

Advies over de werking van de vismigratieklep aan het nieuwe pompemaal van de Prosperpolder

Nummer:	INBO.A.2013.137
Datum advisering:	6 januari 2014
Auteur(s):	De Charleroy D., Buysse D., Stevens M., Mouton A. en Coeck J.
Contact:	Lon Lommaert (lon.lommaert@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	ANB-INBO-BEL-2013-98
Geadresseerden:	Agentschap voor Natuur en Bos T.a.v. Alain Dillen Provinciale dienst Oost-Vlaanderen Gebroeders Van Eyckstraat 2-6 9000 Gent alain.dillen@lne.vlaanderen.be
Cc:	Agentschap voor Natuur en Bos Carl De Schepper (Carl.deschepper@lne.vlaanderen.be)

AANLEIDING

De Prosperpolder behoort tot het deelbekken van de Nieuwe Polder van het Land van Waas die op dit ogenblik afwatert naar de Zeeschelde via waterloop 8080. Deze waterloop 8080 mondt gravitair, via getijdensluizen (met terugslagklepsysteem), uit in de aan getij onderhevige geul van de Prosperhaven. De afwatering van de Prosperpolder die door de bouw van de nieuwe dijk onderbroken wordt, moet derhalve opnieuw aangesloten worden met de Schelde. De keuze is hierbij gevallen op de bouw van een nieuw pompgebied, dat erop gericht is een gemiddeld grondwaterpeil in de polder van ongeveer 1.0 m TAW in te stellen. Het afwateringsgebied, dat naar Prosperhaven afwatert, bedraagt 8.6 km².

In opvolging van de Benelux Beschikking M(2009)1 inzake vismigratie doen de waterbeheerders inspanningen om de migratiemogelijkheden voor vissen te verhogen ter hoogte van alle constructies. Een mogelijke maatregel is het inbouwen van een vismigratieklep, een zogenaamd 'kattenluik' in terugslagkleppen ter hoogte van de uitwatering Prosperpolder.

VRAAGSTELLING

- Is het ontwerp van vismigratieklep (het zogenoemde kattenluik) voldoende functioneel om vismigratie toe te laten?
- Zijn er praktijkvoorbeelden gekend en zijn er hieruit conclusies te trekken?
- Zijn er verdere aanbevelingen om het ontwerp en de werking te optimaliseren?

TOELICHTING

1 Probleemstelling

1.1 Vismigratie

In de verschillende stadia van hun levenscyclus zijn vissen afhankelijk van verschillende habitatten voor o.a. voeding, voortplanting en schuilen. Hiervoor moeten ze vrij tussen deze habitatten kunnen migreren. Een aantal soorten zoals paling, zalm en rivierprik leggen lange afstanden af tussen het voortplantings- en opgroeigebied. Deze trekvisen moeten vrij tussen de zee en de bovenlopen kunnen migreren om hun populaties in stand te houden. Bij de meeste zoetwatersoorten is de migratie echter beperkt tot hetzelfde bekken en bevinden het voortplantings- en opgroeihabitat zich in dezelfde rivier. Hierbij maken ze gebruik van het microhabitat in de hoofdgeul en/of van het habitat in neven- of zijlopen in het overstromingsgebied. Aangezien niet elk habitat in een rivier even geschikt is als leefgebied, komen vissen dikwijls gegroepeerd voor in de meest geschikte zones. In de minder geschikte zones zijn de dichtheden meestal minder groot. In een natuurlijk systeem staan de subpopulaties in de geschikte zones van het bekken met elkaar in verbinding en kan genetisch materiaal uitgewisseld worden. De uitwisseling van genetisch materiaal is essentieel voor het voortbestaan van een soort op lange termijn. Migratieknelpunten belemmeren de uitwisseling van genetisch materiaal en verhogen de kans op (lokaal) uitsterven van een soort (Fagan, 2002; Hughes *et al.*, 2009). Vooral soorten met een beperkte migratiecapaciteit zoals rivierdonderpad zijn gevoelig voor isolatie door migratiebarrières (Knaepkens *et al.*, 2004).

De passeerbaarheid is dus belangrijk (1) voor trekvisen die het poldergebied (kunnen) gebruiken als voortplantings- en opgroeihabitat, (2) voor de connectiviteit tussen geïsoleerde populaties van zeldzame en beschermde vispopulaties tussen polder en Schelde en (3) voor de herkolonisatie van de polder vanuit de Schelde door soorten die er nu niet meer voorkomen.

Pompgemalen vormen een belangrijke migratiebarrière in de benedenstroomse delen van rivieren waar geen of slechts een beperkte vrije afvoer van een waterloop mogelijk is. Ze belemmeren niet alleen de stroomop- en stroomafwaartse migratie, maar veroorzaken ook een hoge mortaliteit bij vissen die het pompgebied passeren. Vooral soorten die voor hun voortplanting afhankelijk zijn van migratie tussen de hoofdloop en de gedraineerde waterloop (bv. paling) worden vaak het slachtoffer van pompgemalen. Het sterftepercentage van vissen die door een pompgebied passeren is zowel afhankelijk van soortspecifieke kenmerken (bv. lichaamslengte) als van de pompkenmerken (Baeyens *et al.*, 2011; Buysse *et al.*, 2010). In de meeste gevallen geldt dat de schadelijkheid toeneemt bij een hogere rotatiesnelheid, een hoger aantal schoepen en een kleinere ruimte tussen de schoepen (Kunst *et al.*, 2008).

Door de bouw van een nieuw pompgebied, wordt een vismigratieknelpunt gecreëerd enerzijds voor vissen die vanuit het Schelde-estuarium stroomopwaarts migreren en anderzijds voor vissen die stroomafwaarts vanuit de polder naar de Zeeschelde willen migreren.

Volgens de Benelux-beschikking moeten alle knelpunten op waterlopen van de prioriteringskaart vismigratie uiterlijk tegen 2027 opgelost worden (Beschikking M(2009)01). Dit betekent dat een pompgebied dat op een waterloop van de prioriteringskaart ligt, zowel in stroomop- als stroomafwaartse

richting passeerbaar gemaakt moet worden. Dit pompgebied ligt niet op een waterloop van de prioriteringskaart. De waterloop die in de huidige situatie voor de afwatering zorgt (en op de VHA staat) is echter wel een aandachtswaterloop. Dit betekent dat er geen timing zit op het wegwerken van knelpunten, maar dat er wel voor gezorgd moet worden dat minstens de stroomafwaartse migratie niet belemmerd wordt en dat er bij opportuniteiten gestreefd moet worden naar sanering van de aanwezige vismigratieknelpunten. Aangezien het hier over de bouw van een nieuw pompgebied gaat, lijkt het vanzelfsprekend dat de vismigratie gevrijwaard wordt. Los daarvan is het opportuun om het pompgebied visvriendelijk te maken, want polderwaterlopen zijn sowieso belangrijke opgroeigebieden voor paling (Stevens & Coeck, 2010, Stevens *et al.*, 2011).

1.2 Het technisch ontwerp

Op basis van documenten I/NO/14118/07.167/EDE en I/NO/14118/07.208/PRA, (beiden IMDC, 2007), kon volgende summiere beschrijving van het project worden gemaakt..

1.2.1 Het pompgebied

Het te bouwen pompgebied bevat 3 gelijkwaardige pompen die achtereenvolgens worden ingeschakeld naarmate het waterpeil in de polder stijgt. Om het overstromingsrisico te beperken, blijkt uit het model dat een pompdebiet van iets meer dan 600 l/s nodig is. Dit debiet wordt geleverd door de eerste twee pompen van elk 300 l/s. Door de derde pomp, die normaal als reservepomp fungeert, mee in te schakelen bij zware regenval, bekomt men een capaciteit van 900 l/s.

Het installatietechnisch ontwerp is gebaseerd op een natte opstelling van de pompen. Dit betekent dat de pompen in een pompkelder onder het waterniveau geplaatst zijn. De pompompen zijn eentraps centrifugaalpompen. Een centrifugaalpomp bestaat uit een waaier die in een pomphuis kan ronddraaien. Op het pomphuis zijn de zuigleiding en de persleiding aangesloten. Op de waaier staan schoepen. De schoepen zijn vaak naar achter gebogen. Wanneer de waaier ronddraait, zorgt de centrifugale kracht die hierbij ontstaat, er voor dat de vloeistof naar de buitenomtrek van de waaier gedrukt wordt en zo in de afvoerleiding geperst wordt. Bij meertraps pompen worden verschillende pompen na elkaar in serie geplaatst om het pompvolume en de druk te verhogen door de persleiding.

Via een opening in een enorme schanskorfwand stroomt het water door een kort betonnen halfopen kanaal naar de pompput. Dit kanaal is voorzien van uitsparingen waarlangs schotbalken kunnen neergelaten worden om de pompkelder af te sluiten voor onderhoud. In normale toestand zijn geen schotbalken aanwezig. Achter de schotbalken bevinden zich vuilroosters met een spijlbreedte van 8cm, die bevestigd zijn aan de buitenwand van het pompgebouw, en die rechtstreeks toegankelijk zijn vanaf de toerit, langs de buitenkant van het gebouw, wanneer maa- en ander afval manueel dient verwijderd te worden.

Tussen de schanskorfwand en de instroomopeningen van de pompkelder komt lateraal het zogezegd vismigratiekanaal toe, voorzien van een spindelschuif die manueel bediend wordt in functie van de waterstanden binnen- en buitendijks. Zo zou volgens de ontwerper IMDC NV Scheldewater kunnen binnenstromen in de polder en op die manier de vispopulatie binnendijks doen groeien. Dezelfde leiding kan in geval van extreem hoge waterstand binnendijks, en voldoende lage waterstand buitendijks, bijkomend dienst doen als gravitaire nooduitlaat naar de Schelde.

Per pomp wordt een afzonderlijke persleiding voorzien met de binnendiameter van 460 mm, die door de zeeerende dijk gaan naar de uitlaatconstructie buitendijks. Op deze leidingen staan afsluiters en terugslagkleppen.

De uitlaatconstructie bestaat uit een grote kopmuurconstructie met vloerplaat en teen waarin de drie persleidingen en het 'vismigratiekanaal' toekomen. Het geheel wordt met een geul verbonden met de bestaande uitwateringsgracht. De vismigratieleiding mondt uit op een peil van 1,1 m TAW, ruim onder het hoog waterpeil in de Schelde om vismigratie zoveel mogelijk kans te geven. Om sedimentafzetting ter hoogte van de uitlaat te vermijden worden de persleidingen in dezelfde wand omgebogen naar beneden zodat zij als het ware de uitlaat schoonspuiten telkens een pomp in werking treedt. Een relatief grote helling van de vloerplaat moet dit effect nog versterken. De stroming die ontstaat in de geul telkens een of meerdere pompen in werking treden, moet een lokstroom vormen voor de vissen naar het vismigratiekanaal. De uitlaat wordt ter beveiliging voorzien van een terugslagklep met gereduceerde opening zodat vissen te allen tijde de leiding kunnen binnenzwemmen.

Een uitbreiding van het pompstation naar een verdubbeling van de capaciteit (bij aansluiting van de Nieuw-Arenbergpolder) in de toekomst is mogelijk.

1.2.2 De vismigratievoorzieningen zoals voorzien in het ontwerp

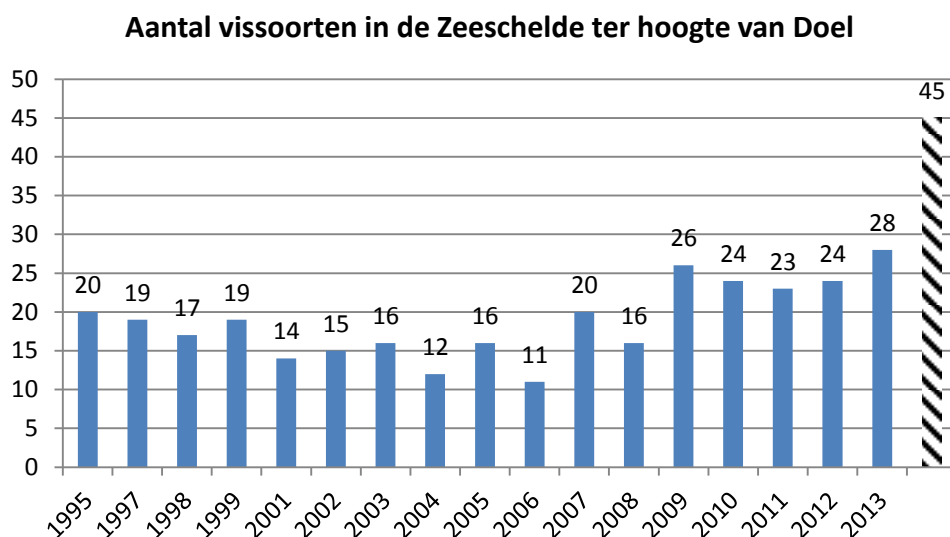
In de nabijheid van de persleidingen wordt een tweede buis aangelegd op ongeveer 1 m TAW (max. 500 mm diameter) die het dijklichaam doorkruist. Buitendijks wordt deze buis voorzien van een terugslagklep, voorzien van een opening van ongeveer 10 cm². Binnendijks bestaat de mogelijkheid de buis compleet af te sluiten. De terugslagklep wordt vrijgehouden door de eroderende werking van het overgepompte water, dat dan ook fungeert als lokstroom. Bij hoog water zal een beperkt debiet Scheldewater naar de binnendijkse polder kunnen stromen via het kattenluik en aldus vismigratie toelaten. Bij laag water zal een deel van het binnendijkse polderwater gravitair kunnen wegstromen. De capaciteit van deze uitwatering is echter onvoldoende om de werking van het pompemaal te vervangen en de neerslagafvoer te garanderen en wordt dan ook als een extra veiligheid beschouwd.

2 Bespreking van het project

2.1 Het visbestand in de Schelde

Er worden door het studiebureau IMDC NV geen gegevens aangebracht aangaande de vispopulatie op de Schelde in relatie tot het project. Dit is nochtans belangrijk omdat een ontwerp dient gemaakt te worden, rekening houdend met de aanwezige vissoorten. Beide technische nota's vermelden enkel: "Volgens de Technische werkgroep natuur blijkt dat vismigratie heel belangrijk wordt: er zit weer veel vis langs de Schelde. Er zijn tekenen dat vissen vanuit de dokken wensen te migreren naar het binnendijkse gebied".

Gedurende een onderzoek dat het INBO uitvoerde in samenwerking met de K.U. Leuven tussen 1995 en 2013 werd de visstand op de Schelde opgevolgd. Deze rapportering is beschikbaar (Breine et al., 2011). Figuur 1 toont summier enkele resultaten.



Figuur 1: aantal vissoorten in het mesohaliene traject van de Schelde tussen 1995 en 2013 (laatste kolom is het aantal soorten onder referentieconditie KRW).

Gemiddeld werden bij de afvissingen 20 soorten gevangen per jaar in het mesohaliene traject van de Schelde, de zone waar de Prosperpolder in uitwaterd. In 2013 werd het hoogste aantal soorten aangetroffen, namelijk 28. Voor deze zone zijn 45 referentiesoorten aangeduid. Referentie soorten zijn soorten die moeten voorkomen in een bepaald waterlichaam om de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water te halen. Hierin zitten typische migratoren, estuariene soorten, typische zoetwatersoorten en mariene migranten (Breine et al., 2011).

Hierbij zijn een heel aantal soorten, waarvoor pompgemalen kunnen interfereren met de levenscyclus.

Paling is een aandachtsoort. Het is een katadrome vissoort die in grote aantallen opgroeit in poldergebieden en door zijn langwerpige lichaamsbouw bijzonder gevoelig is aan de passage door pompgemalen. Paling groeit op in brakke en zoete waterlopen en plant zich voort in de Sargassozee. Polderwaterlopen zijn in deze context belangrijke opgroeigebieden voor paling omdat (1) ze dichtbij zee gelegen zijn en bijgevolg gemakkelijk koloniseerbaar zijn, (2) omwille van hun hoge productiviteit (voedselbeschikbaarheid) en (3) hun relatief goede structuurkwaliteit (Stevens et al., 2009). Voor de migratie naar zee ondergaat paling een metamorfose van gele paling tot zilverpaling. De stroomafwaartse

migratie van deze zilverbalingen uit rivieren en kanalen kan daarbij belemmerd worden door obstakels zoals pompgemalen. Afhankelijk van het pomptype en de aanwezigheid van vispassages vormen pompgemalen al dan niet een dodelijke hindernis voor zilverbalingen. Daarom moeten oplossingen aangereikt worden om het knelpunt passeerbaar te maken in stroomafwaartse richting. Europa heeft voor de schieraaluittrek de norm van minimaal 40% uittrek vastgelegd. Vlaanderen zit op dit ogenblik slechts op 25%. Elke lidstaat heeft in functie van het behoud van deze soort een palingbeheerplan moeten opmaken (Stevens et al, 2009).

Zilverpalingen migreren in het najaar hoofdzakelijk bij hoge debieten (Bruijs & Durif 2009; Durif & Elie, 2008). Dit zijn echter ook de periodes waarin het meeste water verpompt wordt. Bij pompgemalen, waar gravitaire afwatering mogelijk is, kunnen palingen het bemalingsgebied ook verlaten via deze uitwatering. Bij hoge piekafvoeren en hoog tij, wordt het water echter verpompt en passeren de zilverbalingen noodgedwongen via de pompen. De sterfte tijdens passage kan variëren naargelang het pomptype, maar kan oplopen tot 100%.

2.2 Stroomafwaartse migratie

2.2.1 Keuze van het pomptype

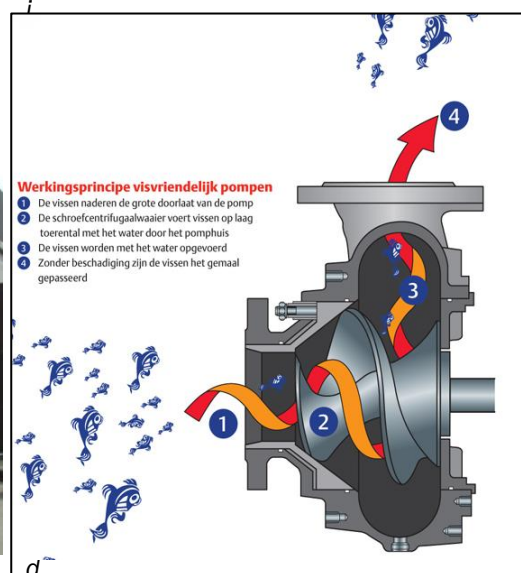
Het is bekend dat schroefpompen het meeste schade toebrengen aan passerende vissen (Kemper et al., 2011). Met de huidige kennis kunnen we stellen dat klassieke centrifugaalpomp gemalen, zoals in het geval van de Prosperpolder, bijzonder dodelijk zijn voor vissen en in het bijzonder voor paling (tot 49% onmiddellijke sterfte) (Vriese et al., 2011). Vissterfte wordt veroorzaakt door aanraking met de bewegende delen van de pompen en door plotse drukverschillen. Ook klassieke Archimedes vijzel gemalen 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 klassieke pompen worden dus best vervangen door visvriendelijke buisvijzels of visvriendelijke pompen. 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.

Voorbeelden van types visvriendelijke pompen zijn: de omhulde buisvijzel, de internalift, de visvriendelijke axiaal pomp, de visvriendelijke hidrostal pomp, de faunapomp, ... Meer informatie hierover is te vinden in het rapport van Buysse en Vriens (2013)

Figuur 2: Gesloten vijzelpompinstallatie te Ham



Figuur 3: Werkingsprincipe van de



rostal pomp ¹

¹ <http://www.eeksels.eu/nl/overeekels/visie/gemalen-worden-visvriendelijk-met-hidrostal-pompen>

2.2.2 Gravitaire afvoer doorheen de vismigratiebuis en het pompregime

De zogenaamde vismigratiebuis zal in de praktijk nooit door vissen gebruikt kunnen worden en dit om twee redenen:

- Er wordt gestreefd naar een grondwaterpeil van 1m TAW stroomopwaarts de dijk in de polder. Het studiebureau IMDC NV heeft een 'vismigratiebuis' voorzien voor de gravitaire afvoer van water naast het vuilrooster. De bodem van deze buis ligt echter op 1.26m TAW. De pompen treden in werking bij een waterstand van 1.3m TAW en pompen het water weg tot een waterstand van 0.8m TAW bereikt wordt. In de praktijk zal het waterpeil stroomopwaarts de dijk dus quasi nooit de vismigratiebuis bereiken en onbereikbaar zijn voor vissen.
- Stroomafwaarts de dijk mondt de 'migratiebuis' uit op een hoogte van 1.1m TAW. De bodem van de uitstroomgeul - in feite eerder een pompput - ligt op 0.5m TAW. 200 m stroomafwaarts takt de afvoergeul echter aan op bestaande geulen waarvan het bodempeil veel hoger ligt. Een deel van het afgevoerde water blijft hier dus altijd in die verdieping staan. In de praktijk zal er bij laag tij ongeveer 2m en bij hoog tij 5m water boven de uitlaat van de 'vismigratiebuis' aan de stroomafwaartse zijde staan. Aangezien dit waterpeil aanzienlijk hoger is dan de nagestreefde 1m TAW stroomopwaarts, is de druk zo hoog dat de terugslagkleppen nooit kunnen openen en vismigratie doorheen de buis niet kan plaats vinden. Enkel bij extreem hoge waterstanden, waarbij de pompen het water niet verwerkt krijgen en het waterpeil binnendijks hoger staat dan buitendijks (bij ernstige calamiteiten) zal er water door de migratiebuis stromen



Figuur 4: Foto's van het pompgemaal landinwaarts. Foto links: de monumentale schanskorfwand met onderaan centraal de instroomopening. Foto midden: de instroomopening van het water. Foto rechts: achter de schanskorfwand, links het rooster en frontaal het luik dat de vismigratiebuis afsluit.

2.2.3 Afleiding en afscherming bij stroomafwaartse migratie

2.2.3.1 Plaatsen van een rooster

Indien de pompen in werking treden, moeten vissen worden afgeschermd en afgeleid naar een visdoorgang. Vissen kunnen afgeschrikt worden met een mechanische barrière of een gedragsbarrière. Om zilverpalingen efficiënt tegen te houden met een mechanische barrière is een maximum spijlafstand nodig van 0.9 cm voor mannetjes en 1.5 cm voor vrouwtjes (ICES, 2007). Fijnroosters raken echter snel verstopt en vragen continue reiniging. Wanneer het fijnrooster daarenboven te dicht bij de pompen geplaatst wordt, kan de aanzuiging ter hoogte van het rooster te groot zijn, waardoor vissen tegen het rooster gekneld raken. Indien het technisch mogelijk is om fijnroosters te plaatsen, de roosters vrij te houden en de stroomsnelheid t.h.v. het roosteroppervlak laag genoeg te houden, gaat de voorkeur uit naar een mechanische barrière als afscherming omdat de effectiviteit meestal groter is dan bij gedragsbarrières. Hier werd gekozen voor het plaatsen van een rooster. De spijlbreedte is echter 8cm. Dit is veel te breed om van enig nut te zijn voor de afscherming van de pompen. Kemper et al. (2011) toonden aan dat door een rooster met spijlbreedte van 8cm brasems met een lengte van 55 cm probleemloos passeerden. Migrerende vissen zullen maw door de pompen worden aangezogen.

2.2.3.2 Gedragsbarrières

In sommige gevallen kunnen vissen afgeschrikt worden door in te spelen op hun zintuigen en zo hun gedrag te beïnvloeden. Er bestaan afschrikssystemen die werken via visuele prikkels (stroboscoopverlichting), geluid (infra- of ultrasoon), luchtbellen, stroming en elektriciteit. De effectiviteit van een gedragsbarrière is echter nooit 100% en afhankelijk van lokale en soortspecifieke elementen. Een bellengordijn blijkt bv. weinig efficiënt in stilstaande of traagstromende systemen (Turnpenny & O'Keefe, 2005). De efficiëntie van stroboscooplampen vermindert sterk in troebel water en elektrische afscherming

is niet geschikt in brakke en zoute waterlopen. De gevoeligheid voor een stimulus is ook soortafhankelijk. Zo blijkt uit een studie van Maes *et al.* (2004) over visafschrikking door geluid t.h.v. de kerncentrale van Doel dat het afschrikkingseffect varieert tussen 95% bij haringen en 38% bij bot. Gedragsbarrières hebben in dit project geen zin, omdat de vissen niet in staat zijn door de 'vismigratiebuis' te zwemmen omdat ze stroomop boven het waterpeil ligt en de uitlaatklep stroomaf continu dicht zal zijn.

2.3 Stroomopwaartse migratie

2.3.1 De attractiviteit van de vismigratiebuis voor stroomopwaartse migratie

De 'vismigratiebuis' die vissen de kans moet geven het pompgebied via deze weg te passeren, moet in de eerste plaats attractief zijn voor de migrerende soorten. Vissen die stroomopwaarts migreren moeten ter hoogte van het pompgebied naar de opening van de buis gelokt worden. Hiervoor moet de stroming uit de buis (de lokstroom) ter hoogte van het pompgebied sterk genoeg zijn, zodat vissen deze kunnen voelen. Dit zal in de praktijk, zoals hierboven reeds beschreven, dus nooit het geval zijn door de hogere waterstand buitendijks.

In de ontwerpnota's van het studiebureau IMDC NV wordt wel het fenomeen van de lokstroom aangehaald, en de uitstroom van de persleidingen van de pompen zouden hiervoor moeten zorgen door neerwaarts gebogen te zijn. Zelfs indien er debiet door de 'vismigratiebuis' zou stromen is niet duidelijk hoe de vissen



de opening naar de vismigratiebuis moeten vinden, vermits het debiet dat uit de persleidingen komt, voor heel wat turbulentie rond de terugslagklep zorgt.

Omwille van de hogere waterstand buitendijks, zal wel water naar de polder kunnen stromen door de opening in de terugslagklep (in het geval er geen kattenluik wordt geplaatst). Deze stroming is positief voor de landinwaartse migratie van glasaal, die zich passief laten meedrijven. De opening van 10cm² (ongeveer 3x3cm), is hiervoor echter eerder klein. De vraag stelt zich of dit enig nut heeft, want eens de volwassen palingen aan de stroomafwaartse migratie beginnen, moeten zij door de pompen.

Figuur 5: het buitendijks kunstwerk met de drie persleidingen. De uitwatering van de 'vismigratiebuis' zit op de bodem onder het huidige waterpeil en is niet zichtbaar.

2.3.2 De stroomsnelheid

De passeerbaarheid van een obstakel voor vis is afhankelijk van de kenmerken van het obstakel (hoogte, stroomsnelheid), van soortspecifieke kenmerken (migratiegedrag, zwemcapaciteit) en van omgevingsfactoren zoals de watertemperatuur (Beach, 1984; Winter & Van Densen, 2001). Daarnaast is ook de afstand die overbrugd moet worden van belang. Vissen moeten dit lange traject afleggen en moeten deze inspanning kunnen volhouden. Een vis kan zijn maximale sprintsnelheid om een knelpunt te overbruggen immers slechts over een beperkte afstand aanhouden. Voor het ontwerp van watercaptatie-installaties suggereert de UK Environment Agency echter om niet de sprintsnelheid maar de volgehouden zwemsnelheid te gebruiken (Turnpenny & 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.

In het ontwerp wordt gerekend op een maximale stroomsnelheid van 1.5m/s in de aanvoer- en afvoergeul. Deze stroomsnelheden zijn voor snel zwemmende vissoorten zoals de forel haalbaar, maar een aantal trager zwemmende vissoorten kunnen deze stroomsnelheden niet overbruggen. Aangezien het hier over de maximale stroomsnelheid gaat, die enkel zal optreden wanneer alle drie de pompen gelijktijdig werken, zullen de vaakst voorkomende stroomsnelheden echter vermoedelijk haalbaar zijn voor een groot aantal soorten. Het studiebureau IMDC NV geeft echter geen informatie over hoe hoog de stroomsnelheid zal zijn in de vismigratiebuis, mocht daar dan al water door stromen.

2.3.3 Negatief spuibeheer en het kattenluik

Gezien het belang van het bemalingsgebied als leefgebied voor paling, moet naast de stroomafwaartse migratie van zilverpaling, ook de stroomopwaartse migratie van glasalen verzekerd worden. Indien het gebied niet gekoloniseerd kan worden door paling, zal paling door de emigratie van zilverpalings na verloop van tijd uit het gebied verdwijnen. Glasalen hebben een beperkte zwemcapaciteit en migreren meestal passief met de getijdenstroom. Indien het beheer en de constructie van de uitwatering het toelaten, zou in de periode van glasaalmigratie (februari-mei) een beperkte vorm van negatief spuibeheer toegepast kunnen worden. Bij negatief spuibeheer wordt de uitwateringsconstructie bij opkomend tij gedeeltelijk geopend zodat een beperkte hoeveelheid water uit de stroomafwaartse zone naar de waterlopen in het poldergebied stroomt. Samen met dat binnenstromende water zullen dan ook de glasalen mee naar het poldergebied migreren. De effectiviteit van een aangepast spuibeheer voor de stroomopwaartse migratie van glasalen werd reeds aangetoond voor de spuiconstructies van de IJzer in Nieuwpoort (Mouton *et al.*, 2009) en van het kanaal Gent-Oostende aan het Sas Slijkens (Buysse *et al.*, 2012). Indien de waterlopen afwateren in een zout- of brakwaterzone, zal ook het binnenstromende water zout zijn en mogelijk voor een (beperkte) verzilting van de polderwaterlopen zorgen. Buysse *et al.*, 2012 toonden voor het Sas Slijkens in Oostende aan dat het op een kier zetten van de sluisdeur gedurende het opkomend tij een kostenefficiënte en effectieve mitigerende maatregel is om stroomopwaartse glasaalmigratie met een factor 250 te laten toenemen, zonder significante verzilting. Zo'n 'negatief spuibeheer' zou kunnen gerealiseerd worden door de voorziene opening in de terugslagklep, waardoor water vanuit de Schelde in de polder zou kunnen stromen.

Bij een kattenluikstelsel wordt een kleinere klep op een grotere terugslag klep gemonteerd. De kleinere klep is meestal aan de onderzijde met scharnieren aan de grote klep bevestigd en bovenaan voorzien van een vlotter. Dit kattenluik blijft langer open dan de terugslagklep bij opkomend tij en laat over een langer tijdsinterval migratie naar de polder toe. De vlotter zorgt ervoor dat het kattenluik sluit bij opkomend water. Figuur 6 en 7 tonen twee mogelijke uitvoeringen van een kattenluikstelsel. In de nota's van het studiebureau is enkel sprake van een opening in de terugslagklep. Onder die omstandigheden zal voortdurend een bepaald debiet van de Schelde naar de polder stromen. Dit is in het voordeel van de migratie van glasaal.. Aangezien het waterpeil buitendijks echter voortdurend minimum ongeveer 1.5m hoger zal staan dan de terugslagklep, zal de vlotter dit kattenluik altijd dicht houden. Het kattenluik heeft dus weinig zin.



Figuur 6:
werking van een
kattenluik dat
geïnstalleerd is op een
grotere
uitwateringsklep.



Figuur 7: Tweede type kattenluik. Mitigator Fish passage device (Nehalem Marine). De onderzijde van de klep scharniert op de hoofdklep en vlotters regelen de opening van het onderste deel. Een tandwielstelsel zorgt ervoor dat dit onderste deel geblokkeerd wordt in de open positie tijdens eb en het eerste deel van vloed. Tijdens de tweede helft van de vloed duwt het opkomende water de vlotters omhoog en wordt de blokkering van het onderste deel opgeheven, waardoor de klep volledig sluit.

Dergelijke kattenluiken werden recent op een aantal locaties in het Verenigd Koninkrijk geplaatst en worden op dit ogenblik geëvalueerd. Eerste bevindingen tonen aan dat zowel paling als forel doorheen deze kattenluiken migreren.

CONCLUSIE

- De grote terugslagklep, waarop het kattenluik dient gemonteerd te worden, zal altijd gesloten zijn vermits de zogenaamde vismigratiebuis nooit watervoerend zal zijn in stroomafwaartse zin. Bovendien is het waterpeil buitendijks zo hoog dat de vlotter op het kattenluik dit luik gesloten zal houden. Het plaatsen van een kattenluik heeft in deze situatie bijgevolg weinig zin
- Er wordt op dit ogenblik onderzoek gevoerd naar de efficiënte van de vismigratieklep (kattenluik) in het Verenigd Koninkrijk. De eerste resultaten zijn positief.
- Het is weinig zinvol om nog aanbevelingen te geven om het ontwerp en de werking van het pompgemaal in functie van de vismigratie te optimaliseren, aangezien het pompgemaal quasi afgewerkt is. (bij ontwerp en bouw werden geen maatregelen getroffen in functie van migratie). De vismigratiebuis is niet passeerbaar, noch in stroomopwaartse zin (tenzij een opening wordt gelaten in de terugslagklep), noch in stroomafwaartse zin. Er werd niet gekozen voor visvriendelijke pompen maar voor traditionele centrifugaalpompen. De spijlbreedte in het rooster is veel te breed zodat bijna alle vissen die stroomaf willen migreren door de pompen worden opgezogen en vermaald zullen worden.

REFERENTIES

- Baeyens R., Buysse D., Stevens M., Mouton A., Gelaude E., Martens S., Jacobs Y., Coeck J. (2011). Onderzoek naar de verwondingen bij vissen veroorzaakt door een pompgemaal met vijzels. Isabellagemaal (Boekhoute). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011 (INBO.R.2011.7). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- 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 vijzelgemaal: Isabellagemaal (Boekhoute). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Beach, M.H., (1984). Fish pass design – criteria for the design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fish in rivers. Fisheries research technical report nr. 78. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Lowestoft 46 p.
- Breine J., Stevens M., Van den Bergh E. & Maes J. (2011) A reference list of fish species for a heavily modified transitional water: The Zeeschelde (Belgium) Belg. J. Zool., 141 (1) : 44-55
- Brujjs M.C.M. & Durif C.M.F. (2009). Silver eel migration and behaviour. In: Van den Thillart G., Dufour S., Rankin J.C. (eds.). Spawning migration of the European eel: Reproduction index, a useful tool for conservation management. Fish & Fisheries Series 30, Springer, pp 65-95.
- 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. pp. 72.
- Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Jacobs Y., Stevens M., Van den Neucker T., Coeck J. (2012). Glasalmigratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2012.31). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Buysse D. & Vriens L. (2013)
Advies betreffende vismigratie bij de bouw van een gemaal tussen het Groot Schijn en het Albertkanaal
Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.A.2013.122. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel
- Durif C.M.F. & Elie P. 2008. Prediction of downstream migration of silver eels in a large river catchment based on commercial fishery data. Fisheries Management and Ecology 15: 127-137
- Fagan W.F. (2002). Connectivity, fragmentation, and extinction risk in dendritic metapopulations. Ecology 83: 3243-3249.

Hughes J.M., Schmidt D.J., Finn D.S. (2009). Genes in streams: using DNA to understand the movement of freshwater fauna and their riverine habitat. *Bioscience* 59, 573-585.

ICES (2007). Report of the 2007 Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels, Bordeaux, France.

IMDC NV, 2007 Nota betreft project 14118 pompstation HPP I/NO/14118/07.208/PRA

IMDC NV. 2007 Nota betreft het opmaken van een ontwerp voor de bouw van een pompstation op waterloop 8080 te Prosperdorp. I/NO/14118/07.167/ERE

Kemper J.H., H. Vis, Vriese F.T., J. Hop en Kampen J., 2011. Gemalen of vermalen worden. Onderzoek naar de visvriendelijkheid van 26 opvoerwerktuigen. Visadvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2009-33, 79 pag.

Knaepkens G., Bervoets L., Verheyen E., Eens M. (2004). Relationship between population size and genetic diversity in endangered populations of the European bullhead (*Cottus gobio* L.): implications for conservation. *Biological Conservation*. 115, 403-410.

Kunst J.M., Spaargaren B., Vriese T., Kroes M., Rutjes C., van der Pouw Kraan E., Jonker R.R. (2008). Gemalen of vermalen worden. Onderzoek naar visvriendelijkheid van gemalen. Grontmij Nederland bv, De Bilt, I&M-99065369-MK.

Maes, J., Turnpenny, A.W.H., Lambert, D.R., Nedwell, J.R., Parmentier, A., Ollevier, F.P. (2004). Field evaluation of a sound system to reduce estuarine fish intake rates at a power plant cooling water inlet. *J. Fish Biol.* 64(4): 938-946.

Mouton A., Gelaude E., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Jacobs Y., Coeck J. (2009). Onderzoek naar glasaalmigratiemogelijkheden in de Ganzepoot (Ijzermunding) in Nieuwpoort. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2009.62). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Stevens M., Coeck J. (2010). Wetenschappelijke onderbouwing van een strategische prioriteitenkaart vismigratie voor Vlaanderen (Benelux Beschikking M(2009)01). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2010 (INBO.R.2010.33). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 44 pp.

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.

Stevens M., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., Jacobs Y., Mouton A., Coeck J., van Vessem J. (2011). Wetenschappelijke ondersteuning van de uitvoering van het palingbeheerplan: Inventarisatie pompgemalen en inventarisatie van de technische karakteristieken en waterbeheersaspecten van prioritaire zout-zoetovergangen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2011.38. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO): Brussel. 89 pp.

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

Vriese F.T., J. Hop H. Vis en I.L.Y. Spierts, 2011. Bijlagenrapport 4. Centrifugaalpomp. Visadvies BV, Nieuwegein. Projectnummer VA2009-33, 24 pag.

Winter, H.V., Van Densen, W.L.T., (2001). Assessing the opportunities for upstream migration of non-salmonid fishes in the weir-regulated River Vecht. *Fisheries Management and Ecology* 8, 513-532.