



Variatie in vislengtes van door Aalscholvers geconsumeerde snoekbaars en baars in het IJsselmeergebied

S. van Rijn, M.R. van Eerden & M. Roos

RIZA - Intern rapport





Variatie in vislengtes van door Aalscholvers geconsumeerde snoekbaars en baars in het IJsselmeergebied

S. van Rijn, M.R. van Eerden & M. Roos

RIZA - Intern rapport

Lelystad, december 2006

Inhoudsopgave

Samenvatting 7

Inleiding 9

1 Dataverwerking 11

1.1 Braakballen 11

1.2 Database 12

1.3 Methode 12

2 Resultaten 15

2.1 Snoekbaars 15

2.2 Baars 24

2.3 Pos 31

3 Discussie 37

Verantwoording 41

Literatuur 43

Samenvatting

Kennis omtrent de rol van visetende vogels in het watersysteem is van belang om de effecten op de visstand maar ook de afhankelijkheid van die visstand op het spoor te komen. Onderzoek naar het functioneren van Aalscholvers in het deelsysteem viseters in het IJsselmeergebied, uitgevoerd door RIZA in Lelystad sinds 1982 heeft vele inzichten aan het licht gebracht. De studie naar Aalscholvers in het IJsselmeergebied heeft in belangrijke mate gesteund op de volgende pijlers: aantallen en demografie, visstand en habitat en voedsel生态学.

Visconsumptie door Aalscholvers werd gekwantificeerd door determineerbare visresten uit braakballen te meten. Voor de periode 1983-2006 zijn gegevens beschikbaar van ruim 2.600 dagrantsoenen overeenkomend met ca 120.000 door aalscholvers geconsumeerde vissen.

In voorliggend rapport worden de gegevens van door aalscholvers gegeten snoekbaars, baars en pos uit de periode 1983-2006 geanalyseerd. De analyse is uitgevoerd in het licht van de hypothese dat snoekbaars en mogelijk ook baars eerder paait, als gevolg van een verhoogde watertemperatuur door klimaatverandering (Noordhuis et al. in prep.) waardoor ze na rekrutering mogelijk bij een grotere lengte de winter ingaan en mogelijk in het tweede jaar eerder een grotere lengte kunnen bereiken.

De gegevens laten zien dat grotere vissen (1+ vanaf de zomer en 2+ en 3+) voor zowel snoekbaars, baars als pos afnemen in het dieet van aalscholvers in de periode 1983-2006. Theoretisch zou dit kunnen komen doordat de vissen sneller groeien (als gevolg van de opwarming van het water) waardoor de eerder de lengte bereiken dat ze minder goed vangbaar zijn door de vogels. Pos kan die lengte niet bereiken omdat het een kleine vissoort is die bij maximale lengte nog steeds een gemakkelijke prooi is. Het is daarom aannemelijk dat afname van relatief grote vis in het dieet vooral het gevolg is van een afname in de beschikbaarheid in het meer en niet doordat ze minder goed vangbaar zijn.

Verder laten de gegevens zien dat 0+ vis in de zomer in recente jaren juist kleiner is en ze kleiner de eerste winter (als 1+) uitkomen in vergelijking met de jaren tachtig en begin jaren negentig. Dit kan komen doordat ze later geboren werden al dan niet in combinatie met een slechtere groei. Voor zowel snoekbaars als baars lijkt de groei in het tweede jaar (1+) achter te blijven omdat ze kleiner de winter uitkomen. Voor snoekbaars lijken de tweedejaars vissen in juni kleiner te zijn in de jaren negentig. De groei van 1+ snoekbaars en baars is, in elk geval voor 1999, sneller in vergelijking tot 1983. Of dit een trendmatig verloop is of puur een effect van een jaar, moet uitgezocht worden door de nog beschikbare gegevens uit de niet geplozen braakballen te

analyseren. De groeiachterstand is waarschijnlijk een gevolg van een gering voedselaanbod voor de jonge vis. De groei van snoekbaars hangt waarschijnlijk sterk samen met het moment van geboorte en de hoeveelheid jonge spiering omdat deze de belangrijkste prooi vormt. De gestage afname van de stand aan spiering zoals die in het IJsselmeergebied is vastgesteld (gegevens RIVO/IMARES) hebben mogelijk een slechte groei van jonge snoekbaars tot gevolg. Het moment dat jonge snoekbaars piscivoor wordt speelt hierin een grote rol omdat ze vanaf dat moment een groeisprint doormaken. Jonge snoekbaars wordt vanaf een cm of twaalf piscivoor. Een late geboorte van snoekbaars al dan niet in combinatie met een slechte voedselsituatie met weinig jonge spiering zal tot gevolg hebben dat jonge snoekbaarzen kleiner de winter ingaan (hoger risico op wintersterfte) en te maken krijgen met een achterstand in het tweede jaar. De groeiachterstand van jonge vis en de afname van het aandeel grote vissen in het menu van aalscholvers is dus waarschijnlijk een gevolg van een slechte voedselsituatie.

Vanuit de visserij werd gesteld dat het aantal grote snoekbaarzen tegenwoordig erg laag is, ook na jaren met een redelijke tot goede rekrutering. De vissers opperden de mogelijkheid dat aalscholvers sterke jaarklassen in de eerste winter al onderdrukken voordat ze op kunnen groeien tot grotere vis. De gegevens over de consumptie van jonge snoekbaars door aalscholvers laten zien dat het weg eten van een volledig cohort van snoekbaars niet waarschijnlijk is.

Inleiding

Vanaf 1979 wordt door Rijkswaterstaat onderzoek verricht naar de draagkracht van het IJsselmeergebied voor watervogels. In deze periode is steeds meerjarig onderzoek uitgevoerd dat tot doel heeft de gegevens van het reeds verrichte Aalscholveronderzoek te integreren en aan te vullen met relevante nieuwe gegevens. De ecologische kennis is van groot belang bij beheer, beleid, natuurontwikkeling, bescherming en inrichting en herstel van het IJsselmeer en Markermeer. De Aalscholverpopulatie van het IJsselmeergebied vormt één van de belangrijkste onderdelen in het deelsysteem viseters. Gegevens zijn verzameld over aantallen, verspreiding, broedbiologische parameters en overleving aangevuld met gegevens omtrent voedselgebruik. Deze zijn indicatief voor de staat waarin het watersysteem zich bevindt en kunnen een rol spelen bij de inrichting van nieuwe natuurgebieden, de afstemming met andere gebruiksfuncties en de zonering van recreatief gebruik.

Opvallende veranderingen in het IJsselmeergebied zijn afname van de mosselpopulatie in het Markermeer en de afname van de Spiering in zowel Markermeer als IJsselmeer. Ter wille van een goed beheer van waterkwaliteit en natuurwaarden is het wenselijk om de mechanismen achter deze veranderingen te begrijpen. Dit wordt des te belangrijker nu voor het gebied in het kader van de KRW en de VHR doelen worden gesteld die een rol gaan spelen in het toekomstige beheer van de wateren. Zowel om de haalbaarheid van deze doelen te kunnen inschatten als om de stuurknoppen te identificeren is analyse van deze mechanismen noodzakelijk (Van Eerden, Van Rijn & Roos 2005).

Over de invloed van klimaatveranderingen op de ecologie van het IJsselmeergebied is nog weinig bekend. Klimaatveranderingen kunnen resulteren in een verandering in de kans op extreme weersomstandigheden, en daarmee op het optreden van omslagen in de ecologische processen. Belangrijker zijn trendmatige veranderingen in temperatuur en wind (Noordhuis in prep.).

In dit verslag wordt een grote dataset van door aalscholvers geconsumeerde vissen (1983-2006) ingezet (onderzoek M.R. van Eerden) om eventuele effecten van lange termijn weersveranderingen op vislengte verdelingen en visgroei te kunnen ontrafelen.

1 Dataverwerking

1.1 Braakballen

Braakballen van aalscholvers bevatten resten van vissen die gemakkelijk op vissoort gedetermineerd kunnen worden. Dit schept de mogelijkheid om nauwkeurig te kijken welke vissen aalscholvers consumeren (o.a. Voslamber 1988).

Sinds 1982 worden jaarlijks braakballen verzameld in de broedkolonie van aalscholvers in de Oostvaardersplassen. Sinds 1997 worden ook op andere locaties en vanaf 2001 ook in andere kolonies in IJsselmeer en Markermeer braakballen verzameld. Braakballen werden na verzamelen op dezelfde dag opgeslagen in een diepvries (-20 °C). Bij analyse werden alle bruikbare visresten uit de bal geprepareerd. Van vrijwel alle aanwezige prooien werden gehoorsteentjes, de zogenaamde otolieten aangetroffen. Deze werden met behulp van een binoculair gedetermineerd op soortniveau. Van grotere karperachtigen werden kauwplaten en keeltanden gebruikt voor determinatie van de vissoort.

Van alle otolieten, behalve bij grote aantallen Spieringen, werden de linker en rechter gehoorsteentjes geselecteerd. Hierbij werd het maximale aantal van links of rechts, als zijnde de beste schatter van het aantal vissen, gemeten met de micrometer in het oculair van het binoculair. Op basis van de lengte van de otolieten kon middels regressieformules de vislengte en visgewicht worden gereconstrueerd. Bij Spiering en bij zeer grote aantallen Pos werd hetzelfde gedaan als minder dan ongeveer 50 otolieten aanwezig waren. Anders werden aselect ca 50 otolieten gemeten en werd het totale aantal gehoorsteentjes gedeeld door twee genomen als het aantal Spieringen in een braakbal.

Voor karperachtigen werd voor de benadering van de vislengte de lengte gemeten van kauwplaten en keeltanden (de kortste zijde van het maximaal aantal van links of rechts voorkomende keeltanden) (verg. Doornbos, 1980). Alle maten werden per braakbal genoteerd op formulieren waarna ze werden ingevoerd in een spreadsheet (Excel). Met logaritmische regressieformules is het mogelijk visgewichten uit vislengtes te reconstrueren. Bij karperachtigen bleek dat de kauwplaatlengte de vislengte en het visgewicht beter benaderde dan de lengte van de keeltanden omdat keeltanden vaak beschadigd waren. De gebruikte regressieformules zijn te vinden in Bijlage 1.

Verzamelde braakballen konden soms gekoppeld worden aan een bepaald nest waarvan ook de jongen werden geringd. Er werd getracht intacte, complete braakballen te verzamelen. Dit was eenvoudig te controleren omdat de braakballen bij het opgeven netjes in een vlies, de binnenbekleding van de maagwand, zijn verpakt. Jonge aalscholvers in het nest produceren geen braakballen (Trauttmansdorff & Wasserman, 1995) zodat een beeld verkregen wordt van het dieet van een volwassen vogel van de desbetreffende plek of nest in de kolonie. Omdat de vogels eens per dag een braakbal produceren (o.a. Zijlstra &

Van Eerden 1995) kan bij analyse van de onverteerbare resten een beeld gegeven worden van de dagelijkse voedselopname. Tijdens het ringen van jongen werden, zoals in voorgaande jaren, ook ballen geraapt om de verschillen tussen jaren te kunnen vergelijken.

1.2 Database

Het basismateriaal van de braakballen is ingevoerd in spreadsheets (Excel). In de periode 1983-1994 werden van nesten uit de kolonie van de Oostvaardersplassen en van 1996-2006 ook van andere plekken in het IJsselmeergebied, maar ook met name uit de kolonie van de Oostvaardersplassen, ruim 2.000 braakballen verzameld. Dit leverde een bestand op van ca. 120.000 gegeten vissen. De digitale dataset is hiermee nog niet helemaal compleet. Er ontbreken gegevens uit de jaren tachtig (onder andere uit 1982) en van 1995 ontbreken de gegevens omdat de braakballen door het uitvallen van de vriezer verloren zijn gegaan. Enkele honderden braakballen uit de periode 2001-2003 (Oostvaardersplassen, Enkhuizen - De Ven, en Lepelaarplassen) zijn nog niet bekeken. Van 2005 en 2006 is een deel van de braakballen bekeken. In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de hoeveelheid braakballen die voor dit verslag werden gebruikt. Het hier voorliggende materiaal weerspiegelt echter in grote lijnen wat er over deze lange periode is gebeurd.

1.3 Methode

Alle maten die genomen zijn van otolieten, kauwplaten en keeltanden zijn opgeslagen en gekoppeld aan: balnummer, datum, plaats, vissoort en zo mogelijk nestnummer c.q. het nest waar jongen werden geringd. Met behulp van de in Bijlage 1 genoemde regressieformules zijn bijbehorende vislengtes en visgewichten in hetzelfde bestand toegevoegd.

Voor het niet gemeten deel van otolieten van Spiering en soms van andere vis soorten is het totale visgewicht bepaald door het niet gemeten aantal te vermenigvuldigen met het gemiddelde gewicht van het wel gemeten deel. Beschadigde otolieten (vooral bij baars) werden vergeleken met onbeschadigde otolieten zodat toch een bruikbare otolietlengte kon worden genoteerd. Voor de Rivierdonderpad werd een standaard gewicht van 3 gram genomen (zie Koffijberg & Platteeuw 1997). Voor Winde en Karper, die nauwelijks werden aangetroffen, werd een formule gebruikt die afkomstig was uit ongepubliceerde vislengte-gewichtsverhoudingen van gevangen Karpers uit de Oostvaardersplassen verzameld door M. Platteeuw. Aan de niet gedetermineerde *Cypriniden* werd een gemiddeld gewicht toegekend op basis van de formules voor Blankvoorn. Voor deze groep werd het totaal aantal getelde otolieten gedeeld door twee voor het aantal vissen genomen. Alle afzonderlijke gewichten werden gebruikt om het totaal visgewicht van een braakbal, als maat voor het dagrantsoen, te berekenen. Deze gegevens worden in de hier voorliggende rapportage niet besproken.

.....
 Tabel 1.
 Aantal onderzochte braakballen per jaar
 in de periode 1983-2006 per
 kolonie/locatie.

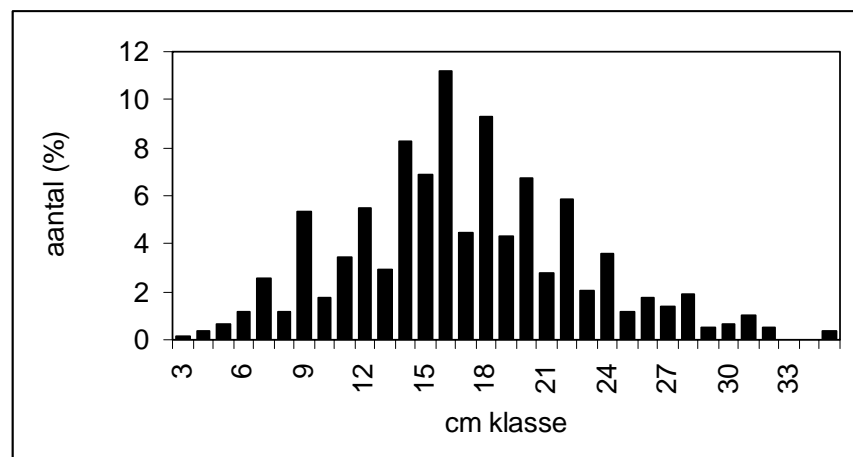
Jaar	Oostv. plassen	Steile Bank	Lemmer	De Ven	Lepelaar plassen	De Kreupel	Totaal
1983	662						662
1984	132						132
1987	39						39
1988	83						83
1990	47						47
1991	106						106
1992	98						98
1993	48						48
1994	88						88
1996	241						241
1997	41	14					54
1998	164	49	23				236
1999	159	17			27		203
2000	90						90
2004	49			67	41		157
2005	63			57			120
2006	39		30	35	20	83	216
Totaal	2.149	80	53	159	88	83	2.620

2 Resultaten

2.1 Snoekbaars

Het aandeel door aalscholvers gegeten snoekbaarzen varieert tussen de jaren en is over het algemeen zeer laag in vergelijking tot de andere soorten (van Rijn & van Eerden 2001). Het aandeel snoekbaarzen in het dieet van aalscholvers en de variatie daarin worden voor het doel van dit verslag niet geanalyseerd. Jarenlange overbevissing van maatse snoekbaars (en ook baars) door de beroepsvisserij heeft de in IJsselmeer en Markermeer de aanwezige roofvispopulatie sterk onderdrukt waardoor de hoeveelheid kleine prooivis de overhand heeft gekregen. Visetende watervogels, waaronder ook aalscholvers, konden hiervan profiteren (Van Eerden 1997, Van Eerden, Van Rijn & Roos 2005). Door aalscholvers gevangen snoekbaarzen zijn veelal afkomstig uit het tweede kalenderjaar (1+ vis). Aan het einde van het tweede kalenderjaar zijn snoekbaarzen zo groot (ca 30 cm) waardoor ze, afgezien van de grootte, 's zomers te snel worden om door aalscholvers gevangen te kunnen worden. Vanaf de zomer (juni-juli) worden afhankelijk van de intensiteit van de rekrutering, ook jongen van hetzelfde jaar (0+) snoekbaarzen gegeten. De lengte van door aalscholvers geconsumeerde snoekbaarzen varieert tussen 3-35 cm (figuur 1). Een groot deel van de geconsumeerde vissen valt in de lengteklasse 14-18 cm (0+/1+, ruim 40%). Een kleiner deel valt in de klasse 3-13 cm (0+ vis, 25%) en 24-35 cm (1+ vis vanaf de nazomer (juli-augustus) en >2+ vis (>30 cm) (samen ca 13%).

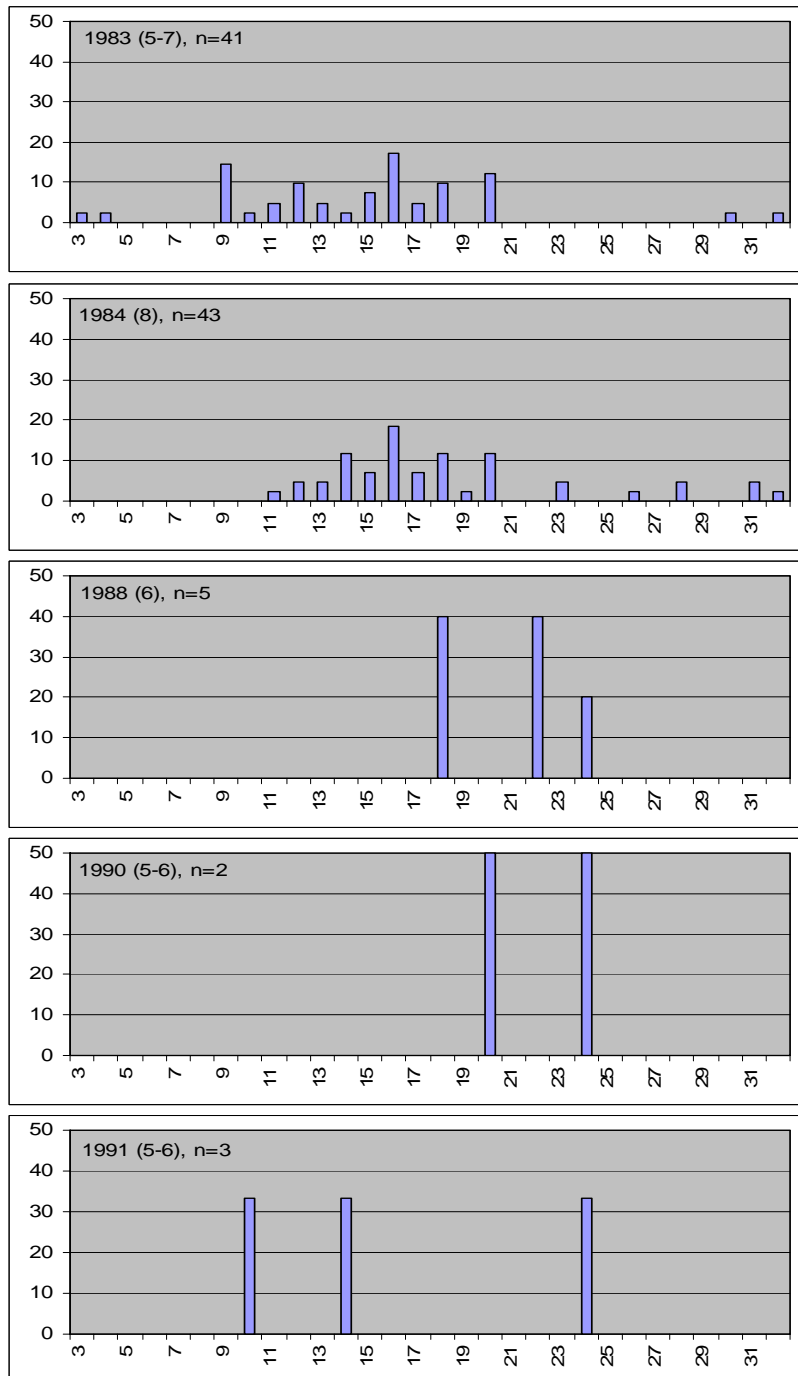
Figuur 1.
Lengtefrequentie van door aalscholvers
geconsumeerde snoekbaarzen (%
aantal, cm klassen) in de periode 1983-
2006. n=580

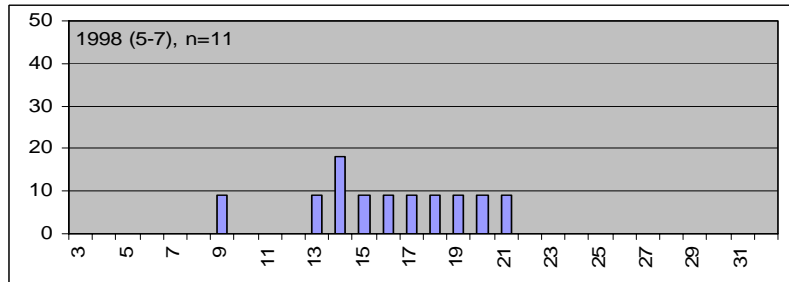
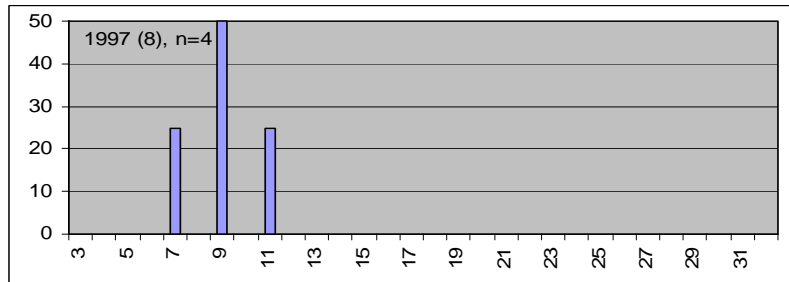
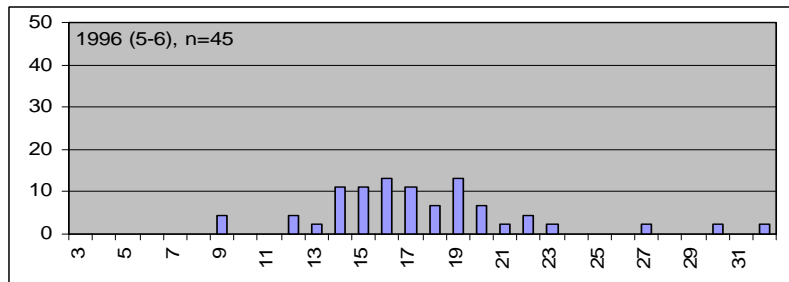
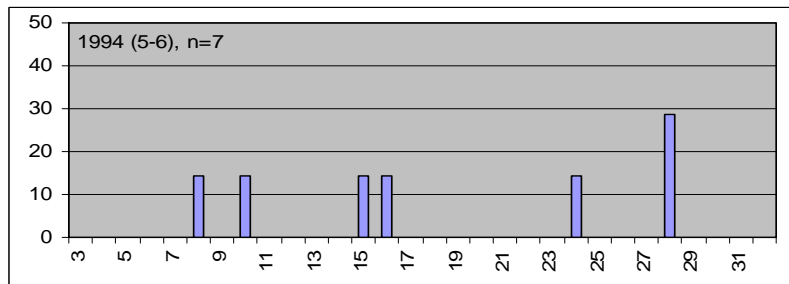
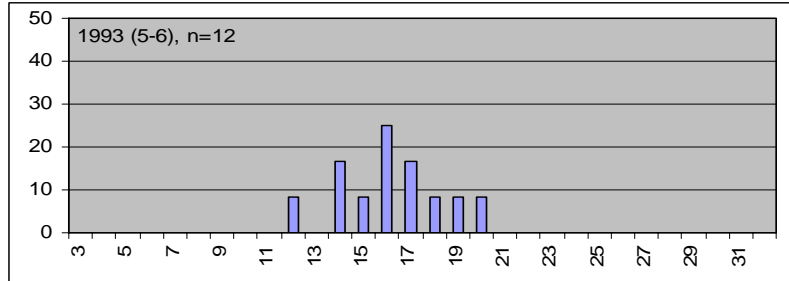
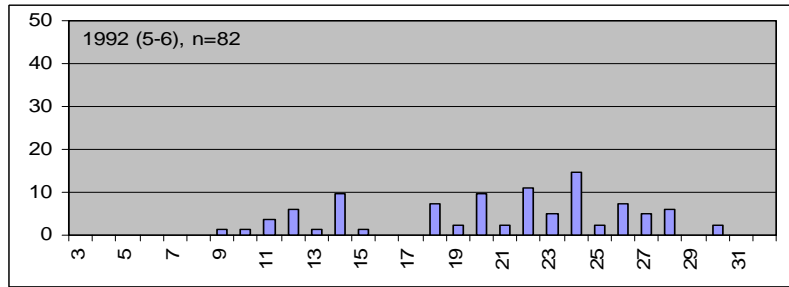


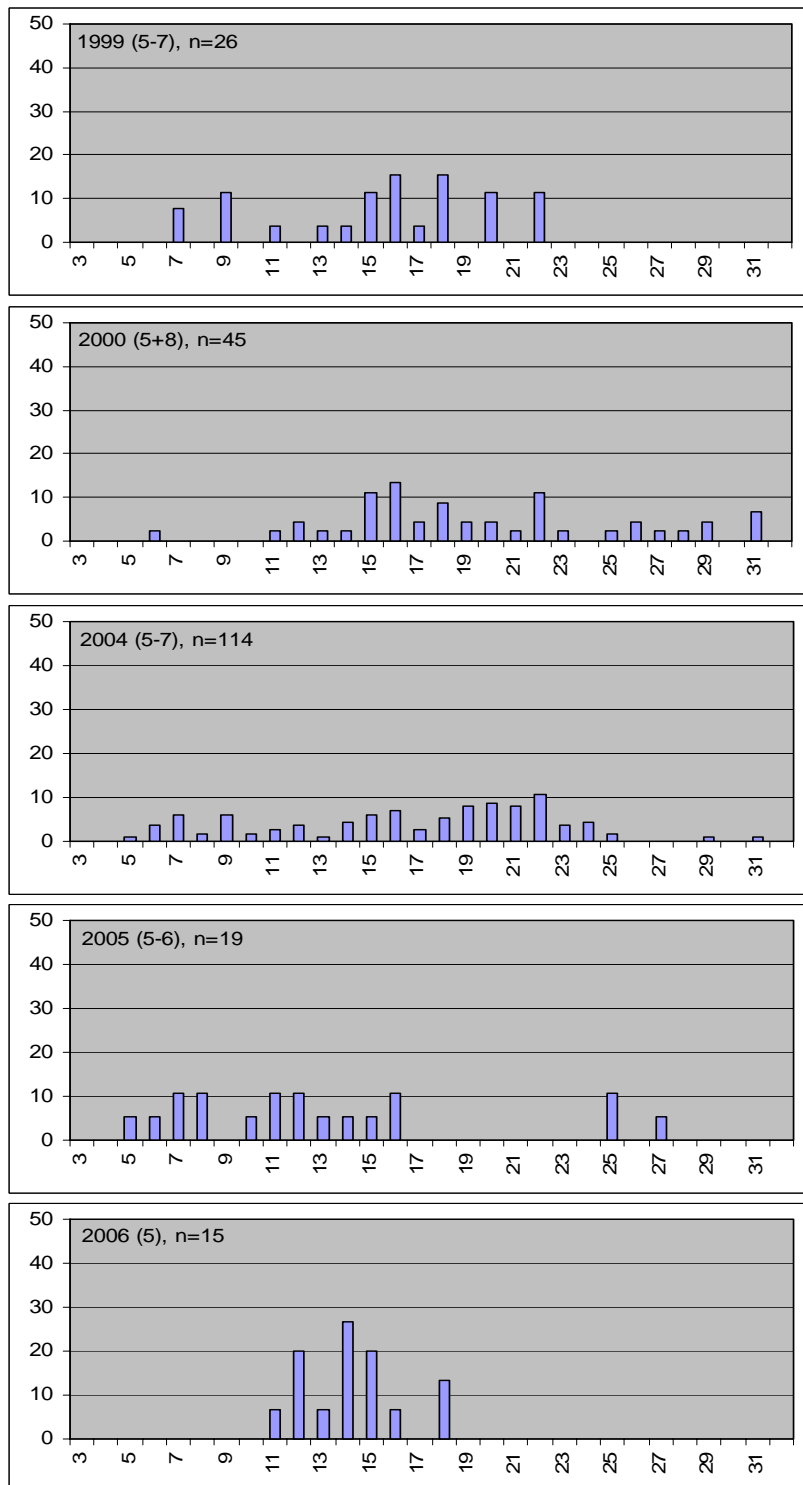
In Figuur 2 zijn de lengtefrequenties van door aalscholvers geconsumeerde snoekbaarzen in het IJsselmeergebied weergegeven (periode 1983-2006).

In de figuren zijn de vissen voor de maanden mei, juni en juli bij elkaar opgeteld en soms is de verdeling gegeven van alleen een deel van deze maanden of van alleen augustus als geen of onvoldoende vissen uit een vergelijkbare periode beschikbaar waren. Hierdoor gaat de directe vergelijking tussen de jaren enigzins mank, maar wordt het best denkbare beeld gegeven van de door de vogels gegeten snoekbaarzen in betreffende broedseizoenen.

Figuur 2.
Lengtefrequentie van door aalscholvers geconsumeerde snoekbaarzen (% aantal) per jaar (cm klassen) in de periode 1983-2006. Tussen haakjes de betreffende maanden.







Goede snoekbaarsjaren worden veelal weerspiegeld in het dieet van aalscholvers. Mede hierdoor bepalen goede snoekbaarsjaren de grootte van de steekproef waarmee gewerkt is. Goede jaren als 1992 en 2004 komen hierdoor sterk naar voren en slechte jaren als 1988, 1990, 1991, 1994 en 1997 geven daardoor een beperkter beeld van de lengtefrequentie van gegeten snoekbaarzen.

In onderstaand overzicht zijn de karakteristieken van de in het broedseizoen (mei-juli) geconsumeerde snoekbaarzen per seizoen beschreven.

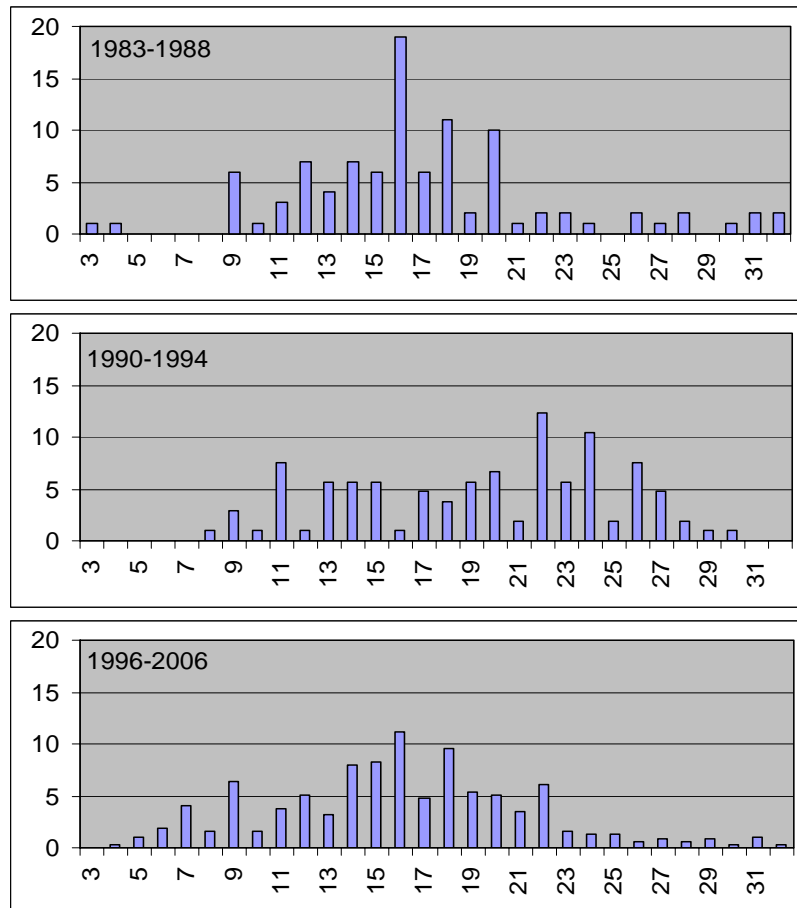
1983 relatief veel vis uit het 1+ cohort, weinig grote vis
1984 relatief veel vis uit het 1+ cohort, iets meer grote vis dan 1983
1988 steekproef te klein
1990 steekproef te klein
1991 steekproef te klein
1992 veel in het 2+ cohort, vis uit 1+ cohort relatief klein
1993 relatief veel vis uit het 1+ cohort
1994 steekproef te klein
1996 uit zowel 1+ als 2+ cohort
1997 steekproef te klein
1998 weinig vis, vooral 1+
1999 weinig vis, vooral 1+
2000 uit zowel 1+ als 2+ cohort, relatief veel grote vis
2004 uit zowel 1+ als 2+ cohort, ook veel 0+
2005 vooral uit 1+ cohort, ook veel 0+
2006 met name 1+ vis

De lengtefrequenties van de verschillende cohorten (geboortejaren) overlappen elkaar dusdanig dat het niet mogelijk is per seizoen een frequentieverdeling per cohort te geven. Dit zou ideaal geweest zijn omdat pas dan een vergelijking gemaakt kan worden tussen de gemiddelde vislengtes van de cohorten in opeenvolgende jaren.

Door de oogharen heen kijkend zien we wel dat het aandeel gegeten grote vis (1+ vanaf juni en 2+) in eerdere jaren hoger was dan in recente jaren (aantalbasis). Op gewichtsbasis zal dit voor de vogels erg veel uitmaken omdat bij consumptie van grotere vissen veel minder gevangen hoeft te worden. In figuur 3 zijn de lengtefrequenties voor jaren uit drie verschillende perioden bij elkaar opgeteld. Het aandeel grote vis is in de periode 1983-1988 niet heel hoog maar zal op gewichtsbasis voor de vogels van betekenis geweest zijn. In deze periode werd veel 0+ als 1+ snoekbaars geconsumeerd maar ook deels 2+ vis (klasse >25 cm). In de periode 1990-1994 is het aandeel grote vis hoog. Dit wordt met name veroorzaakt door de nadrukkelijke vertegenwoordiging van grote (>21 cm) 1+ vis in 1992. Dit zijn dus vissen uit 1990, een jaar waarin veel snoekbaars gerekruteerd moet zijn (gegevens RIVO). Opmerkelijk genoeg werd in het voorjaar (mei-juni) van 1990 nauwelijks snoekbaars gegeten. Mogelijk aten aalscholvers wel veel jonge snoekbaars na juni. Er werden geen grotere vissen (2+) gegeten.

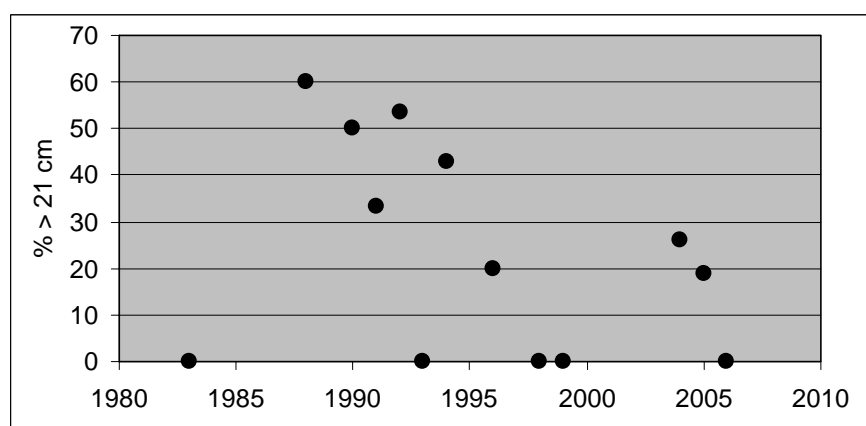
In de periode 1996-2006 is het aandeel grotere snoekbaars nog het kleinst (figuur 3). Er werd in deze periode zowel veel 1+ als 0+ vis geconsumeerd.

Figuur 3.
Lengtefrequentie van door aalscholvers
geconsumeerde snoekbaarzen (%
aantal) voor 3 perioden van jaren (cm
klassen).



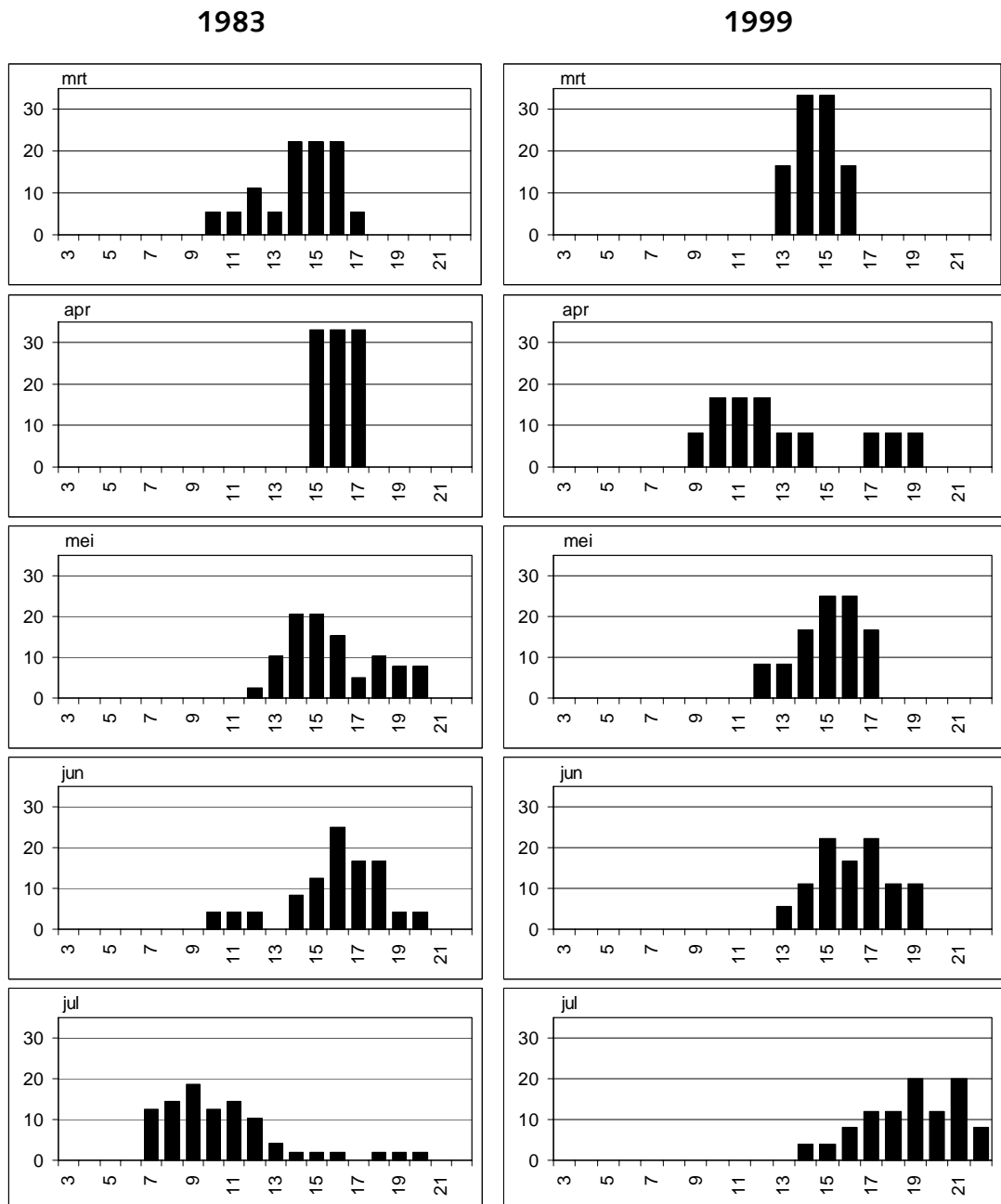
Hoewel van een aantal jaren te weinig snoekbaarzen is gegeten om een representatief aandeel grote vis te kunnen laten zien kan toch een trend in het aandeel grote vis zichtbaar gemaakt worden. In figuur 4 is het aandeel (aantalbasis) van snoekbaarzen groter dan 21 cm (alleen juni) in de periode 1983-2006 weergegeven. Vanaf eind jaren tachtig is hierin een sterke afname opgetreden. In sommige jaren werd zelfs geen enkele snoekbaars van groter dan 21 cm geconsumeerd. Hoewel dit mede veroorzaakt kan worden door het lage aantal gevangen vissen in de steekproef, blijkt voor deze jaren ook in overige maanden van het seizoen nauwelijks tot geen grote snoekbaars in het menu te hebben gezeten.

Figuur 4.
Aandeel door aalscholvers
geconsumeerde snoekbaarzen (%
aantal) van groter dan 21 cm (juni)
in de periode 1983-2006



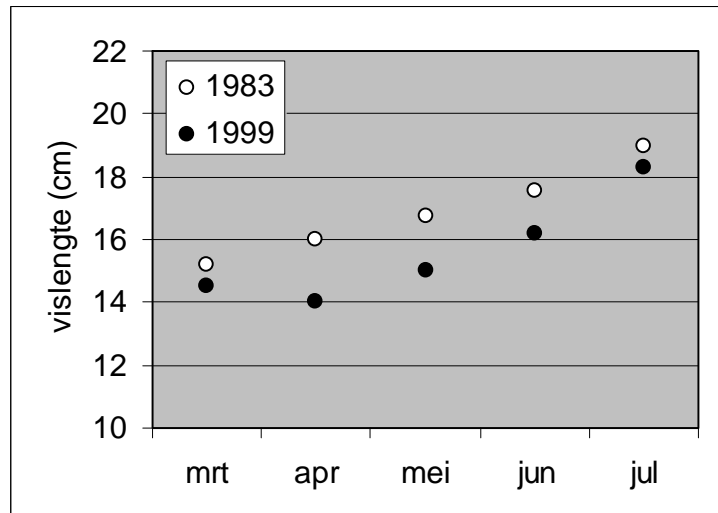
Ondanks dat het nagenoeg onmogelijk is om voor een bepaald moment verschillende cohorten uit een lengtefrequentieverdeling te kunnen afleiden, geven jaren waarin op meerdere momenten gedurende het seizoen naar het dieet gekeken is een indruk hoe de lengteverdeling van de tweedejaars (1+) vis is. Voor deze jaren is tevens groei van vissen uit het 1+ cohort zichtbaar (zie figuur 5).

Figuur 5.
Lengtefrequentieverdeling (cm klassen) van door aalscholvers geconsumeerde snoekbaarzen (% aantal) van maart tot en met juli 1983 en 1999.



Figuur 5 weerspiegelt de verschuiving in de lengteverdeling (groei) van 1+ snoekbaars in 1983 en 1999. In juli 1983 komt er 0+ snoekbaars in het menu die opmerkelijk genoeg afwezig is in het menu van juli 1999. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat ze later geboren werden. Op basis van de lengtefrequentie van de 1+ vissen kan de gemiddelde lengte van de gegeten vissen per maand (op basis van de verdelingen uit figuur 5) worden uitgerekend.

Figuur 6.
Gemiddelde lengte van door aalscholvers geconsumeerde snoekbaarzen uit het 1+ cohort in de loop van de seizoenen van 1983 en 1999.



Ondanks het kleine aantal vissen in de dataset blijkt een duidelijke trend aanwezig te zijn in de gemiddelde lengte gedurende de seizoenen van 1983 en 1999. Jonge (1+) snoekbaarzen zijn in het voorjaar van 1999 grofweg 2 cm kleiner zijn dan de vissen uit 1983 (figuur 6). Dit komt omdat de visjes kleiner de winter uit komen en omdat de groei in 1999 later op gang komt (pas vanaf mei). De groei van 1999 lijkt (vooral in juli) te versnellen en de visjes zijn gemiddeld nog maar ca een halve centimeter kleiner (figuur 6). De iets snellere groei van snoekbaarzen in 1999 is mogelijk een jaareffect. De gemiddelde maandtemperatuur was in mei 1999 ca 3 graden hoger dan in 1983. In juni en juli verschilden de maandtemperatuur gemiddeld nauwelijks (bron KNMI). De vissen uit 1999 groeiden dus mogelijk iets sneller door de hogere temperatuur in mei.

De geringere lengte van 1+ snoekbaarzen in het voorjaar van 1999 kan mogelijk verklaard worden doordat jonge vis in 1998 later geboren werd en/of omdat ze in de zomer van 1998 langzamer groeiden. In het voorjaar van 1983 groeien 1+ snoekbaarzen al vanaf maart. Dit zou betekenen dat 1983 een extreem zacht voorjaar kende. Echter het voorjaar van 1983 was juist koud en laat.

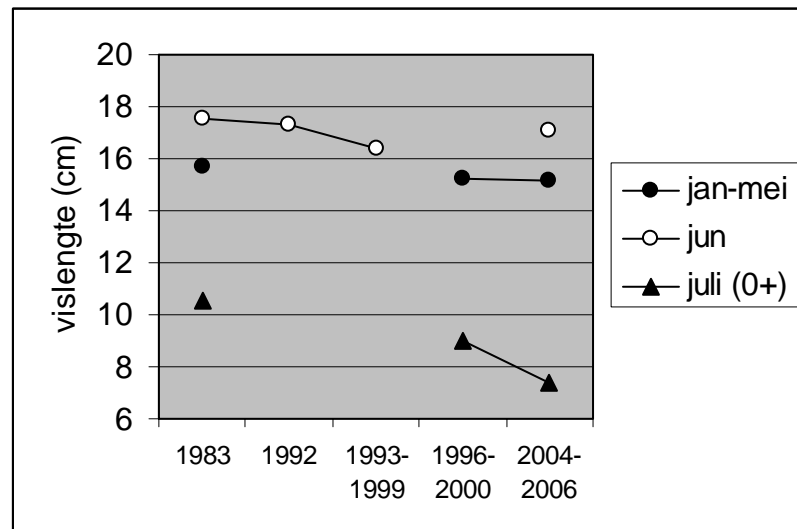
De voorlopige conclusie luidt dat het aandeel grote vissen in het menu van aalscholvers is afgenomen. Dit kan betekenen dat er minder grote vissen in de meren rondzwemmen. Het kan ook zijn dat door de opwarming van het water, vissen door snellere groei eerder te groot en daardoor te snel zijn om door aalscholvers gevangen te kunnen worden, maar erg aannemelijk is dat niet gezien de geringe temperatuursprong. Daarnaast blijkt dat 1+ vis in 1999 kleiner de

winter uitkomt dan 1+ vis uit 1983 en dat de vis in 1999 iets sneller groeit. Omstreeks juli is de achterstand in groei bijna ingehaald (zie figuur 6). Deze verschillen hebben vermoedelijk te maken met de opgroeiomstandigheden van de jonge vis, met name de beschikbaarheid van Spiering zou mee kunnen spelen.

In figuur 7 is te zien dat snoekbaarzen uit juni van de periode 1993-1999 (n=30) gemiddeld kleiner zijn dan uit 1983 (n= 11) en 1992 (n=25). In de periode 2004-2006 zijn snoekbaarzen uit juni gemiddeld weer iets groter (n=34).

In 1983 kwamen de visjes bij gemiddeld een iets grotere lengte de winter uit (januari - mei) dan vanaf 1996 (n= respectievelijk 15, 40, 34). Jonge (0+) visjes zijn in recente jaren kleiner dan daarvoor (1983 n=14, 1998-1999 n=4, 2004 n=15).

Figuur 7.
Gemiddelde lengte van door aalscholvers geconsumeerde 1+ (januari-juni) en 0+ (juli) snoekbaarzen in de seizoenen van 1983, 1992, 1993-1999, 1996-2000 en 2004-2006.

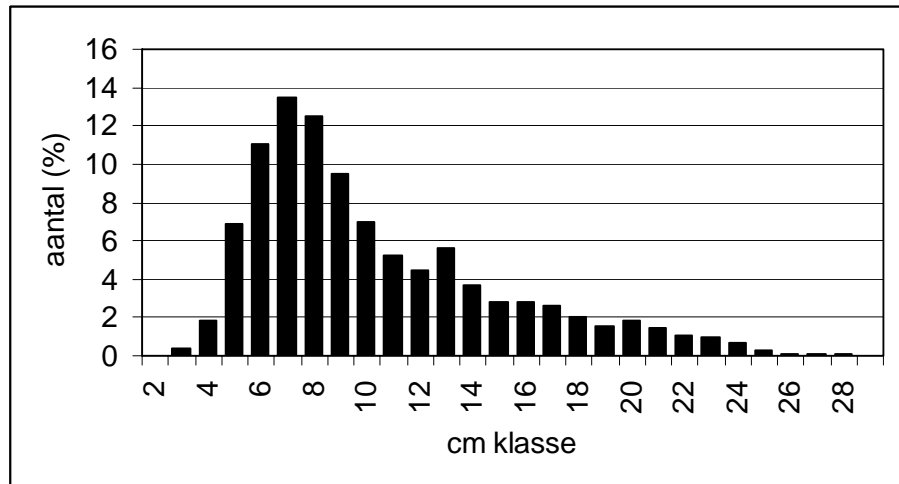


De geringe gemiddelde lengte van 0+ snoekbaarsjes uit 2004 (minder dan 8 cm, zie figuur 7) moet veroorzaakt zijn door een late rekrutering in de zomer. De lengte van 1+ snoekbaars uit juni van de periode 2004-2006 volgt de afnemende trend niet. Dit zijn met name vissen uit 2004 die dus in de zomer van 2003 geboren zijn. De zomer van 2003 was zeer warm waardoor snoekbaarzen waarschijnlijk èn eerder geboren werden en sneller groeiden waardoor de gemiddelde lengte in juni groter was. Jammer genoeg ontbreken de gegevens uit 2003 vooralsnog waardoor dit niet gecontroleerd kan worden.

2.2 Baars

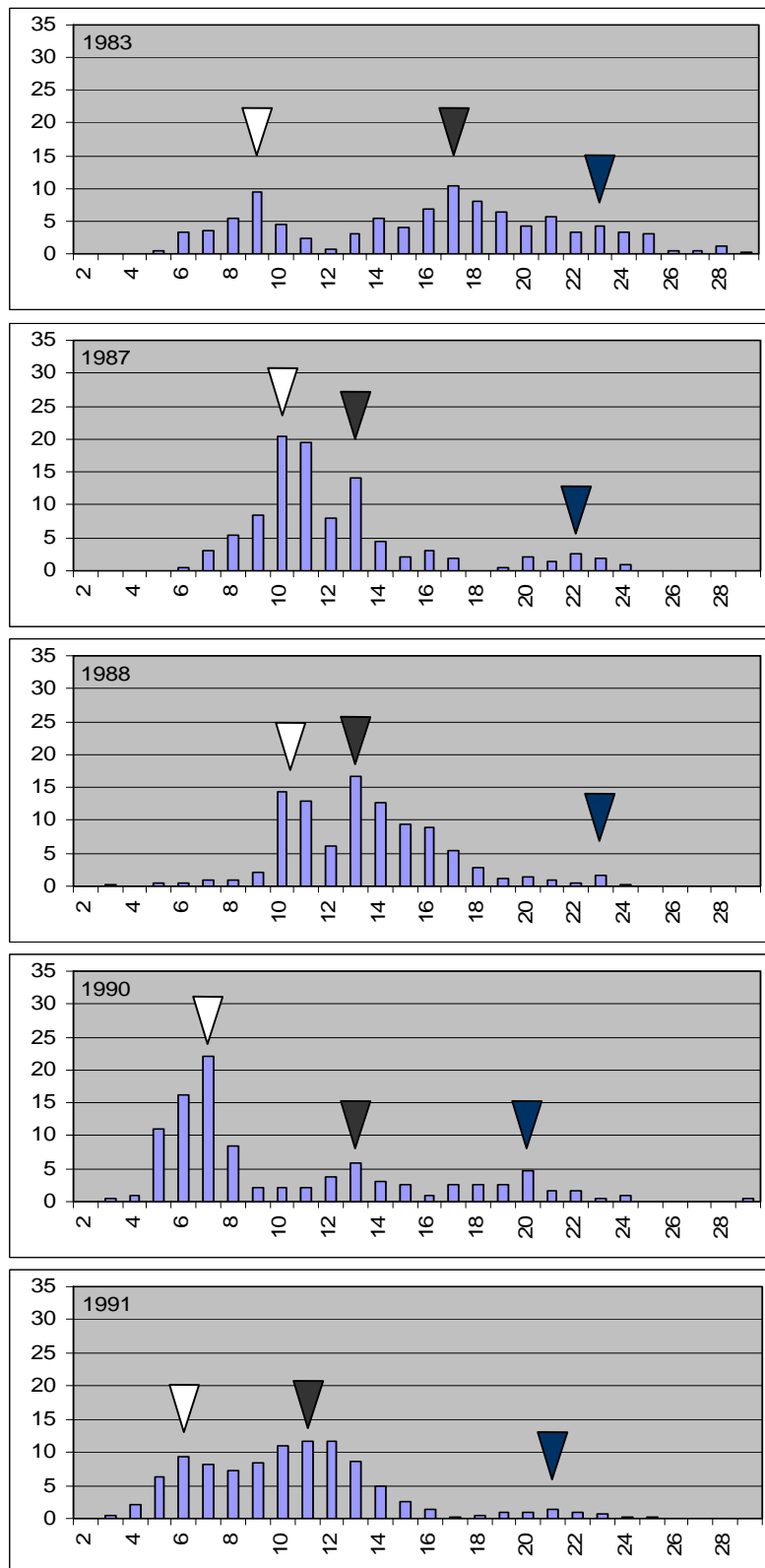
Door aalscholvers gevangen baarzen in de broedtijd zijn veelal afkomstig uit het tweede kalenderjaar (1+ vis). Deze vissen zijn in juni gemiddeld ca 7 cm lang (zie figuur 8). In juni worden ook deels baarzen van het 2+ cohort geconsumeerd. Deze vissen zijn in juni ca 13 cm lang (figuur 8). Oudere vissen (ca 20 cm en langer) worden relatief weinig gegeten omdat ze veelal te snel zijn. Derdejaars baarzen (2+) kunnen vanaf de zomer ook al te snel worden waardoor ze minder door aalscholvers gevangen worden. Vanaf de zomer (juli) worden, net als bij snoekbaarzen, afhankelijk van de intensiteit van de rekrutering, ook jongen (0+) baarzen gegeten. De lengte van door aalscholvers geconsumeerde baarzen varieert tussen 2-29 cm (figuur 8). Een groot deel van de geconsumeerde vissen valt in de lengteklasse 5-10 cm (1+).

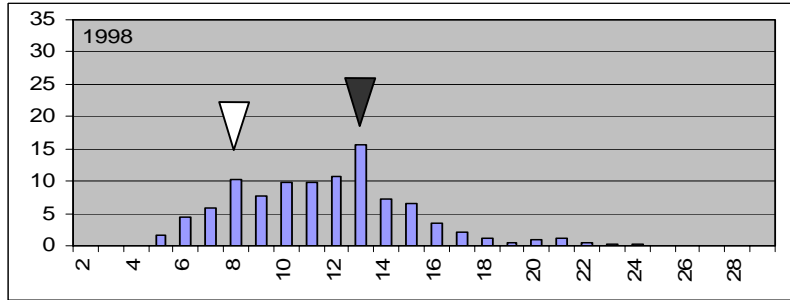
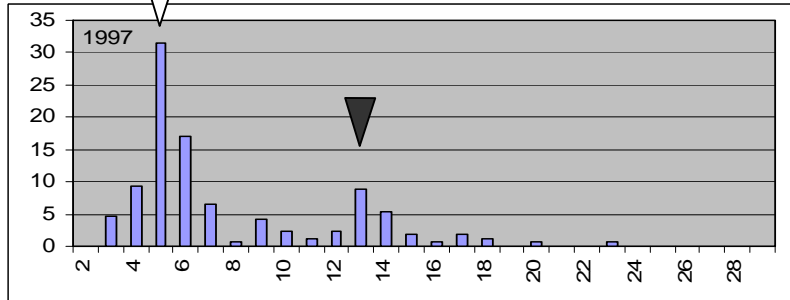
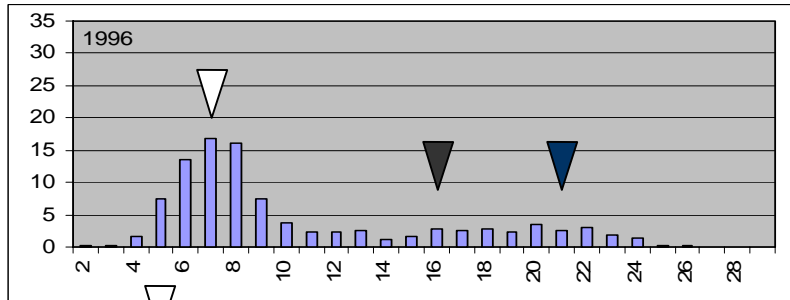
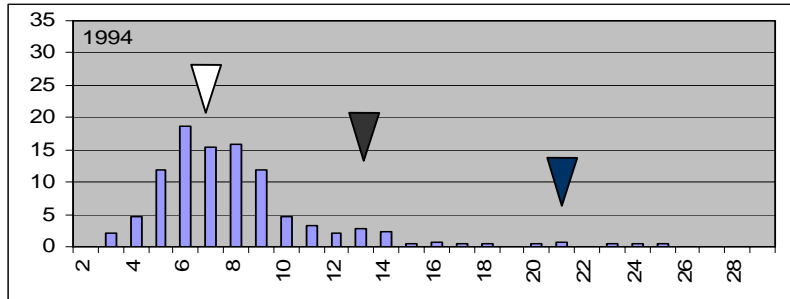
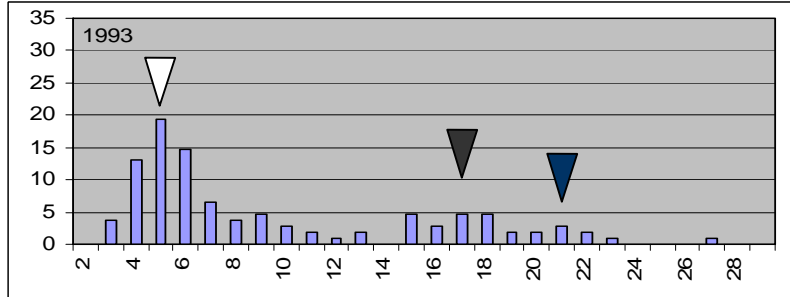
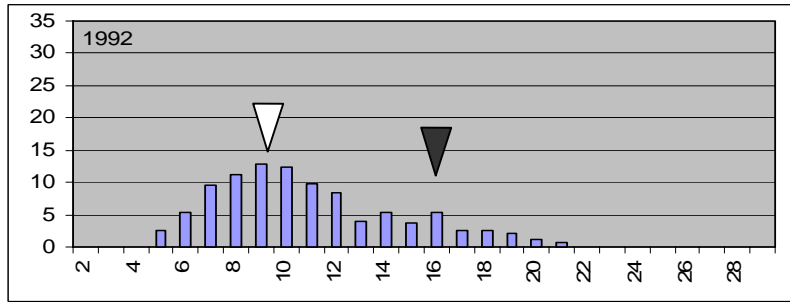
Figuur 8.
Lengtefrequentie van door aalscholvers geconsumeerde baarzen in juni (% aantal, cm klassen) in de periode 1983-2006. n= 7.577

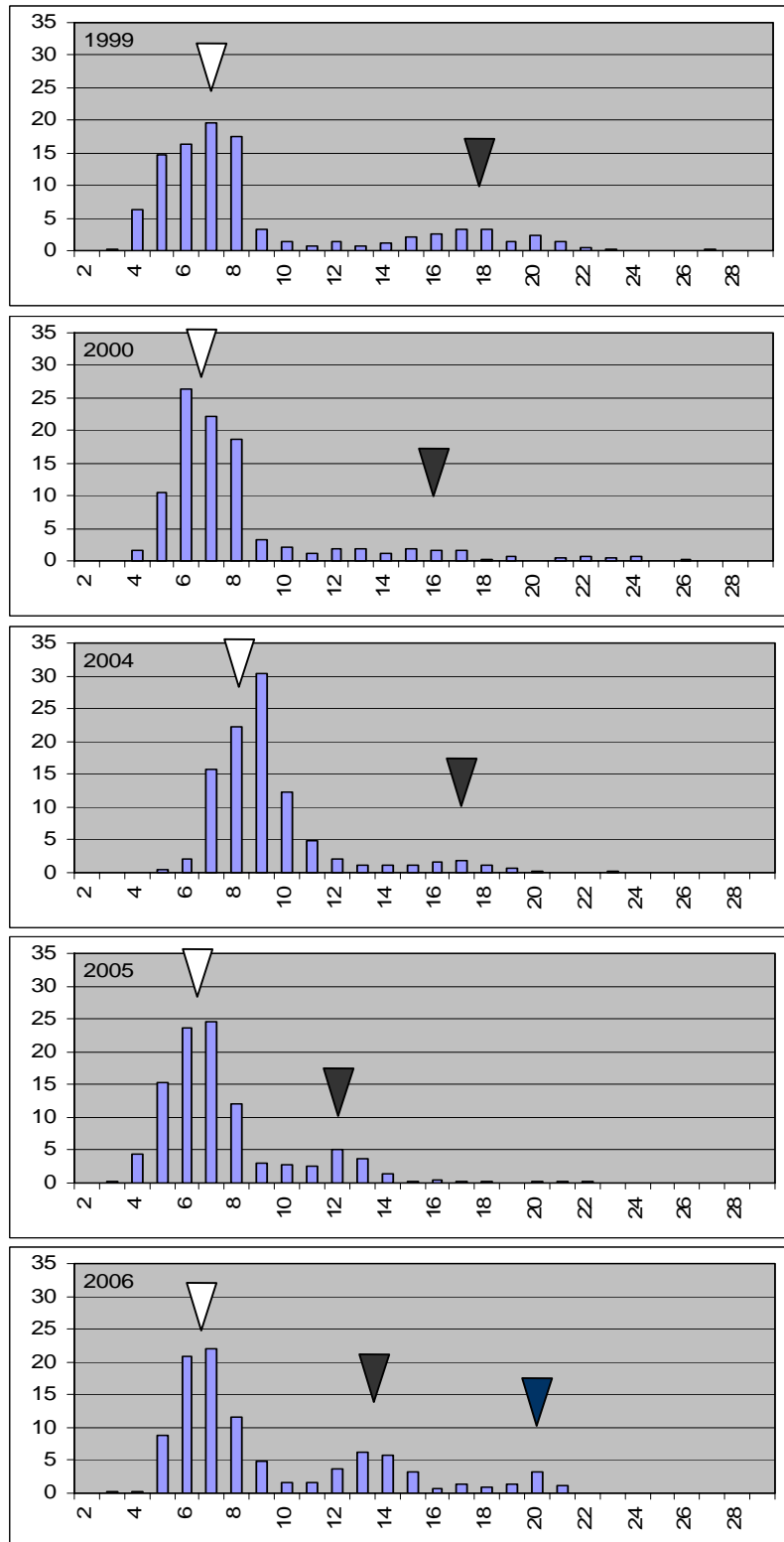


In onderstaande figuren zijn de lengtefrequenties van door aalscholvers geconsumeerde baarzen uit juni in het IJsselmeergebied weergegeven voor de afzonderlijke jaren (periode 1983-2006).

Figuur 9.
Lengtefrequentie van door aalscholvers geconsumeerde baarzen (% aantal) per jaar (cm klassen) in de periode 1983-2006 (juni). Aangegeven zijn de geschatte mediane lengtes van de verschillende cohorts.







Het aantal door aalscholers gegeten baarzen varieert tussen de jaren en is over het algemeen aanzienlijk. Hierdoor leent de dataset zich goed om veranderingen in de lengtesamenstelling van geconsumeerde vissen te analyseren. Het aandeel baarzen in het dieet van aalscholers en de variatie daarin worden voor het doel van dit verslag niet geanalyseerd.

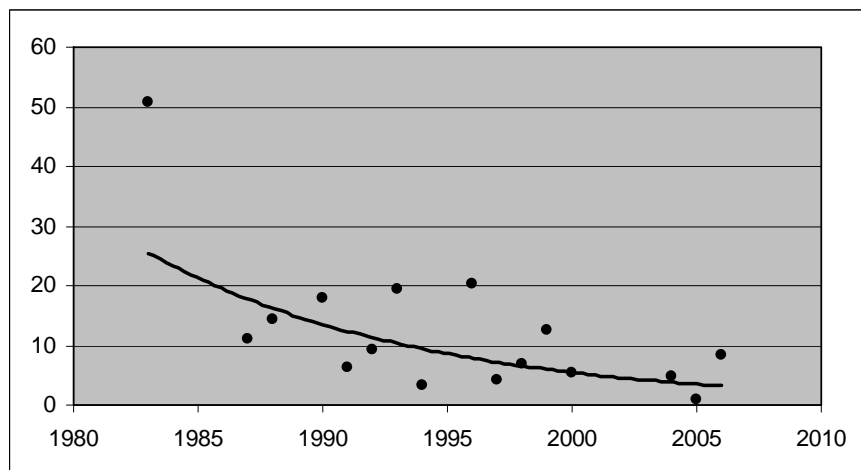
In de figuren zijn de vissen uit de maanden mei en juni weergegeven. 1984 is niet weergegeven omdat van dat seizoen alleen gegevens uit augustus beschikbaar zijn. Omdat de weergegeven lengtefrequenties van de overige jaren uit dezelfde periode afkomstig zijn is een vergelijking tussen de jaren te maken.

In onderstaand overzicht zijn de karakteristieken van de in het broedseizoen (juni) geconsumeerde baarzen per seizoen beschreven.

- 1983 vis uit zowel 1+ als 2+ cohort, veel grote vis
- 1984 relatief veel vis uit het 1+ cohort, minder grote vis dan 1983
- 1988 vis uit zowel 1+ als 2+ cohort, weinig grote vis
- 1990 relatief veel vis uit 1+ cohort en vissen zijn klein
- 1991 veel vis uit het 1+ cohort, weinig grote vis
- 1992 veel vis uit het 1+ cohort, ook uit 2+ cohort, weinig grote vis
- 1993 relatief veel vis uit het 1+ cohort
- 1994 vooral vis uit het 1+cohort
- 1996 relatief veel vis uit het 1+ cohort, veel grote vis
- 1997 veel 1+ vis (maar klein) en relatief veel 2+, weinig grote vis
- 1998 veel 1+ en vooral 2+ vis
- 1999 veel 1+ vis en redelijk wat grote vis
- 2000 vooral veel uit het 1+ cohort
- 2004 vooral veel uit het 1+ cohort
- 2005 vooral uit 1+ cohort, deels ook 2+
- 2006 relatief veel uit 1+ en 2+ cohort, redelijk wat grotere vis

Het aandeel gegeten grote vis was, net als bij snoekbaarzen, in eerdere jaren hoger dan in recente jaren (figuur 10). Op gewichtsbasis zal dit, voor de vogels erg veel uitmaken omdat bij consumptie van grotere vissen veel minder vis gevangen hoeft te worden.

.....
 Figuur 10.
 Aandeel door aalscholvers
 geconsumeerde baarzen (% aantal) van
 groter dan 16 cm (juni) in de periode
 1983-2006.



De lengtefrequenties van de verschillende cohorten overlappen elkaar zodat niet eenvoudig per seizoen een exacte frequentieverdeling per cohort te geven is. De geschatte mediane lengte van het 1+, 2+ en 3+ cohort tenderen naar een afname in de loop der tijd. Het 3+ cohort is na 1997 niet meer vastgesteld, met uitzondering van 2006.

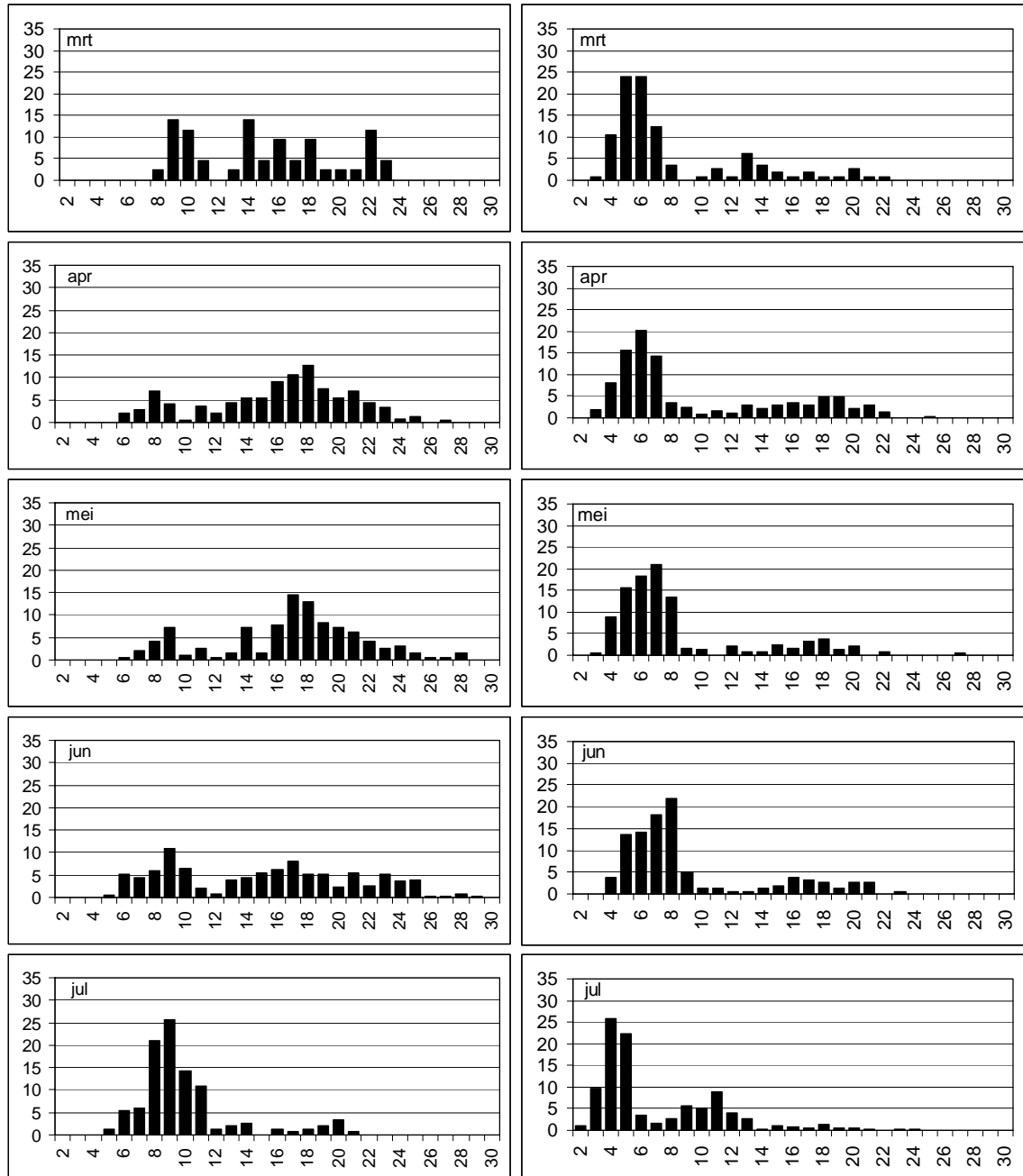
Jaren waarin op meerdere momenten gedurende het seizoen naar het dieet gekeken is geven een indruk hoe de lengteverdeling van de

tweedejaars (1+) vis is in de loop van het seizoen. Voor deze jaren is tevens groei van vissen uit het 2+ cohort zichtbaar (zie figuur 11).

.....
 Figuur 11.
 Lengtefrequentieverdeling (cm klassen)
 van door aalscholvers geconsumeerde
 baarzen (% aantal) van maart tot en
 met juli 1983 en 1999.

1983

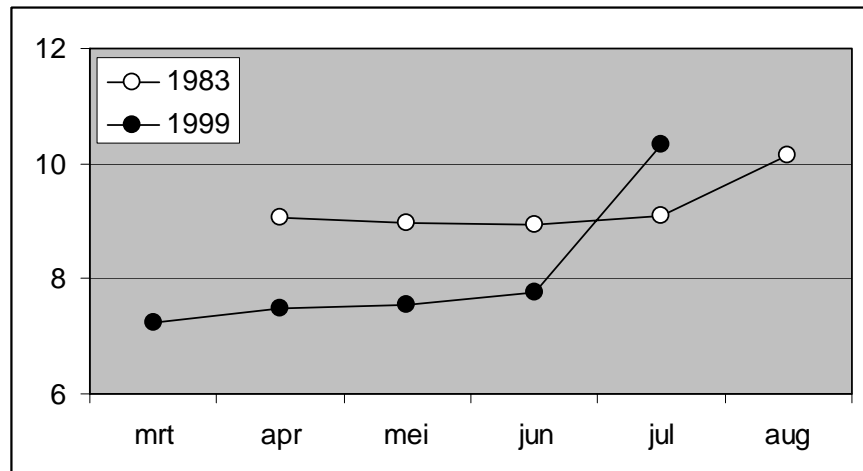
1999



In figuur 11 is te zien hoe de lengteverdeling van baars gedurende het seizoen in 1983 en 1999 verloopt. In 1983 is relatief veel 2+ baars geconsumeerd terwijl in 1999 vooral 1+ werd gegeten vergeleken met

1983. In juli 1999 komt er 0+ snoekbaars in het menu die opmerkelijk genoeg afwezig is in het menu van juli 1983. Opmerkelijk genoeg was dit voor snoekbaars juist andersom (0+ snoekbaars in 1983 en niet in 1999, zie figuur 5). Op basis van de lengtefrequentie van de 1+ vissen kan de gemiddelde lengte van de gegeten vissen per maand (op basis van de verdelingen uit figuur 11) worden uitgerekend. Deze gemiddelden zijn voor deze twee seizoenen in onderstaande figuur uitgezet.

Figuur 12.
Gemiddelde lengte van door aalscholvers geconsumeerde baarzen uit het 1+ cohort in de loop van de seizoenen van 1983 en 1999.



Baarzen lijken in het voorjaar van 1983 en 1999 (mei-juni) nauwelijks te groeien (figuur 12). In 1983 lijkt de groei pas in augustus op gang te komen en in 1999 in juli. Jonge (1+) baarzen zijn in het voorjaar van 1999 grofweg 2 cm kleiner zijn dan de vissen uit 1983 (figuur 12). Een vergelijkbaar verschil trad ook op voor snoekbaarzen. Dit komt vooral, net als bij snoekbaars, omdat de visjes iets kleiner de winter uit komen. Bij snoekbaarzen was sprake van een verschil in groeisnelheid vanaf mei. Omdat de groei van baarzen in juli 1999 een spurt heeft genomen is de achterstand ten opzichte van vissen uit juli 1983 ruim ingehaald (figuur 12). Dit verschil kan niet verklaard worden door temperatuurverschillen. De temperaturen kwamen voor zowel juni als juli van de jaren 1983 en 1999 met elkaar overeen.

De iets geringere lengte van 1+ baarzen in het voorjaar van 1999 kan net als voor snoekbaarzen mogelijk verklaard worden doordat jonge vis in 1998 later geboren werd en/of omdat ze in de zomer van 1998 langzamer groeiden.

Opmerkelijk is dat snoekbaarzen in het voorjaar van 1983 al vanaf maart groeiden terwijl baarzen pas vanaf juli lijken te groeien. De 1+ baars is in dit stadium benthivoor.

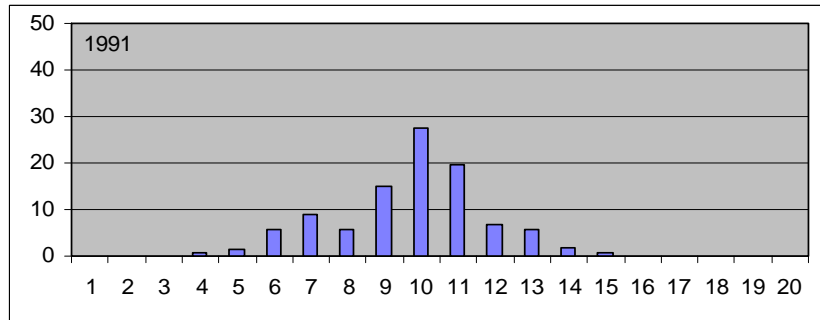
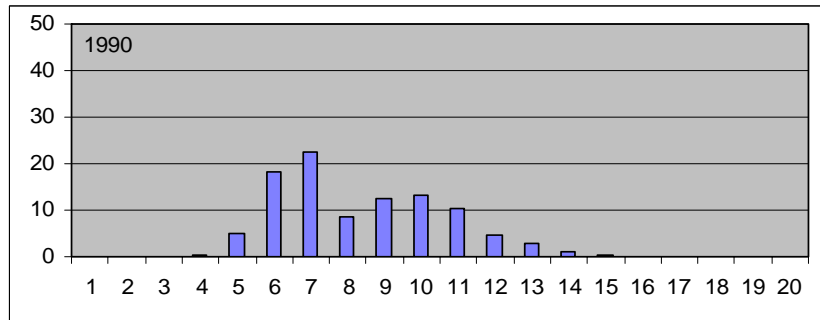
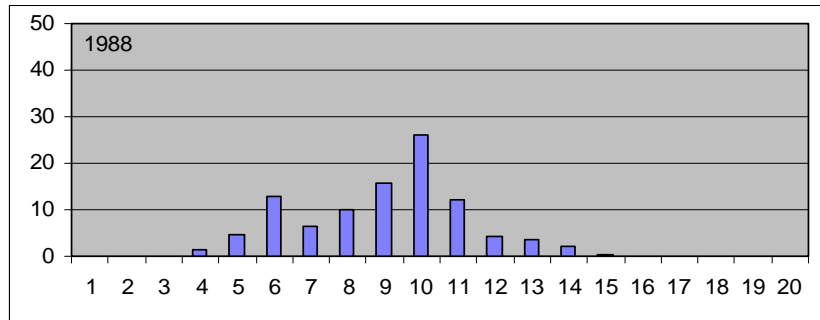
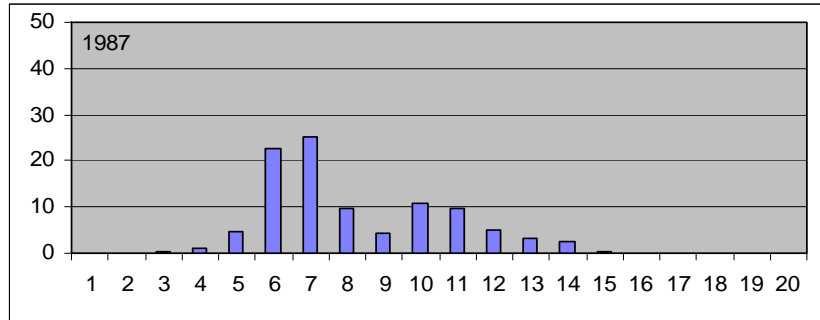
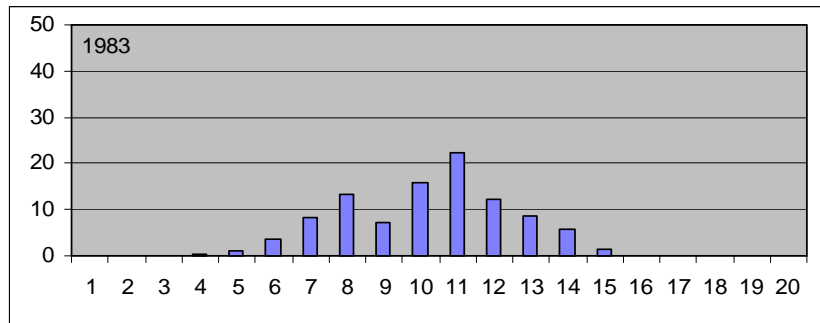
2.3 Pos

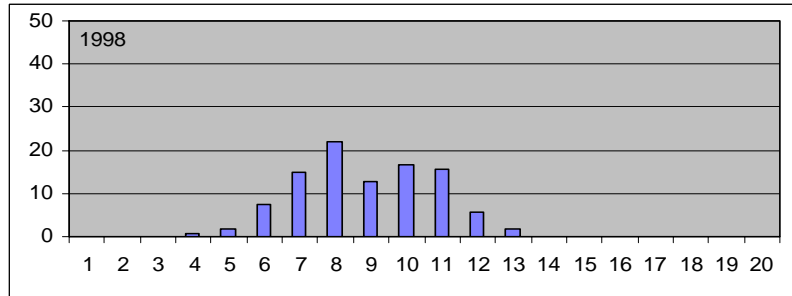
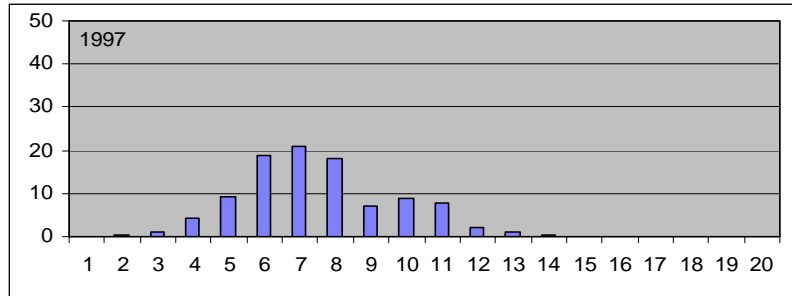
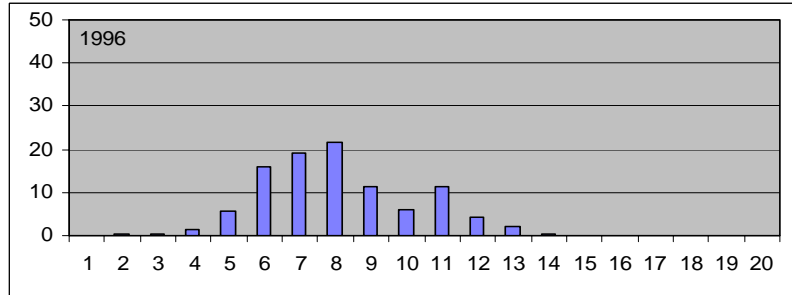
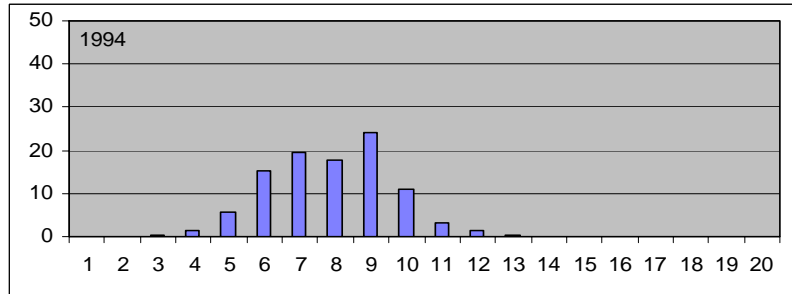
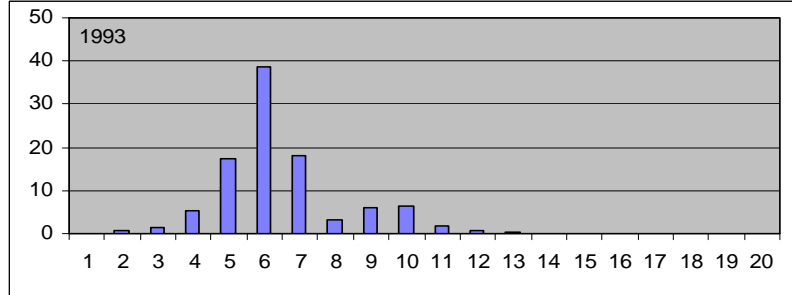
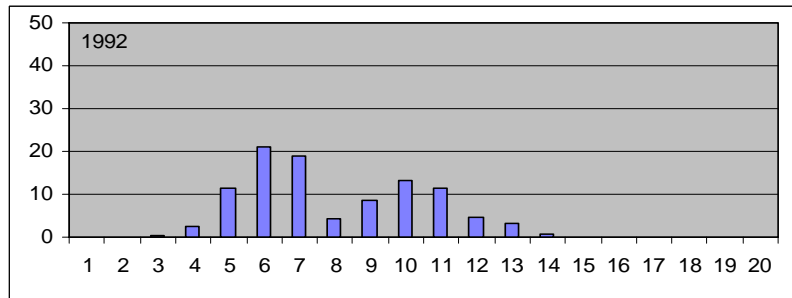
Door aalscholvers gevangen posen zijn veelal afkomstig uit het tweede en derde kalenderjaar (1+ en 2+ vis). Deze vissen zijn in juni respectievelijk gemiddeld ca 7 cm en 11 cm lang (zie figuur 13). Posen worden niet zo oud en groeien vanaf hun tweede jaar niet veel verder. Ze worden in het IJsselmeergebied veelal niet groter dan 15 cm. Dit geeft de mogelijkheid te controleren of er bij snoekbaars en baars een effect is dat 1+ vissen eerder de lengte bereiken waarbij ze minder gegeten worden omdat ze te snel zouden zijn. Voor snoekbaars en baars kan dat een mogelijke verklaring zijn voor het feit dat het aandeel grotere vissen in het menu afneemt. Als dat zo is zou het aandeel relatief grote pos niet afgenomen moeten zijn omdat deze niet zo groot kunnen worden dat ze door aalscholvers minder goed vangbaar zijn.

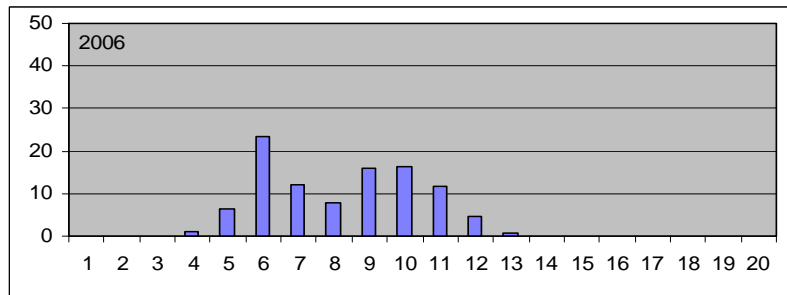
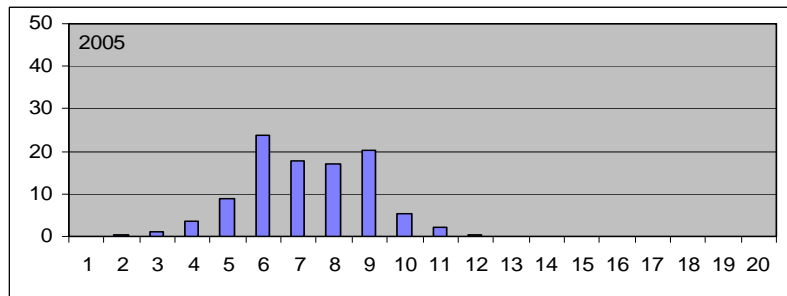
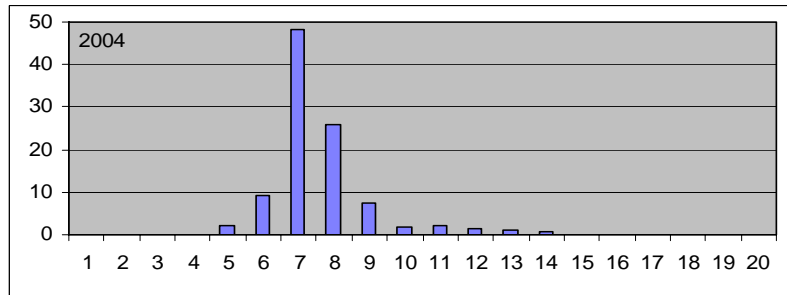
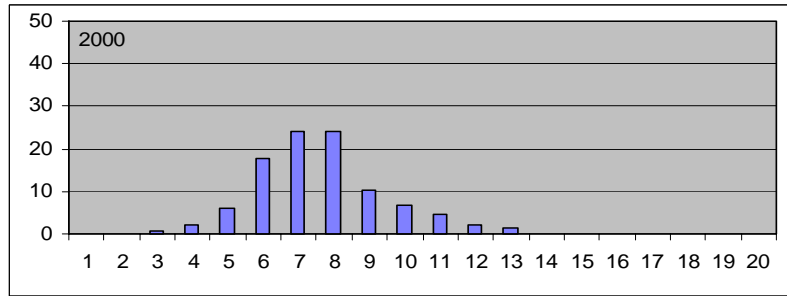
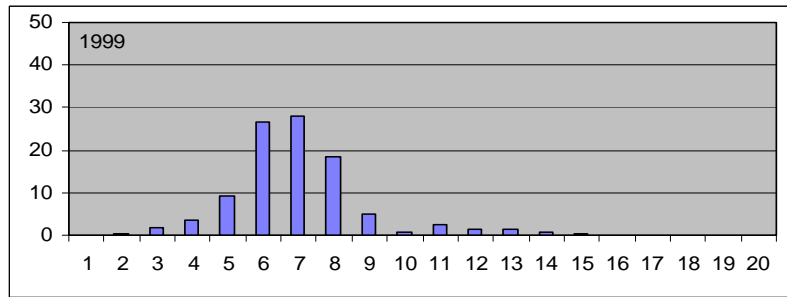
Vanaf de zomer (juli) worden, afhankelijk van de intensiteit van de rekrutering, ook jonge (0+) posen gegeten. De lengte van door aalscholvers geconsumeerde posen varieert tussen 2-15 cm (vergelijk figuur 13). Een groot deel van de geconsumeerde vissen valt in de lengteklasse 5-10 cm (1+).

In figuur 13 zijn de lengtefrequenties van in juni door aalscholvers geconsumeerde posen in het IJsselmeergebied weergegeven (periode 1983-2006). In de figuur valt op dat in de jaren tachtig maar ook in de jaren negentig naast 1+ pos ook veel 2+ pos is gegeten. Vanaf 1999 is het aandeel geconsumeerde 2+ pos ineens erg laag of zelfs nagenoeg afwezig in het menu (2005). In 2006 is er ineens weer 2+ pos in het menu aanwezig. Er is vanaf 1999 dus een duidelijke afname van de relatief grote posen in het menu van aalscholvers. In figuur 15 is het aandeel (%) van de mediane lengte van zowel 1+ als 2+ pos uitgezet. Hierin is zichtbaar dat het aandeel 1+ pos sterk varieerde maar gemiddeld toenam. Het aandeel 2+ varieerde ook sterk en nam sterk af. Tot in de jaren negentig lijkt er zelfs een relatie tussen het aandeel 1+ en 2+ te zijn (bij veel 1+ weinig 2+ en bij weinig 1+ veel 2+).

.....
 Figuur 13.
 Lengtefrequentie van door aalscholvers
 geconsumeerde possen (% aantal) per
 jaar (cm klassen) in de periode 1983-
 2006 (juni).

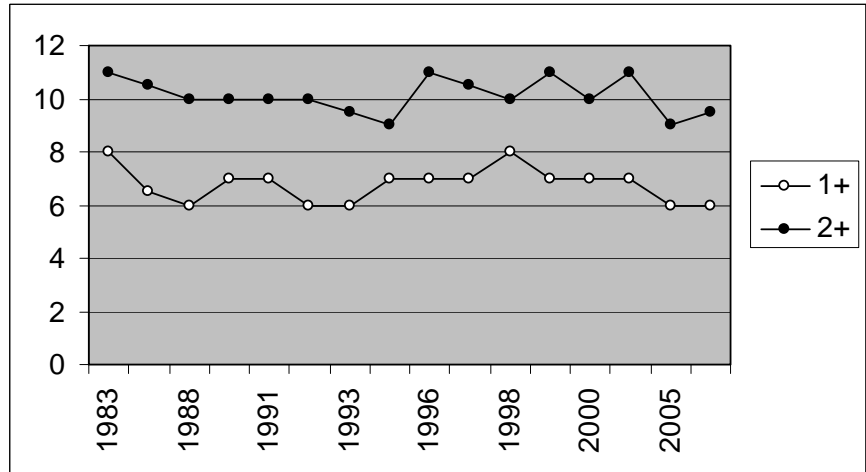




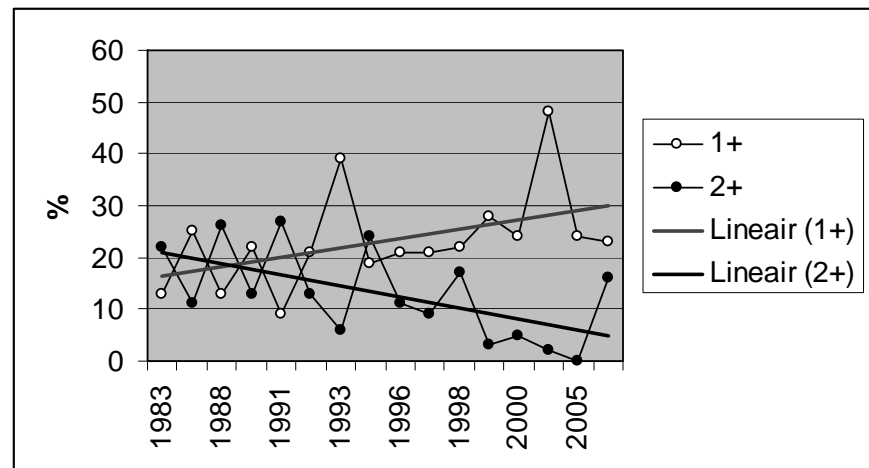


Voor pos is via de dieetgegevens geen sprake van trendmatige veranderingen in groei. De mediane lengten van zowel 1+ en 2+ vissen (zoals afgeleid uit figuur 13) laten zien dat vissen in de periode 1995-2004 iets groter waren dan in de periode daarvoor. In 2005 en 2006 zijn ze relatief weer kleiner en vergelijkbaar met de lengtes uit begin jaren negentig (figuur 14).

.....
 Figuur 14.
 Mediane lengte van door aalscholers geconsumeerde possen per jaar (in juni) (cm klassen) in de periode 1983-2006 uitgesplitst voor 1+ en 2+ vissen.



.....
 Figuur 15.
 Aandeel (%) van de mediane lengte in het dieet (cm klasse) van door aalscholers geconsumeerde 1+ en 2+ possen per jaar (in juni) in de periode 1983-2006 uitgesplitst voor 1+ en 2+ vissen.



3 Discussie

De afname van grote snoekbaarzen in het menu van aalscholvers zou mogelijk verklaard kunnen worden doordat de vissen eerder paaien, als gevolg van een verhoogde watertemperatuur door klimaatverandering (Noordhuis et al. in prep.). Als snoekbaarzen eerder paaien is de verwachting dat rekruten mogelijk bij een grotere lengte de winter ingaan en mogelijk in het tweede jaar eerder een grotere lengte kunnen bereiken. Hierdoor kunnen snoekbaarzen mogelijk al in het tweede jaar (1+) voor aalscholvers in het broedseizoen te groot zijn en daardoor te snel waardoor ze minder gevangen worden. Ervan uitgaand dat snoekbaarzen vanaf een centimeter of 20 (*burst speed* ca 2 m.sec⁻¹, Van Eerden & Voslamber 1995) te snel worden dan zou dit betekenen dat deze lengte al in de broedperiode van aalscholvers in mei en juni bereikt zou moeten worden. Dit is de periode van aalscholverjongen opgroeien. In deze periode beginnen vissen zo'n beetje te groeien (watertemperatuur komt gemiddeld vanaf grofweg begin mei boven 10 graden Celsius). Jonge (0+) snoekbaarzen kunnen aan het eind van het eerste jaar een lengte van ca 15-18 cm bereiken. Na de winter (vanaf mei) in het tweede jaar (1+) groeien ze verder en is het bij een snelle groei in theorie mogelijk dat ze in de loop van mei en begin juni een lengte behalen van 20 cm waarbij ze te snel kunnen worden en slechter door aalscholvers vangbaar zijn. In dat geval zou de groei vanaf mei erg snel moeten zijn. Dit zou met name mogelijk kunnen zijn in jaren met een warm voorjaar waarbij de watertemperatuur al vroeg toeneemt.

De afname van het aandeel grote vissen in het menu van aalscholvers kan ook het resultaat zijn van extra sterfte bij een gering voedselaanbod waardoor er minder grote vissen in de meren rondzwemmen. De gestage afname van de stand aan spiering zoals die in het IJsselmeergebied is vastgesteld is hiermee in overeenstemming (gegevens RIVO/IMARES).

Een gering voedselaanbod kan ook een achterstand in groei veroorzaken. Stel dat snoekbaars vanaf een cm of 12 piscivoor wordt (0+) dan zou een late geboortegolf in koele jaren kunnen betekenen dat er minder tijd overblijft om van jonge spiering te kunnen eten. Vanaf het moment dat snoekbaarzen overschakelen van planktoneters naar spieringeters treedt er waarschijnlijk een groeispurt op, samenvallend met de hoogste watertemperatuur in de loop van het jaar (augustus - begin oktober). Een slechte rekrutering van spiering kan al dan niet in combinatie met een late geboorte van jonge snoekbaars dus slechte groei in het eerste jaar tot gevolg hebben waardoor jonge snoekbaarzen kleiner de winter ingaan (hoger risico op wintersterfte) en te maken krijgen met een achterstand in het tweede jaar. Dan is de aanbodkant de oorzaak en niet de hogere zwemsnelheid tengevolge van hogere watertemperaturen.

Uit de dieetgegevens blijkt vooral support voor de aanbodkant van deze materie. Het is opvallend dat met een regelmatige periode van vier jaar brede lengtespectra (1+, 2+ en ouder) van snoekbaarzen in het

dieet voorkomen, te weten 1984, (1988), 1992, 1996, 2000 en 2004. De overige tien jaren met voedselgegevens vallen allen in de categorie waarbij alleen 1+ vertegenwoordigd zijn. De frequentieverdelingen uit de "goede" snoekbaarsjaren laten geen doorgaande trend zien in de betreffende lengtes zodat de klimaathypothese via de zwemsnelheid van de vissen niet wordt bevestigd.

Voor zowel snoekbaars, baars als pos neemt het aandeel door aalscholvers geconsumeerde grotere vissen in het menu in de loop der jaren af. Anders dan bij snoekbaars wordt pos nooit zo groot dat ze te snel is om door aalscholvers gevangen te kunnen worden. Toch neemt ook het aandeel relatief grote pos af in het menu. Dit is op te vatten als extra aanwijzing dat het aanbod in de meren is gewijzigd en niet de bereikbaarheid van vissen voor de aalscholvers.

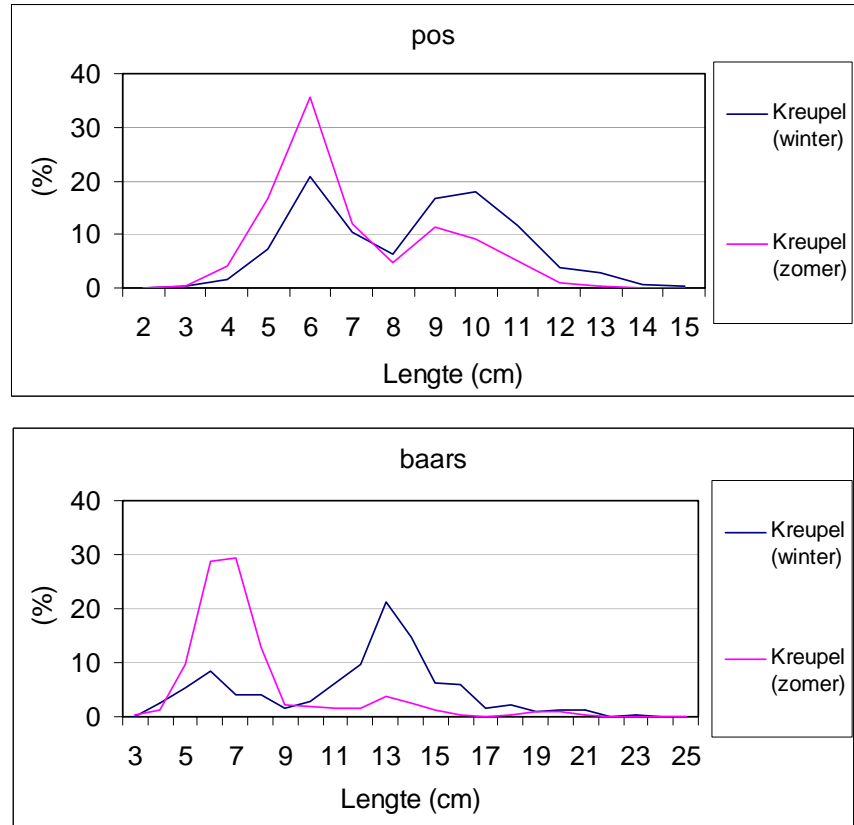
De gegevens laten zien dat bij snoekbaars en ook deels bij baars, jonge (0+) vis in recentere jaren achterblijft in groei, al dan niet door late paai en/of een slechtere voedselsituatie in de eerste zomer. Hierdoor gaan ze kleiner de winter in en houden ze een achterstand in het tweede (1+) jaar. In de tweede zomer kan de achterstand ingehaald worden mits er voldoende spiering is. De verslechterde voedselsituatie (afname spiering) speelt vermoedelijk een belangrijke rol en is de belangrijkste oorzaak van sterfte van grotere vis.

Vanaf 1999 overwinteren grote aantallen aalscholvers op het IJsselmeer (grosfweg 6.000-10.000). Er zijn aanwijzingen dat deze vogels relatief veel 2^{de} winter vissen eten waardoor in het broedseizoen relatief meer 1+ vis overblijft. Dit is aantoonbaar met name voor baars en pos (zie figuur 16). Daarmee is de situatie na 1999 gecompliceerder geworden. Niet alleen de broedvogels, ook de overwinteraars spelen een rol bij de winteroverleving van de jonge vis. Ook hier geldt dat de voedselsituatie een belangrijke factor is voor de conditie van de jonge vissen.

Een vraag die op het moment erg actueel is vanuit de beroepsvisserij is in hoeverre de aalscholvers in staat zijn de snoekbaarsstand via predatie op 1ste winter vissen te decimeren. Bij de vissers bestaat de indruk dat er de laatste jaren geen doorgroei meer plaatsvindt naar vangbare snoekbaars en aalscholverpredatie zou hier een mogelijke oorzaak zijn. Kan aalscholverpredatie een dergelijke decimering veroorzaken dat een sterke jaarklas verdwijnt? Een sterke jaarklas 0+ komt overeen met ca 2 kg.ha⁻¹ aan het einde van het eerste groeiseizoen (E. Lammens mond. med.). Bij een gemiddeld stuksgewicht van 21 g zijn dit zo'n 95 vissen per hectare, overeenkomend met ca 11 miljoen voor het IJsselmeer. Als daarvan 7-9 miljoen zouden worden opgegeten is sprake van de genoemde uitdunning op populatieniveau. Dat komt overeen met 150-190 ton. Uit de beschikbare data van het dieet uit de winter blijkt dat van de ca 500 g opname per vogel per dag hooguit 15 g (3%) uit snoekbaars bestaat. Daarvoor zijn 7 miljoen aalscholverdagen benodigd. Een populatie van 7000 vogels moet dus 1000 dagen aanwezig zijn voor het berekende effect optreedt, dat komt overeen met drie jaar. De overwinteraars kunnen dus onmogelijk voor een dergelijke impact zorgen, ook niet in samenhang met de

broedpopulatie. Zelfs als ze volledig op 0+ snoekbaars zouden prederen dan zijn 65 dagen met 7000 vogels benodigd voor een dergelijk effect. Meer gegevens zijn noodzakelijk om te zien hoe de variatie is in de loop van het winterhalfjaar.

Figuur 16.
Lengtefrequentieverdeling (%) van pos (boven) en baars (onder) (cm klasse) van door aalscholvers van de kreupel geconsumeerde vissen in de winter en in het broedseizoen (zomer) van 2006.



Verantwoording

Dit rapport is het deelproduct van een lange periode (1983-2006) van onderzoek naar de populatiedynamica en de voedsel­ecologie van aalscholvers in het IJsselmeergebied. Het onderzoek is gedaan in opdracht van Directie IJsselmeergebied van Rijkswaterstaat in Lelystad (IJG), de waterbeheerder van het IJsselmeer en wordt uitgevoerd door ecologen van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwater­behandeling (RIZA).

De afstemming tussen opdrachtgever en uitvoerder vond plaats door respectievelijk G. Butijn en H. Willet (IJG) en M.R. van Eerden (RIZA project­leider).

Het reguliere veldwerk werd verricht door S. van Rijn, M. Roos en M. Zijlstra vóór 1995 ook door M.R. van Eerden, M. Platteuw en K. Koffijberg. In de jaren 80 assisteerden A. de Haan, A. van Kammen en M. Munsterman bij het determineren en meten van de otolieten. Extra hulp bij het braakballenwerk werd geleverd door R. Gwiazda (Karol Starmach Institute of Freshwater Biology - Polish Academy of Sciences, Krakow (1997), T. Boudewijn (Bureau Waardenburg) 1996 en M. Kolen (RIZA) in 2000.

Literatuur

- Eerden, M.R. van & B. Voslamber 1995. Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake IJsselmeer, the Netherlands: recent and successful adaptation to a turbid environment. *Ardea* 83: 199-212.
- Eerden, M.R. van 1997. Patchwork. Patch use, habitat exploitation and carrying capacity for water birds in Dutch freshwater wetlands. *Van Zee tot Land* 65. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Eerden, M.R. van, S.H.M. van Rijn & M. Roos 2005. Ecologie en Ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. RIZA Rapport 2005.014 ISBN 9036957036.
- Noordhuis, R. in prep. Klimaatverandering in het IJsselmeergebied. Invloed van temperatuur en klimaatverandering op de ecologie van IJsselmeer en Markermeer.
- Van Rijn, S.H.M. & M.R. van Eerden 2002. Aalscholvers in het IJsselmeergebied: concurrent of graadmeter? Vogels, vissen en visserij in duurzaam evenwicht. RIZA rapport 2001.058. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Trauttmansdorff, J. & G. Wasserman 1995. Number of pellets produced by immature Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 133-134.
- Voslamber, B. 1988. Visplaatskeuze, foerageerwijze en voedselkeuze van Aalscholvers (*Phalacrocorax carbo*) in het IJsselmeergebied in 1982. *Flevobericht* 286. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- Zijlstra, M. & M.R. van Eerden 1995. Pellet production and the use of otholiths in determining the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: trials with captive birds. *Ardea* 83:123-131.

Bijlage 1. Regressieformules otolieten

Overzicht van gebruikte regressie-formules voor het bepalen van vislengte en visgewicht vanuit visresten uit braakballen van aalscholvers.

VL= de te berekenen vislengte
VG= het te berekenen visgewicht
OT= de gemeten otolietlengte
KT= de gemeten keeltandlengte
KP= de gemeten kauwplaatlengte

ln= logaritmus naturalis

lengtes zijn allemaal gebruikt in millimeters, gewichten in grammen.

Vislengtes:

Spiering	$VL = 3.38 + 31.59 \cdot OL$	Doornbos 1980
Pos	$VL = -11.31 + 22.14 \cdot OL$	Doornbos 1980
Baars	$VL = -14.73 + 31.11 \cdot OL$	Doornbos 1980
Blankvoorn	$\ln VL = 3.897 + 0.734 \cdot \ln KP$	Nienhuis 1995
Snoekbaars	$VL = -27.20 + 40.64 \cdot OL$	Doornbos 1980
Bot	$VL = -26.4 + 53.3 \cdot OL$	M.F. Leopold, NIOZ

Visgewichten:

Spiering	$\ln VG = -10.903 + 2.702 \cdot \ln VL$	Platteeuw 1988
Pos	$\ln VG = -12.911 + 3.335 \cdot \ln VL$	Platteeuw 1988
Baars	$\ln VG = -12.906 + 3.273 \cdot \ln VL$	Platteeuw 1988
Blankvoorn	$\ln VG = -13.431 + 3.396 \cdot \ln VL$	Platteeuw 1988
Snoekbaars	$\ln VG = -15.593 + 3.722 \cdot \ln VL$	Platteeuw 1988
Bot	$\ln VG = -11.306 + 2.96 \cdot \ln VL$	M.F. Leopold, NIOZ