

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet: postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 572781
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C006/04

Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken

Drs. W. Dekker

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Visserij
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Project nummer: 327-12420-01

Contract nummer: 2002-1/5C/

Akkoord: Drs. E. Jagtman
Hoofd afdeling Biologie & Ecologie

Handtekening: _____

Datum: Januari 2004

Aantal exemplaren: 25
Aantal pagina's: 31
Aantal tabellen: 4
Aantal figuren: 8
Aantal bijlagen:

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam
nr. 34135929
BTW nr. NL 808932184B09.

De Directie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave:

Samenvatting	3
1. Inleiding.....	4
2. Levenscyclus en benamingen van de aal.....	4
3. De aalstand en aalvisserij in Nederland	5
4. Het bestaande monitorings-programma	6
4.1 Locaties.....	6
4.2 Vistuig	8
4.3 Beleidsmatige kader	9
4.4 Kosten.....	10
4.5 Resultaten.....	11
5. Overige gegevensbronnen	14
5.1 Monitoring aalbestand in het IJsselmeer	14
5.2 Pootaalvoorziening NW Overijssel	14
5.3 Monitoringsprogramma Noord Nederland	15
5.4 Vergelijking met glasaal-monitoring in andere landen	16
6. Statistische betrouwbaarheid	17
6.1 Aantal waarnemingen per jaar.....	18
6.2 Statistische betrouwbaarheid en aantal glasalen	18
6.3 Statistische betrouwbaarheid en aantal monsters.....	19
7. Natuurlijke riviermonding	21
7.1 Selectief getijden transport	21
7.2 Karakteristieken van een natuurlijke rivier	22
7.3 Actief zwemmen	23
7.4 De situatie bij de Afsluitdijk.....	24
8. Alternatieven voor de bestaande monitoring	25
8.1 Internationale betekenis van Nederlandse monitoring.....	25
8.2 Aanpassing van het bestaande monitoringsprogramma	26
8.3 Methodieken in de omringende landen.....	26
8.4 Monitoring met een pootaalval	27
8.5 Monitoring van het selectief getijden transport.....	28
9. Conclusies en aanbevelingen	30
10. Literatuur	31

Samenvatting

Dekker W. 2004 Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. RIVO rapport C006/04, 32 pp.

Sinds 1938 wordt in Den Oever een jaarlijkse monitoring van de intrek van glasaal uitgevoerd door personeel van Rijkswaterstaat, teneinde vast te stellen hoeveel van deze jonge aal vanuit de Waddenzee het IJsselmeer bereikt. Hiertoe wordt er gedurende de voorjaarsnachten om de twee uur met een klein kruisnetje vlak voor de spuisluis gevist, en wordt het gevangen aantal glasalen geteld. Deze waarnemingenreeks is opgezet ter ondersteuning van het beheer van de IJsselmeervisserij, maar is inmiddels gebleken maatgevend te zijn voor de intrek van glasaal in het grootste deel van Europa. Bovendien is dit de meest constante en daarmee de meest betrouwbare reeks van heel Europa. In aanvulling op deze ene reeks waarnemingen, wordt sinds begin jaren 1990 op een 12 tal andere plaatsen langs de kust een vergelijkbare, maar minder intensieve bemonstering uitgevoerd, gebaseerd op enkele bevissingen per week, meestal door vrijwilligers.

Sinds de sterke afname van de glasaal in de jaren 1980 en 1990, tot op een enkel procent van daarvoor, verloopt de kruisnetbemonstering moeizaam. In 30-50% van de bemonsteringen wordt in het geheel geen glasaal meer gevangen. Bovendien zijn de kosten van een zo arbeidsintensieve bemonstering hoog. In dit rapport wordt de monitoring in detail beschreven, worden de historische resultaten gepresenteerd, en worden alternatieven (kostenbesparing, andere methoden) besproken.

Het beheer van de in zorgwekkende toestand bevindende aalstand maakt een betrouwbare en betaalbare monitoring van de glasaal noodzakelijk. De huidige techniek met een kruisnet zal, mocht de glasaal-intrek onverhoopt nog verder afnemen, geen betrouwbaar resultaat meer kunnen geven. Kostenbesparing kan mogelijk bereikt worden door de inzet van vrijwilligers, maar kan op termijn zeker niet de basis vormen voor een betrouwbare voortzetting bij afnemende dichtheden van de glasaal. In Noord Europa, waar de dichtheid van glasaal altijd al geringer is, wordt de intrekken aal in een val gelokt, en daar geteld. Toepassing van deze techniek in ons land vereist een aanpassing aan de scherpe overgang tussen zoet en zout water, die het gevolg is van onze dammen en sluizen. Aanbevolen wordt te onderzoeken of een vishevel over een sluis, eventueel in combinatie met geautomatiseerde video-herkenning, een betrouwbaar alternatief kan vormen voor de nu al 68 jaar bestaande kruisnetbemonstering.

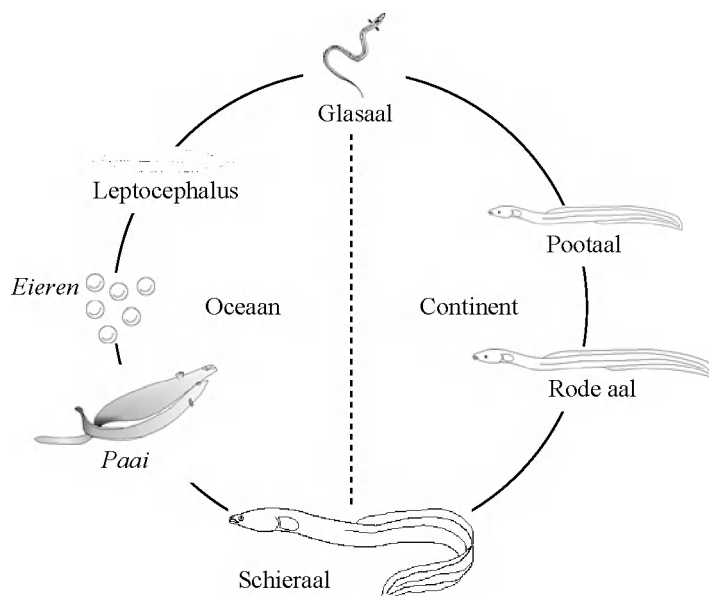
1. Inleiding

De aal of paling (*Anguilla anguilla* (L.)) is één van de meest wijd verbreide vissoorten in Nederland en is verreweg de belangrijkste doelsoort van de visserij in de binnenwateren. De ecologische betekenis van de aal als voedsel voor aalscholvers, reigers, otters e.d. is aanzienlijk geweest. De voortplanting van de aal vindt in de Atlantische Oceaan plaats, ver buiten de Nederlandse wateren, op een nog onbekende locatie. Ieder voorjaar trekken de jonge aaltjes, glasaal, vanuit zee onze binnenwateren in. Sinds 1980 heeft zich in Nederland een aanzienlijke daling in de intrek voorgedaan. Momenteel wordt minder dan 5 % van het niveau van de decennia daarvoor gevangen. Hierom is de aal in Nederland op de 'rode lijst' van de Flora- en Faunawet geplaatst. Ook elders in Europa heeft zich deze afname voorgedaan. Bescherming en herstel van de aalstand dienen daarom internationaal te worden aangepakt. Coördinatie van nationale monitorings-inspanningen is dringend gewenst (Dekker 2002).

In het kader van de afsluiting van de Zuiderzee, heeft in Den Oever sinds 1938 monitoring plaatsgevonden van de dichtheid van de glasaal voor de sluizen in de Afsluitdijk. Gedurende het voorjaar is elke nacht om de twee uur met een simpel kruisnetje voor de sluis gevist. Vangsten variëren van gemiddeld 126 per trek in 1963 (maximum trek: 980 glasalen), tot gemiddeld 1 glasaal per twee trekken in 2001. Deze bemonstering vormt de gouden standaard van de glasaal-monitoring in heel Europa, maar de relatief hoge kosten en de steeds verder dalende vangsten maken een herbezinning op de gebruikte methode noodzakelijk.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de organisatie en de resultaten van glasaal-monitoring in Nederland, wordt de werking van de verschillende vangstmethodes besproken in het kader van het natuurlijke intrek-gedrag, en wordt een discussie gegeven van mogelijke veranderingen, waarbij rekening wordt gehouden met de afnemende dichtheid van de glasaal, en mogelijk de kosten van de monitoring zouden kunnen worden verminderd.

2. Levenscyclus en benamingen van de aal



Figuur 2-a De levenscyclus van de aal. De paai en de eieren zijn nooit werkelijk waargenomen.

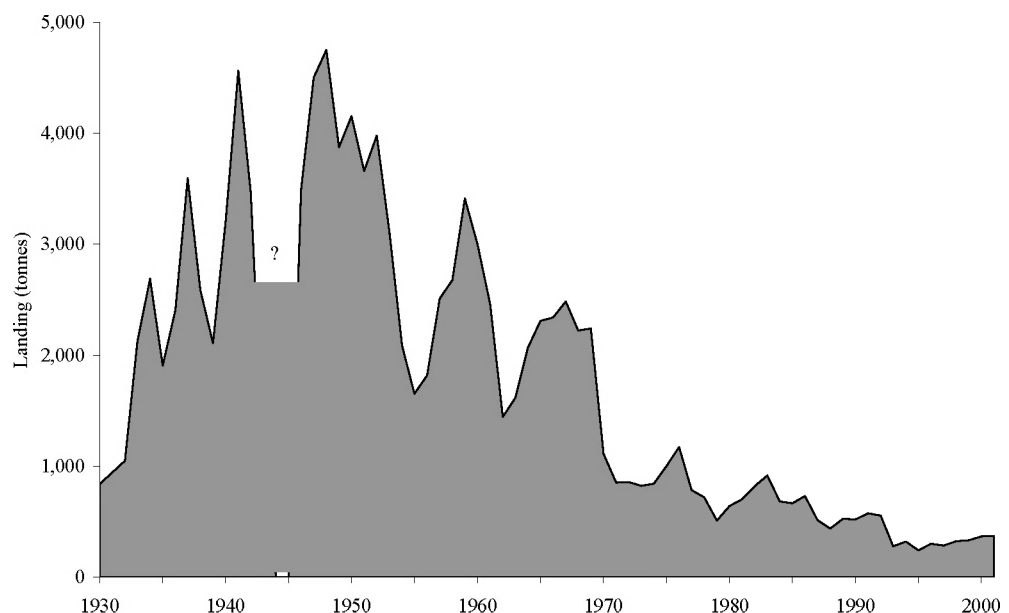
De aal is een zeer uitzonderlijke vis. De voortplanting vindt ver van Europa, op de oceaan plaats, op een nog steeds onbekende locatie. De Leptocephalus-larven in de oceaan lijken in het geheel niet op aalen, maar hebben de vorm van een wilgenblaadje (Figuur 2-a). Nabij het Europese

continent vormt deze zich om in een jonge, doorzichtige aal: de glasaal, met een lengte van 7 cm (Figuur 2-b). Deze verspreidt zich over Europa, waar ze in kust- en binnenwateren opgroeien. Aal groeit bijzonder langzaam: bij ons marktwaardige aal van ca. 30 cm is 8 à 10 jaar oud. De langzame groei hangt samen met de lage temperaturen in onze buitenwateren. Bij een lengte van 35 tot 45 cm (mannetjes) resp. boven de 45 cm (vrouwtjes) verandert de aal van uiterlijk (aangeduid als schieraal, vanwege de witte=schiere buik) en trekt terug naar zee, om daar aan de voortplanting te gaan deelnemen. Schieraal wordt in sommige delen van Nederland ook wel paling genoemd, maar meestal zijn de woorden aal en paling synoniem.



Figuur 2-b Een glasaal. (foto Claude Belpaire).

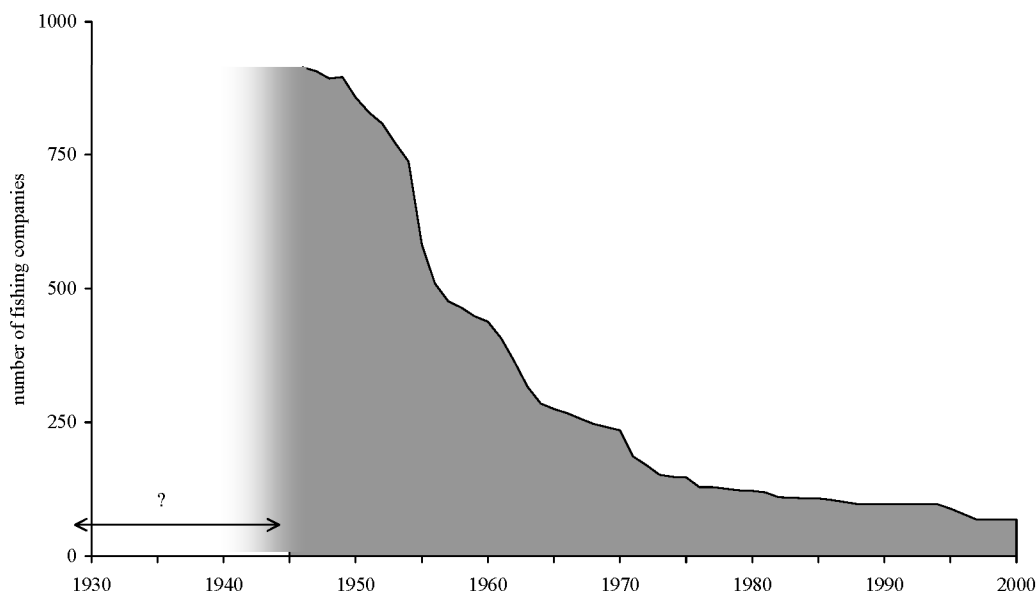
3. De aalstand en aalvisserij in Nederland



Figuur 3-a Aanlanding van aal van het IJsselmeer.

De aal komt voor in vrijwel alle binnenwateren van ons land, en wordt geëxploiteerd langs de Hollandse kust, in de Waddenzee, in de Zeeuwse Deltawateren, in het IJsselmeer, de Grote Rivieren, in de Friese, Utrechtse en Hollandse meren, in kanalen, sloten en plassen. De commerciële visserij richt zich op rode aal en schieraal. De visserij op glasaal is in principe geheel

verboden; sinds 1975 is een beperkte visserij op glasaal toegestaan geweest, gericht op de herbezetting van binnenwateren, welke sinds de afname van de glasaalintrek gestaag verminderd is. Gegevens over de omvang van de visserij op rode en schieraal zijn alleen beschikbaar voor het IJsselmeer (350 ton) en de kustwateren (50 ton). Voor het IJsselmeer zijn de vangsten afgenomen van ca. 4000 ton in 1950, naar minder dan 400 ton in de jaren 1990 (Figuur 3-a). Het aantal visserijbedrijven op het IJsselmeer is afgenomen van meer dan 900 in 1950 naar minder dan 70 nu (Figuur 3-b).



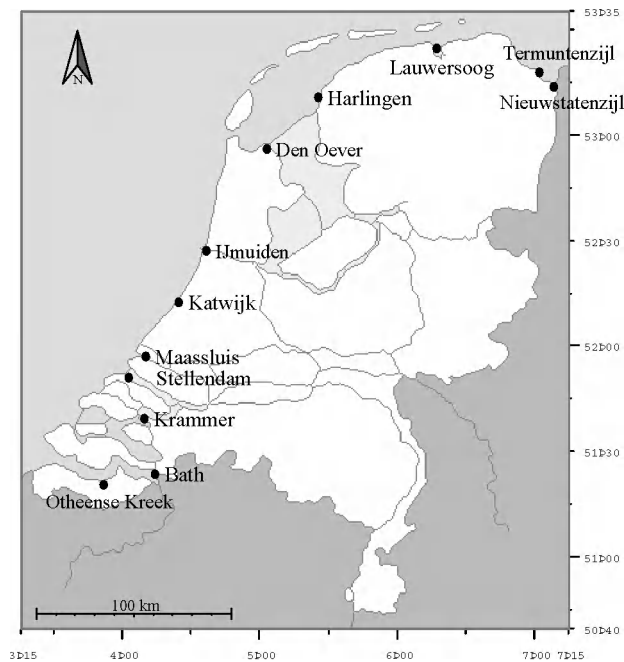
Figuur 3-b De ontwikkeling van het aantal visserijbedrijven op het IJsselmeer.

De huidige opbrengst van de aalvisserij in Nederland wordt geschat op ca. 1000 ton per jaar, het aantal bedrijven op ca. 300. Op het IJsselmeer maakt de aal ca. 65 % van de totale opbrengst uit; elders zal dit aandeel vermoedelijk hoger liggen, doordat de beroepsmatige visserij in veel gevallen geen rechten bezit voor de visserij op andere soorten. De aal wordt ook door de hengelsport gewaardeerd. De kweek van aal maakt gebruik van in het buitenland aangekochte glasaal, en produceert bijna 4000 ton per jaar. De Europese kweek van aal wordt momenteel door Nederland, Italië en Denemarken gedomineerd. Handel en verwerking door Nederlandse bedrijven zijn alom in Europa bekend.

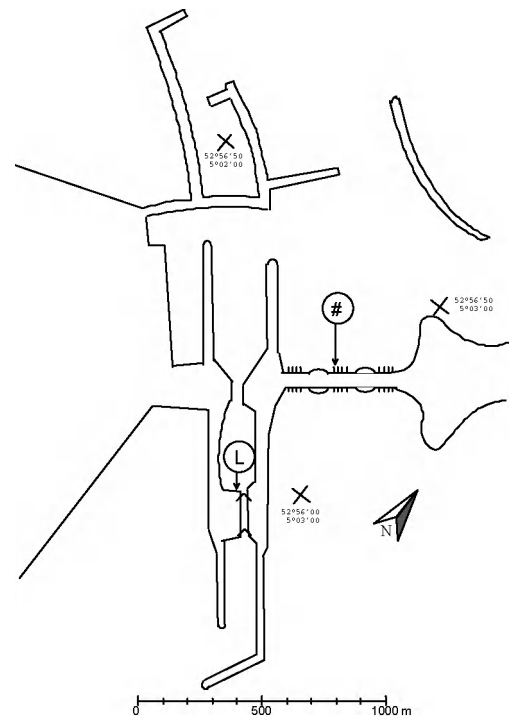
4. Het bestaande monitorings-programma

4.1 Locaties

De monitoring van de glasaal-intrek bemonstert de concentratie van glasaal voor de sluisen op de scheiding van zout en zoet water (Figuur 4.a). De belangrijkste gegevensreeks is die van Den Oever, die in 1938 begon en tot op heden zonder onderbreking (uitzondering: 1945) doorloopt. In Den Oever wordt de glasaal bemonsterd voor de meest westelijke sluis in de Afsluitdijk, op een plaats die sinds de aanvang van de reeks nooit is veranderd. Op andere plaatsen is een minder intensieve bemonstering uitgevoerd (Tabel 1).



Figuur 4-a De locaties waar de glasaal-intrek wordt bemonsterd.



Figuur 4-b De situatie in Den Oever, met de plaatsen waar glasaal wordt bevist (# aantals-bemonstering, L lengte-metingen).



Figuur 4-c Blik op de sluizen in Den Oever vanaf het noordoosten, aan de zeezijde. Het kruisnet op de voorgrond wordt gebruikt voor de commerciële visserij ten bate van de uitzet in de binnenwateren. Een tweede net is aan de overkant te zien. De monitoring wordt met een vergelijkbaar, maar kleiner net uitgevoerd.

Tabel 1 Kenmerken van de huidige monitoringslocaties

Lokatie		Uitvoerende partij	Aanvang in	# trekken in 1997	Gem. vangst april, $\pm 22u00$
Otheense Kreek	51°20'10"N 3°51'50"O	visser	1990	48	1.1
Bath	51°23'65"N 4°14'10"O	visser	1991	40	29.4
Krammer	51°39'75"N 4°09'50"O	visser	1991	48	3.0
Stellendam	51°49'50"N 4°02'40"O	RWS-Zeeland	1976	139	1.4
Maassluis	51°57'23"N 4°10'06"O	visser	1991	>0	0
Katwijk	52°12'75"N 4°24'10"O	Rijnland	1991	23	1.2
IJmuiden	52°27'26"N 4°36'06"O	RIVO	1969	27	1.9
Den Oever, schutsluis ¹	52°55'90"N 5°02'80"O	RWS-RDIJ	1995	309	7.3
Den Oever, spui	52°56'20"N 5°02'70"O	RWS-RDIJ	1938	304	3.2
Harlingen	53°10'80"N 5°25'20"O	vrijwilliger	1992	68	37.9
Nieuwstatenzijl	53°14'03"N 7°12'76"O	Visser	1992/96	24	18.4
Termuntenzijl	53°18'15"N 7°02'10"O	Visser	1991	54	3.0
Lauwersoog	53°24'60"N 6°11'90"O	Visser	1976/90	45	16.9

Op andere plaatsen vindt de monitoring op dezelfde wijze als in Den Oever plaats, in de nabijheid van sluizen of stuwen, met uitzondering van de situatie in Maassluis, waar echter sinds 1991 nooit een glasaal is gevangen.

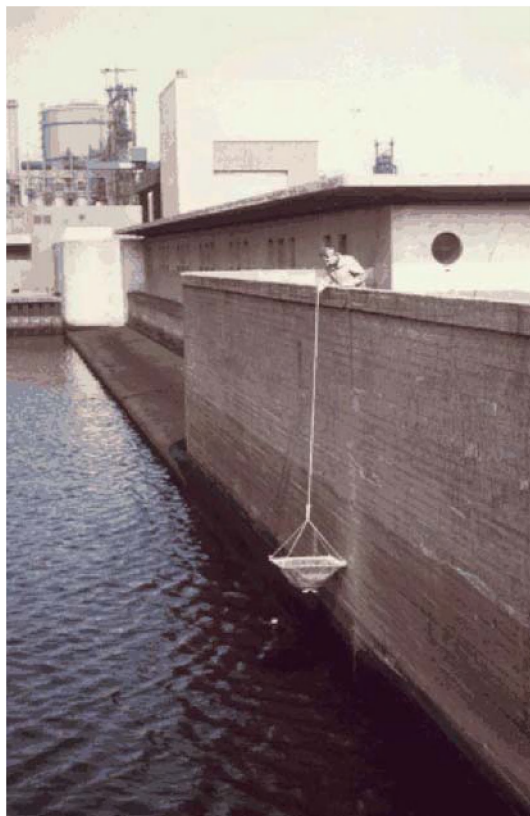
4.2 Vistuig

Op alle plaatsen vindt de monitoring plaats met gebruik van een kruisnet of totebel (Figuur 4-d, Figuur 4-e). Het net bestaat uit een vierkant metalen frame, waarin een enigszins zakvormig net van 1*1 m is opgehangen. Vier lijnen vanaf de hoekpunten lopen naar boven samen in een lange treklijn. In het midden van het net is een gewicht aangebracht (een stukje ketting). Het net wordt aan de treklijn te water gelaten voor een sluisdeur of kademuur, totdat de bodem is bereikt. Na ca. 5 minuten wordt het net weer opgetrokken, met een snelheid van ca. 1 m/s. Het aantal gevangen glasalen wordt geteld. In het verleden werden dikwijls zeer grote aantallen glasalen gevangen; in deze gevallen werd het volume van de glasalen gemeten (door verdringing van water in een emmer) en werd daaruit het aantal geschat middels een conversie-factor.

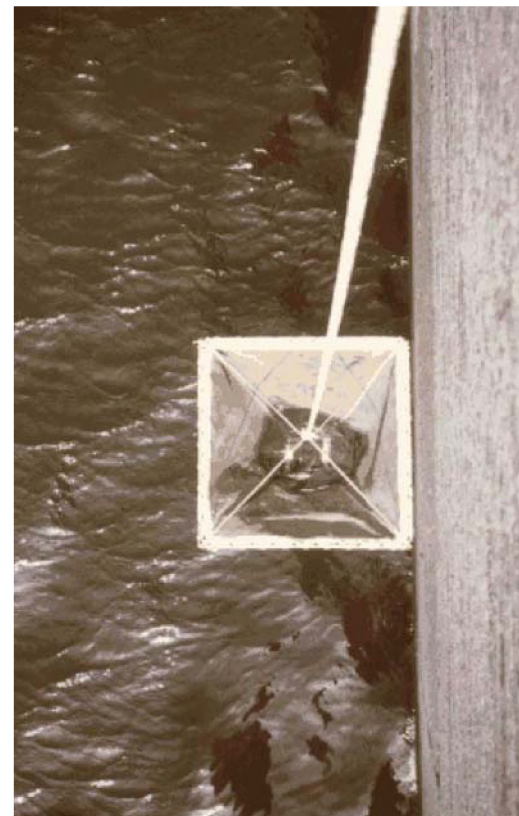
In Den Oever wordt om de twee uur een bemonstering uitgevoerd gedurende alle nachten in het voorjaar. Op andere plaatsen (Stellendam, Katwijk) worden twee trekken gemaakt om ca. 23u00, bij de wisseling van de wacht op de sluis, of worden twee of drie trekken gemaakt op een variabel tijdstip in de voornacht. In vrijwel alle gevallen (met uitzondering van Den oever) vindt de bemonstering in het donker plaats.

Voorafgaand aan de reguliere bemonstering in Den Oever en Stellendam wordt er door het RIVO een kleine beloning ($\pm 50\text{€}$) uitgelooft voor de eerste glasaal van een seizoen. Hoewel de datum van de eerste vangst waarschijnlijk weinig informatief is voor de intrek van de glasaal, geeft dit wel aan wanneer de reguliere bemonstering dient aan te vangen. Welke inspanning gebruikt wordt om de eerste glasaal te kunnen vangen wordt niet genoteerd, maar waarschijnlijk is dit niet onaanvaardig. Het einde van de bemonstering wordt bepaald in onderling overleg tussen de uitvoerders en het RIVO, wanneer in verscheidene nachten geen glasaal meer is gevangen. Normaliter loopt de bemonstering van begin maart tot begin juni, maar in de recente arme jaren is sprake van een korter seizoen.

¹De bemonstering in Den Oever heeft traditioneel plaatsgevonden voor de spuisluizen. De arbeidsomstandigheden maken het wenselijk deze bemonstering op termijn naar de schutsluizen te verplaatsen. Daarop voorbereidend, worden sinds 1995 beide plaatsen bemonsterd.



Figuur 4-d Zij-aanzicht van de kruisnet-bemonstering in IJmuiden.



Figuur 4-e Boven-aanzicht van de kruisnet-bemonstering in IJmuiden.

Noot: de bemonstering vindt normaliter in het donker plaats, en niet overdag, zoals op deze foto's.

4.3 Beleidsmatig kader

Toen in 1932 de Zuiderzee werd afgesloten, is in de Zuiderzeewet onder meer bepaald dat de overheid zou trachten de visserij zo veel mogelijk te bevorderen. In dit kader is geprobeerd door aanpassingen in het sluisbeheer de voor de visserij gewenste intrek van glasaal zo veel mogelijk te bevorderen. Tevens is in 1938 de monitoring van de glasaal voor de sluizen begonnen.

De verantwoordelijkheid voor de huidige monitoring ligt primair bij het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij (nu L, N en Voedselveiligheid). De monitoring in Den Oever wordt in de praktijk georganiseerd door het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek RIVO, in het kader van het Programma Wettelijke en Ondersteunende Taken van het Ministerie. Dit programma heeft een looptijd van 4 jaar, en wordt telkenmale verlengd.

Het Ministerie van verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, is verantwoordelijk voor het beheer van de sluizen in Den Oever. Het sluispersoneel is sinds 1938 bij de uitvoering van de monitoring in Den Oever betrokken, en ontvangt hiervoor van het RIVO een kleine attentie. In Katwijk en Stellendam wordt een financiële vergoeding aan het personeel verstrekt, maar bestaat geen formele betrokkenheid van de waterbeheerder. Op andere plaatsen wordt de bemonstering door vrijwilligers uitgevoerd, die eveneens een onkostenvergoeding krijgen.

De vangst, het bezit en het transport van aal kleiner dan 28 cm is in Nederland verboden ('Reglement Minimummaten en Gesloten Tijden, 1985, art. 1'); wetenschappelijk onderzoek kan hiervan uitgezonderd ('art. 11'). Personeel van het RIVO beschikt over een ontheffing; sluispersoneel en vrijwilligers die aan deze monitoring bijdragen doen dit op schriftelijk verzoek van het RIVO.

De monitoring van de glasaal kent langzamerhand een lange traditie. Ieder jaar wordt door het RIVO in het vroege voorjaar contact opgenomen met alle betrokkenen, worden instructies vernieuwd, worden versleten visnetten gerepareerd of vervangen, etc. Aan het einde van het seizoen worden alle betrokkenen nogmaals bezocht, en worden resultaten verzameld en bewerkt.

Analyseresultaten van Den Oever, en in mindere mate van de overige plaatsen, worden gerapporteerd aan het Ministerie van LNV en RWS, en worden gepubliceerd in de visserijpers.

4.4 Kosten

De coördinatie en analyse van de glasaalmonitoring door het RIVO is vastgelegd in onderzoeksprogramma's en contracten. De kosten hiervan zijn duidelijk vast te stellen. De medewerking van sluispersoneel in Den Oever, Katwijk en Stellendam is minder formeel geregeld, en daardoor moeilijker te begroten. De medewerking van vrijwilligers is buitengewoon informeel, en voor een belangrijk deel afhankelijk van stimulering en motivering door het RIVO. De totale kosten van de monitoring zijn hierdoor aanzienlijk hoger dan de totnogtoe in begrotingen zichtbaar gemaakte kosten. In het verleden zijn nachtelijke bemonsteringen doorgaans door een enkel persoon uitgevoerd. Om veiligheidsredenen (ARBO) is aanwezigheid van een tweede persoon dringend noodzakelijk. Dit zal de arbeidskosten aanzienlijk verhogen. In onderstaande tabel zijn de werkelijke uren van de tot nu toe gebruikelijke arbeidsinspanning begroot, maar is voor de kosten een restrictie gemaakt tot de expliciet betaalde gelden; de medewerking van sluispersoneel en vrijwilligers is dus verondersteld gratis te zijn, hetgeen niet erg realistisch is en zeker geen stabiele basis voor de toekomst geeft. Als alle arbeidskosten betaald hadden moeten worden, zou dat een extra budget noodzakelijk maken van 68 k€ voor Den Oever, 10 k€ voor Stellendam en 28 k€ voor de overige plaatsen.

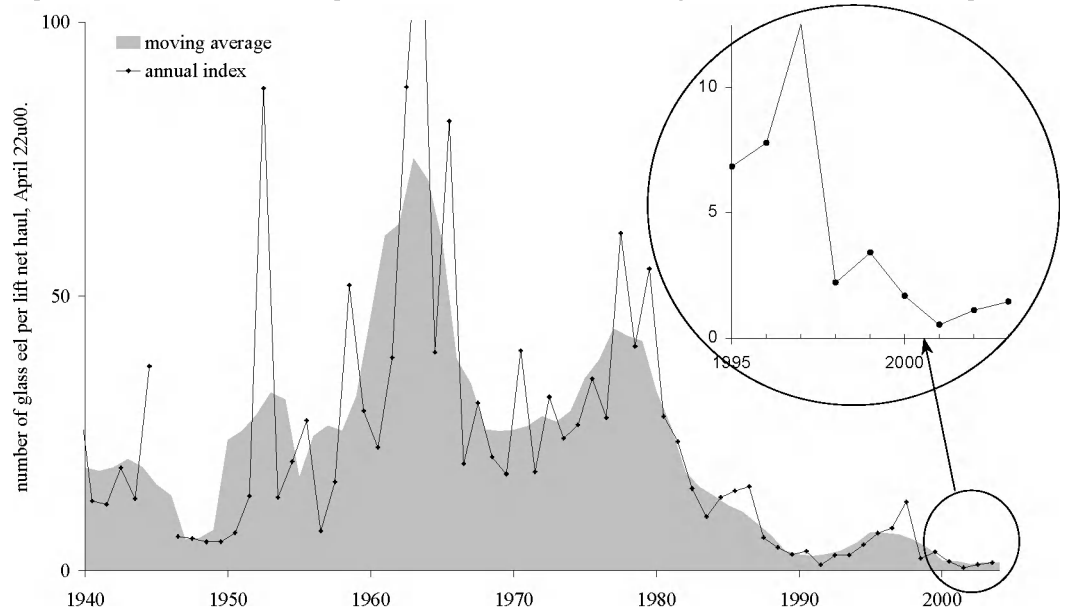
Tabel 2 De basale kosten van de glasaalmonitoring in Nederland. De medewerking van sluispersoneel, vissers en vrijwilligers is hierin aangenomen gratis verstrekt te zijn.

Kosten in € per jaar	Arbeidsuren	Arbeidskosten	Reiskosten	Vergoedingen	Materiele kosten
Station					
Otheense Kreek	50	-	20	100	100
Bath	40	-	150	100	100
Krammer	50	-	250	100	100
Stellendam	150	-	-	500	100
Katwijk	25	-	-	200	100
IJmuiden	30	2,040	160	-	100
Den Oever	1,000	-	-	700	100
Harlingen	70	-	-	100	100
Nieuwstatenzijl & Termuntenzijl	75	-	15	100	100
Lauwersoog	100	-	85	100	100
Co-ordinatie	160	10,880	1,500		
Analyse & Communicatie	40	4,400			
Totaal	1,790	17,320	2,180	2,000	1,000
Totaal generaal:					22,500

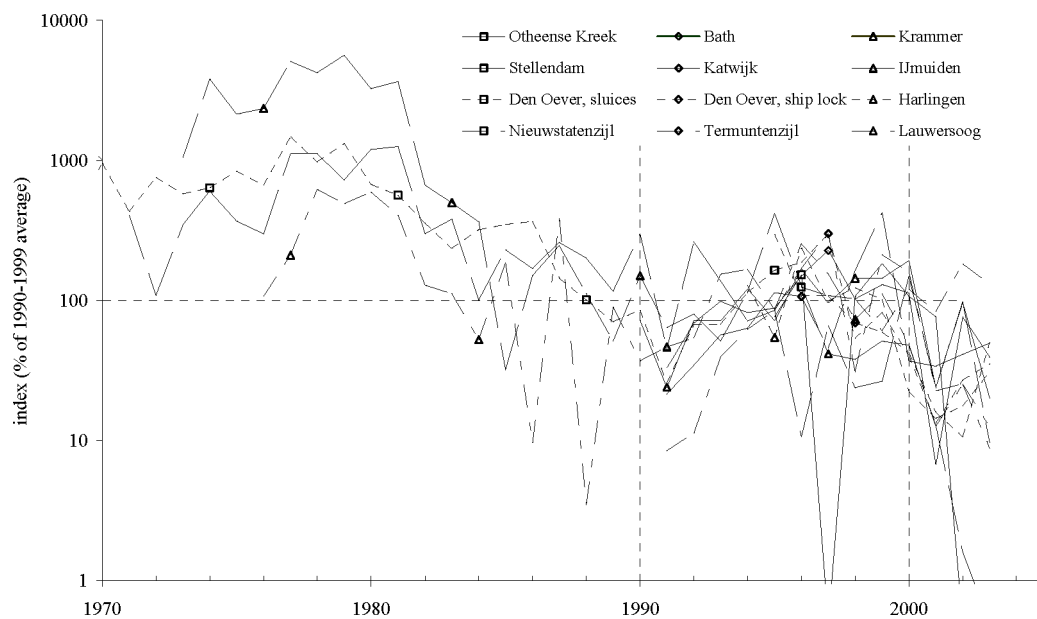
Alle kosten worden momenteel betaald door het RIVO, die deze in het kader van het programma Wettelijke en Ondersteunende Taken bij het Ministerie van LNV ten laste brengt. De opbrengst van de monitoring, in de zin van de gevangen vis, zijn nihil, omdat de vis voor of achter de sluis weer uitgezet wordt.

4.5 Resultaten

Alle primaire gegevens zijn opgeslagen in de database van het RIVO. Datum, plaats en tijd, alsmede de gevangen aantallen zijn opgeslagen. Additionele gegevens, waaronder weersomstandigheden, watertemperatuur e.d. zijn minder volledig genoteerd, en zijn niet in de database opgenomen. De resultaten zijn geanalyseerd in diverse wetenschappelijke publicaties (Dekker 1986, 1998a, 2000) en spelen een belangrijke rol in talloze wetenschappelijke publicaties in binnen- en buitenland. Zie Dekker (1998b) voor een uitgebreide beschrijving van karakteristieken van de glasaalvangsten in Den Oever. Figuur 4-f toont de trend in de vangsten van Den Oever, uitgedrukt als gemiddelde vangst in April, 's avonds om 22u00. Na een rijke periode in de jaren 1960 en 1970, nam de glasaal vanaf 1980 tot 1990 snel af, naar ca. 10 % van het voorafgaande niveau. Gedurende de jaren 1990 trad een verdere afname op, met als voorlopig dieptepunt de vangst in 2001, waarin de vangst maar 1.6 % van die van de jaren 1960/1970 bedroeg...



Figuur 4-f De ontwikkeling in de glasaal voor Den Oever sinds 1940.



Figuur 4-g De ontwikkeling in de glasaal sinds 1970, op de overige locaties. NB: de verticale as van deze grafiek is aangegeven op logaritmische schaal. De plaatsen van de stations zijn aangegeven in tabel NL.3.A en figuur NL.3.a.

Tabel 3 De indices van de glasaalvangsten in Den Oever per jaar.

Decade Jaar	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
0		12.71	6.90	22.48	40.06	28.11	3.57	1.70
1		12.10	13.61	38.81	18.01	23.53	1.08	0.55
2		18.77	87.93	88.13	31.65	14.95	2.82	1.13
3		13.12	13.33	126.48	24.13	9.83	2.84	1.47
4		37.26	19.87	39.80	26.59	13.37	4.75	
5		-	27.34	81.92	34.97	14.57	6.85	
6		6.24	7.25	19.52	27.86	15.33	7.80	
7		5.85	16.20	30.57	61.49	6.03	12.53	
8	16.00	5.28	52.02	20.73	40.87	4.23	2.23	
9	33.94	5.27	29.13	17.64	55.03	2.95	3.43	

Tabel 4 De indices van de glasaalvangsten op de overige stations. In deze tabel is het gemiddelde van alle waarnemingen op een station weergegeven, ongeacht het tijdstip en de dag van bemonstering.

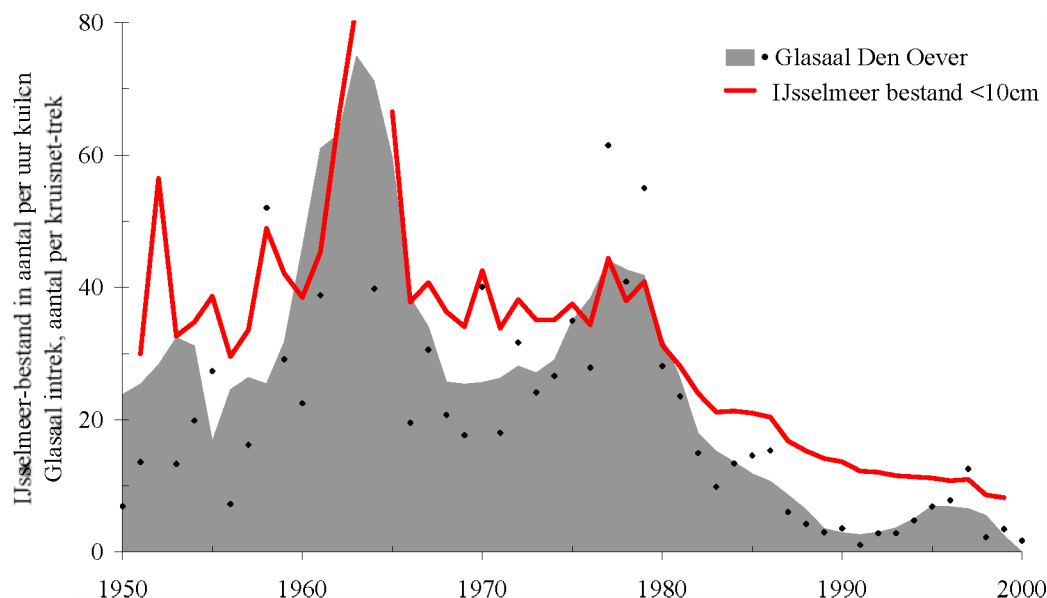
Jaar	Otheense Kreek	Bath	Krammer	Stellendam	Katwijk	Umuiden	Den Oever, schutsluizen	Harlingen	Nieuwstatenzijl	Termunten-zijl	Lauwersoog
1969						47.3					
1970						31.5					
1971				15.4							
1972				4.1							
1973				13.1		32.8					
1974				22.8		119.3					
1975				13.9		66.8					
1976				11.3		73.1					14.4
1977				42.1		159.2					28.4
1978				42.1		131.7					83.9
1979				27.3		176					66.2
1980				45.1		101.5					80.3
1981				47.3		113.9					55.1
1982				11.3		20.8					17.4
1983				14.3		15.6					15.1
1984				3.8		11.4					7.1
1985				8.7		1					25.2
1986				6.4		4.7					1.3
1987				9.8		7.7					52.0
1988				7.6		3.5					0.5
1989				4.4		1.6					12.1
1990			0.3	11.3		4.7					5
1991		5.9	0.1	1.7	5.1	2				0.3	6.3
1992		12.3	0.3	9.9	8.2	2.5		14.8		0.4	7.3
1993		17.5	0.3	5.2	13.5	1.6				1.4	20.8
1994		14.6	0.5	2.7	15.1	3.6		16		2.2	22.5
1995	0.5	15.7	0.3	3.2	27.1	13.1	27.8	6.8		3	11.6
1996	1	26.8	0.7	0.4	25.4	4	10.2	29.7	24	6	34.4
1997	0	40.4	0.4	2.5	10.9	1.3	10.2	12.4	21	10.6	20.9
1998	0.7	18.3	0.6	0.9	38.8	1.2	6.5	15.4	19.9	1.1	9.9
1999	1.2	23.1	0.6	1	101.3	1.6	5.6	12.7	11.8	7.5	15.1
2000	0.7	20.1	0.8	5.6	8.8	1.5	4	2.8	23.3	5.7	6.6
2001	0.5	1.2	0.1	0.9	8.1	0.4	1.5	1.8	16.1	0.8	1.7
2002	0	13.6	0.4	3.7	9.8	0.05	1	2.2	35.3	0.9	3.4
2003	0	7.0	0.1	0.4	11.8	0	4.7	3.8	25.5	0.4	1.2

5. Andere gegevensbronnen

Naast de beschreven monitoring van de glasaal met een kruisnet, zijn er nog enkele andere bronnen van informatie over de toestand van de aalstand. Deze worden hier kort beschreven.

5.1 Monitoring aalbestand in het IJsselmeer

Naast de monitoring van de intrekende glasaal aan de Wad-zijde van de sluizen, vindt er ook een monitoring van de aalstand in het IJsselmeer plaats. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een 3 m brede boomkor, met een elektrische spanning tussen de sloffen, en een maaswijdte van 2 mm. Voorafgaand aan de ontwikkeling van dit elektrische vistuig, werd er gebruik gemaakt van een 8 m breed kuilnet met een maaswijdte van 2 mm. Gecombineerde analyse van ondermeer alle gegevens van deze bestandsopnames hebben een gedetailleerd beeld gegeven van de ontwikkelingen in de aalstand van het IJsselmeer (Dekker 2003). De resultaten (Figuur 5-f) tonen, dat de ontwikkelingen in de stand van jonge aal (< 10 cm) in het IJsselmeer in grote lijnen dezelfde trend vertoont als die van de glasaal-monitoring in Den Oever. Tevens blijkt echter een toenemende discrepantie binnen de bestandsopnames, tussen de kleinste en iets grotere aal, tussen de ondermaatse en maatse aal, etc (zie Dekker 2003 voor de details), waarbij in latere jaren een toenemende daling van de dichtheid blijkt op te treden van de grotere alen. Kennelijk is er sprake van een geleidelijk toenemende mortaliteit, door nog onbekende oorzaak.



Figuur 5-a De ontwikkeling in de glasaalvangsten voor de sluizen van Den Oever in vergelijking met de ontwikkeling in de bestandsopnames op het IJsselmeer.

5.2 Pootaalvoorziening NW Overijssel

Op diverse plaatsen in Europa is een pootaal-val in gebruik, gebaseerd op de aantrekkende werking van stromend zoet water op de glasaal en (jonge) rode aal. In de nabijheid van een stuw wordt de dieren een alternatieve route aangeboden, bestaande uit een (planken) goot gevuld met hei, wilgentenen, borstels of plastic matten, waardoorheen een zoete waterstroom sijpelt (Figuur 5-b). Bij de bovenkant van de goot aangekomen tuimelen de dieren in een reservoir. Dagelijks wordt het reservoir gelegeerd en wordt de glasaal handmatig over de dijk gebracht. In Nederland is een dergelijke constructie in gebruik in Vollenhove, op de dijk tussen het Zwarte Water en Noord-West Overijssel, om precies te zijn: in de Ettelandse Kolk bij het gemaal Stroink. De in de Ettelandse Kolk optrekkende alen hebben merendeels een lengte tussen de 15 en 20 cm.



Figuur 5-b Een conventionele pootaalval. Water stroomt via de pijp naar de hellingbaan gevuld met wilgentenen. Deze val staat bij Adara in de Maigue (Ierland). In Vollenhove loopt de aanvoerslang over een hoge dijk.



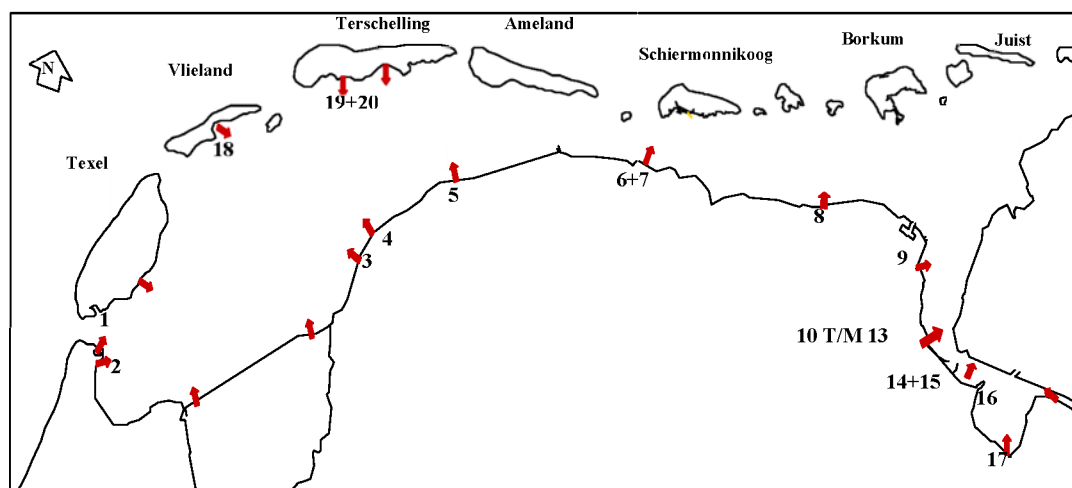
Figuur 5-c In de vernieuwde val in Vollenhove is de wilgenbaan vervangen door een uitstroomopening onder het water, afgesloten door een aantal stalen trechters, vergelijkbaar aan de kelen in een fuik.

De pootaalval in de Ettelandse Kolk is sinds 1958 nagenoeg ongewijzigd in gebruik geweest. Eind jaren 1990 is de constructie gemoderniseerd (Figuur 5-c), waarbij eerst een nieuwe val in een ander water (Beukerssluis) is geïnstalleerd, en later deze nieuwe val naar de Ettelandse Kolk is verplaatst. Volgens mededeling van betrokken vissers is de nieuwe val eenvoudiger in de bediening, en efficiënter in de vangst, maar is er geen sprake van een hogere vangst over het gehele jaar.

De vangsten van de pootaalvallen in de Ettelandse Kolk is sinds de aanleg met enige regelmaat gerapporteerd, maar zijn totnogtoe nog niet als monitoring geïnterpreteerd. Door onvoorziene omstandigheden is de historische data-reeks niet meer beschikbaar.

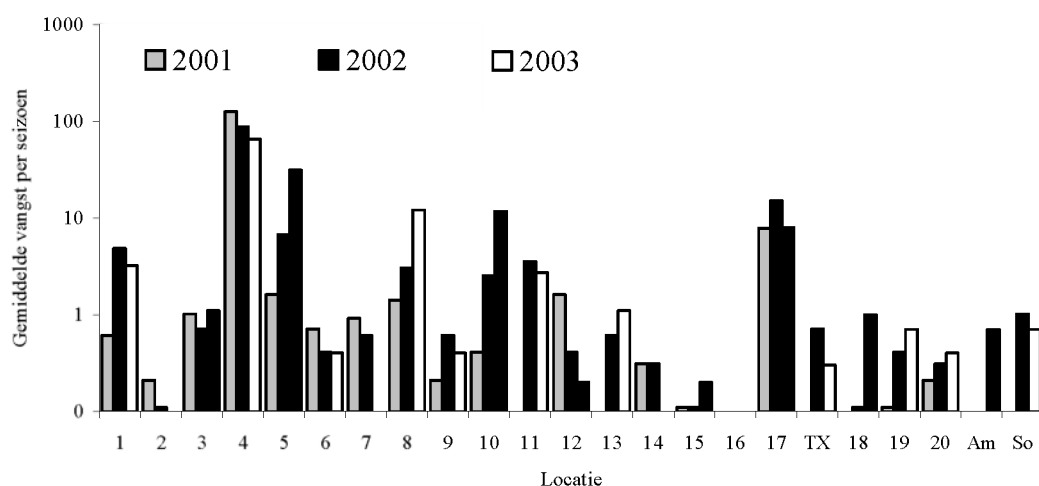
5.3 Monitoringsprogramma Noord Nederland

In de jaren 2001 tot en met 2003 heeft in Noord Nederland een uitgebreide monitoring van de intrek van ondermeer glasaal en stekelbaars plaatsgevonden, waarbij dezelfde methodiek is gebruikt als in de bestaande glasaalmonitoring. Dit programma werd uitgevoerd door vrijwilligers en medewerkers van Waterschappen en provincie, onder leiding van Wintermans Ecologen Bureau en het RIKZ. Hierbij werden gedurende het voorjaar elke twee weken bemonsteringen uitgevoerd op 20 locaties (Figuur 5-d). De resultaten (Figuur 5-e) tonen een grote variatie tussen de verschillende locaties, welke consistent blijkt op te treden in beide nu gerapporteerde jaren. Dit programma heeft inmiddels 3 jaar geduurd, en een belangrijke bijdrage geleverd aan de beoordeling van de relatieve waarde van verschillende intrekpunten. De reeksen zijn echter nog veel te kort om reeds enige informatie te leveren over de ontwikkeling in de glasaalintrek over de jaren.



Figuur 5-d Ligging van de bemonsteringslocaties langs de Nederlandse Waddenzeekust (figuur overgenomen uit Wintermans en Jager 2003)

1 Den Helder west	6 Lauwersoog spui	11 Eemskanaal spui	16 Breebaart
2 Den Helder oost	7 Lauwersoog schut	12 Duurswold	17 Nieuwe Statenzijl
3 Harlingen	8 Noordpolderzijl	13 Eemskanaal schut	18 Vlieland
4 Roptazijl	9 Spijksterpompen	14 Termunterzijl	19 Terschelling west
5 Zwarte Haan	10 Damssterdiep	15 De Fiemel	20 Terschelling oost

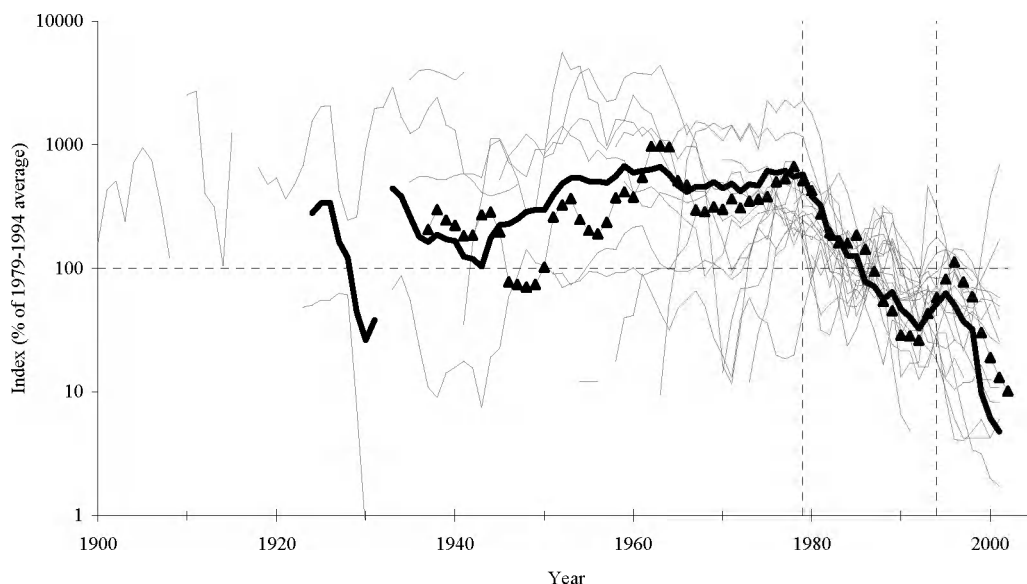


Figuur 5-e Het gemiddeld aantal glasalen per bemonstering in 2001, 2002 en 2003, voor alle locaties van het trekvisprogramma in Noord-Nederland. De waarnemingen zijn hier weergegeven op logaritmische schaal. Locaties en locatie-nummers zie Figuur 5-d. Gegevens ontleend aan Wintermans en de Jager (2003).

5.4 Vergelijking met glasaal-monitoring in andere landen

In diverse landen binnen het verspreidingsgebied van de Europese aal wordt op verschillende manieren de intrek van glasaal gemonitord (zie Dekker 2002 voor een compleet overzicht). Dit betreft gegevens van zowel commerciële visserij op glasaal, als van vanginstallaties voor pootaal, glasaal-vangsten voor uitzet in binnenwateren, alsook import-export statistiek en de wetenschappelijke monitoring in Den Oever. Deze verschillende gegevens vertonen een opvallend gelijke trend in de ontwikkeling over de jaren 1960-2000 (Dekker 2000): een rijke periode in de jaren 1960 en 1970, gevolgd door een snelle daling in de jaren 1980, een laag maar redelijk stabiel niveau in de jaren 1990, en tenslotte een verdere daling rond 2000. Ondanks de verschillende methoden, en lokale omgevingsfactoren, lijken alle series hetzelfde signaal te

meten, dat kennelijk gedomineerd lijkt te zijn door de ontwikkeling in de aanvoer van glasaal uit de oceaan. Vergelijking van de gegevens van Den Oever met de overige series toont een sterke correlatie. De gegevens van Den Oever blijken centraal in de hele dataset te staan; de trend in de Den Oever data komt voor 80-90% overeen met de gemeenschappelijke ontwikkeling (Dekker 2000); Den Oever vormt daarmee een van de meest representatieve waarnemingsstations, samen met de Nalon (Spanje), de Vilaine en Loire (Frankrijk), de Ems (Duitsland) en de Göta Älv (Zweden).



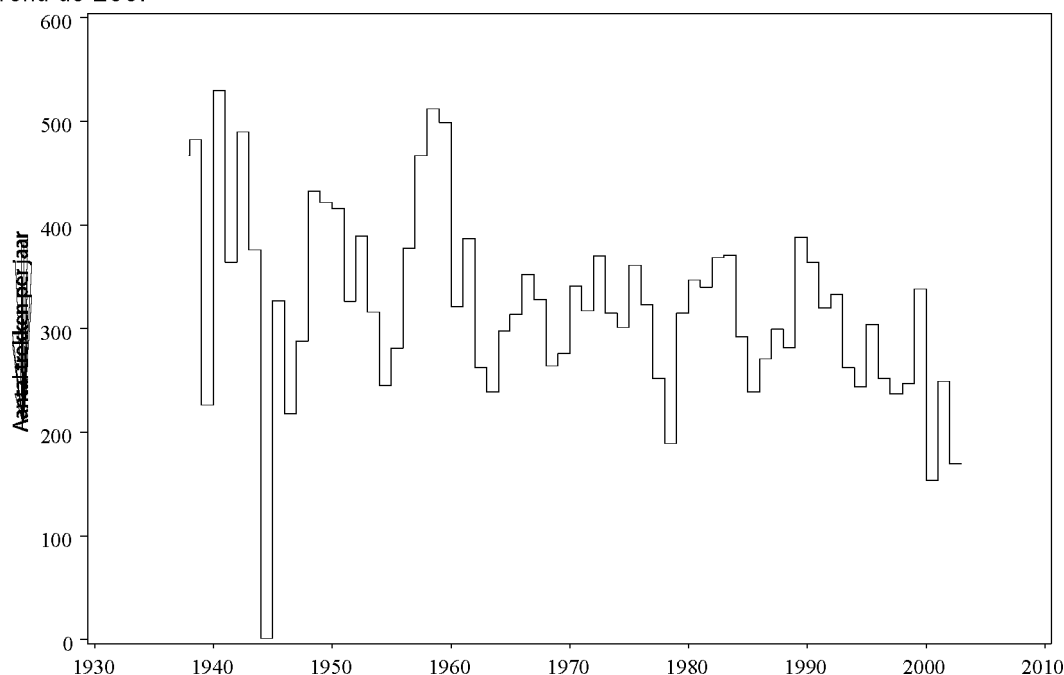
Figuur 5-f De resultaten van de glasaal-bemonsteringen in Den Oever (driehoekjes) komen redelijk overeen met het merendeel van de andere waarnemingen in Europa (grijs) en met de dominante trend in de combinatie van alle series (zwart).

6. Statistische betrouwbaarheid

Een veldbemonstering geeft altijd een variabel resultaat te zien: variatie in de bemonstering, in het weer en het water, in de aanwezigheid van de glasaal, maken dat geen enkele kruisnettrek een absoluut betrouwbaar resultaat geeft. Slechts een programma van herhaalde bemonsteringen kan een realistische schatting opleveren van de betrouwbaarheid. De omvangrijke dataset van Den Oever verschaft de gelegenheid de statistische betrouwbaarheid van de resultaten expliciet te berekenen.

6.1 Aantal waarnemingen per jaar

De kruisnet-bemonstering in Den Oever is aangevangen in 1938, dat was 6 jaar na de afsluiting van de Zuiderzee. Al vanaf het allereerste jaar werd een bemonsterings-intensiteit gehaald van ca. 400 trekken per seizoen (Figuur 3-a); in 1940 is de bemonstering beëindigd op 10 mei; in 1945 heeft in het geheel geen bemonstering plaatsgevonden. In de periode daarna is in doorsnee rond 300 trekken per jaar gerealiseerd, met uitschieters in de jaren rond 1950 en 1960, samenhangend met intensief onderzoek naar het gedrag van de glasaal nabij de sluizen. Na een koude winter (1963) komt de intrek van de glasaal pas laat in het seizoen op gang, terwijl de afloop doorgaans niet verlaat wordt. In koude jaren zijn er daardoor aanmerkelijk minder monsters verzameld. In recente jaren is de hoeveelheid glasaal dermate gering, dat gedurende vele weken nauwelijks nog glasaal gevangen kan worden. In deze weken zijn geen regelmatige bemonsteringen meer uitgevoerd, waardoor het aantal monsters in recente jaren gedaald is naar rond de 200.

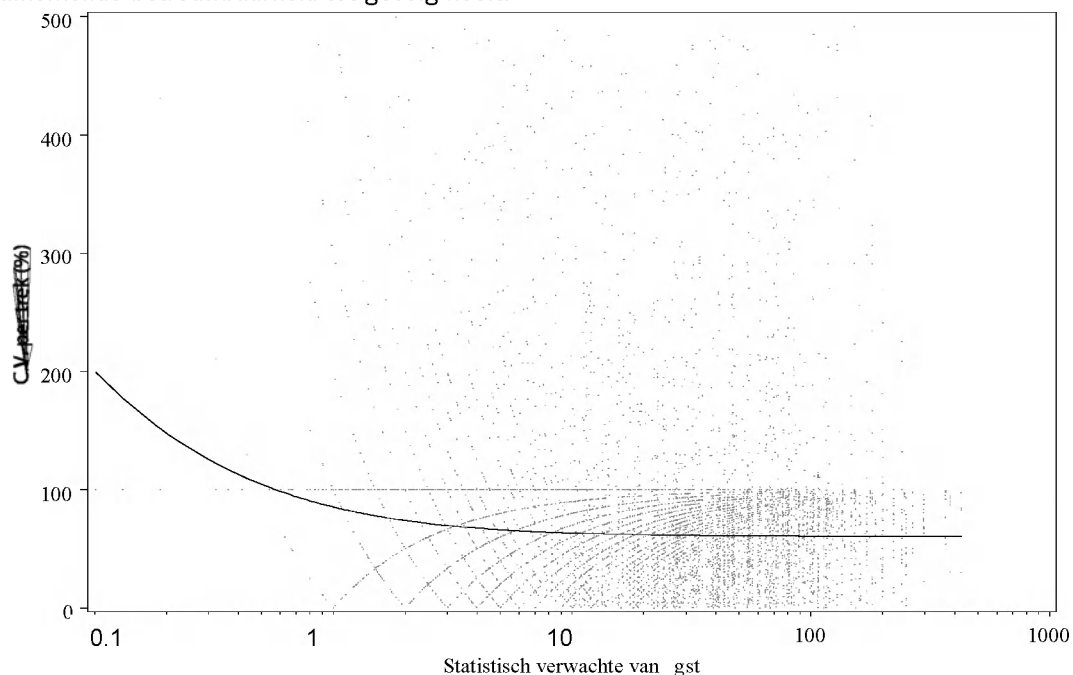


Figuur 6-a De intensiteit van de kruisnet-bemonstering in Den Oever bedroeg rond 400 in de jaren 1940 en 1950, en rond 300 trekken per jaar in de periode daarna. Omdat aanvang en beëindiging van de bemonstering mede afhankelijk zijn gemaakt van de vangst-omvang, is het aantal monsters in de meest recente jaren, met sterk verminderde vangsten, aanzienlijk gedaald, naar ca. 200 trekken.

6.2 Statistische betrouwbaarheid en aantal glasalen

De statistische betrouwbaarheid van de glasaal-bemonstering is sterk afhankelijk van de omvang van de vangsten. In jaren waarin weinig glasaal aanwezig is, wordt in een aanzienlijk deel (30-50%) van de trekken helemaal geen glasaal gevangen. Onduidelijk is en blijft, of er op dat moment helemaal geen glasaal aanwezig is, of dat er door toeval nu juist even geen glasaaltje op het net achterblijft. In rijke jaren (de periode 1960-1980) zijn nul-waarnemingen buitengewoon schaars (< 5 %). Hoe het ook zij, de variatie in vangsten, en daarmee de betrouwbaarheid van de resultaten, vertoont een sterke relatie met de dichtheid (Figuur 6-b). Bij een statistische verwachting van 100 glasalen per trek bedraagt de trek-tot-trek variatie ca. 65; bij een gemiddelde van 100 glasalen per trek wordt in 15 % van de gevallen meer dan 165 glasalen gevangen, en in 15 % minder dan 35. Bij lagere dichtheden neemt deze variatie weliswaar in absolute aantallen af, maar procentueel gezien is er sprake van een toename! Hoe geringer de vangsten, des te lager de betrouwbaarheid. In de statistische analyse van de gegevens is hiermee rekening gehouden, door

de omstandigheden waaronder hoge vangsten verwacht worden, relatief wat zwaarder mee te laten wegen. Voor zover hierbij omstandigheden binnen een seizoen worden vergeleken, heeft dit geen wezenlijke gevolgen voor de inschatting van de totale intrek van de glasaal. In recente jaren is er echter sprake van een systematische daling in de dichtheden, die een stelselmatig afnemende betrouwbaarheid tot gevolg heeft.



Figuur 6-b De behaalde statistische nauwkeurigheid van de glasaal-bemonstering in Den Oever is sterk afhankelijk van de gemiddelde vangst. In deze grafiek is de C.V. (Coefficient of Variation = standaard deviatie gedeeld door gemiddelde) uitgezet tegen de statistisch verwachte vangst. De punten geven alle individuele waarnemingen¹ in de afgelopen 65 jaar weer, de getrokken lijn het functionele verband tussen C.V. en gemiddelde.

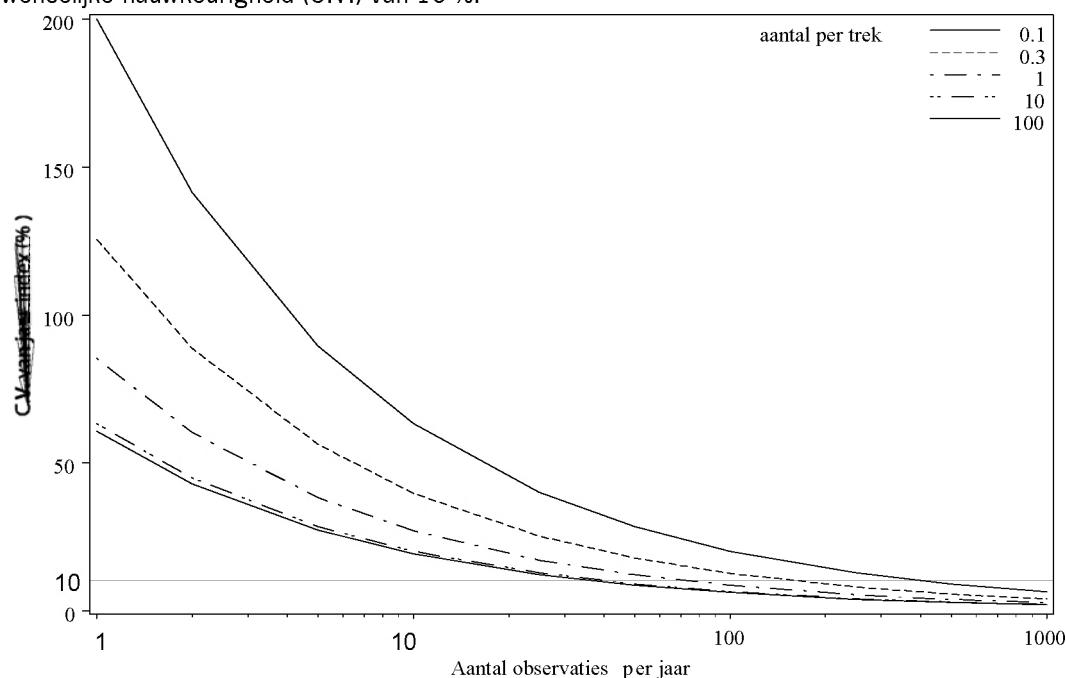
6.3 Statistische betrouwbaarheid en aantal monsters

In de voorafgaande paragraaf is de variatie in individuele kruisnet-trekken gerelateerd aan de dichtheid van het glasaal-bestand. In de praktijk is deze individuele variatie nauwelijks van belang, omdat het gebruik van resultaten zich geheel toespitst op jaar-gemiddelden, op jaarlijkse indices. Doordat deze indices gebaseerd zijn op een groot aantal waarnemingen (Figuur 6-a) kunnen zij veel nauwkeuriger worden vastgesteld. De betrouwbaarheid van een gemiddelde is statistisch gerelateerd aan de wortel uit het aantal waarnemingen: middeling van 4 waarnemingen halveert de onzekerheidsmarge, van 9 waarnemingen beperkt de onzekerheid tot een derde, etc. In Figuur 6-c is het verband geschetst tussen het aantal waarnemingen en de onzekerheid in de jaar-indices van de glasaal-bemonstering in Den Oever, voor een dichtheid van 0.1 tot 100 glasalen per trek, min of meer overeenkomend met het rijkste glasaal-jaar 1963, en een ietwat extremere situatie dan het huidige historische minimum van 2001.

De vraag rijst, welke betrouwbaarheid gewenst is, en met welke kans men die betrouwbaarheid ook werkelijk wenst te behalen. Dit is een probabilistische randvoorwaarde voor verdere analyse van het bemonsteringsprogramma, waarop niet eenvoudig antwoord gegeven kan worden. De huidige analyse is mede ingegeven door de sterke achteruitgang in de glasaal sinds ca. 1980, welke een gemiddelde daling van ca. 10 % per jaar te zien gegeven heeft. Een bemonstering, waarvan de resultaten niet een verandering van 10 % had kunnen vaststellen, zou in dit verband

¹ In deze grafiek is, in plaats van de onbekende variantie van individuele waarnemingen, het model-residu gebruikt. Alle waarnemingen met 0, resp. 1, 2, 3, etc. glasalen zijn duidelijk herkenbaar, liggend op een zichtbare kromme lijn. Tussen deze krommen worden geen waarnemingen aangetroffen, omdat een waarneming met een ½ glasaal, 1½ glasaal, etc. uit de aard der zaak niet mogelijk is.

onvoldoende zijn geweest, hoewel op termijn een sterkere achteruitgang over een langere termijn van enkele jaren had kunnen worden vastgesteld. Daarom wordt hier verder uitgegaan van een wenselijke nauwkeurigheid (C.V.) van 10 %.



Figuur 6-c De nauwkeurigheid van berekende jaar-indices is gerelateerd aan het aantal bemonsteringen waarop elke index is gebaseerd. In deze grafiek is de C.V. (Coefficient of Variation = standaard deviatie gedeeld door gemiddelde) gerelateerd aan het aantal monsters per jaar, voor een gemiddelde vangst tussen 0.1 en 100 glasalen per trek (ruwweg overeenkomend met de situatie in 2001 resp. 1963). De referentielijn bij C.V.=10% komt overeen met de waargenomen daling in de glasaalvangsten in de jaren 1980.

Bij een gemiddelde vangst van 100 glasalen volstaat een bemonstering van 40 trekken per jaar om de onzekerheidsmarge rond de jaarindex tot ca. 10 % te beperken, terwijl bij een vangst van gemiddeld 0.1 glasalen ca. 400 trekken nodig zijn voor een vergelijkbare betrouwbaarheid. In paragraaf 6.1 is aangegeven, dat een lage glasaal-dichtheid ertoe leidt dat in het voor- en naseizoen gedurende lange tijd nagenoeg geen glasaal wordt gevangen, en de bemonstering daarom noodgedwongen wordt beperkt. Dit heeft tot gevolg, dat in de glasaal-rijke jaren 1960 en 1970, bij een dichtheid van 17-126 glasalen en 250-500 trekken, de gewenste nauwkeurigheid ruimschoots werd behaald, maar dat in de jaren 1990, bij een dichtheid van 1-12 glasalen en 150-350 trekken, het lopende bemonsteringsprogramma niet meer de gewenste nauwkeurigheid kon garanderen. De dalende glasaal-aantallen, in combinatie met een verminderd aantal trekken, leidt tot een onvoldoende betrouwbaar resultaat.

7. Natuurlijke riviermonding

De bouw van de Afsluitdijk in 1932 heeft een situatie geschapen, waarin de mogelijkheid voor trekvis om tussen zee en binnenwater heen en weer te trekken aanzienlijk is beperkt. Alvorens in te gaan op mogelijke alternatieven voor de huidige monitoring, zal hier eerst een beschrijving gegeven worden van een natuurlijke situatie, en de gevolgen van de aanwezigheid van de Afsluitdijk en sluizen.



Figuur 7-a De monding van de rivier de Marta, ten noorden van Rome, is een voorbeeld van een natuurlijke riviermonding, waarin de glasaal makkelijk kan binnentrekken.

7.1 Selectief getijden transport

Trekvisen brengen een deel van hun leven in zee door, en een deel in het zoete binnenwater. Op hun weg naar het binnenwater maken ze in de monding van een rivier gebruik van een mechanisme waarmee ze met minimale inspanning vèr de rivier op komen. In de monding van de rivier (het estuarium) treedt, als gevolg van de getijdenbeweging op zee, een heen en weer gaande waterbeweging op. Tijdens de vloed stroomt water naar binnen; dicht bij zee is dit volledig zout, maar landinwaarts treedt een zoete getijdenstroom op. Deze getijdenwerking kan zich tot op enkele tientallen kilometers van de zee uitstrekken. Op de Waal reikt het horizontale getij tot aan Dordrecht, meer dan 50 km vanaf Hoek van Holland. Tijdens de eb keert de waterstroom om en wordt de natuurlijke afstroom van de rivier versterkt. De trekvis blijkt veelal handig van deze waterstromingen gebruik te maken: tijdens de vloed zwemt ze nabij het oppervlak van het water en stroomt met de vloed mee naar binnen, terwijl ze zich tijdens de eb in of nabij de bodem ophouden, en zodoende voorkómen dat ze met de ebstroom terug naar zee stromen.

Dit migratie-mechanisme staat bekend als selectief getijden-transport. De inspanning van de vis, die gebruik maakt van selectief getijden-transport, blijft beperkt tot rustig rondzwemmen tijdens de vloed en weggroepen in de bodem of oever tijdens de eb. Mochten omstandigheden het nodig maken de rivier nog tijdelijk te mijden (lage wintertemperaturen!), dan volstaat een korte periode zwemmen tijdens de eb om snel weer helemaal terug naar zee verplaatst te worden.

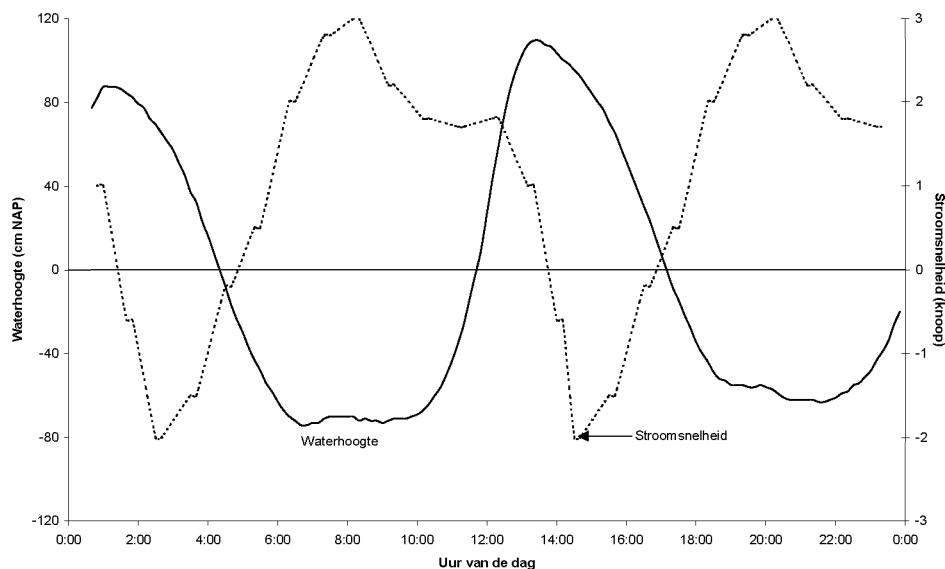
Het selectief getijden-transport is omstandig aangetoond in vele natuurlijke estuaria, voor vele verschillende vissoorten, waaronder botlarven en glasaal (slechte zwemmers die alleen met selectief getijden transport de rivier in kunnen migreren) en zalm en forel (goede zwemmers, die desnoods ook actief zwemmend de uitstromende rivier kunnen overwinnen). Duidelijk is dat de meeste soorten primair van dit mechanisme gebruik proberen te maken (*le marée est le moteur de migration*), maar minder duidelijk is hoe het verschil tussen eb en vloed waargenomen wordt. Veelal is verondersteld dat zoet water de attractieve prikkel is, maar experimenten geven een verwarrend beeld. Realiseert men zich echter dat in een estuarium de vloedstroom relatief zout water naar binnen brengt, terwijl de ebstroom ruimte maakt voor het zoete rivierwater, dan wordt duidelijk dat het selectief getijden-transport slechts mogelijk is als de vis bij toenemend zoutgehalte gaat zwemmen en bij afnemend zoutgehalte in de bodem of oever weggroeft. Voor het zoete water weggroepen in de bodem leidt ertoe dat de vis in het zoete water terechtkomt!

(Door bij eb de bodem of oever op te zoeken komt de vis op de duur vanzelf in het zoete water terecht!) Ook is het denkbaar dat de vis direct de zeespiegelrijzing tijdens de vloed waarneemt (druk-gevoeligheid), of mogelijk nog andere fysische of chemische factoren, maar waarschijnlijk zal een samenstel van factoren uiteindelijk bepalend zijn.

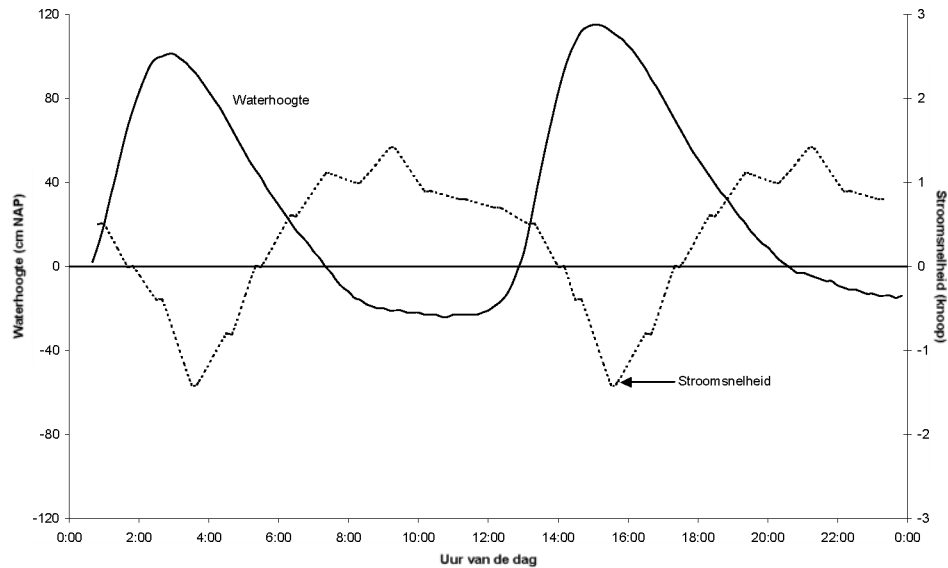
7.2 Karakteristieken van een natuurlijke rivier

Het selectief getijden-transport maakt dat de vis vrijwel zonder inspanning een rivier in kan trekken, zo ver als het getij reikt. In open estuaria in Frankrijk blijkt glasaal zich inderdaad ver stroomopwaarts te begeven en ontstaan er daardoor concentraties glasalen op de hoogst gelegen plaats, waar het getij nog net waarneembaar is (tidal limit). Dit zijn doorgaans ook de plaatsen waar commerciële visserij op de glasaal plaats vindt. Ook in de Westerschelde blijkt er op de overgang tussen rivier en estuarium, ter hoogte van Bath, een belangrijke concentratie glasaal te vinden.

Natuurlijke estuaria hebben dikwijls de vorm van een trechter. Voor de rivier de zee bereikt, wordt het rivierbed geleidelijk breder. In dit gebied is veelal een slikkig sediment aanwezig, maar ook zand en grind-bedden komen voor. Van botlarven is bekend dat ze zich tijdens de eb op slikkige bodem settelen/vestigen, van glasaal dat ze in grindbedden wegkruipen en van stekelbaarzen dat ze luwte in de oevers (inhammen, vegetatie) opzoeken. Waar het estuarium in de zee over gaat kan een zanddrempel aanwezig zijn, die met laag water mogelijk deels droog valt. De exacte vorm van de riviermonding en het volume zeewater dat wordt aangevoerd en het rivierwater dat wordt afgevoerd bepalen de relatie tussen waterstand en waterstroming op een bepaalde plaats. Met een beperkt achterland (zoals voor een kademuur of dijk) treedt tijdens hoogwater stilstand van het water op, terwijl bij een open achterland (zoals in open riviermondingen) dan juist een maximale stroming rivier-opwaarts optreedt. In het algemeen zal de eerste situatie zich hoger op de rivier voordoen, terwijl de laatste nabij zee optreedt.



Figuur 7-b De relatie tussen waterstand en stroomsnelheid in de monding van een natuurlijke, open rivier. Weergegeven zijn gegevens van Hoek van Holland, op 2 april 2000. Hoogwater werd in Hoek van Holland verwacht om 2u25 en 14u34, laagwater om 8u10 en 22u56.



Figuur 7-c De relatie tussen waterstand en stroomsnelheid in een natuurlijke, open rivier, op enige afstand van de monding. Weergegeven zijn gegevens van Krimpen aan de Lek, op 2 april 2000. Hoogwater werd in Hoek van Holland verwacht om 2u25 en 14u34, laagwater om 8u10 en 22u56.

7.3 Actief zwemmen

Vanaf de tidal limit stroomopwaarts rest de trekvis geen andere optie dan actief tegen de stroom in te zwemmen. Deze actieve migratie is voor de vis buitengewoon kostbaar in termen van energie die in de zwembeweging gestoken moet worden. Hoewel een vis in het algemeen een korte sprint van ca. 3 lichaamslengtes per seconde kan maken, ligt de gemiddelde snelheid voor de meeste soorten eerder in de orde van grootte van één lichaamslengte per seconde. Glasaal kan gedurig zwemmen met een snelheid van 1 lichaamslengte (7 cm/s), met korte spurts tot maximaal 50 cm/s.

De stroomsnelheid van de Rijn ligt gemiddeld hoger, in de orde van grootte van 100 cm/s of meer! Het is dan ook niet verwonderlijk, dat deze actieve migratie zo lang mogelijk wordt uitgesteld, en veelal alleen plaats vindt bij voldoende hoge watertemperatuur (5-10 °C). En dan nog maken vele vissen gebruik van de stroomschaduw van obstakels en wervelingen nabij bodem en oever, om tegen de waterstroom in te kunnen komen.



Figuur 7-d De sluizen in de IJzer bij Nieuwpoort vormen weliswaar een barrière voor het selectief getijden transport, maar geven de glasaal nog volop gelegenheid door de kieren en spleten naar binnen te zwemmen.

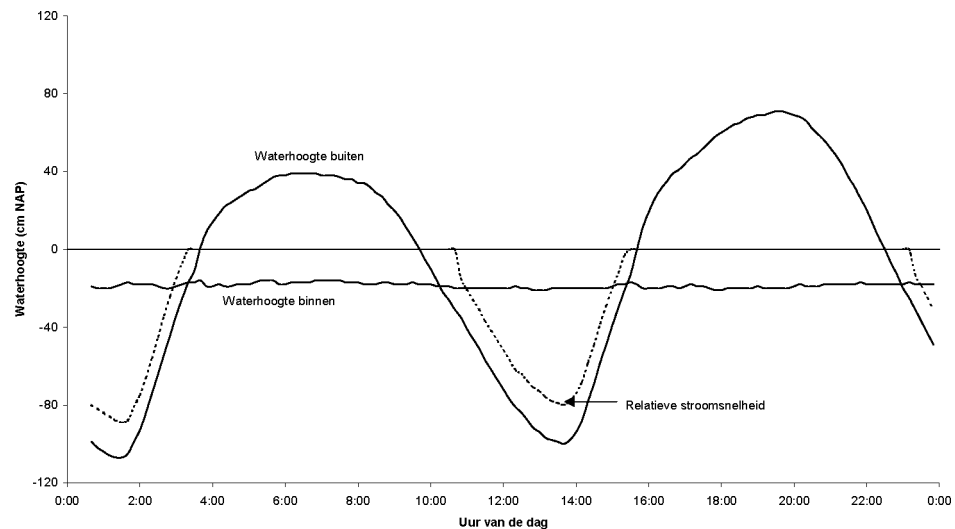
7.4 De situatie bij de Afsluitdijk



Figuur 7-e De Afsluitdijk vormt een wezenlijke barrière voor de glasaal op zijn weg naar de zoete binnenwateren.

Bij de Afsluitdijk doet zich een onnatuurlijke situatie voor: een scherpe overgang van zout naar zoet water, op een plaats waar wel een verticale getijdencyclus (hoogte) aanwezig is, maar tot nog toe geen water naar binnen kon stromen (geen stroming gerelateerd aan de getijdencyclus). Als gevolg daarvan kan het selectief getijden transport de glasaal tot aan de sluisdeur brengen, maar niet verder. Vlak voor de sluisdeur ontstaat hierdoor een ophoping van vis (Dekker en van Willigen 2000), die wacht op een gelegenheid om met de vloedstroom door de sluisen naar binnen te stromen. Elke dag weer ondervinden de glasalen voor de sluis de vloedstroom. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat in deze situatie vrijwel geen sprake is van actief zwemgedrag: een geboden gelegenheid om tegen een zoetwaterstroom in te zwemmen (d.w.z. de plaatsing van een conventionele glasaal/pootaal-val, volgens het principe van Figuur 5-b; Heermans en van Willigen, 1974) blijkt maar zeer weinig benut te worden. De glasaal wacht kennelijk liever op een gelegenheid om toch met de vloed mee te zwemmen, en hoopt zich op voor de sluis. Plaatsing van een aalval voorkomt niet dat de glasaal zich voor de sluis ophoopt, maar maakt nog enige vangst dankzij de grote aantallen aanwezige glasalen.

Toch komt de glasaal wel degelijk door de sluisen het IJsselmeer in. Het lijkt het meest waarschijnlijk, dat er bij tijd en wijle wel degelijk een hoeveelheid water uit de Waddenzee door de sluisen naar binnen stroomt. Dit zou waarschijnlijk met name optreden aan het eind van een spuiperiode, wanneer de vloed, met daarin de zwemmende glasaal, weer opkomt, en de sluisen net niet op tijd gesloten worden. De glasaal voor de sluisen wacht in feite op deze zeldzame gelegenheden, om naar binnen te komen (Dekker en van Willigen 2000). Dit verklaart waarschijnlijk ook, waarom gemerkte glasaal voor de sluisen, ondanks dagelijkse spui van water naar de Waddenzee, wekenlang voor de sluis aanwezig bleef (Dekker en van Willigen 1997).



Figuur 7-f De relatie tussen waterstand en stroomsnelheid in een situatie zoals bij de Afsluitdijk: instroom van zout water naar het IJsselmeer wordt voorkomen door de sluizen tijdens hoogwater te sluiten. Weergegeven zijn de waterhoogtes op 2 april 2000. De stroomsnelheid is afgeleid uit het verschil in waterhoogte tussen binnen en buiten, en informatie over de periode waarin daadwerkelijk gespuid is. Hoogwater werd in Den Oever verwacht om 7u47 en 20u29, laagwater om 2u11 en 14u32.

8. Alternatieven voor de bestaande monitoring

De glasaal-monitoring in ons land is bovenal gebaseerd op experimentele bevissing m.b.v. een kruisnetje van 1*1 m. In de afgelopen 65 jaar is dit netje, de locatie en de gebruikte methode nagenoeg ongewijzigd gebleven, waardoor de resultaten over deze lange periode goed vergelijkbaar zijn. De huidige afname in de dichtheid van de glasaal maakt het echter noodzakelijk, alternatieve technieken te overwegen. De grootste kruisnetvangst ooit werd gemaakt in IJmuiden (op 18 april 1979, ca. 2500 stuks, d.w.z. ± 1 kg), maar in het laatste bemonsteringsjaar (2003) is in de reguliere monitoring op deze locatie (3 trekken per avond, op 13 avonden verspreid over het seizoen) geen enkele glasaal meer gevangen. Zowel de statistische betrouwbaarheid, als de motivatie van de uitvoerders leiden onder een dergelijk teleurstellend resultaat. Herbezinning op de bestaande, en overweging van alternatieve methodes is dan ook op zijn plaats.

8.1 Internationale betekenis van Nederlandse monitoring

De monitoring in Den Oever maakt deel uit van een internationaal netwerk van glasaal-monitoring, welke in de afgelopen jaren de dalende trend in de glasaal-intrek heeft kunnen vaststellen. Dit netwerk is ontstaan uit de bundeling van nationale monitoring (Dekker 2002). De waarnemingsreeksen binnen dit netwerk variëren sterk in kwaliteit en lengte. De langste reeksen worden gevormd door de monitoring in Göta Älv (Zweden, sinds 1900), Motala (Zweden, sinds 1942), Bann (N.Ierland, sinds 1936), Ems (Duitsland, sinds 1946), Den Oever (Nederland, sinds 1938), Loire (Frankrijk, sinds 1924), en Albufera (Spanje, sinds 1936). Een aantal van deze reeksen wordt niet meer voortgezet: Göta Älv (zalmvirus-infectie), Ems (niet meer exploitabel), Albufera (niet meer exploitabel). De reeksen in de Bann en Loire zijn gebaseerd op commerciële visserij; onduidelijk is welke gevolgen de extreme prijsstijging voor de glasaal in de afgelopen decennia op deze reeksen heeft gehad. In de Motala wordt grotere rode aal gevangen (25-45 cm lengte). De reeks in Den Oever is de enige onafhankelijke serie glasaal-waarnemingen, en vormt door zijn specifiek wetenschappelijke karakter, de enige waarvan een statistische betrouwbaarheid bekend is.

De monitoring van de glasaalintrek, in Den Oever en elders in Europa, is opgezet om lokaal beheer van informatie te voorzien. De achteruitgang van de aalstand doet zich echter in geheel

Europa voor, en herstel van een lokaal bestand kan niet worden bereikt zonder internationale samenwerking. Daarmee hebben de lokaal opgezette waarnemingen betekenis gekregen voor het internationale beheer. Tot op heden zijn de kosten nog geheel ten laste van nationale onderzoeksprogramma's gekomen. Inventarisatie en coördinatie van nationale waarnemingen (Dekker 2002) heeft plaatsgevonden op kosten van de Europese Commissie. In de toekomst zou het voor de hand liggen, een verdeelsleutel te ontwikkelen voor de kosten van de monitoring in alle landen, waarbij nationale en internationale verantwoordelijkheden worden afgewogen.

8.2 Aanpassing van het bestaande monitoringsprogramma

Het bestaande monitoringsprogramma is gebaseerd op kruisnetbevissingen gedurende het voorjaar; in Den Oever om de twee uur in elke nacht, in Stellendam op een vast tijdstip eenmaal per nacht, en elders op een beperkt aantal trekken op een enkele weekdag. Gegeven de afnemende glasaaldichtheid, en de daarmee samenhangende verkorting van het effectief te bevissen seizoen, is de betrouwbaarheid van deze reeksen langzamerhand dubieus. Een verdere reductie van de omvang van het programma (in ruimte of tijd) zal weliswaar de kosten beperken, maar zal de betrouwbaarheid nog meer schaden. De ervaring van het RIVO met een landelijk netwerk van sluiswachters/vissers sinds 1991, en van de Werkgroep Visintrek Noord Nederland met een regionaal netwerk van betrokkenen in de jaren 2001-2003, suggereren dat kostenbeperking ook mogelijk is, door gebruik te maken van vrijwilligers en betrokkenen. Een vrijwilligers-programma vereist:

- strakke coördinatie en orkestratie, gebaseerd op continuïteit en expliciet aangestuurde communicatie en motivatie (jaarlijkse bijeenkomsten, enthousiasmering),
- financiële vergoeding voor onkosten,
- overdaad aan locaties, om het geringe aantal monsters per locatie te compenseren,
- overdaad aan locaties, teneinde optredende onderbrekingen (hetzij door uitval van personen, hetzij door problemen op een locatie) te kunnen opvangen,
- groot aantal deelnemers, teneinde continuïteit te kunnen garanderen,

8.3 Methodieken in de omringende landen

Verspreid over Europa wordt op een groot aantal plaatsen de intrek van glasaal gekwantificeerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een grote verscheidenheid aan technieken en methodes (Dekker 2002, chapter 4). De keuze van een specifieke methode blijkt ingegeven door tradities, lokale omstandigheden en de dichtheid van de glasaal in het water. In grote lijnen kan de situatie als volgt worden samengevat:

- Zuidelijk van 50°N (Kanaal) wordt de glasaal commercieel bevestigd, en is de monitoring gebaseerd op kwantificering van de commerciële visserij. De visserij maakt gebruik van sleepnetten en stilstaande netten in de getijdenstroom, in estuaria en riviermondingen. De belangrijkste concentraties glasaal worden gevonden in de bovenloop van estuaria, d.w.z. de plaats tot waar het selectief getijden transport de glasaal kan brengen.
- Tussen 50°N (Kanaal) en 55°N (Duitse Bocht) wordt eveneens op glasaal gevist, maar de omvang van de vangsten is onvoldoende voor een volledig commerciële exploitatie: vangsten worden aangewend voor herbezetting van binnenwateren, waarbij de kosten meestal ten laste komen van een overheid (uitzondering: Bristol Channel, UK, waar wel commercieel gevist wordt). De gebruikte technieken zijn meestal gelijk aan die van de zuidelijkere commerciële visserij, maar dikwijls zijn de vistuigen wat kleiner uitgevoerd.
- Ten noorden van 55°N (Duitse Bocht) vindt geen glasaal-bevissing meer plaats. In deze noordelijke regionen vindt de metamorfose van glasaal naar rode aal meestal al in zee plaats, waarna een late (midzomer) intrek plaats vindt, d.m.v. actief zwemmen. De intrekkende jonge rode aal wordt opgevangen in een pootaalval (Figuur 5-b).

De keuze van een specifieke methode houdt bovenal verband met de dichtheid van de glasaal. Actieve visserij is slechts mogelijk, waar hoge concentraties glasaal optreden. Gegeven de afnemende dichtheid glasaal voor de Nederlandse kust, waardoor de lopende monitoring in toenemende mate onzekere resultaten oplevert, ligt het gebruik van een meer 'noordelijke' techniek voor de hand, d.w.z. een pootaalval.

8.4 Monitoring met een pootaalval

Nederland is laaggelegen: zonder dijken en sluizen zou een groot gedeelte van ons land onder directe invloed van het getij staan (Figuur 8-a). Toen de Zuiderzee nog open was, werd glasaal al vroeg in het seizoen rond de IJsselmond aangetroffen (Redeke 1907). Het leidt geen twijfel dat het selectief getijden transport de glasaal zeker tot Deventer kon brengen, waarna de glasaal actief verder stroomopwaarts zwom. In de huidige situatie brengt het getij de glasaal slechts tot aan de Afsluitdijk. De vraag is of een pootaalval, gebaseerd op actief opzwevende glasaal, hier wel zal werken. Historische experimenten met een conventionele pootaalval (Figuur 5-b; Heermans en van Willigen 1974) gaven teleurstellende resultaten. Meer recent is op een aantal plaatsen in ons land een vergelijkbare constructie geplaatst (Herenkeet in Zeeland, de Cocksdorp op Tessel, Roptazijl in Friesland, Termunterzijl en Breebaart in Groningen), die wel degelijk tot een glasaalvangst van enige omvang leidt (ca. 1-10 kg per jaar). Deze recente voorzieningen hebben primair ten doel de glasaal gelegenheid te geven het binnenland te bereiken, en niet de intrek van de glasaal te kwantificeren, maar de verkregen gegevens zouden desondanks hiervoor kunnen worden gebruikt. Gegevens van pootaaltallen in het binnenland (zoals in Vollenhove) kunnen een goed beeld geven van de situatie ter plaatse, maar zijn niet indicatief voor de intrek van glasaal vanuit zee (zie paragraaf 5.1 en 5.2). Enerzijds zijn de bestanden in het binnenland onderhevig aan beïnvloeding door de visserij (Figuur 8-b), anderzijds door een reeks van natuurlijke en anthropogene invloeden in het binnenwater (Dekker 2003).

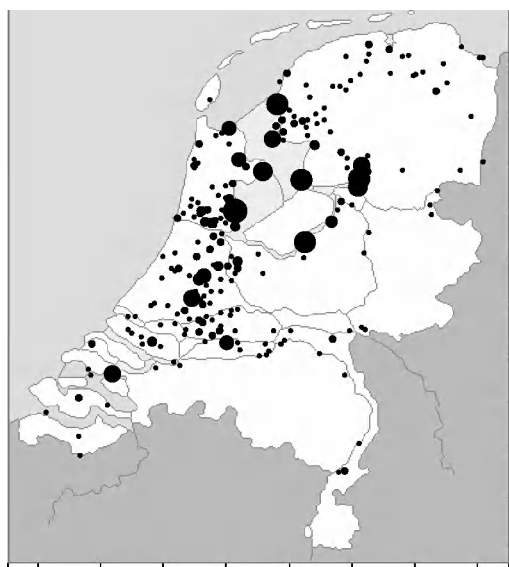
Onduidelijk is echter, zowel in ons land als in het buitenland, hoe betrouwbaar gegevens van een pootaalval zijn. In verscheidene situaties is gebleken dat de vangsten sterk gerelateerd zijn aan locale omstandigheden, zoals temperatuur, regen en waterafvoer. Omdat de waarneming tegelijk ook de populatie intrekkende aalen beïnvloedt (verwijdering van intrekkende dieren uit de populatie), kan er slechts één waarneming per tijdsinterval worden verkregen. Daardoor blijft onduidelijk hoe groot de statistische betrouwbaarheid van dergelijke gegevens is. Desondanks verdient gecoördineerde registratie en analyse van val- en vangsten zeker aanbeveling, gezien de geringe meerkosten van de registratie ten opzichte van de kosten van de migratie-voorziening zelf.

In vergelijking tot het gebruik van pootaaltallen in het binnenland (Vollenhove) en hoger op rivieren (in het buitenland), is een pootaalval op de zoet-zout-overgang gebaseerd op actief gedrag van de intrekkende aal, dat niet overeenkomt met het natuurlijke gedrag in een getijden-omgeving. Indien het mogelijk is een vang-installatie te ontwikkelen, waarbij het natuurlijke gedrag gehandhaafd zou kunnen blijven, verdient dit dan ook de hoogste aanbeveling.



Figuur 8-a Met een open verbinding naar zee, zou in alle gebieden onder 1m NAP de glasaal met selectief getijdentransport kunnen binnentrekken.

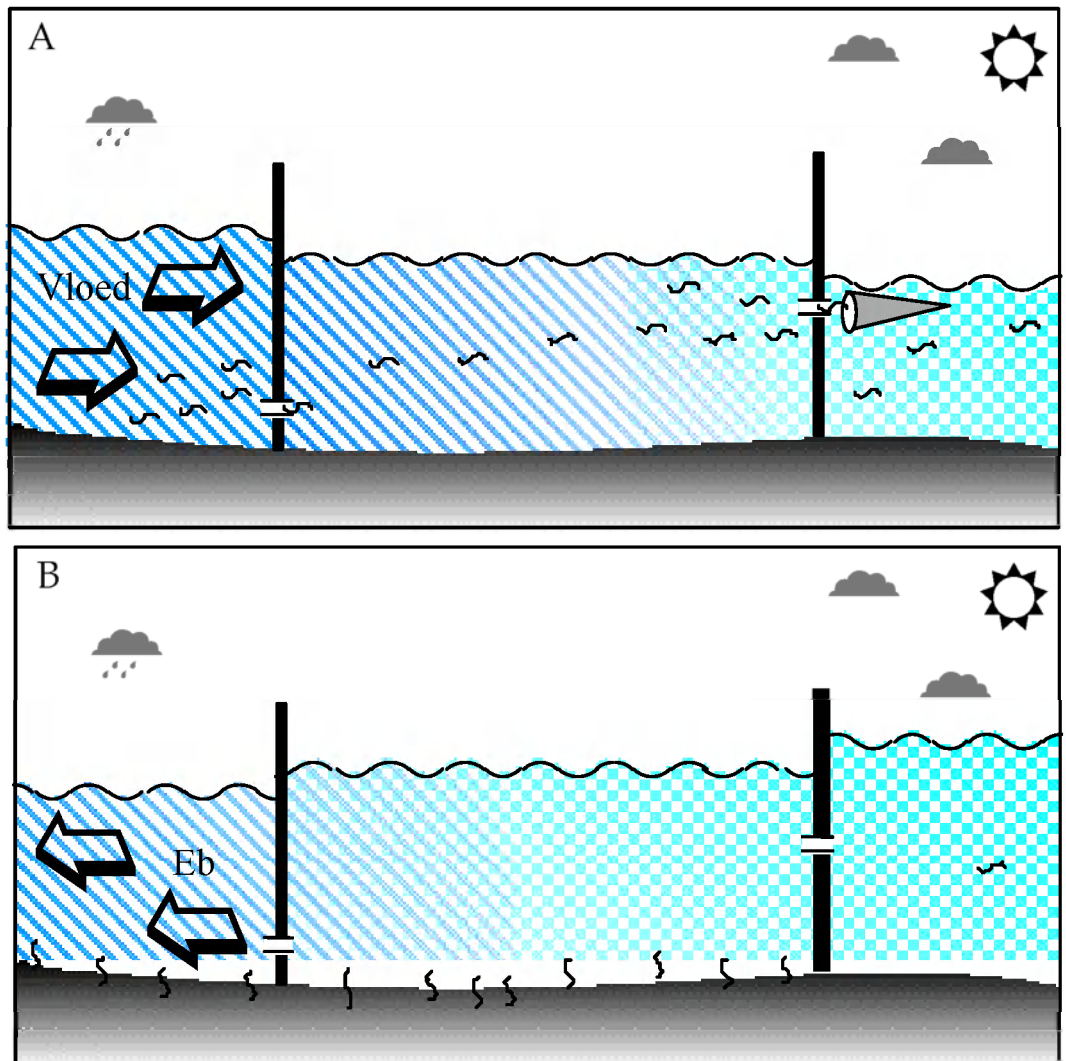
■ Gebieden onder 1 m NAP
■ Gebieden boven 1 m NAP



Figuur 8-b De commerciële visserij in de binnenwateren vindt merendeels plaats in de laag gelegen gebieden van ons land. De symbolen geven het aantal visserijbedrijven per postcode-gebied (4 cijfers) weer, overeenkomstig de situatie in 1995. (Gegevens van het Productschap Vis, woonplaatsen VZV-houders).

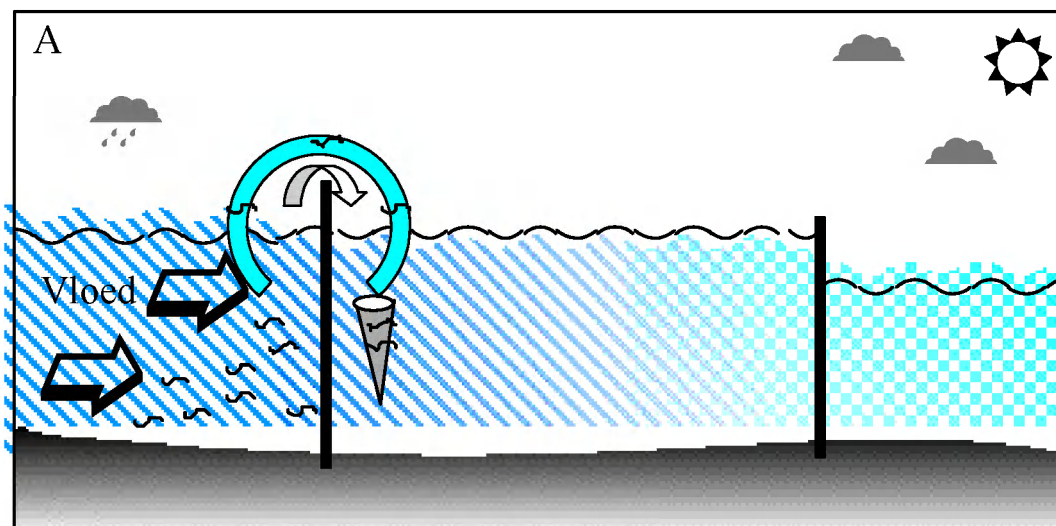
8.5 Monitoring van het selectief getijden transport

De sluisen in de Afsluitdijk vormen een belemmering voor de intrek van de glasaal naar het IJsselmeer. Door de afsluiting tijdens hoogwater kan de glasaal niet met de vloedstroom mee naar binnen stromen, en moet wachten op een zeldzame gelegenheid, waarbij onverhoeds toch wel degelijk een kleine hoeveelheid water naar binnen stroomt (Dekker en van Willigen 2000). Het onderzoek van Dekker en van Willigen (2000) had primair ten doel aan te geven, of het sluisbeheer zodanig kon worden aangepast, dat de intrek van de glasaal zou worden bevorderd. Geconcludeerd werd dat, hoewel (nagenoeg) alle glasaal uiteindelijk daadwerkelijk het IJsselmeer bereikt, de sluisen toch een wezenlijke barrière vormen voor het natuurlijke selectief getijden transport. Daarom werd aanbevolen te onderzoeken of het mogelijk is een migratie-voorziening te bouwen waarbij wel de trekvis naar binnen gelaten kon worden, maar niet een (aanmerkelijk) zoutbezwaar voor het IJsselmeer optreedt. In detail werd voorgesteld een nieuwe contraptie te bouwen (Figuur 8-c), waarbij de getijdenstroom door nauwe openingen in twee schotten wordt beperkt in omvang, met een opvangbekken tussen de twee schotten, om het bij vloed binnendringende zoute water op te vangen, dat bij eb weer geloosd kan worden. De dominantie van het selectief getijden transport, en de mogelijkheid van een getijdenbeweging tot in het IJsselmeer is door Rijks Waterstaat in het kader van het project [ES]2 (Extra Spui, Ecologische Samenhang) nader uitgewerkt. Hierbij ligt de nadruk op het verbeteren van de migratie, en niet op monitoring van de feitelijke intrek. Ten opzichte van de oorspronkelijk voorgestelde contraptie, is een zo veel grootschaliger constructie voorgesteld (100,000 m³ i.p.v. <10,000 m³), dat de mogelijkheden voor monitoring zeer beperkt zullen zijn. Daarenboven zijn de doelstellingen van migratie en monitoring onderling tegenstrijdig: bij monitoring dient alle intrekkende vis geteld te worden, en dus juist niet zo gauw mogelijk naar binnen gelaten. Het valt echter aan te bevelen, te onderzoeken of een kleinschaliger contraptie wel mogelijkheden biedt, de intrekkende vis te monitoren.



Figuur 8-c Een schutsluis met openstaande ringkets geeft tijdens de vloed de instromende trekvis een kans mee naar binnen te gaan, terwijl het zoute water dat tijdens de vloed in de sluis kom kan worden opgevangen, tijdens de eb weer naar zee kan worden teruggeloozd. (Figuur uit Dekker en van Willigen 2000).

In Katwijk is door het Hoogheemraadschap Rijnland onderzocht of, in het kader van renovatie en vernieuwing van de spuifaciliteiten, de intrek van trekvis verbeterd kan worden. Hoewel de besluitvorming over de gehele renovatie het voorgestelde onderzoek heeft doen uitstellen, lijken hier mogelijkheden aanwezig om de intrek van trekvis door een kunstmatige contraptie te herstellen, welke tevens gelegenheid geeft de intrek te monitoren. De voor Den Oever voorgestelde contraptie (Dekker en van Willigen 2000) is in Katwijk niet zondermeer toepasbaar, omdat hier in verband met veiligheid geen open verbindingen door de sluisdeur toelaatbaar zijn. Daarom is voorgesteld, een hevel over de sluisdeur aan te leggen (Figuur 8-d). Opening van een luchttoevoer in de hevel herstelt de veiligheid van de sluisen. Verder zou een dergelijke constructie ook de intrekende vis direct te observeren, op foto/video vast te leggen, en mogelijk geautomatiseerd te identificeren en tellen. Met name volledige automatisering zou een aanzienlijke besparing op de arbeidskosten van de monitoring kunnen opleveren, terwijl de vereiste technologie nauw zou kunnen aansluiten bij bestaande expertise.



Figuur 8-d In plaats van een doorlaat in de sluisdeur kan ook een hevel over de sluisdeur worden aangelegd. Ook in deze situatie kan het binnengedrongen zout weer naar zee worden geloosd. De hevel geeft bovendien een gelegenheid de trekvis direct te zien, op foto of video vast te leggen, of geautomatiseerd te identificeren en tellen.

9. Conclusies en aanbevelingen

Uit de monitoring van de glasaalintrek bij Den Oever is gebleken dat de intrek van glasaal in de afgelopen twee decennia zeer sterk is afgenomen, met ca. 99 % van het voorgaande niveau. Deze resultaten stemmen overeen met monitoring van glasaal in de rest van Europa, met monitoring van jonge rode aal in het IJsselmeer, en met de vangst van pootaal in de binnenwateren. Door de afname van de glasaal zijn de mogelijkheden voor de reguliere monitoring met een kruisnet afgenomen (er wordt dikwijls geen glasaal meer gevangen), terwijl de statistische betrouwbaarheid van de resultaten door de lage aantallen geringer wordt.

De slechte toestand van de aal heeft geleid tot het internationale wetenschappelijke advies (ICES 2002), een herstelplan voor de aal en de visserij op te stellen, en gedurende het ontwerp en de invoering daarvan, de bestaande monitoring (van glasaal, aalstand en visserij) ten minste op het huidige niveau te handhaven. Eerste prioriteit is dan ook het bestaande monitorings-programma onverkort voort te zetten. Dit geldt te meer, omdat de waarnemingen in Den Oever de gouden standaard voor de Europese monitoring vormen, en naast de commerciële gegevens van de glasaalvisserij in de Loire, de enige lange en tot nu toe nog ononderbroken reeks oplevert.

Gezien de afnemende mogelijkheden en betrouwbaarheid van het bestaande en relatief kostbare programma, verdient het aanbeveling alternatieve methoden te overwegen. Enerzijds kan het bestaande programma worden aangepast en uitgebreid, waarbij met name de betrokkenheid van vrijwilligers en belanghebbenden kan worden versterkt, mits de coördinatie en orkestratie goed geregeld zijn. Hierbij dient aandacht besteed worden aan de continuïteit, en aan een stevige uitbreiding van het aantal locaties, om de relatief geringe inspanning van vrijwilligers t.o.v. full-time bemonsteraars te compenseren. Anderzijds kunnen alternatieve monitorings-methoden worden ontworpen. Toepassing van een vishevel bij een zeesluis, in combinatie met geautomatiseerde video-herkenning, op locaties met een nu nog afgesloten migratieroute, lijkt een veelbelovend alternatief.

10. Literatuur

- Dekker W. 1986 Regional variation in glasseel catches; an evaluation of multiple sampling sites. *Vie et Milieu* 36(4): 251-254.
- Dekker W. 1998a Long-term trends in the glass eels immigrating at Den Oever, The Netherlands. *Bulletin de la Pêche et de Pisciculture, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris (France)* 349:199-214.
- Dekker W. 1998b Glasaal in Nederland: beheer en onderzoek. RIVO-rapport 98.002,
- Dekker W. 2000 The fractal geometry of the European eel stock. *ICES Journal of Marine Science* 57, 109-121.
- Dekker W. (ed.) 2002 Monitoring of glass eel recruitment. Report C007/02-WD, Netherlands Institute of Fisheries Research, IJmuiden, 256 pp.
- Dekker W. 2003 Did lack of spawners cause the collapse of the European eel, *Anguilla anguilla*? *Fisheries Management and Ecology* 10: 365-376..
- Dekker W. en van Willigen J.A. 1997 Hoeveel glasaal trekt het IJsselmeer in? Verslag van een glasaal-merkproef in Den Oever in 1997. RIVO-DLO rapport , 25 pp.
- Dekker W. en van Willigen J.A. 2000 De glasaal heeft het tij niet meer mee! RIVO Rapport C055/00, 34 pp.
- Heermans W. en van Willigen J.A. 1974 Proefnemingen om glasaal door middel van een drijvende vanginstallatie te bemachtigen. RIVO Intern Rapport. 10 pp.
- ICES. 2002 International Council for the Exploration of the Sea. ICES cooperative research report N° 255, Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, 2002: 940-948.
- Redeke H.C. 1907 Rapport over Onderzoekingen betreffende de Visscherij in de Zuiderzee ingesteld in de jaren 1905 en 1906. Ministerie van Landbouw, Nijverheid en Handel, 's Gravenhage, the Netherlands. [259 pp]
- Wintermans G.J.M. en Jager Z. 2003 Verslag visintrek Waddenzeekust voorjaar 2003. WEB-rapport 03-03; werkdocument RIKZ/OS/2003.602x. Wintermans Ecologenbureau, Finsterwolde. 64 pp.