



Vlaanderen
is wetenschap

Ontwerpcriteria voor de bouw van een palinggoot

In functie van de stroomopwaartse migratie van
jonge paling langs vismigratieknelpunten

Lore Vandamme, David Buysse, Nico De Maerteleire, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel,
Sebastien Pieters, Johan Coeck en Pieterjan Verhelst

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

[Lore Vandamme](#) , [David Buysse](#) , Nico De Maerteleire, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Sebastien Pieters, [Johan Coeck](#)  en [Pieterjan Verhelst](#) 
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Rhea Maesele

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw
INBO Brussel
Havenlaan 88, 1000 Brussel
vlaanderen.be/inbo

e-mail:

lore.vandamme@inbo.be

Wijze van citeren:

Vandamme L., Buysse D., De Maerteleire N., Plaetinck S., Rosseel D., Pieters S., Coeck J. en Verhelst P. (2025). Ontwerpcriteria voor de bouw van een palinggoot: in functie van de stroomopwaartse migratie van jonge paling langs vismigratieknelpunten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2025 (4). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: <http://doi.org/10.21436/inbor.118022476>

D/2025/3241/048

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2025 (4)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Jonge paling gevangen met een palinggoot (Foto: Mylan Lyssens, INBO)



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ONTWERPCRITERIA VOOR DE BOUW VAN EEN PALINGGOOT

In functie van de stroomopwaartse migratie van jonge paling langs vismigratieknelpunten

Lore Vandamme, David Buysse, Nico De Maerteleire, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Sebastien Pieters, Johan Coeck en Pieterjan Verhelst

doi.org/10.21436/inbor.118022476

Dankwoord/Voorwoord

Dit document dient als leidraad bij het opmaken van een bestek of bij het bouwen van een permanente palinggoot om de stroomopwaartse migratie van jonge paling te faciliteren.

We danken de collega's van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Dienst Beheer Onbevaarbare Waterlopen, voor de constructieve opmerkingen tijdens de opmaak van dit document. Deze handleiding kon worden opgemaakt met de steun van Agentschap Natuur en Bos (ANB) en VMM.

Samenvatting

Dankzij de talrijke laaglandrivieren, beken, kanalen en krekten wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor de opgroei van paling.

Echter, **het aantal glasalen van de Europese paling** (*Anguilla anguilla* L.) dat onze kust bereikt, kent al sinds de jaren 1980 een **sterke achteruitgang** (ICES 2017). Daarom wordt de soort sinds enkele jaren als ernstig bedreigd beschouwd (Jacoby & Gollock 2014). Oorzaken voor deze trend zijn een verslechtering van de waterkwaliteit en habitatcondities, **migratiebarrières**, verhoogde predatie, visserij en klimaatveranderingen (Dourineau et al. 2018, Miller et al. 2016). Om de Europese paling voor uitsterven te behoeden, heeft de Europese Unie in 2007 de Palingverordening (EC No. 1100/2007) uitgevaardigd, die het behoud en het herstel van de soort beoogt. Waterbeheerders focussen daarom op het passeerbaar maken van migratiebarrières zodat de palingpopulatie opnieuw kan toenemen.

In functie van verschillende onderzoeksprogramma's heeft het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO) meer dan 10 jaar ervaring met de zelfbouw en monitoring van tijdelijke, experimentele **palinggoten**: dit zijn constructies die **glasalen** (ca. 7 mm lange, doorzichtige palingen die onze rivieren en kanalen koloniseren) en **elvers** (volledig gepigmenteerde palingen van maximum 380 mm) **landinwaarts** in onze waterlichamen (i.e. rivieren, beken, kanalen, polderwaterlopen en kreken) **helpen** langsheen migratiebarrières (vb. een uitwateringsschuif, sluis, stuw of gemaal). Verder in dit rapport gebruiken we de term 'jonge palingen' als benaming voor zowel glasalen als elvers.

Dit rapport beschrijft de ontwerpcriteria voor de bouw van permanente palinggoten. Voorwaarden waaraan de permanente palinggoten moeten voldoen, kunnen onderverdeeld worden in volgende categorieën:

- Efficiëntie
- Duurzaam en onderhoudsvriendelijk
- Geautomatiseerde monitoring

Via permanente robuuste palinggoten kan de intrek van jonge paling op lange termijn gerealiseerd en opgevolgd worden.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO) heeft meer dan 10 jaar ervaring met de zelfbouw en monitoring van tijdelijke palinggoten. Dit document dient als leidraad bij het opmaken van een bestek of het bouwen van een permanente palinggoot om de stroomopwaartse migratie van jonge paling te faciliteren. Indien een waterbeheerder en/of aannemer vragen heeft bij het ontwerp en/of plaatsing van permanente palinggoten kan het Team Aquatisch Beheer van het INBO gecontacteerd worden.

English abstract

Thanks to the numerous lowland rivers, streams, canals, and creeks, Flanders is considered an important region for the growth of eels and the recruitment of silver eels.

However, **the number of glass eels of the European eel** (*Anguilla anguilla* L.) reaching our coast has been **in significant decline** since the 1980s (ICES 2017). Consequently, the species has been classified as critically endangered for several years (Jacoby & Gollock 2014). The causes of this trend include the deterioration of water quality and habitat conditions, **migration barriers**, increased predation, fishing, and climate changes (Dourineau et al. 2018, Miller et al. 2016). To prevent the extinction of the European eel, the European Union issued the Eel Regulation (EC No. 1100/2007) in 2007, aiming at the conservation and recovery of the species. Therefore, water managers are focusing on making migration barriers passable to allow eel populations to increase again.

As part of various research programs, the Research Institute for Nature and Forest (INBO) has over 10 years of experience in the construction and monitoring of (temporary) experimental **eel ladders**. These are **structures that assist glass eels** (approximately 7 mm long, transparent eels colonizing rivers and canals) **and elvers** (fully pigmented eels up to 380 mm in length) in migrating inland past migration barriers (e.g., drainage sluices, locks, weirs, or pumping stations) to our water bodies (i.e., rivers, streams, canals, polder waterways, and creeks).

This report describes the design criteria for the construction of permanent eel ladders. Conditions that permanent eel ladders must meet can be categorized as follows:

- Efficiency
- Durability and ease of maintenance
- Automated monitoring

Permanent robust eel ladders enable the long-term passage and monitoring of eel recruitment.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	4
English abstract	5
Lijst van figuren	7
1 efficiëntie	8
1.1 Werkingsperiode.....	8
1.2 Locatie en omgevingsfactoren.....	8
1.3 Afmetingen	9
1.4 Klimsubstraat	10
1.5 Watertoevoer	11
1.6 Maatregelen tegen predatie t.h.v. de goot	14
1.6.1 Toegang tot de goot	14
1.6.2 In de goot.....	14
1.6.3 Uitgang van de goot	15
2 Duurzaamheid en onderhoudsvriendelijkheid.....	16
3 Monitoring	17
Referenties	18

Lijst van figuren

Figuur 1. Periode waarin opwaartse migratie optreedt volgens The Environment Agency 2023.	8
Figuur 2. Schets van een palinggoot met aanbevolen afmetingen	9
Figuur 3. Borstels met twee verschillende dichtheden zoals toegepast in de beproefde INBO-palinggoten.	10
Figuur 4. Schets van een palinggoot met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten ('flushing-', 'eel ladder-' en 'plunging' flow) waar er over de volledige breedte water in de goot moet worden gepompt. De jonge paling komt onderaan de palinggoot toe, kruipt over het substraat naar boven en valt (rechts op deze afbeelding) naar beneden in de opvangtrechter.	12
Figuur 5. Detail van de twee verschillende stroomrichtingen doorheen een palinggoot (i.e. boven: 'flushing-' versus 'eel ladder flow' en onder: 'plunging' flow) met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten waar de goot over de volledige breedte 'beregend' moet worden.	12
Figuur 6. Hoe het beter moet. Bovenaanzicht van een palinggoot waarbij de waterstralen op de verschillende punten de goot niet over de volledige breedte bereiken waardoor het water ook niet over de volledige breedte door de borstelgoot noch over de volledige breedte richting de trechter naar beneden stroomt. De 'eel ladder flow' wordt bij deze goot gevormd door perforaties onderaan (niet zichtbaar) in de blauwe buis (gele pijlen), de twee andere flows worden ook getoond: twee 'plunging' flows (groene pijlen) en één 'flushing' flow (rode pijl).	13
Figuur 7. De 'plunging' flow zorgt voor beregening aan de basis van de palinggoot, met name ter hoogte van de snijlijn tussen de palinggoot en het wateroppervlak van de waterloop bij streefpeil. De goot moet bij minimum waterpeil (i.e. laagste optredende waterstand) nog steeds ongeveer 40 cm 'verdrongen' zitten t.o.v. het wateroppervlak.	14
Figuur 8. Beeld uit filmpje van de website Hunze en Aa's over de palinggoot in het sluizencomplex Nieuwe Statenzijl aan de Dollard (Nederland) die werd gefinancierd door het Waddenfonds, Rijkswaterstaat en waterschap Hunze en Aa's. Glasalen en elvers glijden over een witte plaat. Een camera met telsysteem kan deze plaat filmen en het aantal dieren tellen.	17

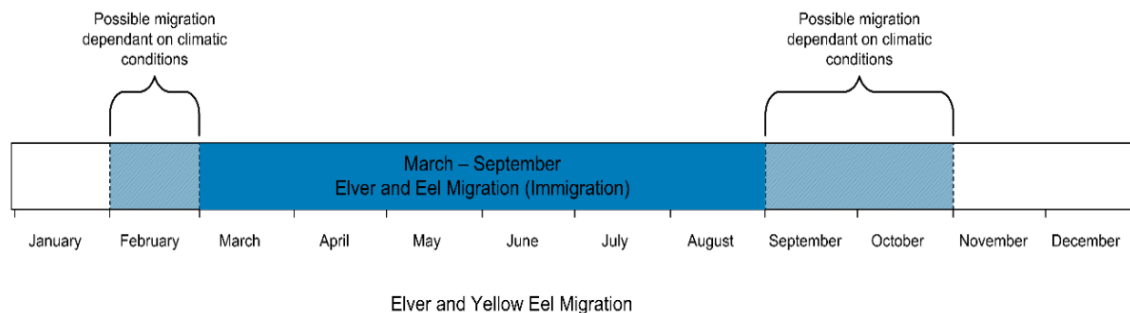
1 EFFICIËNTIE

1.1 WERKINGSPERIODE

Verskillende factoren zijn bepalend voor de efficiëntie van een palinggoot. De opstelling dient niet het volledige jaar actief te zijn, maar wel tijdens de maanden dat de meeste jonge palingen stroomopwaarts willen migreren. INBO heeft gedurende een aantal jaren op verschillende locaties palinggoten getest en gemonitord tijdens langere **periodes**. Voorbeelden zijn:

- aan het Caemerlinckxgeleed nabij de monding van het Kanaal Gent-Oostende;
- aan het pompemaal Kwetshage-Paddegat bij de monding van de Jabbeekse beek in het Kanaal Gent-Oostende;
- in het Boudewijnkanaal ter hoogte van de RWZI in Brugge;
- bij de watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar en
- in de IJzer t.h.v. het pompstation op de Stenensluisvaart in Woumen.

In deze palinggoten werden jonge palingen gevangen vanaf februari tot en met september met meestal een piek in de vangst rond april en mei. Echter, ook buiten deze 'piekperiode' werden regelmatig grote vangsten waargenomen (Figuur 1, Environment Agency 2023). Dit komt omdat de migratieperiode van jonge palingen beïnvloed wordt door klimatologische condities. Watertemperatuur en debiet kunnen immers seizoenaal variëren. Op basis van de literatuur en monitoring door het INBO kunnen we stellen dat jonge palingen migreren **van februari tot en met oktober**. Daarom raden we aan om zeker tijdens deze periode de palinggoten operationeel te hebben.



Figuur 1. Periode waarin opwaartse migratie optreedt volgens The Environment Agency 2023.

1.2 LOCATIE EN OMGEVINGSFACTOREN

Jonge palingen die stroomopwaarts migreren worden aangetrokken door een waterstroom die werkt als een lokstroom (Drouineau et al. 2015). Tijdens de monitoring van de opwaartse palingmigratie d.m.v. een palinggoot aan het gemaal van Woumen observeerde het INBO een beduidend groter aantal jonge palingen in 2023 vergeleken met de voorgaande jaren. Het INBO wijdt dit aan de hogere afvoer in 2023 vanuit het Blankaartbekken (i.e. nat voorjaar waardoor meer water verpompt werd), wat vermoedelijk resulteerde in een grotere

aantrekking van jonge palingen uit de IJzer richting het gemaal. Dit is in overeenstemming met de bevindingen van Griffioen et al. (2024) dat een hogere afvoer aan een pompgemaal meer paling aantrekt. Daarom

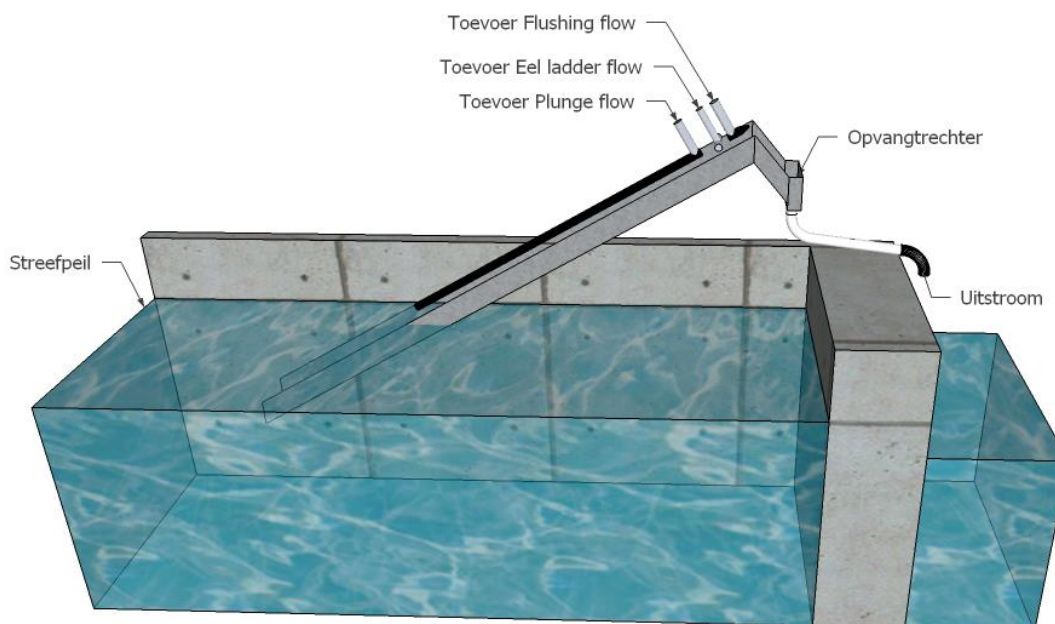
is het belangrijk dat de palinggoot wordt geplaatst op een locatie **waar reeds een lokstroom aanwezig is of een attractieve lokstroom gecreëerd kan worden** om de detecteerbaarheid en daarmee ook de effectiviteit van de goot te verhogen (Environment Agency 2023).

Verder **kan licht en verlichting een negatief effect hebben** op de werking van de palinggoot. Literatuur benadrukt namelijk dat paling licht vermijdt en voornamelijk in het donker migreert (Vollestad et al. 1986, Feunteun et al. 2003, Aldinger et al. 2017). We raden daarom aan om een permanente palinggoot bij voorkeur niet nabij straat- of andere kunstmatige verlichting te plaatsen.

1.3 AFMETINGEN

De palinggoot (Figuur 2) heeft een **lengte** van 1,0 tot 4,5 m en een **hoek** tot 45° (Don 2020). De experimentele palinggoten die het INBO reeds plaatste en monitorde, hadden eveneens een maximale lengte van 4,5 m onder een hoek niet steiler dan 45°. Hoewel er voorbeelden bestaan van langere goten (Baran et al. 2012), verkiezen we dit te vermijden. Indien de locatie een langere goot vereist, raden we aan om eerst een experimentele goot te bouwen en de effectiviteit gedurende een bepaalde periode te monitoren, alvorens tot een permanente constructie over te gaan.

De goot dient voldoende breed te zijn om grote aantallen palingen uit verschillende lengteklassen te laten passeren. Gangbare breedtes zijn bij voorkeur 30 tot 60 cm. Bredere goten blijken vaak effectiever in het voorzien van voldoende lokstroom en worden gemakkelijker gevonden (Environment Agency 2023).



Figuur 2. Schets van een palinggoot met aanbevolen afmetingen

1.5 WATERTOevoer

De watertoevoer over de goot wordt voorzien door middel van een waterpomp, waarbij de waterstroom **regelbaar** is. Het substraat in de palinggoot hoeft niet volledig onder **water** te staan. Het is belangrijk dat ter hoogte van de toevoerpunten **de goot over de volledige breedte ‘beregend’ wordt**. De hoeveelheid water in de goot dient voldoende te zijn om de jonge paling aan te trekken en te stimuleren om naar boven te klimmen. Volgens Anon (2010) volstaat een waterstroom van **0,5 L/s** over het substraat voor jonge paling.

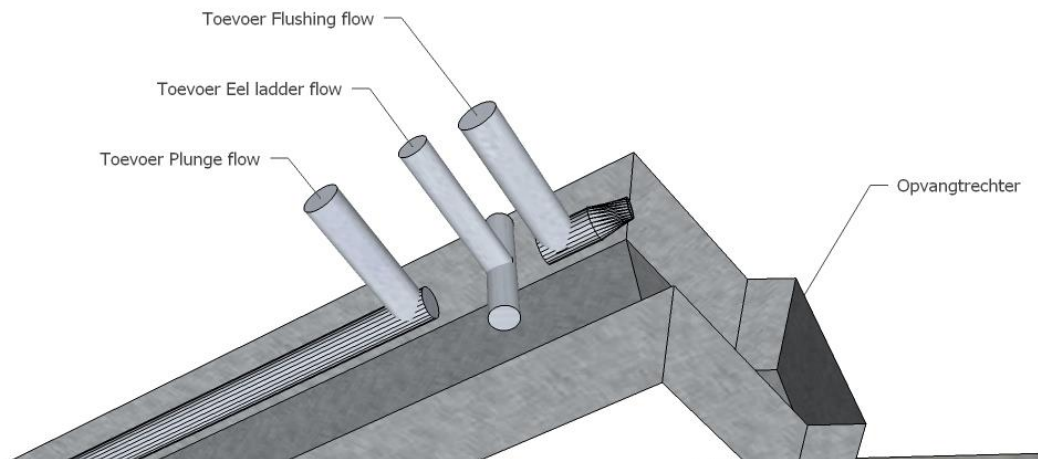
Uit de monitoring door INBO blijkt dat attractiviteit het grootst is wanneer het water dat wordt gebruikt voor de lokstroom een andere chemische samenstelling heeft (vb. zoeter) dan het water waar de dieren zich in bevinden. Daarom is het nodig dat de pomp in de (ontvangende) waterloop wordt geplaatst waarnaar de jonge palingen migreren. Indien dit niet mogelijk is, dient de lokstroom voldoende sterk te zijn om de attractiviteit van de goot te vergroten. Omdat de sterkte afhankelijk is van de lokale condities, raden we aan om de stroomsterkte **regelbaar** te maken, zodat die bijgesteld kan worden indien nodig.

Concreet worden er op drie punten water in de goot gepompt, telkens over de volledige breedte (cfr. 30-60 cm breed) (**Figuur 1, Figuur 4 en Figuur 5**):

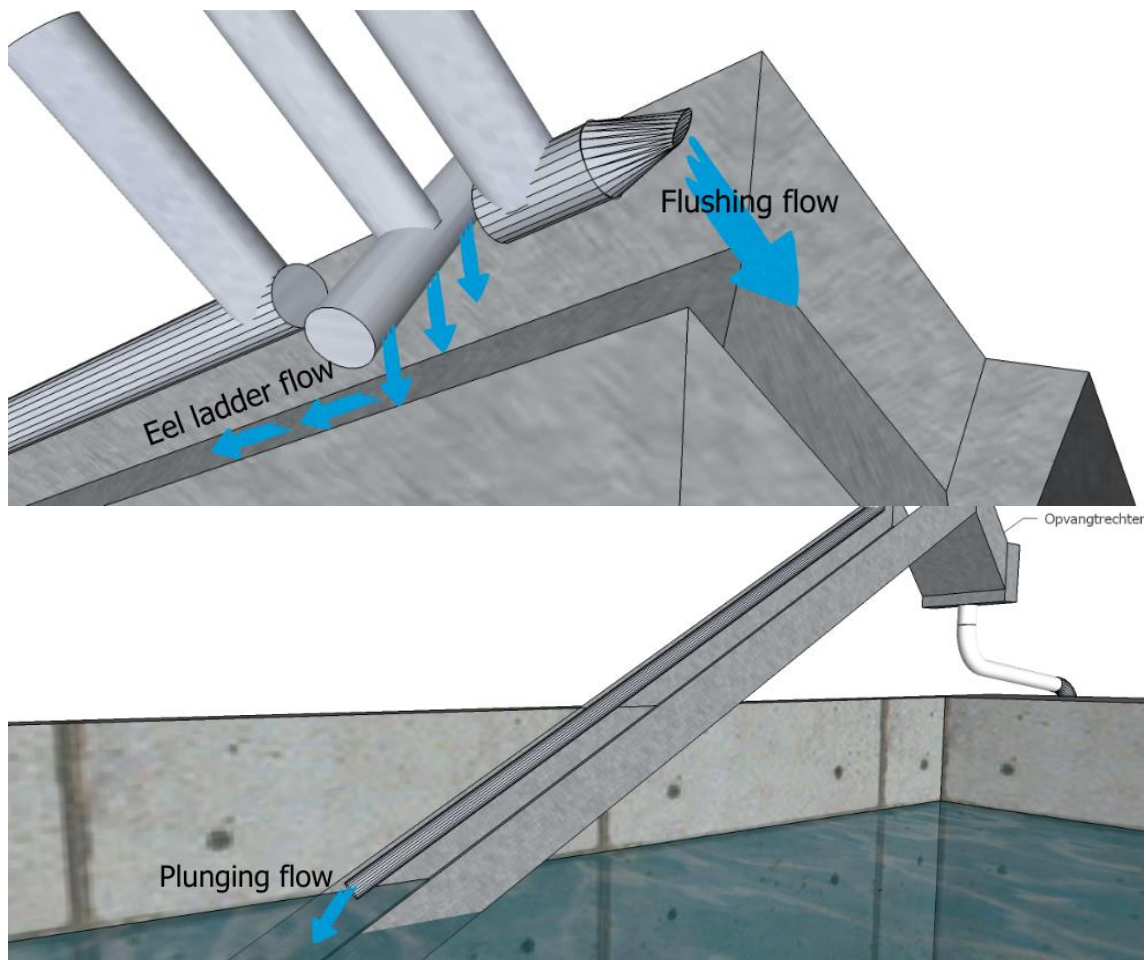
- De **'plunging flow'** ter hoogte van de toegang onderaan de goot: deze waterstroom aan de basis van de goot dient om jonge paling aan te trekken naar de goot. De plunging flow creëert de lokstroom uit de goot en verhoogt de attractiviteit ervan.
- Bovenaan de goot:
 - De **'eel ladder flow'**: meerdere waterstralen die een waterstroom creëren over de volledige breedte van de goot. Deze waterstralen voorzien de goot met het substraat van water dat nodig is voor de jonge palingen om naar boven te klimmen.
 - De **'flushing flow'**: deze waterstraal spuit water op de hoek van de palinggoot waarbij > 50% van het water over de hoek gaat en de omhoog geklommen jonge palingen over de goot in de ontvangende waterloop spoelt. Op het einde van de goot kunnen palingen namelijk aarzelen om naar beneden te migreren. Het resterende deel van het water loopt over het substraat van de opwaartse zijde van de goot en dient als aantrekking voor jonge paling op het laatste stuk van de goot.

De watertoevoer naar deze drie punten kan ofwel verwezenlijkt worden via drie afzonderlijke pompen en leidingen, ofwel via één pomp en leiding. Indien voor één pomp en leiding gekozen wordt, moeten uiteraard technische voorzieningen getroffen worden zodat de toevoer naar de drie verschillende punten verdeeld kan worden. Verstopping van de leidingen ter hoogte van ‘verdeelkranen’, ‘vernauwingen’ in de leiding of perforaties in de leidingen zijn belangrijke aandachtspunten.

Figuur 6 toont een experimentele palinggoot die ter hoogte van de drie verschillende watertoevoerpunten niet over de volledige breedte wordt beregend waardoor slechts een deel van de goot/het substraat optrekbaar is voor jonge paling.



Figuur 4. Schets van een palinggoot met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten ('flushing-', 'eel ladder-' en 'plunging' flow) waar er over de volledige breedte water in de goot moet worden gepompt. De jonge paling komt onderaan de palinggoot toe, kruipt over het substraat naar boven en valt (rechts op deze afbeelding) naar beneden in de opvangtrechter.



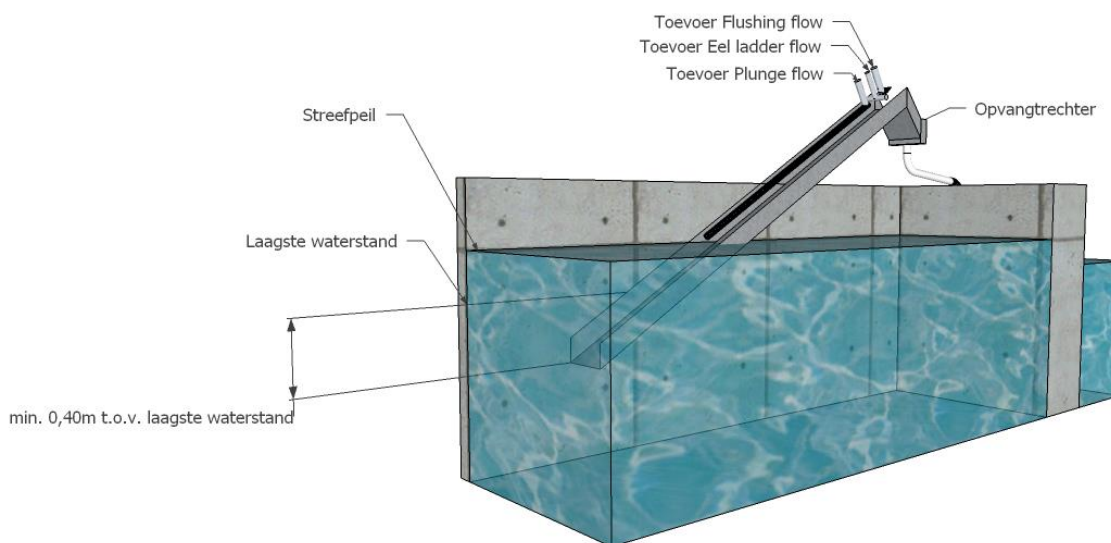
Figuur 5. Detail van de twee verschillende stroomrichtingen doorheen een palinggoot (i.e. boven: 'flushing-' versus 'eel ladder flow' en onder: 'plunging' flow) met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten waar de goot over de volledige breedte 'beregend' moet worden.

1.6 MAATREGELEN TEGEN PREDATIE T.H.V. DE GOOT

Omdat het aantal palingen accumuleert nabij de goot, kunnen ze erg vatbaar zijn voor **predatie** door roofdieren. Om dit te voorkomen kan het ontwerp hieraan aangepast worden op drie plaatsen in de goot, namelijk aan de toegang tot de goot, in de goot zelf en aan de uitgang.

1.6.1 Toegang tot de goot

De toegang tot de goot wordt idealiter best zo dicht mogelijk bij de bodem geplaatst waardoor de jonge palingen niet te lang in de waterkolom moeten zwemmen. Dit verlaagt de kans om gepredeerd te worden. Wanneer dit praktisch moeilijk haalbaar is, kan volgende ontwerpmaatregel gehanteerd worden: de toegang tot de goot moet minimum 40 cm onder het wateroppervlak zitten, rekening houdend met potentiële waterpeilschommelingen (Figuur 7). Op waterinfo (<https://www.waterinfo.be/Meetreeksen>) kunnen voor veel waterlopen meetreeksen van waterstanden geraadpleegd worden. De diepteligging van de toegang van de goot op een bepaalde locatie of waterloop kan dan bepaald worden op basis van de laagste peilen die werden gemeten in het jaar voorafgaand aan de plaatsing van de goot. Daar waar geen meetreeksen voorhanden zijn, kan de diepte van de goot eventueel bepaald worden op basis van gehanteerde streefpeilen die afgelezen kunnen worden ter hoogte van een peillat.



Figuur 7. De 'plunging' flow zorgt voor beregening aan de basis van de palinggoot, met name ter hoogte van de snijlijn tussen de palinggoot en het wateroppervlak van de waterloop bij streefpeil. De goot moet bij minimum waterpeil (i.e. laagste optredende waterstand) nog steeds ongeveer 40 cm 'verdrongen' zitten t.o.v. het wateroppervlak.

1.6.2 In de goot

Om predatie door bijvoorbeeld vogels en ratten te voorkomen, moet er een rooster geplaatst worden over de volledige lengte van de goot (Figuur 6) en moeten de toe- en uitgang onder water uitkomen. Roosters worden verkozen boven 'dichte afdekplaten' omdat dit visuele inspectie van de goot toelaat, de temperatuur in de goot niet te hoog laat oplopen bij zonnig weer en zodat er overdag ook nog natuurlijke lichtinval mogelijk blijft.

1.6.3 Uitgang van de goot

Aan de uitgang van de goot wordt een uitzwembak voorzien met verticale spijlen om grotere roofvissen uit de uitzwembak te weren. Omdat er af en toe ook grotere palingen (> 50 cm) de goot kunnen opkruipen, moet de spijlbreedte zodanig gekozen worden dat deze grotere individuen de uitzwembak ook effectief kunnen uitzwemmen. Daarom wordt een spijlbreedte van **4 cm** geadviseerd. Glasalen en elvers kunnen zich tijdelijk schuilhouden in deze bak terwijl ze niet kunnen benaderd worden door grote roofvissen.



2 DUURZAAMHEID EN ONDERHOUDSVRIENDELIJKHEID

Het materiaal dat gekozen wordt voor de constructie moet duurzaam en onderhoudsvriendelijk zijn. De aangroei van algen en andere begroeiing is onvermijdelijk, maar kan door de materiaalkeuze vertraagd en beperkt worden. Soms wordt er gebruikgemaakt van glasvezelversterkt composiet of roestvrij staal voor de goot. Zoals eerder vermeld, heeft INBO beproefde ervaring met borstelsubstraten met twee verschillende dichtheden.

Een essentieel onderdeel van de palinggoot is de pomp die ingezet wordt om water in de goot te pompen op drie verschillende punten in de goot (zie ook hoofdstuk '1.5 Watertoevoer'). Deze pomp moet krachtig genoeg zijn om meerdere maanden autonoom te pompen. Hierbij moet rekening gehouden worden met **vorst** en materiaal in het water dat de pomp kan doen **verstopp**en (vb. bladeren, riet en ander organisch materiaal, maar ook afval zoals plastic). Het is dus belangrijk dat een pomp gekozen wordt die hier niet of toch minder vatbaar voor is. Het valt aan te bevelen dat er een constructie rond de pomp gemaakt wordt om opzuiging van afval zoveel mogelijk te vermijden (vb. debris deflectoren).

De constructie moet gemakkelijk **demonteerbaar**, te **reinigen** en/of te **herstellen** zijn indien nodig. Voor de duurzaamheid van de constructie valt het aan te bevelen dat waterbeheerders ervoor kiezen om de goot en de pomp tijdelijk te verwijderen tijdens de winter- of vorstperiodes. Indien bepaalde delen ingegraven worden in de grond, moet er op gelet worden dat die delen toegankelijk blijven voor onderhoud en inspectie (vb. via roosters of deksels). Ook moet de constructie op een veilige manier kunnen worden schoongemaakt en onderhouden.

Om de werking van de palinggoot op te volgen en om snel te kunnen ingrijpen in geval van bijvoorbeeld een verstopping of inactieve pomp is het belangrijk om **sensoren** aan te brengen die melding geven van eventuele technische uitval. Dit kan bijvoorbeeld door stroomsnelheidsmeters op de uitstroomopening van de pomp te plaatsen en een camera gericht op de goot om te zien of er geen afval of ander materiaal op de goot ligt (vb. het gebeurt dat watervogels hun nest aan de voet van de goot maken).

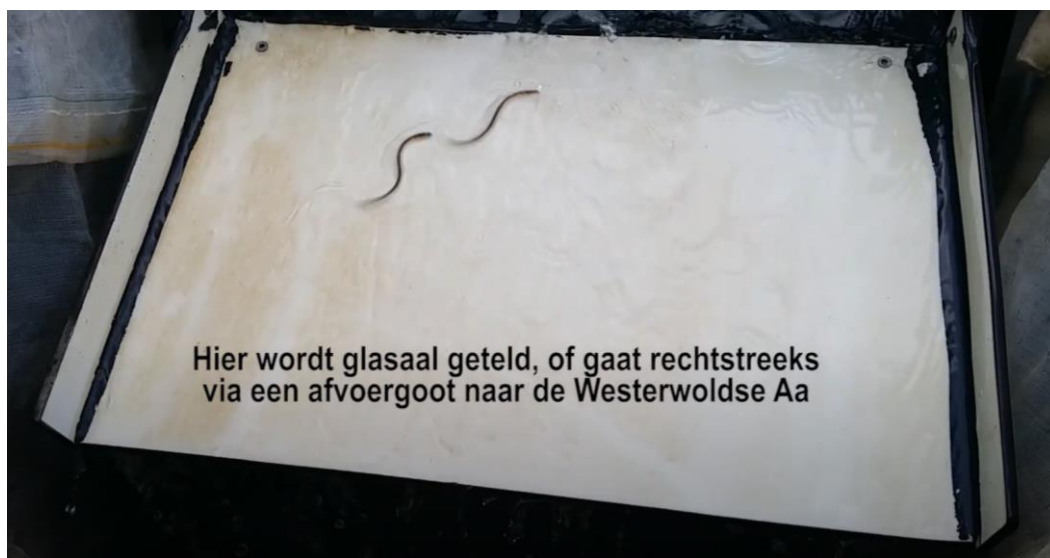
Voor aanvang van het migratieseizoen (bij voorkeur in januari) is inspectie en onderhoud van de goot nodig zodat ze in optimale omstandigheden in gebruik kan worden genomen bij de start in februari als de eerste jonge palingen de goten opkruipen.

3 MONITORING

Permanente palinggoten zijn uitermate geschikt voor de langetermijn-monitoring van de intrek van jonge paling en dus ook van de status van deze ernstig bedreigde soort. Tot op heden werd dit in opdracht van verschillende waterbeheerders door INBO gedaan door middel van een opvangbak aan het 'flush-uiteinde' van de goot. De opvangbak moet daarbij op zeer regelmatige tijdstippen geleegd worden (1 - 2 keer per week), waarna de vangst gekwantificeerd kan worden.

Een minder arbeidsintensieve methode is het gebruik van een automatisch monitoring- of telsysteem. Dit kan via de installatie van een camera op een gladde goot waarover de jonge palingen glijden nadat ze over de top van de palinggoot zijn gemigreerd. Omdat deze goot geen substraat bevat en onder hoge hellingsgraad ($\geq 40^\circ$) naar het ontvangende water leidt, kunnen de palingen niet terug omhoog klimmen. In deze goot kan een witte plaat worden aangebracht waarop een camera met licht wordt gemonteerd (Figuur 8). Onder witte belichting filmt deze camera de passerende palingen die via compatibele software gekwantificeerd kunnen worden (vb. via AI). De data wordt ofwel lokaal opgeslagen en regelmatig uitgelezen (vb. SD kaart) ofwel via internetconnectie bij de verantwoordelijke persoon of instantie gebracht. Merk op dat het witte licht van de camera afgeschermd moet worden, zodanig dat die niet interfereert met de werking van de goot (zie sectie over 'locatie en omgevingsfactoren'). Specifieke wensen zoals het schatten van de lengte van de dieren zou in de toekomst kunnen worden geïmplementeerd in de software.

Merk op dat er nog andere automatische telsystemen bestaan, maar die lijken ons minder relevant voor kleine vissen in polders. Een frequent toegepast systeem maakt gebruik van magnetische velden. Echter, dit zou niet goed werken bij lage temperatuur en bij wisselende conductiviteit van het water, wat allebei vaak voorkomt in polderwaterlopen.



Figuur 8. Beeld uit filmpje van de website Hunze en Aa's over de palinggoot in het sluizencomplex Nieuwe Statenzijl aan de Dollard (Nederland) die werd gefinancierd door het Waddenfonds, Rijkswaterstaat en waterschap Hunze en Aa's. Glasalen en elvers glijden over een witte plaat. Een camera met telsysteem kan deze plaat filmen en het aantal dieren tellen.

Referenties

- Aldinger Joni L. en Stuart A. Welsh. "Diel periodicity and chronology of upstream migration in yellow-phase American eels (*Anguilla rostrata*).\" Environmental biology of fishes 100 (2017): 829-838.
- Anon (2010). *Environment Agency Fish Pass Manual*, s.l.: Environment Agency
- Baran P., Basilico L., Larinier M., Rigaud C. en Travade F. (2012). Management plan to save the eel. Optimising the design and management of installations. *Meeting Recap ONEMA*
- Don A. (2020). *Personal Communication* in Environmental Agency report 2023.
- Drouineau H. et al. (2015). Assessing the efficiency of an elver ladder using a multi-state mark-recapture model. *River Res. Applic.*, Volume 31, pp. 291-300.
- Drouineau H., Durif C., Castonguay M., Mateo M., Rochard E., Verreault G., ... & Lambert P. (2018). Freshwater eels: A symbol of the effects of global change. *Fish and Fisheries*, 19(5), 903-930.
- Environment Agency (2023). Elver and Eel Passes, a guide to the design and implementation of upstream and downstream passage solutions at weirs, tidal gates and sluices. Version 2.0
- Feunteun, E., Laffaille, P., Robinet, T., Briand, C., Baisez, A., Olivier, J. M., & Acou, A. (2003). A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels: toward a general theory. Eel biology, 191-213. Griffioen, A.B., Wilkes, T., van Keeken, O.A. et al. Glass eel migration in an urbanized catchment: an integral bottleneck assessment using mark-recapture. *Mov Ecol* 12, 15 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40462-023-00446-6>
- Griffioen, A. B., Wilkes, T., van Keeken, O. A., van der Hammen, T., Buijse, A. D., & Winter, H. V. (2024). Glass eel migration in an urbanized catchment: an integral bottleneck assessment using mark-recapture. *Movement Ecology*, 12(1), 15.
- ICES (2017). Report of the Working Group on Elasmobranchs (2017), 31 May-7 June 2017, Lisbon, Portugal. ICES CM 2017/ACOM:16. 1018 pp.
- Jacoby D. & Gollock M. (2014). *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T60344A45833138.
- Miller M. J., Feunteun E. & Tsukamoto K. (2016). Did a “perfect storm” of oceanic changes and continental anthropogenic impacts cause northern hemisphere anguillid recruitment reductions?. *ICES Journal of Marine Science*, 73(1), 43-56.
- Vollestad L.A. et al. (1986). Environmental Factors Regulating the Seaward Migration of European Silver Eels (*Anguilla anguilla*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Volume 43, pp. 1909-1916.
- Williamson M.J., Allen B.E., Brand J.A., Pike C., Sergeant C., Wright R.M. en Piper A. (in prep.). Improving eel pass efficiency: the role of crest shape and water flow in facilitating upstream juvenile eel migration.