

Advies betreffende vismigratie bij de bouw van een gemaal tussen het Groot Schijn en het Albertkanaal

Nummer: INBO.A.2013.122

Datum advisering: 20 november 2013

Auteur(s): David Buysse, Lieve Vriens

Contact: Lieve Vriens (lieve.vriens@inbo.be)

Kenmerk aanvraag: e-mail op datum van 25 oktober 2013

Geadresseerden: Vlaamse Milieumaatschappij

T.a.v. Luc Van Craen
Operationeel Waterbeheer
Lange Kievitsstraat 111-113 bus 64
2018 Antwerpen

l.vancraen@vmm.be

Cc: THV Rots

T.a.v. Joran Everaert
Stationsstraat 51
2800 Mechelen

Joran.Everaert@grontmij.be

BAM NV van publiek recht

T.a.v. Corneel Verbeemen.
Rijnkaai 37,
2000 Antwerpen

corneel.verbeemen@bamnv.be

AANLEIDING

De Vlaamse Milieumaatschappij plant de bouw van een pompemaal op het Groot Schijn nabij het Albertkanaal te Antwerpen. In het voorontwerp is voorzien dat dit gemaal 4 schroefpompen, 2 vizels en 1 noodpomp (schroefpomp) zou bevatten. Het is opportuun om het ontwerp aan te passen om zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse vismigratie mogelijk te maken en zodoende mortaliteit van vissen en in het bijzonder van paling te voorkomen.

VRAAGSTELLING

- Welke aanpassingen zijn nodig om het pompemaal visvriendelijk te maken?
- Kunnen deze geïllustreerd worden met praktijkvoorbeelden?

TOELICHTING

1. Probleemstelling

Kunstwerken zoals sifons, duikers en pompgemalen verdelen het waterloppennetwerk in aparte trajecten. Levensgemeenschappen die via het water moeten migreren, worden op die manier belemmerd tijdens hun verplaatsing tussen potentiële leefgebieden. Stroomafwaartse migratie is in het bijzonder belangrijk voor volwassen paling die naar zee moet kunnen migreren om er voort te planten (zie bijlage 1). Stroomopwaartse migratie is hier vooral van belang voor jonge kleine paling (glasaal), bot, driedoornige stekelbaars, die naar het Schijn moeten kunnen migreren om er op te groeien.

2. Situering



Figuur 1: Situering van het geplande pompemaal

Het gemaal vervangt het bestaande gemaal dat water van het Groot Schijn in het Lobroekdok pompt van zodra een bepaald waterpeil bereikt wordt. In de nieuwe situatie wordt het gemaal meer stroomopwaarts geplaatst en wordt het water naar het Albertkanaal gevoerd. Vanaf dit meer stroomopwaarts gelegen pompgemaal vloeit het water gravitair over een lichte helling stroomafwaarts naar het Albertkanaal. Dit traject is grotendeels overwelfd.

3 Visvriendelijk ontwerp

3.1 Stroomopwaartse vismigratie

De eerste en belangrijke voorwaarde is dat de stroomsnelheden in het overwelfde gedeelte tussen het Albertkanaal en het pompgemaal niet te hoog zijn. Vissen moeten dit lange traject afleggen en moeten deze inspanning kunnen volhouden. Voor het ontwerp van watercaptatie-installaties suggereert de UK Environment Agency echter om niet de sprintsnelheid maar de volgehouden zwemsnelheid te gebruiken (Turnpenney & O'Keefe, 2005). Deze volgehouden snelheid (*sustained speed*) is de snelheid die vissen meerdere minuten kunnen aanhouden. Deze snelheid is afhankelijk van de soortspecifieke lichaamslengte en de watertemperatuur. De auteurs raden hierbij aan om de snelheden voor de kleinste lengtemaat en lage watertemperaturen te kiezen zodat ook de kleinere exemplaren het hele jaar door beschermd zijn.

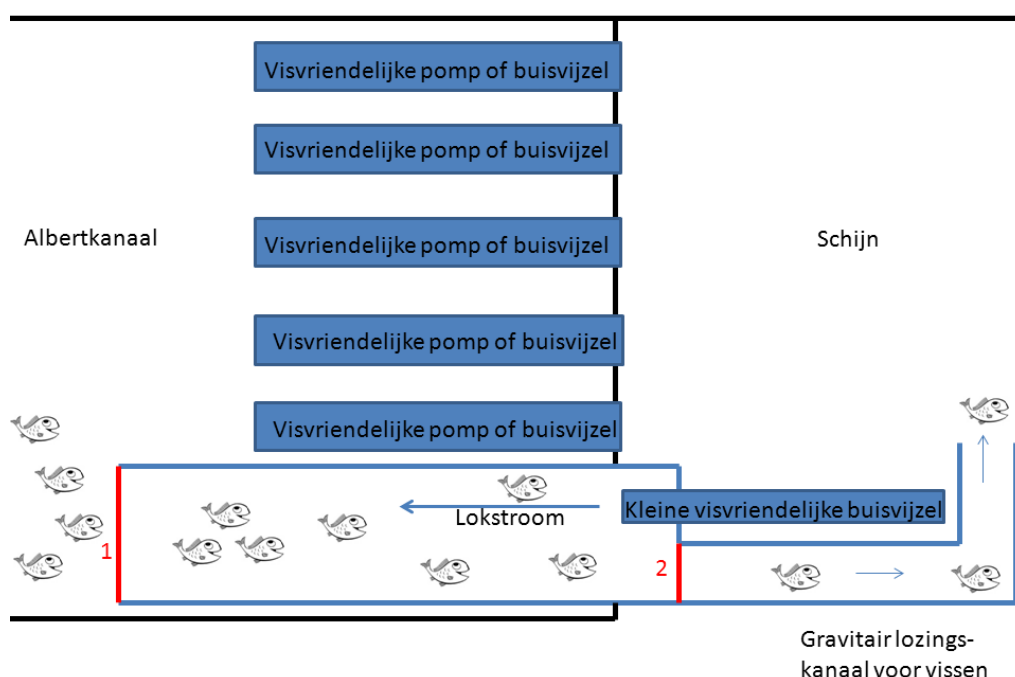
De zwemsnelheid varieert tussen 0,1 m/s voor zwakke zwemmers zoals brasem en 1 m/s voor sterke zwemmers zoals beekforel. Voor de meeste karperachtigen neemt de zwemsnelheid toe met stijgende watertemperatuur. Voor paling zijn de aanbevolen stroomsnelheden lager (Tabel 1 - Environment Agency, 2011).

Tabel 1: Aanbevolen stroomsnelheden voor verschillende levensstadia van paling t.h.v. een inzuigopening

Levensstadium	Stroomsnelheid (m/s)
glasaal/potlood	0,1
paling > 14 cm	0,15

De stroomsnelheid (m/s) in de kokers moet bijgevolg berekend worden (bij verschillende pompcapaciteiten) door het pompdebiet (m³/s) te delen door de doorstroomopening (m²).

Figuur 2 schetst een oplossing om stroomopwaartse vismigratie door het gemaal mogelijk te maken. Dit is slechts een voorstel van constructie zonder daarbij in detail te treden wat betreft belangrijke randvoorwaarden zoals goede lokstroom en locatie, schuilplaatsen, snel sluitende afsluitschuiven (hydraulisch), voorkomen dat vissen in de bak of afvoergoot blijven liggen.



Figuur 2: Voorstel van constructie van het gemaal ten behoeve van stroomopwaartse vismigratie

Ter verduidelijking: de kleine visvriendelijke vijzel met een capaciteit van bv. 1 m³/s tot 1,5 m³/s draait het grootste deel van het jaar. Deze kleine vijzel wordt t.o.v. van de andere vijzels of pompen naar achteren en in een afzonderlijke pompbak geplaatst. Vissen zwemmen stroomopwaarts tegen de lokstroom in en komen zo in de grote/ruime opvang- of vijzelbak terecht (waar ze zich ook comfortabel moeten kunnen handhaven: cfr stroomsnelheden, turbulentie, schuilplaatsen). Op geregelde tijdstippen sluit schuif nr. 1 snel en wordt schuif nr. 2 vervolgens geopend om de vissen gravitair te lozen (op een gunstige locatie zodat ze niet meteen weer verpompt worden).

Het gebruik van een hevelvispassage is geen optie omdat dit enkel kan werken ter hoogte van bijvoorbeeld een stuw, waarbij er volgens het principe van hevelen, water geheveld wordt van hoger pand naar lager pand en er een lokstroom gecreëerd wordt in het lager pand waartegen vissen moeten opzwemmen. Er kan met andere woorden geen lokstroom gecreëerd worden ter hoogte van de uitstroom van de vijzels, de lokstroom wordt automatisch gecreëerd ter hoogte van het Schijn. Voor de werking van een hevel zie: http://fishflowinnovations.nl//userfiles/productkaarten/1_Hevelvistrap.pdf.

3.2 Stroomafwaartse vismigratie

Met de huidige kennis (INBO-evaluatiestudies van bestaande gemalen) hebben we goede argumenten om te stellen dat klassieke schroefpompgemalen bijzonder dodelijk zijn voor vissen (kolblei, blankvoorn, brasem en baars: 50 tot 60%) en voor paling in het bijzonder (98%) (Buysse *et al.*, 2010). Vissterfte door propellerpompen wordt veroorzaakt door aanraking met de bewegende delen van de pompen en door drukverschillen. Ook klassieke Archimedes vijzelgemalen en DeWit-vijzels (aanpassing aan onderste winding) kunnen nog tot 20% mortaliteit veroorzaken bij naar zee trekkende palingen (Baeyens *et al.*, 2011 & 2013). Deze sterfte wordt veroorzaakt door knelling tussen de vijzelbladen en de betonnen opvoergoot. De voorziene schroefpompen worden dus best vervangen door visvriendelijke buisvijzels of visvriendelijke pompen (zie verder). Daarbij geeft een volledig visvriendelijk gemaal (volledig uit buisvijzels, of een combinatie van visvriendelijke vijzels en visvriendelijke pompen) het voordeel dat er niet voor visafweersystemen moet gezorgd worden. Visafweersystemen vragen immers regelmatig onderhoud, hebben een zekere kostprijs, zijn niet steeds even efficiënt... Op basis van de actuele wetenschappelijke inzichten hebben we geen argumenten om 'visvriendelijke buisvijzels' te verkiezen boven 'visvriendelijke pompen' of vice versa. Hieronder geven we een -niet allesomvattend- overzicht van potentiële vijzel- en pomptoepassingen. Niet elk type is even uitgebreid geëvalueerd.

3.2.1 Visvriendelijke gesloten vijzels

- **Omhulde buisvijzel (firma Fish Flow Innovations)**

Bij conventionele vijzels loopt de schroef over de volle breedte door tot aan het uiteinde van de vijzel, waardoor de eerste windingen bij elke draai door het water slaan en vissen verwond kunnen worden. Bij deze vijzel is er een precies passende omhulling aan de schroef bevestigd en versmallen de windingen van de schroef geleidelijk. De omhulling draait mee in de goot, waardoor er geen ruimte meer bestaat tussen de vijzel en de wand. De omhulling en de aangepaste vijzelbladen zorgen ervoor dat de vijzel niet langer door het water slaat en vis niet meer beschadigd of geklemd kan raken (Anoniem z.d.& 2007, zie bijlage 2 en 3).

Dit heeft enkele voordelen: de omhulde vijzel brengt het lekverlies terug naar nul, omdat het water niet uit de gesloten schroef kan ontsnappen. Verder maakt de cilinder een eind aan de geluidshinder en zorgt voor een hoger rendement, omdat die voldoende versteviging biedt voor het gebruik van een as met een kleinere diameter. De vijzel kan vervaardigd worden uit veel lichter composietmateriaal (energie- en dus milieuvriendelijker, corrosievrij, ...).

Deze buisvijzel werd onderzocht door een onafhankelijk studie bureau (Vriese, 2009, zie bijlage 4). Wat betreft visschade scoort dit type aanzienlijk beter dan conventionele vijzels en schroefpompen.

Voorbeeld: Gemaal Zwanburgerpolder in Warmond (NL.)

- **Internalift (firma Siemens)**

Het betreft een gesloten buisvijzel zonder bewegende onderdelen in het pomplichaam. In bijlage 5 (Anoniem, 2008) worden de voordelen t.o.v. centrifugaalpompen en klassieke vijzels overzichtelijk opgesomd. Het overpompen van rivierwater met paaiende vissen ter hoogte van dammen en andere obstakels wordt als een van de toepassingen vermeld. Er bestaan reeds meer dan 1000 installaties van deze Siemens Internalift.

Het systeem kreeg een gunstige wetenschappelijke evaluatie (McNabb *et al.*, 2003, zie bijlage 6).

Voorbeeld: *Red Bluff diversion dam* (USA): combinatie van 2 omhulde vijzels en 1 hidrostal pomp
http://www.usbr.gov/pmts/tech_services/tracy_research/redbluff/

- **Omhulde metalen buisvijzel (firma Vandezande)**

Dit is eveneens een voorbeeld van een gesloten buisvijzel. De vijzel bestemd voor het project van Ham (zie hieronder) heeft een manteldiameter van 3,10 meter en een lengte van 24,60 meter. Deze vijzelpomp kan een debiet van 2,25 m³/s verpompen en heeft een elektromotor van 355 kW als krachtbron. Er is een evaluatiestudie door het INBO lopende. Hierin worden de effecten van de werking van de installatie op het visbestand, zowel in de pompmodus als bij turbinewerking, onderzocht. De resultaten zullen meegenomen worden in de ontwerpfasen van de bouw van installaties op de andere sluizencomplexen (Genk, Diepenbeek, Hasselt en Wijnegem).

Voorbeeld: Om te voldoen aan het Maasafvoercontract en op basis van de besluiten van het MER heeft nv De Scheepvaart op het sluizencomplex van Ham de volgende configuratie gebouwd: 3 open Archimedesvijzels, elk met een capaciteit van 5 m³/s. Eén gesloten Archimedesvijzel met een capaciteit van 2 m³/s. (Figuur 3). Aan de schoepen van de vijzels zijn aanpassingen aangebracht om de visvriendelijkheid verder te verhogen.



Figuur 3: Pompinstallatie te Ham

- **Ter info: Archimedes screw 'Pescalator'**

De Archimedes screw 'Pescalator' is een vislift die gebruikt wordt in viskwekerijen om vis te verplaatsen/verpompen (Wilton & Gorrie 2001, zie bijlage 7). Het is een toepassing gebaseerd op het gesloten buisvijzelprincipe. Het spreekt voor zich dat het in de aquacultuur heel belangrijk is om vissen onbeschadigd te transporteren.

3.2.2 Visvriendelijke pompen

- **Visvriendelijke axiaalpompe (Firma FishFlow Innovations)**

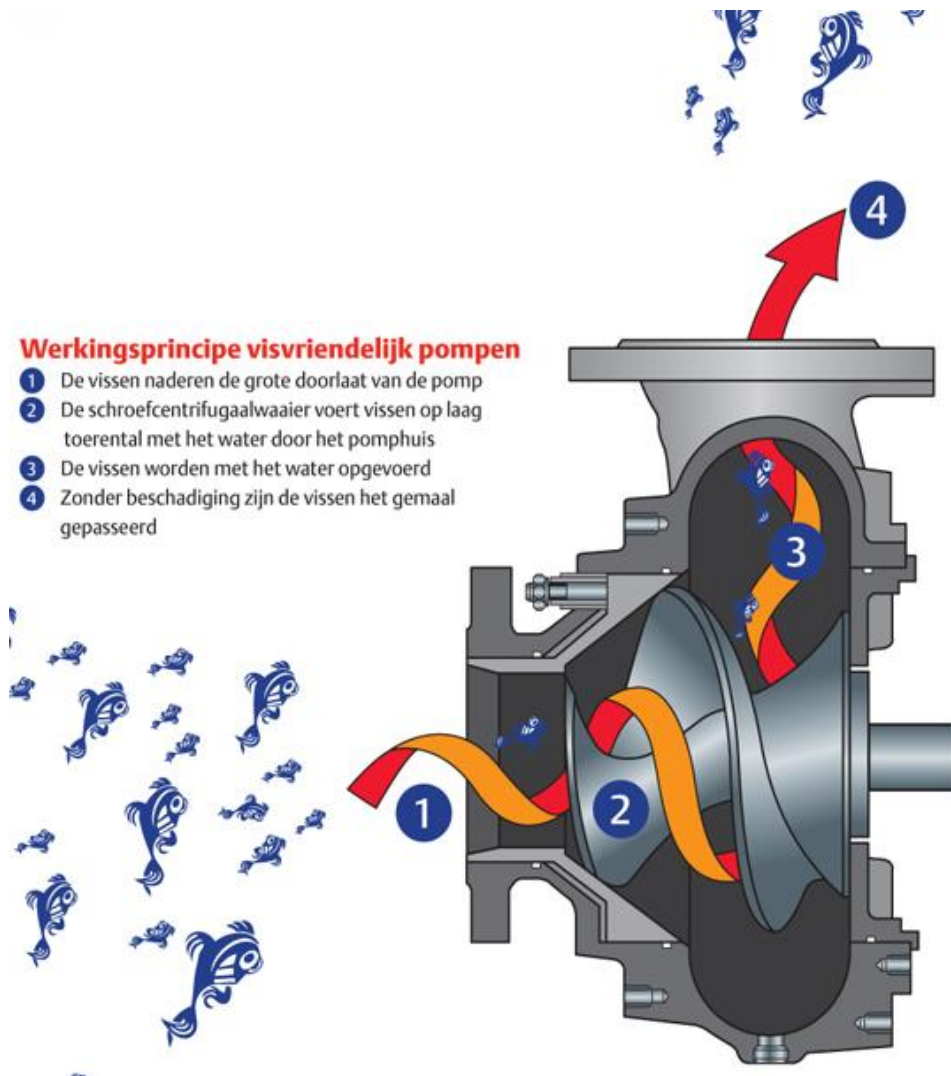
Het idee van de visveilige axiaalpompe is afkomstig van FishFlow Innovations. In samenwerking met Nijhuis Pompen BV werd een axiaalpompe ontwikkeld met een innovatieve vormgeving. De vormgeving is afgeleid van het visveilige vijzelgemaal. Het principe berust op een aanpassing van de waaivorm en de leischoppen. Als gevolg van de waaivorm ontstaat een stroming die vissen tussen de waaierbladen doorvoert. De waaiers en leischoppen worden per gemaal ontworpen en kunnen zowel in standaardmaten als op maat gemaakt worden. (zie <http://fishflowinnovations.nl/nl/onze-innovaties/visveilige-axiaalpompe>, productkaart http://fishflowinnovations.nl/userfiles/productkaarten/6_Visveilige_axiaalpompe.pdf).

Deze axiaalpompe werd ook onderzocht wat betreft visschade en scoort aanzienlijk beter dan conventionele vijzels en schroefpompen (Vriese 2009, zie bijlage 4).

Voorbeeld: Mijndense sluis (NL)

- **Visvriendelijke hidrostalpompe (firma Eekels) en AmarexKRT(D)**

De hidrostalpompe is voorzien van een schroefcentrifugaalwaaier. Dankzij de vorm van de waaier is de pompe geschikt voor het verpompen van water met levende vis. De schroefcentrifugaalwaaier bestaat uit een enkele spiraalvormige schoep die zich axiaal in het pomphuis van de pompe beweegt. De lange krommingsstraal van de schoep en de afronding resulteren in een probleemloze laminaire overgang van axiale richting naar radiale richting (zie figuur 4). De AmarexKRT(D) pompe vertoont veel gelijkenissen met de hidrostalpompe.



Figuur 4: Werkingsprincipe van de hidrostalpompe (Bron: <http://www.eekels.eu/nl/over-eekels/visie/gemalen-woorden-visvriendelijk-met-hidrostal-pompen>)

Uit een wetenschappelijke evaluatiestudie met Amerikaanse paling blijkt dat hidrostalpompen goed scoren (Patrick & Sim 1985, zie bijlage 8). Ook Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) heeft een Hidrostal schroefcentrifugaalpompe en AmarexKRT(D) pompe in een proefopstelling getest. Beide pompen werden gekwalificeerd als visveilig voor de gepasseerde lengteklassen (breed lengtebereik) en soorten. De resultaten van het Nederlandse studierapport zijn te raadplegen via volgende link: http://www.eekels.eu/media/rtf/Nieuws/STOWA_Rapport/10_-_Bijlagenrapport_2012W-10.pdf.

Voorbeeld: Red Bluff diversion dam (USA). Deze pompinstallatie is in 1995 gebouwd om nieuwe visvriendelijke pompen te testen en omvat 2 omhulde vijzels en 1 hidrostal pompe (zie http://www.usbr.gov/pmts/tech_services/tracy_research/redbluff/). Bijlage 6 (McNabb et al., 2003) bevat een gunstige wetenschappelijke evaluatie ervan, maar er werd niet geëvalueerd op paling.

- **Faunapomp (VOPO)**

Dit type pomp werkt zonder draaiende delen en is gebaseerd op het principe van een zogeheten air-lift pomp. Door in één van de buizen van een U-bocht lucht te injecteren, stijgt door verlaging van de soortelijke massa het water/luchtmengsel (en dus de vissen) naar het hoger gelegen gebied. Deze pompen beschikken echter over een beperkte capaciteit en zijn daardoor niet breed inzetbaar (van Booma, 2013). In de studie van STOWA was er een schadepercentage van 0%, maar er zaten slechts 5 soorten schubvissen en geen paling in de test (zie http://www.eekels.eu/media/rtf/Nieuws/STOWA_Rapport/03_-_Bijlagenrapport_2012W-03.pdf). Omdat er dus geen uitspraak gedaan kan worden omtrent de veiligheid van deze pomp voor uittrekkende schieraal, raden wij deze pomp niet aan.

CONCLUSIE

Om het pompgemaal op het Groot Schijn nabij het Albertkanaal te Antwerpen visvriendelijk in te richten voor zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse vismigratie, in het bijzonder voor paling, bestaan er meerdere opties.

Wat betreft stroomopwaartse vismigratie is het van belang dat de stroomsnelheden in het overwelfde gedeelte tussen het Albertkanaal en het pompgemaal niet te hoog zijn. Het betreft een lang traject en er dient rekening gehouden te worden met de volgehouden zwemsnelheid van de vissen. De stroomsnelheid moet berekend worden bij verschillende pompcapaciteiten en deze mogen de aanbevolen stroomsnelheid voor paling niet overtreffen. Om stroomopwaartse vismigratie door het gemaal mogelijk te maken kan een speciale constructie gebouwd worden, waarbij vissen via een gravitair lozingskanaal naar het Groot Schijn kunnen migreren.

Wat betreft stroomafwaartse vismigratie worden de voorziene schroefpompen best vervangen door visvriendelijke buisvizzels of visvriendelijke pompen. Beide types zijn evenwaardig wat betreft visveiligheid. In de toelichting wordt een niet allesomvattend overzicht van potentiële vizzel- en pomptoepassingen gegeven. Het volledig visvriendelijk inrichten van het gemaal heeft als bijkomend voordeel dat er niet voor visafweersystemen moet gezorgd worden.

REFERENTIES

Anoniem (z.d.). FishFlow vizzelmemaal. www.fishflowinnovations.nl

Anoniem (2007). FishFlow Visveilige vizzel. De ingenieur 8. mei 2007:49

Anoniem (2008). Internalift® Pumps – a better slant on water and wastewater pumping. BC-INTERNALIFT-BR-0108. SiemensWater Technologies Corp.

Baeyens R., Buysse D., Maarten S., Mouton A., Gelaude E., Martens S., Jacobs Y., Coeck J. (2011). Onderzoek naar de verwondingen bij vissen veroorzaakt door een gemaal met vizzels: Isabellagemaal (Boekhoute). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2011.7). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 38 pp.

Baeyens R., Buysse D., Mouton A., Gelaude E., De Maerteleire N., Robberechts K., Jacobs Y., Van den Neucker T., Stevens M. & Coeck J. (2013). Evaluatie van een 'de Wit'-aanpassing bij een conventioneel vizzelmemaal: Isabellagemaal (Boekhoute). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Buysse D., Stevens M., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., Martens S. Jacobs Y. & Coeck J. (2010). Onderzoek naar de verwondingen bij vissen veroorzaakt door een gemaal met schroefpompen: Spiedamgemaal (Rieme). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (INBO.R.2010.44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Environment Agency (2011). Screening at intakes and outfalls: measures to protect eel. The eel manual - GEH00411BTQD-E-E.

McNabb C.D., Liston C.R., Borthwick S.M. (2003). Passage of Juvenile Chinook Salmon and Other Fish Species through Archimedes Lifts and a Hidrostal Pump at Red Bluff, California. Transactions of the American Fisheries Society 132: 326-334.

Patrick P.H. & Sim B. (1985) Effectiveness of a Hidrostal pump in the live transfer of American eels. Ontario Hydro Research Division. Hydrobiologia 128: 57-60

Stevens M., Coeck J., van Vessem J. (2009). Wetenschappelijke onderbouwing van de palingbeheerplannen voor Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2009.40). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Turnpenny A.W.H., O’Keeffe N. (2005). Screening for intakes and outfalls: a best practice guide. Science Report CS030231, Environment Agency, Bristol. 153 pp.

van Booma T.J.K. (2013). Vismigratie in Fryslân. Opzet voor een gestructureerde datavoorziening van migratiekelpunten bij Wetterskip Fryslân. Wetterskip Fryslân. Leeuwarden.

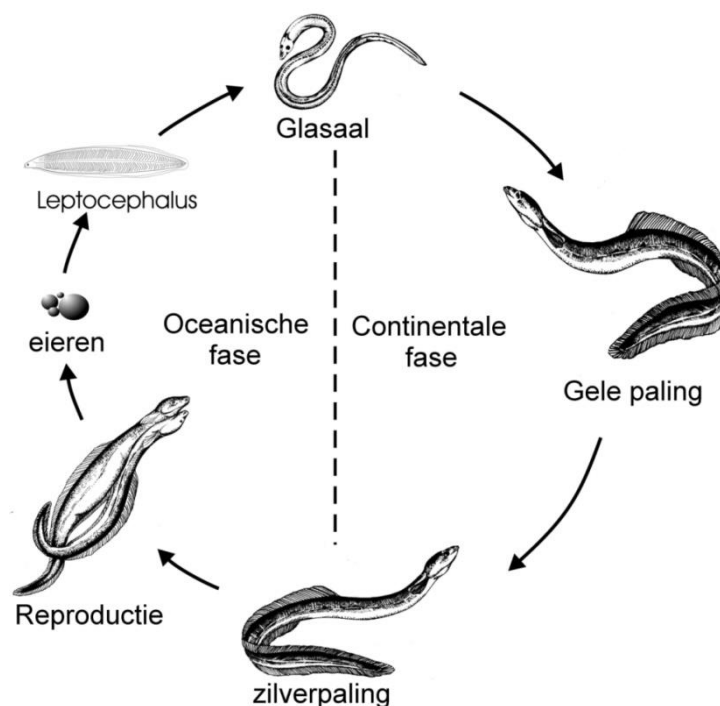
Vriese F.T. (2009). Onderzoek naar de visveilige axiaalpompe en buisvijzel. VisAdvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2009_19, 24 pp.

Wilton S. & Gorrie W. (2001). Grading and Handling around the Hatchery Part one: Moving fish. Hatchery International. January/February: 28-29

BIJLAGEN

Bijlage 1: Levenscyclus paling (Stevens et al., 2009)

De Europese paling is een katadrome vissoort: hij groeit op in zoet water en trekt als volwassen vis naar de zee om zich voort te planten. Hij maakt een complexe levenscyclus door (Figuur 5). De voortplantingsplaats situeert zich in de Sargasso Zee, een gebied in de Atlantische Oceaan nabij Bermuda. In de Sargasso Zee ontluiken de eieren en de larven (*leptocephalus* larven) migreren naar het Europese continent, waarbij ze gebruik maken van de Golfstroom. Voor de Europese kusten ontwikkelen ze zich tot glasaal, een langwerpige doorschijnende vorm van ongeveer 7 cm. De glasalen pigmenteren en de meeste zwemmen onze rivieren op, op zoek naar een vaste stek waar ze een groeiperiode doormaken. Dit stadium van paling wordt gele paling of gele aal genoemd. Een deel van de populatie blijft voor de kusten of groeit op in het estuarium. Er zijn duidelijke geslachtsverschillen wat grootte betreft: mannelijke palingen hebben een tragere groei en blijven duidelijk kleiner (lengte bij metamorfose: 32-46 cm) dan hun vrouwelijke soortgenoten (lengte bij metamorfose: 45-86 cm). Na gemiddeld zes (voor de mannelijke palingen) tot negen jaar (vrouwelijke) vertoont deze gele paling opnieuw een gedaanteverwisseling, ze worden zilverpaling of schieraal genoemd. In onze regio is dat respectievelijk 7 en 10 jaar. Metamorfoserende palingen krijgen een zilverachtige kleur, hun ogen worden groter, de vinnen veranderen van vorm en de geslachtsorganen beginnen te ontwikkelen. Op dit ogenblik, meestal in het najaar, trekken deze zilverpalingen onze rivieren af en beginnen ze hun paaimigratie met de Sargasso Zee als bestemming.



Figuur 5 - De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling.

Onderstaande bijlagen zijn gebundeld in één Acrobat Reader bestand.

Bijlage 2: FishFlow vijzelgemaal (Anoniem z.d.)

Bijlage 3: Fish Flow Visveilige vijzel (Anoniem 2007)

Opmerking: In deze bijlage wordt gesteld dat ze de omhulde buisvijzels op het Albertkanaal mogen plaatsen, maar dit werd uiteindelijk niet aan hen gegund.

Bijlage 4: Onderzoek naar de visveilige axiaalpompe en buisvijzel (Vriese 2009)

Bijlage 5: Internalift® Pumps Siemens (Anoniem 2008)

Bijlage 6: Passage of fish through Archimedes lifts and a hidrostal pump (McNabb et al., 2003)

Bijlage 7: Grading and Handling around the Hatchery. Part one: Moving fish (Wilton & Gorrie 2001)

Bijlage 8: Effectiveness of a Hidrostal pump (Patrick & Sim 1985)