

## RAPPORT

# Ontwerpnota bestaande vispassages Grave, Sambeek, Belfeld, Roermond en Borgharen

Project Visconnectiviteit Maas

Klant: Rijkswaterstaat ZN

Referentie: BJ5649-RHD-WM-F5-RP-TM-0012

Status: Definitief/01

Datum: 25 maart 2025



**HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.**

Jonkerbosplein 52  
6534 AB Nijmegen  
Netherlands  
Water & Maritime  
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 70 00  
Email: [info@rhdhv.com](mailto:info@rhdhv.com)  
Website: [royalhaskoningdhv.com](http://royalhaskoningdhv.com)

Titel document:	Ontwerpnota bestaande vispassages Grave, Sambeek, Belfeld, Roermond en Borgharen
Ondertitel:	Project Visconnectiviteit Maas
Referentie:	BJ5649-RHD-WM-F5-RP-TM-0012
Uw kenmerk	Product 40, 42 t/m 44
Status:	Definitief/01
Datum:	25 maart 2025
Projectnaam:	Visconnectiviteit in de Maas
Projectnummer:	BJ5649
Auteur(s):	Projectteam Visconnectiviteit
Opgesteld door:	<a href="#">Click here to enter text.</a>
Gecontroleerd door:	GGD, WB
Datum:	25-03-2025
Goedgekeurd door:	JV
Datum:	31-03-2025
Classificatie:	Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.*

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Project introductie	1
1.2	Verbetering bestaande vispassages Maas	2
1.3	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Locatiebeschrijving</b>	<b>3</b>
2.1	Grave	3
2.2	Sambeek	4
2.3	Belfeld	5
2.4	Roermond	6
2.5	Borgharen	8
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten ontwerp</b>	<b>10</b>
3.1	Inspectieresultaten	10
3.2	Basisgegevens	16
3.3	Randvoorwaarden uitwerking verbetermaatregelen	16
<b>4</b>	<b>Ontwerp</b>	<b>18</b>
4.1	Grave	18
4.2	Sambeek	23
4.3	Belfeld	30
4.4	Roermond	38
4.5	Borgharen	45
<b>5</b>	<b>Effect van de maatregelen voor vindbaarheid en vispasseerbaarheid</b>	<b>49</b>
5.1	Grave	49
5.2	Sambeek	49
5.3	Belfeld	50
5.4	Roermond	50
5.5	Borgharen	51
<b>6</b>	<b>Conditionering en effectbeoordeling</b>	<b>52</b>
6.1	Kabels en leidingen	52
6.2	Eigendomssituatie	52
6.3	Niet gesprongen explosieven	52
6.4	Archeologie en cultuurhistorie	52

6.5	Ecologie	52
6.6	Rivierkundige effectbeoordeling	52
<b>7</b>	<b>Kostenraming</b>	<b>54</b>
7.1	Resultaten	54
7.2	Uitgangspunten	54
7.3	Toeslagen	55
7.4	Opgenomen risico's	56
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>57</b>
	<b>Bijlage 1 – SSK kostenraming</b>	<b>58</b>
	<b>Bijlage 2 – Technische tekeningen</b>	<b>59</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Project introductie

De huidige toestand voor macrofauna en vis in de Maas is nog niet op orde. Hierbij spelen de beperkte beschikbaarheid van stromend habitat en de connectiviteit voor vis (vispasseerbaarheid) een grote rol. Rijkswaterstaat (hierna: RWS) heeft daarom enkele verbetermaatregelen geselecteerd die uitgevoerd kunnen worden binnen het programma Kaderrichtlijn Water (KRW), waarvan de derde tranche loopt van 2022 t/m 2027. In dit project Visconnectiviteit in de Maas werken we een aantal van de geselecteerde maatregelen verder uit. Het gaat om de volgende maatregelen:

Planuitwerking van;

- Aanleg van een stuwpasserende geul nabij stuw/sluiscomplex Grave.
- Aanleg van een nieuwe vispassage nabij stuw/sluiscomplex Lith.
- Het uitwerken van technische verbeteringen van zeven bestaande vispassages in de rivier de Maas op basis van een eerder uitgevoerde studie. Deze bestaande vispassages bevinden zich bij Grave, Sambeek, Belfeld, Roermond, Linne en Lith.

Onderstaand figuur toont de locaties van de bestaande vistrappen.



*Figuur 1-1 Locatie bestaande vispassages in de Maas*

## 1.2 Verbetering bestaande vispassages Maas

Basis voor de scope van benodigde technische verbeteringen zijn eerder uitgevoerde inspecties in 2014 [11.] Om een actualisatie van het functioneren te krijgen, zijn in 2024 nieuwe inspecties uitgevoerd. Deze inspecties bestonden uit visuele inspecties, waterstandsverschilmetingen, ADCP debiet- en stroomsnelheidsmetingen. Met de uitkomsten is het functioneren van de vispassages beoordeeld met de criteria zoals beschreven in de 'Handreiking voor de bepaling van de technisch-hydraulische streefwaarden van vispassages' [8.]. Dit is gedaan aan de hand van criteria ten aanzien van vindbaarheid, passeerbaarheid en onderhoud, wat gerapporteerd is in de inspectierapportages van de betreffende vispassages [1.] t/m [7.].

Uit de inspecties van de bestaande vispassages volgt dat verbetermaatregelen nodig zijn. Deze maatregelen dienen positief bij te dragen aan het verbeteren van de vindbaarheid en passeerbaarheid voor een zo breed mogelijk spectrum aan doelsoorten. In voorliggende ontwerpnota worden deze verbetermaatregelen uitgewerkt.

## 1.3 Leeswijzer

Voorliggende ontwerpnota beschrijft het ontwerp van de verbetermaatregelen voor de vispassages in Grave, Sambeek, Belfeld en Roermond. Het ontwerp heeft de status van een referentieontwerp voor het op te stellen uitvoeringscontract. Verbetermaatregelen voor Borgharen worden nog toegevoegd in een volgende versie van dit rapport. Voor de bestaande vispassages Linne en Lith zijn aparte ontwerpnota's opgesteld.

In hoofdstuk 2 wordt een locatiebeschrijving gegeven van de stuwcomplexen van Grave, Sambeek, Belfeld, Roermond en Borgharen. In hoofdstuk 3 wordt er voor deze vijf locaties een overzicht gegeven van de inspectieresultaten. De verbetermaatregelen voor het ontwerp worden voor Grave, Sambeek, Belfeld en Roermond weergegeven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 volgt een effectbeschrijving van de maatregelen t.a.v. vismigratie. In hoofdstuk 6 is ingegaan op uitgevoerde conditionerende onderzoeken en rivierkundige effecten van de voorziene maatregelen. De opgestelde kostenraming wordt toegelicht in hoofdstuk 7.

## 2 Locatiebeschrijving

### 2.1 Grave

Het stuw- en sluizencomplex Grave ligt in gemeente Heumen tussen de provincies Noord-Brabant (Grave) en Gelderland (Nederasselt). Het stuwcomplex van Grave bestaat op hoofdlijnen uit de volgende objecten en functies:

#### Objecten

- Stuw – omgekeerd poiree-systeem
- Vistrap – bekkervispassage aan de zuidoever
- Verkeersbrug – over de Maas. Kruisend met de vispassage, stuw, middeiland en sluizen
- Twee schutsluizen – om schepen te schutten over verval van de stuw

#### Hoofdfuncties

- Water afvoeren
- Vismigratie mogelijk maken
- Afwikkelen van verkeer
- Schutten van schepen



Figuur 2-1 Aanduiding hoofdobjecten bestaande situatie stuwcomplex Grave

De huidige vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- V-vormige drempels
  - o Bestaand uit een betonnen element, aangestort met stortsteen
  - o Een 16-tal bekkens met 17 tussenliggende drempels
  - o De lengte tussen de eerste en de laatste drempel is 212 meter
- Automatische regelbare overlaat
- Gelegen aan de zuidzijde van de Maas



Figuur 2-2 Vispassage Grave met codering bekkens

## 2.2 Sambeek

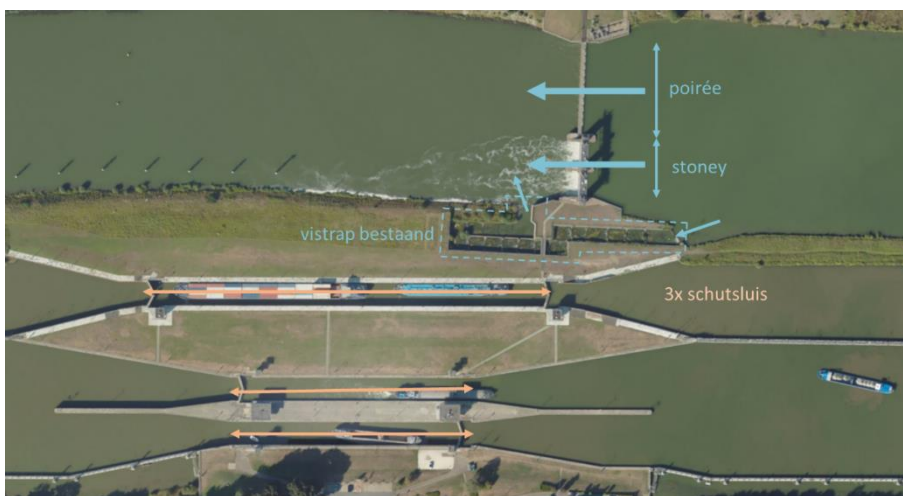
Het sluisen en stuwencomplex van Sambeek ligt in gemeente Land van Cuijk in de provincie Noord-Brabant. Het stuwencomplex Sambeek bestaat op hoofdlijnen uit de volgende objecten en functies:

### Objecten

- Stuw – poirée gedeelte
- Stuw – stoney gedeelte
- Vistrap – bestaande bekkervispassage in het middeneiland
- Schutsluis – drie schutsluizen

### Hoofdfuncties

- Water afvoeren
- Vismigratie mogelijk maken
- Schutten van schepen



Figuur 2-3 Aanduiding hoofdobjecten bestaande situatie stuwencomplex Sambeek

De huidige vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- V-vormige drempels
  - o Bestaand uit schankorven, aangestort met stortsteen en vastgelegd met beton

- Een 17-tal bekkens met 18 tussenliggende drempels
- De lengte tussen de eerste en de laatste drempel is 190 meter
- Een regelbare overlaat (scharnierend)
- Gelegen op een middeiland in de Maas



Figuur 2-4 Vispassage Sambeek met codering bekkens

## 2.3 Belfeld

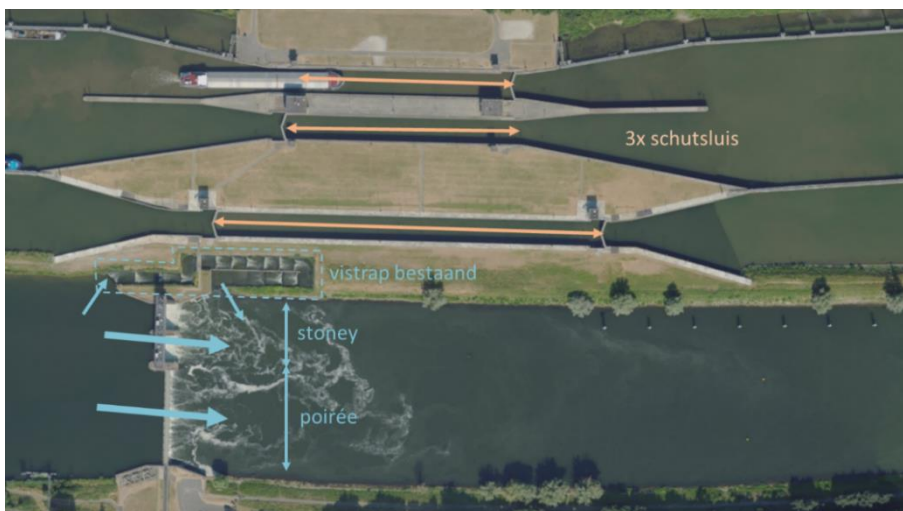
Het sluisen en stuwencomplex van Belfeld ligt in gemeente Venlo in de provincie Limburg. Het stuwcomplex Belfeld bestaat op hoofdlijnen uit de volgende objecten en functies:

### Objecten

- Stuw – poirée gedeelte
- Stuw – stoney gedeelte
- Vistrap – bekkervispassage in het middeiland
- Schutsluis – drie schutsluizen

### Hoofdfuncties

- Water afvoeren
- Vismigratie mogelijk maken
- Schutten van schepen



Figuur 2-5 Aanduiding hoofdobjecten bestaande situatie stuwcomplex Belfeld

De huidige vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- V-vormige drempels
  - o Bestaand uit schanskorven, aangestort met stortsteen en vastgelegd met beton
  - o Een 16-tal bekkens met 17 tussenliggende drempels
  - o De lengte tussen de eerste en de laatste drempel is 200 meter
- Een regelbare overlaat (scharnierend)
- Gelegen op een middeneiland in de Maas



Figuur 2-6 Vispassage Belfeld met codering bekkens

## 2.4 Roermond

Het sluizen en stuwcomplex van Roermond ligt in gemeente Roermond in de provincie Limburg. Het stuwcomplex Roermond bestaat op hoofdlijnen uit de volgende objecten en functies:

### Objecten

- Stuw – poirée gedeelte
- Stuw – stoney gedeelte
- Schutsluis
- Vistrap – bekkervispassage aan de westoever

### Hoofdfuncties

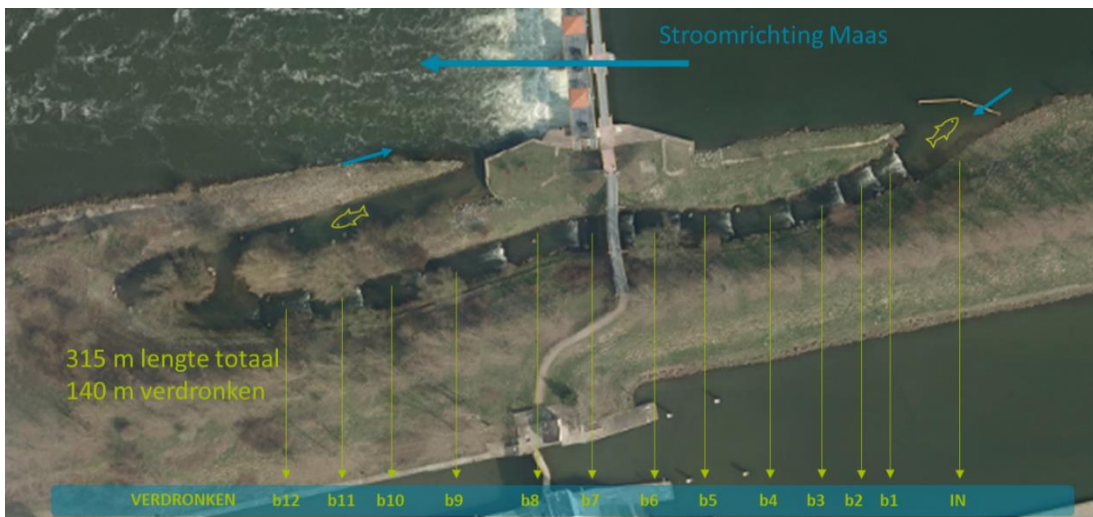
- Water afvoeren
- Vismigratie mogelijk maken
- Afwikkelen scheepvaartverkeer



Figuur 2-7 Aanduiding hoofdobjecten bestaande situatie stuwcomplex Roermond

De huidige vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- V-vormige drempels
  - o Bestaand uit schankorven, aangestort met stortsteen en vastgelegd met beton
  - o Een 16-tal bekkens met 17 tussenliggende drempels
  - o De lengte tussen de eerste en de laatste drempel is 315 meter
- Een regelbare overlaat (scharnierend)
- Gelegen op een middeiland in de Maas



Figuur 2-8 Vispassage Roermond met codering bekkens

## 2.5 Borgharen

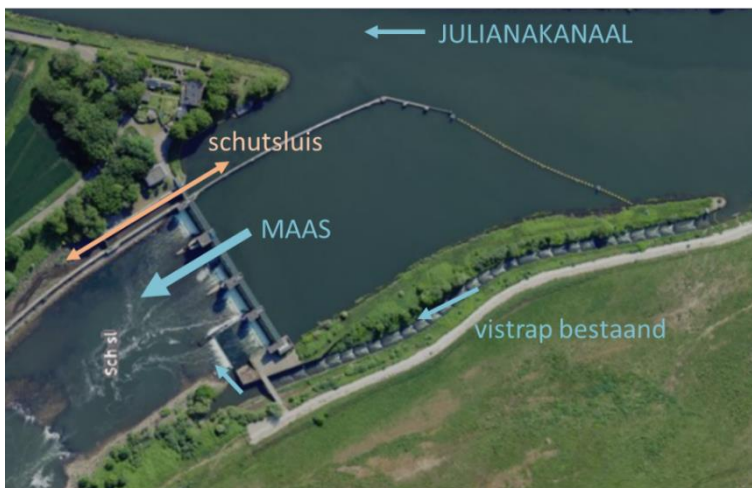
Het stuw- en sluisencomplex Borgharen ligt ten noorden van Maastricht. Het stuwcomplex van Borgharen bestaat op hoofdlijnen uit de volgende objecten en functies:

### Objecten

- Stuw
- Vistrap – bekkervispassage aan de zuidoever
- Schutsluis - noordoever

### Hoofdfuncties

- Water afvoeren
- Vismigratie mogelijk maken
- Schutten van schepen



*Figuur 2-9 Aanduiding hoofdobjecten bestaande situatie stuwcomplex Borgharen*

De huidige vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vertical slot drempels
  - o Bestaand uit stalen damwanden met beton en stortsteen aangestort
  - o Een 32-tal bekkens met 31 tussenliggende drempels
  - o De lengte tussen de eerste en de laatste drempel is 300 meter
- Een regelbare overlaat (scharnierend)
- Gelegen aan de zuidzijde van de stuw



*Figuur 2-10 Vispassage Borgharen met codering bekkens*

## 3 Uitgangspunten ontwerp

### 3.1 Inspectieresultaten

Om te bepalen wat er bij de huidige vispassages moet worden gedaan om de vispasseerbaarheid te vergroten, zijn er inspecties bij de huidige vistrappen uitgevoerd. Elke vistrap is één keer geïnspecteerd. De resultaten van deze inspecties zijn beschreven in de inspectierapporten [1.] t/m [7.].

Bij de inspecties zijn de ecologische aspecten die relevant zijn voor de vindbaarheid en passeerbaarheid van de passage beoordeeld. Verder is de huidige onderhoudstoestand opgenomen. Voor de ecologische aspecten is gebruik gemaakt van de RHDHV-toetsingstool voor de technisch - hydraulische controle van vispassages [8.]

#### 3.1.1 Leeswijzer en aanvulling toetskader inspectie

De beoordelingen vanuit inspectieresultaten vragen om een goede interpretatie. Dat is in deze paragraaf nader toegelicht. Op basis hiervan is het toetskader aangevuld (zie de volgende subparagrafen).

##### Leeswijzer inspectieresultaten

1. De inspectieresultaten zijn een momentopname. Niet altijd leidt een negatieve score daarom tot een verbetermaatregel. De maatregelen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 4 en met een effectbeoordeling in hoofdstuk 5.
2. Voor de beoordeling van de inspectieresultaten is in de inspectierapporten uitgegaan van de stromingscondities voor de Brasem zone. Op het moment dat afwegingen getroffen moeten worden tussen verbetermaatregelen in relatie tot kosten of uitvoerbaarheid is geldt dat de eisen voor de grote diadrome soorten voorrang hebben ten opzichte van de eisen van de eurytope zoetwatermigranten. Daarom is een toets op de passeerbaarheid van deze grotere soorten ook relevant.

Toelichting bij 2: De brasem zone wordt gekenmerkt door een soortenspectrum met een relatief lage zwemcapaciteit. Dit betreft veelal eurytope soorten zoals baars, blankvoorn, brasem, kolblei, pos en snoek- baars. Als gevolg van de lage zwemcapaciteit liggen de grenswaarden voor de hydraulische kenmerken laag. Dit leidt tot een relatief slechte score van de passages op deze aspecten. De mogelijkheid om tussen de verschillende stuwpannen te kunnen passeren is voor deze soorten echter niet van existentieel belang. Anders dan lange afstandsmigranten kunnen deze soorten (zoetwatermigranten) hun paai- voedsel- of overwinteringshabitat in een stuwpan of de hieraan takkende zijwateren en uiterwaarden vinden. Grote diadrome soorten zoals de Atlantische zalm zijn voor het bereiken van geschikte paaihabitaten echter aangewezen op de vispassages.

##### Aanvulling toetskader

Rekening houdend met de grotere doelsoorten is in onderstaande tabellen naast de toets aan de zwemcapaciteit van de brasem zone ook de score voor de grote diadrome soorten weergegeven. Dit helpt de lezer om een inschatting te kunnen maken van het functioneren van de passages voor grote diadrome soorten zoals de Atlantische zalm.

### 3.1.2 Grave

#### Inspectieresultaten

Uit de uitgevoerde inspectie bij Grave volgt als samenvatting onderstaande tabel, waar de (maatgevende) resultaten per criterium zijn benoemd:

1. Algemene informatie:			
Datum en tijdstip		Ingevuld door:	
3 juli 2024 van 13:00 tot 15:00		Gabriel Ghodrati/ Wieger Blokland/ Sanne van Dijk	
Naam beek/rivier	Locatie	Type vispassage	Hoofdstroom/ nevengeul
Maas	Stuwcomplex Grave	V-vormige bekkenpassage met vertical slots	Nevengeul
Totale lengte [m]	Totaal verval [m]	Grootste doelsoort	Viszone
470	2,92	Europese meerval	Brasem zone
Afvoer hoofdstroom [m³/s]	Afvoer passage [m³/s]	Gemiddelde voorjaarsafvoer [m³/s]	
259	4,7 (max 5,7)		

2. Vindbaarheid		Waarde	Beoordeling
2.1	Ligging van de vispassage in de waterloop	Langs de hoofdstroom	B
2.2	Afstand van de ingang tot de stuw	35 [m]	E
2.3	Richting van de lokstroom	60°-90°	D
2.4	Stroomsnelheid lokstroom [m/s]	0,3-0,4 m/s*	E
2.5	Aansluiting van de bodem van de passage op de bodem van de hoofdstroom	Sprong in de waterloop**	E

\* Vermoedelijk is de stroomsnelheid in/achter de uitstroombekening groter door de vernauwing/drempel richting de hoofdstroom. De hogere stroomsnelheid is gunstig voor de vindbaarheid.

\*\* Vanwege onderhoud aan de stuw werd de Maasafvoer tijdens de inspectie volledig langs de vistrapmond afgevoerd. Dit is geen representatieve situatie, maar vermindert wel de vindbaarheid/ passeerbaarheid van de inzwemopening.

3. Passeerbaarheid		Waarde	Beoordeling Brasem zone	Beoordeling Bovenstroomse Forellenzone
3.1	Minimale lengte bekken [m]	14 m	B	B
3.2	Minimale gemiddelde waterdiepte bekken [m]	1,3 m***	B	B
3.3	Minimale waterdiepte slot/overlaat [m]	Niet bereikbaar	-	-
3.4	Minimale breedte slot/overlaat [m]	Zie toelichting in [1.]	B	B
3.5	Maximaal verval $\Delta h$ [m]	0,24 m	E	C
3.6	Maximale stroomsnelheid in de slot/overlaat [m/s]	2 m/s	E	B
3.7	Maximale stroomsnelheid bekken [m/s]	0,9 m/s	D	D
	Stroombeeld	Matig	D	D
3.8	Maximale stroomsnelheid op de bodem van de overlaat [m/s]	Niet bereikbaar	-	-
3.9	Maximale energiedichtheid [W/m³]	74 [W/m³] (beperkte metingen)	B	B
3.10	Uitvoering van de bodem	Ruwe bodem	B	B

#### Onderhoudstoestand

Geen aandachtspunten of gebreken geconstateerd.

### 3.1.3 Sambeek

#### Inspectieresultaten

Uit de uitgevoerde inspectie bij Sambeek volgt als samenvatting onderstaande tabel, waar de (maatgevende) resultaten per criterium zijn benoemd:

1. Algemene informatie:			
Datum en tijdstip		Ingevuld door:	
10 juli 2024 van 13:00 tot 15:00 uur		Gabriel Ghodrati/ Wieger Blokland/ Sanne van Dijk	
Naam beek/rivier	Locatie	Type vispassage	Hoofdstroom/ nevengeul
Maas	Stuwcomplex Sambeek	V-vormige drempels	Nevengeul
Totale lengte [m]	Totaal verval [m]	Grootste doelsoort	Viszone
190	3,17	Europese meerval	Brasem zone
Afvoer hoofdstroom [m³/s]	Afvoer passage [m³/s]	Gemiddelde voorjaarsafvoer [m³/s]	
170,7	2,3 (max 3,1)		

2. Vindbaarheid		Waarde	Beoordeling
2.1	Ligging van de vispassage in de waterloop	Aan kant van de hoofdstroom	B
2.2	Afstand van de ingang tot de stuw	30 [m]	E
2.3	Richting van de lokstroom	60° tot 90°	D
2.4	Stroomsnelheid lokstroom [m/s]	0,25 m/s	E
2.5	Aansluiting van de bodem van de passage op de bodem van de hoofdstroom	Goed	B

3. Passeerbaarheid		Waarde	Beoordeling Brasem zone	Beoordeling Bovenstroomse Forellenzone
3.1	Minimale lengte bekken [m]	10 m	B	B
3.2	Minimale gemiddelde waterdiepte bekken [m]	0,60 m	B	B
3.3	Minimale waterdiepte slot/overlaat [m]	Niet bereikbaar	-	-
3.4	Minimale breedte slot/overlaat [m]	Zie toelichting in [1.]	B	B
3.5	Maximaal verval $\Delta h$ [m]	0,32 m	E	E
3.6	Maximale stroomsnelheid in de slot/overlaat [m/s]	2,47 m/s	E	E
3.7	Maximale stroomsnelheid bekken [m/s]	0,74 m/s	C	C
3.8	Maximale stroomsnelheid op de bodem van de overlaat [m/s]	Niet bereikbaar	-	-
3.9	Maximale energiedichtheid [W/m³]	210,53 [W/m³]	E	B
3.10	Uitvoering van de bodem	Ruwe bodem	B	B

Onderhoudstoestand
<p><u>Drempels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij de drempels tussen B1-B2 en B2-B3 zijn zwerfkeien in het midden van de drempel geplaatst. Hierop is begroeiing gegroeid, waardoor het stroombeeld verstoord wordt.</li> <li>Begroeiing op drempel B1-B2 houdt drijfvuil vast.</li> </ul> <p><u>Oevers en schanskorven</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij de schanskorven langs de landtong is significante schade waargenomen, circa 20-30% met breuk en uitspoeling van stenen.</li> </ul> <p><u>Damwanden</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Op de locatie waar de damwand aansluit op de oever is er tot 100% materiaalafname van de deksloof.</li> </ul> <p><u>Bodem vispassage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De bodem van de vispassage is significant begroeid met grasachtige beplanting.</li> <li>Ophopingen van sedimentatie in de bekkens waargenomen.</li> </ul>

### 3.1.4 Belfeld

#### Inspectieresultaten

Uit de uitgevoerde inspectie bij Belfeld volgt als samenvatting onderstaande tabel, waar de (maatgevende) resultaten per criterium zijn benoemd:

1. Algemene informatie:			
Datum en tijdstip		Ingevuld door:	
10 juli 2024 van 9:00 tot 12:00 uur		Gabriel Ghodrati/ Wieger Blokland/ Sanne van Dijk	
Naam beek/rivier	Locatie	Type vispassage	Hoofdstroom/ nevengeul
Maas	Stuwcomplex Belfeld	V-vormige bekkenpassage	Nevengeul
Totale lengte [m]	Totaal verval [m]	Grootste doelsoort	Viszone
200	2,84	Europese meerval	Brasem zone
Afvoer hoofdstroom [m³/s]	Afvoer passage [m³/s]	Gemiddelde voorjaarsafvoer [m³/s]	
170,91	2,0 (max 3,1)		

2. Vindbaarheid		Waarde	Beoordeling
2.1	Ligging van de vispassage in de waterloop	Aan kant van hoofdstroom	B
2.2	Afstand van de ingang tot de stuw	30 [m]	E
2.3	Richting van de lokstroom	60° tot 90°	D
2.4	Stroomsnelheid lokstroom [m/s]	0,2 m/s	E
2.5	Aansluiting van de bodem van de passage op de bodem van de hoofdstroom	Goed	B

3. Passeerbaarheid		Waarde	Beoordeling Brasem zone	Beoordeling Bovenstroomse Forellenzone
3.1	Minimale lengte bekken [m]	Circa 19 m	B	B
3.2	Minimale gemiddelde waterdiepte bekken [m]	0,9 m	B	B
3.3	Minimale waterdiepte slot/overlaat [m]	Niet bereikbaar	-	-
3.4	Minimale breedte slot/overlaat [m]	Zie toelichting in [1.]	B	B
3.5	Maximaal verval $\Delta h$ [m]	0,25 m	E	C
3.6	Maximale stroomsnelheid in de slot/overlaat [m/s]	2,17 m/s	E	C
3.7	Maximale stroomsnelheid bekken [m/s]	0,63 m/s	C	C
	Stroombeeld	Kortsluiting	E	E
3.8	Maximale stroomsnelheid op de bodem van de overlaat [m/s]	Niet bereikbaar	-	-
3.9	Maximale energiedichtheid [W/m³]	165,26 [W/m³]	D	B
3.10	Uitvoering van de bodem	Ruwe bodem	B	B

Onderhoudstoestand
<p><u>Drempels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diversen buizen door de drempels zijn vervuld of verstopt.</li> </ul> <p><u>Oevers en schanskorven</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De staat van de schanskorven is goed, met uitzondering van de schanskorven langs de landtong (bij bekken B12-B16) nabij de uitstroopopening. Bij deze schanskorven is de buitenschil gebroken en zijn stenen uitgespoeld.</li> </ul>

### 3.1.5 Roermond

#### Inspectieresultaten

Uit de uitgevoerde inspectie bij Roermond volgt als samenvatting onderstaande tabel, waar de (maatgevende) resultaten per criterium zijn benoemd:

1. Algemene informatie:			
Datum en tijdstip		Ingevuld door:	
10 april 2024 van 13:00 tot 16:00 uur		Gabriel Ghodrati / Wieger Blokland / Sanne van Dijk	
Naam beek/rivier	Locatie	Type vispassage	Hoofdstroom/ nevengeul
Maas	Stuwcomplex Roermond	V-vormige bekkenpassage met vertical slots	Nevengeul
Totale lengte [m]	Totaal verval [m]	Grootste doelsoort	Viszone
315	2,2	Europese meerval	Brasem zone
Afvoer hoofdstroom [m³/s]	Afvoer passage [m³/s]	Gemiddelde voorjaarsafvoer [m³/s]	
511	4		

2. Vindbaarheid		Waarde	Beoordeling
2.1	Ligging van de vispassage in de waterloop	Aan de kant van hoofdstroom	B
2.2	Afstand van de ingang tot de stuw	30 m	E
2.3	Richting van de lokstroom	60° tot 90°	D
2.4	Stroomsnelheid lokstroom [m/s]	0,5-0,6 m/s	D
2.5	Aansluiting van de bodem van de passage op de bodem van de hoofdstroom	Goed	B

3. Passeerbaarheid		Waarde	Beoordeling Brasem zone	Beoordeling Bovenstroomse Forellenzone
3.1	Minimale lengte bekken [m]	8 m	B	B
3.2	Minimale gemiddelde waterdiepte bekken [m]	1 m	B	B
3.3	Minimale waterdiepte slot/overlaat [m]	Niet bereikbaar	-	-
3.4	Minimale breedte slot/overlaat [m]	Zie toelichting [1.]	B	B
3.5	Maximaal verval $\Delta h$ [m]	0,22 m	E	C
3.6	Maximale stroomsnelheid in de slot/overlaat [m/s]	2,08 m/s	E	C
3.7	Maximale stroomsnelheid bekken [m/s]	0,78 m/s	D	D
	Stroombeeld	Kortsluiting	E	E
3.8	Maximale stroomsnelheid op de bodem van de overlaat [m/s]	Niet bereikbaar	-	-
3.9	Maximale energiedichtheid [W/m³]	164,92 [W/m³]	E	B
3.10	Uitvoering van de bodem	Goed	B	B

Onderhoudstoestand
Geen aandachtspunten of gebreken geconstateerd.

### 3.1.6 Borgharen

#### Inspectieresultaten

Uit de uitgevoerde inspectie bij Borgharen volgt als samenvatting onderstaande tabel, waar de (maatgevende) resultaten per criterium zijn benoemd:

1. Algemene informatie:			
Datum en tijdstip		Ingevuld door:	
23 januari 2025 van 10:00-15:00u		Wieger Blokland	
Naam beek/rivier	Locatie	Type vispassage	Hoofdstroom/ nevengeul
Maas	Stuwcomplex Borgharen	V-vormige bekkenpassage met vertical slots	Nevengeul
Totale lengte [m]	Totaal verval [m]	Grootste doelsoort	Viszone
300	3,4-4,4m (variabel)	Europese meerval	Brasem zone
Afvoer hoofdstroom [m³/s]	Afvoer passage [m³/s]	Gemiddelde voorjaarsafvoer [m³/s]	
512-710	2-4 tijdens de metingen	Orde 300 m3/s	

2. Vindbaarheid		Waarde	Beoordeling
2.1	Ligging van de vispassage in de waterloop	Langs de hoofdstroom	B
2.2	Afstand van de ingang tot de stuw	Direct achter de stuwvloer	C
2.3	Richting van de lokstroom	Dwars op de stroomrichting	D
2.4	Stroomsnelheid lokstroom [m/s]	<0,5m/s*	E
2.5	Aansluiting van de bodem van de passage op de bodem van de hoofdstroom	Geen oordeel	-

\*Betreft inschatting op basis van visuele waarneming. Betreft momentopname (sterkt gecorreleerd aan benedenwaterstand)

3. Passeerbaarheid		Waarde	Beoordeling Brasem zone	Beoordeling Bovenstroomse Forellenzone
3.1	Minimale lengte bekken [m]	10 m1	B	B
3.2	Minimale gemiddelde waterdiepte bekken [m]	1,3m (bekkens 1-15)	B	B
3.3	Minimale waterdiepte slot/overlaat [m]	Geen oordeel	-	-
3.4	Minimale breedte slot/overlaat [m]	V-vormige drempel	B	B
3.5	Maximaal verval $\Delta h$ [m]	0,30	E	D
3.6	Maximale stroomsnelheid in de slot/overlaat [m/s]	2,4	E	D
3.7	Maximale stroomsnelheid bekken [m/s]	0,6 (gemiddelde)	C	C
	Stroombeeld	Matig	C	C
3.8	Maximale stroomsnelheid op de bodem van de overlaat [m/s]	Niet gemeten	-	-
3.9	Maximale energiedichtheid [W/m³]	193 (bij 4m3/s)	E	B
3.10	Uitvoering van de bodem	Stortsteen	B	B

#### Onderhoudstoestand

- Delen van de oevers zijn ontoegankelijk vanwege dichte begroeiing
- Stoorstenen (te) dicht op de drempels

### 3.2 Basisgegevens

Voor de verbetermaatregelen van het ontwerp van de bestaande vispassages zijn verschillende aangeleverde tekeningen door Rijkswaterstaat gebruikt. Deze tekeningen zijn gebruikt om de huidige situatie in beeld te brengen en te bepalen waar optimalisatie mogelijk is. Daarnaast is er aan de hand van de afmetingen van de bekkens een inschatting gemaakt van de benodigde hoeveelheden zwerfstenen, baggervolume en landtongaanpassing.

Voor de vispassages zijn de volgende tekeningen gebruikt:

Locatie					
<b>Grave</b>	Beschrijving	Situatie en dwarsdoorsnedes	Lengteprofiel	Detail drempelconstructie	Details instroomopening – Definitief ontwerp
	Bestandsnaam	RWSZN-2020-039139.pdf	RWSZN-2020-039140.pdf	RWSZN-2020-039141.pdf	RWSZN-2020-062091.pdf
<b>Sambeek</b>	Beschrijving	Vispassage, aanzichten in- en uitstroomopening, doorsneden 1-1 t/m 5-5 en inspectieput	Vispassage, aanzichten en doorsneden schanskorven v-vormige overlaat	Foto-rapportage uitvoering Aanpassing vistrap en regelschuif Sambeek	Uitvoeringsrapport aanpassingen vispassage Sambeek (concept)
	Bestandsnaam	RWSZN-2020-019747.pdf	RWSZN-2020-019748.pdf	RWSZN-2020-071999.pdf	RWSZN-2020-060214.pdf
<b>Belfeld</b>	Beschrijving	Vispassage, aanzichten in- en uitstroomopening, doorsneden 1-1 t/m 6-6 en inspectieput	Vispassage, prefab betonnen v-vormige overlaat, overzicht en doorsneden	Vispassage, scharnierende stalen schuif instroomopening, aanzichten en doorsnede	Vispassage, plattegrond in- en uitstroomopening, doorsneden 1-1 t/m 6-6 en inspectieput
	Bestandsnaam	RWSZN-2020-017404.pdf	RWSZN-2020-017405.pdf	RWSZN-2020-017406.pdf	RWSZN-2020-018471.pdf
<b>Roermond</b>	Beschrijving	Vispassage, overzichtstekening	Vispassage, lengte profiel en doorsnede	Vispassage, situatietekening	Vispassage, profielen 1 t/m 4
	Bestandsnaam	RWSZN-2020-017394.pdf	RWSZN-2020-017399.pdf	RWSZN-2020-017395.pdf	RWSZN-2020-017396.pdf
<b>Borgharen</b>	Beschrijving	Vispassage, overzichtstekening	Vispassage, lengte profiel en doorsnede	Vispassage, dwarsprofielen en uitstroomopenng	Vispassage, , regelbare overlaat, bordes en steiger
	Bestandsnaam	RWSZN-2020-039073.pdf	RWSZN-2020-039074.pdf	RWSZN-2020-039075.pdf	RWSZN-2020-039076.pdf

### 3.3 Randvoorwaarden uitwerking verbetermaatregelen

Vertrekpunt voor het definiëren van verbetermaatregelen bij de bestaande vistrappen zijn de uitkomsten van de uitgevoerde inspecties. Daarbij ligt het voor de hand de criteria die slecht scoren indien mogelijk aan te passen in het ontwerp van de desbetreffende vistrap om de vispasseerbaarheid te verbeteren. Tegelijk bepalen de fysieke grenzen van de vispassages en het integrale budget voor aanpassing van de vispassages wat er technisch mogelijk is om verbeteringen uit te voeren.

Daarom is samen met Rijkswaterstaat Zuid-Nederland overeenstemming gezocht over het maatregelpakket. Voorafgaand aan het opstellen van de ontwerpnota is verkennend onderzocht welk gecombineerd maatregelpakket technisch haalbaar en betaalbaar is [12.]. De hieruit afgeleide scope is vertrekpunt voor de uit te werken maatregelen. Bij de verdere uitwerking zijn de volgende principes toegepast:

- Op basis van de uitkomsten ten aanzien van de vindbaarheid (stroomsnelheid lokstroom, debiet) is verkend of er binnen het kader van optimalisatie effectieve maatregelen te nemen zijn.
- Ten aanzien van passeerbaarheid is verkend of maatregelen mogelijk zijn om het verval over de drempels te optimaliseren, het stroombeeld aan te passen en/of de energiedissipatie te verbeteren binnen de bekkens.
- De bestaande vispassages kennen een ontwerpverval van ca. 20 cm. Dit wordt met de optimalisatie van de vispassages niet aangepast, met als argumenten:
  - Het aanpassen van het verval in de vispassages betekent in de praktijk het moeten uitbreiden en opnieuw inrichten van alle vispassages, wat een groter ruimtebeslag en relatief grote investeringen vraagt. Dit is niet in verhouding met de opdracht om de bestaande vispassages te optimaliseren. Alleen bij Linne en Lith is gekozen om de vispassages opnieuw in te richten, maar wel binnen het huidige ruimtebeslag.
  - Het ontwerpverval van 20 cm is goed passeerbaar voor de grote diadrome/reofiele soorten zoals de Atlantische zalm. De eurytope soorten zoals baars, blankvoorn, brasem, kolblei, pos en snoek- baars hebben een lagere zwemcapaciteit. De mogelijkheid om tussen de verschillende stuwpannen te kunnen passeren is voor deze soorten echter niet van existentieel belang. Anders dan lange afstandsmigranten kunnen deze soorten (zoetwatermigranten) hun paai- voedsel- of overwinteringshabitat in een stuwpan of de hieraan takkende wateren vinden. Uit onderzoek bij diverse vispassages in de Maas blijkt dat de eerdergenoemde eurytope vissoorten passages met een verval van 20 cm en meer kunnen passeren. De gemonitorde aantallen van deze soorten blijven echter achter [12.].
- Vanuit de onderhoudsstaat is verkend of er herstelmaatregelen of groot onderhoud gecombineerd kan worden met voorgestelde aanpassingen.



Onderstaande foto's geven een beeld van de uitstroom van de vispassage in de Maas bij lagere Maasafvoeren:



*Figuur 4-2 Foto's uitstroom vispassage Grave [7.]*

Uit het onderzoek 'Stroomopwaartse migratie van volwassen salmoniden In de periode 2009 - 2019' volgt dat de "vispassages te Grave en Sambeek het slechtst presteren, met respectievelijk 62% en 50% [17.]". Een eenduidige verklaring voor de lage detectie van salmoniden is in dit onderzoek niet benoemd. Uit de monitoringsresultaten "Vismigratie via de vispassage bij Grave, voorjaar 2006/2007 blijkt het volgende: "Opmerkelijk verschil met andere vistraponderzoeken op de Maas en de Neder-Rijn/Lek is dat de totale aantallen gevangen vissen veel minder zijn bij dan bij andere vispassages, zowel in 2006 als het onderzoek van dit jaar (2007). [18.]"

Mogelijk heeft de slechte vindbaarheid van de passage bij Grave te maken met de globale ligging van de lokstroom. Stroomopwaarts trekkende vis oriënteert zich aan de stroomdraad, dus de preferente hoofdstroom in de rivier. In Grave ligt deze stroomdraad veelal aan de rechteroever van de Maas (zie rode lijn in de onderstaande figuur).



*Figuur 4-3 Stroomdraad Maas t.h.v. Stroming stuwcomplex Grave.*

Eenmaal hier beland hebben vissen mogelijk moeite om de ingang aan de linkeroever te vinden. Mogelijk kan de stroomdraad met behulp van aangepast stuwbeheer meer via de linkeroever gevormd worden. Echter dit kan ook te veel turbulentie geven bij hogere afvoeren.

In opdracht van RWS heeft Deltares een CFD model gemaakt waarin de stroming over de stuwen van de Maas en de relatie met de monding van de naastgelegen vispassages is verkend. Doel is om met de resultaten het stuwbeheer beter in te richten t.b.v. de vispasseerbaarheid. Specifiek voor Grave zijn de resultaten bekend [19.]. De samenvatting van de resultaten is overgenomen:

*Op basis van de uitgevoerde CFD simulaties kan worden geconcludeerd dat de vistrap bij stuw Grave niet voldoende vindbaar lijkt om grootschalige migratie mogelijk te maken. De vistrapingang is in bijna alle simulaties verborgen achter een gebied met te sterke turbulentie. Het enige scenario met voldoende lage turbulentie (100 m<sup>3</sup>/s door de grote stuw) bracht andere uitdagingen met zich mee: er ontstonden te lage (niet-aantrekkelijke) snelheden voor de vistrap. Voor de glasaal, die graag bij de bodem leeft, is er in dat scenario alleen een pad beschikbaar dat erg dicht bij het wateroppervlak zit. Voor de zalm zijn er in dat scenario aantrekkelijkere snelheden aan de verkeerde kant van de rivier. In alle andere scenario's zijn de stroomsnelheden te hoog voor glasaal. Voor zalm zijn de stroomsnelheden over het algemeen acceptabel, alleen in het hoogste scenario (330 m<sup>3</sup>/s door de kleine stuw) bestaat een deel van de stroming uit de sprintsnelheid. Al met al was in geen van de scenario's sprake van een eenduidige combinatie tussen de juiste snelheden en turbulentieniveaus. Uit simulaties met verschillende schuivenconfiguraties, die steeds in een andere configuratie dezelfde totale afvoer veroorzaken, blijkt dat het stuwbeheer een grote invloed heeft op de migratiepaden die ontstaan. Dit geeft het belang van visvriendelijk stuwbeheer weer, en betekent ook dat nog niet alle opties uitgeput zijn: er zouden stuwconfiguraties mogelijk kunnen zijn waardoor de beschouwde afvoeren tot gunstigere stroming kunnen leiden.*

Eenzijds bevestigt dit rapport de suboptimale vindbaarheid van de vispassage. Anderzijds volgt uit de simulaties dat de stromingscondities wel passeerbaar zijn voor de sterkere zwemmers (zalm wordt genoemd) in het afvoerbereik van 100-330 m<sup>3</sup>/s. En ook hier wordt visvriendelijk stuwbeheer als kans benoemd om de stromingscondities te verbeteren.

Hieruit wordt geconcludeerd:

- > Verplaatsing van de monding naar de stuw is niet wenselijk, omdat dit de vind- en passeerbaarheid (met name voor de zwakkere zwemmers) zal verslechteren. Het debiet door de vispassage is voldoende. Hieruit volgt het advies om geen aanpassingen aan de monding/lokstroom uit te voeren.
- > Visvriendelijk stuwbeheer kan het stroombeeld en/of de ligging van de stroomdraad in de rivier mogelijk optimaliseren, dit verdient aandacht om verder te verkennen.

#### Maatregel: aanpassingen bekkens

In onderstaande figuur is weergegeven bij welke drempels het gemeten verval groter is dan het ontwerpverval van 20 cm.



| = verval drempel te hoog

Figuur 4-4 Locatie drempels met verhoogd verval

In de benedenstroomse bekken van deze drempels worden zwerfstenen geplaatst om het verval in het bekken op te delen. De locaties zijn weergegeven in onderstaande figuur.



--- = nieuwe locatie zwerfstenen

Figuur 4-5 Locatie plaatsing zwerfstenen

De maatvoering en hoogteligging van de zwerfstenen is als volgt:

- Zwerfstenen circa 1 m breed en 1 m hoog met tussenruimtes van 1 m tussen de stenen. De dikte van de stenen orde 0,5m t.b.v. de passeerbaarheid voor vissen
- Hoogteligging: bovenzijde zwerfstenen grofweg gelijk aan de gemiddelde waterstand in het betreffende bekken.
- In ieder van de drie bekkens zullen naar verwachting vier zwerfstenen worden geplaatst, waardoor er in totaal twaalf zwerfstenen nodig zijn.

#### Maatregelen vanuit onderhoudsstaat

Vanuit de inspectie volgen geen schades of uitgesteld onderhoud om mee te nemen bij de voorziene aanpassingen aan de vispassage. Wel volgt het advies om de stoorstenen die voor en achter de slots zijn geplaatst, naar het midden van de bekkens te verplaatsen.

### 4.1.2 Uitvoering en bouwfasering

Bij uitvoering van de voorziene maatregelen zijn de volgende activiteiten voorzien:

- Tijdelijk afsluiten vispassage.
  - o Bovenzijde middels beweegbare schuif.
- Plaatsen nieuwe zwerfstenen op de aangemerkte locaties.
- Verplaatsen stoorstenen bij drempels naar het midden van de bekkens

Voor de werkzaamheden kan het nodig zijn om een grondafdamming i.c.m. bemalingswerkzaamheden toe te passen om delen van de passage tijdelijk verder droog te kunnen zetten.

### **4.1.3 Integrale veiligheid**

Onderstaande punten zijn een samenvatting van de integrale veiligheid. Zie het risicodossier [7.] voor een uitgebreide toelichting op alle aandachtspunten voor het optimaliseren van vistrappen.

#### Veilig te bouwen

Het aanvoeren en plaatsen van zwerfstenen kan met relatief licht materieel worden uitgevoerd. Het werken in buitendijks gebied is een algemeen aandachtspunt in verband met het evacueren bij passeren van een hoogwatergolf. Voor de toegankelijkheid en veiligheid, wordt er geadviseerd om de zwerfstenen vanuit de zuidoever van de vispassage te plaatsen.

#### Veilig te gebruiken

De voorziene aanpassingen aan de vispassage hebben geen invloed op het dagelijks gebruik, de bereikbaarheid of onderhoudbaarheid.

### **4.1.4 Duurzaamheid**

#### Ontwerpkeuzes

De volgende ontwerpkeuzes zijn mede vanuit het oogpunt van duurzaamheid gemaakt:

- Uitgangspunt is toepassing van natuurlijke bouwmaterialen (stortsteen/zwerfstenen).
- De maatregelen zijn zeer beperkt in omvang aangezien de vispassage in algemene zin goed functioneert.

#### Uitvoering

Het realiseren van het ontwerp betekent met name de aanvoer van bouwmaterialen en het plaatsen ervan in de vispassage. In het aanbestedingscontract kunnen eisen worden gesteld aan de emissies van het in te zetten materieel en/of herkomst van bouwmaterialen.

## 4.2 Sambeek

### 4.2.1 Verantwoording ontwerp

#### Interpretatie inspectieresultaten

De algemene indruk is dat de vispassage redelijk functioneert; het debiet is aan de lage kant (2-3 m<sup>3</sup>/s gemeten) voor de lokstroomwerking. Het verval over de bekkens is redelijk constant. Het stroombeeld is wisselend, met enkele bekkens waar de stroming te turbulent is. De bodemligging van de bekkens is circa 0,5 m hoger dan de aanleghoogte, wat duidt op aanzanding. Ook is er veel begroeiing op de bodem aanwezig. Het ontwerpverval van 20 cm is relatief hoog, waardoor de passeerbaarheid van kleine/zwakke zwemmers suboptimaal is. Dit resulteert in negatieve scores voor criteria die aan passeerbaarheid zijn gerelateerd. Dit is echter inherent aan het ontwerp: voor grotere/sterkere doelsoorten is de vispassage goed passeerbaar. Lokaal is het gemeten verval tussen bekkens wel hoger dan het ontwerpverval van 20 cm. De lokstroom is relatief zwak door het lage debiet en de vrij brede uitstroomopening (onder water versmalt deze wel).

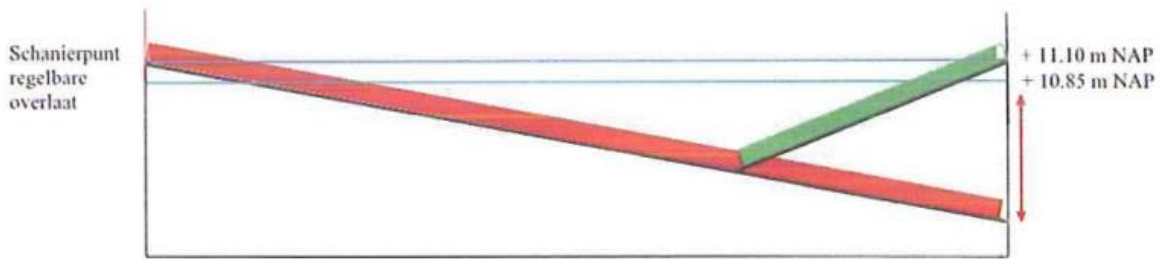
Hieruit volgen de voorgestelde maatregelen voor de vispassage bij Sambeek zoals weergegeven in onderstaande tabel:

Parameter	Principe	Maatregelen
Vindbaarheid	Optimalisatie lokstroom	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhogen debiet d.m.v. aanpassen regelbare inlaat</li> <li>- Vernauwing van de monding bij de Maas door plaatsen damwand</li> </ul>
Paseerbaarheid	Verval lokaal opdelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baggeren bekkens</li> <li>- Herplaatsen zwerfstenen in bepaalde bekkens</li> </ul>
Onderhoud	Oeververdediging herstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vervanging van de bovenste schanskorf langs de landtong</li> </ul>

#### Maatregel: aanpassingen lokstroom

Maatregelen die de vindbaarheid kunnen verbeteren zijn verhoging van het **debiet** en aanpassing van de **mondig** in de Maas.

Voor het **debiet** is de regelbare inlaat een beperkende factor aangezien tijdens de inspectie de schuif al volledig naar beneden is gedraaid. Bij een regulier stuwpeil van 11,1 m + NAP bleek het debiet circa 3 m<sup>3</sup>/s. Rond 2010 zijn aanpassingen uitgevoerd aan de vispassage vanwege verhoogde stuwpeilen. Het inlaatwerk is daarbij opgehoogd middels plaatsing van stalen balken op de bestaande schuif en op de vaste drempel (respectievelijk rood en groen gemarkeerd in onderstaande figuur). Hierdoor kan het inlaatwerk in gesloten toestand (volledig omhooggedraaid) een waterstand tot 11,1 m + NAP (stuwpeil) keren.



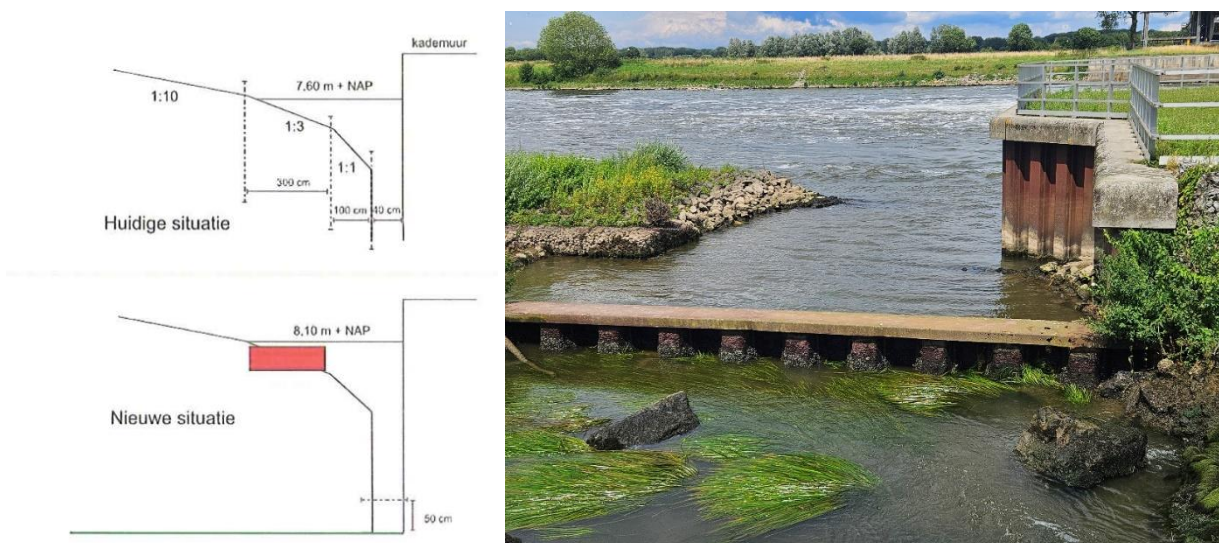
Figuur 4-6 Uitgevoerde aanpassing inlaatwerk Sambeek [8.]

De voorgestelde maatregel om het debiet te laten toenemen is het ongedaan maken van de ophoging van de vaste drempel (groen). Hiermee neemt het stroomvoerend oppervlak toe met ongeveer (3 m x 0,25 m) 0,75 m<sup>2</sup>. Daarmee kan het debiet door de vispassage toenemen, zonder dat de gehele inlaatconstructie vervangen moet worden. De beweegbare drempel blijft ongewijzigd, waardoor het debiet bij droogte geknepen kan worden.



Figuur 4-7 Foto verhoogde vaste drempel

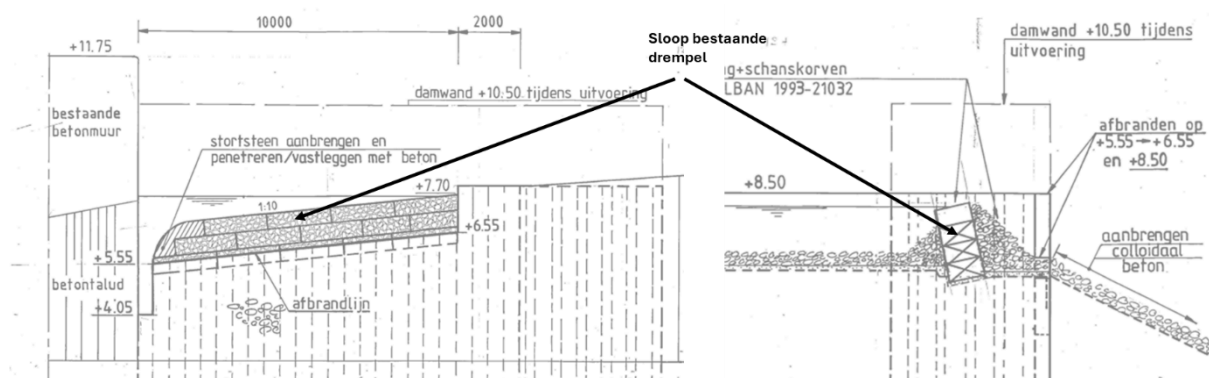
Voor de **monding** in de Maas geldt eveneens dat deze rond 2010 is aangepast, waarbij het stroomvoerend oppervlak is verkleind ter compensatie van het verhoogde peil van het benedenpand. Daarbij zijn schanskorven geplaatst op de bestaande drempel, zie het rode vlak in onderstaande figuur:



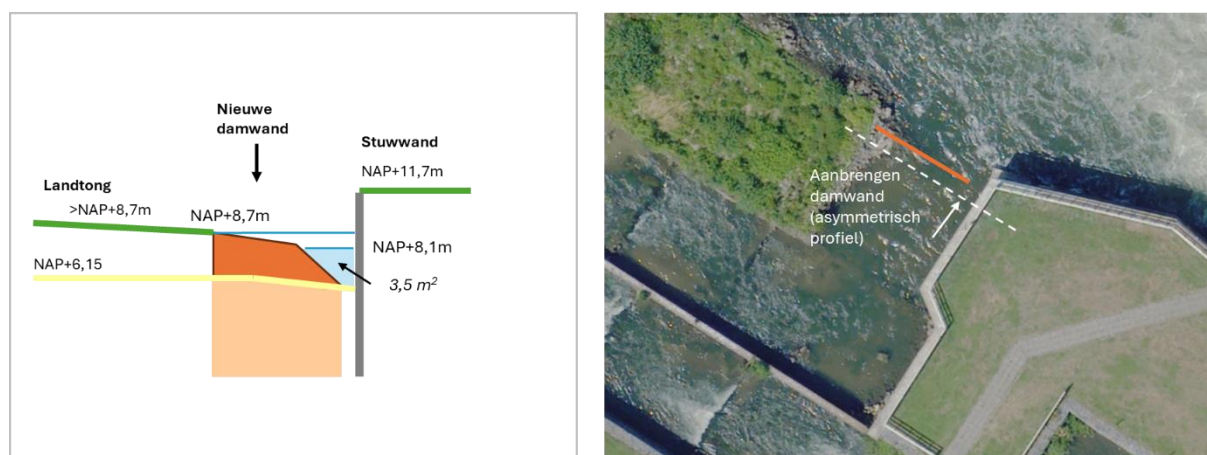
Figuur 4-8 Uitgevoerde aanpassing monding (l) en stroombeeld monding vispassage Sambeek tijdens inspectie 2024 (r) [9.]

Uit de inspectie volgt dat de lokstroom alsnog zwak is (0,3 m/s), terwijl er een relatief lage rivierafvoer was (circa 170 m<sup>3</sup>/s Maasafvoer, benedenwaterstand 7,9 m + NAP). Het stroombeeld laat zien dat de stroomvoerende breedte circa 6 m is. Het is daarmee onduidelijk of de aanpassing in 2010 is uitgevoerd. Een ander scenario is dat de uitgevoerde aanpassing beschadigd is. Dat vraagt een nadere opname van de situatie onder de waterlijn.

De voorgestelde maatregel is om de uitstroom te vernauwen door de bestaande drempel te verwijderen en een damwand te plaatsen om de gewenste profielvernauwing te realiseren. Zie ook onderstaande figuren:



Figuur 4-9 Aanzicht en doorsnede huidige uitstroomopening (actuele staat onbekend) – te verwijderen



Figuur 4-10 SambEEK monding vispassage met voor- en bovenaanzicht te plaatsen damwand

#### Toelichting:

- De damwand loopt vanaf NAP+8,7 met resp 1:3 en 1:1 naar beneden om de gewenste doorstroomopening te realiseren, tot aan de ligging van de bodem (aanleghoogte NAP+6,15m). Op basis van vuistregels is een inbrengdiepte van 2x de uitkraging als uitgangspunt gekozen voor de kostenraming met een AZ18-700. Deze damwand kan na plaatsing worden afgebrand op de gewenste hoogte.
- De natte doorsnede bedraagt orde 3-4 m<sup>2</sup> bij lagere afvoeren (een waterstand van NAP+8,1m is hiervoor als referentie genomen, met een overschrijdingsfrequentie van 250 d/jaar), zodat de stroomsnelheid bij 3-4 m<sup>3</sup>/s in de orde van 1-1,5 m/s zal bedragen. Bij hogere benedenwaterstanden

zal deze stroomsnelheid afnemen, maar blijft de lokstroom door de profielvernaauwing geconcentreerd de Maas instromen.

- De waterstand is circa 60 dagen per jaar hoger dan 8,7 m + NAP, uitgaande van de overschrijdingsfrequenties van waterstanden die volgen uit de betrekkinglijnen Maas 2023-2024 (locatie Sambeek beneden). Daaruit volgt een kruinhoogte van 8,7 m + NAP. De landtong zelf ligt op voldoende hoogte (9 m + NAP). Deze zal minder dan 60 dagen per jaar overstromen (Betrekkingslijnen Maas 2023-2024). Ophogen van de landtong is derhalve niet nodig.
- Bij aanleg kan de afbrandlijn van de damwand exact worden bepaald o.b.v. de te meten bodemligging en het gewenste natte profiel. Daarbij is het van belang dat bodemminnende soorten de opening op waterbodemniveau kunnen passeren.

#### Maatregel: aanpassen bekkens

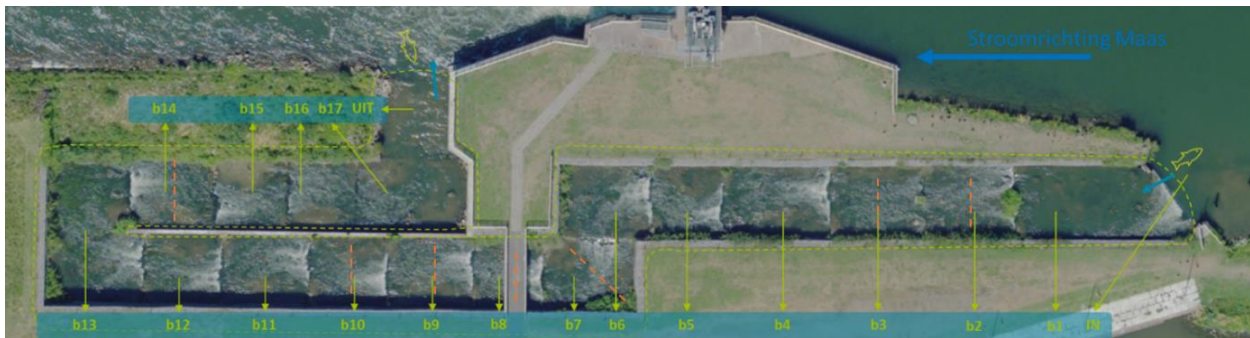
Om de energiedissipatie in de bekkens (met name bekken 8 en 15) te verbeteren, wordt voorgesteld alle bekkens te **baggeren** om daarmee de aanzanding van gemiddeld 0,5 m in de bekkens ongedaan te maken. Dit vergroot het volume van de bekkens. Uit berekening van het verschil van de ontwerphoogte met de gemeten waterdiepte volgt een indicatie van het baggervolume van 1491 m<sup>3</sup> (afgerond 1500 m<sup>3</sup>).



Figuur 4-11 Locatie drempels met verhoogd verval, bekkens met afwijkend stroombeeld (Sambeek)

De samenstelling van het sediment en de milieukwaliteit dient te worden onderzocht om de verwerkingskosten met meer zekerheid te kunnen inschatten. In de kostenraming is hier een aanname voor gedaan.

Daarnaast is plaatsing van **zwerfstenen** voorzien op de locaties die hieronder zijn aangegeven:



--- = nieuwe locatie zwerfstenen

*Figuur 4-12 Locatie plaatsing zwerfstenen (Sambeek)*

In de bekken b2, b3, b7, b8, b9, b10 en b14 worden zwerfstenen geplaatst in het midden van de betreffende bekken. Deze bekken zijn uitgekozen, omdat het verval over de drempels hier te hoog is (>0,20 m per drempel). Dit zorgt voor een te hoge stroomsnelheid over de bekken voor de zwakke zwemmers. De zwerfstenen worden in een lijn loodrecht op de waterstroming gelegd, waarbij de zwerfstenen gemiddeld 1 m breed en 1 m hoog zijn, 0,5m dik en met tussen twee stenen een opening van een meter. De zwerfstenen worden op deze manier en locatie in de bekken gepositioneerd, aangezien dit de meeste opstuwing geeft en de vismigratie het minste belemmert. Er wordt uitgegaan van plaatsing van 35 zwerfstenen in totaal. In overleg met een vismigratie-deskundige kan tijdens uitvoering worden bepaald in hoeverre bestaande zwerfstenen herplaatst kunnen worden.

#### Maatregelen vanuit onderhoudsstaat

Uit de inspectie volgt ten aanzien van de onderhoudsstaat:

- Veel begroeiing op de bodem van de bekken en op enkele drempels.
- Vuil in de vertical slots van de drempels.
- Ongunstig geplaatste stortstenen/zwerfkeien in de bekken.
- Lokaal 100% materiaalafname stalen deksloof (bij brug).
- Uitspoeling schanskorven aan de bekkenzijde van de landtong (zie onderstaande foto).

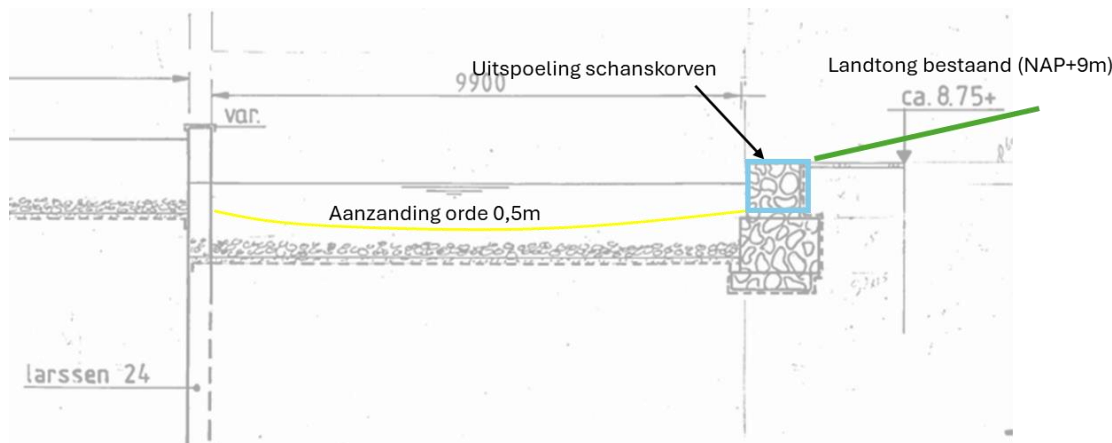


*Figuur 4-13 Schade aan schanskorven langs landtong*

De voorgestelde maatregelen met betrekking tot de onderhoudsstaat die gecombineerd uitgevoerd kunnen worden met de voorziene ontwerpaanpassingen zijn:

- Herplaatsing van zwerfkeien / stortstenen (reeds benoemde maatregel).

- Baggeren van de bekkens (reeds benoemde maatregel) waarbij ook de begroeiing wordt verwijderd en de drempels worden gereinigd (vrijmaken vertical slots).
- Vervanging van de bovenste schanskorf langs de landtong (45 m lang, afmetingen korf 1 x 1 m, gevuld met stortsteen 90/150), zie Figuur 4-14.



Figuur 4-14 Aanduiding aanzanding bekkens en schade schanskorven

#### 4.2.2 Uitvoering en bouwfasering

De voorziene maatregelen bij Sambeek zijn:

1. Aanpassen vaste drempel inlaatwerk (verwijderen balk).
2. Slopen huidige drempel uitstroomwerk, plaatsen damwand
3. Baggeren van alle bekkens.
4. Herplaatsen zwerfstenen in bekkens.
5. Vervangen schanskorf oever landtong.

Ad 1 Uitgangspunt is het droogzetten van het inlaatwerk door het aanbrengen van een tijdelijke afdamming voor de inlaat inclusief bemaling. Vervolgens kan de vaste drempel worden aangepast door de balk en aangestort beton te verwijderen om de doorstroombopening te vergroten.

Ad 2 Uitgangspunt voor de bouwfasering is het werken vanaf een ponton vanaf het water met licht materieel voor het weghalen van de bestaande drempel (schanskorven/stortsteen) en het inbrengen van de nieuwe damwand. Het afbranden van de damwand moet (deels) in den natte plaatsvinden.

Ad 3 Voor het baggeren wordt uitgegaan van het wegpompen van het slib d.m.v. zuigen om het risico op schade bij baggeren te verlagen. Dit kan middels een pomp die aan een mobiele kraan hangt. De bekkens zijn bereikbaar vanaf de oever, het slib kan naar een beunbak worden afgevoerd. De benedenstroomse bekkens moeten vanaf de landtong worden gebaggerd. Daarvoor moet wel een kraan aangevoerd worden vanaf de Maas (de landtong is niet met materieel bereikbaar over land vanwege het hoogteverschil).

Ad 4 Dit kan met licht materieel (kraan) vanaf de landzijde worden uitgevoerd, waarbij de stenen opgepakt en op de gewenste plek herplaatst kunnen worden.

Ad 5 De bestaande (beschadigde) schanskorven dienen te worden verwijderd. Hiervoor dient een grondstrook achter de schanskorf tijdelijk ontgraven te worden. Vervolgens kunnen de nieuwe schanskorven worden geplaatst en gevuld. Daarna kan de grond worden aangevuld, met een geotextiel als tussenlaag.

### 4.2.3 Integrale veiligheid

Onderstaande punten zijn een samenvatting van de integrale veiligheid. Zie het risicodossier [7.] voor een uitgebreide toelichting op alle aandachtspunten voor het optimaliseren van vistrappen.

#### Veilig te bouwen

Het verplaatsen van zwerfstenen binnen de bekkens, het plaatsen van schanskorven en de voorziene onderhoudsmaatregelen kunnen met relatief licht materieel worden uitgevoerd. Aangezien de vispassage zich op het middeneiland bij het stuwcomplex van Sambeek bevindt, zal het materieel over de Maas moeten worden aangevoerd naar dit eiland. Vanaf de bovenstroomse zijde kan bij de schutsluis een aanlandingslocatie voor materieel worden ingericht (waar geen stroming is). De meeste werkzaamheden kunnen vanaf het stuweiland worden uitgevoerd. Alleen voor reparatie van de schanskorven langs de landtong en het baggeren van de laagste bekkens is werken op lager niveau noodzakelijk. Dit vraagt veiligheidsmaatregelen om te kunnen evacueren bij hoogwater en om grond te kunnen afdekken als deze tijdelijk onbeschermd is tegen erosie. De opdrachtnemer zal hiervoor een hoogwater-veiligheidsplan moeten maken om hierop voorbereid te zijn. Voor het plaatsen van de damwand bij de uitstroom zal het stuwbeheer tijdelijk anders geregeld moeten worden om stroming langs de monding te minimaliseren zodat een ponton veilig kan worden afgemeerd. Dit vraagt een zorgvuldige afstemming en werkwijze.

#### Veilig te gebruiken

De voorziene aanpassingen aan de vispassage hebben geen invloed op het dagelijks gebruik, de bereikbaarheid of onderhoudbaarheid van de locatie.

### 4.2.4 Duurzaamheid

#### Ontwerpkeuzes

De volgende ontwerpkeuzes zijn mede vanuit het oogpunt van duurzaamheid gemaakt:

- Door het inlaatwerk te hergebruiken is volledig vervangen niet nodig, terwijl wel een vergroting van het debiet gerealiseerd kan worden.
- Verder is toepassing van hoofzakelijk natuurlijke bouwmaterialen (stortsteen/zwerfstenen/schanskorven) uitgangspunt. Een kans is het hergebruiken van (een deel van) de huidige zwerfstenen indien zij aan de gewenste afmetingen voldoen.
- Aandachtspunt bij de schanskorven is de duurzaamheid van de constructie. Vooral langs de oevers is corrosie van de korf een mechanisme dat tot falen leidt. Hier dienen levensduureisen voor te worden geformuleerd.
- Voor het gebruik van de nieuw te plaatsen schanskorven wordt geadviseerd om nog bruikbare breukstenen uit de huidige beschadigde schanskorven te gebruiken voor (een gedeeltelijke) opvulling van de nieuwe schanskorven. Dit kan op de vispassage locatie plaatsvinden om extra transport te voorkomen.
- De keuze voor een damwand als profielvernauwing is gekozen omdat de ligging van de monding in de turbulente stroming bij de stuw snel tot schade kan leiden. Een damwand is een robuuste oplossing.

#### Uitvoering

De aanvoer van bouwmaterialen is beperkt in omgang. In het kader van de aanbesteding kunnen wel eisen worden gesteld aan de emissies van het in te zetten materieel en/of herkomst van bouwmaterialen. Daarnaast zal het vrijgekomen slib afgevoerd moeten worden. Afhankelijk van de milieukundige kwaliteit kunnen mogelijkheden worden verkend om deze bouwstof op een duurzame manier te verwerken / af te voeren.

## 4.3 Belfeld

### 4.3.1 Verantwoording ontwerp

#### Interpretatie inspectieresultaten

De algemene indruk is dat de vispassage redelijk functioneert; het debiet is aan de lage kant (2-3 m<sup>3</sup>/s gemeten) voor de lokstroomwerking. Het verval over de bekkens is wisselend, met diverse drempels waar het verval ruim hoger is dan het ontwerpverval van 20 cm. Het stroombeeld is over het algemeen rustig, met uitzondering van enkele bekkens waar de stroming te turbulent is en er kortsluiting plaatsvindt. De bodemligging van de bekkens is circa 0,5 m hoger dan de aanleghoogte<sup>1</sup>, wat duidt op aanzanding. Het ontwerpverval van 20 cm is relatief hoog, waardoor de passeerbaarheid van kleine/zwakke zwemmers suboptimaal is. Dit resulteert in negatieve scores voor criteria die aan passeerbaarheid zijn gerelateerd. Dit is echter inherent aan het ontwerp; voor grotere/sterkere doelsoorten is de vispassage goed passeerbaar. De lokstroom is relatief zwak door het lage debiet en de vrij brede uitstroomopening.

Hieruit volgen de voorgestelde maatregelen voor de vispassage bij Belfeld zoals weergegeven in onderstaande tabel:

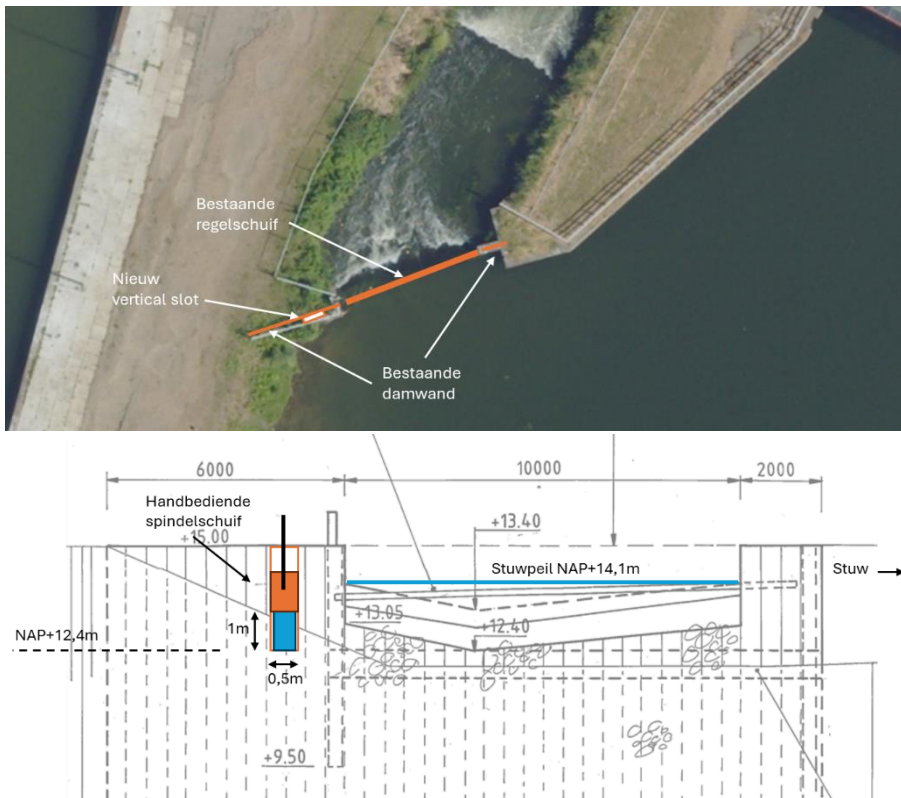
Parameter	Principe	Maatregelen
Vindbaarheid	Optimalisatie lokstroom	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhogen debiet d.m.v. vertical slot</li> <li>- Ophogen landtong</li> <li>- Vernauwen uitstroomopening d.m.v. aanstorten uitstroombrempel</li> </ul>
Paseerbaarheid	Verval lokaal opdelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baggeren bekkens</li> <li>- Herplaatsen zwerfstenen in bepaalde bekkens</li> </ul>
Onderhoud	Oeververdediging herstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vervanging van de bovenste schanskorf langs de landtong</li> </ul>

#### Maatregel: aanpassingen lokstroom

Maatregelen die de vindbaarheid kunnen verbeteren zijn verhoging van het **debiet** en aanpassing van de **mond**ing in de Maas.

Om het **debiet** te verhogen, zou de instroomopening vergroot moeten worden. De inlaatdrempel bleek tijdens de inspectie namelijk beperkend voor de afvoer door de vispassage (stuwpeil was normaal met 14,1 m + NAP en een Maasafvoer van 170 m<sup>3</sup>/s). Het vergroten van de doorstroomopening betekent bij Belfeld dat de gehele inlaatdrempel vervangen moet worden. Dit is relatief kostbaar en past niet in de opdracht om de bestaande vispassages te optimaliseren. Het toevoegen van een extra opening naast de drempel die als vertical slot fungeert, is een toevoeging die wel mogelijk is. Dit genereert ook extra debiet. Bij andere vispassages (zoals Sambeek, Borgharen, Roermond, Grave) is dit ook toegepast. De voorziene maatregel is om een opening toe te voegen parallel aan de inlaatdrempel, zie onderstaand figuur.

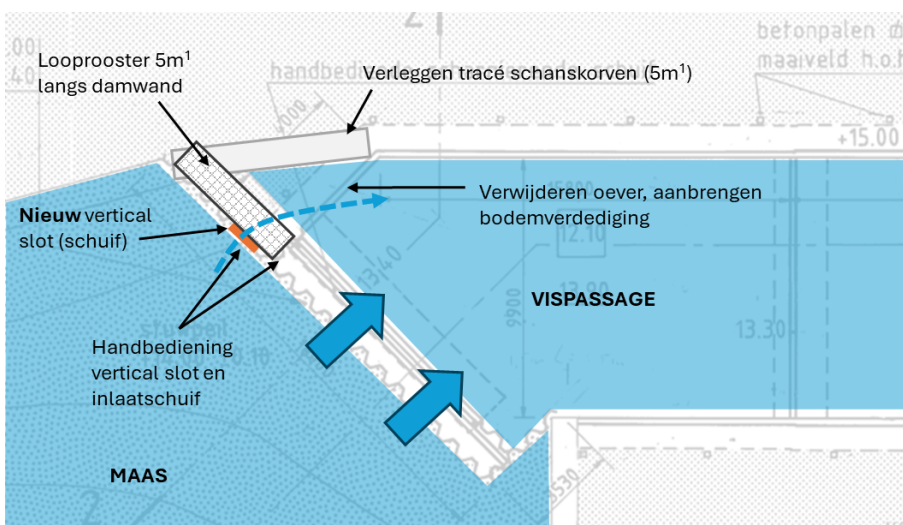
<sup>1</sup> De aanleghoogte zoals vermeld in de inspectierapportage is 0,3 m lager dan bij een andere (iets latere) ontwerp tekening. Uitgaande van de hogere ontwerphoogte is de aanzanding circa 0,5 m.



Figuur 4-15 Toevoeging vertical slot naast inlaatwerk met bovenaanzicht en vooraanzicht (Belfeld)

Met een doorstroombopening van  $0,5 \text{ m}^2$  zal dit bij een val van 20 cm over de drempel een debiet van circa  $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$  genereren. Uitgangspunten voor de te ramen kosten betreffen:

- Maken doorvoer in bestaande damwand, inpassen spindelafsluiter  $1 \times 0,5 \text{ m}$  in afgebrande damwand.
- Verleggen oever om open verbinding te maken met de vispassage
- Monteren looprooster aan damwand om schuif en spindel bereikbaar te houden voor bediening.
- Aanbrengen bodembescherming rond in- en uitstroom.



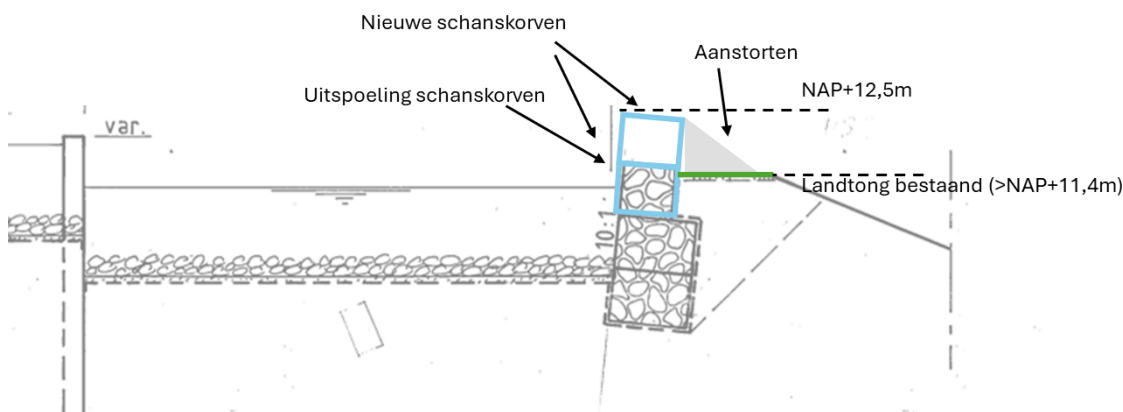
Figuur 4-16 inpassing vertical slot (Belfeld)

Het aanpassen van de **mond**ing in de Maas bestaat uit twee maatregelen: het ophogen van de landtong en het vernauwen van de uitstroomopening. De hoogte van de bestaande landtong is variërend en neemt richting de monding van de vispassage af naar circa 11,4 m + NAP [8.].



Figuur 4-17 Luchtfoto landtong Belfeld met hoogteligging (Belfeld) [8.]

Hiermee inundeert de landtong (gedeeltelijk) met circa 150 dagen per jaar (op basis van de Betrekkingslijnen Maas 2023-2024). In die situaties is de lokstroom minder goed vindbaar. De gewenste aanleghoogte van de landtong is 12,5 m + NAP. Daarmee zal de landtong minder dan 60 dagen per jaar overstromen, waardoor de lokstroom het grootste deel van het jaar bij de monding in de Maas stroomt. Dat zal een gunstig effect hebben op de vindbaarheid. De landtong moet daarmee tot 1 m verhoogd worden. De daarvoor voorgestelde oplossing is het aanbrengen van extra schanskorven op de bestaande schanskorven, samen met het vervangen van de beschadigde elementen. Aan de Maaszijde kunnen de schanskorven met stortsteen worden aangestort om de constructie stabiel en stromingsbestendig te maken, zie onderstaande figuur.

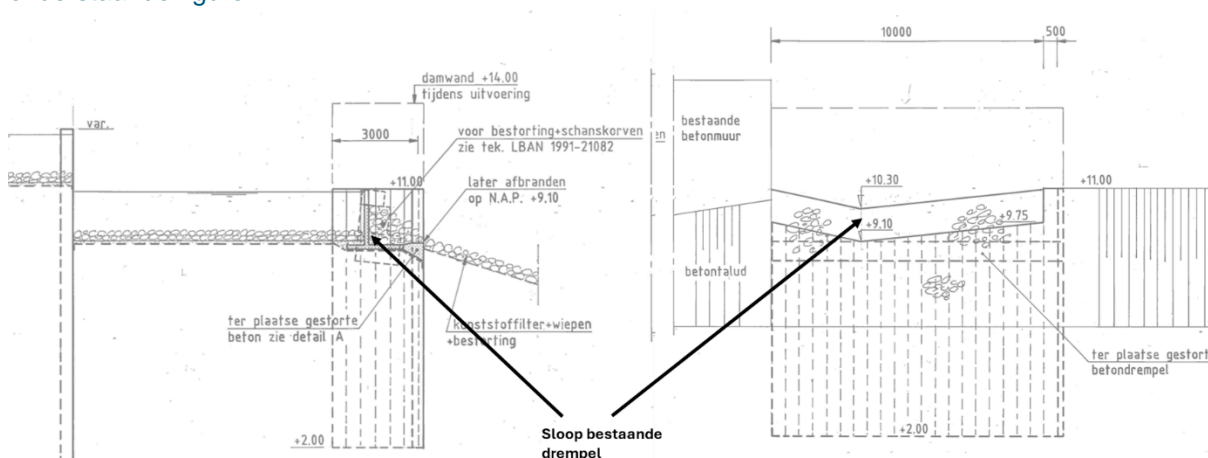


Figuur 4-18 Ophoging landtong met schanskorven en herstel beschadigde schanskorven (Belfeld)

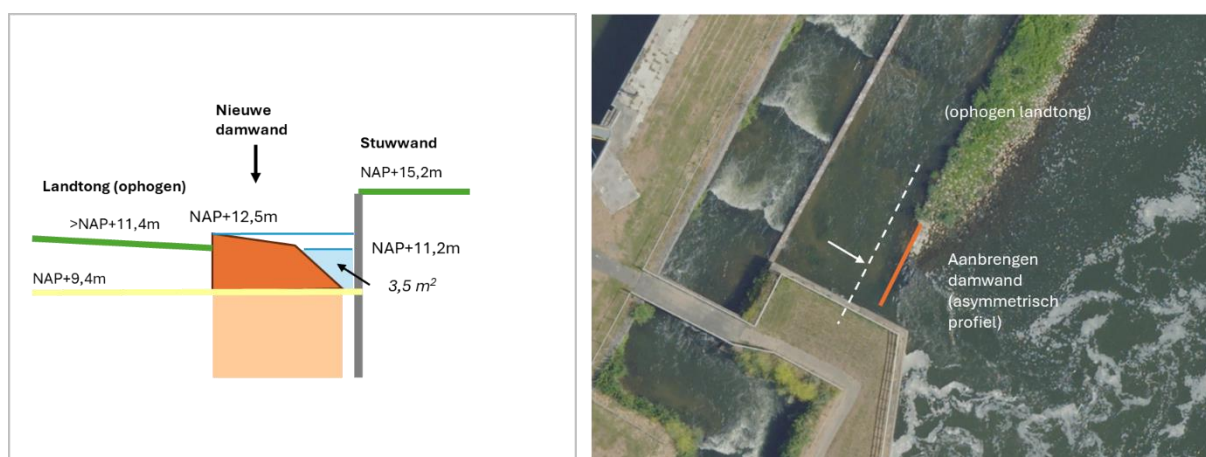
De voorziene werkzaamheden zijn:

- Tijdelijk verwijderen stortsteen/bovenlaag landtong aan de zijde van de bekken.
- Verwijderen beschadigde schanskorven.
- Aanbrengen nieuwe schanskorven over de lengte van de oever (60 m).
- Aanbrengen worteldoek achter schanskorven, weer aanvullend bovenlaag landtong.
- Afwerken landtong met stortsteen (10 / 60 kg – vastleggen bet beton), aan te brengen tegen nieuwe schanskorven (1 x 1 m, gevuld met sortering 90-150 mm).

Naast het ophogen van de landtong kan de vindbaarheid worden verbeterd door de uitstroom te vernauwen. De voorgestelde maatregel is om de uitstroom te vernauwen door de bestaande drempel te verwijderen en een damwand te plaatsen om de gewenste profielvernauwing te realiseren. Zie ook onderstaande figuren:



Figuur 4-19 Aanzicht en doorsnede huidige uitstroomopening (actuele staat onbekend) – te verwijderen



Figuur 4-20 Belfeld monding vispassage met voor- en bovenaanzicht te plaatsen damwand

Toelichting:

- De damwand loopt vanaf NAP+12,5 met resp 1:3 en 1:1 naar beneden om de gewenste doorstroomopening te realiseren. Op basis van vuistregels is een inbrengdiepte van 2x de uitkraging als uitgangspunt gekozen en een AZ18-700. De damwand kan na plaatsing worden afgebrand op de gewenste hoogte.
- De natte doorsnede bedraagt orde 3,5 m<sup>2</sup> bij lagere afvoeren, zodat de stroomsnelheid bij 3-4 m<sup>3</sup>/s in de orde van 1-1,5m/s zal bedragen (een waterstand van NAP+11,2m is hiervoor als referentie

genomen, met een overschrijdingsfrequentie van 250 d/jaar). Bij hogere benedenwaterstanden zal deze stroomsnelheid afnemen, maar blijft de lokstroom door de profielvernauwing geconcentreerd de Maas instromen.

- De waterstand is circa 60 dagen per jaar hoger dan 12,5 m + NAP, uitgaande van de overschrijdingsfrequenties van waterstanden die volgen uit de betrekkinglijnen Maas 2023-2024 (locatie Belfeld beneden). Daaruit volgt een aanleghoogte van 12,5 m + NAP. De landtong zelf wordt opgehoogd tot dit niveau (reeds beschreven).
- Bij aanleg kan de afbrandlijn van de damwand exact worden bepaald o.b.v. de te meten bodemligging en het gewenste natte profiel. Daarbij is het van belang dat bodemminnende soorten de opening op waterbodemniveau kunnen passeren.

#### Maatregel: aanpassingen bekkens

Voor de bekkens is **baggeren** en plaatsen van **zwerfstenen** voorgesteld naar aanleiding van de analyse van de inspectieresultaten, zie onderstaande figuur.

Om het stroombeeld in de bekkens (met name bekken 8-10) te verbeteren, wordt voorgesteld alle bekkens te **baggeren** om daarmee de aanzanding van gemiddeld 0,5 m in de bekkens ongedaan te maken. Dit vergroot het volume van de bekkens. Voor de berekening van de hoeveelheid te baggeren, zijn de gemeten bodemhoogtes (tijdens de inspectie) en ontwerphoogtes van de bekkens gebruikt. Rijkwaterstaat heeft tekeningen van de vispassage aangeleverd, waarbij er twee dezelfde tekeningen (een uit 1992 en een uit 1993) zijn met andere ontwerpbodemhoogtes. Er is besloten om de meest recente tekeningen uit 1993 te gebruiken met de hogere ontwerpbodemhoogtes, aangezien er voorkomen moet worden dat er onder een ontwerphoogte wordt gebaggerd. Uit berekening van het verschil van de ontwerphoogte met de gemeten waterdiepte volgt een indicatie van het baggervolume: 1446 m<sup>3</sup> (afgerond 1500 m<sup>3</sup>).



- | = verval drempel te hoog
- = kortsluiting stroming
- ▲ = energiedissipatie onvoldoende

*Figuur 4-21 Locatie drempels met verhoogd verval, bekkens met afwijkend stroombeeld (Belfeld)*

Plaatsing van **zwerfstenen** is voorzien op de locaties die hieronder zijn aangegeven:



--- = nieuwe locatie zwerfstenen

Figuur 4-22 Locatie nieuwe zwerfstenen (Belfeld)

In de bekken b1, b2, b6, b8, b9, b10, b12 en b13 worden zwerfstenen geplaatst in het midden van de betreffende bekken. Deze bekken zijn uitgekozen, omdat het verval over de drempels hier te hoog is (>0,20 m per drempel). Dit zorgt voor een te hoge stroomsnelheid over de bekken voor de zwakke zwemmers. De zwerfstenen worden in een lijn loodrecht op de waterstroming gelegd, waarbij de zwerfstenen gemiddeld 1 m breed zijn en er tussen twee stenen een opening van een meter is. De zwerfstenen worden op deze manier en locatie in de bekken gepositioneerd, aangezien dit de meeste opstuwing geeft en de vismigratie het minste belemmert. Er is uitgegaan van plaatsing van in totaal 32 zwerfstenen.

#### Maatregelen vanuit onderhoudsstaat

Uit de inspectie volgt ten aanzien van de onderhoudsstaat:

- Vuil in de vertical slots van de drempels.
- Uitspoeling schanskorven aan de bekkenzijde van de landtong (zie onderstaande foto).



Figuur 4-23 Zicht op uitspoeling schanskorven landtong (Belfeld)

De voorgestelde maatregelen met betrekking tot de onderhoudsstaat zijn:

- Baggeren van de bekken (reeds benoemde maatregel).

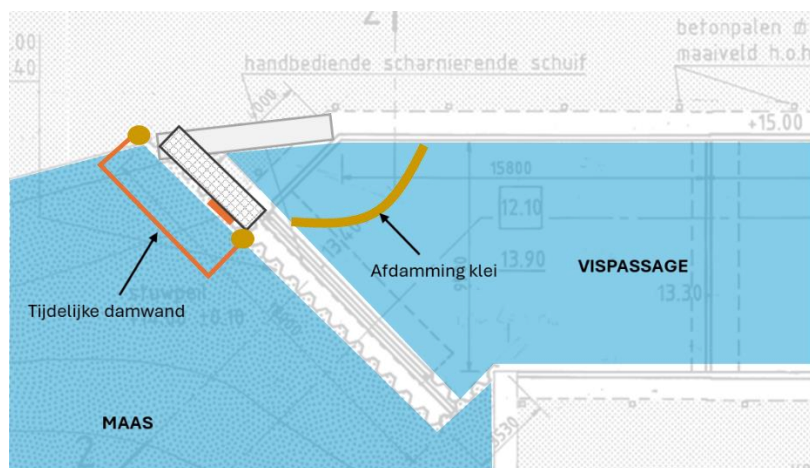
- Vervanging van de bovenste schanskorf langs de landtong (60 m, afmetingen korf 1 x 1 m, vulling met sortering 90-150mm) > reeds benoemde maatregel in combinatie met verhogen landtong.

### 4.3.2 Uitvoering en bouwfasering

De voorziene maatregelen bij Belfeld zijn:

1. Aanbrengen nieuw vertical slot bij inlaatwerk.
2. Baggeren van alle bekkens.
3. Plaatsen zwerfstenen in bekkens.
4. Vervangen schanskorf oever landtong en aanbrengen nieuwe schanskorven.
5. Sloop bestaande drempel uitstroom, vervangen door damwand.

Ad 1 Uitgangspunt is het droogzetten van het inlaatwerk door het aanbrengen van een tijdelijke damwand bovenstrooms en een kleiafdamming achter de drempel. Vervolgens kan de oever worden aangepast (verwijderen schanskorf, ontgraven, plaatsen nieuwe schanskorf-oever, monteren afsluiter met frame op bestaande damwand, afwerken in- en uitstroomzijde, aanbrengen loopbordes).



Figuur 4-24 tijdelijke afdamming t.b.v. realisatie vertical slot en verleggen oever

Ad 2 Voor het baggeren wordt uitgegaan van het wegpompen van het slib d.m.v. zuigen om het risico op schade bij baggeren te verlagen. Dit kan middels een pomp die aan een mobiele kraan hangt. De bekkens zijn bereikbaar vanaf de oever, het slib kan naar een beunbak worden afgevoerd. De benedenstroomse bekkens moeten vanaf de landtong worden gebaggerd. Daarvoor moet wel een kraan aangevoerd worden vanaf de Maas (de landtong is niet met materieel bereikbaar over land vanwege het hoogteverschil).

Ad 3 Dit kan met licht materieel (kraan) vanaf de landzijde worden uitgevoerd, waarbij de stenen opgepakt en op de gewenste plek herplaatst kunnen worden.

Ad 4 De bestaande (beschadigde) schanskorven dienen te worden verwijderd. Hiervoor moet een grondstrook achter de schanskorf tijdelijk ontgraven worden. Vervolgens kunnen de nieuwe schanskorven worden geplaatst en kan de grond worden aangevuld. Dat wordt gecombineerd met de ophoging van de landtong (extra schanskorflaag, aanstorten en vastleggen).

Ad 5 Uitgangspunt voor de bouwfasering is het werken vanaf een ponton vanaf het water met licht materieel voor het weghalen van de bestaande drempel (schanskorven/stortsteen) en het inbrengen van de nieuwe damwand. Het afbranden van de damwand moet (deels) in den natte plaatsvinden.

### 4.3.3 Integrale veiligheid

Onderstaande punten zijn een samenvatting van de integrale veiligheid. Zie het risicodossier [7.] voor een uitgebreide toelichting op alle aandachtspunten voor het optimaliseren van vistrappen.

#### Veilig te bouwen

Het plaatsen van zwerfstenen binnen de bekkens, het plaatsen van schanskorven, inpassing van de duiker en de voorziene onderhoudsmaatregelen kunnen met relatief licht materieel worden uitgevoerd. Aangezien de vispassage zich op het middeneiland bij het stuwcomplex van Belfeld bevindt, zal het materieel en bouwmaterialen over de Maas moeten worden aangevoerd naar dit eiland. Vanaf de bovenstroomse zijde kan bij de schutsluis een aanlandingslocatie voor materieel worden ingericht (waar geen stroming is). De meeste werkzaamheden kunnen vanaf het stuweiland worden uitgevoerd. Alleen voor reparatie van de schanskorven langs de landtong, het baggeren van de laagste bekkens en het aanstorten van de uitstroombrempel is werken vanaf de lager gelegen landtong waarschijnlijk noodzakelijk. Dit vraagt veiligheidsmaatregelen om te kunnen evacueren bij hoogwater en om grond te kunnen afdekken als deze tijdelijk onbeschermd is tegen erosie. De opdrachtnemer zal hiervoor een hoogwater-veiligheidsplan moeten maken om hierop voorbereid te zijn. Voor het plaatsen van de damwand bij de uitstroom zal het stuwbeheer tijdelijk anders geregeld moeten worden om stroming langs de monding te minimaliseren zodat een ponton veilig kan worden afgemeerd. Dit vraagt een zorgvuldige afstemming en werkwijze.

#### Veilig te gebruiken

De voorziene aanpassingen aan de vispassage hebben geen invloed op het dagelijks gebruik, de bereikbaarheid of onderhoudbaarheid. De nieuwe duiker zal net als de bestaande inlaatdrempel vanaf het maaiveld bedienbaar zijn.

### **4.3.4 Duurzaamheid**

#### Ontwerpkeuzes

De volgende ontwerpkeuzes zijn mede vanuit het oogpunt van duurzaamheid gemaakt:

- Uitgangspunt is toepassing van hoofzakelijk natuurlijke bouwmaterialen (stortsteen/zwerfstenen/schanskorven). Er dient onderzocht te worden of (een deel van) de huidige zwerfstenen hergebruikt kunnen worden indien zij aan de gewenste afmetingen voldoen.
- Aandachtspunt bij de schanskorven is de duurzaamheid van de constructie. Vooral langs de oevers is corrosie van de korf een mechanisme dat tot falen leidt. Hier dienen levensduureisen voor te worden geformuleerd.
- Voor het gebruik van de nieuw te plaatsen schanskorven wordt geadviseerd om nog bruikbare breukstenen uit de huidige beschadigde schanskorven te gebruiken voor (een gedeeltelijke) opvulling van de nieuwe schanskorven. Dit kan op de vispassagelocatie plaatsvinden om extra transport te voorkomen.
- De duiker voorziet in extra debiet en een vertical slot zonder dat de bestaande inlaat vervangen hoeft te worden.
- De keuze voor een damwand als profielvernauwing is gekozen omdat de ligging van de monding in de turbulente stroming bij de stuw snel tot schade kan leiden. Een damwand is een robuuste oplossing.

#### Uitvoering

De aanvoer van bouwmaterialen is beperkt in omvang. In het kader van de aanbesteding kunnen wel eisen worden gesteld aan de emissies van het in te zetten materieel en/of herkomst van bouwmaterialen. Daarnaast zal het vrijgekomen slib afgevoerd moeten worden. Afhankelijk van de milieukundige kwaliteit kunnen mogelijkheden worden verkend om deze bouwstof op een duurzame manier te verwerken / af te voeren.

## 4.4 Roermond

### 4.4.1 Verantwoording ontwerp

#### Interpretatie inspectieresultaten

De algemene indruk is dat de vispassage goed functioneert; het debiet is voldoende voor de lokstroomwerking ( $>4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en het verval over de bekkens veelal gelijk of lager dan het ontwerpverval (5 - 22 cm gemeten). Ook het stroombeeld is vrij generiek met weinig kortsluiting tussen bekkens. Er is geen indicatie dat de bekkens aangezand zijn. Het ontwerpverval van 20 cm is relatief hoog, waardoor de passeerbaarheid van kleine/zwakke zwemmers alsnog wel suboptimaal is. Dit resulteert in negatieve scores voor criteria die aan passeerbaarheid zijn gerelateerd. Dit is echter inherent aan het ontwerp; voor grotere/sterkere doelsoorten is de vispassage goed passeerbaar. De uitstroom in de Maas was niet optimaal tijdens de inspectie vanwege de overstroomde landtong.

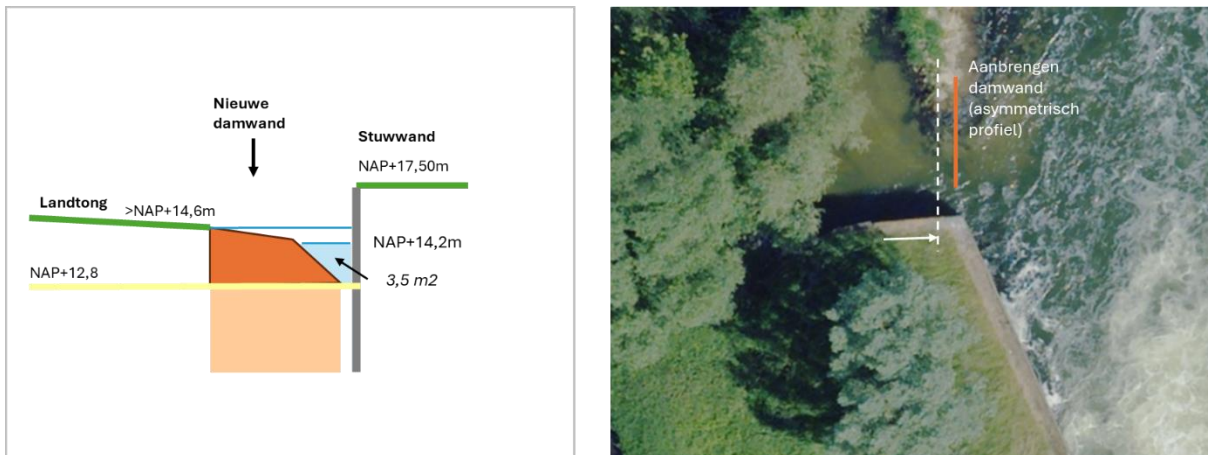
Hieruit volgen de voorgestelde maatregelen voor de vispassage bij Roermond zoals weergegeven in onderstaande tabel:

Parameter	Principe	Maatregelen
Vindbaarheid	Optimalisatie lokstroom	- Vernauwen uitstroomopening d.m.v. plaatsen damwand
Paseerbaarheid	Verval lokaal opdelen	- Herplaatsen zwerfstenen in bepaalde bekkens - Verleggen tweetal drempels
Onderhoud	-	-

#### Maatregel: aanpassingen lokstroom

De **landtong** was tijdens de inspectie verdronken. De Maasafvoer was tijdens de inspectie licht verhoogd ( $511 \text{ m}^3/\text{s}$ , benedenpeil 14,6 m + NAP). Uit de Betrekkingslijnen Maas volgt dat dit een waterstand is die circa 60 dagen per jaar wordt overschreden. Het grootste deel van het jaar is de waterstand lager (circa 14,2 m + NAP). De landtong heeft een oplopende hoogte ( $\geq 14,6 \text{ m}$ ). Dit komt overeen met een hoogte die minder dan 60 per jaar overstroomt. Hieruit wordt geconcludeerd dat de landtong voldoende hoogte heeft, waardoor ophogen van de landtong niet nodig is.

Vanuit de inspectie volgt dat de lokstroom een te lage stroomsnelheid had (0,5 m/s gemeten). Echter, ook hiervoor geldt dat de lokstroom bij normale afvoercondities waarschijnlijk beter functioneert dan bij de gemeten situatie met de verdronken landtong. De informatie vanuit bouwtekeningen is beperkt, zie onderstaand bovenaanzicht. Hieruit volgt dat een geleidelijke overgang van de rivierbodem naar de vispassage is toegepast (gunstig). Uit analyse van diverse luchtfoto's volgt dat de stroomvoerende breedte bij de monding circa 4-6 m bedraagt. Vernauwing van deze uitstroomopening zal gunstig werken voor de vindbaarheid, aangezien de lokstroom dan meer geconcentreerd de Maas instroomt. Daarom is de principe oplossing voorzien die onder meer in Grave ook is toegepast; namelijk het vernauwen van de uitstroom middels een asymmetrisch gevormd profiel (helling 1:1 en 1:3), uitgevoerd als damwand die aansluit op de bestaande landtong. Hiermee zal het stroomvoerend oppervlak afnemen, waardoor de lokstroom meer geconcentreerd de Maas in zal stromen (zie Figuur 4-25).



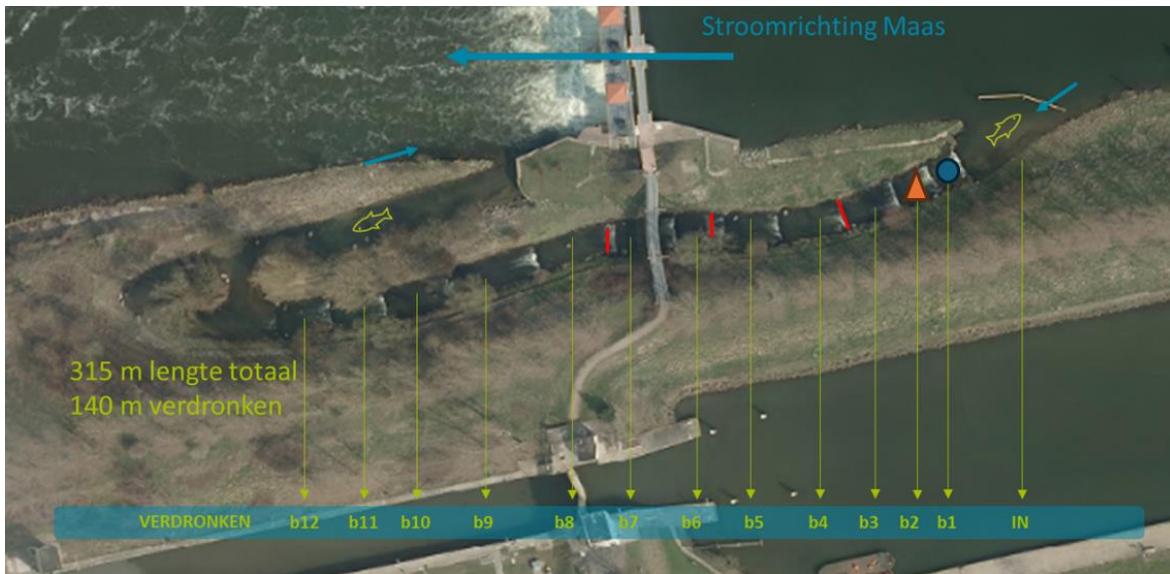
Figuur 4-25 Luchtfoto met locatie nieuwe damwand (r) en een principe doorsnede waarin de vorm en locatie van de nieuwe damwand is weergegeven (l)

#### Toelichting:

- Uitgangspunt voor het ontwerp is toepassing van een stalen damwand, aansluitend op de bestaande landtong. Een praktisch profiel kan voldoen aangezien de damwand geen grond of water hoeft te keren. De inbrengbaarheid in de ondergrond zal daarbij leidend zijn. Op basis van vuistregels is een inbrengdiepte van 2x de uitkraging als uitgangspunt gekozen en een AZ18-700. De damwand kan na plaatsing worden afgebrand op de gewenste hoogte met een asymmetrisch profiel.
- Het gewenste doorstroomoppervlak bij de veel voorkomende waterstanden is orde 3,5 m<sup>2</sup>, om een stroomsnelheid van > 1 m/s te realiseren in combinatie met het debiet van 4 m<sup>3</sup>/s (een waterstand van NAP+14,2m is hiervoor als referentie genomen, met een overschrijdingsfrequentie van 250 d/jaar). Bij hogere benedenwaterstanden zal deze stroomsnelheid afnemen, maar blijft de lokstroom door de profielvernauwing geconcentreerd de Maas instromen.
- Bij aanleg kan de afbrandlijn van de damwand exact worden bepaald o.b.v. de te meten bodemligging en het gewenste natte profiel. Daarbij is het van belang dat bodeminnende soorten de opening op waterbodemniveau kunnen passeren.

#### Maatregel: aanpassen bekkens

Voor de bekkens is het plaatsen van **zwerfstenen** en het **verleggen** van twee **drempels** voorgesteld naar aanleiding van de analyse van de inspectieresultaten, zie onderstaande figuur.

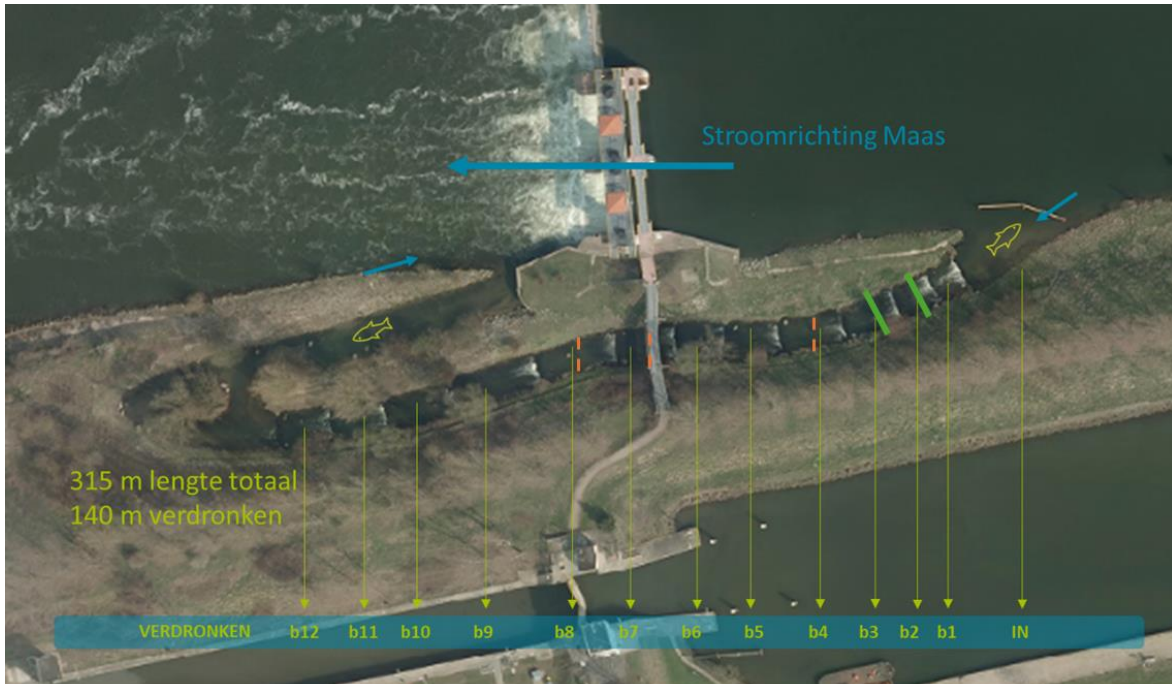


- | = verval drempel te hoog
- = kortsluiting stroming
- ▲ = energiedissipatie onvoldoende

Figuur 4-26 Locatie drempels met verhoogd verval, bekkens met afwijkend stroombeeld (Roermond)

In de bekkens b4, b7 en b8 worden **zwerfstenen** geplaatst naar het midden van de betreffende bekkens. Deze bekkens zijn uitgekozen, omdat het verval over de drempels hier te hoog is ( $>0,20$  m per drempel). Dit zorgt voor een te hoge stroomsnelheid over de bekkens voor de zwakke zwemmers. De zwerfstenen worden in een lijn loodrecht op de waterstroming gelegd, waarbij de zwerfstenen gemiddeld 1 m breed zijn en er tussen twee stenen een opening van een meter is. De zwerfstenen worden op deze manier en locatie in de bekkens gepositioneerd, aangezien dit de meeste opstuwing geeft en de vismigratie het minste belemmert. In totaal zullen er twaalf zwerfstenen worden her/geplaatst, aangezien er in elk van deze drie bekkens vier stenen worden gepositioneerd.

Daarnaast is voorzien om de **drempels** tussen IN-b1 en de drempel tussen b1-b2 te verleggen. Bekken 3 is namelijk relatief lang, wat ruimte geeft om die te verkleinen en daarmee bekken 1 en 2 meer ruimte te geven. Dit zal gunstig zijn voor het stroombeeld in deze bekkens, aangezien er meer energiedissipatie kan optreden. Daardoor kan worden voorkomen dat er kortsluiting optreedt tussen de bekkens. Dat zal de passeerbaarheid verbeteren. De bekkens 1, 2 en 3 krijgen daarmee een lengte van elk ongeveer 12 m. De hoogte van de drempels moet bij uitvoering worden afgeleid, waarbij een evenredig hoogteverschil moet worden toegepast tussen de eerste en 4<sup>e</sup> drempel.

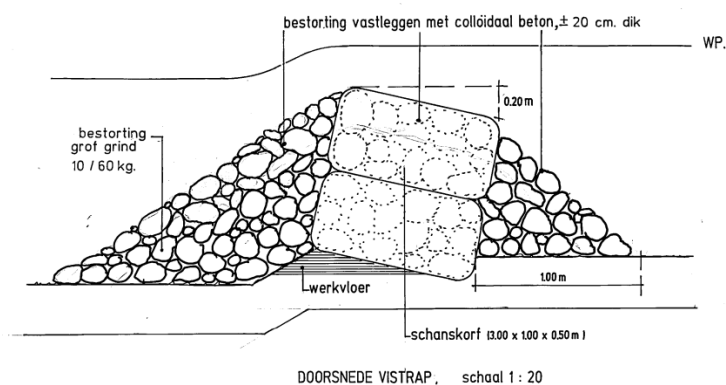


— = nieuwe locatie zwerfstenen

— = nieuwe drempels

Figuur 4-27 Locatie nieuwe zwerfstenen en drempels (Roermond)

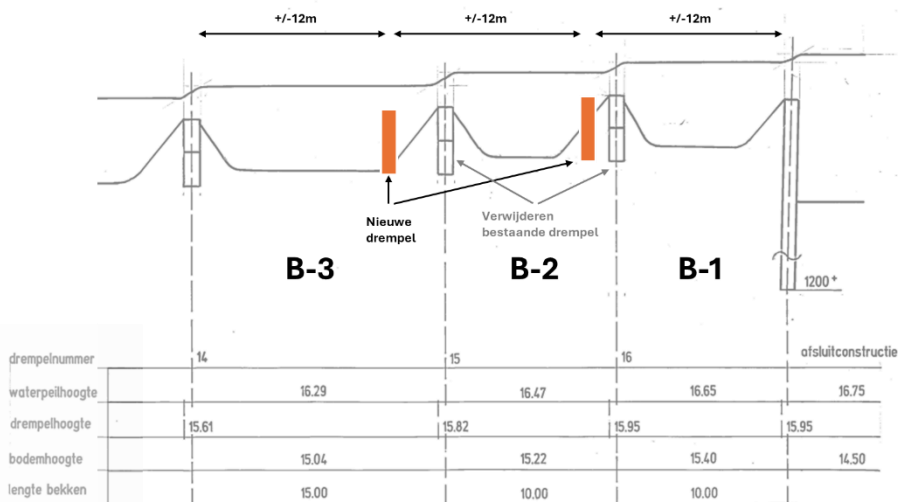
De bestaande drempels bij b1 en b2 dienen te worden verwijderd. Deze bestaan uit schanskorven, aangestort met stortsteen en vastgelegd met beton, zie onderstaande figuur.



Figuur 4-28 Doorsnede drempeel (RWSZN-017399)

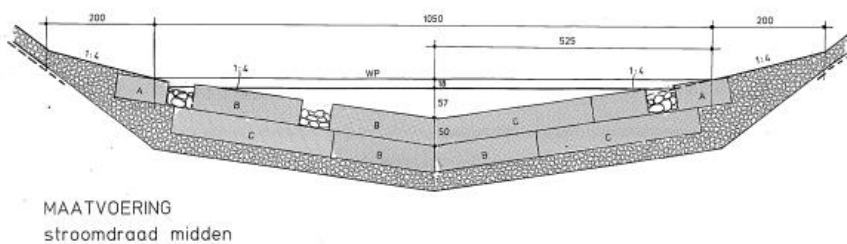
Uitgangspunt voor het ontwerp is om deze te verwijderen en op de in de ontwerptekening aangegeven locaties nieuwe drempels op te bouwen met een vergelijkbare configuratie (opgebouwd uit schanskorven). Hiervoor is gekozen omdat deze ter plaatse opgebouwd kunnen worden en daarom de inzet van materieel beperkt blijft. Dit is een voordeel omdat de vispassage lastig over land en over water bereikbaar is. De aanleghoogte en tussenafstand van de nieuwe drempels moet evenredig verdeeld worden tussen de

hoogte van de vaste drempel van het inlaatwerk en de drempel tussen b3-b4, zie ook onderstaande figuur.



Figuur 4-29 Lengte doorsnede eerste drempels met aangegeven vervanging drempels (RWSZN-2020-017399)

Het exacte hoogteverloop kan worden bepaald na inmeting van de huidige hoogte van de drempels. Vetrekpunt zijn de dimensies/verhoudingen van de bestaande drempels, zie ook onderstaande uitsnede van de ontwerptekening. In de te realiseren drempels moet tenminste 1 verticaal slot per drempel aangebracht worden.



Figuur 4-30 Aanzicht bestaande drempels Roermond (RWSZN-2020-017402)

#### Maatregelen vanuit onderhoudsstaat

Vanuit de inspectie volgen geen schades of uitgesteld onderhoud om mee te nemen bij de voorziene aanpassingen aan de vispassage. Wel is een aandachtspunt het gangbaar maken van de verticaal slot naast het inlaatwerk. Dit kan echter ook in het kader van regulier onderhoud al eerder worden opgepakt.

#### 4.4.2 Uitvoering en bouwfasering

De voorziene maatregelen bij Roermond zijn:

1. Verwijderen van twee bestaande drempels, aanbrengen van twee nieuwe drempels.
2. Plaatsen zwerfstenen in bekkens.
3. Vernauwen uitstroomopening vispassage.

Ad 1 Bovenstrooms kan de vispassage worden drooggezet door het omhoogdraaien van de regelbare inlaat. Vervolgens kunnen de bestaande drempels worden verwijderd (lichte sloopwerkzaamheden). De nieuwe drempels moeten worden opgebouwd door het maken van een werkvloer, het opbouwen van schanskorven en het afwerken van de drempels met stortsteen en beton om de drempel af te werken. Uitgangspunt is het aanbrengen van tijdelijke kleidammen rond de aan te brengen drempels en filterbemaling om deze secties volledig droog te kunnen zetten.

Ad 2 Dit kan met licht materieel (kraan) vanaf de landzijde worden uitgevoerd, waarbij de stenen opgepakt en op de gewenste plek herplaatst kunnen worden. Als de bereikbaarheid te beperkt is, zouden ook schanskorven opgebouwd kunnen worden in de bekkens, zodat geen groot materieel nodig is.

Ad 3 Uitgangspunt is het plaatsen van de damwanden vanaf het water en het in den natte afbranden van de geplaatste damwand om het gewenste profiel te realiseren.

#### 4.4.3 Integrale veiligheid

Onderstaande punten zijn een samenvatting van de integrale veiligheid. Zie het risicodossier [7.] voor een uitgebreide toelichting op alle aandachtspunten voor het optimaliseren van vistrappen.

##### Veilig te bouwen

De vispassage bij Roermond is over het algemeen moeilijk bereikbaar over land. Ook is er veel hoogteverschil op het terrein. Daarom is gekozen voor opbouw van de nieuwe drempels met schanskorven. Deze kunnen ter plekke worden opgebouwd waardoor hei- en of hijswerkzaamheden niet nodig zijn. Dit zal uitvoeringsrisico's beperken. Ook voor het plaatsen van zwerfstenen kunnen schanskorven een alternatief zijn, als dit veiliger te realiseren is. Wel moet er bij de vormgeving en afwerking dan aandacht zijn voor het voorkomen van opstuwing door drijfvuil/takken. Voor de vernauwing van de monding zal het stuwbeheer zodanig ingesteld moeten worden dat een ponton met kraan de stuw veilig kan naderen. Vanaf het ponton kunnen de damwanden dan worden geplaatst. De daaropvolgende werkzaamheden om damwanden af te branden op de gewenste hoogte vragen een goede voorbereiding om veilig te kunnen werken.

##### Veilig te gebruiken

De voorziene aanpassingen aan de vispassage hebben geen invloed op het dagelijks gebruik, de bereikbaarheid of onderhoudbaarheid.

#### 4.4.4 Duurzaamheid

##### Ontwerpkeuzes

De volgende ontwerpkeuzes zijn mede vanuit het oogpunt van duurzaamheid gemaakt:

- Uitgangspunt is toepassing van natuurlijke bouwmaterialen (stortsteen/zwerfstenen) waar mogelijk. Er dient onderzocht te worden of (een deel van) de huidige zwerfstenen hergebruikt kunnen worden indien zij aan de gewenste afmetingen voldoen.
- Voor het verleggen van de twee bekkens wordt aangeraden om de vulling van de schanskorven die bij deze huidige twee bekkens gebruikt is, zoveel mogelijk te hergebruiken. Dit hangt samen met de verwerkingsmogelijkheden, aangezien de bestaande drempels ook met beton zijn vastgelegd.
- De keuze voor een damwand bij de uitstroom van de vispassage is gekozen, omdat hiermee de gewenste asymmetrische vorm van de opening goed te maken is met relatief weinig materiaal. Ook

betekent deze materiaalkeuze dat er in den natte gewerkt kan worden, wat voorkomt dat dure tijdelijke voorzieningen nodig zijn om de uitstroom droog te zetten. Daarbij is de uitvoering als damwand een robuuste oplossing.

#### Uitvoering

- De genoemde ontwerpkeuzes ten aanzien van de drempels en zwerfstenen kan de benodigde inzet van groter materieel voorkomen.
- Voor de vernauwing van de uitstroom is uitgegaan van heiwerkzaamheden vanaf een drijvend ponton. Zoals genoemd betekent dit dat droogzetten van de uitstroom niet nodig is.
- In het aanbestedingscontract kunnen eisen worden gesteld aan de emissies van het in te zetten materieel en/of herkomst van bouwmaterialen.

## 4.5 Borgharen

### 4.5.1 Verantwoording ontwerp

#### Interpretatie inspectieresultaten

De algemene indruk is dat de vispassage redelijk tot goed functioneert; het debiet is regelbaar tot >4m<sup>3</sup>/s voor de lokstroomwerking, wat gunstig is voor de vindbaarheid. Ook het stroombeeld is vrij generiek, al volgt uit de inspectie dat het stroombeeld te turbulent wordt bij een debiet van 3,5 a 4 m<sup>3</sup>/s. Dit vraagt een goede (af)regeling van de automatisch geregelde inlaatschuif. Er is geen indicatie dat de bekkens aangezand zijn. Het ontwerpverval van 20 cm is relatief hoog, waardoor de passeerbaarheid van kleine/zwakke zwemmers suboptimaal is. Dit resulteert in negatieve scores voor criteria die aan passeerbaarheid zijn gerelateerd. Dit is echter inherent aan het ontwerp; voor grotere/sterkere doelsoorten is de vispassage goed passeerbaar. Lokaal is het gemeten verval tussen bekkens wel hoger dan het ontwerpverval van 20 cm. De uitstroom in de Maas was verdonken tijdens de inspectie, vanwege een relatief hoge rivierafvoer. De monding van de vispassage is recent verplaatst (enige meters verder van de stuw af) als onderdeel van herstelwerkzaamheden langs de oever.

Hieruit volgen de voorgestelde maatregelen voor de vispassage bij Borgharen zoals weergegeven in onderstaande tabel:

Parameter	Principe	Maatregelen
Vindbaarheid	Optimalisatie lokstroom	- Geen maatregel (toegelicht)
Paseerbaarheid	Verval lokaal opdelen	- Plaatsen zwerfstenen in bepaalde bekkens - Verplaatsen stoorstenen naar midden bekkens
Onderhoud	-	- Maaien oevers - Inregelen / kalibreren schuif na herstel schade stuw

#### Vindbaarheid - lokstroom

Voor Borgharen zijn geen concrete verbetermaatregelen ten aanzien van de vindbaarheid gedefinieerd. Wat volgt uit de inspectie is dat het debiet door de vispassage voldoende is (bij goede werking van de automatisch geregelde schuif) en dat de uitstroomlocatie zo dicht als mogelijk op de stuw is gelegen. Aanpassingen gerelateerd aan deze aspecten zijn daarmee niet nodig. In de recent herstelde oever is de monding van de vispassage ook opnieuw opgenomen, wat invloed zal hebben op de stroomsnelheid in de monding en de richting van de lokstroom. De beoordeling van deze aspecten kon niet worden gedaan vanwege de onverwacht hoge rivierafvoer tijdens de inspectie.

Vanuit Deltares wordt nog een CFD modellering uitgevoerd om het stroombeeld van de stuw en de invloed daarvan op de bereikbaarheid van de monding nader te beoordelen. Dit, samen met aanvullende observaties/metingen van de monding bij lagere rivierafvoeren, moet meer informatie geven voor een nadere beoordeling van de vindbaarheid van de vispassage. Naar verwachting kan dit op een later moment nog ingepast worden in de uitvoering van verbetermaatregelen, indien dit nodig blijkt. Denkbare oplossingen zijn:

- Aangepast stuwbeheer om het stroombeeld langs de monding te verbeteren
- Vernauwing van de uitstroomopening door stortsteen toe te voegen op de waterbodem (vast te leggen met beton)

Maatregel: aanpassingen bekken

In onderstaande figuur is weergegeven bij welke drempels het gemeten verval groter is dan het ontwerpverval van 20 cm.



*Figuur 4-31 Locatie drempels met verhoogd verval*

In de benedenstroomse bekken van deze drempels worden zwerfstenen geplaatst om het verval in het bekken op te delen. De locaties zijn weergegeven in onderstaande figuur.



*Figuur 4-32 Locatie plaatsing zwerfstenen*

De maatvoering en hoogteligging van de zwerfstenen is als volgt:

- Zwerfstenen circa 1 m breed en 1 m hoog met tussenruimtes van 1 m tussen de stenen. De dikte van de stenen orde 0,5m t.b.v. de passeerbaarheid voor vissen
- Hoogteligging: bovenzijde zwerfstenen grofweg gelijk aan de gemiddelde waterstand in het betreffende bekken.
- In ieder van de drie bekkens zullen naar verwachting vier zwerfstenen worden geplaatst, waardoor er in totaal twaalf zwerfstenen nodig zijn.

#### Maatregelen vanuit onderhoudsstaat

Vanuit de inspectie volgen geen schades, wel enkele maatregelen t.b.v. de vispasseerbaarheid, bereikbaarheid en dagelijks beheer:

- Verplaats de stoorstenen die voor en achter de slots zijn geplaatst, naar het midden van de bekkens
- Voer een kalibratie uit van de schuif, zodat de werkelijke afvoer door de vispassage op de juiste manier gerelateerd wordt aan de waterstand in het bovenpand
- Voer groot maaionderhoud uit langs de oevers om struiken en bossages te verwijderen.

### **4.5.2 Uitvoering en bouwfasering**

Bij uitvoering van de voorziene maatregelen zijn de volgende activiteiten voorzien:

- Tijdelijk afsluiten vispassage.
  - o Bovenzijde middels beweegbare schuif.
- Plaatsen nieuwe zwerfstenen op de aangemerkte locaties.
- Verplaatsen stoorstenen bij drempels naar het midden van de bekkens

Voor de werkzaamheden kan het nodig zijn om een grondafdamming i.c.m. bemalingswerkzaamheden toe te passen om delen van de passage tijdelijk verder droog te kunnen zetten.

### **4.5.3 Integrale veiligheid**

Onderstaande punten zijn een samenvatting van de integrale veiligheid. Zie het risicodossier [7.] voor een uitgebreide toelichting op alle aandachtspunten voor het optimaliseren van vistrappen.

#### Veilig te bouwen

Het aanvoeren en plaatsen van zwerfstenen kan met relatief licht materieel worden uitgevoerd. Het werken in buitendijks gebied is een algemeen aandachtspunt in verband met het evacueren bij passeren van een hoogwatergolf. De vispassage is over land bereikbaar vanaf de zuidoever.

#### Veilig te gebruiken

De voorziene aanpassingen aan de vispassage hebben geen invloed op het dagelijks gebruik, de bereikbaarheid of onderhoudbaarheid.

#### 4.5.4 Duurzaamheid

##### Ontwerpkeuzes

De volgende ontwerpkeuzes zijn mede vanuit het oogpunt van duurzaamheid gemaakt:

- Uitgangspunt is toepassing van natuurlijke bouwmaterialen (stortsteen/zwerfstenen).
- De maatregelen zijn zeer beperkt in omvang aangezien de vispassage in algemene zin goed functioneert.

##### Uitvoering

Het realiseren van het ontwerp betekent met name de aanvoer van bouwmaterialen en het plaatsen ervan in de vispassage. In het aanbestedingscontract kunnen eisen worden gesteld aan de emissies van het in te zetten materieel en/of herkomst van bouwmaterialen.

## 5 Effect van de maatregelen voor vindbaarheid en vispasseerbaarheid

### 5.1 Grave

Aspect	Huidige beoordeling	Oordeel na uitvoering verbetermaatrel
Vindbaarheid	Matig tot voldoende (lokstroom en debiet voldoende, vindbaarheid matig)	Potentieel verbetering met aangepast stuwbeheer
Passeerbaarheid	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers), m.u.v. enkele bekkens met een te groot verval	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers)

#### Vindbaarheid

De huidige overall beoordeling van de vindbaarheid is matig tot voldoende, op basis van een weging van de resultaten vanuit de eerder uitgevoerde inspectie, onderzoeken naar de vindbaarheid en de CFD modelstudie van Deltares. Enerzijds zijn de fysieke condities goed voor de vindbaarheid voor sterke zwemmers (debiet en locatie lokstroom), anderzijds geven onderzoeken het beeld dat de passage relatief slecht vindbaar is. Zie ook par. 4.1.1. Voor Grave is geconcludeerd om geen fysieke verbetermaatregelen uit te voeren aan de monding van de vispassage. Wel biedt het visvriendelijker inrichten van het stuwbeheer kansen om het stroombeeld zo aan te passen dat de vindbaarheid verbetert.

#### Passeerbaarheid

De huidige toestand van de vispassage Grave kan vanuit het oogpunt passeerbaarheid als goed beschreven worden. Hierbij is het uitgangspunt een verval van maximaal 20 cm per drempel en een goede passeerbaarheid voor lange afstand migranten zoals de Atlantische zalm. De bekkens zijn voldoende groot. De drempels verkeren in goede staat. Met uitzondering van drie drempels wordt het verval van maximaal 20 cm behaald. Doormiddel van een aanpassing van enkele bekkens (zwerfstenen plaatsen) kan het verval over de gehele passage aan de eerder geformuleerde eis (maximaal 20 cm verval) voldoen. Hierdoor wordt een goede passeerbaarheid voor salmoniden behaald. Begeleiding door een vismigratiedeskundige wordt geadviseerd om ter plaatse te kunnen besluiten hoe/waar de stenen geplaatst/verplaatst moeten worden.

### 5.2 Sambeek

Aspect	Huidige beoordeling	Oordeel na uitvoering verbetermaatrel
Vindbaarheid	Matig (zwakke lokstroom, laag debiet)	Goed (lokstroom sterker en meer geconcentreerd, hoger debiet)
Passeerbaarheid	Matig (te grote vervallen bij diverse drempels)	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers) > stroombeeld rustiger door baggeren, vervallen drempels gelijkmatiger

#### Vindbaarheid

Uit het onderzoek stroomopwaartse migratie van volwassen salmoniden in de periode 2009 – 2019 blijkt dat de vispassage Sambeek slecht presteert. Slechts 50% van de gemerkte zalmen zijn in de passage gedetecteerd [17.]. Een eenduidige verklaring voor de lage detectie van salmoniden is in dit onderzoek niet benoemd. Uit de inspectie volgt dat de lokstroom relatief zwak is (lage stroomsnelheid, laag debiet). Daaruit volgt een oordeel 'matig' van de huidige vindbaarheid. Doormiddel van het vernauwen van de

uitstroomopening zal de lokstroom beter vindbaar worden. Ook het debiet door de vispassage wordt verhoogd door aanpassing van de inlaatdrempel.

### Passeerbaarheid

Met betrekking tot de vispasseerbaarheid blijkt uit de inspectie dat het verval bij 7 drempels hoger is dan 20 cm. Hiervoor worden zwerfstenen in de bekkens b2, b3, b7, b8, b9, b10 en b14 geplaatst. Verder is de turbulentie in twee bekkens te hoog. Dit is een gevolg van aanzanding. Doormiddel van baggeren zal het volume vergroot worden en de turbulentie verlaagd. Hierdoor wordt een goede passeerbaarheid voor salmoniden behaald. Begeleiding door een vismigratiedeskundige wordt geadviseerd om ter plaatse te kunnen besluiten hoe/waar de stenen geplaatst/verplaatst moeten worden.

## 5.3 Belfeld

Aspect	Huidige beoordeling	Oordeel na uitvoering verbetermaatrel
Vindbaarheid	Voldoende (zwakke lokstroom, laag debiet)	Goed (lokstroom sterker en meer geconcentreerd, hoger debiet)
Passeerbaarheid	Matig (te grote vervallen bij diverse drempels)	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers) > stroombeeld rustiger door baggeren, vervallen drempels gelijkmatiger

### Vindbaarheid

Uit de inspectie volgt dat de lokstroom relatief zwak is (lage stroomsnelheid, laag debiet). Uit het onderzoek van de stroomopwaartse migratie van volwassen salmoniden in de periode 2009 - 2019 blijkt dat de vispassage wel door 88% van de gemerkte zalmen gevonden werd [17.]. Daaruit volgt een 'voldoende' oordeel van de huidige vindbaarheid. Door het ophogen van de landtong en vernauwen van de uitstroomopening zal de lokstroom nog beter vindbaar worden en ook bij hogere Maas afvoeren beter vindbaar zijn. Ook het debiet door de vispassage wordt verhoogd door toevoeging van een verticaal slot bij de instroom.

### Passeerbaarheid

Met betrekking tot de vispasseerbaarheid blijkt uit de inspectie dat het verval bij diverse drempels hoger is dan 20 cm. Door het (her)plaatsen van zwerfstenen in de bekkens b1, b2, b6, b8, b9, b10, b12 en b13 naar het midden van de betreffende bekkens wordt het verval tot maximaal 0,2 m begrensd. Doormiddel van baggeren zal het volume vergroot worden en de turbulentie verlaagd. Hierdoor wordt een goede passeerbaarheid voor salmoniden behaald. Begeleiding door een vismigratiedeskundige wordt geadviseerd om ter plaatse te kunnen besluiten hoe/waar de stenen geplaatst/verplaatst moeten worden.

## 5.4 Roermond

Aspect	Huidige beoordeling	Oordeel na uitvoering verbetermaatrel
Vindbaarheid	Voldoende (zwakke lokstroom)	Goed (lokstroom meer geconcentreerd)
Passeerbaarheid	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers), m.u.v. enkele bekkens met een te groot verval en/of een te turbulent stroombeeld	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers)

### Vindbaarheid

Uit de inspectie volgt dat de lokstroom relatief zwak is (lage stroomsnelheid). Uit het onderzoek stroomopwaartse migratie van volwassen salmoniden in de periode 2009 - 2019 blijkt dat de vispassage

Roermond wel goed vindbaar is. Van de gemerkte zalmen zijn 90% in de vispassage gedetecteerd [17.]. Daaruit volgt een 'voldoende' oordeel van de huidige vindbaarheid. Door het vernauwen van de uitstroomopening zal de lokstroom nog beter vindbaar worden en ook bij hogere Maas afvoeren beter vindbaar zijn.

### Passeerbaarheid

Door het (her)plaatsen van zwerfstenen in de bekkens b4, b7 en b8 naar het midden van de betreffende bekkens wordt het verval tot maximaal 0,2 m begrensd. Het stroombeeld zal rustiger worden tussen de eerste drempels, die verlegd worden. Hierdoor wordt een goede passeerbaarheid voor salmoniden behaald.

## 5.5 Borgharen

Aspect	Huidige beoordeling	Oordeel na uitvoering verbetermaatrel
Vindbaarheid	Nader te beoordelen	Potentieel verbetering met aangepast stuwbeheer en/of aanpassingen monding
Passeerbaarheid	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers), m.u.v. enkele bekkens met een te groot verval	Goed voor het ontwerp-doelbereik (sterkere zwemmers)

### Vindbaarheid

De monding van de vispassage is recent aangepast. De effecten van deze aanpassing zijn nog niet duidelijk en daarmee is de overall beoordeling van de vindbaarheid is nog niet compleet. Enerzijds zijn de fysieke condities goed voor de vindbaarheid voor sterke zwemmers (debiet en locatie lokstroom), anderzijds is het stroombeeld van de aangepaste monding nog niet goed beoordeeld. Voor Borgharen is hieruit geconcludeerd om geen fysieke verbetermaatregelen uit te voeren aan de monding van de vispassage. Advies is om de geplande CFD modellering af te wachten en een nadere beoordeling te doen van het stroombeeld bij een lage rivierafvoer. Als hier verbetermaatregelen uit volgen, dan zijn die naar verwachting kleinschalig van aard (aanpassen stuwbeheer en/of oppervlak monding) en kunnen deze naar verwachting als onderdeel van het uit te voeren groot onderhoud worden meegenomen.

### Passeerbaarheid

De huidige toestand van de vispassage Borgharen kan vanuit het oogpunt passeerbaarheid als goed beschreven worden. Hierbij is het uitgangspunt een verval van maximaal 20 cm per drempel en een goede passeerbaarheid voor lange afstand migranten zoals de Atlantische zalm. De bekkens zijn voldoende groot. De drempels verkeren in goede staat. Met uitzondering van drie drempels wordt het verval van maximaal 20 cm behaald\*. Doormiddel van een aanpassing van enkele bekkens (zwerfstenen plaatsen) kan het verval over de gehele passage aan de eerder geformuleerde eis (maximaal 20 cm verval) voldoen. Hierdoor wordt een goede passeerbaarheid voor salmoniden behaald. Daarnaast is het verplaatsen van de stoorstenen voorzien om de passeerbaarheid van de vertical slots en het stroombeeld te verbeteren. Begeleiding door een vismigratiedeskundige wordt geadviseerd om ter plaatse te kunnen besluiten hoe/waar de stenen geplaatst/verplaatst moeten worden.

\*Bij de uitgevoerde inspecties was het benedenstroomse deel van de drempels verdronken. Aanbeveling is om rekening te houden met plaatsing van meer zwerfstenen en een extra vervalmeting te doen in de zomermaanden bij een lage rivierafvoer.

## 6 Conditionering en effectbeoordeling

### 6.1 Kabels en leidingen

Voor de locaties Belfeld, Sambeek, Grave, Roermond en Borgharen geldt dat geen graafwerk onder de aanleghoogte van de bodem voorzien is. Het baggeren van de bekkens bij Belfeld en Sambeek betreft alleen de sliblaag boven de (met bodembescherming afgedekte) ontwerpbodem.

Een specifiek aandachtspunt is de aanleg van de duiker naast het inlaatwerk bij Belfeld. Uit de KLIC informatie volgt dat hier een KPN telecommunicatielijns aanwezig is in de zone van de te realiseren duiker. Deze zal in de grond liggen, niet ter plaatse van de te realiseren duiker. Uitgangspunt is dat verleggen niet nodig is. Wel vraagt dit beheersmaatregelen bij uitvoering.

De KLIC informatie per locatie is gerapporteerd in aparte memo's [15.].

### 6.2 Eigendomssituatie

Voor de locaties Belfeld, Sambeek, Grave, Borgharen en Roermond geldt dat alle werkzaamheden binnen het huidige ruimtebeslag van de vispassages plaatsvinden. Aankoop van gronden is niet aan de orde.

### 6.3 Niet gesprongen explosieven

De beschouwde vispassages zijn aangelegd in de na oorlogse periode. De grond rond de vispassages is daarbij reeds ontgraven en geroerd. Hierdoor is het niet aannemelijk dat er alsnog niet gesprongen explosieven aanwezig zijn in de bovenlaag waar de werkzaamheden voorzien zijn. Daarom is geen nader onderzoek gedaan naar niet gesprongen explosieven.

### 6.4 Archeologie en cultuurhistorie

De beschouwde vispassages zijn aangelegd in de na oorlogse periode. De grond rond de vispassages is daarbij reeds ontgraven en geroerd waardoor het niet aannemelijk is dat er beheersmaatregelen t.a.v. archeologie en cultuurhistorie nodig zijn voor de werkzaamheden.

### 6.5 Ecologie

Er is bureauonderzoek uitgevoerd naar de Flora en Fauna bij de bestaande vispassages [16.]. Hierbij zijn per locatie onder andere beschouwd:

- Relatie werkzaamheden met stikstofwetgeving (Natura 2000 gebied).
- Voorkomen beschermde soorten.
- Relatie werkzaamheden met beschermde houtopstanden en effecten op Natuurnetwerk Nederland.

Specifieke aandachtspunten zijn in de quickscans per locatie benoemd, die verwerkt moeten worden bij het opstellen van een ecologisch werkprotocol door de opdrachtnemer. Dit zijn onder andere:

- Rekening houden met broedseizoenen van soorten die in het gebied aanwezig kunnen zijn.
- Rekening houden met de trekperiode van vissen.
- Mitigerende of compenserende maatregelen voor de bever waar deze aanwezig is (onder andere bij Borgharen en Roermond).

### 6.6 Rivierkundige effectbeoordeling

Een rivierkundige berekening wordt uitgevoerd met de software WAQUA of D-Hydro. Via de Baseline tool wordt het riviersysteem benaderd door het toekennen van bodemhoogtes, ruwheiden, stromingsvlakken

en energieverlies kenmerken. Deze kenmerken kunnen allemaal heel precies worden geschematiseerd in Baseline. De Baseline schematisatie wordt daarna omgezet naar bruikbare input voor de WAQUA of D-Hydro software. Bij deze conversie wordt de precieze Baseline schematisatie geprojecteerd op 20x20 m rekenrooster voor WAQUA of D-Hydro. Door deze grove rekencellen zijn kleine aanpassingen in de Baseline schematisatie niet terug te vinden in de rekencellen van WAQUA of D-Hydro, en heeft dit geen representatieve effecten op de rivierkundige uitkomsten.

Uit een kwalitatieve beschouwing van de voorziene maatregelen bij Grave, Sambeek, Belfeld, Borgharen en Roermond volgt:

De aanpassingen hebben verwaarloosbare rivierkundige impact doordat:

- De aanpassingen klein zijn en niet boven het huidig omliggende maaiveld komen.
- Veranderingen in debietonttrekking zijn  $<1 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Het onderhoud aan de smalle in- en uitstroomopeningen heeft geen invloed op scheepvaart, aangezien de vispassages aan de stuwkant liggen. Deze stuwkant ligt gescheiden van de sluisen en daarmee dus ook van de vaarweg.
- Aanpassingen zijn zo klein dat deze niet herleidbaar zullen zijn op het rekenrooster.
- De verhoging van de landtong bij Belfeld gebeurt aan de benedenstroomse zijde van de stuw, dus eventuele kleine opstuwing zal niet verder reiken dan de stuw.

## 7 Kostenraming

### 7.1 Resultaten

Er is een deterministische SSK kostenraming opgesteld waarin de voorziene maatregelen zijn afgeprijsd. Ten behoeve van het totaaloverzicht worden hier ook de geraamde kosten van de verbetering van de andere bestaande vispassages weergegeven. De ontwerpmaatregelen voor deze vispassages zijn in aparte ontwerpnota's opgenomen. De SSK raming is in Bijlage 1 opgenomen en hieronder samengevat.

Managementoverzicht SSK-2018						
Prijspeil 01-01-2025						
Object	Geactiveerd	Investeringskosten (rekenhorizon 2 jaar, reële kosten)			Totaal	
		Voorziene kosten	Risicoreservering			
Deelraming 1.Linne - Linne	JA	€ 3.414.458	€ 155.148	€	€	3.569.606
Deelraming 2.Lith - Lith	JA	€ 3.470.332	€ 163.511	€	€	3.633.843
Deelraming 3.Belfeld - Belfeld	JA	€ 838.892	€ 39.526	€	€	878.417
Deelraming 4.Sambeek - Sambeek	JA	€ 585.122	€ 27.569	€	€	612.691
Deelraming 5.Grave - Grave	JA	€ 56.004	€ 2.639	€	€	58.642
Deelraming 6.Roermond - Roermond	JA	€ 371.280	€ 17.494	€	€	388.774
Deelraming 7.Borgharen - Borgharen	JA	€ 89.969	€ 4.239	€	€	94.208
Objectoverstijgende risicoreservering incl. verschuiving	JA		€ 1.323.752	€	€	1.323.752
<b>Kosten incl. BTW</b>		<b>€ 8.826.056</b>	<b>€ 1.733.878</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>10.559.934</b>

### 7.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij het opstellen van de raming:

- Werkzaamheden kunnen overdag plaatsvinden op normale werkdagen.
- De complete scope wordt in één contract op de markt gebracht.
- Er zijn geen kosten opgenomen voor eventuele huur van gronden t.b.v. depot- of bouwplaatsruimte. Uitgangspunt is dat voor depot- of bouwplaatsruimte gebruik kan worden gemaakt van gronden/oppervlaktes in de nabije omgeving die in eigendom zijn van opdrachtgever. Er is tevens gerekend met tijdelijk opslaan van materialen in beunbakken / dekschuiten.
- Vrijgekomen grond is schoon en kan waar nodig hergebruikt worden. Dit betreft een aanneme die in volgende fasen door middel van nader onderzoek getoetst dient te worden. Eventueel aantreffen van verontreinigde grond (en/of asbest) is onderdeel van de risicoreservering. Zie benoemde risico.
- Ten aanzien van archeologie en OO is aangenomen dat het gebied niet verdacht is. Bij Linne geldt wel een verdachte situatie t.a.v. OO.
- Kosten voor onderzoek is opgenomen in de engineeringkosten en kosten voor beperkte mitigerende maatregelen zijn procentueel ingeschat en opgenomen in de overige bijkomende kosten. Eventuele aanvullende kosten bovenop de reserveringen zijn onderdeel van de risicoreservering.
- Ten aanzien van ecologie is aangenomen dat het gebied geen bijzondere flora en fauna bevat. Kosten voor onderzoek is opgenomen in de engineeringkosten en kosten voor beperkte mitigerende maatregelen zijn procentueel ingeschat en opgenomen in de overige bijkomende kosten. Eventuele aanvullende kosten bovenop de reserveringen zijn onderdeel van de risicoreservering.

- De ondergrond is vrij van obstakels zoals stobben, overige mogelijke obstakels. Kabels en leidingen zijn geïnventariseerd. Het lokaliseren en beschermende maatregelen zijn onderdeel van de post Nader te Detailleren. (eventuele schade is onderdeel risicoreservering).
- Ten aanzien van vrijgekomen materialen bij schuifconstructies is uitgegaan dat deze geen asbest bevatten. Kosten voor onderzoek is opgenomen in de engineeringkosten. Eventuele aanvullende kosten bovenop de reserveringen zijn onderdeel van de risicoreservering.
- Afmetingen van constructies zoals damwanden en beton zijn geschat. Er zijn nog geen constructieve berekeningen uitgevoerd. In de vervolgfase zal dit verder uitgewerkt worden.
- Er is niet uitgegaan van emissie loos of emissiearm materieel.
- Voor duurzaamheid is in de overige bijkomende kosten een reservering opgenomen van 2% over de voorziene bouwkosten.
- Overige Bijkomende Kosten: als procentuele posten geraamd.
- Risicoreserveringen, deels benoemde risico's en als procentuele posten.

### 7.3 Toeslagen

De volgende toeslagen zijn gehanteerd:

#### Nader te detailleren

- Hoeknaalden in damwanden, slotverklikkers
- Opschonen werkterrein
- Graven proefsleuven kabels en leidingen
- Veiligheidsvoorzieningen op land en water
- Verwijderen en terugplaatsen van afrasteringen / hekken
- Klein aanvullend grondwerk / herstellen / aansluiten op bestaand
- Overige onderdelen/werkzaamheden van kleine aard
- inzet klein materieel op lastige locaties (bobcat)
- monitoring hoogwater, monitoring tijdelijke dammen
- schoonmaken her te gebruiken waterbouwsteen
- maatregelen uitvoeren onder bestaande bruggen nader uitwerken
- verkeersmaatregelen bouwplaats / openbaar
- drooghouden bouwkuip

#### Eenmalige kosten

- Aan-/afvoerkosten materieel.
- Keuringen ten aanzien van grondwerk.
- Keuringen ten aanzien van materieel.
- Opnames nul- en eindmetingen.
- Inrichting depots.

#### Algemene bouwplaatskosten

- Bouwketen.
- Tijdelijke bouwhekken en poorten.
- Bouwaansluitingen.
- Keet/kantoorinventarisatie.
- Containers.
- Werkloodsen, opslagloodsen en algemene werkplekken.

#### Uitvoeringskosten

- Stafkosten opdrachtnemer vanaf de bouwfase.
- Uitvoerderskosten.

- Monitoring (indien nodig).
- Maatvoering.

## 7.4 Opgenomen risico's

In de deterministische raming zijn de volgende risico's opgenomen:

- Niet benoemde risico's bouwkosten (5%) t.o.v. voorziene bouwkosten
- Risicoreservering engineeringskosten (5%) t.o.v. voorziene engineeringskosten
- Objectoverstijgende risicoreservering investeringskosten
  - o Tijdens de werkzaamheden is er sprake van Hoog Water (gevolg: materieel valt stil, en moet verkast worden, depot opruimen, mogelijk herstel van gerealiseerd werk)
  - o Aantreffen bodemverontreiniging in te verwijderen grond (kwaliteit boven norm) (gevolg: grond als NT afvoeren en verwerken, hergebruik op locatie niet meer mogelijk, dus leverantie)
  - o Eisen t.a.v. veiligheid worden niet opgevolgd (gevolg: boete en extra toezicht)
  - o Obstakels in ondergrond (gevolg: heiwerkzaamheden vertragen, zwaarder trilblok, ...)
  - o Afdammingen bovenstrooms / bouwkuip niet waterdicht (gevolg dichtmaken lekgaten, extra monitoring inzetten)
  - o Benedenstroomse panden kunnen niet droog gezet worden; bemalinginstallatie ontoereikend, grond is doorlatend
  - o Compenserende maatregelen nodig in kader van PAS: toepassen emissieloos materieel
  - o Schade aan kabels en leidingen
  - o Beperkingen vanuit ecologie (gevolg: stagnatie, inefficiënt werken, mitigerende maatregelen)
  - o Beverburchten compenseren: nieuw kunstmatige burchten realiseren

## 8 Referenties

- [1.] RHDHV, 2024 – Inspectierapport vispassage Grave
- [2.] RHDHV, 2024a – Inspectierapport vispassage Sambeek
- [3.] RHDHV, 2024b – Inspectierapport vispassage Belfeld
- [4.] RHDHV, 2024c – Inspectierapport vispassage Roermond
- [5.] RHDHV, 2024d – Inspectierapport vispassage Borgharen
- [6.] RHDHV, 2024e – Inspectierapport vispassage Linne
- [7.] RHDHV, 2024f – Inspectierapport vispassage Lith
- [8.] RHDHV, 2021 - Handreiking voor de bepaling van de technisch-hydraulische streefwaarden van vispassages
- [9.] Boorsma BV, 2010 –Uitvoeringsrapport aanpassingen vispassage Sambeek
- [10.] Actueel Hoogtebestand Nederland, 2024 – AHN viewer
- [11.] ATKB, 2014 - De vispassages op de Maas, historisch overzicht, uitgevoerde monitoring en huidige status
- [12.] RHDHV, 2024g - Verbeteren bestaande vispassages Maas en nieuwe vispassage Lith - Verkenning oplossingen
- [13.] RHDHV, 2024h – Risicodossier
- [14.] Cyclomedia, 2023 – Uitstroom vispassage Grave. Geraadpleegd op 13-11-2024
- [15.] RHDHV, 2024i – Memo's bureauonderzoek kabels en leidingen bestaande vistrappen (104-103)
- [16.] RHDHV, 2024j – Memo's Quickscan natuur vispassages (104-104)
- [17.] F.T. Vriese, J. Hop, B. Reeze, M. de la Haye, N. van Kessel, M. Clause, A. van Winden, 29-09 2021, Stromend habitat en connectiviteit in de Maas
- [18.] M.C. de Lange & J.C.A. Merckx, Oktober, 2007, Vismigratie via de vispassage bij Grave, voorjaar 2007
- [19.] Deltars, december 2024 - Quantifying the Findability of Fishways by Computational Fluid Dynamics, referentie Projectplan - SITO Programmasubsidie IenW 2024 WvH 01 2024 - Rivierkundig onderzoek

## Bijlage 1 – SSK kostenraming

## Bijlage 2 – Technische tekeningen