

Rapport

Projectnummer: 361507
Referentienummer: SWNL
Datum: 30-01-2019

Variantennotitie vispassages Molenbeek

Aanleg vispassages stuw Verdeelwerk, Vondellaan en Oosterlijke Havendijk te Roosendaal

DEFINITIEF

Opdrachtgever:
Waterschap Brabantse Delta
Postbus 5520
4801 DZ BREDA

Revisiebeheer

Revisie	Datum	Status	Belangrijkste wijzigingen
C.01	28-05-2018	Concept	-
C.02	18-06-2018	Concept	Opm. P. Riemersma en overleg 5-juni-'18
D.01	11-09-2018	Definitief	Opm. uit overleg 22-aug.-'18
D.02	17-12-2018	Definitief	Aangepast VO uit opm. WSBD
D.03	30-01-2019	Definitief	Laatste opmerkingen WSBS

Verantwoording

Titel	Variantennotitie vispassages Molenbeek
Subtitel	Aanleg vispassages stuw Verdeelwerk, Vondellaan en Oosterlijke Havendijk te Roosendaal
Projectnummer	361507
Referentienummer	SWNL
Revisie	D.03
Datum	21-01-2019
Auteur(s)	Piet Riemersma; Jan-Willem Bronkhorst
E-mailadres	piet.riemersma@sweco.nl
Gecontroleerd door	Wouter Vierhout 
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Arjan Frens
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel.....	6
1.3	Werkwijze.....	6
1.4	Leeswijzer en opbouw rapport	6
2	Stuwen	7
2.1	Beschrijving stuwen	7
2.1.1	Verdeelwerk	7
2.1.2	Stuw Vondellaan	8
2.1.3	Stuw Oostelijke Havendijk.....	9
3	Varianten vispassages	11
3.1	Doelsoorten	11
3.2	Ontwerpcriteria	11
3.3	Varianten vispassages.....	12
3.3.1	Het Verdeelwerk.....	12
3.3.2	Stuw Vondellaan	13
3.3.3	Stuw Oostelijke Havendijk.....	14
3.4	Samenvatting	15
4	Multicriteria Analyse (MCA)	16
4.1	Criteria.....	16
4.2	Variantenmatrix (MCA)	17
4.2.1	Het Verdeelwerk.....	17
4.2.2	Stuw Vondellaan	19
4.2.3	Stuw Oostelijke Havendijk.....	21
4.2.4	Onderlinge samenhang locaties	22
5	Discussie	23
5.1	Verdeelwerk	23
5.2	Vondellaan	23
5.3	Oostelijke Havendijk	24
6	Conclusies en aanbevelingen	25

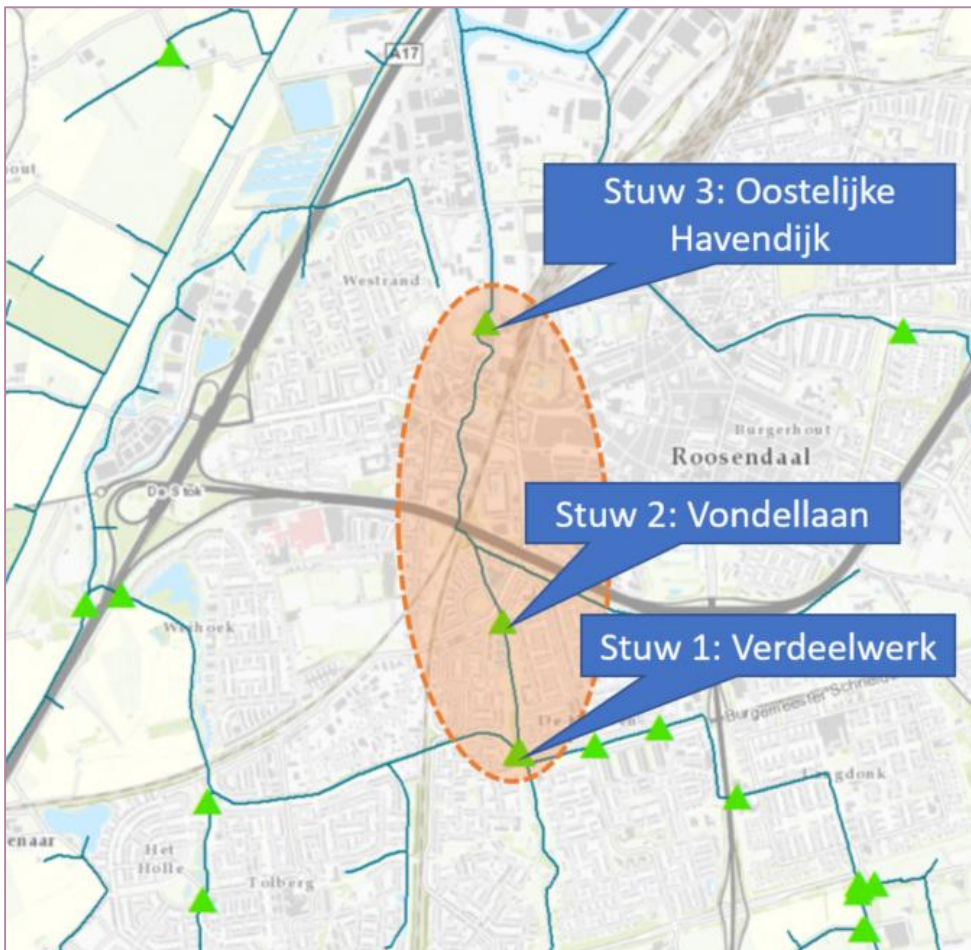
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Molenbeek ontspringt in Vlaanderen waar de Molenbeek ‘Kleine Aa’ wordt genoemd. Via de Roosendaalsche en Steenbergsche Vliet is de Molenbeek verbonden met het Volkerak-Zoommeer (VZM). De Molenbeek is in Nederland een KRW-waterlichaam en ook een door het bestuur vastgestelde vismigratieroute (WBP 2017-2021).

Startend benedenstrooms vanuit het Volkerak-Zoommeer richting Vlaanderen is stuw Oostelijke Havendijk de eerste barrière die vissen tegen komen om vervolgens in Roosendaal nog twee knelpunten tegen komen: stuw Vondellaan en het Verdeelwerk (zie Figuur 1). Verder stroomopwaarts van Roosendaal zijn in de Molenbeek de afgelopen jaren al een drietal stuwen vispasseerbaar gemaakt.

De projectlocatie bevindt zich binnen het oranje gebied.



Figuur 1. Projectlocatie en stuwen.

1.2 Doel

De Molenbeek moet over de volledige lengte vispasseerbaar worden gemaakt. Dit kan door stuwen te verwijderen of door stuwen te voorzien van een vispassage. In eerste instantie is er separaat een hydrologische studie opgesteld gericht op het mogelijk opheffen van deze drie resterende vismigratieknelpunten op Nederlands grondgebied¹. Dit is immers de eenvoudigste, goedkoopste en voor vis meest effectieve oplossing. Bovendien wordt op deze manier gewerkt aan herstel van de beek waarbij de morfologie en stromingscondities zo veel mogelijk worden hersteld.

Uit deze hydrologische studie is de conclusie naar voren gekomen dat het opheffen van één of meerdere stuwen niet mogelijk is, c.q. verregaande gevolgen geeft ten aanzien van bestaande oevers en bebouwing in de stad. Op basis hiervan is binnen de projectgroep besloten de stuwen niet te verwijderen en op zoek te gaan naar andere oplossingen.

Het doel van deze variantenstudie is de mogelijkheden voor het vispasseerbaar maken van 3 genoemde locaties verder in beeld te brengen en een keuze te maken voor een nader uit te werken voorkeursvariant/oplossing per locatie. Gezien de resultaten van de voorstudie richt het variantenonderzoek zich op het vispasseerbaar maken door middel van technische oplossingen.

1.3 Werkwijze

Op basis van een veldbezoek en ontwerpessie is voorafgaand een selectie van mogelijke oplossingen per locatie samen met het Waterschap gemaakt. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van de 'Handreiking vispassages in Noord-Brabant'². Om een indruk te verkrijgen van het te overbruggen peilverschil en de beschikbare en benodigde hoeveelheid water voor de werking van een vispassage, is tevens per locatie een peil- en afvoeranalyse uitgevoerd.

Als tweede stap zijn met het Waterschap het toetsingskader met hierin aan te houden selectie- en toetsingscriteria overeengekomen waarop voor elk object een Multi Criteria Analyse (MCA) is opgesteld. Naast dat elk object afzonderlijk op deze wijze is beoordeeld, is nadien ook naar de gezamenlijke interactie gekeken. Als laatste stap is op basis van het uitvoeren van een MCA per locatie een voorkeursvariant geselecteerd welke verder zal worden uitgewerkt tot VO.

1.4 Leeswijzer en opbouw rapport

Dit rapport volgt grotendeels de gehanteerde werkwijze. Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 eerst een beschrijving gegeven van de huidige stuwen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 en 4 respectievelijk een beschrijving en afweging gemaakt van de mogelijke oplossingen per locatie. Tot slot volgen in hoofdstuk 5 en 6 de discussies waaruit belangrijke conclusies en een advies voor een nader uit te werken voorkeursvariant per locatie.

¹ Rapport hydrologisch onderzoek – Sweco; augustus 2018

² Handreiking vispassages Noord-Brabant van WS De Dommel, Aa en Maas en Brabantse Delta

2 Stuwen

Het drietal stuwen in de Molenbeek betreft het 'Verdeelwerk', 'Stuw Vondellaan' en 'Stuw Oostelijke Havendijk'. Het Verdeelwerk heeft in deze een bijzondere functie: hier wordt de aangeboden afvoer verdeeld over de westelijke route 'Tolberg' en de oostelijke route 'Stad'. In deze variantenstudie krijgt het functioneren van het Verdeelwerk bijzonder de aandacht en wordt alleen het vispasseerbaar maken richting 'Stad' beschouwd.

2.1 Beschrijving stuwen

De drie stuwen worden beschreven aan de hand van hun constructieve afmetingen en de afvoercharacteristieken, te weten debiet, bovenpeil en benedenpeil. Afmetingen van de stuwen zijn op basis van de in het hydrologische model opgenomen waarden.

2.1.1 Verdeelwerk

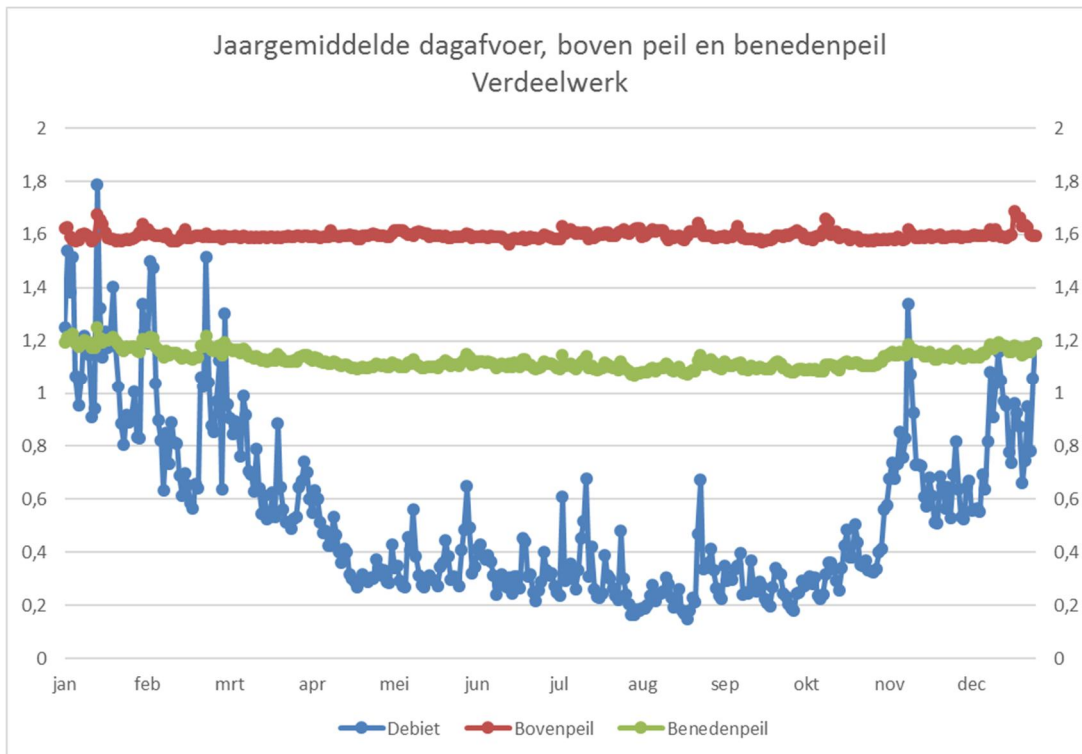
Het Verdeelwerk regelt de afvoerhoeveelheden door en om de stad en kan, gelet op deze belangrijke functie niet vervallen. De afvoer door en om Roosendaal is geautomatiseerd in de zogenaamde gebiedsregeling Molenbeek. De complexe sturing zorgt ervoor dat onder normale omstandigheden circa $\frac{2}{3}$ van de afvoer door de 'Stad' wordt afgevoerd en $\frac{1}{3}$ via 'Tolberg'. Bij hogere afvoeren klappt de regeling om en vindt de grootste afvoer plaats via het Omleidingskanaal en gaat een beperkt gedeelte door de stad. Met dit als gegeven kan het zo zijn dat de gebiedsregeling van de Molenbeek aangepast moet worden (bij het inpassen van een vispassage), waarbij ook het bovenstroomse peil van het Verdeelwerk moet worden beschouwd.



Naam:	Verdeelwerk
Automatisch:	Ja
Afvoer (m ³ /s):	0,3 – 3
Tolberg	0,16 – 1,50
Stad	0,14 – 1,80
Gemiddelde Bovenpeil:	NAP +1,60 m
Benedenpeil:	NAP +1,15 m
Kruinhoogte:	variabel
Kruinbreedte:	3x ca. 3 m
Peilverschil:	0,35 – 0,55 m

Figuur 2. Stuw Verdeelwerk

De afvoercharacteristieken van de stuw zijn bepaald op basis van de meetgegevens.



Figuur 3. Afvoercharacteristieken "Verdeelwerk", debiet (Stad) in m³/s en peilen in m t.o.v. NAP.

2.1.2 Stuw Vondellaan

Deze stuw is een vaste, niet regelbare overlaat. Het verval over de overlaat is gemiddeld te noemen. In combinatie met stroomsnelheidseisen voor het KRW-waterlichaam ligt het voor de hand om te onderzoeken of het opheffen van de barrière zonder de aanleg van een vispassage kan.

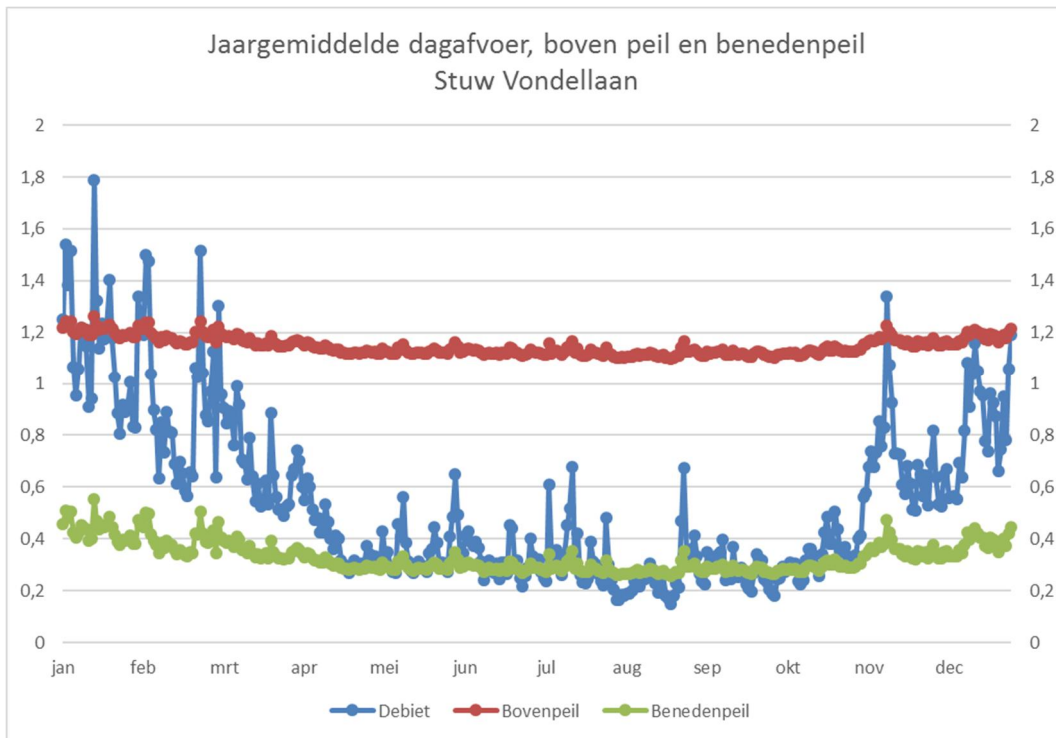


Naam:	Vondellaan
Materiaal:	Beton
Automatisch:	Nee
Afvoer:	0,14 – 1,80 (m ³ /s)
Gemiddelde Bovenpeil:	NAP +1,15 m*
Benedenpeil:	NAP +0,40 m**
Kruinhoogte:	NAP +1,06 m
Kruinbreedte:	10,50 m
Peilverschil:	0,70 – 0,85 m

Figuur 4. Stuw Vondellaan

* Het bovenpeil is berekend met een stuwformule voor korte overlatten en de daggemiddelde afvoer (debiet Verdeelwerk). Afmetingen van de stuw op basis van het model

** Het benedenpeil is bepaald door de afvoer om te rekenen naar het benedenpeil met een Qh-relatie afgeleid uit de modelberekeningen. Vermoedelijk wordt het benedenpeil onderschat in het model (nivelleert weer naar bovenpeil stuw O.Havendijk), waardoor het berekende peilverschil relatief groot is en het daadwerkelijke peilverschil kleiner zal zijn



Figuur 5. Afvoercharacteristiek stuw Vondellaan, debiet in m³/s en peilen in m t.o.v. NAP.

2.1.3 Stuw Oostelijke Havendijk

Deze stuw is een vaste niet regelbare overlaat. Het verval over de overlaat is klein te noemen. In combinatie met stroomsnelheidseisen voor het KRW-waterlichaam ligt het voor de hand om te onderzoeken of het opheffen van de barrière zonder de aanleg van een vispassage kan.



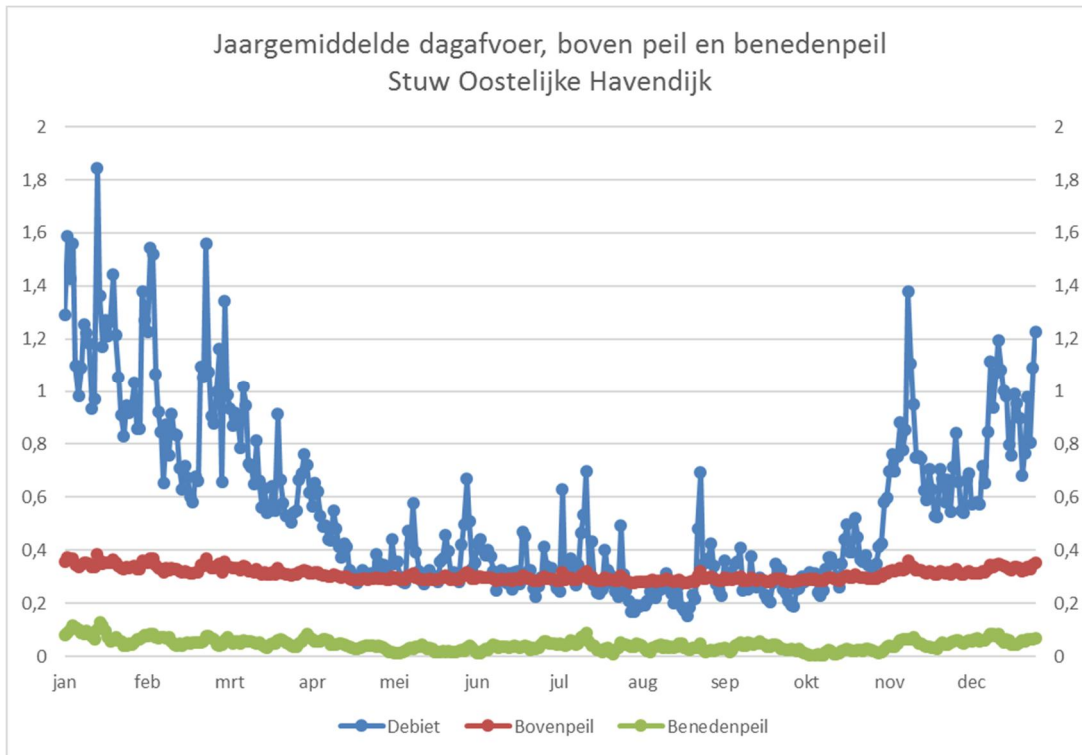
Figuur 6. Stuw Oostelijke Havendijk

Naam:	Oostelijke Havendijk
Materiaal:	Stalen damwand
Automatisch:	Nee
Afvoer:	0,15 – 1,85 (m ³ /s)*
Gemiddelde Bovenpeil:	NAP +0,32 m**
Benedenpeil:	NAP +0,08 m***
Kruinhoogte:	NAP +0,25 m
Kruinbreedte:	20,00 m
Peilverschil:	0,23 – 0,30 m

* De afvoer is gesteld op het debiet van het Verdeelwerk vergroot met 3%. Deze relatie is uit het model afgeleid

** Het bovenpeil is berekend met een stuwformule voor korte overlaten en de daggemiddelde afvoer. Deze waarde is gebaseerd op het benedenpeil stuw Vondellaan. Mocht deze waarde daadwerkelijk iets zijn onderschat dan zal deze waarde ook moeten worden aangepast (inclusief natuurlijk verhang), maar marge zal zich sowieso deels nivelleren

*** Het benedenpeil is een geïnterpreteerde waarde vanuit onderstaande grafiek, afgeleid van ook het gevoerde peilbeheer van het Volkerak-Zoommeer



Figuur 7. Afvoercharacteristiek stuw Oostelijke Havendijk, debiet in m³/s en peilen in m t.o.v. NAP.

3 Varianten vispassages

De eerste voorkeur gaat uiteraard uit naar het alleen wegnemen van de barrière. Wanneer dit niet mogelijk is (zoals voor deze objecten het geval is) dan volgt uit de selectie van mogelijke voorkeursoplossingen en maatregelen de volgende tritsvoorkeur. Deze is gebaseerd op basis van de locatie en situering van de vispassage ten opzichte van de stuw.

1. Vervangen stuw door vispassage over de gehele watervoerende breedte
2. Aanleg vispassage in een bypass rond de stuw
3. Aanleg vispassage direct naast stuw in waterloop

Bij de selectie van varianten hebben onder meer de volgende factoren een rol gespeeld:

- Doelsoorten, beschikbare ruimte, beschikbare hoeveelheid water, te overbruggen peilverschil, eigendomssituatie, ligging kabels en leidingen, aanwezige funderingen, toelaatbare opstuwing, beheersbaarheid.

Overeenkomstig de richtlijn voor aanleg vispassages in Noord-Brabant gaat de voorkeur uit naar toepassing van de meer natuurlijke en natuurtechnische vispassages.

Naast de specificaties van de stuwen zelf geldt ook voor de passages zelf dat deze aan bepaalde criteria dienen te voldoen/aan worden onderworpen. Met het kiezen van de juiste variant zijn dit criteria om mee te nemen in de overweging.

3.1 Doelsoorten

De navolgende doelsoorten zijn voor dit project van toepassing verklaard door het Waterschap:

- Aal
- Berrmpje
- Driedoornige stekelbaars
- Kleine modderkruiper
- Kopvoorn
- Rivierprik
- Serpeling
- Snoek
- Tiendoornige stekelbaars
- Vetje
- Winde

3.2 Ontwerpcriteria

Enkele navolgende ontwerpcriteria voor het dimensioneren van vispassages kunnen van toepassing zijn bij het nadere ontwerp. Voor deze variantennotitie zijn de aspecten veelal nog niet direct van toepassing, maar bijvoorbeeld de minimale waterdiepte van bekkens (als deze worden toegepast) is een wens om mee te nemen vanuit beheer en onderhoud. Afhankelijk van het type passage gelden de volgende waardes vanuit de 'Handreiking' (tenzij anders aangegeven):

- | | |
|--|----------------------|
| · Richt stroomsnelheid in de bekkens/kamers | 0,30 m/s |
| ○ <i>Waarde aangenomen voor project specifieke oplossing</i> | |
| · Maximale stroomsnelheid in de doorstroomopeningen: | 1,00 m/s |
| · Minimale waterdiepte in de bekkens: | 0,90 m* |
| ○ <i>Handreiking zelf gaat uit van 50cm</i> | |
| · Maximale energievernietiging in passage: | 100 W/m ³ |
| · Richtpercentage lokstroom t.o.v. totale afvoer: | min. 5-10% |

* Diepte van 90cm laat de mogelijkheid open de bekkens met maaiboot te kunnen onderhouden

3.3 Varianten vispassages

In overleg met het waterschap zijn per stuw de mogelijke varianten in beeld gebracht. Op basis van de situatie, de huidige constructie en de omgeving/geografische ligging is per locatie bepaald welke mogelijkheden er zijn en welke varianten op voorhand al zijn af te schrijven.

Zoals bij de algemene inleiding al is beschreven is een belangrijk uitgangspunt hierin uit te gaan van zo natuurlijk mogelijke vispassages, liefst over de volle breedte van de watergang en waarbij ook de drempels zo veel mogelijk verpreid over de beek worden aangebracht.

In de beschrijvingen overigens kan worden gesproken over de rechter- of linkeroever. Hiermee wordt de oever bedoeld zoals deze in stroomafwaartse richting wordt gezien. In de bijlage zijn verschillende mogelijke oplossingen van vismigratie in meer algemene zin beschreven. Per locatie worden de daar mogelijke oplossingen aangehaald.

3.3.1 Het Verdeelwerk

Het Verdeelwerk is een zware civiele constructie met drie stuwkleppen die het bovenstroomse water verdeelt over de omleidingsroute en de route door de stad Rosendaal. Specifiek voor het vispasserbaar maken wordt alleen de route door de stad beschouwd. Het object is via een toegangs-/onderhoudspad (halfverharding) via de rechteroever te bereiken voor beheer en onderhoud. Op de rechteroever (direct aan weerszijden van de stuw) bevinden zich twee inlaatplaatsen voor de (maai)boot.

De rechteroever is de voor de hand liggende zijde om een oplossing toe te passen, de eventueel te benutten ruimte is aanzienlijk. Aandachtspunten en overwegingen welke meegenomen moeten worden in het optimaliseren van de oplossingsrichting:

- Tewaterlaatplaatsen op de rechteroever aan weerszijden van de stuw
- Onderhoudspad (halfverharding) via de rechteroever naar het stuwcomplex
- Het terrein is (nagenoeg) geheel gemeentelijke grond
- Met het inpassen dient er rekening te worden gehouden met obstakels als bomen, de aanwezige poel en KLIC-gegevens

Mogelijke oplossingen voor deze locatie (overige hier niet toepasbaar³):

1. Natuurlijke bekkervispassage in een bypass rond de stuw
 - zo ingepast met overkluizing dat onderhoudspad/tewaterlaatplaatsen bereikbaar blijven
2. Vertical Slot of De Wit-vispassage direct naast de stuw, afhankelijk van onder andere vissoorten en het debiet
3. Combinatie van bovenstaande oplossingen

³ Door de functie als Verdeelwerk moet de stuw te allen tijde in stand worden gehouden. Het vervangen van de stuw door een vispassage is hierdoor niet mogelijk.



Figuur: Indicatieve oplossingen

3.3.2 Stuw Vondellaan

Stuw Vondellaan is een vaste betonnen drempel, tussen betonnen vleugelwanden. Beide oevers (maar vooral de linkeroever) zijn enorm steil en zorgen voor een aanzienlijk hoogteverschil kort op de watergang. Daarbij staat er een appartementencomplex kort op het object (linkeroever). De watergang is breed en biedt mogelijkheden voor een oplossing in het water. Hierbij kan ook worden gedacht aan het vervangen van de drempel.

Een andere mogelijkheid voor deze locatie is een bekkervispassage in de watergang die hiermee de stuwfunctie overneemt. Het is dan wel zo dat de bekkens korter van lengte gaan zijn, wanneer voor een dergelijke oplossing wordt gekozen moet deze hydrologisch worden nagerekend/getoetst. Dit mede in verband met mogelijk opstuwing en peilverhoging in de stroomafwaarts gelegen duiker.

Aandachtspunten en overwegingen welke meegenomen moeten worden in het optimaliseren van de oplossingsrichting:

- Bovenstrooms van het object bevindt zich een brede zijtak van de watergang (een 'lob' tussen de appartementencomplexen)
- Benedenstrooms van het object bevindt zich een brede duiker in de loop van de watergang; aan linkerzijde takt eveneens een duiker aan en aan rechterzijde moet rekening worden gehouden met een HWA-overstort
- Er is geen onderhoudspad, maar de benadering van het object vindt via de rechteroever plaats
- Het terrein (linkeroever) is grotendeels (tot boveninsteek talud) eigendom van de gemeente/VVE-appartementen (bovenstrooms van de duiker)
- Bij eventuele oplossingen op de rechteroever dient er rekening te worden gehouden met obstakels; zoals bomen
- KLIC-gegevens (hier specifiek een drietal hogedruk gasleidingen)
- Info-tekeningen gemeente gebiedsinrichting

Mogelijke oplossingen voor deze locatie (overige hier niet toepasbaar⁴):

1. Bekkervispassage (in plaats van de stuwconstructie)
 - Ter vervanging van de stuw, met kortere bekkens (circa 8 à 10 meter) gezien de geografische mogelijkheden (als variant is het mogelijk ook bekkens benedenstrooms van de duiker onder de Laan van Brabant te plaatsen)
 - Bekkens meer verspreid over het gebied; conform plantekening EVZ van de gemeente Roosendaal. Eerste drempel verder bovenstrooms met langere bekkens. Eventuele conflicten met de locatie van de hogedruk gasleidingen moet nader worden bekeken
2. Vertical Slot of De Wit-vispassage, afhankelijk van onder andere vissoorten en het debiet
 - Aan de zijkant in de waterloop te plaatsen, voorkeur nabij rechteroever. Zodoende zijn er tevens mogelijkheden de drempel zelf ook te vervangen



Figuur: Indicatieve oplossingen

3.3.3 Stuw Oostelijke Havendijk

Stuw Oostelijke Havendijk is een vaste drempel, uitgevoerd in een damwandscherm. Beide oevers zijn enorm steil en zorgen voor een aanzienlijk hoogteverschil kort op de watergang. De oevers zijn met stortsteen bekleed. De watergang is breed en biedt mogelijkheden voor een oplossing in het water. Hierbij kan ook worden gedacht aan het vervangen van de drempel.

Een andere mogelijkheid voor deze locatie is een bekkervispassage in de watergang die hiermee de stuwfunctie overneemt. Vooral nog wordt ervan uitgegaan dat de bekkens kort(er) van lengte moeten zijn vanwege bereikbaarheid voor beheer & onderhoud (maar ook om buiten de invloedssfeer van het Kellebeekcollege te blijven). In ieder geval dient een dergelijke oplossing (net als locatie Vondellaan) hydrologisch te worden nagerekend.

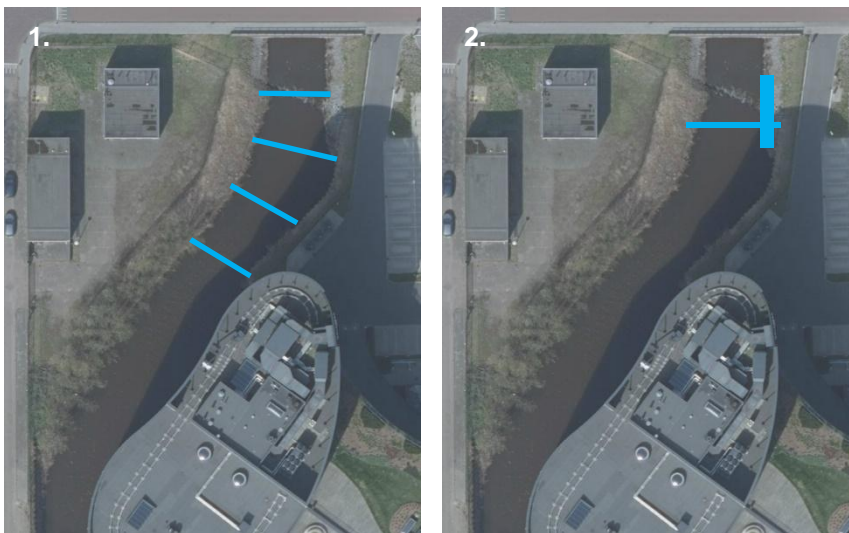
⁴ Door de steile oevers en beperkte ruimte is een vispassage in een bypass op deze locatie niet mogelijk.

Aandachtspunten welke meegenomen moeten worden in het optimaliseren van de oplossingsrichting:

- Bovenstrooms is ruimte om eventueel een bekkervispassage in te passen (meanderend om het Kellebeekcollege heen)
- Benedenstrooms van het object bevindt zich vrij direct een brede duiker in de loop van de watergang
- Er is geen onderhoudspad, maar de benadering van het object vindt in hoofdzaak via de rechteroever plaats
- Het terrein is (nagenoeg) geheel gemeentelijke grond of grond derden
- KLIC-gegevens

Mogelijke oplossingen voor deze locatie (overige hier niet toepasbaar):

1. Bekkervispassage (in plaats van de stuwconstructie)
 - Ter vervanging van de stuw, maar met kortere bekkens (circa 8 à 10 meter) gezien de geografische mogelijkheden (hydrologie hiermee gelijk aan de bestaande situatie)
2. Vertical Slot of De Wit-vispassage, afhankelijk van onder andere vissoorten en het debiet
 - Aan de zijkant in de waterloop te plaatsen, voorkeur nabij rechteroever. Zodoende zijn er tevens mogelijkheden de drempel zelf ook te vervangen



Figuur: Indicatieve oplossingen

3.4 Samenvatting

Locatie	Oplossingsvariant
Verdeelwerk	Natuurlijke bypass of bekkervispassage Vertical Slot of De Wit-vispassage Combinatie bekkervispassage en Vertical Slot/De Wit-vispassage
Stuw Vondellaan	Bekkenvispassage Vertical Slot of De Wit-vispassage
Stuw Oostelijke Havendijk	Bekkenvispassage Vertical Slot of De Wit-vispassage

4 Multicriteria Analyse (MCA)

De verschillende varianten worden beoordeeld op vooraf overeengekomen criteria welke verder in het hoofdstuk worden genoemd. Daarbij vindt een beoordeling plaats op een vijfdelige schaal '- -' tot en met '+ +' . Deze criteria krijgen onderling geen wegingsfactor mee.

De criteria worden beoordeeld met plussen en minnen, waarbij:

- ++ Uitstekend
- + Goed
- 0 neutraal
- - Matig
- - - Slecht

Middels deze schaal worden de varianten ten opzichte van elkaar beoordeeld. Deze kwalitatieve beoordeling vindt plaats op basis van 'expert judgement'. Na het beoordelen van elke locatie met bijbehorende varianten wordt ook nog gekeken naar de interactie zij hebben met elkaar in een overall scoretabel. De eindscore wordt bepaald door de optelsom van de individuele scores.

4.1 Criteria

Om de varianten per locatie goed en objectief af te kunnen wegen zijn onderstaande criteria met het waterschap overeen gekomen:

A. Ecologisch functioneren

1. Aantal soorten vis die van de vispassage gebruiken zullen/kunnen maken
 - § Hoe meer soorten vissen met verschillende lengtes de passages kunnen gebruiken (werking van lokstroom) hoe beter de variant scoort
2. Periode van het jaar waarin de vispassage gebruikt zal kunnen worden
 - § Hoe langer de periode van het jaar hoe beter de variant scoort
3. Ecologische meerwaarde
 - § Als door de aanleg van de vispassage een habitat wordt gecreëerd voor diverse soorten flora en fauna krijgt een variant een hogere score

B. Peilbeheer / waterafvoer

4. Instandhouding van het peil / grootte van het benodigde debiet
 - § De instandhouding van het peil / grootte van het debiet is belangrijk om de waterhuishouding niet te veel te verstoren
5. Hinder voor het peilbeheer van de stuw
 - § De variant mag het peilbeheer van de stuw niet negatief beïnvloeden

C. Landschappelijke meerwaarde

6. Landschappelijke inpassing
 - § De mate waarin de vispassage een meerwaarde geeft ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit en beleving van het water

D. Beheer & Onderhoud

7. Onderhoudsvriendelijkheid
 - § De vispassage dient op een eenvoudige wijze te benaderen/bereiken zijn om onderhoud uit te kunnen voeren. Hierbij wordt vooral gewezen op de bereikbaarheid om eventuele vervuiling van de passage en maaisel op te ruimen inclusief mogelijkheden maaiboot

E. Kosten

8. Aanlegkosten

§ Er is geen maximaal budget meegekregen. Om onderscheid te maken zijn hogere aanlegkosten minder goed beoordeeld, en gaat het om zoeken naar de beste oplossing

9. Onderhoudskosten (LifeCycleCosts)

§ De jaarlijks terugkerende onderhoudskosten dienen uit het oogpunt van beschikbaar budget zo laag mogelijk te zijn. De onderhoudskosten worden uitgedrukt in LifeCycleCosts

In het projectoverleg met het Waterschap, gehouden op 16 mei 2018 zijn bovenstaande criteria besproken en vastgesteld. Deze vormen de basis voor het in eerste instantie verder uitwerken van de MCA per locatie. Zoals genoemd maken kosten een (belangrijk) onderdeel uit van de uiteindelijke keuze, maar ligt de focus hier in eerste instantie niet op.

4.2 Variantenmatrix (MCA)

Per locatie, per variant is door middel van de navolgende scores aangegeven in hoeverre de variant voor de aangegeven locatie voldoet. Naast dat eerst de locaties afzonderlijk worden beoordeeld, wordt erna het gehele systeem tegen het licht gehouden (waarbij voornamelijk de interactie wordt bekeken tussen stuw Vondellaan en stuw Oostelijke Havendijk).

4.2.1 Het Verdeelwerk

	Natuurlijke bypass / bekkervispassage (1A)	Vertical Slot / De Wit- passage (1B)	Combinatie oplossing (1C)
Aantal soorten	+	+	+
Periode in jaar	+	+	+
Ecologische meerwaarde	++	+	++
Instandhouding peil	+	++	++
Hinder functie stuw	+	++	++
Landschap. inpassing	++	-	++
Beheer & Onderhoud	+	++	+
Aanlegkosten	-	+	--
LCC	-	+	-
Totaalscore	Laagste score	Gemiddelde score	Beste score

De verschillende oplossingsrichtingen zijn onderling met elkaar vergeleken en daarop gescoord. De toekenning/verdeling van plussen en minnen is hierop aangepast; dit kan tot gevolg hebben dat er voor eenzelfde oplossing bij een andere locatie anders is beoordeeld. Op basis van de toegekende scores wordt de combinatie (variant 1C) als voorkeursvariant geselecteerd. Deze variant combineert de voordelen van variant 1A en 1B. Binnen deze variant is een goed functionerende vispassage mogelijk die bovendien een duidelijke meerwaarde ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit biedt.

Belangrijk voordeel is bovendien dat door toepassing van een verticalslot (of lange duiker) ter hoogte van het Verdeelwerk de watertoevoer goed kan worden geregeld (inclusief aansluiting op het besturingssysteem van het Verdeelwerk). Mogelijk nadeel zijn de realisatiekosten die gemiddeld wel wat hoger worden ingeschat dan variant 1A en 1B. Daar staat echter een hogere landschappelijke en ecologische meerwaarde en de beheerbaarheid van het systeem tegenover.

Onderstaand volgt per criteria een nadere toelichting op de toegekende scores.

Toelichting

Ecologisch functioneren

Alle varianten kunnen zodanig worden ontworpen en uitgevoerd dat deze alle doelsoorten kunnen faciliteren en jaarrond kunnen functioneren. Door de toepassing van een Vertical Slot in de overlaatschotten van de bekkenpassage is deze ook voor bodemsoorten goed passeerbaar. Door de aanleg van een bekkenpassage in een bypass scoort variant 1A echter hoger doordat hierdoor ook een traject stromende beek wordt toegevoegd, hetgeen zorgt voor habitatvariatie en ecologisch herstel.

Ook volgens de 'Handreiking vispassages' verdient een dergelijk oplossing de voorkeur. Vanwege de combinatievariant 1C (combinatie van 1A en 1B) komt dit voordeel (het hebben van ecologische meerwaarde) ook tot uiting in deze variant.

Peilbeheer en waterafvoer

Doordat de waterpeilen als gevolg van het Verdeelwerk goed kunnen worden beheerst scoren alle varianten voldoende tot goed en biedt een Vertical Slot dan wel De Wit-vispassage hier geen significant voordeel ten opzichte van een bekkenpassage (wat dan pleit voor variant 1A).

Omdat een bekkenpassage in een bypass moeilijker regelbaar is vormt deze een potentieel 'lek' rond het Verdeelwerk. Bij hoge afvoeren en dito waterstanden kan dit leiden tot ongewenste hoge afvoeren door de stad. Uiteraard kan dit nadeel worden opgeheven door de bypass aan bovenzijde afsluitbaar te maken. Bij de toepassing van een afsluitbare en op het besturingssysteem aangesloten schuif kunnen peilen beter worden beheerst en de functie van het Verdeelwerk goed in stand worden gehouden.

Aangezien het onderhoudspad gekruist zal gaan worden met een duiker wordt het betrekkelijk eenvoudig om voor oplossing 1A een schuif in te passen. Dit houdt direct in dat de scores voor 'Instandhouding peil' en 'Hinder stuw' omgezet kunnen worden naar '+ +' (in tabel zonder afsluiter beide beoordeeld met '+'). Hiermee wordt de eindscore voor variant 1A vergelijkbaar met de score voor variant 1C.

Landschappelijke meerwaarde

Doordat bij variant 1A (en ook 1C) de vispassage in een bypass wordt aangelegd geeft deze een duidelijke meerwaarde ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit. Bij de toepassing van een Vertical Slot of De Wit-vispassage is hiervan geen sprake omdat deze als 'technische' oplossing direct naast het Verdeelwerk wordt geplaatst en hier als het ware deel van uitmaakt. Bovendien is het water dat door de vispassage stroomt vanaf de oever/het park niet zichtbaar en geeft dus geen meerwaarde ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit.

Beheer en onderhoud

Vanwege het grotere ruimtebeslag en de doorstroomopeningen geeft een bypass meer onderhoud. Ten behoeve van het blijvend functioneren van de vispassage is het nodig de vispassage regelmatig te schonen. De toepassing van een drijfbalk kan de instroming van drijfvuil in de vispassage verminderen. Hoewel dit ook geldt voor de combinatie (variant 1C) is hier minder risico van instroming maaisel en ander drijfvuil.

Vanwege de technische uitvoering scoort de Vertical Slot op dit onderdeel het hoogst. Het onderhoud aan dergelijke typen vispassages is zeer beperkt. Vanuit algeheel oogpunt van beheer en onderhoud is het de drijfveer zo min mogelijk meters handmatig te hoeven maaien. Dit pleit ervoor om bij het toepassen van drempels deze relatief 'kort' op elkaar te hebben, of juist vergenoeg uit elkaar zodat alsnog een maaiboot hiervoor kan worden ingezet (mits deze tewater kan worden gelaten).

Kosten

De kosten voor realisatie en beheer en onderhoud zijn hoger bij een bekkenpassage in de bypass, wanneer hier een deel technisch wordt uitgevoerd nemen de kosten nog meer toe). Hier is relatief veel grondverzet benodigd en moeten oevers over een grote lengte worden verdedigd. Vanwege de compacte uitvoering en mogelijkheid van toepassing van prefab/constructies worden de kosten voor een Vertical Slot lager ingeschat.

4.2.2 Stuw Vondellaan

	Bekkenvispassage (2A)	Vertical Slot / De Wit-passage (2B)
Aantal soorten	+	+
Periode in jaar	+	+
Ecologische meerwaarde	++	+
Instandhouding peil	- / 0	+
Hinder functie stuw	0	+
Landschap. inpassing	+	0
Beheer & Onderhoud	--	-
Aanlegkosten	0	0
LCC	--	+
Totaalscore	Vergelijkbare score	Vergelijkbare score

Op basis van de toegekende scores kan niet echt een duidelijke voorkeursvariant worden benoemd (variant 2B scoort net beter). Beide varianten voldoen voor vispasseerbaarheid prima. Bij de toepassing van een bekkenpassage wordt echter gelijktijdig aan habitatherstel gewerkt, terwijl deze ook vanuit landschappelijk oogpunt een meer aantrekkelijke optie is. Daar staat echter het beheer en onderhoud als belangrijk nadeel tegen over.

Vanwege de hoge oevers is de vispassage (zeer) slecht bereikbaar met gangbaar materieel. Dit heeft tot gevolg dat hoge kosten moeten worden gemaakt, dan wel het risico aanwezig is dat de vispassage in ecologisch opzicht slecht gaat functioneren (door bijvoorbeeld achterstallig onderhoud). Dit doet pleiten voor de toepassing van een Vertical Slot op deze locatie.

De kosten en ook de effecten ten aanzien van het peilbeheer worden voor beide varianten kan in eerste instantie als vergelijkbaar worden beschouwd. Het technische gedeelte kan van een afsluiter worden voorzien en in basis maken beide oplossingen gebruik van een gelijke (eerste) vaste drempel). Alleen door bij een Vertical Slot de afsluiter als extra middel voor peilbeheer in te kunnen zetten, scoort deze variant net iets beter.

Aanvullend wordt er vanuit gegaan dat gedurende droge periodes (waarbij weinig afvoer) een kortstondige daling van circa 15cm gedurende enkele dagen te tolereren is. Dit pleit er voor dat een afsluitconstructie een vereiste is.

In feite resteert de afweging of de risico's en meerkosten van beheer en onderhoud van een bekkenpassage opwegen tegen de ecologische en landschappelijke meerwaarde van een dergelijke oplossing. Die keuze moet door het waterschap worden gemaakt. Daarbij moet worden gerealiseerd dat zowel de ecologische als landschappelijke meerwaarde beperkt is vanwege het relatief korte traject waarover het peilverschil kan/moet worden opgevangen.

Onderstaand volgt per criteria een nadere toelichting op de toegekende scores.

Toelichting

Ecologisch functioneren

Beide varianten kunnen zodanig worden ontworpen en uitgevoerd dat deze alle doelsoorten kunnen faciliteren en jaarrond kunnen functioneren. Door de toepassing van een Vertical Slot in de overlaatschotten van de bekkenpassage is deze ook voor bodemsoorten goed passeerbaar. Door de ruimtelijke verdeling van de drempels van de bekkenpassage over een langer beektraject heeft deze variant een meerwaarde ten opzichte van de Vertical Slot of een De Wit-vispassage.

Hoewel een Vertical Slot in principe langer blijft functioneren bij (sterk) wisselende waterstanden, is dit voordeel hier minder relevant vanwege de aanwezigheid van het Verdeelwerk (waar de afvoer kan worden geregeld). Het nadeel en risico van drijfvuil heeft in combinatie met het slecht bereikbaar zijn van de locatie voor beheer en onderhoud, mogelijk een negatieve invloed op het ecologisch functioneren van een bekkenpassage op deze locatie.

Peilbeheer en waterafvoer

Door de aanwezigheid van het bovenstroomse Verdeelwerk kunnen waterafvoeren en peilen worden geregeld, met gevolg dat zowel een bekkenpassage als een Vertical Slot beide goed functioneren. Het risico van drijfvuil heeft, in combinatie met het slecht bereikbaar zijn van de locatie, echter mogelijk ook een negatieve invloed op het peilbeheer.

Hoewel niet sterk negatief beoordeeld kan bij lage afvoeren (<100 l/s) de toepassing van een bekkenpassage met Vertical Slot bij extremen tijdelijk een peilverlaging tot circa 20cm veroorzaken (ten opzichte van het huidige peil). Een afsluitmiddel is dan ook een vereiste.

Landschappelijke meerwaarde

De toepassing van een bekkenpassage over de volledige breedte van de waterloop, waarbij een deel van de afvoer als een stromende beek over de overlaatschotten wordt geleid, voegt ruimtelijke kwaliteit toe. Bij de toepassing van een Vertical Slot is hiervan geen sprake omdat deze als 'technische' oplossing direct naast de stuw wordt geplaatst en er als het ware deel van uitmaakt. Bovendien is het water dat door de vispassage stroomt vanaf de oever/het park niet zichtbaar en geeft dus geen meerwaarde ten aanzien van de ruimtelijke kwaliteit.

Beheer en onderhoud

Omdat de locatie slecht bereikbaar is met gangbaar onderhoudsmaterieel vanaf de oever scoort de bekkenpassage (variant 2A) zeer slecht. Bijkomend probleem is het risico van verstopping van de drempels als gevolg van maaisel en drijfvuil. Daarbij wordt rekening gehouden met de ligging in stedelijk gebied als gevolg waarvan dit een verhoogd risico is. Dit is ook de reden waarom wordt gekozen voor scherpe, technische overlaten in plaat van drempels met stortsteen welke nog gevoeliger zijn voor vervuiling.

Hoewel de Vertical Slot dit probleem niet kent scoort ook deze variant op deze locatie slecht vanwege de moeilijke bereikbaarheid vanaf de oever. Bijkomend voordeel is wel dat de waterloop vrij blijft en het maaisel daardoor ongehinderd stroomafwaarts kan drijven en op de hier voor ingerichte verzamelplaatsen uit het water kan worden gehaald.

Kosten

De kosten voor realisatie van beide varianten worden vergelijkbaar ingeschat. Vanwege het probleem met beheer en onderhoud worden de kosten voor beheer en onderhoud van de bekkenpassage echter als sterk negatief beoordeeld. Dit in combinatie met de benodigde onderhoudsfrequentie van de Molenbeek.

4.2.3 Stuw Oostelijke Havendijk

	Bekkenvispassage (3A)	Vertical Slot / De Wit-passage (3B)
Aantal soorten	+	+
Periode in jaar	+	+
Ecologische meerwaarde	++	+
Instandhouding peil	- / 0	+
Hinder functie stuw	0	+
Landschap. inpassing	+	0
Beheer & Onderhoud	--	-
Aanlegkosten	0	0
LCC	--	+
Totaalscore	Vergelijkbare score	Vergelijkbare score

Op basis van de toegekende scores kan niet echt een duidelijke voorkeursvariant worden benoemd (variant 3B scoort net beter). Beide varianten voldoen voor vispasseerbaarheid prima. Bij de toepassing van een bekkenpassage wordt echter gelijktijdig aan habitatherstel gewerkt, terwijl deze ook vanuit landschappelijk oogpunt een meer aantrekkelijke optie is. Daar staat echter het beheer en onderhoud (en dan met name de slechte bereikbaarheid) als belangrijk nadeel tegen over.

De eerste conclusie en ook de bijbehorende onderbouwing zijn gelijk aan hetgeen is beschreven voor stuw Vondellaan. Zie daarom ook de verdere beschrijving van stuw Vondellaan.

Toelichting

Ecologisch functioneren

Zie beschrijving stuw Vondellaan.

Peilbeheer en waterafvoer

Zie beschrijving stuw Vondellaan.

Landschappelijke meerwaarde

Zie beschrijving stuw Vondellaan.

Beheer en onderhoud

Zie beschrijving stuw Vondellaan.

Kosten

Zie beschrijving stuw Vondellaan.

4.2.4 Onderlinge samenhang locaties

In de studie is ook rekening gehouden met de onderlinge samenhang van de beoogde oplossingen, alsmede de relatie met de reeds verder bovenstrooms in de Molenbeek gerealiseerde vispassages. Met name vanuit oogpunt vispasseerbaarheid pleit dit voor het zo veel als mogelijk toepassen van vergelijkbare oplossingen in de beek. Aansluitend speelt de landschappelijke inpassing een belangrijke rol. Dit pleit voor het toepassen van bekkenpassages, waarbij voor het Verdeelwerk deze in een bypass wordt geplaatst.

Vanwege de slechte bereikbaarheid, de ligging in het stedelijk gebied en de hiermee samenhangende problemen en risico's rond beheer en onderhoud zou hiervan echter kunnen worden afgeweken en een andere keuze kunnen worden gemaakt. Als dit risico namelijk niet kan worden beheerst bestaat het risico dat de vispassage zowel in ecologisch als landschappelijk oogpunt juist minder gaat functioneren. Ook de mate (en kosten) waarin nieuwe mogelijkheden voor tewaterlaatplaatsen maaiboot en verzamelplaatsen maaisel kunnen worden ingericht spelen hierin een rol.

5 Discussie

In de besprekingen van 22 augustus en 29 oktober 2018 is uitgebreid met de projectgroep gesproken over de varianten. Dit heeft geleid tot een aantal afspraken en wijzigingen die hieronder worden benoemd en ook uiteindelijk in het VO zijn doorgevoerd.

5.1 Verdeelwerk

Voor het Verdeelwerk valt de keuze duidelijk uit voor een zo natuurlijk mogelijke (bekken)vispassage in een bypass naast het kunstwerk. Met de overhang van de particuliere tuinen (groenstrook direct achter de percelen) en de aanwezigheid van grote bomen en de poel is het redelijk passen en meten om de 'lussen' van de bekkenpassage naast het Verdeelwerk in te passen. Het opofferen van de poel wordt als ongewenst (en onnodig) beschouwd. Het geheel verplaatsen in noordelijke richting geeft echter weer problemen met de uitstroomopening van de vispassage, die hiermee op een te grote afstand van het Verdeelwerk komt te liggen.

Ten behoeve van het VO worden de volgende afspraken gemaakt:

- Een bekkenpassage of combinatievariant blijft het uitgangspunt. Hierbij wordt de beschikbare ruimte ten zuiden van het Verdeelwerk zo veel als mogelijk benut voor de aanleg van een natuurlijke (bekken)vispassage. Het eventuele restant verval wordt opgevangen in een Vertical Slot
- Het eventueel noodzakelijke gedeelte uitgevoerd als Vertical Slot wordt dan gecombineerd met de beoogde duiker die het (eventueel te verleggen) onderhoudspad moet kruisen. Aan de toe te passen duiker wordt tevens het regelwerk (afsluiter) bevestigd
- De beschikbare ruimte boven- en benedenstrooms van de stuw wordt zo goed mogelijk benut voor de situering van een natuurlijke bekkenpassage, waarbij (vanwege de aanwezige grondslag en laagte) voldoende ruimte wordt aangehouden tot de waterloop ('hoog langs de rug')
- Uitmonding bovenstrooms moet binnen een halve bocht worden gesitueerd waar de splitsing met het Kletterwater plaatsvindt
- De bypass wordt in principe geheel onder talud gegraven. De genoemde belemmeringen kunnen ertoe leiden dat plaatselijk de oever middels een houten beschoeiing moet worden opgevangen

5.2 Vondellaan

Uit de MCA blijkt dat er niet echt een duidelijke voorkeursvariant geldt voor de locatie Vondellaan. Dit noodzaakt tot het nader beschouwen van varianten en de locatie waarbij de voor- en nadelen nog eens goed tegen elkaar worden afgewogen. Op basis hiervan is een besluit genomen over de nader uit te werken voorkeursvariant. Voor deze locatie wordt gekozen voor de bekkenpassage, waarbij:

- In eerste instantie de drempels qua locatie zo veel als mogelijk overeen te laten komen zoals deze in het projectplan EVZ van de gemeente Roosendaal zijn opgenomen. Hier wordt echter op geconcludeerd dat door de aanwezigheid van de hogedruk gasleidingen dit niet mogelijk is zonder deze te verleggen. De eerste drempel van de bekkenpassage kan daarmee niet bovenstrooms van de huidige stuw worden gerealiseerd. Er wordt een verdeling gemaakt van kortere bekkens zowel boven- als benedenstrooms van de duiker onder de Laan van Brabant
- Geen verder hydrologisch nadeel (als bijvoorbeeld opstuwing) wordt veroorzaakt
- Indien noodzakelijk mitigerende maatregelen worden voorgeschreven/genomen om het beheer en onderhoud vanaf de oever mogelijk te maken. Dit geldt met name voor de bekkens bovenstrooms van de duiker

Om inzicht te krijgen in mogelijke opstuwingszaken in het huidige model, met invoering van drempels, de beoogde drempelhoogtes aangehouden. Vooral nog bevinden alle waarden zich binnen de acceptabele grenzen. Dit kan nog worden geoptimaliseerd door te nuanceren met drempelhoogtes en/of -vorm om zodoende de opstuwingszaken nog meer binnen het toelaatbare te houden. De uiteindelijke randvoorwaarden zijn hydrologisch getoetst om dit aan te kunnen tonen.

Het beheer en onderhoud van de beoogde drempels is met het gangbaar materieel van het waterschap mogelijk (met toepassen van mitigerende maatregelen; bereikbaarheid bekkens bovenstrooms van de duiker). Het is een afweging voor deze locatie te kiezen voor het (extern) inhuren van materieel. Dit is niet alleen een eis vanuit wateraan- en afvoer maar ook vanuit het (blijvend) ecologisch functioneren van de vispassage. Bereikbaarheid van de bekkens benedenstrooms van de duiker is vanaf de linkeroever geen probleem.

5.3 Oostelijke Havendijk

Uit de MCA blijkt dat er niet echt een duidelijke voorkeursvariant geldt voor de locatie Oostelijke Havendijk. Dit noodzaakt tot het nader beschouwen van varianten en de locatie waarbij de voor- en nadelen nog eens goed tegen elkaar worden afgewogen. Op basis hiervan is een besluit genomen over de nader uit te werken voorkeursvariant. Voor deze locatie wordt gekozen voor een technische oplossing, waarbij:

- Een De Wit-vispassage (of Vertical Slot) aan de zijkant van de watergang wordt toegepast met een nieuwe vaste drempel geïntegreerd. Een bekkenpassage is vanuit met name de onbereikbaarheid niet te onderhouden. Ook zijn er direct raakvlakken met het Kellebeekcollege waar de drempels van een bekkenpassage aan gemonteerd zouden moeten worden
- Geen verder hydrologisch nadeel (als bijvoorbeeld opstuwingszaken) wordt veroorzaakt
- Waar mogelijk mitigerende maatregelen worden voorgeschreven/genomen om het beheer en onderhoud vanaf de oever (beter) mogelijk te maken (zijde locatie vispassage)

Het ontwerp van een De Wit-vispassage of een Vertical Slot lopen niet ver uiteen en is in principewerking vergelijkbaar. De vispassage op deze locatie wordt gebaseerd op een maatgevend ontwerpdebiet van 75 l/s. Bij een Vertical Slot loopt het venster door tot over de gehele waterkolom (hier circa 1,0m). Dit levert al snel een debiet op van circa 150 l/s. Als dit voor het waterschap geen probleem oplevert dan kan deze keuze alsnog worden gemaakt.

Vanuit de eis de vispassage zo veel als mogelijk jaarrond te kunnen laten werken is nu uitgegaan van een lager ontwerpdebiet (75 l/s). Bij een groter ontwerpdebiet is er het risico dat de vispassage in tijd van droogte (te vaak) moet worden dichtgezet. Vooral nog wordt in het VO-ontwerp uitgegaan van deze lagere waarde en daarmee een De Wit-vispassage.

De netto uitsparingen in de vispassage worden bij aanleg ook wat groter gelaten (zodat de steensortering over de onderkant van de drempel kan worden aangebracht). Zodoende is het eventueel in een later stadium mogelijk er nog een laag stenen uit te halen voor een groter ontwerpdebiet. Omdat het geheel wat hoger wordt gelaten, is er dan aan de instroomzijde van de vispassage vaak wel een extra aanstorting nodig om de bodem van de vispassage goed aan te laten sluiten op de bodem van de watergang.

Het verstoppingsrisico kun je heel goed ondervangen met een drijfbalk of een geleidescherm aan de vispassage. De uiteindelijke randvoorwaarden zijn hydrologisch getoetst om dit aan te kunnen tonen. Het beheer en onderhoud van de vispassage is met het gangbaar materieel van het waterschap mogelijk.

6 Conclusies en aanbevelingen

Gezien de scores per locatie onderling, alsmede de interactie tussen de diverse locaties, is met de gekozen mogelijke varianten het navolgende te concluderen. Hierbij is rekening gehouden met de gestelde criteria als ook de uitkomsten van de hydrologische studie en de discussie zoals deze in het vorige hoofdstuk is beschreven. Bij verdere optimalisatie/uitwerking van de gekozen oplossingen is het niet noodzakelijk dat er alsnog een check op de hydrologie wordt uitgevoerd. Pas wanneer bij het verder uitwerken oplossingen (sterk) gaan afwijken van het VO, zal dit wel moeten worden getoetst. De nu voorgestelde voorkeursvarianten zijn in ieder geval hydrologisch getoetst en onderbouwd.

- Het Verdeelwerk
 - Een bekkervispassage (eventueel gecombineerd met een gedeelte technische oplossing). Het heeft sterk de voorkeur dat alleen een bekkenpassage wordt toegepast en vooralsnog kan deze in de VO-fase, binnen de beschikbare ruimte, als bypass worden toegepast (en is een aanvullend deel uitgevoerd als technische oplossing niet noodzakelijk)

Vanwege de functie van verdeling van de waterafvoer is een oplossing over de volledige watervoerende breedte bij het Verdeelwerk geen optie. Vanwege de hier beschikbare ruimte naast de waterloop ligt een optie voor een meer natuurlijke vispassage in een bypass rond het Verdeelwerk hier meer voor de hand. Omdat het risico van drijfvuil en maaisel hier beheerst kan worden is daarbij gekozen voor meer natuurlijke en 'ruwe' drempelvorm bestaande uit natuursteen.

De voordelen zijn dat de reeds aanwezige tewaterlaatplaatsen voor de maaiboten gehandhaafd kunnen blijven. Dit geldt ook voor de toegangsmogelijkheid vanaf rechteroever om de stuw te beheren en onderhouden. Hiervoor dient een overkluizing (ten behoeve van het onderhoudspad) te worden gerealiseerd, of een gronddam met duiker als koppeling tussen de uitstroom bovenstreams en de bypass.

Het parkje op de rechteroever met onder andere bomen en een poel krijgt hiermee een extra impuls wanneer de passage zo natuurlijk mogelijk wordt ingepast. Eventueel kan met informatieborden tekst en uitleg worden gegeven over de werking van het Verdeelwerk en de vispassage en biedt de vispassage mogelijkheden voor verdere recreatieve en landschappelijke aankleding. Ten behoeve van het in stand houden van de wandelroute dient een extra bruggetje over de bypass te worden gerealiseerd.

- Stuw Vondellaan
 - Een bekkervispassage startend vanaf locatie huidige drempel waarbij bekkens zowel boven- als benedenstreams van de duiker onder de Laan van Brabant worden gerealiseerd

Vanwege het (verhoogde) risico van drijfvuil en maaisel en de eis dat ook bodemvissoorten hier gebruik van moeten maken, is voor de locatie Vondellaan gekozen voor drempels met 'gladde' overlaten (ingeleid met stortsteen), voorzien van Vertical Slots.

Deze locatie leent zich er minder voor om een technische oplossing in de oever toe te passen (vanwege de hoge, steile oevers). Samen met de andere locaties is er gekeken naar het optimaliseren van de (onderlinge) peilvakken. Dit heeft geresulteerd tot het aantal drempels die nu in het VO voor de locatie Vondellaan zijn verwerkt.


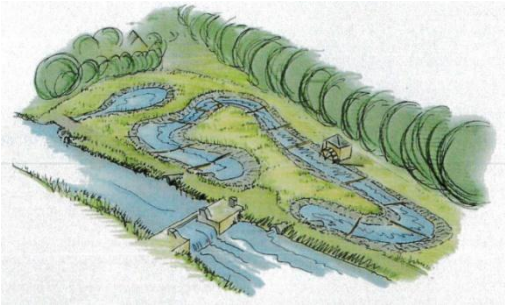
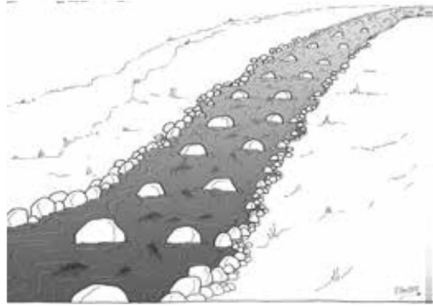
De ligging van de hogedruk gasleidingen en de visie vanuit het waterschap op beheer en onderhoud hebben geresulteerd in het VO-ontwerp.

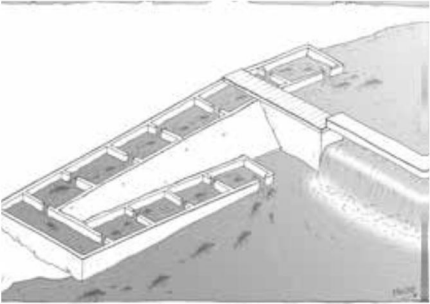
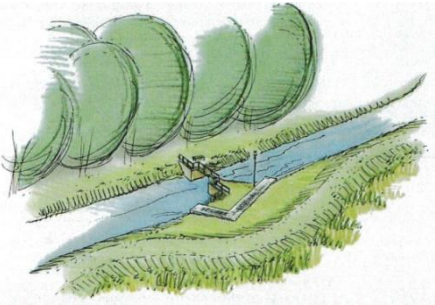
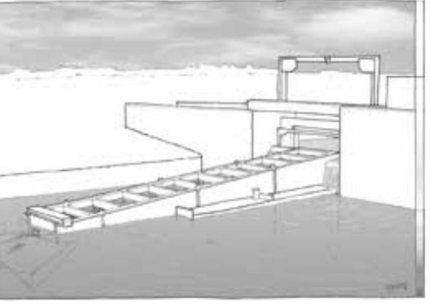
- Stuw Oostelijke Havendijk
 - Technische oplossing door middel van een De Wit-vispassage gebaseerd op een lager ontwerpdebiet. Dit debiet kan worden vergroot door hogere vensters toe te passen (oplossing richting het Vertical Slot-principe)

Het meer stadse karakter op deze locatie (direct raakvlak met het Kellebeekcollege) vraagt niet specifiek om een landschappelijke inpassing. Daarnaast speelt met name beheer en onderhoud een bepalende rol om uiteindelijk voor een technische oplossing te gaan. Deze zal aan rechteroever zijde van de waterloop worden gerealiseerd tezamen met een nieuwe geïntegreerde stuwdrempel.

Bijlage 1.

Beschrijving diverse oplossingen vismigratievoorzieningen

<p>Natuurlijke bypass</p> 	<p>Vaak een oplossing om stuwen heen wanneer voldoende ruimte beschikbaar is. Er wordt een nieuw 'beekje' meanderend om de stuw heen aangelegd, soms ook op basis van oude meanders van de hoofdwaterloop. Een bypass zonder verdere 'hindernissen'.</p>
<p>Bekkenvispassage</p> 	<p>Als variant op een natuurlijke bypass, maar ook in de hoofdwaterloop te plaatsen (vervangende stuwende functie); wordt vaker in midden- en benedenlopen geplaatst. Grote bekkens met een lengte van circa 10m voorzien van V-vormige drempels (hout of steen) met als richtlijn circa 8cm peilverschil per bekken. Drempels kunnen ook worden voorzien van 'slots' waarmee bij de bodem een extra doorgang voor de vissen ontstaat.</p>
<p>Hellingvispassage</p> 	<p>Wederom vergelijkbaar met een natuurlijk bypass en bekkervispassage; wordt vaker in kleine bovenlopen geplaatst. Door een helling van grote stenen in de waterloop te plaatsen, remt het water af en kunnen vissen tegen de stroomop zwemmen. Deze hellingen hebben per 20 à 30 meter maximaal 1 meter hoogteverschil. Bij grotere lengtes dienen rustbekkens te worden toegepast.</p>

<p>Vertical Slot</p> 	<p>Geschikt voor stedelijke en landelijke gebieden waar geen/weinig ruimte is voor hermeandering. Direct tegen de stuw aan komt een lange rij bakken. Tussen deze bakken staan slots die van bovenaf tot aan de bodem door lopen. Hier zigzagt het water doorheen. Het water wordt afgeremd zodat vissen makkelijker tegen de stroom in kunnen zwemmen.</p>
<p>De Witpassage</p> 	<p>Als variant op de Vertical Slotpassage. Afhankelijk van debiet en stroomsnelheden wordt hier de openingshoogte van de slots beperkt tot bijvoorbeeld 30cm vanaf de bodem. Vooral geschikt en toepasbaar voor locaties waar minder water langs stroomt.</p>
<p>Meyberg-vispassage</p> 	<p>Deze kleine variant van de bekkenpassage is geschikt voor poldersystemen en stuwtes waar zeer weinig ruimte is. Een drijvende lange bak, die bestaat uit meerdere bakjes van soms slechts een halve meter breed, wordt aan de stuwklep vastgemaakt. In de schotten tussen de bakjes zitten openingen. Door de bakjes kan ook een aalgoot lopen.</p>