



inbo



Instituut voor
Natuur- en Bosonderzoek

Glasaalmigratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende

*David Buysse, Ans Mouton, Emilie Gelaude, Raf Baeyens,
Nico De Maerteleire, Yves Jacobs, Maarten Stevens,
Tom Van den Neucker, Johan Coeck*

Redacteurs:

David Buysse, Ans Mouton, Emilie Gelaude, Raf Baeyens, Nico De Maerteleire, Yves Jacobs, Maarten Stevens, Tom Van den Neucker, Johan Coeck
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:

david.buysse@inbo.be

Wijze van citeren:

Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Jacobs Y., Stevens M., Van den Neucker T., Coeck J.(2012). Glasaalmigratie ter hoogte van het sluisencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2012 (31). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2012/3241/226

INBO.R.2012.31

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:
Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

INBO

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

W&Z Afdeling Bovenschedde, Guldensporenpark 105, 9820 Merelbeke & ANB / Visserijfonds, Koning Albert II-laan 20, 1000 Brussel



Glasaalmigratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende

Eindrapport

**David Buysse, Ans Mouton, Emilie Gelaude, Raf Baeyens,
Nico De Maerteleire, Yves Jacobs, Maarten Stevens, Tom
Van den Neucker, Johan Coeck**

Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

INBO.R.2012.31

Studie in opdracht van W&Z Afdeling Bovenschelde & ANB / Visserijfonds

Dankwoord

Dank aan ing. Nico De Ruyter (Districtshoofd Kanalen West), ing. Kristel Merckx (Adjunct Scheepvaartinspecteur), ir. Vera De Vlieger (Projectingenieur) en Nathalie Devaere (Projectverantwoordelijke milieuzaken) van Waterwegen en Zeekanaal NV voor het faciliteren van dit onderzoek.

We willen ook alle binnenvaartbegeleiders van W&Z hartelijk bedanken voor het bedienen van de sluisdeuren in functie van het onderzoek, voor het ter beschikking stellen van hun accommodatie en voor de veelvuldig aangeboden kopjes koffie.

Dit onderzoek werd mede mogelijk gemaakt met de hulp en inzet van onze studenten: Pieterjan Verhelst, Eva Bellemans, Lander Wantens, Senne Dessers, Nick Walraven, Jan Ostermeyer en Eewoud Lievens.

Samenvatting

Reeds tientallen jaren wordt een sterke daling van de Europese palingpopulaties (*Anguilla anguilla* L.) waargenomen in Europa en de soort wordt nu zelfs beschouwd als één van de meest bedreigde Europese vissoorten. De beperking van de stroomopwaartse migratie van glasaal wordt nu algemeen beschouwd als één van de kritische factoren die de palingpopulaties in gevaar brengt. Eén van de belangrijkste intrekroutes voor glasaal in Vlaanderen betreft het sluisencomplex 'Sas-Slijkens' aan de monding van het Kanaal Gent-Oostende (KGO) in Oostende. Daarom analyseert dit rapport glasaalmigratie en wordt omgekeerd spuibeheer als mogelijke mitigerende maatregel geëvalueerd ter hoogte van de spuiconstructies van Sas-Slijkens. Twee glasaalfuiken werden gebruikt om de invloed van beperkte opening van de sluisdeuren tijdens opkomend tij op glasaalmigratie na te gaan. **Het op een kier zetten van de sluisdeur gedurende het opkomend tij bleek een kostenefficiënte en effectieve mitigerende maatregel te zijn om stroomopwaartse glasaalmigratie met een factor 250 te laten toenemen, zonder significante instroom van zeewater.** Aangezien dit omgekeerde spuibeheer makkelijk kan geïmplementeerd worden en kan toegepast worden op talrijke gelijkaardige constructies, kunnen de resultaten in dit rapport bijdragen tot oplossingen voor het wereldwijd herstel van palingpopulaties en van belang zijn voor een groot aantal rivierbeheerders en belanghebbenden.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

De fuikbemonsteringen geven aan dat er nagenoeg geen glasaal migreert door de gesloten sluisdeuren, terwijl relatief hoge aantallen migreren door de licht geopende sluisdeuren. Concreet kan dergelijk omgekeerd spui-beheer dus al een significante winst voor de glasaalinstroom via het sluizencomplex van Oostende (Sas Slijkens) bieden. Het effect van het instromende zoutwater is afhankelijk van het debiet van de waterloop waarop deze techniek wordt toegepast. Concreet zal de beheerder dus in functie van dit debiet een afweging moeten maken tussen verzilting en herstel van de palingpopulaties.

Zoals aangetoond in dit rapport laat omgekeerd spui-beheer een efficiënte migratie van glasaal en andere vissoorten toe. Opliften van de sluisdeuren biedt andere vissoorten, vooral soorten die over de bodem (benthische soorten) migreren kansen. Soorten die hoger in de waterkolom migreren (pelagische soorten), zoals spiering en driedoornige stekelbaars, kunnen vermoedelijk minder goed gebruik maken van de kier onder de sluisdeuren om stroomopwaarts in het KGO te migreren. Niettegenstaande tientallen spieringen en driedoornige stekelbaarzen gevangen werden tijdens dit onderzoek kan verwacht worden dat hun aantallen hoger zouden zijn bij bijvoorbeeld een zijwaarts openende sluisdeur waarbij de volledige waterkolom kan benut worden om stroomopwaarts te migreren door de sluis. Verder onderzoek kan uitwijzen in hoeverre de bestaande methode ook efficiënt is voor andere migrerende soorten. Omgekeerd spui-beheer laat 'passief getijdetransport' toe (= zich passief laten meevoeren met de stroming) en leidt niet tot energieverlies bij de glasalen. Om de zoutwaterinstroom te beperken kan deze methode tijdelijk worden toegepast.

Omgekeerd spui-beheer laat toe om hoge peilverschillen te overbruggen, zolang het peil stroomafwaarts van de barrière maar geregeld het peil stroomopwaarts overschrijdt. Dit beheer zorgt voor een beperkte instroom van zoutwater maar vereist geen constructies, waardoor de esthetische kwaliteit hoog is. Bovendien is hierdoor ook geen bouwvergunning en ruimte vereist en kan deze methode direct geïmplementeerd worden. Een lokstroom is niet noodzakelijk maar de methode is niet toepasbaar bij lage debieten, tenzij verzilting van de stroomopwaartse waterloop mag optreden. Om de methode verder te optimaliseren, kan beperkt verder onderzoek worden uitgevoerd.

Deze methode heeft bijgevolg een gemiddelde voorstudiekost, maar een lage onderhouds- en werkingskost, terwijl de aanlegkost nihil is. De bediening kan geautomatiseerd worden, zodat ook hier geen extra kosten ontstaan.

Op het einde van dit rapport werd een protocol toegevoegd voor de waterbeheerder voor de uitvoering van omgekeerd spui-beheer ter hoogte van het Sas Slijkens.

English abstract

During the last decades, European eel populations (*Anguilla anguilla* L.) have declined dramatically and are now assumed as some of the most critically endangered fish populations in Europe. The limitation of upstream migration of glass eel is considered to be one of the critical factors endangering eel populations. Therefore, this paper aims to analyse glass eel migration and to evaluate possible mitigation alternatives for the Sas-Slijkens tidal barrier system on the Canal Ghent-Ostend at the harbour of Ostend in Flanders, Belgium. Two large glass eel fyke nets were used to evaluate the impact of limited sluice opening on glass eel migration. Limited opening of a sluice gate (hinged at the top) during tidal rise appeared to be a cost-efficient and effective mitigation option to improve upstream glass eel migration, without significant inflow of sea water. Since the adjusted sluice gate management is easily implementable and could be applied on numerous tidal barriers, the presented results may contribute to restoration of eel populations worldwide and be of interest to a wide range of river managers and stakeholders.

Inhoud

Dankwoord	4
Samenvatting	5
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	6
English abstract	7
1. Inleiding en doelstelling	9
1.1 Situering	9
1.2 Doelstelling	10
2. Materiaal en methode	11
2.1 Studiegebied	11
2.1.1 Het Kanaal Gent-Oostende (KGO).....	11
2.1.2 Het Sas Slijkens	13
2.1.3 Debiet en waterbeheer.....	13
2.2 Glasaalmigratie	14
2.2.1 Benelux-beschikking	14
2.2.2 Het KGO en het Sas Slijkens	15
2.3 Gegevensverzameling	17
2.3.1 Onderzoeksluik 1:	17
2.3.2 Onderzoeksluik 2:	20
3 Resultaten	23
3.1 Glasaalvangst	23
3.2 Bijvangst	26
3.2.1 Diadrome vissen (Trekvisen)	26
3.2.2 Zeevissen.....	27
3.2.3 Zoetwatervissen.....	28
3.2.4 Andere organismen.....	28
3.3 Zoutgehaltenes in het Kanaal Brugge-Oostende.....	29
3.3.1 Invloed van het omgekeerd spuibeheer op de conductiviteit	29
3.3.2 Nulmeting conductiviteit in het KGO in 2012	30
4. Bespreking	33
5. Conclusies in functie van het beheer	34
5.1 Afweging van verschillende alternatieven ter stimulatie van glasaalmigratie ...	34
5.2 Protocol voor de uitvoering van omgekeerd spuibeheer ter hoogte van het Sas Slijkens	34
Literatuurlijst	36
Lijst van figuren	39
Lijst van tabellen	42

1. Inleiding en doelstelling

1.1 Situering

Reeds tientallen jaren wordt een sterke daling van de Europese palingpopulaties (*Anguilla anguilla* L.) waargenomen in Europa (Dekker, 1998; Dekker, 2000; Bonhommeau et al., 2008b) en de soort wordt nu zelfs beschouwd als één van de meest bedreigde Europese vissoorten. Oorzaken voor deze trend zijn de chemische waterkwaliteit, fysische habitatcondities, migratiebarrières, predatie, oceanische wijzigingen of klimaatsveranderingen (White and Knights, 1997; Knights, 2003; Friedland et al., 2007; Kettle et al., 2008; Bonhommeau et al., 2008a). Om deze problemen op te lossen heeft de Europese Unie recent de Aalverordening (EC No. 1100/2007) uitgevaardigd, die het behoud en het herstel van de soort beoogt. Verder vraagt de verordening een beheersaanpak die de uittrek van 40% van de schieraalbiomassa garandeert.

Dankzij de talrijke laaglandrivieren, kanalen, vijvers en kreken wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor opgroei van aal en de rekrutering van zilveraal. De laatste jaren verbeterde de chemische waterkwaliteit van de Vlaamse rivieren significant door intensieve afvalwaterzuivering en de implementatie van bemestingsnormen. Bovendien is de aal een relatief tolerante soort, waardoor de meeste van de Vlaamse waterlichamen een geschikt habitat vormen en de aal wijdverspreid is in Vlaanderen (<http://vis.milieuinfo.be/>). De rivierbeheerders focussen daarom op de mitigatie van predatie en migratiebarrières om de palingpopulaties te stimuleren.

Verschillende auteurs bevestigen dat de stroomopwaartse migratie van juveniele aal, hierna glasaal genoemd, één van de cruciale knelpunten is in het behoud van palingpopulaties (White & Knights, 1997; Feunteun et al., 1998; Briand et al., 2005; Laffaille et al., 2007; Bult and Dekker, 2007). *Leptocephalus* larven uit de Sargassozeewater transformeren tot glasaal tijdens hun migratie in de Golfstroom (Fig. 1). Deze bereiken vaak hun Europese zoetwaterhabitats niet door migratiebarrières als dammen, stuwen en sluizen. Deze gereduceerde glasaalmigratie kan leiden tot een daling van zilveraaluittrek en dus resulteren in een vicieuze cirkel die de palingpopulaties bedreigt.

De meeste Europese estuaria kennen een hoge connectiviteit en dus een graduele overgang tussen zout en zoet water. Dit laat de glasaal toe om stroomopwaarts te migreren naar zoetwaterhabitats geschikt voor hun groei en ontwikkeling. Sommige rivier- en kanaalmondingen worden echter afgesloten ter bescherming tegen overstromingen, vooral in de lager gelegen regio's van Europa zoals Vlaanderen en Nederland. Deze aanpak leidde tot scherpe zoet/zout overgangen en het verdwijnen van een brakke getijdenzone. Hoewel dergelijke abrupte overgangen geen osmoregulatorische problemen stellen voor glasaal (Wilson et al., 2004; Wilson et al., 2007) en dat sommige glasalen er mogelijk toch in slagen om stroomopwaarts te migreren, kan hun migratie beperkt, en op zijn minst vertraagd, worden. De energieverliezen die hiermee gepaard gaan kunnen gedragsveranderingen inleiden die de verdere stroomopwaartse migratie beperken of zelfs stopzetten (Edeline et al., 2005; Edeline et al., 2006; Du Colombier et al., 2007). De Vlaamse waterbeheerders proberen momenteel palingpopulaties te stimuleren door bepoting met glasaal, maar onderzoek toonde aan dat deze aanpak de verspreiding van schadelijke parasieten kan verhogen (Audenaert et al., 2003). Bijgevolg zijn geïntegreerde beheersopties vereist die de stroomopwaartse migratie van lokale glasalen bevorderen.

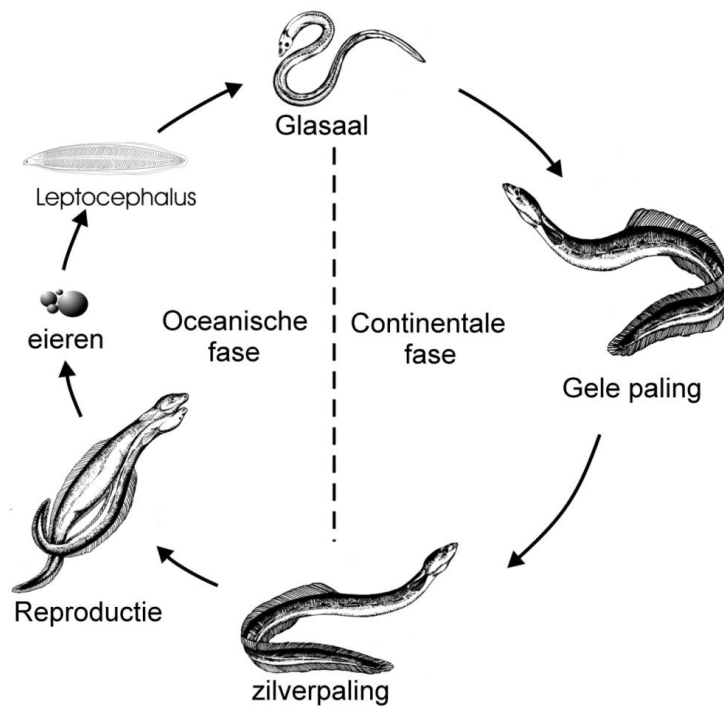


Fig. 1. De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling (Belpaire, 2008).

1.2 Doelstelling

Dit rapport analyseert de impact van een open en gesloten sluis op glasaalmigratie ter hoogte van het sluisencomplex 'Sas Slijkens' te Oostende, het eerste migratieknelpunt in het Kanaal Gent-Oostende voor stroomopwaarts migrerende glasaal uit de Noordzee. De intrek van glasaal langs één van de spuisluisen werd gemonitord bij opkomend tij waarbij de stroomafwaartse sluisdeur op een kier van 10 cm werd gezet en een zeer beperkte instroom van het opkomend tij werd bekomen. De resultaten moeten rivierbeheerders inzichten verlenen hoe estuariene migratiebarrières efficiënt en glasaalvriendelijk kunnen beheerd worden.

2. Materiaal en methode

2.1 Studiegebied

2.1.1 Het Kanaal Gent-Oostende (KGO)

Het Kanaal Gent-Brugge wordt samen met het Kanaal Brugge-Oostende aangeduid als KGO. In Brugge staat het Kanaal Brugge-Oostende in verbinding met het Kanaal Gent-Brugge, de Damse Vaart en het Boudewijnkanaal van Brugge naar Zeebrugge. Tussen Oudenburg en Oostende sluit het Kanaal Brugge-Oostende aan met het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort. Het KGO bevindt zich deels in het bekken van de Brugse Polders en deels in het bekken van de Gentse kanalen. Stroomopwaarts van Brugge, ter hoogte van Oostkamp, mondt onder andere de Rivierbeek uit in het KGO (Fig. 2 en 3).

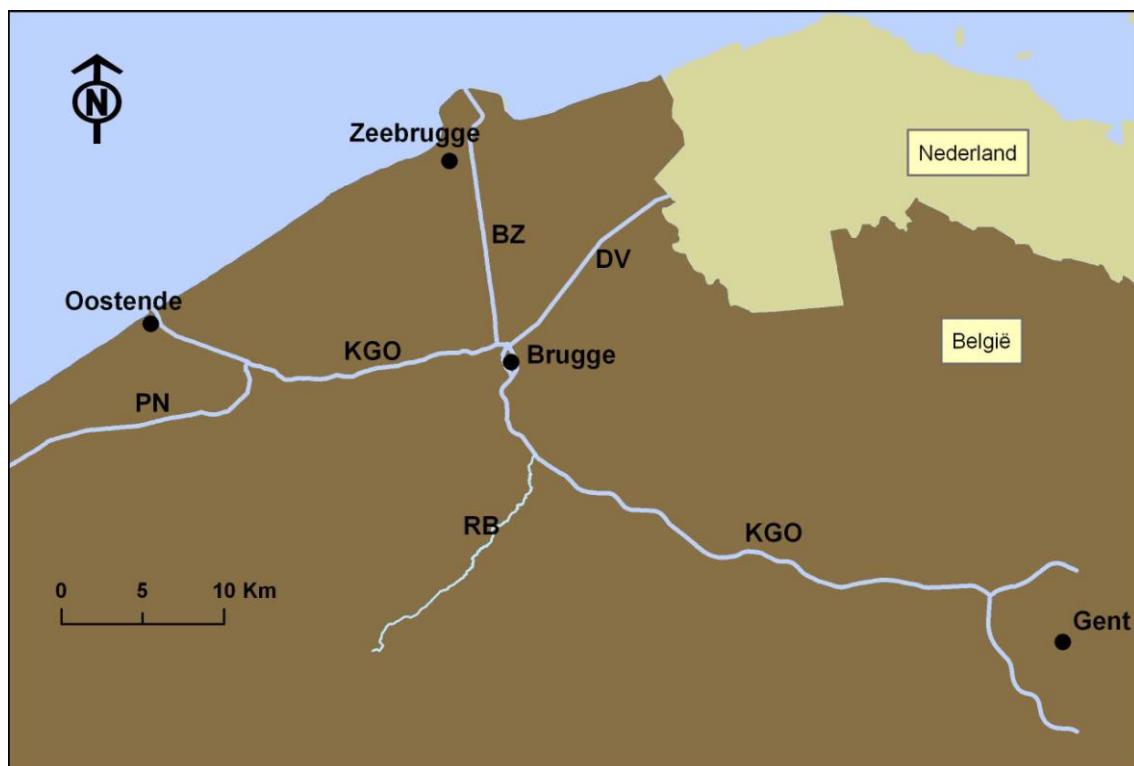


Fig. 2. Situering van het KGO, de Ringvaart in Brugge, de Damse Vaart (DV), het Boudewijnkanaal (BZ), het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort (PN) en de Rivierbeek (RB).

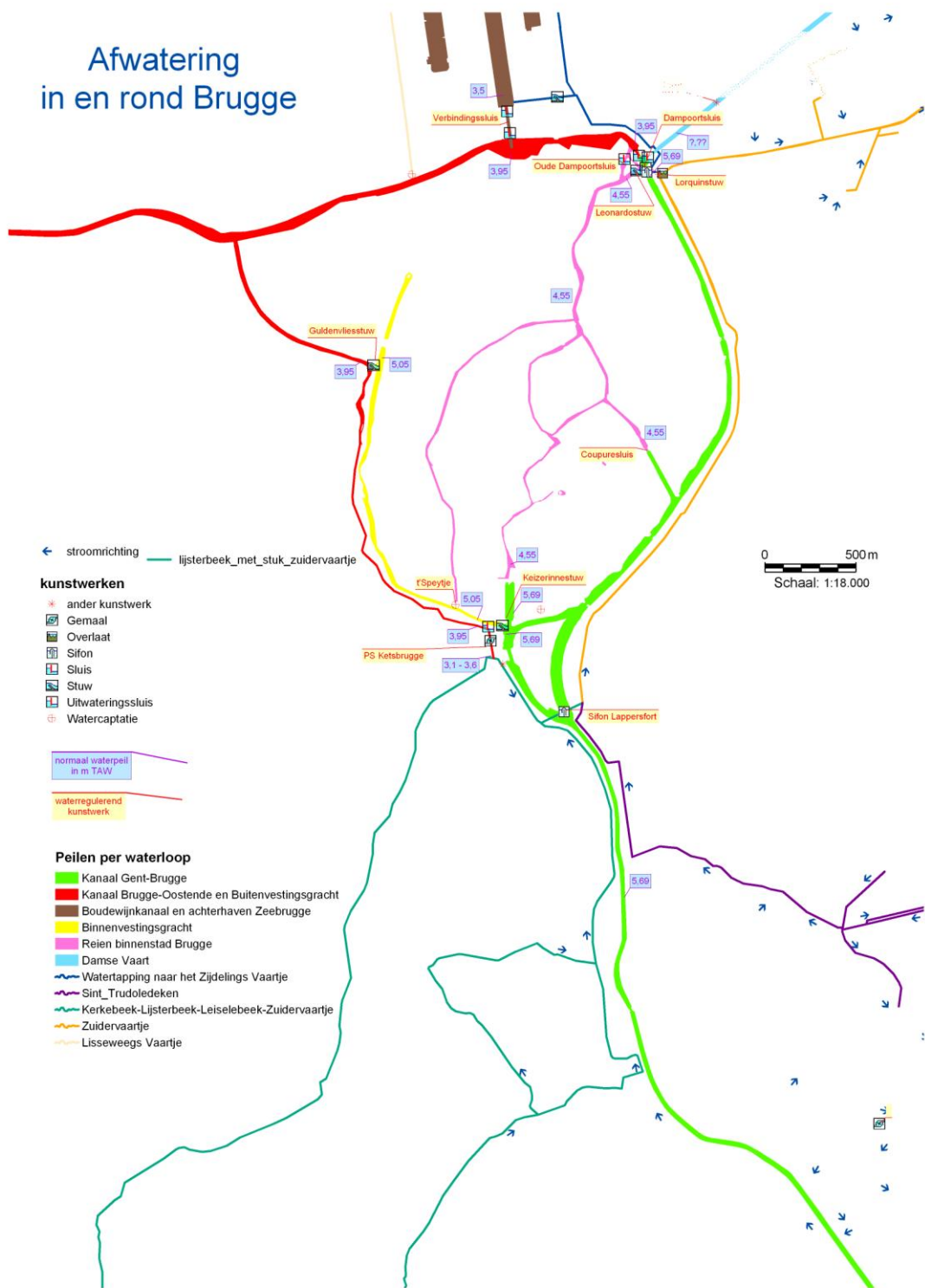


Fig. 3. Het Kanaal Gent-Oostende in en rond Brugge (Kaart: W&Z).

2.1.2 Het Sas Slijkens

'Sas Slijkens' is de benaming voor de sluizen of sassien die het Kanaal Brugge-Oostende met de voorhaven van Oostende en de Noordzee verbinden (Fig. 4). Het Sas Slijkens bezit twee spuisluizen met dubbele schuiven van ongeveer 4 m breed (Fig. 7). Er zijn tevens vier spuiokers en een gronddam aanwezig.

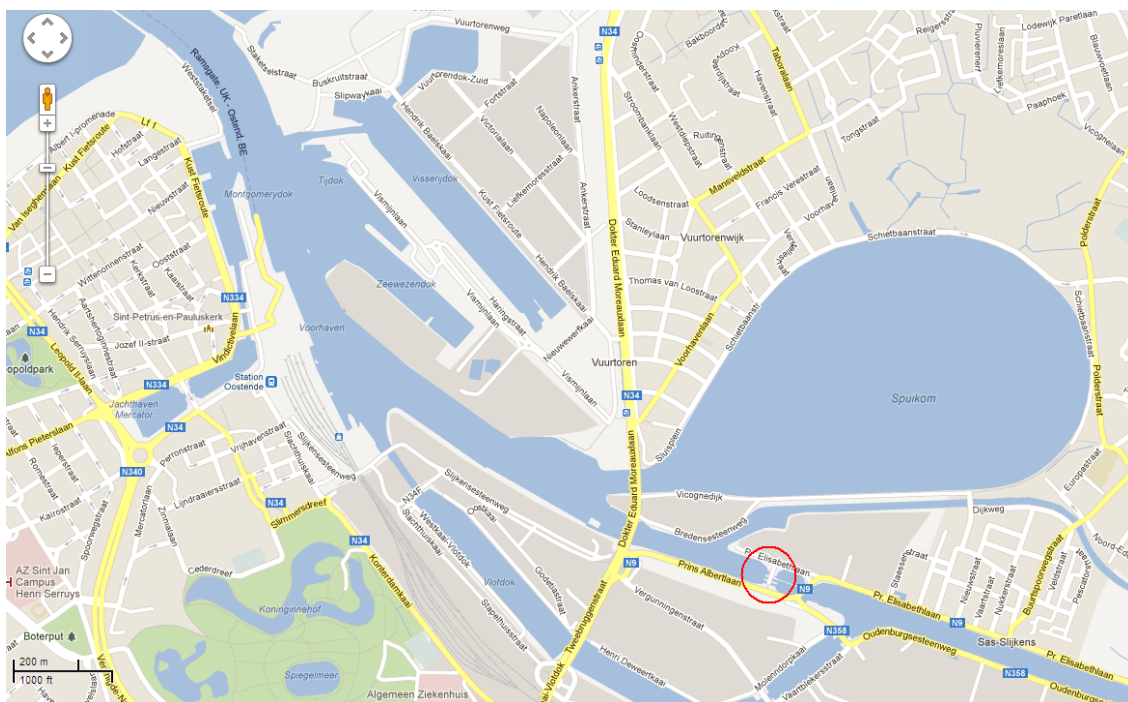


Fig. 4. Situering van het Sas Slijkens ter hoogte van de monding van het KGO in de voorhaven van Oostende en de Noordzee. Het sluizencomplex van het Sas Slijkens is aangeduid met een cirkel.

2.1.3 Debiet en waterbeheer

Debietmetingen in het KGO tussen Brugge en Oostende worden gemeten en geregistreerd in Varsenare (Bron: HIC, Hydrologisch InformatieCentrum). Het gemiddelde debiet in 2012 was $7,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, terwijl het debiet varieerde tussen $0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en $65,89 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Het Sas Slijkens voorkomt de instroom van zout water bij hoogwater. Op die manier wordt verzilting van de achterliggende landbouwgronden tegengegaan, wordt het hinterland tegen overstromingen beschermd en wordt getracht een constant peil na te streven van 3,94 m TAW voor de binnenscheepvaart op het kanaal. Bij laag tij worden de spuien geopend en deze worden opnieuw gesloten wanneer het zeewaterniveau het peil benadert van de waterloop stroomopwaarts van het spuicomples (Fig. 5). Het volume van de zoetwateruitstroom hangt af van de buffercapaciteit nodig om overstromingen te vermijden op basis van de voorspelde watertoevoer verder stroomopwaarts van het spuicomples. Verschillende zoetwatervolumes worden dus gespuid ter hoogte van de monding in functie van de (voorspelde) neerslag.



Fig. 5. Schematische voorstelling van het huidige spuibeheer ter hoogte van het Sas Slijkens waarbij glasalen verhinderd worden om het KGO te bereiken.

2.2 Glasaalmigratie

2.2.1 Benelux-beschikking

Op 16 juni 2009 werd een nieuwe Benelux-beschikking (M (2009) 1) voor vrije vismigratie goedgekeurd. Op basis van ecologische criteria werd een nieuwe prioriteitenkaart opgesteld. De nieuwe prioriteringskaart houdt zowel rekening met de verspreiding van Habitatrichtlijnsoorten als met de aanbevelingen van het palingbeheerplan. Daarnaast laat de nieuwe Benelux-beschikking ook ruimte voor vissen van meer regionaal belang. De totale lengte van het migratienetwerk van waterlopen in de nieuwe prioriteringskaart bedraagt 3237 km. De prioriteringskaart geeft een overzicht van de waterlopen die knelpuntenvrij gemaakt moeten worden om de aanwezige populaties van doelsoorten in stand te houden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen hindernissen van eerste en tweede prioriteit. De hindernissen van eerste prioriteit zijn minimaal degenen die zich bevinden op de hoofdlopen van de grote stromen (Schelde en Maas). 90% van deze knelpunten moeten tegen 2015 worden weggewerkt, de overige 10% uiterlijk tegen 2021. De knelpunten op de Schelde en de knelpunten die in de eerste fase van het palingbeheerplan moeten opgelost worden hebben de hoogste prioriteit.

2.2.2 Het KGO en het Sas Slijkens

Figuur 6 geeft een overzicht van het migratienetwerk van de prioritaire waterlopen en aandachtswaterlopen in Vlaanderen, inclusief het KGO.

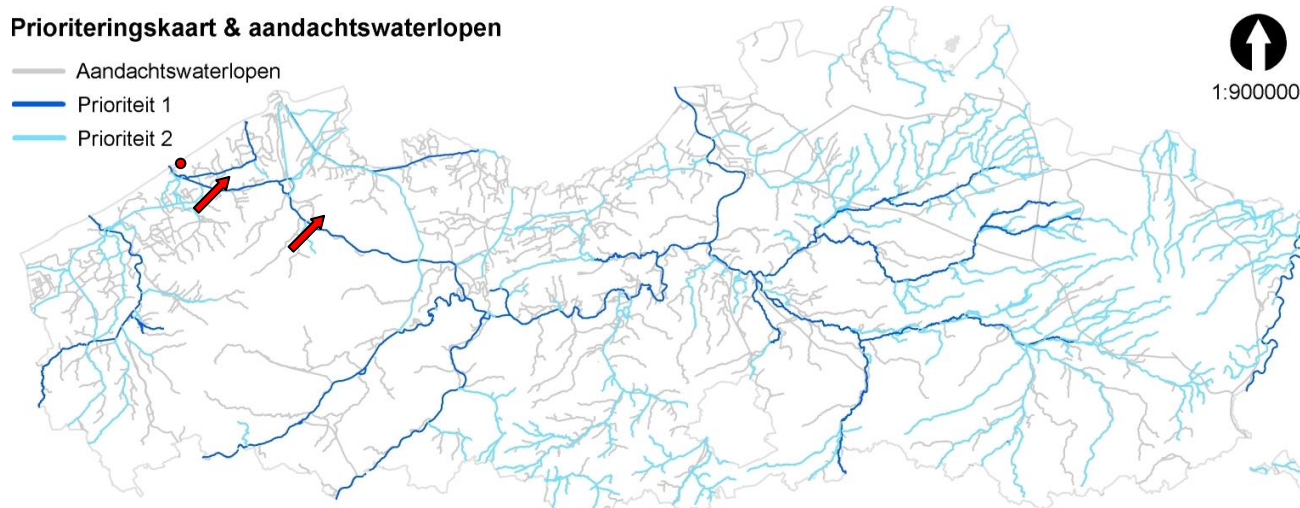


Fig. 6. Migratienetwerk van prioritaire waterlopen (blauw) en aandachtswaterlopen (grijs) conform de Beneluxbeschikking "Vrije migratie van vissoorten" M(2009)1. Het KGO, aangeduid met de rode pijlen, is donkerblauw ingekleurd en heeft dus prioriteit 1. Het vismigratieknelpunt Sas Slijkens is aangeduid met een rood punt.

De spuisluizen, spuikokers en de gronddam van het Sas Slijkens zijn opgenomen in de vismigratieknelpuntendatabank www.vismigratie.be en is geïnventariseerd als knelpuntnummer 12-010 (Fig. 7). Dit migratieknelpunt heeft de allerhoogste saneringsprioriteit voor de stroomopwaartse migratie van paling in Vlaanderen die op korte termijn (vóór 2015) moeten opgelost worden tenzij uit onderzoek blijkt dat de sanering niet noodzakelijk is voor de realisatie van vrije vismigratie in de waterlopen met prioriteit 1. Het kanaal Brugge-Oostende omvat bovendien waardevolle habitats voor groei en ontwikkeling voor de Europese aal (Stevens M. & Coeck J., 2010). Dit kanaal verbindt de zee met onder meer de Ringvaart in Brugge, het Kanaal Gent-Brugge, de Damse Vaart en het Boudewijnkanaal. Tussen Oudenburg en Oostende sluit het Kanaal Brugge-Oostende aan met het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort. Stroomopwaarts van Brugge, ter hoogte van Oostkamp, mondt onder andere de Rivierbeek uit in het KGO.



Fig. 7. Foto van één van de twee spuisluizen met schuifdeur van het Sas Slijkens in Oostende.

De spuisluizen aan de monding kunnen de stroomopwaartse migratie van glasaal uit de Noordzee significant beïnvloeden. Daarom werd de glasaalmigratie bestudeerd aan de monding van KGO.

2.3 Gegevensverzameling

2.3.1 Onderzoeksluik 1:

Om het aantal glasalen dat effectief stroomopwaarts in het KGO migreert te kwantificeren, werden in maart en april 2012 glasalen gevangen door 2 glasaalfuiken te plaatsen in een kader, gemonteerd net na de sluisdeur (Fig. 9 en 10). Daarboven werden nog eens 2 fijnmazige schermen geplaatst zodat stroomopwaarts migrerende glasalen niet boven de fuiken konden ontsnappen (Fig. 11). Bij opkomend tij en op het moment dat het zeepil hetzelfde niveau had bereikt van het Kanaal Brugge-Oostende werd de bemonsterde schuif aan de stroomafwaartse zijde op een kier van 10 cm gezet en de schuif aan de stroomopwaartse kant volledig open. Hierdoor ontstond een zeer beperkte instroom van het opkomend tij (Fig. 8).

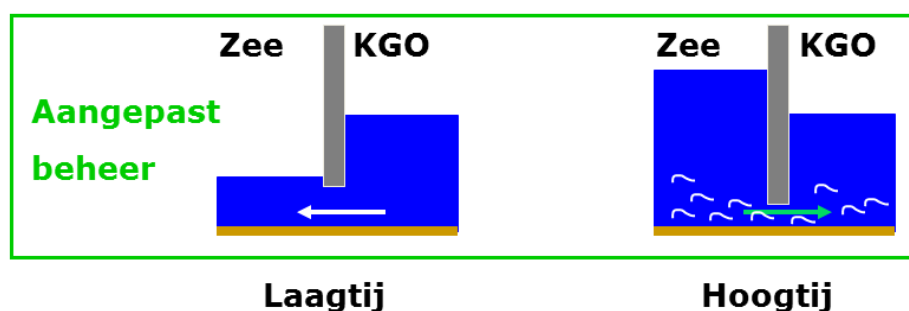


Fig. 8. Schematische voorstelling van het omgekeerde spuibeheer waarbij glasalen zich bij opkomend tij onder de sluisdeur door naar het KGO laten transporteren (= "passief getijdetransport").

Deze instroom werd volledig bemonsterd op intrekende glasaal gedurende de hele tijcyclus. Er werden 20 tijcycli bemonsterd waarbij afwisselend 10 tijcycli bemonsterd werden terwijl het omgekeerd spuibeheer werd toegepast, en 10 tijcycli werden bemonsterd met gesloten deuren. De glasaalfuiken hadden een opening van 2.0 x 2.1 m, een maasgrootte van 1000 μm en een lengte van 10.5 m. Alle bemonsteringen vonden overdag plaats, dus het dag/nacht effect op glasaal werd niet nagegaan, noch de invloed van de maancyclus. Door vergelijking van de bemonstering met geopende en gesloten deuren werd de invloed van omgekeerd spuibeheer in dit systeem nagegaan.



Fig. 9. Twee glasaalfuiken met een maasgrootte van 1000 μm en een lengte van 10.5 m.



Fig. 10. Plaatsing van het kader achter de sluisdeur. Hierin schuiven twee fuiken met daarboven voor elke fuik 1 scherm.



Fig. 11. De twee glasaalfuiken in het kader geschoven (onder), evenals een van de schermen (rechtsboven).

Tijdens de bemonsteringen werd de sluisdeur geopend kort op het moment waarop de zee en het kanaal hetzelfde peil bereikten. Bij hoog tij werd de fuik opgehaald en gelegegd. De inhoud van de fuik werd op een stapel van drie zeefden gelegegd, met een dalende diameter naar onder toe. Grotere organismen zoals vissen, garnalen en kamkwallen bleven op de bovenste zeef liggen, terwijl de glasalen op de onderste zeef en in het reservoir terecht kwamen (Fig. 12). Vervolgens werden de glasalen geteld en gewogen. Om staalnamebias te vermijden, werden alle gevangen glasalen stroomopwaarts van de spui uitgezet na een acclimatisatieperiode.



Fig. 12. Drie zeven met een verkleinende diameter op een reservoir.

2.3.2 Onderzoeksluik 2:

Om te vermijden dat het voorgestelde spuibeheer tot verzilting leidt in het KGO, werd de impact van dit spuibeheer op de conductiviteit van het kanaal nagegaan. Hiervoor werden stroomopwaarts van Sas Slijkens op drie verschillende locaties continue conductiviteitsmetingen uitgevoerd. De eerste locatie bevond zich net stroomopwaarts van het Sas Slijkens, ter hoogte van een oude steiger langs de Oudenburgsesteenweg in Oostende. De tweede locatie lag stroomopwaarts van het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort, met name ter hoogte van het 'Paddegat'. De derde meting werd uitgevoerd aan staketsels in het kanaal net stroomopwaarts van de brug over het kanaal in Nieuwege (bij Brugge). De drie locaties bevonden zich respectievelijk 0.9 km, 7.0 km en 13.3 km stroomopwaarts van het Sas Slijkens (Fig. 13). Aangezien zout water denser is dan zoet water, werden de CTD Divers in een metalen kooi een tiental cm boven de bodem bevestigd (Fig. 14). Tijdens de metingen werd het omgekeerde spuibeheer toegepast met opening van één schuif voor 10 cm. Op basis van debietsgegevens (afkomstig van het Hydrologisch InformatieCentrum hic@vlaanderen.be) kon de relatie tussen afvoer en conductiviteitsstijging onder een omgekeerd spuibeheersregime getest worden.

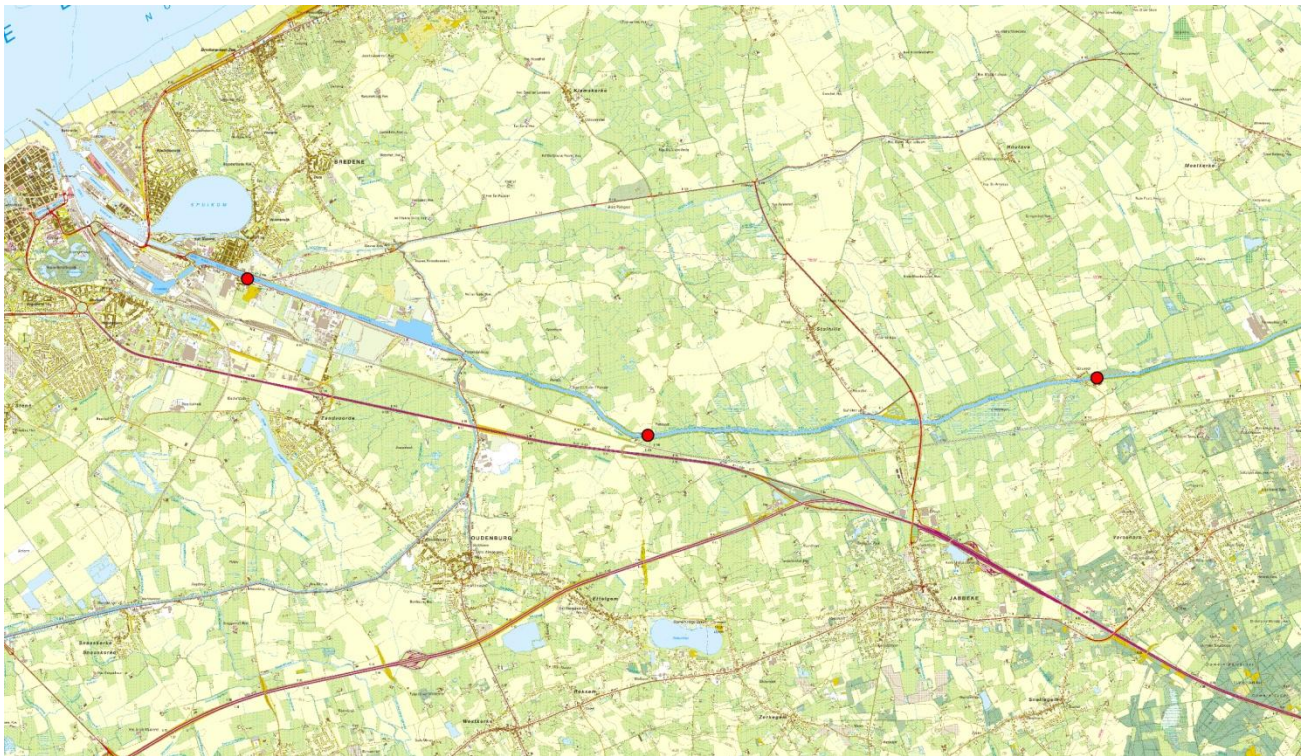


Fig. 13. Locatie van de 3 conductiviteitsmetingen 0.9 (steiger Oudenburgsesteenweg), 7.0 (steiger Paddegat) en 13.3 km (steiger Nieuwege) stroomopwaarts van het Sas Slijkens.



Fig. 14. Monitoringsconstructie van de conductiviteit met behulp van CTD Divers (SWS Technology).

Voorgesteld spuibeheer tijdens de bemonsteringen

Om de bemonsteringen optimaal uit te voeren en de vooropgestelde hypothesen te kunnen testen, werd een omgekeerd spuibeheer voorgesteld tijdens de bemonsteringen. Zoals reeds vermeld werd bij opkomend tij en op het moment dat het zeepil hetzelfde niveau had bereikt van het Kanaal Brugge-Oostende de bemonsterde schuif aan de stroomafwaartse zijde op een kier van 10 cm gezet en de schuif aan de stroomopwaartse kant volledig open. Hierdoor ontstond een zeer beperkte instroom van het opkomend tij. De instroom van het opkomend tij werd enkel tijdens de experimenten toegestaan en bovendien werd bij de volgende spuicyclus de minimale hoeveelheid ingestroomd water opnieuw weggespuid.

De doelstellingen kunnen behaald worden door onderstaand schema voor omgekeerd spuibeheer te volgen:

- Peil KGO gelijk aan of hoger dan peil zeekant?
→ Zelfde beheer als normaal
- Peil KGO gelijk aan of lager dan peil zeekant?
→ Zeesluis (stroomafwaartse schot) schuif 10 cm open, schuif kant KGO (stroomopwaartse schot) volledig open

Dit omgekeerd spuibeheer werd 10 dagen toegepast tussen 12 maart 2012 en 24 april 2012 (zie Tabel 1).

Glasaalkvangsten:

- Glasaaltjes werden geteld en samen gewogen (totale massa)

Bijvangsten in fuiken:

- Alle 'uitgespoelde' zoetwatervissoorten worden gedetermineerd en geteld,
- Alle diadrome vissoorten, dit zijn vissoorten die migreren tussen zout en zoet, worden gedetermineerd en geteld (spiering, rivierprik, driedoornige stekelbaars, dunlipharder, paling, bot, ...),
- Alle andere adulte zeevissoorten worden gedetermineerd en geteld.

3 Resultaten

3.1 Glasaalvangst

Gedurende de bemonsteringen met gesloten sluisdeuren werden gemiddeld slechts 4 ± 3.68 glasalen gevangen, terwijl 964.2 ± 520.57 glasalen gevangen werden tijdens de bemonsteringen met de stroomafwaartse sluisdeur op een kier. In totaal werden tijdens 20 metingen tussen 12 maart en 24 april 9682 glasalen gevangen. Van de vooropgestelde afwisseling tussen sluis-dicht en sluis-open metingen werd één maal afgeweken. Er werd voor geopteerd om zowel op 6 als op 10 april een meting uit te voeren met de sluisdeur op een kier van 10 cm. Op 17 en 18 april kon de geplande staalname niet worden uitgevoerd wegens een verwaarloosbaar peilverschil tussen KGO en het hoogwaterpeil van de Noordzee (door uitzonderlijke weersomstandigheden). Twee vervangende metingen werden uitgevoerd op het einde van de staalnameperiode op 23 en 24 april.

Tabel 1. Overzicht van de 20 uitgevoerde glasaalbemonsteringen met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.

Datum (2012)	Hoogwater (uu:min)	Hoogwater (m TAW)	Type meting	Start meting (uu:min)	Stop meting (uu:min)	Bemonsteringsduur (uu:min)	Totaal aantal glasalen
12/mrt	15:52	4.77	Schuif dicht	14:35	17:55	3:20	3
13/mrt	16:40	4.49	Schuif op 10 cm	15:35	18:20	2:45	1437
14/mrt	17:37	4.17	Schuif dicht	16:40	18:55	2:15	3
19/mrt	11:21	4.21	Schuif op 10 cm	10:10	12:40	2:30	491
20/mrt	12:05	4.42	Schuif dicht	11:00	13:59	2:59	5
21/mrt	12:40	4.55	Schuif op 10 cm	11:35	14:33	2:58	912
22/mrt	13:13	4.63	Schuif dicht	12:07	14:50	2:43	10
23/mrt	13:47	4.67	Schuif op 10 cm	12:48	15:34	2:46	1537
26/mrt	16:27	4.46	Schuif dicht	15:25	17:38	2:13	1
27/mrt	16:53	4.31	Schuif op 10 cm	16:00	17:52	1:52	1075
28/mrt	17:21	4.17	Schuif dicht	16:25	18:40	2:15	11
4/apr	12:13	4.40	Schuif op 10 cm	11:05	13:47	2:42	244
5/apr	12:56	4.69	Schuif dicht	12:00	14:50	2:50	2
6/apr	13:37	4.90	Schuif op 10 cm	12:31	15:40	3:09	590
10/apr	16:33	4.66	Schuif op 10 cm	15:12	18:44	3:32	1901
11/apr	17:22	4.39	Schuif dicht	16:05	19:30	3:25	2
19/apr	13:16	4.45	Schuif op 10 cm	11:55	14:50	2:55	728
20/apr	13:52	4.51	Schuif dicht	12:35	15:40	3:05	3
23/apr	15:32	4.45	Schuif op 10 cm	14:15	16:55	2:40	727
24/apr	15:58	4.35	Schuif dicht	14:45	17:55	3:10	0
Totaal aantal glasalen gedurende volledige studieperiode							9682



Fig. 15. Glasaal.

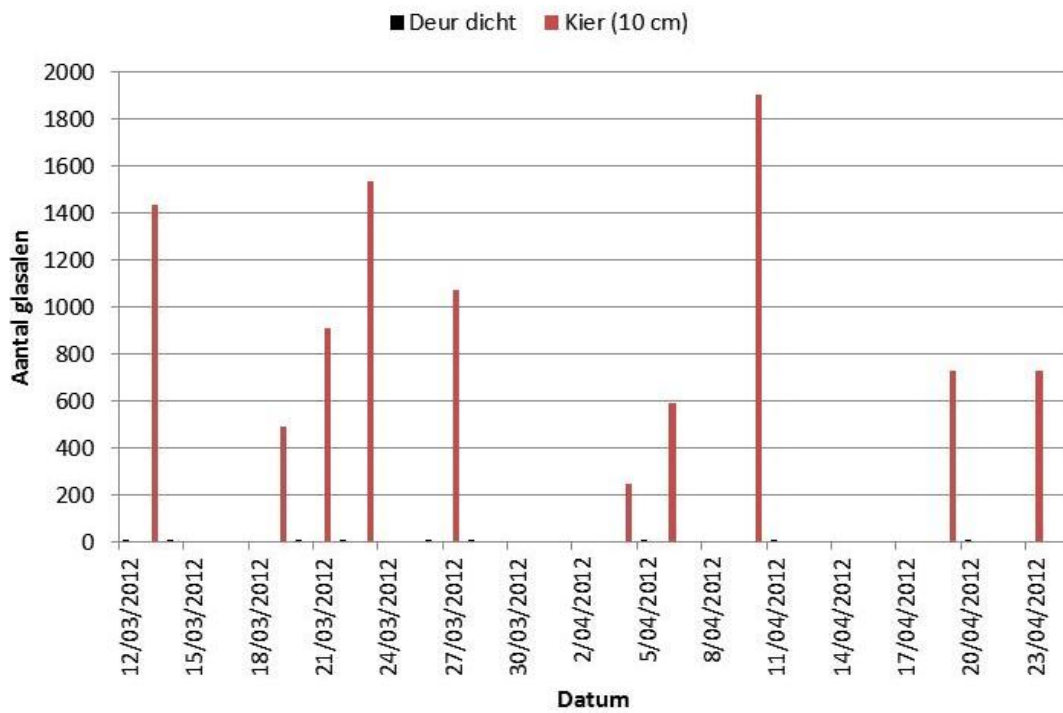


Fig. 16. Resultaten van glasaalbemonstering met gesloten deur en de deur op een kier van 10 cm.

3.2 Bijvangst

3.2.1 Diadrome vissen (Trekvissen)

In totaal maakten vijf trekvissoorten en 288 individuen van de kier gebruik om landinwaarts te migreren. Met 214 individuen was de driedoornige stekelbaars van het trachurus type de meest abundante soort gevolgd door spiering met 67 individuen (Fig. 17). Van de drie overige soorten, met name bot, paling en harder werden slechts enkele individuen gevangen (Tabel 2).

Tabel 2. Overzicht van de gevangen trekvissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.

Trekvissen

Taxonomische rang	Nederlandse naam	Latijnse naam	Aantal
soort - type	driedoorn - trachurus	<i>Gasterosteus aculeatus - trachurus</i>	214
soort	spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>	67
soort	bot	<i>Platichthys flesus</i>	4
soort	paling	<i>Anguilla anguilla</i>	2
familie	harders	<i>Mugilidae spp.</i>	1

288

Bij 10 deur-dicht-metingen werden geen diadrome vissen gevangen.



Fig. 17. Spiering (adult).

3.2.2 Zeevissen

Minstens 11 zeevissoorten werden in de glasaalfuiken aangetroffen. Door de massale vangst van meer dan 3100 grondels (*Pomatoschistus* spp.) werd er beslist om niet tot op soortniveau te determineren. Ook juveniele platvissen en zeenaalden werden niet tot op soort gedetermineerd.

Tabel 3. Overzicht van de gevangen zeevissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.

Zeevissen

Taxonomische rang	Nederlandse naam	Latijnse naam	Aantal
genus	grondels	<i>Pomatoschistus</i> spp.	3115
soort	haring	<i>Clupea harengus</i>	463
soort	glasgrondel	<i>Aphia minuta</i>	61
soort	zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	39
orde	platvissen juveniel	<i>Pleuronectiformes</i> spp. juveniel	8
genus	zeenaalden	<i>Syngnathus</i> spp.	8
soort	puitaal	<i>Zoarces viviparus</i>	6
soort	steenbolk	<i>Trisopterus luscus</i>	3
soort	koornaarvis	<i>Atherina presbyter</i>	2
soort	hondshaai	<i>Scyliorhinus canicula</i>	1

3706

Bij 10 deur-dicht-metingen werden geen zeevissen gevangen.



Fig. 18. Zeebaars (juveniel).

3.2.3 Zoetwatervissen

In totaal werden meer dan 450 driedoornige stekelbaarzen gevangen, waaronder respectievelijk 187 en 131 van het semi-armatus en leiurus type. Een honderdtal driedoornige stekelbaarzen werden niet tot op type gedetermineerd. Vermoedelijk vormen de twee niet diadrome vormen van de driedoornige stekelbaars (semi-armatus en leiurus) samen met het trachurus type een populatie in de voorhaven van Oostende en kunnen de niet-diadrome vormen ook goed overleven in zoute en brakke condities. Opvallend is ook de vangst van 29 tiendoornige stekelbaarzen. Daarnaast werden ook 4 baarzen en 1 snoekbaars gevangen.

Tabel 4. Overzicht van de gevangen zoetwatervissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.

Zoetwatervissen

Taxonomische rang	Nederlandse naam	Latijnse naam	Aantal
soort - type	driedoorn - semi-armatus	<i>Gasterosteus aculeatus - semi-armatus</i>	187
soort - type	driedoorn - type onbekend	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	151
soort - type	driedoorn - leiurus	<i>Gasterosteus aculeatus - leiurus</i>	131
soort	tiendoornige stekelbaars	<i>Pungitius pungitius</i>	29
soort	baarzen	<i>Perca fluviatilis</i>	4
soort	snoekbaars	<i>Sander lucioperca</i>	1

503

Bij 10 deur-dicht-metingen werden geen zoetwatervissen gevangen.

3.2.4 Andere organismen

De exotische Chinese wolhandkrab werd 27 maal aangetroffen net als 10 strandkrabben. Slechts 1 juveniel pijlinktvisje werd gevangen. Garnalen werden veelvuldig aangetroffen maar werden niet tot op soort gedetermineerd noch geteld. Ook zeedruiven werden frequent aangetroffen doch niet geteld.

Tabel 5. Overzicht van andere gevangen organismen (niet-vissen) tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.

Andere organismen

Taxonomische rang	Nederlandse naam	Latijnse naam	Aantal
soort	Chinese wolhandkrab	<i>Eriocheir sinensis</i>	27
soort	strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	10
soort	dwergpijlinktvis	<i>Alloteuthis subulata</i>	1
infra-orde	garnalen	<i>Caridea spp.</i>	niet geteld
soort	zeedruif	<i>Pleurobrachia pileus</i>	niet geteld

38

Bij 10 deur-dicht-metingen werden er geen andere levende organismen dan glasaal gevangen.

3.3 Zoutgehaltenes in het Kanaal Brugge-Oostende

3.3.1 Invloed van het omgekeerd spuibeheer op de conductiviteit

Om de directe invloed van de proeven met het omgekeerd spuibeheer na te gaan op het zoutgehalte stroomopwaarts van het Sas Slijkens werden in onderstaande figuur 19 de gegevens van de conductiviteitsmeter net stroomopwaarts van de sluisen weergegeven vanaf het begin van de zoutmeting op 23 februari tot en met 31 mei 2012. De minimale en maximale conductiviteit opgemeten tijdens deze periode bedroeg respectievelijk 420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,42 mS/cm) en 3680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (3,68 mS/cm). Begin maart, net voor aanvang van de glasaalmonitoring, was de conductiviteit heel laag omwille van voorafgaande hevige neerslag en bijgevolg maximale afvoer van zoet water (zie debietmeting Fig. 20).

Tijdens de bemonsteringsperiode, waarbij 10 metingen met omgekeerd spuibeheer werden uitgevoerd tussen 12 maart en 24 april 2012, bedroeg de minimale en maximale conductiviteit respectievelijk 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,63 mS/cm) en 2690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2,69 mS/cm). Er treedt geen noemenswaardige conductiviteitsstijging op die te wijten is aan de proeven met het omgekeerd spuibeheer. Getuige daarvan zijn de zoutgehaltenes die meer dan een maand na de laatste glasaalmeting werden opgemeten met o.a. een conductiviteit van 3680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (3,68 mS/cm) op 31 mei 2012. Voor een bijna volledige jaarcyclus zoutmetingen verwijzen we naar de volgende paragraaf waaruit blijkt dat de proeven met het omgekeerd spuibeheer geen conductiviteitsstijging veroorzaakt hebben.

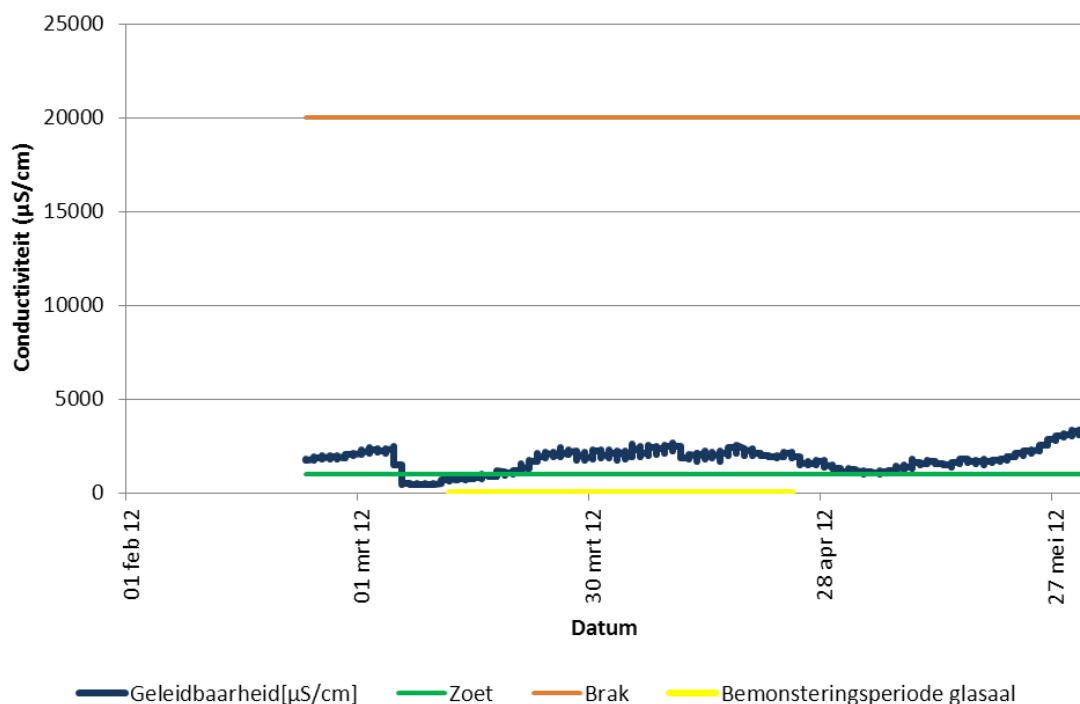


Fig. 19. Variaties in conductiviteit t.h.v. het Sas Slijkens tussen 23 februari en 31 mei 2012 (de bemonsteringsperiode wordt op de X-as met een gele lijn aangeduid).

3.3.2 Nulmeting conductiviteit in het KGO in 2012

De laagste zoutgehalten in het KGO ter hoogte van Sas Slijkens, 'Paddegat' en Nieuwege (bij Brugge) werden opgemeten begin maart en eind december 2012 en zijn telkens duidelijk te relateren aan de zeer sterk verhoogde afvoeren in het kanaal in die periodes. Bij lagere debieten tijdens drogere periodes stijgt de conductiviteit in het kanaal op de drie locaties (Fig. 20, 21 en 22). De maximale conductiviteit in het kanaal werd niet ter hoogte van Sas Slijkens geregistreerd maar ter hoogte van Nieuwege (bij Brugge) en is vermoedelijk te wijten aan een calamiteit.

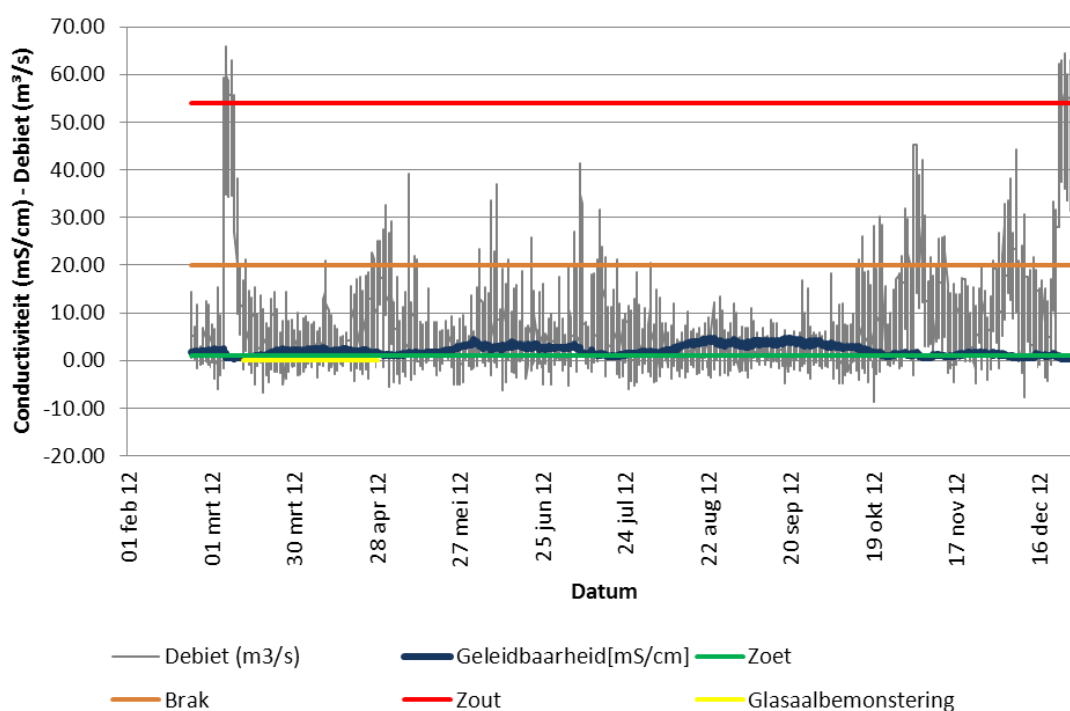


Fig. 20. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. Sas Slijkens.

De laagste geleidbaarheid ter hoogte van Sas Slijkens werd opgemeten eind december, met name 0,33 mS/cm (330 μ S/cm). Gelijkaardige lage zoutgehalten en hoge afvoeren werden geregistreerd begin maart. De hoogste geleidbaarheid werd opgemeten op 19 september met 4,71 mS/cm (4710 μ S/cm). Van augustus tot en met september, een drogere periode met minder afvoer, worden de hoogste zoutgehalten opgemeten variërend van ongeveer 3,48 mS/cm (3480 μ S/cm) tot 4,71 mS/cm (4710 μ S/cm).

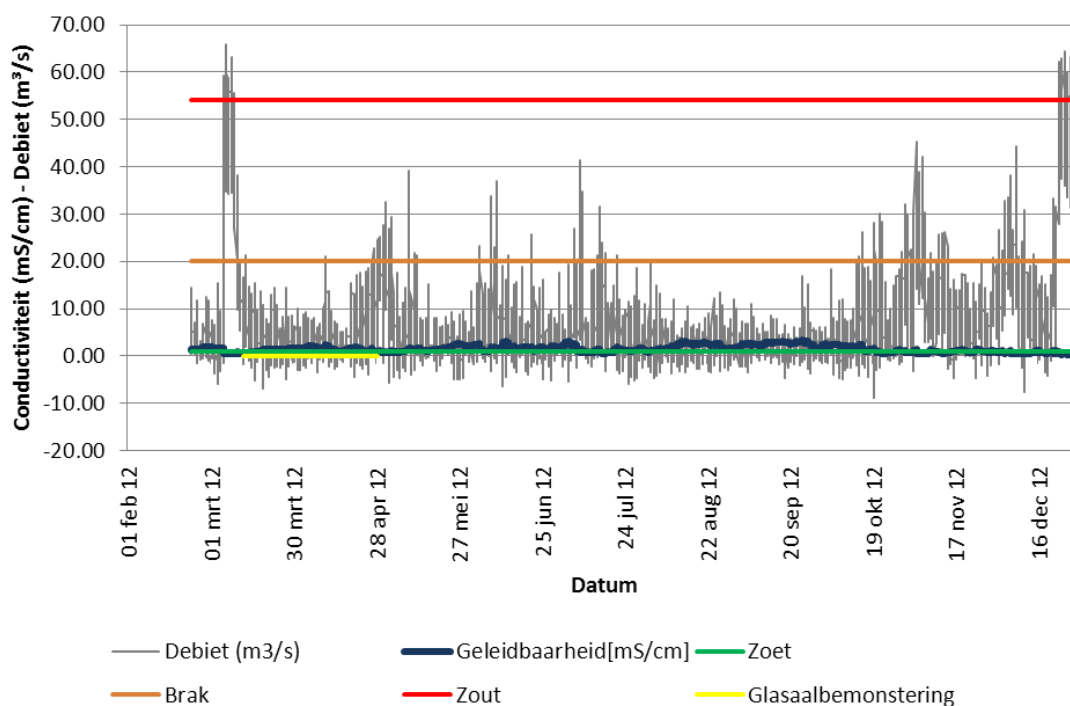


Fig. 21. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. 'Paddegat'.

De laagste geleidbaarheid ter hoogte van Plassendale werd opgemeten eind december, met name 0,32 mS/cm (320 μ S/cm). Gelijkaardige lage zoutgehalten en hoge afvoeren werden geregistreerd begin maart. De hoogste geleidbaarheid werd opgemeten op 24 september met 3,39 mS/cm (3390 μ S/cm). In september, een drogere periode met minder afvoer, worden de hoogste zoutgehalten opgemeten variërend van ongeveer 2,62 mS/cm (2620 μ S/cm) tot 3,39 mS/cm (3390 μ S/cm).

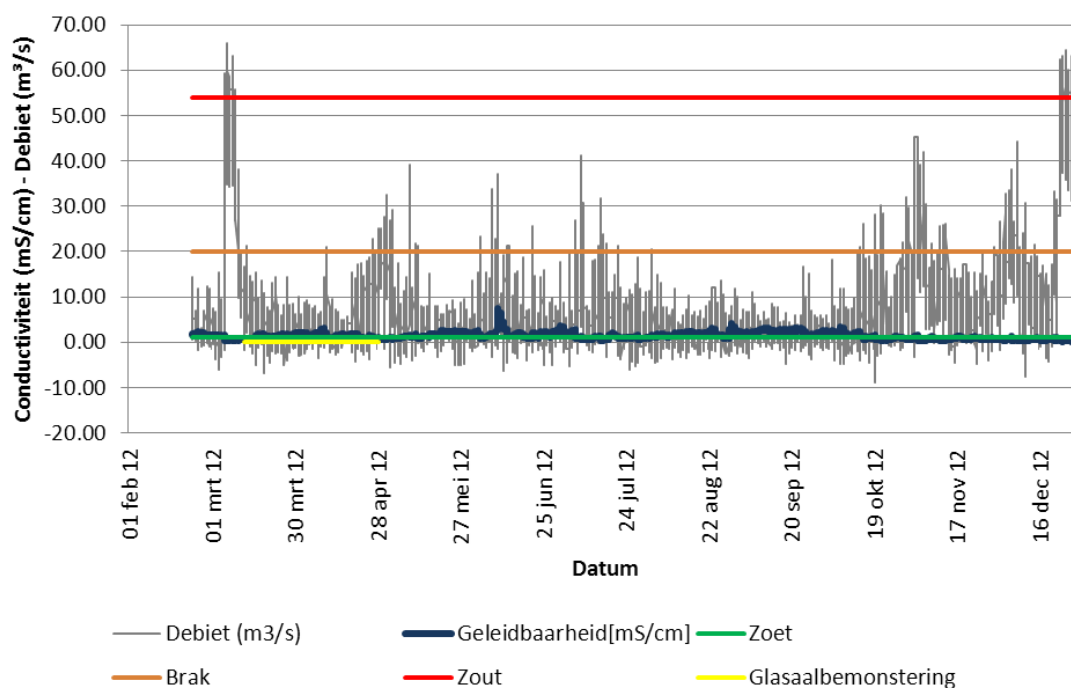


Fig. 22. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. Nieuwege (bij Brugge).

De laagste geleidbaarheid ter hoogte van Nieuwege (bij Brugge) werd opgemeten eind december, met name 0,21 mS/cm (210 μ S/cm). Gelijkaardige lage zoutgehaltenes en hoge afvoeren werden geregistreerd begin maart. Van 9 tot en met 11 juni werden opvallend hoge zoutgehaltenes opgemeten die vermoedelijk te wijten zijn aan een calamiteit (vb. lozing). Op 9 juni 2012 werd een maximale conductiviteitspiek van 7,56 mS/cm (7560 μ S/cm) geregistreerd.

4. Bespreking

Vergelijking van de fuikbemonsteringen met een gesloten sluis en een licht geopende sluis toonde duidelijk aan dat getijdensluizen de stroomopwaartse migratie van glasaal nagenoeg onmogelijk maken. De resultaten van de fuikbemonsteringen met licht geopende sluis toonden echter aan dat omgekeerd spui-beheer dit probleem kan verhelpen. Het op een kier zetten van de sluisdeur gedurende het opkomend tij bleek een kostenefficiënte en effectieve mitigerende maatregel te zijn om stroomopwaartse glasaalmigratie met een factor 250 te laten toenemen, zonder significante instroom van zeewater. Hoewel de beperkte sluis-opening een kostenefficiënte en effectieve beheersoptie blijkt te zijn, kan de instroming van zeewater die hiermee gepaard gaat het meest cruciale knelpunt vormen. Concreet kan de instroom van zeewater nadelig zijn voor verschillende belangen zoals landbouw, milieu of recreatie. De resultaten tonen echter dat de zeewaterinstroom bij de tien uitgevoerde metingen met een licht geopende sluis zeer beperkt blijft. Significante conductiviteitsstijgingen werden niet geregistreerd onmiddellijk stroomopwaarts van de getijdensluizen. De beperkte hoeveelheid zeewater die in het KGO stroomt wordt opnieuw uitgespoeld wanneer de sluisen bij laagtij geopend worden om te spuien.

Verder onderzoek kan zich bijgevolg richten op de verdere afstemming van het voorgestelde omgekeerd spui-beheer. Concreet werd het fuikexperiment in dit rapport enkel uitgevoerd ter hoogte van één sluis. De invloed van omgekeerd beheer ter hoogte van beide sluisen en spui-kokers van het Sas Slijkens zou geanalyseerd kunnen worden om de voorgestelde aanpak verder te optimaliseren inclusief de opvolging en analyse van de zoutwaterinstroom. Bovendien kunnen intensievere fuikbemonsteringen ook aantonen als er een drempel is waarbij de meeste glasaal stroomopwaarts gemigreerd is. Tot slot kan verder onderzoek de invloed van een zoetwaterlokstroom op de efficiëntie van het voorgestelde spui-beheer nagaan.

Dit rapport benadrukt de negatieve impact van getijdensluizen op de stroomopwaartse migratie van glasaal en toont aan dat omgekeerd spui-beheer een eenvoudige kosteneffectieve en efficiënte mitigerende maatregel kan zijn. Binnen het sluisencomplex van Oostende kan deze maatregel de glasaalmigratie verbeteren ter hoogte van de monding. Verder onderzoek kan het omgekeerd spui-beheer verder optimaliseren en zo de efficiëntie van de voorgestelde aanpak verbeteren. Aangezien het omgekeerd spui-beheer eenvoudig kan geïmplementeerd worden ter hoogte van talrijke getijdenspuien, kunnen de voorgestelde resultaten bijdragen tot het wereldwijde herstel van palingpopulaties en van nut zijn voor een brede waaier van waterbeheerders en belanghebbenden.

5. Conclusies in functie van het beheer

De fuikbemonsteringen geven aan dat er nagenoeg geen glasaal migreert door de gesloten sluisdeuren, terwijl relatief hoge aantallen migreren door de licht geopende sluis. Door het toegepaste beheer kon de intrek van de glasaal met een factor 250 toenemen. Concreet kan dergelijk omgekeerd spui-beheer dus al een significante winst voor de glasaalinstroom in het KGO bieden. Het effect van het instromende zoutwater is afhankelijk van het debiet van de waterloop waarop deze techniek wordt toegepast. Voor het KGO werd aangetoond dat het toepassen van het omgekeerd spui-beheer geen onmiddellijke verzilting geeft in het stroomopwaartse pand. Een verdere opvolging van het zoutgehalte in het KGO (vak Brugge-Oostende) is noodzakelijk bij het effectief toepassen van het omgekeerd spui-beheer in het dagdagelijks spui-beheer om na te gaan of er ook bij het effectief gebruik van dit beheer scenario geen verzilting optreedt. In het geval er toch een significante verhoging van de conductiviteit wordt waargenomen, dient het omgekeerd spui-beheer tijdelijk gestaakt te worden. Ervaring met een gelijkaardig beheer ter hoogte van de Ganzepoot-spuisluisen in de IJzer heeft aangetoond dat de zoutintrusie automatisch terug uitspoelt bij het toepassen van het gewoon spui-beheer.

5.1 Afweging van verschillende alternatieven ter stimulatie van glasaalmigratie

Om stroomopwaartse glasaalmigratie toe te laten en te stimuleren ter hoogte van het spuicomplex te Oostende en gelijkaardige getijdensluizen, bestaan vijf verschillende alternatieven: een vistrap, een glasaalgoot, een hevel, omgekeerd spui-beheer en vangst/uitzet van glasaal. Voor een uitgebreide beschrijving van bovenstaande alternatieven verwijzen we naar het rapport van Mouton et al. (2010). Het omgekeerd spui-beheer werd eerder in dit rapport reeds uitvoerig besproken. Een eenvoudig protocol dat in de toekomst kan gevolgd worden voor de uitvoering van omgekeerd spui-beheer in functie van de intrek van glasaal in het KGO wordt in volgende paragraaf weergegeven.

5.2 Protocol voor de uitvoering van omgekeerd spui-beheer ter hoogte van het Sas Slijkens

Doel

- **Tijdens elke tijcyclus wordt een schuif of sluisdeur aan de stroomafwaartse zijde op een kier van 10 cm gezet en de schuif of sluisdeur aan de stroomopwaartse kant volledig open.** Hierdoor kan het water van in de Oostendse Voorhaven in het KGO stromen. Op die manier ontstaat een gereduceerde negatieve tijdstroom landinwaarts en kan de glasaal uit de Voorhaven onder de sluisdeuren passeren om in het stroomgebied van de Brugse Polders op te groeien.
- Stroomopwaarts van de schuiven wordt het zoutgehalte continu gemeten door INBO op volgende locaties (zie Fig. 13 – pag 19):
 - Stroomopwaarts Sas Slijkens
 - 'Paddegat'

- Nieuwege (bij Brugge)
- Voor meer achtergrond verwijzen we naar dit rapport of vorige INBO rapporten (Mouton et al., 2009, 2010; Ans.Mouton@INBO.be of David.Buysse@inbo.be).

Uitvoering

- De doelstellingen kunnen behaald worden door **onderstaand schema voor omgekeerd spui-beheer** te volgen:
 - Peil Voorhaven gelijk aan of hoger dan peil KGO?
(water stroomt binnen van Voorhaven naar KGO)
 - W&Z selecteert één van beide spuisluizen voor het uitvoeren van het omgekeerde spui-beheer.
 - Van de geselecteerde sluis wordt de sluisdeur aan de stroomafwaartse zijde op een kier van 10 cm gezet én de sluisdeur aan de stroomopwaartse kant volledig open.
 - Peil Voorhaven gelijk aan of lager dan peil KGO?
(water stroomt buiten van KGO naar Voorhaven)
 - Zelfde beheer als normaal (spuisluizen open bij veel afvoer, alles dicht bij weinig afvoer)
- Dit omgekeerde spui-beheer wordt elk jaar toegepast **tussen 1 maart en 1 mei** (de periode waarin de grootste hoeveelheid glasaal aan onze kust arriveert).
- Indien **3 opeenvolgende dagen niet gespuid** wordt (van KGO naar zee) als voorzichtigheidsmaatregel het normale spui-beheer terug toegepast (schuiven open bij veel afvoer, alles dicht bij weinig afvoer). Wanneer er terug gespuid kan worden, mag het omgekeerd spui-beheer terug toegepast worden.
- INBO kan tijdens deze periode tweewekelijks de (3) continue conductiviteitsmeters in het KGO uitlezen om zo de geleidbaarheid (en zoutinrusie) bij de bodem kort op te volgen, naar analogie met het onderzoek aan de Ganzepoot in de IJzer. Wanneer zich een zoutlens dreigt op te bouwen in het KGO, waarschuwt INBO W&Z en wordt het omgekeerde spui-beheer stopgezet tot de zoutlens buiten gespuid is.

Het omgekeerde spui-beheer zal worden stopgezet wanneer de **conductiviteit** ter hoogte van het meetpunt Nieuwege (bij Brugge) hoger zou worden dan **10 mS/cm** en kan terug worden hervat wanneer de conductiviteit terug onder deze waarde zakt.
- Bij vragen of problemen kan INBO ten allen tijde gecontacteerd worden via Ans.Mouton@INBO.be of David.Buysse@inbo.be.

Literatuurlijst

- Audenaert, V., Huyse, T., Goemans, G., Belpaire, C., Volckaert, F. A. M. 2003. Spatio-temporal dynamics of the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. *Diseases of Aquatic Organisms*. 56, 223-233.
- Belpaire, C. 2008. Pollution in eel. A reason for their decline? Ph.D. thesis Katholieke Universiteit Leuven, INBO.M.2008.2. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussels, 459 pages, III annexes. <http://www.vliz.be/imis/imis.php?module=ref&refid=126455>.
- Bolliet, V., Lambert, P., Rives, J., Bardonnnet, A. 2007. Rhythmic swimming activity in *Anguilla anguilla* glass eels: Synchronisation to water current reversal under laboratory conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 344, 54-66.
- Bonhommeau, S., Chassot, E., Planque, B., Rivot, E., Knap, A. H., Le Pape, O. 2008a. Impact of climate on eel populations of the Northern Hemisphere. *Marine Ecology-Progress Series*. 373, 71-80.
- Bonhommeau, S., Chassot, E., Rivot, E. 2008b. Fluctuations in European eel (*Anguilla anguilla*) recruitment resulting from environmental changes in the Sargasso Sea. *Fisheries Oceanography*. 17, 32-44.
- Briand, C., Fatin, D., Fontenelle, G., Feunteun, E. 2005. Effect of re-opening of a migratory pathway for eel (*Anguilla anguilla*, L.) at a watershed scale. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. 67-86.
- Bult, T. P. , Dekker, W. 2007. Experimental field study on the migratory behaviour of glass eels (*Anguilla anguilla*) at the interface of fresh and salt water. *Ices Journal of Marine Science*. 64, 1396-1401.
- Crivelli, A. J., Auphan, N., Chauvelon, P., Sandoz, A., Menella, J. Y., Poizat, G. 2008. Glass eel recruitment, *Anguilla anguilla* (L.), in a Mediterranean lagoon assessed by a glass eel trap: factors explaining the catches. *Hydrobiologia*. 602, 79-86.
- De Casamajor, M. N., Bru, N., Prouzet, P. 1999. Influence of night brightness and turbidity on the vertical migratory behaviour of glass-eels (*Anguilla anguilla* L.) in the Adour estuary. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. 355, 327-347.
- Dekker, W. 1998. Long-term trends in the glasseels immigrating at Den Oever, the Netherlands. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. 349, 199-214.
- Dekker, W. 2000. The fractal geometry of the European eel stock. *Ices Journal of Marine Science*. 57, 109-121.
- Denayer, B., Belpaire, C. 1996. Bottle-necks for restoration of the eel population, *Anguilla anguilla* (L.) of the river Yser basin (Flanders). *Archives of Polish Fisheries* 4, 175-186.
- Du Colombier, S. B., Bolliet, V., Bardonnnet, A. 2009. Swimming activity and behaviour of European *Anguilla anguilla* glass eels in response to photoperiod and flow reversal and the role of energy status. *Journal of Fish Biology*. 74, 2002-2013.
- Du Colombier, S. B., Bolliet, V., Lambert, P., Bardonnnet, A. 2007. Energy and migratory behavior in glass eels (*Anguilla anguilla*). *Physiology & Behavior*. 92, 684-690.
- Edeline, E., Dufour, S., Elie, P. 2005. Role of glass eel salinity preference in the control of habitat selection and growth plasticity in *Anguilla anguilla*. *Marine Ecology-Progress Series*. 304, 191-199.

Edeline, E., Lambert, P., Rigaud, C., Elie, P. 2006. Effects of body condition and water temperature on *Anguilla anguilla* glass eel migratory behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 331, 217-225.

Feunteun, E., Acou, A., Guillouet, J., Laffaille, P., Legault, A. 1998. Spatial distribution of an eel population (*Anguilla anguilla* L) in a small coastal catchment of northern Brittany (France). Consequences of hydraulic works. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. 349, 129-139.

Friedland, K. D., Miller, M. J., Knights, B. 2007. Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruitment of the European eel. *ICES journal of Marine Science*. 64, 519-530.

Kettle, A. J., Bakker, D. C. E., Haines, K. 2008. Impact of the North Atlantic Oscillation on the trans-Atlantic migrations of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences*. 113, G03004.

Knights, B. 2003. A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. *Science of the Total Environment*. 310, 237-244.

Mouton, A., Gelaude, E., Buysse, D., Stevens, M., Van den Neucker, T., Martens, S., Baeyens, R., Jacobs, Y., Coeck, J. 2009. Glasaalmigratie ter hoogte van het Ganzepoot spuicomplex te Nieuwpoort. Rapport van het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek INBO.R.2009.62, 33 pp.

Mouton A., Gelaude E., Jacobs, Y., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R., Coeck J. 2010. Optimalisatie van glasaalmigratie in de Ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. Rapport van het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek INBO.R.2010.69, 35 pp.

Laffaille, P., Caraguel, J. M., Legault, A. 2007. Temporal patterns in the upstream migration of European glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 73, 81-90.

Shevade, S. K., Keerthi, S. S., Bhattacharyya, C., Murthy, K. R. K. 2000. Improvements to the SMO algorithm for SVM regression. *IEEE Transactions on Neural Networks*. 11, 1188-1193.

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.

Sullivan, M. C., Able, K. W., Hare, J. A., Walsh, H. J. 2006. *Anguilla rostrata* glass eel ingress into two, US east coast estuaries: patterns, processes and implications for adult abundance. *Journal of Fish Biology*. 69, 1081-1101.

White, E. M. , Knights, B. 1997. Environmental factors affecting migration of the European eel in the Rivers Severn and Avon, England. *Journal of Fish Biology*. 50, 1104-1116.

Wilson, J. M., Antunes, J. C., Bouca, P. D., Coimbra, J. 2004. Osmoregulatory plasticity of the glass eel of *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 61, 432-442.

Wilson, J. M., Leitao, A., Goncalves, A. F., Ferreira, C., Reis-Santos, P., Fonseca, A. V., da Silva, J. M., Antunes, J. C., Pereira-Wilson, C., Coimbra, J. 2007. Modulation of branchial ion transport protein expression by salinity in glass eels (*Anguilla anguilla* L.). *Marine Biology*. 151, 1633-1645.

Witten, H., Frank, E. 2000. Data mining: practical machine learning tools and techniques with Java implementations. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco. 371 pp.

Lijst van figuren

Fig. 1. De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling (Belpaire, 2008).	10
Fig. 2. Situering van het KGO, de Ringvaart in Brugge, de Damse Vaart (DV), het Boudewijnkanaal (BZ), het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort (PN) en de Rivierbeek (RB).	11
Fig. 3. Het Kanaal Gent-Oostende in en rond Brugge (Kaart: W&Z).	12
Fig. 4. Situering van het Sas Slijkens ter hoogte van de monding van het KGO in de voorhavens van Oostende en de Noordzee. Het sluizencomplex van het Sas Slijkens is aangeduid met een cirkel.	13
Fig. 5. Schematische voorstelling van het huidige spuibeheer ter hoogte van het Sas Slijkens waarbij glasalen verhinderd worden om het KGO te bereiken.	14
Fig. 6. Migratienetwerk van prioritaire waterlopen (blauw) en aandachtswaterlopen (grijs) conform de Beneluxbeschikking "Vrije migratie van vissoorten" M(2009)1. Het KGO, aangeduid met de rode pijlen, is donkerblauw ingekleurd en heeft dus prioriteit 1. Het vismigratieknooppunt Sas Slijkens is aangeduid met een rood punt.	15
Fig. 7. Foto van één van de twee spuisluizen met schuifdeur van het Sas Slijkens in Oostende.	16
Fig. 8. Schematische voorstelling van het omgekeerde spuibeheer waarbij glasalen zich bij opkomend tij onder de sluisdeur door naar het KGO laten transporteren (= "passief getijdetransport").	17
Fig. 9. Twee glasaalfuiken met een maasgrootte van 1000 µm en een lengte van 10.5 m.	18

Fig. 10. Plaatsing van het kader achter de sluisdeur. Hierin schuiven twee fuiken met daarboven voor elke fuik 1 scherm.	18
Fig. 11. De twee glasaalfuiken in het kader geschoven (onder), evenals een van de schermen (rechtsboven).	19
Fig. 12. Drie zeven met een verkleinende diameter of een reservoir.	20
Fig. 13. Locatie van de 3 conductiviteitsmetingen 0.9 (steiger Oudenburgsesteenweg), 7.0 (steiger Paddegat) en 13.3 km (steiger Nieuwege) stroomopwaarts van het Sas Slijkens.	21
Fig. 14. Monitoringsconstructie van de conductiviteit met behulp van CTD Divers (SWS Technology).	21
Fig. 15. Glasaal.	25
Fig. 16. Resultaten van glasaalbemonstering met gesloten deur en de deur op een kier van 10 cm.	25
Fig. 17. Spiering (adult).	26
Fig. 18. Zeebaars (juveniel).	27
Fig. 19. Variaties in conductiviteit t.h.v. het Sas Slijkens tussen 23 februari en 31 mei 2012 (de bemonsteringsperiode wordt op de X-as met een gele lijn aangeduid).	29
Fig. 20. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. Sas Slijkens.	30

Fig. 21. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. 'Paddegat'.
.....31

Fig. 22. De geleidbaarheid en het debiet in het KGO t.h.v. Nieuwege (bij Brugge).
.....32

Lijst van tabellen

Tabel 1. Overzicht van de 20 uitgevoerde glasaalbemonsteringen met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.	24
Tabel 2. Overzicht van de gevangen trekvissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.	26
Tabel 3. Overzicht van de gevangen zeevissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.	27
Tabel 4. Overzicht van de gevangen zoetwatervissoorten tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.	28
Tabel 5. Overzicht van andere gevangen organismen (niet-vissen) tijdens 10 kiermetingen (kier = 10 cm) met twee glasaalfuiken tussen 12 maart en 24 april 2012 in een sluis van het Sas Slijkens.	28