

Duurzaam aalbeheer in Groningen – Noord Drenthe

Regionaal Aalbeheerplan

VIVION 130510/2



Duurzaam aalbeheer in Groningen - Noord Drenthe

Regionaal Aalbeheerplan

Rapport VIVION-130510/2
Opgesteld in opdracht van: Hengelsportfederatie Groningen Drenthe

mei 2013

door:

J.G.P. Klein Breteler (VIVION)

Titel: Duurzaam aalbeheer in Groningen - Noord Drenthe
Regionaal Aalbeheerplan

Samenstelling: VIVION

Adres VIVION: Händelstraat 18
3533 GK Utrecht

Telefoon: 030-8784111

Homepage: <http://www.vivion.nl/>

Opdrachtgever: Hengelsportfederatie Groningen Drenthe

Auteur(s): J.G.P. Klein Breteler

E-mail adres: kb@vivion.nl

Aantal pagina's: 79

Trefwoorden: aal, paling, duurzaam beheer, model, Groningen, Drenthe, Eems, Rijn

Projectnummer: VIVION 110723, Fase 2

Datum: 10 mei 2013

Versie: 1.0

Akkoord: J.G.P. Klein Breteler

Bibliografische referentie

Klein Breteler J.G.P., 2013. Duurzaam aalbeheer in Groningen - Noord Drenthe. Regionaal Aalbeheerplan. Rapport VIVION-130510/2, Utrecht. Projectnummer VIVION 110723-Fase 2, 79 p.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houder(s).

VIVION is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van VIVION. Opdrachtgever vrijwaart VIVION van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

DISCLAIMER

De opstellers van het rapport en de leden van de projectgroep hebben alles in het werk gesteld goede en voldoende data aan te leveren en te verwerken. Desondanks is enig voorbehoud bij de uitkomsten van deze studie geboden. Het gehanteerde RAM-GEM model kent een grote uitkomst gevoeligheid wat betreft de ingevoerde data van o.a. de huidige aalstand & glasaal intrek. Methoden van data inwinning (bemonstering) kennen in principe onnauwkeurigheden. Een beeld dat ook bij landelijke analyses naar voren komt. Hierdoor moeten ook de uitkomsten van de modelberekeningen vooralsnog als indicatief worden gezien. Door de uitvoering van de in deze rapportage aanbevolen onderzoeken zullen de benodigde invoerdata in de komende jaren verder worden verbeterd en kunnen in de toekomst meer betrouwbare uitkomsten worden gegenereerd.

Inhoudsopgave

Samenvatting (kort)	1
Abstract.....	2
Samenvatting (uitvoerig).....	4
1 Inleiding.....	7
2 Doel en vraagstelling(en)	9
3 Werkwijze.....	11
4 Effecten van maatregelen volgens het GEM-model	15
4.1 Eems stroomgebied in Groningen en Noord Drenthe	15
4.1.1 Eemsstroomgebied als geheel	15
4.1.1.1 Gehele Eemsstroomgebied met de EEMS-index van glasaal	15
4.1.1.2 Gehele Eemsstroomgebied met de NOORDZEE-index van glasaal	18
4.1.2 WHA-boezem met de EEMS-index van glasaal	19
4.1.3 Fiemel met de EEMS-index van glasaal	21
4.1.4 Oldambt met de EEMS-index van glasaal.....	24
4.1.5 Duurswold met de EEMS-index van glasaal	27
4.1.6 Fivelingo met de EEMS-index van glasaal	29
4.1.7 Spijksterpompen met de EEMS-index van glasaal	32
4.2 Rijn stroomgebied in Groningen en Noord Drenthe	35
4.2.1 Rijnstroomgebied als geheel	35
4.2.1.1 Met de EEMS-index van glasaal	35
4.2.1.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal	37
4.2.1.3 Met de RIJN-index van glasaal.....	40
4.2.2 Noordpolder	41
4.2.2.1 Met de EEMS-index van glasaal	41
4.2.2.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal	43
4.2.2.3 Met de RIJN-index van glasaal.....	46
4.2.3 Reitdiep-complex	48
4.2.3.1 Met de EEMS-index van glasaal	48
4.2.3.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal	51
4.2.3.3 Met de RIJN-index van glasaal.....	53
4.3 Groningen en Noord Drenthe als geheel.....	55
4.4 Interpretatie van de uitkomsten en discussie	59
4.4.1 Stabiliteit van het model	59
4.4.2 Realisme van het model	59
4.4.3 Onzekerheden en betrouwbaarheden	60
4.4.4 De f-waarde in het model en de schattingen van de intrek	61
4.4.5 Verschillende glasaal indexen	64
4.4.6 Effect van toekomstig verloop van de glasaal intrek	65
4.5 Conclusies	69
4.6 Aanbevelingen	70
5 Afweging van nader te nemen concrete maatregelen	73
5.1 Beroepvisserij	73
5.2 Sportvisserij	74
5.3 Waterbeheerders	75
6 Literatuur	77
7 Verantwoording.....	78
8 Bijlagen	79
8.1 Bijlage 1: Verklarende lijst met termen.....	79

Samenvatting (kort)

In zes watersystemen in het Eemsstroomgebied en twee watersystemen in het Rijnstroomgebied in Groningen en Noord Drenthe is het verloop van de aalstand met een model gesimuleerd in de periode vanaf 2013 tot 2033. Dat is gedaan bij voortzetting van de huidige invloed van sportvisserij, beroepsvisserij, gemalen en aalscholvers, bij (fictieve) onmiddellijke stopzetting daarvan en bij een veronderstelde gelijkblijvende intrek van glasaal. Bij voortzetting van de huidige anthropogene mortaliteit daalt de aalstand sterk in alle (deel)watersystemen en neemt de uittrek van schieraal af van 32 naar 9% van de historische uittrek. Bij stopzetting van alle anthropogene invloed gebeurt dat in mindere mate maar nog steeds significant (de uittrek van schieraal daalt van 32 naar 21%). Dat laatste is een gevolg van de verminderde intrek van glasaal in de laatste decennia.

De huidige uittrek van schieraal steekt gunstig af tegen het landelijke niveau en voor delen van het gebied (met name het Rijnstroomgebied) voldoet die thans nog aan het EU-criterium van 40% van de historische uittrek. Dit laatste gaat dus waarschijnlijk veranderen in de komende decennia. Een snelle verdere vermindering van de anthropogene mortaliteit is daarom gewenst, maar niet voldoende. Aanvullende maatregelen om de glasaalintrek te verbeteren zijn nodig. Het gaat om een grote opgave. Bij een gelijkblijvend aanbod van glasaal op de Waddenkust zou voor het gehele gebied in Groningen en Noord Drenthe de glasaalintrek met ongeveer een factor 1,6 vergroot moeten worden ten opzichte van het niveau van 2011 om te compenseren voor de anthropogene mortaliteit van aal. Voor herstel van de uittrek van schieraal tot het door de EU gewenste niveau is er bij een gelijkblijvend aanbod van glasaal een vergroting van de intrek met een factor 2,6 nodig. Omdat dit zo'n grote opgave is, wordt terugdringing van de huidige mortaliteit hier ook als noodzakelijk gezien.

Indien het aanbod van glasaal op de kust blijft verminderen zal het aalbestand uiteindelijk verdwijnen; hoe snel hangt af van de mate en snelheid van die vermindering en van die van de anthropogene mortaliteit. Maar zou het aanbod van glasaal op de kust zich krachtig herstellen (wat vooralsnog onwaarschijnlijk lijkt), dan zou de aalstand dat misschien ook kunnen, ook bij voortzetting van de huidige anthropogene mortaliteit.

Abstract

The main results of a case study on simulation of eel management in Groningen en N-Drenthe are reported here in which a hybrid model is used of the Dutch Yellow Eel Model (RAM) and the German Eel Model II (GEM).

The method used is as follows.

1. I have calculated B_0 ,
2. calculated B_c , B_{best} , $\sum A$, B_c/B_{best} and B_c/B_0 with an Excel version of the Dutch Yellow Eel Model (RAM) in the time period 2008-2011,
3. made some changes in the GEM-II model, a.o. splitting up the yearly absolute recruitment in a local glass eel index (variable) and a local scaling factor f (parameter),
4. loaded the changed GEM-model with data in Groningen-N-Drenthe since 1990 (so more than 1 generation time prior to 2008-2011),
5. calibrated the changed GEM-II to "RAM" by adjusting f in such a way that B_c/B_0 in GEM equalizes to B_c/B_0 in RAM in the period 2008-2011,
6. calculated developments in the local eel stock, escapement, and anthropogenic mortalities using the calibrated GEM-module at different scenarios of management and recruitment up to 2033 (more than a generation time in the future).

The trick is to couple these two modules RAM and GEM by calibration in the way given above. This results in an estimate of f (this is an output parameter!). There is no need any more for an estimate of the absolute recruitment as an input variable (as in the original GEM-II model). Instead, we only need a currently available local glass eel index as an input variable. Hence, the procedure also results in estimates of the current absolute recruitment.

Used in this way, this hybrid model offers the strengths and eliminates some of the weaknesses of each of both model modules. This hybrid model is data driven, uses currently available monitoring data of WFD and glass eel indices and is suited for evaluation of stock and management at some moment in time. It also easily enables simulation of stock and management and supports management decisions. And it is easy to bring in new data.

In step (6) I have used a.o. 4 scenarios:

- a. unchanged management and stable recruitment (level 0.75 times that of 2011) from now on.
- b. $\sum A=0$ and recruitment as in (a), resulting in more or less stable B_c/B_0 in 2028-2033. Let this level of $B_c/B_0 = s$.
- c. as (a), but stock glass eels from now on to such a level that $B_c/B_0 = s$ in 2028-2033. This results in an estimate of the effort needed and the price of compensation for effects on the eel population of continuation of the current management.
- d. as (a), but stock glass eels from now on to such a level that $B_c/B_0 = 40\%$ in 2028-2033. This results in an estimate of the effort needed and the price of recovery of the stock according to the EU-criterion, while compensating for effects on the eel population of continuation of the current management.

Additionally, I also split up the GEM-II model into a male and a female part, treating these separately and fusing the results of the calculations in a combined part. This enables e.g. the use of different Von Bertalanffy growth curves (and hence different silvering curves) for males and females, which is relevant in The Netherlands. The assumption I made for this sexual splitting of the GEM model was, that the sex ratio of recruitment is 50% and this ratio is only changed by differences in growth rates (influencing size selective mortalities) and silvering rates (resulting in all-female populations above 50 cm length).

I did not go so far as to make the sex ratio density dependent in the split GEM-model, albeit there is much information/indications that this would make sense. But it seems to me that it would be not a big problem to do so in the split model and improve it in that way.

Part of the study area belongs to the (Dutch) part of the River Ems. The other (more or less equal) part belongs to the (Northern part of the) River Rhine according to the WFD (the large lake

Lauwersmeer was not included). In total about 10.000 ha. There are 6 waterbodies in the Ems area and 2 in the Rhine area, each with an own outlet to the Waddensea or Ems estuary via sluices and/or pumping stations (the latter are treated in the model as hydropower stations). Each of these 8 waterbodies could be managed differently with regard to the eel and calculations are made for each and also for the totals separately. All calculations were made using the local Ems glass eel index (see below for the use of other indices available (Lauwersoog: Rhine-index, and the GLM-Northsea)). Using the Ems index (mean of the stations Termunterzijl and Nieuw Statenzijl), the evaluation of the current state of escapement (B_c/B_0) and management ($\sum A, B_c/B_{best}$) in the RAM-module showed that the Rhine-waterbodies are safe and comply with the EU-criteria, while the Ems-waterbodies are not, in 2008-2011.

But the calibrated GEM module showed that stock and escapement are rapidly declining in all waterbodies (those of Rhine included) and will continue to do so unless recruitment will increase sufficiently from now on. This decline also occurs when $\sum A=0$ from now on (which is impossible in practise of course) and is an inevitable result of falling recruitment in the past. The downward trends can only be changed in the mid term by increasing recruitment, either naturally or by stocking sufficiently, preferably from now on. And reducing $\sum A$ as soon as possible helps of course.

When, instead of the Ems-index, the glass eel index of Lauwersoog (Rhine-index) or the GLM-Northsea is used in the Rhine- or Ems waterbodies, the hybrid model tends to unstabilize, sometimes resulting of the inability to calibrate GEM to RAM (Ems waterbodies) or resulting in near extinction levels of the populations in the very near future (which is not realistic according local managers, considering the current catches) and the inability to calculate glass eels needed in scenario's (c) and (d). This leads to discussions on the biological meaning of these indices.

I have also considered the question of uniqueness of the solution of f in the calibration process, did not find evidence for global stable alternative solutions but noticed the possible existence of very locally stable (or should I say: unstable?) alternative solutions in some situations. As these generated widely differing results at very tiny fluctuations in f , these were easily recognized in this study, but one should stay alert. Nearly all f -values found in this study are globally stable.

And finally, as a check of the sum, I have summed the estimates of f , absolute recruitment in some years, and glass eels needed in scenarios (c) and (d) of the different waterbodies and compared these sums with the values obtained for the whole Ems-, Rhine- and Groningen and N-Drenthe areas (the latter for the whole areas calculated more or less independently). These whole-body values and sums differ only about 10% or less and that seems to be remarkably low. This suggests that the assumption in the GEM model on its use in one waterbody is not so critical. And it indicates that one can have some confidence in the results obtained.

Samenvatting (uitvoerig)

De waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's, de Hengelsport Federatie Groningen Drenthe en de plaatselijke beroepsvissers willen gezamenlijk een duurzame aalpopulatie in stand houden en zonodig ontwikkelen en verbeteren in hun beheergebieden, exclusief het Lauwersmeer, en zij willen dit ecologisch onderbouwen. Een duurzame vorm van benutting behoort daarbij tot het streefbeeld. Daartoe zijn in dit project een Ecologische Achtergrondrapportage, een Regionaal Aalplan Groningen en Noord Drenthe en een Projectplannen Overzicht opgesteld. Dit deelrapport gaat over de opties die er zijn voor duurzaam aalbeheer. Er wordt vooral ingegaan op de speelruimte die er is om dat beheer vorm te geven en, als gevolg daarvan, op de richting waarin noodzakelijkerwijs gekoerst moet worden met dat beheer. Praktische en concrete keuzes in het beheer zijn niet doorgerekend op de gevolgen voor de aalstand omdat het ambitieniveau van de gezamenlijke én individuele betrokkenen, en de concrete keuzes die zij maken binnen de aangegeven speelruimte, thans nog niet helder zijn. Maar zodra deze keuzes wel zijn gemaakt is het relatief gemakkelijk om de effecten ervan ook door te rekenen. Een aanzet voor mogelijke concrete keuzes in het beheer is in het stuk gegeven.

Met behulp van het aan het RAM-model gecalibreerde GEM-model, en berekende waarden van de schaalfactor f voor de glasaalintrek (zie Klein Breteler *et al.*, 2013), zijn in de deelgebieden in Groningen en Noord Drenthe prognoses gemaakt voor de ontwikkeling van de aalstand en de mogelijkheden voor (duurzaam) beheer in de periode 2013-2033. Dat is ongeveer de volledige generatietijd van vrouwelijke aal onder gemiddelde Nederlandse omstandigheden. Vier scenario's van beheer zijn daarbij doorgerekend. Er is in alle scenario's een gelijkblijvende glasaalintrek verondersteld op het niveau van 75% van dat van 2011. Er is getracht om de simulatie uit te voeren met behulp van de EEMS-index van glasaal, de NOORDZEE-index en de RIJN-index, maar alleen de EEMS-index leverde bij alle onderscheiden (deel)stroomgebieden een stabiel model op.

In scenario 0 is uitgegaan van ongewijzigd beheer. De beroepsvisserij is gestabiliseerd op een gelijkblijvend aantal gevangen aalen op het niveau 2011-2012, uitgaande van de veronderstelling dat getracht wordt het inkomen veilig te stellen en de inspanning wordt aangepast. De invloed van de sportvisserij en van aalscholers wordt verondersteld te verlopen naar rato van de ontwikkeling van het aalbestand op aantalsbasis ten opzichte van het bestand in 2011-2012 en er wordt een gelijkblijvende inspanning van sportvissers en aalscholers (niveau 2011-2012) verondersteld. De effecten van thans reeds getroffen voorzieningen en beheer door waterschap Hunze en Aa's bij de verschillende boezemgemalen zijn vanaf 2013 in rekening gebracht. Door waterschap Noorderzijlvest is uitvoering van soortgelijke voorzieningen en beheer bij de boezemgemalen in 2014 voorzien en worden de effecten vanaf 2015 verdisconteerd. In beide beheergebieden is een halvering van de mortaliteit van schieraal door de gemalen verondersteld.

In scenario 1 wordt alles gelijk ingesteld als in scenario 0, maar wordt aanvullend jaarlijks glasaal uitgezet in een hoeveelheid zodanig dat B_r/B_0 stabiliseert op de waarde $B_r/B_0 = s$ % in 2028-2033 (zie scenario 3).

In scenario 2 wordt alles gelijk ingesteld als in scenario 0, maar wordt aanvullend jaarlijks glasaal uitgezet in een hoeveelheid zodanig dat B_r/B_0 stabiliseert op de waarde $B_r/B_0 = 40$ % in 2028-2033. Dit is de waarde die door de EU wordt verordend en op langere termijn wordt nagestreefd.

In scenario 3 wordt alle antropogene mortaliteit in de periode 2013-2033 op nul gesteld. De toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 stabiliseert dan op de waarde $B_r/B_0 = s$ % in 2028-2033. Deze waarde is afhankelijk van het niveau van de natuurlijke glasaal intrek en mede afhankelijk van inspanningen van andere regio's in Nederland en ook van die van alle EU-lidstaten om de aalstand te herstellen. Scenario 3 is een fictief scenario en geen realistisch beheersscenario; het dient allereerst ter ondersteuning van de berekening van de scenario's 1 en 2 en bovendien als illustratie van het effect van de afgenomen glasaalintrek in de afgelopen 10 jaar en van die welke in de nabije toekomst verwacht wordt.

Met behulp van scenario 1 zijn de kosten van duurzaamheid van (voortzetting van) het huidige beheer berekend, evenals het aandeel daarvan van elke betrokkene, in de zin van het aantal extra glasalen dat nodig is ter compensatie van dat beheer. Dit is overigens nadrukkelijk géén advies voor uitzetting

van glasaal. Omdat glasaal een marktprijs heeft, kan dit ook gemakkelijk omgezet worden in een economische prijs.

Met scenario 2 zijn de kosten van herstel van 40% van het oorspronkelijke aalbestand berekend bij voortzetting van het huidige beheer, eveneens in de zin van het benodigde aantal glasalen daarvoor (ook dit is géén advies voor uitzetting van glasaal).

De vier scenario's verschillen dus vooral in ambitieniveau en zijn niet specifiek uitgewerkt in concrete beheermaatregelen (behalve dan de mogelijkheid van verssterking van de recrutering). Daar is voor gekozen omdat de bevindingen zo ver reikend en ingrijpend zijn en de keuze van een ambitieniveau thans als eerste gewenst lijkt.

Bij ongewijzigd beheer (scenario 0) stort volgens deze berekeningen het aalbestand in het Eems stroomgebied in de komende decennia in, neemt de uittrek van schieraal sterk af en daalt de toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 van 19,3% in 2008-2011 naar 3,4% in de periode 2028-2033. Alle antropogene effecten dalen door het afnemende aalbestand, die van de beroepsvisserij echter het minst waardoor de relatieve bijdrage daarvan toeneemt. In het fictieve scenario 3 (alle antropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul) dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds fors en daalt de toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 naar 16,5% in de periode 2028-2033.

Dat niveau van uittrek van schieraal in 2028-2033 kan ook bij ongewijzigde antropogene mortaliteit bereikt worden door verbetering (verhoging) van de huidige intrek van glasaal met 636.000 glasalen (scenario 1) vanaf 2013. Dit betekent dat de glasaal intrek dan vanaf 2013 met een factor van ongeveer 2,0 moet worden verbeterd ten opzichte van de intrek in 2011. En een niveau van 40% uittrek van schieraal kan bij ongewijzigd beheer bereikt worden (scenario 2) door verbetering van de huidige intrek met ongeveer 1,7 miljoen glasalen (scenario 2) vanaf 2013. En dit betekent dat de intrek dan vanaf 2013 met een factor 3,6 moet toenemen ten opzichte van die in 2011. In beide laatstgenoemde scenario's gaan het aalbestand, de schieraaluittrek en B_r/B_0 in de komende 10 jaar door een diep dal, maar vindt daarna herstel plaats.

In het Rijnstroomgebied daalt volgens deze berekeningen het aalbestand bij ongewijzigd beheer (scenario 0) in de komende decennia in eveneens sterk, neemt de uittrek van schieraal fors af en daalt de toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 van 50,2% in 2008-2011 naar 16,7% in de periode 2028-2033. In het fictieve scenario 3 (alle antropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul) dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds fors en daalt de toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 naar 28,6% in de periode 2028-2033.

Dat niveau van uittrek van schieraal in 2028-2033 kan ook bij ongewijzigde antropogene mortaliteit bereikt worden door verbetering (verhoging) van de huidige intrek van glasaal met 375.000 glasalen (scenario 1) vanaf 2013. Dit betekent dat de glasaal intrek dan vanaf 2013 met een factor van ongeveer 1,4 moet worden verbeterd ten opzichte van de intrek in 2011. En een niveau van 40% uittrek van schieraal kan bij ongewijzigd beheer bereikt worden (scenario 2) door verbetering van de huidige intrek met ongeveer 729.000 glasalen (scenario 2) vanaf 2013. En dit betekent dat de intrek dan vanaf 2013 met een factor 1,8 moet toenemen ten opzichte van die in 2011. In beide laatstgenoemde scenario's gaan het aalbestand, de schieraaluittrek en B_r/B_0 in de komende 10 jaar door een diep dal, maar vindt daarna herstel plaats.

Soortgelijke veranderingen zullen zich volgens de berekeningen met het GEM-model in alle onderscheiden deelgebieden voordoen, zij het dat de mate van daling van de bestanden, schieraal uittrek en B_r/B_0 -verhouding verschilt. In het algemeen zakken de biomassa's van de aalbestanden en van de uittrek van schieraal en ook de B_h/B_0 verhouding in de deelgebieden van het Eemsstroomgebied verder weg dan die in het Rijnstroomgebied. Uit de berekeningen blijkt dat de glasaalintrek in de WHA-boezem (dit is het systeem van Drentsche Aa, Hunze, Veenkoloniën, Westerwolde en Eemskanaalboezem) en in Duurswold op oppervlaktebasis sterk achterblijft ten opzichte van de overige onderscheiden deelgebieden. Dit kan wijzen op migratiebelemmeringen en is een belangrijk aandachtspunt voor toekomstig onderzoek.

Wanneer de NOORDZEE-index of de RIJN-index van glasaal worden toegepast in het model, dan blijkt het model doorgaans niet stabiel meer doordat de gesimuleerde aalbestanden snel tot een te laag niveau dalen. Dit resulteert in negatieve waarden en chaotisch gedrag van het model. De lage

bestandsniveau's sluiten ook niet aan bij de beleving en ervaringen van de lokale praktijkdeskundigen. Er zijn geen wetenschappelijk harde argumenten voor het gebruik van één van de drie glasaal indexen, maar uit de KRW-monitoringsgegevens zal binnen enkele jaren vanzelf duidelijk worden welk van de glasaal indexen het meest realistisch is.

Indien de glasaal indexen blijven dalen in de toekomst, dan zullen de B_t/B_0 verhouding en de biomassa's van de aalbestanden en van de uittrek van schieraal in de komende jaren verder zakken dan boven aangegeven. Hoe ver en hoe snel hangt af van de verhouding van de mate en snelheid waarin de glasaalindex daalt en waarin de anthropogene mortaliteit van de aal naar beneden wordt gebracht. Als het verloop van de glasaalindex omkeert en spoedig weer zou gaan stijgen (wat wel gehoopt wordt, maar tot dusverre niet erg waarschijnlijk lijkt), dan zou het aalbestand zich op termijn min of meer vanzelf kunnen herstellen.

In zijn algemeenheid kan hier, op basis van de uitkomsten in deze studie, worden aangesloten bij de aanbevelingen van ICES dat de anthropogene mortaliteit van aal in Groningen en Noord Drenthe zoveel mogelijk terug moet naar nul teneinde op termijn de uittrek op een veilig niveau te kunnen krijgen. Dat lijkt met de huidige trend van de glasaalintrek niet voldoende om aan de Europese Aalverordening te kunnen voldoen. Ook de recruterende van jonge aal zal sterk moeten verbeteren, bij voorkeur door verbetering van de intrek en hopelijk op termijn ook van het aanbod van glasaal op de Waddenkust. Dat laatste zou dan een effect kunnen zijn van de inspanningen die voortvloeien uit de aalbeheerplannen van de EU-lidstaten om de uittrek van ouderdieren (schieraal) te vergroten.

Het toegepaste RAM-GEM model is een koppeling van het Nederlandse Rode Aal Model (RAM) en het Duitse Aal Model (GEM), waarin verschillende verbeteringen zijn aangebracht. De status ervan is een bèta-versie. Er zijn nog meerdere verbeteringen mogelijk en wenselijk. Suggesties daarvoor hebben betrekking op dichtheidsafhankelijkheid van de geslachtsverhouding en van de groei en een van de migratiebelemmeringen afhankelijke ruimtelijke verdeling van de aalstand.

Door de ijking van de GEM-module aan de RAM-module is het mogelijk geworden de absolute intrek van glasaal te schatten. In dit project zijn daarmee absolute schattingen van de glasaalintrek verkregen die herhaalbaar, valideerbaar en toetsbaar zijn in toekomstig onderzoek.

1 Inleiding

In de Ecologische achtergrondrapportage (Klein Breteler *et al.*, 2013) zijn de gegevens omtrent de aalstand en zijn omgeving in Groningen en Noord Drenthe, en de factoren die de aalstand beïnvloeden, beschreven.

Ook is daarin nagegaan welke methoden en modellen toepasbaar zijn voor duurzaam aalbeheer in Groningen en Noord Drenthe, welke aanvullende informatie er nog moet worden verzameld en hoe dit laatste op hoofdlijnen moet gebeuren. Dit is niet alleen nodig voor de planvorming in het aalbeheer, maar ook voor de evaluatie daarvan. Het project waar dit rapport een product van is, is begeleid door een projectgroep, samengesteld uit vertegenwoordigers van de waterschappen Hunze en Aas en Noorderzijlvest, de Hengelsportfederatie Groningen Drenthe en de actieve beroepsvissers in het studiegebied. Die projectgroep heeft op basis van de verkregen inzichten gedurende de looptijd van dit project, besloten om het reeds bestaande Duitse GEM-model en een nog te ontwikkelen Rode Aal Model (RAM) te gebruiken voor het te formuleren beheer.

Door het versneld gereedkomen van het Nederlandse Rode Aal Model (RAM) tijdens de uitvoering van dit project (Bierman *et al.*, 2012), is het mogelijk geworden om dat model volledig te betrekken bij de onderbouwing van dit beheerplan voor de aal in Groningen en Noord Drenthe (Klein Breteler *et al.*, 2013). Daarnaast is het ook mogelijk gebleken om op innovatieve wijze het GEM-model daaraan te koppelen en met behulp daarvan toekomstig aalbeheer te simuleren.

In ICES (2011) en in de Ecologische achtergrondrapportage is een concrete norm genoemd waaraan het aalbeheer uiteindelijk aan kan worden getoetst op duurzaamheid. De over het gehele leven van de aal genomen mortaliteit door menselijke factoren (som van anthropogene mortaliteit $\sum A$) mag op Europese schaal niet groter zijn dan 0,92 (dit komt overeen met een B_t/B_{best} verhouding van minimaal 40% op aantalsbasis) anders is herstel van het aalbestand niet mogelijk (ICES, 2011). Gelet op de Europese Aalverordening, zal elke Europese lidstaat deze norm ook in acht moeten nemen. Er zijn daarbij geen aanwijzingen vanuit het beleid van de Nederlandse overheid ten aanzien van het aalbeheer, dat deze norm binnen Nederland niet ook in de regio's zal moeten worden toegepast. De huidige anthropogene mortaliteit van aal ($\sum A$) in geheel Nederland bedroeg voorafgaand aan de inwerking stelling van het Nederlandse Aalbeheerplan 1,89 in 2008 en bedroeg 1,10 in 2011, (Bierman *et al.*, 2012). Er is dus sinds en door de inwerkingtreding van de Europese Aalverordening in Nederland al een aanzienlijke vermindering opgetreden in de anthropogene mortaliteit van aal (Bierman *et al.*, 2012), maar deze voldoet nog niet aan de norm. Eventuele verdere maatregelen in Nederland als geheel zouden dus nog steeds primair gericht moeten zijn op verdere vermindering van de mortaliteit gedurende het gehele leven van de aal in de binnenwateren en kustwateren.

De huidige biomassa van uittrekkende schieraal in Nederland, als percentage van de oorspronkelijke biomassa B_0 bedroeg 11 % in 2008 en 12 % in 2011 (Bierman *et al.*, 2012) en is dus sinds 2008 in Nederland nauwelijks toegenomen. Toename daarvan wordt pas verwacht op langere termijn en mits ook de andere Europese lidstaten adequate maatregelen hebben genomen. Het streefniveau van de EU, zoals vastgelegd in de Europese Aalverordening, bedraagt hiervoor uiteindelijk, en op de lange termijn, 40%.

Uit de toepassing van het RAM in Groningen en Noord Drenthe in 2008-2011 blijkt dat de B_t/B_{best} verhouding en de B_t/B_0 verhouding in het Eemstroomgebied aanzienlijk lager liggen dan die in het Rijnstroomgebied (met uitzondering van het deelgebied Spijksterpompen). In het algemeen voldoen de gemiddelde aalstanden en het aalbeheer in het Rijnstroomgebied in de periode 2008-2011, en in de daarbinnen onderscheiden deelgebieden, aan de Europese criteria en die in het Eemstroomgebied niet. Wel liggen die waarden in het Eemstroomgebied doorgaans (uitgezonderd: Fiemel, Fivelingo en Veenkoloniën) hoger dan het Nederlandse gemiddelde (Klein Breteler *et al.*, 2013).

Voor het gehele beheergebied Groningen en Noord Drenthe bedraagt de B_r/B_{best} verhouding 47% in de periode 2008-2011 en daarmee voldoet het huidige aalbeheer dus aan de normstelling. De B_r/B_0 verhouding voldoet met 32% niet aan de Europese norm en doelstelling.

Uit het bovenstaande blijkt dat de uitgangspositie van Groningen en Noord Drenthe, waar het om de aalstand en het aalbeheer gaat, dus relatief gunstig is ten opzichte van het Nederlandse gemiddelde.

Met dit Regionale Aalplan wordt beoogd om een gebiedspecifieke uitwerking te geven van de gewenste maatregelen die nodig zijn voor duurzaam beheer van de aal bij een gelijktijdige duurzame benutting door de beroepsvissers en gegeven de beschikbare kennis. De focus ligt daarbij op de bepaling van de speelruimte die er thans nog is en in de nabije toekomst nog zal zijn. Dit vertaalt zich direct door in eisen die aan het beheer en aan maatregelen gesteld moeten worden. Mogelijke (beheers)maatregelen zijn genoemd, maar konden in dit project niet verder worden uitgewerkt naar concrete effecten omdat er eerst keuzes gemaakt moeten worden over dat beheer binnen de beschikbare speelruimte.

2 Doel en vraagstelling(en)

Het primaire doel van dit project is de opstelling van een -door betrokkenen gedragen- Regionaal Aalplan. Doel van dit plan is:

“Het op ecologisch onderbouwde wijze uitvoering geven aan de instandhouding en zonodig ontwikkeling dan wel verbetering van een duurzame aalpopulatie in de beheergebieden van de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's, waarbij het voortbestaan van een duurzame vorm van benutting tot het streefbeeld behoort.”

Als mogelijke maatregelen zijn in het projectplan (Schollema & Huisman, 2011) genoemd:

- verbetering van vismigratie en visintrek- en uittrekmogelijkheden,
- verbetering van habitat,
- afspraken over mate van onttrekking,
- de minimummaat van de aal in het gebied en
- het spuibeleid van het Lauwersmeer.

Door de projectgroep is op basis van een eerder concept van het Ecologische achtergrondrapport aangegeven welke richting ingeslagen moet worden bij de uitwerking van eventuele maatregelen in het Regionale Aalplan (dit rapport) en de berekening van de effecten daarvan. Genoemd zijn daarbij:

- verbetering van de vrije intrek van glasaal / jonge aal
- eventueel uitzetten van glasaal en/of jonge aal
- prioritering en verbetering van uittrek voorzieningen voor schieraal
- "aal over de dijk zetten" door beroepsvissers bij gemalen (met name bij grotere gemalen)
- verbetering van controle en handhaving (door BOA's ook in niet-Federatiewater)
- preventie van aalvangst door sportvissers door voorlichting
- als randvoorwaarde voor de beroepsvissers geldt dat er voor hen individuele keuzemogelijkheden moeten zijn t.a.v. visserij op rode en schieraal, dus dat de een zich meer kan richten op schieraal visserij, de ander op rode aal visserij en een derde op beide. Er zou dus gevarieerd moeten kunnen worden met de gesloten tijd.

In dit regionale aalplan is vooral uitgegaan van de primaire doelstelling -die ook als vraagstelling kan worden opgevat- en is getracht de modelmatige onderbouwing te leveren voor beheer en daarbij de voorwaarden te berekenen waaraan dat beheer, inclusief benutting, moet voldoen om dit duurzaam te maken. Het schept wel een kader voor het maken van praktische keuzes in het beheer.

In dit rapport worden de bovengenoemde praktische keuzes in het beheer nog niet doorgerekend op de gevolgen voor de aalstand omdat het ambitieniveau van de gezamenlijke én individuele betrokkenen, de concrete keuzes die zij maken binnen de aangegeven speelruimte, én de specifieke gegevens die voor dergelijke berekeningen nodig zijn, thans nog niet bekend zijn. Wel worden de verschillende keuzemogelijkheden voor beheer door de verschillende betrokkenen op een rij gezet en daarin zijn ook de bovengenoemde concrete elementen van beheer opgenomen

3 Werkwijze

Bij het bepalen van effecten van toekomstig beheer van de aal is gebruik gemaakt van het (aan het RAM-model gecalibreerde) aangepaste GEM-model (paragraaf 5.2.3 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Met dit gecalibreerde RAM-GEM model is het mogelijk om de effecten van het beheer door de lokale beroepsvissers, door de Hengelsportfederatie Groningen-Drenthe en door de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's (gemalen) te berekenen. Hoewel de natuurbeheerders niet aan dit project deelnemen, is het effect van (hun beheer ten aanzien van) de aalscholver tevens berekend, want dat zit ook in het oorspronkelijke Duitse model en wordt door sommige EU-lidstaten en in sommige regio's door betrokkenen als relevant gezien.

De effecten van het toekomstig beheer zijn bestudeerd met behulp van de scenario's in Tabel 3.1.

Tabel 3-1 Verschillende bestudeerde scenario's van beheer van de aal in Groningen en Noord Drenthe in de toekomst. N.B. het berekenen van de compensatie kosten (scenario 1) en herstel kosten (scenario 2) in de vorm van benodigde hoeveelheden glasaal is niet als advies bedoeld om glasaal uit te zetten, maar dient slechts als hulpmiddel om de benodigde opgave en inspanning te kunnen vergelijken.

Nr.	Scenario
0	Ongewijzigd beheer in de periode 2013-2033 bij een veronderstelde gelijkblijvende intrek van glasaal op het niveau van 75% van 2011.
1	Als scenario 0, dus met voortzetting van het huidige beheer, maar met jaarlijkse uitzetting van glasaal in een hoeveelheid zodanig dat B_r/B_0 stabiliseert op de waarde $B_r/B_0 = s \%$ (zie scenario 3). De kosten van duurzaamheid van (voortzetting van) het huidige beheer kunnen dan berekend worden in de zin van compensatie voor de effecten. Ook wordt het aandeel van elke betrokkene berekend.
2	Als scenario 1, maar met jaarlijkse uitzetting van glasaal in een hoeveelheid zodanig dat B_r/B_0 stabiliseert op de waarde $B_r/B_0 = 40\%$. De kosten van herstel van het oorspronkelijke aalbestand kunnen dan berekend worden.
3	Alle anthropogene mortaliteit is nul ($\sum A=0$) in de periode 2013-2033, bij een veronderstelde gelijkblijvende intrek van glasaal op het niveau van 75% van 2011 (dit laatste net als in scenario 0). De toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 stabiliseert dan op de waarde $B_r/B_0 = s \%$. Deze waarde is afhankelijk van het niveau van de natuurlijke glasaal intrek (bij de bestaande migratiebelemmeringen van glasaal). Dit scenario weerspiegelt de autonome ontwikkeling van het aalbestand.

Onder ongewijzigd beheer wordt hier het volgende verstaan.

- De beroepsvisserij poogt het inkomen op peil te houden en vangt daarom (in aantallen) gelijkblijvende hoeveelheden in de jaren vanaf 2013. De totale gewichten van gevangen aal hangen mede af van de dynamiek van het bestand en worden met behulp van gemiddelde stuksgewichten berekend. Er wordt in de praktijk een minimum maat gehanteerd van 33 cm. Dit laatste sluit aan bij de bestaande praktijk.
- Het gedrag van de hengelaars en het aantal hengelaars veranderen niet en het effect van de sportvisserij in een bepaald jaar (bijvoorbeeld jaar *i*), in aantallen aal, is naar rato van de omvang van het bestand ten opzichte van de omvang van het bestand in 2012 bepaald. Daarbij is geen onderscheid in lengte gemaakt, dus ook de zeer jonge aal telt daarin mee. Overweging daarbij is geweest dat een hengelaar ook zeer jonge aal zou kunnen vangen en daaruit terugzet mortaliteit uit kan voortkomen. De totale gewichten van aal worden berekend als aangegeven bij beroepsvisserij. In de berekening van de toekomstige mortaliteit als gevolg van sportvisserij is rekening gehouden met de terugzetverplichting, uitgestelde terugzetmortaliteit en illegale meeneming van gevangen aal door het cumulatieve effect daarvan in het GEM model op te geven als door sportvissers onttrokken aal.

- Het gedrag van de aalscholvers, en de aantallen, veranderen niet en het effect van de aalscholvers, in aantallen aal, is naar rato van de omvang van het bestand ten opzichte van de omvang van het bestand in 2012. Berekening van het effect geschiedt verder als bij sportvisserij.
- Als ongewijzigd beheer door de waterschappen wordt in de scenario's niet alleen het effect van bestaand beheer en beleid meegenomen, maar ook het effect van reeds geplande veranderingen. Dit laatste betreft de geplande veranderingen door waterschap Noorderzijlvest in de boezemgemalen van Fivelingo (De Drie Delfzijlen), Spijksterpompen en Noordpolderzijl in 2014. Daar worden vispassages aangelegd, visweringen/visgeleidingssystemen en wordt het maalbeheer ook aangepast. Dergelijke veranderingen zijn door waterschap Hunze en Aa's reeds doorgevoerd. Bij Duurswold wordt bij voorkeur gespuid en alleen bij hoog water gemalen. Bij gemaal Rozema (Termunterzijl, Oldambt) wordt een relatief lage mortaliteit verwacht vanwege de relatief grote diameter van de turbines en de lage draaisnelheden. Bij Fiemel is een visvriendelijke vijzel aanwezig en een visgeleidingssysteem (lichtscherm) met bypass. Er zijn geen concrete gegevens voorhanden van de verwachte mortaliteitsreductie als gevolg van die veranderingen (Noorderzijlvest) of reeds gevoerd beheer (Hunze en Aa's). Hier wordt er vanaf 2013 bij de bovengenoemde gemalen bij Hunze en Aa's een mortaliteitsreductie van aal van 50% verondersteld ten opzichte van de situatie vóór 2013 en bij Noorderzijlvest is dit gedaan vanaf 2015. Op de consequenties van deze aannames wordt kort in 4.4.3 nader ingegaan.

Tenslotte wordt bij de berekeningen ook rekening gehouden met de aanleg van nieuwe natte natuur: de Onlanden (het Leekstermoeras) (500 ha) en het Oldambtmeer (800 ha). Die gebieden hebben ook een zekere ontwikkelingstijd nodig. Het oppervlak van die gebieden is vanaf 2013 in de berekeningen meegenomen. Een direct effect dat daaruit te verwachten is, is dat de biomassa van het bestaande aalbestand door verdunning in kg/ha daalt. Een indirect effect kan bijvoorbeeld zijn dat de groeicondities worden verbeterd door de lagere dichtheden en dat de gehele bestandsdynamiek daardoor verandert. Vooralnog worden er voorlopig geen grote effecten van de aanleg van deze nieuwe natuur verwacht op de uitkomsten van de berekeningen.

Waar het gaat om de afzonderlijke scenario's, moet opgemerkt worden dat het stopzetten van alle antropogene (door mensen veroorzaakte) mortaliteit van aal vanaf 2013 (scenario 3) slechts een denkbeeldig, en in de praktijk onhaalbaar, scenario is. Het is bijvoorbeeld ondenkbaar dat alle gemalen vanaf 2013 zodanig aangepast zijn of beheerd worden dat er geen enkele mortaliteit van aal optreedt. En zo heeft elke betrokkene wel zijn beperkingen. Scenario 3 is dan ook vooral bedoeld als hulpmiddel om scenario 1 te kunnen berekenen met behulp van $B_T/B_0 = s$ (Tabel 3.1).

De scenario's 0, 1 en 2 zijn vooral verschillend in ambitieniveau, waarbij scenario 0 mikt op voortzetting van het huidige beheer en geen doelen kent ten aanzien van het duurzaam maken daarvan. Scenario 1 zet in op het duurzaam maken van het huidige beheer en kan gezien worden als het middelste scenario. Scenario 2 zet in op het duurzaam maken van zowel het huidige beheer als van het aalbestand.

Alle scenario's gaan in principe uit van een stabiele natuurlijke intrek van glasaal van 75% van die in 2011 in de periode 2013-2033. Maar in 4.4.6. is er voor het Rijnstroomgebied een verkenning gemaakt van de effecten van verschillende scenario's van het toekomstige verloop van de glasaalindex.

Duurzaamheid van het aalbeheer en het duurzaam maken van het aalbestand heeft een prijs. De kosten daarvan worden met behulp van de in Tabel 3.1 genoemde scenario's bepaald door de gesimuleerde uitzetting van benodigde hoeveelheden glasaal. De prijs van het duurzaam maken van het huidige beheer kan dus worden uitgedrukt in een benodigd aantal glasalen. Glasaal heeft een marktprijs die sterk varieert tussen jaren en seizoenen. Als vuistregel kan € 300-500 per kg worden aangehouden, met uitschieters naar € 1000 per kg.

Met de keuze van de genoemde scenario's is geenszins bedoeld om voor te stellen om glasaal uit te zetten en evenmin om dat in de aangegeven mate te doen. Het is slechts één van de opties voor het beheer van de aal, maar wel één die direct omgezet kan worden in een prijs in euro's.

Glasaal kan behoorlijk variëren in stuksgewicht. Doorgaans wordt 3000 stuks/kg aangehouden, maar dit kan tussen 2.500 en 4.000 stuks per kg liggen. Omdat glasaal per gewichtseenheid verhandeld wordt, kan de prijs per stuk dus ook aanmerkelijk verschillen, los van de jaar- en seizoensvariatie in de prijs. En omdat het GEM-model met aantallen rekent, is dat dus een belangrijk gegeven. In het onderstaande is verder niet ingegaan op deze prijsvariaties, maar is slechts de benodigde hoeveelheid glasalen berekend om het beheer en/of de aalstand duurzaam te maken. Met behulp van bovengenoemde marktprijzen is het echter eenvoudig om een ruwe inschatting van de prijs van het aalbeheer te verkrijgen.

4 Effecten van maatregelen volgens het GEM-model

In dit hoofdstuk worden de prognoses van de ontwikkeling van de aalstand, de uittrek van schieraal en de anthropogene factoren in de periode 2013-2033 geschetst zoals ze voor Groningen en Noord Drenthe zijn berekend met behulp van het aan het gecalibreerde RAM-GEM-model. Achtereenvolgens worden die in 4.1 behandeld voor het stroomgebied van de Eems (en alle onderscheiden deelsystemen), in 4.2 voor het stroomgebied van de Rijn (en deelsystemen) en in 4.3 voor het gehele studiegebied in Groningen en Noord Drenthe. Het hoofdstuk wordt afgesloten met enige relativeringen en discussie (4.4), conclusies (4.5) en aanbevelingen (4.6).

Er is steeds getracht om de modelmatige berekeningen uit te voeren met behulp van de drie beschikbare indexen voor de glasaal intrek: de EEMS-index, RIJN-index en NOORDZEE-index (6.2.1.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Dat is in lang niet alle gevallen mogelijk gebleken omdat het model, met name bij gebruik van de RIJN-index en de NOORDZEE-index, veelal niet stabiel bleek. Bij gebruik van de EEMS-index bleek het model steeds wel stabiel. Op de verschillen in de uitkomsten van de modelberekeningen bij verschillende glasaal indexen wordt nader ingegaan in 4.4.5.

4.1 Eems stroomgebied in Groningen en Noord Drenthe

4.1.1 Eemsstroomgebied als geheel

Dit gebied omvat de WHA-boezem, Fiemel, Oldambt, Duurswold, Fivelingo en Spijksterpompen. Tot de WHA-boezem worden gerekend: Drentsche Aa, Hunze, Veenkoloniën, Westerwolde en de Eemskanaalboezem.

4.1.1.1 Gehele Eemsstroomgebied met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie Klein Breteler *et al.*, 2013) op 103.000 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_r/B_0 = 19,3$ in de periode 2008-2011 (zie die waarde in Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 138 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 223 kg (Tabel 7.5 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in bijvoorbeeld het jaar 2000 nog 815 kg glasaal (503 st/ha) zijn geweest.

Het opmerkelijke verloop van de hengelmortaliteit in de eerste jaren bij scenario 2 (Figuur 4.1), ook elders in deelgebieden van Eems stroomgebied, is een gevolg van de berekeningswijze en de onderliggende aannames. De nieuw gerecruteerde aal telt daarin mee, en omdat er in die scenario's zo veel glasaal extra binnenkomt of uitgezet wordt vanaf 2013 in het Eems stroomgebied, heeft dat een schokeffect op de schatting van de mortaliteit door sportvisserij. Dit is een element dat voor verbetering vatbaar is in het model (4.6).

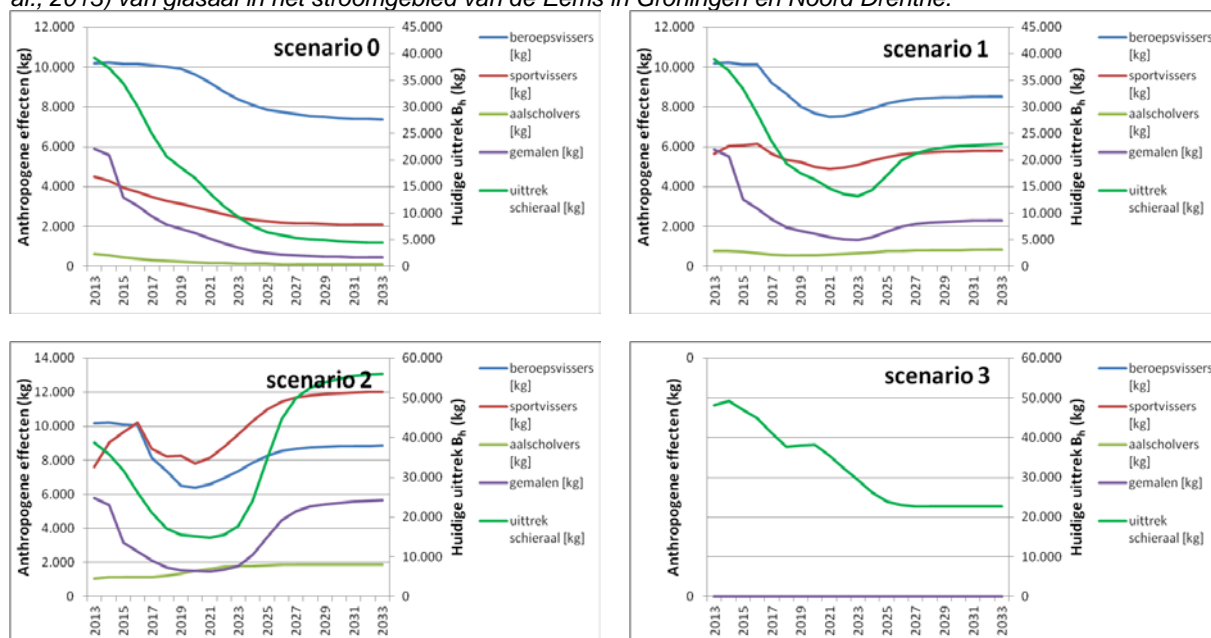
Maar dit laat onverlet dat, indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium nog sterk zal dalen (B_r/B_0 daalt dan naar 3,4%) bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuur 4.1).

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. Dit is een rechtsreeks gevolg van de lage glasaal intrek in de afgelopen twee decennia en de veronderstelling van een gelijkblijvende lage intrek in de komende

jaren. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 16,5% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar minder dan 25 kg/ha (Figuur 4.2). Dat is dus ook het maximaal haalbare niveau van de uittrek van schieraal bij de huidige intrek van glasaal (75% van het niveau van 2011) en zonder menselijke invloeden. En die schatting is onafhankelijk van elke aanname die er in Hoofdstuk 3 gedaan is ten aanzien van de berekeningen van de verschillende typen van antropogene mortaliteiten in de toekomst. Slechts herstel van de intrek van glasaal en/of aanvullende uitzettingen van glasaal of jonge aal (scenario's 1 en 2) kunnen die trend op termijn ombuigen, maar er gaat hoe dan ook eerst een neergang in het aalbestand en in de uittrek van schieraal aankomen.

In Figuur 4.1 is er bij de scenario's 1 en 2 ook te zien dat niet alleen het bestand en de uittrek van schieraal, maar ook de beroepsmatige vangsten de komende 10 jaar door een dal zullen gaan. Dit zal gepaard gaan met een benodigde hogere inspanning om die vangst niveaus te kunnen halen.

Figuur 4-1 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 7.5 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



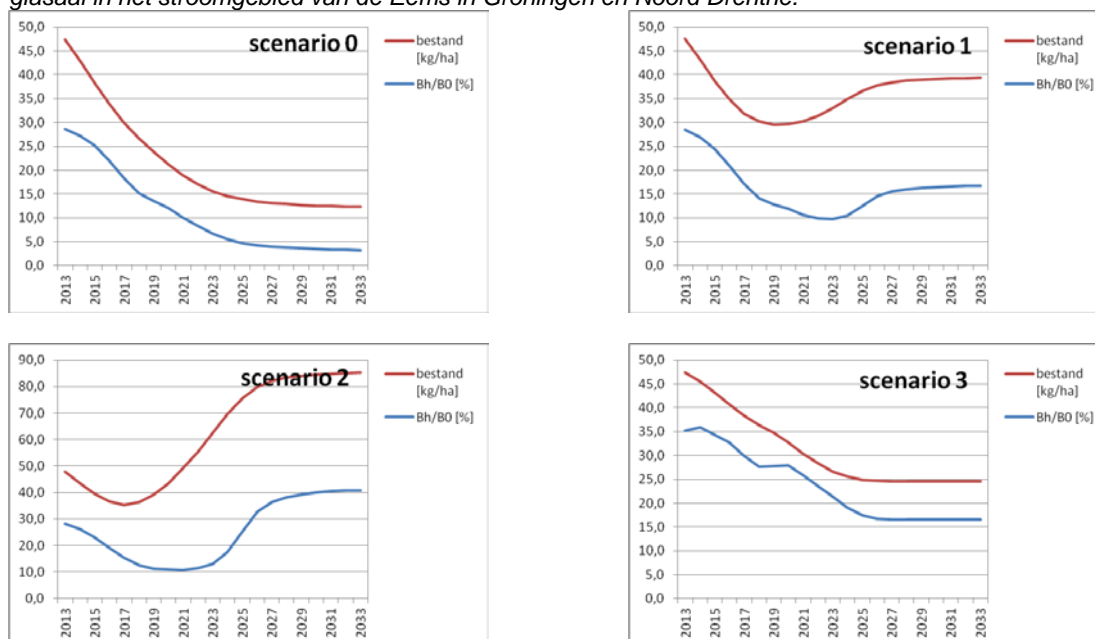
Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 16,5\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 212 kg wordt vergroot, dus wanneer jaarlijks vanaf 2013 ongeveer een verdubbeling van de geschatte intrek in 2011 wordt bereikt (Tabel 7.5 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 573 kg moeten worden versterkt (Tabel 7.5 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figures 4.1 en 4.2, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses nog aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

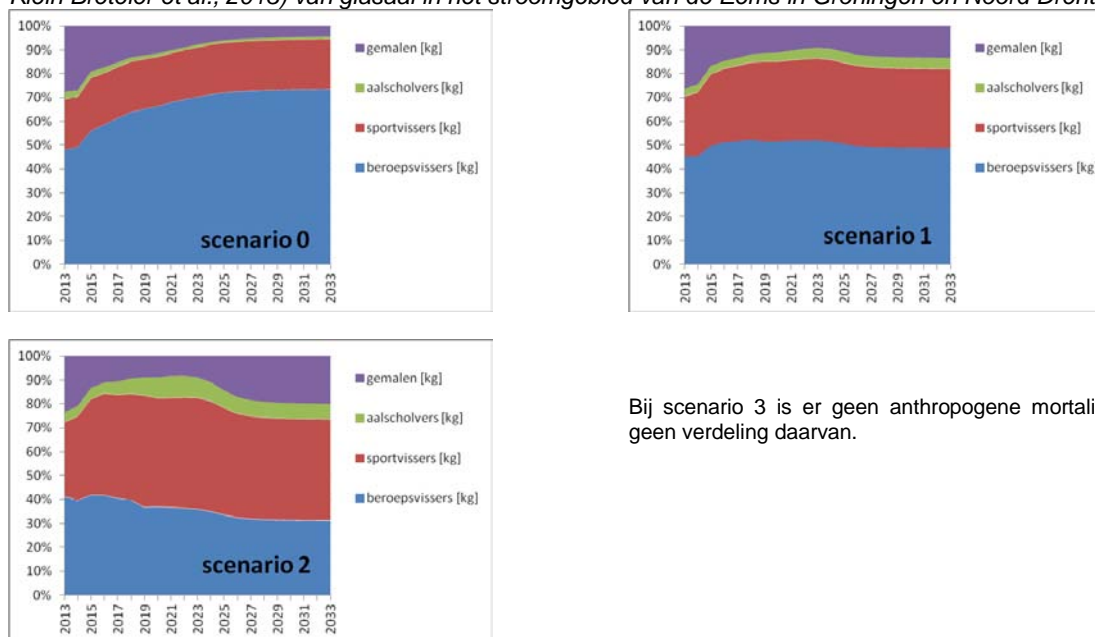
Positief lijkt in elk geval wel, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

Figuur 4-2 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 7.5 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



In Figuur 4.3 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Bij het afnemende bestand in scenario 0 zal de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers steeds een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-3 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.1.1.2 Gehele Eemsstroomgebied met de NOORDZEE-index van glasaal

De NOORDZEE-index van glasaal laat, net als de EEMS- en RIJN-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia, maar de waarde ligt lager. Dit geeft niet, want het is een index. Het zal zich dan alleen moeten doorvertalen in een hoger geschatte f-waarde. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek.

Indien de NOORDZEE-index voor glasaal (zie 6.2.1.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) wordt toegepast in de RAM-GEM analyse voor het gehele Eemsstroomgebied, dan blijkt het model in scenario's 0, 1 en 2 instabiel vanaf 2011 (Figuur 4.4). Dit uit zich in extreem en chaotisch gedrag en is een gevolg van berekende negatieve waarden van uittrek en bestand. Alleen in scenario 3 gedraagt het model zich normaal en kan in de komende 12 jaar een sterke daling van zowel bestand als de uittrek van schieraal berekend worden. Beide grootheden stabiliseren op een waarde dicht bij nul (Figuren 4.4. en 4.5).

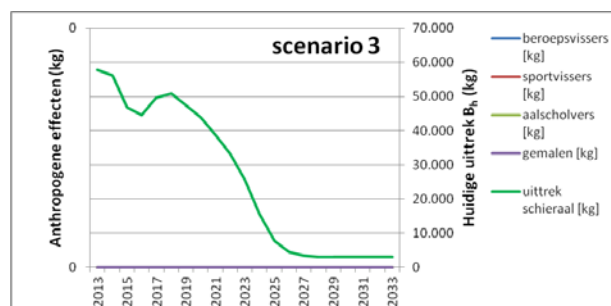
De belangrijkste conclusie bij toepassing van de NOORDZEE-index in het model is dus wel dat, ook als er geen aannames nodig zijn ten aanzien van de toekomstige mortaliteit van aal (scenario 3, $\Sigma A = 0$), het bestand in het Eems stroomgebied vrijwel uitsterft. Dat is een rechtstreeks gevolg van het verloop van de NOORDZEE-index in de afgelopen jaren (die dus reeds gemeten en gerealiseerd is) en de veronderstelde gelijkblijvende intrek in de toekomstige jaren op het niveau van 0,75 van de waarde in 2011. Dat laatste is een optimistisch scenario ten opzichte van de afnemende trend van de laatste decennia en waarschijnlijker is daarom dat het bestand en de uittrek na 2025 dus nog verder zal dalen. In 4.4.6 wordt nader ingegaan op de interpretatie van de verschillende uitkomsten van de modelvoorspellingen bij gebruik van diverse mogelijke glasaal indexen.

Figuur 4-4 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2011

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2011

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2011

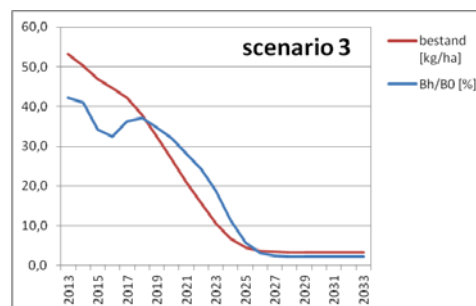


Figuur 4-5 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2011

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2011

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2011



4.1.2 WHA-boezem met de EEMS-index van glasaal

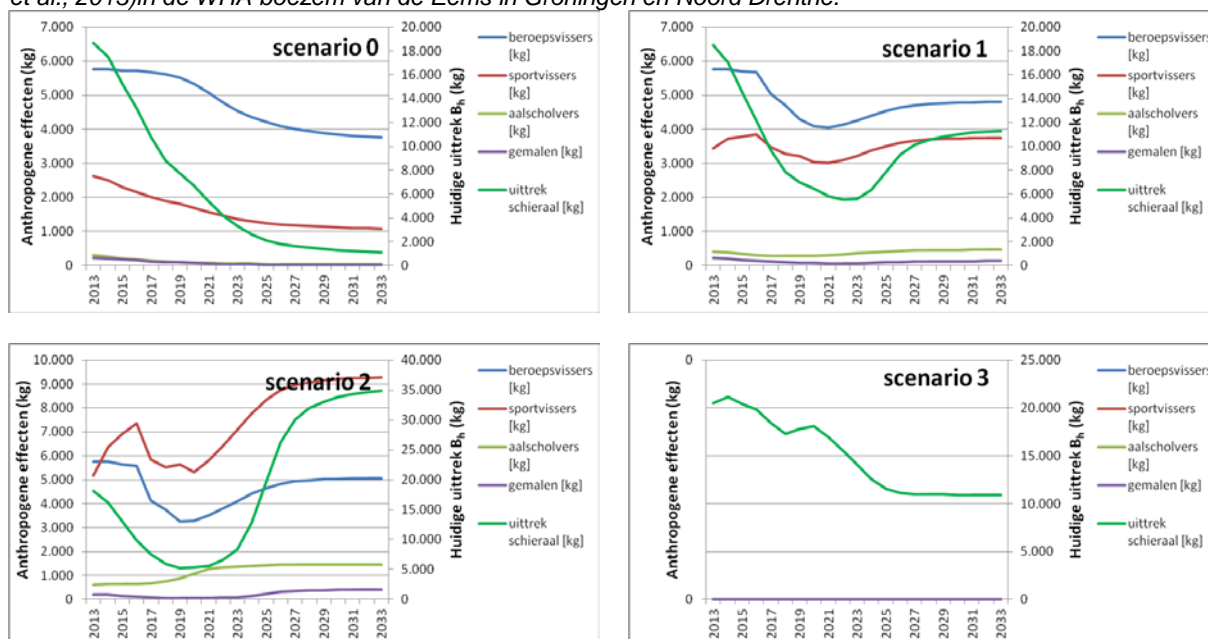
Tot de WHA-boezem worden gerekend: Drentsche Aa, Hunze, Veenkoloniën, Westerwolde en de Eemskanaalboezem.

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 49.794 per ingesteld (beide sexen gezamenlijk), waardoor de gemiddelde verhouding $B_T/B_0 = 19,5$ optreedt in de periode 2008-2011. Dit komt dichtbij die waarde volgens scenario 2 van het aalbestand in het RAM-model (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) in die periode, maar is daar niet helemaal aan gelijk. Het model blijkt erg gevoelig voor de exacte waarde van f en kleine schommelingen daarin destabiliseren het al. Dit duidt op globale instabiliteit en hierop wordt nader ingegaan in 4.4.1. Omdat de glasaalindex in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 111 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 108 kg (Tabel 7.5 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in bijvoorbeeld het jaar 2000 nog 394 kg glasaal (407 st/ha) zijn geweest.

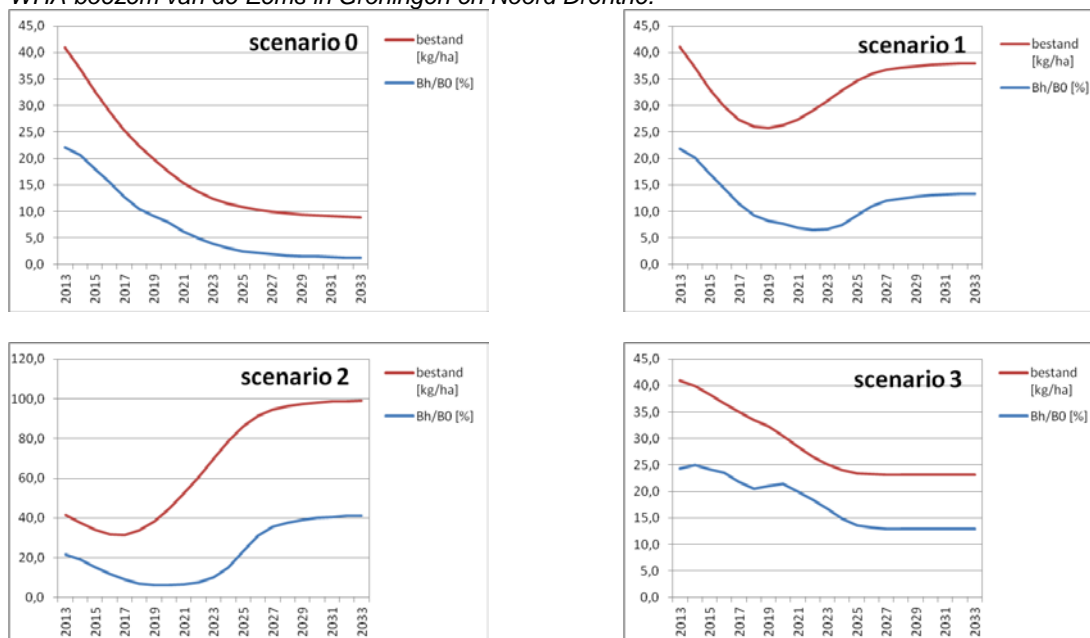
Bij ongewijzigd beheer (scenario 0) stort volgens deze prognoses het aalbestand in de komende decennia in, neemt de uittrek van schieraal sterk af en daalt de toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 naar 1,5% in de periode 2028-2033. Beroepsvisserij en sportvisserij zijn de belangrijkste anthropogene effecten. Alle anthropogene effecten dalen door het afnemende aalbestand, die van de beroepsvisserij echter het minst waardoor de relatieve bijdrage daarvan toeneemt (Figuur 4.6).

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. Dit is een rechte reeks gevolg van de lage glasaal intrek in de afgelopen twee decennia en de veronderstelling van een gelijkblijvende lage intrek in de komende jaren. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 13,0% in de periode 2028-2033. Dat is dus het maximaal haalbare niveau van de uittrek van schieraal bij de huidige intrek van glasaal (75% van het niveau van 2011) en zonder menselijke invloeden.

Figuur 4-6 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in de WHA-boezem van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-7 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in de WHA-boezem van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Dit niveau kan ook bij ongewijzigd beheer (dus instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) gehaald worden ($B_H/B_0 = 13,0\%$) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recruitering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 121 kg wordt versterkt (Tabel 7.5 in 4.4.4), dus ongeveer een verdubbeling van de huidige geschatte intrek. Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_H/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

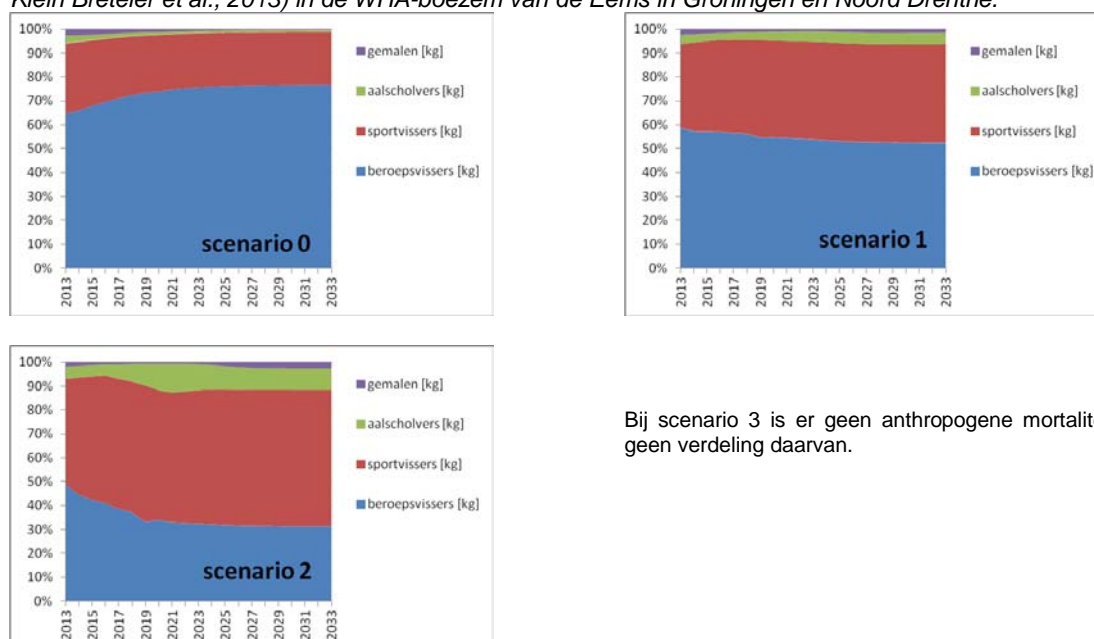
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zouden de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 379 kg moeten worden versterkt (Tabel 7.5 in 4.4.4).

In de Figuur 4.6 is er bij de scenario's 1 en 2 ook te zien dat niet alleen het bestand en de uittrek van schieraal, maar ook de beroepsmatige vangsten het komende decennium door een dal zullen gaan. Dit zal gepaard gaan met een benodigde hogere inspanning om die vangst niveau's te kunnen halen.

Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

In Figuur 4.8 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-8 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) in de WHA-boezem van de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.1.3 Fiemel met de EEMS-index van glasaal

Bijzonder in Fiemel is, dat de intrek van glasaal daar pas sinds 2001 mogelijk is. Daarom is allereerst de intrek van glasaal in de periode 1990-2000 in de modelberekeningen met GEM op nul gesteld, en daarna verlopend zoals de glasaalindex op dezelfde wijze als in de andere deelgebieden van de Eems. Als gevolg van de leeftijdsopbouw van dat relatief jonge bestand, zal de biomassa en de uittrek in de eerste jaren nog wat stijgen, en dat is te zien in Figuur 4.9.

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 1.340 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_T/B_0 = 2,0$ in de periode 2008-2011 (zie die waarde in Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat

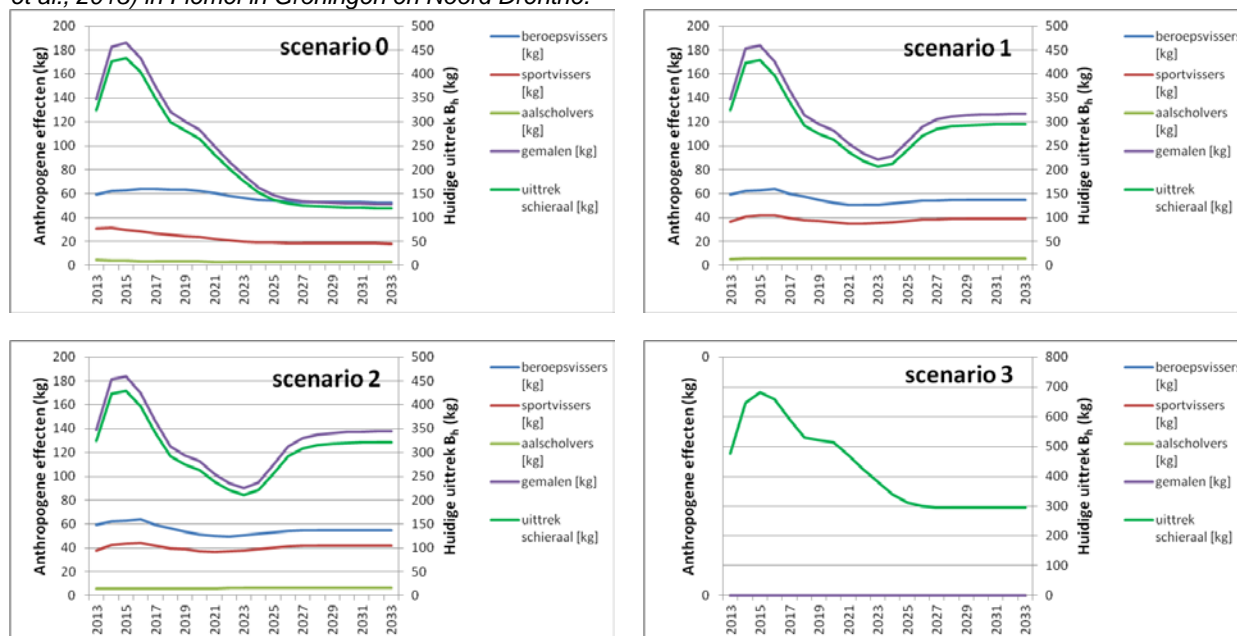
de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 264 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 2,9 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 0 kg glasaal (0 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.9 en 4.10). B_T/B_0 daalt dan naar 3,4% en het aalbestand naar ca. 40 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 36,8% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 55 kg/ha (Figuur 4.10).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Figuur 4-9 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) in Fiemel in Groningen en Noord Drenthe.



Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 36,8\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 2,2 kg wordt vergroot, dus wanneer jaarlijks vanaf 2013 ongeveer een verdubbeling van de geschatte intrek in 2011 wordt bereikt (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

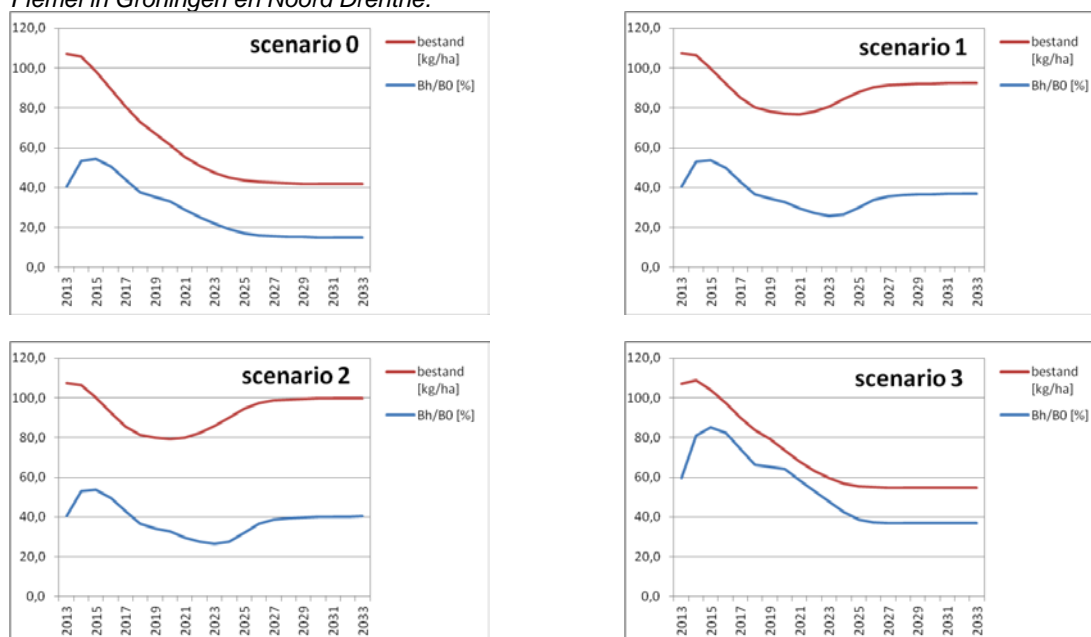
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook

mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 2,5 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.9 en 4.10, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

Figuur 4-10 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Fiemel in Groningen en Noord Drenthe.

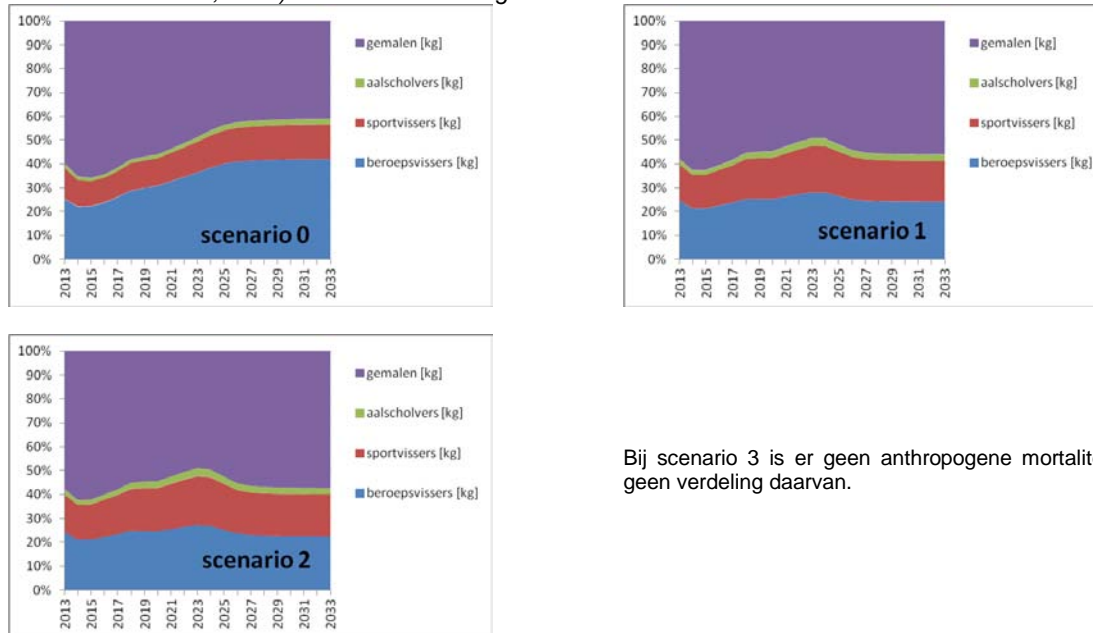


In Figuur 4.11 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Bij ongewijzigd beheer (scenario 0) stijgt volgens deze prognoses het aalbestand in de komende paar jaar waarna er in de komende decennia een daling inzet en neemt de uittrek van schieraal uiteindelijk flink af. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 stijgt eerst nog sterk; dat heeft te maken met het relatief jonge bestand. daarna daalt die naar ca. 26,8 % in de periode 2028-2033. Uiteindelijk is dat dus een stuk hoger dan in de huidige situatie. Ook de biomassa van het bestand blijft behoorlijk op peil. Schade door het boezemgemaal levert het belangrijkste anthropogene effect. Door de afnemende uittrek van schieraal neemt ook dat effect in absolute zin sterk af.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal na een aanvankelijke toename nog wel, maar blijven die toch uiteindelijk op niveau. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 komt op 64,7 % in de periode 2028-2033. Dat is dus hoger dan wat in de Europese Aalverordening wordt verordend.

Figuur 4-11 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Fiemel in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

Dit niveau kan ook bij ongewijzigd beheer (dus instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) gehaald worden ($B_t/B_0 = 64,9\%$) indien er vanaf 2013 jaarlijks 3.300 glasalen per sexe worden uitgezet. Zowel het aalbeheer als het aalbestand zouden dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd en aan de Aalverordening wordt ruimschoots voldaan.

In het geval van Fiemel representeert scenario 1 dus de meest ambitieuze doelstelling, en niet scenario 2. Indien een B_t/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening) wordt nagestreefd, dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zouden er vanaf 2013 jaarlijks 1.200 glasalen per sexe moeten worden uitgezet.

4.1.4 Oldambt met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler et al., 2013) op 10.550 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_t/B_0 = 14,2$ in de periode 2008-2011. Dit komt dichtbij die waarde volgens scenario 2 van het aalbestand in het RAM-model (Tabel 8.1 in Klein Breteler et al., 2013) in die periode, maar is daar niet helemaal aan gelijk. Het model blijkt erg gevoelig voor de exacte waarde van f en kleine schommelingen daarin destabiliseren het al. Dit duidt op globale instabiliteit en hierop wordt nader ingegaan in 4.4.1. Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler et al., 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 249 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 23 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 84 kg glasaal (911 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.12 en 4.13). B_t/B_0 daalt dan naar 1,5% en het aalbestand naar ca. 4 kg/ha.

Indien alle antropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van

schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_t/B_0 daalt dan naar 27,7% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 13 kg/ha (Figuur 4.13).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

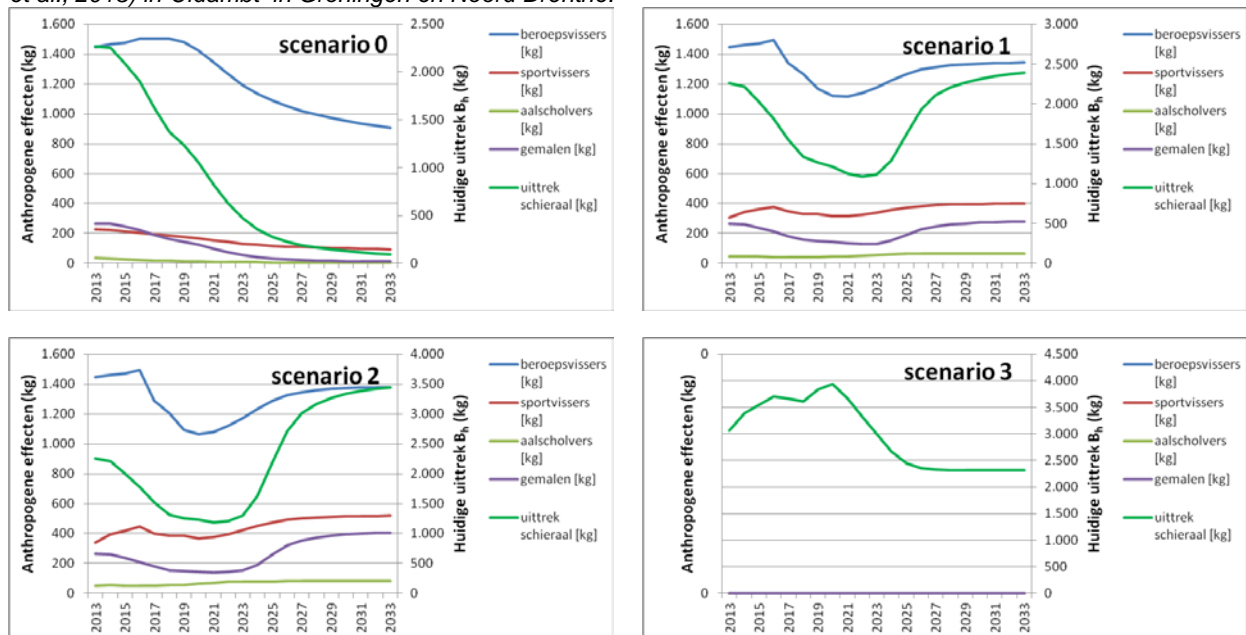
Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_t/B_0 = 27,7\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 26 kg wordt vergroot, dus wanneer jaarlijks vanaf 2013 ongeveer een verdubbeling van de geschatte intrek in 2011 wordt bereikt (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_t/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_t/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 37 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

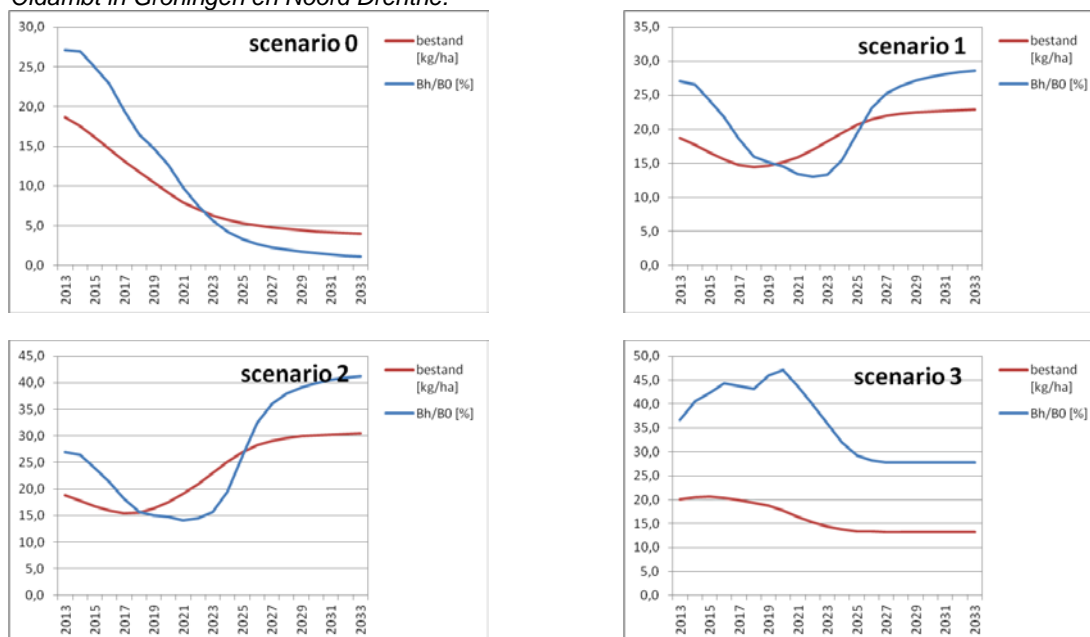
Er moet bij het lezen van de Figuren 4.12 en 4.13, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

Figuur 4-12 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Oldambt in Groningen en Noord Drenthe.

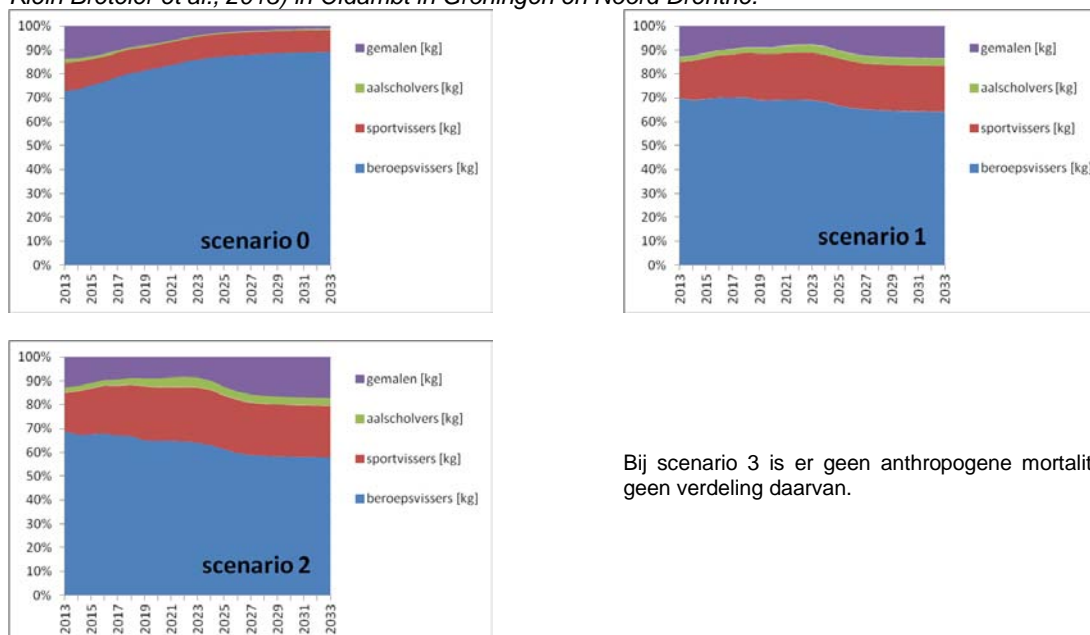


Figuur 4-13 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Oldambt in Groningen en Noord Drenthe.



In Figuur 4.14 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-14 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Oldambt in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.1.5 Duurswold met de EEMS-index van glasaal

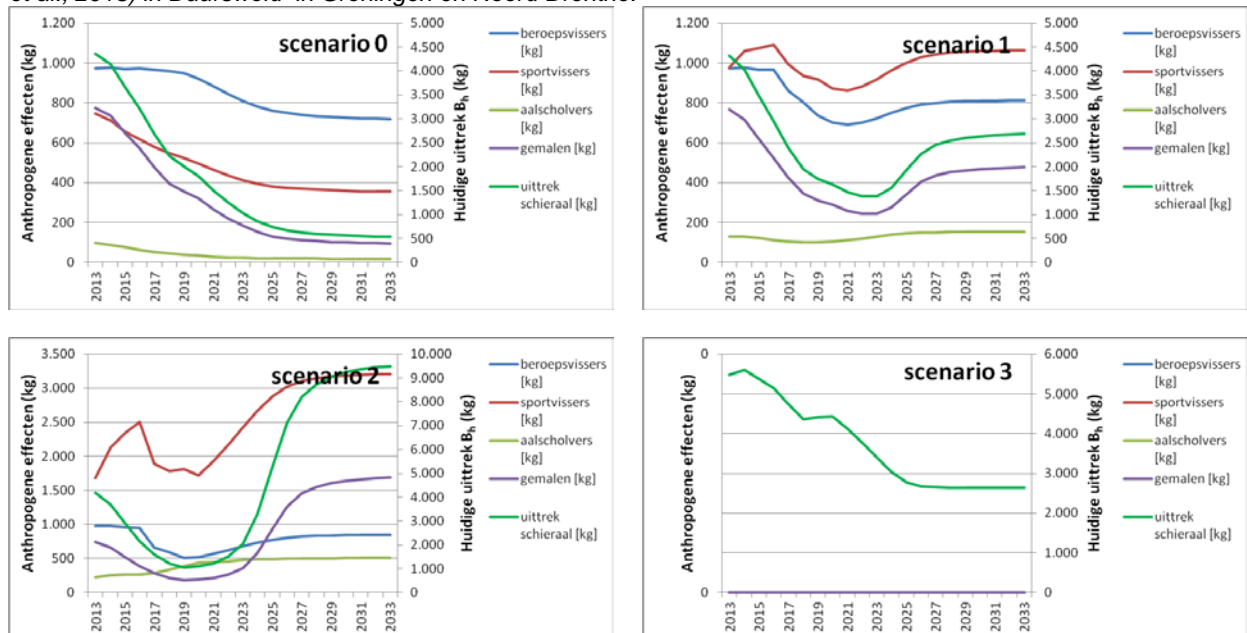
Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 11.996 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 14,0$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 88 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 24 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in st/ha is opvallend laag ten opzichte van de overige deelgebieden. De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 95 kg glasaal (353 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.15 en 4.16). B_H/B_0 daalt dan naar 2,4% en het aalbestand naar ca. 10 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_H/B_0 daalt dan naar 11,4% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 20 kg/ha (Figuur 4.16).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Figuur 4-15 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) in Duurswold in Groningen en Noord Drenthe.



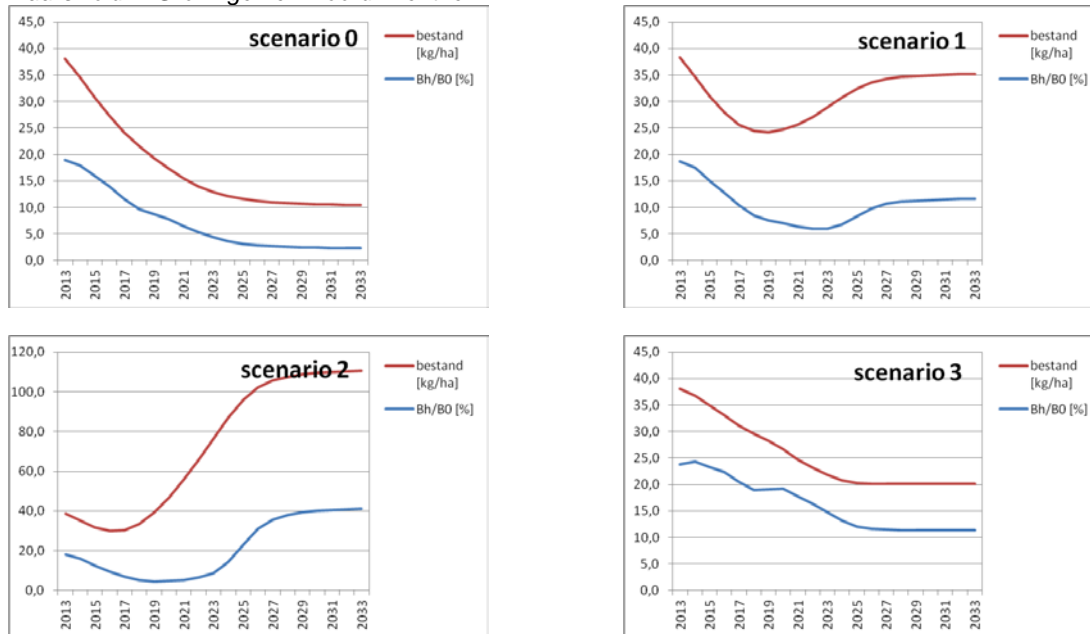
Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_H/B_0 = 11,4\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recruitering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 32 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog

niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van >40%, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden. Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 120 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.15 en 4.16, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

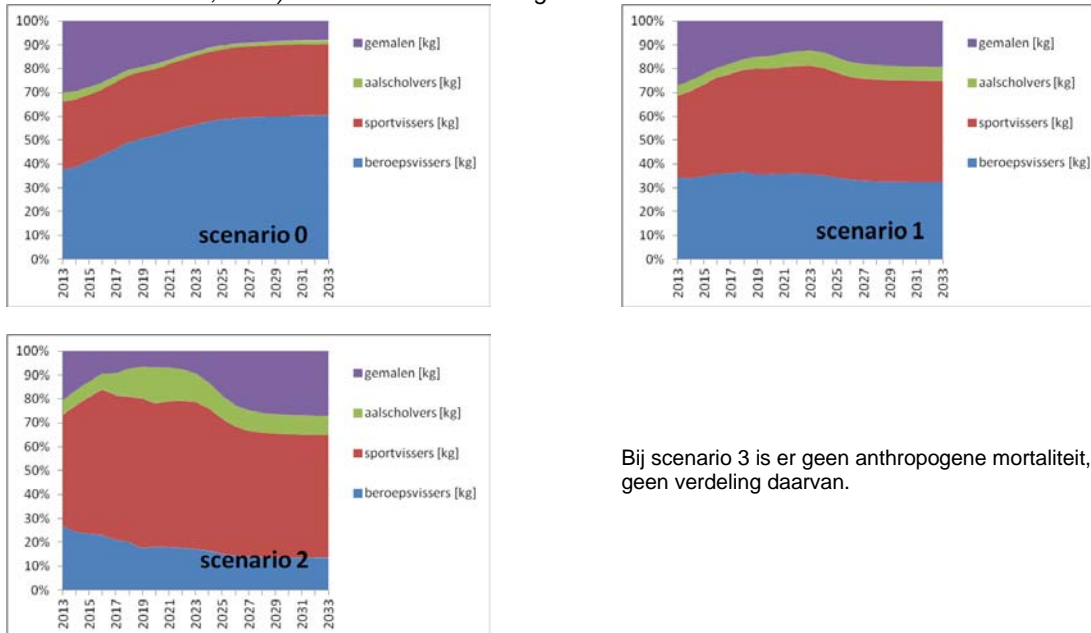
Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

Figuur 4-16 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_r/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Duurswold in Groningen en Noord Drenthe.



In Figuur 4.17 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-17 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Duurswold in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.1.6 Fivering met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 14.480 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_T/B_0 = 9,0$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 162 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 31 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 115 kg glasaal (591 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.18 en 4.19). B_T/B_0 daalt dan naar 6,5% en het aalbestand naar ca. 23 kg/ha. Wel wordt er in de eerstkomende jaren een verhoogde uittrek van schieraal verwacht als gevolg van de maatregelen bij het boezemgemaal en de verminderde gemalenschade.

Indien alle antropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 22,6% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 34 kg/ha (Figuur 4.19).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 22,6\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 35 kg wordt

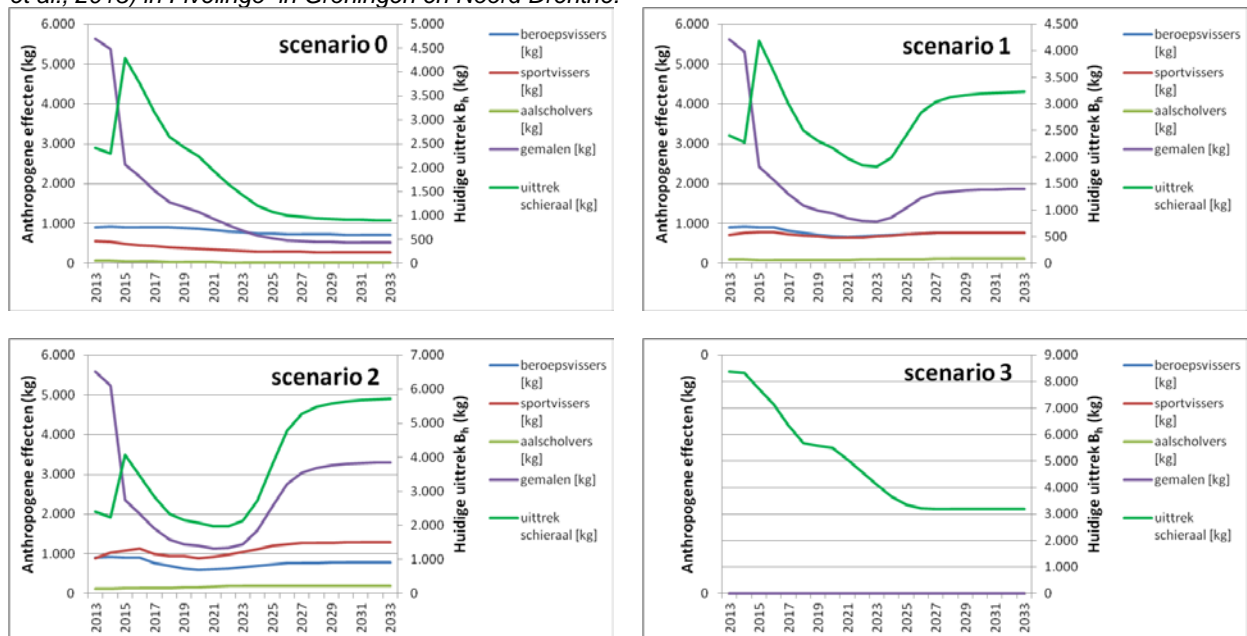
vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van >40%, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden. Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 71 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.18 en 4.19, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4).

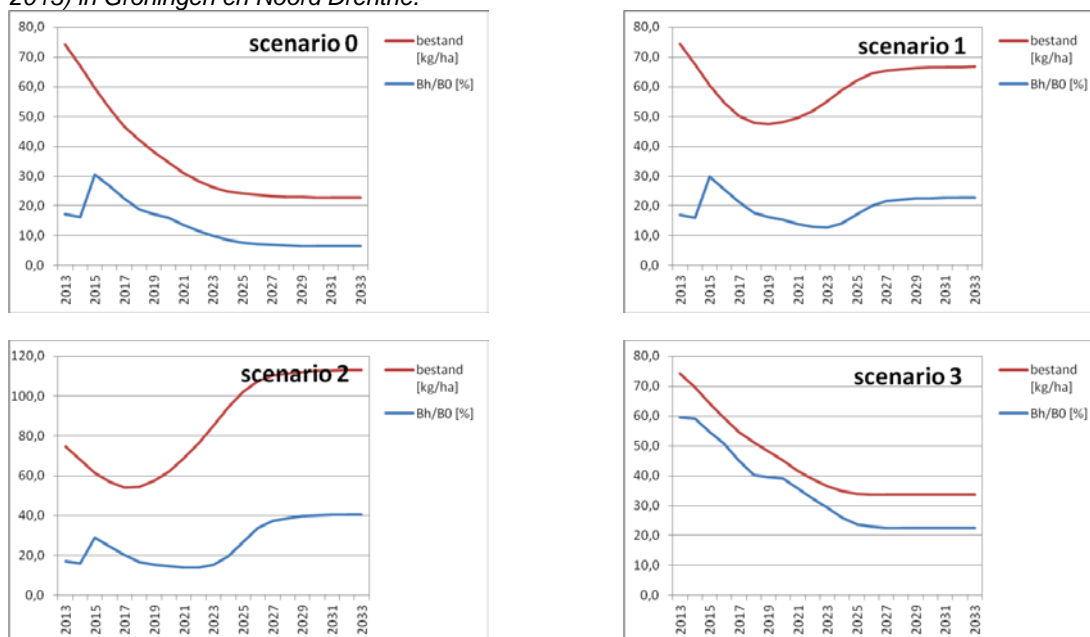
Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recruitering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.20 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

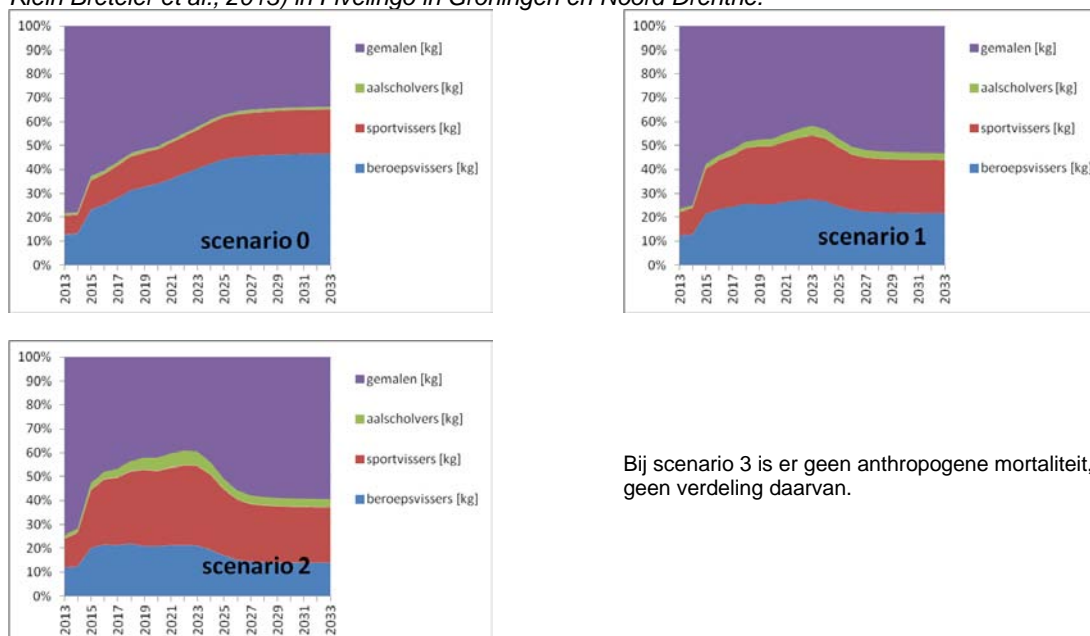
Figuur 4-18 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Fivelingo in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-19 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) in Fivelingo en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-20 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Fivelingo in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.1.7 Spijksterpompen met de EEMS-index van glasaal

Een bijzonderheid van de Spijksterpompen is dat volgens opgave van de beroepsvissers daar geen beroepsvisserij plaats vindt.

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 8.070 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_r/B_0 = 52,7$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 203 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 17 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 64 kg glasaal (741 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.21 en 4.22). B_r/B_0 daalt dan naar 22,0% en het aalbestand naar ca. 39 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 daalt dan naar 28,3% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 42 kg/ha (Figuur 4.22).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_r/B_0 = 28,3\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 3,8 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 11 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

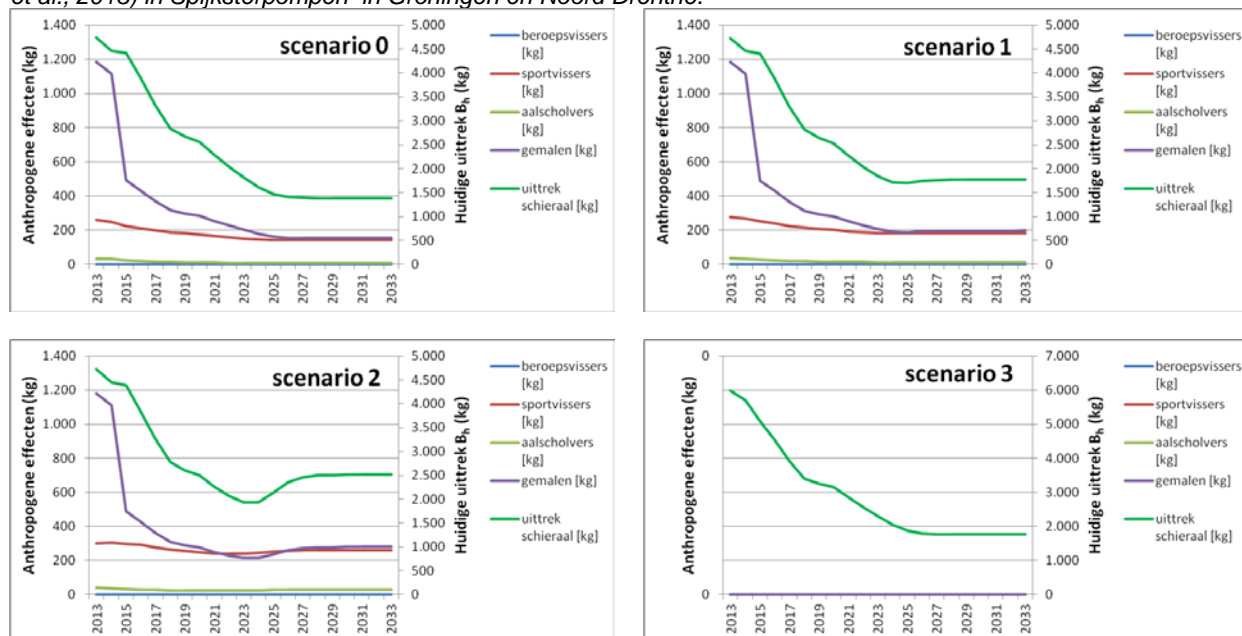
Er moet bij het lezen van de Figuren 4.21 en 4.22, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4).

Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

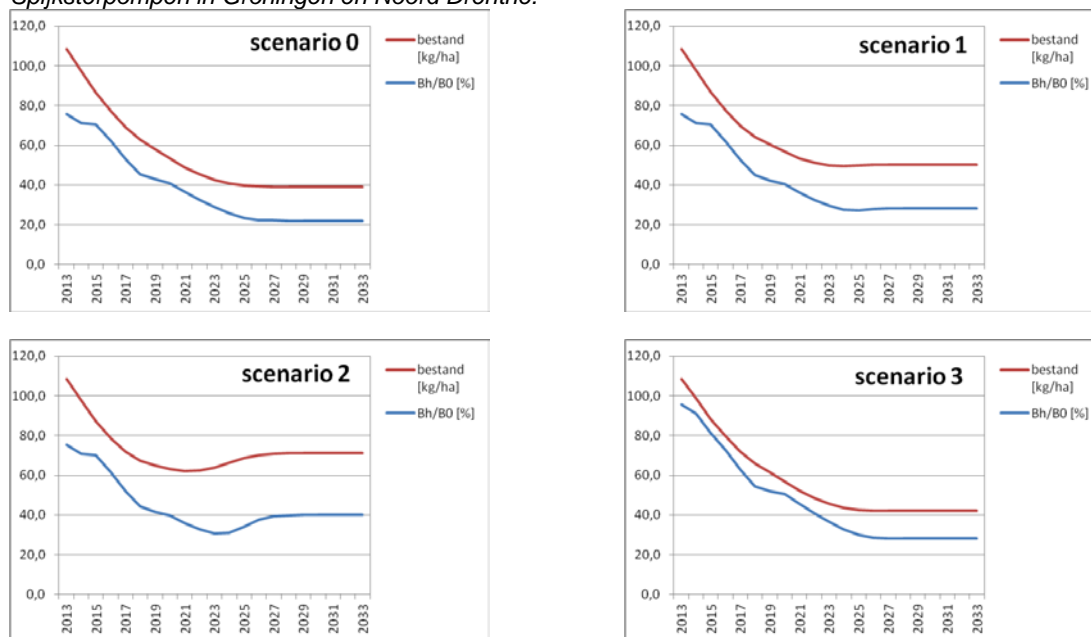
In Figuur 4.23 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de

uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

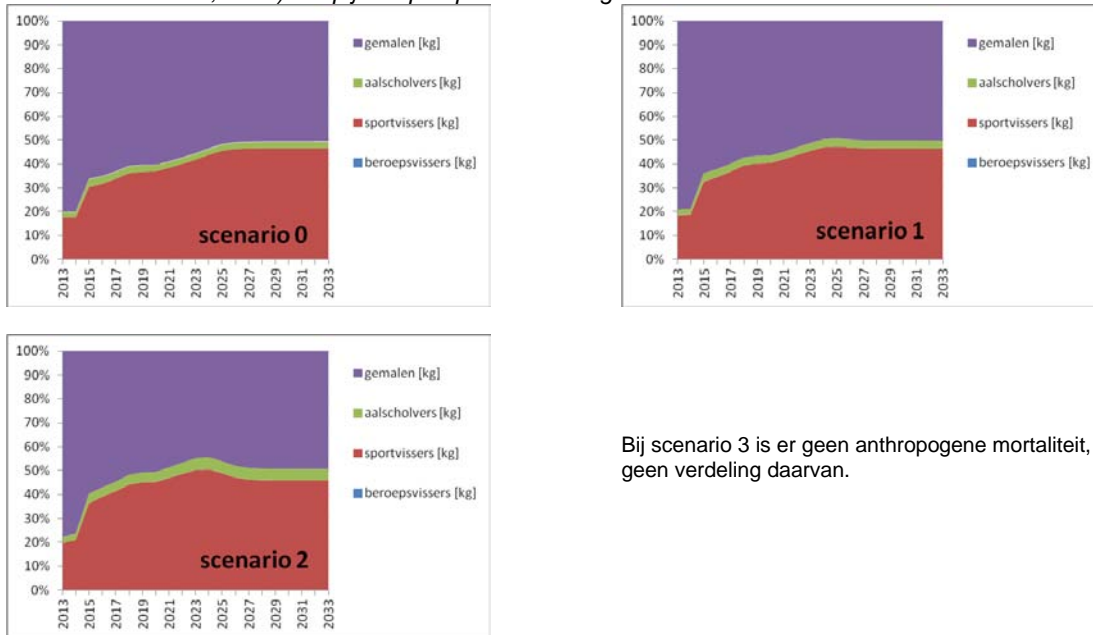
Figuur 4-21 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Spijksterpompen in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-22 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_t/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Spijksterpompen in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-23 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) in Spijksterpompen in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen antropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2 Rijn stroomgebied in Groningen en Noord Drenthe

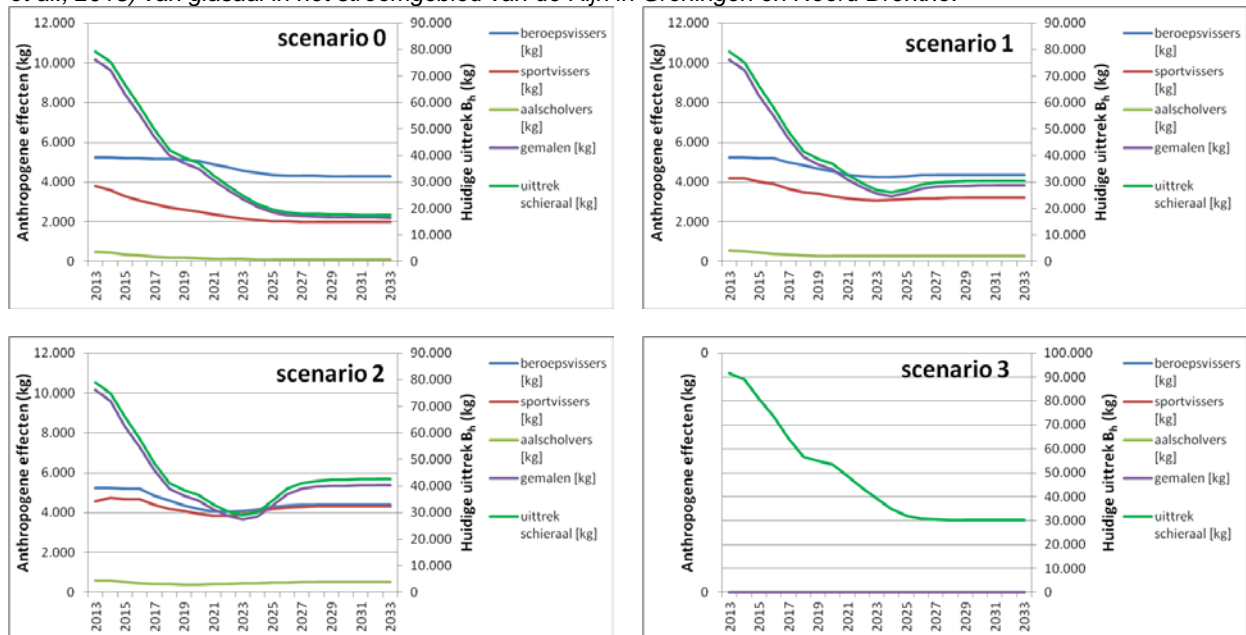
4.2.1 Rijnstroomgebied als geheel

Dit gebied omvat het Reitdiep-complex en de Noordpolder. Het Lauwersmeer is buiten het studiegebied van dit project gehouden en valt er dus niet onder. Onder het Reitdiep-complex wordt verstaan: Reitdiep, Dwarsdiep, Leeksterhoofddiep en Peizer- en Eelderdiep.

4.2.1.1 Met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 138.100 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 50,2$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 234 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 299 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 1.093 kg glasaal (857 st/ha) zijn geweest.

Figuur 4-24 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.24 en 4.25). B_H/B_0 daalt dan naar 16,7% en het aalbestand naar ca. 35 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_H/B_0 daalt dan naar 28,6% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 43 kg/ha (Figuur 4.25).

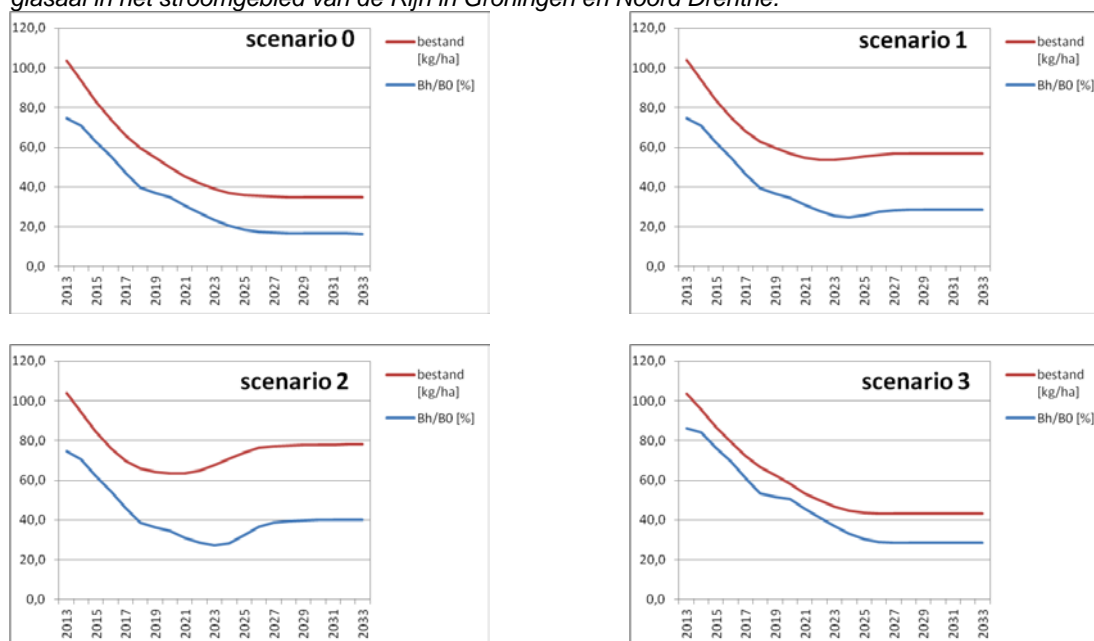
Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_r/B_0 = 28,6\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 125 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 243 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.24 en 4.25, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4).

Figuur 4-25 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_r/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

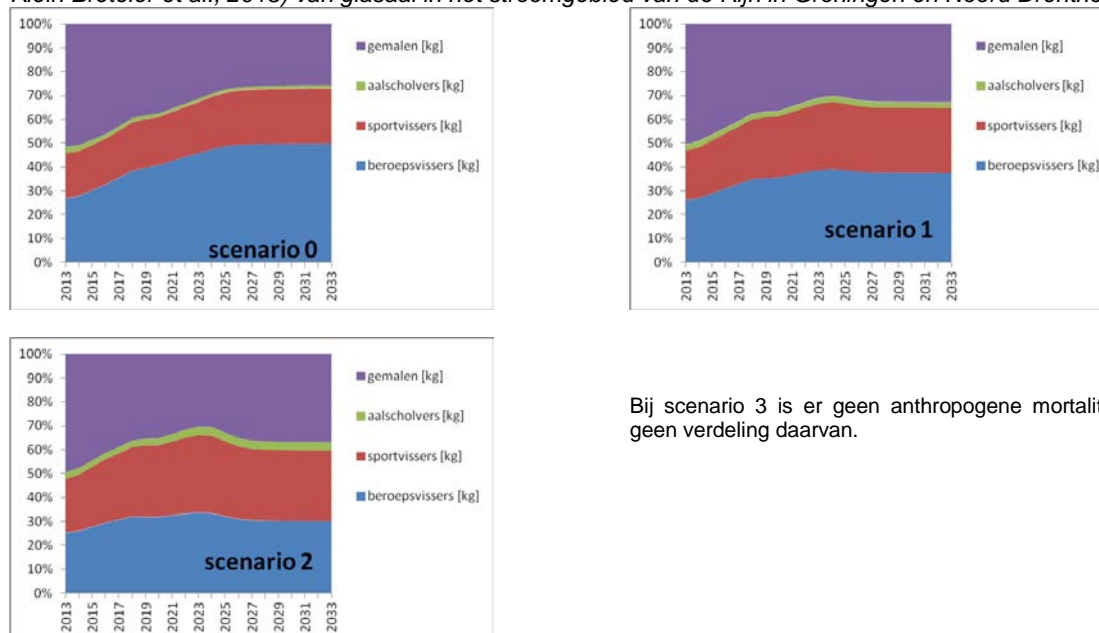


Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.26 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de

uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-26 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2.1.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal

De NOORDZEE-index van glasaal laat, net als de EEMS- en RIJN-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia, maar de waarde ligt lager. Dit geeft niet, want het is een index. Het zal zich dan alleen moeten doorvertalen in een hoger geschatte f -waarde. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek (4.4.5).

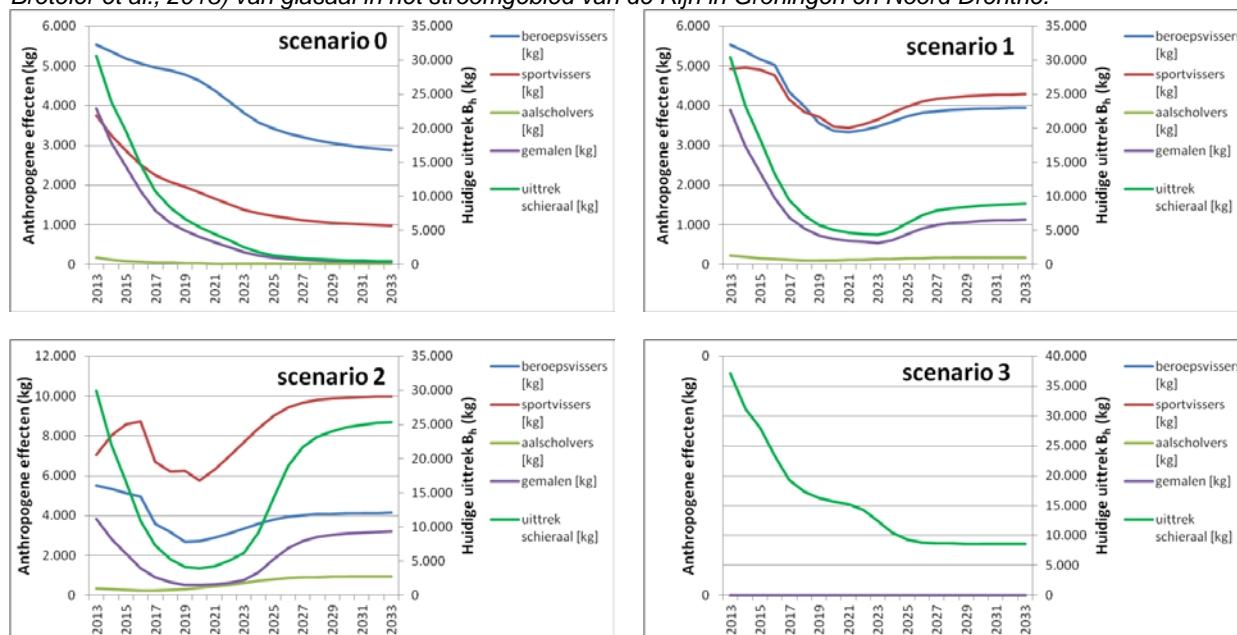
Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler et al., 2013) op 426.900 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 50,2$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler et al., 2013). Omdat de NOORDZEE-index van glasaal in 2011 0,6 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler et al., 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 67 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 85 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 655 kg glasaal (513 st/ha) zijn geweest. Deze schattingen van de intrek in 2011 en 2000 liggen lager dan die welke met de EEMS-index zijn gemaakt. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de verschillende indexen voor de glasaal intrek.

Indien de NOORDZEE-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.27 en 4.28). B_H/B_0 daalt dan naar 1,0% en het aalbestand naar ca. 4 kg/ha.

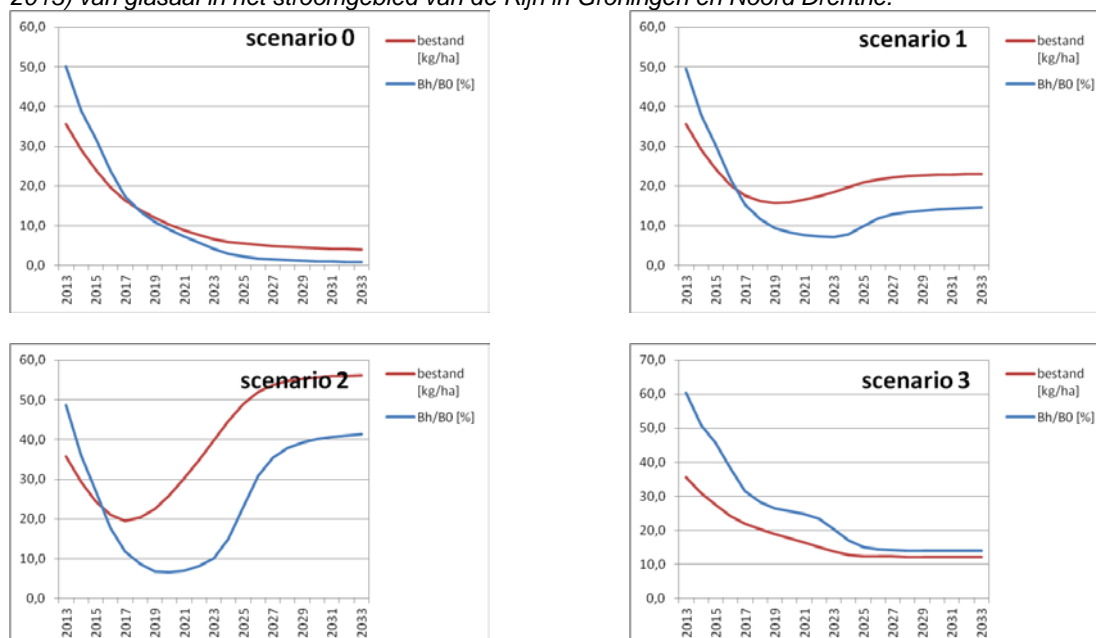
Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van

schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 14,1% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 12 kg/ha (Figuur 4.28).

Figuur 4-27 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-28 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_H/B_0 = 14,1\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 120 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_H/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

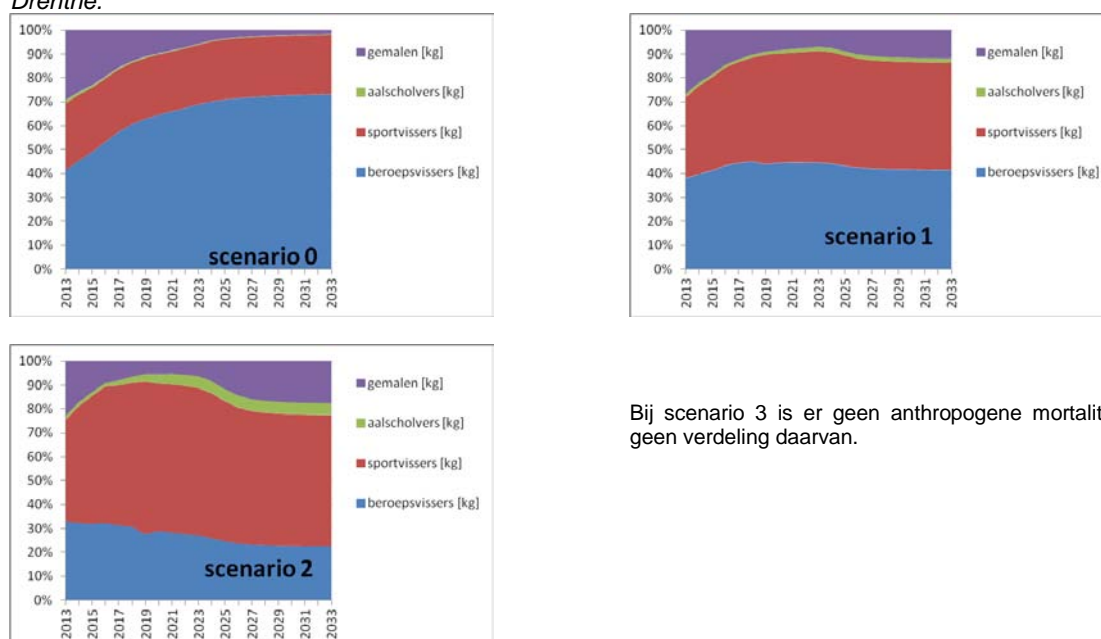
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_H/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 337 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.27 en 4.28, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.29 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-29 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2.1.3 Met de RIJN-index van glasaal

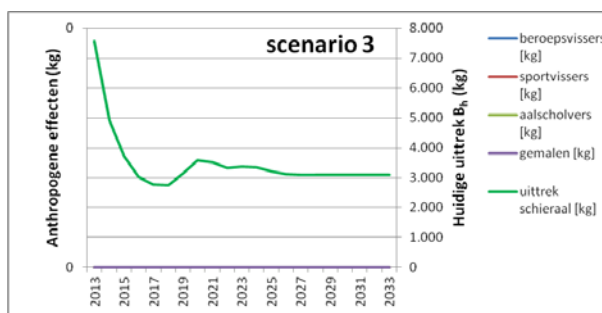
De RIJN-index van glasaal laat, net als de EEMS- en NOORDZEE-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia (7.2.1.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013), maar vertoont sinds de 1990-er jaren een sterkere afname dan in de Eems. De indexwaarde is 1,4 in 2011; dus vanaf 2013 is slechts 1,05 (75% van 1,4) verondersteld. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek (4.4.5).

Figuur 4-30 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2015

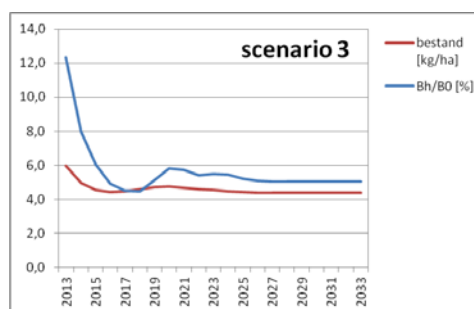


Figuur 4-31 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_t/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2015



Indien de RIJN-index voor glasaal wordt toegepast in de RAM-GEM analyse voor het gehele Eemsstroomgebied, dan blijkt het model in scenario's 0, 1 en 2 instabiel vanaf 2011 (Figuur 4.30). Dit uit zich in extreem en chaotisch gedrag en is een gevolg van berekende negatieve waarden van uittrek en bestand. Alleen in scenario 3 gedraagt het model zich normaal en kan in de komende 5 jaar een sterke daling van zowel bestand als de uittrek van schieraal berekend worden. B_t/B_0 stabiliseert zich nadien op een waarde van 5,0 en het aalbestand op een biomassa van ca. 5 kg/ha (Figuren 4.30. en 4.31).

De belangrijkste conclusie bij toepassing van de RIJN-index in het model is dus wel dat, ook als er geen aannames nodig zijn ten aanzien van de toekomstige mortaliteit van aal (scenario 3, $\sum A = 0$), het bestand in het Eems stroomgebied vrijwel verdwijnt en vooralsnog enige uittrek van schieraal te verwachten valt. Dat is een rechtstreeks gevolg van het verloop van de RIJN-index in de afgelopen jaren (die dus reeds gemeten en gerealiseerd is) en de veronderstelde gelijkblijvende intrek in de toekomstige jaren op het niveau van 0,75 van de waarde in 2011. Dat laatste is een optimistisch scenario ten opzichte van de afnemende trend van de laatste decennia en waarschijnlijker is daarom dat het bestand en de uittrek na 2025 dus nog verder zal dalen. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de interpretatie van de verschillende uitkomsten van de modelvoorspellingen bij gebruik van diverse mogelijke glasaal indexen.

4.2.2 Noordpolder

Een bijzonderheid van de Noordpolder is dat beroepsvisserij volgens opgave van de beroepsvissers in dit deelstroomgebied afwezig is.

4.2.2.1 Met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 3.054 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_r/B_0 = 81,5$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Dit komt dichtbij die waarde volgens scenario 2 van het aalbestand in het RAM-model in die periode, maar is daar niet helemaal aan gelijk. Het model blijkt erg gevoelig voor de exacte waarde van f en kleine schommelingen daarin destabiliseren het al. Dit duidt op globale instabiliteit en hierop wordt nader ingegaan in 4.4.1.

Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 281 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 6,6 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). In het jaar 2000 zou de intrek in dit systeem 24 kg glasaal (1.026 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.32 en 4.33). B_r/B_0 daalt dan naar 31,9% en het aalbestand naar ca. 55 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_r/B_0 daalt dan naar 39,2% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 58 kg/ha (Figuur 4.33).

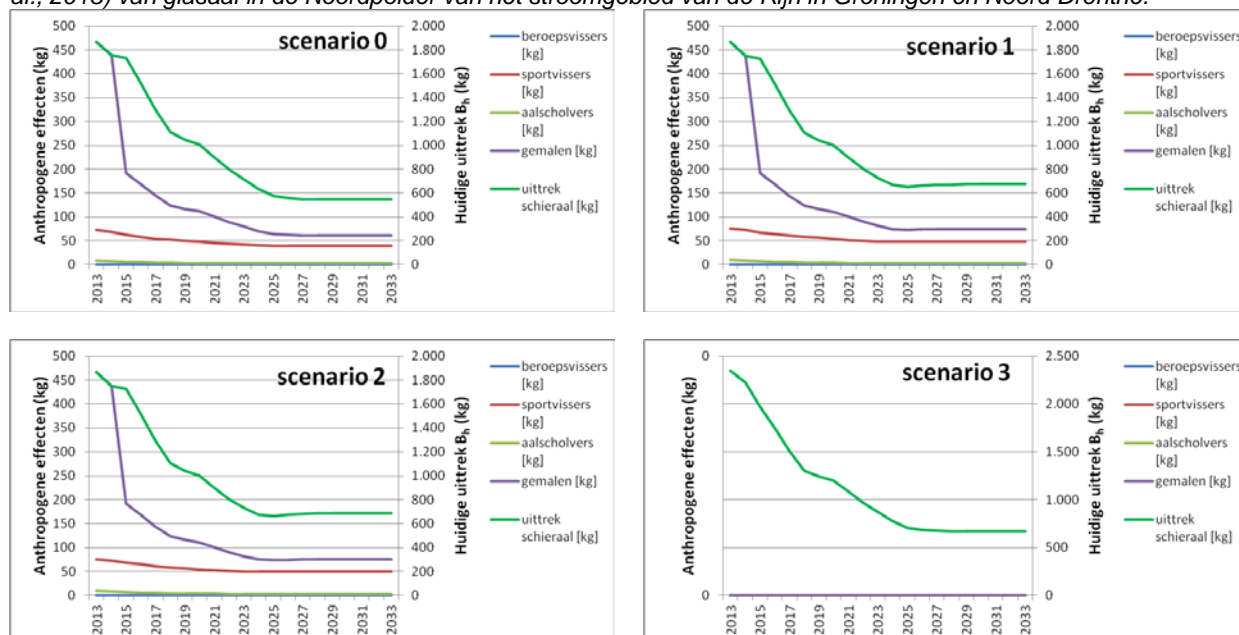
Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_r/B_0 = 39,2\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 1,2 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

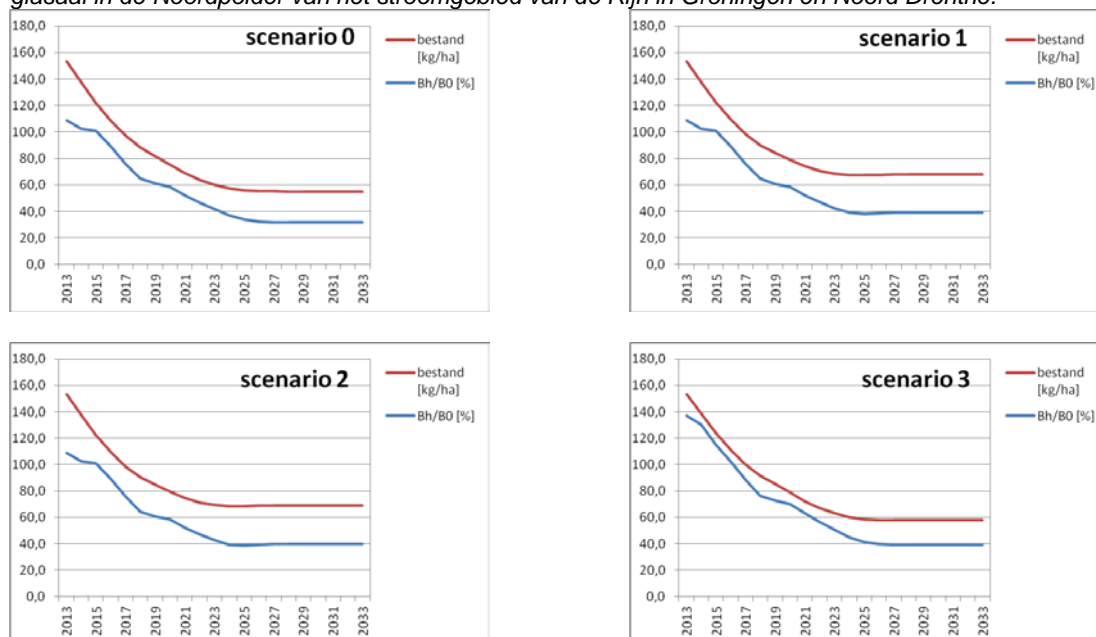
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijke te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook

mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 1,3 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Figuur 4-32 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-33 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B₀ bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

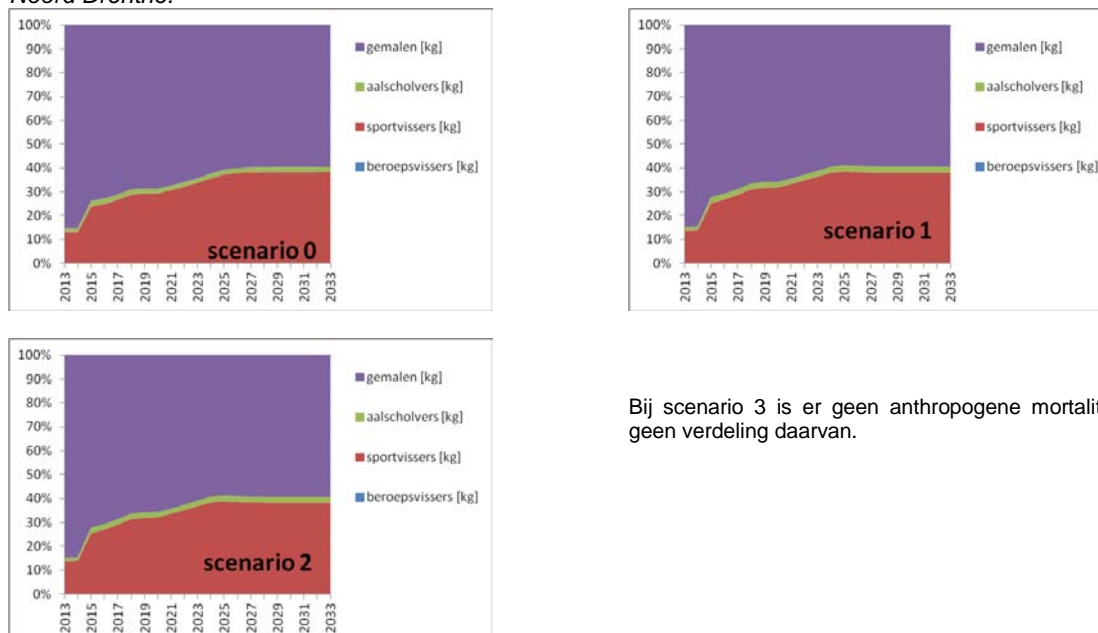


Er moet bij het lezen van de Figuren 4.32 en 4.33, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Positief lijkt in dit deelgebied, dat het aalbestand en de huidige uittek van schieraal niet alleen op dit moment in orde lijkt maar, en mits de recrutering tenminste gelijk blijft in de komende decennia, ook in die periode naar verwachting min of meer zal blijven voldoen aan de Europese criteria van duurzaam beheer en een duurzame aalstand,.

In Figuur 4.34 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholers toenemen, waarbij aalscholers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-34 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

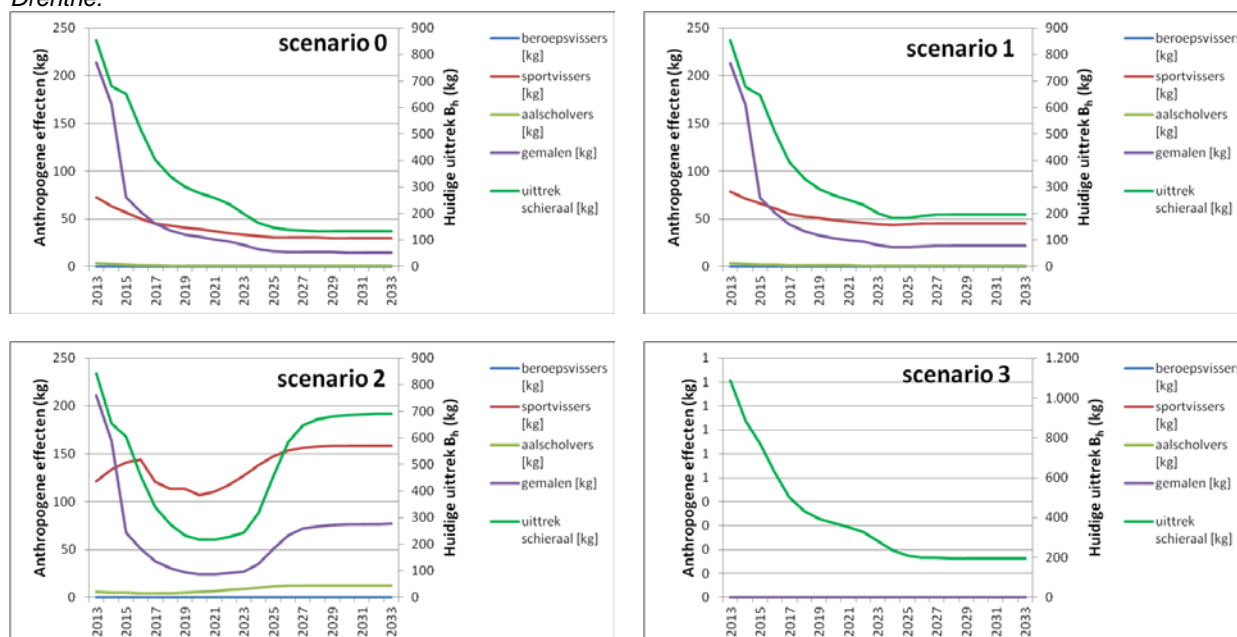
4.2.2.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal

Zoals in 4.2.1.2 reeds vermeld, zou de te berekenen intrek van glasaal met behulp van de NOORDZEE-index in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) idealiter gelijk moeten zijn aan de intrek die met bijvoorbeeld de EEMS-index is berekend

Bij het gebruik van de NOORDZEE-index in de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler et al., 2013) op 9.700 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_T/B_0 = 81,2$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler et al., 2013). Omdat de NOORDZEE-index van glasaal in 2011 0,6 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler et al., 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 82 st/ha geschat en, bij een normstuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 1,9 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 15 kg glasaal (631 st/ha) zijn geweest. Deze schattingen van de intrek in 2011 en 2000 liggen lager dan die welke met de EEMS-index zijn gemaakt. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de verschillende indexen voor de glasaal intrek.

Indien de NOORDZEE-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.35 en 4.36). B_T/B_0 daalt dan naar 7,8% en het aalbestand naar ca. 15 kg/ha.

Figuur 4-35 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 11,5% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 17 kg/ha (Figuur 4.36).

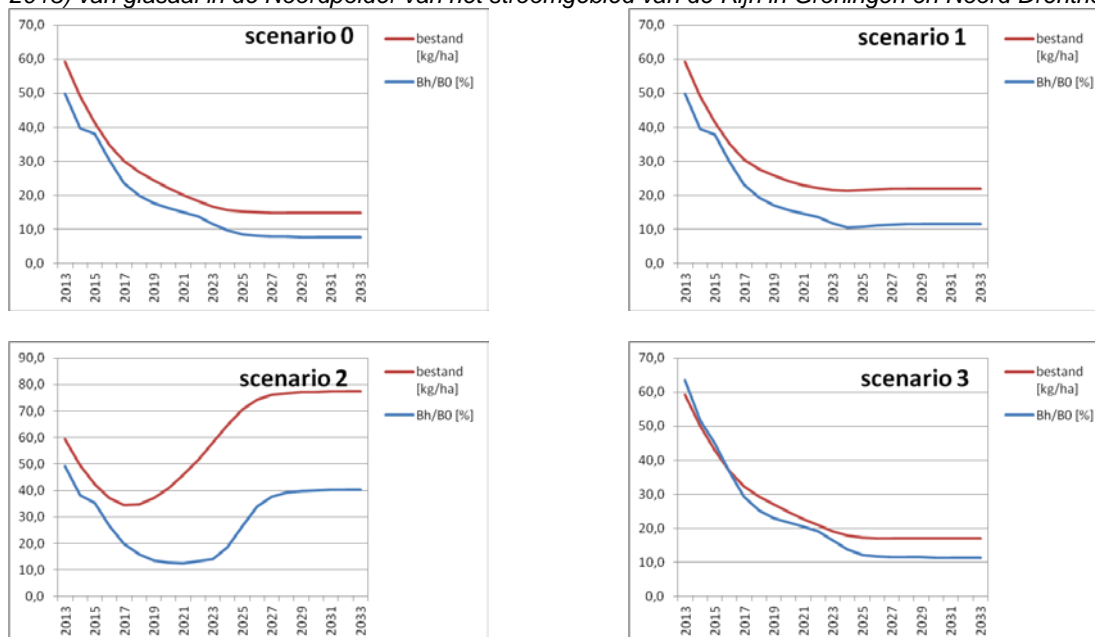
Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 11,5\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 0,7 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

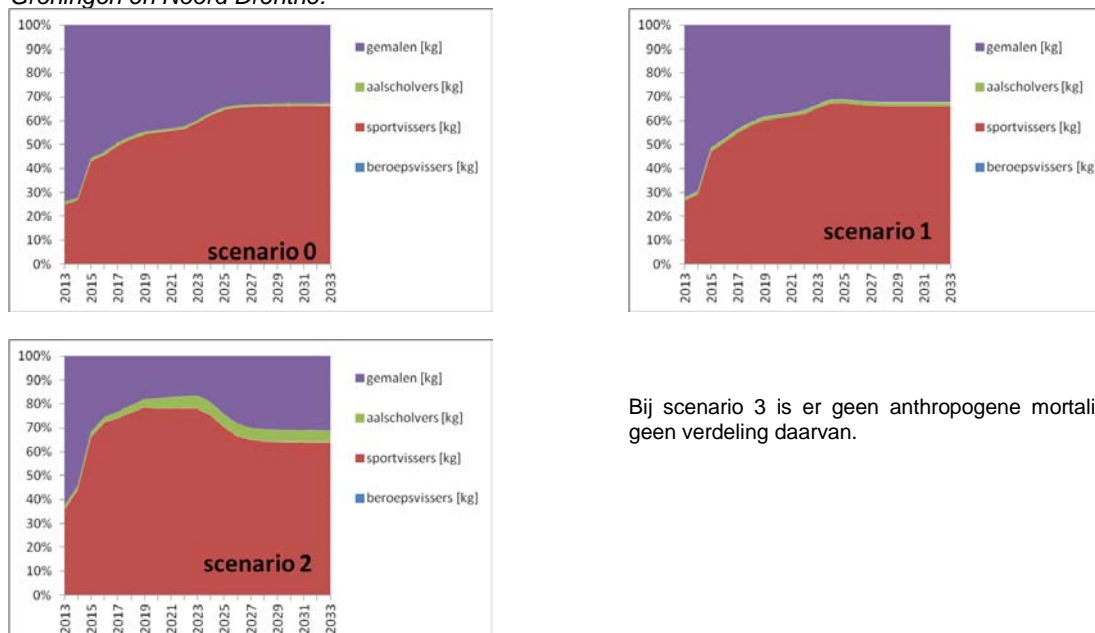
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 6,3 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.35 en 4.36, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Figuur 4-36 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-37 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recruitering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.37 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit

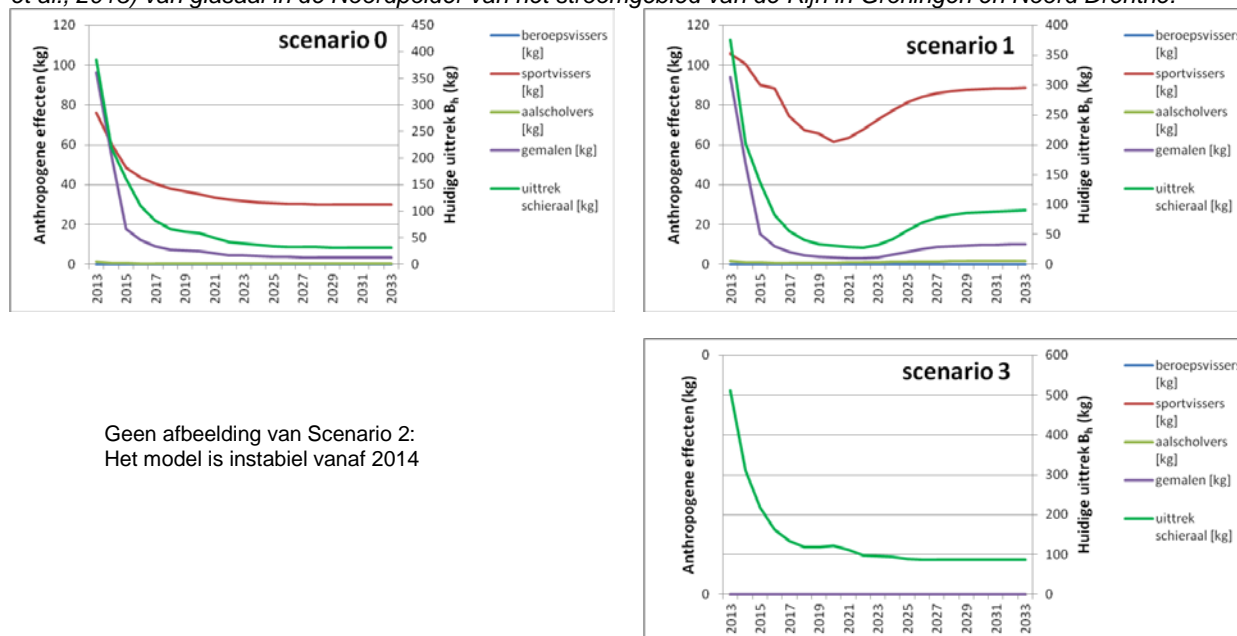
gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

4.2.2.3 Met de RIJN-index van glasaal

De RIJN-index van glasaal laat, net als de EEMS- en NOORDZEE-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia (7.2.1.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013), maar vertoont sinds de 1990-er jaren een sterkere afname dan in de Eems. De indexwaarde is 1,4 in 2011; dus vanaf 2013 is slechts 1,05 (75% van 1,4) verondersteld. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek (4.4.5).

Bij het gebruik van de RIJN-index in de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 1.830 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 81,2$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de RIJN-index van glasaal in 2011 1,4 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 36 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 0,9 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 4 kg glasaal (186 st/ha) zijn geweest. Deze schattingen van de intrek in 2011 en 2000 liggen nog lager dan die welke met de EEMS-index zijn gemaakt. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de verschillende indexen voor de glasaal intrek.

Figuur 4-38 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Indien de RIJN-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.38 en 4.39). B_H/B_0 daalt dan naar 7,8% en het aalbestand naar ca. 5 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van

schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 5,1% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 8 kg/ha (Figuur 4.39).

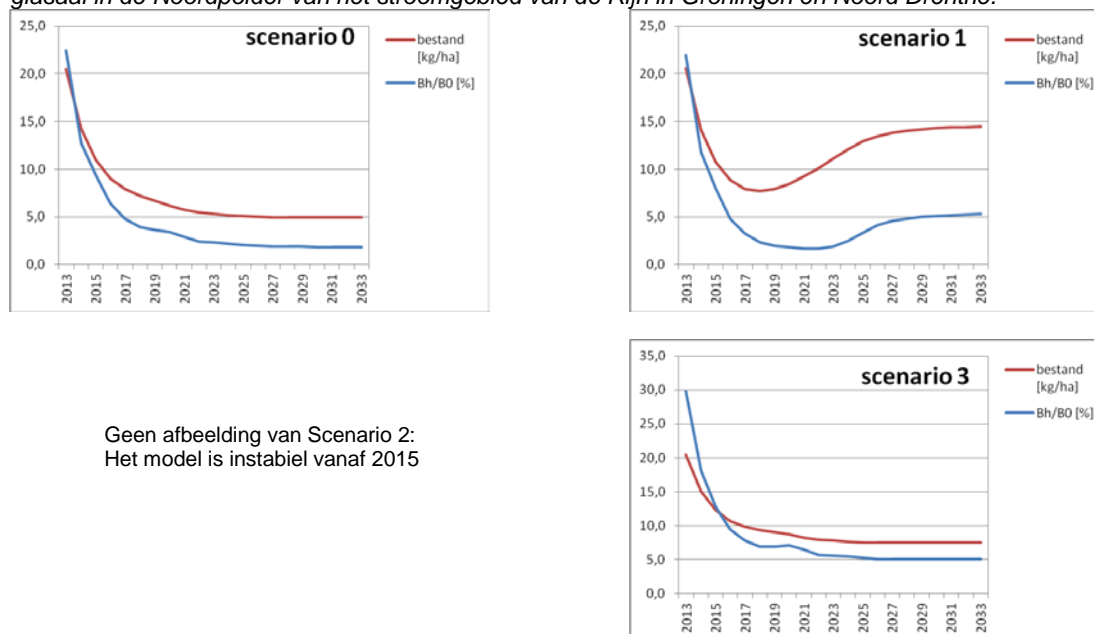
Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 5,1\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 1,3 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan lijkt dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Maar het model destabiliseert dan en de extra benodigde recrutering kan hier niet worden berekend (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.38 en 4.39, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Figuur 4-39 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

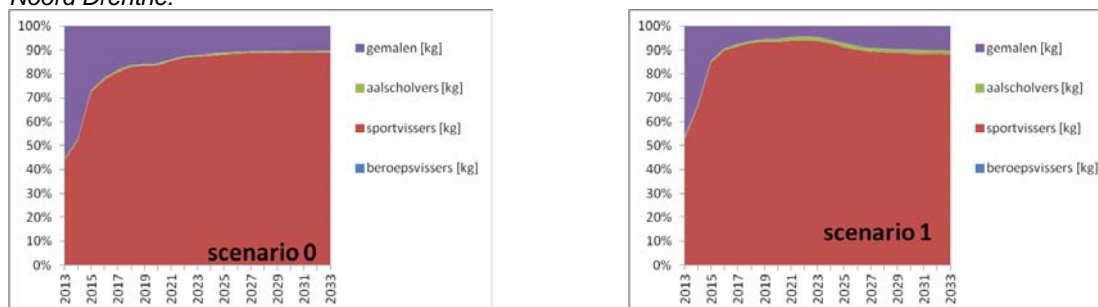


Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.40 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de

periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-40 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in de Noordpolder van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2015

Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2.3 Reitdiep-complex

Onder het Reitdiep-complex wordt verstaan: Reitdiep, Dwarsdiep, Leeksterhoofddiep en Peizer- en Eelderdiep.

4.2.3.1 Met de EEMS-index van glasaal

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 123.160 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 48,4$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 213 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 267 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 975 kg glasaal (778 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.41 en 4.42). B_H/B_0 daalt dan naar 14,2% en het aalbestand naar ca. 30 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_H/B_0 daalt dan naar 25,9% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 39 kg/ha (Figuur 4.42).

Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen.

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_r/B_0 = 25,9\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 122 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

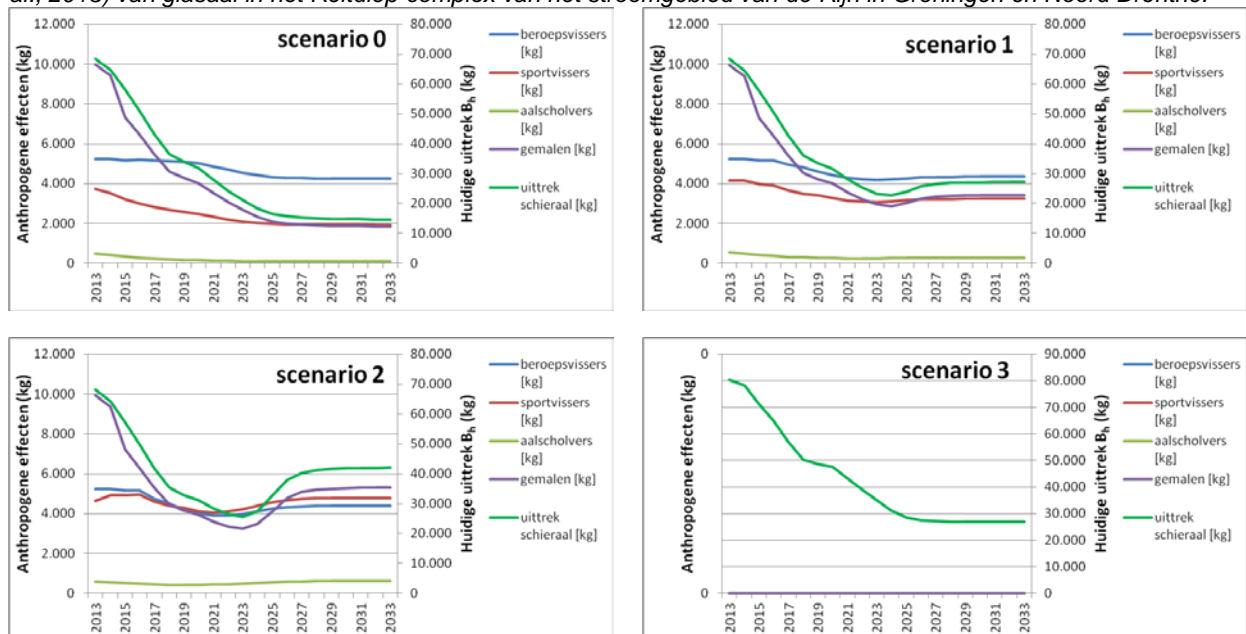
Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 269 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.41 en 4.42, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

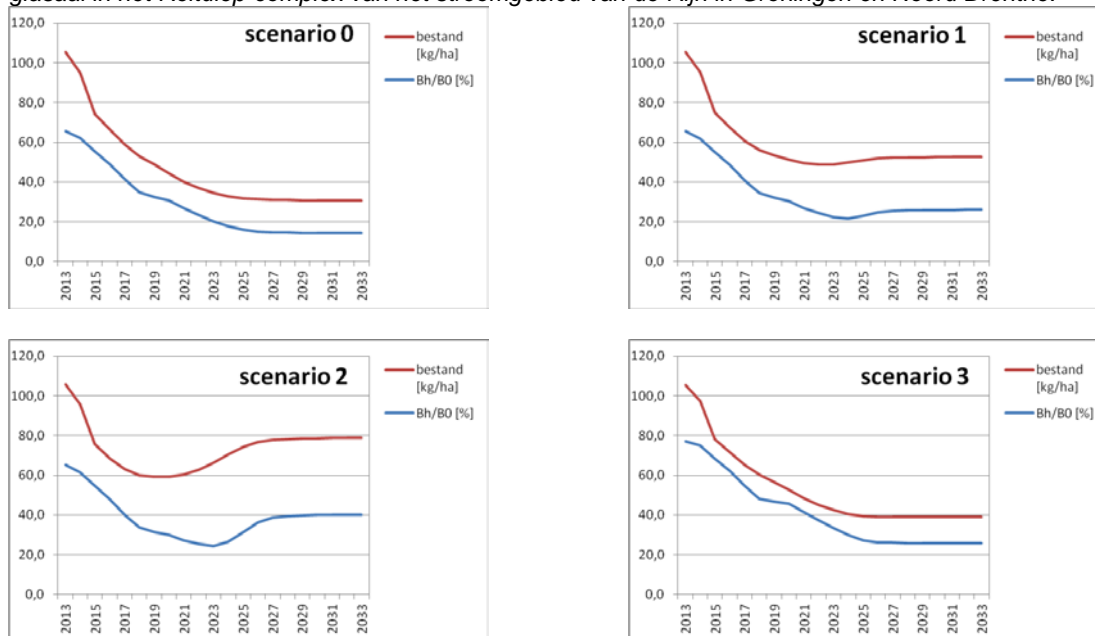
Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

In Figuur 4.43 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

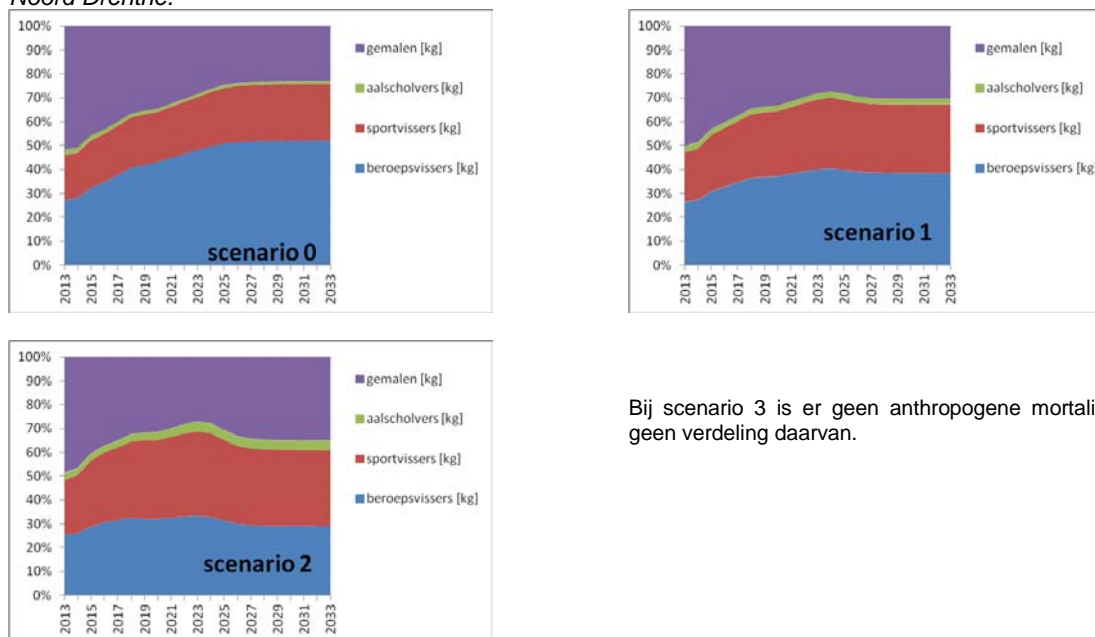
Figuur 4-41 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-42 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_H/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Figuur 4-43 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2.3.2 Met de NOORDZEE-index van glasaal

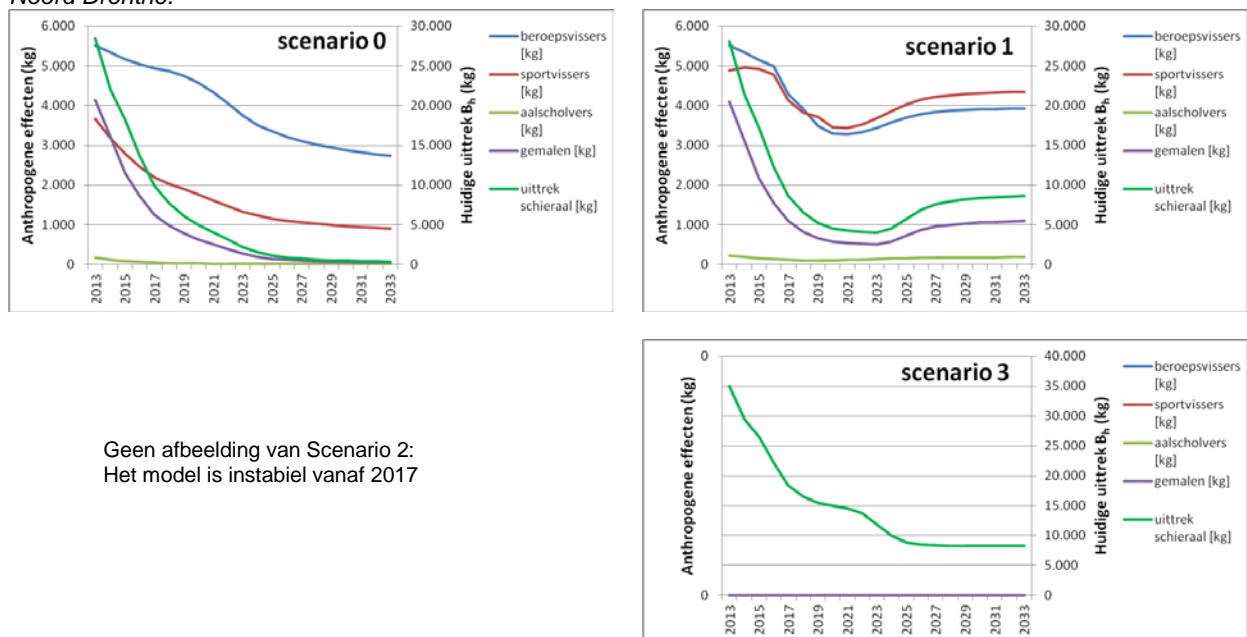
De NOORDZEE-index van glasaal laat, net als de EEMS- en RIJN-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia, maar de waarde ligt lager. Dit geeft niet, want het is een index. Het zal zich dan alleen moeten doorvertalen in een hoger geschatte f-waarde. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek (4.4.5).

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 409.200 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_T/B_0 = 48,4$ in de periode 2008-2011 (Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de NOORDZEE-index van glasaal in 2011 0,6 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 65 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 82 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in het jaar 2000 627 kg glasaal (501 st/ha) zijn geweest. Deze schattingen van de intrek in 2011 en 2000 liggen lager dan die welke met de EEMS-index zijn gemaakt. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de verschillende indexen voor de glasaal intrek.

Indien de NOORDZEE-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium, na de bovengenoemde toename, sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.44 en 4.45). B_T/B_0 daalt dan naar 0,5% en het aalbestand naar ca. 4 kg/ha.

Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. De toestandsindicator van het aalbestand B_T/B_0 daalt dan naar 8,0% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar ongeveer 12 kg/ha (Figuur 4.45).

Figuur 4-44 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2017

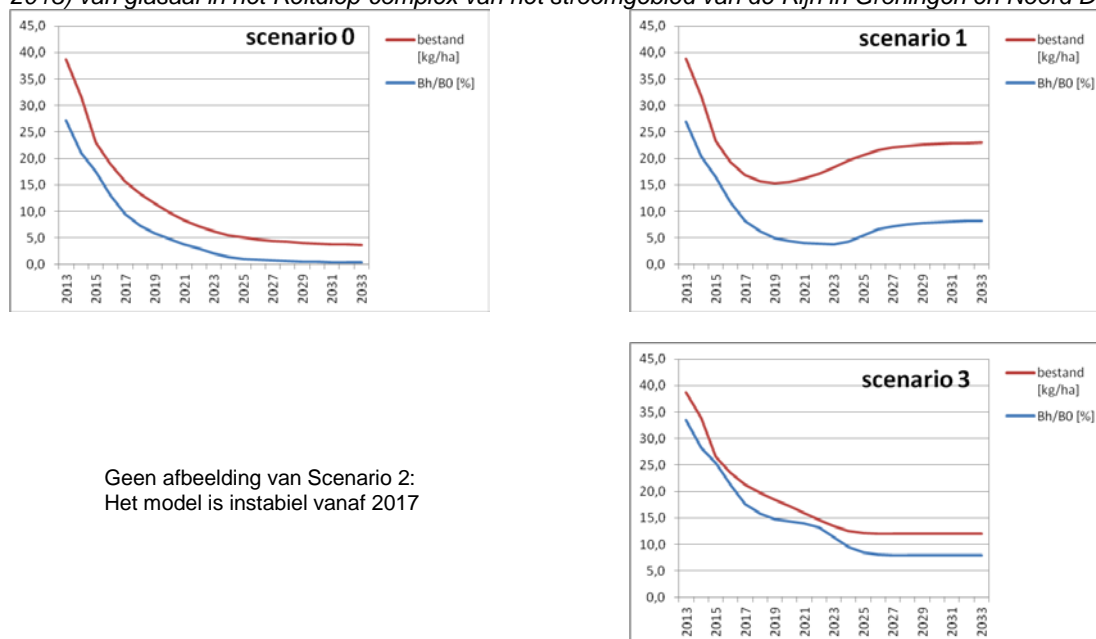
Voor verdere toelichting en interpretatie van de figuren wordt hier verwezen naar de tekst bij het Eemsstroomgebied als geheel (4.1.1.1). Voor een vergelijking van dit deelgebied met de verschillende andere deelgebieden in de regio, en voor enige discussie over de interpretatie van de gegevens, wordt naar 4.4.6 verwezen

Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_T/B_0 = 8,0\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 121 kg wordt vergroot (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de antropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_T/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_T/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan lijkt dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2), maar het model destabiliseert dan (Tabel 4.1 in 4.4.4). De benodigde extra recrutering kan hier niet berekend worden.

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.44 en 4.45, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

Figuur 4-45 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

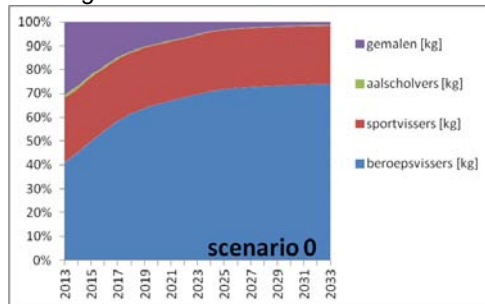


Positief lijkt in elk geval, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

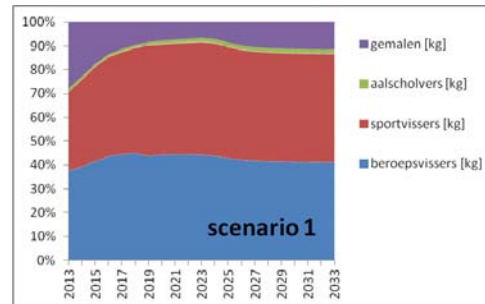
In Figuur 4.46 is zichtbaar welke effecten de verschillende antropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Zoals elders ook aangegeven, zal bij een afnemend bestand in scenario 0 de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers in dit gebied een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de

uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-46 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de NOORDZEE-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.



Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2017



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.2.3.3 Met de RIJN-index van glasaal

De RIJN-index van glasaal laat, net als de EEMS- en NOORDZEE-indexen, een dalende trend zien in de laatste decennia (7.2.1.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013), maar vertoont sinds de 1990-er jaren een sterkere afname dan in de Eems. De indexwaarde is 1,4 in 2011; dus vanaf 2013 is slechts 1,05 (75% van 1,4) verondersteld. De te berekenen intrek van glasaal in absolute hoeveelheden (in kg/jr en in kg/ha/jr) zou bij gebruik van de drie indexen idealiter gelijk moeten zijn en eventuele verschillen zouden kunnen duiden op verschillen in representativiteit van de index voor de werkelijke intrek (4.4.5).

Indien de RIJN-index voor glasaal wordt toegepast in de RAM-GEM analyse voor het gehele Eemsstroomgebied, dan blijkt het model in scenario's 0, 1 en 2 instabiel vanaf 2018 (Figuur 4.47). Dit uit zich in extreem en chaotisch gedrag en is een gevolg van berekende negatieve waarden van uittrek en bestand. Alleen in scenario 3 gedraagt het model zich normaal en kan in de komende 5 jaar een sterke daling van zowel bestand als de uittrek van schieraal berekend worden. B_t/B_0 stabiliseert zich nadien op een waarde van 3,9 en het aalbestand op een biomassa van ca. 6 kg/ha (Figuren 4.47. en 4.48).

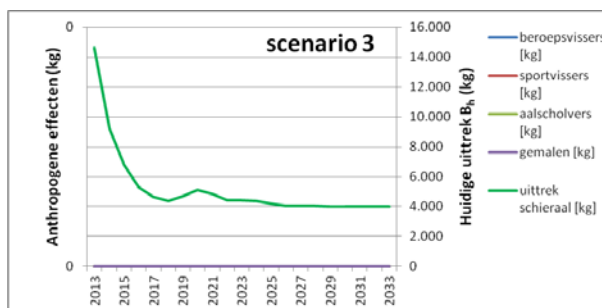
De belangrijkste conclusie bij toepassing van de RIJN-index in het model is dus wel dat, ook als er geen aannames nodig zijn ten aanzien van de toekomstige mortaliteit van aal (scenario 3, $\sum A = 0$), het bestand in het Eems stroomgebied vrijwel verdwijnt en vooralsnog enige uittrek van schieraal te verwachten valt. Dat is een rechtstreeks gevolg van het verloop van de RIJN-index in de afgelopen jaren (die dus reeds gemeten en gerealiseerd is) en de veronderstelde gelijkblijvende intrek in de toekomstige jaren op het niveau van 0,75 van de waarde in 2011. Dat laatste is een optimistisch scenario ten opzichte van de afnemende trend van de laatste decennia en waarschijnlijker is daarom dat het bestand en de uittrek na 2025 dus nog verder zal dalen. In 4.4.5 wordt nader ingegaan op de interpretatie van de verschillende uitkomsten van de modelvoorspellingen bij gebruik van diverse mogelijke glasaal indexen.

Figuur 4-47 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2015

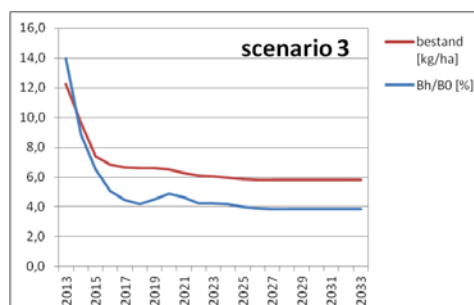


Figuur 4-48 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_T/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van de RIJN-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het Reitdiep-complex van het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe.

Geen afbeelding van Scenario 0:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 1:
Het model is instabiel vanaf 2015

Geen afbeelding van Scenario 2:
Het model is instabiel vanaf 2015



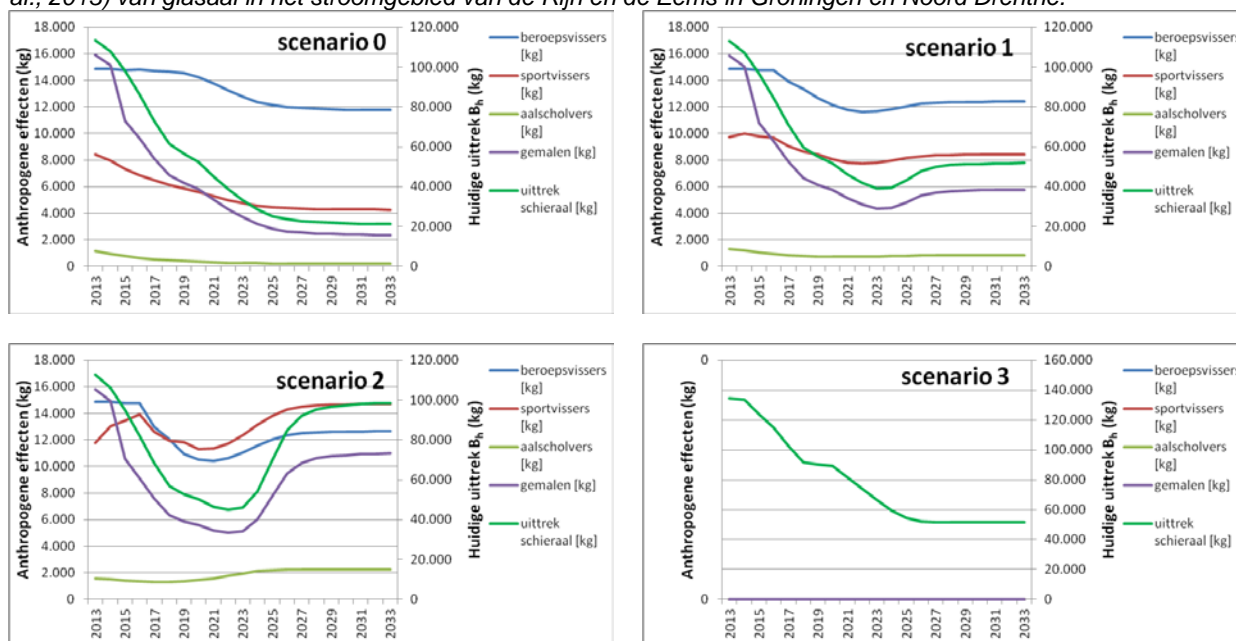
4.3 Groningen en Noord Drenthe als geheel

In deze paragraaf worden de analyses uitgevoerd voor geheel Groningen en Noord Drenthe. Het gaat om de deelgebieden die onder het Eemsstroomgebied (4.1) en het Rijnstroomgebied (4.2) vallen. Het RAM-GEM model bleek niet stabiel voor dit gehele gebied indien de NOORDZEE-index of de RIJN-index wordt gebruikt. De onderstaande gegevens hebben daarom uitsluitend betrekking op de toepassing van het model met de EEMS-index.

Bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model is de factor f (zie 5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) op 234.280 (beide sexen gezamenlijk) ingesteld, met een bijbehorende verhouding $B_H/B_0 = 32,2$ in de periode 2008-2011 (zie die waarde in Tabel 8.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Omdat de EEMS-index van glasaal in 2011 6,5 bedroeg (Tabel 7.5 in Klein Breteler *et al.*, 2013), wordt de natuurlijke intrek van glasaal in 2011 op 175 st/ha geschat en, bij een norm-stuksgewicht van 0,3 g per glasaal (dus 3000 glasalen/kg) in absolute zin op 508 kg (Tabel 4.1 in 4.4.4). De intrek in dit systeem zou in bijvoorbeeld het jaar 2000 nog 1.855 kg glasaal (640 st/ha) zijn geweest.

Indien de EEMS-index het relatieve verloop van de werkelijke glasaal intrek beschrijft, dan zullen het aalbestand en de schieraal uittrek in het komende decennium sterk dalen bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 0 in Figuren 4.49 en 4.50). B_H/B_0 daalt dan naar 8,9% en het aalbestand naar ca. 22 kg/ha.

Figuur 4-49 Prognose 2013-2033 van het verloop van de uittrek van schieraal en van de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler *et al.*, 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn én de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Indien alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 op nul gesteld wordt (de fictieve situatie van scenario 3), en de glasaalintrek op het huidige niveau blijft, dalen zowel het aalbestand als de uittrek van schieraal nog steeds behoorlijk. Dit is een rechte reeks gevolg van de lage glasaal intrek in de afgelopen twee decennia en de veronderstelling van een gelijkblijvende lage intrek in de komende jaren. De toestandsindicator van het aalbestand B_H/B_0 daalt dan naar 21,2% in de periode 2028-2033 en het aalbestand naar minder dan 32 kg/ha (Figuur 4.50). Dat is dus ook het maximaal haalbare niveau van de uittrek van schieraal bij de huidige intrek van glasaal (75% van het niveau van 2011) en zonder menselijke invloeden. En die schatting is onafhankelijk van elke aanname die er in Hoofdstuk 3 gedaan is ten aanzien van de berekeningen van de verschillende typen van anthropogene

mortaliteiten in de toekomst. Slechts herstel van de intrek van glasaal en/of aanvullende uitzettingen van glasaal of jonge aal (scenario's 1 en 2) kunnen die trend op termijn ombuigen, maar er gaat hoe dan ook eerst een neergang in het aalbestand en in de uittrek van schieraal aankomen.

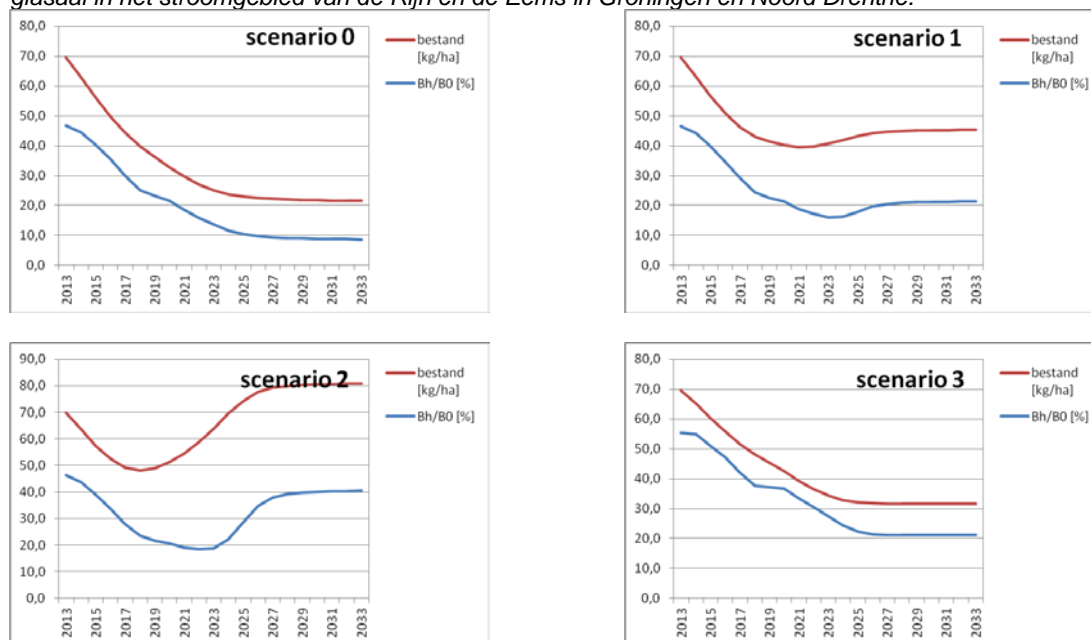
Het in scenario 3 in 2028-2033 bereikte niveau van $B_r/B_0 = 21,2\%$ kan ook bij ongewijzigd beheer gehaald worden (dus bij instandhouding van de huidige menselijke beïnvloeding) indien de natuurlijke intrek van glasaal (en/of de recrutering daarvan door uitzettingen) vanaf 2013 jaarlijks met 315 kg wordt vergroot, dus wanneer jaarlijks vanaf 2013 bijna een verdubbeling van de geschatte intrek in 2011 wordt bereikt (Tabel 4.1 in 4.4.4). Het aalbeheer zou dan duurzaam genoemd kunnen worden, want voor de anthropogene effecten wordt volledig gecompenseerd. Bij dat scenario 1 is het aalbestand zelf nog niet duurzaam en gaat men er van uit dat, voor het herstel van de aalstand naar een B_r/B_0 verhouding van $>40\%$, men afhankelijk is van inspanningen die ook elders in Europa geleverd moeten worden.

Indien de meest ambitieuze doelstelling wordt nagestreefd, een B_r/B_0 niveau van tenminste 40% (de uiteindelijk te bereiken doelstelling volgens de Europese Aalverordening), dan is dit in beginsel ook mogelijk bij voortzetting van het huidige beheer (scenario 2). Dan zou de intrek van glasaal vanaf 2013 jaarlijks met 793 kg moeten worden versterkt (Tabel 4.1 in 4.4.4).

Er moet bij het lezen van de Figuren 4.49 en 4.50, en elders ook in dit hoofdstuk, steeds worden bedacht dat er is uitgegaan van een stabiele en gelijkblijvende glasaalindex vanaf 2013. Indien de trend van intrek van glasaal van de afgelopen decennia zou voortzetten, dan zouden de bovengenoemde prognoses nog aanmerkelijk ongunstiger uitpakken (4.4.6).

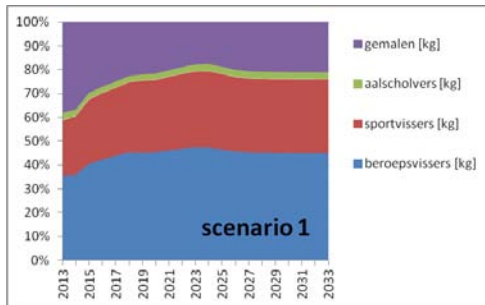
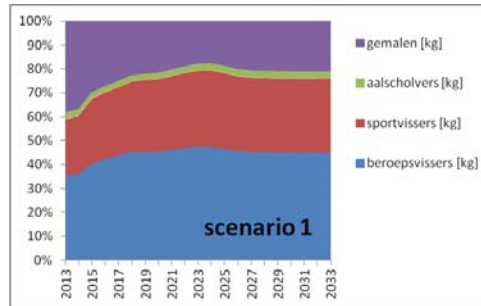
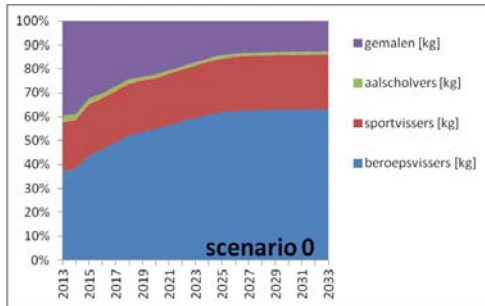
Positief lijkt in elk geval wel, dat herstel in beginsel nog niet onmogelijk lijkt, mits de recrutering zich tijdig herstelt.

Figuur 4-50 Prognose 2013-2033 van het verloop van de aalstand en van de toestandsindicator B_r/B_0 bij scenario's 0-3 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn én de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



In Figuur 4.51 is zichtbaar welke effecten de verschillende anthropogene drukken in de aangegeven scenario's en bij de bovengenoemde condities relatief ten opzichte van elkaar zullen hebben in de periode tot 2033. Bij het afnemende bestand in scenario 0 zal de invloed van de beroepsvisserij logischerwijs naar verhouding toenemen. En bij herstel of vergroting van het bestand zal de invloed van de sportvisserij en aalscholvers toenemen, waarbij aalscholvers steeds een vrijwel verwaarloosbare rol spelen. De invloed van gemalen zal toenemen wanneer de uittrek van schieraal toeneemt. Dit mag allemaal verwacht worden uit de gestelde aannames en is ook in de figuur te zien.

Figuur 4-51 Prognose 2013-2033 van de relatieve bijdrage van verschillende betrokkenen in de menselijke beïnvloeding van de aalstand bij scenario's 0-2 (zie Tabel 3.1) en toepassing van EEMS-index (zie Tabel 4.1 in Klein Breteler et al., 2013) van glasaal in het stroomgebied van de Rijn én de Eems in Groningen en Noord Drenthe.



Bij scenario 3 is er geen anthropogene mortaliteit, dus ook geen verdeling daarvan.

4.4 Interpretatie van de uitkomsten en discussie

4.4.1 Stabiliteit van het model

De instabiliteit van het GEM-gedeelte in het RAM-GEM model in sommige situaties wordt steeds veroorzaakt doordat er één of meerdere variabelen negatief worden: het bestand (aantallen of biomassa), de uittrek of de anthropogene factoren. Dat laatste (negatieve hoeveelheden gevangen aal bijvoorbeeld) kan ontstaan wanneer het bestand negatief is. Rekenkundig loopt dat zo in het model en is het model dus niet goed bestand tegen een dergelijke situatie en zijn de verkregen uitkomsten niet bruikbaar. In de praktijk kan een negatief bestand natuurlijk niet voorkomen. Een en andere betekent, dat het model in situaties waarin het bestand dicht bij nul komt, zijn gebruikswaarde verliest.

De reden dat een bestand het nul niveau nadert, kan enerzijds liggen in de te lage en/of een voortdurend afnemende recrutering (of intrek) of anderzijds in te grote anthropogene mortaliteit. Feitelijk gaat het om een onbalans tussen recrutering en mortaliteit. Geconstateerd is, dat het model bij gebruik van de EEMS-index van glasaal steeds stabiel was en bij gebruik van de NOORDZEE-index en de RIJN-index in veel gevallen niet. Die laatste twee leiden tot lagere schattingen van het bestand en tot een geschatte eerdere en snellere afname daarvan en dat verklaart ook het frequent voorkomen van instabiliteit van het model bij gebruik van de NOORDZEE-index en de RIJN-index. Die treedt ook bij de, in dit hoofdstuk aangenomen, stabiele intrek vanaf 2013 soms reeds binnen enkele jaren vanaf heden op. En dit duidt dus op een te lage intrek in het verleden, relatief ten opzichte van de bestaande mortaliteiten. Op zich geeft dit echter geen indicatie over de (on)juistheid van één of meerdere van die glasaal indexen, noch van de (on)juistheid van de schattingen van het bestandsverloop.

4.4.2 Realisme van het model

Bij de toepassingen van het RAM-GEM model in dit rapport is steeds scenario 3 doorgerekend: de ontwikkeling van het aalbestand vanaf 2013 zonder verdere anthropogene mortaliteit ($\sum A=0$). Met de kanttekening dat het op nul stellen van alle anthropogene mortaliteit vanaf 2013 volgens dat scenario puur fictief en niet realistisch is. Het GEM-model is dan in feite een basaal visserijkundige model dat in het algemeen, wetenschappelijk gezien, breed geaccepteerd is.

Wel is het zo dat het GEM gedeelte van het model in een gecompartmenteerd systeem moet worden toegepast (Klein Breteler *et al.*, 2013). Voor dat laatste is het niet ontworpen en daarop wordt in 4.4.4 nader ingegaan. Ook wanneer de verschillende anthropogene factoren in het model wel toegelaten worden (scenario's 0, 1 en 2) kan het model nog steeds worden gezien als een klassiek visserijmodel waarin de aannames die daarin gedaan worden ten aanzien van het model zelf wetenschappelijk gezien breed worden geaccepteerd.

De gekozen parameterwaarden in het model zijn echter voor discussie vatbaar.

Vrouwelijke aal heeft een hogere groeisnelheid dan mannelijke aal en groeit tot grotere lengtes op (Klein Breteler *et al.*, 2013). Voor de Nederlandse situatie is dat relevant omdat de aalbestanden veelal voor een significant deel uit mannelijke aal bestaan, in tegenstelling tot veel gebieden in Duitsland, waar het om 90% vrouwelijke bestanden gaat en waarvoor het oorspronkelijke GEM-II model is ontwikkeld.

Met die sexe-afhankelijke groeisnelheden en te bereiken lengtes is dan ook in het hier toegepaste model rekening gehouden door het oorspronkelijke Duitse GEM-II model in een mannelijk en vrouwelijk deel op te splitsen en de resultaten van elk bij elkaar op te tellen. De geslachtsspecifieke groeisnelheden en lengtes zijn dus gebruikt en er is net gedaan alsof het om twee verschillende vissoorten gaat waarvan uiteindelijk te som van die twee is bepaald.

Daarbij is er steeds uitgegaan van de groeisnelheden zoals die in Klein Breteler *et al.* (2013) zijn vermeld, ook al is met name van de groeisnelheden bekend dat deze variabel zijn en behoorlijk kunnen afwijken van het landelijke gemiddelde (Witteveen+Bos, 2012). Gebiedsspecifieke informatie over groeisnelheden van mannelijke en vrouwelijke aal kunnen het realiteitsgehalte van de berekeningen vergroten en dergelijke informatie zou uit toekomstig onderzoek beschikbaar moeten komen.

Ook is er in dit rapport steeds uitgegaan van een sexeverhouding van 0,5 in het glasaal stadium (dus evenveel mannelijke als vrouwelijke dieren), waarbij verschuivingen daarin optreden als gevolg van selectieve mortaliteit (doordat de mannelijke dieren langzamer groeien dan de vrouwelijke) en door verschiering (bij mannelijke aal bij kleinere lengtes).

Wel bekend is echter dat het geslacht van de aal niet genetisch vast ligt en dat aal zich pas later in het leven (vanaf ca. 15 cm) ook echt (uiterlijk) als mannelijk of vrouwelijk ontwikkelt. Dit laatste hangt af van de omgeving en er bestaan veel aanwijzingen dat dit door de dichtheid wordt beïnvloed. Een onjuiste sexeverhouding in het GEM-model kan een behoorlijk grote invloed hebben op het berekende bestand, de uittrek van schieraal B_t , de toestandsindicator B_t/B_0 en ook op de anthropogene mortaliteit $\sum A$. Aanpassing van het model in de aangegeven richting lijkt dan ook wenselijk. Het lijkt niet erg moeilijk om in de toekomst een dichtheidsafhankelijke sexeverhouding in het GEM-model in te bouwen.

4.4.3 Onzekerheden en betrouwbaarheden

Onbetrouwbaarheden van de uitkomsten van de modelberekeningen kunnen in theorie ontstaan door onrealistische modellen en door onbetrouwbare input gegevens. Gelet op hetgeen bovenstaand (4.4.2) is aangegeven, wordt hier ingeschat dat eventuele onbetrouwbaarheden vooral een gevolg kunnen zijn van de kwaliteit van - en onzekerheden in - de inputgegevens. Het verbeteren van het model zelf wordt hier wel als zinvol gezien, maar de inschatting is hier dat vooralsnog de betrouwbaarheid van de modelberekeningen meer gediend is met kwalitatief betere inputgegevens. En in elk geval zijn dit twee verschillende sporen van gewenst toekomstig onderzoek.

Een eventuele onjuistheid van de prognoses van afname van het bestand, van de uittrek van schieraal en van de toestandsindicator B_t/B_0 in de nabije toekomst wordt dan dus volgens bovenstaande inschatting vooral veroorzaakt door de gebruikte input gegevens en de kwaliteit daarvan.

Er zijn drie bronnen van inputgegevens, los van parameterwaarden over groei en dergelijke (zie 4.4.2) en totale wateroppervlaktes. Allereerst de glasaal indexen en de anthropogene mortaliteitsfactoren. Maar ook de B_t/B_0 verhouding in de periode 2008-2011 is een input gegeven omdat met behulp daarvan het GEM-model geïjkt wordt aan het RAM-model.

Omdat in scenario 3 steeds alle anthropogene mortaliteit op nul gesteld wordt (en onzekerheden daarin dus geëlimineerd zijn) en het aalbestand bij elke glasaalindex in elk deelgebied steeds sterk achteruit gaat, wordt die achteruitgang volledig verklaard door het verloop van de glasaalindex. Daarbij is de mate en snelheid van achteruitgang afhankelijk van het type glasaalindex (EEMS-, NOORDZEE- of RIJN-index). In de bovenstaande analyses in dit hoofdstuk is de waarde van de glasaalindex vanaf 2013 steeds constant verondersteld. In 4.4.6 wordt verkend wat er gebeurt wanneer die laatstgenoemde veronderstelling losgelaten wordt. Maar omdat de aalbestanden in scenario 3 steeds afnemen in bovenstaande analyses in dit hoofdstuk, kan dit dus alleen maar veroorzaakt worden door de afname van de gebruikte glasaal indexen in het verleden. Dat zijn reeds gerealiseerde en gemeten waarden waaraan niets meer kan veranderen. Er gaat dus volgens deze analyses hoe dan ook een afname van het aalbestand plaatsvinden in elk deelgebied in het komende decennium, waarbij de snelheid en mate ervan afhangt van de vraag welke glasaalindex het hoogste realiteitsgehalte heeft (4.4.5).

Het GEM-model is gecalibreerd (geïjkt) aan de berekende B_t/B_0 verhouding volgens het RAM-model en scenario 2 van het aalbestand (5.3.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013) daarin. De verschillen tussen de B_t/B_0 verhoudingen bij die scenario's zijn direct terug te voeren op de berekeningsmethodiek van de bestandsdichtheden en -biomassa's van aal volgens die scenario's. En concreet hangt dat af van de

efficiëntie van de elektrische bevissingen in de KRW-monitoring en van de verdeling van de aalstand over de oeverzone en open water. De bovengenoemde ijking van het GEM-model hangt daar dus van af.

Hier wordt ingeschat dat er grote onzekerheden bestaan rond die schattingen van de efficiëntie van de elektrische bevissingen in de KRW-monitoring en van de verdeling van de aalstand over de oeverzone en open water. Die onzekerheden kunnen de geschatte B_r/B_0 verhouding en de calibratie van GEM aan RAM sterk beïnvloeden. Onzekerheden in de B_r/B_0 verhouding in 2008-2011, bepaald in het RAM-gedeelte van het model, vertalen zich door in onzekerheden in de geschatte f -waarde, niveau van glasaalintrek en bestands grootte in het GEM-gedeelte, maar niet in de trends van de glasaalintrek en dus ook niet in de trends in de afname van het aalbestand bij scenario 3.

Er is bij de berekeningen met de GEM module in het RAM-Gem model uitgegaan van een mortaliteits reductie van aal van 50% in verscheidene boezemgemalen als gevolg van maatregelen door de beheerders. In Hunze en Aa's zou dat vanaf 2013 gelden en in Noorderzijlvest vanaf 2015 (Hoofdstuk 3). Omdat dit verbeterde beheer in Hunze en Aa's feitelijk al eerder dan 2013 is ingegaan, betekent dit dat B_h in het beheergebied van Waterschap Hunze en Aa's waarschijnlijk onderschat is in de RAM-module van het toegepaste model in Klein Breteler *et al.* (2013). In het bovenstaande is reeds aangegeven dat de ijking van het GEM model daarvan afhankelijk is. Het is op dit moment niet echt bekend hoe groot dit effect is. De inschatting is hier dat het relatief gering is ten opzichte van de onzekerheden in de bepalingen van de aalstand en in de glasaal intrek. Indien er concrete (getalsmatige) kennis beschikbaar van de wijzigingen in de mortaliteitspercentages van de gemalen en de variatie daarvan door de jaren heen, dan kan er in beginsel opnieuw een RAM-berekening en GEM-analyse worden uitgevoerd.

Bij de huidige kennis kan er niet wetenschappelijk bewezen worden hoe betrouwbaar en precies de uitkomsten van de GEM-berekeningen van het aalbestand, de schieraal uittrek en de B_r/B_0 verhouding in de toekomst zijn. Maar vooralsnog wordt hier ingeschat dat de veronderstelde gelijkblijvende intrek van glasaal in de bovenstaande toepassingen van het GEM-model in dit project een relatief groot effect heeft op de berekende ontwikkeling van het aalbestand, de uittrek van schieraal en de B_r/B_0 verhouding in de toekomst. Een effect dat mogelijk groter is dan dat wat uit de benodigde verbeteringen van de RAM- en GEM-modellen en van de onderliggende datasets en de veronderstellingen dienaangaand verwacht kan worden.

Maar omdat dit thans (nog) niet wetenschappelijk hard valt te maken, lijkt het zonder meer zinvol om de gebruikte modellen in de toekomst te verbeteren, te valideren en te calibreren en de betrouwbaarheid van de benodigde input gegevens te vergroten.

4.4.4 De f -waarde in het model en de schattingen van de intrek

De f -waarde is van grote invloed op het geschatte niveau van het bestand, van de uittrek van schieraal en van de toestandsindicator B_r/B_0 . Die factor is bepaald bij de calibratie van het GEM-model aan het RAM-model. Met behulp van die factor zijn er ook absolute schattingen gemaakt van de natuurlijke glasaal intrek in onderscheiden deelgebieden. Die zijn in Tabel 4.1 gerecapituleerd (voor beide sexen gezamenlijk).

Tabel 4-1 De in voorgaande paragrafen geschatte f-waarden (voor beide sexen gezamenlijk) van onderscheiden deelgebieden, de berekende intrek van glasaal(GA) in de jaren 2000 en 2011 en de extra benodigde glasaal vanaf 2013 bij scenario's 1 en 2 (zie Tabel 3.1) De totale gewichten (kg) zijn berekend met behulp van een normgewicht van 3000 st/kg.

opp. (ha)	f-waarde	jaar 2000		jaar 2011		2013 - 2033		
		GA- intrek (kg/jr)	GA- intrek (N/ha/jr)	GA- intrek (kg/jr)	GA- intrek (N/ha/jr)	extra GA nodig ¹⁾ scenario-1 scenario-2 (kg/jr) (kg/jr)		
<i>EEMS-index</i>								
EEMS stroomgebied	4860	103000	815	503	223	138	212	573
WHA-boezem	2905	49794	394	407	108	111	121	379
Fiemel	33	1340	0	0	2,9	264	2,2	2,5
Oldambt	275	10550	84	911	23	249	26	37
Duurswold	807	11996	95	353	24	88	32	120
Fivelingo	582	14480	115	591	31	162	35	71
Spijksterpompen	259	8070	64	741	17	203	3,8	11
RIJN stroomgebied	3829	138100	1093	857	299	234	125	243
Noordpolder	71	3054	24	1026	6,6	281	1,2	1,3
Reitdiep-complex	3758	123160	975	778	267	213	122	269
Groningen en N-Drenthe	8689	234280	1855	640	508	175	315	793
<i>NOORDZEE-index</i>								
EEMS stroomgebied	4860	150700	231	143	30	19	²⁾	²⁾
RIJN stroomgebied	3829	426900	655	513	85	67	120	337
Noordpolder	71	9700	15	631	1,9	82	0,7	6,3
Reitdiep-complex	3758	409200	627	501	82	65	121	²⁾
<i>RIJN-index</i>								
RIJN stroomgebied	3829	65400	157	123	31	24	²⁾	²⁾
Noordpolder	71	1830	4	186	0,9	36	1,3	²⁾
Reitdiep-complex	3758	42500	204	163	40	32	²⁾	²⁾

¹⁾ Nodig ter compensatie antropogene invloeden volgens scenario 1 en voor compensatie plus herstel in scenario 2. Dit moet hier nadrukkelijk niet als advies gezien worden om glasaal uit te zetten.

²⁾ Het model wordt in scenario-0 instabiel in de komende jaren omdat het bestand lokaal tot nul nadert bij voortgaande onveranderde antropogene invloed. Verhoogde recruitering van glasaal vanaf 2013 heeft daar pas op lange termijn invloed op.

De f-waarde moet gezien worden als een gebiedsspecifieke factor die mede ook afhangt van het type glasaal index. Een hoge f-waarde zegt dat er veel glasaal het gebied intrek en een lage f-waarde geeft aan dat er weinig intrekt. Omdat glasaal in de Waddenzee aangetrokken wordt door de afwateringsstroom uit de onderscheiden deelgebieden, mag verwacht worden dat de f-waarde ook gerelateerd is aan de oppervlakte van die deelgebieden (eigenlijk gaat het daarbij om het debiet en dit is van neerslag, verdamping, instroming, opwelling en inzijging afhankelijk). Daarnaast mag uiteraard verwacht worden dat er een relatie is met de mate waarin er een migratiebelemmering voor glasaal is bij die deelgebieden (als er een absolute blokkade is, is $f=0!$). Dit zou in theorie mogelijk mede afhankelijk kunnen zijn van stroomopwaartse migratiebelemmeringen, maar dat kan slechts door nader onderzoek worden vastgesteld. En tenslotte bestaat er in theorie wellicht ook een relatie met de hydraulische vormgeving van de uitstroom van het boezemwater in de Waddenzee, maar ook deze relatie is thans onbekend.

De f-waarden zijn in dit project echter niet bepaald met behulp van de bovengenoemde onbekende relaties, maar geschat in de ijkingprocedure van GEM aan RAM met behulp van de B_f/B_0 verhouding.

In de Tabel 4.1 is gemakkelijk te zien dat er een enorm verschil bestaat tussen de geschatte intrek van glasaal in het jaar 2000 ten opzichte van het jaar 2011 en dat dit bij gebruik van alle typen glasaal indexen (EEMS-, NOORDZEE- en RIJN-index) zo is. Dit weerspiegelt de grote afname van de intrek van glasaal in het laatste decennium volgens alle indexen. En daarbij moet ook nog bedacht worden

dat daaraan voorafgaand nog twee van dergelijke decennia van vermindering van de glasaalindex is voorafgegaan.

De intrek van glasaal per oppervlakte eenheid varieert ook sterk tussen de onderscheiden deelgebieden (Tabel 4.1 in 4.4.4). Als de schattingen correct zijn, dan wijst dit op migratiebelemmeringen, suggereert dit dat er wellicht verbeteringsmogelijkheden van de intrek zijn en geeft dit een *ranking* weer waaruit een prioritering kan worden afgeleid.

Voor compensatie van de effecten van voorzetting van het huidige beheer is, als de EEMS-index de werkelijkheid weergeeft en de intrek van glasaal vanaf 2013 niet daalt of toeneemt (dus ongewijzigd blijft), een extra benodigde recrutering van 315 kg glasaal per jaar benodigd voor geheel Groningen en Noord Drenthe. Bij gangbare prijzen kost dat ca. € 100.000 - € 150.000 per jaar.

Voor herstel van de aalstand tot het door de EU verordende niveau is onder die condities 793 kg/jr nodig met een waarde van € 250.000 - € 400.000 per jaar. Voor elk van de onderscheiden deelgebieden kunnen deze hoeveelheden gemakkelijk aan Tabel 4.1 worden ontleend.

Tabel 4-2 Afwijkingen van de som van deelgebieden ten opzichte van het totaal van die deelgebieden ten aanzien van de f-waarde, de glasaal intrek in 2000 en 2011 en de benodigde extra glasaal vanaf 2013 bij scenario's 1 en 2 bij verschillende glasaal indexen. Verklaring zie tekst.

		Afwijkingen van de som van de deelgebieden ten opzichte van het totale gebied				
Totale gebied	Deelgebieden	f-waarde	glasaal intrek in 2000	glasaal intrek in 2011	Extra GA nodig in scenario-1	Extra GA nodig in scenario-2
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
EEMS-index						
EEMS stroomgebied	beheereenheden	-6,6	-7,9	-10,1	1,5	8,3
RIJN stroomgebied	beheereenheden	-8,6	-8,6	-8,6	-1,2	10,9
Groningen en N-Drenthe	Rijn en Eems	2,9	2,9	2,9	7,0	2,9
	beheereenheden	-5,5	-6,1	-5,5	9,1	13,9
NOORDZEE-index						
RIJN stroomgebied	beheereenheden	-1,9	-1,9	-1,9	1,7	nvt
RIJN-index						
RIJN stroomgebied	beheereenheden	-32,2	32,8	32,8	nvt	nvt

In Tabel 4.2 zijn de f-waarde, de glasaalintrek in 2000 en 2011 en de benodigde extra recrutering voor de totale gebieden vergeleken met die van de som van de deelgebieden. Onder 'beheereenheden' wordt in de tabel in het Eemstroomgebied verstaan: WHA-boezem, Fiemel, Oldambt, Duurswold, Fivelingo en Spijksterpompen. En in het Rijnstroomgebied: Noordpolder en Reitdiep-complex. Bedacht moet hierbij worden, dat de betreffende waarden voor de totale gebieden verkregen worden vanuit de basisgegevens (inclusief de KRW-monitoringsgegevens) en dat de ijkingsprocedure van GEM aan RAM voor de totale gebieden dus min of meer onafhankelijk verloopt van die van de deelgebieden. Geheel onafhankelijk zijn die natuurlijk niet, want uiteindelijk zijn de basisgegevens identiek. Maar de f-waarden en glasaalintrek etc. worden van daaruit wel onafhankelijk verkregen.

En dan blijkt dat die waarden in grootte van orde minder dan 10% verschillen (de som van de waarden van de deelgebieden verschilt minder dan 10% van die van het totale gebied). Voor bijvoorbeeld de geschatte intrek van glasaal in 2011 in het Eemstroomgebied met de EEMS-index scheelt dit -10,1% (de som van de deelgebieden is 10,1% lager dan die van het totale gebied).

Die grootte-orde van verschil bij toepassing van de EEMS-index (en ook de NOORDZEE-index) wordt hier als verrassend laag gezien en de wat hogere afwijkingen bij toepassing van de RIJN-index suggereert dat deze index minder goed presteert. Het bewijst niet dat de berekende waarden van f bij toepassing van de EEMS-index en NOORDZEE-index juist zijn, maar geeft wel een indicatie dat ze ook niet erg verkeerd zijn. En dat werd niet vooraf verwacht, want het oorspronkelijke GEM-II model is ontwikkeld voor toepassing in een ongecompartimenteerd systeem (hoewel dit voor bijvoorbeeld het gehele Elbe-systeem is ontwikkeld) en een kenmerk van de in dit project onderscheiden deelgebieden

is nu juist dat ze waterstaatkundig, en dus voor in de migratiepatronen van de aal, gescheiden zijn van elkaar. Kennelijk zijn de berekeningen met het model niet zo erg gevoelig voor de aanname dat het om een aalstand in een ongecompartimenteerd watersysteem moet gaan.

4.4.5 Verschillende glasaal indexen

De Europese trend van de glasaal intrek is volgens de jongste analyses nog steeds neerwaarts en die trend is sterker in de regio van de Noordzee (Klein Breteler *et al.*, 2013). Er zou getwijfeld kunnen worden aan de exacte waarden van de gemeten glasaalindex bij intrekpunten Lauwersoog (RIJN-index), Nieuw Statenzijl en Termunterzijl (EEMS-index), en een aantal punten rond de Noordzee (NOORDZEE-index) maar wetenschappelijk mag wel bewezen worden geacht dat er sinds de 1980-er jaren een sterke daling heeft plaats gevonden en nog steeds plaats vindt. En onlangs is daaraan nog toegevoegd dat die daling in het Noordzeegebied relatief sterker was dan elders in het verspreidingsgebied van de aal (de Graaf, 2012; de Graaf & Bierman, 2012). Die zou echter ook verklaard kunnen worden uit een in het begin van de 1980-er jaren doorgevoerde wijziging in de berekening van de glasaalindex in Den Oever (zie 7.2.1.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013). De trend van een sterke afname is dus duidelijk. Die blijkt uit zowel de EEMS-index als de NOORDZEE-index en de RIJN-index.

Er kunnen hier geen wetenschappelijk harde argumenten gegeven worden voor welke van de drie genoemde indexen het beste de werkelijke intrek van glasaal weergeeft. De vraag kan ook gesteld worden of bijvoorbeeld de gestandaardiseerde vangsten met een kruisnetje (EEMS- en RIJN-index) echt representatief zijn voor de intrek. Of zijn ze meer maatgevend voor het aanbod van glasaal? Of misschien meer voor toevallige lokale ophopingen van glasaal op de locatie van de kruisnetvangsten? En in welke mate wordt die index dan beïnvloed door het gevoerde waterstaatkundige beheer (met name de bediening van de sluisen) en zouden variaties in die index dan dus een gevolg kunnen zijn van variaties in dat beheer? De uitkomsten van dit onderzoek stipuleren wel het belang van die vragen, maar helaas kan hier op die vragen geen antwoord gegeven worden. Deze zouden in toekomstig onderzoek beter in beeld moeten komen.

Aannemelijk zou lijken, dat de RIJN-index representatiever zou zijn voor het Rijnstroomgebied omdat dit laatste via het Lauwersmeer bij Lauwersoog afwatert op de Waddenzee. Maar het bleek slechts in de Noordpolder mogelijk om het model daar enigszins stabiel te krijgen bij gebruik van de RIJN-index, waarbij men zich ook nog eens kan afvragen of de kruisnet vangsten van glasaal in Lauwersoog voor de situatie bij gemaal Noordpolderzijl representatiever zijn dan die bij bijvoorbeeld Termunterzijl en Nieuw Statenzijl.

De RIJN-index en de NOORDZEE-index laten bij toepassing van het RAM-GEM model een veel grotere en snellere daling van het aalbestand (en van de uittrek van schieraal) zien dan de EEMS-index. Wetenschappelijk gezien zegt dat niets, maar die snelle en zo sterke daling van het aalbestand en van de uittrek sluit niet aan bij de indruk van de lokaal betrokkenen en ervaringsdeskundigen. Men is in het gebied juist erg tevreden over de thans nog aanwezige aalstand en de abrupte vermindering van de beroepsmatige vangsten sinds 2008 is veel meer een gevolg van de najaarssluiting van de aalvisserij dan van een vermindering van het aalbestand. Wetenschappelijk gezien zegt ook dat niets, maar in elk geval kan hier wel geconstateerd worden dat de ontwikkeling van het aalbestand zoals dit met de EEMS-index is bepaald beter aansluit bij de beleving en waarnemingen van de lokale ervaringsdeskundigen dan wanneer de NOORDZEE- of RIJN-index worden gebruikt. En bovendien biedt dit het voordeel dat het model steeds stabiel blijft. In elk geval zou, wanneer de NOORDZEE- of RIJN-indexen de werkelijke intrek van glasaal beter zouden benaderen dan de EEMS-index, de daling van het aalbestand in de komende jaren zo snel zijn dat dit naar verwachting binnen twee jaar volstrekt duidelijk is.

In het Reitdiep-complex speelt verder mee dat eraan getwijfeld kan worden of daar ook glasaal intrekt en dat het wellicht jonge rode aal van één of meerdere jaren oud is die daar binnen trekt. Dat kan in het GEM-model ook gemakkelijk worden ingevoerd indien die gegevens er ook zijn, wat thans niet het geval is. Het maakt hooguit wat uit op de snelheid van de verwachte daling van het bestand.

4.4.6 Effect van toekomstig verloop van de glasaal intrek

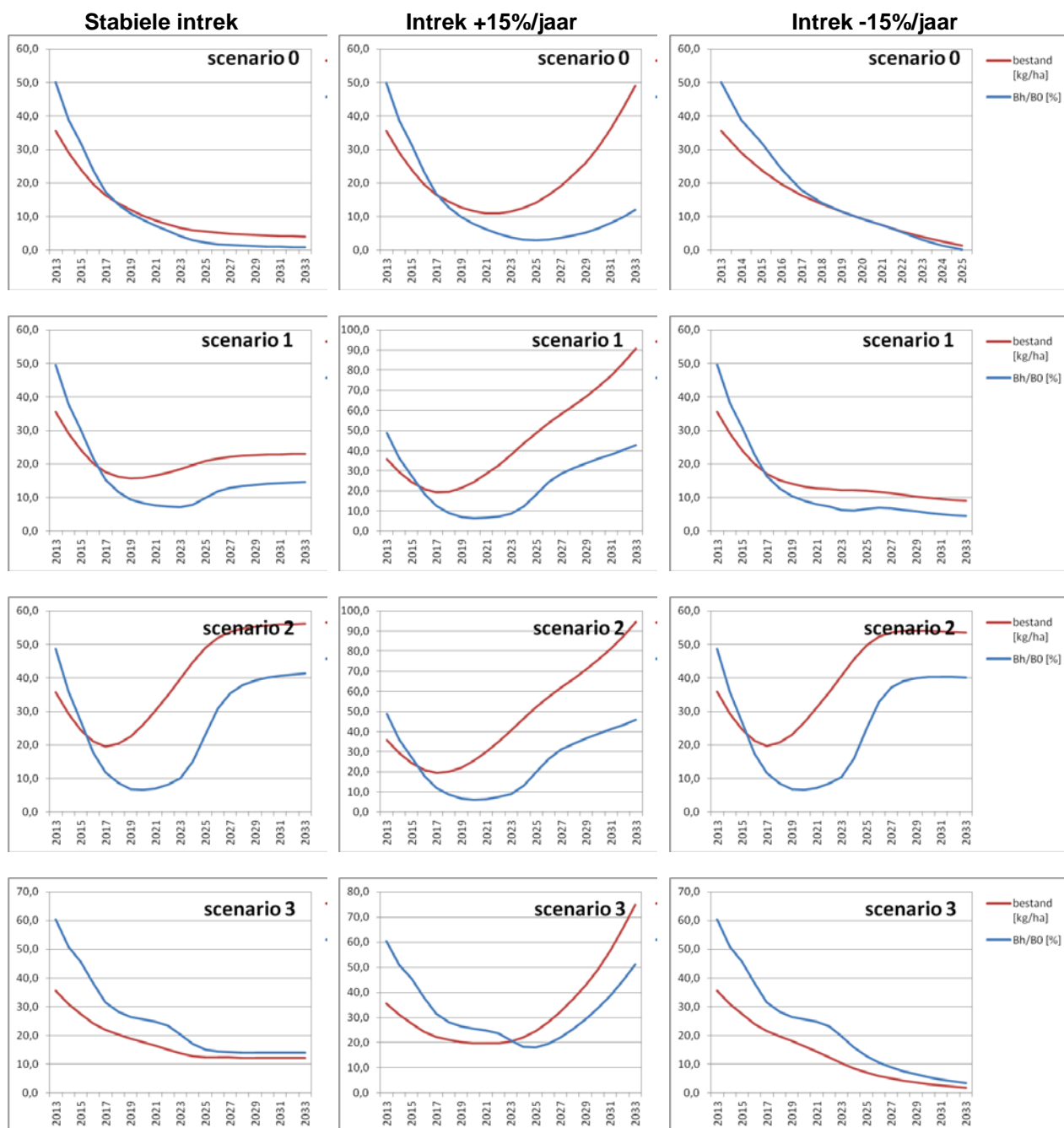
De berekende uitkomsten van de modellen in de toekomstige jaren zijn zeer afhankelijk van (en gevoelig voor) in het bovenstaande van dit hoofdstuk aangenomen gelijkblijvende intrek van glasaal.

In plaats van het werken met scenario's van glasaal intrek is hier bewust gekozen om de toekomstige glasaal intrek redelijk positief in te schatten (namelijk gelijkblijvend). Anders zouden nog veel meer combinaties van mogelijkheden nader moeten worden onderzocht en dat is niet alleen bewerkelijk maar ook snel onoverzichtelijk.

Gelet op de trend, is het echter waarschijnlijker dat de glasaalindex in de nabije toekomst blijft afnemen en dat de prognoses ten aanzien van de ontwikkelingen van de aalbestanden en de effecten van de menselijke beïnvloeding daarvan navenant moeten worden bijgesteld. In feite is er dus in bovenstaande analyses in dit hoofdstuk van een optimistisch scenario uitgegaan en wordt er dus als het ware een 'rooskleurig' beeld van de te verwachten ontwikkelingen van het aal bestand en van de uittrek van de aal geschetst.

In Figuur 4.52 is weergegeven wat er met het aalbestand en de B_t/B_0 verhouding naar verwachting gaat gebeuren in het Rijnstroomgebied, bij toepassing van de NOORDZEE-index, wanneer de dalende trend van intrek zich vanaf 2013 voortzet en ook wanneer dit omgekeerd wordt in een stijgende intrek. En dit wordt vergeleken met de situatie van een gelijkblijvende intrek vanaf 2013, zoals dit in 4.1 en 4.2 is weergegeven. Er is voor de NOORDZEE-index gekozen om dit proces sneller te laten verlopen (simuleren) en er is om dezelfde reden gekozen voor een afname, respectievelijk toename van de intrek met 15% jaarlijks. Dit laatste is meer dan de afname sinds 1990 (in grootteorde 5% jaarlijks) en zorgt er dus voor dat de ontwikkelingen sneller in beeld komen. Het kan ook gezien worden als extreme scenario's.

Figuur 4-52 Vergelijking van het verloop van het aalbestand en van de toestandsindicator B_t/B_0 bij een gelijkblijvende stabiele intrek van glasaal vanaf 2013 (linker kolom), bij een jaarlijkse toename van die intrek van 15%(middelste kolom) en een jaarlijkse afname daarvan van 15% (rechter kolom), bij gebruik van de NOORDZEE-index in het stroomgebied van de Rijn in Groningen en Noord Drenthe (N.B. let op de afwijkende horizontale as bij scenario 0 in de rechter kolom: het bestand sterft lokaal uit. Let ook op de afwijkende verticale as in de middelste kolom bij scenario's 1, 2 en 3).



In de figuur is er dus allereerst te zien dat er bestand (kg/ha) en uittrek van schieraal (B_t/B_0 verhouding in %) bij ongewijzigd beheer (scenario 0) en bij gelijkblijvende glasaalindex afnemen tot waarden dicht bij nul vanaf 2025. En bij een anthropogene mortaliteit van nul vanaf 2013 ($\sum A = 0$, scenario 3) stabiliseren die waarden zich boven 10 kg/ha resp. 10%. Herstel van het bestand is mogelijk door een verbeterde recrutering (scenario's 1 en 2).

Bij een zoals boven aangegeven toename dan de glasaalindex vanaf 2013 herstellen het bestand en de uittrek zich. Extra inspanningen om de recrutering te vergroten zijn misschien niet eens nodig (scenario 0), hoewel er wel eerst door een diep dal gegaan wordt en dit ook een risico herbergt.

Bij een afname van de glasaalindex met 15% jaarlijks vanaf 2013, sterft het bestand binnen ongeveer een decennium lokaal uit bij ongewijzigd beheer volgens de modelberekeningen. Bij een antropogene mortaliteit van nul vanaf 2013 ($\sum A = 0$, scenario 3) gebeurt dit binnen ongeveer 20 jaar (scenario 3). Ook bij zo'n afnemende glasaalindex is herstel van het bestand mogelijk door versterking van de recrutering (verbetering van de intrek en/of uitzettingen), maar het gaat dan om aanzienlijke hoeveelheden glasaal.

Het bovenstaande is gesimuleerd voor de situatie in het Rijnstroomgebied en bij toepassing van de NOORDZEE-index en dient ter illustratie van het enorme effect van het werkelijke verloop van de glasaalintrek in de nabije toekomst op het aalbestand en op de uittrek van schieraal, zoals dit uit de modelberekeningen naar voren komt. Zoals boven aangegeven, zijn dit extreme scenario's, mede ook doordat er de NOORDZEE-index is toegepast. Toepassing van mildere scenario's is hier niet uitgevoerd, maar er wordt een vergelijkbare conclusie van verwacht.

Het is moeilijk om prognoses te geven van de waarden van de glasaal indexen in de toekomst. Hopelijk zullen de getroffen maatregelen van de EU-lidstaten in die zin effect hebben, dat het aanbod van glasaal op de Waddenkust op korte termijn verbeterd wordt. Daar is op dit moment nog geen bewijs voor.

Hoewel de Europese inzet erop is gericht om de antropogene mortaliteit voldoende te verminderen (Bh/Bbest verhouding > 40%) volstaat dit dus mogelijk niet. Ook als aan die eis voldaan kan worden, lijkt het verbeteren van de intrek erg belangrijk voor het duurzaam beheer van de aal.

4.5 Conclusies

1. De belangrijkste algemene conclusie die getrokken kan worden uit de modelberekeningen met het GEM-model is wel dat er in het komende 10 tot 20 jaar in alle (groepen van) onderscheiden deelgebieden in Groningen en Noord Drenthe bij ongewijzigd beheer een sterke afname van de uittrek van schieraal, van de biomassa van het bestand en van de toestandsindicator B_t/B_0 te verwachten valt. Alleen in Spijksterpompen blijft B_t/B_0 naar verwachting dan nog op een veilig niveau (tenminste 40%) maar daaraan kan ook getwijfeld worden omdat er van dat gebied in het geheel geen KRW-monitoringsgegevens bekend zijn (Klein Breteler et al., 2013). In de overige gebieden zakt die toestandsindicator tot (soms ver) beneden dat niveau, is het aalbestand dus niet duurzaam en is ongewijzigd beheer dus ook geen beheer dat leidt tot een duurzaam aalbestand.
2. Het gebruik van de EEMS-index van glasaal in het RAM-GEM model lijkt in Groningen en Noord Drenthe, en in alle onderscheiden deelgebieden, beter aan te sluiten bij de ervaringsdeskundigheid van de plaatselijke betrokkenen dan het gebruik van de NOORDZEE-index of RIJN-index. Er is geen wetenschappelijk bewijs welke van de indexen de werkelijkheid beter benadert. Gelet op de prognoses, zal dit binnen enkele jaren vanzelf duidelijk worden.
3. De intrek van glasaal per oppervlakte eenheid varieert sterk tussen de onderscheiden deelgebieden (Tabel 4.1 in 4.4.4). Als de schattingen correct zijn, dan wijst dit op migratiebelemmeringen die er ook in 2011 nog zijn, suggereert dit dat er wellicht verbeteringsmogelijkheden van de intrek zijn en geeft dit een *ranking* weer waaruit een prioritering kan worden afgeleid.
4. De geschatte f-waarden en berekende glasaal intrek in Tabel 4.1 worden hier gezien als eerste schattingen van de absolute intrek van glasaal in de onderscheiden deelgebieden in 2011. Er is geen wetenschappelijk bewijs dat die schattingen juist zijn. Ze zijn wel met wetenschappelijke methoden verkregen en kunnen, mede ook omdat ze kwantitatief zijn, goed dienen als hypothesen die in toekomstig onderzoek getest kunnen worden en gevalideerd of gefalsifieerd kunnen worden.
5. Voor compensatie van de effecten van voorzetting van het huidige beheer is, als de EEMS-index de werkelijkheid weergeeft en de intrek van glasaal vanaf 2013 niet daalt of toeneemt (dus ongewijzigd blijft), een extra benodigde recrutering van 315 kg glasaal per jaar benodigd voor geheel Groningen en Noord Drenthe. Bij gangbare prijzen kost dat ca. € 100.000 - € 150.000 per jaar.
Voor herstel van de aalstand tot het door de EU verordende niveau is onder die condities 793 kg/jr nodig met een waarde van ca. € 250.000 - € 400.000 per jaar.

4.6 Aanbevelingen

1. Het aalbestand zal in Groningen en Noord Drenthe, en in de onderscheiden deelgebieden, in de komende jaren in de gevarenzone terecht komen indien het beheer niet verandert. In zijn algemeenheid kan hier, op basis van de uitkomsten in deze studie, worden aangesloten bij de aanbevelingen van ICES dat de anthropogene mortaliteit van aal zoveel mogelijk terug moet naar nul, teneinde op termijn de uittrek van schieraal op een veilig niveau te kunnen krijgen. Prioritering en verbetering van uittrek voorzieningen voor schieraal, "aal over de dijk zetten" door beroepsvissers bij gemalen (met name bij grotere gemalen) zoals door DUPAN wordt gepromoot, verbetering van controle en handhaving (door BOA's ook in niet-Federatiewater), preventie van aalvangst door sportvissers door voorlichting, afspraken over de mate van onttrekking door beroepsvissers en over de minimummaat, passen daar allemaal bij. Dit zijn ook suggesties die in de doel- en vraagstellingen zijn meegegeven (Hoofdstuk 2). In Hoofdstuk 5 zijn meer suggesties gedaan voor aanpassingen van het beheer.
2. Hoewel de Europese inzet erop is gericht om de anthropogene mortaliteit voldoende te verminderen volstaat dit mogelijk niet voor duurzaam aalbeheer in Groningen en Noord Drenthe, en in de onderscheiden deelgebieden, door een tekort schietende recruitering. Ook als aan de eis van een B_t/B_{best} verhouding $> 40\%$ voldaan kan worden, lijkt het verbeteren van de intrek erg belangrijk voor het duurzaam beheer van de aal en daarop zou sterk moeten worden ingezet. Dit is ook in de doel- en vraagstellingen aangegeven (Hoofdstuk 2). Dit betreft niet alleen een concrete evaluatie van de bestaande migratieknelpunten, inclusief het spui-beheer, maar ook een bezinning op mogelijke mortaliteitsoorzaken buiten het studiegebied zoals inzuiging bij de Eemscentrale.
3. Er zou nagegaan kunnen worden welke biologische betekenis de verschillende glasaal indexen hebben (zie 4.4.5). Wellicht is het ook zinvol om de spui-geschiedenis op de lozingslocaties beter in beeld te krijgen, evenals de bijzonderheden van elk vangstjaar van glasaal met een kruisnetje bij Termunterzijl, Nieuw Statenzijl en Lauwersoog en van daaruit te zoeken naar verklaringen voor de verschillen tussen de gebruikte glasaal indexen.
4. Bij de huidige kennis kan er niet wetenschappelijk bewezen worden hoe betrouwbaar en precies de uitkomsten van de modelmatige berekeningen van het aalbestand, de schieraal uittrek en de B_t/B_0 verhouding in de toekomst zijn. Het lijkt zonder meer zinvol om de gebruikte RAM-GEM modellen in de toekomst te verbeteren, te valideren en te calibreren en de betrouwbaarheid van de benodigde input gegevens te vergroten.
5. Het RAM-GEM model kan in de huidige toestand wellicht het best als een bêta-versie gezien worden. Er is grote zorgvuldigheid betracht in de constructie ervan en in de opstelling van rekenregels over het verloop van de anthropogene mortaliteiten in het verleden en in de toekomst, maar mogelijk komen er nog 'bugs' in voor. Een en ander pleit voor *peer review* (in nationaal en ook in internationaal verband), verdere controles, verbetering en evaluatie van het model. Concrete suggesties voor verbetering van het model hebben betrekking op dichtheidsafhankelijke geslachtsdifferentiatie, op de berekeningsmethode van de toekomstige anthropogene mortaliteiten van aal en op de toepassing van de toekomstige glasaalindex. Wat dat laatste betreft is onlangs een interessant idee aangedragen door Karen van de Wolfshaar (IMARES): gebruik van een opgeschaalde NOORDZEE-index die geijkt is aan de EEMS-index. Daarmee kan waarschijnlijk betrouwbaarder de trend van het toekomstige aanbod van glasaal worden berekend.
6. De gebruikte gegevens voor de input in het model zijn mogelijk ook nog voor verbetering vatbaar. Omdat ze nu beschreven zijn, kunnen ze ook gecontroleerd worden. Het is aanbevelenswaardig om dat te doen. De prognoses kunnen daarmee verbeterd worden. Nieuw te verzamelen KRW-monitoringsgegevens maken het ook mogelijk om opnieuw een RAM-analyse uit te voeren en opnieuw GEM aan RAM te ijken, bij voorkeur wanneer het beheer is aangepast en gewijzigd. Aanbevolen wordt om, wanneer de te nemen beheermaatregelen voldoende concreet zijn en daar

afspraken over zijn gemaakt, een nieuwe analyse uit te voeren met die gegevens in Groningen en Noord Drenthe.

7. In de deelstaten van Duitsland wordt het Duitse GEM model gebruikt voor het aalbeheer. Het lijkt zinvol om met name contact te zoeken met de beheerders in het Duitse deel van het Eemsstroomgebied en het beheer en de evaluatie ervan af te stemmen. Dat kan nu relatief gemakkelijk omdat er min of meer met dezelfde taal gesproken wordt (een vergelijkbaar model wordt gebruikt). Dit kan leerervaringen opleveren en biedt kansen om grensoverschrijdende stroomgebieden ten aanzien van de aal gezamenlijk te gaan beheren zoals in de Europese Aalverordening ook is aangegeven.
8. In de analyses in dit rapport is steeds berekend hoeveel extra glasaal nodig is om te compenseren voor het bestaande beheer (scenario 1) en voor herstel tot aan het door de EU verordende niveau (scenario 2). Daarmee is niet bedoeld te adviseren om glasaal (of jonge aal) uit te zetten. Aan het uitzetten van glasaal of jonge aal zijn risico's en nadelen verbonden die in MinLNV (2009) en Klein Breteler (2010) zijn aangegeven. De belangrijkste daarvan zijn genetische vervuiling van het aalbestand en de insleep en verbreiding van visziekten. Die leveren een extra antropogene druk op het bestand waarvan de toestand thans toch al als 'onveilig' wordt aangemerkt. In dit kader wordt dan ook vooral aanbevolen om zo hard als mogelijk is te werken aan verbetering van de glasaalintrek. En pas, als die mogelijkheden zijn uitgeput, als de recrutering nog steeds onvoldoende blijkt en als de antropogene mortaliteit echt niet verder omlaag kan, te gaan denken aan uitzetting van glasaal.

5 Afweging van nader te nemen concrete maatregelen

Ter onderbouwing van het Nederlandse Aalbeheerplan is enige jaren geleden een verkennende vergelijking gemaakt van de effecten, kosten en risico's van een honderdtal mogelijke maatregelen ten behoeve van herstel van de aalstand (Klein Breteler, 2008). Die hebben betrekking op zowel waterbeheer als visserijbeheer en natuurbeheer. Die studie kan helpen bij de bepaling van voorgenomen keuzes in het aalbeheer. In het onderstaande zijn ook aanbevelingen opgenomen ten aanzien van het opvullen van kennislücken en het te voeren beheer.

5.1 Beroepsvisserij

Het doel van de beroepsvisserij zou, gelet op de conclusies in Hoofdstuk 4, gericht moeten zijn op vermindering van de anthropogene mortaliteit en de vergroting van de uitrek van schieraal (B_h). Maatregelen die door de beroepsvissers overwogen kunnen worden om het gevoerde beheer te verduurzamen zijn dan ook:

1. Het hanteren van een minimum en/of maximum maat. Er wordt thans al in de praktijk een hogere maat gehanteerd dan de wettelijke minimum maat. Daar is in de toepassingen van het GEM-model reeds rekening mee gehouden. Verdere verhoging van de minimum maat met enige centimeters leidt zonder schade aan het aalbestand tot hogere opbrengsten, mits de mannelijke aal niet (als schieraal) wegtrekt. Over dit laatste ontbreekt thans gebiedseigen informatie. Het instellen van een maximum maat kan niet alleen zinvol zijn om grotere vrouwelijke aal te sparen voor de voortplanting, maar kan mogelijk ook helpen om B_h te vergroten. Eventuele effecten, ook op de beroepsmatige vangsten, kunnen met het GEM-model relatief eenvoudig berekend worden. Tenzij de minimummaat en/of maximummaat erg rigide wordt toegepast, valt er op voorhand geen groot effect van die maatregelen te verwachten.
2. Vermindering van vangsten, bijvoorbeeld door:
 - a. vermindering van inspanning,
 - b. gesloten gebieden,
 - c. gesloten tijden,
 - d. quota

Onder vermindering van vangsten wordt hier vooral verstaan vermindering van de aantallen gevangen aal. Het is bijvoorbeeld minder gunstig voor de aalstand om 1000 kg rode aal te vangen dan om eenzelfde hoeveelheid schieraal te vangen, want dan valt er een extra stuk productie weg. Dit werkt net als bij het hanteren van de minimummaat.

Het effect van één van die maatregelen (of een combinatie ervan) hangt natuurlijk af van de mate waarin ze worden toegepast.

Er is thans reeds een gesloten gebied ingesteld in de Westerwoldse Aa voor de beroepsvisserij (referentiewater daarvoor is het Termunterzijldiep in Oldambt). In het Reitdiep-complex is er aan één beroepsvisser sinds 2006 geen vergunning meer verstrekt; in feite zijn daardoor het Dwarsdiep, Leeksterhoofddiep en Peizer- en Eelderdiep sindsdien gesloten gebieden voor de beroepsmatige bevissing. Volgens opgave van de beroepsvissers, wordt er in Spijksterpompen en Noordpolder niet gevestigd en zijn dit dus ook in de praktijk gesloten gebieden (Klein Breteler *et al.*, 2013). Dit laatste geldt ook voor de Drentsche Aa (mond.meded. P.P. Schollema).

Er geldt sinds 2009 al een landelijke gesloten tijd. In de maanden september t/m november mag er thans niet op aal gevestigd worden. In de praktijk wordt er door individuele vissers in een aantal wateren of delen daarvan slechts incidenteel en/of onregelmatig gevestigd. In feite worden daar dus ook gesloten tijden gehanteerd, zij het dat deze niet gereguleerd en niet gedocumenteerd zijn en dat verzameling van dergelijke gegevens verbetering behoeft.

Bij de toepassing van het huidige GEM-model, en de in dit project gebruikte versie, is de input nodig van de beroepsmatige vangsten per jaar. Effecten van één of meer van de hier genoemde maatregelen (vermindering inspanning, gesloten gebieden of gesloten tijden of quota) op de vangsten zouden thans apart, buiten het GEM-model om, berekend moeten worden. Met gesloten gebieden kan in het GEM-model wel gerekend worden indien die betrekking hebben op gehele beheergebieden van aal zoals die in Tabel 3.2 zijn onderscheiden. Welk van de maatregelen ook genomen wordt, belangrijk zijn de organisatie, controle en registratie van de werkelijkheid. In de pilot in Friesland wordt daar sterk op ingezet. Dat zou als model voor Groningen en Noord Drenthe dienst kunnen doen.

3. Uitzetten glasaal of jonge aal. Deze maatregel kan in beginsel overwogen worden, maar dit wordt hier vooralsnog niet geadviseerd. Bovendien is het een maatregel die juridisch gezien voorbehouden is aan de visrechthebbende (de Hengelsportfederatie Groningen Drenthe). Uitzetting van glasaal en/of jonge aal kan gemakkelijk in het GEM-model worden ingevoerd.

5.2 Sportvisserij

Het doel van de sportvisserij zou net als bij de beroepsvisserij, en gelet op de conclusies in Hoofdstuk 4, gericht moeten zijn op vermindering van de anthropogene mortaliteit en de vergroting van de uittrek van schieraal (B_r).

Maatregelen die door de sportvisserij organisaties overwogen kunnen worden, zijn:

1. Voorlichting en controle t.a.v. het meenemen van gevangen aal. Uit Klein Breteler *et al.* (2013) komt naar voren dat het effect van illegaal meenemen van gevangen aal niet veronachtzaamd kan worden. Er wordt thans al voorlichting gegeven en controle uitgevoerd, maar dit zou kunnen worden uitgebreid en verscherpt. In de rapportages over de visserijcontroles komt aal nauwelijks voor. Dit zou een aandachtspunt moeten worden.
2. Voorlichting t.a.v. het vermijden van bijvangst van aal. Ongewilde hengelmortaliteit van aal, als gevolg van het vangstproces, is mogelijk de belangrijkste factor in de totale mortaliteit door sportvisserij (7.2.5.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013). Er zou doelgericht aandacht besteed kunnen worden aan voorlichting over het vermijden van bijvangsten van aal. Bijvoorbeeld over het tijdstip van vissen, het gebruikte aas en de wijze van aanbod van het aas. Dit kan een potentieel groot effect hebben.
3. Voorlichting t.a.v. de handling en het onthaken van aal. Er is in dit project ingeschat dat eenmaal gevangen aal die geland wordt, een forse kans heeft om dit niet te overleven (7.2.5.2 in Klein Breteler *et al.*, 2013). De overleving zou mogelijk sterk verbeterd kunnen worden door de gevangen aal niet te landen (onder water te houden) en de lijn door te knippen. Dit zou in experimenteel onderzoek kunnen worden nagegaan. Maar dit zou, vooruitlopend daarop, ook in voorlichting kunnen worden uitgedragen. Ook dit kan een relatief groot effect hebben op het totale effect van sportvisserij op de aalstand.
4. Er geldt sinds 2009 een terugzetverplichting van gevangen aal door hengelaars. Aangenomen wordt hier dat die gecontinueerd wordt.
5. Er waren bij de uitvoering van dit project geen gegevens voorhanden over gesloten gebieden voor sportvissers. Sommige natuurgebieden zijn dit thans wellicht al (Drentsche Aa: mond.meded. P.P. Schollema). Sommige wateren zijn wellicht ook niet (goed) toegankelijk en daardoor min of meer gesloten voor sportvisserij. Indien er op het niveau van beheergebieden voor aal gesloten gebieden voor sportvisserij zouden kunnen worden ingesteld, kan daarmee gerekend worden in het GEM-model.

6. Stopzetten uitgifte peurvergunningen. Hoewel er sinds 2009 reeds een verplichting geldt om gevangen aal met de peur terug te zetten ("pretpeuren"), kan hiermee eventueel illegale meenemen van gevangen aal worden tegengegaan. Gelet op de huidige beperkte omvang van de peurvisserij, zal het effect hiervan beperkt zijn.

De effecten van sportvisserij kunnen met het GEM-model worden berekend op basis van de input van gegevens over de jaarlijkse mortaliteit van aal in kg per jaar. Effecten van één of meer van de bovengenoemde maatregelen op de vangsten zouden thans apart, buiten het GEM-model om, berekend moeten worden. Welk van de maatregelen ook genomen wordt, net als bij de beroepsvisserij zijn de organisatie, controle en registratie van de werkelijke situatie belangrijk.

5.3 Waterbeheerders

Het doel van de beroepsvisserij zou, gelet op de conclusies in Hoofdstuk 4, gericht moeten zijn op vermindering van de mortaliteit bij gemalen en de vergroting van de uittrek van schieraal (B_h). Daarnaast ook op de opheffing van bestaande migratiebelemmeringen zodat de recruterij van glasaal en jonge aal versterkt wordt.

Maatregelen die door de waterbeheerders overwogen kunnen worden, zijn:

1. Aanpassingen boezemgemalen
 - a. In het beheergebied van waterschap Noordpolderzijlvest gaan de drie boezemgemalen De Drie delfzijen, (Fivelingo), Spijksterpompen en Noordpolderzijl in 2014 aangepast worden. Er worden vispassages aangelegd, visweringen/-geleidingen en er wordt een aangepast maalbeheer ingevoerd (mond. meded. J. Huisman). In dit project wordt er bij de toepassing van het GEM-model uitgegaan van een halvering van de mortaliteit bij die gemalen vanaf 2015.
 - b. In het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's wordt er bij gemaal Duurswold bij voorkeur gespuid, niet gemalen. Dat is al huidig beleid en dat wordt zo voortgezet. Bemalen wordt er slechts incidenteel en bij hoog water. Bij gemaal Rozema (Termunterzijl) is er een vispassage. Dat gemaal heeft grote dimensies en heeft een lage draaisnelheid. Daardoor is er relatief weinig schade. Daarom is er geen nieuw beleid ten aanzien van dat gemaal. En bij gemaal Fiemel is er een lichtstelsel voor afschrikking en een bypass. Er is daar ook reeds een visvriendelijke vijzel (mond. meded. P.P. Schollema). In dit project wordt er bij de toepassing van het GEM-model uitgegaan van een halvering van de mortaliteit bij die gemalen vanaf 2013 als gevolg van ingezet beleid.
 - c. De in dit project ingeschatte schade aan schieraal door gemalen is gebaseerd op literatuurgegevens. Omdat de werkelijke schade over het algemeen gezien wordt als locatieafhankelijk, lijken metingen van schade aan schieraal bij de boezemgemalen in de toekomst gewenst. En met prioriteit bij die beheereenheden waarvoor besloten wordt om het aalbeheer met behulp van het GEM-model zo goed mogelijk kwantitatief te onderbouwen. Of juist bij gemalen met het meeste effect op de schieraal. Hier kunnen keuzes in worden gemaakt. Er zijn op dit moment dus geen concrete voornemens om de boezemgemalen en het beheer daarvan verder te wijzigen dan bovenstaand aangegeven.
 - d. De boezemgemalen fungeren ook als intrekpunten voor glasaal. Verdere verbetering dan in 1a) en 1b) bovenstaand aangegeven, van de intrek mogelijkheden op die locaties is thans niet concreet voorzien maar worden hier, gelet op de conclusies in dit project, waar mogelijk wel aanbevolen. Wenselijk is ook dat op één of enkele locaties de absolute glasaal intrek gemeten gaat worden en dat daarvoor de benodigde voorzieningen worden getroffen. Dat is op dit moment (nog) niet voorzien. Langjarige monitoring van de glasaal intrek in absolute zin is nodig om het GEM-model en ook de f-waarde te kunnen valideren, en liefst ook op meerdere locaties teneinde het model ook te kunnen calibreren.
2. Aanpassingen poldergemalen.
 - a. Er is bij de uitvoering van dit project maar een beperkt en incompleet zicht gekregen op de locaties (en hoe die gelegen zijn in de migratieroutes van de aal) en karakteristieken van de poldergemalen. Bij de toepassingen van het GEM-model in dit project is uitgegaan van

deskundigen schattingen van wateroppervlakken die achter poldergemalen staan. Dit heeft allereerst validatie. Ook zou nagegaan moeten worden of en in welke gevallen wateroppervlakken achter meerdere poldergemalen gelegen zijn en hoe groot die oppervlakten zijn. Tenslotte ontbreekt locatiespecifieke kennis en overzicht van de karakteristieken van de aanwezige gemalen op basis waarvan mortaliteiten van aal toegekend kunnen worden per gemaal. Deze kennis is ook nodig om in de toekomst te kunnen prioriteren ten aanzien van eventuele aanpassingen van gemalen, en/of het beheer ervan, ter vermindering van aalsterfte.

- b. De poldergemalen fungeren als doortrekpunten voor jonge aal en kunnen kolonisatie van de verder gelegen polderwateren belemmeren. Voorshands wordt er hier van uit gegaan dat het niet nodig is om de doortrek daar ook in absolute zin te kwantificeren omdat het toch steeds om gebieden gaat die kleiner zijn dan de aalbeheereenheden en daar ook binnen zijn gelegen. Kennis van de relatieve doortrek is wel gewenst teneinde verschillen in bestandsdichtheden, zoals in de KRW-monitoringen worden vastgesteld, te kunnen duiden. In veel situaties in het huidige tijdsgewricht, met de relatief lage bestandsniveaus, en in de overige situaties met sterk afnemende bestandsniveaus, lijken verbeteringen in de doortrekmogelijkheden voor aal bij poldergemalen niet erg belangrijk voor het duurzame beheer van de aal omdat de dynamiek van de bestanden bij die dichtheden vermoedelijk niet erg dichtheidsafhankelijk is. In de toekomst zal dit hopelijk veranderen. Dit schept tijd om eventuele verbeteringen in de poldergemalen te faseren en te laten sporen met renovaties om technische redenen.
3. "Aal over de dijk zetten" door beroepsvissers bij gemalen (met name bij grotere gemalen) zoals door DUPAN wordt gepromoot.
 4. Doortrek bevorderen bij stuwen. Hier geldt hetzelfde voor als ten aanzien van de doortrek bij gemalen.

6 Literatuur

Bierman S.M., N. Tien, K.E. van de Wolfshaar, H.V. Winter, M. de Graaf, 2012. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2009-2011. IMARES Report number C067/12: 132 p.

de Graaf M., 2012. Report of the meeting of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels [WGEEL], Copenhagen (Denmark), 3-9 September 2012. IMARES CVO/12.IMA0844.MG.mb November 26, 2012, 7 p.

de Graaf, M. & S.M. Bierman, 2012. Report on the eel stock and eel fishery in The Netherlands in 2011. IMARES rapport C144/12: 54 p.

ICES. 2011. Report of the Study Group on International Post-Evaluation on Eels (SGIPEE), 24-27 May 2011, London, UK. ICES CM 2011/SSGEF:13. 39 pp.

Klein Breteler J.G.P., 2008. Herstel van de Aalstand II. Bouwen aan een beheerplan. Het streefbeeld, de huidige uittrek, een nadere verkenning van de mogelijke maatregelen en een protocol voor het uitzetten van aal. VIVION BV, Utrecht. projectnummer VIVION 09.002a, 118 p.

Klein Breteler J.G.P., 2010. Herstel van de Aalstand - Gebiedsplan Oldambtmeer - Potentie voor uitzetting van aal, uitvoering en monitoring. VIVION, Utrecht. Projectnummer VIVION 20103, 91 p.

Klein Breteler J.G.P., W. Patberg, G.H. Bonhof, R. Bijkerk, 2013. Duurzaam aalbeheer in Groningen - Noord Drenthe. Ecologisch Achtergrondrapport. Deel I: Hoofdrapport + Deel II: Bijlagenrapport. Rapport VIVION 130510/1, Utrecht. Projectnummer VIVION 110723, 175+78 p.

MinLNV, 2009. The Netherlands Eel Management Plan. Ministry of Agriculture, Nature Management and Food Quality. 48 pp.

Schollema P.P. & J. Huisman, 2011. Projectplan Regionaal Aalplan Groningen en Noord- Drenthe.

Witteveen+Bos, 2012. Pilotproject decentraal aalbeheer in Fryslân. Witteveen + Bos, Deventer, i.s.m. ATKB, en NIOZ. In opdracht van Ministerie van EL&I. 63+5 p.

7 Verantwoording

Dit project is uitgevoerd door VIVION (hoofdaannemer) en Koeman en Bijkerk bv (onderaannemer).

De uitvoering is begeleid door een projectgroep en een klankbordgroep volgens onderstaand schema.

Naam	Organisatie	Taak
		Projectleider
A.J.Scheper	HSF Groningen Drenthe	
		Projectgroep
G.J.Reinders	HSF Groningen Drenthe	
J.Huisman	WS Noorderzijlvest	
P.P.Schollema	WS Hunze en Aa's	
M.Vos	Beroepsvisser	
E.Westerhuis	Beroepsvisser	
G.Postma	Beroepsvisser	
J.Veenstra	Beroepsvisser	

Voor het opstellen van dit Regionale Aalplan is een subsidie verkregen vanuit het Waddenfonds.

8 Bijlagen

8.1 Bijlage 1: Verklarende lijst met termen

B_h	De huidige uittrek van schieraal [in kg]. Onder huidig wordt verstaan: actueel. Dit kan dus ook betrekking hebben op de uittrek in bijvoorbeeld 2033.
B_{best}	De denkbeeldige uittrek van schieraal [in kg] in het actuele jaar indien $\sum A=0$. Het is de berekende uittrek van schieraal in de actuele situatie indien er gedurende het gehele leven van de aal geen anthropogene mortaliteit plaats gevonden zou hebben.
B_0	De oorspronkelijke uittrek van schieraal [in kg] in de 1950-er jaren.
$\sum A$	De totale anthropogene mortaliteit van aal gedurende zijn/haar gehele leven.
B_h/B_{best}	Het deeltal van B_h en B_{best} [in %]. De toestandindicator voor het beheer van aal.
B_h/B_0	Het deeltal van B_h en B_0 [in %]. De toestandindicator voor de aalstand.
f-waarde	De schaalfactor [dimensieloos] die de glasaalindex relateert aan de absolute intrek van glasaal (in aantallen). Deze wordt berekend tijdens de ijking van GEM aan RAM.
RAM	Rode Aal Model van IMARES, gemodificeerd.
GEM	German Eel Model, gemodificeerd

