

Wageningen IMARES

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Vestiging IJmuiden
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax: 0255 564644

Vestiging Yerseke
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax: 0113 573477

Vestiging Den Helder
Postbus 57
1780 AB Den Helder
Tel.: 022 3638800
Fax: 022 3630687

Vestiging Texel
Postbus 167
1790 AD Den Burg Texel
Tel.: 0222 369700
Fax: 0222 329235

Internet: www.wageningenimares.wur.nl
E-mail: imares@wur.nl

Rapport

Nummer: C025/07

Glasaalintrek in gebied Waterschap Zeeuwse Eilanden

H.V. Winter, T.P. Bult & J.A. van Willigen

Opdrachtgever:

Drs. A.W. Fortuin
Waterschap Zeeuwse Eilanden
Laboratorium Zeeuwse Eilanden
Kanaalweg 1, 4337 PA Middelburg
Postbus 1000, 4330 ZW Middelburg

Project nummer:

4392300101

Aantal exemplaren:	15
Aantal pagina's:	37
Aantal tabellen:	5
Aantal figuren:	10
Aantal bijlagen:	2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting.....	3
1. Inleiding.....	4
2. Beschrijving veldwerk en gebruikte methoden	5
2.1 Glasaaltellingen met kruisnet bij intrekpunten	5
2.2 Aalgoot-tellingen in Zeeuwse Eilanden.....	6
2.3 Hevel-test bij Prommelsluis.....	7
2.4 Knelpunten-analyse voor paling in de Zeeuwse Eilanden	8
3. Resultaten glasaalmonitoring beheersgebied WZE	11
3.1 Kruisnettellingen.....	11
3.2 Aalgoot-tellingen	17
3.3 Hevel-test bij Prommelsluis.....	19
3.4 Uitgeslagen water bij de gemalen ('lokstroom') in voorjaar van 2006	19
4. Knelpunten-analyse paling in Zeeuwse Eilanden.....	20
5. Conclusies en aanbevelingen	30
Dankwoord	33
Literatuur	33
Bijlagen	34

Samenvatting

In het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden zijn sinds 1995 veel inspanningen verricht om de intrek van glasaal te verbeteren. Zo zijn bij een vijftal gemalen aalgoten aangelegd. In deze rapportage wordt op basis van gerichte metingen en testen uitgevoerd in het voorjaar van 2006 en beschikbare gegevens over de periode 1990-2006 een eerste quickscan uitgevoerd naar de knelpunten en kennishiaten voor palingmigratie in het studiegebied.

Voor deze analyse is een aanpak uitgevoerd in vijf stappen/deelvragen: 1) Wat is het aanbod van glasaal bij de diverse locaties? 2) Hoe goed is de intrekvoorziening (zoals bijvoorbeeld een aalgoot) te lokaliseren door glasaal? 3) Hoe goed functioneert een intrekvoorziening? 4) Wat is de kwaliteit en omvang van het achterliggende opgroeihabitat c.q. uitwateringspolder? 5) Hoe zijn de mogelijkheden voor de uittrek van schieraal naar zee?

In het voorjaar van 2006 (6 April – 6 Juni) op in totaal 8 locaties in Westerschelde (Borssele, Hoedekenskerke, 's Gravenpolder en Ellewoutsdijk) en Oosterschelde (Prommelsluis, Ouwerkerk, Kattendijke en Colijnsplaat) metingen uitgevoerd met een glasaalkruisnet om aan de buitenzijde een indicatie van het aanbod van glasaal te krijgen. Bij Prommelsluis zijn bovendien 2 testen met een hevel over de dijk uitgevoerd, om te uitvoerbaarheid te bepalen.

In aanvulling op deze metingen is gebruikt gemaakt van datasets die beschikbaar waren over de glasaal-intrek via de diverse aalgoten (vanaf 1995) en IMARES monitoringen naar het aanbod van glasaal bij Bath (1991-2006), Bergse Diep (1990-2006) en Den Oever (1938-2006).

Het aanbod van glasaal bij de negen locaties die in deze rapportage zijn behandeld (in aanvulling op de acht bovengenoemde is ook de spuisluis bij Bath in aanmerking genomen) verschilde sterk tussen afwateringspunten. In de Oosterschelde was deze in 2006 over de gehele linie laag. In de Westerschelde was een duidelijke gradiënt van zeer laag aan de zeezijde van het estuarium (bij Borssele) tot relatief hoog naar de binnenzijde toe (bij Bath). Bath is ook landelijk gezien koploper in de hoeveelheden glasaal per gemiddelde kruisnettrek. Vooral voor Borssele en Kattendijke (gemaal Dekker) lijken het aanbod een sterk beperkende factor.

Bij het functioneren van de aalgoten spelen twee aspecten: de vindbaarheid van de opening en de fractie van intrekken glasaal die ook werkelijk slaagt in het bereiken van de binnenzijde. Beiden zijn moeilijk meetbaar, maar de beschikbare gegevens suggereren dat de aalgoten bij Prommelsluis en Hoedekenskerke goed functioneren (eind jaren 90) in het voorzien van het achterland van een aantal glasalen dat hier in theorie kan opgroeien (op basis van het areaal oppervlaktewater en geadviseerde bezettingsgraad bij uitzettingen). De aalgoten bij Ouwerkerk, Borssele en Kattendijke voorzien hierin in beperkte mate. Over de hele linie treedt vertraging op tussen aanbod van glasaal en binnentrekken via aalgoten van enkele weken. Waarschijnlijk speelt gedrag van glasaal hierin een rol. Daarnaast zijn falen van pompen en wijze waarin kokosmatten zijn aangebracht knelpunten bij het langdurig functioneren van aalgoten.

Intrek van glasaal via spuisluizen lijkt minder problematisch. Vooral bij Ellewoutsdijk is de situatie erg gunstig. Bij Bath en Colijnsplaat zou deze kunnen worden verbeterd met eenvoudige maatregelen zoals het aanbrengen van een afsluitbare buis in de spuideuren.

De heveltest laat zien dat deze potentieel goed kan werken, waarbij naast glasaal ook andere kleinere vissoorten als driedoornige stekelbaars naar binnen kunnen (groot aanbod), hetgeen belangrijk is in de eisen die de Kaderrichtlijn Water stelt aan een goede ecologische kwaliteit. Maelstede, Prommelsluis en Borssele lijken gunstig voor het uitvoeren van proeven met hevels.

Het grootste knelpunt in de afwateringsgebieden met gemalen en aalgoten, is de afwezigheid van uittrekmogelijkheden voor schieraal. Bij uitwateringssluizen zijn relatief weinig knelpunten. In hoeverre glasaal zich over de gehele achterliggende polders kan verspreiden is nog onbekend.

1. Inleiding

De intrek van glasaal is in Nederland en de rest van Europa sterk teruggelopen (Dekker 2004). Om de intrek te verbeteren worden intrekvoorzieningen aangelegd, zoals bijvoorbeeld glasaalgoten. In het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden zijn vijf van deze aalgoten aangelegd gedurende vanaf 1995 rond de Oosterschelde en de Westerschelde. De vraag is of deze aalgoten naar behoren functioneren of voor verbetering vatbaar zijn. Allereerst moet er natuurlijk wel een aanbod van glasaal zijn om voldoende glasaal via aalgoten naar binnen te laten trekken. Het functioneren van een intrekvoorziening is op te splitsen in twee onderdelen: ten eerste kan de glasaal de ingang lokaliseren? Ten tweede, kunnen alle glasalen die de ingang inzwemmen ook de geheel intrekvoorziening passeren. Dan is het vervolgens van belang of het achterland voldoende areaal opgroei-habitat van een voldoende kwaliteit bevat om de binnenkomende glasaal te laten opgroeien tot volwassen aal. Als laatste moet deze volwassen aal (zogenaamde schieraal die klaar is voor vertrek naar de paaigronden op de volle oceaan) ook de mogelijkheid krijgen om uit het uitwateringsgebied te trekken om een bijdrage aan de aalpopulatie te kunnen geven.

In deze rapportage wordt een quick-scan van de knelpunten voor paling op elk van de volgende stappen uitgevoerd op het niveau van uitwateringsgebieden:

1. het aanbod van glasaal voor glasaalgoten
2. de vindbaarheid van deze goten
3. het functioneren van deze intrekvoorzieningen
4. de kwaliteit en omvang van het opgroei-habitat van aal
5. de uittrekmogelijkheden van schieraal

Deze studie wordt in opdracht van Waterschap Zeeuwse Eilanden (WZE) uitgevoerd met medewerking van de Provincie Zeeland. In het kader van deze opdracht zijn in het voorjaar van 2006, tellingen van glasaal aan de buitenzijde uitgevoerd met een standaard kruisnet bij vijf locaties waar een aalgoot aanwezig is (Pronnensluis, Ouwkerk, Dekker, Borssele, Hoedekenskerke) en in aanvulling hierop bij drie locaties waar geen intrekvoorziening is aangelegd (Maelstede, Ellewoutsdijk en Colijnsplaat, waarbij laatstgenoemde twee een uitwateringssluis hebben naast een gemaal). Daarnaast zijn er gegevens gebruikt die gedurende 1990-2006 zijn verzameld. Dit betreft tellingen van glasalen die door de aalgoten zijn getrokken (1995-2006) en kruisnettellingen zoals IMARES uitvoert binnen een landelijk meetnet om trends in het glasaalaanbod vast te kunnen stellen. Hiervan zijn de locaties Bath (Westerschelde) en Bergse Diep (Oosterschelde) het meest relevant (1990-2006). Tot slot zijn enige testen met hevels uitgevoerd bij Pronnensluis, welke wellicht een goed alternatief voor aalgoten vormen (Bult & Dekker 2006)

De knelpuntenanalyse, conclusies en aanbevelingen uit deze rapportage kunnen mede als basis dienen voor een nota die door Waterschap Zeeuwse Eilanden geschreven zal worden over de intrek en het beheer van vis in hun watersystemen.

2. Beschrijving veldwerk en gebruikte methoden

2.1 Glasaaltellingen met kruisnet bij intrekpunten

In het kader van dit project zijn in het voorjaar van 2006 op acht locaties in het gebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden metingen met een standaard glasaal kruisnet (Bult & Dekker 2006) uitgevoerd. Deze netten zijn 1x1 m en op elke locatie worden 3 trekken gedaan per avond wanneer het donker is. Soms is er zowel aan de linkerzijde als rechterzijde van het uitstroomwerk van een gemaal gemonsterd. De kruisnetbemonsteringen zijn gedurende 6, 7 en 8 april door medewerkers van IMARES uitgevoerd en daarna door medewerkers van Waterschap, de provincie Zeeland en vrijwilligers. In tabel 2.1. is een overzicht gegeven van de trekken die uitgevoerd zijn in het kader van deze studie in 2006. Op zes locaties is regelmatig gemonsterd en in aanvulling daarop is incidenteel op twee extra locaties gemonsterd.



Een nachtelijke glasaalbemonstering met het standaard kruisnet (foto Anne Fortuin)

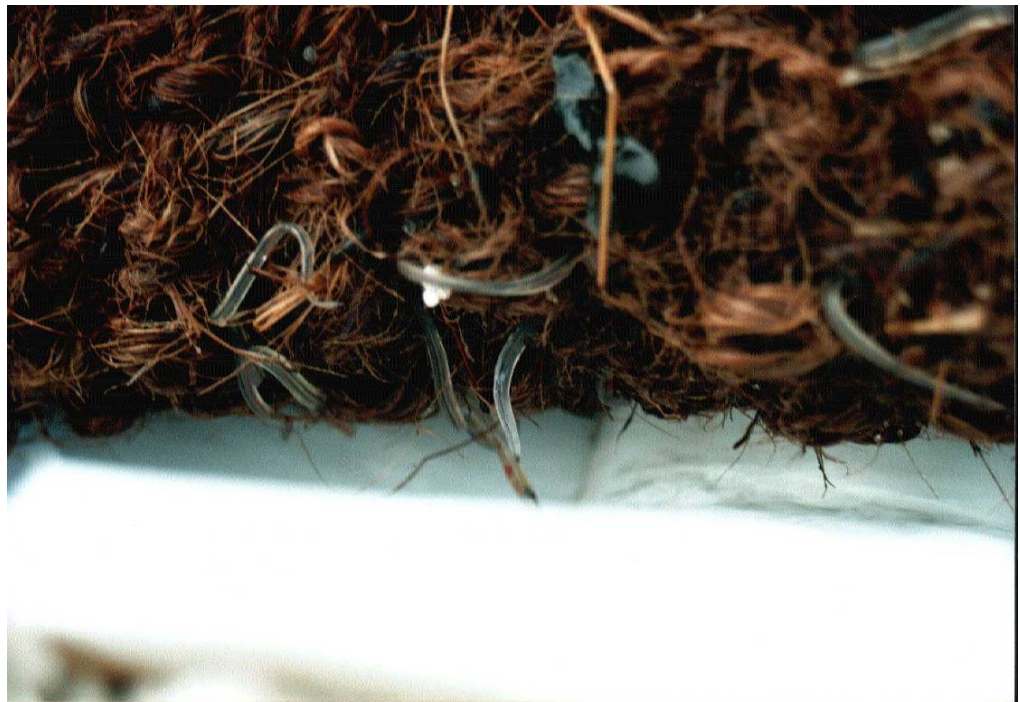
Tabel 2.1. Kruisnetbemonstering (aantal trekken) zoals uitgevoerd in het voorjaar van 2006 .

Stroom- gebied	Westerschelde				Oosterschelde			
Plaats	Borssele	Hoede- kenskerke	sGraven- polder	Ellewout s-dijk	Kerk- werve	Ouwer- kerk	Katten- dijke	Colijns- plaat
Gemaal	Van Borssele	Groene- wegen	Mael- stede	Helle- woud	Prommel- sluis	Ouwer- kerk	Dekker	De Valle
6-apr					6	6		
7-apr	6	6		6	6		6	
8-apr					3			
20-apr	6	3	3		6	6	3	
24-apr	3	3	3		6		3	3
4-mei	3	3	7		6	6	3	5
8-mei	4	3	3		6			
9-mei							6	
22-mei	3	3					6	
23-mei					3	3		
24-mei			6					
6-jun	3		2		4	1	6	
totaal	28	21	24	6	46	22	33	8

Daarnaast wordt in het kader van de landelijke glasaal-monitoring op twaalf plaatsen langs de Nederlandse kust gemeten volgens dezelfde standaardmethode zoals hierboven is beschreven. De langste serie glasaaltellingen loopt bij Den Oever waar al sinds 1938 op dezelfde wijze wordt gemonitord. Het meest relevante meetpunt voor Zeeuwse Eilanden is het punt bij de spuikanaal van Bath die sinds 1991 wordt gedaan (deze reeks wordt gebruikt als indicatie voor het aanbod bij de spuisluis Bath daar vlak naast gelegen). Alleen in 2001 (door de uitbraak van MKZ en het sluiten van de dijkovergang) en in 2004 toen slechts een korte periode gemeten is en niet het gehele optrekseizoen. De glasaalvangsten bij Bath behoren tot de hoogste binnen het Nederlandse glasaalmeetnet. Verder wordt er vanaf 1990 bij de Bergdiepse Sluis (Krammer) gemeten, welke een indruk geeft van het glasaalaanbod achterin de Oosterschelde. De gegevens die binnen deze glasaalmonitoringen zijn verzameld zullen ook in deze rapportage worden gepresenteerd en gebruikt.

2.2 Aalgoot-tellingen in Zeeuwse Eilanden

Na de watersnoodramp van 1953 zijn steeds meer uitwaterende sluisjes vervangen door gemalen. De sluisjes boden door lekkende kieren en vlak voor het sluiten en vlak na het opengaan redelijk goede mogelijkheden voor glasaal om naar binnen te trekken. De gemalen geven geen enkele intrekmogelijkheid voor glasaal (Klein Breteler 1993). In 1995 is bij gemaal Prommelsluis op Schouwen nabij Zierikzee de eerste aalgoot in gebruik genomen om de intrek van glasaal te verbeteren (Hoekstra & van de Straat 1996). Daarna zijn in het beheersgebied van WZE nog vier aalgoten in gebruik genomen: bij gemaal Groenewege te Hoekenskerke in 1996, bij gemaal Ouwerkerk in 1998, bij gemaal Borssele in 1999 en bij gemaal Dekker nabij Kattendijke in 2001.



Glusalen trekken door de kokosmat in de aalgoot omhoog (foto André van de Straat)

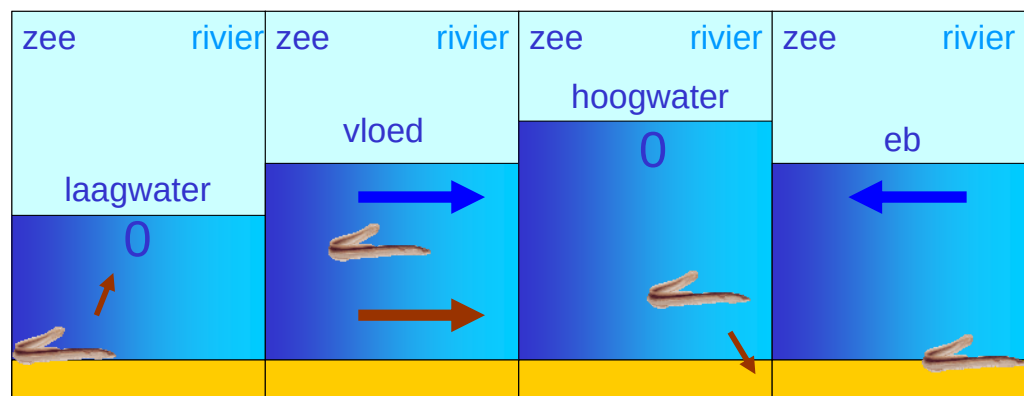
In de meeste gevallen is het eerste jaar van ingebruikneming het meest intensief geteld hoeveel glasalen er door de aalgoten heen trokken gedurende de intrekperiode van glasaal. In de daaropvolgende periode wisselde de telinspanning sterk van jaar tot jaar en van locatie tot locatie. In deze rapportage worden alle beschikbare aalgoottellingen gepresenteerd en gebruikt. Helaas is er tijdens het voorjaar van 2006, toen het buitendijkse aanbod met

kruisnetten op acht locaties is gemeten, alleen bij de aalgoot te Prommelsluis een goede meetreeks voorhanden. De aalgoten bij Dekker en Groenewege hebben vrijwel het gehele seizoen niet gewerkt in verband met werkzaamheden. Bij gemaal Ouwerkerk zijn vrijwel geen glasalen via de aalgoot getrokken in het voorjaar van 2006.

Verder zijn er ook enkele aalgoten in de polder bij stuwen aangelegd: bijvoorbeeld bij de spuikom bij Bath en recentelijk bij de de natuurgebieden rond de Prunje in Schouwen. Hiervan zijn geen tellingen beschikbaar.

2.3 Hevel-test bij Prommelsluis

Eerder IMARES onderzoek heeft laten zien dat het naar binnen hevelen van water van buitendijks naar binnendijks tijdens opkomend water erg efficiënt kan zijn in het naar binnen laten liften van glasaal (Dekker & van Willigen 2000, Bult & Dekker 2006). Het meeliften met naar binnen gaand water sluit ook beter aan bij het selectief getijden transport gedrag dat in estuaria binnentrekkende glasaal van nature laat zien. Dit selectief getijden transport is een zeer efficiënte en energiebesparende manier voor vis om met behulp van de getijdenstromen dieper het estuarium in te dringen. Als dit mechanisme ze niet meer verder brengt zullen ze switchen naar een gedrag waarbij actief tegen de stroom in wordt gezwommen. Het gebruik van een hevel speelt in op selectief getijden transport gedrag, terwijl aalgoten afhankelijk zijn van actief zwemgedrag.



Figuur 2.1. Selectief getijden transport: door na laagwater hoger in de waterkolom te gaan zwemmen worden glasalen meegevoerd naar de rivier tijdens vloed, om zich na hoogwater tegen de bodem te drukken zodat de uitgaande stroom tijdens eb ze niet weer terug plaatst.

In de nacht van 7 april 2006 is een eerste test met een hevelopstelling bij het gemaal Prommelsluis uit gevoerd. Een 70 m lange buis met 4 cm binnendiameter is over de dijk gelegd (waarbij voorzieningen zijn getroffen om de buis voor fietsers op het fietspad op de dijk zichtbaar en passeerbaar te maken). De hevel is gevuld met water door er vanaf de zoete binnenzijde water in te pompen middels een pomp die op de buis was aangesloten. Toen de buis volledig was gevuld en alle luchtballen eruit waren is de pomp afgekoppeld. Omdat het water aan de buitenzijde hoger stond, begon de buis toen water vanuit de Oosterschelde te hevelen. Aan het uiteinde van de buis aan de binnenzijde van de dijk is een fijnmazig net bevestigd die alle vis die meegeheveld werden opving. Op 7 april is de hevel om 21:40 in werking gesteld en heeft vervolgens 3 uur 35 min geheveld. Op twee momenten is de waterstroomsnelheid in de hevel gemeten: gemiddeld 1,17 m/s. Op basis hiervan is berekend dat er in totaal 5,3 m³ water is overgeheveld vanuit de Oosterschelde naar de binnenzijde.

Op 4 mei 2006 is deze test bij Prommelsluis herhaald, waarbij eveneens om 21:40 werd gestart en na 2 uur werd geconstateerd dat de hevel niet meer liep. Hoe lang de hevel precies heeft gewerkt tijdens de tweede test is niet bekend.

2.4 Knelpunten-analyse voor paling in de Zeeuwse Eilanden

Om een overzicht van knelpunten rond het functioneren en prioriteren van de mogelijkheden voor glasaalintrek in polders van Waterschap Zeeuwse Eilanden uit te voeren kunnen de volgende stappen/onderdelen worden onderscheiden gedurende het gehele proces van de estuaria binnentrekkende glasaal tot de polders weer uitzwemmende volgroeide schieraal:

1. Kwantificeren/inschatten van het aanbod van glasaal aan buitenzijde van sluis/gemaal/intrekpunt. Dit zal veel verschillen per locatie in afhankelijkheid van ligging binnen estuaria, aanwezige zoet-zout gradiënt, uitgemaal hoeveelheid zoetwater, lokale morfologie en afstand tot grote geulen. Daar waar weinig aanbod is, is een intrekvoorziening vanzelfsprekend minder effectief.
2. Vervolgens de 'vindbaarheid' van de intrekvoorziening: welk deel van het aanbod aan glasaal vindt of komt terecht in de intrekvoorziening (kan een aalgoot zijn, of een hevel of via lekwater van uitwaterende sluizen). Is er veel aanbod, maar komt er weinig de intrekvoorziening in, dan is deze bijvoorbeeld niet optimaal gesitueerd en werkt deze weinig efficiënt.
3. Vervolgens het functioneren van de intrekvoorziening (bijv. aalgoot). Hierbij kunnen twee typen knelpunten optreden: het ontwerp is niet optimaal of het onderhoud/storingsgevoeligheid is groot. Welke alternatieve ontwerpen/aanpassingen zijn eventueel beschikbaar? Bijvoorbeeld een hevel versus aalgoot.
4. Vervolgens de kwaliteit en omvang van het groeihabitat, d.w.z. het achterliggende areaal opgroei gebied in de polder: hoeveel glasaal kan er opgroeien tot volwassen aal? Zijn er nog migratiebelemmeringen in de polderwateren zelf? Werkt de waterkwaliteit belemmerend?
5. En ten slotte de uittrekmogelijkheden voor schieraal die naar zee trekt om te paaien (bijv. overleving in gemalen, via vrijwaterende sluizen etc.)

Alleen als het geheel van de stappen 1-5 naar behoren functioneert, zal de betreffende polder een bijdrage aan de aalpopulatie leveren. Stap 5 werkt pas optimaal als stappen 1-4 goed werken. Voor een aantal polders wordt een inventarisatie gemaakt van elk van de stappen en kan een eerste prioritering worden opgesteld: Beter in een paar polders de hele serie goed dan in alle polders alleen de stappen 2 en 3 voor elkaar maken. In deze rapportage wordt verkend hoe ver hiermee met de huidige beschikbare gegevens gekomen kan worden en welke hiaten in kennis er nog liggen.



Overzicht van de gemalen en uitwateringssluizen aan de Westerschelde (Google Earth)



Overzicht van de gemalen en sluizen aan de Oosterschelde (Google Earth)



De locaties van de gemalen en spuisluizen

3. Resultaten glasaalmonitoring beheersgebied WZE

3.1 Kruisnettellingen

Op de acht locaties zijn in het voorjaar van 2006 slechts geringe aantallen glasalen gevangen aan de buitenzijde van uitstroomopeningen van de diverse gemalen (Tabel 3.1). Op de twee extra locaties is één of twee maal bemonsterd. Op zes locaties is regelmatig bemonsterd. Deze kruisnettellingen geven een eerste indruk van het aanbod van glasaal aan de buitenzijde gedurende het glasaal intrekseizoen.

Tabel 3.1. Gemiddeld aantal glasalen per trek per locatie. Tussen haakjes is het totaal aantal gevangen glasalen weergegeven.

Stroom- gebied	Westerschelde				Oosterschelde			
Plaats	Borssele	Hoede- kenskerke	sGraven- polder	Ellewouts-dijk	Kerk- werve	Ouwer- kerk	Katten- dijke	Colijns- plaat
Gemaal	Van Borssele	Groene- wegen	Mael- stede	Helle-woud	Prommel- sluis	Ouwer- kerk	Dekker	De Valle
6-apr					0,7 (4)	1,0 (6)		
7-apr	0	0,3 (2)		0	1,7 (10)		0,2 (1)	
8-apr					1,3 (4)			
20-apr	0	0	2,7 (8)		0	0,2 (1)	0	
24-apr	0	0	6,0 (18)		0		0	0
4-mei	0	0	3,1 (22)		0,2 (1)	0,2 (1)	0	0
8-mei	0	0	1,7 (5)		0			
9-mei							0	
22-mei	0	0					0	
23-mei					0	2,0 (6)		
24-mei			0					
6-jun	0		1,0 (2)		0	1,0 (1)	0,3 (2)	
totaal	0*	0,1 (2)	2,3 (55)	0	0,4 (19)	0,7 (15)	0,1 (3)	0

* buiten de bemonsteringen om zijn wel enkele glasalen waargenomen bij Borssele

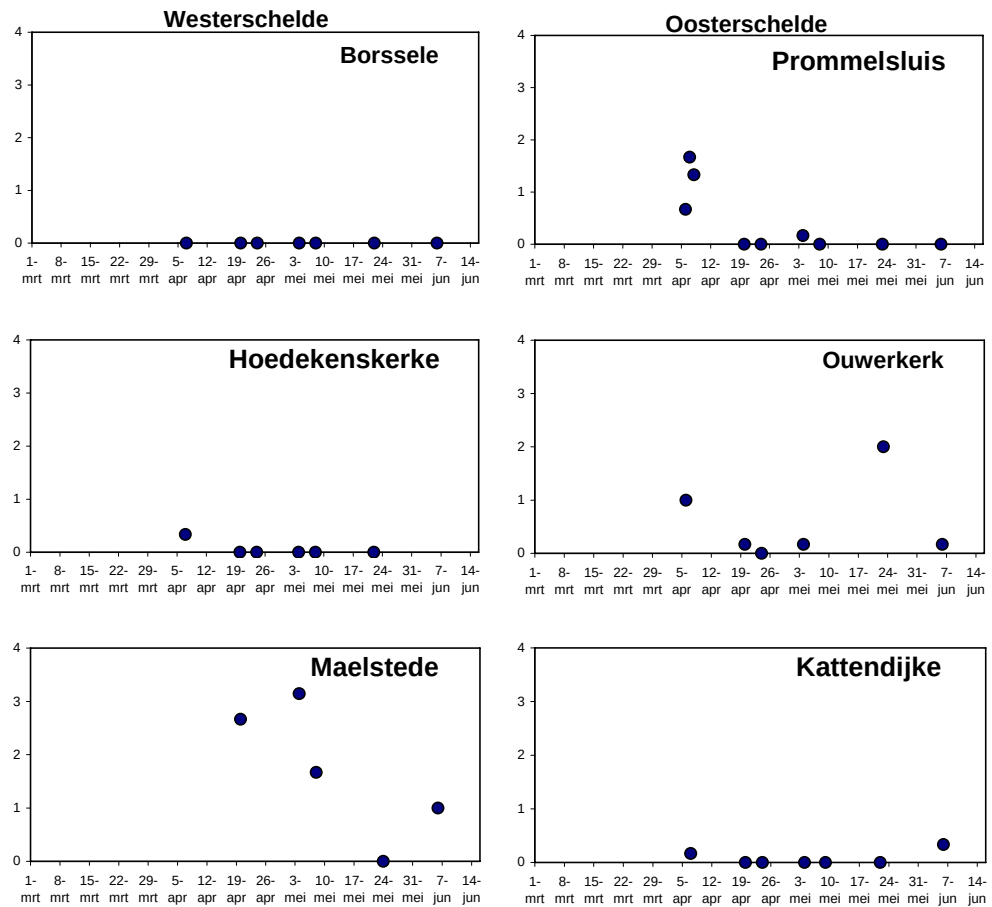
In de Oosterschelde waren de aantallen aangetroffen glasalen bij alle drie bemonsterde locaties laag. Bij Prommelsluis (Kerkwerve) en Ouwerkerk werden tussen de 0-2 glasalen per trek gevangen. Bij Dekker (Kattendijke) werden slechts enkele glasalen gevangen. Bij Colijnsplaat werden zowel bij het gemaal als spuisluisje geen glasalen gevangen in de twee avonden dat hier werd gemonsterd.

In de Westerschelde is er bij gemaal Borssele geen enkele glasaal gevangen (al zijn er wel enkele gezien buiten de bemonstering om). Bij Hoedekenskerke slechts enkelen en alleen bij Maelstede werden hogere aantallen glasalen gevangen oplopend tot 6 glasalen per trek.

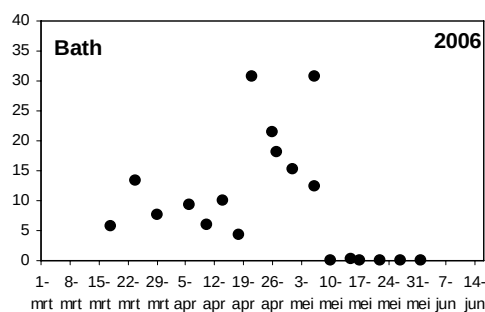
Wanneer we deze aantallen glasaal per trek vergelijken met de aantallen die gevangen zijn per trek bij Bath (vaste lokatie binnen de landelijke glasaal-monitoring), dan liggen de aantallen veel lager (vergelijk fig. 3.1 en fig. 3.2). Waar bij Bath gedurende de piek van het glasaal-intrekseizoen op 20-30 glasalen per trek ligt is dit op de andere locaties meer dan 10 maal zo laag.

Binnen de Westerschelde lijkt zich van de zeezijde naar de rivierzijde van het estuarium een gradiënt van vrijwel geen (Borssele), weinig (Hoedekenskerke), redelijke aantallen (Maelstede) tot hoge aantallen (Bath) voor te doen. Ook in landelijk opzicht is Bath de locatie met de hoogste aantallen glasaal per trek.

De timing van de piek in het voorjaar 2006 vindt bij Bath plaats tussen 20 April- 7 Mei. Dit komt goed overeen met Maelstede en lijkt bij Pommelsluis iets eerder te liggen.



Figuur 3.1. Gemiddeld aantal glasalen per kruisnettrek gedurende het voorjaar van 2006 op een drietal locaties aan de buitendijkse zijde in zowel de Oosterschelde als de Westerschelde.



Figuur 3.2. Gemiddeld aantal glasalen per kruisnettrek bij Bath, welke locatie onderdeel is van een landelijk meetnet voor glasaalintrek, gedurende het voorjaar van 2006.

Naast glasaal werden ook andere vissen en soms kreeftachtigen geregistreerd die met het kruisnet werden gevangen. Met name de driedoornige stekelbaars, die evenals de glasaal migreert tussen zout- en zoetwater, is op sommige locaties in vrij grote aantallen gevangen (Tabel 3.2). De hoogste aantallen werden gevangen bij Borssele in de Westerschelde en bij Dekker (Kattendijke) in de Oosterschelde, opvallenderwijs juist die locaties waar geen of

nagenoeg geen glasalen zijn gevangen. De laagste aantallen driedoornige stekelbaarzen zijn gevangen bij Maelstede ('s Gravenpolder) en Ouwerkerk.

Tabel 3.2. Gemiddeld aantal driedoornige stekelbaarzen per trek per locatie. Tussen haakjes is het totaal aantal gevangen stekelbaarzen weergegeven.

Stroom- gebied	Westerschelde				Oosterschelde			
Plaats	Borssele	Hoede- kenskerke	sGraven- polder	Ellewouts- dijk	Kerk- werve	Ouwer- kerk	Katten- dijke	Colijns- plaat
Gemaal	Van Borssele	Groene- wegen	Mael- stede	Helle- woud	Prommel- sluis	Ouwer- kerk	Dekker	De Valle
6-apr					10,0 (60)	0,3 (2)		
7-apr	8,3 (50)	3,5 (21)		0,2 (1)	0,5 (3)		0,2 (1)	
8-apr					0,3 (1)			
20-apr	1,5 (9)	0	0		4,3 (26)	0,7 (4)	0	
24-apr	16,3 (49)	2,7 (8)	4,0 (12)		0,7 (4)		27,0 (81)	0
4-mei	3,0 (9)	0,7 (2)	0,3 (2)		0	0,7 (4)	8,7 (26)	0
8-mei	3,8 (15)	2,0 (6)	0		0,2 (1)			
9-mei							5,2 (31)	
22-mei	0	0,7 (2)					4,8 (29)	
23-mei					0	0		
24-mei			0					
6-jun	0,3 (1)		0		0	0	1,0 (6)	
totaal	4,8 (133)	1,9 (39)	0,6 (14)	0,2 (1)	2,1 (95)	0,5 (10)	5,3 (174)	0

De meeste driedoornige stekelbaarzen zijn in April gevangen, waarna de aantallen sterk terugliepen. Dit komt overeen met het feit dat driedoornige stekelbaars relatief vroeg in het voorjaar het zoete water in wil trekken om te paaïen. Alleen bij gemaal Dekker (Kattendijke) zijn ook in Mei nog redelijke aantallen stekelbaarzen aangetroffen, maar ook hier lag de piek in April. Daarnaast zijn nog exemplaren van zoutwatervissoorten gevangen: zeebaars, groene en gewone zeedonderpadden, zeenaalden, haring of sprout, dikkopje en grondel, zandspiering en puitaal. Ook werden vaak garnalen, steurgarnalen of krabben gevangen.

Timing van het glasaalaanbod

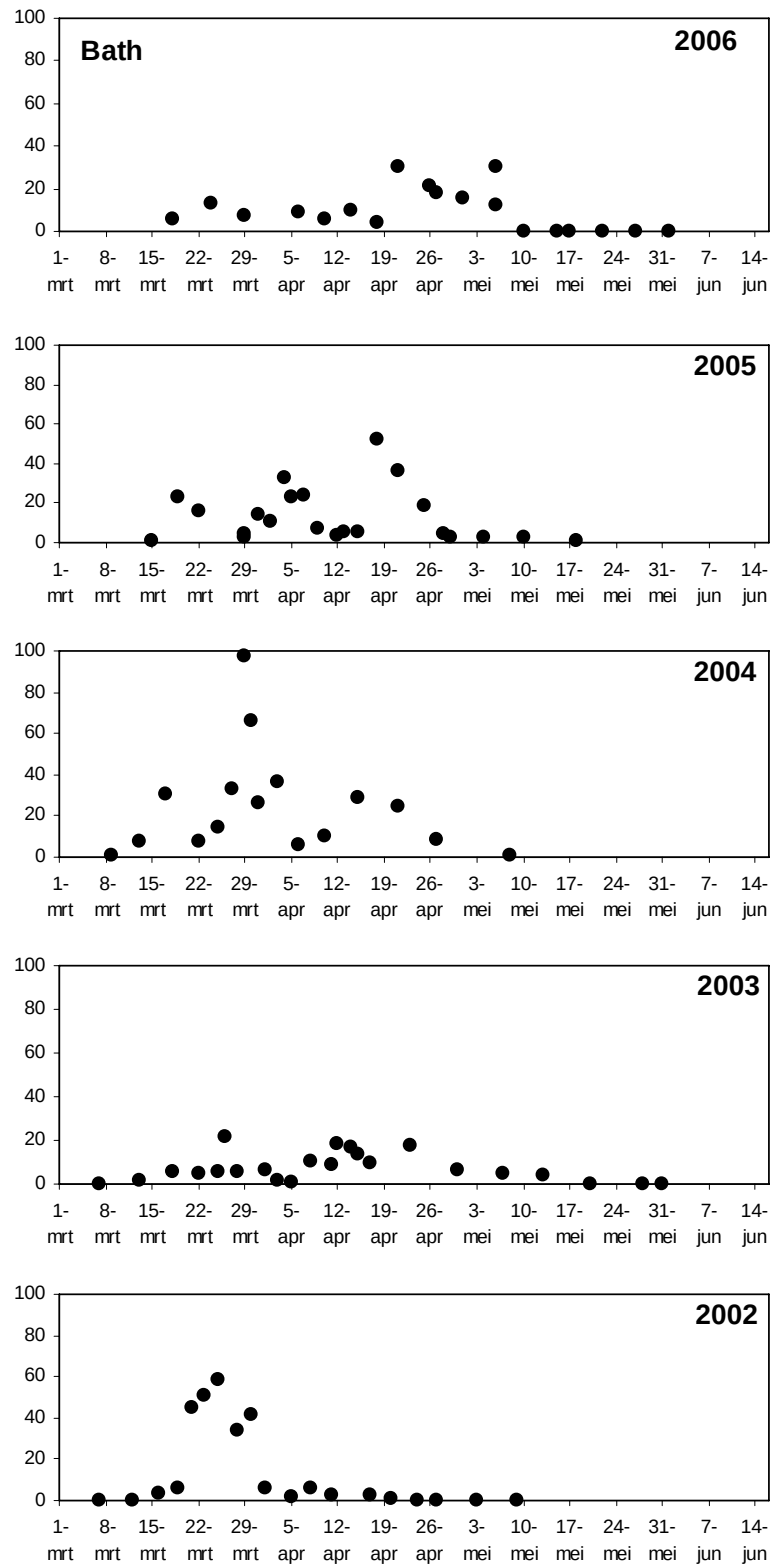
In het voorjaar van 2006 is op de meeste locaties in begin April met de kruisnetbemonsteringen begonnen. De timing van de glasaalintrek varieert van jaar tot jaar. Uit de meetreeks bij Bath die half Maart van start is gegaan, valt op te maken dat de piek in glasaalintrek in 2006 pas eind April plaatsvond (figuur 3.2). De bemonsteringen op de andere locaties zijn in 2006 zeer waarschijnlijk dus niet te laat gestart om de piek in glasaalintrek te missen. Het voorjaar van 2006 is lange tijd koud geweest en de watertemperatuur is een belangrijke factor in de timing van de intrek van glasaal.

Wanneer de timing van het buitendijkse glasaal aanbod bij Bath over het voorjaar van 2006 wordt vergeleken met de jaren daarvoor, dan blijkt dat 2006 inderdaad pas laat in het seizoen een piek vertoont (fig. 3.3). In 2002-2005 varieerde de timing van de piek van eind Maart tot half April. Ook de aantallen glasalen bij Bath waren lager dan de meeste jaren daarvoor.

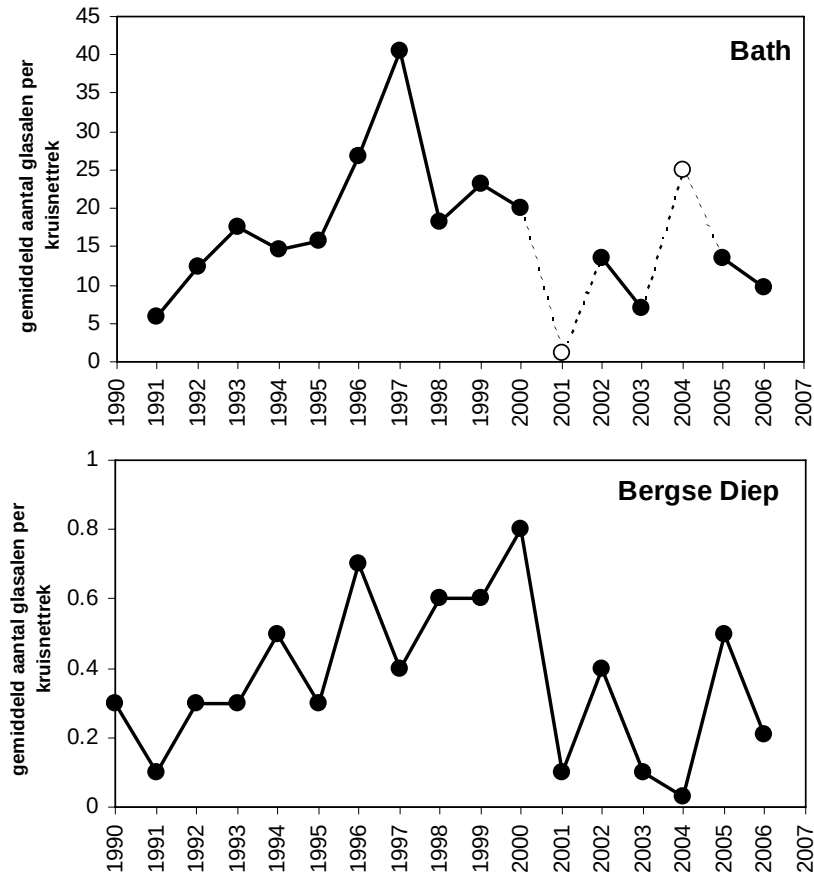
Aantalsverloop glasaalaanbod over de jaren

De glasaalmonitoring bij Bath wordt vanaf 1991 uitgevoerd. Een ander nabij het beheersgebied van WZE gelegen meetpunt is de Bergse Diepsluis bij het Krammer-Oosterschelde. Deze reeks loopt vanaf 1990. Voor beide reeksen is te zien dat de aantallen eind jaren 90 toenemen en daarna weer afnemen (fig. 3.4). Over de gehele periode 1990-2006 bezien is er geen duidelijke afname of toename waar te nemen. De aantallen per kruisnettrek zijn veel hoger bij Bath (in de meeste jaren gemiddeld 10-30 glasalen per kruisnettrek) dan bij Bergse Diep (altijd minder dan 1 glasaal per trek).

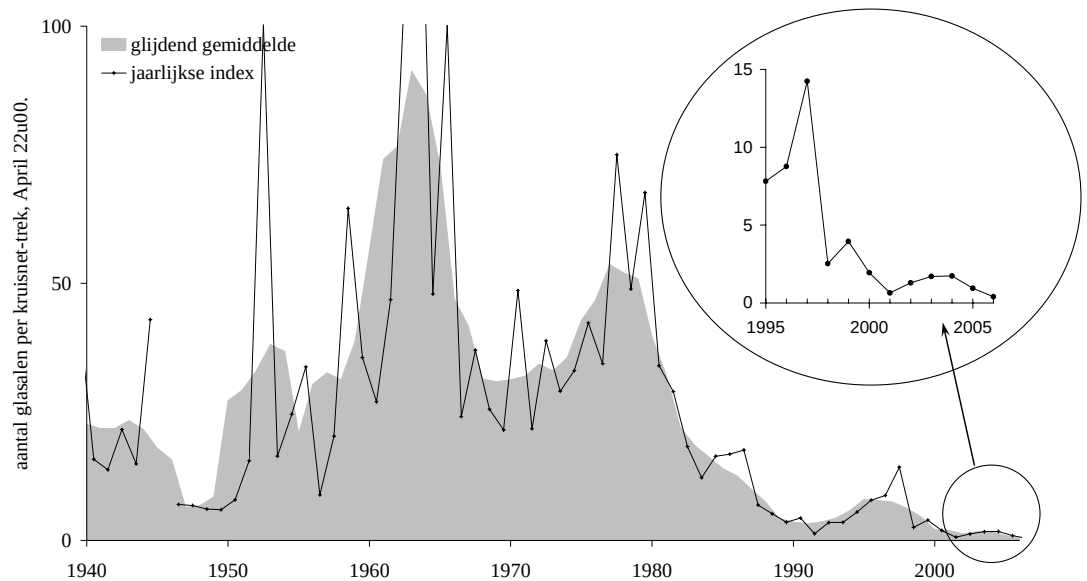
Als we deze trends afzetten tegen Den Oever, de langstlopende glasaalmonitoring in Nederland, dan zien we gedurende 1990-2006 dezelfde lichte toename eind jaren 90 en daarna een afname. Echter de aantallen na 1990 zijn slechts een fractie van de aantallen uit de jaren voor 1990. Met name tussen 1980-1990 zijn de aantallen glasaal sterk gedaald.



Figuur 3.3. De timing van het aanbod van glasaal aan de buitenzijde bij Bath gemeten met het kruisnet gedurende 2002-2006.



Figuur 3.4. het gemiddelde aantal glasalen per kruisnettrek gedurende het intrekseizoen vanaf 1990 op de locaties Bath (Westerschelde) en Bergse Diep (Krammer-Oosterschelde). Bij Bath is in 2001 (ivm MKZ-crisis) en 2004 slechts een gedeelte van het intrekseizoen gemeten.



Figuur 3.5. Gemiddeld aantal glasalen per kruisnettrek bij Den Oever (Afsluitdijk).

3.2 Aalgoot-tellingen

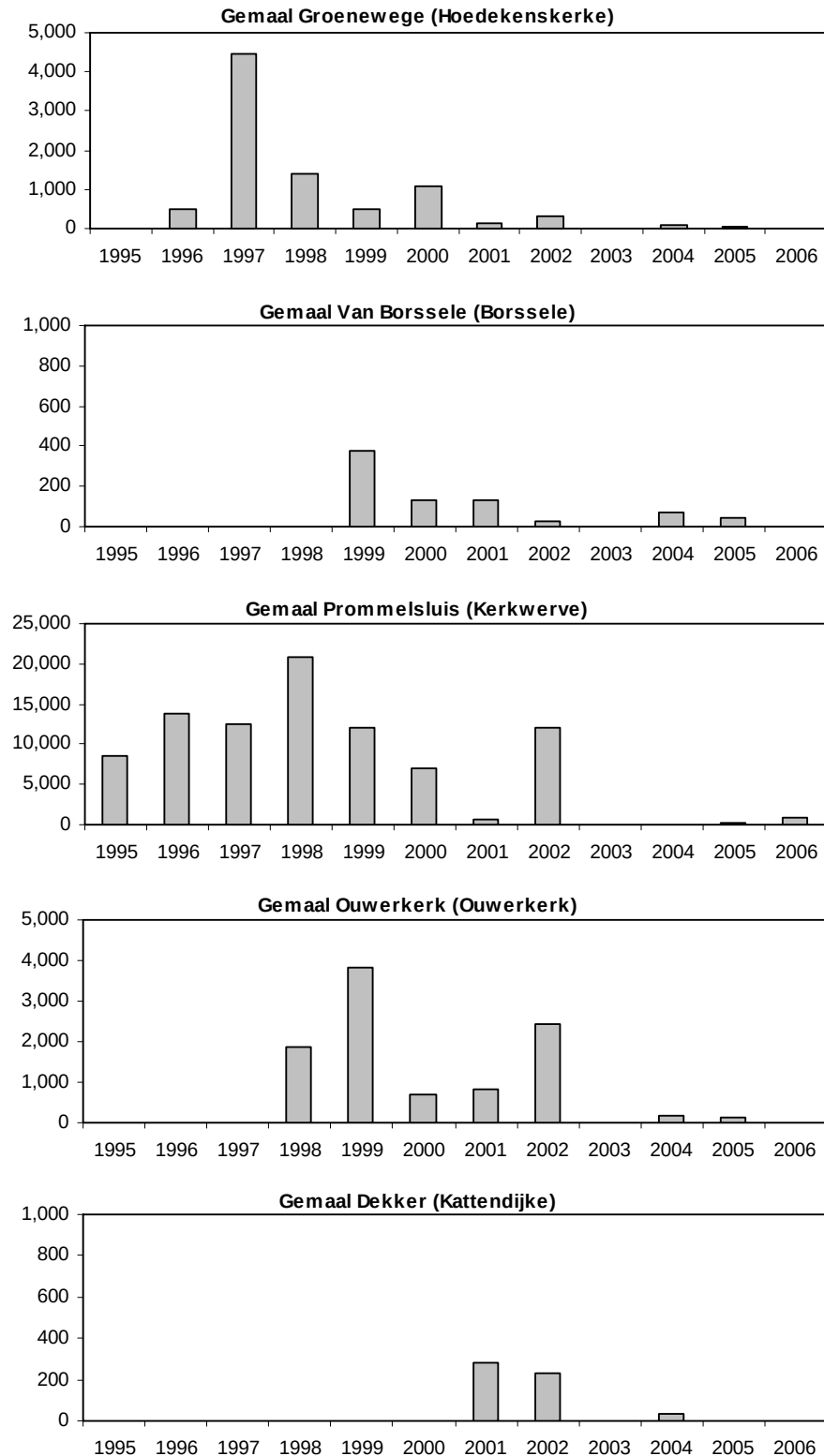
Bij elk van de vijf aalgoten die in het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden zijn aangelegd zijn monitoringen uitgevoerd naar de aantallen glasalen die deze succesvol passeerden (zie Bijlage 1 voor een dataoverzicht van de aalgoottellingen). De langste reeksen zijn beschikbaar voor Prommelsluis (vanaf 1995) en Groenewege (vanaf 1996) (fig. 3.6). In beide reeksen worden de hoogste aantallen passerende glasalen eind jaren 90 geteld en daarna afnemende aantallen. Dit lijkt ook op te gaan voor Borssele en Ouwerkerk.

Er blijkt een groot verschil te zijn tussen de absolute aantallen glasalen die succesvol gebruik maken van de verschillende aalgoten. De grootste aantallen zijn aangetroffen in de aalgoot bij Prommelsluis, met maxima van ruim 20.000 glasalen per intrekseizoen. Bij Groenewege (Hoedekenskerke) en Ouwerkerk liggen de maxima rond de 4.000 glasalen, terwijl bij Borssele en Dekker (Kattendijke) slechts maximaal enkele honderden glasalen die via de aalgoten optrokken werden geteld.

Vanaf 2003 (toen er niet is gemonitord) is er veel minder intensief gemonitord. In 2004 en 2005 is er slechts een enkele week geteld. De teruggang in aantallen glasalen heeft eraan bijgedragen dat er minder is gemonitord. Slechte resultaten werken veelal weinig stimulerend. In 2006 is er alleen bij Prommelsluis gemonitord gedurende het gehele glasaal-intrekseizoen. De aantallen waren zeer laag (iets meer dan 800).



De aalgoot van Prommelsluis vlak na de aanleg in 1995 (links), glasalen in de verzamelbak van de aalgoot (rechtsboven), de verzamelbak boven op de dijk en afvoerpijp naar de binnenzijde (rechtsonder).



Figuur 3.6. Aantallen getelde glasalen die via de aalgoten passeerden voor vijf aalgoten binnen het beheersgebied van WZE. De meeste aalgoten zijn gemonitord vanaf het jaar van aanleg, maar niet in elk jaar (zie Bijlage 1). Let op de verschillende schaal van bovenstaande grafieken.

3.3 Hevel-test bij Prommelsluis

De eerste hevel-test bij Prommelsluis is uitgevoerd op 7 April 2006. De provisorische hevel (70 m lange slang met diameter van 4 cm) is gestart om 21:40 's avonds en gestopt om 1:15 's nachts tijdens een opkomend en weer afgaand tij. In totaal heeft de hevel 3 uur 35 minuten gewerkt waarin 5,3 m³ water is geheveld vanuit de Oosterschelde naar de binnenzijde.

Tabel 3.3. resultaten van de heveltest bij gemaal Prommelsluis op 7 April 2006.

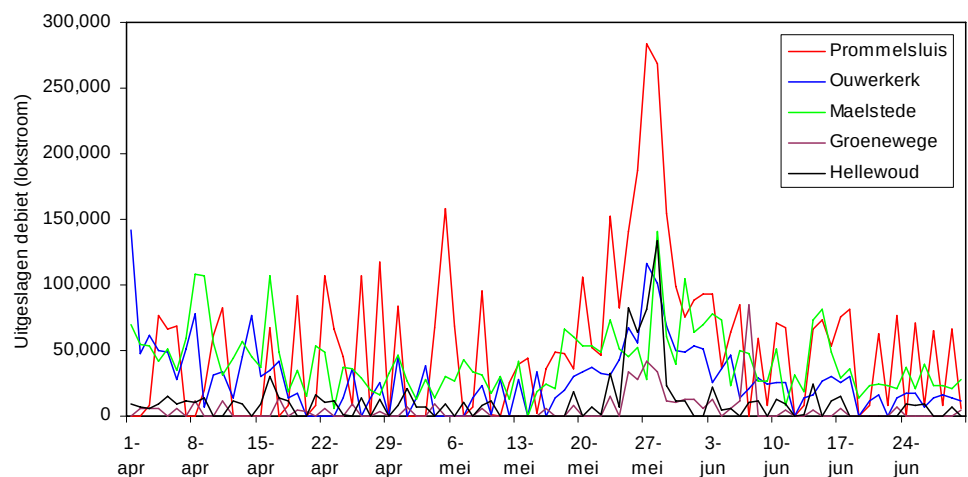
Vissoort	Aantal	Aantal/m ³
Glasaal	3	0,6
Driedoornige stekelbaars	40	7,6

Naast drie glasalen, werden er ook veertig driedoornige stekelbaarzen met de hevel mee naar binnen gebracht. In de aalgoot zijn de week rond 7 april geen glasalen waargenomen.

Op 4 Mei 2006 is de hevel-test herhaald. Wederom om 21:40 is deze in werking gesteld. Om 23:50 werd geconstateerd dat deze niet meer hevelde. Het is onbekend hoe lang de hevel heeft gewerkt, maar vermoedelijk een kleine twee uur. Er werden geen glasalen nog stekelbaarzen gevangen. Met het kruisnet is op 4 Mei in drie trekken slechts 1 glasaal gevangen en geen stekelbaarzen. In de gehele week rond 4 Mei zijn er 95 glasalen via de aalgoot getrokken (gemiddeld 0,57 glasalen per uur).

3.4 Uitgeslagen water bij de gemalen ('lokstroom') in voorjaar van 2006

Op de meeste locaties wordt er vooral in de nacht overtollig zoetwater uitgemalen en verloopt daardoor zeer pieksgewijs (fig. 3.7). Alleen bij Maelstede is een meer constante 'lokstroom' waar te nemen. Gemaal Dekker was grotendeels buiten bedrijf. Niet voor alle locaties waren gegevens voorhanden en de hoeveelheid zoetwater die via vrij waterende spuisluizen worden geloosd in afhankelijkheid van de getijcyclus is niet bekend. Eind mei werden de hoogste debieten waargenomen. Tijdens dit droge voorjaar waren de debieten lager en de 'lokstroom' waarschijnlijk zouter (door een hoger aandeel zoute kwel) dan normaal.



Figuur 3.7. Het uitgeslagen debiet van vijf gemalen in het voorjaar van 2006.

4. Knelpunten-analyse paling in Zeeuwse Eilanden

In dit hoofdstuk zullen de gepresenteerde gegevens en inzichten uit ander onderzoek worden gebruikt om stapsgewijs de hele cyclus te beschouwen van 1) aanbod van glasaal aan de buitenzijde, 2) de vindbaarheid van een intrekvoorziening (bijv. aalgoot) danwel mogelijkheid (bijv. kieren in sluisen), 3) het functioneren van de intrekvoorziening, 4) kwaliteit, omvang en bereikbaarheid van het achterliggende groeihabitat, 5) uitrekmoogelijkheden voor schieraal.

1) Aanbod van glasaal aan de buitenzijde van een uitwateringslocatie

De kruisnettellingen geven een eerste indruk van het aanbod aan glasaal aan de buitenzijde van een uitwateringslocatie. In 2006 in de Westerschelde lijkt er een toenemend aanbod te zijn van vrijwel niets in Borssele, weinig in Hoedekenskerke, redelijke aantallen bij 's Gravenpolder tot veel bij Bath. In de Oosterschelde lijkt het aanbod relatief laag op alle locaties en is er geen duidelijke gradiënt waarneembaar. Zo is in alle jaren vanaf 1990 het aanbod achterin de Oosterschelde bij de Bergse Diep sluis laag met minder dan 1 glasaal per trek (fig. 3.4).

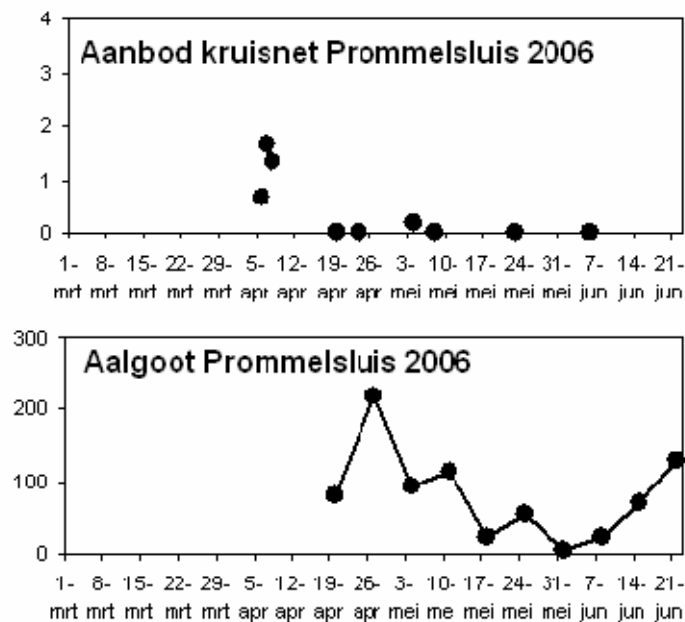
Het aanbod op een locatie op een bepaald moment zal worden bepaald door een optelsom van een aantal factoren: 1) Allereerst natuurlijk door de totale hoeveelheid glasaal die de Nederlandse kust bereikt. Dit lijkt zeer sterk afgenomen in de afgelopen decennia, waarbij met name tussen 1980-1990 een dramatische terugval is te zien. De huidige aantallen zijn nog maar een fractie van wat vroeger de Nederlandse kust bereikte (fig. 3.5). 2) Hoe deze glasaal zich vervolgens verdeelt over de kust is zeer weinig bekend. Selectief Getijden Transport zal hierbij een belangrijke rol spelen. Pas als dit ze niet meer verder estuaria invoert zal worden overgegaan tot actief zwemmen en dan zal ook 'lokstroom'-werking een rol gaan spelen. De waargenomen gradiënt in de Westerschelde lijkt een weerslag van de verspreiding van de glasaal met het opkomende tij tot diep in de estuaria. 3) Lokale omstandigheden direct bij een uitwateringspunt, bijvoorbeeld direct bij een hoofdstroom of via een lang en nauw geultje. 4) de timing van de intrekken glasalen. Deze kan van jaar tot jaar verschillen in afhankelijkheid van watertemperatuur. 5) de mate van ophoping. Deze zal afhangen van het aantal glasalen dat nieuw arriveert, het aantal dat naar binnen weet te trekken, het oppervlak waarover ze zich verdelen, de sterfte door predatie of ziekte en het aantal glasalen dat wegtrekt om zich elders naar zoetwater te laten leiden danwel zich te settelen in zoutere milieus (het is bewezen dat sommige schieralen gevangen op zee hun gehele groeifase in zout water doormaken, maar er is geen kennis over de grootte van de fractie van de populatie die dergelijk gedrag vertoont).

Idealiter zou je het absolute aantal glasalen willen weten dat zich gedurende het intrekseizoen bij een bepaald uitwateringspunt heeft aangediend. Dit is onmogelijk te bepalen (zie alle complicerende factoren zoals hierboven genoemd). De metingen met kruisnet 'meten' slechts af en toe de dichtheid op een bepaald punt. Dit is dus hooguit *indicatief* voor het totale aanbod en zal in geval van afwezigheid van intrekmoogelijkheden een relatieve overschatting van het werkelijke aanbod geven en bij aanwezigheid van goede intrekmoogelijkheden een relatieve onderschatting omdat minder ophoping plaatsvindt. Bovendien geldt dat voor een locatie waarbij de glasalen zich over een groter oppervlak concentreren een relatieve onderschatting van het aanbod plaats vindt ten opzichte van een locatie waarbij de glasalen zich op een kleiner oppervlak concentreren en een relatieve overschatting van het aanbod tot gevolg heeft. Waarnemingen met duiken geven de indruk dat de glasalen zich dicht tegen de intrekpunten ophouden en dat het oppervlak waarover ze zich concentreren met opkomend tij relatief klein zijn met een scherpe gradiënt over de laatste meters voor een sluis of klep.

Dit alles neemt niet weg dat het aanbod van glasaal op een aantal locaties zo laag zal zijn dat er geen grote hoeveelheden intrekken glasalen te verwachten zijn, hoe goed de intrekvoorziening ook werkt. Dit lijkt zeker op te gaan voor Borssele en Dekker (Kattendijke), is bij laatstgenoemde de hoeveelheid uitgeslagen water in het voorjaar van 2006 veel lager geweest door werkzaamheden aan het gemaal.

2) De vindbaarheid of geschiktheid van de ingang van intrekvoorzieningen

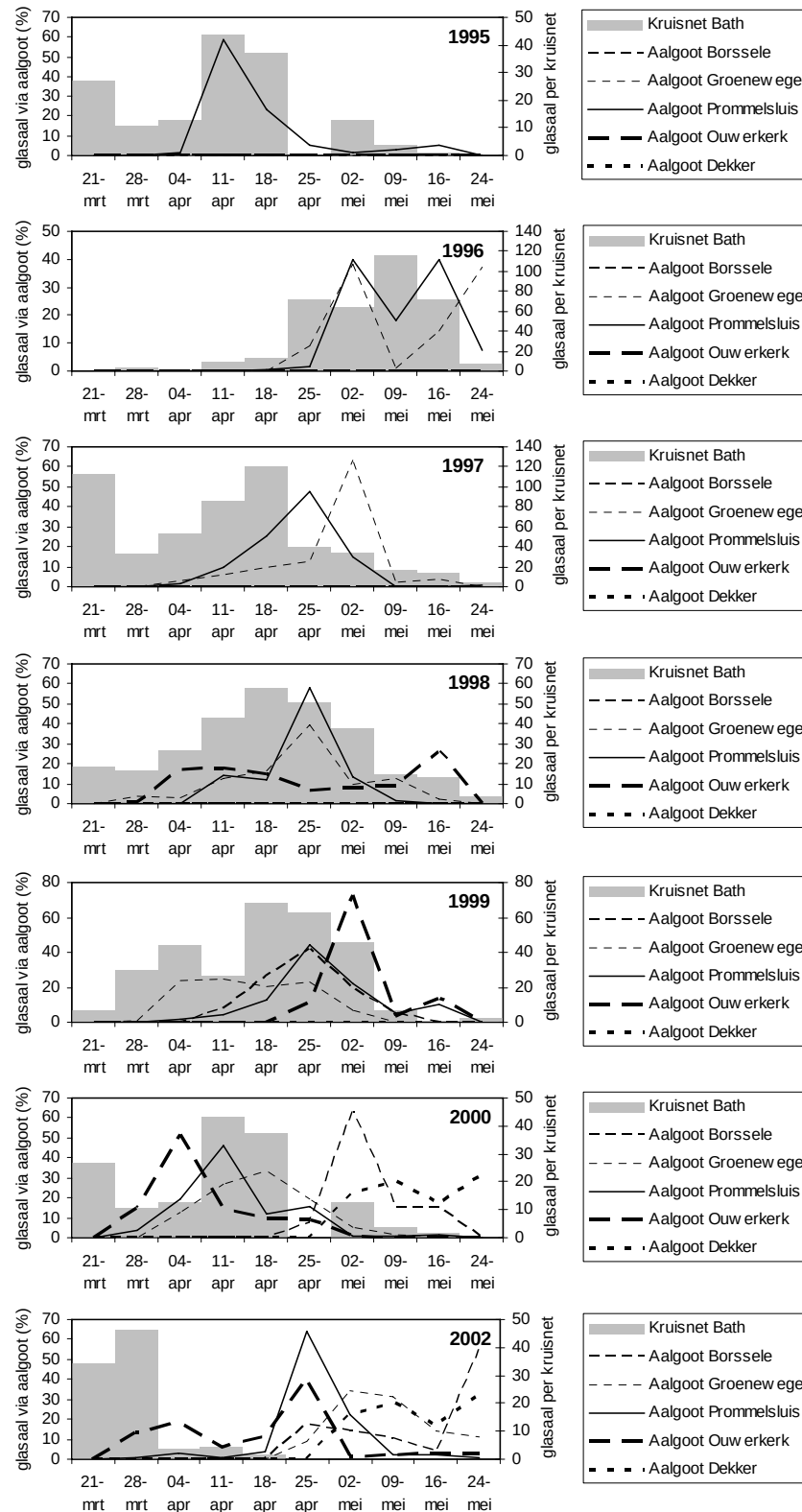
Hoe langer het duurt voordat een glasaal die zich bij een uitwateringspunt aandient ook daadwerkelijk kan binnentrekken, hoe groter de kans op sterfte door predatie of wellicht wegtrekgedrag (al weten we over deze beide processen zeer weinig). Wanneer een intrekvoorziening moeilijk te bereiken danwel te lokaliseren is voor zich aandienende glasaal, is te verwachten dat er een vertraging optreedt tussen aankomst en vertrek per glasaal. Dit moet dan ook een verschil in timing van 'aanbod' (eerder) en 'intrek' (later) tot gevolg hebben. Dit hebben we onderzocht door gedurende het intrekseizoen het aantalverloop in de kruisnettellingen (aanbod) te vergelijken met het aantalverloop in de aalgoottellingen (intrek). De enige gegevens die we hebben voor een directe vergelijking zijn bij Prommelsluis in 2006 (fig. 4.1). Helaas zijn de aalgoottellingen pas vanaf 19 april aangevangen, waardoor de timing van de piek niet direct vergeleken kan worden.



Figuur 4.1. Aantalverloop van de kruisnettellingen (indicatief voor aanbod van glasaal) vergeleken met de aalgoot-tellingen (succesvolle intrek van glasaal) bij gemaal Prommelsluis gedurende het voorjaar van 2006.

Voor andere locaties en jaren is een dergelijke vergelijking helaas niet voorhanden. Onder aanname dat de timing van het aanbod niet heel veel verschilt tussen de diverse locaties binnen Zeeland, hebben we jaarreeksen van de kruisnettellingen van Bath gebruikt om de timing van 'aanbod' aan te geven en deze vergeleken met de timing van succesvolle intrek via de aalgoten op de diverse locaties (fig. 4.2). Hier is te zien dat de pieken van 'intrek' gemiddeld minimaal 1-2 weken later plaats vindt dan de piek in het 'aanbod'. Dit geldt met name voor jaren waarin de glasaal relatief vroeg in het seizoen verschijnt (1995, 1997 en 2002) en het minst wanneer de glasaal heel laat verschijnt (1996).

Deze vertraging kan verschillende oorzaken hebben: 1) de aalgoot-ingang is moeilijk te vinden en vergt relatief veel 'zoektijd'. 2) het passeren van de veelal tientallen meters lange aalgoot vergt veel tijd. 3) er is een 'gedrags-switch' nodig van selectief getijden transport naar actief zwemmen tegen zoet(er) water in. Aangezien de vindbaarheid en de lengte van de aalgoten niet of nauwelijks stelselmatig zullen toe of afnemen gedurende het intrekseizoen, suggereert de grotere vertraging bij vroeg aanbod versus de geringe vertraging bij laat aanbod dat wellicht 3) gedragsverandering een belangrijke factor is.



Figuur 4.2. Het aantalverloop van de kruisnettellingen bij Bath (indicatief gesteld voor aanbod van glasaal; grijze balken) vergeleken met het aantalverloop van de aalgoottellingen (lijnen).

De timing van aanbod versus intrek bij (gedeeltelijk) vrij waterende sluizen zoals bij Ellewoutsdijk, Colijnsplaat of Bath is onbekend. Gezien de mate van lekkend water dat bij het sluisje van Ellewoutsdijk bij opkomend tij naar binnen stroomt zal de aanwezige glasaal geen enkel probleem hebben om deze te lokaliseren en naar binnen te komen en zal de vertraging vermoedelijk zeer beperkt zijn. Hoe de intrekmogelijkheden bij Colijnsplaat en Bath zijn is lastiger te bepalen. Dit zal afhangen van de mate van 'kieren' of 'lekken' van de uitwateringsluizen. De spuiboezem van Bath bevat glasaal en dus zal zeker een deel van de glasalen naar binnen kunnen trekken.

3) Functioneren van intrekvoorzieningen

De mate van functioneren van een intrekvoorziening als bijvoorbeeld een aalgoot wordt bepaald door de fractie van de hoeveelheid glasalen die in de zeezijde binnen zwemmen welke er ook in slagen om de gehele aalgoot succesvol te passeren. In hoeverre vertraging en energieverlies opgelopen door het passeren van een vaak lange aalgoot negatief werkt is niet bekend. Glasalen bovenin een aalgoot komen even actief over als onderin en lijken er niet erg onder te lijden (persoonlijke waarnemingen André van de Straat). Het is gedurende 1995-2006 gebleken dat technische aspecten zoals het falen van pompen die de zoetwater-lokstroom genereren of het niet goed in de aalgoot liggen van kokosmatten het functioneren negatief kan beïnvloeden. Belangrijk is dat er een goed contact is tussen de onderzijde van de goot of buis en de kokosmat, anders krijg je een stuk met schietend water en droge kokosmat en dat lijkt de intrek onmogelijk te maken. Deze aspecten verschillen per locatie en maken de aalgoten kwetsbaar voor een langdurig goed functioneren, zeker wanneer ze inwendig niet goed te inspecteren zijn. Welke fractie van de glasalen die de aalgoten binnenzwemt ook succesvol passeert is onbekend.

Zowel de kruisnettellingen bij Bath en Bergse Diep (fig. 3.4) als de aalgoottellingen (fig. 3.6) laten een toename zien in aantallen glasalen in eind jaren 90 gevolgd door een afname vanaf 2000. Echter de afname in de aalgoottellingen lijkt veel groter dan in de kruisnettellingen. Dit zal een optelsom zijn van een verminderde monitoringsinspanning van de aalgoten en een verminderd functioneren door technische aspecten als onderhoud van de kokosmatten en pompen. Bij Prommelsluis is in 2006 een goede reeks van de intrek via de aalgoten beschikbaar maar de aantallen glasalen liggen veel lager (800) dan de vele duizenden in de jaren 2002 en eerder.

Hoewel er geen gegevens voorhanden zijn van de intrek via vrij uitwaterende sluizen, is geconstateerd dat de intrek bij Ellewoutsdijk geen enkel beletsel zal vormen door de grote mate van binnendringend zeewater bij hoogwater. Hoe dit bij de vrijwaterende sluizen van Bath en Colijnsplaat is, is lastiger te bepalen. Uit ander onderzoek en onderwaterwaarnemingen bij Bergse Diep sluis is bekend dat slechts kleine kieren en openingen al heel effectief glasalen naar binnen kunnen laten liften (Bult & Dekker 2006).

De hevel-test bij Prommelsluis laat zien dat zelfs een provisorische hevel van geringe diameter vele malen meer glasalen binnen laat (3 in 3 uur) dan via de aalgoot (0 in 1 week). Ander onderzoek laat zien dat hevels meer glasaal binnen laten dan aalgoot-inlaten en in sterkere mate in het begin van het glasaalintrek seizoen dan later in het seizoen (zie Tabel 2 in Bult & Dekker 2006). Dit laatste onderschrijft de suggestie dat glasaal pas later in het intrekseizoen 'bereid' is tot een switch van selectief getijden transport naar actief tegen zoet water inzwemmen. Als bijkomend voordeel voorziet een hevel ook in de intrek van andere kleine vissoorten als driedoornige stekelbaars, terwijl aalgoten alleen voor glasaal werken.

4) De omvang en kwaliteit en het achterliggende opgroeigebied in de polders

De glasaal die succesvol weet binnen te komen in het binnendijkse oppervlaktewater kan alleen dan opgroeien als er voldoende en goed opgroeihabitat aanwezig is. De waterkwaliteit in de Zeeuwse polders lijkt goed genoeg voor de opgroei van paling. Het areaal aan oppervlaktewater en de bereikbaarheid van alle oppervlaktewater binnen een

uitwateringsgebied is een belangrijke factor in de hoeveelheid paling die potentieel kan opgroeien in het gebied. Het heeft geen zin om meer glasaal naar binnen te laten dan de hoeveelheid glasaal die er kan opgroeien (de 'draagkracht' van het achterland). De meeste afwateringsgebieden bestaan uit meerdere peilgebieden (zie bijlage 1) en hierbij zullen zich ook migratiebelemmeringen voordoen binnen de afwateringsgebieden. Op enkele locaties worden inmiddels ook hier aalgoten aangelegd (zoals zeer recent bij de Prunje in het natuurontwikkelingsgebied nabij Prommelsluis) of provisorische aalgoten zoals bij de spuiboezem bij Bath. Een overzicht van potentiële migratiebelemmeringen binnen afwateringsgebieden is momenteel niet voorhanden.

Als eerste vingeroefening om het totale opgroeiareaal te bepalen voor elk van de in dit rapport beschouwde afwateringsgebieden, is aangenomen dat het totale afwateringsgebied gemiddeld voor 2% bestaat uit oppervlaktewater (bij gebrek aan beschikbare gegevens over het daadwerkelijke areaal aan oppervlaktewater, wanneer deze wel beschikbaar zijn zal dit nauwkeuriger kunnen worden bepaald). Bij het uitzetten van glasaal in wateren die geen paling bevatten wordt een uitzettingsdichtheid geadviseerd van 100-300 glasalen per ha oppervlaktewater (FAO 2006). Bij hogere uitzettingsdichtheden wordt veelal geen hogere palingopbrengst bereikt. Wanneer we deze richtlijnen nemen als maat voor wat polders maximaal kunnen herbergen aan glasaal, kunnen we voor elk van de uitwateringsgebieden uitrekenen hoeveel glasalen die via intrekvoorzieningen naar binnen trekken ook daadwerkelijk een kans hebben om op te groeien. Dit geeft een eerste indruk om de aantallen glasalen die via de aalgoten trekken in perspectief te zien. Mochten er bijvoorbeeld veel meer glasalen binnen trekken dan in een bepaalde polder kunnen opgroeien is dit gezien de schaarsheid aan glasaal zelfs ongewenst omdat het surplus deel van de glasalen dan vermoedelijk verloren gaat voor de aalpopulatie. Deze benadering geeft uiteraard niet meer dan een orde van grootte van de draagkracht voor glasaal aan. Om dit nauwkeuriger af te bakenen spelen vele factoren een rol zoals voedselomstandigheden, bereikbaarheid van de verschillende wateren binnen, waterkwaliteit etc.

5) Uittrekmogelijkheden voor schieraal

Intrek van glasaal en opgroei in de achterliggende polders heeft alleen een positief effect op de palingpopulatie in zijn geheel als de paling ook tijdens het schieraalstadium weer naar zee kan trekken om bij te kunnen dragen aan de paai op de oceaan. Sinds 1953 is er veel veranderd in Zeeland en met name de vervanging van uitwaterende sluizen door gemalen heeft op grote schaal plaatsgevonden. Dit heeft niet alleen invloed op de intrekmogelijkheden van glasaal, maar ook op de uittrekmogelijkheden van schieraal (ook al aangestipt in Klein Breteler 1993). De meeste typen gemalen geven een zeer hoge sterfte van vis die daarin terecht komen, met name voor een grote langwerpige vis als paling. In die polders waar de uitwatering uitsluitend via een gemaal plaats vindt zullen de uittrekmogelijkheden voor schieraal vrijwel nihil zijn. In die polders waar een combinatie van gemalen en een uitwateringssluisje zijn (zoals bij Ellewoutsdijk en Colijnsplaat), zal de uittrek voor schieraal veel beter zijn. Uit onderzoek bij waterkrachtcentrales (Winter & Jansen 2006) is gebleken dat niet alle schieralen zich zomaar tussen de spijlen van vuilroosters voor de ingang van een waterkrachtcentrale door laten voeren, maar een flink deel ontwijkend gedrag vertoont. Dit zal bij gemalen niet anders zijn. Wanneer er dan een alternatief in de directe omgeving voorhanden is, zoals een vrij waterende sluis, zal deze waarschijnlijk een veel groter deel van de schieraal mee naar buiten voeren dan op basis van de debieten van uitwateringssluis versus gemaal zou worden verwacht.

Overzicht knelpunten voor de afwateringsgebieden waar glasaalmetingen plaatsvonden

Gebaseerd op de vijf bovenstaande stappen hebben we voor elk van de negen afwateringsgebieden waar op enigerlei wijze gegevens voor glasaal zijn verzameld op een rij gezet (tab. 4.1). Het aanbod glasaal aan de buitenzijde hebben we kwalitatief geclassificeerd van 'zeer laag' tot 'hoog', omdat dit moeilijk te kwantificeren is. De vindbaarheid van aalgoten hebben we als 'redelijk' en niet als 'goed' ingeschat, omdat de meeste glasaal zich lijkt te concentreren direct voor het uitlaatwerk en de ingang van een aalgoot zich daar iets vandaan

bevindt en er bij alle aalgoten een duidelijke vertraging tussen aanbod en intrek te zien is. De potentiële draagkracht van het achterland is gebaseerd op 2% opp. water en 100 (min) -300 (max) glasalen per ha. De mogelijkheden voor schieraal uittrek is beoordeeld als 'geen' bij de aanwezigheid van enkel een gemaal, als 'goed' wanneer ook een uitwateringssluiss aanwezig is en als 'zeer goed' wanneer alle water via een spuissluis wordt uitgeslagen.

Tabel 4.1. Overzicht van het aanbod en intrek van glasaal, de potentie voor opgroei in achterland en uitrekmogelijkheden voor schieraal voor een negental bemalinggebieden binnen het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden (zie Bijlage 2). Zie tekst voor verdere uitleg van de diverse categorieën.

Stroomgebied	Westerschelde					Oosterschelde			
Plaats	Borssele	Ellewoutsdijk	Hoedekenskerke	'sGravenpolder	Bath	Kerkwerve	Ouwerkerk	Kattendijke	Colijnsplaat
Gemaal	van Borssele	Hellewoud	Groenewegen	Maelstede	Spuisluis	Prommelsluis	Ouwerkerk	Dekker	De Valle
Aanbod glasaal	zeer laag	laag?	laag	redelijk	hoog	redelijk	redelijk	laag	laag?
Vindbaarheid intrekvoorziening	redelijk	zeer goed	redelijk	niet	zeer goed	redelijk	redelijk	redelijk	zeer goed
Type intrekvoorziening	aalgoot	lekkende spuisluis	aalgoot	geen	spuisluis	aalgoot	aalgoot	aalgoot	spuisluis
Maximaal gemeten glasaal-intrek (aalgoot)	400	?	4.500	0?	?	21.000	4.000	300	?
Polder-achterland oppervlakte (ha)	3.700	3.600	1.000	6.100	1.600	12.000	5.400	4.600	2.400
Polder oppervlakte water (aanne 2%)	74	72	20	122	32	240	108	92	48
Potentiele draagkracht glasalen (min)	7.400	7.200	2.000	12.200	3.200	24.000	10.800	9.200	4.800
Potentiele draagkracht glasalen (max)	22.200	21.600	6.000	36.600	9.600	72.000	32.400	27.600	14.400
Uittrekmogelijkheden voor schieraal	geen	goed	geen	geen	zeer goed	geen	geen	geen	goed

Bijlage 2. De afwateringsgebieden in het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden

Bespreking van de belangrijkste knelpunten voor paling per afwateringsgebied.

Borssele: Gezien het zeer lage aanbod van glasaal en het ontbreken van uittrekmogelijkheden voor schieraal, lijkt het momenteel weinig zinvol veel te investeren in de verbetering van de intrekmogelijkheden voor glasaal op deze locatie. Van oudsher was hier juist een groot glasaalaanbod (mededeling van beroepsvisser aan André van de Straat). Gezien het grote aanbod stekelbaars, die door hun geringe formaat een betere overleving via gemalen hebben dan schieraal, lijkt deze locatie zeker geschikt voor de aanleg van een hevel.

Ellewoutsdijk: In dit afwateringsgebied lijken zich vooralsnog geen knelpunten voor paling voor te doen. Ondanks het feit dat het aanbod aan glasaal niet goed bekend is, zal de glasaal die zich aandient geen moeilijkheden ondervinden om naar binnen te trekken via het lekkende uitwateringsslusje. Of deze glasaal zich dan vervolgens over de gehele polder kan verspreiden is niet goed bekend, maar de opgroeiende paling heeft uiteindelijk als schieraal goede uittrekmogelijkheden via het afwateringsslusje.

Hoedekenskerke: Ondanks het relatief lage aanbod van glasaal lijkt in de jaren dat de monitoring intensief is uitgevoerd (en toen er waarschijnlijk ook een iets groter aanbod van glasaal was) de aalgoot goed te functioneren voor de intrek van glasaal. De hoeveelheid glasaal die maximaal passeert komt goed overeen met de orde van grootte die het achterland kan herbergen. Dus, mits de aalgoot goed wordt onderhouden en in bedrijf is en de glasaal zich over het gehele achterland kan verspreiden, is het grootste knelpunt in dit afwateringsgebied het ontbreken van goede uittrekmogelijkheden van schieraal.

Maelstede: Het aanbod van glasaal lijkt redelijk goed ten opzichte van andere locaties. Wellicht is de meer constante stroom van uitgeslagen zoetwater (deels effluentwater van een nabij gelegen rioolwater zuiveringsinstallatie) hierbij een factor. Uittrekmogelijkheden voor schieraal zijn momenteel afwezig, wanneer hiervoor maatregelen worden genomen kan de aanleg van een aalgoot of hevel op deze locatie worden overwogen.

Bath: Deze locatie kent verreweg het beste relatieve aanbod aan glasaal (zelfs ten opzichte van geheel Nederland). Dat er intrek van glasaal plaatsvindt is bekend, want ze komen voor in de spuiboezem. Er zijn dus mogelijkheden. Maar hoeveel dit is en of dit voorziet in de draagkracht van het achterland is onbekend en moeilijk te bepalen. Mogelijk is de intrek van glasaal nog beperkend. De intrek van glasaal zou op eenvoudige wijze kunnen worden verbeterd. Een aalgoot of hevel constructie is hier niet nodig. Met een afsluitbaar buisje van geringe diameter in de spuisluisdeuren kan gedurende het glasaalseizoen deze buisjes worden opengezet en met hoogwater met naar binnengaande lekstroom door de buisjes de spuiboezem bereiken. Het eventuele zoutbezwaar zal dan beperkt zijn ten opzichte van bijvoorbeeld zoute kwel. Bovendien is dan waarschijnlijk met beperkte middelen meetbaar hoeveel glasaal hierdoor naar binnen komt. Naast de intrek is ook de verdere verspreiding vanuit de spuiboezem naar het achterland een nog onbekende factor. Er zijn provisorische aalgoten bij de stuwen die uitkomen op de spuiboezem aangelegd, maar er is geen inzicht of deze goed functioneren en hoeveel glasalen hierdoor passeren. Aangezien de uittrekmogelijkheden voor schieraal uitstekend zijn en het aanbod aan glasaal hoog, lijkt het voor de hand te liggen om specifiek in dit afwateringsgebied de situatie voor paling met een paar gerichte maatregelen te optimaliseren.

Prommelsluis: De aantallen glasalen die in de jaren 90 via de aalgoot naar binnen komen lijken redelijk in overeenstemming met de draagkracht van het achterland. Na de piek in intrek in 1998 zijn de aantallen getelde glasalen via de aalgoot sterk afgenomen. Deels is dit terug te voeren op een verminderde monitoringsinspanning (in 2001, 2003, 2004 en 2005), maar de aantallen zoals die in 2006 zijn geteld in de aalgoot blijven ver achter bij de aantallen die rond 1998 werden gehaald. Het aanbod aan glasaal zal weliswaar iets minder zijn geworden zoals de gegevens bij Bath en Bergse Diep suggereren (fig. 3.4), maar zeker niet in die mate dat dit

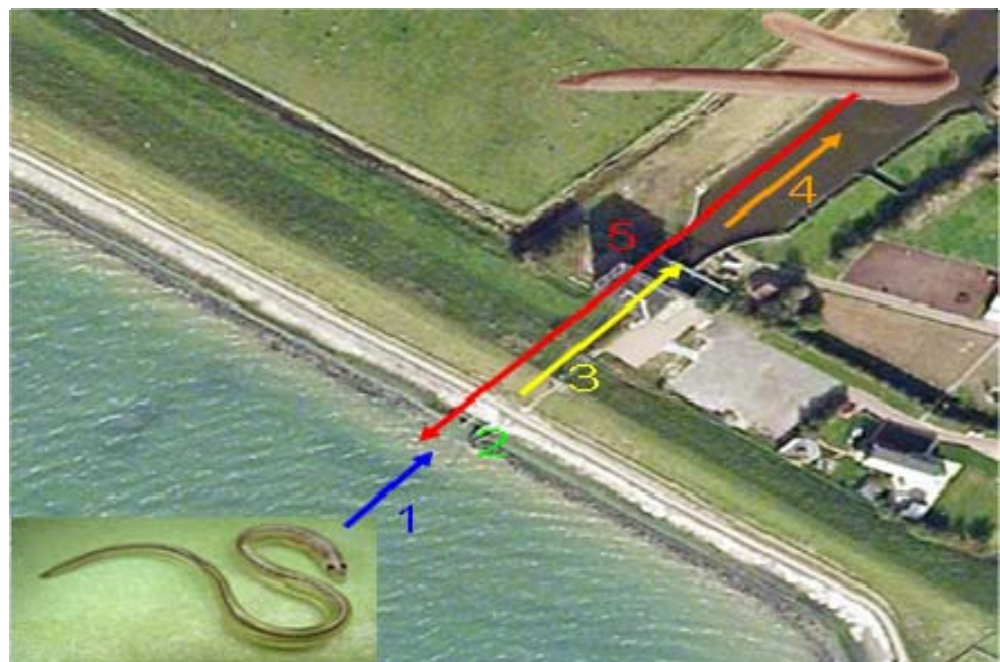
grote verschil verklaart. Het lijkt aannemelijker dat het functioneren van de aalgoot in 2006 een knelpunt is geweest, wellicht doordat er door aanpassingen van de aalgoot nu niet te inspecteren is of de kokosmat over de gehele linie goed is ingebracht. Een ander potentieel knelpunt, de verspreiding van glasaal over het achterland, is met de aanleg van een nieuwe aalgoot bij Prunje aangepakt. In hoeverre deze goot daadwerkelijk functioneert en het (vrij grote) achterland bereikbaar maakt voor glasaal, is nu nog niet bekend. De aanleg van een hevel bij of zelfs in de aalgoot (zodat de werking van de kokosmat wordt verbeterd) kan naast glasaal ook driedoornige stekelbaars en andere kleine vissoorten naar het achterland binnenvoeren. Het grootste knelpunt voor dit afwateringsgebied is dat er voor schieraal geen uittrekmogelijkheid voorhanden is.

Ouwerkerk: Het aanbod van glasaal lijkt redelijk, al is die nergens in de Oosterschelde hoog. De aantallen die maximaal via de aalgoot binnen trekken zijn lager dan het achterland in theorie zou aankunnen. Of dit ligt aan het aanbod of aan het vinden van de ingang danwel functioneren van de aalgoot is lastig te bepalen. Pas als er uitzicht op is om uittrekmogelijkheden voor schieraal te creëren, is effectief om de intrek van glasaal te optimaliseren en te onderzoeken welke hierin het voornaamste knelpunt zijn.

Kattendijke: Het aanbod lijkt zeer gering op deze locatie, al was de hoeveelheid uitgeslagen water erg laag in 2006. Desalniettemin zijn ook de aantallen die via de aalgoot trekken zodanig laag, dat het niet aannemelijk is dat dit uitsluitend door een laag aanbod verklaart kan worden. De aalgoot lijkt ook minder goed te functioneren. Van alle locaties is de ingang van de aalgoten hier naar verwachting relatief goed te lokaliseren door glasaal. Vermoedelijk is de functionering van de aalgoot zelf suboptimaal. Wederom geldt dat zolang er geen uittrekmogelijkheden voor schieraal zijn, de andere knelpunten bij deze locatie minder urgent maakt om aan te pakken.

Colijnsplaat: Het aanbod is naar verwachting relatief beperkt (zoals in de gehele Oosterschelde), maar de glasalen die zich aandienen hebben in zijn algemeenheid meer kans om bij afwateringssluizen (zoals bij Colijnsplaat) naar binnen te geraken dan bij gemalen. Aangezien de uittrekmogelijkheden voor schieraal goed zijn, is te overwegen om de intrek voor glasaal te optimaliseren met eenvoudige middelen. Hierbij valt te denken aan een oplossing met een afsluitbaar buisje in de sluisdeur, zoals bij Bath is voorgesteld.

Knelpunten samengevat:



Overzicht van de verschillende stappen 1-5.

	Borse.	Elwout.	Hoedek.	Meest.	Belt.	Prann.	Ouwak.	Colined.	Kattend.
1 aanbod buitenrijder	ja	?	nee*	nee?	nee	nee*	deels	?	ja
2 verbod aanrijding	deels	nee	deels	ja	nee	deels	deels	?	deels
3 inbreng voorziening	deels	nee	nee**	ja	?	nee**	deels	?	deels
4 besleed. achterland	?	?	?	?	?	?	?	?	?
5 uitbrek schied	ja	nee?	ja	ja	nee	ja	ja	nee?	ja

Figuur 4.3. Samenvattend overzicht van knelpunten per uitwatering voor elk van de 5 stappen. Nee geen knelpunt (groen); deels, enigszins beperkend en voor verbetering vatbaar (oranje); ja duidelijk knelpunt (rood); ? onbekend (grijs). *: aanbod was niet beperkend eind jaren 90, nu wellicht wel; ** aalgoot mits goed onderhouden functioneert i.r.t. draagkracht achterland.

5. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies:

- Het aanbod van glasaal aan de buitenzijde van uitwateringswerken verschilt sterk van locatie tot locatie. Zo geven de kruisnettellingen op alle locaties langs de Oosterschelde relatief lage glasaaldichtheden. In hoeverre de relatief geringe hoeveelheden uitgemalen water tijdens het voorjaar van 2006 hieraan heeft bijgedragen is moeilijk te zeggen. In de Westerschelde lijken de glasaaldichtheden geleidelijk toe te nemen van zeer laag bij Borssele tot hoog bij Bath (ook ten opzichte van geheel Nederland). Ook in de tijd varieert het aanbod sterk en deze is gedurende 1990-2006 nog maar een fractie van de hoeveelheden glasaal die voor 1980 naar de Nederlandse kusten trok. Met name bij Borssele en Dekker (Kattendijke) zal er door het zeer geringe aanbod waarschijnlijk geen substantieel deel van het achterland bezet kunnen worden door glasaal.
- Het functioneren van de aalgoten valt uiteen in de vindbaarheid van de buitendijkse opening en de mate waarin elke glasaal die de aalgoot binnentrekt ook daadwerkelijk succesvol is in het passeren van de aalgoot. Deze twee zijn niet altijd uit elkaar te halen. De vertraging die te zien is in de timing van de piek het aanbod in glasaal versus de timing van de piek in intrek via de aalgoten suggereert dat er een vertraging van gemiddeld enkele weken plaatsvindt. Vermoedelijk speelt het intrekgedrag van glasaal, namelijk de switch van vertrouwen op selectief getijden transport naar actief tegen zoet(er) water inzwemmen een belangrijkere rol dan de vindbaarheid van de aalgoot ingang of de tijd die het wellicht duurt om de aalgoot zelf te passeren. De aalgoten van Hoedekenskerke en Prommelsluis lijken in de eind jaren 90 voldoende glasaal naar binnen te laten trekken om in de draagkracht van het achterland te voorzien. Bij Ouwerkerk is dit in geringere mate het geval.
- Na 1998 lijken de aalgoottellingen in grotere mate te verminderen dan de trends in aanbod van glasaal laten zien. Dit is deels een resultaat van verminderde bemonsteringsinspanning, maar in enkele gevallen gaat dit niet op en lijkt het aantal glasalen dat van aalgoten gebruik maakt drastisch te verminderen (bijvoorbeeld Prommelsluis in 2006). Het is mogelijk dat het functioneren negatief wordt beïnvloed door technische aspecten als falen van pompen die de lokstroom genereren of dat de kokosmatten in de aalgoten niet goed liggen. Als dit op één plek in de aalgoot het geval is zal deze minder goed functioneren. De keten is zo sterk als zijn zwakste schakel. Deze aspecten lijken het duurzaam functioneren van aalgoten te belemmeren.
- Bij de uitwateringsluis bij Ellewoutsdijk zijn geen metingen aan intrekken glasalen verricht, maar de huidige situatie kan ook zonder meten als zeer gunstig voor de intrek van glasaal worden beoordeeld. In hoeverre dit ook het geval is bij de uitwateringsluizen van Colijnsplaat en Bath is niet goed bekend. Hier zou de intrek met eenvoudige middelen verbeterd kunnen worden middels kleine afsluitbare buisjes in de spuideuren. Voordeel hiervan is dat dan ook de intrek van glasaal op eenvoudige wijze kan worden gemeten op deze locaties. Uiteraard moet dit aan de veiligheidseisen worden getoetst. Daarnaast zal ook het eventuele zoutbezwaar in ogenschouw moeten worden genomen, maar dat lijkt gezien de grote invloed van zoute kwel een minder groot probleem in Zeeland.
- De hevelproef bij Prommelsluis heeft laten zien dat deze praktisch uitvoerbaar is en de opvoerhoogten over de dijk goed kan overbruggen. Hevels werken effectiever bij het binnenlaten van glasaal dan aalgoten (Bult & Dekker 2006) en dit wordt ondersteunt door de waarneming dat er bij Prommelsluis 3 glasalen in ruim 3 uur naar binnen zijn gelaten tegen geen via de aalgoot in de gehele betreffende week.
- Het grote voordeel van hevels is dat deze niet alleen glasaal intrek mogelijkheden geeft maar ook andere kleine vissoorten als driedoornige stekelbaars. Tot nu toe is alleen met tijdelijke

opstellingen van hevels gewerkt. In hoeverre deze bij langdurig gebruik goed functioneren zal nog moeten worden bepaald. Gezien het wisselend doorstromen met zoet(er) en zout water (in afhankelijkheid van tij en peilhoogte van de achterliggende polder) lijkt aangroei in de hevel een relatief gering risico. Belvorming en daardoor stoppen van de hevelwerking lijkt een groter potentieel probleem. Deze aspecten zullen nader moeten worden bekeken of de hevel ook in de praktijk een goed alternatief is.

- Of de glasaal die eenmaal binnen is geraakt zich ook vrijelijk kan verdelen over het achterland is minder goed bekend. Hier wordt momenteel ook aandacht aan besteedt en op enkele locaties worden binnendijkse migratiebelemmeringen aangepakt, zoals met de aanleg van een aalgoot bij een stuw in het natuurgebied van de Prunje en provisorische aalgoten bij de stuwen uitkomend op de spuiboezem van Bath. Om de draagkrachtbenadering voor glasaal te verbeteren zou inzichtelijk gemaakt moeten worden welke oppervlaktewateren momenteel bereikbaar zijn en welk oppervlakte dit areaal aan water heeft.
- Een groot knelpunt is het ontbreken van uittrekmogelijkheden voor schieraal vanuit uitwateringsgebieden die uitsluitend via gemalen worden afgewaterd. Er zijn veel inspanningen verricht om de intrek van glasaal te verbeteren, maar de uittrek is tot nu toe nog onderbelicht gebleven. Dit wel afhankelijk van met welk oogmerk de verbetering van de intrek van glasaal wordt gezien. Als dit is doorgevoerd om de binnendijkse palingstand te verhogen ten behoeve van bijvoorbeeld de visserij of de palingstand binnendijks, dan is een focus op voornamelijk de intrek van glasaal gerechtvaardigd. Wanneer het doel van de verbetering van glasaalintrek eveneens is geweest om een bijdrage aan het herstel van de totale palingpopulatie te leveren, zal de uittrek van schieraal gewaarborgd moeten worden.

Aanbevelingen:

- Het aanbod van glasaal is op een achttal locaties gemeten, maar gezien de inspanning en variatie binnen en tussen jaren, zou het goed zijn dit te herhalen gedurende het voorjaar van 2007 om een beter beeld te krijgen van het aanbod van glasaal op de verschillende locaties.
- Het is van groot belang om de bestaande aalgoten te blijven monitoren ondanks teruglopende aantallen glasaal.
- Hierbij zouden ook de aalgoten in de afwateringsgebieden zelf (tussen verschillende peilgebieden, zoals bijvoorbeeld in Bathse Spuiboezem en Prunje) gemonitord moeten worden.
- De mogelijkheden van de toepassing van hevels in combinatie met of in plaats van aalgoten zou verder uitgewerkt en geoptimaliseerd kunnen worden i.s.m. landelijke ontwikkelingen. Goede locaties lijken Borssele (voornamelijk voor stekelbaars), Maelstede (relatief hoog glasaalaanbod) en Prommelsluis (aangelegd in de aalgoot verbetert deze hevel wellicht ook de werking van de aalgoot door een betere ligging van de kokosmat en kan een goede simultane vergelijking tussen beide systemen worden uitgevoerd). Hiervoor kunnen op korte termijn proeven worden ondernomen.
- De intrekmogelijkheden voor glasaal in De Valle bij Colijnsplaat en Bath kunnen worden verbeterd door het aanbrengen van afsluitbare buisjes in de sluisdeuren. Ook andere vissoorten zullen hierdoor naar binnen komen (vergelijkbare werking als hevel).
- De knelpunten voor vismigratie in de afwateringsgebieden tussen verschillende peilgebieden zou in kaart moeten worden gebracht.
- De uittrek van schieraal is een groot knelpunt in de huidige situatie. Sterfte van vis in gemalen staat momenteel in de aandacht en is een typisch 'Nederlands' probleem. Deze sterfte is afhankelijk van het gebruikte pomptype. Er wordt op dit moment getest met

visvriendelijke gemalen die door FishFlow Innovations zijn ontwikkeld (zie www.fishflowinnovations.nl), maar de toepassing hiervan zal niet eenvoudig zijn in de Zeeuwse situatie. Bij waterkrachtcentrales (vrij vergelijkbare problematiek voor schieraal als bij gemalen) worden vaak afleidingsystemen gebruikt, maar deze zullen alleen werken als er een alternatieve route voorhanden is zoals bij gemalen waar ook een afwateringssluis aanwezig is. De sterfte van uittrekkende schieraal zal nader bekeken moeten worden per locatie.

- Als tijdelijke maatregelen zou ook gedacht kunnen worden aan het binnendijs vangen van uittrekkende schieraal en deze buitendijs uitzetten in samenwerking met beroepsvissers.
- Deze studie is met name beperkt tot paling. Intrek is echter ook voor andere vissoorten van groot belang. Meest voor de hand liggende soort is uiteraard de driedoornige stekelbaars, maar ook de intrek van botlarven, spiering en andere diadrome soorten komen hiervoor in aanmerking. Naast intrek zou ook het belang voor het achterland en uittrek (die voor kleine vissen veel beter mogelijk is via gemalen) kunnen worden beschouwd. De Kaderrichtlijn Water stelt duidelijk dat er voor een goede ecologische kwaliteit goede migratiemogelijkheden moeten zijn voor een breed spectrum aan soorten.

Dankwoord

Wij willen Anne Fortuin van WZE, Arnold Keizer en André van de Straat van Provincie Zeeland hartelijk danken voor hun begeleiding, discussie, suggesties, lokale kennis, uitgevoerde veldwerk, databestanden en ervaringen die zij binnen dit project hebben ingebracht. Daarnaast hebben nog vele ander medewerkers van het waterschap en vrijwilligers aan de tellingen in het voorjaar van 2006 en de vele jaren daarvoor. Allen hartelijk dank daarvoor.

Literatuur

- Bult, T. & W. Dekker, 2006. Een experimentele veldstudie naar het intrekgedrag van glasaal op de grens van zout en zoet met implicaties voor het verbeteren van intrekmogelijkheden. IMARES-rapport C064/06, IJmuiden.
- Dekker, W. & J.A. van Willigen, 2000. Glasaal heeft het tij niet meer mee. RIVO-rapport C055/00, IJmuiden.
- Dekker, W. 2004. Slipping through our hands. Population dynamics of the European eel. Academisch proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- FAO, 2006. European Inland Fisheries Advisory Commission; International Council for the Exploration of the Sea. Report of the eighteenth session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Rome, 23–27 January 2006. EIFAC Occasional Paper. No. 38. Rome, FAO/Copenhagen, ICES. 2006. 350p.
- Hoekstra J.R. & van de Straat A.A. 1996. Glasaal overwint dijk in Zeeland. NVVS Contact, 1996..
- Klein-Breteler, J.G.F. 1993. Intrekmogelijkheden voor glasaal in Zeeuwse wateren. OVB-rapport 93-01, Nieuwegein.
- Winter, H.V. & H.M. Jansen, 2006. De effecten van waterkracht en visserij tijdens de stroomafwaartse trek van schieraal in de Maas: zender-onderzoek gedurende 2002-2006. IMARES-rapport C072/06, IJmuiden.

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht van alle aalgootellingen gedurende 1995-2006

Bijlage 2: De afwateringsgebieden in het beheersgebied van Waterschap Zeeuwse Eilanden

Bijlage 1. Overzicht van alle aalgottellingen gedurende 1995-2006

Gemaal Groenewege														
	van		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
week0	voor	31/3		0	0	51	3							
week1	1/4	7/4		0	126	37	120	140	0					
week2	8/4	14/4		0	250	176	125	295	0					
week3	15/4	21/4		0	415	231	100	370	7					
week4	22/4	28/4		44	565	555	115	210	45	29		70	36	
week5	29/4	5/5		190	2.825	140	35	55	52	110				
week6	6/5	12/5		5	110	180		20	15	100				
week7	13/5	20/5		71	150	33		10	7	45				
	na	20/5		186	5					35				
TOTAAL			0	496	4,446	1,403	498	1,100	126	319	0	70	36	

Gemaal Borssele														
	van	tot	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
	voor	31/3							0					
week1	1/4	7/4							2					
week2	8/4	14/4					30		50					
week3	15/4	21/4					100		20					
week4	22/4	28/4					160	10	0	5				
week5	29/4	5/5					70	85	21	4		70	46	
week6	6/5	12/5					20	20	35	3				
week7	13/5	20/5						20	6	1				
	na	20/5								16				
TOTAAL			0	0	0	0	380	135	134	29	0	70	46	

Gemaal Prommelsluis														
	van	tot	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
	voor	31/3	0	0	25		4	251		94				
week1	1/4	7/4	160	0	175		212	1,390		325				
week2	8/4	14/4	5,010	0	1,200	3,012	480	3,300		75				
week3	15/4	21/4	2,020	40	3,200	2,545	1,540	860		485				80
week4	22/4	28/4	443	210	6,000	12,100	5,300	1,120		7,800		50	281	220
week5	29/4	5/5	147	5,500	1,900	2,800	2,600	70		2,750				95
week6	6/5	12/5	270	2,500	0	350	580	37		280				114
week7	13/5	20/5	475	5,500	0	3	1,256	94	566	280				24
	na	20/5		1,020	52					82				285
TOTAAL			8,525	13,750	12,500	20,810	11,972	7,122	566	12,171	0	50	281	818

Gemaal Ouwerkerk														
	van	tot	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
		voor	31/3			13		106		321				
week1	1/4	7/4				311		365		450				
week2	8/4	14/4				325		105		150				
week3	15/4	21/4				270		70		300				
week4	22/4	28/4				130	412	65		990				
week5	29/4	5/5				155	2.771	3	7	45		170	120	
week6	6/5	12/5				163	120		148	55				
week7	13/5	19/5				487	532		625	75				
	na	20/5							65	70				
TOTAAL			0	0	0	1,854	3,835	714	845	2,456	0	170	120	

Gemaal Dekker															
	van	tot	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	
	voor	31/3													
week1	1/4	7/4													
week2	8/4	14/4													
week3	15/4	21/4													
week4	22/4	28/4							70						
week5	29/4	5/5							34	52		30	0		
week6	6/5	12/5							170	65					
week7	13/5	19/5							5	40					
	na	20/5							0	75					
TOTAAL			0	0	0	0	0	0	279	232	0	30	0		

Handtekening:

Datum:

7 maart 2007