

Schetsontwerp vispassage stuw Lampenbroek

Projectomschrijving	Schetsontwerp vispassage stuw Lampenbroek
Opdrachtgever	Waterschap Vallei en Veluwe
Opdrachtnemer	Kroes Consultancy
Auteur	M.J. Kroes
Project.nr.	KC2023-05
Status	Definitief
Versie	3.0
Datum	13 december 2023
Plaats	Amsterdam

Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Reikwijdte SO-ontwerp.....	3
1.3	Leeswijzer.....	3
2	Ontwerp.....	4
2.1	Type vispassage.....	4
2.2	Ontwerpdebiet.....	5
2.3	Ontwerpkarakteristieken.....	5
2.4	Inpassing.....	6
2.5	Materiaal en vormgeving.....	8
2.6	Oevers en inrichting bekkens.....	11
2.7	Afsluiter en monitoringsvoorziening.....	12
3	Advies beheer en onderhoud.....	14
3.1	Beheer en onderhoud.....	14

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Waterschap Vallei en Veluwe heeft ten doel om de vismigratie bij de aan te leggen stuw in de Voorsterbeek in het projectgebied Lampenbroek te borgen. Hiervoor is een variantenstudie uitgevoerd. Hier kwam uit dat een vertical slot vispassage op natuur technische wijze ingericht als beste werd beoordeeld als oplossing voor vismigratie. In onderhavig notitie is een schetsontwerp uitgewerkt van een vispassage die gelegen is naast stuw Lampenbroek. Hiermee wordt het nieuw in te richten gebied optrekbaar gemaakt voor soorten als winde en aal (zie variantenstudie vispassages stuw Lampenbroek) vanuit de IJssel. Dit schetsontwerp dient als basis voor de uiteindelijk op te stellen bestekstekening. Het ontwerp is gebaseerd op de variantenanalyse.

1.2 Reikwijdte SO-ontwerp

Deze rapportage betreft de ontwerprapportage (SO-niveau) van een vispassage type vertical slot met natuurtechnische inrichting voor stuw Lampenbroek. Verder bestaat het SO uit een situatietekening inclusief aanzichten van de vispassage.

1.3 Leeswijzer

De uitgangspunten voor de vispassage zijn in de variantenstudie vispassages stuw Lampenbroek genoemd. Hoofdstuk 2 behandelt de specifieke ontwerpaspecten van de locatie. Aansluitend worden in hoofdstuk 3 adviezen gegeven voor beheer en onderhoud.

2 Ontwerp

2.1 Type vispassage

Voor de stuw wordt als oplossing gekozen om de vispassage in een bypass aan te leggen en het verval met 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 zijkanalen 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.



Figuur 2.1. Voorbeelden van een natuurtechnische vispassage opgebouwd met v-vormige overlaten en een vertical slot. Boven; Bovenmark, vispassage langs stuw Bieberg, onder; overlaat van de vispassage in de Snelle Loop.

Bij lage afvoeren is migratie via de sleuf (vertical slot) in het midden van de overlaat mogelijk. Bij hogere afvoeren kan dit via de sleuf en via de v-vormige overlaat. Meerdere overlaten overbruggen stapsgewijs het totale hoogteverschil, zodat een bekkenstructuur ontstaat. Voor en achter iedere sleuf liggen grotere stenen die een stromingsremmende werking hebben.

2.2 Ontwerpdebiet

De vispassage moet zowel bij lage als bij hoge afvoeren kunnen functioneren. De voorziening functioneert ten minste in de periode van trek (maart tot en met juli). We gaan bij de keuze van ontwerpdebiet uit van de basisafvoer van $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit komt overeen met de zomersituatie.

2.3 Ontwerpkarakteristieken

Het ontwerp van de vispassage gaat uit van rekenprincipes van een vertical slot vispassage. De sleufbreedte is gekozen op $0,20 \text{ m}$, zodat ook grote vissen met weinig moeite kunnen passeren. De bekkenlengte is $5,0 \text{ m}$. De bekkenbreedte is gekozen op $2,0 \text{ m}$.

Het niveauverschil per overlaat is $0,06 \text{ m}$, er zijn dan 5 overlaten (4 bekken) benodigd om een hoogteverschil te kunnen overbruggen van $0,35 \text{ m}$. Er treedt een stroomsnelheid op van maximaal $0,97 \text{ m/s}$ in de doorlaat. Richting de bodem zal de stroomsnelheid geleidelijk minder zijn.

Afmetingen vispassage

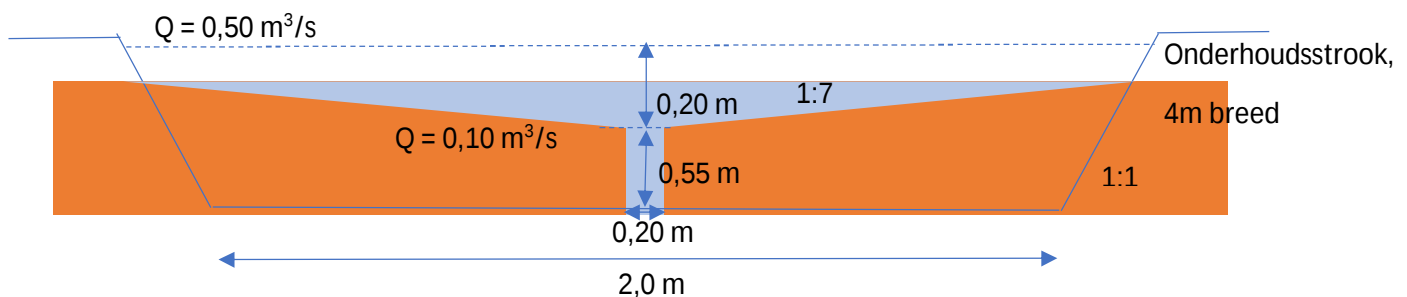
Met betrekking tot het ontwerp is een aantal uitgangspunten vastgesteld:

- Ontwerpdebiet is $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$
- Waterstand bovenstrooms is $7,50 \text{ meter -NAP}$
- Waterstand benedenstrooms is $7,15 \text{ m -NAP}$
- Peilverschil per bekken: $0,06 \text{ meter}$ (m.u.v. meest benedenstrooms gelegen bekken)

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

- Sleufbreedte: $0,20 \text{ meter}$
- Afstand bodem-kruin (punt V-vorm: $0,55 \text{ meter}$)
 - Bodembreedte: $2,0 \text{ meter}$
 - Hoek V-vormige overlaat: 167°
 - Talud vispassage: $1:1$

Indien bovenstaande uitgangspunten worden vertaald naar het vooraanzicht van een schot ontstaat figuur 2.2. Bij toenemende afvoeren zal de waterhoogte stijgen, tot ca. 20 cm boven de V-vorm bij een debiet van $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. De vispassage zal functioneel blijven tot het niveau waarop het verschil in peil tussen de opeenvolgende bekkens ca. $10\text{-}15 \text{ cm}$ bedraagt.



Figuur 2.2. Vooraanzicht schot met verticale sleuf (met uitgangspunten, niet op schaal)

Op basis van het ontwerp stroomt er 0,10 m³/s door de vertical slots en tot 0,50 m³/s over de V-vormige overlaat. Onderstaand zijn de ontwerpkenmerken weergegeven.

Tabel 2.1 Ontwerpkenmerken van de vispassage

	eenheid	
Totale peilverschil	m	0,35
Aantal bekken		4
Aantal schotten		5
Overstortende straal	m	0,10
Waterstandsverschil/bekken	m	0,06
Maximale stroomsnelheid boven de overlaat	m/s	0,97
Ontwerpdebiet ¹⁾	m ³ /s	0,10
Hoek van de overlaat	graden	167,00 (hellingshoek 1:7)
Energiedemping	W/m ³	25,00
Bekkenlengte	m	5,00
Bekkenbreedte (waterlijn)	m	4,00
Waterdiepte bekken	m	0,55

De vispassage is zodanig gedimensioneerd dat onder normale afvoeromstandigheden de volledige zomerafvoer (0,1 m³/s) en gedeeltelijke winterafvoer (0,5 m³/s) door de vispassage stroomt.

Vanwege het sturen op een vast stuwpeil van 7.50 m NAP is niet mogelijk om de volledige winterafvoer door de vispassage te laten gaan. Gedurende het merendeel van de tijd heeft de vispassage daarom een veel grotere aantrekkende werking dan de stuw.

Door een strikte handhaving van het bovenstroomse peil (7,50 m NAP) middels de kantelstuw zal de afvoer over de vistrap bij elke afvoer onder de gemiddelde zomerafvoer moeten worden afgeknepen. Geadviseerd wordt om daarom een afsluiter aan te brengen in een overlaat in de doorstroomopening. De overlaat in de doorstroomopening heeft een vertical slot en v-vorm gelijk aan de overlaten in de drempels, maar is minder breed. Hierdoor kan effectief op de afvoer over de vispassage worden gestuurd en het peil zoveel mogelijk op 7.50 m NAP gehouden worden en de vispassage watervoerend blijven. Indien de zomerafvoer nog verder afneemt, in hele droge periodes, kan de zelfs geheel dicht worden gezet, om leeglopen van het stuwpan te voorkomen.

2.4 Inpassing

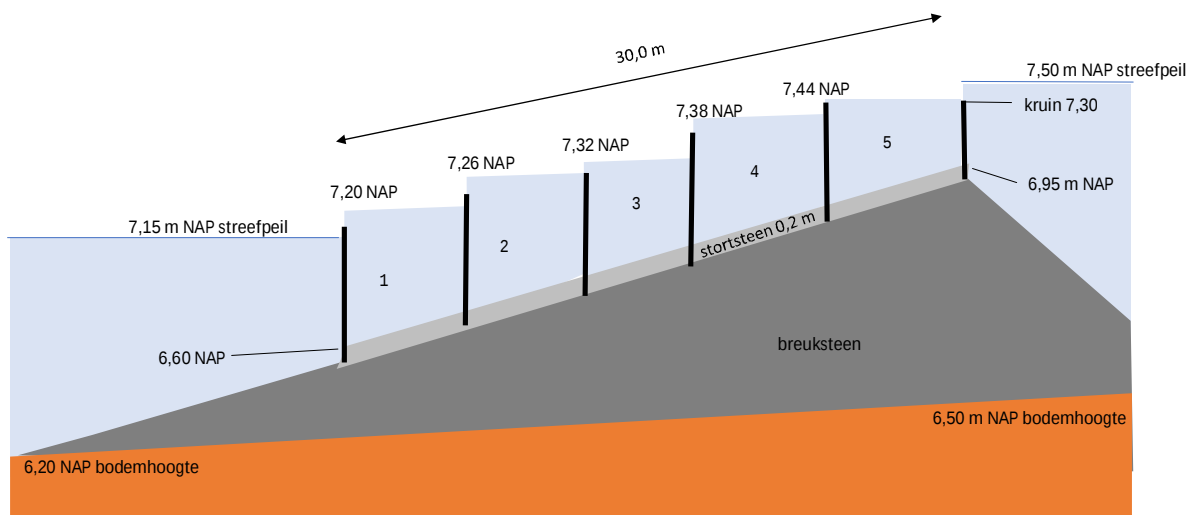
De vispassage wordt in een omleiding langs de nieuwe klepstuw gerealiseerd. Bij voorkeur heeft de vispassage een kronkelende loop. Onderstaande figuur geeft een impressie van de inpassing van de vispassage, uitgaande van een totale lengte van ca. 25 m. Naast de vispassage moet er een obstakelvrije onderhoudsstrook worden gerealiseerd van ca. 4 m breed.



Figuur 2.4. Impressie mogelijke inpassing van de vispassage naast de stuw en in de kade

Idealiter ligt de uitstroom van de vispassage direct onder de stuw, op de grens met de turbulente zone. Echter, omdat de afsluiter in de kade ligt en de overlaten benedenstrooms van de kade zijn gekozen, is de uitmonding van de vispassage op ca. 25-30 m afstand van de stuw gesitueerd. De afsluiter is opgenomen in de damwand van de stuw. De zomerafvoer kan volledig en de winterafvoer grotendeels door de vispassage stromen, waarmee een duidelijke lokstroom wordt gecreëerd bij de uitstroomopening van de vispassage.

De in- en uitstroom betreft een open verbinding met de beek. Voor vissoorten die over de bodem migreren, is het van groot belang dat de overgang van de beekbodem naar de ingang van de vispassage zo geleidelijk mogelijk verloopt. De beekbodem dient dan ook aan te sluiten op de bodem van de vispassage. Aanbevolen wordt om de bodem benedenstrooms aan te storten (1:3) tot op de bodemhoogte van de vispassage (NAP +6,60 m). Aan de bovenstroomse zijde bedraagt het verschil in bodemhoogte ongeveer 0,55 m (bodemhoogte waterlichaam NAP +6,50 m. en de vispassage NAP +6,95 m), deze overgang wordt opgevangen door een onderwatertalud 1:3 of door een geleidelijke overgang van de bodem in de waterloop aan bovenstroomse zijde van de afsluiter. Onderstaande schets geeft de langsdoorsnede van het ontwerp van de vispassage.



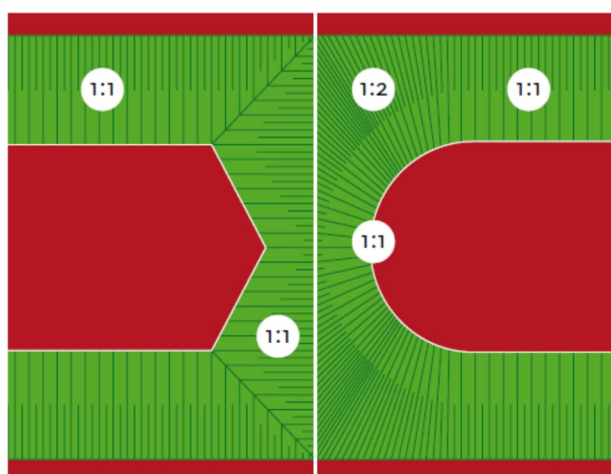
Figuur 2.5 Principeschets langsdoorsnede van het ontwerp van de vispassage

2.5 Materiaal en vormgeving

2.5.1 Opbouw talud drempels/overlaten

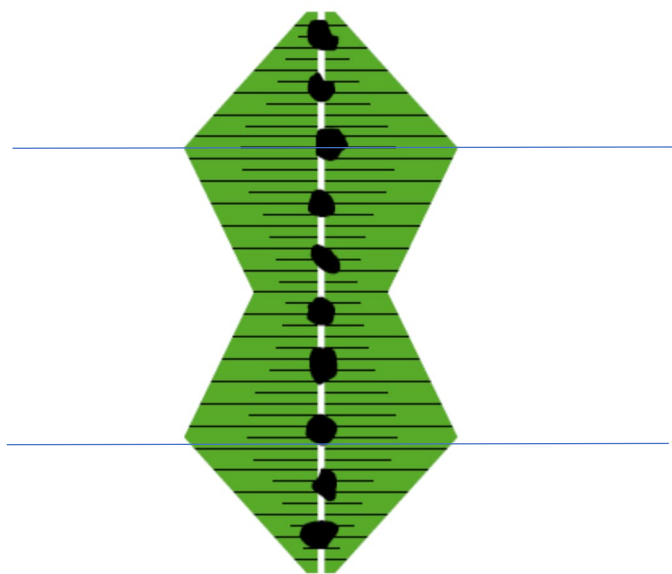
De tussenschotten zijn van staal. Voor en achter de overlaat wordt de bodem en het talud met steen aangestort. Dit kan met kleinere stortstenen met een diameter van 15 à 20 cm. Dit voorkomt ongewenste erosie en maakt het opzwemmen voor bodemvissen gemakkelijker.

Hoe steiler de taludhelling van de drempel dwars op de stroomrichting, des te eerder het bekken direct na de kruin van de drempel weer dieper wordt om energie en snelheid te dempen. Voor geleiding van de bodemvissen dient de hellingshoek niet groter te zijn dan 45° (1:1 helling). Beide – in essentie strijdige uitgangspunten – kunnen gecombineerd worden in een zogenaamd ‘komvormig’ of ‘zadelvormig’ ontwerp van de taluds. Hierbij krijgen de taluds vóór en achter tegen de damwand in het centrale deel een helling van 1:1; richting de oever loopt dit over in een helling van 1:2 à 1:3 (zie figuur). In de oever zelf wordt het talud weer steiler (helling 1:1 tot 1:2). De bodemvissen kunnen dan via de zijkant van de drempel goed naar boven zwemmen, terwijl de hoofdstroom snel energie kwijt kan in het diepere centrale deel.



Figuur 2.6 Bovenaanzicht van een drempel met taludhellingen (links: theoretisch; rechts: praktisch).

De stenen (bijvoorbeeld Grauwacke of Ardenner breuksteen) op de drempel/overlaat moeten een hoekige vorm hebben en tussen de 20 tot 30 cm groot zijn. Te platte stenen werken als een vin op de stroming, en hebben niet het gewenste brekende effect. De afstand tussen de stenen moet 20 cm bedragen, zodat voldoende doorzwembreedte gewaarborgd is. De stenen moeten voor minstens 1/3 van hun hoogte in beton vastgelegd worden. Dit voorkomt dat ze (bijvoorbeeld na strenge vorst) los komen te liggen.



Figuur 2.7 Schematisch bovenaanzicht van ontwerpen voor drempels. De drempel is opgebouwd uit één rij stenen

Een 'moderne' bekkervispassage met stortsteendrempels wordt vaak aangelegd met natuursteen, zoals Ardenner breuksteen. Deze ruwe stenen breken de stroming optimaal. Voldoende tussenruimte tussen de stenen biedt vissen de mogelijkheid om zonder schade te passeren. Toch moet het gebruik van deze natuurstenen en ander 'hard' materiaal in laaglandbeken zoveel mogelijk beperkt worden, aangezien het geen gebiedseigen materiaal is. In een bekkervispassage kunnen deze stenen op drie verschillende manieren toegepast worden, waarbij elke toepassing specifieke eisen stelt aan grootte en vorm (zie tabel). Op basis van de specifieke lokale karakteristieken (grootte van de beek en drempel, ontwerpafvoer en grondslag) zal de uiteindelijke grootte bepaald moeten worden.

Tabel 2.2 Grootteklasse en vorm van de stenen in de vispassage

Toepassing	Grootte (landelijke gradatieklasse)	Vorm
Stenen op de overlaten	Klasse LMA10-60 (20-30 cm)	Vierkante, ruwe stenen
Aanstorten overlaten en taluds	Klasse LMA5-40 (15-20 cm)	Goed op elkaar aansluitende stenen
Stoorstenen voor en achter de vertical slot	Klasse LMA60-300 (40-50 cm)	Variabel, niet te plat

Het gebruik van (te veel) stortsteen kan beperkt worden door de kern van de drempels uit gecertificeerd puin, puingranulaat of zand op te bouwen (zie figuur). Dit materiaal komt niet in zicht en heeft geen invloed op de functionaliteit. In dit geval hoeft alleen voor de toplaag gebruik gemaakt te worden van natuursteen.



Figuur 2.8 Drempels met een kern van zand in de opbouwphase in de Molenbeek bij de Oude Turfvaartsestraat.

2.5.2 Vertical slot

De in de vertical slot te overbruggen lengte door de drempel moet niet te groot worden. Het strategisch plaatsen van grote stoorstenen (40 tot 60 cm diameter) en het creëren van een bredere doorstroomopening direct voor en achter de vertical slot zijn geschikte maatregelen om de passage te vergemakkelijken. Een andere oplossing is om voor de vertical slot een metalen prefab bak te gebruiken met vertical slot en dwarse schotten om stenen van de overlaat mee in te sluiten. Deze bak wordt ingeklemd in de damwand van de kruin (zie figuren). Hierdoor kost het opnemen van een slot geen ruimte (extra doorzwemlengte) in het ontwerp en ontstaan er dus geen lange trajecten met hoge stroomsnelheden. Dit is eenvoudiger. Door het relatieve dunne materiaal is deze oplossing ook ruimtebesparend, waardoor de passage door de drempel zo kort mogelijk gehouden kan worden. Plaatmateriaal met een dikte van 12 mm is voldoende om een stevige bak te lassen.



Figuur 2.9 Metalen damwandenbak met vertical slot ingebouwd in de damwand van een drempel in aanbouw.

2.6 Oevers en inrichting bekkens

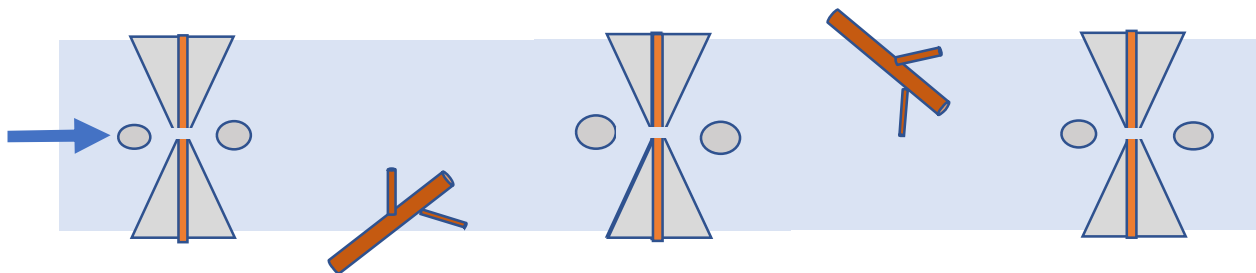
De oever is zo natuurlijk mogelijk. Voorkomen moet worden dat de oever uitschuurt als gevolg van erosie. De oever ter plaatse van de overlaten wordt bij voorkeur vastgelegd met grote stenen (ca. 15-20 cm sortering of groter) in een helling van ca. 1:1. Indien dit niet mogelijk is, kan de oever worden 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 ook onderstaande tekeningen.

Dood hout in de bekkens kan worden aangebracht als takken bundels /stronken met wortels of als boomstam structuren. De takkenbundels worden geplaatst in de luwere delen van de bekkens en dragen bij als beschutting voor vis en macrofauna. Wellicht is het mogelijk om deze in de 4 m brede bekkens 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. Onderstaande schetsen/foto's geeft een impressie van hoe deze kunnen worden gepositioneerd.



Figuur 2.10 Voorbeeld van een boomstam in stromende deel

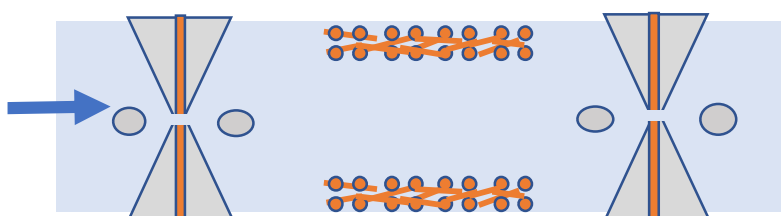


Figuur 2.11 Schets van inpassing boomstammen in bekkens

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 2.12 Voorbeeld van takkenstructuren vastgelegd met palen en ijzerdraad



Figuur 2.13 Schets van inpassing takkenstructuren in bekkens

De takkenbossen kunnen in de bredere bekkens worden geplaatst. Geadviseerd wordt om deze dus niet te versmallen maar benutten om extra beschutting voor vis te creëren.

2.7 Afsluiter

Tijdens calamiteiten of in een droge periode is het wenselijk om het water vast te houden. Om leeglopen van het bovenstroomse pand te voorkomen, wordt geadviseerd de vispassage afsluitbaar te maken. In de bovenstrooms wordt voor de v-vormige overlaat een automatisch regelbare overstortschuif geplaatst, die gekoppeld wordt aan de besturing van de stuw. Benedenstrooms kan een handmatige bedienbare afsluiter worden geplaatst, waarmee de vispassage, icm het afsluiten bovenstrooms, drooggezet kan worden tbv onderhoudswerkzaamheden. Met het oog op vandalisme dient de afsluiters robuust te zijn.



Figuur 2.14 Voorbeeld van een afsluiter

3 Advies beheer en onderhoud

3.1 Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud bestaat voor een groot deel uit controle. Daarbij richt de aandacht zich op het vrijmaken van de vertical slots (met het oog op verstopping). Een regelmatige slibruiming en verwijderen van waterplanten kan mogelijk noodzakelijk zijn, maar sedimentatie wordt door de heersende stroomsnelheden en de turbulentie niet verwacht op te treden nabij de door-/overlaten. Verder kan het nodig zijn af en toe het stortsteen aan te vullen. Verstopping van de vispassage door drijfvuil moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Enerzijds is dit van belang voor de continuïteit van de werking van de vispassage, anderzijds kunnen zo de onderhoudskosten worden beperkt. Een mogelijke oplossing is een drijfbalk bij de instroomvoorziening ter hoogte van het talud. Deze zal grotendeels voorkomen dat drijfvuil zich voor de vispassage op gaat houden. Doordat er een afsluiter wordt geplaatst bij de instroom wordt het uitvoeren van onderhoud vereenvoudigd. Het onderhoud bestaat concreet uit:

- Controleren (en herstellen) van uitspoelingen (1x per jaar; periode: januari-februari)
- Controleren van doorzwemvensters op verstoppingen (1x per twee weken; periode maart t/m juni) (1x per twee maanden; periode: juli t/m februari)