

## Advies over de realisatie van een vispassage aan de stuw op de Jabbeke Beek in Jabbeke

Adviesnummer: **INBO.A.4446**  
Auteurs: **Pieterjan Verhelst, Klaas Pieter Visser (Waterbouwkundig Labo), David Buysse & Johan Coeck**  
Contact: **Niko Boone ([niko.boone@inbo.be](mailto:niko.boone@inbo.be))**  
Kenmerk  
aanvraag: **U/SEC/2022/584922**  
Geadresseerden: **Gemeente Jabbeke  
Milieudienst  
T.a.v. Tom Schutyser  
Dorpstraat 3  
8490 Jabbeke  
[tom.schutyser@jabbeke.be](mailto:tom.schutyser@jabbeke.be)**

Dr. Maurice Hoffmann  
Administrateur-generaal wnd.

**Wijze van citeren:** Verhelst P., Visser K.P., Buysse D. & Coeck J. (2022). Advies over de realisatie van een vispassage aan de stuw op de Jabbeke Beek in Jabbeke. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nr. INBO.A.4446. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

## Aanleiding

---

Naar aanleiding van een parkaanleg bouwde de gemeente Jabbeke een stuw op de Jabbeke Beek. De stuw blijkt een obstakel te zijn voor vismigratie. De Jabbeke Beek kan een belangrijk paai en opgroeigebied zijn voor meerdere (kleine) vissoorten.

## Vraag

---

Bestaan er technische toepassingen, bijvoorbeeld een vispassage, om stroomopwaartse vismigratie ter hoogte van de stuw in Jabbeke terug mogelijk maken?

## Toelichting

---

### 1 Inleiding

Veel vissoorten migreren tussen verschillende habitats om hun levenscyclus te voltooien. De meest bekende soorten migreren tussen de zee en rivieren en worden diadrome vissoorten genoemd. Een bekend voorbeeld hiervan is de zalm (*Salmo salar*). Die plant zich voort in rivieren, maar trekt naar zee om op te groeien. Deze soorten worden anadrome vissoorten genoemd. Katadrome vissoorten, zoals paling (*Anguilla anguilla*), doen net het omgekeerde. Daarnaast zijn er ook vissen die hun levenscyclus enkel in zoet water voltooien, de zogenaamde potamodrome vissoorten. Bepaalde soorten migreren hierbij in het voorjaar van een grotere waterloop naar kleinere zijbeken om zich voort te planten.

Tijdens de afgelopen eeuw zijn heel wat migrerende vissoorten achteruitgegaan en zelfs lokaal uitgestorven. Belangrijke oorzaken daarvan zijn watervervuiling en het ontstaan van migratieknelpunten door waterbeheer (bv. stuwen en dammen). Recent werd de balans opgemaakt in de 'Living Planet Index'. Daaruit bleek dat sinds de jaren 70 diadrome vissoorten 73% zijn achteruitgegaan en potamodrome vissoorten 83% (Deinet *et al.*, 2020).

Om de biologische toestand van migrerende vissoorten te verbeteren, werden verschillende internationale wettelijke kaders en richtlijnen in het leven geroepen, zoals de Benelux Beschikking, de Kaderrichtlijn Water en de Europese Palingverordening. De Benelux Beschikking stelt dat elke nieuwe constructie in een waterloop vispasseerbaar moet zijn. De Kaderrichtlijn Water stelt dat een waterloop hersteld moet worden naar een goede biologische status tegen 2027. De Europese Palingverordening is soortspecifiek en pleit dat 40% van de zeewaarts migrerende palingen de zee moeten kunnen bereiken.

De waterkwaliteit in Vlaanderen is sinds de beginjaren 2000 substantieel verbeterd. Hoewel al enige obstakels voor vismigratie zijn of worden weggewerkt, zijn er nog steeds veel aanwezig in Vlaanderen. In het centrum van Jabbeke is op de Jabbeke Beek een nieuwe stuw aangelegd. Hoewel de stuw een nieuwe barrière vormt die er voorheen niet was, verhoogt ze het stroomopwaarts waterniveau van de beek en creëert daarbij geschikt leefgebied voor vissen. Om dit (nieuwe) leefgebied bereikbaar te maken, voorziet de gemeente Jabbeke de aanleg van een vispassage rond de stuw. Dit advies beschrijft het ontwerp van deze vispassage, namelijk een De Wit-vispassage.

## 2 Ruimtelijke randvoorwaarden

Figuur 1 toont de nieuwe stuw in de Jabbeke Beek in het centrum van Jabbeke. Opwaarts van de stuw is een kunstmatige vijver gecreëerd. Onder normale omstandigheden stroomt er weinig water over de stuw. Het opwaartse waterpeil (van de vijver) ligt daarbij net iets boven 5 mTAW (stuwpeil) en het afwaartse waterpeil op circa 4,3 mTAW. Onder gemiddelde omstandigheden geeft dit een hydraulisch verval van circa 0,7 m.

Bij verhoogde afvoer tijdens hevige regen neemt vooral het afwaartse waterpeil toe, waardoor het verval (sterk) afneemt en het op- en afwaarts waterpeil nagenoeg gelijk kunnen worden (zie figuur 2). In droge periodes (zomer) kan de afvoer dusdanig laag worden dat er geen water meer over de stuwen gaat en het opwaarts waterpeil iets onder het stuwpeil zakt.



Figuur 1: Droogstaande stuw op de Jabbeke Beek in het centrum van Jabbeke (©Jabbeke).



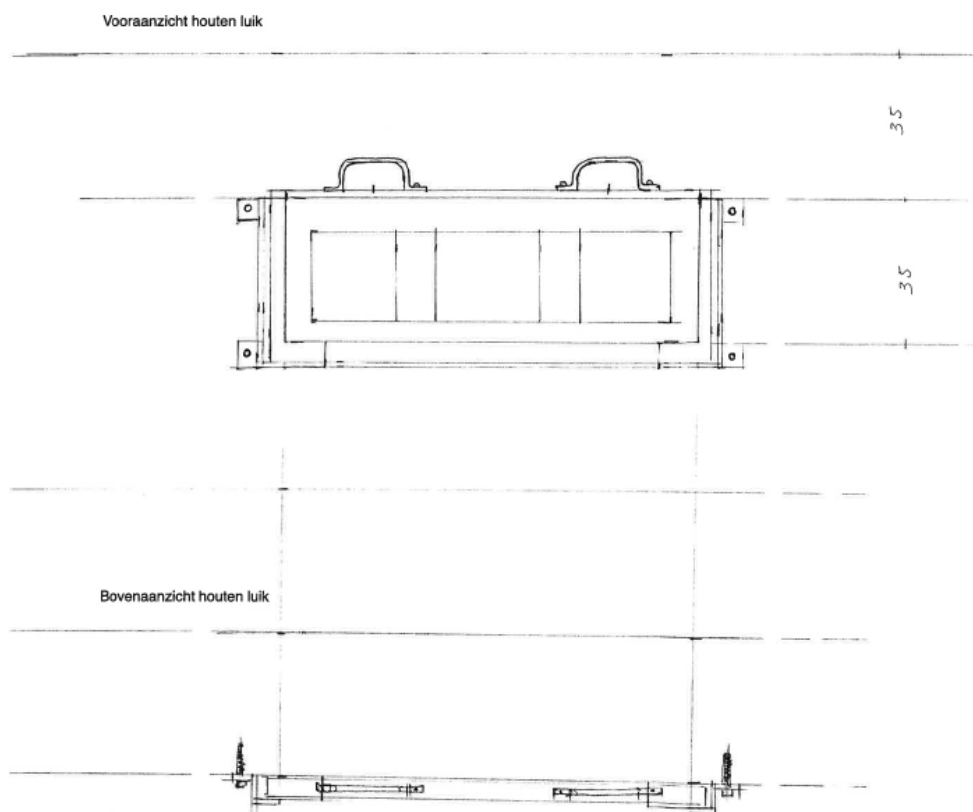
Figuur 2: Situatie bij hoge afvoer op 29 januari 2021 (©Jabbeke).

Figuur 3 toont het grondplan van het stuwontwerp. De stuw heeft een ronde vorm met een overlaatlengte van circa 20 m en een kruinpeil over de volledige lengte van 5 mTAW.



## Details afsluitluik op bestaande openingen afdamming

schaal 1:10



Figuur 4: Schets van de afsluitluiken in stuw (Paul Deroose bvba ©)

## 3 Ontwerpcriteria

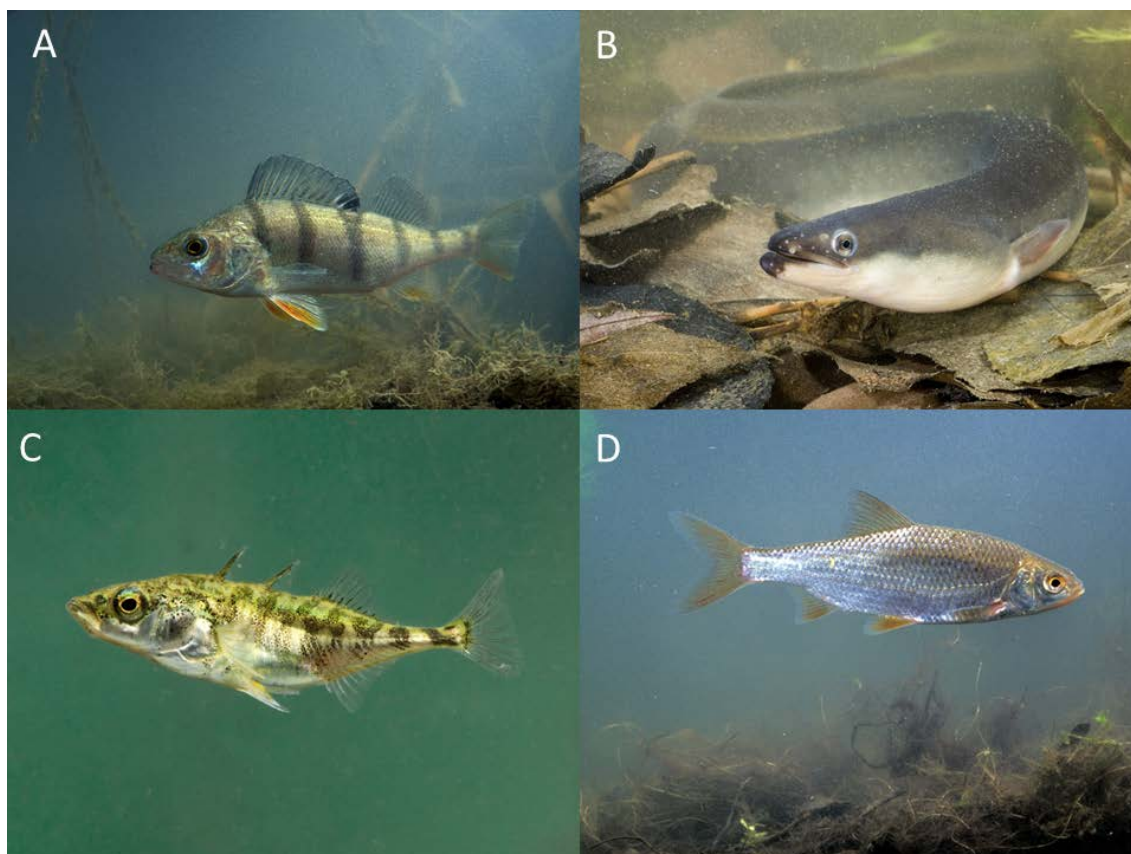
### 3.1 Doelsoorten

De Jabbeke Beek voert voornamelijk water af uit landbouwgebied stroomopwaarts van de beek, en mondt uit in het kanaal Gent-Oostende. In de beek komen verschillende vissoorten voor.

Grotere vissoorten zoals brasem (*Abramis brama*), zeelt (*Tinca tinca*) en karper (*Cyprinus carpio*) beperken zich tot het relatief diepe stuk stroomafwaarts van Jabbeke centrum (waarnemingen INBO).

Kleinere vissoorten zoals blankvoorn (*Rutilus rutilus*), baars (*Perca fluviatilis*), driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) en paling (*Anguilla anguilla*) trekken de beek verder op (waarnemingen INBO) (zie figuur 5). De eerste drie soorten trekken de Jabbeke Beek op om zich voort te planten, terwijl paling geschikt opgroei gebied zoekt.

Merk op dat er waarschijnlijk nog andere kleine vissoorten voorkomen die nog niet waargenomen werden. In dit advies houden we ook met die soorten rekening.



Figuur 5: De vier vissoorten die de Jabbeke Beek optrekken om zich voort te planten of om geschikt opgroei gebied te vinden: baars (A), paling (B), driedoornige stekelbaars (C) en blankvoorn (D) (©Vilda).

### 3.2 Minimale werkingsperiode

Uit onderzoek naar het migratiegedrag van de doelsoorten in Vlaamse waterlopen blijkt dat het van belang is om te streven naar een 100% werkingspercentage. Dit wil zeggen het jaar rond. De soorten die leven in verschillende delen van het stroomgebied van een waterloop zullen namelijk op verschillende momenten in het jaar migreren, waarbij ook verschillen optreden in duur en omvang van deze migraties.

Niet enkel (seizoensgebonden) paaimigratie maar ook de stroomopwaartse 'feeding'-migratie en migratie naar overwinteringsgebieden van juveniele en subadulte vissen, kan heel omvangrijk zijn. Bovendien migreren een aantal soorten vooral overdag (bv. blankvoorn en baars) terwijl andere soorten vooral tijdens de schemering en/of nacht actief worden (bv. paling). Vismigratie moet dus 24 uur per dag en het jaar rond mogelijk zijn om de verschillende vissoorten de kans te geven stroomopwaarts te migreren (Buisse & Coeck, 2014).

Vanwege andere randvoorwaarden, zoals peilbeheer, is het echter niet altijd mogelijk om een 100% werkingspercentage te halen. Voor het minimale percentage van de tijd waarbij de vispassage moet kunnen werken, wordt daarom vaak de "**Q<sub>30d</sub>-Q<sub>330d</sub>-richtlijn**" (Schwevers, 2006) toegepast. Deze richtlijn stelt dat de vispassage optimaal moet kunnen werken tussen een debiet op de waterloop dat 90% van de tijd (=circa 330 dagen per jaar) beschikbaar is of wordt overschreden, en een rivierdebiet dat 10% van de tijd (= circa 30 dagen van het jaar) wordt overschreden. Dit komt overeen met een minimaal percentage van 80% van het jaar. In deze studie wordt voor de genoemde boven- en ondergrens de percentage-notatie "Q<sub>10%</sub>-Q<sub>90%</sub>" gebruikt (in plaats van de dag-notatie "Q<sub>30d</sub>-Q<sub>330d</sub>"):

- Q<sub>90%</sub> → 90% (= circa 330 dagen) van het jaar is het debiet groter;
- Q<sub>10%</sub> → 10% (= circa 30 dagen) van het jaar is het debiet groter.

Met het oog op het peilbeheer in de Jabbeke Beek wordt aan de op- of afwaartse zijde (keuze aan de architect en/of aannemer) van de vispassage een afsluitconstructie voorzien. Deze kan de vispassage afsluiten wanneer het waterpeil niet gehandhaafd kan worden vanwege te weinig beschikbare afvoer. In dit kader zijn de ondergrenswaarden bij normale werking (bv. de  $Q_{90\%}$  waarde) van belang voor het maximaal toelaatbare basisdebiet door de vispassage. Als het vispassagedebiet (in dit geval vooral bepaald door de venstergrootte) te hoog wordt gekozen, zal de vispassage relatief snel gesloten moeten worden en daardoor een relatief laag openingspercentage halen.

Aan de andere kant moet het vispassagedebiet hoog genoeg worden gekozen om ook bij de gemiddelde afvoer en enigszins verhoogde afvoer nog voldoende lokstroom te realiseren. In dit kader zijn de  $Q_{50\%}$  waarde en de  $Q_{10\%}$  waarde van belang. Ook speelt de locatie van de monding ten opzichte van de barrière (in dit geval de stuw) en de hoofdstroom een belangrijke rol.

In het geval van de Jabbeke Beek zijn geen debietgegevens beschikbaar, waardoor de  $Q_{90\%}$ - en  $Q_{10\%}$ -waarde niet gekend zijn. In hoofdstuk 4 wordt daarom op basis van visuele waarnemingen van overstort, en door middel van een overlaatformule, een grootteorde geschat voor de verdere dimensionering van de vispassage.

Wel kan hier al worden opgemerkt dat hogere afvoeren (door hevige regenval) voornamelijk in het najaar en de winter voorkomen, wat gunstig is voor bijvoorbeeld de zeewaartse trek van paling. De andere doelsoorten (zie 3.1) trekken de beek echter in het voorjaar op wanneer dergelijke hogere afvoeren zelden voorkomen, zeker de afgelopen vijf jaar door aanhoudende droogte. Aangezien de stuw ook bij hogere afvoeren nog moeilijk tot niet passeerbaar is, is de vispassage zo goed als het hele jaar door van belang.

Enkel in zeer droge perioden wordt de waterstand in het afwaarts gedeelte dusdanig laag dat passage in dit deel van de Jabbeke Beek niet mogelijk is. In dergelijke periodes is het juist van belang om de vispassage te sluiten om het opwaarts waterpeil zo veel mogelijk te behouden en ook droogvallen van de opwaartse delen van de Jabbeke Beek te voorkomen.

### 3.3 Passeerbaarheid

De passeerbaarheid van de vispassage wordt voornamelijk bepaald door de volgende factoren:

- maximale stroomsnelheden;
- minimale doorzwemdiptes en -breedtes;
- maximale energie/turbulentie per bekken.

De waarden van deze factoren kunnen verschillen per vissoort.

#### 3.3.1 Maximale stroomsnelheid

Met het oog op de maximale stroomsnelheden zijn vooral de zwakkere zwemmers van belang. Een belangrijke doelsoort in dit kader is de paling.

Op hoofdlijnen wordt er meestal onderscheid gemaakt tussen twee zwemsnelheden van vissen: de kruissnelheid en de sprintsnelheid (AMINAL, 2005). De kruissnelheid is de snelheid die een vis langdurig kan aanhouden (> 200 minuten) zonder uitgeput te raken. De sprintsnelheid is slechts van korte duur (< 15 seconden) en kan worden aangewend om bijvoorbeeld een hindernis te nemen. Logischerwijs zijn de waarden voor de kruis- en sprintsnelheid verschillend per vissoort/doelsoort. AMINAL (2005) geeft een overzicht van empirisch bepaalde waarden voor enkele soorten.

Op basis van deze empirisch bepaalde richtlijnen voor de doelsoorten en van richtlijnen voor laaglandrivieren uit de literatuur (Coenen *et al.*, 2013; AMINAL, 2005; Riemersma, 1994) raden we aan om de volgende criteria voor maximale stroomsnelheden te hanteren bij het ontwerp van de vispassage:

- Maximale stroomsnelheid over korte afstand/korte duur (sprintsnelheid): 1 m/s;
- Maximale stroomsnelheid over langere afstand/langere duur (kruissnelheid): 0,5 m/s.

De sprintsnelheid is in het geval van een bekkenpassage (zoals een De Wit-vispassage) gekoppeld aan het verval per bekken. Aangezien De Wit-vispassages meestal toegepast worden op locaties met relatief lage afvoeren en stroomsnelheden, wordt geadviseerd om het verval per bekken niet groter te maken dan 5 cm (AMINAL, 2005; Boiten, 2004). In dat geval ligt de gemiddelde stroomsnelheid in de vensters rond 0,90 m/s.

### 3.3.2 Minimale doorzwembreedtes en -dieptes

Voor de minimale doorzweembreedtes en -dieptes spelen de grotere vissoorten een bepalende rol. Van de doelsoorten uit 3.1 zijn vooral de baars en de blankvoorn de grootste soorten die moeten kunnen passeren. Op basis van deze soorten werd gesteld dat de **vensterbreedte** best **minimaal 0,15 m** is en de **vensterhoogte minimaal 0,20 m**, maar indien het beschikbare debiet dit toelaat, best zo hoog mogelijk (zie verder in hoofdstuk 4). Voor de minimale waterdiepte in de bekkens wordt 0,50 m geadviseerd (AMINAL, 2005).

### 3.3.3 Maximale energie/turbulentie per bekken

Bij bekkenpassages wordt bij elke bekkenovergang energie doorgeven naar het afwaartse bekken en daar gedissipeerd. Deze toegevoegde energie is evenredig met het debiet en verval per bekkenovergang. Dissipatie van energie leidt tot een bepaalde mate van turbulentie. De wijze waarop deze energie in de bekkens terug gedissipeerd wordt en de mate van turbulentie die hierbij ontstaat, speelt een belangrijke rol in de passeerbaarheid.

Om te beoordelen of de bekkens voldoende volume hebben voor de nodige dissipatie, wordt in de literatuur de relatie tussen de energie van de stroming tot het volume van het bekken beschouwd (Larinier, 2002). De maximaal toelaatbare verhouding van de toegevoegde energie per bekkenovergang tot het bekkenvolume (= toelaatbare energie per bekken  $E_{max}$ ) wordt in de literatuur gekoppeld aan drie categorieën van doelsoorten (AMINAL, 2005):

- < 200 W/m<sup>3</sup> voor zalmachtigen;
- < 150 W/m<sup>3</sup> voor elft, fint en karperachtigen;
- < 100 W/m<sup>3</sup> voor snoek en snoekbaars.

De doelsoorten voor de Jabbeke Beek (zie 3.1) bevinden zich in de categorie 'snoek en snoekbaars'. De maximaal toelaatbare turbulentie is daarmee 100 W/m<sup>3</sup>.

Tabel 1 geeft een samenvatting van de ontwerpcriteria met betrekking tot de passeerbaarheid zoals toegepast bij het ontwerp van de voorgestelde vispassage.

Tabel 1: Ontwerpcriteria voor de passeerbaarheid van de in dit advies voorgestelde vispassage.

Omschrijving	parameter	Waarde en eenheid
Maximale stroomsnelheid over korte afstand (venster)	Vmax_sprint	1 m/s
Maximale stroomsnelheid over langere afstand (bekkens)	Vmax_kruis	0,5 m/s
Maximaal verval per bekken/ venster	dh-max	0,05 m
Minimale lokale doorzweembreedte over korte afstand (slot)	bmin	0,15 m
Minimale doorzweembreedte over korte afstand (venster)	dmin	0,20 m
Minimale doorzweembreedte over langere afstand (bekkens)	dbmin	0,5 m
Maximaal toelaatbare turbulentie	E <sub>max</sub>	100 W/m <sup>3</sup>



### 3.4 Attractiviteit

De attractiviteit van de vispassage is een zeer belangrijk aspect met oog op de effectiviteit ervan. Het wordt gedefinieerd als de mate waarin vissen de passage kunnen vinden tijdens hun stroomopwaartse migratiebeweging. Hierbij spelen naast het lokstroomdebiet ook de locatie en oriëntatie van de monding en lokstroom ten opzichte van de zogenaamde migratielimietlijn een belangrijke rol.

De migratielimietlijn kan de barrière zelf zijn (in dit geval de stuw) of het kan de grens van een gebied (afwaarts van de barrière) zijn waar de turbulenties of stroomsnelheden voor de vis te hoog zijn om nog te kunnen optrekken. Het kan dan bijvoorbeeld gaan om een watersprong afwaarts van een stuw bij stuwoverstort. Vanaf deze lijn zoekt de vis naar een alternatieve trekroute.

Gezien het verschil in sprintsnelheid is de ligging van de migratielimietlijn verschillend per vissoort. Voor een gegeven stuw is deze ligging ook afhankelijk van het debiet, het afwaarts waterpeil en de toegepaste stuwregeling (overstort, onderstroming of een combinatie). Aangezien de stroomsnelheid in het midden van de stroom meestal hoger is dan aan de oevers, heeft de migratielimietlijn meestal een zekere bolling. Vissen kunnen hierdoor de stuw vaak dichter naderen aan de oevers en zullen zich daar dan ook verzamelen.

Het debiet over de stuwen is in dagelijkse omstandigheden relatief gering. Daardoor is ook de turbulente zone net afwaarts van de stuw relatief kort. Daarnaast heeft de stuw in Jabbeke een ronde vorm. We verwachten daarom dat vissen langs de stuw aan beide oevers (zijanten van de cirkelvorm) zullen zoeken naar een 'ontsnappingspunt' voor de verdere migratie. Zie verder in hoofdstuk 6.

Zoals aangegeven speelt naast de locatie en de oriëntatie van de monding ook het lokstroomdebiet een belangrijke rol. Idealiter is dit zo hoog mogelijk zonder dat gemiddelde stroomsnelheden te hoog worden. Aan de andere kant moet op deze locatie ook rekening worden gehouden met het risico van een te hoog sluitingspercentage wanneer het vispassagedebiet te hoog wordt gekozen. De beschikbare afvoer op de Jabbeke Beek is relatief gering en aan opwaartse zijde van de vispassage wordt een afsluiter voorzien om de vispassage te kunnen sluiten bij te weinig beschikbare afvoer. Daarom verwachten we dat het risico op sluiting meer maatgevend zal zijn voor het maximaal toelaatbare vispassage debiet en daarmee het lokstroomdebiet.

Er zal met oog op de vensterdimensies van de De Wit-vispassage dus gezocht moeten worden naar een optimum tussen een zo hoog mogelijke lokstroom (= basisdebiet vispassage) met toch een zo hoog mogelijk openingspercentage (zie verder in hoofdstuk 5).

## 4 Hydraulische randvoorwaarden

Er zijn geen meetgegevens voor waterstanden en/of debiet beschikbaar voor deze locatie. Daarom doen we een schatting op basis van visuele waarnemingen.

De gemeente Jabbeke gaf aan dat er sinds de aanleg van de stuw onder normale omstandigheden altijd water over de stuw stroomt. Enkel tijdens zeer droge periodes in de zomer kon het opwaarts waterpeil lager komen te staan dan de stuw (zie figuur 1). In dat geval valt ook het afwaartse deel van de Jabbeke Beek zo goed als droog. Er blijven dan enkel poeltjes met zeer kleine stroompjes over. In geval van hevige regenval kan het afwaarts waterpeil echter nagenoeg gelijk komen staan met het opwaartse waterpeil en/of stuwpeil (zie figuur 2).

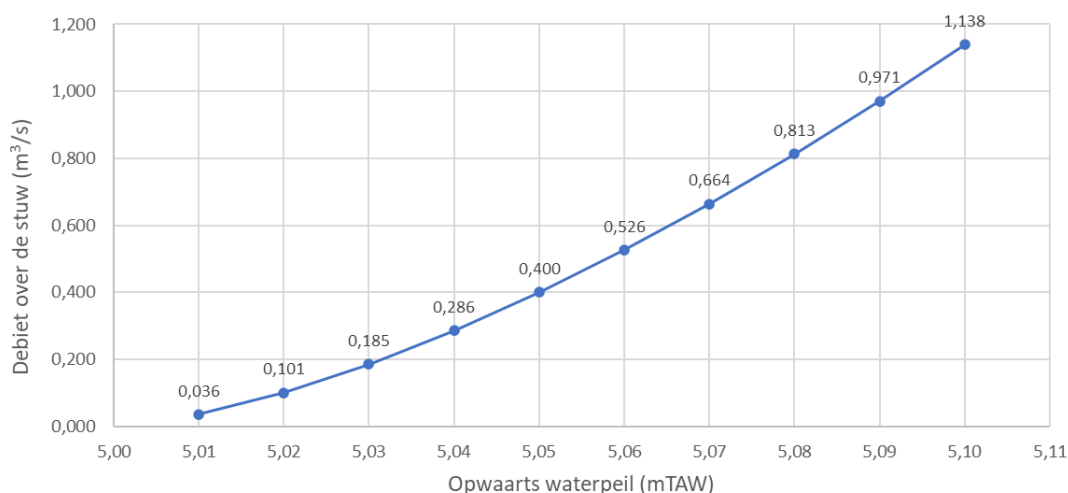
Op basis van de volgende theoretische overlaat formule kan een schatting worden gedaan van het debiet over de stuwen:

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b_o \cdot h_1^{3/2} \text{ (Bos, 1989)} \quad (1)$$

Met:

Q =	Debiet volkomen overlaat	[m <sup>3</sup> /s]
C <sub>d</sub> =	Debietscoëfficiënt	[-]
b <sub>o</sub> =	Breedte overlaat	[m]
g =	Valversnelling (9,81)	[m/s <sup>2</sup> ]
h <sub>1</sub> =	Opwaartse waterdiepte boven overlaat (= H <sub>o</sub> – H <sub>k</sub> )	[m]

Uit figuur 3 kan worden afgeleid dat het kruinpeil van de stuw op 5 mTAW ligt en dat de overstortlengte op deze hoogte circa 20 m is. Uitgaande van een theoretische inschatting van de debietcoëfficiënt van C<sub>d</sub> ≈ 0,6 geeft figuur 6 het overstortdebiet bij opwaartse waterstanden van 5 tot 5,1 mTAW (waterdiepte opwaarts boven de stuw van 1 tot 10 cm).



Figuur 6 – Schatting van het overstortdebiet over de stuw in Jabbeke op basis van het opwaarts waterpeil.

Aangezien uit waarnemingen bleek dat er in normale omstandigheden altijd water over de stuw stroomt, stellen we voor om voor het toelaatbaar debiet van de vispassage uit te gaan van het overstortdebiet dat optreedt bij circa 1 cm boven het kruinpeil van de stuw (= 5,01 mTAW). Dit maximaal toelaatbaar vispassagedebiet ligt rond circa 0,036 m<sup>3</sup>/s.

Hoewel voor de sterkte van de lokstroom best een zo hoog mogelijk debiet wordt gekozen, verwachten we dat het risico op sluiting bij een te hoog vispassagedebiet harder zal doorwegen. Daarnaast kan de vorm van de stuw (en ook de stuwoverstort) zorgen voor een goede vindbaarheid. Wanneer de vispassage namelijk aan één van de zijden van de stuw wordt geplaatst, zorgt de overstort al voor een lokstroom en de stuwvorm voor een goede geleiding naar de ingang (monding) van de vispassage.

De gemeente Jabbeke gaf aan dat voor het maatgevende verval tussen het op- en afwaarts waterpeil onder normale omstandigheden mag worden uitgegaan van 70 cm. Uitgaande van een opwaartse waterstand van circa 5 mTAW (= kruinpeil stuw) ligt de afwaartse waterstand onder normale omstandigheden op 4,30 mTAW. Uitgaande van een bodempeil van 4 mTAW zowel op- als afwaarts van de stuw, zijn de op- en afwaartse waterdieptes onder normale omstandigheden respectievelijk 1 m en 0,3 m. Merk op dat bij de toename van de afvoer, het afwaarts waterpeil (sterk) kan toenemen. Het grootste verval onder normale omstandigheden is echter maatgevend voor de dimensionering van de vispassage.

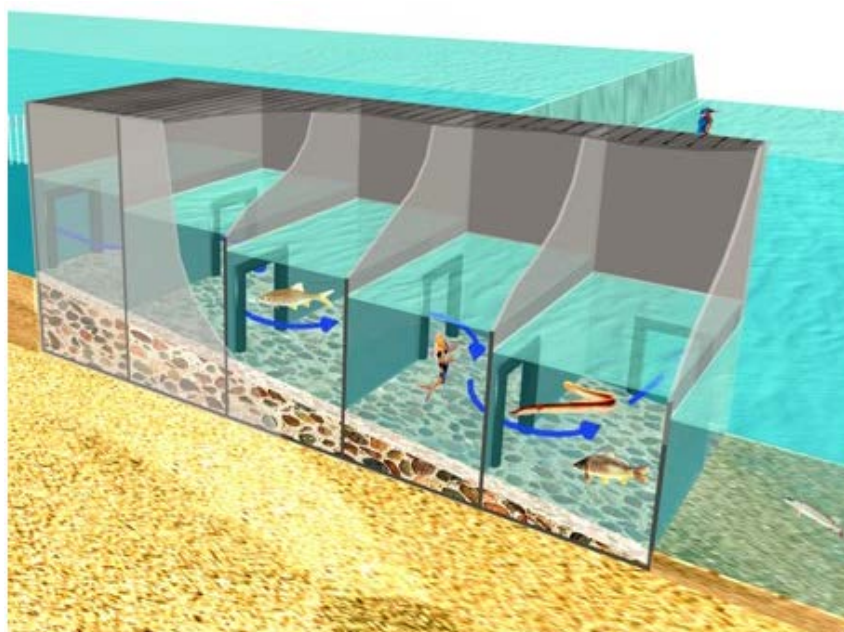
Op basis van het bovenstaande geeft tabel 2 een overzicht van de maatgevende hydraulische randvoorwaarden die worden gebruikt voor de dimensionering van de vispassage.

Tabel 2: Hydraulische randvoorwaarden voor de dimensionering van een vispassage

Omschrijving	parameter	Waarde en eenheid
Richtlijn maximaal toelaatbaar vispassagedebiet	Q <sub>vis-max</sub>	0,036 m <sup>3</sup> /s
Maatgevend opwaarts waterpeil	H <sub>o</sub>	5 mTAW
Maatgevend afwaarts waterpeil	H <sub>a</sub>	4,3 mTAW
Maatgevend verval	dH	0,7 m

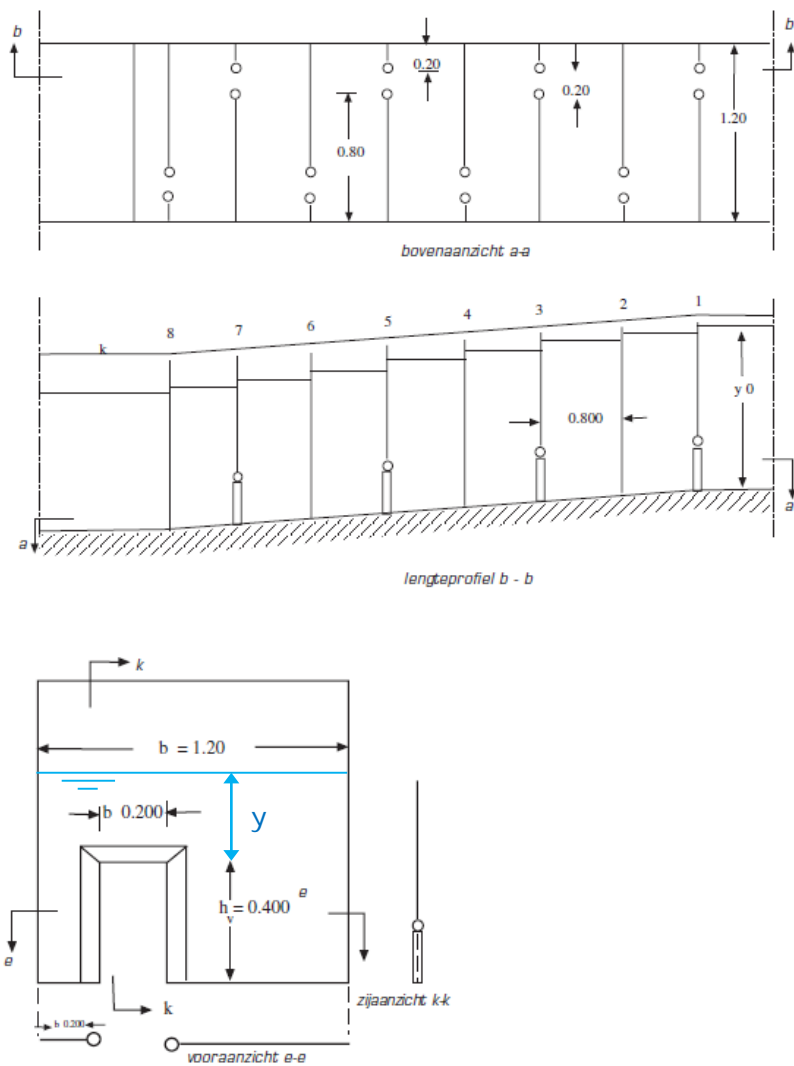
## 5 Dimensionering van de vispassage

Het principe van een De Wit-vispassage (zie figuur 4) is afgeleid van de vertical slot-vispassage. De constructie bestaat uit een compact kanaal met daarin tussenschotten die het tracé verdelen in bekken. In ieder tussenschot is aan de onderzijde een onderwateropening aangebracht (zgn. vensters). Deze vensters verspringen ten opzichte van elkaar. Er wordt geen gebruik gemaakt van overlatten.



Figuur 7: Concept van een De Wit-vispassage (3D-impresie van Wout de Wit).

De stroomsnelheid door de vensters hangt alleen af van het verschil tussen de waterpeilen stroomopwaarts en stroomafwaarts van het schot, en het gekozen aantal schotten. Doordat elk van de vensters dezelfde dimensies heeft, zijn stroomsnelheden voor elk venster nagenoeg gelijk, ongeacht variatie in op- en/of afwaartse waterpeil. Peilverschillen worden namelijk volgens het principe van de communicerende vaten over de kamers uitgemiddeld. Bij een hoger totaal verval nemen stroomsnelheden (in de vensters) toe, bij een verlaging van het totale verval nemen de vervallen per venster af, waardoor ook de stroomsnelheden afnemen. Figuur 8 toont het schematisch voorbeeldontwerp van een De Wit-vispassage.



Figuur 8: Schematisch ontwerp van een De Wit-vispassage (bron: AMINAL, 2005)

Met het oog op de zwakkere zwemmers gaan we uit van het geadviseerde verval per bekken/venster van 0,05 m (zie 3.3). Uitgaande van het maatgevende maximale verval van 0,70 m (zie hoofdstuk 4) zijn **14 schotten/vensters** nodig.

Het standaardontwerp van een De Wit-vispassage gaat uit van een vensterbreedte van 0,20 m en een bijhorende bekkenlengte en -breedte van respectievelijk 0,80 m en 1,20 m. Het begin van het venster bevindt zich daarbij op 0,20 m vanaf de zijwand, en per bekken verspringt het slot steeds van zijde (zie figuur 8). In principe zou afgeweken kunnen worden van deze slotbreedte (of bekkenbreedte en -lengte), maar daarbij wordt dan geadviseerd om de andere parameters met de zelfde factor hierop aan te passen (AMINAL, 2005; Boiten, 2004).

In het geval van de vispassage in Jabbeke verwachten we dat het beschikbare debiet relatief laag is en een bepalende rol zal spelen met het oog op de mogelijke vensterdimensies. In hoofdstuk 4 maakten we een inschatting van het beschikbaar debiet op basis van een benadering van het overstortdebiet over de stuw bij verschillende opwaartse waterpeilen. Op basis daarvan stellen we een richtlijn van circa 0,036 m<sup>3</sup>/s voor als toelaatbaar maximaal vispassagedebiet.

Het optredende vispassagedebiet bij een gegeven verval is vooral afhankelijk van de vensterdimensies (vensterbreedte en vensterhoogte). De relatie tussen de vensterdimensies, het verval en het debiet doorheen een De Wit-vispassage, en de gemiddelde stroomsnelheid die daarbij optreedt in de vensters, kunnen berekend worden door middel van de volgende formules (ANIMAL, 2005; Boiten, 2004; Larinier, 2002):

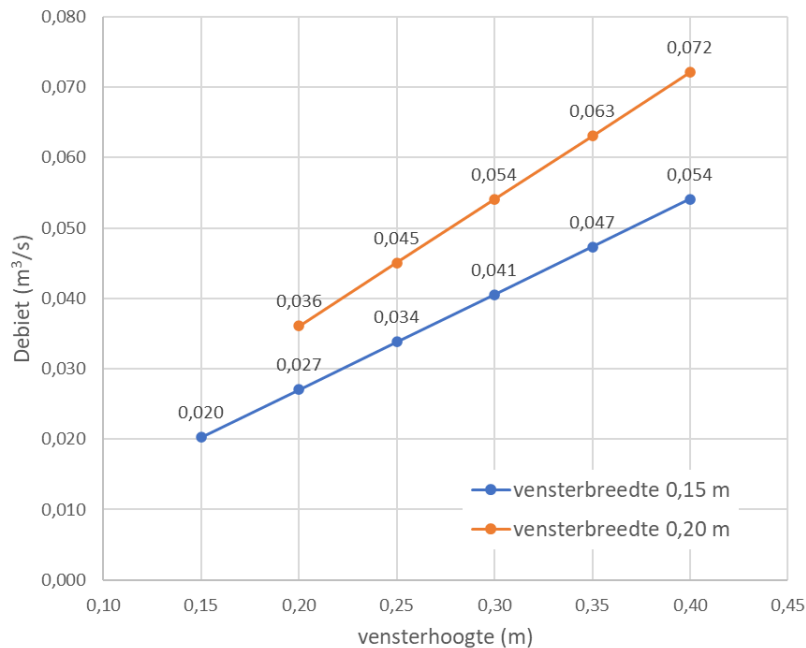
$$Q_{vis} = C * b * h_v * \sqrt{2g * dh} \quad (2)$$

$$V_g = C * \sqrt{2g * dh} \quad (3)$$

Met:

$Q_{vis}$ =	Debiet door opening/venster	[m <sup>3</sup> /s]
$V_g$ =	Gemiddelde stroomsnelheid door het venster	[m <sup>3</sup> /s]
$C$ =	Debietscoëfficiënt (=circa 0,91)	[-]
$b$ =	Vensterbreedte	[m]
$h_v$ =	Vensterhoogte	[m]
$g$ =	Valversnelling (9,81)	[m/s <sup>2</sup> ]
$dh$ =	Verval over het venster/schot ( $dh=h_1-h_2$ )	[m]
$h_1$ =	Waterhoogte opwaarts van het venster/schot	[m]
$h_2$ =	Waterhoogte afwaarts van het venster/schot	[m]

Op basis van de doelsoorten bepaalden we een minimale vensterbreedte van 0,15 m (zie 3.3). Berekeningen werden daarom uitgevoerd voor verschillende vensterhoogtes uitgaande van de minimale vensterbreedte van 0,15 m en 0,20 m (= breedte uit standaard ontwerp). Figuur 9 toont de resultaten voor deze twee vensterbreedtes.



Figuur 9: Vispassagedebiet bij vensterbreedtes van 0,15 en 0,20 m.



Vanuit het oogpunt van optimale passeerbaarheid is het tenslotte ook van belang om de energie per bekken te controleren op de maatlat van 100 W/m<sup>3</sup> (zie ook 3.3). De energie per bekken kan worden berekend met behulp van de volgende formule uit Larinier (2002):

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot dh}{L_b \cdot B_b \cdot y_b} \quad (4)$$

Met:

E =	Energie per bekken	[W/m <sup>3</sup> ]
ρ =	Dichtheid zoetwater (998)	[kg/m <sup>3</sup> ]
g =	Valversnelling (9,81)	[m/s <sup>2</sup> ]
Q =	Debiet	[m <sup>3</sup> /s]
dh =	Verval over het schot/venster	[m]
L <sub>b</sub> =	Bekkenlengte	[m]
B <sub>b</sub> =	Bekkenbreedte	[m]
y <sub>b</sub> =	Waterdiepte in het bekken	[m]

Tabel 3 geeft een overzicht van de energie per bekken bij maatgevend op- en afwaarts Fwaterpeil en de gekozen hoogtes van de bekkenbodem. Hieruit blijkt dat het meest afwaartse bekken logischerwijze altijd de hoogste waarde heeft, maar dat deze met circa 34,5 W/m<sup>3</sup> nog ruim onder de maatlat van maximaal 100 W/m<sup>3</sup> blijven.

Tabel 3: Resultaten van de energie per bekken en de dekking over een venster bij het door het INBO en WL voorgesteld ontwerp van vispassage.

N	bekkennummer*	[-]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
HN	waterpeil in bekken	[mTAW]	5,00	4,95	4,90	4,85	4,80	4,75	4,70	4,65	4,60	4,55	4,50	4,45	4,40	4,35	4,30
HbN	bodempeil in bekken	[mTAW]	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,95	3,90
y <sub>b</sub> = h <sub>2</sub>	waterdiepte bekken	[m]	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	0,40
B <sub>b</sub>	bekkenbreedte	[m]	nvt	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
L <sub>b</sub>	bekkenlengte	[m]	nvt	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
E <sub>b</sub>	energie bekken	[W/m <sup>3</sup> ]	nvt	14,5	15,3	16,2	17,2	18,4	19,7	21,2	23,0	25,1	27,6	30,6	34,5	34,5	34,5
N	vensternummer*	[-]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
h1	waterdiepte opw venster	[m]	nvt	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45
h2 = y <sub>d</sub>	waterdiepte afw venster	[m]	nvt	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	0,40
S	verdrinkingsgraad	[-]	nvt	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,89
y <sub>d</sub>	dekking boven venster	[m]	nvt	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,25	0,25

\* De bekkens krijgen steeds hetzelfde nummer als de opwaartse vensterwand. Nummering is steeds van opwaarts naar afwaarts.

## 6 Keuze ruimtelijke inpassing

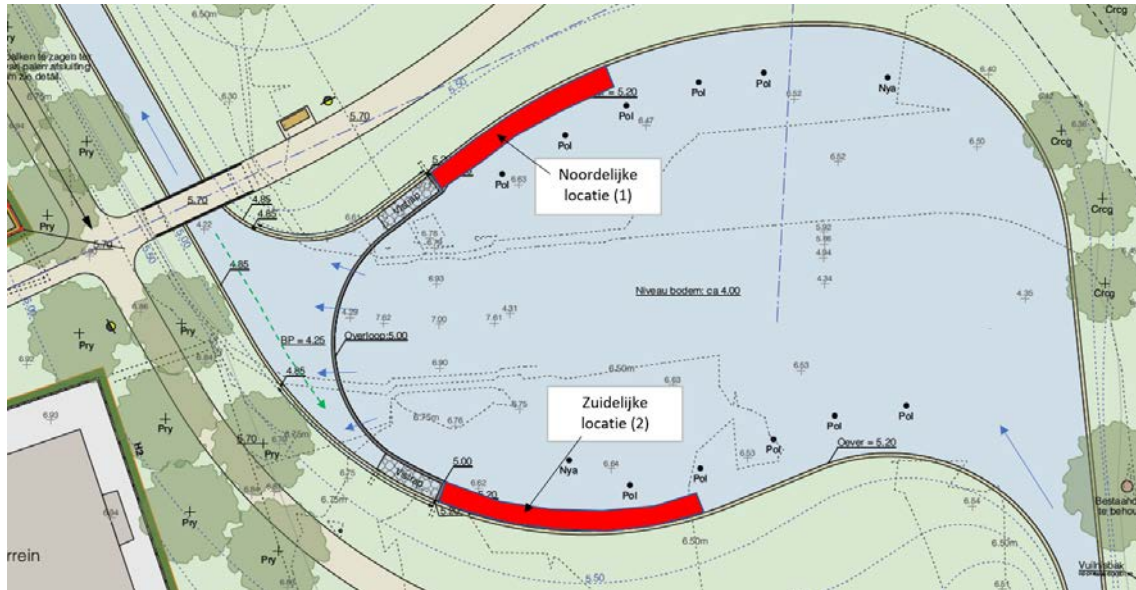
Zoals aangegeven in 3.4 verwachten we dat vissen langs de stuw aan beide oevers (zijanten van de cirkelvorm) zullen zoeken naar een 'ontsnappingspunt' voor verdere migratie (zie rode arcering in figuur 11). Idealiter worden er op deze beide locaties vispassages voorzien, maar we verwachten dat het beschikbare debiet onder normale omstandigheden niet voldoende zal zijn om twee vispassages open te kunnen houden.

In dat geval geniet de zuidelijke locatie (zie nummer (2) in figuur 11) de voorkeur vanuit het oogpunt van vismigratie. Deze ligt namelijk in het verlengde van de afwaartse stroming. Vissen die opwaarts migreren, zullen in dit geval recht op de vispassage zwemmen in plaats van een bocht te moeten maken naar de noordelijke locatie (1)<sup>1</sup>. Het is daarbij wel van belang dat het grootste afvoerdebiet onder normale omstandigheden ook via deze zijde verloopt. We

<sup>1</sup> In de huidige situatie werd er aan de noordelijke zijde van de stuw (locatie 1) wel kleine vis (voornamelijk driedoornige stekelbaars) geobserveerd. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door het lekdebiet door de afsluiter op die locatie. We verwachten echter dat het vispassagedebiet in verhouding groter zal zijn en daarom een grotere aantrekkende werking zal hebben. Daarom beschouwen we de rechtlijnige inpassing op de zuidelijke locatie als een grotere voordeel met het oog op attractiviteit.

verwachten dat dit onder normale omstandigheden het geval zal zijn aangezien een redelijk deel van het beschikbaar debiet via de vispassage zal gaan.

We gaan er hier echter wel van uit dat het kruipeil van de stuw over de volledige lengte zo goed als gelijk is (5 mTAW). Het is in ieder geval van belang dat het noordelijk deel niet significant lager ligt. Wanneer het zuidelijk deel iets lager ligt, heeft dit net een (licht) positief effect op de vindbaarheid van de vispassage op de gekozen zuidelijke locatie. Ook is het van belang dat de twee openingen voor noodaflaat (zie figuur 3) goed worden afgesloten en dus geen lekdebiet vertonen.



Figuur 11: Twee mogelijke locaties voor inpassing van een vispassage (achtergrondkaart: DeRoose B.V.)

Figuur 12 toont het grondplan voor de gekozen ruimtelijke inpassing van de vispassage volgens de dimensionering zoals bepaald in hoofdstuk 5. Voor een zoom-in en verdere toelichting verwijzen we naar figuur 14 in 7.2.

De wand tussen de vispassage en het opwaartse pand (de vijver) moet voldoende overhoogte hebben om bij normale en verhoogde afvoer niet over te lopen (minimaal 5,20 mTAW). Bij overloop zou dit namelijk leiden tot te hoge turbulentie in de bekkens en ook de hydraulische werking verstoren. Om deze reden kan de vispassage ook enkel opwaarts van de stuwen worden ingepast.





Figuur 12: Ruimtelijke inpassing van de door het INBO en WL voorgestelde vispassage op de voorkeurslocatie.

## 7 Voorgesteld ontwerp

### 7.1 Ontwerp en dimensionering vispassage

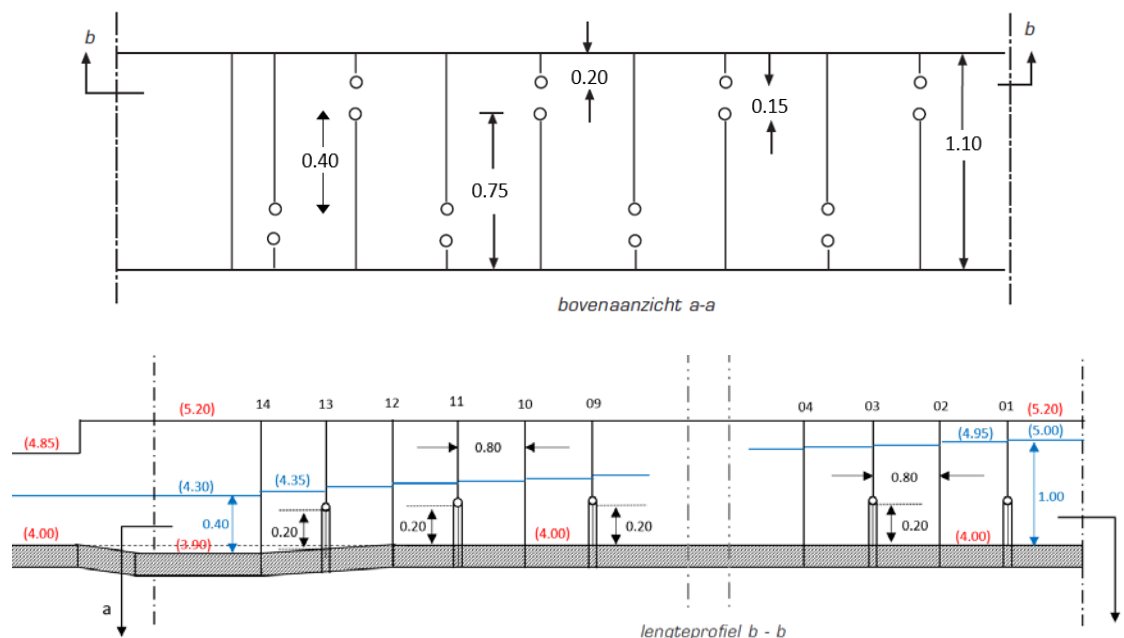
Vanwege de relatief beperkte afvoer kiezen we voor een De Wit-vispassage. Tabel 4 geeft een overzicht van de hydraulische dimensionering van deze vispassage op basis van de doelsoorten, ontwerpcriteria en hydraulische en ruimtelijke randvoorwaarden. Figuur 13 is een weergave van deze parameters in een schetsmatig bovenaanzicht en lengtedoorsnede.

Tabel 4: Maatgevende waarden voor de dimensionering van de door het INBO en WL voorgestelde De Wit-vispassage in Jabbeke

parameter	omschrijving*	aantal / waarde	eenheid
dH	Totaal maatgevend verval (Ho-Ha = 5,0 – 4,3 mTAW)	0,70	[m]
N	Aantal schotten/vensters	14	[-]
dh	Verval per schot/venster bij dH	0,05	[m]
b	Vensterbreedte	0,15	[m]
hv	Vensterhoogte (boven bodemsubstraat)	0,20	[m]
L	Bekkenlengte	0,80	[m]
B	Bekkenbreedte	1,10	[m]
x	Afstand (verspringend) venster t.o.v. van de zijwand	0,20	[m]
ds	Laagdikte rolstenen bodemsubstraat	0,20	[m]
drs	Range diameter rolstenen bodemsubstraat	± 0,05 – 0,10	[m]
Dv	Diameter ronde rand vensters	0,09	[m]
Q <sub>vis</sub>	Gemiddeld vispassagedebiet (bij C = 0,91)	0,027	[m <sup>3</sup> /s]
V <sub>g</sub>	Gemiddelde stroomsnelheid in vensters (bij C = 0,91)	0,9	[m/s]
E	Max energie per bekken (meest afwaartse bekken)	35	[W/m <sup>3</sup> ]

\* Blauwe waarden zijn hydraulische waarden bij streefpeilen en kunnen dus variëren bij waterpeilfluctuaties. Zwarte waarden zijn fysieke waarden van het constructief ontwerp.

Uitgaande van een totaal verval van 0,70 m bij het toekomstige streefpeil en het maximale verval per bekken van 0,05 m, zijn minimaal 14 schotten nodig. De vensterbreedte is 0,15 m en de vensterhoogte 0,20 m. Voor de afronding van de randen van de vensters adviseren we een ronde vorm met een diameter van circa 0,09 m (AMINAL, 2005).



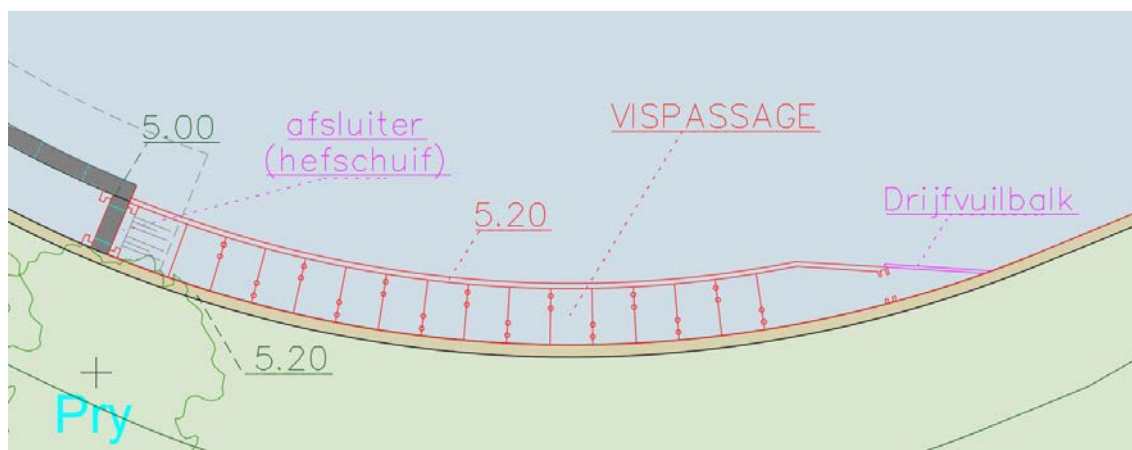
Figuur 13: Dimensionering van de door het INBO en WL voorgestelde De Wit-vispassage in Jabbeke.

De vensterwanden bevinden zich op een hart-op-hart-afstand van 0,8 m en de binnenbreedte van de bekkens is 1,1 m. Het bodempeil van de vispassage bevindt zich voor het grootste deel van de passage op 4 mTAW, wat gelijk is aan het op- en afwaartse bodempeil. Aan afwaartse zijde is over een afstand van de twee meest afwaartse bekkens een verdieping tot 3,9 mTAW nodig om voldoende waterdekking boven de sloten te realiseren. Van vensterwand 12 t/m 14 is daarom een bodemverhang toegepast van 1:16 (=6,25%). Afwaarts van de laatste vensterwand loopt het bodempeil na circa 1 à 2 meter geleidelijk terug naar 4 mTAW.

Op de bodem van de vispassage moet een laag rolsteen (diameter circa 5 tot 10 cm) zodanig aangebracht worden dat een doorlopende, traploze bedding ontstaat. Een volledig betonnen bodem in de visdoorgang moet worden vermeden. Een ruwe bodem kan de stromingspatronen in de bekkens namelijk gunstig beïnvloeden, en de lagere stroomsnelheid op de bodem staat ook de passage toe van kleine vissen en andere waterdieren. Bovendien kunnen de stenen als tijdelijke schuilplaats dienen voor stroomopwaarts migrerende jonge palingen (Steendam *et al.*, 2020). Dit rolstenen bodemsubstraat moet ook in de vensters worden doorgetrokken, aansluitend op de bodem in de bekkens. Dit betekent dat een eventuele onderliggende betonnen bodemplaat over de laagdikte van dit bodemsubstraat dieper moet worden aangelegd. Boven het bodemsubstraat moet namelijk dezelfde natte vensterhoogte worden behouden. Uitgaande van de steendiameters van 0,05 tot circa 0,10 m is de laagdikte van het bodemsubstraat circa 0,2 m.

## 7.2 Ruimtelijke inpassing

Figuur 14 toont het grondplan van de ruimtelijke inpassing voor de voorgestelde vispassage. De wand tussen de vispassage en het opwaartse pand (de vijver) moet voldoende overhoogte hebben om bij normale en verhoogde afvoer niet over te lopen (minimaal 5,20 mTAW).



Figuur 14: Ruimtelijke inpassing van de door het INBO en WL voorgestelde De Wit-vispassage in Jabbeke.

Aan de afwaartse (of opwaartse) zijde bevindt zich een hefschuif om de vispassage te kunnen afsluiten. In het voorbeeld is deze nu afwaarts ingetekend op de plaats van de al gerealiseerde stuwwallen, maar vanuit hydraulisch oogpunt kan deze ook op een andere locatie in de vispassage worden voorzien. Opwaarts en afwaarts van de vispassage bevinden zich schotbalkspanningen om de vispassage en de hefschuif te kunnen droogzetten voor onderhoud.

Aan de afwaartse zijde is enige lengte voorzien om de benodigde verdieping van circa 10 cm te realiseren op de plaats van de afwaartse sloten (zie ook figuur 13 voor het lengteprofiel). Merk op dat op de bodem van de vispassage een rolstenen bodemsubstraat wordt voorzien voor de nodige verruwing en bodembescherming (zie 7.1).

Tenslotte wordt aan opwaartse zijde ter hoogte van de instroom van de vispassage ook best een balk tegen drijfvuil voorzien. Dat kan een vaste drijfvuilbalk zijn of een vrij-drijvende. De balk moet in ieder geval tot minimaal 15 cm onder het normaal opwaarts waterpeil reiken om het vuil voldoende te kunnen weren of weggeleiden.

## Conclusie

De nieuwe stuw op de Jabbeke Beek in het centrum van Jabbeke realiseert een hoger waterniveau stroomopwaarts van de stuw, wat extra geschikt leefgebied voor vissen kan realiseren. Desondanks vormt de stuw een niet-passeerbaar obstakel voor vissen. In dit advies stellen we de dimensies voor van een De Wit-vispassage die vismigratie kan toelaten voor zwak-zwemmende vissoorten (i.e. de doelsoorten) op een locatie met weinig afvoer. Merk op dat deze dimensies zijn gebaseerd op visuele waarnemingen en ruwe metingen. Indien betere metingen voorhanden zijn (bv. effectief bodem- en waterpeil stroomaf van de stuw), kan het ontwerp verder gefinetuned worden. Het ontwerp zal hierdoor echter inhoudelijk niet veranderen.

## Referenties

---

AMINAL (2005). Vismigratie – Een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap: Brussel. ISBN 9080324566. 205 pp.

Boiten W. (2004) The Dutch pool and orifice fishway. Wageningen University, The Netherlands.

Bos M.G. (Ed.) (1989). Discharge measurement structures. Third revised edition. ILRI Publication(20). International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI): Wageningen. ISBN 90-70754-15-0. 401 pp.

Buysse D., Coeck J., (2014). Advies over het concept van temporele vismigratie om vismigratiekelpunten te saneren. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.A.3016.

Coenen J., Antheunisse M., Beekman J., Beers M. (2013). Handreiking vispassages in Noord-Brabant. Waterschap Aa en Maas: [S.I.]

Deinet S., Scott-Gatty K., Rotton H., Twardek W., Marconi V., McRae L., Baumgartner L., Brink K., Claussen J., Cooke S.T., Darwall W., Eriksson B., Garcia de Leaniz C., Hogan Z., Royte J., Silva L., Thieme M., Tickner D., Waldman J., Wanningen H., Weyl O., Berkhuisen A. (2020) The Living Planet Index (LPI) for migratory freshwater fish - Technical Report. World Fish Migration Foundation, The Netherlands.

Larinier M. (2002). Fishways-general considerations. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, (364), 21-27.

Riemersma P. (1994). Biologische aspecten bij het ontwerp van vispassages. vismigratie, visgeleiding en vispassages Ned. – Lezingen en posterpresentaties van Stud. Vismigratie, Jaarbeurs Utr. 15 december 1993. Redactie J.P. Raat.

Schwevers U. (2006). Allgemeine Anforderungen an Fischaufstiegsanlagen. In: Durchgängigkeit von Gewässern für die aquatische Fauna. Int. DWA-Symposium zur Wasserwirtschaft 03-04 April.

Steendam C., Verhelst P., Van Wassenbergh S., De Meyer J. (2020). Burrowing behaviour of the European eel (*Anguilla anguilla*): Effects of life stage. Journal of Fish Biology 97, 1332-1342.

## Bijlage 1: autocad bestanden van het ontwerp

---