



# WSAM ROK ITA - vispassage Gulden Aa

Ontwerpnota

**15 maart 2022**

**Kenmerk** R001-1281019WFR-V01-mdg-NL

## Verantwoording

<b>Titel</b>	WSAM ROK ITA - vispassage Gulden Aa
<b>Opdrachtgever</b>	Waterschap Aa en Maas
<b>Projectleider</b>	Jeroen Gmelig Meyling
<b>Auteur(s)</b>	Chris Frederiks
<b>Tweede lezer</b>	-
<b>Projectnummer</b>	1281019
<b>Aantal pagina's</b>	10
<b>Datum</b>	15 maart 2022
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

TAUW bv  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
T +31 57 06 99 91 1  
E [info.deventer@tauw.com](mailto:info.deventer@tauw.com)

## Inhoud

1	Inleiding .....	4
1.1	Achtergrond project.....	4
1.2	Situatie .....	4
2	Algemene zaken.....	7
2.1	Onderzoeken en vergunningen.....	7
2.1.1	Uitgevoerde onderzoeken.....	7
2.1.2	Vergunningen.....	7
2.2	Raakvlakken.....	7
2.2.1	Kabels en leidingen.....	7
3	Ontwerp Vispassage .....	8
3.1	Basis voor het ontwerp.....	8
3.2	Definitief ontwerp .....	9
Bijlage 1	Notitie Verkenning en principe-ontwerp	
Bijlage 2	Notitie Nadere hydrologische toetsing	
Bijlage 3	Definitief ontwerp vispassage	

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond project

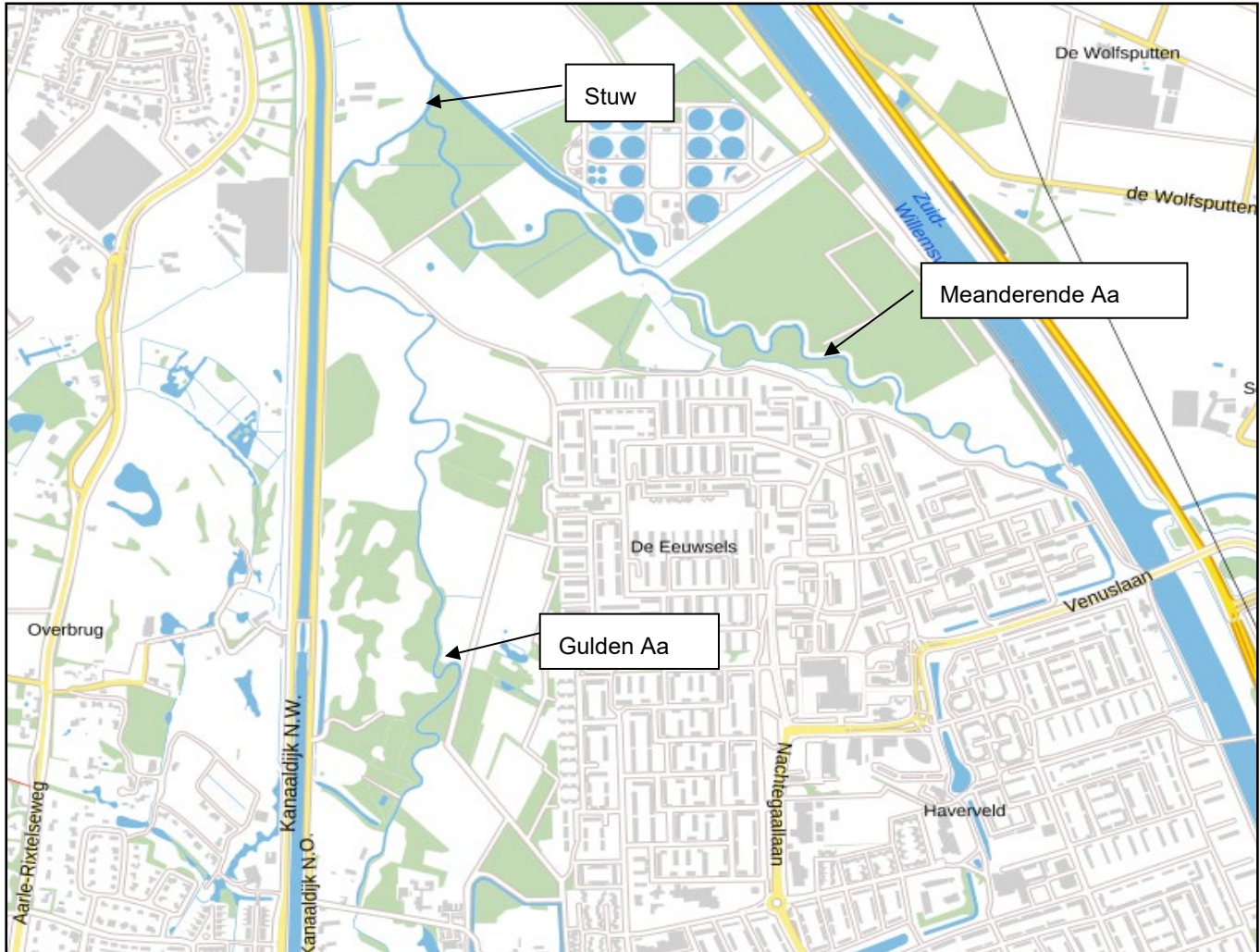
Eén van de taken van waterschap Aa en Maas is werken aan een gezond en natuurlijk watersysteem. Het waterschap wil voldoen aan de eisen die de Europese Kaderrichtlijn Water stelt, door maatregelen te treffen om de ecologische kwaliteit van wateren te vergroten. Eén van die maatregelen is het herstellen van vismigratieroutes. Met name stuwen en gemalen vormen een onneembare barrière voor vissen die stroomopwaarts willen trekken. Om leefgebieden te ontsnipperen en vispopulaties weer met elkaar in contact te brengen, maakt het waterschap deze waterbouwkundige objecten weer vispasseerbaar. Ook de stuw in de Gulden Aa nabij Helmond vormt in de huidige situatie een obstakel voor vissen.

Waterschap Aa en Maas heeft TAUW opdracht gegeven voor het opstellen van het ontwerp op DO-niveau van de vispassage in de Gulden Aa. Om tot een goed ontwerp te komen is eerst een verkenning uitgevoerd, waaruit een principe-ontwerp uit is afgeleid. Het principe-ontwerp is gebruikt als basis voor de conceptversie van het definitieve ontwerp. De concept versie is met het waterschap besproken. De opmerkingen vanuit deze bespreking zijn verwerkt in de definitieve versie van het DO, zoals bij deze notitie bijgevoegd. Onderhavige notitie vormt een onderbouwing van het ontwerp.

### 1.2 Situatie

De Gulden Aa loopt door het natuurgebied de Bundertjes ten noorden van Helmond. In het noorden van het gebied komt de Gulden Aa samen met de Meanderende Aa om vervolgens uit te komen in de Zuid-Willemsvaart. De Gulden Aa heeft zijn oorspronkelijke loop op het gedeelte direct langs de Kanaaldijk na. Figuur 1.2 geeft de ligging van de stuw en de Gulden Aa weer.





*Figuur 1.2 Ligging stuw, Gulden Aa en meanderende Aa*

Stroomafwaarts van de samenkomst van de Gulden Aa met de Meanderende Aa ligt de huidige stuw. Na de stuw monden de samengekomen beken uit in de watergang afkomstig van de waterzuivering. De huidige stuw is een vaste, niet regelbare, stuw met sleuven waarin eventueel schotten geplaatst kunnen worden.

De percelen aan de westzijde van de stuw zijn privé eigendom van de aangrenzende bewoner. De percelen zijn in gebruik als weiland voor paarden. Het maaiveldniveau ligt lager dan het maaiveld aan de oostkant van de beek. De percelen aan de oostkant van de beek zijn in eigendom van de gemeente Helmond. Deze percelen zijn begroeid met bos en ruigte en er vindt extensieve begrazing plaats. De gemeente Helmond heeft aangegeven deze begroeiing te willen behouden, waardoor een oplossing voor het vispasseerbaar maken van stuw binnen het huidige profiel moet plaatsvinden.

**Kenmerk** R001-1281019WFR-V01-mdg-NL

De stuw is 10 m breed. De beek is hier opzettelijk verbreed tot 12 m breed. De rest van de watergang stroomopwaarts is (op basis van de ingemeten profielen WSAM) 6,8 m breed en (maximaal) 1,15 m diep. Benedenstrooms is de waterloop 6,2 m breed en (maximaal) 0,72 cm diep.

## 2 Algemene zaken

### 2.1 Onderzoeken en vergunningen

#### 2.1.1 Uitgevoerde onderzoeken

Voor het ontwerp van de vispassage is het volgende uitgevoerd:

- Inmeting van het terrein en waterbodem

#### 2.1.2 Vergunningen

Voor het ontwerp is geen inventarisatie van de vergunningen uitgevoerd.

### 2.2 Raakvlakken

Hieronder volgen de raakvlakken voor zover deze nog niet in de verkenning en het principe-ontwerp zijn meegenomen.

#### 2.2.1 Kabels en leidingen

Op de locatie zijn geen conflicterende kabels en leidingen.

## 3 Ontwerp Vispassage

### 3.1 Basis voor het ontwerp

De basis voor het ontwerp is het principe-ontwerp zoals dat is voortgekomen uit de verkenning. De verkenning is gerapporteerd en bijgevoegd in bijlage 1.

Hieronder staat het principe-ontwerp samengevat:

De vispassage wordt in de hoofdloop gerealiseerd, waarbij de bestaande stuw wordt verwijderd. Onderstaande figuur geeft een impressie van de inpassing van de vispassage, uitgaande van een totale lengte van ruim 40 m.



*Figuur 3.1 Inpassing van de vispassage ter plaatse van de stuw*

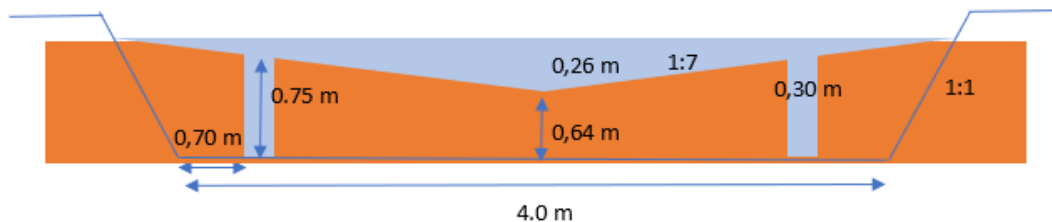
Aan weerszijden van de schotten wordt stortsteen aangebracht voor een geleidelijk verloop van de bodem. De oever is zo natuurlijk mogelijk. Voorkomen moet worden dat de oever uitschuurt als gevolg van erosie. De oever ter plaatse van de overlaten wordt bij voorkeur vastgelegd met grote stenen (circa 5-10 cm sortering of groter) in een helling van circa 1:1. Indien dit niet mogelijk is, kan de oever worden verstevigd door plaatsing van een of meerdere grote stenen (bijvoorbeeld 20-30 cm sortering) en dood hout (grote boomstronken/met wortels). Idealiter zorgt het dood hout nog voor extra verruwing in het stromende water.



Aan de boven- en benedenstroomse zijde van de vertical slots worden grote stoorstenen (40-50 cm) aangebracht op circa 50 cm afstand van de slots.

Dood hout in de bekkens kan worden aangebracht als takkenbundels, stronken met wortels of als boomstammen. De takkenbundels worden geplaatst in de luwere delen van de bekkens en dragen bij als beschutting voor vis en macrofauna. Het vastleggen van de houtige structuren is van belang om wegstromen te voorkomen.

Bovenstaande uitgangspunten zijn vertaald naar het principe-ontwerp van een schot, zoals in figuur 3.2 is weergegeven.



Figuur 3.2 Vooraanzicht schot (met uitgangspunten, niet op schaal)

### 3.2 Definitief ontwerp

Het definitief ontwerp is in conceptvorm opgesteld en beoordeeld door het waterschap. Vanuit het ontwerpproces zijn door TAUW ook nog enkele vragen gesteld aan het waterschap. Hieronder staan de onderwerpen samengevat met de bijbehorende reactie:

- **Functioneren vispassage**

In de verkenning wordt uitgegaan van een ontwerpdebiet van 1,0 m<sup>3</sup> per seconde. Hoe functioneert de vispassage bij een debiet in de range van 0,5-1,6 m<sup>3</sup> per seconde?

De vispassage werkt in principe bij alle debieten in de range 0,5-1,6 kuub per seconde. De vispassage werkt optimaal op momenten dat zowel het aanwezige debiet groter is dan 0,9 m<sup>3</sup>/s en het peilverschil maximaal 0,40 m bedraagt. Het is niet exact te zeggen wat de effectiviteit is als het debiet toeneemt of afneemt. Bij een toename van het debiet zal ook de waterstand benedenstrooms enigszins stijgen en dus het verval nagenoeg gelijk blijven. Naar verwachting zal de vispassage bij toenemende afvoeren wel wat opstuwen en er als gevolg daarvan een groter verval optreden. In deze situatie wordt het voor jonge vis en soorten met relatief beperkte zwemsnelheid, wat moeilijker zijn om de vispassage te passeren. Door de aan te brengen stoorobjecten zal een deel van dit effect te niet worden gedaan. Ook als de V-vormige bekkens wat verdronken raken zie je in de praktijk dat de vissen met geringere zwemcapaciteit juist dan optrekken. Conclusie: bij hoge debieten tot 1,6 kuub/s zal de vispassage minder goed, maar zeker wel passeerbaar zijn voor vis.

Bij lage afvoeren zal het merendeel van het water door de slots gaan. Die zijn zo ontworpen (dimensies, stoorobjecten) dat deze zowel voor goede zwemmers als voor de minder goede

zwemmers te passeren zijn. Ook hier is een terugval (ten opzichte van 0,9 kuub/s) in effectiviteit, maar deze is zodanig dat de vispassage voor de meeste soorten (en maten) passeerbaar blijft

- **Effect verschillende debieten op de waterpeilen, inclusief beschouwing afsluiting 1 enkel slot**

Het waterschap wil nader beschouwd hebben hoe waterstanden zich verhouden bij verschillende debieten en bij eventuele afsluiting van 1 van de 2 slots. Deze beschouwing moet inzicht geven in het bovenstroomse waterpeil bij lage afvoeren. Hiervoor heeft TAUW een nadere hydrologische toetsing uitgevoerd. De bijbehorende notitie hiervan is opgenomen in bijlage 2

- **Schotbalkspinningen**

Bij elk venster wordt een schotbalkspinning gerealiseerd, zodat de bekkens voor onderhoud kunnen worden drooggezet, voor zover er geen water over de V-overlaat stroomt. De spinningen worden circa 20 cm dieper in de bodem doorgezet, zodat naast het verkleinen van het doorstroomoppervlak van een venster door het bijplaatsen van schotbalken, ook het doorstroomoppervlak kan worden vergroot door bodemmateriaal en schotbalken te verwijderen ter plaatse van de slots. Op deze wijze is de vispassage voorbereid op toekomstige peil- en/of debietwijzigingen en kan de vispassage worden 'afgesteld'

- **Arbotechnische voorzieningen**

Arbotechnische voorzieningen voor beheer en onderhoud zijn niet nodig

- **Bereikbaarheid**

Een onderhoudspad is niet nodig

De opmerkingen zijn verwerkt in de definitieve versie van het DO, zoals opgenomen in bijlage 3.



**Kenmerk** R001-1281019WFR-V01-mdg-NL

## **Bijlage 1      Notitie Verkenning en principe-ontwerp**

# Ontwerpnotitie vispassage Gulden Aa

<b>Contactpersoon</b>	Pim de Kwaadsteniet
<b>Door</b>	Pim de Kwaadsteniet, Martin Kroes en Sanne Bink
<b>Datum</b>	22 juli 2021
<b>Kenmerk</b>	N001 1281019BSA V01

## 1 Inleiding

Eén van de taken van waterschap Aa en Maas is werken aan een gezond en natuurlijk watersysteem. Het waterschap wil voldoen aan de eisen die de Europese Kaderrichtlijn Water stelt, door maatregelen te treffen om de ecologische kwaliteit van wateren te vergroten. Eén van die maatregelen is het herstellen van vismigratieroutes. Met name stuwen en gemalen vormen een onneembare barrière voor vissen die stroomopwaarts willen trekken. Om leefgebieden te ontsnipperen en vispopulaties weer met elkaar in contact te brengen, maakt het waterschap deze waterbouwkundige objecten weer vispasseerbaar. Ook de stuw in de Gulden Aa vormt in de huidige situatie een obstakel voor vissen. In hoofdstuk 3 van deze notitie wordt de keuze voor het type vispassage toegelicht. In hoofdstuk 4 worden de ontwerpkeuzes besproken en het ontwerp van de vispassage nader uitgewerkt.

## 2 Plangebied

De Gulden Aa loopt door het natuurgebied de Bundertjes ten noorden van Helmond. In het noorden van het gebied komt de Gulden Aa samen met de Meanderende Aa om vervolgens uit te komen in de Zuid-Willemsvaart. De Gulden Aa heeft zijn oorspronkelijke loop op het gedeelte direct langs de Kanaaldijk na. Figuur 2.1 geeft de ligging van de stuw en de Gulden Aa weer.



Figuur 2.1 Ligging stuw, Gulden Aa en meanderende Aa

Stroomafwaarts van de samenkomst van de Gulden Aa met de Meanderende Aa ligt de huidige stuw. Na de stuw monden de samengekomen beken uit in de watergang afkomstig van de waterzuivering (zie figuur 2.2). De huidige stuw is een vaste, niet regelbare, stuw met sleuven waarin eventueel schotten geplaatst kunnen worden.





*Figuur 2.2 Luchtfoto van de situatie; in het rode kader ligt de stuw in de Gulden Aa*

De percelen aan de westzijde van de stuw zijn privé eigendom van de aangrenzende bewoner. De percelen zijn in gebruik als weiland voor paarden. Het maaiveldniveau ligt lager dan het maaiveld aan de oostkant van de beek. De percelen aan de oostkant van de beek zijn in eigendom van de gemeente Helmond. Deze percelen zijn begroeid met bos en ruigte en er vindt extensieve begrazing plaats. De gemeente Helmond heeft aangegeven deze begroeiing te willen behouden, waardoor een oplossing voor het vispasseerbaar maken van stuw binnen het huidige profiel moet plaatsvinden.



*Figuur 2.3 Impressie van de stuw en waterloop. Links boven de stuw, rechtsboven zicht op de stuw en de samenvloeiing van de beide beeklopen; linksonder zicht op de Meanderende Aa; rechtsonder de Gulden Aa.*

De drempelhoogte van de stuw is 13,58 m +NAP en de breedte van drempel is 9,97 m. In februari 2021 was het gemeten peil bovenstrooms van de stuw 13.65-13.70 m +NAP en benedenstrooms circa 13,40-13,45 m +NAP. Het hoogteverschil dat door de vispassage moet worden overbrugd is 25 – 40 cm. In het veld werd een drempelhoogte van ongeveer 40 cm geconstateerd. Deze hoogte wordt gehanteerd als ontwerphoogte.

De afvoer die de stuw krijgt te verwerken is afkomstig van de Hermeanderende Aa en de Gulden Aa. De hermeanderende Aa heeft een debiet tussen de 0,35 en de 0,70 m<sup>3</sup>/s. De Gulden Aa heeft nu nog een debiet van circa 0,10-0,30 m<sup>3</sup>/s, maar dit kan in de toekomst oplopen tot wel 1,0 m<sup>3</sup>/s in een pieksituatie en 0,5 m<sup>3</sup>/s als normale afvoer.

De huidige afvoer ter plaatse van de stuw is momenteel 0,45 – 1,00 m<sup>3</sup>/s. De toekomstige afvoer zal ongeveer 0,45 – 1,60 m<sup>3</sup>/s bedragen, waarbij 1,00 m<sup>3</sup>/s als maatgevend wordt beschouwd en 1,60 m<sup>3</sup>/s alleen incidenteel voorkomt als piekafvoer.

De stuw is 10 m breed. De beek is hier opzettelijk verbreed tot 12 m breed. De rest van de watergang stroomopwaarts is (op basis van de ingemeten profielen WSAM) 6,8 m breed en (maximaal) 1,15 m diep. Benedenstrooms is de waterloop 6,2 m breed en (maximaal) 0,72 m diep.

## 3 Vispassage

### 3.1 Doel en doelsoorten

Het doel van dit project is een vispassage ontwerpen om de stuw vispasseerbaar te maken, zodat bodem- en vrij zwemmende vissen, zoals winde, kopvoorn, biermpje en kleine modderkruiper, kunnen migreren tussen de Gulden Aa, de Meanderende Aa en de benedenstroomse gebieden.

### 3.2 Randvoorwaarden

Hieronder zijn de randvoorwaarden opgenomen die gelden voor de vispassage:

- De oplossing voor het vispasseerbaar maken van de stuw moet in het huidige profiel plaatsvinden. Er dient te worden uitgegaan van de huidige breedte van de watergang.
- De maximale stroomsnelheid is 0,8 m/s, met zones van maximaal 0,4 m/s.
- De maximale turbulentie is 100 W/m<sup>3</sup> (voor snoek)

### 3.3 Type vispassage

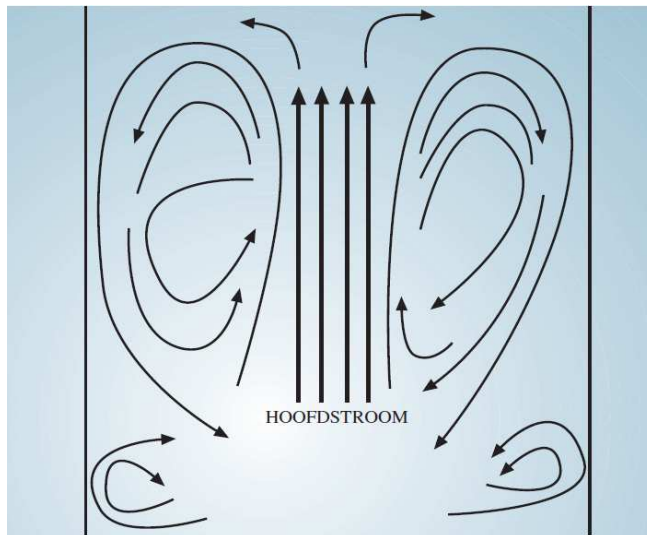
Voor een vispassage met de bovenstaande randvoorwaarden zijn de volgende drie oplossingsrichtingen voorhanden:

- Bekken/cascade vispassage
- Vertical slot vispassage
- Bekken en vertical slot vispassages gecombineerd

#### 3.3.1 Bekken/cascade vispassage

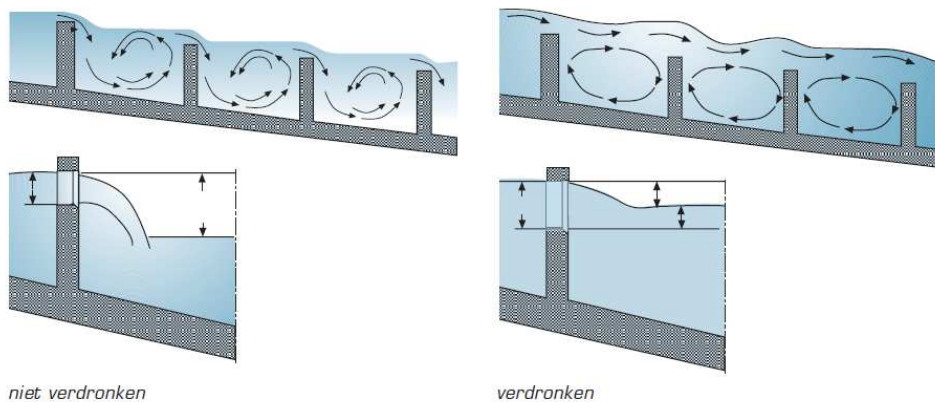
Een bekken- of cascadevispassage bestaat uit bekkens die van elkaar worden gescheiden door overlaten of schotten. Het oorspronkelijke hoogteverschil wordt verdeeld over het aantal bekkens, die voor de vis elk afzonderlijk zijn te nemen (Vismigratie handboek, 2005). Dit type vispassage wordt o.a. toegepast in stromende wateren, indien natuurlijke of semi-natuurlijke oplossingen niet mogelijk zijn.

Een bekkenpassage kan uitgevoerd worden met V-vormige overlaten. De bekkens in de passage worden dan gescheiden door V-vormige overlaten waar het water overheen stroomt. Dit type overlaten blijkt beter te voldoen dan rechte overlaten. De V-vorm zorgt ervoor dat de stroomsnelheid over de overlaten laag genoeg en de waterhoogte hoog genoeg blijft bij een variatie aan debieten. Daarnaast zorgt de V-vorm voor een hoofdstroom in de as van de vispassage. Links en rechts van de hoofdstroom vormen zich rustplekken, zoals tussen kribben in een rivier. Als er voldoende debiet aanwezig is, kan een verticale opening in de overlaten worden aangebracht. Wanneer houten overlaten gecombineerd worden met kleine en grote stenen, wordt de stroomdiversiteit vergroot en daarmee tevens de efficiëntie van de vispassage. In figuur 3.1 is een bovenaanzicht opgenomen van een bekkenpassage met V-vormige overlaten.



Figuur 3.1 Boveenaanzicht van een bekkenpassage met V-vormige overlaten.

V-vormige overlaten in een bekkenpassage zijn altijd voor een deel verdrongen en voor een deel niet. Het verdrongen deel dient zo groot mogelijk te zijn omdat dit de overlaat vormt. In figuur 3.2 is een zijaanzicht opgenomen van verdrongen en niet-verdrongen stromingskarakteristieken bij overlaten.



Figuur 3.2 Niet-verdrongen en verdrongen stromingskarakteristieken bij overlaten.

Aan dit type vispassage zijn een aantal voor- en nadelen verbonden. De voordelen zijn:

- Het creëert een gevarieerd stromingspatroon en rustplaatsen. De meeste vissoorten uit laaglandbeken kunnen hierdoor passeren.
- Bij zeer lage debieten blijft water in de bekkens aanwezig.
- Geschikt voor een grote variatie aan debieten.
- Geschikt voor hoofdstromen en nevengeulen.
- Waterpeil stroomopwaarts is gemakkelijk te handhaven.



**Kenmerk** N001 1281019BSA V01

- Het is een eenvoudige constructie met weinig onderhoud.
- Het oogt natuurlijk (zie figuur 3.3).



*Figuur 3.3 Voorbeelden van natuurlijk ogende bekkervispassages*

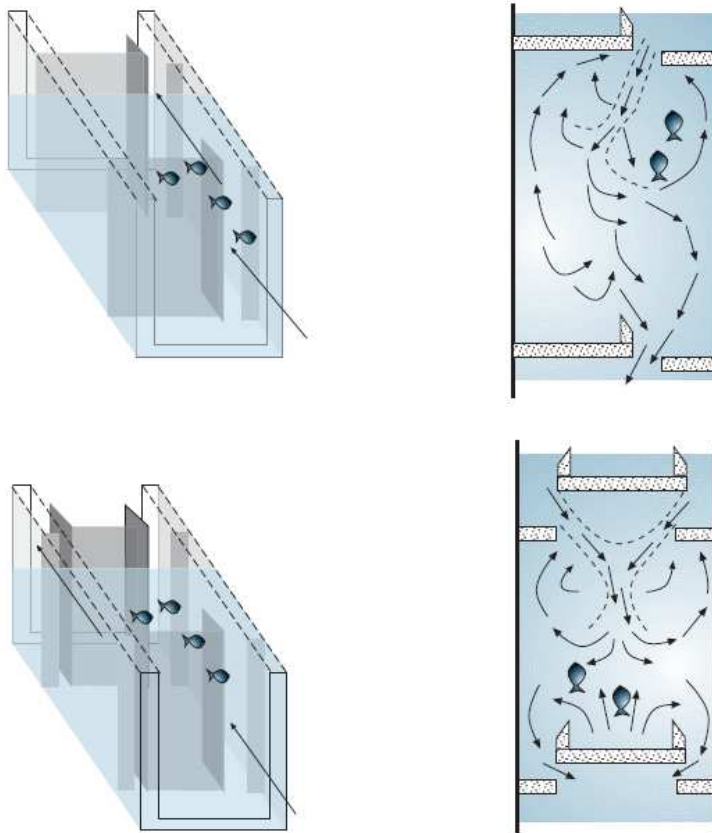
De nadelen van deze vispassage zijn:

- Bij een zeer laag debiet ontstaat er mogelijk een te lage overstorthoogte. Dit maakt dit type minder interessant bij grote peilschommelingen.
- Het hoogteverschil kan voor bepaalde bodemdieren en slechte zwemmers een hindernis blijven.
- De constructie wordt groter naarmate het hoogteverschil toeneemt.
- Bij de aanleg als bypass is er veel grondverzet nodig en veel grond af te voeren. Mogelijk dient verontreinigde grond gesaneerd te worden.
- Er kan turbulentie ontstaan als de rechte delen van de dwarsbalken overstromen.
- Dit type vraagt bij het ontwerp meer precisie dan bijvoorbeeld een nevengeul.

### **3.3.2 Vertical slot vispassage**

Een vertical slot vispassage bestaat uit bekkens die van elkaar zijn gescheiden door schotten. In elk schot bevindt zich een smalle, verticale opening vanaf de bodem tot aan de bovenzijde van het schot. Het vormt als het ware een hellend rechthoekig kanaal, waarbij het water via de verticale sleuven van bekken naar bekken stroomt. De schotten kunnen uitgevoerd worden met enkele vensters, dubbele vensters en onderwateropeningen. De vensterposten zijn voorzien van profielen om de stroming te beïnvloeden. In figuur 3.4 zijn bovenaanzichten weergegeven van het stroombeeld van een enkele en dubbele vertical slot vispassage.





*Figuur 3.4 Bovenaanzichten stroombeeld van een enkele en dubbele vertical slot vispassage*

Aan dit type vispassage zijn een aantal voor- en nadelen verbonden. De voordelen zijn:

- Dit type is weinig gevoelig voor peilfluctuaties. Het stromingspatroon in de bekken blijft gelijk en daarmee blijft de werking gehandhaafd.
- Het is geschikt voor een variatie aan debieten. Ook bij lage debieten is nog vismigratie mogelijk.
- Het neemt weinig ruimte in beslag omdat het bekkenoppervlak laag gehouden kan worden.
- Migratie van vis kan plaatsvinden over de gehele waterkolom. Alle grootte- en leeftijdclassen kunnen passeren op de diepte naar hun voorkeur.
- Er is weinig turbulente stroming. De stroomrichting voert vissen haast automatisch van bekken naar bekken.
- Er ontstaat een lokstroom over de gehele waterkolom. Hierdoor worden diep zwemmende vissen ook aangetrokken.

De nadelen van deze vispassage zijn:

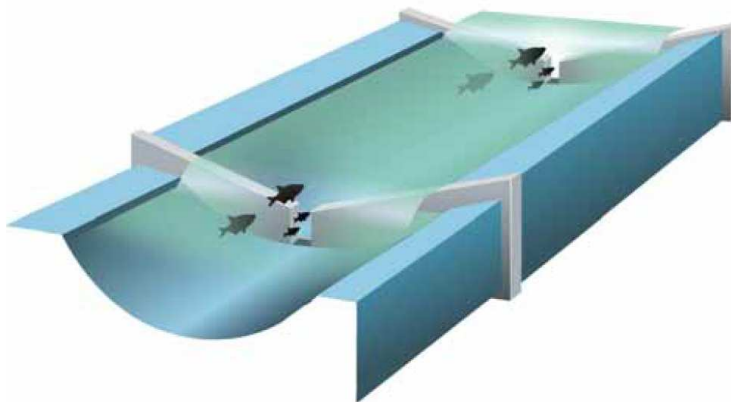
- De sleuven beperken de toepassing bij grotere debieten. Voor een groter ontwerpdebiet en grotere lokstroom wordt een combinatie met V-vormige overlaten aanbevolen.
- Bij zeer lage debieten kan de vistrap leeglopen.

Kenmerk N001 1281019BSA V01

- Bij sterk stijgende benedenwaterstanden neemt het verval per bekken af en vermindert de lokwerking.
- De constructie wordt groter naarmate het hoogteverschil toeneemt.
- Het oogt weinig natuurlijk, zelfs als de klassieke betonnen wanden worden vermeden.
- Er is een ondergrens aan de breedte van de sleuven. Sommige grotere soorten zoals zalm hebben moeite om smalle openingen te passeren. Bij het ontwerp dient hier rekening mee gehouden te worden.
- Dit type is gevoelig voor verstopping door drijfvuil. Mogelijk ontstaat er opstuwning, waardoor het verval naar het volgende bekken groter wordt en de stroomsnelheid in de opening zodanig toeneemt dat de optrek wordt belemmerd.
- Dit type vraagt bij het ontwerp meer precisie dan bijvoorbeeld een nevengeul.

### 3.3.3 Gecombineerde vispassage

Een combinatie van de V-vormige bekkentrap en een vertical slot vispassage is geschikt voor situaties waarin sprake is van sterke waterpeilwisselingen aan de stroomafwaartse zijde. Er wordt verwacht dat kleinere soorten profiteren van de combinatie van beide typen vispassages. In figuur 3.5 is een schets weergegeven van een combinatie van een V-vormige overlaat met vertical slots.



Figuur 3.5 Schets van een combinatie van een V-vormige overlaat met vertical slots.

De voordelen van deze vispassage zijn:

- Dit type is geschikt voor grote variatie aan debieten.
- Het oogt natuurlijk.
- Het is geschikt voor gebruik in de hoofdstroom en in een nevengeul (met het oog op een flexibel peilbeheer).
- Het waterpeil stroomopwaarts is gemakkelijk te handhaven.
- Het is een eenvoudige constructie met weinig onderhoud.
- Ook bij lage debieten is vismigratie mogelijk.
- Het is minder gevoelig voor peilfluctuaties dan bekkentrapen met V-vormige overlaten.
- Er ontstaat een lokstroom en migratie over de gehele waterkolom.
- Gebruik ervan is mogelijk bij grotere debieten (in vergelijking met vertical slot passage)

Kenmerk N001 1281019BSA V01

De nadelen van deze vispassage zijn:

- De constructie wordt groter naarmate het hoogteverschil toeneemt.
- Bij sterk stijgende benedenwaterstanden neemt het verval per bekken af en vermindert de lokwerking.
- Klassieke betonnen of stalen ontwerpen zijn ecologisch niet interessant.
- Dit type vraagt bij het ontwerp meer precisie dan bijvoorbeeld een nevengeul.

### 3.3.4 De keuze voor het type vispassage

Voor de stuw in de Gulden Aa wordt als oplossing gekozen om de vispassage in de hoofdstroom aan te leggen en het verval met een combinatie van V-vormige overlaten en vertical slot op te vangen. De voordelen van beide type vispassage wordt gecombineerd, waardoor vissen over de hele waterkolom passeren, maar ook aan de zijkanten bij het oppervlak, waar de stroomsnelheid veel lager is.

Dit type vispassage is geschikt voor grotere debieten en beschikt over een groot zelfreinigend vermogen wat vanuit het oogpunt van onderhoud gunstig is. In Nederland is veel positieve ervaring opgedaan met dit type vispassage. Onderstaand zijn een tweetal voorbeelden opgenomen van een vispassage met V-vormige overlaten en slots.



Figuur 3.6. Voorbeelden van vispassages opgebouwd met v-vormige overlaten. Links: vispassage Crevequeur  $Q=3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rechts: vispassage Hagestein  $Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 4 Het ontwerp

### *Afmetingen vispassage*

Met betrekking tot het ontwerp is een aantal uitgangspunten vastgesteld:

- Ontwerpdebiet is  $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$
- Waterstandsverschil  $0,40 \text{ cm}$
- Peilverschil per bekken:  $0,08 \text{ meter}$ . Dit wordt als robuust genoeg beschouwd, zodat het ontwerp van de vispassage uit 5 schotten en vier bekkens bestaat
- Gekozen wordt voor twee slots per schot. Deze zijn aan de zijkanten gesitueerd (zie figuur 4.1). De voordelen hiervan zijn t.o.v. één slot in het midden van het schot:

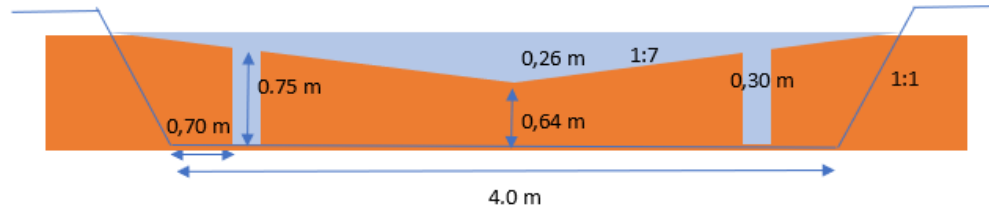
**Kenmerk** N001 1281019BSA V01

- De stroming aan de zijkanten is minder groot is dan in het midden, waardoor de vissoorten die minder goed kunnen zwemmen de slots gemakkelijker kunnen passeren.
- Indien één van de twee slots (gedeeltelijk) verstopt raakt werkt de vispassage nog.

Verder is aantal uitgangspunten vastgesteld op basis van expert judgement en vergelijkbare ontwerpen:

- Sleufbreedte: 0,30 meter
- Afstand bodem-kruin (punt V-vorm: 0,64 meter)
  - Bodembreedte: 4,0 meter
  - Hoek V-vormige overlaat:  $167^\circ$
  - Talud vispassage: 1:1
  - Afstand tussen sleuf en teen talud: 0,70 meter (ter hoogte van de waterbodem)
  - Op de waterlijn is de passage ongeveer 6,0 m breed (afhankelijk van de waterstand)

Indien bovenstaande uitgangspunten worden vertaald naar het vooraanzicht van een schot ontstaat figuur 4.1.



*Figuur 4.1. Vooraanzicht schot (met uitgangspunten, niet op schaal)*

Op basis van het ontwerp stroomt er  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  door de vertical slots en  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  over de V-vormige overlaat. Onderstaand zijn de ontwerpkenmerken weergegeven.

***Tabel 4.1 Ontwerpkarakteristieken van de vispassage***

	eenheid	
Peilverschil	m	0,4
Aantal bekken		4
Aantal schotten		5
Kruindikte	m	0,10
Bekkenverschil	m	0,08
Maximale stroomsnelheid boven de overlaat	m/s	1,16
Ontwerpdebiet <sup>1)</sup>	m <sup>3</sup> /s	1,00
Hoek van de overlaat	graden	167,00
		(hellingshoek1:7)
Afvoercoëfficiënt Cd		1,12
Energiedemping	W/m <sup>3</sup>	46,00
Bekkenlengte	m	10,00
Waterdiepte bekken	m	0,90

***Inpassing***

De vispassage wordt in de hoofdloop gerealiseerd, waarbij de bestaande stuw wordt verwijderd. Onderstaande figuur geeft een impressie van de inpassing van de vispassage, uitgaande van een totale lengte van ruim 40 m. Naast de vispassage moet er een onderhoudstrook aanwezig zijn. Naar verwachting kan het westelijk gelegen grasland van de particuliere eigenaar worden gebruikt als onderhoudstrook. liggen.

Er is momenteel een verval van circa 0,40 m bij de stuw. Deze stuw is 10.0 m breed; de beek is hier opzettelijk verbreed. De rest van de beekloop (stroomopwaarts, waar de vispassage gepland) is smaller; 6 tot 7 m breed m. Na aanleg van de vispassage wordt de stuw verwijderd en wordt de beekloop terplekke versmald tot een bodembreedte van 4 m breed en een breedte op de waterlijn (afhankelijk van het debiet) van ongeveer 6 m. Een andere optie is om takkenbossen te plaatsen in de delen die in de huidige situatie breder zijn (zie materiaal en vormgeving).





Figuur 4.2. Inpassing van de vispassage ter plaatse van de stuw

#### *Materiaal en vormgeving*

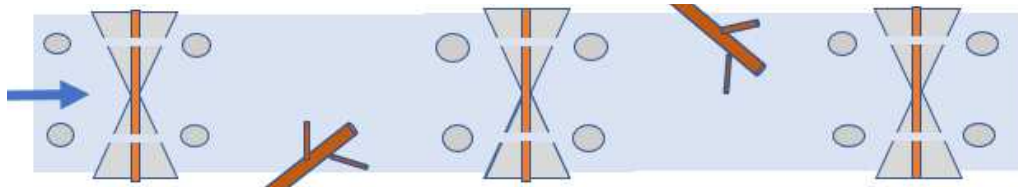
Aan weerszijden van de schotten wordt stortsteen aangebracht voor een geleidelijk verloop van de bodem. De oever is zo natuurlijk (lees: geleidelijk) mogelijk. Voorkomen moet worden dat de oever uitschuurt als gevolg van erosie. De oever ter plaatse van de overlaten wordt bij voorkeur vastgelegd met grote stenen (ca. 5-10 cm sortering of groter) in een helling van ca. 1:1. Indien dit niet mogelijk is, kan de oever worden verstevigd door plaatsing van een of meerdere grote stenen (bijvoorbeeld 20-30 cm sortering) en dood hout (grote boomstronken/met wortels). Idealiter zorgt het dood hout nog voor extra verruwing in het stromende water.

Aan de boven- en benedenstroomse zijde van de vertical slots worden grote stoorstenen (40-50 cm) aangebracht op ca. 50 cm afstand van de slots, zie figuur 4.4.

Dood hout in de bekkens kan worden aangebracht als takkenbundels, stronken met wortels of als boomstammen. De takkenbundels worden geplaatst in de luwere delen van de bekkens en dragen bij als beschutting voor vis en macrofauna. Geadviseerd wordt om deze in de 10 - 12 m brede bekkens nabij de huidige stuw te plaatsen. De boomstamstructuren kunnen in de stromende delen worden geplaatst en zorgen voor extra stromingsvariatie en beschutting voor vis en macrofauna. Het vastleggen van de houtige structuren is van belang om wegstromen te voorkomen. De figuren 4.3 t/m 4.6 geven een impressie van hoe deze kunnen worden gepositioneerd.



Figuur 4.3 Voorbeeld van een boomstam in stromende deel

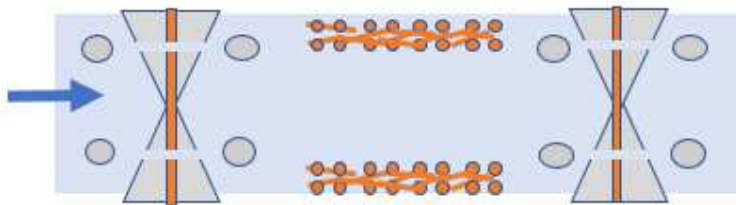


Figuur 4.4 Schematische weergave van de vispassage met stoorsenen en boomstobben

Door de boomstamstructuren om en om te plaatsen, ontstaat er een soort meandering over de lengte van de vispassage. Het vastleggen van de oevers met stenen is noodzakelijk om erosie te beperken/vermijden.



Figuur 4.5 Voorbeeld van takkenstructuren vastgelegd met palen en ijzerdraad



Figuur 4.6 Schematische weergave van een bekken van de vispassage met takkenstructuren

De takkenbossen kunnen in de bredere bekkens worden geplaatst. Geadviseerd wordt om de beek rond de stuw dus niet te versmallen tot 6 m maar een deel van de overbreedte aan de oostzijde te benutten om extra beschutting voor vis te creëren.

#### *Afsluiter en monitoringsvoorziening*

Ten behoeve van onderhoud en monitoring wordt geadviseerd om sponningen aan te brengen, zowel bovenstrooms, als benedenstrooms, zodat de vispassage (eventueel) kan worden dicht gezet met schotbalken en dat er een frame van een monitoringsvoorziening (zie figuur ) kan worden geplaatst.



Figuur 4.7 Monitoringsvoorziening opgehangen in de sponningen bij een vispassage.

## 5 Nazorg en monitoring

Na aanleg dient de vispassage worden “gefinetuned”. De stroming in de verschillende onderdelen wordt gemeten en de turbulentie bekeken. Waar nodig worden stoorstenen en boomstammen nog iets verplaatst.

Aanbevolen wordt om een monitoringsplan en een beheerplan op te stellen.



**Kenmerk**

N001 1281019BSA V01





**Kenmerk** R001-1281019WFR-V01-mdg-NL

## **Bijlage 2      Notitie Nadere hydrologische toetsing**

## Notitie

<b>Contactpersoon</b>	Tim van Dam
<b>Datum</b>	1 maart 2022
<b>Kenmerk</b>	N001-1281019TVD-V02

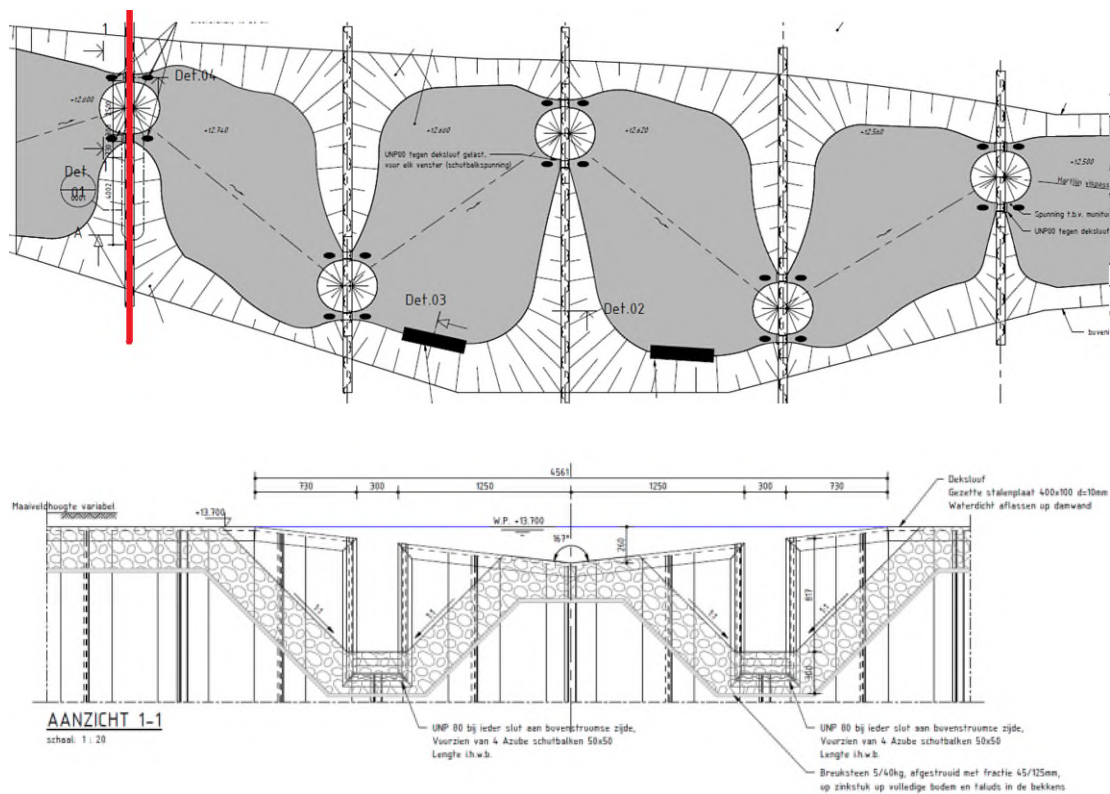
## Hydrologische toetsing vispassage Gulden Aa

Deze notitie betreft de hydrologische toetsing van een nieuw aan te leggen vispassage in de Gulden Aa, na een aanpassing ten opzichte van het Definitieve Ontwerp (DO).

# 1 Inleiding

In september 2021 heeft TAUW de afvoercapaciteit van een nieuw aan te leggen vispassage in de Gulden Aa berekend. De vispassage betreft een circa 50 meter lang traject bestaande uit 5 trappen, en is ontworpen om een peilverschil van 30 cm te overbruggen. Elke trap overbrugt hiermee een peilverschil van 6 cm. Op basis van de ontwerptekeningen, en een aantal uitgangspunten is de afvoer-waterstand relatie (Q-h relatie) van de vispassage bij benadering bepaald, aan de hand van analytische formules en modelberekeningen in SOBEK.

Waterschap Aa en Maas wil aanvullend weten wat de afvoercapaciteit van de vispassage is bij een aanpassing op het ontwerp. In deze notitie wordt nogmaals het ontwerp van het oorspronkelijk DO doorgerekend, en wordt tevens het nieuw beoogde ontwerp doorgerekend. Voor beide scenario's wordt de Q-h relatie bepaald, en wordt gekeken naar de maximale en minimale stroomsnelheden. De resultaten worden met elkaar vergeleken, en het effect van de aanpassing wordt gekwantificeerd.

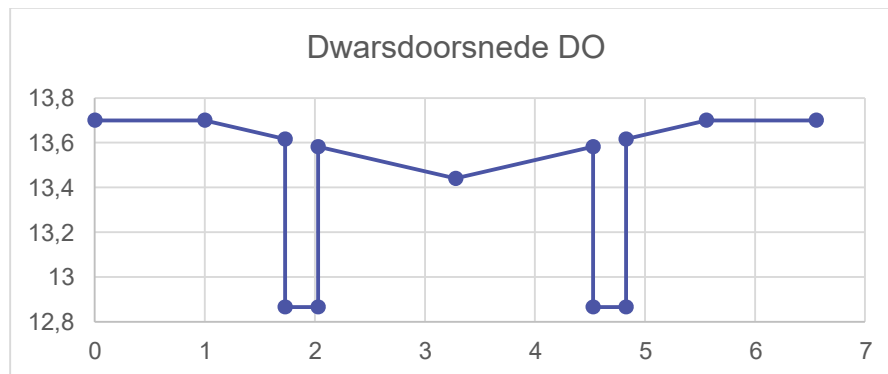


Figuur 1.1: Bovenaanzicht van de vispassage (boven), en aanzicht van het meest bovenstroomse schot (beneden, zie rode lijn in bovenaanzicht voor locatie).

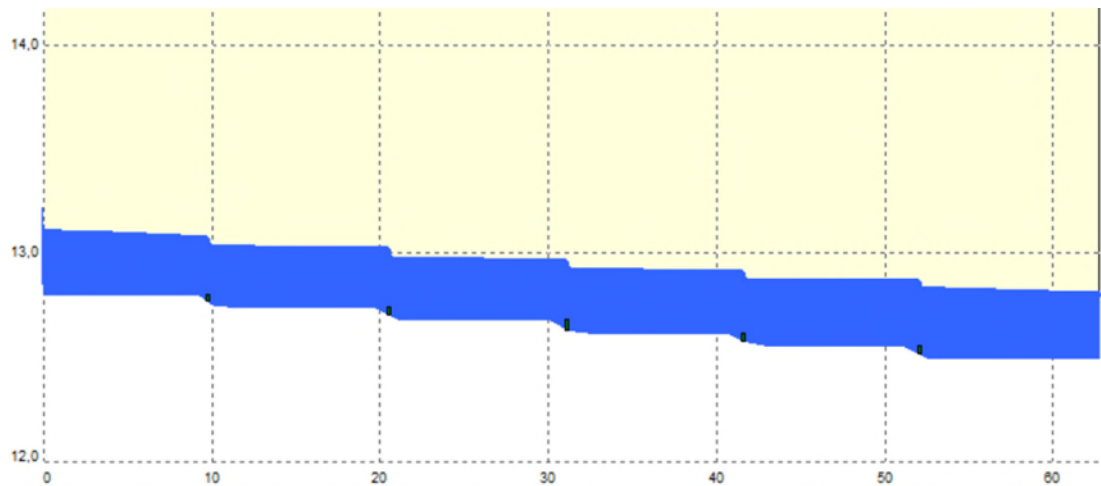
## 2 Model

### 2.1 Oorspronkelijk ontwerp

De vispassage wordt gemodelleerd als een waterloop met daarin vijf overlaten (trappen) met elk een verval van 6 cm. Het vooraanzicht van de overlaat zoals deze in het DO is opgenomen is geschematiseerd in Figuur 2.1. Een zijaanzicht van het model is weergegeven in Figuur 2.2, waarin de vijf trappen goed te zien zijn.



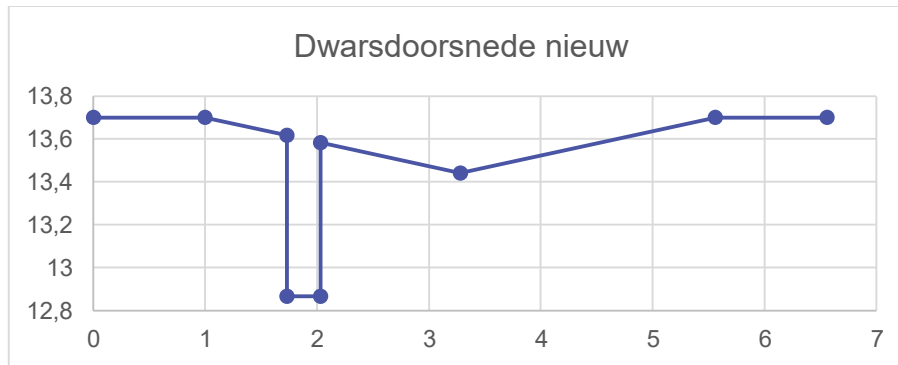
Figuur 2.1: Dwarsdoorsnede van de eerste (meest bovenstroomse) trap van de vispassage (vooraanzicht overlaat) zoals deze in het DO is opgenomen.



Figuur 2.2: Langsdoorsnede van de vispassage zoals deze in SOBEK is gemodelleerd. De trappen zijn aangegeven met de verticale streepjes.

## 2.2 Aangepast ontwerp

Ten opzichte van het oorspronkelijke DO is het ontwerp aangepast, waarbij de trappen elk maar één verticaal slot hebben. Het oorspronkelijke model wordt voor deze vraag aangepast en opnieuw getoetst, zie Figuur 2.3. De langsdoorsnede blijft hierbij ongewijzigd (Figuur 2.2).



Figuur 2.3: Dwarsdoorsnede van de eerste (meest bovenstroomse) trap van de vispassage (vooraanzicht overlaat) met slechts één verticaal slot.

## 2.3 Onzekerheden

De onzekerheid van de modelschematisatie zit hem met name in de aannames voor de bodemweerstand en afvoercoëfficiënten. Voor de afvoercoëfficiënt is 0.95 aangehouden<sup>1</sup>. Voor de bodemweerstand is de waarde sterk afhankelijk van de inrichting van de vispassage. Figuur 2.4 geeft een aantal karakteristieke weerstanden per type waterloop.

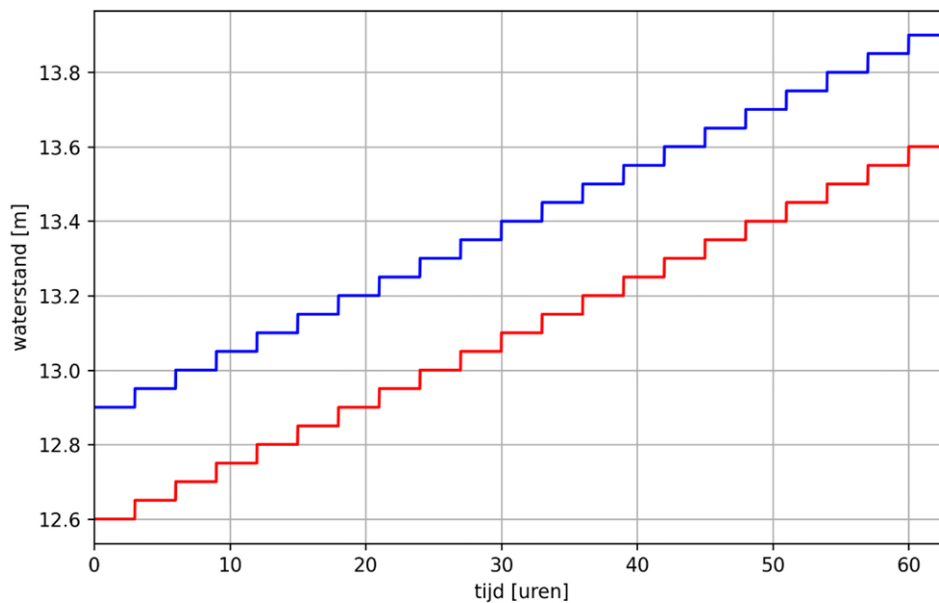
OMSCHRIJVING TOESTAND WATERLOOP	k <sub>M</sub> -waarde maximaal [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	k <sub>M</sub> -waarde minimaal [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Zeer schone waterloop; in beginsel bodem en taluds volkomen schoon. Hier en daar een beetje riet of andere begroeiing of enige flap. Tot enkele cm onder waterspiegel kan op de taluds gras groeien of in het water hangen.	45	30
Schone waterloop. Bodem en taluds zeer licht begroeid (enkele cm) of plaatselijke begroeiing met veel kale plekken. Weinig riet.	35	20
Licht begroeide waterloop. Lichte aaneengesloten begroeiing van bodem en taluds, met waterpest, riet en flap. Soms stroomgeulen in bodem en begroeiing	25	15
Matig begroeide waterloop. Bodem en taluds dicht begroeid. Stroomgeulen in begroeiing. Begroeiing bestaat voor deel uit waterpest. Bodem slechts plaatselijk zichtbaar.	20	10
Vrij sterk begroeid. Profiel voor deel volgegroeid, hier en daar tot oppervlakte. Soms doorlopende rietkragen. Verder waterpest en flap.	15	5
Zeer sterk begroeide waterloop. Rietkragen (of russen) langs de kanten. Zware begroeiing met waterplanten in midden van het profiel.	10	--

Figuur 2.4: Karakteristieke weestand (Manning) waarden voor verschillende type waterlopen (bron: Hydrologisch Handboek, 2020).

<sup>1</sup> Volgens het Hydrologisch Handboek (2020) is een afvoercoëfficiënt van 0.95 maatgevend indien de overstortheogte ongeveer gelijk is aan de lengte, wat hier het geval is.

### 3 Resultaten

De relatie tussen de afvoer en de waterstand is bepaald door het bovenstroomse en benedenstroomse peil op te geven, met een constant verval van 30 cm. Met deze randvoorwaarden wordt het debiet door de vispassage berekend door SOBEK. Bij de berekening worden de waterstanden steeds met 5 cm verhoogd nadat een stationaire situatie is opgetreden (het systeem is evenwicht). De bovenstroomse waterstand neemt bij de berekening toe van 12.9 m NAP t/m 13.9 m NAP.



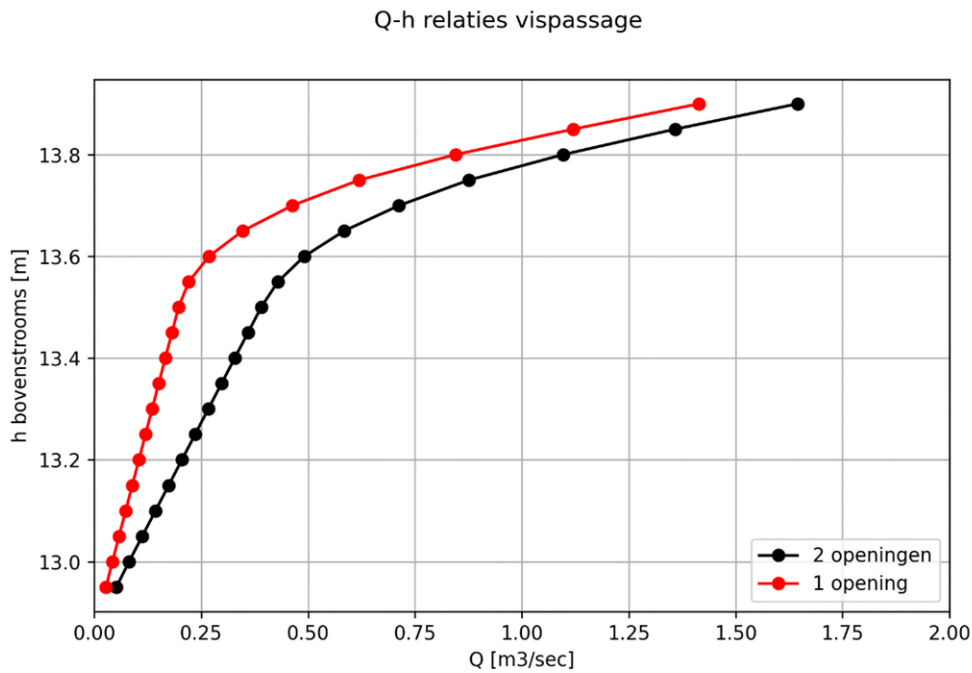
*Figuur 3.1: Bovenstroomse (blauwe lijn) en benedenstroomse (rode lijn) waterstanden als functie van tijd (in uren).*

Er zijn verschillende waarden voor de bodemweerstand gebruikt om de gevoeligheid hiervan te toetsen, en tevens om te kijken hoe het huidige ontwerp geoptimaliseerd kan worden om de vispassage goed te laten functioneren. Een Manning waarde van 5-10 sluit naar verwachting het beste aan bij het huidige ontwerp. De resultaten van de SOBEK-berekeningen met een Manning waarde van 5 worden in dit hoofdstuk toegelicht. Voor de resultaten met andere waarden voor de bodemweerstand wordt verwezen naar de bijlagen.



### 3.1 Afvoer-waterstand relaties

Voor het oorspronkelijke DO (twee slots), en voor de nieuwe variant (één slot) zijn de Q-h relaties bepaald. Deze zijn weergegeven in Figuur 3.2. Tot een bovenstroomse waterstand van 13.55 m NAP is er voor beide varianten een nagenoeg lineair verband tussen de afvoer en de waterstand. Dit is het geval omdat het water tot deze hoogte enkel door de verticale openingen stroomt. Boven de slots vakt de curve af omdat dan het hele profiel van de watergang meestroomt.

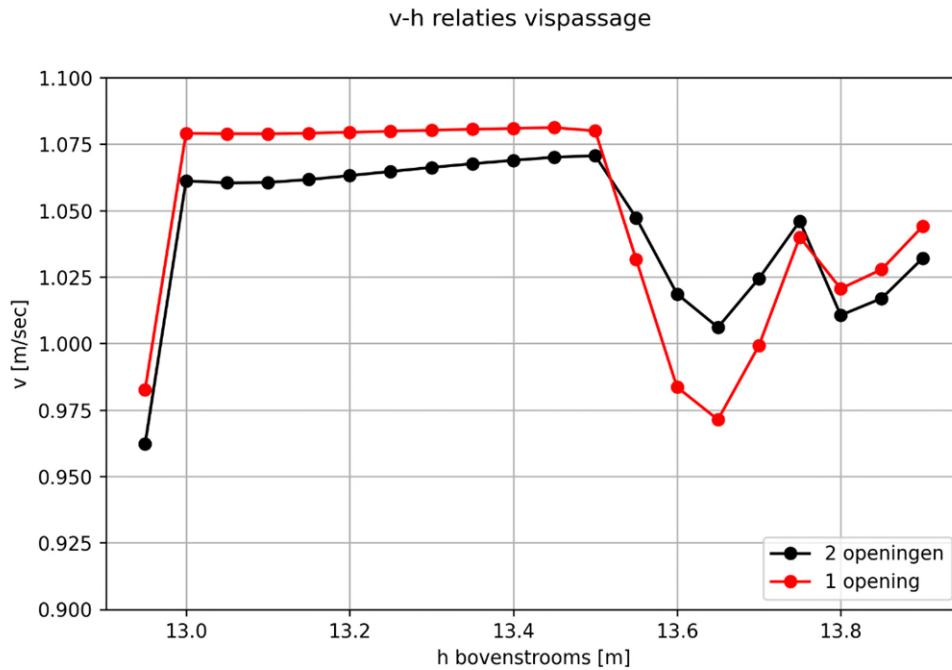


Figuur 3.2: Afvoer-waterstand relatie van de vispassage, met globale bodemweerstand van 5 (Manning).

### 3.2 Stroomsnelheden

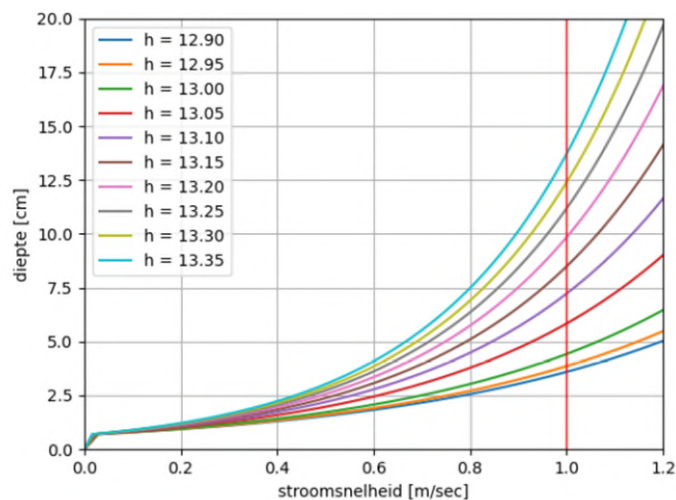
De maximale stroomsnelheid over het traject van de vispassage is van belang voor het functioneren van de vispassage. Bij een stroomsnelheid hoger dan 1 m/s zullen veel vissoorten niet tegen de stroming in kunnen zwemmen, en functioneert de vispassage beperkt.

De maximale profiel-gemiddelde (gemiddeld over het profiel waar stroming plaatsvindt) stroomsnelheid als functie van de bovenstroomse waterstand zijn weergegeven in Figuur 3.3. Deze maximale stroomsnelheid treedt op ter plaatse van de trappen zelf, omdat hier een waterstandsverschil van ca 6 cm wordt overbrugd, en de afvoer hier wordt geconcentreerd. Wanneer het water boven de slots uit komt, en ook door de v-vormige overlaat stroomt, neemt de profiel-gemiddelde stroomsnelheid af. De stroomsnelheid door de slots zelf neemt hiermee echter niet significant af.



Figuur 3.3: Maximale (profiel-gemiddelde) stroomsnelheid als functie van bovenstroomse waterstand relatie van de vispassage, met globale bodemweerstand van 5 (Manning).

Een stroomsnelheid van 1.08 m/sec is niet ideaal, maar treedt alleen op over een zeer kort traject, waardoor dit door de meeste vissoorten goed te overbruggen is. In de praktijk zal de stroomsnelheid lager uitvallen door het toepassen van stoorstenen. Door de bodemweerstand zal de stroomsnelheid dicht bij de bodem nog lager zijn (zie Figuur 3.4). De minst gunstige situatie zal optreden in de droge zomermaanden, buiten de paaiperiode.



Figuur 3.4: Stroomsnelheid als functie van de afstand van de bodem (in cm) voor verschillende bovenstroomse waterstanden. Een snelheid van 1 m/sec is aangegeven met een rode verticale lijn.

## 4 Conclusie

### 4.1 Afvoer-waterstand relatie

Door de wijziging in het ontwerp ten opzichte van het oorspronkelijke DO (één verticaal slot t.o.v. twee slots) neemt de afvoercapaciteit in zekere mate af. Het verschil is voornamelijk significant voor lage afvoeren en waterstanden, wanneer alleen de smalle verticale slots watervoerend zijn. Bij waterstanden t/m 13.6 m NAP is de reductie van de afvoercapaciteit circa 50%. Wanneer het bovenstroomse peil boven de slots uitkomt, en ook de v-vormige overlaat watervoerend is, wordt het verschil in capaciteit tussen beide varianten steeds kleiner. Bij een waterstand van 13.9 m NAP is het verschil (afname van de afvoercapaciteit) nog slechts 15%.

### 4.2 Stroomsnelheden

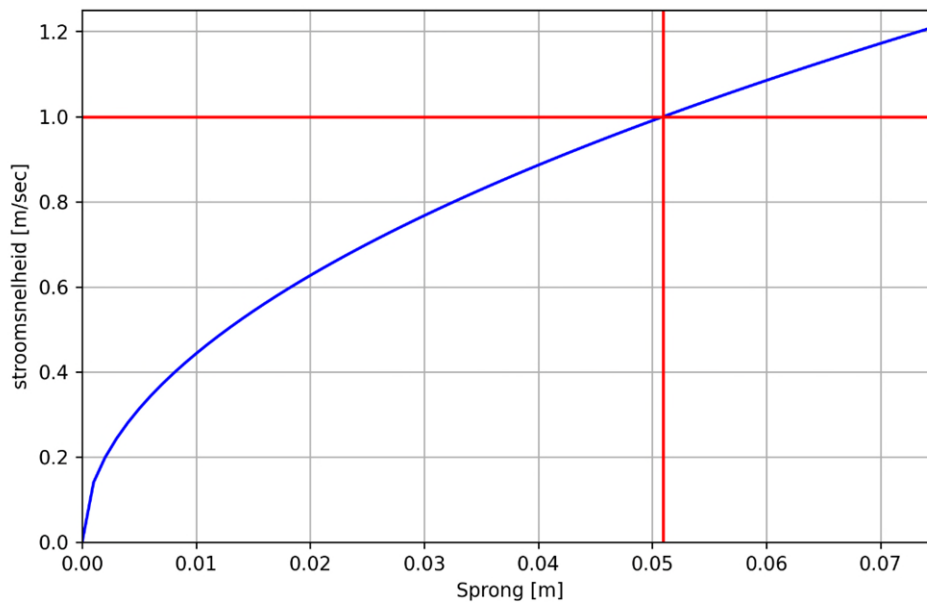
De stroomsnelheid door de verticale slots wordt nauwelijks beïnvloed door de aanpassing van het ontwerp. Een snelle check met een analytische formule laat zien dat de stroomsnelheid proportioneel is met het verval dat per trap overbrugd wordt:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.06} \approx 1.08 \text{ m/sec}$$

De opstuwung wordt maar heel beperkt beïnvloed door het nieuwe ontwerp, waardoor ook de stroomsnelheden niet veel veranderen. De hoogste stroomsnelheden liggen naar verwachting rond de 1 m/sec, ter plaatse van de verticale slots. Over een dergelijk kort traject (in de orde van decimeters) kunnen de vissen naar verwachting goed stroomopwaarts migreren. Met de inzichten die bij deze analyse zijn verkregen kan worden geconcludeerd dat het nieuwe ontwerp goed vispasseerbaar is.

## 5 Aanbeveling

Er kan worden verondersteld dat de vispassage, met sprongen van 6 cm, is ontworpen op een maximaal optredende stroomsnelheid die net boven/rond de 1 m/sec ligt. Indien het wenselijk is om deze stroomsnelheid iets te verlagen kan het verval van 30 cm worden verdeeld over meer trappen. Hierdoor wordt het waterstandsverschil per sprong/per trap kleiner. Een snelle analytische berekening geeft het volgende plaatje.

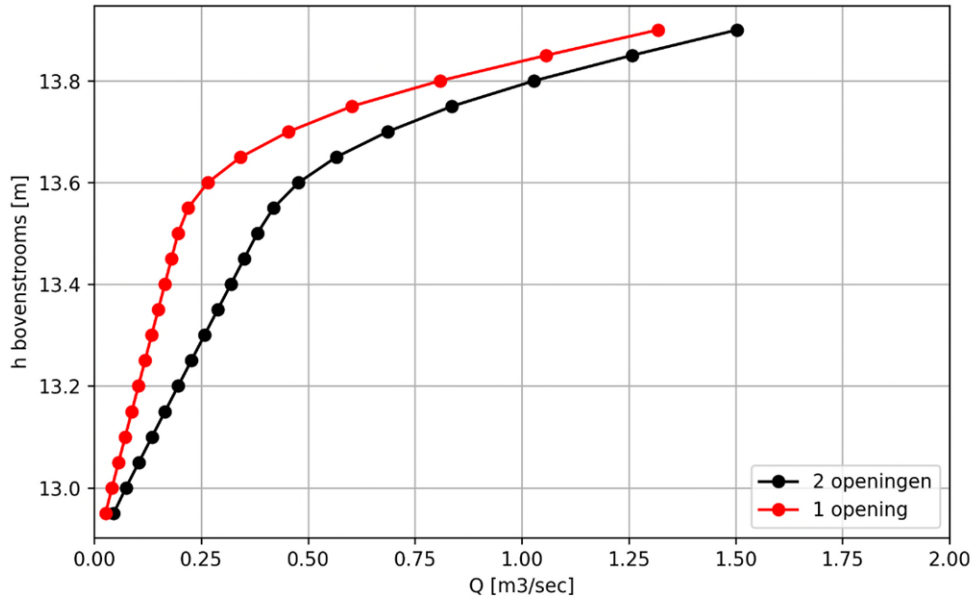


*Figuur 5.1: Stroomsnelheid als functie van het verschil in waterstand per trap. De limiet van 1 m/sec is aangegeven met de rode lijnen.*

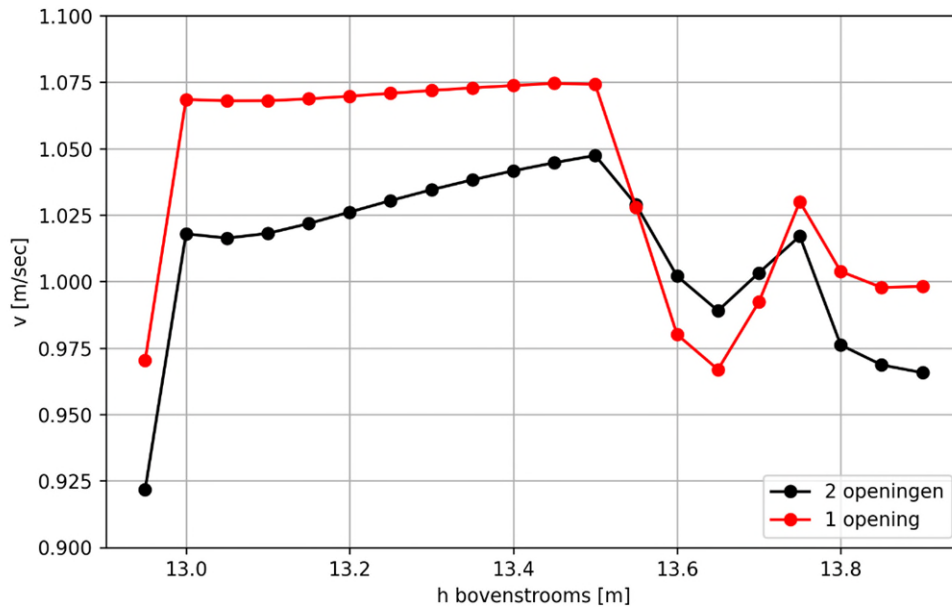
## Bijlage 1 Resultaten andere weerstanden

Manning = 3

Q-h relaties vispassage

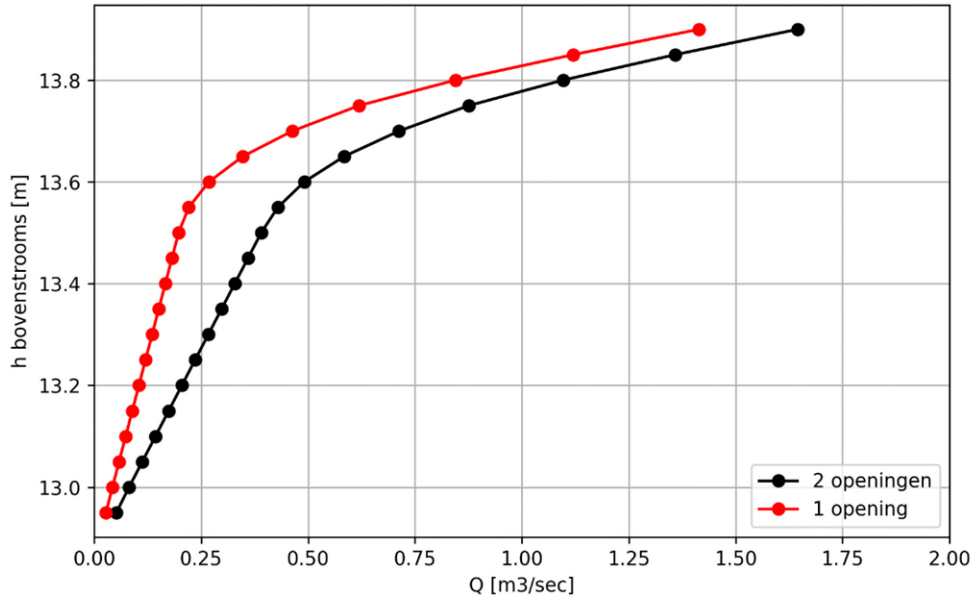


v-h relaties vispassage

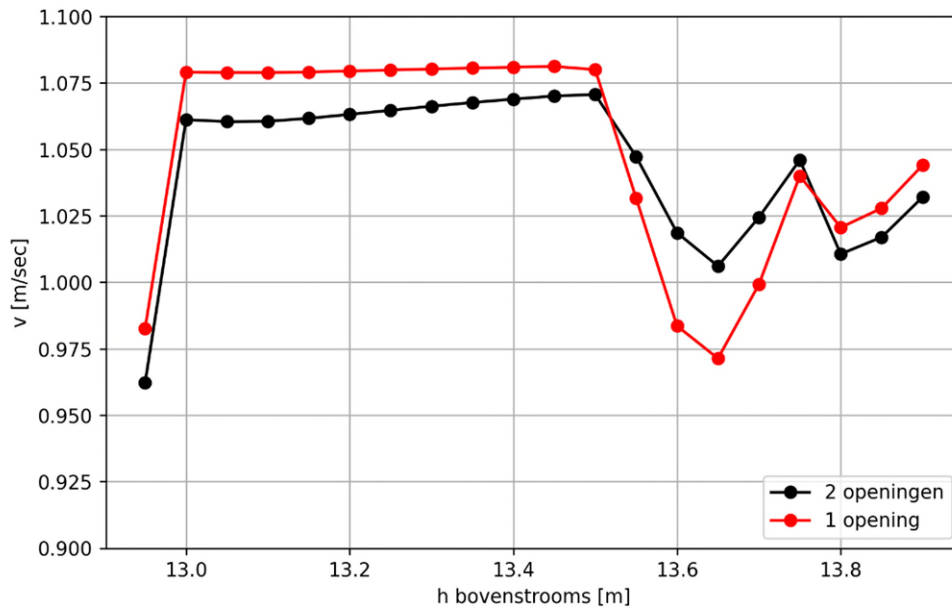


Manning = 5

Q-h relaties vispassage



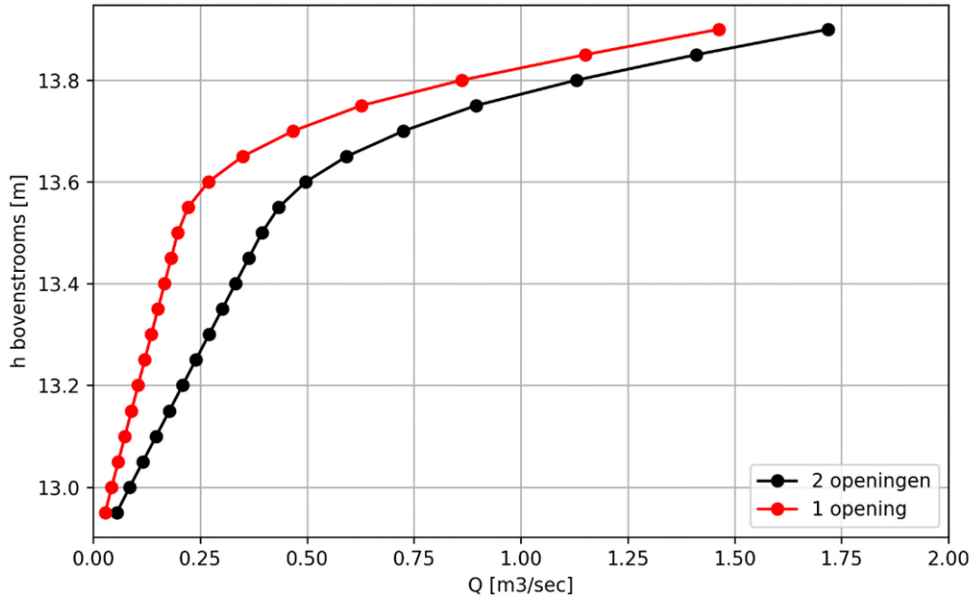
v-h relaties vispassage



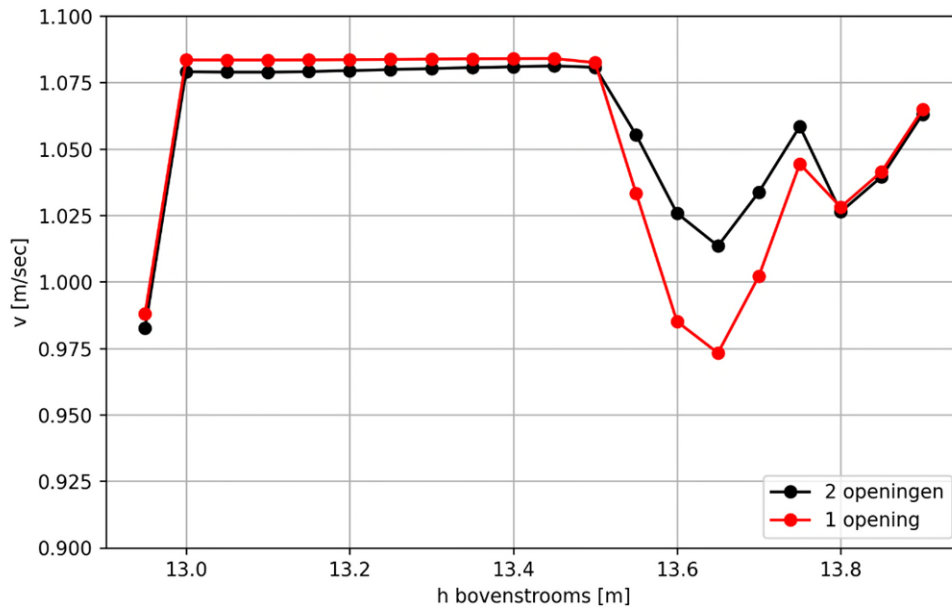


Manning = 10

Q-h relaties vispassage

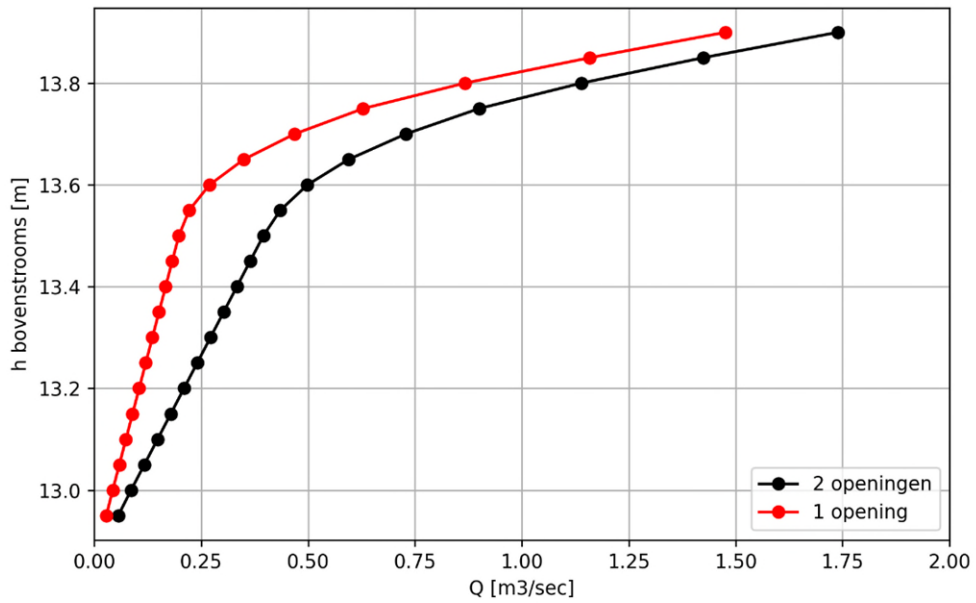


v-h relaties vispassage

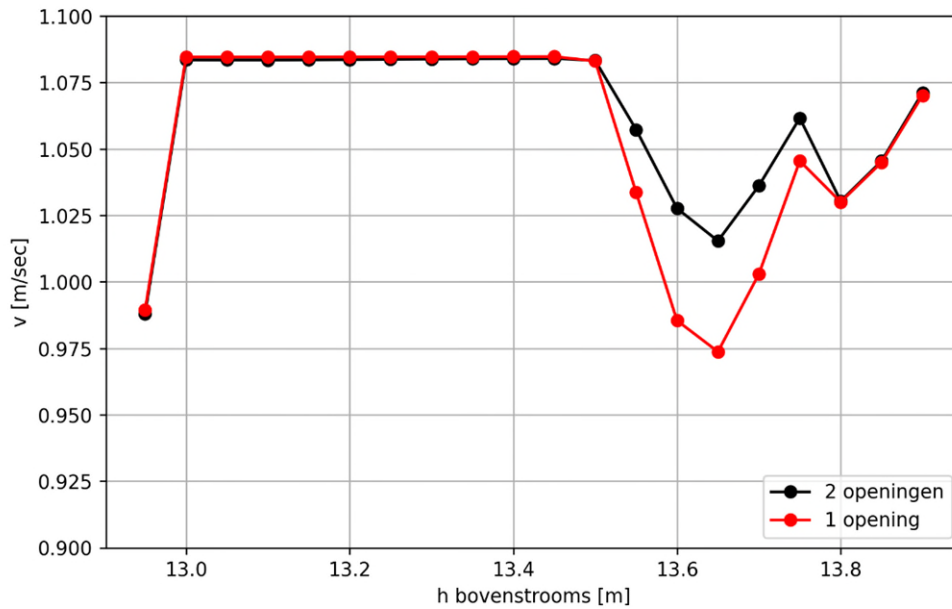


Manning = 20

Q-h relaties vispassage

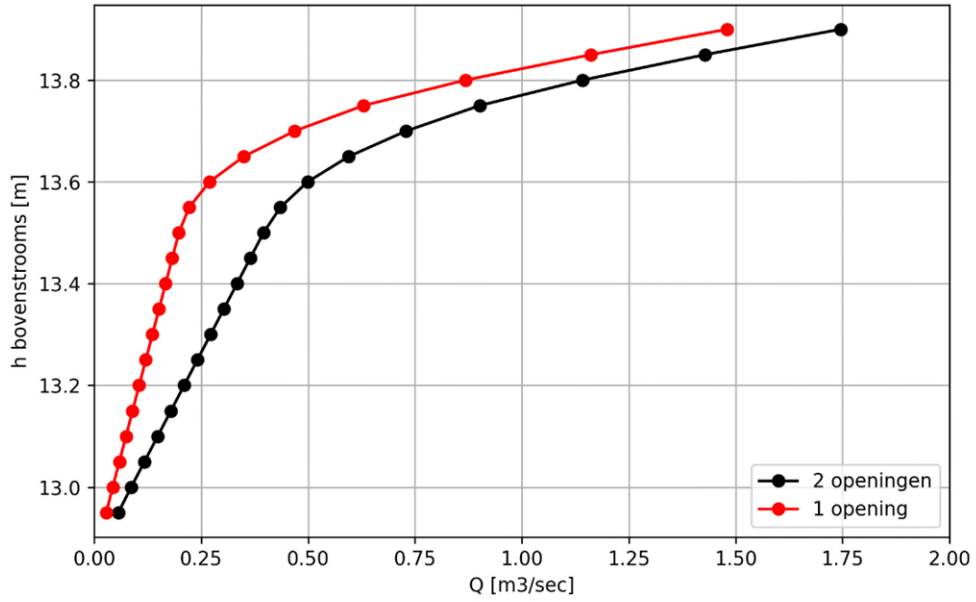


v-h relaties vispassage

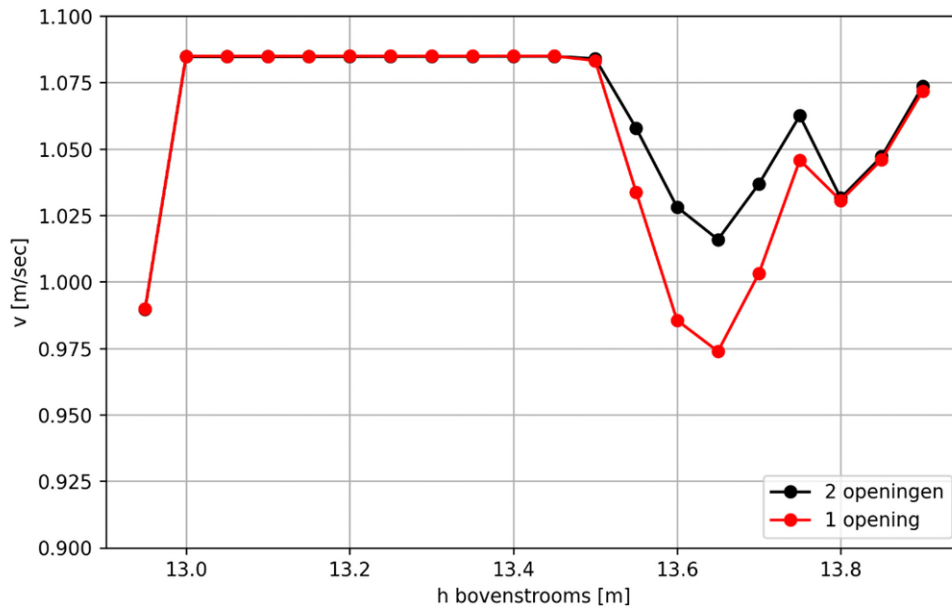


Manning = 50

Q-h relaties vispassage



v-h relaties vispassage

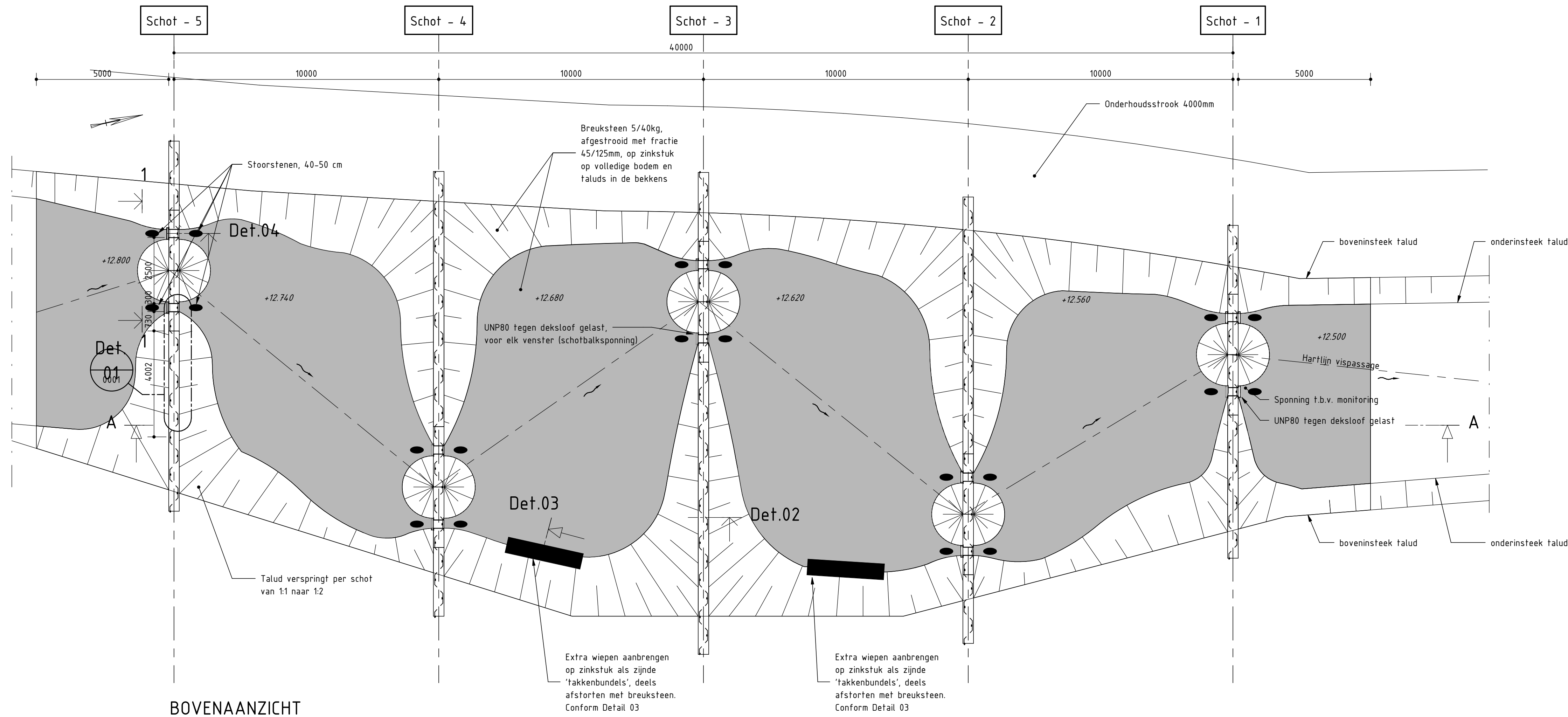




**Kenmerk** R001-1281019WFR-V01-mdg-NL

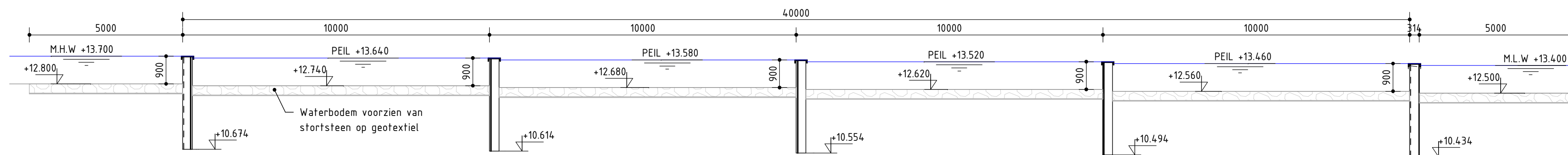
## **Bijlage 3 Definitief ontwerp vispassage**





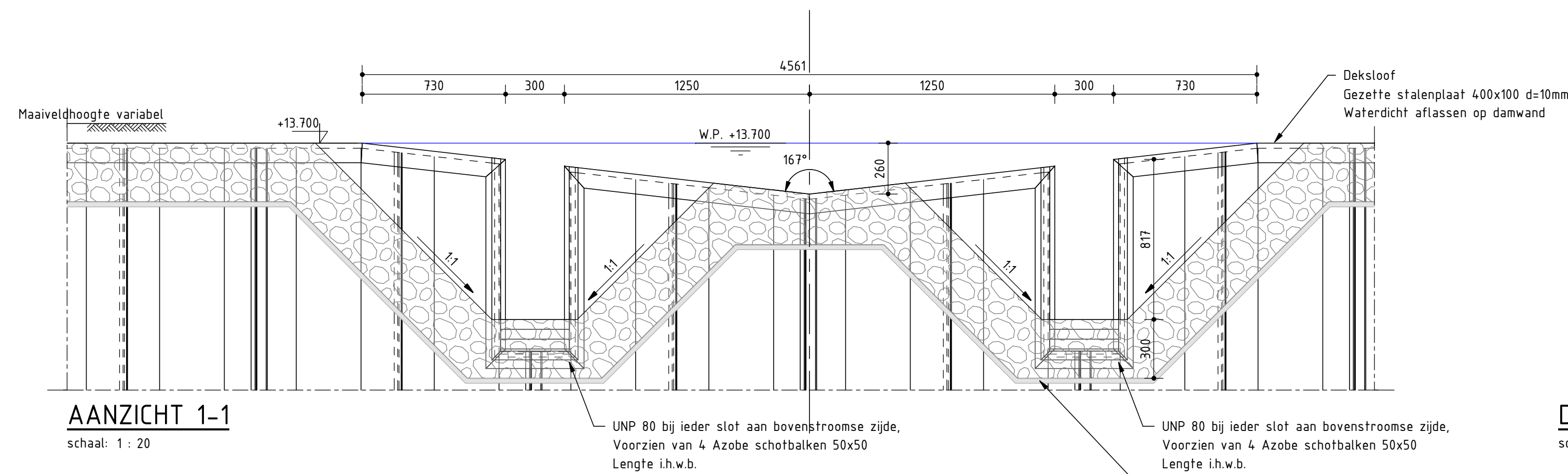
**BOVENAANZICHT**

schaal: 1 : 100



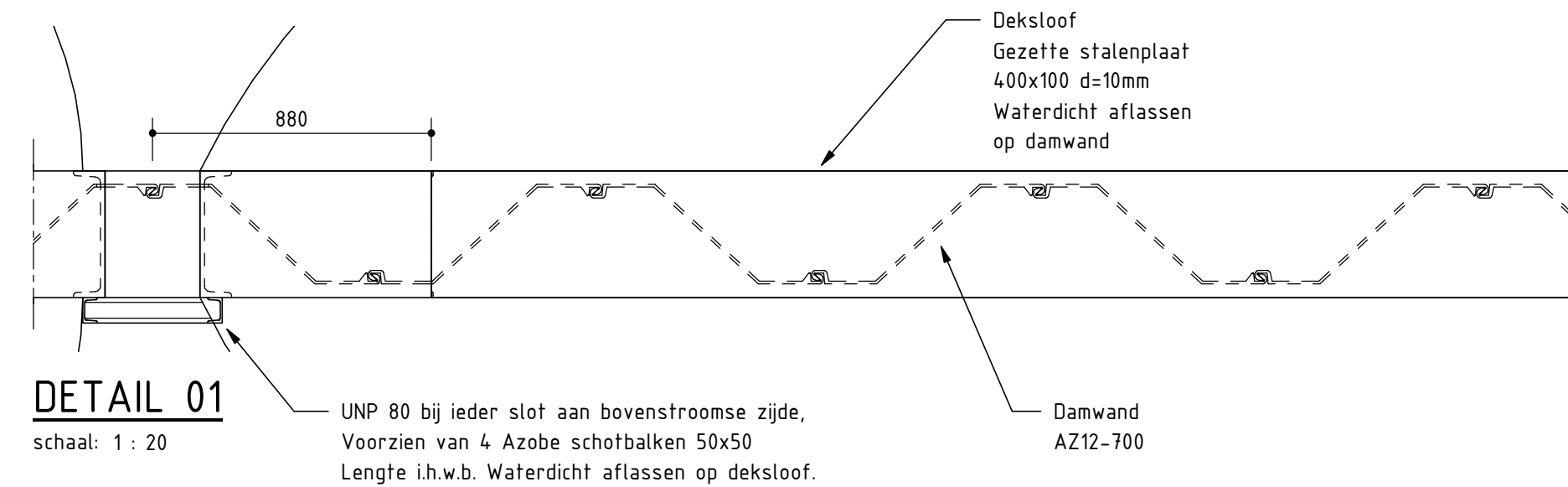
**DOORSNEDE A-A**

schaal: 1 : 100



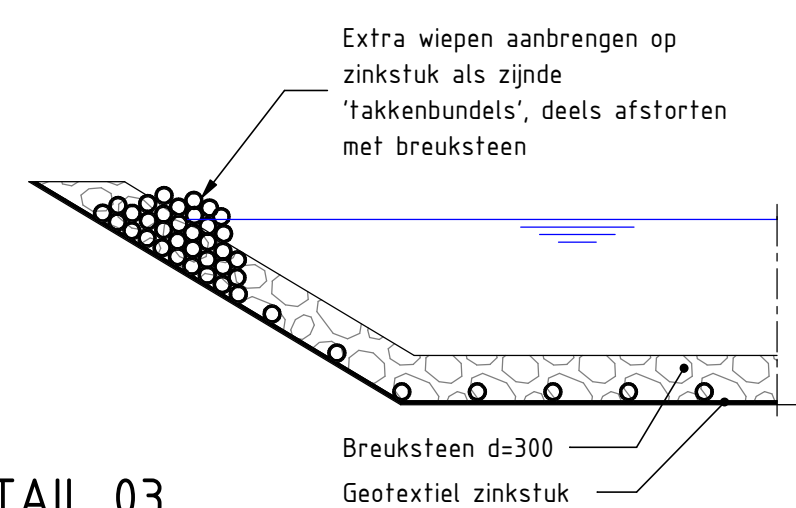
**AANZICHT 1-1**

schaal: 1 : 20



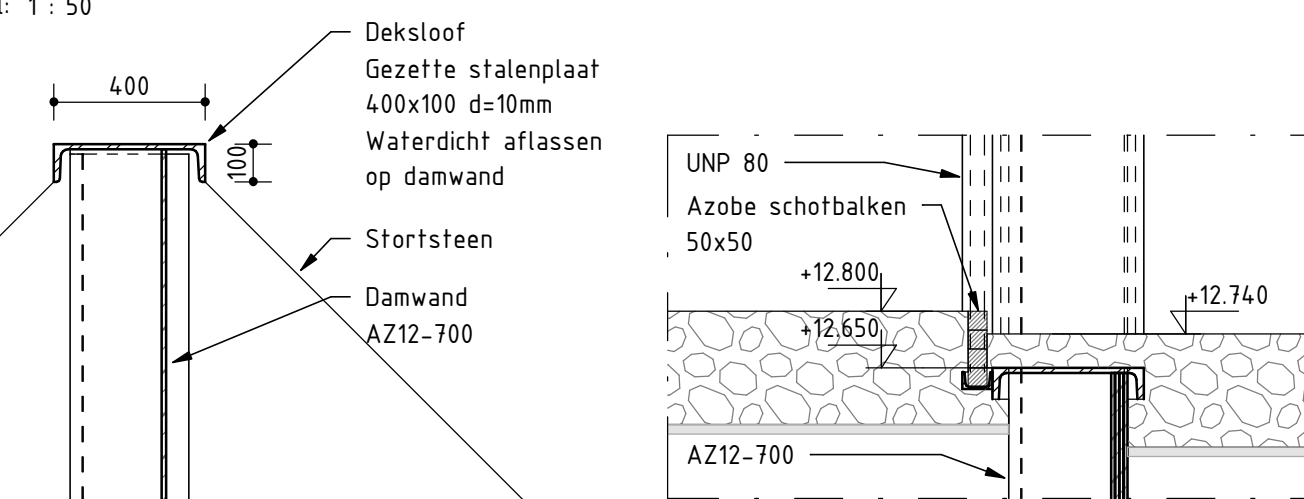
**DETAIL 01**

schaal: 1 : 20



**DETAIL 03**

schaal: 1 : 50

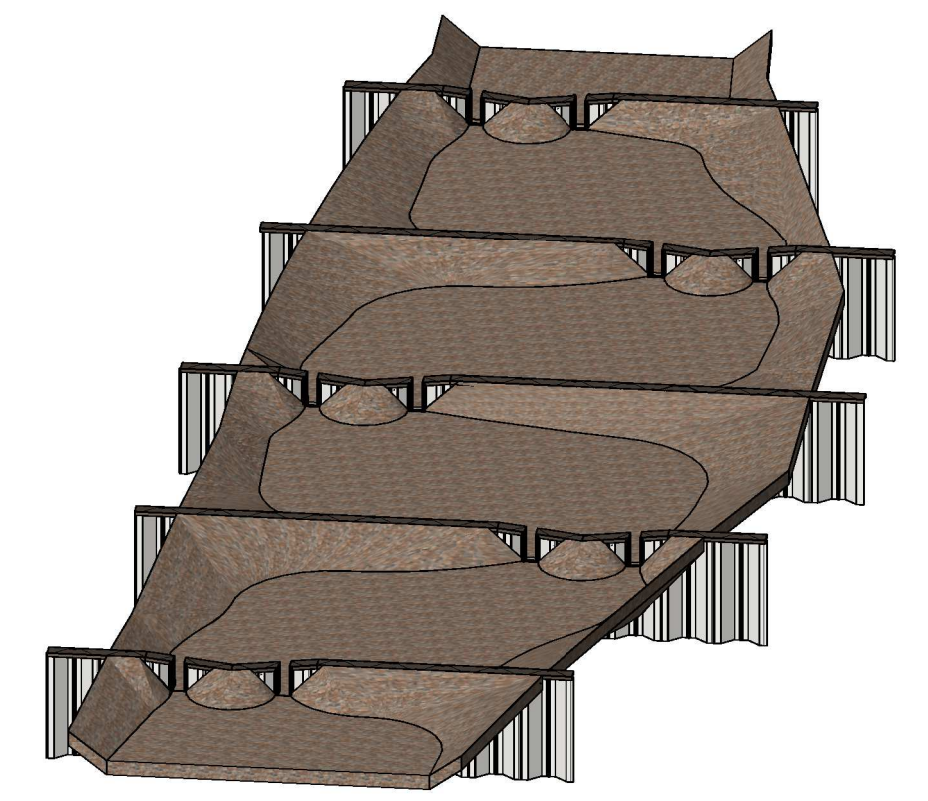


**DETAIL 02**

schaal: 1 : 20

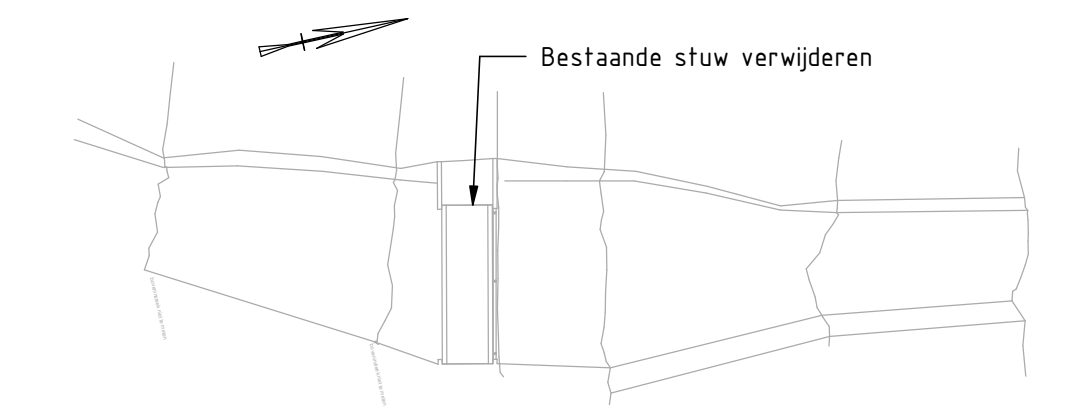
**DETAIL 04**

schaal: 1 : 20



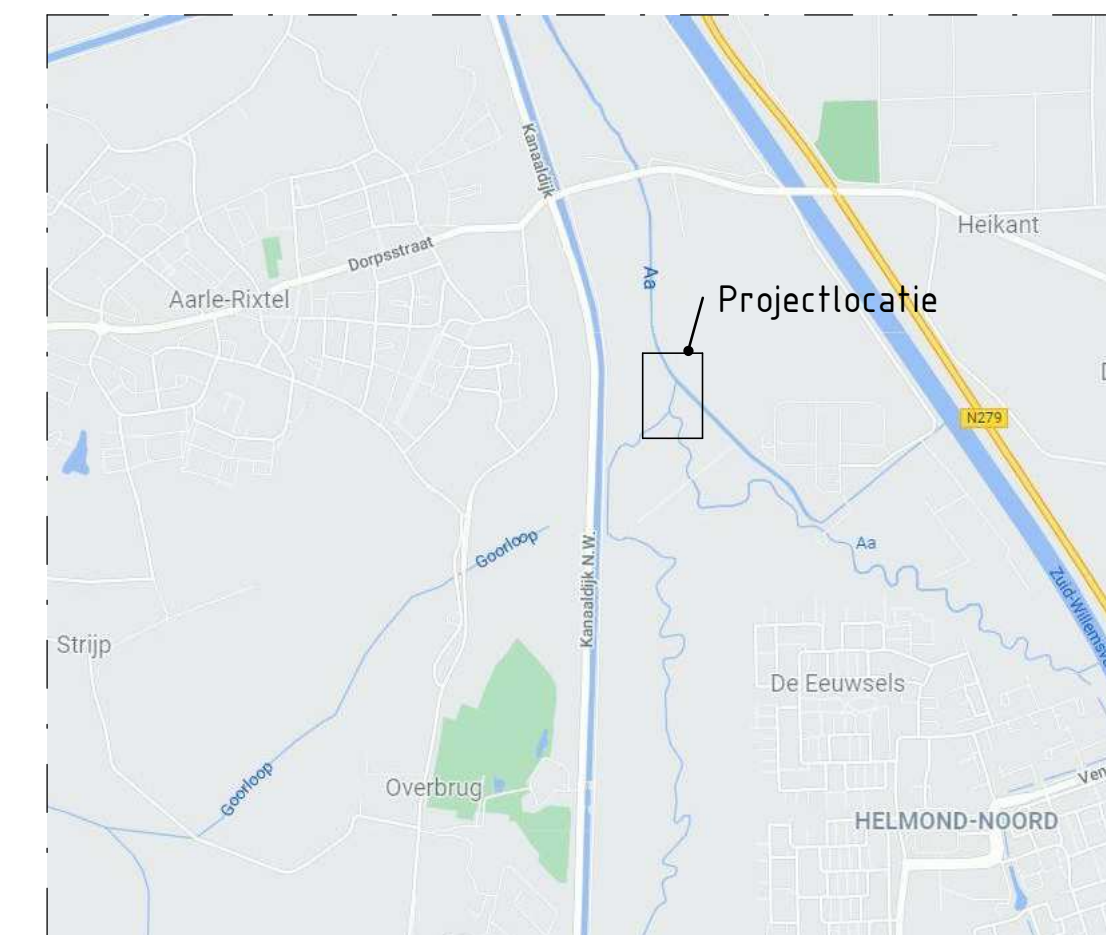
**3D AANZICHT**

schaal:



**04 - BESTAANDE SITUATIE**

schaal: 1 : 500



**ALGEMEEN**

- Maatvoering in millimeters, tenzij anders aangegeven
- Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.
- Coördinaten in meters t.o.v. Rijksdriehoekstelsel
- Hoeken in 360 graden stelsel

Versie	Omschrijving	Datum	Get.	Gec.	Vrijg.
1.0	Eerste uitgave	30-09-2021	DLS	WFR	WFR
2.0	Diverse aanpassingen	28-12-2021	ADW	WFR	WFR



TAUW bv is gevestigd in Amsterdam - Assen - Deventer Eindhoven - Enschede - Leeuwarden Rotterdam - Utrecht www.tauw.nl

Oprachtgever: Waterschap Aa en Maas  
 Project: DO Vispassage de Gulden Aa  
 Onderdeel: Overzichtstekening

Documentnummer	1281019-TE-VP-DO-0001	Datum	28/12/2022
Getekend	DLS	Schaal	Zie tekening
Gecentreerd	WFR	Projectnummer	1281019
Vrijgave door	WFR	Status	Blad 1 van 1
Projectnummer	1281019	Formaat	DEFINITIEF A1 (594x841mm)