

Wetenschappelijke ondersteuning van de uitvoering van het palingbeheerplan.

Inventarisatie pompgemalen en inventarisatie van de technische karakteristieken en waterbeheersaspecten van prioritaire zout-zoetovergangen.

Maarten Stevens, David Buysse, Tom Van den Neucker, Emilie Gelaude, Raf Baeyens, Yves Jacobs, Ans Mouton, Johan Coeck & Janine van Vessem

INBO.R.2011.38

Auteurs:

Maarten Stevens, David Buysse, Tom Van den Neucker, Emilie Gelaude, Raf Baeyens, Yves Jacobs, Ans Mouton, Johan Coeck & Janine van Vesseem

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

Maarten.Stevens@inbo.be

Wijze van citeren:

Stevens M., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., Jacobs Y., Mouton A., Coeck J. & van Vesseem J.(2011). Wetenschappelijke ondersteuning van de uitvoering van het palingbeheerplan - Inventarisatie pompgemaal en inventarisatie van de technische karakteristieken en waterbeheersaspecten van prioritaire zout-zoetovergangen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2011 (38). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2011/3241/289

INBO.R.2011.38

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid.

Foto cover:

Pompgemaal Sint-Karelsmolen (De Moeren, Veurne)

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Het Visserijfonds en het Agentschap voor Natuur en Bos



Agentschap voor
Natuur en Bos



Wetenschappelijke ondersteuning van de uitvoering van het palingbeheerplan

inventarisatie pompgemalen en inventarisatie van de
technische karakteristieken en waterbeheersaspecten
van prioritaire zout-zoetovergangen

**Maarten Stevens, David Buysse, Tom Van den Neucker,
Emilie Gelaude, Raf Baeyens, Yves Jacobs, Ans Mouton,
Johan Coeck & Janine van Vessem**

INBO.R.2011.38

Studie in opdracht van het Visserijfonds en het Agentschap Natuur en Bos.

Samenvatting

Inventarisatie pompgemalen

In het kader van de opvolging van het palingbeheerplan (Anoniem, 2009) werd een inventaris opgemaakt van pompgemalen op openbare waterlopen in Vlaanderen. In totaal werden de gegevens van 172 pompgemalen ontvangen. Het grootste deel van deze pompgemalen wordt beheerd door polders en wateringen. De helft van de pompgemalen zijn uitgerust met schroefpompen, welke ook de meest schadelijke pomptypes zijn. De andere gemalen zijn uitgerust met vijzels (23%), centrifugaalpompen (16%) en dompelpompen (12%). De pompwerking is het hoogst in het voor- en het najaar. Bijna de helft van de jaarlijkse pompwerking valt samen met de periode van stroomafwaartse migratie van zilverbaling (augustus-december). Ze hebben dan ook potentieel een zeer grote impact op de wegtrekkende palingen.

De totale mortaliteit van zilverbaling door pompgemalen in de huidige omstandigheden wordt geschat tussen 0.5 en 1.7 ton per jaar. Onder natuurlijke omstandigheden zou de jaarlijkse mortaliteit variëren tussen 4.1 en 14.2 ton. Dit is lager dan de schattingen uit het palingbeheerplan en is te wijten aan de verfijning van de methode. We hebben echter geen zicht op de betrouwbaarheid van deze cijfers, omdat betrouwbare schattingen over de huidige palingdensiteit en de natuurlijke productie ontbreken.

Op basis van de geschatte mortaliteit onder natuurlijke omstandigheden werd per bekken een prioritering opgesteld voor de sanering van de pompgemalen. Twee derde van de pompgemalen ligt op waterlopen van de prioriteringskaart vismigratie (Beneluxbeschikking M(2009)1). Migratieknelpunten op de prioritaire waterlopen van deze kaart moeten zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting opgelost worden tegen 2027. Migratieknelpunten op de aandachtwaterlopen van de prioriteringskaart moeten in stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt worden.

Voor pompgemalen die passeerbaar gemaakt moeten worden, werd een leidraad opgesteld. Bij het passeerbaar maken van een pompgemaal zijn meerdere scenario's mogelijk. Deze zijn in afnemende mate van wenselijkheid: verwijderen pompgemaal → vervangen door visvriendelijke pompen → plaatsen van een visafschrik- EN visgeleidingsstelsel → aangepast beheer. De effectiviteit van aangepast beheer als milderende maatregel moet echter verder onderzocht worden.

Gezien het aantal pompgemalen en de versnippering van het beheer ervan, is een gestructureerde aanpak van de sanering noodzakelijk, waarbij waterbeheer en natuurbeheer op mekaar afgestemd moeten worden. De oplossing voor de migratieproblematiek ter hoogte van een pompgemaal is per definitie locatiespecifiek en vraagt de nodige terreinkennis en specifieke expertise.

Inventarisatie zoet-zoutovergangen

Eén van de hoofdoorzaken voor de lage productie van zilverbaling in Vlaanderen is de onbereikbaarheid van het opgroeigebied van paling door migratiebarrières. De mogelijke toegangsroutes voor glasaal aan onze kust zijn grotendeels afgesloten door schuiven en sluizen. Als eerste stap naar het passeerbaar maken van deze barrières, werden een aantal belangrijke zoet-zoutovergangen aan onze kust geïnventariseerd.

Alle besproken spuiconstructies hebben een gelijkaardig schuivensysteem dat aangedreven wordt met een elektrische motor. Alleen bij het Schipdonkkanaal en het Leopoldkanaal is er een automatische bediening. De andere spuiconstructies (Maartensas, Blankenberge en Sas

Slijkens) worden manueel bediend. Voor het Sas van Slijkens zijn er wel plannen voor automatisatie.

Op dit ogenblik wordt het volledige debiet van de betrokken waterlopen gravitair geloosd bij laag water. Door de beperkte lozingscapaciteit van het Leopoldkanaal, zal er echter een pompgemaal gebouwd worden dat bij piekdebieten het overtollige water naar het Schipdonkkanaal pompt. Ook in het bekkenbeheerplan van de Brugse Polders is de bouw van een pompgemaal aan het Maartensas en/of in Blankenberge opgenomen als actiepoint.

De optrek van glasaal naar het binnenland kan mogelijk gemaakt worden via aangepast beheer van de schuiven. Hierbij worden tijdens het opkomend tij de spuischuiven beperkt geopend, zodat glasalen stroomopwaarts kunnen migreren met het instromende water (zie Mouton *et al.*, 2009 voor de IJzermonding als voorbeeld). Bij zoet-zoutovergangen met een beperkt afvoerdebiet bestaat er echter kans op verzilting van de waterloop omdat door de beperkte afvoer bij laag water dan te weinig brak water afgevoerd kan worden. De randvoorwaarden voor dit alternatief spuibeheer worden op dit ogenblik onderzocht aan de IJzermonding. De resultaten van deze studie kunnen dan gebruikt worden om na te gaan onder welke omstandigheden een aangepast spuibeheer doeltreffend is om de optrek van glasaal te herstellen.

Peilbeheer Uitkerksepolder

In de huidige situatie is het stroomgebied van de Blankenbergsevaart en de Noordede niet optrekbaar voor vissen, zoals paling, die vanuit zee landinwaarts migreren. De uitstroomconstructies kunnen passeerbaar gemaakt worden voor glasaal door de schuiven op een kier te zetten bij hoog water.

Op een aantal zijlopen van de Blankenbergsevaart zijn stuwen geplaatst, die slechts gedurende een beperkte periode van het jaar overstromen (late lente - zomer). Vermoedelijk vormen deze stuwen geen belemmering voor karperachtigen omdat ze tijdens hun migratieseizoen overstromen. De voortplantingsmigratie van snoek valt echter vroeger op het jaar, waardoor de stuwen waarschijnlijk niet passeerbaar zijn.

Vanuit verschillende sectoren is er de vraag om het peilbeheer aan te passen. Enerzijds vraagt de natuursector voor een peilverhoging in de Uitkerksepolder in de winter, anderzijds ijvert het polderbestuur voor de plaatsing van pompen om de lozing getijgebonden te maken. Een combinatie van pompgemalen aan de uitstroomconstructies en stuwen in het natuurgebied is de meest voor de hand liggende oplossing. Indien pompen geplaatst worden, moeten deze visvriendelijk zijn en stuwen moeten passeerbaar zijn voor vissen.

Summary

Inventory of pumping stations

In the framework of the eel management plan we inventoried the pumping stations in Flanders. We received data from 172 pumping stations, of which the largest part is managed by the polders and wateringen. 50% of the pumping stations is equipped with screw pumps, which are the most harmful pump types. The other pumping stations are equipped with Archimedes screws (23%), centrifugal pumps (16%) or submersible pumps (12%). The pumping frequency is highest in spring and autumn. Almost half of the pumping action coincides with the downstream migration of silver eels (August-December). Therefore they have a potentially large impact on migrating eels.

Under the current conditions, the total mortality of silver eel from pumping stations is estimated at 0.5 – 1.7 tons per year. Under pristine conditions, the mortality varies between 4.1 and 14.2 tons per year. This estimate is less than previous estimates for the Flemish eel management plan because of a refinement of the calculation method. However, the uncertainty of these figures is considerable, because reliable estimates of the current eel density and natural production are lacking.

For each river basin a prioritization for the clearing of the pumping stations was made based on the estimated mortality under pristine conditions. Two thirds of the pumping stations is located on watercourses that were selected for the prioritization map of fish migration. In priority watercourses, fishes should be able to pass a barrier in both up-and downstream direction by 2027. On watercourses of special attention, downstream migration should be guaranteed.

A guideline was drafted for pumping stations that need to be made passable. Different scenarios are possible to provide fish passage at pumping stations. These are in decreasing order of desirability: removal of the pumping station → replacement by fish-friendly pumps → installation of a fish deterrence AND guidance system → adjusted management. However, the effectiveness of adjusted management as a mitigating measure should be further investigated.

The high number of pumping stations and the fragmented management of these installations requires close coordination and integration between water management and nature conservation. Each solution to fish migration at a pumping station should be site specific and requires local knowledge and expertise.

Inventory of coastal drainage constructions

One of the main causes for the low silver eel production in Flanders is the inaccessibility of the nursery habitat due to migration barriers. The immigration routes for glass eels on the coast are largely blocked by sluices and locks. As a first step towards the restoration of fish migration at the marine-freshwater interface, a number of important coastal drainage constructions were inventoried.

All drainage constructions are equipped with a similar valve system, driven by an electric engine. Only the valves at the Schipdonk and Leopold canal are operated automatically. The other constructions are operated manually. At Sas Slijkens automation is being prepared.

At present, the total flow of the canals is discharged gravitationally during low tide. Due to the limited discharge capacity of the Leopold Canal in Zeebrugge, a pumping station will be built to pump excess water to the Schipdonk canal. Also the river basin management plan of

the Brugse polders mentions the construction of a pumping station at the Maartensas and/or in Blankenberge.

The upstream migration of glass eels at the coast could be enabled through adjusted sluice management. During the rising tide the sluices are opened slightly, allowing glass eels to migrate upstream with the inflowing water (see Mouton *et al.*, 2009). However, when the river flow is reduced, there is a risk of silting because too little brackish water is discharged during low tide. The preconditions for this adjusted sluice management are currently being studied at the IJzermonding. The results of this study can then be used to determine the conditions under which adjusted sluice management is an effective measure to restore glass eels migration.

Water level management in the Uitkerksepolder

At present, sluices prevent diadromous fishes like eels from migrating between the sea and the Blankenbergsevaart and the Noordede. In order to allow upstream migration of glass eels, the sluices might be opened slightly during rising tide.

The weirs on a number of tributaries of the Blankenbergse Vaart are flooded only during late spring and summer. Probably, these dams do not obstruct the migration of cyprinids because they are flooded during the migratory season of these species. However, pike migrates earlier in the season when the dams are probably not passable.

The different social sectors have different demands for the water level management in the Uitkerksepolder. The nature society on the one hand asks for higher water levels in the polder during winter. The polder management on the other hand pleads for the installation of pumps in order to be able to discharge independently from the tides. A combination of pumping stations on the outlet and dams in the nature reserve is the most obvious solution. If pumps are installed, these should be fish friendly and dams should be passable to fish.

Inhoud

Samenvatting	4
Summary	6
1 Inleiding en doelstellingen	9
1.1 Probleemstelling.....	9
1.2 Doelstellingen	11
2 Inventarisatie pompgemalen	13
2.1 Methoden	13
2.2 Resultaten	21
3 Leidraad sanering pompgemalen	36
3.1 Prioritering	36
3.2 Sanering	37
4 Conclusies	42
5 Inventarisatie van de technische karakteristieken van prioritaire zoet-zoutovergangen	43
5.1 Sas Slijkens	43
5.2 Blankenbergse vaart	45
5.3 Noordede Bredene (Sint-Maartensas).....	47
5.4 Leopoldkanaal Zeebrugge.....	49
5.5 Schipdonkkanaal Zeebrugge	52
5.6 Aangepast spuibeheer	53
5.7 Besluit	54
6 Waterpeilbeheer Uitkerkse polder	55
6.1 Situering	55
6.2 Probleemstelling.....	56
6.3 Bespreking vismigratie	57
6.4 Conclusies	59
Bijlage 1. Inventaris pompgemalen.....	60
Bijlage 2. Situering pompgemalen	69
Bijlage 3. Oplossingen passerbaarheid pompgemalen	73
Bijlage 4. Bovenaanzicht uitwateringsconstructie Kanaal Gent-Oostende	81
Bijlage 5. Dwarsdoorsnede uitwateringsconstructie Blankenbergsevaart	82
Bijlage 6. Dwarsdoorsnede uitwateringsconstructie Noordede	83
Lijst van figuren	87
Lijst van tabellen	89

1 Inleiding en doelstellingen

1.1 Probleemstelling

Om de dramatische achteruitgang van de bestanden van de Europese paling (*Anguilla anguilla*) te stoppen, heeft de Europese ministerraad in 2007 de palingverordening uitgevaardigd (EG/1100/2007). De verordening verplicht alle lidstaten om tegen eind 2008 voor elk stroomgebied een beheerplan op te maken voor de bescherming en het herstel van de palingbestanden. De verordening stelt dat de lidstaten de nodige maatregelen moeten treffen om ervoor te zorgen dat op termijn minstens 40% van de volwassen zilverpaling (t.o.v. een natuurlijke referentiesituatie zonder menselijke impact) de open zee kan bereiken om zich voort te planten.

De beheerplannen voor de Belgische stroombekkens werden in 2008 opgemaakt door het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), waarbij de wetenschappelijke onderbouwing werd aangeleverd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) (Stevens *et al.*, 2009). Het beheerplan geeft een overzicht van de toestand van paling in Vlaanderen en geeft een schatting van de productie en ontsnapping van zilverpaling uit onze stroombekkens. Het ontsnappingspercentage van zilverpaling bedraagt slechts 25% van het streefbeeld.

Dit lage percentage weerspiegelt in de eerste plaats de lage rekrutering van glasaal, waardoor slechts een fractie van de oorspronkelijke hoeveelheid glasalen onze kusten bereikt. De slechte waterkwaliteit in een groot deel van de waterlopen is een van de oorzaken voor de lage productie, maar ook de onbereikbaarheid van habitatten door migratiebarrières speelt een belangrijke rol. Naast de lage productie in de (potentiële) opgroeigebieden, ligt ook een verhoogde mortaliteit van zilverpaling aan de basis van het lage ontsnappingspercentage. Hierbij is vooral vermaling door pompgemalen en hydroturbines een belangrijke mortaliteitsfactor.

1.1.1 Vrije vismigratie

Op 16 juni 2009 werd een nieuwe Benelux-beschikking (M (2009) 1) inzake de vrije vismigratie in de hydrografische stroomgebieden van de Beneluxlanden goedgekeurd. Deze beschikking vervangt de Beschikking M (96) 5 van 26 april 1996. De nieuwe Benelux Beschikking wil het beleid inzake de vrije vismigratie afstemmen op de Europese regelgeving. Meer specifiek worden hiermee de uitvoeringstermijnen van het beleid afgestemd op de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG). De nieuwe Benelux Beschikking M (2009) 1 legt de lidstaten o.a. op om:

- de tot dusver met succes geleverde inspanningen voort te zetten teneinde de knelpunten, voor de vrije migratie in de ecologisch belangrijke waterlopen met inbegrip van de verbindingswaterlopen, weg te werken;
- binnen de 12 maanden na de inwerkingtreding van deze Beschikking een strategische prioriteitenkaart op te maken die de ecologisch belangrijke waterlopen met inbegrip van de verbindingswaterlopen omvat en dit ten minste voor de door Europese regelingen beschermde soorten;
- voorrang te geven aan de hindernissen op de strategische prioriteitenkaart;
- 90% van de hindernissen van eerste prioriteit weg te werken voor 31 december 2015 en de rest van deze hindernissen voor 31 december 2021;

- 50 % van de hindernissen van tweede prioriteit weg te werken voor 31 december 2015 en de rest van deze hindernissen in twee delen van telkens 25%, het eerste deel voor 31 december 2021 en het tweede deel voor 31 december 2027;
- binnen 12 maanden na de inwerkingtreding van deze Beschikking, speciale aandacht te besteden aan de grensoverschrijdende trajecten in termen van een betere grensoverschrijdende afstemming. Dit omvat concrete realisaties voor het saneren van de knelpunten en zo nodig de verhoging van de efficiëntie van bestaande vispassages. Dit moet gebeuren volgens een gemeenschappelijk uitvoeringsprogramma op basis van de nationale c.q. regionale strategische prioriteitenkaarten, waarop de tegen 2015, 2021 en 2027 af te stemmen grensoverschrijdende trajecten zijn gespecificeerd;
- bij de uitvoering van werken aan kunstwerken die een hindernis opleveren de hindernissen voor vissen passeerbaar te maken;
- niet meer toe te staan dat nieuwe hindernissen zoals stuwen, waterkrachtturbines, pompen en gemalen worden opgeworpen zonder dat een oplossing wordt voorzien voor de vrije migratie.

Herstel van vrije vismigratie staat ook centraal in de Vlaamse wetgeving. In het Decreet betreffende het Integraal Waterbeleid van 9 juli 2003 werd vooropgesteld dat vrije vismigratie voor alle vissoorten vóór 1 januari 2010 in alle Vlaamse stroomgebieden mogelijk moet zijn, nieuwe migratieknelpunten moeten voorkomen worden en natuurlijke watersystemen moeten behouden en hersteld worden. De doelstellingen met betrekking tot vrije vismigratie in het decreet Integraal waterbeheer werden echter nog niet afgestemd met de recente nieuwe Benelux Beschikking terzake. Het is wel de bedoeling dat aan het Vlaams Parlement voorgesteld zal worden om het decreet Integraal Waterbeleid in die zin aan te passen (www.natuurindicatoren.be).

Naast een herstel van het opgroeihabitat van paling, moet ook de connectiviteit tussen de binnenwateren en de zee gewaarborgd zijn. Zowel de intrek van glasaal vanuit zee als de stroomafwaartse migratie van zilverbaling wordt belemmerd door sluizen en scherpe zoutovergangen. In het kader van het beheerplan werd een lijst opgesteld van knelpunten die prioritair opgelost dienen te worden. Hierbij zijn vooral de zout-zoet overgangen ter hoogte van de uitmondingen van waterlopen in de zee van belang. De glasalen die onze kust bereiken worden aan sluizen tegengehouden en kunnen de binnenwateren niet verder koloniseren. Daarnaast kan ook de plotse overgang van zoet naar zout water aan sluizen fysiologische problemen opleveren voor zilverbalingen (Bruijs & Durif, 2009). De belangrijkste immigratieroutes voor glasalen in Vlaanderen zijn de Schelde (vrije migratie mogelijk) en de mondingen van de IJzer (Mouton *et al.*, 2009) en van de kanalen aan de kust (belemmerde migratie). Aan de kust het gaat het om het Ganzepoot complex in Nieuwpoort, het kanaal Brugge-Oostende via het sas van Slijkens, de monding van de Blankenbergse vaart in Blankenberge, de monding van het Leopoldkanaal, Schipdonkkanaal en Boudewijnkanaal in Zeebrugge en de monding van de Noordede via het Maartensas te Bredene.

1.1.2 Schade door pompgemalen

Maatregelen die de mortaliteit door pompgemalen verminderen betreffen een uitvoering van artikel 2, 10 van de Palingverordening EG/1100/2007 die stelt dat 'de lidstaten zo spoedig mogelijk passende maatregelen toepassen ter vermindering van de palingsterfte als gevolg van onder meer pompen, tenzij dit niet nodig is voor het bereiken van de doelstelling van de plannen'.

Eén van de belangrijkste mortaliteitsfactoren bij zilverpaling is vermaling of beschadiging door pompgemalen. Pompgemalen zijn meestal geïnstalleerd om de waterhuishouding van polders te controleren. Hierbij wordt het water uit de polders naar hoger gelegen waterlopen gepompt, die op hun beurt gravitair afwateren. Polderlopen zijn belangrijke opgroeigebieden voor paling (Lafaille *et al.*, 2004; Lasne *et al.*, 2008). Ze liggen dicht bij zee en zijn bijgevolg gemakkelijk koloniseerbaar, ze hebben een hoge productiviteit en een relatief goede structuurkwaliteit. Volwassen paling metamorfoseert tot zilverpaling en migreert in het najaar naar zee. De stroomafwaartse migratie wordt meestal op gang gebracht door een verhoogde waterafvoer (Durif & Elie, 2008). Deze periodes vallen echter samen met een verhoogde werking van de pompgemalen, waardoor de mortaliteit van zilverpalingen die uit de polders migreren onevenredig hoog is. De schade door pompgemalen is ook afhankelijk van het pomptype. Zo zijn sneldraaiende schroefpompen schadelijker dan vijzelpompen, die op hun beurt schadelijker zijn dan centrifugaalpompen (Baeyens *et al.*, 2011; Buysse *et al.*, 2010; Germonpré *et al.*, 1994).

In 1994 werd door Germonpré *et al.* een inventaris opgesteld van 130 pompgemalen in Vlaanderen. Op basis van deze inventarisatie werd aan elke pomp een saneringscijfer toegekend dat aangeeft welke pompgemalen het meest schadelijk zijn voor vissen. De berekening van het saneringscijfer is afhankelijk van (1) de omvang van de waterloop (gebaseerd op de categorie), (2) de waterkwaliteit (basisprati-index) en (3) het type pomp.

Van de pompgemalen bleek 22.3% uitgerust met een vijzelsysteem, 9.2% met centrifugaalpompen, 49.2% met schroefpompen, 9.2% met dompelpompen en 0.8% met hevelpompen. De meeste pompgemalen in Vlaanderen bevinden zich binnen de specifiek afgebakende polders, maar ook buiten de polders bevinden zich een aantal pompgemalen.

In de loop der jaren zijn een deel van deze pompgemalen echter vervangen of aangepast. Daarnaast werden de gemalen niet gedigitaliseerd in een GIS waardoor het moeilijk is om het afwateringsgebied te bepalen en de productie van zilverpaling te schatten.

1.2 Doelstellingen

1.2.1 Inventarisatie pompgemalen

Voor het palingbeheerplan werd een eerste inschatting gemaakt van de impact van pompgemalen op de ontsnapping van zilverpaling. Hiervoor werd voor een aantal belangrijke pompgemalen het afwateringsgebied bepaald en gekoppeld aan de productie van zilverpaling in het gebied. In combinatie met het type pomp kon op die manier de mortaliteit berekend worden. Voor de andere pompgemalen werd een benadering gemaakt op basis van de oppervlakte van de polderlopen en de typering van de gemalen uit Germonpré *et al.* (1994). Deze laatste methode is echter een ruwe schatting en niet gemaalspecifiek. Daarom wordt in de voorliggende studie per pompgemaal een inschatting van de mortaliteit gemaakt om zo een prioritering op te stellen om de gemalen visvriendelijk te maken. Volgende doelstellingen worden vooropgesteld:

- a) Actualiseren van de inventaris van de pompgemalen in Vlaanderen en inschatten van de bijdrage van de pompgemalen aan de mortaliteit van paling.
- b) Opstellen van een prioritering voor de sanering van pompgemalen en aangeven welke oplossingen mogelijk of haalbaar zijn om de pompgemalen visvriendelijk te maken.

1.2.2 Inventariseren van de technische karakteristieken en waterbeheeraspecten van prioritaire zout-zoetovergangen.

In het kader van de opmaak van de palingbeheerplannen werd een lijst van migratieknelpunten opgesteld die prioritair dienen opgelost te worden. Deze lijst is gebaseerd op een analyse van de migratieroutes voor optrekkende glasaal in Vlaanderen. Voor deze oefening werd uitgegaan van vijf mogelijke toegangsroutes voor glasaal: de IJzermonding, Oostende, Blankenberge, Zeebrugge en de Westerschelde. Aangezien de knelpunten op de migratieroute via de Schelde zich grotendeels landinwaarts bevinden, richt deze studie zich op de knelpunten aan de kust.

In opdracht van W&Z werd recent de passeerbaarheid van de Ganzepoot in Nieuwpoort voor glasaal onderzocht door het INBO (Mouton *et al.*, 2009). De kennis die werd opgedaan in deze studie wordt gebruikt bij de evaluatie van de andere zout-zoetovergangen langs de kust. Om de problematiek van vismigratie ter hoogte van deze spuiconstructies te onderzoeken wordt in eerste instantie een inventaris opgemaakt van de technische karakteristieken en waterbeheeraspecten van zout-zoetovergangen. Daarnaast wordt per constructie nagegaan welk specifiek veldonderzoek nog noodzakelijk is om de sanering van het vismigratieknelpunt mogelijk te maken.

2 Inventarisatie pompgemalen

2.1 Methoden

2.1.1 Inventarisatie

Alle potentiële beheerders van pompgemalen werden op voorhand telefonisch gecontacteerd om na te gaan of ze al dan niet een pompgemaal beheren. Van de 108 potentiële beheerders, gaven er 39 aan dat ze een pompgemaal beheren. De bevragingen werden verstuurd op 19 februari en er werd gevraagd de gegevens door te sturen voor april 2010. De laatste bevraging werd echter pas ontvangen in december 2010.

De gegevens werden samengevoegd in een databank en gecontroleerd op onvolledigheden. Indien er gegevens ontbraken, werd de beheerder opnieuw gecontacteerd en werden de gegevens waar mogelijk aangevuld. Vervolgens werd de exacte locatie van elk van de pompgemalen bepaald op basis van de aangeleverde coördinaten. Waar de aangeleverde informatie echter onvoldoende was, werd de locatie bepaald op basis van luchtfoto's en beschrijvingen uit de (deel)bekkenbeheerplannen.

Voor elk van de pompgemalen werd gevraagd of het bemalingsgebied ook gravitair kan afwateren en zo ja, wat het (benaderd) gravitair lozingspercentage is. Waar geen lozingspercentage werd opgegeven, werd dit waar mogelijk geschat op basis van de aanslagpeilen van de pompen en de daggemiddelde waterstanden (www.hydronet.be). Het lozingspercentage wordt weergegeven als percentage van het totaal aantal uren in een jaar (8760 u).

Waar mogelijk werden foto's van het pompgebouw genomen en aan de databank toegevoegd.

2.1.2 Mortaliteitschatting

De potentiële visschade bij elk van de pompgemalen wordt geschat op basis van de oppervlakte van de waterlopen in het bemalingsgebied, de samenstelling van de visgemeenschap in het bemalingsgebied, het pomptype en de pompwerking. Deze werkwijze is grotendeels dezelfde als bij de mortaliteitschatting voor het palingbeheerplan (Stevens *et al.*, 2009). De methode werd iets verfijnd door het gebruik van minimum en maximum mortaliteitschattingen per pomptype en door waar mogelijk het gravitair lozingspercentage in rekening te brengen.

2.1.2.1 Oppervlakte bemalingsgebieden

a) Bepalen bemalingsgebieden

Voor de berekening van de oppervlakte van de waterlopen in het bemalingsgebied wordt de meest recente versie van de Vlaamse Hydrografische atlas gebruikt (VHA versie 20100118). Hierbij worden alleen geklasseerde waterlopen geselecteerd (bevaarbaar, onbevaarbaar categorie 1 tot 3). Dit in tegenstelling tot de berekeningen voor het palingbeheerplan, waar de onbevaarbare waterlopen van tweede categorie buiten de polders en alle derde categorie waterlopen niet in rekening werden gebracht. Deze klassen worden nu wel opgenomen, omdat uit de analyse bleek dat deze waterlopen in de bemalingsgebieden een belangrijke oppervlakte vertegenwoordigen.

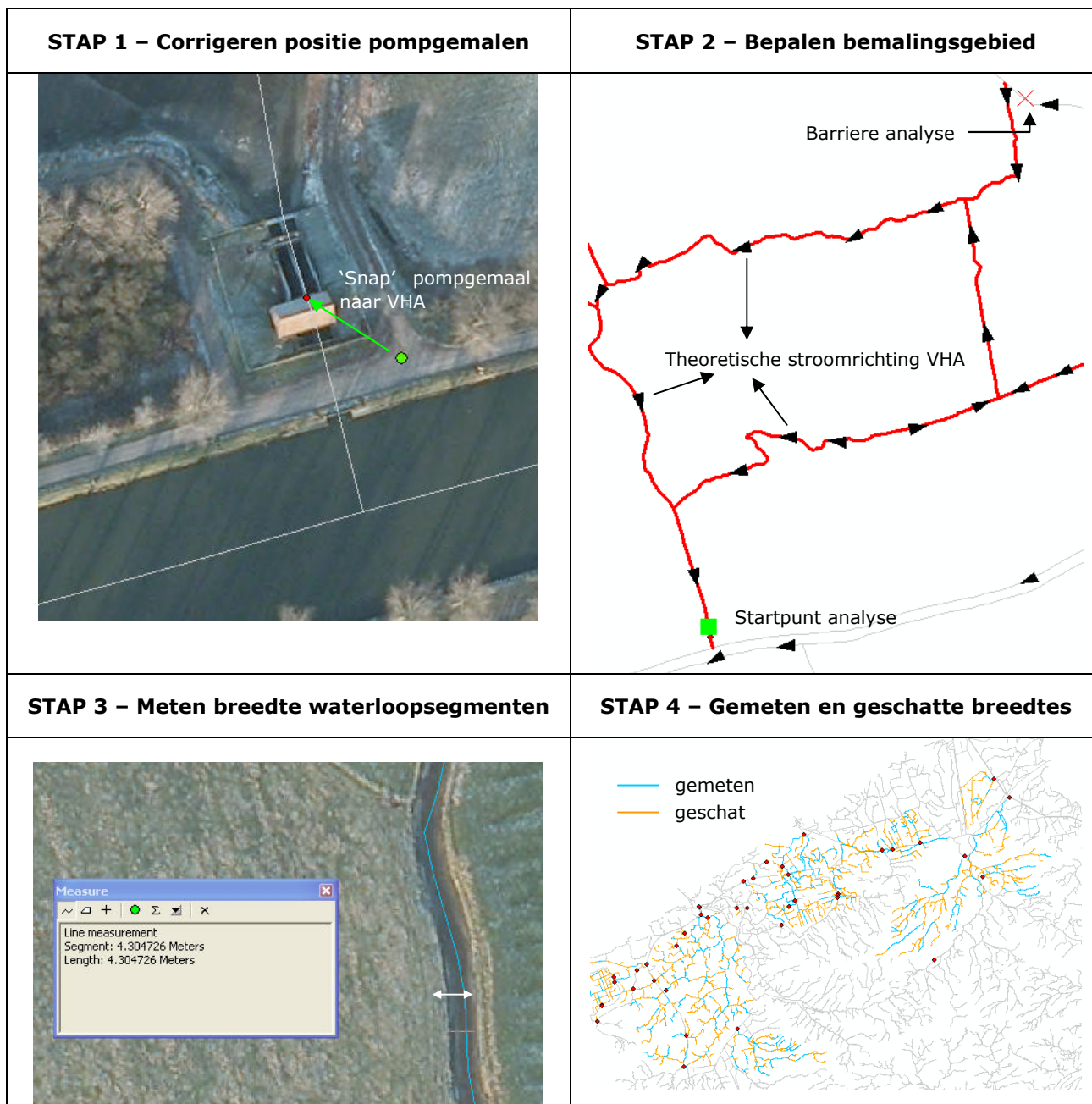
Alle pompgemalen worden geïmporteerd in een GIS en aan een waterloopsegment toegekend (snap to line - Figuur 1). Hierbij wordt de positie van elk pompgemaal aangepast zodat ze ruimtelijk samenvalt met een segment uit de VHA. Vervolgens wordt het bemalingsgebied van elk pompgemaal bepaald met de ArcView Utility Network Analyst (ESRI, 2008). Deze GIS-tool selecteert de stroomopwaarts gelegen waterloopsegmenten op basis van de stroomrichting in de VHA. Op sommige plaatsen waar een waterloop uit het bemalingsgebied kruist met een waterloop buiten het bemalingsgebied, moet een analysebarrière ingegeven worden. Indien geen barrière geplaatst wordt, loopt de analyse verder en worden er waterlopen geselecteerd die niet tot het bemalingsgebied behoren. Of een barrière al dan niet geplaatst wordt, wordt bepaald op basis van luchtfoto's, de bekkenbeheerplannen en contacten met lokale waterbeheerders. In sommige gevallen overlappen de bemalingsgebieden van twee of meer pompen. In het geval van volledige overlapping spreken we van onderbemaling (pomp 1 verpompt naar het bemalingsgebied van pomp 2). Bij overlappende bemalingsgebieden wordt voor elk waterloopsegment de onderbemaling aangeduid in een aparte kolom.

b) Oppervlakte bemalingsgebieden

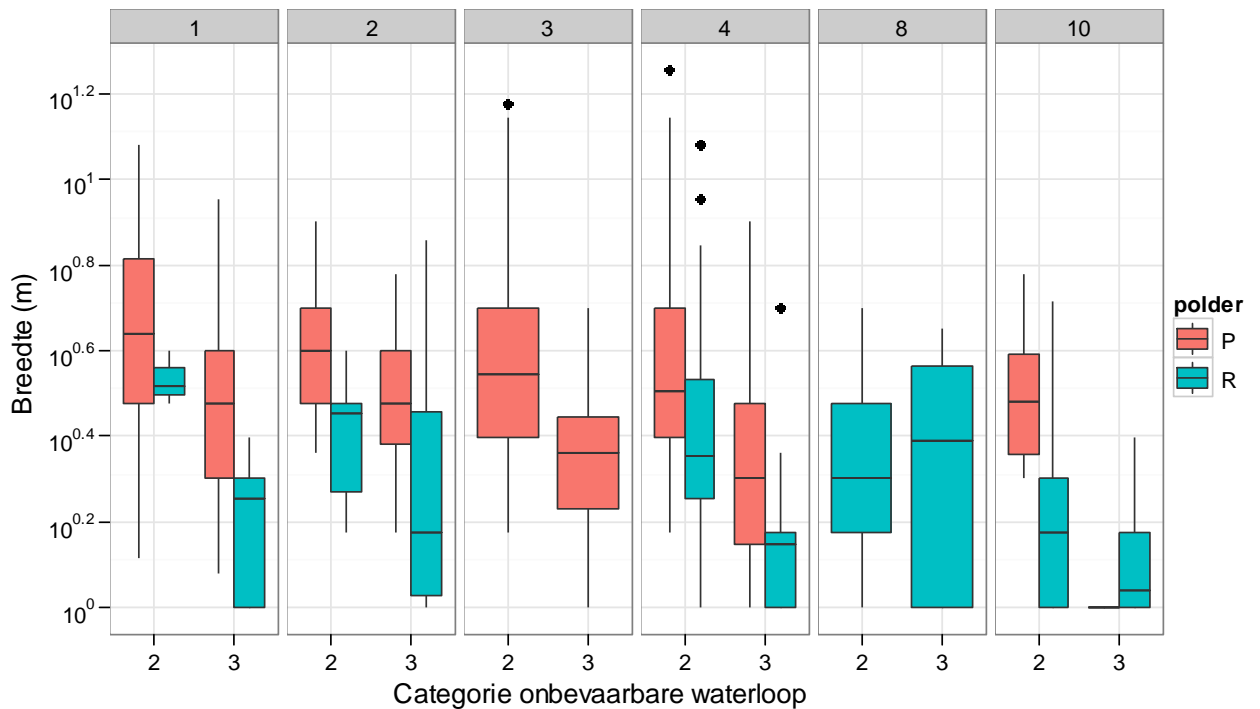
Nadat voor elke pomp het bemalingsgebied bepaald werd, wordt de oppervlakte van de waterlopen in het bemalingsgebied bepaald. De oppervlakte wordt berekend door de lengte van elk segment te vermenigvuldigen met de breedte. Voor de bevaarbare en onbevaarbare waterlopen van eerste categorie wordt de breedte van elk segment apart bepaald op basis van metingen op orthofoto's. Voor de onbevaarbare waterlopen van 2^{de} en 3^{de} categorie werd op dezelfde manier de breedte gemeten van 1450 random geselecteerde segmenten. Op basis van de metingen wordt vervolgens een schatter bepaald voor de niet-gemeten segmenten.

Figuur 2 geeft een overzicht van de gemeten breedtes van onbevaarbare waterlopen van 2^{de} en 3^{de} categorie. Hierbij wordt voor elk rivierbekken een onderscheid gemaakt tussen waterlopen binnen (P) en buiten de polders (R). Bij de analyse worden alle waterloopsegmenten breder dan 20 m weggelaten. Al deze segmenten zijn kreken of vijvers en zijn niet representatief voor de gemiddelde waterloop. De breedte van alle vlakvormige waterlichamen binnen de bemalingsgebieden wordt rechtstreeks gemeten op basis van de orthofoto's (en dus niet geschat). Waterlopen in de polders (P) zijn systematisch breder dan waterlopen van dezelfde categorie buiten de polders (R). Waterlopen van derde categorie zijn meestal smaller dan die van tweede categorie. De spreiding in de figuur geeft echter aan dat dit niet altijd het geval is. De breedtevariatie tussen de verschillende bekkens geeft ook aan dat één schatter voor alle waterlopen van eenzelfde categorie niet bruikbaar is. Voor de breedte van niet-gemeten waterloopsegmenten worden dan ook de schatters voor de afzonderlijke bekkens gebruikt (Tabel 1). Ongemeten segmenten die dezelfde VHAG-code hebben als een of meerdere gemeten segmenten, krijgen als breedte het gemiddelde van de gemeten segmenten.

Van een aantal pompgemalen wordt het bemalingsgebied niet bepaald (1) omdat de waterlopen niet in de VHA zijn opgenomen of (2) omdat de waterlopen niet geklasseerd zijn of (3) omdat het pompgemaal water onttrekt uit een hoofdwaterloop, waardoor in theorie het hele stroomgebied tot het bemalingsgebied zou behoren. Voor deze laatste groep (3 pompgemalen) wordt de impactschatting apart behandeld.



Figuur 1. *Stappen in de berekening van de breedte van waterlopen in de bemalingsgebieden van pompgemalen.*



Figuur 2. Boxplots van de breedte van waterloopsegmenten per categorie (onbevaarbaar 2 en 3) en per bekken (1 = IJzer, 2 = Brugse polders, 3 = Gentse kanalen, 4 = Beneden-Schelde, 8 = Dijle, 10 = Nete).

Tabel 1. Schatters voor de breedte van waterloopsegmenten in de bemalingsgebieden. Alleen de schatters die van toepassing zijn in de bemalingsgebieden van de verschillende bekkens werden bepaald.

Bekken	Polder	categorie	Breedte (m)	Bekken	Polder	categorie	Breedte (m)
IJzer	Polder	2	4.35	Dijle	Polder	2	/
		3	3			3	/
	Rest	2	3.3		Rest	2	2
		3	1.8			3	2.5
Brugse polders	Polder	2	4	Nete	Polder	2	3.1
		3	3			3	1
	Rest	2	2.85		Rest	2	1.5
		3	1.5			3	1.1
Gentse kanalen	Polder	2	3.5	Dender	Polder	2	4.25
		3	2.3			3	1.1
	Rest	2	/		Rest	2	3
		3	/			3	1.3
Beneden-Schelde	Polder	2	3.2	Demer	Polder	2	4
		3	2			3	3.05
	Rest	2	2.25		Rest	2	1.5
		3	1.4			3	/

2.1.2.2 Samenstelling visgemeenschap

De samenstelling van de visgemeenschap in de waterlopen van een bemalingsgebied komt vrij goed overeen met de samenstelling van de verpompte visgemeenschap (Buysse *et al.*, 2010). Op basis van de samenstelling van de visgemeenschap in de bemalingsgebieden kan dan ook een ruwe schatting gemaakt worden van de potentiële visschade door een pompgemaal. Hiervoor wordt eerst een analyse gemaakt van de samenstelling van de visgemeenschap in de verschillende beektypes van de rivierbekkens. Op basis van deze analyse worden vervolgens schatters voor de visdensiteit in de waterlopen van de bemalingsgebieden opgesteld. Deze schatters zijn de gemiddelde densiteit per vissoort in de verschillende waterlooptypes. Het product van deze schatters met de oppervlakte van de waterlopen, geeft een ruwe benadering van de totale visstand per bemalingsgebied. Vervolgens kan voor paling op basis van het lokale palingbestand en de lengtefrequentieverdeling de productie van zilverpaling berekend worden.

Voor de berekening van de visdensiteit in de bemalingsgebieden werden de gegevens van elektrische vangsten uit de VIS-databank gebruikt voor de periode 2000-2010. De VIS-locaties worden gekoppeld aan de overeenkomstige VHAG-code en het beektype (Jochems *et al.*, 2002). De abundanties in de VIS-databank zijn gestandaardiseerd naar aantallen per 100 m. Deze gestandaardiseerde gegevens werden omgerekend naar densiteiten door de breedte van het bevissingstraject in rekening te brengen.

De samenstelling van de visgemeenschap wordt geanalyseerd per beektype en rivierbekken. Alleen de soorten die voorkomen in minstens één van de (beektype x bekken)-combinaties én die daar in minstens 30% van de locaties gevangen worden, worden weerhouden voor de analyse. Op de gegevens wordt een clusteranalyse (Bray-Curtis dissimilariteit – complete linkage) uitgevoerd.

Aan elk waterloopsegment in de bemalingsgebieden wordt vervolgens een visdensiteit toegekend. Indien voor een VHAG-segment uit een bemalingsgebied gegevens uit de VIS-databank bekend zijn, dan wordt hieraan de overeenkomstige densiteit toegekend. Indien er voor een segment geen VIS-gegevens beschikbaar zijn, dan wordt de geschatte densiteit op basis van type en bekken gebruikt. Door de oppervlakte en de densiteit te vermenigvuldigen, kan een ruwe schatting voor de totale visstand in een bemalingsgebied berekend worden.

2.1.2.3 Productie zilverpaling

a) Huidige productie

Voor de berekening van de huidige productie van zilverpaling in elk van de bemalingsgebieden wordt dezelfde methode gebruikt als voor de wetenschappelijke onderbouwing van het palingbeheerplan (Stevens *et al.*, 2009). Op basis van een aparte lengtefrequentieverdeling van paling voor elk van de rivierbekkens en het rekenmodel van Dekker *et al.* (2008) kan de fractie gele palingen die zilverpaling worden bepaald worden. De natuurlijke mortaliteit zonder predatie wordt geschat op 5% per jaar. Er wordt verder een onderscheid gemaakt tussen mannelijke en vrouwelijke zilverpalingen. Mannelijke zilverpalingen zijn kleiner dan vrouwelijke (Durif *et al.*, 2009) en trekken sneller uit de bemalingsgebieden weg om te paaien. Hierdoor is het effect van de natuurlijke mortaliteit (% per jaar) op de mannelijke palingen in het model kleiner dan bij de vrouwelijke palingen. Een hoog percentage mannetjes in een bemalingsgebied betekent dan ook een hoger aantal zilverpalingen die het gebied verlaten.

De seks ratio bij palingen wordt grotendeels bepaald door omgevingsfactoren. Zo is het aandeel vrouwelijke palingen hoger als de populatiedensiteit afneemt (Lambert & Rochard 2007). Lafaille *et al.* (2006) vergelijkt de seks ratio van palingen in twee Franse rivieren met

verschillende densiteit. In de Frémur is de palingdensiteit heel hoog (50 palingen per 100 m²) en is ongeveer 69% van de palingen mannelijk. De densiteit in de Oir is heel wat lager (3 palingen per 100 m²) en hier zijn maar 21% van de palingen mannelijk. Voor Vlaanderen zijn geen gemeten densiteiten bekend. Onze berekeningen suggereren echter dat de densiteit van paling op 95% van de locaties minder dan 5 per 100 m² bedraagt. Op 65% van de locaties is de densiteit zelfs lager of gelijk aan 1 paling per 100 m².

In de studie van Baeyens *et al.* (2011) naar de visschade door het vijzelgemaal in Boekhoute, werden bij alle gevangen palingen een aantal kenmerken opgemeten die kenmerkend zijn voor zilverpalingen. Deze gegevens werden gebruikt om een index te berekenen die aangeeft in welk stadium van het schierwordingsproces een paling zich bevindt (Durif *et al.*, 2009). De volgende kenmerken werden gemeten: lichaamslengte, gewicht, lengte borstvin en gemiddelde oogdiameter (horizontaal en vertikaal gemeten). De index maakt een onderscheid tussen mannelijke en vrouwelijke zilverpalingen. Uit de resultaten blijkt dat bij 12% van de palingen (totaal 172) het geslacht nog niet gedifferentieerd was. 13% van de gedifferentieerde palingen waren mannelijke zilverpalingen. In de studie van Buysse *et al.* (2010) waren echter alle palingen die door de pomp gingen groter dan 50 cm. Aangezien mannelijke zilverpalingen zelden groter dan 45 cm worden (Vøllestad, 1992), waren alle palingen in Ertvelde dus vrouwelijk.

Als voorzichtige schatting voor het model gaan we er bijgevolg van uit dat het percentage mannetjes in de bemalingsgebieden gemiddeld 10% bedraagt.

b) Natuurlijke productie

De natuurlijke productie van zilverpaling wordt net als in het palingbeheerplan geschat op 10 kg per hectare (Moriarty & Dekker, 1997). Voor de totale productie van zilverpaling per bemalingsgebied wordt de geschatte productie vermenigvuldigd met de berekende bemalingsoppervlakte.

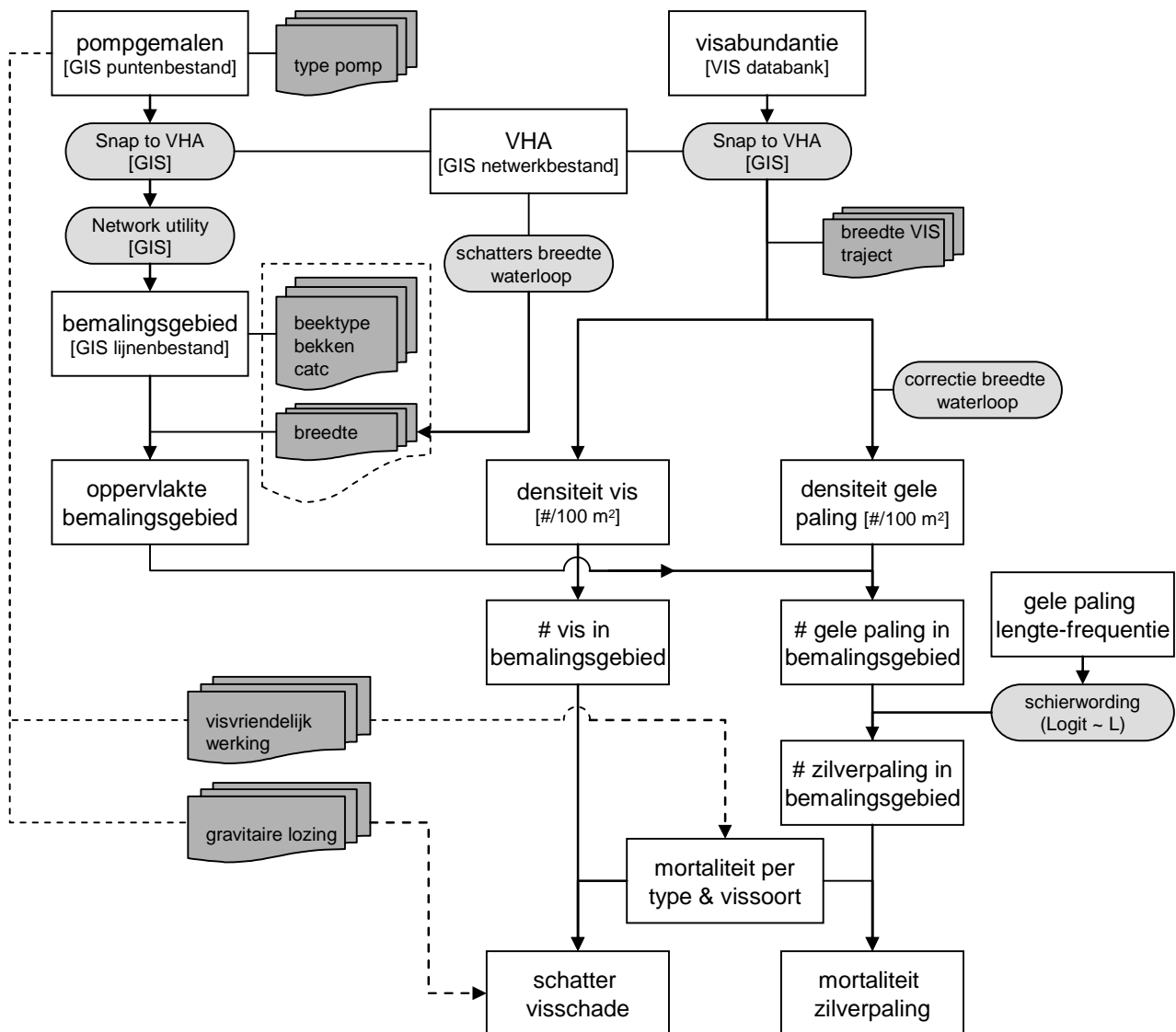
2.1.2.4 Mortaliteitschatting

De totale mortaliteit door een pompgemaal wordt berekend als het product van het aantal zilverpalingen of passerende vissen en het sterftepercentage bij passage langs het gemaal. Dit sterftepercentage is afhankelijk van een aantal factoren die zowel gerelateerd zijn aan de kenmerken van de vis als aan de kenmerken van het pompgemaal en omgevingsfactoren.

De belangrijkste kenmerken van een vis die de overleving bij een passage door een pomp bepalen zijn morfologie (lengte, hoogte) en soortspecifieke gevoeligheid. Grote en hoge vissen hebben meer kans om in contact te komen met de draaiende onderdelen van een pomp dan kleine gedrongen vissen (Kunst *et al.*, 2008). Daarnaast speelt ook de soortspecifieke gevoeligheid een rol. Een belangrijke oorzaak van visschade bij passage door een pomp zijn plotselinge drukverschillen. Drukveranderingen worden bij vissen opgevangen via hun zwemblaas. Bij snelle drukveranderingen kan het echter gebeuren dat de zwemblaas scheurt. Vissen die een directe verbinding hebben tussen de zwemblaas en de keelholte (physostomen – bv. karperachtigen en paling) zijn minder gevoelig voor snelle drukverschillen dan vissen die geen directe verbinding hebben (physostomen – bv. baarsachtigen). Om de soortspecifieke verschillen zoveel mogelijk in rekening te brengen, werd voor de mortaliteitschattingen gebruik gemaakt van **aparte sterftepercentages voor karperachtigen, baarsachtigen, snoek en paling** (Tabel 2).

Tabel 2. Geschatte sterftepercentages voor karperachtigen, baarsachtigen, snoek en paling.

	centrifugaal		vijzel		schroef	
	min	max	min	max	min	max
paling	0%	49%	2%	17%	32%	100%
karperachtigen	0%	2%	0%	19%	15%	49%
baarsachtigen	0%	2%	0%	11%	9%	35%
snoek	/	/	/	17%	/	88%



Figuur 3. Overzicht van de stappen voor de berekening van de impact van pompgemalen op de visstand.

De kenmerken van het pompgemaal bepalen in belangrijke mate de visschade. Over het algemeen zijn schroefpompen schadelijker dan centrifugaalpompen en vijzels. Binnen deze **hoofdtypes** zijn er verschillende subtypes en combinaties mogelijk (zie Kunst *et al.*, 2008

voor een overzicht). Er zijn echter grote verschillen in visschade tussen pompen van hetzelfde (sub)type (van Weeren *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; Germonpré *et al.*, 1994). In de bevraging werd gevraagd om het type schroefpomp te specificeren (open of gesloten / horizontale of verticale opstelling). Omdat deze informatie slechts voor een beperkt aantal schroefpompen werd doorgegeven, wordt bij de verdere verwerking geen rekening met de subtypes gehouden (Tabel 2).

Bij een aantal pompgemalen kan een deel van het debiet ook gravitair geloosd worden bij laag water. Indien een gravitaire lozing mogelijk is, kan een deel van de vissen langs het pompgemaal migreren zonder door de pompen te passeren. Voor alle vissoorten behalve paling wordt de mortaliteitschatting dan ook gecorrigeerd door het resultaat te vermenigvuldigen met het **lozingspercentage**. Zilverpalingen daarentegen 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 (Figuur 7). Geïntegreerd over een volledig jaar, gaat er dus een hoger percentage migrerende zilverpalingen door een pompgemaal dan andere soorten. We hebben echter geen zicht op het percentage palingen dat het bemalingsgebied kan verlaten via de gravitaire uitwatering. Bij de berekening van de mortaliteit van zilverpaling wordt er daarom geen rekening gehouden met het gravitaire lozingspercentage. Hierdoor wordt de mortaliteit bij pompgemalen, waar gravitaire lozing mogelijk is, waarschijnlijk overschat.

Tenslotte kunnen ook omgevingsfactoren een rol spelen bij het bepalen van visschade. De troebelheid van het water beïnvloedt de oriëntatie van een vis en bij verminderde zichtbaarheid verhoogt de kans dat een vis in de aanzuigzone van een pompgemaal terecht komt (Turnpenny, 1983). Bij hogere watertemperatuur neemt de activiteit van een vis toe, waardoor de ontsnappingskans bij aanzuiging vergroot (Kruitwagen & Klinge, 2008).

De **minimum en maximum sterftepercentages per pomptype** worden bepaald op basis van literatuur (onderzoek STOWA – van Weeren *et al.*, 2010) en eigen onderzoek naar visschade door een vijzelgemaal (Baeyens *et al.* 2011) en een schroefpompgemaal (Buysse *et al.*, 2010). In het onderzoek van STOWA werd de visschade bij 26 pompgemalen onderzocht. Voor de schatting van de sterftepercentages werden echter enkel de resultaten gebruikt waarbij voldoende vis (> 20) langs het pompgemaal passeerde. De mortaliteit bij paling wordt berekend als de som van alle dode, stervende en (zwaar) gewonde palingen. De gewonde palingen worden mee opgenomen in de mortaliteitschattingen omdat we ervan uit gaan dat hun conditie onvoldoende is om de Sargasso zee (een migratietocht van +/- 5.500 km) te bereiken. Bij de andere vissoorten worden alleen de dode vissen in rekening gebracht. Hierdoor moet het gehanteerde sterftepercentage bij soorten als blankvoorn, baars en snoek als een minimumschatting beschouwd worden. Dit is naar analogie met het 'minimale sterftescenario' dat werd gehanteerd door Baeyens *et al.* (2011) en Buysse *et al.* (2010) voor de berekening van 'minimale sterfte' bij vissoorten na passage door respectievelijk een gemaal met vijzels en schroefpompen.

Er wordt geen rekening gehouden met de aanwezigheid van een **krooshekken**, omdat uit het STOWA en INBO onderzoek blijkt dat de meeste vissen een krooshekken met spijlafstand van 8 tot 10 cm kunnen passeren (van Weeren *et al.*, 2010; Baeyens *et al.*, 2011; Buysse *et al.*, 2010). Om zilverpalingen efficiënt uit een hydroturbine te weren is een maximum spijlafstand nodig van 0.9 cm voor mannetjes en 1.5 cm voor vrouwtjes (EIFAC/ICES, 2007).

We gaan ervan uit dat alle palingen die langs een pompgemaal migreren zilverpalingen zijn. Dit is waarschijnlijk grotendeels correct in de periode van de paaimigratie (augustus - december) (Buysse *et al.*, 2010; Bruijs & Durif 2009; Durif & Elie, 2008). Buiten deze

periode is de mobiliteit van paling weliswaar beperkt (Baras *et al.*, 1998), maar kunnen ze toch langs een pompgemaal passeren. Hierdoor onderschatten we waarschijnlijk de reële mortaliteit van paling. In tegenstelling tot paling zal bij de andere vissoorten slechts een deel van de populatie in het bemalingsgebied langs het pompgemaal passeren. De meeste karperachtigen, baarsachtigen en snoek kunnen hun levenscyclus vervolledigen in de waterlopen van het bemalingsgebied en hoeven dus niet uit het bemalingsgebied weg te trekken. Uiteraard ondernemen een aantal soorten zoals blankvoorn wel seizoenale migraties (Geeraerts *et al.*, 2007), waardoor het niet uitgesloten is dat de totale mortaliteit op jaarbasis een stuk hoger ligt. Omdat we geen informatie hebben over het percentage van de visgemeenschap in een bemalingsgebied dat langs het pompgemaal migreert, kunnen we geen uitspraak doen over de totale mortaliteit door het pompgemaal. Bovendien blijken sommige types pompgemalen op momenten dat er niet gepompt wordt een grote aantrekkingskracht te hebben voor vissen. De vaak donkere ruimtes onder de gebouwen kunnen voor o.a. brasem, kolblei en blankvoorn een schuil- en/of overwinteringshabitat bieden. Deze vissen worden vervolgens verrast bij het opstarten van de pompen. De vis die zich hier ophoudt is niet per definitie aan het migreren, ze worden verrast als de pompen wordt aangezet en vervolgens ingezogen (Buysse *et al.*, 2010). De berekende schade door een pompgemaal aan vissen behalve paling is dan ook een relatieve index om pompgemalen onderling te vergelijken. Omdat we er bij paling van uit gaan dat alle migrerende palingen zilverpalingen zijn, kan de berekende schade hier wel als absolute mortaliteit beschouwd worden.

De schade door een pompgemaal bij paling wordt dan berekend als

Mortaliteit (# dode zilverpalingen) = [# zilverpalingen die het geemaal passeren] x [sterfte% per pomptype]

En bij de andere vissoorten als

Mortaliteitsindex = [# vissen in het bemalingsgebied] x [sterfte% per pomptype en vissoort] x [lozings%] / [oppervlakte bemalingsgebied]

Op basis van de mortaliteit wordt tenslotte een prioritering opgesteld voor de sanering van de pompgemalen. Naast de berekende mortaliteit houdt de prioritering ook rekening met de aanwezigheid van visvriendelijke aanpassingen.

2.2 Resultaten

2.2.1 Inventaris pompgemalen

Een overzicht van de inventaris wordt gegeven in Bijlage 1.

Tabel 3. Aantal pompgemalen in de databank waarvoor gegevens beschikbaar zijn.

Kenmerk	Aantal
Type pomp	170
Bouwjaar	131
Capaciteit (m ³ /u)	161
Pompwerking (u)	90
Pompwerking (periode)	95
Gravitaire lozing (ja/nee)	171
Overslagpeil gravitair (m TAW)	12
Aanslag zomer-dag (m TAW)	105
Spijlafstand krooshekken (cm)	126

2.2.1.1 Beschikbaarheid gegevens

In totaal werden 47 ingevulde bevragingen ontvangen, die de gegevens bevatten van 172 pompgemalen. Op twee pompgemalen na kon van elk gemaal het type achterhaald worden (Tabel 3). Voor de meeste pompen werd de nominatieve capaciteit (m³/u) opgegeven, maar de pompwerking (totaal aantal uren per jaar) en de werkingsperiode werden slechts gedeeltelijk doorgegeven. Ook het aanslagpeil (al dan niet verschillend voor winter en zomer) is niet voor elke pomp gekend.

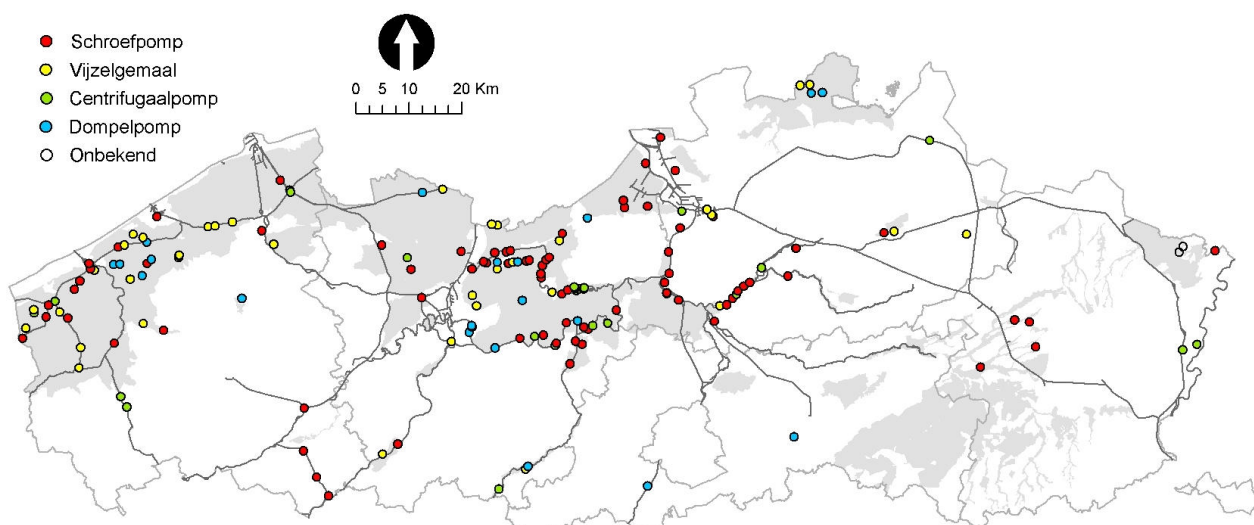
2.2.1.2 Beheerders

In de meeste gevallen is de eigenaar van een pompgemaal ook de beheerder ervan. Bij een aantal pompgemalen wordt het beheer al dan niet volledig uitbesteed. Zo is VMM volgens de bevraging eigenaar van 23 pompgemalen, waarvan ze er 17 zelf exploiteert (Tabel 4). Twee pompgemalen worden zowel door VMM als door een andere partij beheerd.

Het overgrote deel van de pompgemalen wordt beheerd door de polders en wateringen (99). Waterwegen en Zeekanaal NV beheert 21 pompgemalen en de Vlaamse Milieumaatschappij (Afdeling operationeel waterbeheer) beheert 17 pompgemalen.

Tabel 4. *Overzicht van de eigenaars en exploitanten van pompgemalen in Vlaanderen*

Beheerder	exploitant	eigenaar	Beheerder	exploitant	eigenaar
Middenkustpolder	16	8	AWW	2	2
Nieuwe polder van Blankenberge	3	2	Aquafin	4	3
Polder Bethoosterse Broeken	2	2	VMM-AOW	17	23
Polder De Moeren	3	3	NV Mijnschade	5	5
Polder Durme Noord-West	1	1	TMVW	5	2
Polder Grembergen	1	0			
Polder Hamme-Moerzeke	1	1	W&Z Bovenschelde	10	10
Polder Land van Waas	2	2	W&Z Zeekanaal	3	2
Polder Noordwatering Veurne	13	13	W&Z Zeeschelde	7	7
Polder Sinaai-Daknam	4	4	EMG Oostende	1	1
Polder Sint-Onolfs	2	2			
Polder St. Trudoledeken	1	1	Brandweer Berlaar	1	0
Polder tussen Schelde en Durme	5	4	Brandweer Lier	2	0
Polder van Belham	1	1			
Polder van de Beneden-Dender	2	2	Gemeente Beersel	0	1
Polder van Kruikeke	1	1	Gemeente Berlare	0	1
Polder van Land van Waas	2	2	Gemeente Duffel	2	0
Polder van Moervaart en Zuidlede	22	20	Gemeente Destelbergen	1	1
Polder Vlassenbroek	1	1	Gemeente Hoogstraten	0	2
Polder vliet en zielbeek	0	1	Gemeente St.-Kat.-Waver	1	0
Zwin-Polder	1	1	Generale Vrije Polders	1	1
Watering de Beneden Mark	3	1	Stad Antwerpen	2	2
Watering de Burggravenstroom	4	2	Stad Geel	1	0
Watering de Gavergracht	1	1	Stad Gent	0	3
Watering de Rijt	1	1	Stad Mechelen	1	0
Watering de Zegge	0	1			
Watering het Grootbroek	3	3	Provincie Antwerpen	6	14
Watering het Vrijgeweid	1	1	Provincie Oost-Vlaanderen	3	4
Watering Idegem-Appelterre	1	1	Provincie West-Vlaanderen	1	9
Watering van Melden	1	1			



Figuur 4. *Overzicht van de pompgemalen in Vlaanderen. Zie Bijlage 2 voor een meer gedetailleerd overzicht per provincie. De grijze zones zijn de polders en wateringen.*

2.2.1.3 Kenmerken pompgemalen

Van de 172 pompgemalen in Vlaanderen zijn er 84 uitgerust met een of meerdere schroefpompen, 39 met vijzels, 27 met centrifugaalpompen en 20 met dompelpompen. De term 'dompelpomp' wordt echter ook gebruikt voor ondergedompelde schroef- of centrifugaalpompen, waardoor het werkelijke aantal centrifugaal- en schroefpompen waarschijnlijk hoger ligt dan aangegeven in Tabel 5. De meeste pompgemalen bevinden zich in de polders van Oost- en West-Vlaanderen en in Antwerpen (Figuur 4).

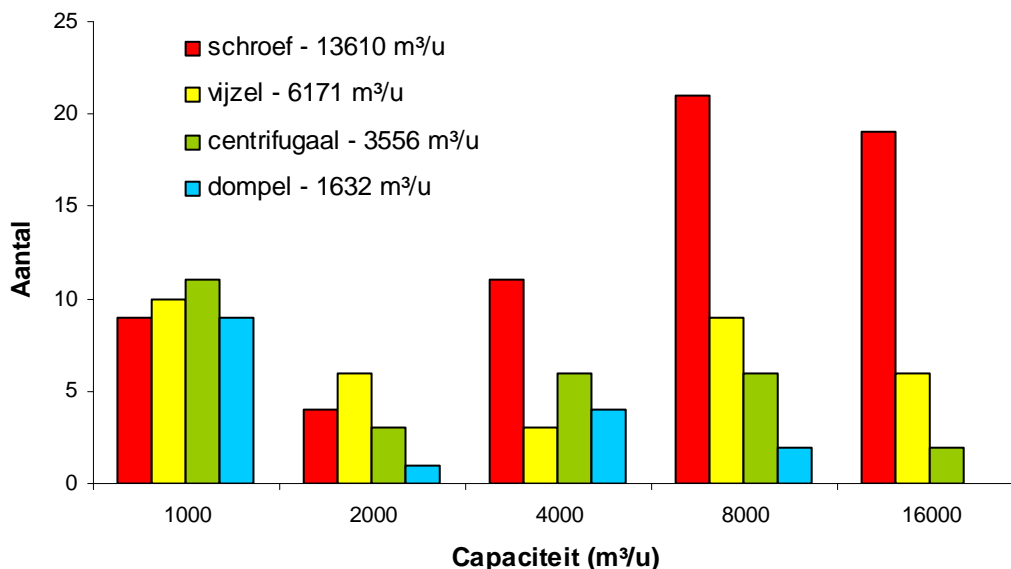
Tabel 5. *Overzicht van de pomptypes per provincie. Waar mogelijk werd gespecificeerd om welk type schroefpomp het gaat.*

	schroef				vijzel	centrifugaal	dompel	onbekend		
	niet gespecif.	gesloten	open	vertikaal						totaal
Antwerpen	6	1	1	10	18	7	5	2	2	32
Limburg	4			1	5		2			9
Oost-Vl.	16	9	6	6	37	12	15	10		74
Vl. Brabant								2		2
West-Vl.	11		9	4	24	20	5	6		55
					84	39	27	20	2	

Gemiddeld hebben de pompgemalen die zijn uitgerust met schroefpompen de grootste capaciteit en die met dompelpompen de kleinste (Figuur 5).

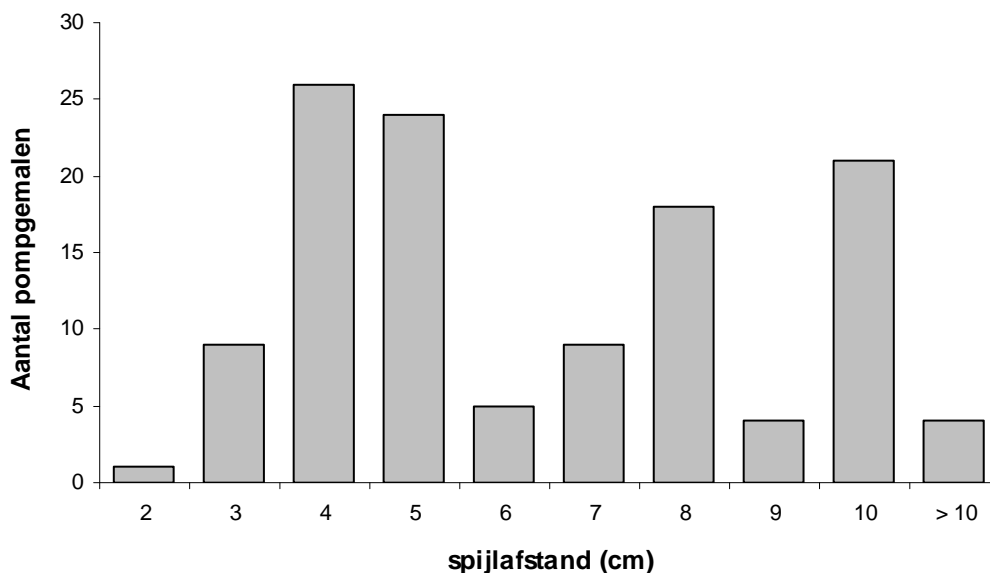
Het merendeel van de pompgemalen kan niet gravitair afwateren (120 gemalen). Bij 52 pompgemalen is het wel mogelijk om het water ook gravitair te lozen. Deze pompgemalen liggen meestal langs het Schelde-estuarium (Zeeschelde, Rupel, Nete, Durme) of aan andere waterlopen die door getijdenwerking peilschommelingen vertonen. Bij 80% van de

pompgemalen die ook gravitair kunnen afwateren wordt 10% of minder van de tijd gepompt. Het overgrote deel van de tijd wordt het water dus gravitair geloosd. Dit zegt echter niets over het verpompte debiet. Omdat we geen informatie hebben over het totale debiet dat langs het pompgemaal gaat (gravitair + verpompt), hebben we geen zicht op het volumepercentage dat verpompt wordt.



Figuur 5. Aantal pompgemalen per capaciteitsklasse (m³/u) en type pompgemaal. In de legende wordt de gemiddelde capaciteit per type gegeven.

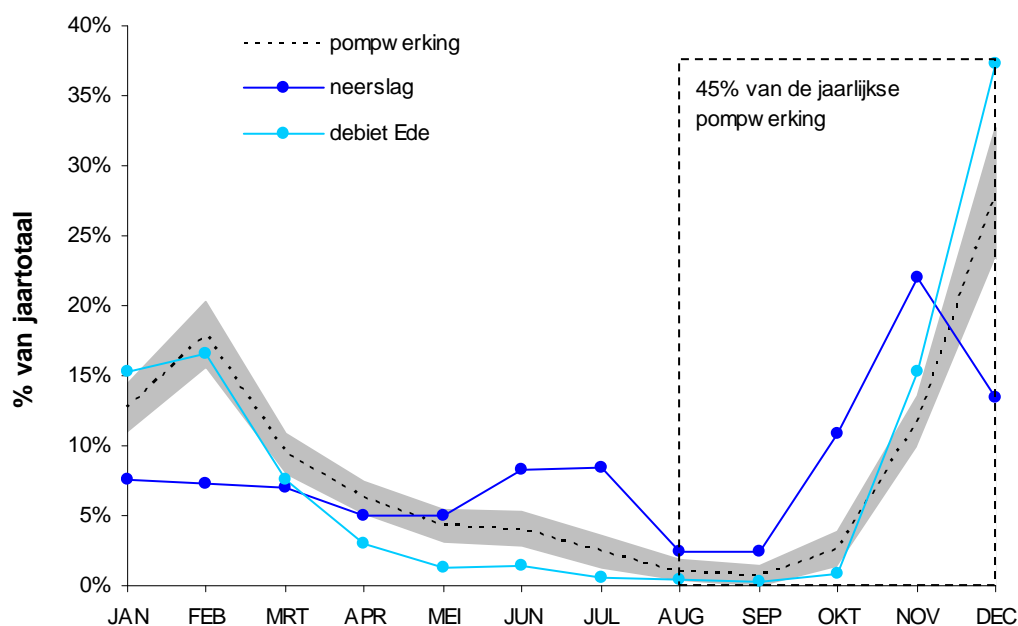
De spijlafstand van de krooshekkens varieert tussen 2 cm en 20 cm. Bij het overgrote deel van de pompgemalen is de spijlafstand echter kleiner of gelijk aan 10 cm (Figuur 6).



Figuur 6. Verdeling van de gebruikte spijlafstanden van de krooshekkens (cm).

2.2.1.4 Pompwerking

Voor een aantal pompgemalen is de maandelijkse pompwerking beschikbaar (draaiuren). Dit is het geval voor de pompgemalen van de Polder van Moervaart en Zuidlede, de pompen van Rode Weel, Noordland, Melden, Ertvelde en Boekhoute. In Figuur 7 wordt de maandgemiddelde werking van deze pompgemalen uitgezet als percentage van de totale jaarwerking (2009). Daarnaast worden op dezelfde manier ook de maandgemiddelde neerslag in Oost-Vlaanderen en het debiet van de Ede weergegeven. De figuur toont aan dat de pompen in 2009 vooral in het voor- en najaar gewerkt hebben. Dit gaat vooral in het najaar gepaard met verhoogde neerslag en hoge debieten. 45% van de jaarlijkse pompwerking valt in de periode van stroomafwaartse migratie van zilverpalingen (augustus - december), waarvan 40% in november en december.



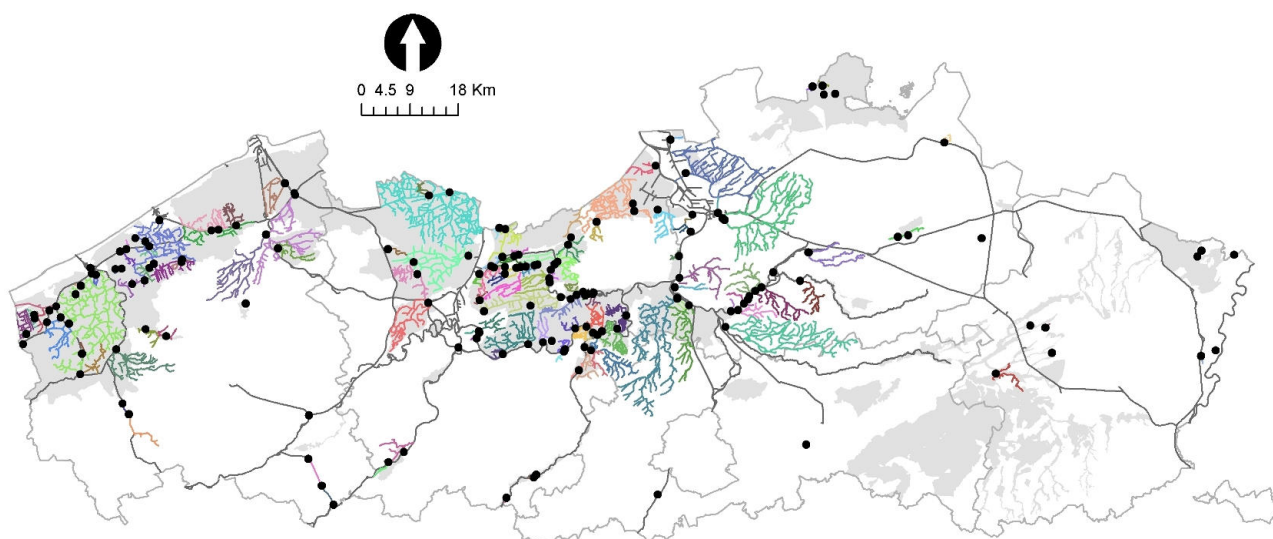
Figuur 7. Pompwerking in 2009 (95% CI), neerslag (KMI, maandtotalen Eeklo 2009) en debiet van de Ede in Maldegem (www.Hydronet.be).

2.2.2 Mortaliteitschatting

2.2.2.1 Oppervlakte bemalingsgebieden

Figuur 8 geeft een overzicht van de bemalingsgebieden die bepaald werden via analyse van de stroomrichting in de VHA. Van een aantal pompgemalen wordt het bemalingsgebied niet bepaald omdat ze water onttrekken uit een hoofdwaterloop en zo in theorie het hele stroomgebied bemalen. Deze pompgemalen zijn 'Kreek van Nieuwendamme' en 'Nieuw Bedelf' (beiden naar Ganzenpoot), 'Bossuit' (Bovenshelde → Kanaal Bossuit), 'Ooigem' (Leie → Kanaal Roeselare-Leie) en 'Laambeek' (voeding vijvers). In Bijlage 1 wordt voor elk pompgemaal het theoretisch bemalingsgebied gegeven. Hierbij moet opgemerkt worden dat het gaat om de oppervlakte van de waterlopen en niet om de oppervlakte van het afvoergebied (land + water). Het gemaal van Boekhoute heeft de grootste bemalingsoppervlakte (193 ha), gevolgd door de pompgemalen van Veurne-Ambacht (140 ha) en Woumen (121 ha). Er zijn twaalf pompgemalen met een bemalingsgebied groter dan

50 ha, 29 met een bemalingsgebied tussen 50 ha en 10 ha en 107 gemalen met een bemalingsoppervlakte kleiner dan 10 ha.



Figuur 8. *Overzicht van de bemalingsgebieden van pompgemalen in Vlaanderen. De kaart geeft alleen de bevaarbare en onbevaarbare waterlopen tot en met 3^{de} categorie weer. Elke kleur staat voor een ander pompgemaal.*

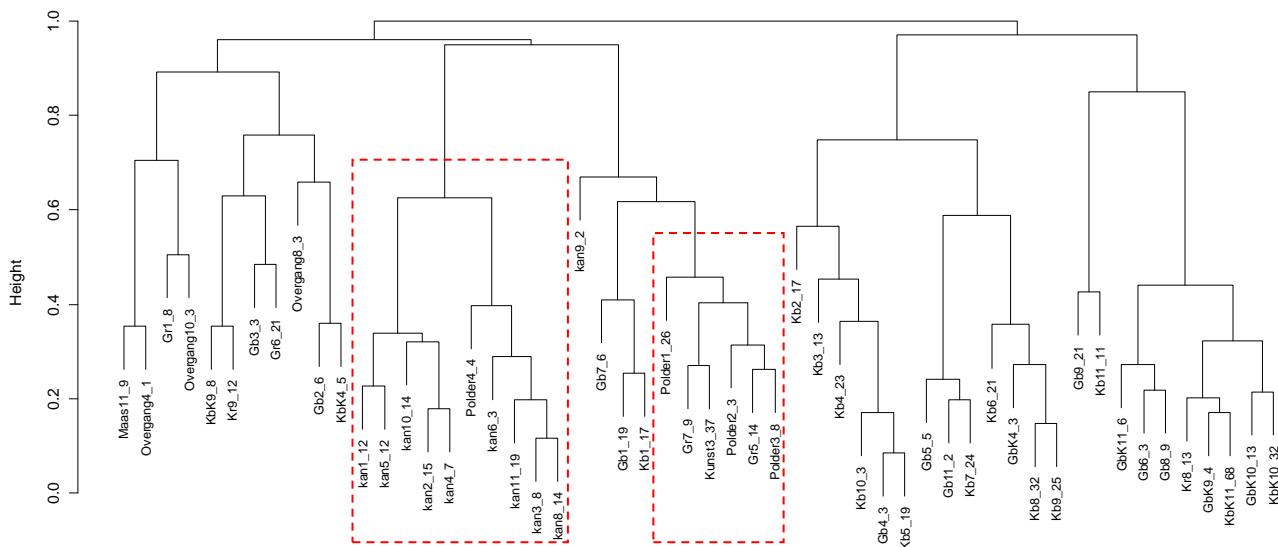
2.2.2.2 Samenstelling visgemeenschap

Als eerste stap in de analyse van de visstand in de bemalingsgebieden, werd een clusteranalyse uitgevoerd op de relatieve soortensamenstelling van de locaties in het meetnet zoetwatervis (VIS databank) voor de periode 2000-2010. Alle VIS-locaties werden toegewezen aan een beektype en een rivierbekken. In totaal werden 56 combinaties (bekken-beektype) in de analyse opgenomen (Figuur 9).

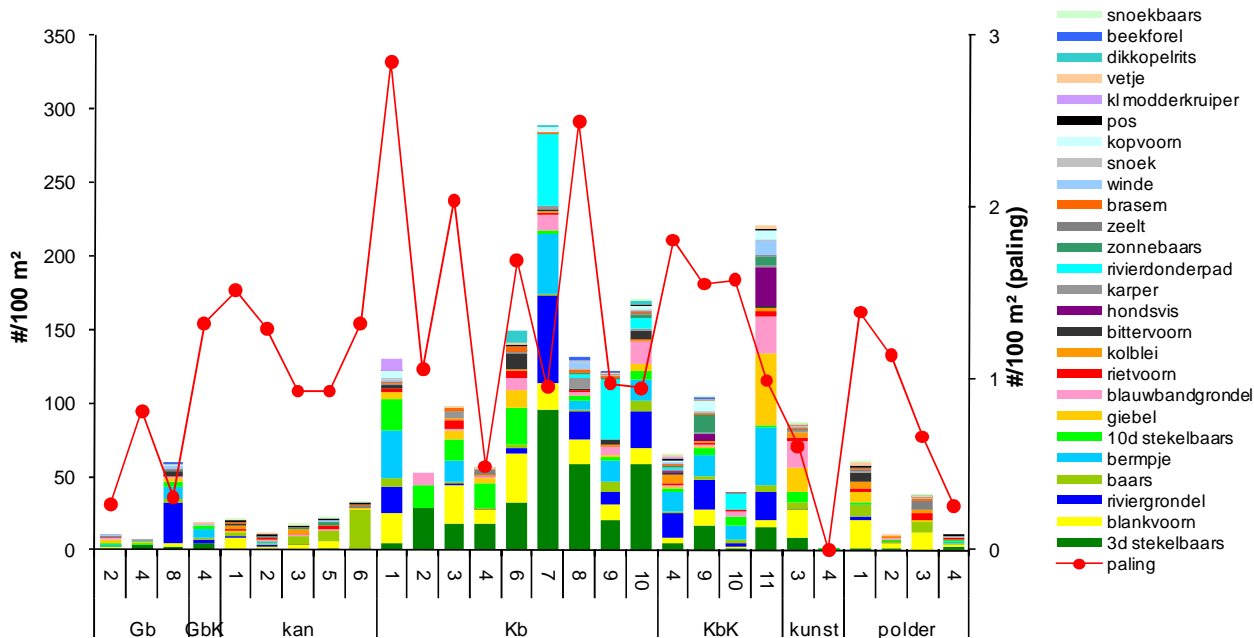
De eerste opdeling in de analyse scheidt ruwweg de kunstmatige waterlopen (kanalen, polders) en de overgangswateren (samen groep 1) van de rest van de combinaties (groep 2). Binnen de eerste groep onderscheiden we drie clusters: een cluster met de overgangswateren, een cluster met de kanalen en een cluster met de polderlopen en de kunstmatige waterlopen in de Gentse kanalen. In de cluster van de kanalen vinden we ook de polderlopen in de Benedenschelde (polder4). De analyse toont aan dat de visgemeenschap van de kleinere kunstmatige waterlopen in de bekens van de IJzer Brugse Polders, Gentse Kanalen en de Benedenschelde gelijkend is. De meeste waterlopen in de bemalingsgebieden behoren tot deze types. In de tweede groep vinden we de meeste kleine en grote beeksystemen. Het bemalingsgebied van een belangrijk aantal pompgemalen in het bekken van de Benedenschelde en de Nete bestaat uit kleine beken (Kb4 en Kb10). Beide types liggen in dezelfde cluster.

De visgemeenschap in de polderlopen en de kunstmatige waterlopen van de bemalingsgebieden wordt gekenmerkt door blankvoorn, baars, driedoornige stekelbaars, gibel, rietvoorn en kolblei/brasem (Figuur 10). Binnen deze waterlooptypes is de palingabundantie het hoogst in het bekken van de IJzer en de Brugse polders. De visgemeenschap in de kanalen is gelijkaardig en bestaat hoofdzakelijk uit blank- en rietvoorn, baars en brasem/kolblei. Driedoornige stekelbaars en blankvoorn zijn ook typesoorten voor de kleine beken. Baars, rietvoorn, gibel en brasem/kolblei zijn hier relatief gezien minder belangrijke soorten. Tiendoornige stekelbaars is dan weer meer abundant in

kleine beken en in het bekken van de Nete zijn ook een aantal kleine stroominnende soorten zoals riviergrondel en bempje abundant. De densiteit van paling is hier gemiddeld.



Figuur 9. Clusteranalyse op basis van het gemiddeld aantal per 100 m. Achter de underscore staat het aantal stalen dat per groep genomen werd. Codes rivierbekkens: 1 = IJzer, 2 = Brugse polders, 3 = Gentse kanalen, 4 = Benedenschelde, 5 = Leie, 6 = Bovenschelde, 7 = Dender, 8 = Dijle-Zenne, 9 = Demer, 10 = Nete, 11 = Maas.



Figuur 10. Aantal vissen per 100 m² in de verschillende waterlooptypes van de rivierbekkens. De densiteit van paling wordt op de rechtse y-as weergegeven. Alleen de waterlooptypes die in de bemalingsgebieden voorkomen worden weergegeven.

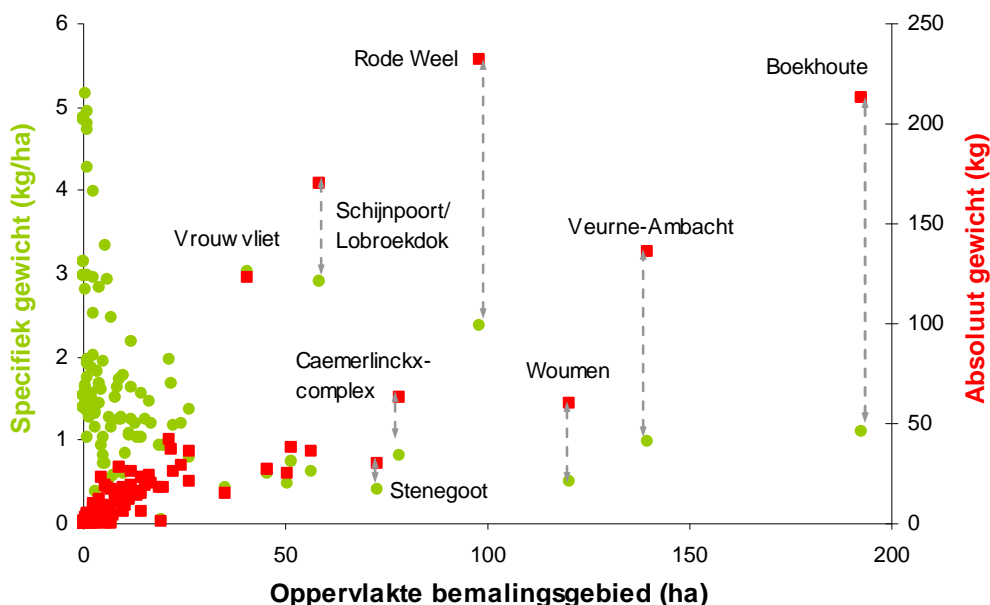
Tabel 6. Schatters voor de samenstelling van de visgemeenschappen in de bemalingsgebieden (aantal per 100 m²).

	Grote beek				Kanalen				Kleine beek				Kleine beek Kempen				kunsmatige waterloop				polderwaterloop				Grote beek Kempen								
	BP	BenS	DIJL	IJZ	BP	GK	LEIE	BovS	BP	GK	BenS	BovS	DEN	DIJL	DEM	NET	BenS	DEM	NET	MAAS	GK	BenS	IJZ	BP	GK	BenS	BP	GK	BenS	BenS			
3d stekelbaars	0.5	3.2	2.5	0.3	0.5	0.4	0.9	0.1	4.2	28.2	17.5	18.3	32.1	96.1	58.6	20.6	58.5	5.2	16.3	1.1	14.9	8.6	0.3	1.2	0.9	0.4	3.0	1.2	0.9	0.4	3.0		
blankvoorn	1.6	0.0	2.5	8.6	2.4	3.0	5.4	1.0	20.9	0.0	26.9	9.3	33.5	16.8	16.4	10.7	10.4	2.8	11.0	1.6	5.6	18.5	0.0	19.2	3.6	11.0	0.8	19.2	3.6	11.0	0.8		
riviergrondel	0.3	0.0	27.2	0.4	0.2	0.2	0.0	0.1	18.1	0.0	0.6	0.3	3.8	60.0	19.7	8.2	25.4	16.6	20.8	2.4	18.7	0.2	0.0	2.2	0.6	0.0	0.0	2.2	0.6	0.0	0.0		
baars	0.3	0.0	3.0	2.9	2.3	5.4	6.3	26.5	5.6	0.0	1.3	0.9	2.7	1.3	1.0	6.9	7.2	1.9	1.6	2.2	5.5	5.4	0.0	7.8	1.4	7.3	1.5	7.8	1.4	7.3	1.5		
bermpje	0.7	0.0	8.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	32.1	0.0	14.3	0.0	0.0	40.7	6.2	14.6	14.7	13.5	15.2	9.7	38.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.9		
10d stekelbaars	1.2	2.0	3.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	21.7	16.2	14.6	16.2	25.0	2.3	2.8	2.1	5.5	2.4	4.2	6.1	1.3	6.6	0.3	0.0	0.8	0.7	0.3	0.7	0.8	0.7	0.3	0.7	
giebel	2.6	0.7	2.1	0.5	0.7	0.5	0.8	0.5	4.6	0.0	6.1	4.0	11.0	0.6	0.7	1.1	4.3	0.5	1.5	0.0	49.1	17.3	0.0	0.0	6.9	0.5	1.5	0.0	6.9	0.5	1.5	0.0	
blauwbandgrondel	1.3	0.3	1.1	0.3	0.4	1.2	1.6	0.0	0.4	8.5	1.7	1.0	9.1	10.5	1.8	6.4	15.5	1.0	1.7	3.7	25.3	17.5	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	
paling	0.3	0.8	0.3	1.5	1.3	0.9	0.9	1.3	2.8	1.1	2.0	0.5	1.7	0.9	2.5	1.0	0.9	1.8	1.6	1.6	1.0	0.6	0.0	1.1	0.7	0.3	1.3	1.1	0.7	0.3	1.3		
rietvoorn	0.3	0.3	0.6	1.0	1.3	0.4	1.4	0.5	1.9	0.0	5.3	0.6	4.8	1.4	2.2	0.4	1.1	1.6	0.7	0.5	3.6	2.6	0.0	2.4	0.6	4.3	1.0	0.0	2.4	0.6	4.3	1.0	
kolblei	0.0	0.0	0.2	2.3	0.3	2.7	0.7	0.2	0.9	0.0	1.8	0.8	0.8	0.3	0.0	0.3	0.7	6.4	0.6	0.0	2.8	3.9	0.0	5.3	1.1	2.6	0.0	0.0	5.3	1.1	2.6	0.0	
bittervoorn	0.0	0.0	2.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	1.5	0.8	3.5	6.2	1.2	0.8	0.0	0.7	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	
hondsvij	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	4.8	0.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
karper	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	1.0	0.0	4.0	0.4	0.4	2.8	7.2	0.6	0.8	0.6	0.8	0.0	1.0	0.6	0.0	1.3	0.0	0.3	0.3	0.0	1.3	0.0	0.3	0.3	
rivierdonderpad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	1.3	0.5	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
zonnebaars	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.6	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.7	1.8	0.7	11.2	0.0	6.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
zeelt	0.4	0.0	0.6	0.2	0.3	0.1	0.3	0.8	0.3	0.0	0.5	3.0	0.2	0.0	0.4	0.7	1.6	0.4	0.5	0.3	0.6	1.5	0.0	0.4	0.0	6.1	0.0	0.0	0.4	0.0	6.1	0.0	
brasem	0.3	0.0	0.4	1.2	0.3	0.6	0.0	1.4	1.2	0.0	1.7	0.3	3.2	0.7	2.5	0.4	1.6	1.6	0.5	0.0	0.0	0.6	0.0	1.3	0.0	1.5	0.0	0.0	1.3	0.0	1.5	0.0	
winde	0.5	0.0	2.5	0.4	0.1	0.1	0.8	0.1	1.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	4.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.0	9.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
snoek	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7	0.2	0.1	0.1	0.3	0.0	0.3	0.3	0.8	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	0.0	1.3	0.5	0.0	0.6	0.0	0.5	1.5	1.3	0.6	0.0	0.5	1.5	
kopvoorn	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	4.7	0.0	0.2	0.0	0.0	2.9	0.0	0.7	1.7	0.8	7.2	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
pos	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.6	0.5	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	1.3	1.1	0.9	0.0	0.7	1.2	0.0	1.1	0.0	0.2	0.3	0.0	1.1	0.0	0.2	0.3	
kl modderkruiper	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.4	
vetje	0.0	0.0	0.2	0.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.7	0.0	0.0	0.5	0.4	0.8	1.0	0.0	2.7	0.3	0.0	1.5	0.4	1.0	0.0	0.1	1.5	0.4	1.0	0.1	
dikkopelrits	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	0.9	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
beekforel	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
snoekbaars	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	

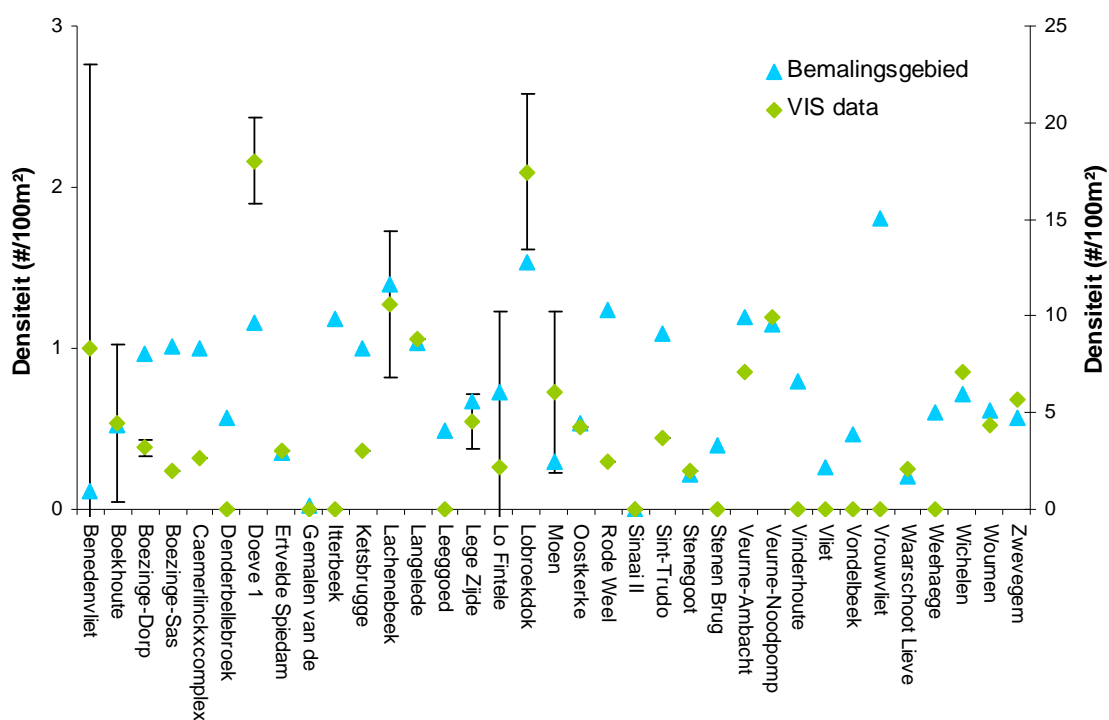
2.2.2.3 Productie zilverpaling

De productie van zilverpaling in een bemalingsgebied is afhankelijk van de oppervlakte van het bemalingsgebied, de palingdensiteit (rivierbekken en type beek) en de lengtefrequentieverdeling van paling in het rivierbekken. In Figuur 11 wordt de relatieve productie van zilverpaling uitgezet tegenover de oppervlakte van het bemalingsgebied. De hoogste absolute zilverpalingproductieschattingen liggen in de grootste bemalingsgebieden. Uit de figuur blijkt dat de absolute productie het hoogst is in het bemalingsgebied van Rode Weel, gevolgd door Boekhoute, Schijnpoort/Lobroekdok, Veurne-Ambacht en Vrouwvliet. De productieschattingen voor Rode Weel en Vrouwvliet lijken echter te hoog. Door het lage aantal visstandbemonsteringen in de waterlopen van de betrokken bemalingsgebieden werd de palingdensiteit daar berekend via schatters die gebaseerd zijn op visbemonsteringen in een veel ruimer gebied. In het bemalingsgebied van Rode Weel liggen slechts twee meetpunten uit de databank en in het bemalingsgebied van Vrouwvliet vier meetpunten. Op al deze meetpunten ligt de gemeten palingdensiteit veel lager dan de geschatte densiteit (Figuur 12).

Hetzelfde geldt voor de pompgemalen met de hoogste specifieke producties (>4 kg/ha), die in de kleinste bemalingsgebieden voorkomen. Deze hoge productie lijkt eerder een artefact van de extreem kleine bemalingsoppervlakte (<1 ha). Waarschijnlijk ligt de reële palingdensiteit in deze gebieden dus (heel wat) lager. De schattingen voor de huidige productie van zilverpaling moeten dus zeker met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.



Figuur 11. Relatie tussen de oppervlakte van het bemalingsgebied (waterlopen, ha) en de productie (rechtse y-as; kg) en specifieke productie (linkse y-as; biomassa (kg) per hectare) van zilverpaling. De belangrijkste pompgemalen zijn aangeduid op de figuur.



Figuur 12. Controle berekening densiteit paling. De gemiddelde palingdensiteit in de bemalingsgebieden op basis van de schatters (blauw) en de gemiddelde densiteit op basis van VIS-meetlocaties in de bemalingsgebieden (groen). De rechtse y-as geeft de densiteit voor het pompgemaal van Benedenvliet.

De huidige specifieke productie (gemiddeld 1.8 kg/ha) ligt veel lager dan de natuurlijke productie (10 kg/ha). Tabel 7 geeft een overzicht van de gemiddelde productieschattingen in de bemalingsgebieden per bekken. De specifieke productie ligt het hoogst in de bemalingsgebieden in het Maas-, Nete-, Demer en Dijlebekken. Dit zijn echter ook de bekkens met de kleinste bemalingsgebieden en zoals eerder aangegeven is de onzekerheid bij de berekening van de productie hier groter.

Tabel 7. Schatting van de huidige productie van zilverpaling in de bemalingsgebieden per rivierbekken.

Bekken	kg/ha	Bekken	kg/ha
IJzer	1.30	Dender	2.06
Brugse polders	1.35	Dijle	3.03
Gentse kanalen	1.24	Demer	4.91
Benedenschelde	1.33	Nete	3.49
Leie	1.96	Maas	4.57
Bovenschede	2.43		

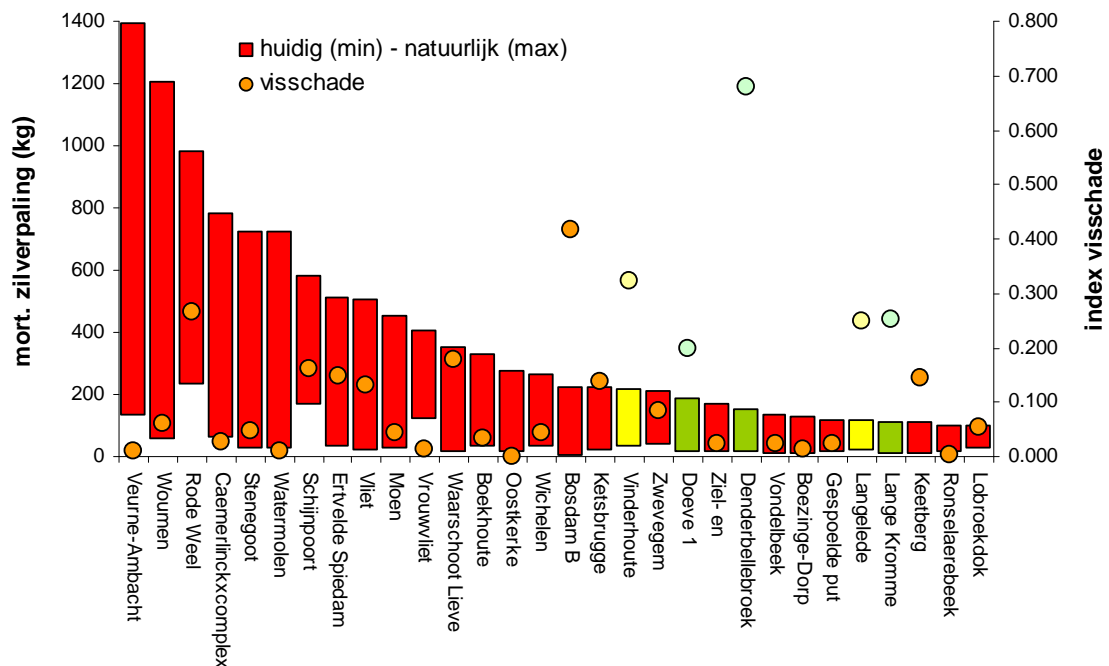
2.2.2.4 Mortaliteitschatting

De visschade door een pompgemaal wordt apart berekend voor paling en andere vissoorten (Tabel 8). Voor paling wordt het aantal zilverpalings berekend dat gedood wordt bij passage door een pompgemaal. Hierbij wordt zowel een berekening gemaakt op basis van de huidige productie als op basis van de natuurlijke productie.

Voor de andere vissoorten kan niet berekend worden hoeveel vissen er door een pompgemaal passeren (zie paragraaf 2.1.2.4). Bijgevolg kan geen absolute mortaliteit berekend worden. Wel werd een schatting gemaakt van de visstand in elk van de bemalingsgebieden. Op basis hiervan werd een relatieve schade-index berekend (gestandaardiseerd voor de oppervlakte van het bemalingsgebied).

In Figuur 13 wordt de mortaliteit van zilverpaling voor de 30 meest schadelijke pompgemalen weergegeven. Zoals eerder aangehaald zijn de schattingen van de huidige productie en dus ook van de mortaliteit onder de huidige productieomstandigheden (ondergrens figuur) voor Rode Weel en Vrouwvliet waarschijnlijk te hoog. De bovengrens van de grafiek wordt gegeven door de mortaliteit bij natuurlijke productie. Deze is afhankelijk van de bemalingsoppervlakte en het type pomp.

De totale geschatte mortaliteit door pompgemalen onder huidige productie bedraagt minimaal 0.5 ton en maximaal 1.7 ton. Onder natuurlijke omstandigheden varieert de mortaliteit tussen 4.1 en 14.2 ton. De mortaliteit door pompgemalen waarvoor geen bemalingsgebied berekend werd, is hierin niet opgenomen. We hebben echter geen zicht op de betrouwbaarheid van onze schattingen. De belangrijkste variabele in de mortaliteitschatting is de productie van zilverpaling. Deze is op haar beurt afhankelijk van de densiteit en de lengtefrequentieverdeling van paling in de waterlopen. Momenteel beschikken we niet over betrouwbare densiteitschattingen van paling in Vlaanderen. Daarnaast is ook de schatting van de productie van zilverpaling onder natuurlijke omstandigheden omstreden. Hiervoor werd een vaste waarde van 10 kg/ha gebruikt, maar deze is waarschijnlijk te laag voor polderwaterlopen.



Figuur 13. Mortaliteit van zilverpaling op basis van de huidige productie (ondergrens) en de natuurlijke productie (bovengrens) en de schade-index bij andere vissoorten. Alleen de 30 meest schadelijke pompgemalen worden weergegeven. Schroefpompgemalen zijn in het rood weergegeven, vijzelgemalen in het geel en centrifugaalpompgemalen in het groen.

De schade door pompgemalen aan andere vissoorten wordt bepaald door de visdensiteit, het pomptype en het lozingspercentage. Gemiddeld is de schade door schroefpompen het hoogst, gevolgd door vijzelgemalen en centrifugaalpompen. Schroefpompgemalen waar gravitaire lozing mogelijk is, hebben een beduidend lagere schade-index (vergelijk bv. Stenegoot (geen gravitaire afwatering) en Watermolen (wel gravitaire afwatering)). De rest van de variatie in mortaliteit binnen eenzelfde type wordt verklaard door de geschatte globale visdensiteit. De schade-index voor Denderbellebroek is het hoogst omdat de schatting voor de visdensiteit daar het hoogste is. Als we echter kijken naar Figuur 12, dan blijkt dat de schatter voor de densiteit in het bemalingsgebied van Denderbellebroek een stuk hoger ligt dan de densiteit in het enige VIS-meetpunt. Ook hier moeten de resultaten dus met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Zonder betrouwbare densiteitschattingen kan geen sluitend antwoord op de schadevraag gegeven worden.

Tabel 8. Mortaliteit zilverpaling (kg, huidige en natuurlijk), index visschade en ligging op de prioriteringskaart vismigratie (prioritaire waterloop of aandachtswaterloop).

1 - IJzerbekken

Naam	opp		huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max				
Veurne-Ambacht	140	44	136	447	1396	<0.01	<0.01				schroef
Woumen	121	19	60	386	1205	0.02	0.06				schroef
Caerlinckxcomplex	78.1	20	63	250	781	<0.01	0.03				schroef
Doeve 1	19	6	18	61	190	0.06	0.20				schroef
Boezinge-Dorp	26.4	0	10	0	129	<0.01	0.01				centriguuaal
Veurne-Noodpomp	19.6	0	9	0	96	<0.01	<0.01	noodpomp			centriguuaal
Baudouin	14.5	0	3	0	96	<0.01	<0.01	zelfde loc. Sint-Karelsmolen			centriguuaal
Bulskamp Nieuwegracht	5.2	2	5	17	52	0.07	0.24				schroef
Zevokote	4.8	3	9	15	48	0.07	0.25				schroef
Werken	3.6	2	7	11	36	0.09	0.29				schroef
Doeve 2	19	0	3	4	35	<0.01	0.07	zelfde loc. Doeve 1			schroef
Kalsijde 1	2.9	1	4	9	29	0.09	0.29				schroef
Slijpe	2.8	1	4	9	28	0.09	0.29				schroef
Boezinge-Sas	5.1	0	2	0	25	<0.01	0.02				centriguuaal
Seine	14.5	0	3	3	25	<0.01	0.08				schroef
Steenkerke Kortewilde	11.6	0	3	2	20	<0.01	<0.01				vijsel
Zilveren Speye	10.1	0	2	2	17	<0.01	0.05				vijsel
Lo Fintele	10	0	1	2	17	<0.01	0.08				vijsel
Esen	4.9	0	1	1	8	<0.01	0.05				vijsel
Wulpen Weidestraat	0.8	0	1	2	8	0.09	0.29				schroef
Wulpen Veldweg 2	0.4	0	1	1	4	0.09	0.29				schroef
Ramskapelle	1.9	0	0	0	3	<0.01	0.11				vijsel
Houtem Westmoere	0.3	0	0	1	3	0.09	0.29				schroef
Wulpen veldweg 1	0.2	0	0	1	2	0.09	0.29				vijsel
Bourgogne	1.3	0	0	0	2	<0.01	0.11				vijsel
Nieuwland	1.1	0	0	0	2	<0.01	0.02				vijsel
Lo Lolege	1	0	0	0	2	<0.01	0.11				vijsel
Veurne Moerhol	0.9	0	0	0	1	<0.01	0.11				vijsel
Wilskerke	0.8	0	0	0	1	<0.01	0.11				vijsel
Veurne Calonnegracht	0.1	0	0	0	1	0.09	0.29				vijsel
Kromme Elleboog	0.5	0	0	0	1	<0.01	0.11				centriguuaal
Legeweg	0.1	0	0	0	0	<0.01	0.11				centriguuaal
Kalsijde 2	2.9	0	0	0	0	0.00	0.00	zelfde loc. Kalsijde 1			dompel
Lammergeleed	0.5	0	0	0	0	0.00	0.00				dompel
Mannekensvere	0.4	0	0	0	0	0.00	0.00				dompel
Sint-Karelsmolen	14.5	0	1	3	25	<0.01	0.03	conische top			vijsel
Kreek Van Nieuwendamme*								Vladslovaart - Ganzepoot			schroef
Nieuw Bedelf*								Ieperleed - Ganzepoot			schroef
Coudeville								bemalingsgebied > catc 3			dompel
Zande								bemalingsgebied > catc 3			dompel
Houtem 100 gemete								bemalingsgebied > catc 3			schroef
Wulveringem								bemalingsgebied > catc 3			schroef

* Productie en mortaliteit konden niet bepaald worden. Vermoedelijk is de mortaliteit substantieel en is de prioriteit hoger.

2 – Bekken Brugse Polders

Naam	opp		huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max				
Oostkerke	56.5	0	17	0	277	<0.01	<0.01				centriguuaal
Ketsbrugge	22.4	8	26	72	224	0.04	0.14				schroef
Ronselaerebeek	9.9	6	18	32	99	<0.01	<0.01				schroef
De Steeger	16.5	0	4	3	28	<0.01	0.02				vijsel
Kwetshage-Paddegat	14.5	0	4	3	25	<0.01	0.02				vijsel
De Katte	8.4	0	2	2	14	<0.01	0.02				vijsel
Sint-Trudo	6.2	0	1	1	11	<0.01	0.06				vijsel
Damse vaart								Leopoldkanaal - Damse vaar			vijsel
Vrijgeweid								bemalingsgebied buiten VHA			dompel

3 – Bekken Gentse Kanalen (Vervolg Tabel 8)

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Ertvelde Spiedam	51.4	12	38	165	514	0.04	0.15		aandacht	schroef
Waarschoot Lieve	35.3	5	15	113	353	0.05	0.18		aandacht	schroef
Bosdam B	4	2	7	72	226	0.12	0.42	zelfde loc. Bosdam A	aandacht	schroef
Vinderhoutse	21.8	12	37	70	218	0.09	0.32		aandacht	schroef
Langelede	11.8	8	26	38	118	0.07	0.25		aandacht	schroef
Lange Kromme	11.4	4	12	37	114	0.07	0.25		aandacht	schroef
Weehaegse	9.4	4	12	30	94	0.09	0.29		aandacht	schroef
Sinaai II	6.7	0	0	22	67	0.09	0.30		aandacht	schroef
Stekene	4.8	1	3	15	48	0.06	0.21		priorit	schroef
Kalve Brug	4.1	2	7	13	41	0.12	0.40		aandacht	schroef
Lege Zijde	3.7	2	5	12	37	0.09	0.31		aandacht	schroef
Sint-Kruis-Winkel	2.6	1	4	8	26	0.12	0.40		aandacht	schroef
Eeklo's Leiken	2.5	1	4	8	25	0.12	0.40			schroef
Daknamse Meersen	2.4	0	0	8	24	0.12	0.40		aandacht	schroef
Bosdam A	4	0	3	0	20	<0.01	0.02		aandacht	centrifugaal
Rodenhuize	1.8	1	3	6	18	0.12	0.40		aandacht	schroef
Damsloot	3.7	0	3	0	18	<0.01	<0.01		priorit	centrifugaal
Stenen Brug	10.6	0	2	2	18	<0.01	0.07		aandacht	vijsel
Kalve Terwest	1.8	1	3	6	18	0.12	0.40		aandacht	schroef
Hondsnest	5.7	0	0	1	10	<0.01	0.15		aandacht	vijsel
Spletteren	0.9	0	2	3	9	0.12	0.40		aandacht	schroef
Ondergemaal Zaffelare	4.2	0	1	1	7	<0.01	0.15		aandacht	vijsel
Volvo	1.9	0	0	0	3	<0.01	0.12		aandacht	vijsel
Leebrugse Meersen	0.3	0	0	1	3	0.12	0.40			schroef
Sint-Francisvolder	1.1	0	0	0	2	<0.01	<0.01		aandacht	vijsel
Sint-Elooi	1	0	0	0	2	<0.01	0.06		aandacht	vijsel
Etbos	0.3	0	0	0	0	0.12	0.40		aandacht	dompel
Valleien van Zuidlede en Moervla	7.7	0	0	0	0	0.07	0.25		aandacht	schroef
Sint-Annepolder	3.2	0	0	0	0	0.00	0.00			dompel
Boekhoute	193	4	36	39	328	<0.01	0.03	conische top	priorit	vijsel
Waarschoot Oostmoer								bemalingsgebied buiten VHA		centrifugaal
De Wilde Speele								bemalingsgebied buiten VHA		dompel
Leebeek								bemalingsgebied > catc 3		vijsel

4 – Beneden-Schelde bekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Rode Weel	98.3	74	232	314	983	0.08	0.27		priorit	schroef
Stenegoot	72.6	10	30	232	726	0.01	0.05		priorit	schroef
Watermolen	72.6	10	30	232	726	<0.01	<0.01	bemalingsgebied Stenegoot	priorit	schroef
Schijnpoort	58.3	54	170	187	583	0.05	0.16	noodpomp	priorit	schroef
Vliet	50.5	8	25	162	505	0.04	0.13		priorit	schroef
Wichelen	26.2	11	36	84	262	0.01	0.04		priorit	schroef
Ziel- en Appeldonkbeek	1.7	6	20	54	170	<0.01	0.02		priorit	schroef
Geespoelde put	11.9	5	15	38	119	<0.01	0.02		aandacht	schroef
Keetberg	11.3	4	12	36	113	0.04	0.14		aandacht	schroef
Benedenvliet	9	5	16	29	90	<0.01	<0.01		aandacht	schroef
Zele-Hoek	9	4	11	29	90	0.06	0.23		aandacht	schroef
Baasrode	13	0	8	0	64	<0.01	<0.01		aandacht	centrifugaal
Vlaamschen dijk	6.3	1	3	20	63	0.01	0.05			schroef
Grootbroek	9.2	0	6	0	45	<0.01	<0.01		aandacht	centrifugaal
Gemalen van de Ledebeek	19.1	0	0	4	32	<0.01	<0.01		priorit	vijsel
Konkel	3	1	3	10	30	0.06	0.23		aandacht	schroef
Waasmunster	2.9	0	0	9	29	<0.01	<0.01		aandacht	schroef
Zele-Dijk	2.4	1	3	8	24	<0.01	0.02		aandacht	schroef
Leeggoed	4.5	0	2	0	22	<0.01	0.01		aandacht	centrifugaal
Burchtse Weel	1.7	1	2	5	17	0.01	0.05			schroef
Sint-Onolfs I	1.7	1	2	5	17	<0.01	0.02		aandacht	schroef
Wullebeek	1.6	1	2	5	16	<0.01	<0.01		aandacht	schroef
Oud-veerstraat	1.5	1	2	5	15	0.06	0.23	wordt verwijderd (KBR)	aandacht	schroef
Tophat	3	0	1	0	15	<0.01	<0.01			schroef
Rodebeek	2	0	1	0	10	<0.01	0.01		aandacht	centrifugaal
Hoofdsloot	1.2	0	1	0	6	<0.01	0.01			schroef
Van Hecke	1.2	0	1	0	6	<0.01	0.01		aandacht	centrifugaal
Noordland	0.5	1	3	2	5	0.09	0.32			schroef
Schoonaarde provinciebaan	0.9	0	1	0	5	<0.01	<0.01			vijsel
Ijkselder	2.4	0	1	0	4	<0.01	0.02		priorit	vijsel
Turfput	0.2	0	0	1	2	0.06	0.23			vijsel
Groot Pontrave	0.2	0	0	0	1	<0.01	0.01			centrifugaal
Kloosterbroek	0.2	0	0	0	1	<0.01	0.01			centrifugaal
D'Honden	0.1	0	0	0	1	<0.01	<0.01			centrifugaal
Loeverbeek	7.7	0	0	0	0	0.00	0.00	noodpomp	priorit	dompel
Sint-Onolfs II	7	0	0	0	0	0.00	0.00		aandacht	dompel
Voorde	2.5	0	0	0	0	0.00	0.00		aandacht	dompel
Melle Heusdenbaan	0.3	0	0	0	0	0.00	0.00	noodpomp		dompel
Rietgracht	0.4	0	0	0	0	0.06	0.23			dompel
Lobroekdok	58.3	3	29	12	99	<0.01	0.06	vispassage + conische top	priorit	vijsel
Klein Pontrave								bemalingsgebied buiten VHA		centrifugaal
Vispoelbeek								bemalingsgebied buiten VHA		dompel
Destelbergen								bemalingsgebied buiten VHA		vijsel

5 – Leiebekken (Vervolg Tabel 8)

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Zwevegem	21.1	13	42	68	211	0.02	0.08	beluchters aanwezig	aandacht	schroef
Ooigem								Leie - kanaal Roeselare	aandacht	schroef

6 – Boven-Schelde bekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Moen	45.3	9	27	145	453	0.01	0.04	beluchters aanwezig	aandacht	schroef
Meerspoort 1	8.8	9	28	28	88	0.19	0.67		aandacht	schroef
Meerspoort 2	8.8	0	14	0	43	<0.01	<0.01		aandacht	centrifugaal
Melden	2.4	0	2	0	4	<0.01	0.24			schroef
Bossuit								Bovenschelde - kanaal Bossu	aandacht	schroef

7 – Denderbekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Denderbellebroek	15.6	6	19	50	156	0.19	0.68		priorit	schroef
Vondelbeek	13.3	4	14	43	133	<0.01	0.02		priorit	schroef
Steenbeek	5.7	1	4	18	57	<0.01	<0.01		priorit	schroef
Gijzegem	2.4	2	5	8	24	<0.01	0.02		aandacht	schroef
De Gavergracht	0.1	0	0	0	1	<0.01	0.06			centrifugaal
Rijt	0.2	0	0	0	0	<0.01	0.43			centrifugaal
Zandbergen	0.2	0	0	0	0	0.00	0.00		aandacht	dompel

8 – Dijlebekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Vrouwvliet	40.7	39	123	130	407	<0.01	0.02		priorit	schroef
Egenhoven								bemalingsgebied > catc 3		dompel
Hellestraat								bemalingsgebied > catc 3		dompel

9 – Demerbekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Schulensbroek	5.6	6	19	18	56	<0.01	0.01		priorit	schroef
Kleuterweg	0.4	1	2	1	4	0.14	0.48			schroef
Heiderbeek	0.2	0	1	1	2	0.14	0.48		aandacht	schroef
Laambeek								voeding vijvers Vogelzangbo	priorit	schroef

10 – Netebekken

Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Itterbeek	7	6	17	22	70	0.02	0.06		aandacht	schroef
Lachenebeek	6	6	18	19	60	0.01	0.04		priorit	schroef
Nijlense beek	4.6	7	23	15	46	0.05	0.18		priorit	schroef
Gestelbeek	4.2	4	12	13	42	<0.01	<0.01			schroef
Goorbosbeek	2.6	2	8	8	26	<0.01	<0.01			schroef
Wouwendonksebeek	1.1	1	3	3	11	<0.01	<0.01			schroef
De Zegge	1	2	5	3	10	0.05	0.18		aandacht	schroef
Laak	1	2	5	3	10	0.05	0.18			schroef
Kijkverdriet	0.9	0	2	0	5	<0.01	0.02			schroef
Perwijsbeek	0.4	0	1	0	2	<0.01	<0.01			centrifugaal
Eekhoven	0.6	0	0	0	1	<0.01	0.03		aandacht	vijzel
Molenbeek	0.1	0	0	0	1	<0.01	<0.01			centrifugaal
Lisperloop	0.1	0	0	0	0	<0.01	<0.01			centrifugaal
Roerdompstraat								bemalingsgebied buiten VHA		vijzel
Kroploop								bemalingsgebied > catc 3		vijzel

11 – Maasbekken

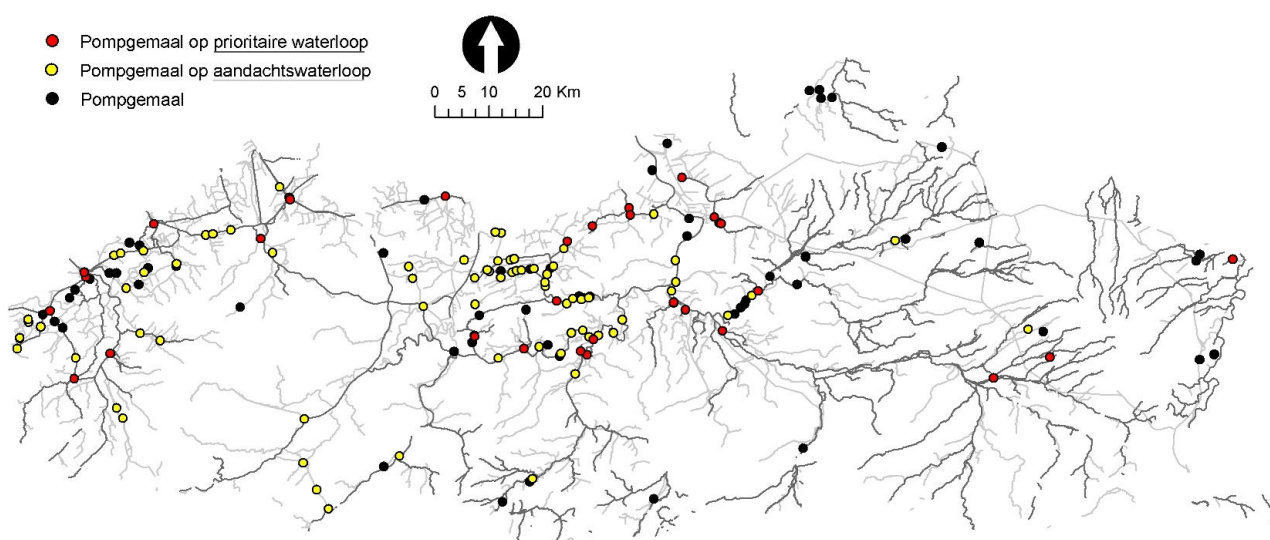
Naam	opp	huidig (kg)		natuurlijk (kg)		Vis		Opmerking	Vismigratie	Type
	(ha)	min	max	min	max	min	max			
Sluiskensweg	1	0	1	0	2	<0.01	0.05			vijzel
Meer	0.8	0	1	0	1	<0.01	0.38			vijzel
Greven	0.3	0	1	0	1	<0.01	<0.01			centrifugaal
Meerseweg	0.2	0	0	0	0	0.00	0.00			dompel
Speekloop	0.1	0	0	0	0	0.00	0.00			dompel
Meeswijk								bemalingsgebied > catc 3		centrifugaal
Winkelderven								bemalingsgebied buiten VHA		onbekend
Woutershof								bemalingsgebied > catc 3		onbekend
Kasteel Borgitter								slotgracht pomp		schroef

3 Leidraad sanering pompgemalen

3.1 Prioritering

Voor de prioritering van de sanering van pompgemalen wordt rekening gehouden met de geschatte mortaliteit onder natuurlijke omstandigheden en de aanwezigheid van visvriendelijke aanpassingen. In Tabel 8 worden de pompgemalen per bekken gerangschikt op basis van de theoretische mortaliteit van zilverpaling. De meest prioritaire pompgemalen staan bovenaan in de tabel, de minst prioritaire onderaan.

Het IJzerbekken, het bekken van de Gentse kanalen en het Beneden-Schelde bekken hebben het hoogste aantal en de meest schadelijke pompgemalen. In het IJzerbekken hebben de pompgemalen van Veurne-Ambacht, Woumen, het Caemerlinckxcomplex en Doeve de hoogste prioriteit. In het bekken van de Gentse kanalen zijn de pompgemalen van Ertvelde, Waarschoot Lieve, Bosdam en Vinderhoute het meest schadelijk en in het Beneden-Schelde bekken zijn dat Rode Weel, Stenegoot, Schijnpoort en Vliet.



Figuur 14. Pompgemalen op prioritaire waterlopen en aandachtswaterlopen.

In de meeste gevallen liggen de schadelijkste pompgemalen ook op prioritaire waterlopen van de prioriteringskaart vismigratie (Stevens & Coeck, 2010). Alleen in het bekken van de Gentse kanalen liggen de meeste pompgemalen op aandachtswaterlopen (Figuur 14).

De prioritering voor de sanering van pompgemalen houdt alleen rekening met stroomafwaartse migratie. Pompgemalen vormen in de meeste gevallen echter ook een effectieve barrière voor stroomopwaartse migratie. Volgens de Benelux-beschikking moeten alle knelpunten op prioritaire waterlopen uiterlijk tegen 2027 opgelost worden (Beschikking M(2009)01). Dit betekent dat een pompgemaal dat op een prioritaire waterloop ligt, zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt moet worden. Vismigratieknelpunten op aandachtswaterlopen moeten in stroomafwaartse richting passeerbaar zijn (Stevens & Coeck, 2010). Dit houdt in dat 65% van de geïnventariseerde pompgemalen minstens in stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt moeten worden. 32 pompgemalen (19%) daarvan liggen op prioritaire waterlopen en moeten in beide richtingen passeerbaar gemaakt worden tegen 2027.

Bij de pompgemalen in het IJzerbekken, staan de pompen van het Nieuw Bedelf en de Kreek van Nieuwendamme onderaan. Voor beide gemalen werd het bemalingsgebied niet bepaald omdat ze op aan de monding van een hoofdwaterloop liggen. Door hun ligging zijn ze echter potentieel zeer schadelijk omdat alle wegtrekkende zilverpalingen uit het afwateringsgebied van de Ieperleed en de Kreek van Nieuwendamme hierlangs moeten passeren. Beide pompgemalen werken slechts gedurende een beperkte tijd bij de hoogste debieten, maar dit zijn ook de periodes waarin zilverpalingen migreren. De pompgemalen 'Lobroekdok', 'Sint-Karelsmolen' en 'Boekhoute' hebben binnen hun stroombekken de laagste prioriteit omdat de vijzels uitgerust zijn met een conische top. Een vijzel met een conische top wordt ook een 'De Witvijzel' genoemd en zou minder schadelijk zijn dan een gewone vijzel. Dit moet echter verder onderzocht worden. Eind 2011 wordt de visvriendelijkheid van De Witvijzels van het pompgemaal in Boekhoute geëvalueerd.

In het Leie- en Boven-Scheldebekken zijn er een aantal pompgemalen die dienen om het waterpeil in kanalen op peil te houden. De pompgemalen van Bossuit en Ooigem pompen water uit respectievelijk de Bovenschelde en de Leie in de kanalen van Bossuit en Roeselare. Gezien hun ligging en functie is het weinig waarschijnlijk dat beide pompgemalen een belangrijke mortaliteit bij paling veroorzaken. Voor de andere pompgemalen op deze kanalen (Moen, Zwevegem, Boezinge-dorp en Boezinge-sas) werden wel mortaliteitscijfers berekend. Door hun ligging en hun specifieke functie is het echter onzeker of de reële impact zo groot is.

Een aantal pompgemalen zijn niet opgenomen in de prioritering voor sanering omdat ze op niet geklasseerde waterlopen liggen (Tabel 9).

Tabel 9. *Pompgemalen die niet opgenomen zijn in de prioritering*

Naam	Reden	Type	Naam	Reden	Type
Leebeek	> catc 3	vijzel	Vrijgeweid	niet op VHA	dompel
Egenhoven	> catc 3	dompel	De Wilde Speele	niet op VHA	dompel
Hellestraat	> catc 3	dompel	Waarschoot Oostmoer	niet op VHA	centrifugaal
Coudeville	> catc 3	dompel	Destelbergen	niet op VHA	vijzel
Houtem 100 gemete	> catc 3	schroef	Klein Pontrave	niet op VHA	centrifugaal
Wulveringem	> catc 3	schroef	Vispoelbeek	niet op VHA	dompel
Zande	> catc 3	dompel	Winkelderven	niet op VHA	onbekend
Woutershof	> catc 3	onbekend	Roerdompstraat	niet op VHA	vijzel
Meeswijk	> catc 3	centrifugaal	Kasteel Borgitter	slotgracht pomp	schroef
Kroploop	> catc 3	vijzel			

3.2 Sanering

Figuur 15 geeft een schematisch overzicht van het stappenplan voor de sanering van een pompgemaal. Het stappenplan heeft als doel een leidraad te bieden voor de benadering van het probleem. In een aantal gevallen zullen reeds uitgewerkte oplossingen beschikbaar zijn, hetzij via ervaringen met gelijkaardige systemen, hetzij via beschikbare literatuur over vismigratie (Kroes & Monden, 2005). De sanering van een pompgemaal is echter meestal sterk afhankelijk van de lokale situatie en vraagt een aanpak op maat. De oplossing voor de migratieproblematiek ter hoogte van een pompgemaal is per definitie locatiespecifiek en vraagt de nodige terreinkennis en specifieke expertise.

Stap 1 – Noodzaak sanering

In een eerste stap wordt nagegaan of een sanering noodzakelijk is. Hiervoor kan de prioritering uit Tabel 8 gebruikt worden. Bij pompgemalen waarvoor geen prioritering werd

opgesteld, kan je nagaan of het ecologisch relevant is het pompgebied te saneren. Pompgebieden die bv. aangesloten zijn op een rioolwaterzuiveringsinstallatie, vormen meestal geen probleem voor vismigratie of visoverleving en moeten meestal niet gesaneerd worden. Ook indien het bemalingsgebied zeer klein is en de waterlopen periodisch droogvallen, dringt een sanering zich niet op.

Stap 2 – Prioriteringskaart vismigratie

Indien het pompgebied op een prioritaire waterloop ligt, dan moet het zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt worden voor vis. Installaties op aandachtswaterlopen moeten in stroomafwaartse richting passeerbaar zijn en indien er werken aan uitgevoerd worden, moet ook de stroomafwaartse migratie hersteld worden.

Voor het realiseren van stroomopwaartse migratie ter hoogte van een pompgebied zijn reeds een aantal oplossingen uitgewerkt in het handboek vismigratie (Kroes & Monden, 2005). Vooral in poldergebieden en in een sterk vertakt waterlopensysteem kan het ook nuttig zijn om alternatieve routes voor stroomopwaartse migratie te onderzoeken. In een aantal gevallen kan het bemalingsgebied via een andere route dan via het pompgebied bereikbaar gemaakt worden voor vissen.

Stap 3 – Alternatieven voor pompwerking

Als het pompgebied in stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt moet worden, gaat men in eerste instantie na of er een alternatief bestaat voor het verpompen van het water. Bij installaties waar ook gravitair geloosd kan worden, kan bv. onderzocht worden of het water bij hoge stroomafwaartse waterstand kan opgehouden worden in retentiezones. Bij lage waterstand moet dan maximaal gravitair afgewaterd worden. In de meeste gevallen echter is een pompgebied de enige oplossing voor een goede waterhuishouding in een gebied en dringt een aanpassing van het pompgebied zich op.

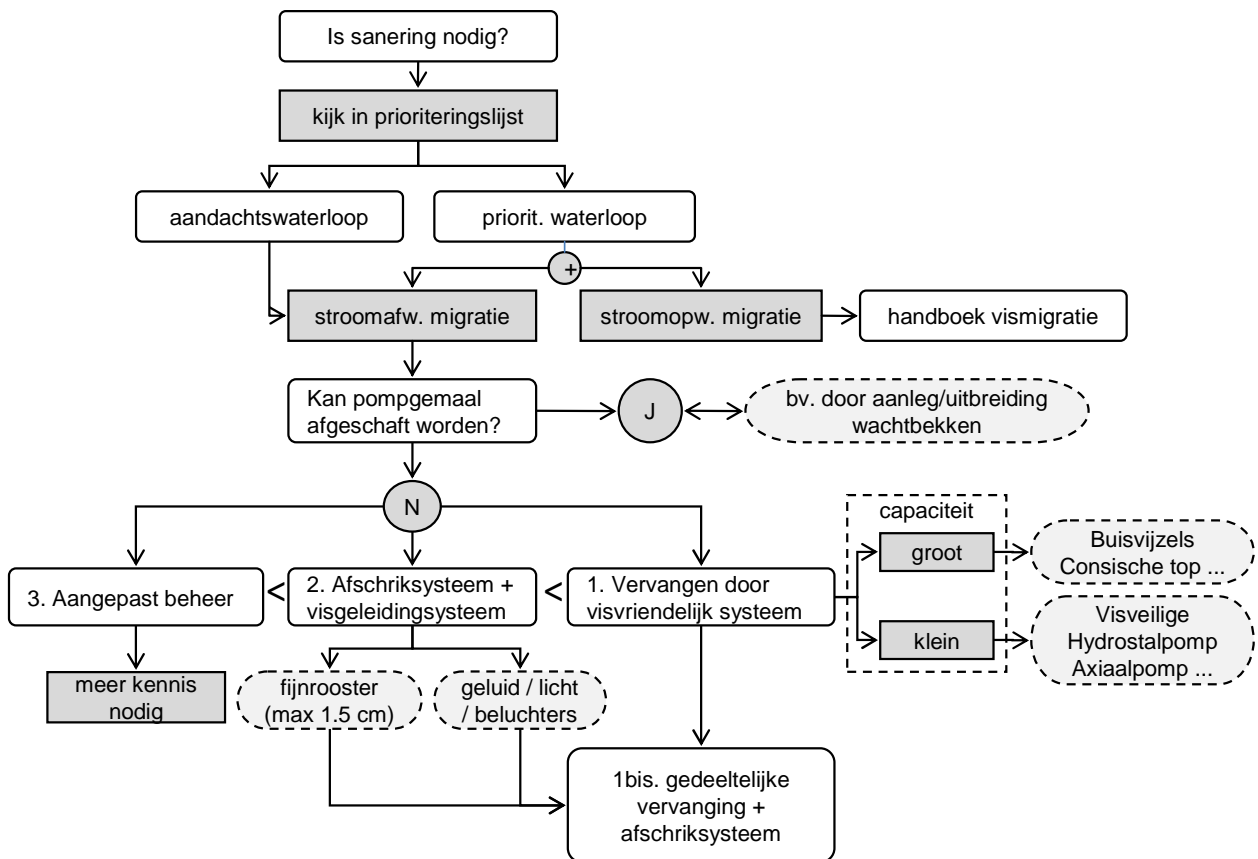
Stap 4 – Aanpassing pompgebied (zie Bijlage 3 voor fiches)

Als een pompwerking noodzakelijk is en de **stroomafwaartse vismigratie** moet hersteld worden, dan moeten ingrepen ervoor zorgen dat visschade vermeden wordt en dat vissen de installatie veilig kunnen passeren. In volgorde van meest naar minst wenselijk kan gekozen worden voor:

(1) Vervanging van de pompen door visvriendelijke pompen.

Mede onder invloed van de Palingbeheerplannen die de verschillende Europese lidstaten hebben opgemaakt, de nieuwe Benelux-beschikking inzake vrije vismigratie en de Kaderrichtlijn Water werd de problematiek van pompgebieden in functie van visveilige vismigratie pas heel recentelijk onder de aandacht gebracht. Het aantal gebieden in Europa dat visvriendelijk werd aangepast of gebouwd is daardoor nog uitermate beperkt. Het bedenken en uitvoeren van nieuwe oplossingen door waterbeheerders moet gestimuleerd te worden en vereist een grondige evaluatie achteraf.

Er zijn reeds enkele pomp/vijzelsystemen op de markt die vissen kunnen transporteren, waarbij de beschadiging geminimaliseerd wordt. De gewenste pompcapaciteit bepaalt in sterke mate welk systeem geschikt is. Voor **grote pompgebieden** kan gekozen worden voor buisvijzels of visvriendelijke vijzelgebieden (De Witvijzel). De Witvijzels zijn aan de instroomzijde uitgerust met een conische top. Hierbij zijn de onderste windingen van de vijzel aangepast zodat het vijzelblad terugloopt naar de as van de vijzel.



Figuur 15. Beslisboom sanering pompgemalen. Zie tekst voor de toelichting.

Bij een buisvijzel zit het vijzelblad vast aan de behuizing, waardoor er geen ruimte meer bestaat tussen de vijzel en de vijzelwand. Net zoals bij een De Witvijzel kan de instroomopening ook met een conische top uitgerust zijn.

Als **kleinere pompdebieten** volstaan, kan de pomp vervangen worden door een visvriendelijke schroefcentrifugaalpomp. In het onderzoek van VisAdvies (van Weeren *et al.* 2010) werden enkele modellen getest via gedwongen blootstelling. Tijdens de proef werden een visvriendelijke Hydrostalpomp (<http://www.fishfriendlypumps.co.uk>) en een Amarex KRT pomp (www.ksb.com) getest. Beide systemen bleken onder de proefomstandigheden 100% visvriendelijk. In een andere experimentele studie werd ook een visvriendelijke axiaalpompe getest (<http://www.fishflowinnovations.nl/>). Ook hier bleek de visschade minimaal (Vrieze, 2009).

Als niet alle pompen vervangen kunnen worden, kan men als tussenoplossing slechts een deel van de schadelijke pompen vervangen door visvriendelijke pompen. Hierbij is het noodzakelijk dat vissen niet in de visvriendelijke pompen terecht komen (gebruik afschriksysteem) en naar de visveilige installatie geleid worden.

(2) Installatie van een visgeleiding- EN afschriksysteem.

Indien de pompen niet vervangen kunnen worden door visvriendelijke pompen, kunnen de vissen langs het gemaal geleid worden. Dergelijke systemen moeten gecombineerd worden met een efficiënt afschriksysteem voor de schadelijke pompen.

Het onderzoek naar visvriendelijke **alternatieven voor stroomafwaartse migratie** rond pompgemalen is relatief nieuw en het aantal beschikbare oplossingen is (nog) beperkt. FishTrack is een visvriendelijk passagesysteem dat ontwikkeld werd door Tauw (www.Tauw.nl). Het systeem bestaat uit twee compartimenten met kleppen waaruit beurtelings gepompt wordt. Via een fijnrooster wordt verhinderd dat vissen in de pompen terecht komen. Het systeem werd in 2010 geïnstalleerd op twee gemalen in Nederland, maar is nog niet geëvalueerd via een onafhankelijke studie.

Door FishFlow Innovations werd een gemaalvispassage ontworpen die vissen de mogelijkheid biedt om het gemaal zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting te passeren. De gemaalvispassage bestaat uit een venturipomp die het mogelijk maakt om een waterbeweging op gang te brengen in twee omloopkanalen. Het gemaal speelt in op het natuurlijke gedrag van de vis. Felle stroboscooplampen houden de vis bij de gemaalpompen weg, waardoor vissen op zoek gaan naar alternatieve stromingen. Deze worden geboden in de vorm van de donkere inlaten van de zijkanalen. De stroming in deze kanalen zal de vis aantrekken. Via de kanalen voert de stroming de vissen stroomopwaarts langs de gemaalpompen heen. De FishFlow gemaalvispassage kan in ieder gemaal ingepast worden, zowel in bestaande gemalen als bij renovatie of nieuwbouw. Voor stroomopwaarts migrerende vissen vormt het water dat door een gemaal wordt uitgemalen een lokstroom. Tijdens het pompen van het gemaal is de gemaalvispassage niet stroomopwaarts passeerbaar vanwege de hoge stroomsnelheid in de venturi. De vissen die door de lokstroom worden aangetrokken zullen zich daarom verzamelen in de uitstroombak. Zodra de gemaalpomp stopt met pompen sluit de terugslagklep achter de vissen, waarna deze door het terugstromende water via de omloopkanalen naar de polder worden gebracht.

Zonder een **efficiënt afschrikstelsel** aan de instroom van de pompen, zijn visgeleidingsystemen echter niet functioneel. Om te vermijden dat vissen in een schadelijke pomp terecht komen kan gewerkt worden met een mechanische barrière of een gedragsbarrière. Zie Turnpenny & O'Keefe (2005) voor een overzicht van de beschikbare technologieën.

Een fijnrooster is een voorbeeld van een mechanische barrière. Om zilverpalingen efficiënt uit een hydroturbine te weren is een maximum spijlafstand nodig van 0.9 cm voor mannetjes en 1.5 cm voor vrouwtjes (EIFAC/ICES, 2007). Fijnroosters raken echter snel verstopt en vragen continue reiniging.

In sommige gevallen kunnen vissen afgeschrikt worden door in te spelen op hun zintuigen en zo hun gedrag te beïnvloeden. Er bestaan afschrikstelsels 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.

(3) Aangepast beheer

Als geen van voorgaande maatregelen wenselijk zijn, kan overwogen worden om de visschade te beperken door het beheer van het pompgemaal aan te passen. Indien gravitaire lozing mogelijk is moet dit maximaal toegepast worden, eventueel in combinatie met de aanleg van retentiezones (zie stap 3). Vissen verschuilen zich

dikwijls in de pompkelder en wanneer de pompen in werking treden worden ze opgezogen (Buysse *et al.*, 2010). Een mogelijke oplossing bestaat erin om telkens voor de opstart van de pompen de vissen uit de pompkelder te jagen. Dit kan bv. door de pompen korte tijd in de andere richting te laten draaien (van Weeren *et al.*, 2010). Een aangepast beheer van de pompduur zou de inzuiging van zilverpaling kunnen verminderen. Wanneer langere tijd gepompt wordt, ontstaat een stroming in het bemalingsgebied die de stroomafwaartse migratie van zilverpaling op gang kan brengen (Baeyens *et al.*, 2011; Buysse *et al.*, 2010). Korte pompsessies hebben echter als nadeel dat andere vissoorten zich telkens opnieuw voor de opening van het pompgemaal vestigen en hierdoor de kans vergroot dat ze opgezogen worden bij een nieuwe pompstart.

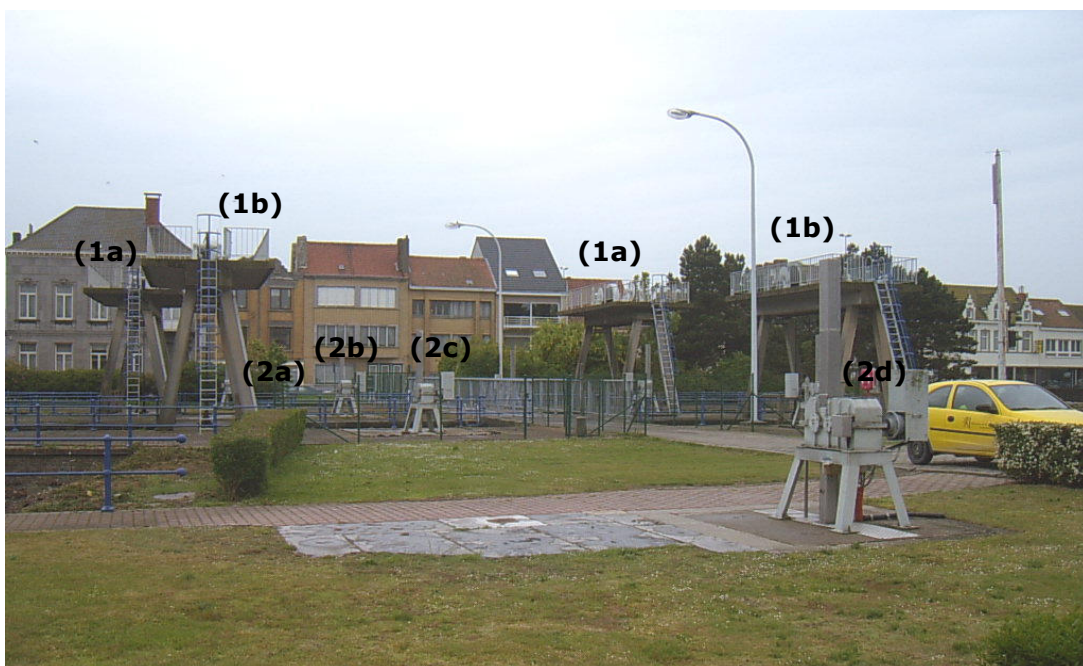
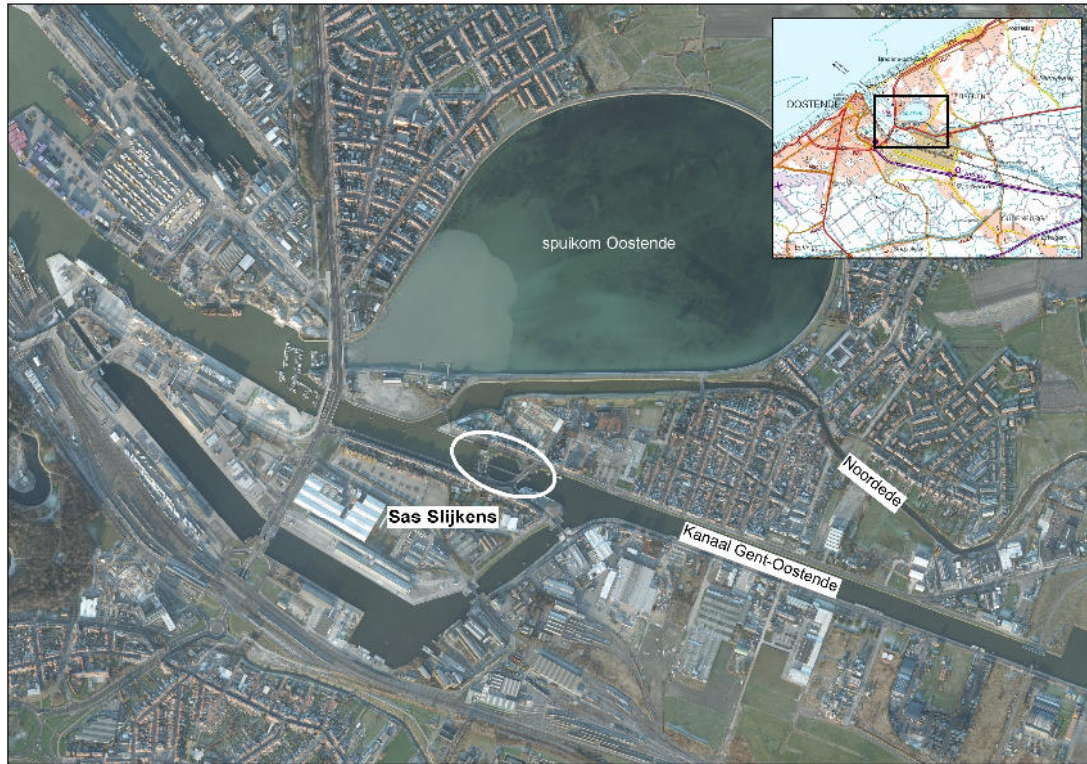
Het moet duidelijk zijn dat een aangepast beheer een milderende maatregel kan zijn, maar nooit een definitieve oplossing. Om na te gaan of aangepast beheer een efficiënte maatregel kan zijn om visschade door pompgemalen te milderen, is verder onderzoek noodzakelijk.

4 Conclusies

- Er werd een inventaris opgemaakt van pompgemalen op openbare waterlopen in Vlaanderen. In totaal werden gegevens van 172 pompgemalen ontvangen. 84 (49%) gemalen zijn uitgerust met schroefpompen, 39 (23%) met vijzels, 27 (16%) met centrifugaalpompen en 20 (12%) met dompelpompen. De meeste pompgemalen liggen in de polders en wateringen van Oost-Vlaanderen (43%), West-Vlaanderen (32%) en Antwerpen (19%).
- Het grootste deel van de pompgemalen wordt beheerd door polders en wateringen (58%). 22% wordt beheerd door de Vlaamse Milieumaatschappij en de nv Waterwegen en Zeekanaal. De rest wordt beheerd door provincies en lokale beheerders.
- De pompwerking is het hoogst in het voor- en het najaar. Bijna de helft van de jaarlijkse pompwerking valt samen met de periode van stroomafwaartse migratie van zilverpaling (augustus-december). Ze hebben dan ook potentieel een zeer grote impact op de wegtrekkende palingen.
- Schroefpompen zijn gemiddeld het meest schadelijk (tot 100% sterfte), gevolgd door vijzelgemalen, centrifugaalpompen en dompelpompen. Er zijn echter grote verschillen in schadepercentages tussen pompgemalen van hetzelfde type. Lokale factoren spelen hierbij een belangrijke rol.
- De totale mortaliteit van zilverpaling door pompgemalen in de huidige productieomstandigheden wordt geschat tussen 0.5 en 1.7 ton per jaar. Onder natuurlijke productieomstandigheden zou de jaarlijkse mortaliteit variëren tussen 4.1 en 14.2 ton. Dit is lager dan de schattingen uit het palingbeheerplan en is te wijten aan de verfijning van de methode. We hebben echter geen zicht op de betrouwbaarheid van deze cijfers, omdat betrouwbare schattingen over de huidige palingdensiteit en de natuurlijke productie ontbreken.
- Op basis van de geschatte mortaliteit onder natuurlijke omstandigheden werd een prioritering opgesteld voor de sanering van de pompgemalen. De meeste pompgemalen (65%) liggen op prioritaire waterlopen of aandachtswaterlopen. Migratieknelpunten op prioritaire waterlopen moeten zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting opgelost worden tegen 2027. Migratieknelpunten op aandachtswaterlopen moeten in stroomafwaartse richting passeerbaar gemaakt worden.
- Voor pompgemalen die passeerbaar gemaakt moeten worden, werd een leidraad opgesteld. Bij het passeerbaar maken van een pompgemaal zijn meerdere scenario's mogelijk. Deze zijn in afnemende mate van wenselijkheid: verwijderen pompgemaal → vervangen door visvriendelijke pompen → plaatsen van een visafschrik- en visgeleidingsysteem → aangepast beheer. De effectiviteit van visvriendelijke pompen, visafschrik- en visgeleidingsysteem en aangepast beheer als milderende maatregelen moeten echter verder onderzocht worden.
- Gezien het aantal pompgemalen en de versnippering van het beheer ervan, is een gestructureerde aanpak van de sanering noodzakelijk. Hierbij moeten waterbeheer en natuurbeheer op mekaar afgestemd worden. De oplossing voor de migratieproblematiek ter hoogte van een pompgemaal is per definitie locatiespecifiek en vraagt de nodige terreinkennis en specifieke expertise.

5 Inventarisatie van de technische karakteristieken van prioritare zoet-zoutovergangen

5.1 Sas Slijkens



[Zie Bijlage 4 voor een technische tekening van de spuiconstructie]

- Waterloop:** Kanaal Gent-Oostende
- Beheer:** W&Z – Afdeling Bovenschelde
- Eigendom:** W&Z – Afdeling Bovenschelde
- Contact:** Franky Vandenberghe
W&Z – Afdeling Bovenschelde
Zwaanhoek 51
8460 Oudenburg
Franky.vandenberghe@wenz.be
T: 059/295934
E: 0476/590328
- Bediening:** Bediening door W&Z. Permanentie 24u/24u, 7d/7d - manueel (automatisatie in voorbereiding)
- Functie:** Afwatering Brugge en polders via Kanaal Gent-Oostende. Kanaal Gent-Oostende bestaat uit 2 peilvakken die gescheiden worden door de Dampoortsluis in Brugge. Het pand Brugge-Oostende watert af via Sas Slijkens. Het kanaalpand ontvangt ook water van 4 pompgemalen en een RWZI. Pompgemalen: Kwetshage-Paddegat, De Stegere en de Katte
- Constructie:** 2 dubbele bovengrondse grote houten schuiven (nr 1 op foto bovenaan) en 4 dubbele ondergrondse kleine houten schuiven (nr 2). Automatische peilmeters stroomop- en stroomafwaarts.
- Peilbeheer:** Streefpeil kanaalpand = 3.94 mTAW. Registratie waterstanden bij Elektriciteit en Mechanica Gent (EMG - Elfjulistraat 41; 9000 Gent). Tel.: 09/244 82 11
- Werking:** Werking spuiconstructie afhankelijk van de lokale waterstand en informatie uit Brugge.
- De lozing gebeurt volledig gravitair. De grote schuiven (nr. 1 en 2) worden alleen gebruikt bij zeer hoge afvoerdebieten. De dagelijkse regeling van het waterniveau gebeurt via de kleine ondergrondse schuiven. De schuiven van (2a) worden eerst gebruikt en daarna achtereenvolgens (2b), (2c) en (2d). Spuien loopt door tot het waterniveau stroomopwaarts 10 tot 20 cm onder het streefpeil gezakt is (creëren buffer).
- Bij springvloed stroomt een beperkte hoeveelheid zeewater over de kleine schuiven.

Maatregelen bekkenbeheerplan:

Actie nr 17 BBP Brugse Polders – Verbetering uitwatering Sas Slijkens te Oostende – haalbaarheidsstudie (Automatisatie van de uitwatering in voorbereiding)

Actie nr 100 BBP Brugse Polders – Wegwerken vismigratieknelpunt Sas Slijkens – Kanaal Gent Oostende

5.2 Blankenbergse vaart



[Zie Bijlage 5 voor een dwarsdoorsnede van de spuiconstructie]

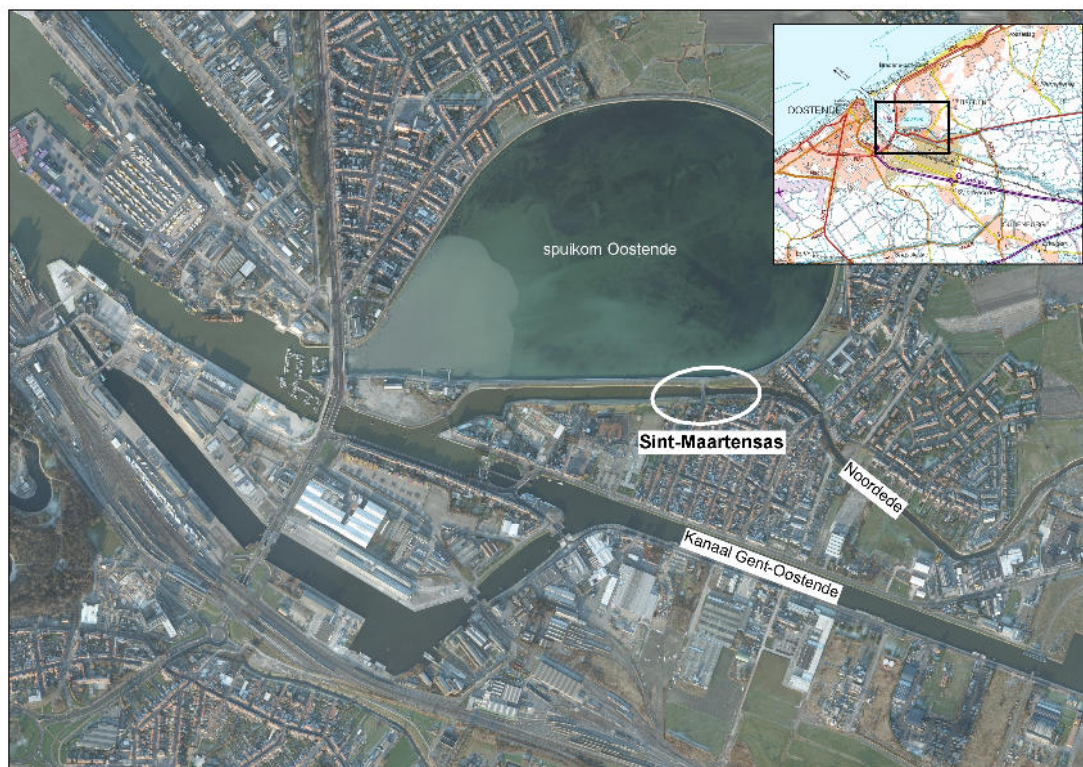
- Waterloop:** Blankenbergse vaart
- Beheer:** VMM – afdeling Operationeel Waterbeheer. Exploitatieovereenkomst met Nieuwe Polder van Blankenberge
- Eigendom:** Waterwegen en Zeekanaal
- Contact:** Daniel Demeyere (ontvanger-griffier)
De Nieuwe Polder van Blankenberge
Kappellestraat 36
8377 Houtave-Zuikerkerke
T: 050 / 31.98.50
F: 050 / 31.94.49
E: daniel.demeyere@polderblankenberge.be
- Bediening:** Door Nieuwe Polder van Blankenberge. De bediening gebeurt manueel door de sluiswachter.
- Functie:** Gravitaire afwatering van het bekken van de Blankenbergse vaart (o.a. Uitkerkse polder). De Blankenbergse vaart staat in open verbinding met de Noordede in Houtave.
- Constructie:** Het sluisencomplex bestaat uit drie naast elkaar liggende kokers van 2.6 meter breed en 2.4 meter hoog en een totale lengte van 25 meter. Het bodempeil ligt op 0 meter TAW. Twee rijen van drie vlakke houten schuiven opgesteld naast de rijweg, kant jachthaven, met afmetingen HxBxD = 2.75 x 3 x 0.14 meter. Iedere schuif wordt aangedreven door een elektrische motor. Drie puntdeuren ter hoogte van de laagwaterlijn met afmetingen HxBxD = 2.75 x 3 x 0.25 meter. De bediening gebeurt vanuit een bedieningsgebouw. Er zijn automatische peilmeters beschikbaar voor de registratie van het waterpeil van de Blankenbergse vaart en het peil van de zee in de jachthaven.
- Peilbeheer:** Streefpeil zomer (hoogwaterpeil): 1.65 - 1.7 meter TAW. Streefpeil winter (laagwaterpeil): 1.3 meter. Om reden van het getijgebonden karakter van de waterlozing kan het waterpeil aan de sluis tijdens het "watertrekken" tijdelijk dalen tot + 0.30 meter TAW. Het waterpeil wordt geregistreerd door de Vlaamse Milieumaatschappij en beschikbaar gesteld via Hydronet (www.hydronet.be). Het meetpunt in Uitkerke t.h.v. Scharebrug (L02_459) is het meest stroomafwaarts gelegen meetpunt.
- Werking:** De lozing gebeurt volledig gravitair.

Maatregelen bekkenbeheerplan:

Actie nr 18 BBP Brugse Polders – Bouw van (nood)gema(a)l(en) op Noordede en/of Blankenbergse Vaart

Afhankelijk van de resultaten van de waterkwantiteitsmodellering wordt de getijgebonden lozing van het afwateringsgebied Noordede/Blankenbergse Vaart aangevuld met pompcapaciteit door pompgemalen op de uitwateringspunten van Noordede en/of Blankenbergse Vaart te plaatsen. Zie ook de bespreking van het peilbeheer in de Uitkerkse polder (Hoofdstuk 6).

5.3 Noordede Bredene (Sint-Maartensas)



- Waterloop:** Noordede
- Beheer:** VMM – afdeling Operationeel Waterbeheer. Exploitatieovereenkomst met Nieuwe Polder van Blankenberge
- Eigendom:** Nieuwe Polder van Blankenberge
- Contact:** Daniel Demeyere (ontvanger-griffier)
De Nieuwe Polder van Blankenberge
Kapellestraat 36
8377 Houtave-Zuierenkerke
T: 050 / 31.98.50
F: 050 / 31.94.49
E: daniel.demeyere@polderblankenberge.be
- Bediening:** Door de Nieuwe Polder van Blankenberge. De bediening gebeurt manueel door de sluiswachter.
- Functie:** Gravitaire afwatering van het bekken van de Noordede + Vicogne (gebied ten noorden van de spuikom, dat vroeger daarin afwaterde). De Noordede staat in open verbinding met de Blankenbergse vaart in Houtave.
- Constructie:** 7 naast elkaar liggende kokers, gemetste gewelven met afmetingen BxH= 2 x 3.2-3.5 meter. Lengte kokers onder de Spaarzaamheidsstraat: 8.9 meter. Het bodempeil ligt op -0.2 meter TAW. 2 rijen, opgesteld langs weerszijden van de Spaarzaamheidsstraat, van 7 vlakke schuiven met afmetingen HxBxD = 5 x 2.35 x 0.16 meter, bestaande uit eikenhouten balken in een ijzeren geraamte. Iedere schuif wordt aangedreven door een elektrische motor. Er zijn automatische peilmeters beschikbaar voor de registratie van het stroomop- en stroomafwaartse waterpeil.
- Peilbeheer:** Streefpeil zomer (hoogwaterpeil): 1.70 meter TAW. Streefpeil winter (laagwaterpeil): 1.3 meter. Om reden van het getijgebonden karakter van de waterlozing kan het waterpeil aan de sluis tijdens het "watertrekken" tijdelijk dalen tot + 0.1 meter TAW. Het waterpeil wordt geregistreerd door de Vlaamse Milieumaatschappij en beschikbaar gesteld via Hydronet (www.hydronet.be). Het meetpunt in Bredene t.h.v. Nukkerbrug (L02_42B) is het meest stroomafwaarts gelegen meetpunt.
- Werking:** De lozing gebeurt volledig gravitair.

Maatregelen bekkenbeheerplan:

Actie nr 18 BBP Brugse Polders – *Bouw van (nood)gema(a)l(en) op Noordede en/of Blankenbergse Vaart*

Afhankelijk van de resultaten van de waterkwantiteitsmodellering wordt de getijgebonden lozing van het afwateringsgebied Noordede/Blankenbergse Vaart aangevuld met pompcapaciteit door pompgemalen op de uitwateringspunten van Noordede en/of Blankenbergse Vaart te plaatsen.

Actie nr 102 BBP Brugse Polders – *Wegwerken vismigratieknelpunt Noordede*

Het Sint-Maartensas, op de uitmonding van de Noordede in de achterhaven van Oostende vormt een vismigratieknelpunt. De invloed van dit sas, met schuifdeuren, op de migratie van vissen dient verder te worden onderzocht. Indien nodig moeten maatregelen getroffen worden om dit migratieknelpunt op te heffen.

5.4 Leopoldkanaal Zeebrugge



Waterloop: Leopoldkanaal

Beheer: Waterwegen en Zeekanaal, afdeling Bovenschelde

Eigenaar: Waterwegen en Zeekanaal, afdeling Bovenschelde

Contact: Nederkouter 28, 9000 Gent
bovenschelde@wenz.be
09/2680211

Bediening: Automatische bediening. Geen permanentie, alleen bij hevige regenval.

Functie: Gravitaire afwatering van het bekken van het Leopoldkanaal. Het Leopoldkanaal wordt door een klepstuw in Sint-Laureins (O-VI) in een oostelijk en een westelijk pand verdeeld. Het oostelijk gedeelte watert af naar de Braakmankreek (Nederland) en verder naar de Westerschelde. Het westelijk gedeelte watert af naar de Noordzee via het schuivencomplex te Zeebrugge. De stuw te Sint-Laureins vormt de waterscheiding tussen het Bekken van de Brugse Polders en dat van de Gentse Kanalen. Onder normale omstandigheden watert de Ronselaerebeek (Zwinpolder) af naar het Leopoldkanaal. In noodgevallen wordt het water echter naar het Schipdonkkanaal gepompt.

Constructie: Het Leopoldkanaal en het Schipdonkkanaal monden uit in een gemeenschappelijke constructie in de voorhaven van Zeebrugge. Het Leopoldkanaal loost in de Brugse voorhaven via één ondergrondse koker (15 x 15 x 900 m) die afgesloten wordt met drie houten schuiven in een ijzeren u-profiel (3 x 2 sluisdeuren). De bodemplaaf van de spuiconstructie ligt op -3 mTAW. Automatische peilmeters voor de registratie van het waterpeil in het Leopoldkanaal en de voorhaven.

Recent werd een vergunning verleend voor de bouw van een noodpompgemaal, dat bij piekdebieten in het Leopoldkanaal 10 m²/s kan overpompen naar het Schipdonkkanaal. Het afslagpeil bedraagt 2 mTAW.

Peilbeheer: Het streefpeil op het Leopoldkanaal bedraagt 1.5 m TAW in de zomer en 1.3 m TAW in de winter. Peilen worden automatisch geregistreerd via ABBA (systeem EMG-Vlaamse Gemeenschap). Z = zeepeil geregistreerd in de voorhaven; K = gewogen gemiddelde van kanaalpeilen in Maldegem en Zeebrugge.

		winterperiode	zomerperiode
Fase 1 <i>Deur 7</i>	Openen	1) $K \geq (+ 1.5 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 100 \text{ cm}$	1) $K \geq (+ 1.65 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 100 \text{ cm}$
	Sluiten	$K = (+ 1.4 \text{ m})$ of $(K-Z) < 100 \text{ cm}$	$K = (+ 1.55 \text{ m})$ of $(K-Z) < 100 \text{ cm}$
Fase 2 <i>Deur 8 & 9</i>	Openen	1) $K \geq (+ 1.65 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 100 \text{ cm}$	1) $K \geq (+ 1.75 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 100 \text{ cm}$
	Sluiten	of $(K-Z) < 20 \text{ cm}$	of $(K-Z) < 15 \text{ cm}$
	Alarmpeilen HW	3.8 m (AKL) 2.2 m (LK)	

Werking: Gravitaire lozing in zee gebeurt op het ogenblik wanneer het zeewater lager staat dan het peil in de polderwaterlopen of kanalen. Zodra het zeewater door de getijdenwerking terug stijgt (bij springvloed kan het water stijgen tot boven de 5 m TAW) worden de sluizen terug gesloten. Bijgevolg kunnen de polders slechts gedurende enkele uren per dag water afvoeren in zee. Deze korte lozingsperioden worden bovendien geregeld ingekort omdat het zeepeil aan de kust opgestuwd wordt door de wind. Bij harde westenwind kan het gebeuren dat het zeepeil niet onder de 2.20m TAW daalt zodat de schuiven niet geopend kunnen worden. Gedurende de periodes waarin niet kan geloosd worden moet het overtollig polderwater worden opgeslagen in de polder waterlopen. Om over voldoende bergingsruimte te beschikken en om te anticiperen op mogelijke vloedperioden, worden de polderpeilen in de winter laag gehouden.

Maatregelen bekkenbeheerplan:

Actie nr 15 BBP Brugse Polders – Bemaling Leopoldkanaal te Zeebrugge naar Afleidingskanaal

Het afstromingsgebied van het Leopoldkanaal wordt vaak geteisterd door wateroverlast. De beheersing van het waterpeil wordt er bemoeilijkt door een vrij laag waterpeil op het Leopoldkanaal in samenhang met een getijgebonden lozing op zee. Ondersteuning van de getijgebonden lozing met noodbemaling is noodzakelijk.

→ Installatie van pompgemaal is goedgekeurd

Actie nr 101 BBP Brugse Polders – Wegwerken vismigratieknelpunten Leopoldkanaal

Op het Leopoldkanaal zijn er twee vismigratieknelpunten vastgesteld. Namelijk de uitwateringssluizen te Zeebrugge en de klepstuw te Sint-Laureins. Sanering is voorzien na 2010.

5.5 Schipdonkkanaal Zeebrugge

Zie Leopoldkanaal

Waterloop: Het Schipdonkkanaal (= afleidingskanaal van de Leie) bestaat uit drie panden: Deinze-Merendree (streefpeil: 5.69 m TAW), Merendree-Balgerhoeke (streefpeil: 5 m TAW) en Balgerhoeke-Zeebrugge (streefpeil: 3.3 m TAW). Van Noorderwal tot Schipdonk wordt het kanaal gebruikt voor beroepsvaart, tussen Schipdonk en Balgerhoeke enkel voor pleziervaart en stroomafwaarts Balgerhoeke is geen scheepvaart meer toegelaten en dient als buffer voor de lozing.

Beheer: Waterwegen en Zeekanaal, afdeling Bovenschelde

Eigenaar: Waterwegen en Zeekanaal, afdeling Bovenschelde

Contact: Nederkouter 28, 9000 Gent
bovenschelde@wenz.be
09/2680211

Bediening: Automatische bediening. Geen permanentie, alleen bij hevige regenval.

Functie: Afvoer van water uit de Leie vanaf Deinze (+/- 2/3 van het debiet van de Leie). In Merendree wordt een deel van dat water afgevoerd naar het kanaal Gent-Oostende. De regeling van de verdeling van het debiet in Merendree gebeurt via een sifon met schuiven onder het kanaal en via twee stuwen met schotten links en rechts van de sluis in Schipdonk. In Balgerhoeke staan twee parallelle stuwen. Het noodgemaal op de Ronselaerebeek bemaalt het deel van de Zwinpolder ten westen van het Leopoldkanaal in geval van nood naar het Schipdonkkanaal. Onder normale omstandigheden watert de Ronselaerebeek af naar het Leopoldkanaal.

Constructie: Het Leopoldkanaal en het Schipdonkkanaal monden uit in een gemeenschappelijke constructie in de voorhaven van Zeebrugge. Het Schipdonkkanaal loost in de Brugse voorhaven via twee ondergrondse kokers (15 x 15 x 900 m) die elk afgesloten worden met drie houten schuiven in een ijzeren u-profiel 6 x 2 sluisdeuren. De betonnen koker heeft een bodemdiepte van -3 m TAW. Automatische peilmeters voor de registratie van het waterpeil in het Schipdonkkanaal en de voorhaven.

Peilbeheer: Het streefpeil op het Schipdonkkanaal bedraagt 2.8 m TAW. Het maximale peil bedraagt 5 m TAW. Peilen worden automatisch geregistreerd via ABBA (systeem EMG-Vlaamse Gemeenschap). Z = zeepeil geregistreerd in de voorhaven; K = gewogen gemiddelde van kanaalpeilen in Maldegem en Zeebrugge

		winterperiode	zomerperiode
Fase 1 Deuren 1 & 2	Openen	1) $K \geq (+ 3.1 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$	1) $K \geq (+ 3.3 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$
	Sluiten	$K \leq (+ 2.6 \text{ m})$ of $(K-Z) < 15 \text{ m}$	$K \leq (+ 3.1 \text{ m})$ of $(K-Z) < 15 \text{ m}$
Fase 2 Deuren 3 & 4	Openen	1) $K \geq (+ 3.3 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$	1) $K \geq (+ 3.4 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$

Fase 3 <i>Deuren 5 & 6</i>	Sluiten	$K \leq (+ 2 \text{ m})$ of $(K-Z) < 15 \text{ m}$	$K \leq (+ 2.5 \text{ m})$ of $(K-Z) < 15 \text{ m}$
	Openen	1) $K \geq (+ 3.5 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$	1) $K \geq (+ 3.5 \text{ m})$ 2) $(K-Z) > 20 \text{ cm}$ 3) $(K-Z) < 200 \text{ cm}$
	Sluiten	$K \leq (+ 1.5 \text{ m})$ of $(K-Z) < 20 \text{ cm}$	$K \leq (+ 2.4 \text{ m})$ of $(K-Z) < 20 \text{ cm}$

Werking: De afwatering is beperkt tot perioden waarin het Noordzeepeil lager is dan dat van het Afleidingskanaal. Het peil in het Schipdonkkanaal is gemiddeld ongeveer 2 m hoger dan in het Leopoldkanaal. Hierdoor kan het Schipdonkkanaal sneller in de getijcyclus beginnen lozen. Het hogere waterpeil zorgt er bovendien voor dat het Schipdonkkanaal op hetzelfde moment steeds meer kan lozen dan het Leopoldkanaal. Het water uit het Schipdonkkanaal drukt als het ware het water uit het Leopoldkanaal weg (WES, 2005).

Maatregelen bekkenbeheerplan:

Actie nr 15 BBP Brugse Polders – Bemaling Leopoldkanaal te Zeebrugge naar Afleidingskanaal

Het afstromingsgebied van het Leopoldkanaal wordt vaak geteisterd door wateroverlast. De beheersing van het waterpeil wordt er bemoeilijkt door een vrij laag waterpeil op het Leopoldkanaal in samenhang met een getijgebonden lozing op zee. Ondersteuning van de getijgebonden lozing met noodbemaling is noodzakelijk.

5.6 Aangepast spuibeheer

Onderzoek ter hoogte van het Ganzepoot spuicomplex in Nieuwpoort toont aan dat er nagenoeg geen glasaal migreert door gesloten spuideuren (Mouton *et al.*, 2009). Om de landinwaartse migratie van glasalen te herstellen, kan een aangepast spuibeheer toegepast worden. Hierbij wordt de spuisluis geopend (+/- 10 cm in de Ganzepoot) kort voor het moment waarop het peil van de waterloop gelijk is aan het peil van de zee. De glasalen die zich voor de spuiconstructie aan de zeezijde bevinden kunnen dan met het instromende zeewater landinwaarts migreren. Bij een te lage afvoer bestaat echter het risico op verzilting van de waterloop. Om de zoutwaterinstroom te beperken kan deze methode tijdelijk worden toegepast of kan een andere oplossing overwogen worden. Momenteel wordt in de IJzer onderzocht in welke mate een langdurige toepassing van het alternatief spuibeheer een verzilting van de IJzer veroorzaakt. De resultaten van deze studie zullen gebruikt worden om de randvoorwaarden voor de toepassing van het alternatief spuibeheer te bepalen.

In Mouton *et al.* (2009) worden een aantal oplossingen voor glasaalmigratie ter hoogte van zoet-zoutovergangen vergeleken (een vistrap, een glasaalgoot, een hevel, aangepast spuibeheer en vangst/uitzet van glasaal). Op basis van het gebruikte afwegingskader komt men tot het besluit dat het aangepast spuibeheer de meest aangewezen oplossing is voor de glasaalmigratieproblematiek in de IJzermonding. De constructie van een glasaalgoot, hevelvistrap of bekkenvistrap ter hoogte van de Ganzepoot is minder aangewezen aangezien een sterke lokstroom vereist is. Mogelijk kan de aanleg van hevelvistrappen overwogen worden ter hoogte van de mondingen waar onvoldoende debiet is om het aangepast spuibeheer toe te passen. Door het lage uitstroombdebit kan de uitlaat van deze constructies eventueel in de monding worden geplaatst, waardoor een aanvaardbare efficiëntie kan

worden bereikt. Bovendien laten dergelijke constructies meteen ook migratie van andere vissoorten toe.

De toepassing van alternatief spuibeheer t.h.v. de besproken zoet-zoutovergangen in dit rapport is dus grotendeels afhankelijk van het afvoerdebiet van de waterloop. Gezien de lage afvoerdebieten van de Blankenbergse vaart, het Schipdonkkanaal en het Leopoldkanaal (IMDC, 2009; data HIC) lijkt de kans op een gedeeltelijke verzilting van deze waterlopen reëel bij een onbeperkte toepassing van aangepast spuibeheer. De afvoer van het kanaal Gent-Oostende ter hoogte van het Sas Slijkens lijkt hoog genoeg om het alternatief spuibeheer minstens tijdelijk toe te passen.

Indien enkel de stroomopwaartse migratie van glasaal hersteld moet worden, dan kan overwogen worden om het aangepast spuibeheer alleen toe te passen tijdens de piek van de glasaalmigratie. Deze piek valt meestal in maart-april. De gegevens van de glasaalmonitoring in Nieuwpoort kunnen gebruikt worden om jaarlijks de piekmigratie te identificeren en de periode van alternatief spuibeheer zo nauwkeurig mogelijk vast te leggen.

Afhankelijk van de doelsoorten waarvoor de landinwaartse migratie mogelijk gemaakt moet worden, kan men ook opteren voor de plaatsing van een hevelvispassage (meerdere soorten) of een glasaalgoot (alleen paling). In beide gevallen is een grondige voorstudie nodig om de werking en plaatsing van de constructies te optimaliseren.

Voor elk van de besproken zoet-zoutovergangen moet in ieder geval eerst onderzocht worden of het afvoerdebiet hoog genoeg is om een (tijdelijk) alternatief spuibeheer toe te passen zonder dat de waterloop teveel verzilt. De resultaten van de studie in de IJzer kunnen hierbij richting aangevend zijn. Indien de afvoerdebieten te laag zijn kan overwogen worden om een glasaalgoot of een hevelvispassage te installeren.

5.7 Besluit

Alle besproken spuiconstructies hebben een gelijkaardig schuivensysteem dat aangedreven wordt met een elektrische motor. Alleen bij het Schipdonkkanaal en het Leopoldkanaal is er een automatische bediening. De andere spuiconstructies (Maartensas, Blankenberge en Sas Slijkens) worden manueel bediend. Voor het Sas van Slijkens zijn wel plannen voor automatisatie.

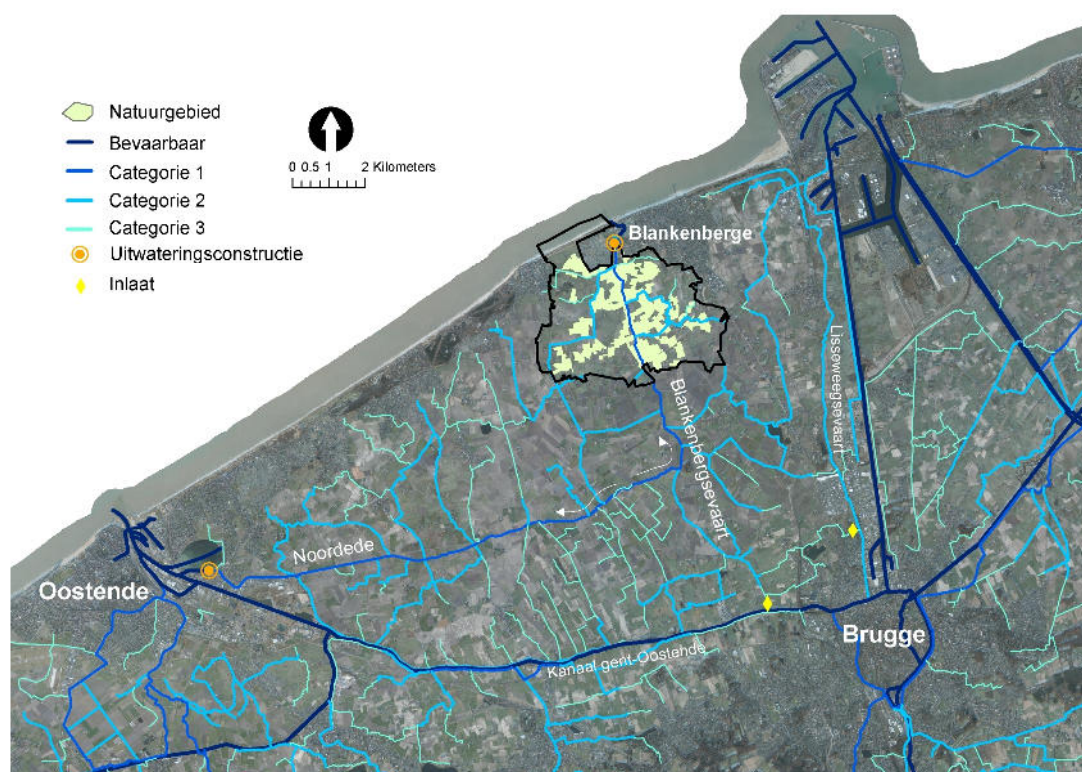
Op dit ogenblik wordt het volledige debiet van de betrokken waterlopen gravitair geloosd bij laag water. Door de beperkte lozingscapaciteit van het Leopoldkanaal, zal er echter een pompgebied gebouwd worden dat bij piekdebieten het overtollige water naar het Schipdonkkanaal pompt. Ook in het bekkenbeheerplan van de Brugse Polders is de bouw van een pompgebied aan het Maartensas en/of in Blankenberge opgenomen als actiepoint (zie ook Hoofdstuk 6).

De optrek van glasaal naar het binnenland kan mogelijk gemaakt worden via aangepast beheer van de schuiven. Hierbij worden tijdens het opkomend tij de spuischuiven beperkt geopend, zodat glasalen stroomopwaarts kunnen migreren met het instromende water (zie Mouton *et al.*, 2009 voor de IJzermonding als voorbeeld). Bij zoet-zoutovergangen met een beperkt afvoerdebiet bestaat er echter kans op verzilting van de waterloop omdat door de beperkte afvoer bij laag water dan te weinig brak water afgevoerd kan worden. De randvoorwaarden voor dit alternatief spuibeheer worden op dit ogenblik onderzocht aan de IJzermonding. De resultaten van deze studie kunnen dan gebruikt worden om na te gaan onder welke omstandigheden een aangepast spuibeheer doeltreffend is om de optrek van glasaal te herstellen.

6 Waterpeilbeheer Uitkerkse polder

6.1 Situering

De Uitkerkse polder behoort tot het stroomgebied van de Noordede en Blankebergsevaart (Bekken Brugse polders). Binnen het gebied is ongeveer 430 ha ingekleurd als natuurgebied, waarvan meer dan 250 ha erkend natuurgebied is. De twee hoofdwaterlopen zijn de Blankebergse vaart (VHAG code 2123) en de Noordede (VHAG code 2122). In Houtave staat de Blankebergse vaart in open verbinding met de Noordede. Het deel van de Blankebergse vaart ten noorden van deze verbinding is eerste categorie, ten zuiden 2^{de} en 3^{de} categorie.



Figuur 16. Situering van de Uitkerkse polder en het stroomgebied van de Noordede en de Blankebergsevaart

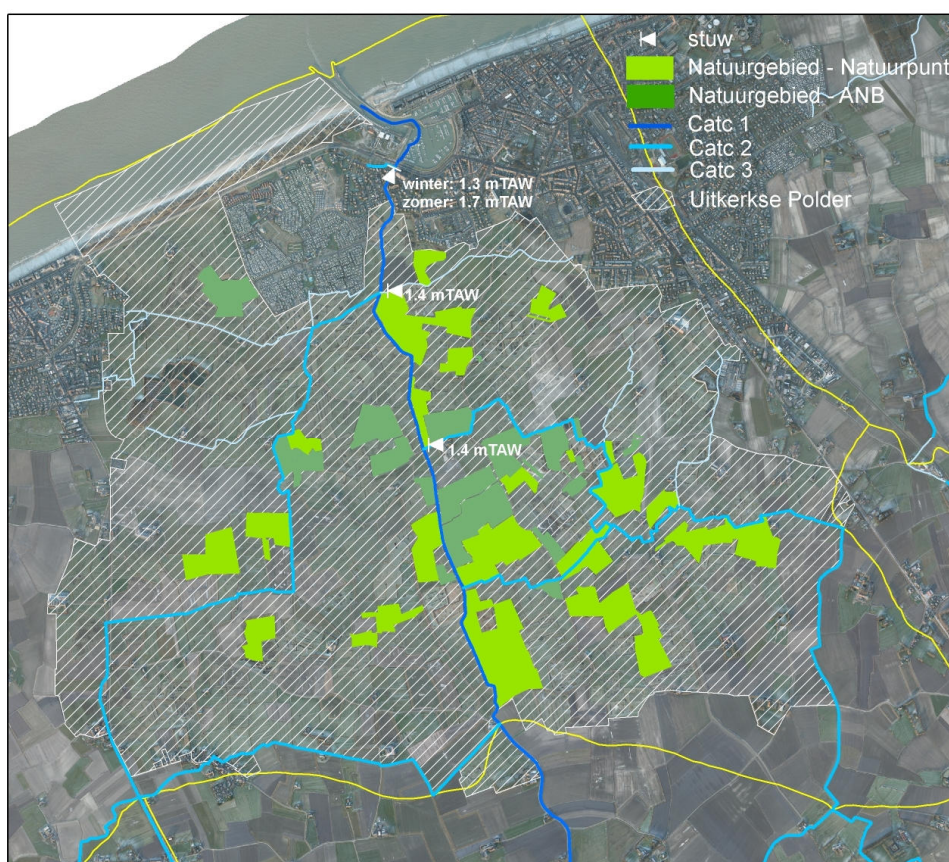
De Noordede watert af via het Maartensas in Oostende (hoofdstuk 5.3) en de Blankebergse vaart via het spuicomples in Blankenberge (Hoofdstuk 5.2). De afwatering van beide waterlopen is volledig gravitair, waardoor slechts gedurende een beperkte periode kan geloosd worden. Bij langdurige droogte kan water uit het Kanaal Gent-Oostende aangevoerd worden via de inlaatconstructie aan Speyen en via het Blauwe Torengedeel vanuit de Lisseweegsevaart.

Om water op te houden werden twee stuwen geplaatst op zijlopen van de Blankebergse vaart (Figuur 17 - Meulezwin en Duivekotader). Beide stuwen dienen in de eerste plaats om peilfluctuaties op te vangen bij watertrekking in Blankenberge. De stuw op het Meulezwin bestaat uit vier schotten van ongeveer 1 m breed. Drie van deze schotten zijn ingesteld op

1.4 mTAW, het vierde schot op 1.35 mTAW. De stuw op de Duivekotader bestaat uit één schot met een stuwpeil van 1.4 mTAW.

Daarnaast werden ook twee opstuwingszones ingericht. Beide houden het water in de zone op een winterpeil van 1.9 mTAW en een zomerpeil van 1.7 mTAW. Het peil in elke zone wordt geregeld via een enkele regelbare klepstuw op een van de perceelsslotten. Het netwerk van sloten in de opstuwingszones maakt geen deel uit van de VHA.

Het polderbestuur (Nieuwe polder van Blankenberge) hanteert een peil in de Blankenbergsevaart van 1.7 mTAW in de zomer en 1.3 mTAW in de winter. Om voldoende bergingscapaciteit te hebben, wordt het waterpeil in het meest stroomafwaartse deel van de Blankenbergse vaart soms verlaagd tot 0.3 mTAW. Na het sluiten van de sluisdeuren herstelt het evenwicht zich terug rond 1.3 mTAW.



Figuur 17. Erkend natuurgebied in de Uitkerkse polders. Stuwen op zijlopen (Meulezwin: bovenaan – Duivekotader: onderaan).

6.2 Probleemstelling

Het huidige peilbeheer is gericht op een hoger waterpeil in de zomer en een lager peil in de winter. In de zomer wordt het waterpeil hoger gehouden voor de landbouw en veeteelt. Het waterpeil in de winter wordt verlaagd om voldoende buffercapaciteit aan te leggen en in het voorjaar om de akkers tijdig te kunnen bewerken. Deze verlaagde winterpeilen zijn echter nadelig voor het natuurbeheer in de Uitkerkse polders. Te lage waterpeilen verhogen het risico op bevriezing van waterplanten en op verdroging van vochtgevoelige vegetaties. Daarnaast zorgt de lagere waterdruk in de winter ook voor een verhoging van de zilte kwel.

In een studie van IMDC (2009) werden enkele scenario's voor een alternatief peilbeheer vergeleken. Voor het aspect vismigratie zijn vooral de scenario's met Pompgemalen en de afkoppeling van de Blankenbergsevaart van belang. Om de afvoer van water uit het gebied getijonafhankelijk te maken, moet het water aan de uitwateringsconstructies verpompt worden. In de studie worden scenario's vergeleken met en zonder pompgemalen aan het Maartensas (Noordede), Twee Speien (Blankenbergsevaart catc 3) en in Blankenberge (Blankenberghsevaart catc 1). Daarnaast wordt ook gekeken of de Blankenbergsevaart catc 1 kan afgekoppeld worden van de Noordede en de Blankenbergsevaart catc 2-3. Op die manier zou een hoger winterpeil in het deel van eerste categorie kunnen aangehouden worden en kan het peil in de Noordede en het deel van tweede en derde categorie laag gehouden worden met pompen.

In de huidige situatie vormen de uitwateringsconstructies in Blankenberge en Oostende een barrière voor vissen die vanuit zee stroomopwaarts migreren. De stuwen op de zijlopen (Meulezwin en Duivekotader) vormen alleen in de winter een obstakel voor vissen die in het gebied migreren. Moesten er in de toekomst één of meerdere pompgemalen geplaatst worden aan de uitwateringsconstructies, dan vormen deze potentieel een barrière voor vissen die stroomafwaarts migreren (bv. paling).

6.3 Bespreking vismigratie

6.3.1 Vismigratie van en naar de Uitkerkse polder

Vissen kunnen naar de polderwaterlopen migreren vanuit de zee of vanuit het kanaal Gent-Oostende. Migratie van en naar de zee is van belang voor diadrome soorten zoals paling en driedoornige stekelbaars. Deze soorten groeien op in zoetwater en migreren naar zee om zich voort te planten (katadrome soorten) of maken de omgekeerde beweging (anadrome soorten). De polderwaterlopen zijn ideale opgroeigebieden voor paling. Palingen arriveren aan onze kust als doorzichtige glasalen, waarna ze de binnenwateren optrekken en metamorfoserend tot gele paling. Na een aantal jaren metamorfoserend de volwassen palingen tot zilverpaling en migreren ze terug naar zee om zich voort te planten. Tijdens hun levenscyclus moeten ze dus minstens twee keer de overgang maken tussen het zoete en zoute milieu.

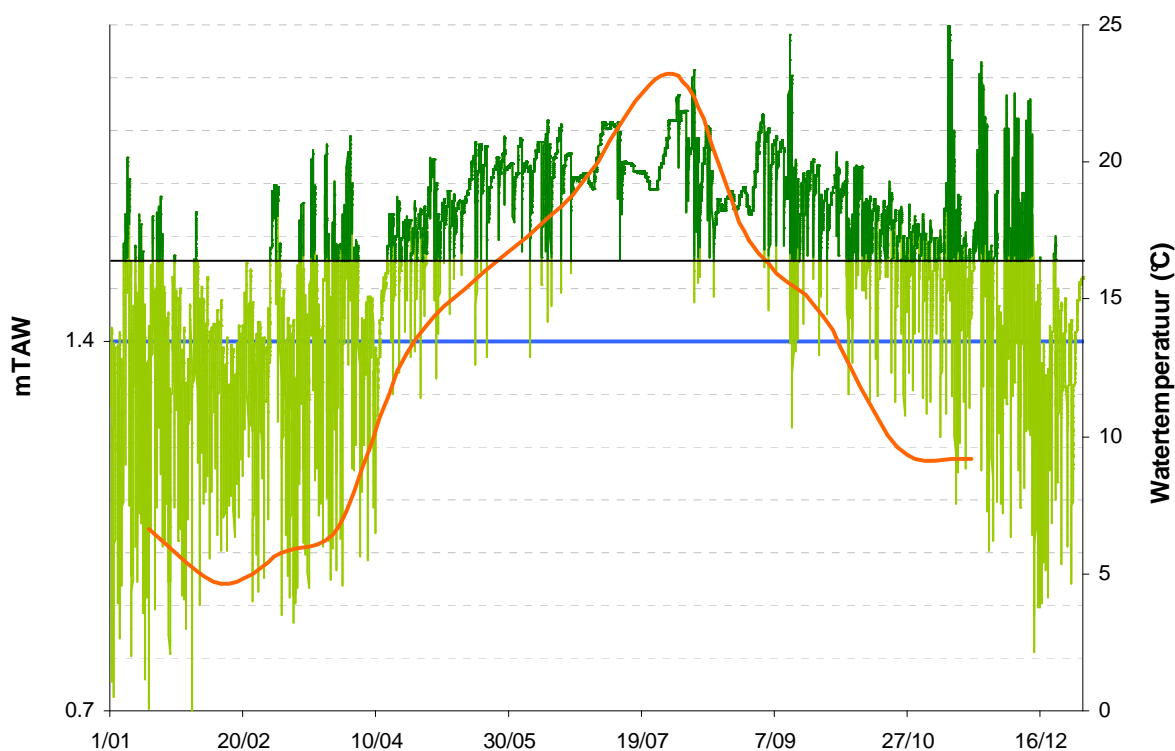
De uitstroomconstructies in Oostende en Blankenberge vormen een belangrijke barrière voor glasalen die stroomopwaarts willen migreren. Tijdens een bemonsteringscampagne ter hoogte van de belangrijkste zoet-zout overgangen aan de Belgische kust, werd glasaal gevangen aan het Sas van Slijkens (Oostende) en in de jachthaven in Blankenberge (Belpaire *et al.*, 1991).

Onderzoek naar glasaalmigratie aan de IJzermonding in Nieuwpoort (Mouton *et al.*, 2009) toonde aan dat schuiven een effectieve migratiebarrière vormen voor glasalen. De immigratie van glasaal kan echter substantieel verbeterd worden via gereduceerd negatief spui-beheer door de schotten op een kier te zetten tijdens opkomend tij.

Volwassen palingen trekken als schieralen naar zee. In de huidige situatie kunnen deze schieralen het gebied verlaten wanneer tijdens eb de schuiven opgetrokken worden. Indien echter pompen geïnstalleerd worden aan de uitwateringsconstructies, kan een belangrijk deel van de wegtrekkende schieralen gedood worden door de pompwerking. Met het verpompte water worden immers ook vissen getransporteerd, die door de draaiende delen van de pomp verwond of gedood worden (Buysse *et al.*, 2010; Baeyens *et al.*, 2011). Indien geopteerd zou worden voor de installatie van één of meerdere pompen, moeten deze visvriendelijk gemaakt worden (zie leidraad hoofdstuk 3).

6.3.2 Migratie in de Uitkerkse polder

Om een vernatting te realiseren van de natuurgebieden in de Uitkerkse polder, werden stuwen geplaatst op een aantal zijlopen van de Blankenbergsevaart (Figuur 17). Deze stuwen zijn niet passeerbaar voor vissen in de winter omdat het waterniveau in de Blankenbergsevaart dan lager is (< 1.3 mTAW) dan dat in de zijlopen (1.4 mTAW). In het voorjaar en de zomer wordt het waterpeil in de Blankenbergsevaart op 1.7 mTAW gehouden, waardoor de stuwen overstromen en vissen in theorie kunnen passeren. In de winter is de activiteit van vissen laag. Wanneer de watertemperatuur in het voorjaar stijgt, worden visser actiever. De migratie van karperachtigen lijkt in de meeste gevallen op gang te komen bij een snelle stijging van de watertemperatuur (Lucas & Baras, 2001). De hoofdpijk van de migratie van blankvoorns in het Netebekken vindt plaats bij watertemperaturen tussen 10 - 14°C (Geeraerts *et al.*, 2007). Op basis van de watertemperatuur en de waterstand in de Blankenbergsevaart vermoeden we dat beide stuwen passeerbaar zijn in de periode waarin karperachtigen migreren. De migratie van snoek begint echter vroeger in het jaar. Tijdens het voortplantingseizoen migreren snoeken naar ondiepe vegetatierijke zijlopen (Casselmann & Lewis, 1996). Een telemetriestudie met snoeken toonde aan dat de migratie in de Ourthe start tussen begin februari en eind maart (Oviedo & Philippart, 2005). In deze periode zijn de stuwen op de zijlopen van de Blankenbergsevaart slechts beperkt passeerbaar (Figuur 18).



Figuur 18. Dagelijkse waterhoogte (groene lijnen, linkse y-as) en watertemperatuur (oranje lijn, rechtse y-as) in de Blankenbergsevaart ter hoogte van Uitkerke (bron: VMM). De blauwe lijn komt overeen met de stuwhoogte en de grijze lijn met een waterstand van 1.55 mTAW (stuw passeerbaar voor vis).

6.4 Conclusies

- In de huidige situatie is het stroomgebied van de Blankenbergsevaart en de Noordede niet optrekbaar voor diadrome vis. De uitstroomconstructies kunnen passeerbaar gemaakt worden voor glasaal en driedoornige stekelbaars door de schuiven op een kier te zetten bij hoog water (zie Mouton *et al.*, 2009).
- Op een aantal zijlopen van de Blankenbergsevaart zijn stuwen geplaatst, die slechts gedurende een beperkte periode van het jaar passeerbaar zijn (late lente – zomer). Vermoedelijk vormen deze stuwen geen belemmering voor karperachtigen omdat ze tijdens het migratieseizoen overstromen. De voortplantingsmigratie van snoek valt echter vroeger op het jaar, waardoor de stuwen hier waarschijnlijk wel een barrière vormen.
- Vanuit verschillende sectoren is er de vraag om het peilbeheer aan te passen. Enerzijds vraagt de natuursector voor een peilverhoging in de Uitkerkse polder in de winter, anderzijds ijvert het polderbestuur voor de plaatsing van pompen om de lozing getijongebonden te maken. Een combinatie van pompgemalen aan de uitstroomconstructies en stuwen in het natuurgebied is de meest voor de hand liggende oplossing. Indien pompen geplaatst worden, moeten deze visvriendelijk zijn (zie leidraad in hoofdstuk 3) en stuwen moeten passeerbaar zijn voor vissen.

Bijlage 1. Inventaris pompgemalen

	Naam	X	Y	VHAS	VHAG	Bekken	Poolder/watering	Bronwaterloop	Doelwaterloop	Bouwjaar
1	Beasrode	135370	192804	6018595		Beneden-Scheldebekken	Poolder Vlassenbroek	Grote Beek	Zeeschelde	1979
2	Bendonin	288235	194767	5004859	1232	Ijzerbekken	Poolder De Moeren	St. Karelsmolenvaart	Ringsloot	2007
3	Benedenvliet	146987	202252	6018576	3108	Beneden-Scheldebekken		Benedenvliet	Scheldebeek	1999
4	Boekhoude	104189	218171	6019988	2801	Bekken Genisse kanalen	Generale Vrije Polders	Leopoldkanaal	Isabellaavaart	1985
5	Boezinge-Dorp	44344	176960	6042697	32	Ijzerbekken		Kanaal leper-ijzer	Kanaal leper-ijzer	/
6	Boezinge-Sas	43177	178883	6042600	32	Ijzerbekken		Kanaal leper-ijzer	Kanaal leper-ijzer	/
7	Bosdam A	116569	204066	6019595	1010	Bekken Genisse kanalen		Dijkgracht	Zuidlede	1928
8	Bosdam B	116607	204092	6019595	1010	Bekken Genisse kanalen		Dijkgracht	Zuidlede	1956
9	Bossuit	82539	160126	6031488	22	Boven-Scheldebekken	Middenkustpolder	Bovenschelde	Kanaal Bossuit-Kortrijk	1980
10	Bourgoigne	54304	205670	6021212	1998	Bekken	Poolder Noordwatering Veurne	Bourgoigneleed	Boergonjleevaart	1969
11	Bulskamp Nieuwegracht	29108	193974	6031717	1256	Ijzerbekken		Nieuwe Gracht	Bergenvaart	2010
12	Burchise Vieel	149076	210831	6034183	3746	Beneden-Scheldebekken		Klein Watergang	Burchise Vieel	1999
13	Caeremincxcomplex	50088	212999	6021234	14884	Ijzerbekken	Middenkustpolder	Kamerlinkgeleed	zee	1999
14	Coudreville	43083	203956	6010382	15457	Ijzerbekken	Poolder Sinaai-Daknam	VHAG 15457	Durme	1992
15	Daknamse Meersen	122774	201394	6030498	196	Bekken Genisse kanalen	Damse Polder	Daknamse Meersen	Durme	1992
16	Damse vaart	75234	217981	6026215	10	Bekken Brugse polders		Leopoldkanaal	Kanaal Brugge naar Sluis	/
17	Damsloot	109570	192115	6018531	5362	Beneden-Scheldebekken		Damsloot	Zeeschelde	/
18	De Gavergracht	114791	161403	6032051	5871	Denderbekken	Watering De Gavergracht	Gavergracht	Dender	2004
19	De Kante	64351	211981	6033308	129	Bekken Brugse polders	Nieuwe Polder van Blankenberge	Kanaal Van Gent Naar Oostende	Kanaal Van Gent Naar Oostende	1980
20	De Steeger	61006	211169	6033250	2132	Bekken Brugse polders	Nieuwe Polder van Blankenberge	VHAG 6033250	Kanaal Van Gent Naar Oostende	1987
21	De Wilde Seele	114489	204304	/	/	Bekken Genisse kanalen	Poolder Moervaart en Zuidlede	niet op VHA	Zuidlede	1991
22	De Zegge	187646	209934	6035654	9138	Nebekken	Watering De Zegge	Centrale Loop	Kleine Nete	2007
23	Denderbellebroek	129267	189397	6019670	6074	Denderbekken	Poolder van de Beneden Dender	Steenbeek	Dender	/
24	Destelbergen	110541	196052	/	/	Beneden-Scheldebekken	Poolder Moervaart en Zuidlede	VHAG 3995	Zuidlede	2008
25	D'Honden	129000	199659	6007982	3995	Beneden-Scheldebekken	Middenkustpolder	VHAG 3995	Benedendurme	2005
26	Doeve 1	54230	205518	6021214	1215	Ijzerbekken	Middenkustpolder	Groogaleed	Moerdijkvaart	1928
27	Doeve 2	54231	205518	6021214	1215	Ijzerbekken	Middenkustpolder	Groogaleed	Moerdijkvaart	1991
28	Eekhoven	156614	196045	6016529	9278	Nebekken	Poolder van Rumst	Duffelse En Rumseise Scheibeek	Nete	1987
29	Eeklo's Leiken	92644	207632	6039092	934	Bekken Genisse kanalen	Watering De Burggravenstroom	Eeklo's Leiken	Afleidingskanaal Van De Leie	1978
30	Eenhoven	170609	171304	6017706	17171	Dijlebekken	VHAG 17171	VHAG 17171	VHAG 17171	2004
31	Ervelde Spiedam	107664	206380	6019904	282	Bekken Genisse kanalen	Watering De Burggravenstroom	Avrijvaart	Avrijvaart	1965
32	Esen	47523	192743	6005191	1218	Ijzerbekken	Poolder Behoestse Broeken	Kanaal van Esen	Handzamevaart	1962
33	Etbos	118357	204405	6019589	419	Bekken Genisse kanalen	Poolder Moervaart en Zuidlede	Trekgracht	Zuidlede	2006
34	Gemalen van de Ledebeek	124863	198693	6025480	3105	Beneden-Scheldebekken	Poolder Moervaart en Zuidlede	VHAG 3662	Zeeschelde	1970
35	Gespoelde put	137033	195263	6033450	3662	Beneden-Scheldebekken	Poolder Hamme-Moerzeke	Ledebeek	Zeeschelde	2000
36	Gestelbeek	169490	201769	6016565	8925	Nebekken	Poolder van de Beneden Dender	Gestelbeek	Grote Nete	2000
37	Glizegem	128245	185131	4500178	9585	Denderbekken		Molenbeek	Dender	2006
38	Goorbosbeek	157852	196259	6024506	9112	Nebekken		Goorbosbeek	Grote Nete	2000
39	Greven	244197	187794	6025665	9644	Maasbekken		Vrietsbeek	Zuid-Willemsvaart	/
40	Groot Pontrave	129846	199293	6007983	4015	Beneden-Scheldebekken		VHAG 4015	Benedendurme	2005
41	Grootbroek	132542	192345	6029782	3450	Beneden-Scheldebekken	Poolder van Grembergen	De Vliet	Zeeschelde	1985
42	Heiderbeek	212378	193439	6034671	7674	Denderbekken	Watering Het Schuilenbroek	Welderbeek	Heiderbeek	/
43	Helestraat	142905	161955	6043282	7136	Dijlebekken		Eisbeek	Lobeek	/
44	Hondsneest	126188	208411	6030222	933	Bekken Genisse kanalen	Poolder Sinaai-Daknam	Fondatebeek	Kanaal van Stekene	/
45	Hoofdsloot	146575	198382	1501985	739	Beneden-Scheldebekken	Poolder Vliet en Zielbeek	Gabusloot	Grote Molenbeek	1977
46	Houten 100 gemete	25214	191780	5004950	1304	Ijzerbekken	Poolder Noordwatering Veurne	VHAG 1304	Ringsloot	1975
47	Houten Westmoere	24671	189918	6031698	1738	Ijzerbekken	Poolder Noordwatering Veurne	VHAG 1738	Bergenvaart	1970
48	IJskelder	154154	214338	6024271	1038	Beneden-Scheldebekken		schijn (bufferbekken)	Iobroekdok	2010
49	Ijterbeek	161071	199773	6035237	8526	Nebekken		Ijterbeek	Grote Nete	2000
50	Kalsijde 1	48131	208087	6031626	585	Ijzerbekken	Middenkustpolder	Hoophemsgaleed	Kanaal Plassendale-Nieuwpoort	1972
51	Kalsijde 2	48130	208091	6031626	585	Ijzerbekken	Middenkustpolder	Hoophemsgaleed	Kanaal Plassendale-Duinkerken	2003
52	Kaive Brug	116220	206353	6007993	500	Bekken Genisse kanalen	Poolder Moervaart en Zuidlede	Zwartbeek	Moervaart	1950
53	Kaive Terwest	116954	206670	6008012	395	Bekken Genisse kanalen	Poolder Moervaart en Zuidlede	Oude Lede	Moervaart	1950
54	Kasteel Borgitter	250360	206511	28746	9522	Maasbekken	Watering Het Grootbroek	Ijterbeek	Slotgracht kasteel	/
55	Kerberg	142903	214881	6004204	14751	Beneden-Scheldebekken	Poolder van het Land van Waas	Meiselaabek	Waterloop van de hoge landen	1983
56	Ketsbrugge	69887	210337	6033307	63	Bekken Brugse polders		Kerkebeek	Buitenvestingsgracht Brugge	1968
57	Kijkverdrift	196336	227376	6033178	116	Nebekken		Kijkverdriftloop	Kanaal Desser-Schoten	2007
58	Klein Pontrave	129249	199451	/	/	Beneden-Scheldebekken	Poolder Durme Noord-West	Niet op VHA	Benedendurme	2005
59	Kleuterweg	130966	193008	6034767	7235	Demerbekken	Poolder Durme Noord-Oost	VHAG 3224	Halbeek	2008
60	Kloosterbroek	130966	193008	6034767	7235	Demerbekken	Poolder Durme Noord-Oost	VHAG 3224	Benedendurme	2008
61	Konkel	125644	188971	6024988	5720	Beneden-Scheldebekken	Poolder tussen Schelde en Durme	oude broekmeer	Zeeschelde	1972

Naam	Exploitant	Eigenaar	pomp 1	# pomp 1	pomp 2	capaciteit (m³/u)	Draai-uren	Opp (ha) bemalgeb.	gravitair
1	Beasrode	Polder Vlassenbroek	centrifugaal	3		14400	2101	13.0	Ja
2	Baudouin	Polder De Moeren	centrifugaal	1		2700	/	14.5	Nee
3	Benedenvliet	VMM-AOW	schroef	4		6480	100	9.0	Ja
4	Boekhout	VMM-AOW	vijzel	5		47520	10900	192.8	Ja
5	Boezinge-Dorp	W&Z Bovenschelde	centrifugaal	1		864	921	26.4	Nee
6	Boezinge-Sas	W&Z Bovenschelde	centrifugaal	1		864	848	5.1	Nee
7	Bosdam A	Polder van Moervaart en Zuidlede	centrifugaal	1		3000	10	4.0	Nee
8	Bosdam B	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	2		3000	1753	4.0	Nee
9	Bossuit	W&Z Bovenschelde	schroef	4		10980	10576	24.2	Nee
10	Bourgonne	Middenkustpolder	vijzel	1		/	/	1.3	Nee
11	Buiskamp Nieuwegracht	Polder Noordwatering Veurne	schroef	2		6000	/	5.2	Nee
12	Burchse Weel	Provincie Antwerpen	schroef	3		10800	/	2	Ja
13	Caemertkxcomplex	VMM-AOW	schroef	2		10800	2000	78.1	Ja
14	Coudreville	Middenkustpolder	dompel	1		108	/	0	Nee
15	Daknamse Meersen	Polder Sinaai-Daknam	schroef	3		7200	/	2.4	Nee
16	Damse vaart	Provincie West-Vlaanderen	vijzel	1		720	/	0	Nee
17	Damsloot	Gemeente Destebergen	centrifugaal	4		9600	/	4	Ja
18	De Gavergracht	Watering De Gavergracht	centrifugaal	2		900	1304	0.1	Nee
19	De Katte	Nieuwe polder van Blankenberge	vijzel	2		6480	1500	8.4	Nee
20	De Steeger	Nieuwe polder van Blankenberge	vijzel	3		12096	1800	16.5	Nee
21	De Wilde Speele	Polder van Moervaart en Zuidlede	dompel	1		120	/	0	Nee
22	De Zegge	Provincie Antwerpen	schroef	3		3672	1950	1.0	Nee
23	Denderbellebroek	Polder van de Beneden-Dender	schroef	4		21600	1154	15.6	Nee
24	Destelbergen	Aquafin / Polder van Moervaart en Zuidlede	vijzel	2		1590	77	0	Nee
25	D'Honden	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	2		720	2284	0.1	Nee
26	Doeve 1	Middenkustpolder	schroef	2		10800	/	19.0	Nee
27	Doeve 2	Middenkustpolder	vijzel	1		4320	/	19.0	Nee
28	Eekhoven	AWW	vijzel	4		12600	734	0.6	Ja
29	Eeklo's Leiken	Watering de Burggravenstroom	schroef	3		9000	808	2.5	Nee
30	Egrehoven	VMM-AOW	dompel	2		2720	57	0	Ja
31	Ervelde Spiedam	Watering de Burggravenstroom	schroef	7		29880	3220	51.4	Nee
32	Etos	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijzel	1		3600	/	5	Ja
33	Ethos	Polder van Moervaart en Zuidlede	dompel	1		517	/	0.3	Nee
34	Genalen van de Ledebek	VMM-AOW / Polder van Moervaart en Zuidlede	vijzel	6		13200	4256	19.1	Nee
35	Gespoelde put	Polder Hamme-Moerzeke	schroef	3		1755	1399	11.9	Ja
36	Gistelbeek	Brandweer Berlaar	schroef	2		10080	66	4.2	Ja
37	Gizegem	Polder van de Beneden-Dender	schroef	2		9792	302	2.4	Ja
38	Goorbosbeek	Gemeente Sint-Katelijne-Waver	schroef	2		10080	67	2.6	Ja
39	Greven	NV Mijnschade	centrifugaal	8		5200	/	0	Nee
40	Groot Pontrave	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	2		720	1885	0.2	Nee
41	Grootbroek	Polder Griemborgen	centrifugaal	3		16200	/	9.2	Ja
42	Heiderbeek	NV Mijnschade	schroef	1		340	/	0	Nee
43	Hellestraat	TMVW	dompel	1		300	/	0	Nee
44	Hontsmest	Polder Sinaai-Daknam	vijzel	2		7200	/	5.7	Nee
45	Hoofdsloot	W&Z Zeekanaal	centrifugaal	1		/	/	1.2	Nee
46	Houtem 100 gemete	Polder Noordwatering Veurne	schroef	1		432	/	0	Nee
47	Houtem Westmoere	Polder Noordwatering Veurne	schroef	2		1320	/	0.3	Nee
48	Iskelder	VMM-AOW	vijzel	4		28800	/	2.4	Nee
49	Ijterbeek	Brandweer Lier	schroef	2		10080	700	7.0	Ja
50	Kalside 1	Middenkustpolder	schroef	2		2398	/	2.9	Nee
51	Kalside 2	Middenkustpolder	dompel	1		1584	/	2.9	Nee
52	Kalve Brug	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	2		4800	1275	4.1	Nee
53	Kalve Terwest	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	2		1800	2131	1.8	Nee
54	Kasteele Borghier	Watering het Grootbroek	schroef	1		/	/	0	Nee
55	Keelbeig	Polder Land van Waas	schroef	3		5760	/	11.3	Nee
56	Keisbrugge	W&Z Bovenschelde	schroef	3		43200	1575	22.4	Nee
57	Kliverdriet	Provincie Antwerpen	centrifugaal	2		900	1700	0.9	Nee
58	Klein Pontrave	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	1		360	470	0	Nee
59	Kleuterweg	NV Mijnschade	schroef	2		320	/	0	Nee
60	Kloosterbroek	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	1		360	3224	0.2	Nee
61	Konkel	Polder tussen Scheide en Durme	schroef	3		7200	846	3.0	Nee

Naam	% tijd pompwerking	Overslagpeil gravitair	zomer-dag	zomer-nacht	winter-dag	winter-nacht	Visvriendelijke aanpassing	spijfstand (cm)	Reiniging	Opmerking
1 Baarode	10%	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2		5	Ja	
2 Baudouin	100%		-0.5						Ja	St Karelsmolen neemt werking over
3 Benedenvliet	1%		4.4	4.4	4.4	4.4		10	Ja	
4 Boekhoue	50%		1.5	1.5	1.5	1.5		8	Ja	
5 Boezings-Dorp	100%								Nee	pompt tussen kanaalbanden
6 Boezings-Sas	100%								Nee	pompt tussen kanaalbanden
7 Bosdam A	100%		3.43		3.43			7	Nee	
8 Bosdam B	100%		3.43		3.43		beluchters	7	Nee	
9 Bossuit	100%		20.7					4	Nee	
10 Bourgogne	100%							43	Nee	
11 Buskamp Nieuwegracht	100%				0.95	0.95		5	Ja	
12 Burchse Veer	0%		1.7					5	Ja	eigenlijk 4 pompen, maar 4de is reserve
13 Caerfincxcomplex	11%		1.75	1.75	1.75	1.75		10	Nee	
14 Coudaville	100%							4	Nee	
15 Daknarse Meersen	100%		3.05	3.05	3.05	3.05			Ja	
16 Damse vaart	100%									
17 Damsloot		3.2	3.34							
18 De Gavergracht	100%							2.5	Nee	
19 De Katte	100%		0.15	0.05	0.05	0.05		5	Ja	
20 De Steeger	100%		1.4	1.35	0.95	0.9		5	Ja	
21 De Wilde Speele	100%		4.15		4.15			7	Nee	
22 De Zegge	100%		11.7		11.7			8	Nee	
23 Denderbellebroek	100%		3.11					9	Nee	gravitaire lozingssluis in aanbouw
24 Desselbergen	100%		5.35		5.35			10	Nee	
25 D Honden	100%							3	Nee	
26 Doeve 1	100%							5.5	Ja	
27 Doeve 2	100%		2.05	2	1.6	1.55		3.5	Ja	
28 Eekhoven	10%	2.1	2.5						Nee	
29 Esko's Leiken	100%		4.9					4	Nee	
30 Egelhoven	5%							10	Nee	
31 Ervelde Spiedam	100%		4.35	4.35	4.35	4.35		8	Ja	
32 Esen	100%		2.6						Ja	nog een nood pomp aanwezig (schroef)
33 Eboos	100%		2.78		2.78			7	Nee	
34 Gemalen van de Ledebek	100%		2.8		2.8			12	Ja	
35 Gespoelde put	10%							10	Nee	
36 Gestelbeek	1%		5		5			10	Nee	
37 Gilzegem	2%	4.88	5.05					4	Nee	
38 Goobosbeek	1%		3.45		3.45			10	Nee	
39 Greven	100%									
40 Groot Pontrave	100%							3	Nee	
41 Groenbroek	10%								Ja	
42 Heiderbeek	100%									
43 Helesstraat	100%							5	Nee	
44 Hondsmest	100%		2.94	2.94	2.94	2.94			Ja	
45 Hoodsloot	100%				0.6	0.6		10	Nee	
46 Houtern 100 gemete	100%				0.6	0.6		8	Ja	
47 Houtern Westmoere	100%				0.6	0.6	stroomopw. passage	8	Nee	
48 IJskelder	100%									
49 IJterbeek	8%		2.61		2.61			10	Nee	
50 Kalside 1	100%		2	1.95	1.65	1.6		3.5	Ja	
51 Kalside 2	100%		2.07	2.02	1.7	1.65		3.5	Ja	
52 Kalve Brug	100%		2.89		2.89			6	Nee	
53 Kalve Terwest	100%		3.18		3.18			4	Nee	
54 Kasteel Borglitter	100%									Regel waterpeil in slotgracht
55 Keeberg	100%		0.5	0.5	0.5	0.5		10	Ja	
56 Keisbrugge	100%		3.18	3.18	3.15	3.15		5	Ja	
57 Kijkvondriet	100%		29.33		29.33			10	Nee	
58 Klein Pontrave	100%							3	Nee	
59 Kleuterweg	100%									
60 Kloosterbroek	100%							3	Nee	
61 Konkel	100%		2.4		2.2					

Naam	X	Y	VHAS	VHAG	Bekken	Polder/watering	Bronwaterloop	Doelwaterloop	Bouwjaar
62 Kreek Van Nieuwendamme	37289	204046	6004008	1207	Ijzerebeken		Kreek van Nieuwendamme	Havengeul Nieuwpoort	/
63 Kromme Elleboog	47411	209049	6021243	14839	Ijzerebeken	Middenkustpolder	VHAG 1724	Provinciegeleed	1972
64 Kroploop	203259	209592	1502818	8714	Netebekken		Kroploop	Schepelike Nete	/
65 Kwetslag-Paddegat	59734	211045	6019420	2127	Bekken Brugse polders	Nieuwe Polder van Blankenberge	Geleedbeek	Kanaal Van Gent Naar Oostende	1993
66 Laak	171030	206951	7006931	8683	Netebekken		Laambeek	Nijlense beek	/
67 Laambeek	216370	188330	6034755	7623	Demerbeekken	Watering De Herk	Laambeek	viwers	/
68 Lachenebeek	162224	200544	/	8839	Netebekken	Polder van Lier	Lachenebeek	Grote Nete	2000
69 Lanmergeleed	49012	204885	6004596	1601	Ijzerebeken	Middenkustpolder	VHAG 1601	Grootegeled	1988
70 Lange Kromme	112398	204183	6019440	1158	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Lange Kromme Windgracht	Zuidlede	1958
71 Langlede	113984	206174	6007934	740	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Langlede	Moervaart	1978
72 Leebek	105770	189329	6030803	893	Bekken Gentse kanalen		Leebek	Ringvaart Om Gent	1979
73 Leeburgse Meersen	123697	204799	6042771	911	Bekken Gentse kanalen	Polder Sint-Daknam	Leeburgse Meersen	Moervaart	/
74 Leegpolder	121588	190266	6018429	5044	Beneden-Scheldebekken	Watering tuss. Schelde en Durme	Voortsluot	Zeeschelde	1958
75 Lege Zide	119973	204626	6019537	26	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Olentgracht	Zuidlede	1927
76 Legeweg	48530	209598	5006523	1261	Ijzerebeken	Middenkustpolder	Legeweggeleed	Ijpeleed	1972
77 Lisperloop	164463	203308	6016552	15693	Netebekken		Lisperloop	Kleine Nete	1992
78 Lo Fitele	35327	184330	6033676	1636	Ijzerebeken	Polder Noordwatering Veurne	Lokanaal	Lokanaal	1980
79 Lo Lolepe	35621	188169	6003195	1513	Ijzerebeken	Polder Noordwatering Veurne	Lolepebeek	Lokanaal	1980
80 Lobreedok	155019	213328	6042165	3103	Beneden-Scheldebekken		schin	lobroekdok	2009
81 Loeverbeek	131485	212673	6010358	3938	Beneden-Scheldebekken		Zuidelijke watergang	Waterloop van de hoge landen	2009
82 Mannekensvere	41845	203914	6010477	1674	Ijzerebeken	Middenkustpolder	VHAG 1674	Reygaertsvlot	1984
83 Meer	173653	237961	1000565	10101	Maasbekken	Watering De Beneden Mark	Nieuwe Meerloop	Beekse Venloop	/
84 Meersweg	175974	236509	6027686	10027	Maasbekken	Watering De Beneden Mark	Beekse Venloop	Beekse Venloop	/
85 Meerspoort 1	95685	163914	6005381	5433	Boven-Scheldebekken	Watering van Melden	Rietgracht	Bovenschedde	1973
86 Meerspoort 2	95685	163914	6005381	5433	Boven-Scheldebekken	Watering van Melden	Rietgracht	Proeswater	1973
87 Meeswijk	246891	188793	6025741	9622	Maasbekken		Rachelsbeek	Rachelsbeek	/
88 Meiden	92747	167967	6005382	5253	Boven-Scheldebekken	Watering van Melden	Rietgracht	Bovenschedde	/
89 Mele Heusdenbaan	109162	191061	6018647	5595	Beneden-Scheldebekken		VHAG 5595	Zeeschelde	2002
90 Moen	80278	163654	6031438	22	Boven-Scheldebekken		Kanaal Bossuit-Kortrijk	Kanaal Bossuit-Kortrijk	1977
91 Moerbeek	160003	198871	6041958	9017	Netebekken		Meuvelidloop	Grote Nete	2010
92 Nieuw Bedelf	37170	204099	6004012	1213	Ijzerebeken		Ijpeleed	Havengeul Nieuwpoort	/
93 Nieuwland	54184	205185	6004829	1895	Ijzerebeken	Middenkustpolder	VHAG 1895	Vaandijgeleed	1974
94 Nijlense beek	171015	206991	6016561	8546	Netebekken		Nijlense beek	Kleine Nete	/
95 Noordland	145377	227971	6030942	134	Beneden-Scheldebekken		Zuidhavenloop	Schelde Rijnverbindingskanaal	1973
96 Onneregemaaal Zaffelare	114450	203043	6025591	1054	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	VHAG 1072	Zaffelaarsvaardekken	1960
97 Ooigem	77982	176755	6031670	23	Leiebekken		Leie	Kanaal Roeselare-Leie	1973
98 Ooskerke	75352	217628	5010063	2124	Bekken Brugse polders	Damse Polder	Zuidervaartje	Schipdriekkanaal	1973
99 Oud-veerstraat	146933	206304	6022546	3377	Beneden-Scheldebekken	Polder van Krulbeke	Akkersbeek	Akkersbeek	1994
100 Perwijsbeek	159722	198203	6016500	9060	Netebekken		Perwijsveldbeek	Nete	1955
101 Ramskapelle	38221	202776	6019059	1813	Ijzerebeken	Polder Noordwatering Veurne	St. Jorisgeleed	Grote Beverdijkvaart	/
102 Rietgracht	109590	192325	6018536	5343	Beneden-Scheldebekken		Rietgracht	Zeeschelde	1995
103 Rijt	119847	165152	6008130	6369	Denderbekken	Watering De Rijt	De Rite	Dender	/
104 Rode Weel	148146	221688	6018678	16818	Beneden-Scheldebekken		Groot Schijn - Hooftgracht	Havendok	1967
105 Rodebeek	130819	199321	6007978	3198	Beneden-Scheldebekken	Polder Durme Zuid-Oost	Rodebeek	Benedendurme	2008
106 Roerduyze	109687	203072	6030119	1119	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Roderduyze	Moervaart	2010
107 Roerdompstraat	/	210218	/	/	Netebekken	Watering De Zegge	Wiering De Zegge	Vijzeloope	2010
108 Ronselarebeek	73439	219884	6038243	10637	Bekken Brugse polders	Zwin-Polder	Ronselarebeek	Afleidingskanaal Van De Leie	2004
109 Schijnpoort	155388	213065	6024268	3103	Beneden-Scheldebekken		schin	lobroekdok	2004
110 Schoonaarde provinciebaan	125421	188546	6027455	5522	Beneden-Scheldebekken		VHAG 5522	Zeeschelde	/
111 Schulersbroek	205931	184456	6024735	7621	Demerbeekken	Watering Het Schulersbroek	Voortbeek	Zeeschelde	1985
112 Seine	25205	191885	5005021	1257	Ijzerebeken	Polder De Moeren	Seinmolenvaart	Ringsloot	1981
113 Sint-Anna I	124263	205219	6030498	1064	Bekken Gentse kanalen	Polder Sint-Daknam	Fondatiebeek	Moervaart	/
114 Sint-Anna II	100253	217569	6041857	2966	Bekken Gentse kanalen	Generale Vijle Polders	Wolkebeek	Leopoldkanaal	/
115 Sint-Eloui	114541	211370	4201114	3039	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Sint-Elouiskreek	NEDERLAND	2009
116 Sint-Francois polder	113428	211537	4201106	3035	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Kreekske	NEDERLAND	1987
117 Sint-Karelmolen	26824	194767	5004889	1332	Ijzerebeken	Polder De Moeren	St. Karelmolenvaart	Ringsloot	2007
118 Sint-Kruis-Winkel	111916	204472	6008015	1023	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Hoofd Geleed	Moervaart	1993
119 Sint-Onolis I	130862	192033	6027307	5511	Beneden-Scheldebekken	Polder St. Onolis	VHAG 5511	Zeeschelde	/
120 Sint-Onolis II	129690	193239	6027210	5157	Beneden-Scheldebekken	Polder St. Onolis	Nieuwbeek	Zeeschelde	/
121 Sint-Trudo	72117	207738	5011817	41	Bekken Brugse polders	Polder Sint-Trudoledeken	Hoofdsloot	Hoofdsloot	1977
122 Slijpe	42706	207201	6031641	234	Ijzerebeken	Middenkustpolder	Slijpekuitergeleed	Kanaal Plessendale-Nieuwpoort	1972

	Naam	Exploitant	Eigenaar	pomp 1	# pomp 1	pomp 2	capaciteit (m³/u)	Draai-uren	Opp (ha) bemalgeb.	gravitair
62	Kreek Van Nieuwendamme	W&Z Bovenschelde	W&Z Bovenschelde	schroef	2		7200	342	/	Ja
63	Kromme Elleboog	Middenkustpolder	Middenkustpolder	vijsel	1		659	/	0.5	Nee
64	Kroploop	Aqualin	Aqualin	vijsel	1		2000	/	0	Nee
65	Kwetslodge-Paddegat	Nieuwe polder van Blankenberg	VMM-AOW	vijsel	3		12000	2700	14.5	Nee
66	Laak	Aqualin	Provincie Antwerpen	schroef	2		3600	/	1	Ja
67	Laarnebeek	NV Mijnschade	NV Mijnschade	schroef	2		760	/	0	Ja
68	Lachenebeek	Brandweer Lier	provincie Antwerpen	schroef	2		10080	1040	6.0	Ja
69	Lammeghele	Middenkustpolder	Middenkustpolder	dompel	1		252	/	0.5	Ja
70	Lange Kromme	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	3		4500	2223	11.4	Nee
71	Langelede	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	3		3900	2732	11.8	Nee
72	Leebeek	TMVW	Stad Gent	vijsel	1		1800	/	0	Nee
73	Leebrugse Meersen	Polder Sinaai-Daknam	Polder Sinaai-Daknam	schroef	1		1200	/	0.3	Nee
74	Leeoggod	Polder tussen Schelde en Durme	Polder tussen Schelde en Durme	centrifugaal	2		4600	2889	4.5	Nee
75	Lege Zijde	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	2		2400	/	3.7	Nee
76	Legweg	Middenkustpolder	Middenkustpolder	vijsel	1		659	/	0.1	Nee
77	Lispefloop	Provincie Antwerpen	Provincie Antwerpen	centrifugaal	3		2160	/	0.1	Ja
78	Lo Fintele	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	vijsel	2		5400	/	10.0	Nee
79	Lo Lolege	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	vijsel	1		1188	/	1.0	Nee
80	Lobroekdok	VMM-AOW	VMM-AOW	vijsel	4		7200	8760	58.3	Nee
81	Loeverbeek	Provincie Oost-Vlaanderen	Provincie Oost-Vlaanderen	dompel	3		6480	/	7.7	Ja
82	Mannekenvere	Middenkustpolder	Middenkustpolder	dompel	1		68	/	0.4	Nee
83	Meer	Watering De Beneden Mark	Watering De Beneden Mark	vijsel	1		/	/	0.8	Nee
84	Meersweg	Watering De Beneden Mark	Gemeente Hoogstraten	dompel	1		/	/	0.2	Nee
85	Meespoort 1	TMVW	TMVW	schroef	3		7200	/	9	Nee
86	Meespoort 2	TMVW	TMVW	centrifugaal	3		480	/	9	Nee
87	Meeswijk	NV Mijnschade	NV Mijnschade	centrifugaal	4		5040	/	0	Nee
88	Melden	Watering van Melden	Watering van Melden	vijsel	4		10800	863	2.4	Nee
89	Melle Heusdenbaan	Provincie Oost-Vlaanderen	Provincie Oost-Vlaanderen	dompel	3		4240	87	0.3	Ja
90	Meen	W&Z Bovenschelde	W&Z Bovenschelde	schroef	4		43200	/	45.3	Nee
91	Molenbeek	Gemeente Duffel	provincie Antwerpen (38%) + Aqualin (64%)	schroef	2		4872	/	0.1	Ja
92	Nieuw Bedef	W&Z Bovenschelde	W&Z Bovenschelde	schroef	2		7200	268	/	Ja
93	Nieuwland	Middenkustpolder	Middenkustpolder	vijsel	1		839	/	1.1	Ja
94	Nilense beek	Aqualin	Provincie Antwerpen	schroef	3		8400	/	5	Ja
95	Noordland	Stad Antwerpen	Stad Antwerpen	schroef	4	centrifugaal (2)	5410	5148	0.5	Nee
96	Ondergermael Zalfblare	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijsel	2		/	/	4.2	Nee
97	Oogern	W&Z Bovenschelde	W&Z Bovenschelde	schroef	4		8300	20000	/	Nee
98	Oostkerke	EMG Oostende	EMG Oostende	centrifugaal	2		7200	28	56.5	Ja
99	Oudveerstraat	Polder van Kruibeke	Polder van Kruibeke	schroef	2		2040	/	1.5	Nee
100	Perwijsbeek	AVW	AVW	centrifugaal	3		1800	/	0.4	Ja
101	Ramskapelle	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	vijsel	1		432	/	1.9	Nee
102	Rietgracht	TMVW	Stad Gent	dompel	1		2700	/	0	Ja
103	Rit	Watering De Rijt	Watering De Rijt	vijsel	1		80	/	0.2	Nee
104	Rode Weel	Stad Antwerpen en VMM-AOW	Stad Antwerpen en VMM-AOW	schroef	5		72000	4781	98.3	Nee
105	Rodebeek	W&Z Zeeschelde	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	2		1560	3447	2.0	Nee
106	Rodenhuize	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	3		4500	535	1.8	Nee
107	Roordomstraat	Stad Geel	Watering de Zegge	vijsel	1		270	/	0	Nee
108	Ronselaerbeek	Zwin-Polder	Zwin-Polder	schroef	3		19440	468	9.9	Ja
109	Schiltpoort	VMM-AOW	VMM-AOW	schroef	3		18000	30	58.3	Nee
110	Schoonaarde provinciebaan	Provincie Oost-Vlaanderen	Provincie Oost-Vlaanderen	centrifugaal	4		3744	116	0.9	Ja
111	Schulensbroek	VMM-AOW	VMM-AOW	schroef	5		14400	1250	5.6	Ja
112	Seime	Polder De Moeren	Polder De Moeren	vijsel	2		4200	766	14.5	Nee
113	Sinaai II	Polder Sinaai-Daknam	Polder Sinaai-Daknam	schroef	3		7200	/	6.7	Nee
114	Sint-Annapolder	Generale Vrije Polders	Generale Vrije Polders	dompel	1		400	/	3.2	Nee
115	Sint-Elbol	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijsel	1		1020	1863	1.0	Nee
116	Sint-Fransispolder	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijsel	1		900	/	1.1	Ja
117	Sint-Karelsmolen	Polder De Moeren	Polder De Moeren	vijsel	2		4200	918	14.5	Nee
118	Sint-Kruis-Winkel	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schroef	2		2160	1200	2.6	Nee
119	Sint-Onofis I	Polder Sint-Onofis	Polder Sint-Onofis	schroef	2		3600	/	1.7	Ja
120	Sint-Onofis II	Polder Sint-Onofis	Polder Sint-Onofis	dompel	2		3600	/	7.0	Ja
121	Sint-Trudo	Polder St. Trudoleden	Polder St. Trudoleden	vijsel	2		4200	1475	6.2	Nee
122	Silpe	Middenkustpolder	Provincie West-Vlaanderen	schroef	2		2398	/	2.8	Nee

Naam	% tijd pompwerking	Overstapitaal gravitair	zomer-dag	zomer-nacht	winter-dag	winter-nacht	Visvriendelijke aanpassing	spijfstand (cm)	Reiniger	Opmerking
62 Kreek Van Nieuwendamme	1%			1.7	1.55	1.55		9	Nee	Noodpomp
63 Kromme Elleboog	100%		1.7						Nee	
64 Kroploop	100%								Nee	pomp = overgedimensioneerd
65 Kweishage-Paddegat	100%		1.7	1.65	0.95	0.9		5	Ja	
66 Laak								7	Nee	
67 Laambeek										
68 Lachenebeek	12%		2.93					10	Nee	
69 Lammergeleed	20%							4	Nee	
70 Lange Kromme	100%		3.56		3.56			4.5	Nee	
71 Langede	100%		3.21		3.21			5	Ja	
72 Leebeek	100%		4.55					4	Nee	
73 Leebrugse Meersen	100%		3.45	3.45	3.45	3.45		4	Nee	
74 Leegood	100%		3.1	2.85				4	Nee	
75 Lege Zijde	100%		3.3		3.3			6	Nee	
76 Legeweg	100%		1.7	1.7	1.3	1.3		9	Nee	
77 Lisperloop	1%		0.7		0.7			10	Nee	
78 Lo Fintele	100%				1.7	1.7		8	Ja	
79 Lo Lolege	100%				1.6	1.6		7	Nee	
80 Lobrekdoek	100%		1.5	1.5	1.5	1.5	vispassage		Ja	
81 Loeverbeek	10%		3							
82 Mannekensvere	100%							4	Nee	
83 Meer	100%									
84 Meerseweg	100%									
85 Meerspoort 1	100%							5	Nee	
86 Meerspoort 2	100%							5	Nee	water wordt gebruikt als proceswater
87 Meeswijk	100%									
88 Melden	100%							5	Nee	
89 Melle Heusdenbaan	1%		4.5					3.5	Nee	
90 Molen	100%		25.25							
91 Molenbeek	1%		4		4		beluchters	10	Nee	pomp tussen kanaalpannen
92 Nieuw Bedelf	1%								Nee	Noodpomp
93 Nieuwland	20%								Nee	stroomopw extra krooshekken 1.5 cm
94 Nijlense beek								7	Nee	
95 Noordland	100%		1.9					5	Ja	
96 Onderdiemaal Zaifelare	100%							5	Nee	
97 Ooigern	100%		15.39					4	Nee	
98 Oostkerke	1%	1.3	2.2	2.2	2.2	2.2		3.7	Ja	
99 Oud-veerstraat	100%		0.25						Nee	wordt verwijderd ikv KBR
100 Perwijsbeek	1%	1.5	2.6						Ja	
101 Ranskapelle	100%				1.6	1.6		12	Ja	
102 Rietgracht			4					4	Nee	
103 Rit	100%								Nee	
104 Rode Weel	100%		1.5					5	Nee	
105 Rodebeek	100%							3	Nee	
106 Rodenhuzze	100%		3.83		3.83			5	Ja	
107 Roerdompstraat	100%		13.42							
108 Ronselaerbeek	5%	1.75	2.15	2.1	1.9	1.9		5	Ja	
109 Schilnpoort	100%		2.25	2.25	2.25	2.25		10	Ja	
110 Schoonaarde provinciebaan	1%		3.25		2			11	Ja	
111 Schuiensbroek	3%		19.9					8	Ja	
112 Seine	100%		-0.5					18	Nee	
113 Sinaal II	100%		3.2	3.2	3.2	3.2			Ja	
114 Sint-Annapolder	100%		1.7		1.5			2	Ja	
115 Sint-Elbot	100%							4	Nee	
116 Sint-Francispolder	1%							6	Nee	
117 Sint-Kaerlsmolen	100%		-0.5				De Wit aanpassing	20	Nee	
118 Sint-Kruis-Winkel	100%		3.73		3.73			4	Nee	
119 Sint-Onolfs I	100%									
120 Sint-Onolfs II	10%									
121 Sint-Tudo	100%		3.95				zie opm.	3	Ja	nieuw bevoel- en lopsysteem operationeel
122 Silipe	100%		2	1.95	1.65	1.6		3.5	Ja	

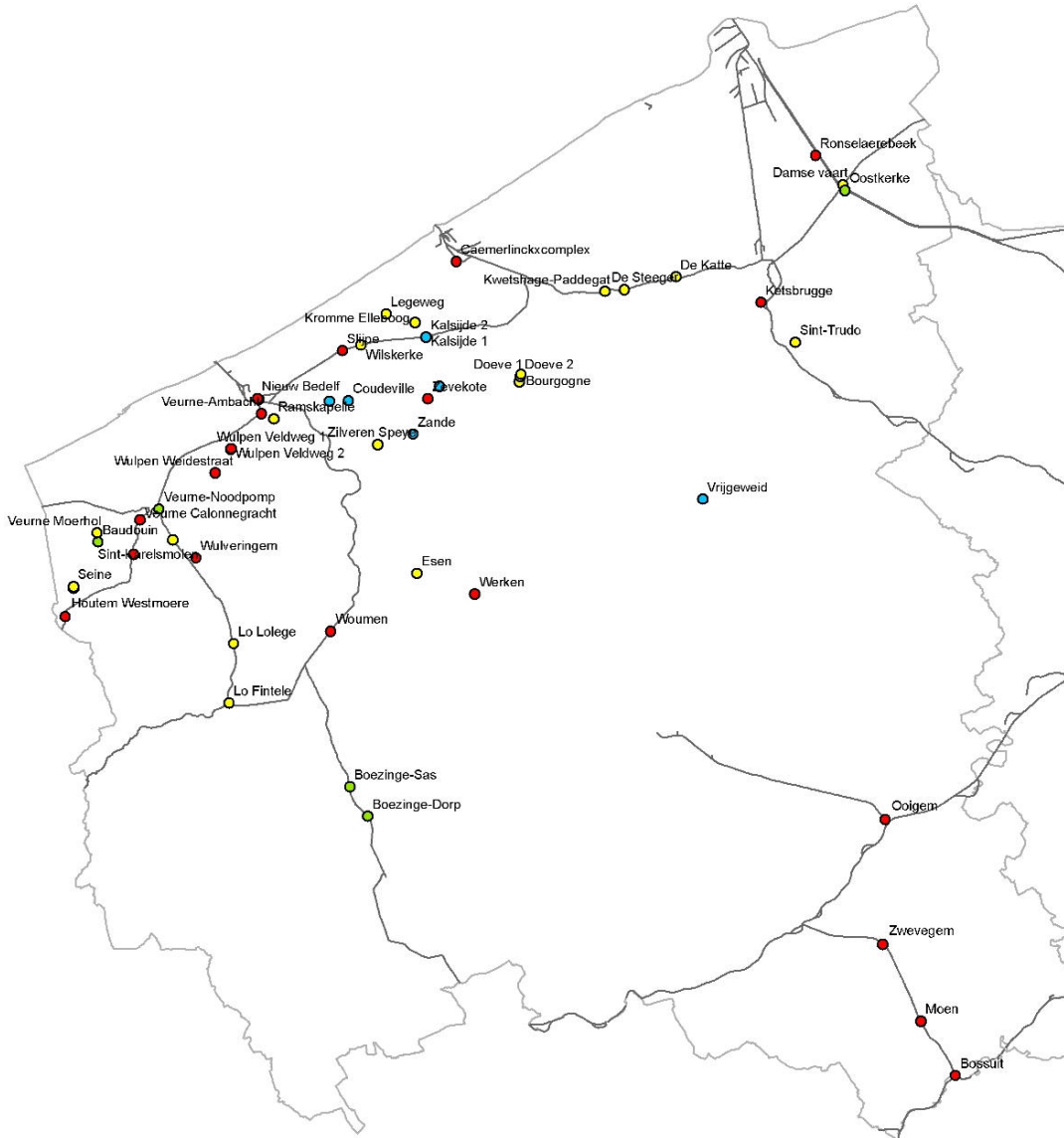
Naam	X	Y	VHAS	VHAG	Bekken	Polder/watering	Bronwaterloop	Doelwaterloop	Bouwjaar
123 Sluiskensweg	171764	237814	1006334	10087	Maasbekken	Watering De Beneden Merck	Blanken Aartloop	Blanken Aartloop	2007
124 Speekloop	173920	236347	6027834	10081	Maasbekken	Watering De Beneden Merck	Speekloop	Relaatsloop	/
125 Spleterten	123017	203729	6030421	787	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Oude Vaart	Moervaart	1929
126 Steenbeek	130497	188742	6019818	6074	Denderbekken	Polder van de Beneden Dender	Steenbeek	Steenbeek	1995
127 Steenkerke Kortewilde	31680	194912	6008413	1298	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	Steenrucht	Lokanaal en Steengracht	1978
128 Stekene	126822	209767	6030170	123	Bekken Gentse kanalen	Polder Sinaai-Daknam	Kanaal van stekene	Kanaal van stekene	1985
129 Stenepoot	138525	214716	6004188	3111	Beneden-Schelddebekken	Polder van het Land van Waas	Noordzuid Verblindig	Waterloop van de hoge landen	1975
130 Stenen Brug	117376	204327	6025566	676	Bekken Gentse kanalen		Kapitaalvaardeken	Zuidlede	1987
131 Tophat	149391	214021	6018493	3129	Beneden-Schelddebekken		VHAG 3129	Zeeschelde	1980
132 Turput	123196	190529	6007841	5305	Beneden-Schelddebekken	Polder tussen Schelde en Durme	Broekse vaart	Broekse vaart	1985
133 Vallien van Zuidlede en Moervaart	120582	204722	6019449	195	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Bosbeek	Zuidlede	1927
134 Van Hecke	129405	199001	6023537	3647	Beneden-Schelddebekken	Polder tussen Schelde en Durme	Bandsloot	Benedendurme	2005
135 Veurne Calonnegracht	29539	196226	6031699	1249	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	VHAG 1249	Bergenvaart	1996
136 Veurne Moerhol	26747	195354	5004791	1295	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	VHAG 1295	VHAG 1295	1970
137 Veurne-Ambacht	37436	203110	6031601	1205	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	Grote Beverdijkvaart	zee	1992
138 Veurne-Noordpomp	30777	196916	6033652	13	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke	Lokanaal	2009
139 Vinderhout	100112	197663	18674	625	Bekken Gentse kanalen	Watering Oude Kale en Meirbeek	Cale	Kanaal Van Gent Naar Oostende	1972
140 Vispoelbeek	119218	197104	/	/	Beneden-Schelddebekken	Polder Moervaart en Zuidlede	Vispoelbeek	Vispoelbeek	1994
141 Vaarschoot dijk	142580	223062	6018671	3233	Beneden-Schelddebekken	Polder Moervaart en Zuidlede	Doorloop	Zeeschelde	/
142 Vliet	146532	198478	6030879	6	Beneden-Schelddebekken	Polder van het Land van Waas	Grote Molenbeek	Kanaal Brusseel-Ruppel	/
143 Volvo	109713	198116	6034092	676	Bekken Gentse kanalen	Polder Vliet en Ziebbeek	Westlede	Westlede	1978
144 Vondelbeek	131641	191617	6030744	6337	Denderbekken	Polder Vlaassenbroek	Vondelbeek	Zeeschelde	1973
145 Voorde	114025	188119	6029467	5195	Beneden-Schelddebekken	Polder van Belham	VHAG 5261	Zeeschelde	/
146 Vrijgeweid	68112	197546	/	/	Bekken Brugse polders	Watering Het Vrijgeweid	Niet op VHA	Rivierbeek	1956
147 Vrouwvliet	155617	193159	6019388	6553	Dijlebekken	Watering Het Vrijgeweid	Vrouwvliet	Dijle	1985
148 Waarschoot Lieve	98109	202923	6025289	656	Bekken Gentse kanalen	Watering De Burggravenstroom	Leve	Klein Brakelijken	1972
149 Waarschoot Oostmoer	97424	205157	/	/	Bekken Gentse kanalen	Watering De Burggravenstroom	Ridling	Eeklo'S Leiken	1972
150 Waasmunster	127820	199106	6025526	3660	Beneden-Schelddebekken		Lokerebeek	Benedendurme	/
151 Watermolen	138310	216039	/	/	Beneden-Schelddebekken	Polder van het Land van Waas	Waterloop van de hoge landen	Verrebroekdijk	/
152 Weehaeg	122696	202196	6030426	350	Bekken Gentse kanalen	Polder Moervaart en Zuidlede	Mariabeek	Durme	1950
153 Werken	51287	191402	6005170	1519	Ijzenbekken	Polder Bethoostersche Broeken	Praatbeek	Handzamevaart	1962
154 Wichelen	118746	189897	6018603	5614	Beneden-Schelddebekken	Polder van Belham	Kalkervaart	Zeeschelde	1973
155 Wilskerke	43886	207592	6031625	130	Ijzenbekken	Middenkustpolder	Puidenbroekgeleed	Kanaal Plessendale-Nieuwpoort	1961
156 Winkelderven	244241	207357	/	/	Maasbekken	Watering Het Grootbroek	Niet op VHA	Niet op VHA	/
157 Vrouwen	41947	188984	6012113	1379	Ijzenbekken	Zuidijzerpolder	Stenensluisvaart	Ijzer	1954
158 Woutershof	243534	206232	6035415	18258	Maasbekken	Watering Het Grootbroek	VHAG 18258	Abbeek	/
159 Vrouwendonsbeek	159015	197495	6042725	9076	Netbekken		Wouwendonkse Beek	Grote Nete	2000
160 Wullebeek	146160	200550	6043718	3600	Beneden-Schelddebekken		Wullebeek	Rupel	2005
161 Wulpen veldweg 1	35440	200832	5010754	1831	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	VHAG 5010754	Bommelarevaart	1996
162 Wulpen Veldweg 2	35426	200781	5010751	1820	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	Bommelarevaart	Bommelarevaart	1996
163 Wulpen Veldstraat	34428	199263	5009927	1806	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	VHAG 1806	Bommelarevaart	1996
164 Wulvening	33164	193753	5008930	1219	Ijzenbekken	Polder Noordwatering Veurne	VHAG 1219	VHAG 1219	1986
165 Zandbergen	120307	165709	4027946	6241	Denderbekken	Watering Idegem-Appeltierre	De Rijt	De Rijt	/
166 Zande	473037	201789	6020771	1520	Ijzenbekken	Middenkustpolder	Spermalgeleed	Spermalgeleed	1986
167 Zele-Dijk	127578	192822	6004077	5750	Beneden-Schelddebekken	Polder tussen Schelde en Durme	Oostveergate	Zeeschelde	1985
168 Zele-Hoek	126695	192822	6007891	3246	Beneden-Schelddebekken		Zelebeek	Benedendurme	1971
169 Zevetate	48246	204091	6004576	1334	Ijzenbekken	Middenkustpolder	Nieuw dwarsgeleed	Nieuw dwarsgeleed	1961
170 Ziel- en Appeltonkbeek	44973	197139	6015572	2106	Beneden-Schelddebekken	Polder Vliet en Ziebbeek	Birrebeek	Rupel	/
171 Ziveren Speye	44973	201116	6003950	3017	Beneden-Schelddebekken	Middenkustpolder	Lekebeek	Vlaadsvaart	1980
172 Zwageweg	77796	169650	6031436	22	Leiebekken	Middenkustpolder	Kanaal Bossuit-Kortrijk	Kanaal Bossuit-Kortrijk	2001

Naam	Exploitant	Eigenaar	pomp 1	# pomp 1	pomp 2	capaciteit (m³/u)	Draai-uren	Opp (ha) benalgeb.	gravitair
123 Sluiskensweg	Provincie Antwerpen	Provincie Antwerpen	vijzel	1		1440	1090	1.0	Ja
124 Speekloop	Watering De Beneden Mark	Gemeente Hoogstraten	dompel	1		/	/	0.1	Nee
125 Spieteren	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schoef	1	centrifugaal (1)	3720	618	0.9	Nee
126 Steenbeek	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	4		14400	284	5.7	Ja
127 Steenkerke Kortewilde	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	vijzel	2		4320	/	11.6	Ja
128 Stekene	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	3		7128	3120	4.8	Nee
129 Steneoort	Polder Land van Waas	VMM-AOW	schoef	4		9720	/	72.6	Nee
130 Stenen Brug	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijzel	1		2400	1630	10.8	Nee
131 Tophat	W&Z Zeeschelde	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	2		648	394	3.0	Nee
132 Turfput	Polder tussen Schelde en Durme	Gemeente Berlare	schoef	2		6480	711	0.2	Nee
133 Valleen van Zuidlede en Moervaart	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schoef	2	centrifugaal (1)	6000	394.1	7.7	Nee
134 Van Hecke	W&Z Zeeschelde	W&Z Zeeschelde	centrifugaal	1		360	1288	1.2	Nee
135 Veurne Calomnegracht	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	schoef	1		72	/	0.1	Nee
136 Veurne Moerhol	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	vijzel	1		462	/	0.9	Nee
137 Veurne-Ambacht	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	5		99000	2000	139.6	Ja
138 Veurne-Noordpomp	W&Z Bovenschede	W&Z Bovenschede	centrifugaal	2		7200	360	19.6	Ja
139 Vinderhoutje	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	5		18000	15395	21.8	Nee
140 Vispoelbeek	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	dompel	1		375	/	0	Nee
141 Vlaamschen dijk	Polder van Land van Waas	Polder van Land van Waas	schoef	4		21600	/	6.3	Nee
142 Vliet	W&Z Zeekanaal	W&Z Zeekanaal	schoef	7		70560	/	50.5	Nee
143 Volvo	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	vijzel	2		2040	904	1.9	Nee
144 Vondelbeek	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	4		17280	1756	13.3	Ja
145 Voorde	Polder van Belham	Polder van Belham	dompel	2		2400	/	2.5	Ja
146 Vrijgeweid	Watering Het Vrijgeweid	Watering Het Vrijgeweid	dompel	2		240	533	0	Nee
147 Vrouwliet	Stad Mechelen	VMM-AOW	schoef	6		86400	658	40.7	Ja
148 Waarschoot Lieve	Watering de Burggravenstroom	VMM-AOW	schoef	3		10800	2310	35.3	Nee
149 Waarschoot Oostmoer	Watering de Burggravenstroom	VMM-AOW	centrifugaal	6	dompel (1)	5310	/	0	Nee
150 Waasmunster	polder Durme noord-West	VMM-AOW	schoef	3		6480	3936	2.9	Nee
151 Watermolen	Polder van Land van Waas	Polder van Land van Waas	schoef	6		86400	12000	72.6	Ja
152 Weehaeghe	Polder van Moervaart en Zuidlede	Polder van Moervaart en Zuidlede	schoef	3		11400	518	9.4	Nee
153 Werken	Polder Bethoostersche Broeken	Polder Bethoostersche Broeken	schoef	2		3600	/	4	Ja
154 Wichelien	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	4		29520	3606	26.2	Ja
155 Wiskerke	Middenkustpolder	Provincie West-Vlaanderen	vijzel	1		943	/	0.8	Nee
156 Winkelderven	Watering het Grootbroek	Watering het Grootbroek	onbekend	0		/	/	0	Nee
157 Vrouwen	VMM-AOW	VMM-AOW	schoef	2		14400	6000	120.5	Ja
158 Woutershof	Watering het Grootbroek	Watering het Grootbroek	onbekend	0		/	/	0	Nee
159 Wouwendonksbeek	gemeente Duffel	gemeente Duffel	schoef	1		5040	52	1.1	Ja
160 Wuilebeek	Provincie Antwerpen	Provincie Antwerpen	schoef	3		7344	/	1.6	Ja
161 Wulpen veldweg 1	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	schoef	1		72	/	0.2	Nee
162 Wulpen veldweg 2	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	schoef	1		72	/	0.4	Nee
163 Wulpen Weststraat	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	schoef	1		240	/	0.8	Nee
164 Wuilveringem	Polder Noordwatering Veurne	Polder Noordwatering Veurne	schoef	1		540	/	0	Nee
165 Zandbergen	Watering Idégem-Appellerre	Watering Idégem-Appellerre	dompel	2		/	/	0.2	Nee
166 Zande	Middenkustpolder	Middenkustpolder	dompel	1		/	/	0	Nee
167 Ziele-Dijk	Polder tussen Schelde en Durme	Polder tussen Schelde en Durme	schoef	2		6120	735	2.4	Ja
168 Zelier-Hoek	Polder tussen Schelde en Durme	Polder tussen Schelde en Durme	schoef	3		12600	1171	9.0	Nee
169 Zevekote	Middenkustpolder	Provincie West-Vlaanderen	schoef	1		4680	/	4.8	Nee
170 Ziel- en Appeldonkbeek	W&Z Zeekanaal	W&Z Zeekanaal	schoef	6		35640	/	17.0	Ja
171 Zilveren Spaeye	Middenkustpolder	Middenkustpolder	vijzel	2		9120	/	10	Nee
172 Zvevegem	W&Z Bovenschede	W&Z Bovenschede	schoef	2		5400	/	21.1	Nee

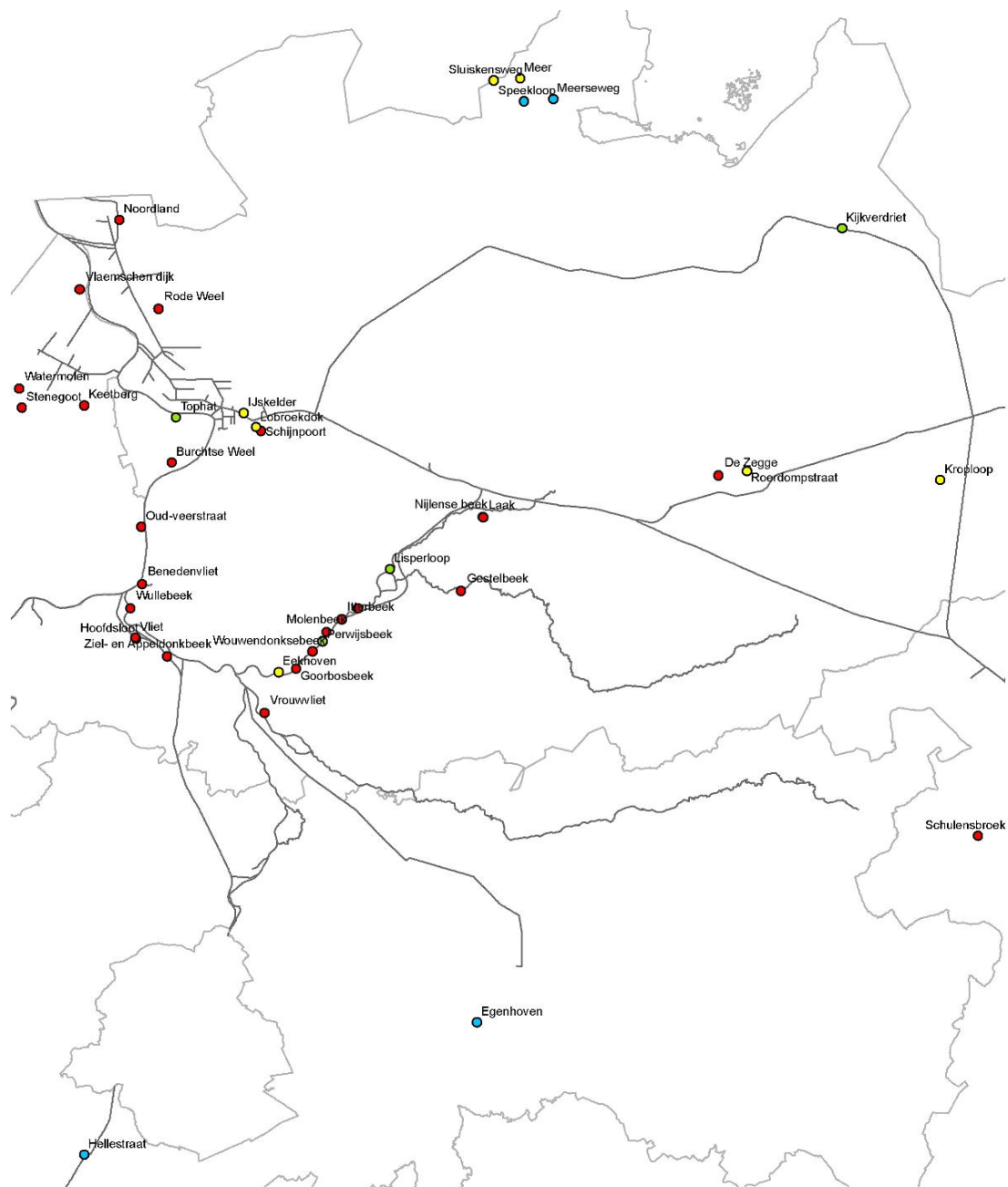
	Naam	% tijd pompwerking	Overslagpeli gravitair	zomer-dag	zomer-nacht	winter-dag	winter-nacht	Visvriendelijke aanpassing	spijlstaand (cm)	Reiniger	Opmerking
123	Suiskensweg	12%		11.05		11.05			10	Nee	
124	Sneekloop	100%									
125	Spieteren	100%		3.35		3.35			6	Nee	
126	Steenbeek	1%		3.5	3.5	3.5	3.5		5	Ja	
127	Steenkerke Kortewilde	1%				1.7	1.7		15	Ja	
128	Stekene	100%		3.56	3.56	3.56	3.56		8	Ja	
129	Steneoort	100%		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3		10	Ja	
130	Stenen Brug	100%		3.96					4.5	Nee	Pomp kan ook hevelen
131	Tophat	100%								Nee	
132	Turfput	100%		3.2					4	Nee	
133	Vallen van Zuidlede en Moervaart	100%		2.7		2.7			5	Ja	
134	Van Hecke	100%							3	Nee	
135	Veurne Calonnegracht	100%				1.6	1.6		7	Ja	
136	Veurne Moerhol	100%				0.6			10	Nee	
137	Veurne-Ambacht	5%		1.8	1.8	1.8	1.8		5	Ja	
138	Veurne-Noordpomp	10%								Nee	
139	Vinderhoutse	100%		4.6	4.6	4.6	4.6		8	Ja	
140	Vispoelbeek	100%							7	Nee	
141	Vlaemschen dijk	100%							8	Ja	
142	Vliet	100%									
143	Volvo	100%		6.05		6.05			12	Nee	
144	Vondelbeek	5%		3.25	3.25	3.25	3.25		8	Ja	
145	Voorde	10%									
146	Vrijgeweld	100%		11.9					5	Nee	
147	Vrouwvliet	5%		2.8					4	Ja	
148	Waarschoot Lieve	100%		5.61	5.61	5.61	5.61		8	Ja	
149	Waarschoot Oostmoer	100%		2.4	2.4	2.4	2.4		8	Ja	
150	Waasmunster	100%							10	Ja	
151	Watermolen	20%							8	Ja	
152	Weehaegse	100%		3.34		3.34			5	Ja	
153	Werken			2.6						Ja	
154	Wichelen	20%		2.9	2.9	2.8	2.8		8	Ja	
155	Wilskerke	100%		1.65	1.6	1.4	1.35		3.5	Ja	
156	Winkelderven	100%									
157	Woumen	34%		2.6	2.6	2.6	2.6		9	Ja	
158	Woutershof	100%									
159	Wouwendonksbeek	1%		4.46		4.46			10	Nee	
160	Wullebeek	1%		2.65		2.62			10	Nee	
161	Wulpen veldweg 1	100%				1.8			8	Nee	
162	Wulpen Veldweg 2	100%				1.8			8	Nee	
163	Wulpen Weidestraat	100%				1.8	1.8		8	Ja	
164	Wuiveringem	100%				1.8				Nee	
165	Zandbergen	100%									
166	Zande	100%							4	Nee	
167	Ziele-Dijk	7%		3					4	Ja	
168	Ziele-Hoek	100%		3.5		3.2			4	Nee	
169	Zevkele	100%		1.6	1.6	1.35	1.35		3.5	Ja	
170	Ziel- en Appeltonkbeek	10%									
171	Zilveren Spøye	100%		1.8		1.6			3	Ja	
172	Zweveggen	100%		17.4				beluchters		Ja	pompt tussen kanaalbanden

Bijlage 2. Situering pompgemalen

West-Vlaanderen



Antwerpen en Vlaams-Brabant



Limburg



Bijlage 3. Oplossingen passeerbaarheid pompgemalen

Visvriendelijke pompen - Buisvijzel



© Fishflow Innovations - Zwanburgerpolder



© Siemens

Beschrijving:

Bij een buisvijzel zit het vijzelblad vast aan de behuizing, waardoor er geen ruimte meer bestaat tussen de vijzel en de vijzelwand. Net zoals bij een De Witvijzel (zie verder) kan de instroomopening ook met een conische top uitgerust zijn.

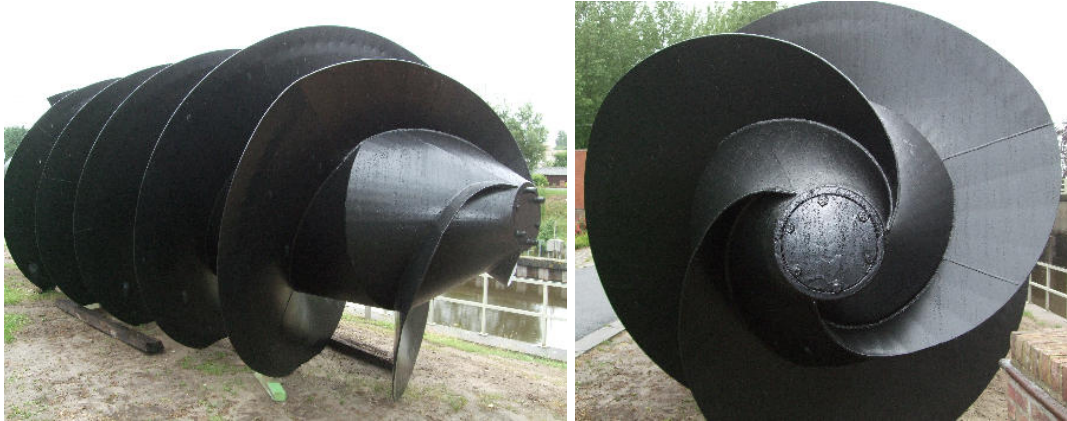
Voorbeelden:

- Gemaal Zwanburgerpolder in Warmond (NL)
- Red Bluff diversion dam (VS)
- Sluis Albertkanaal in Ham (B)

Links:

- www.water.siemens.com → screw pumps → Internalift
- www.fishflowinnovations.nl → vijzelturbine

Visvriendelijke pompen – De Witvijzel



Beschrijving:

Een De Witvijzel is een conventionele vijzel die aan de instroomzijde uitgerust is met een conische top. Hierbij zijn de onderste windingen van de vijzel aangepast zodat het vijzelblad terugloopt naar de as van de vijzel. Een De Witaanpassing kan ook gecombineerd worden met een (gedeeltelijk) gesloten buisvijzel.

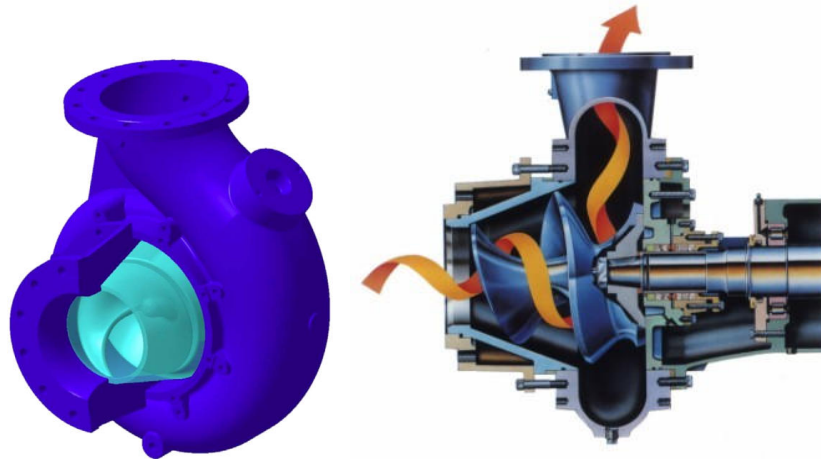
Voorbeelden:

- Pompgemaal Lobroekdok Antwerpen
- Pompgemaal Sint-Karelsmolen (Polder De Moeren)
- Pompgemaal Boekhoute (Leopoldkanaal)

Links:

/

Visvriendelijke pompen - visvriendelijke Hidrostal-pomp



Beschrijving:

De visvriendelijke Hidrostalpompe is een schroefcentrifugaalpompe. Hidrostalpompen hebben slechts één schoep met een speciale kurkentrekervorm aan de inlaat.

Voorbeelden:

- Red Bluff diversion dam (VS)

Links:

- <http://www.fishfriendlypumps.co.uk/>
- DOI:10.1577/1548-8659(2003)132<0326:POJCSA>2.0.CO;2

Visvriendelijke pompen - visvriendelijke axiaalpompe



Beschrijving:

De visveilige axiaalpompe is voorzien van een waaier en leischoepe met een speciale vormgeving. Als gevolg van de waaievorm ontstaat een stroming die vissen tussen de waaierbladen doorvoert. De waaier heeft een grotere kogeldoorlaat dan conventionele axiaalwaaiers waardoor de waaier goed passeerbaar is voor vissen.

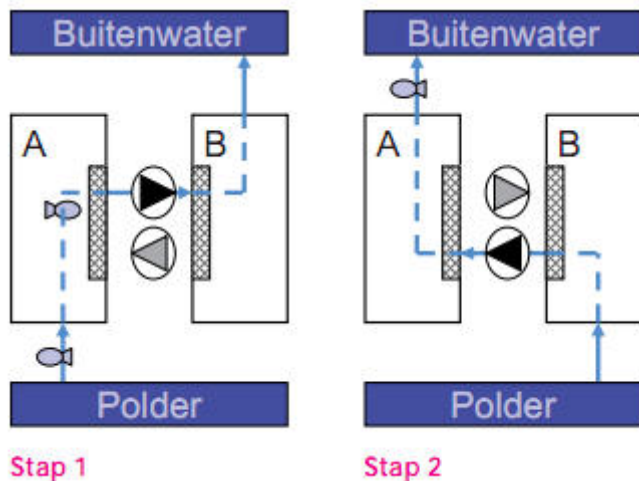
Voorbeelden:

- Mijndense Sluis (NL)

Links:

- www.fishflowinnovations.nl
- <http://www.nijhuis.com/products/pumps/Fish-friendly%20pump.html>

Visgeleidingsystemen - Fish Track



® Tauw

Beschrijving:

Fish Track zorgt ervoor dat vissen in beide richtingen veilig het gemaal kunnen passeren zonder in aanraking te komen met de pompen.

Stap 1

In het midden van het gemaal staan twee pompen. De bovenste pomp is in werking en zorgt ervoor dat water uit de polder via compartiment A wordt aangevoerd en via compartiment B wordt afgevoerd (aangegeven met blauwe pijlen). Door een fijnrooster voor de pompinlaat blijven de meegevoerde vissen in compartiment A.

Stap 2

Na een poosje wordt de onderste pomp aangezet en de bovenste pomp stopgezet. Het polderwater komt nu binnen via compartiment B en wordt via compartiment A afgevoerd. De vissen die in A verblijven, worden nu meegevoerd naar buiten. Tegelijkertijd worden weer nieuwe vissen meegevoerd naar compartiment B.

Voorbeelden:

- Poldergemaal Offerhaus in Eernewoude (NL)

Links:

www.Tauw.nl

Visgeleidingssystemen - FishFlow gemaalvispassage



© Fishflow Innovations

Beschrijving:

Door FishFlow Innovations werd een gemaalvispassage ontworpen die vissen de mogelijkheid biedt om het gemaal zowel in stroomop- als stroomafwaartse richting te passeren. De gemaalvispassage bestaat uit een venturipomp die het mogelijk maakt om een waterbeweging op gang te brengen in twee omloopkanalen. Het gemaal speelt in op het natuurlijke gedrag van de vis. Felle stroboscooplampen houden de vis bij de gemaalpompen weg, waardoor vissen op zoek gaan naar alternatieve stromingen. Deze worden geboden in de vorm van de donkere inlaten van de zijkanalen. De stroming in deze kanalen zal de vis aantrekken. Via de kanalen voert de stroming de vissen stroomopwaarts langs de gemaalpompen heen.

De FishFlow gemaalvispassage kan in ieder gemaal ingepast worden, zowel in bestaande gemalen als bij renovatie of nieuwbouw. Voor stroomopwaarts migrerende vissen vormt het water dat door een gemaal wordt uitgemalen een lokstroom. Tijdens het pompen van het gemaal is de gemaalvispassage niet stroomopwaarts passeerbaar vanwege de hoge stroomsnelheid in de venturi. De vissen die door de lokstroom worden aangetrokken zullen zich daarom verzamelen in de uitstroombak. Zodra de gemaalpomp stopt met pompen sluit de terugslagklep achter de vissen, waarna deze door het terugstromende water via de omloopkanalen naar de polder worden gebracht.

Voorbeelden:

- Gemaal Meerweg bij Haren (NL)

Links:

www.fishflowinnovations.nl

Visafschrikssystemen

Hieronder worden een aantal voorbeelden van de meest courante visafschrikssystemen beschreven. De meeste afschrikssystemen zijn echter alleen effectief als ze gecombineerd worden met een visgeleidingsysteem. Het afschrikstelsel wordt hierbij ingezet om de vissen van de inzuigopening weg te houden en af te leiden naar een alternatieve doorzwemopening (bv. vispassage).

1. Afschrikking met geluid

Bij afschrikking met geluid worden er onder water aan de instroom van pompen luidsprekers geplaatst die geluid uitzenden. Meestal ligt de frequentie van het uitgezonden signaal tussen 20 – 600 Hz, maar er zijn ook systemen die ultra- en infrasonen gebruiken. Het afschrikkingseffect is sterk soortafhankelijk (zie Maes *et al.*, 2004 voor een overzicht). Goede afschrikresultaten worden bekomen als geluid gecombineerd wordt met luchtballen (zie onder). In dergelijke systemen wordt het geluid als het ware opgesloten in de luchtballen.



Inzuig koelwater aan de kerncentrale van Doel en voorbeeld van een luidspreker (inzet) ® Ovivo

2. Afschrikking met luchtballen

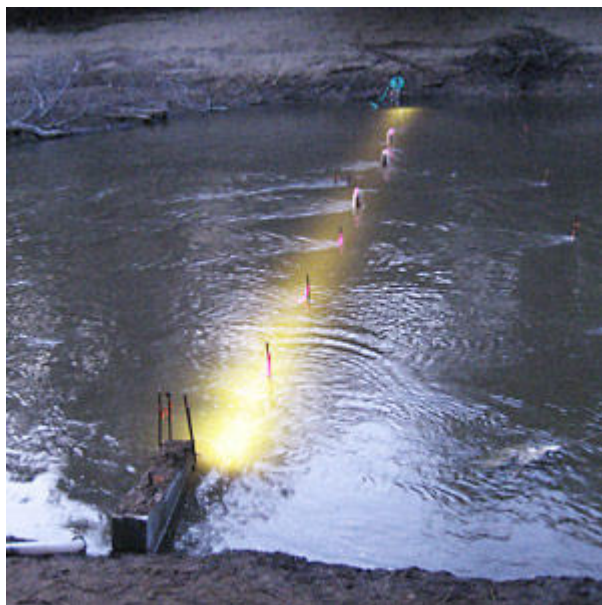
Bij een afschrikstelsel met luchtballen wordt een gordijn van luchtballen aangelegd voor de instroom van de pompen of turbines, waarbij de vissen worden afgeleid naar een visdoorgang. Het bellengordijn wordt gecreëerd via een geperforeerde buis die op de bodem van de waterloop geplaatst wordt en waardoor perslucht geblazen wordt. De beste resultaten voor de afschrikking van vis worden echter bekomen als luchtballen gecombineerd worden met een andere gedragsbarrière zoals geluid of fel licht. Een bellengordijn alleen is niet effectief om palingen af te schrikken (Turnpenny & O'Keefe, 2005). De effectiviteit van een luchtballenbarrière is lager in stilstaande, traag of snel stromende wateren.



Bellengordijn (gecombineerd met strobolichten en geluid) in de San Joaquin Rivier in de VS © FISHBIO

3. Afschrikking met licht (strobo)

Sommige vissoorten worden afgeschrikt door licht (bv. baars), andere soorten worden dan weer aangetrokken door licht (bv. stekelbaars). Voor de afschrikking van vissen kan zowel een constante lichtbron als stroboscooplichten gebruikt worden, waarbij deze laatste het meest effectief blijken. De effectiviteit van een lichtbarrière wordt sterk gereduceerd in troebel water. De effectiviteit kan verhoogd worden door stroboscooplicht te combineren met een luchtbellengordijn en/of geluid.

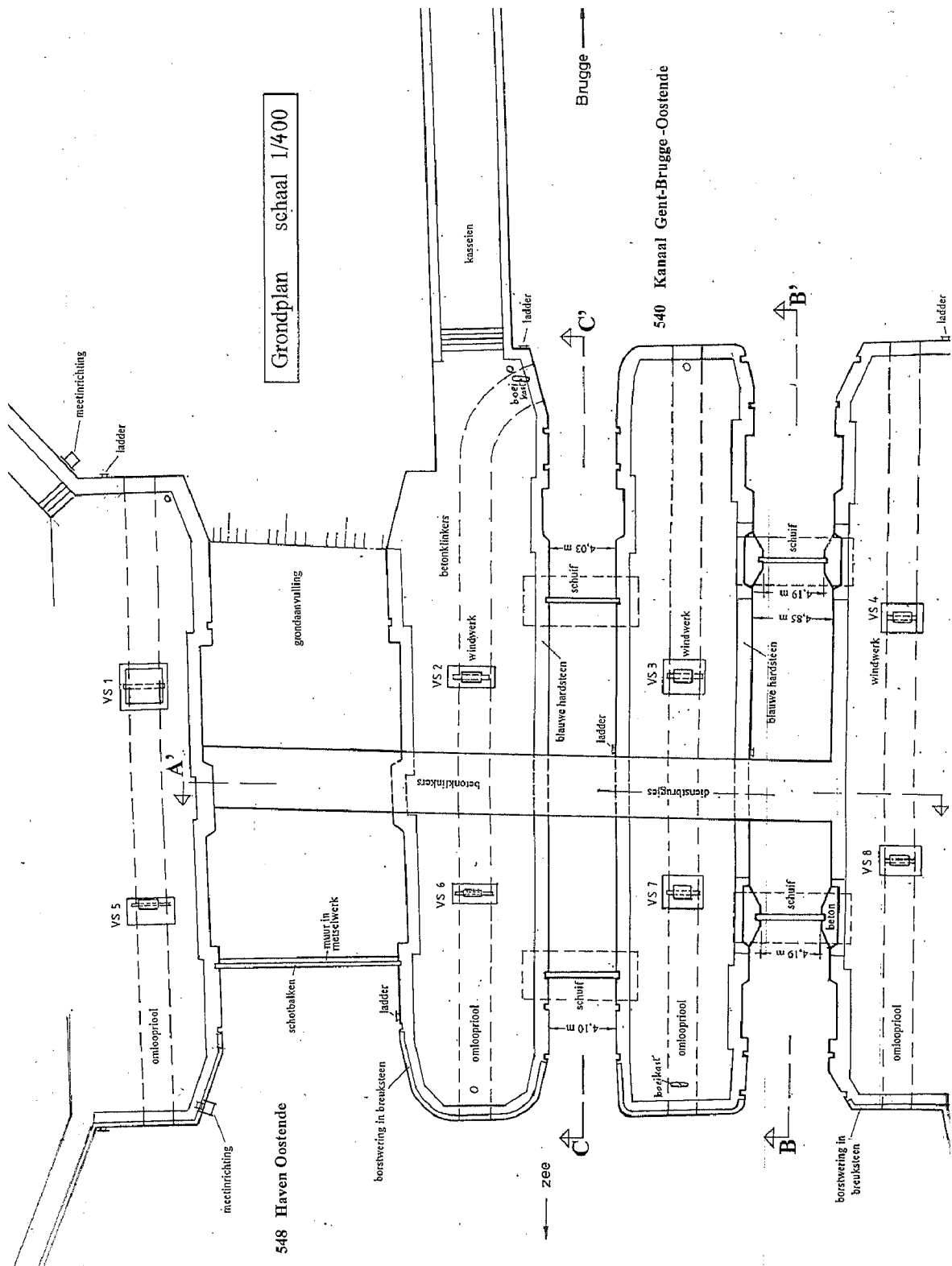


*Afschrikking van vis m.b.v. een lampenrij
Bron: <http://m.popularmechanics.com>*

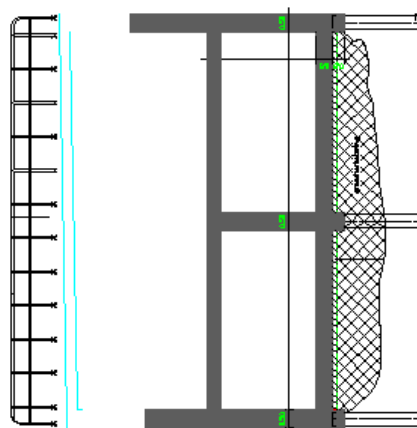
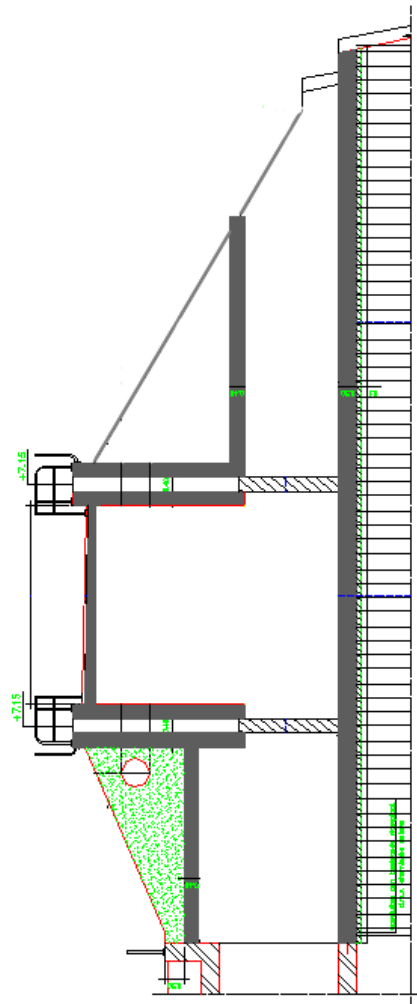


Stroboscoopsysteem uitgerust met LED lampen. © Fishflow Innovations

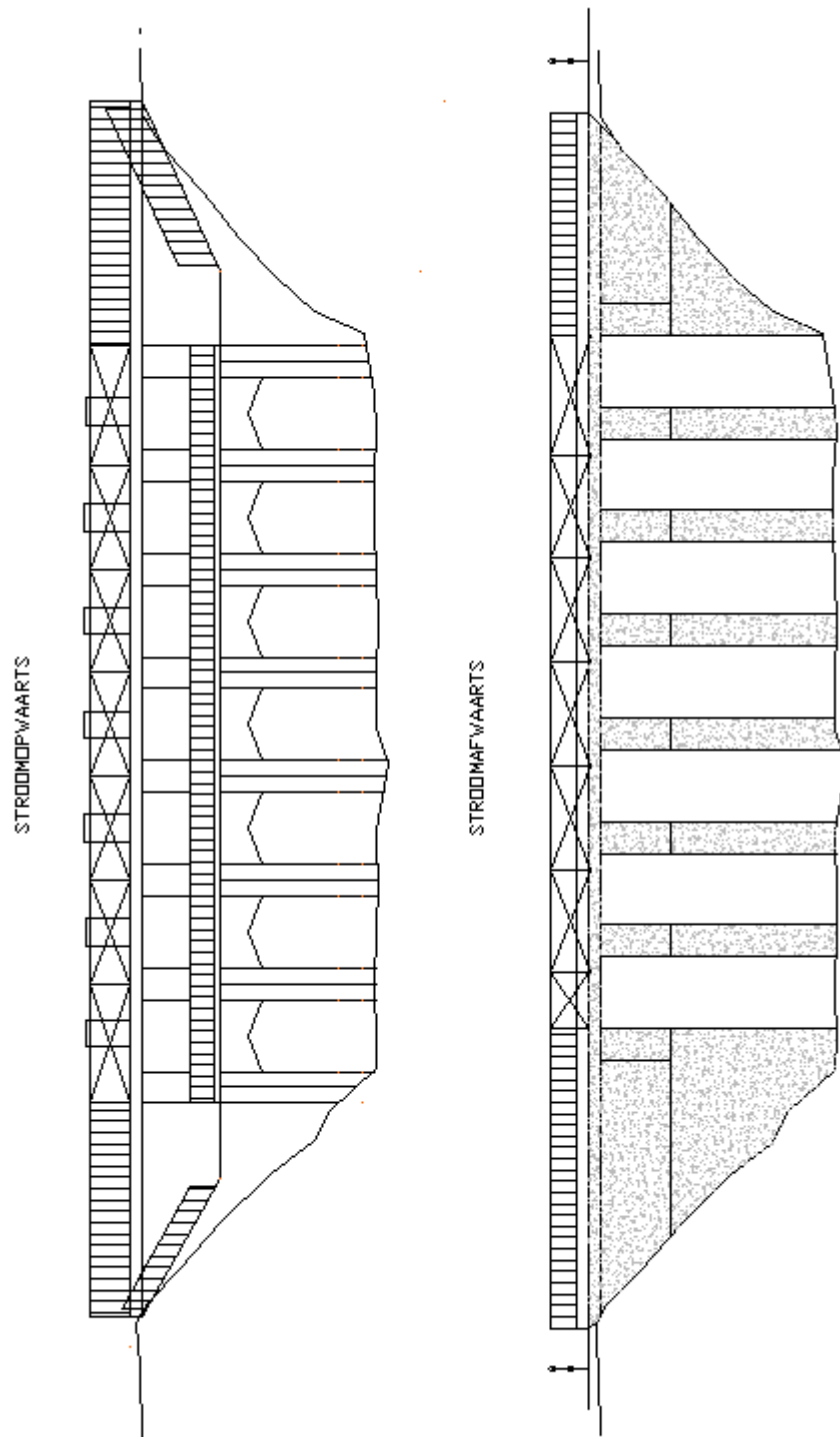
Bijlage 4. Bovenaanzicht uitwateringsconstructie Kanaal Gent-Oostende



Bijlage 5. Dwarsdoorsnede uitwateringsconstructie Blankenbergsevaart



Bijlage 6. Dwarsdoorsnede uitwateringsconstructie Noordede



Referenties

Anoniem, 2009. Eel management plan for Belgium. COUNCIL REGULATION (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel. 172 pp.

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.

Baras E., Jeandrain D., Serouge B., Philippart J.C. (1998). Seasonal variations in time and space utilization by radio-tagged yellow eels *Anguilla anguilla* (L.) in a small stream, *Hydrobiologia* 372: 187-198.

Belpaire C., Verreycken H. & Ollevier F. (1991). Glasaalmigratie in vlaanderen tijdens het voorjaar van 1991. Interne rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie visserij, 1991(005). Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer: Hoeilaart: Belgium. 74 pp.

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.

Bruijs 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.

Casselmann J. M. & Lewis C. A. (1996). Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53 (Suppl. 1): 161-174.

Dekker W., Deerenberg C.M. & Jansen H.M. (2008). Duurzaam beheer van de aal in Nederland: onderbouwing van een beheersplan. IMARES (Rapport / Imares C041/08).

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

Durif C., Guibert A. & Elie P. (2009). Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. In: Casselman J.M., Cairns D.K. (eds). *Eels at the edge: science, status, and conservation concerns*. American Fisheries Society Symposium 58, Bethesda, Maryland, p. 103-111.

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

ESRI (2008). ArcGIS (version 9.3). Redlands, CA. www.esri.com

Geeraerts C., Ovidio M., Verbiest H., Buysse D., Coeck J., Belpaire C. & Philippart J.C. (2007). Mobility of individual roach *Rutilus rutilus* (L.) in three weir-fragmented Belgian rivers. *Hydrobiologia* 582, 143-153.

Germonpré E., Denayer B., Belpaire C. & Ollevier F. (1994). Inventarisatie van pompgemalen in het vlaamse gewest en preliminair onderzoek naar schade van diverse pomptypes op

vissen na gedwongen blootstelling. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer: Groenendaal: Belgium. 63 pp.

IMDC (2009). Oppervlaktewaterkwantiteitsmodelleringen 2006 Stroomgebied van de Noordede en de Blankenbergse Vaart. Boekdeel Ic: Scenarioanalyse. I/RA/11308/07.145/FFO. 78 pp.

Jochems H., Schneiders A., Denys L., Van den Bergh E. (2002). Typologie van de oppervlaktewateren in Vlaanderen. Eindverslag van het project VMM. KRLW-typologie. 67 pp.

Kroes M.J. & Monden S., (2005). Vismigratie, een handboek voor herstel in Vlaanderen en Nederland. AMINAL, afdeling Water en Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij. Brussel. 208 pp.

Kruitwagen G. & Klinge M. (2008). Monitoring van stroomafwaartse migratie van vis bij gemaal drs. P.H. Schoute. Witteveen+Bos, Deventer. 19 pp. SV1B-1/gral/003.

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.

Laffaille P., Baisez A., Rigaud C. & Feunteun E. (2004). Habitat preferences of different european Eel size classes in a reclaimed Marsh: a contribution to species and ecosystem conservation. *Wetlands* 24, 642-651.

Lambert P. & Rochard E. (2007). Identification of the inland population dynamics of the European eel using pattern-oriented modeling. *Ecological Modelling* 206: 166-178.

Lasne E., Acou A., Vila-Gispert A. & Laffaille P. (2008). European eel distribution and body condition in a river floodplain: effect of longitudinal and lateral connectivity. *Ecology Of Freshwater Fish* 17, 567-576.

Lucas M.C. & Baras E. (2001). *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Science, London 420 p.

Moriarty C. & Dekker W. (1997). Management of the European eel. *Fisheries Bulletin* (Dublin) 15, 1-110.

Mouton A., Gelaude E., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y. & Coeck J. (2009). Onderzoek naar glasaalmigratiemogelijkheden in de Ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. Studie in opdracht van W&Z, Afdeling Bovenschelde. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2009 (INBO.R.2009.62). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 31 pp.

Ovidio M. & Philippart J.C. (2005). Long range seasonal movements of northern pike (*Esox lucius* L.) in the barbel zone of the River Ourthe (River Meuse basin, Belgium). In M.T. Spedicato, G. Lembo & G. Marmulla, (eds.). *Aquatic telemetry: advances and applications* FAO/COISPA, Rome: 191-202.

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 2009 (INBO.R.2009.40). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Turnpenny A.W.H. (1983). Multiple regression analysis for forecasting critical fish influxes at power station intakes. *Journal of Applied Ecology* 20:33-42.

van Weeren B.-J., Pui Mee Chan, Vriese T., van der Wal B. (2010). Worden vissen in de maling genomen? Samenvatting van het STOWA-onderzoek naar de mogelijke schade aan vissen bij het passeren van gemalen. Amersfoort: STOWA. 48 pp.

Vøllestad L.A. (1992). Geographic variation in age and length at metamorphosis of maturing European eel: environmental effects and phenotypic plasticity. *Journal of Animal Ecology*. 61:41-48.

WES (2005). Waterhuishoudingsplan Zwinstreek. Zwinpolder.

Lijst van figuren

Figuur 1.	Stappen in de berekening van de breedte van waterlopen in de bemalingsgebieden van pompgemalen.....	15
Figuur 2.	Boxplots van de breedte van waterloopsegmenten per categorie (onbevaarbaar 2 en 3) en per bekken (1 = IJzer, 2 = Brugse polders, 3 = Gentse kanalen, 4 = Beneden-Schelde, 8 = Dijle, 10 = Nete).....	16
Figuur 3.	Overzicht van de stappen voor de berekening van de impact van pompgemalen op de visstand.	19
Figuur 4.	Overzicht van de pompgemalen in Vlaanderen. Zie Bijlage 2 voor een meer gedetailleerd overzicht per provincie. De grijze zones zijn de polders en wateringen.....	23
Figuur 5.	Aantal pompgemalen per capaciteitsklasse (m³/u) en type pompgemaal. In de legende wordt de gemiddelde capaciteit per type gegeven.....	24
Figuur 6.	Verdeling van de gebruikte spijlafstanden van de krooshekkens (cm).24	
Figuur 7.	Pompwerking in 2009 (95% CI), neerslag (KMI, maandtotalen Eeklo 2009) en debiet van de Ede in Maldegem (www.Hydronet.be).....	25
Figuur 8.	Overzicht van de bemalingsgebieden van pompgemalen in Vlaanderen. De kaart geeft alleen de bevaarbare en onbevaarbare waterlopen tot en met 3^{de} categorie weer. Elke kleur staat voor een ander pompgemaal.....	26
Figuur 9.	Clusteranalyse op basis van het gemiddeld aantal per 100 m. Achter de underscore staat het aantal stalen dat per groep genomen werd. Codes rivierbekkens: 1 = IJzer, 2 = Brugse polders, 3 = Gentse kanalen, 4 = Benedenschelde, 5 = Leie, 6 = Bovenschelde, 7 = Dender, 8 = Dijle-Zenne, 9 = Demer, 10 = Nete, 11 = Maas.....	27
Figuur 10.	Aantal vissen per 100 m² in de verschillende waterlooptypes van de rivierbekkens. De densiteit van paling wordt op de rechtse y-as weergegeven. Alleen de waterlooptypes die in de bemalingsgebieden voorkomen worden weergegeven.....	27
Figuur 11.	Relatie tussen de oppervlakte van het bemalingsgebied (waterlopen, ha) en de productie (rechtse y-as; kg) en specifieke productie (linkse y-as; biomassa (kg) per hectare) van zilverpaling. De belangrijkste pompgemalen zijn aangeduid op de figuur.	29
Figuur 12.	Controle berekening densiteit paling. De gemiddelde palingdensiteit in de bemalingsgebieden op basis van de schatters (blauw) en de gemiddelde densiteit op basis van VIS-meetlocaties in de bemalingsgebieden (groen). De rechtse y-as geeft de densiteit voor het pompgemaal van Benedenvliet.....	30

Figuur 13. Mortaliteit van zilverpaling op basis van de huidige productie (ondergrens) en de natuurlijke productie (bovengrens) en de schade-index bij andere vissoorten. Alleen de 30 meest schadelijke pompgemalen worden weergegeven. Schroefpompgemalen zijn in het rood weergegeven, vijzelgemalen in het geel en centrifugaalpompgemalen in het groen.	31
Figuur 14. Pompgemalen op prioritaire waterlopen en aandachtswaterlopen.	36
Figuur 15. Beslisboom sanering pompgemalen. Zie tekst voor de toelichting.	39
Figuur 16. Situering van de Uitkerkse polder en het stroomgebied van de Noordede en de Blankenbergsevaart.....	55
Figuur 17. Erkend natuurgebied in de Uitkerkse polders. Stuwen op zijlopen (Meulezwin: bovenaan – Duivekotader: onderaan).	56
Figuur 18. Dagelijkse waterhoogte (groene lijnen, linkse y-as) en watertemperatuur (oranje lijn, rechtse y-as) in de Blankenbergsevaart ter hoogte van Uitkerke (bron: VMM). De blauwe lijn komt overeen met de stuwhoogte en de grijze lijn met een waterstand van 1.55 mTAW (stuw passeerbaar voor vis).....	58

Lijst van tabellen

Tabel 1.	Schatters voor de breedte van waterloopsegmenten in de bemalingsgebieden. Alleen de schatters die van toepassing zijn in de bemalingsgebieden van de verschillende bekkens werden bepaald.....	16
Tabel 2.	Geschatte sterftepercentages voor karperachtigen, baarsachtigen, snoek en paling.	19
Tabel 3.	Aantal pompgemalen in de databank waarvoor gegevens beschikbaar zijn.	21
Tabel 4.	Overzicht van de eigenaars en exploitanten van pompgemalen in Vlaanderen	22
Tabel 5.	Overzicht van de pomptypes per provincie. Waar mogelijk werd gespecificeerd om welk type schroefpomp het gaat.	23
Tabel 6.	Schatters voor de samenstelling van de visgemeenschap in de bemalingsgebieden (aantal per 100 m²).	28
Tabel 7.	Schatting van de huidige productie van zilverbaling in de bemalingsgebieden per rivierbekken.....	30
Tabel 8.	Mortaliteit zilverbaling (kg, huidige en natuurlijk), index visschade en ligging op de prioriteringskaart vismigratie (prioritaire waterloop of aandachtswaterloop).....	33
Tabel 9.	Pompgemalen die niet opgenomen zijn in de prioritering.....	37