp met een verval van 8 cm per bekken is in Nederland gebruikelijk en bewezen effectief. Dit in tegenstelling tot andere ontwerpen zoals bij Entermors en Vertical slot vispassages waar 7 cm de norm is. Dit is vooral een gevolg van hydraulische verschillen in deze passages. Het totale verval bij Exoo bedraagt 0,69 m, zodat er 9 overlaten en 8 bekkens in het ontwerp zijn opgenomen om het gehele verval te overbruggen (tabel 4.1). De bekkens hebben een lengte van 12 m en een breedte van 6 m. De vispassage heeft een totale lengte van ca. 96 m en een breedte van 6,0 m.

tabel 4.1 Eigenschappen variant 1: bekkervispassage

| Naam | Vispassage Exoo |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Locatie | Stuw Exoo |
| Type vispassage | V-vormige bekkenpassage met vertical slot |
| Debiet | 1,34 m ³ /s |
| Aantal instroomopeningen | 1 |
| Aantal overlaten zomertraject | 9 (8 bekkens) |
| Verval per overlaat | 8 cm |
| Dimensies overlaat | 5,9 m breed |
| Dimensies bekkens | 12 x 6 x 1,25 m (LxBxD) |
| Totale lengte | 96 meter |

4.2.2 Dimensionering overlaten

Met behulp van de rekenregels voor V-vormige vispassages (Kroes en Monden, 2005) zijn de dimensies van de overlaten berekend.

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Het ontwerpdebiet: 1,34 m³/sec.
- Het verval per overlaat: 8 cm
- De stroomsnelheid: max. 1 m/s

De V-vorm heeft een asymmetrisch ontwerp die bestaat uit enerzijds een helling van 1:4 (152°) en anderzijds een helling van 1:10 (169°). Uit de berekening blijkt dat de overstorthoogte, op de onderkant van de V-vorm, 0,4 m zal moeten bedragen om het gestelde debiet te behalen. Deze hoogte is ruim voldoende om vissen goed te laten passeren.

Bij een verval van 8 cm tussen de opeenvolgende bekkens en een waterhoogte van 0,4 m op de onderkant van de V-vorm, bedraagt de verdrinkingsgraad 0,8.

De gemiddelde stroomsnelheid op de overlaat is 0,89 m/s. Richting de bodem zal de stroomsnelheid geleidelijk minder zijn en richting de oppervlakte zal de stroomsnelheid geleidelijk toenemen tot maximaal 1 m/s.

De waterstroom op de overlaat heeft een breedte van 5,9 m. De overlaat bestaat uit een deel met een helling van 1:4 (1,60 m), een deel met een helling van 1:10 (4,00 m) en een vertical slot (0,3 m). Het is van belang dat de onderkant van de V-vorm in de overlaten alternerend links en rechts worden gesitueerd. De kruinhoogte aan de onderkant van de meest stroomopwaartse V-vormige

overlaat is 7,46 m + NAP. In tabel 4.2 zijn de hoogtes t.o.v. NAP van alle overlaten weergegeven (tabel 4.2 & tabel 4.2).

tabel 4.2

NAP hoogtes van de overlaten

| Nr. overlaat | Kruinhoogte onderkant V-vorm (+m NAP) | Waterpeil stroomopwaartse van de overlaat (+m NAP) | Waterpeil stroomafwaartse van de overlaat (+m NAP) | Verval overlaat (cm) |
|--------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | 7,46 | 7,86 | 7,78 | 8,0 |
| 2 | 7,38 | 7,78 | 7,70 | 8,0 |
| 3 | 7,30 | 7,70 | 7,62 | 8,0 |
| 4 | 7,22 | 7,62 | 7,54 | 8,0 |
| 5 | 7,14 | 7,54 | 7,46 | 8,0 |
| 6 | 7,06 | 7,46 | 7,38 | 8,0 |
| 7 | 6,98 | 7,38 | 7,30 | 8,0 |
| 8 | 6,90 | 7,30 | 7,22 | 8,0 |
| 9 | 6,82 | 7,22 | 7,14 | 8,0 |

4.2.3 Dimensionering bekkens

De bekkens hebben een afmeting van 12 bij 6 m met een maximale waterdiepte van 1,25 m (tabel 4.1). De energie uitdoving bedraagt ca. 15 W/m³, afhankelijk van de exacte dimensionering van de bekkens. Dit is ruim onder de gestelde maximale grens van 100 W/m³.

tabel 4.3

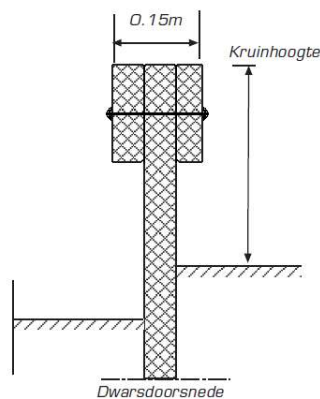
Hoogtes t.o.v. NAP en afmetingen van de bekkens.

| Nr. bekkens | Peil in bekken (+m NAP) | Bodemhoogte (+m NAP) | Waterdiepte (m) | Lengte (m) | Breedte (m) |
|-------------|-------------------------|----------------------|-----------------|------------|-------------|
| Regge | 7,86 | 6,61 | Ca. 1,30 | n.v.t. | n.v.t. |
| 1 | 7,78 | 6,53 | 1,25 | 12 | 6 |
| 2 | 7,70 | 6,45 | 1,25 | 12 | 6 |
| 3 | 7,62 | 6,37 | 1,25 | 12 | 6 |
| 4 | 7,54 | 6,29 | 1,25 | 12 | 6 |
| 5 | 7,46 | 6,21 | 1,25 | 12 | 6 |
| 6 | 7,38 | 6,13 | 1,25 | 12 | 6 |
| 7 | 7,30 | 6,05 | 1,25 | 12 | 6 |
| 8 | 7,22 | 5,97 | 1,25 | 12 | 6 |
| Regge | 7,14 | 5,89 | Ca. 1,30 | n.v.t. | n.v.t. |



figuur 4.3 Impressie van een vertical slot passage.

4.2.4 Materialen en aanleg



figuur 4.4

Dwarsdoorsnede van de kruin

Voor het creëren van de overlaten wordt gebruik gemaakt van houten damwandplanken met een dikte van 50 mm. De bovenkant van de overlaat wordt aan beide zijden afgewerkt met houten gordingen met een dikte van 50 mm. De damplanken moeten aan beide zijden van de overlaat minimaal n.t.b. m in het talud en n.t.b. cm boven de waterlijn worden geplaatst om achterloopsheid en erosie tegen te gaan e.a. afhankelijk van het bodemtype. De lengte van de damwandplanken zijn ca. n.t.b. m e.a. afhankelijk van het bodemtype. De vorm en de breedte van de kruin van de overlaat is van invloed op het stromingspatroon. In het ontwerp is uitgegaan van een vierkante kruin met een breedte van 0,15 m.

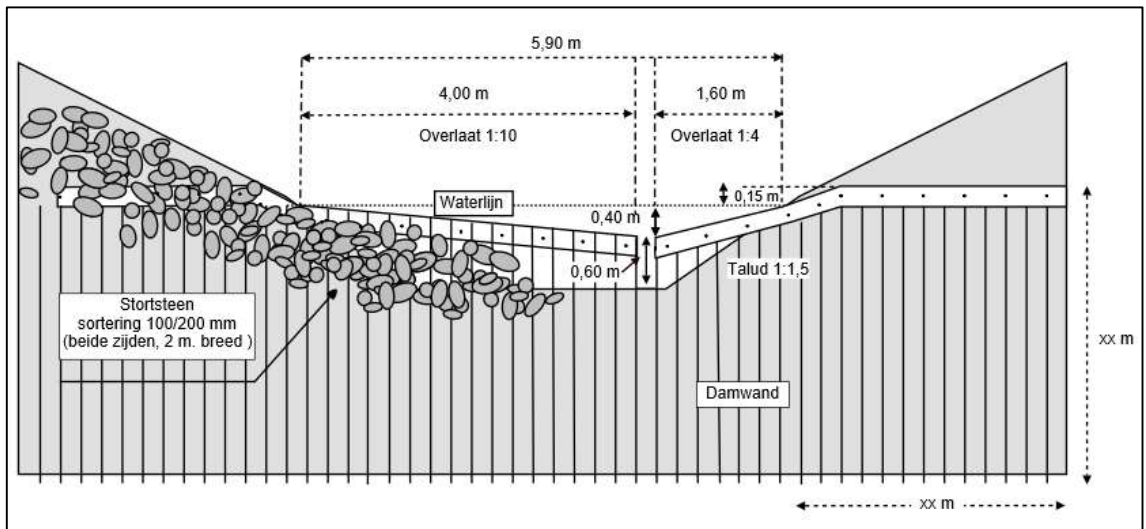
Op de overgang van de overlaat naar het bekken wordt aan beide zijden een talud geleidelijk gecreëerd van 1:1 bij de punt van de V-vorm tot 1:3 aan de oeverzijden van de overlaat. Het talud wordt afgewerkt met stortsteen van 100-200 mm. De stenen worden elk voor maximaal een derde deel in het beton vastgezet. Vermieden moet worden dat het beton over de stenen wordt aangebracht waardoor in feite een betonnen overlaat ontstaat.

Over de gehele bodem en de taluds van de vispassage wordt een mat van geotextiel /geogrid (sterk genoeg voor belasting met stortsteen) aangebracht. Hierdoor wordt voorkomen dat het water onder de vispassage door stroomt of dat grote stenen in de bodem wegzakken. Als tweede laag wordt grind aangebracht dat er toe dient om de gehele passage in de gewenste helling te krijgen. Daarbovenop komt een laag met stortstenen van 100-200 mm diameter in een dikte van ca. 0,2 m. Deze laag loopt door tot 0,3 m boven het ontwerpwaterpeil in het bekken (zie tabel 4.3). Om te voorkomen dat bij hogere waterpeilen erosie optreedt in de taluds aan weerszijden van de overlaten, worden deze afgewerkt met een bekleding van geotextiel en een laag stortsteen (100-200 mm) met een dikte van 0,25 m. Belangrijk is dat aan beide zijden van de overlaat een strook van minimaal 2 m breed wordt doorgetrokken tot ca. 30 cm boven de normale waterlijn e.a. afhankelijk van optredende waterstanden.

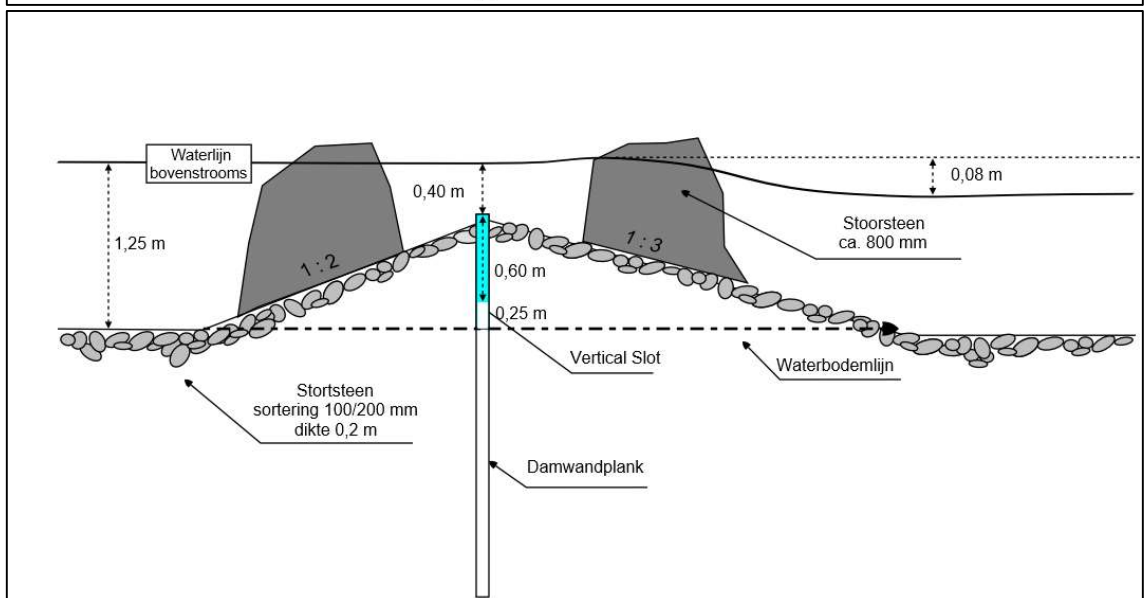
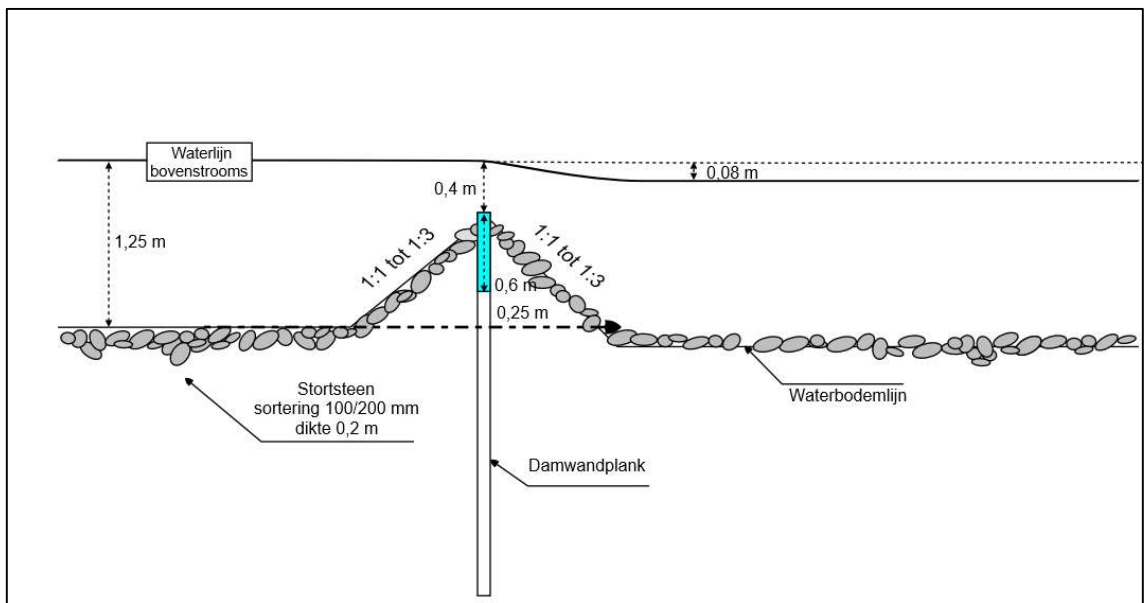
Middels een onderhoudsplan moet aandacht worden besteed aan het handhaven van de waterdiepte van 1 m, gerekend vanaf de laag met stortstenen

Op het diepste punt in de V-vormige vispassage wordt een vertical slot aangebracht met een hoogte van 60 cm t.o.v. de kruin. De breedte is 30 cm. Voor en achter het vertical slot worden stoorstenen aangebracht met een sortering van ca. 800 mm.

Bij hogere waterstanden en afvoeren dan het ontwerpdebiet stijgt het waterpeil geleidelijk in de vispassage, waardoor de overlaten 'verdrinken'.



figuur 4.5 Profiel vispassage en taluds (niet op schaal).



figuur 4.6 Zijaanzicht van een overlaat (niet op schaal)

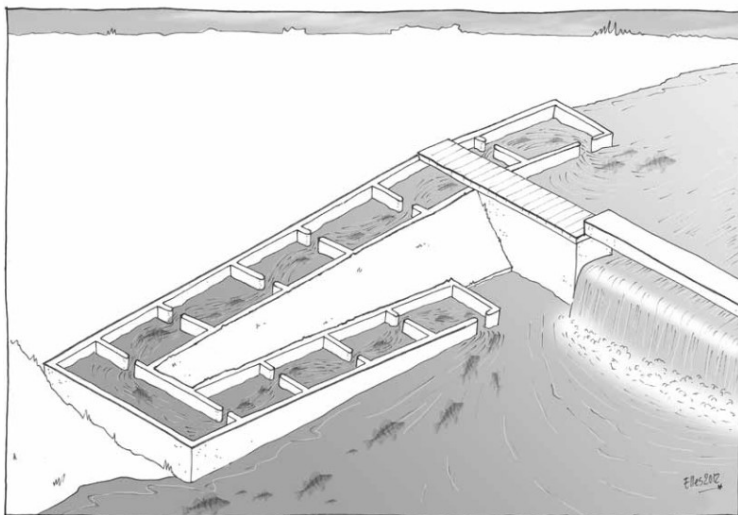
Om in de toekomst de vispassage te kunnen monitoren worden sponningen aangebracht aan de stroomopwaartse inlaatconstructies. De sponning dient voor het visdicht afsluiten van de vispassage met een frame. De sponningen dienen minimaal 0,05 m diep en 0,1 m breed te zijn. Belangrijk is dat het frame goed aansluit op de bodem van de inlaat.

4.3 Variant 2: vaste stuw met vertical slot

Als 2^e variant voor Exoo wordt een vertical slot passage voorgesteld waarbij de stuw gehandhaafd blijft en wordt aangepast op het nieuwe waterpeil. Dit type vispassage bestaat uit een bak met tussenschotten die de bak in bekkens verdelen. De tussenschotten zijn voorzien van doorzwenopeningen (slots). De migratie kan plaatsvinden in de gehele waterkolom doordat de slot van de bodem tot boven het wateroppervlak zijn gesitueerd (figuur 4.7).

Het voordeel van dit type vispassage is dat deze geschikt is voor variërende waterpeilen en afvoeren. Daarnaast is een goede peilbeheersing mogelijk doordat de vispassage bij lage afvoeren eenvoudig is af te sluiten. Het ontwerp is onderhoudsvriendelijk.

Het voordeel van deze oplossing is dat de kosten naar verwachting lager uitvallen en peilregulatie gemakkelijker is. Het nadeel is dat de passage technisch en landschappelijk minder aantrekkelijk is. Bovendien stroomt slechts een deel van het water via de passage.



figuur 4.7 Impressie van een vertical slot passage.

De voorkeur gaat uit naar slots die alternerend links en rechts verspringen. Deze variant heeft als voordeel dat de constructie minder complex vanwege eenvoudige vormgeving en daardoor kosten efficiënter is. Een vispassage met verspringende slots is beter passeerbaar omdat de waterstroom langer wordt en de stroomsnelheid afneemt. Een variant met alternerende slots is op veel plaatsen in Nederland toegepast

De vispassage wordt ontworpen op een verval van 0,69 m. Het totale verval wordt verdeeld over alle bekkens waardoor het verval per bekken afneemt naarmate het totale verval afneemt. Dit heeft als nadeel dat het debiet afneemt en daarmee de lokstroom minder krachtig is. Bij ontwerppeil is de waterdiepte in de bekkens 1,2 m bij een debiet van 0,26 m³/sec.

tabel 4.4 Eigenschappen variant 1: vertical slot vispassage

| Naam | Vispassage Exoo variant 2 |
|-------------------------------|---------------------------|
| Locatie | Stuw Exoo |
| Type vispassage | vertical slot vispassage |
| Debiet | 0,26 m ³ /s |
| Aantal overlaten zomertraject | 10 (9 bekkens) |
| Verval per overlaat | 7 cm |
| Dimensies overlaat | 5,9 m breed |
| Dimensies bekkens | 1,8 x 1,2 x 1,2 m (LxBxD) |
| Totale lengte | Ca. 17 meter |

4.4 Slotoverweging

In een overleg met Waterschap Vechtstromen, VisAdvies en Nepocon zijn de twee varianten besproken en is een afweging gemaakt tussen de voor- en nadelen van beide type passages. Deze afweging is uitgevoerd aan de hand van een Multi Criteria Analyse (MCA).

Voor elk onderdeel is een score gegeven variërend van goed (+), neutraal (+/-) en slecht (-). Bij een + volgt een score van de weging maal 2. Een beoordeling +/- resulteert in de score die gelijk is aan de weging. Een beoordeling van - geeft geen score.

De onderbouwing van deze weegfactoren is als volgt:

- Vismigratie is het doel van het vraagstuk en deze moet geborgd zijn (weging = 5);
- De ecologische en landschappelijke meerwaarde en de effecten op de omgeving zijn de meest invloedrijke en (beeld)bepalende elementen van dit project. Vandaar dat hier een zwaartepunt op ligt (weging = 3);
- De hoofdonderdelen beheer en onderhoud, technische werking en ruimtelijke procedures zijn noodzakelijk om te analyseren maar minder doorslaggevend voor de te maken keuze (weging = 1)
- Kosten is relevant als weging om zorg te dragen dat de maatschappelijke kosten bijdragen aan de (meer) algemene baten (weging = 3).

tabel 4.5 Multi Criteria Analyse vispassage Exoo met per variant de score en eindscore na weging.

| Hoofdonderdeel | Weeg-factor | Variant 1 (Bekken- passage) | Variant 2 (Vertical slot) |
|--------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Vismigratie | 5 | 10 (+) | 5 (+/-) |
| Ecologische en landschappelijke meerwaarde | 3 | 6 (+) | 0 (-) |
| Omgevingseffecten | 3 | 3 (+/-) | 3 (+/-) |
| Beheer en onderhoud | 1 | 2 (+) | 0 (-) |
| Technische werking | 1 | 1 (+/-) | 1 (+/-) |
| Ruimtelijke procedures | 1 | 1 (+/-) | 1 (+/-) |
| kosten | 3 | 3 (+/-) | 3 (+/-) |
| Eindscore | | 26 | 13 |

De bekkenpassage scoort hoog op vismigratie omdat het volledige debiet door de passage stroomt en dit type passage vrijwel ongevoelig is voor verstoppingen en storingen. Ook voor wat betreft de Ecologische en landschappelijke meerwaarde scoort de bekkenpassage goed (+). Dit type biedt veel extra habitat voor stroomminnende soorten en past landschappelijk goed bij de locatie. Ten slotte heeft een bekkenpassage sterk de voorkeur op gebied van beheer en onderhoud. Een vertical slot passage is veel gevoeliger voor verstoppingen waardoor regelmatige controles nodig zijn. Op de overige onderdelen scoren beide varianten hetzelfde. De eindscore voor de bekkenpassage komt uit op 26 tegen 13 voor de vertical slot passage.

Concluderend is besloten om bij stuw Exoo een V-vormige bekkervispassage met vertical slot te gaan realiseren.

5 Literatuurlijst

Kroes, M.J. & S. Monden, 2005. Vismigratie. Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Uitvoering Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, uitgave Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.

Coenen, J., M. Antheunisse, J. Beekman & M. Beers (2013). Handreiking Vispassages in Noord-Brabant. Waterschap De Dommel, waterschap Aa en Maas & waterschap Brabantse Delta.

Bijlage I Formules ontwerpdebiet

Met behulp van de rekenregels voor V-vormige vispassages (Kroes en Monden, 2005) zijn de dimensies van de overlaten berekend. Hiervoor is gebruik gemaakt van de volgende formule.

$$Q=(4/5)^{5/2} * (g/2)^{1/2} * \tan(\alpha/2) * C_d * H_1^{2,50}$$

Hierin is:

- Q: debiet m³/sec
- g: zwaartekrachtversnelling (m/s²)
- α hoek van de helling (°)
- C_d afvoercoëfficiënt (-)
- H₁ Overstorthoogte (m)

Voor het ontwerp van de overlaten is uitgegaan van een constant debiet van 1,34 m³/sec, zoals dat is vastgelegd in het schetsontwerp. De V-vorm heeft een helling van 1:4 (152°) en 1:10 (169°). In de punt van de V-vorm is de overstorthoogte 0,4 m en bevindt zich een vertical slot van 100 x 30 cm.

Deel 1:4:

$$(4/5)^{5/2} * (9,81/2)^{1/2} * \tan(152/2) * 1,11 * 0,4^{2,50} / 2 +$$

Deel 1:10

$$(4/5)^{5/2} * (9,81/2)^{1/2} * \tan(169/2) * 1,11 * 0,4^{2,50} / 2 +$$

Vertical slot

$$0,91 * 0,08 * (2 * 9,81 * 0,075^{1/2})$$

$$= \mathbf{1,34 \text{ m}^3/\text{sec}}$$



Archimedesbaan 12-7
3439 ME Nieuwegein

e. info@VisAdvies.nl
www.VisAdvies.nl

Aansprakelijkheid:

VisAdvies BV, noch haar aandeelhouders, vertegenwoordigers of werknemers, zijn aansprakelijk voor enige directe, indirecte, incidentele of gevolgschade dan wel boetes of andere vormen van schade en kosten die het gevolg zijn van of voortvloeien uit het gebruik van het advies van VisAdvies BV door opdrachtgever of voortvloeien uit toepassingen door opdrachtgever of derden van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van VisAdvies BV. Opdrachtgever vrijwaart VisAdvies BV voor alle aanspraken van derden en de door VisAdvies BV daarmee te maken kosten (inclusief juridische bijstand) indien de aanspraken op enigerlei wijze verband houden met de voor de opdrachtgever door VisAdvies BV verrichtte werkzaamheden.

Niettegenstaande het voorgaande is elke aansprakelijkheid van VisAdvies BV uit hoofde van de overeenkomst van opdracht tussen VisAdvies BV en opdrachtgever beperkt tot het bedrag dat in het betreffende geval onder de beroepsaansprakelijkheidsverzekering van VisAdvies BV wordt uitbetaald, vermeerderd met het bedrag van het eigen risico dat volgens de verzekering ten laste komt van VisAdvies BV. Indien geen uitkering mocht plaatsvinden krachtens genoemde verzekering, om welke reden ook, is de aansprakelijkheid van VisAdvies BV beperkt tot twee keer het bedrag dat door VisAdvies BV in verband met de betreffende opdracht in rekening is gebracht en is voldaan in de twaalf maanden voorafgaande aan het moment waarop de gebeurtenis die tot de aansprakelijkheid aanleiding gaf [plaatsvond], met een maximaansprakelijkheid van €50.000.

IBAN NL98ABNA0400119528

BIC ABNANL2A

BTW NL8148.84.982B01

KvK 30207643