

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Kust- en Binnenvisserij

Rapport: BINVIS 91-01
KARAKTERISTIEKEN VAN DE SPIERINGAANVOER
(OSMERUS EPERLANUS) DOOR DE BEROEPS-
VISSERIJ OP HET IJSSELMEER

Auteur(s): Guyonne Janss

Project: 50-033
Projectleider: W. Dekker
Datum van verschijnen: MEI 1992

Inhoud:

Samenvatting	2
Summary	2
1. INLEIDING	3
2. MATERIAAL & METHODE	8
1. Monstername	8
2. Bepalingen	8
3. RESULTATEN	12
1. Inleiding	12
2. Samenstelling spieringvangsten	12
1. Leeftijd-lengte samenstelling	12
2. Lengte en gewicht gedurende het visserijseizoen	16
3. De sexratio gedurende het visserijseizoen	20
3. Omvang van de Visserij	21
4. Invloed van de visserij	23
1. Percentage uitgepaaide vrouwtjes	23
2. Eitellingen	25
4. DISCUSSIE	27
1. Samenstelling van de vangst	27
2. Omvang van de visserij	31
3. Invloed van de visserij	31
4. Conclusies	32
5. LITERATUUR	33

**KARAKTERISTIEKEN VAN DE SPIERINGAANVOER
(*OSMERUS EPERLANUS*) DOOR DE
BEROEPSVISSERIJ OP HET IJSSELMEER IN HET
VOORJAAR 1991**

G. F. E. JANS

*VERSLAG IN HET KADER
VAN EEN 840 SBU
AFSTUUDEERVAK
VISSERIJ (E450-6 12)*

*ONDER BEGELEIDING VAN:
Drs. W. DEKKER (RIVO-DLO)
Drs. W.L.T. VAN DENSEN
(LUW)*

MEI 1992

1. INLEIDING

Spiering (*Osmerus sp.*) is een algemeen voorkomend Salmonide-geslacht op het Noordelijk halfrond. Drie spiering soorten zijn beschreven: De Europese spiering (*Osmerus eperlanus*), de Amerikaanse spiering (*Osmerus mordax*) en de noord-Pacifische / Arctische spiering (*Osmerus dentex*) (Nellbring, 1989). Deze taxonomische indeling staat echter nog ter discussie (Nellbring, 1989).

Belyanina (1969) beschrijft het bestaan van twee oecologische spiering vormen die zowel bij *O. eperlanus* als *O. mordax* voorkomen: een niet-migrerende (freshwater) vorm die na één jaar reeds geslachtsrijp is en een migrerende (anadromous) vorm die pas na enkele jaren geslachtsrijp is. De maximale leeftijd van spiering in binnenwater bedraagt 3 jaar, in riviermonden kan spiering 12-15 jaar worden (Belyanina, 1969). Voor het IJsselmeer kon van der Schaft (1984) geen verschil vaststellen of uitsluiten tussen de 1-jarige (1-group) paarijpe spiering, behorend tot de niet-migrerende standpopulatie, en de 3- en 4-jarige paarijpe spiering, waarschijnlijk behorend tot de anadrome populatie. Betreffende de migrerende en de niet-migrerende variant schrijft Nellbring (1989) dat spiering een grote plasticiteit bezit: de ene vorm kan in de andere overgaan. In het algemeen geldt dat de spiering die laat geslachtsrijp wordt en een hoge leeftijd bereikt migrerend is of in koude, diepe meren leeft. Deze spiering populaties zijn vrij stabiel. In ondiepe, warme meren vindt men de vroeg geslachtsrijp wordende en kort levende spiering, deze populaties laten doorgaans grote fluctuaties zien (Nellbring, 1989). Rupp & Redmond (1966) concludeerde dat verschillen tussen spieringpopulaties voor het grootste gedeelte waren te verklaren door fysische en biologische eigenschappen van de omgeving. Volgens Ivanova (1982) ontstaan groeiverschillen al in het larvale stadium. Op dat moment zou de watertemperatuur een belangrijke factor zijn.

De paai van de Europese spiering (*Osmerus eperlanus*) vindt plaats in maart en duurt \pm 4 weken. Het begin van de paai wordt waarschijnlijk mede bepaald door de watertemperatuur (Hutchinson & Mills, 1987). Lillielund (1961) constateert in de paaiperiode eerst een intrek van de grotere en oudere spiering. Naarmate de paaiperiode voortduurt zijn er steeds meer jongere en kleinere vissen op de paaigrond te vinden, terwijl de oude, grotere spiering verdwijnt (Nellbring, 1989). In het IJsselmeer vindt van der Schaft (1984) in het begin eerst voornamelijk 2-group vissen en na \pm 2 weken maken deze plaats voor 1-group vis. Ook Schaap (1990) constateert deze verschuiving, echter alleen bij de vrouwtjes. De mannetjes behoorden praktisch allemaal tot de 1-group.

Het percentage mannetjes op de paaigrond is eerst hoog, midden in de paaiperiode 50% en aan het einde van de periode neemt het percentage weer toe tot 80% (Lillelund, 1961). Vrouwtjes worden gemiddeld 2 jaar ouder dan de mannetjes (Belyanina, 1969), in de hogere leeftijdsgroepen zal daarom het percentage mannetjes altijd laag zijn. De vrouwtjes verblijven maar één nacht op de paaigrond, 's nachts is een stijging waarneembaar van het percentage vrouwtjes op de paaigrond en 's ochtends weer een daling (Belyanina, 1969). Lillelund (1961) spreekt van een verblijf van enkele dagen van de vrouwtjes op de paaigrond, terwijl de mannetjes er veel langer verblijven. Dit verklaart het hoge percentage mannetjes einde van de paaiperiode.

Uit het onderzoek aan het IJsselmeer is de laatste jaren duidelijk geworden dat spiering (*Osmerus eperlanus*) in het ecosysteem van het IJsselmeer een sleutelfunctie bezit (Buijse et al., 1990). Deze vis is aan de ene kant veruit de grootste consument van het zoöplankton uit het meer. Zij vormt aan de andere kant een belangrijke voedselbron voor baars, snoekbaars en paling, de belangrijkste vissoorten voor de beroepsvisserij. Maar ook een aantal visetende vogels (o.a. de aalscholver) predeert in niet geringe mate op spiering (figuur 1.1). Een goede spieringstand lijkt derhalve essentieel voor het functioneren van het ecosysteem van het IJsselmeer.

IJsselmeer ecosystem

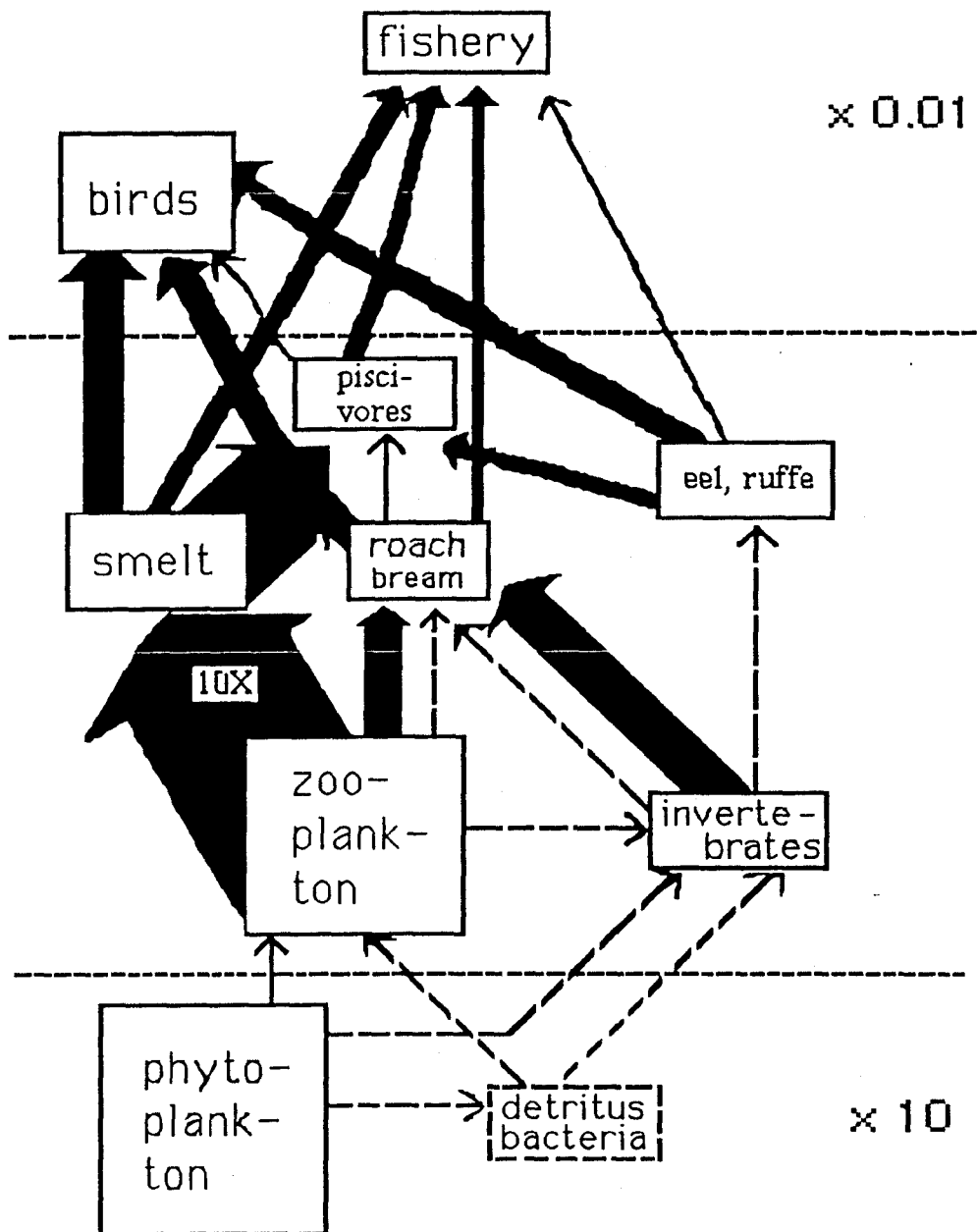


Figure 1.1: Biomass and consumption of the major components of the various trophic levels in the IJsselmeer ecosystem. Solid boxes and lines are quantified estimates. The size of the boxes and the thickness of the lines depict the amount of biomass or consumption by a certain component. With the multipliers at the right, biomass can be adjusted to the scale of the middle panel. Dotted boxes are thought to be important but not quantified. Dotted lines are guesstimated transfer routes.

De spiering populatie wordt de laatste 10 jaar weer in toenemende bevestigd resulterend in een vangst van ca. 10 à 20 kg per ha (figuur 1.2). Als voornaamste oorzaken voor deze vangsttoename worden de verbeterde afzetmogelijkheden in Zuid-Europa en het

teruglopen van de resultaten uit de andere takken van de visserij genoemd. Het grootste gedeelte van de vangst bestaat uit spiering van de standpopulatie, paarijpe 1-group spiering (zgn. pinda's of nest). De aanvoer van spiering in gewicht is de grootste van de IJsselmeervisserij, economisch gezien echter is de spieringvisserij van gering belang (figuur 1.3.)

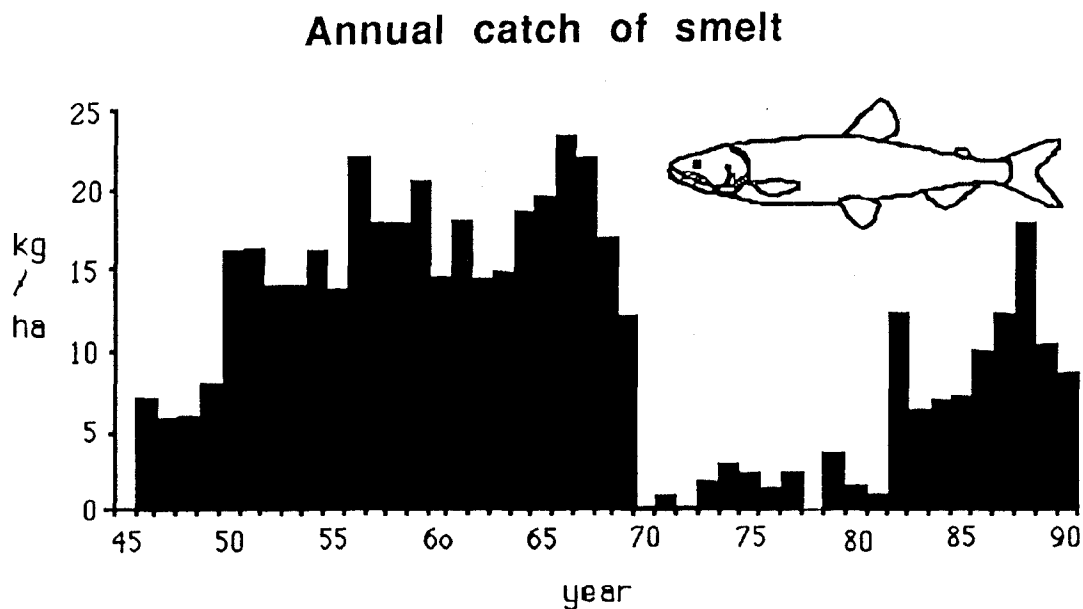


Figure 1.2: Annual catches of smelt per ha. 1940-1990 in IJsselmeer

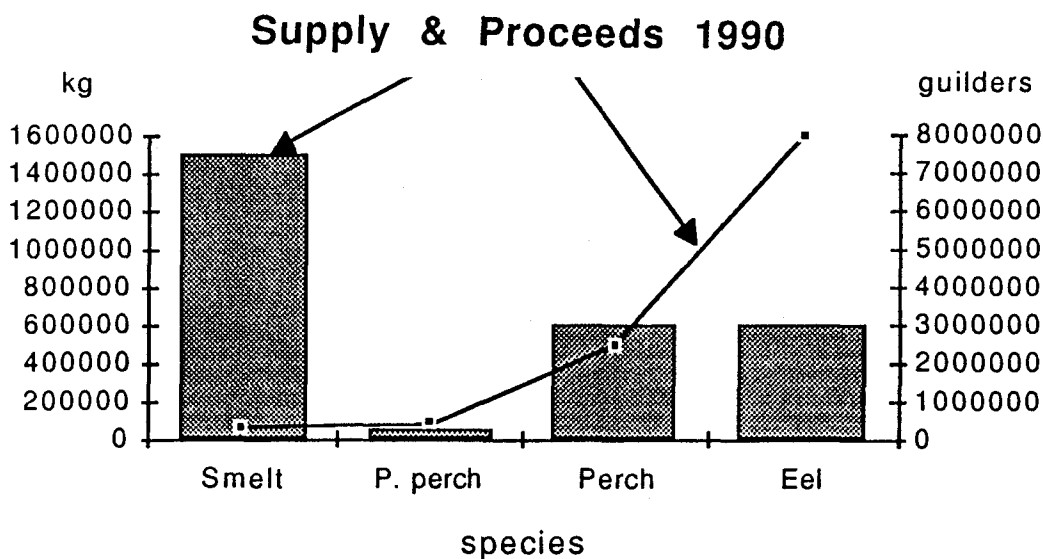


Figure 1.3: Supply and proceeds of smelt in comparison with other species of IJsselmeer fishery in 1990 (Smelt = *Osmerus eperlanus*, Pikeperch = *Stizostedion lucioperca*, Perch = *Perca fluviatilis*, Eel = *Anguilla anguilla*)

Na 1970 is er eerst een sterke daling opgetreden in de spieringvangst (figuur 1.2). Dit was een gevolg van het verbod op de visserij met gesleepte vistuigen, het zogenaamde kuilverbod. Sindsdien wordt spiering gevangen met schietfuiken en grote fuiken. Deze laatste worden nu praktisch niet meer gebruikt. Op Spiering mag ieder jaar gedurende 5 weken gevist worden gerekend vanaf 1 maart. Zij trekt dan massaal naar de dijken om te paaïen. Het betreft dus een heel andere visserij dan vóór 1970. Toen werd spiering gedurende de hele zomer aangevoerd als bijvangst van de trawl-vangsten. Nu wordt in 4 tot 5 weken bijna net zoveel gevangen als toen in een aantal maanden. De fuikenvisserij op spiering zal derhalve een ander effect op de spieringpopulatie hebben dan de trawlvisserij had. Bij zeer grote visserijdruk zou recruitment overbevissing op kunnen treden. In het geval van de spiering wordt de populatie dan aan het begin van de paaiperiode zo zwaar bevestigd dat er niet genoeg eitjes afgezet worden. Het bestand zal dan in een keer in elkaar zakken. Indirekt heeft de beroepsvisserij ook effect op de spieringpopulatie. Als er beheersmaatregelen genomen worden om de snoekbaarsoogst- en stand (of roofvissenbestand in het algemeen) duurzaam te vergroten zal de predatiedruk op spiering toenemen (figuur 1.1).

In de komende jaren zal het onderzoek aan het IJsselmeer meer aandacht besteden aan de spiering. Hiervoor bestaat een samenwerkingsverband tussen de Landbouw-Universiteit te Wageningen en het Rijksinstituut voor visserijonderzoek (RIVO-dlo) te IJmuiden.

Dit doctoraal onderzoek is dan ook het eerste uit een groter programma betreffende de spiering van het IJsselmeer. Het ziet er naar uit dat de visserij op het IJsselmeer een belangrijke factor vormt in de dynamiek van de spieringpopulatie. Het is daarom belangrijk meer te weten over de spieringvangsten en de spieringvisserij in het algemeen. Monsters uit de fuikenvisserij zullen tevens informatie verschaffen over het verloop van de paaï bij spiering, daarnaast kunnen zij uitsluitsel geven over het bestaan van een anadrome / migrerende populatie in het IJsselmeer.

Voor dit doctoraal onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Wat is de samenstelling en omvang van de spieringvangst door de beroepsvisserij op het IJsselmeer?*
- Wat is het karakter van de spieringpopulatie?*
- Wat is de invloed die de visserij heeft op de spieringpopulatie?*

2. MATERIAAL & METHODE

2.1. Monstername

De monsters zijn genomen uit de visserijaanvoer van 1991. Voor het visserijseizoen begon zijn 8 beroepsvissers benaderd met een verzoek om medewerking bij het verzamelen van monsters. Dit hield in: het bewaren van één bak spiering (± 40 kg) per week. In principe was dit telkens dezelfde dag van de week. De avond te voren werd de afspraak nog eens bevestigd. Deze 8 vissers werden gekozen op grond van de plaats waar ze wilden gaan vissen. De vissers kregen labels toegestuurd waarop ze aan konden geven:

- hoeveel ze die dag gevangen hadden,
- met hoeveel fuiken ze gevist hadden en
- waar ze gevist hadden.

Naar schatting zou het visseizoen 4 tot 5 weken duren, zodat uiteindelijk 32 of 40 monsters verzameld konden worden van 8 verschillende plaatsen uit het IJsselmeer. Pas 18 maart echter kon de eerste spiering aangevoerd worden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de zeer lage watertemperatuur begin maart van het IJsselmeer als gevolg van de strenge vorstperiode in februari (29 januari t/m 14 februari, de Bilt). Het begin van de paaiperiode wordt beïnvloed door de watertemperatuur (Hutchinson & Mills, 1987).

De sluiting van het visseizoen ligt vast op 3 april. Deze datum werd ondanks de late start en het feit dat er nog gevist kon worden niet verlengd. Zodoende liep de monsterperiode voor dit onderzoek van 19 maart t/m 3 april 1991. In deze periode werden 19 monsters verzameld van 8 verschillende plaatsen en met de medewerking van 11 beroepsvissers (figuur 2.1).

In het verslag zal met 'IJsselmeer' het noordelijke deel aangeduid worden, met 'Markermeer' het zuidelijke deel (fig. 2.1). Als het hele meer bedoeld is wordt gesproken van 'het gehele IJsselmeer'

2.2 Bepalingen

Als eerste werden alle vissen groter dan 9 à 10 cm uit de 40 kg-bak gehaald. Deze spiering wordt consumptiespiering genoemd en bevat in principe alle vissen ouder dan 1 jaar (2-, 3-, 4-, enz- group). Het aantal consumptiespiering in één bak varieerde ongeveer tussen de 5 en 250 exemplaren. De overbemonstering van de grotere spiering compenseert hun geringe talrijkheid in de vangst. Uit de rest (1-group of pinda's) werden ± 150 mannetjes

en ± 150 vrouwtjes gezocht. De grootte van de subsamples voor de pinda's is op pragmatische gronden bepaald omdat er geen exacte gegevens beschikbaar waren over de te verwachten varianties. Er is derhalve uitgegaan van monstergroottes die bij ook bij andere vissoorten gehanteerd worden.

Per monster werden uiteindelijk apart voor de pinda's en de consumptiespiering de volgende bepalingen gedaan:

* Sexratio

* Lengte-frequentie-verdeling (totaallengte in mm), gescheiden naar geslacht;

* Gemiddelde lengte en gemiddelde gewicht, gescheiden naar geslacht: Hiermee kon de gemiddelde Fulton-index berekend worden (gewicht/ lengte³).

* Percentage uitgepaaide vrouwtjes

Het karakter van de spiering, al of niet anadroom, is vast waarschijnlijk vast te stellen aan de hand van een groeiverschil. De anadrome variant groeit sneller in de eerste jaren. Deze snellere groei kan gerealiseerd worden door het uitstellen van de maturatie. In literatuur (Belyanina 1969) is te vinden dat de vissen van de standpopulatie niet ouder dan 2, wellicht 3 jaar worden. Daarvoor zijn alle vissen goter dan 14 cm geselecteerd (10 per cm-klasse), er van uitgaande dat dit de anadrome variant betrof. Hiervan zijn schubben genomen om via terugberekeningen een gemiddelde lengte te bepalen van deze vissen als 1- en 2- group vissen. Deze gemiddelde lengte kon vergeleken worden met de gemiddelde lengte van 1- en 2- group vissen die in 1991 in de vangst zaten (deze werd geschat met behulp van de lengte-frequentie-verdeling).

Aangezien de vissen niet erg veel schubben meer bezaten zijn in feite alle schubben verzameld van de laterale zijde. Onder een binoculair zijn vervolgens die schubben eruit gezocht die complete groeiringen bezaten. Per vis zijn van gemiddeld 2 à 3 schubben de afstanden gemeten van de verschillende groeiringen tot de basis van de schub. Meer geschikte schubben waren doorgaans niet te vinden.

De aanvoergegevens van de beroepsvisserij van het gehele IJsselmeer worden bij het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij per week geregistreerd. Deze gegevens konden voor dit onderzoek gebruikt worden. Gegevens over de Catch per Unit of Effort (Vangst per eenheid van visserij inspanning, CPUE) werden via de labels verzameld en via mondelingen mededelingen van de vissers. M.b.v. van de totale vangst en een gemiddelde vangst per fuik is het aantal fuiken te schatten dat gedurende het visserijseizoen in het gehele IJsselmeer heeft gestaan, de 'Total Effort'.

Om een eerste indruk te krijgen van de invloed van de visserij op het spieringbestand is een schatting gemaakt van het aantal eitjes dat door de visserij uit het water wordt gehaald door nog niet uitgepaaide vrouwtjes op te vissen. De totale vangst moet hiervoor omgezet worden in totaal aantal individuen, via het gemiddeld gewicht. Vervolgens kan via de sexratio het aantal vrouwtjes geschat worden in de vangst. Van de vrouwtjes wordt vastgesteld welk deel uitgepaaid is en welk deel niet. Dan kan door middel van eitellingen bepaald worden hoeveel eitjes in een rijp vrouwtje zitten. Dit is alleen gedaan bij de vrouwtjes van de pinda's, daar deze het grootste gedeelte van de vangst beslaan. Het aantal eitjes in een vrouwtje kon gerelateerd worden aan de lengte zodat via de lengte-frequentie verdeling uiteindelijk een schatting gemaakt kon worden. In Formule:

$$N_{\text{eggs}} = N_{\text{female}} * \text{fecundity} * (1 - \text{spent})$$

$$N_{\text{female}} = N_{\text{total}} * \text{sexratio}$$

$$N_{\text{total}} = \text{Catch} / \text{Weight}_{\text{mean}}$$

N_{eggs} = number of eggs

N_{female} = total number of females in catch

fecundity = number of eggs per female

1-spent = share of ripe females

N_{total} = total number of fish in catch (males and females)

sexratio = share of females in catch

Catch = total catch [g]

$\text{Weight}_{\text{mean}}$ = mean weight [g]

Lengte, gewicht en sexratio van de spieringen zijn aan verse spieringen bepaald. Voor de andere bepalingen zijn de dieren eerst ingevroren.

Alle verzamelde gegevens zijn opgeslagen in een database op de vax van het Rijksinstituut voor visserijonderzoek (RIVO-dlo) te IJmuiden.

names of sample sites:

- 1=Rotterdammerhoek
- 2=Steile Bank, Vrouwezand
- 3=Makkumer strand
- 4=De Ven
- 5=Centrale Dijk
- 6=Gouwzee
- 7=Houtribdijk
- 8=Leekerhoek

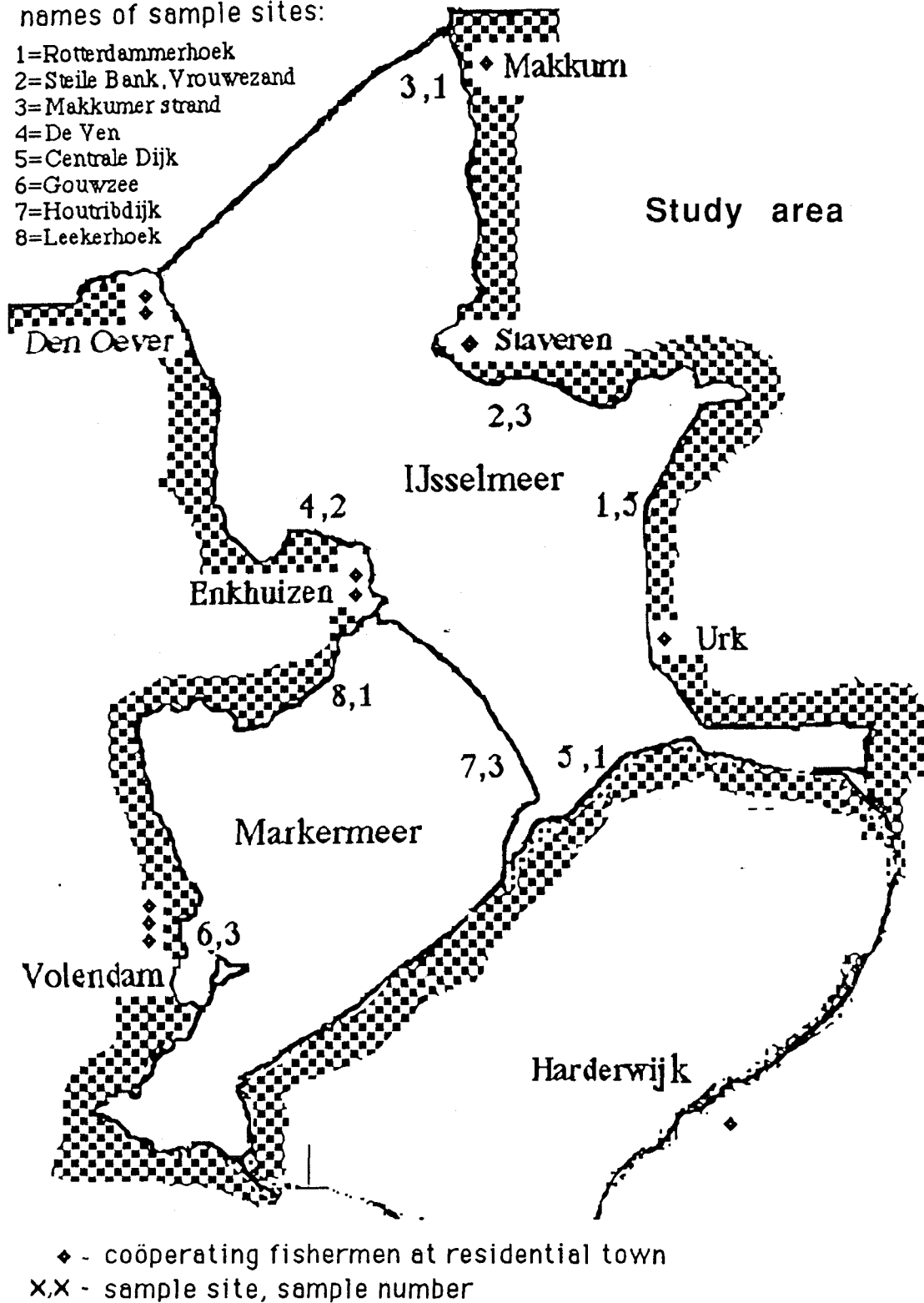


Figure 2.1: Residential town of cooperating fishermen, sample sites and number of samples per site

3. RESULTATEN

3.1 Inleiding

De resultaten zijn verkregen van 19 monsters, 12 uit het IJsselmeer en 7 uit het Markermeer. In tabel 3a is een overzicht gegeven van de verschillende monsterplaatsen, het aantal monsters en de monsterdata. De nummers van de monsterplaatsen zijn terug te vinden in figuur 2.1

Lake	site	Date
IJsselmeer	1,2	19-3-'91
	3	21-3-'91
	1,2,3,4	26-3-'91
	1,5	27-3-'91
	2	2-4-'91
	1,5	3-4-'91
Markermeer	6,7	19-3-'91
	7,8	21-3-'91
	6	27-3-'91
	7	2-4-'91
	6	3-4-'91

tabel 3a: Review of sample sites and dates per Lake, sample site numbers refer to figure 2.1.

De resultaten van het IJsselmeer en Markermeer zijn voor het merendeel apart weergegeven. De verschillen tussen de monsterplekken binnen deze meren waren gering, maar waar nodig zijn de verschillen aangegeven.

3.2 Samenstelling spieringvangsten

3.2.1 Leeftijd-lengte samenstelling

De gemiddelde lengte van de 1-group en 2-group is bepaald aan de hand van de lengte-frequentie-verdeling. In figuur 3.1 is een totaal overzicht gegeven van de lengte-frequentie verdeling omgerekend naar de totale bemonsterde vangst (± 120 ton). Opvallend is het

verschil tussen de eerste twee pieken, overeenkomend met het gemiddelde van de 1-group van respectievelijk het Markermeer en het IJsselmeer. De 1-group ligt duidelijk gescheiden van de 2-group. Voor het berekenen van de gemiddelde lengte is de grens tussen de 1- en 2-group gesteld op 9 cm. De grens tussen de 2- en 3-group is gelegd bij 13 cm., dit is een arbitraire keuze daar de figuur niet duidelijk een grens laat zien.

De jaarklasse 1989 (2-group) van het Markermeer bleek ook bij eerdere lengte-frequentie bepalingen al een sterke jaarklasse, daarom is hier geen scheiding zichtbaar tussen Markermeer en IJsselmeer. De volgende jaarklassen zijn niet te onderscheiden, doordat er teveel overlap optreedt.

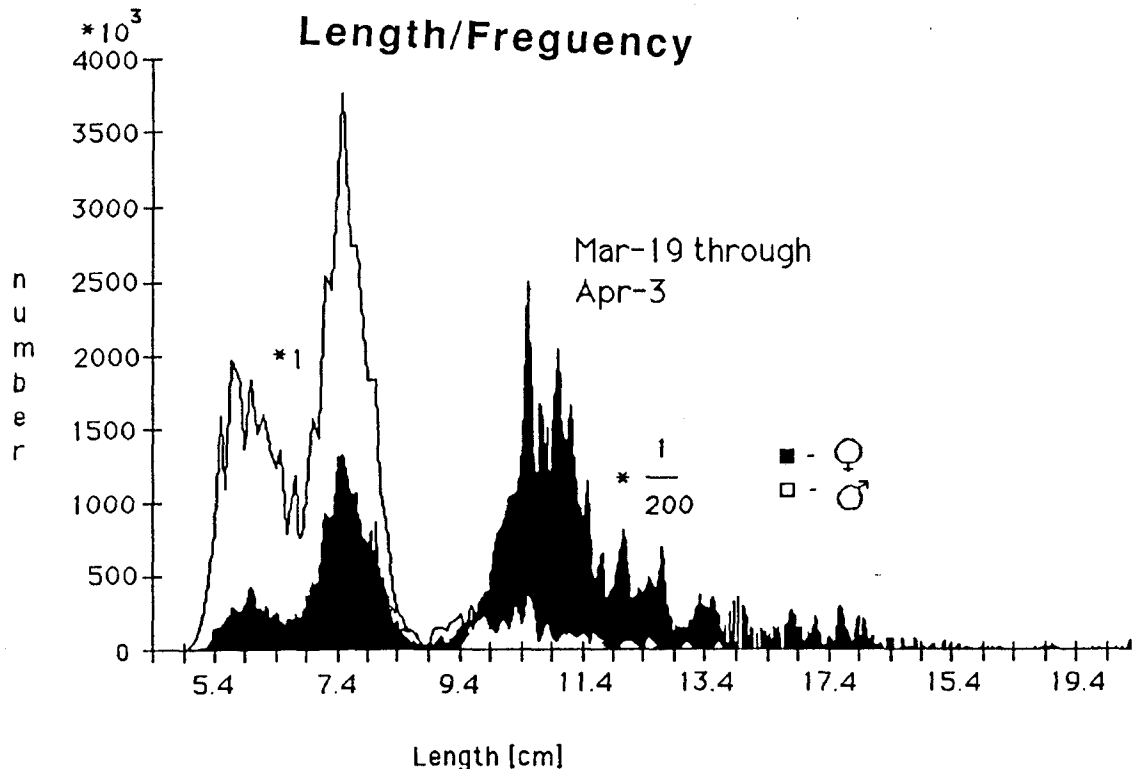


Figure 3.1: Length-Frequency all samples. Numbers are calculated for total sampled catch (120 tons). Numbers of fish larger than 9 cm (2-group and older groups) are multiplied with 200. Length range 1-group fish from 4.5 cm till 9 cm, 2-group fish from 9 cm till 13 cm. Older groups are indistinguishable. 1-group divided in two peaks, first one corresponds with the length/frequency of Markermeer, second one length/frequency of IJsselmeer

Voor het bepalen van de lengte van de consumptiespiering na één en na twee jaar zijn er terugberekeningen gedaan aan de hand van schubben. Dit is alleen gedaan voor de vrouwtjes, omdat er praktisch geen mannetjes boven de 14 cm gevonden zijn (figuur 3.1). In figuur 3.2 is de relatie vislengte- schubradius gegeven, uitgezet op ln-schaal.

Relationship between fish length and scale diameter

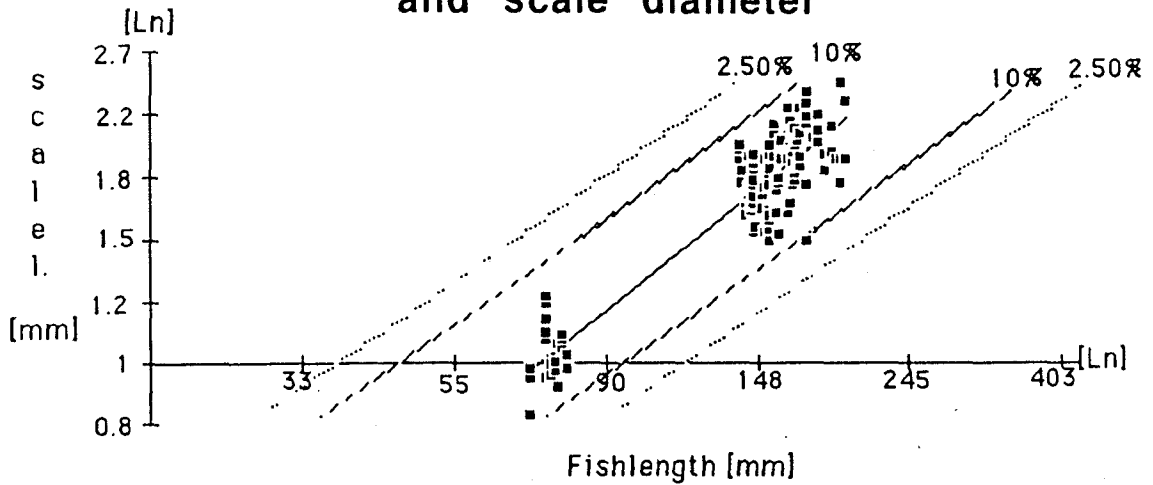


Figure 3.2: Linear relationship between fish length and ln scale diameter. Axes on are on logarithmic scale, values at axes are raised to the power e.

Uit de betrouwbaarheidsintervallen van de regressielijn blijkt een enorme spreiding. Blijkbaar is de lengte van de vis niet afdoende te verklaren uit de lengte van haar schub. Door het grote aantal punten zal de regressielijn echter een goede benadering zijn voor het gemiddelde verband.

Growth curve ♀♀

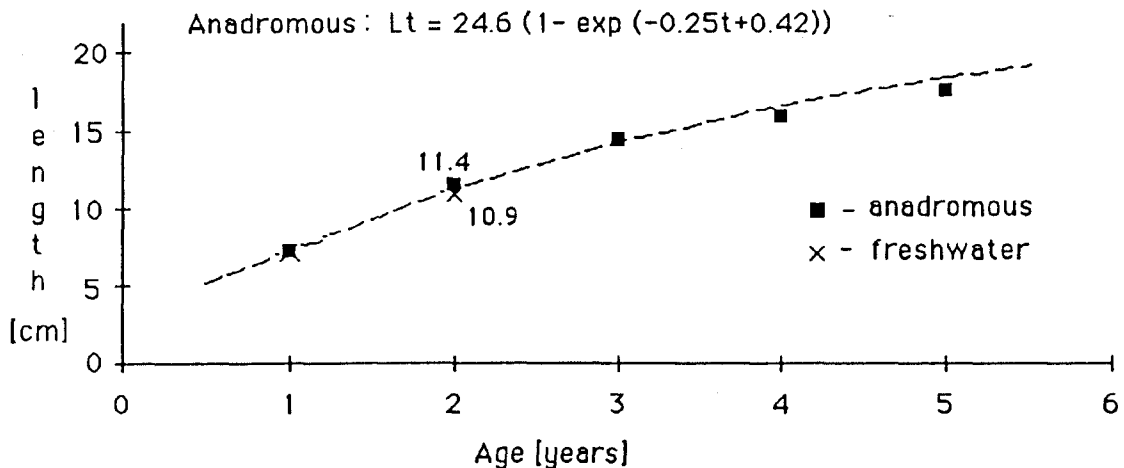


Figure 3.3: Growth curve for anadromous and freshwater females of smelt. Values of migrating smelt are determined from age-length analyses. Values of non-migrating smelt are determined from the length/frequency found in the catch of 1991. Fitted line is a Von Bertalanffy curve for migrating smelt.

Via de radius van de groeizones in de schub is een terugberekening gemaakt van de lengtes van de vissen vanaf hun eerste levensjaar. Vervolgens is een gemiddelde berekend voor alle jaarklassen. In figuur 3.3 zijn deze waarden met de bijbehorende groeicurve te zien. De curve is berekend volgens Von Bertalanffy. In dezelfde figuur zijn

ook de gemiddelde lengtes van de 1-groep (tot 9cm) en 2-groep (tot 13 cm) weergegeven. In het tweede jaar is er een verschil te zien in de lengte. Om de significantie van dit verschil te bekijken is het Ford-Walford plot gegeven in figuur 3.4. Voor de pinda's resulteerde dit uiteraard maar in één punt, 'X'. Het is nu de vraag of dit punt binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval van de regressielijn valt.

Ford-Walford plot

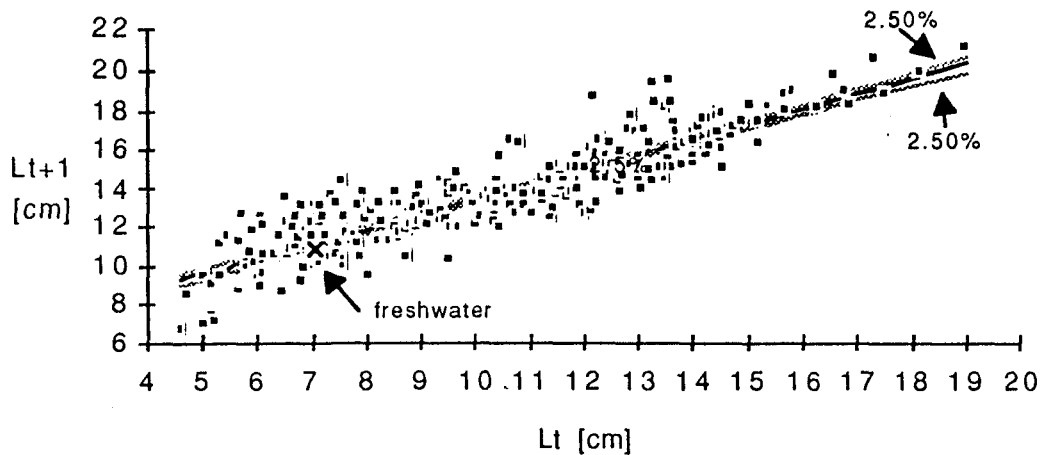


Figure 3.4: Ford-Walford plot for anadromous smelt. The 'X' represents the non-migrating smelt determined from the length/frequency.

Ford-Walford plot, detail

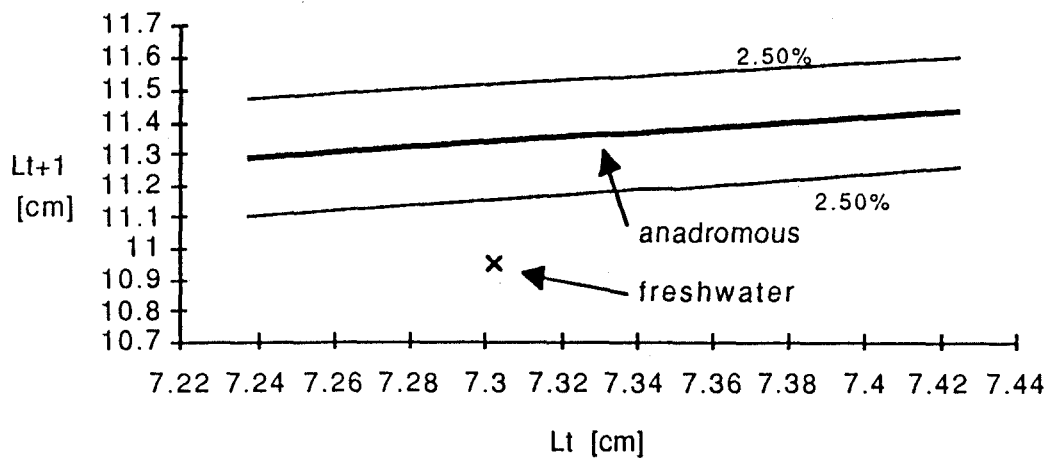


Figure 3.5: Detail of Ford-Walford plot from figure 3.4 to establish significance.

In figuur 3.4 is dit niet te zien. In figuur 3.5 is daarom een uitvergroting gemaakt van de plaats waar het punt van de pinda's ligt. Door de berekeningswijze is de standaardafwijking van dit punt niet bekend. Wel van de x- waarde en y- waarde apart, resp. 0.0241 en 0.0284. Deze zijn zo klein omdat het gaat om grote aantallen

waarnemingen, resp. 1966 en 1021. Het verschil lijkt significant. Het verschil is wel minimaal, de mogelijkheid bestaat het verschil ontstaan is door selectieve mortaliteit.

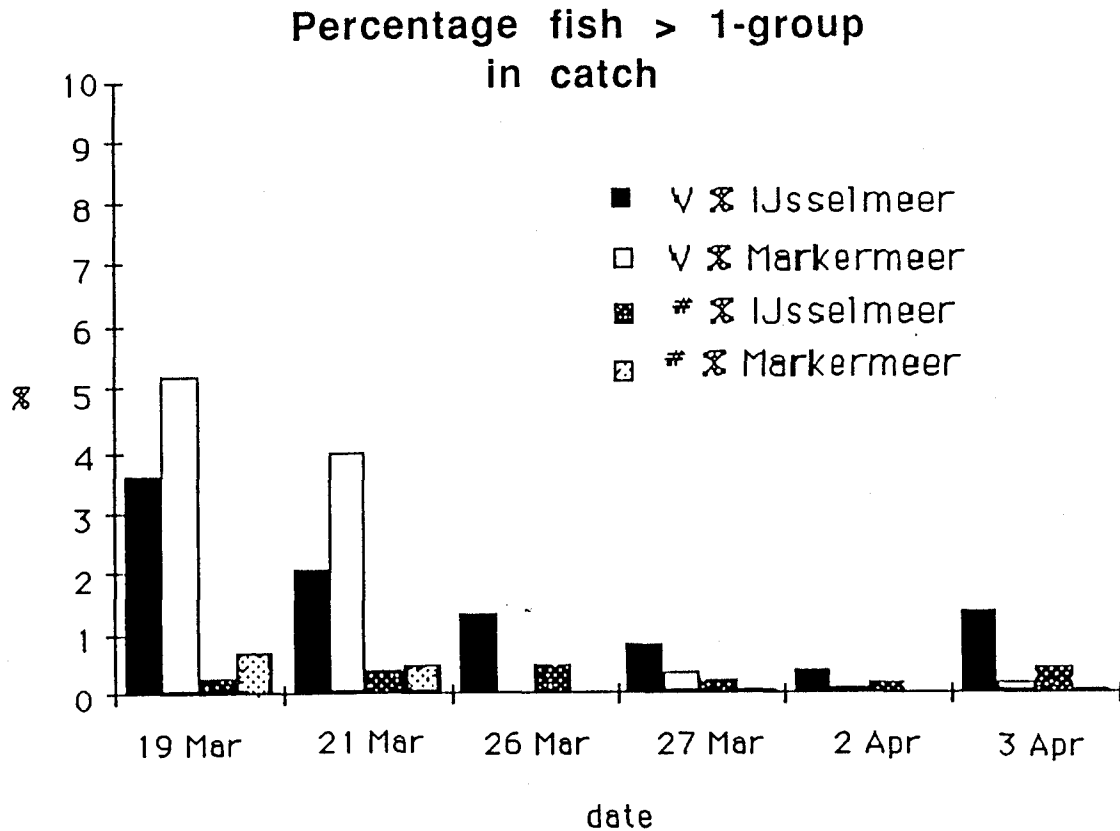


Figure 3.6: Percentage fish larger than 9 cm (> 1-group = 2-, 3-, etc- group) in catch during fishingseason. V% = percentage of catch in weight. #% = percentage of catch in numbers.

In figuur 3.1 was al te zien dat het grootste gedeelte van de vangst bestaat uit pinda's. In aantallen besloeg de consumptiespiering (vanaf ± 9 cm) slechts 0.35 % van de vangst. In gewicht was dit 1.86 % van de vangst. In figuur 3.6 is een verloop gegeven van deze percentages gedurende de monsterperiode. Het volumepercentage neemt tot de laatste visserij dag duidelijk af. Het aantalspercentage neemt pas af nadat de helft van het seizoen verlopen is. Beiden nemen de laatste monsterdag weer iets toe.

3.2.2 Lengte en gewicht gedurende het visserijseizoen

In de voorgaande paragraaf is een totaal overzicht gegeven van de lengte-frequentie verdeling. Figuur 3.7 laat het verloop van de gemiddelde lengtes gedurende de hele periode zien. Duidelijk is het verschil tussen de lengtes van het IJsselmeer en Markermeer. De mannetjes blijken significant kleiner dan de vrouwtjes.

Mean length, IJssel- & Markermeer

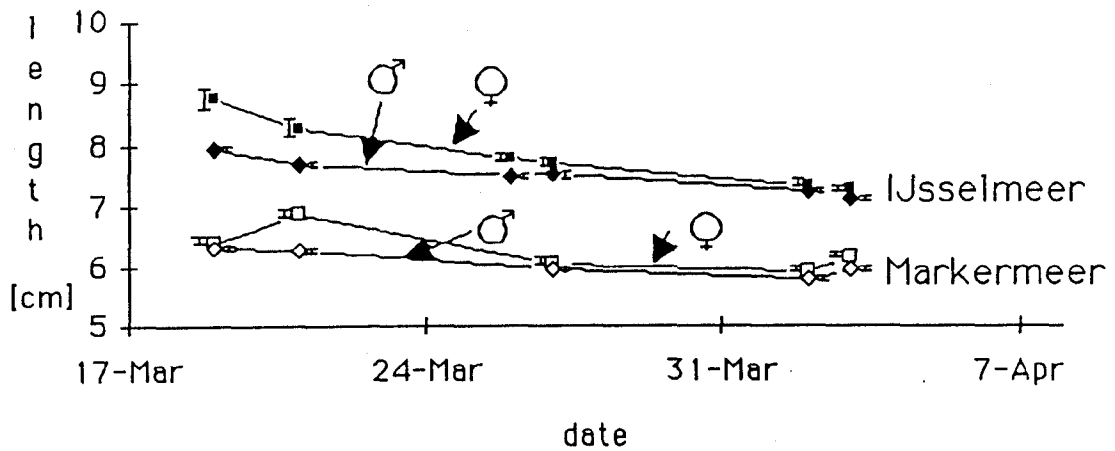


Figure 3.7: Mean length and standard deviation of smelt in IJsselmeer and Markermeer during fishing season.

In de figuren 3.8 en 3.9 is nogmaals het verloop van de gemiddelde lengtes weergegeven, respectievelijk voor het IJsselmeer en het Markermeer. Hierbij zijn de pinda's apart van consumptiespiering weergegeven. Het blijkt dat ook binnen de 1-group een verloop optreedt. Dit verloop is voor het Markermeer geringer dan voor het IJsselmeer. Voor de consumptiespiering geldt dat in het IJsselmeer grotere vissen gevangen worden dan in het Markermeer. Het verschil tussen de sexen is groter bij de consumptiespiering. Vooral in het Markermeer is het verschil in lengte tussen de mannetjes en de vrouwtjes van de consumptiespiering een stuk groter dan bij de pinda's. Dit wijst op een verschil in groeisnelheid tussen de sexen.

Mean length: IJsselmeer

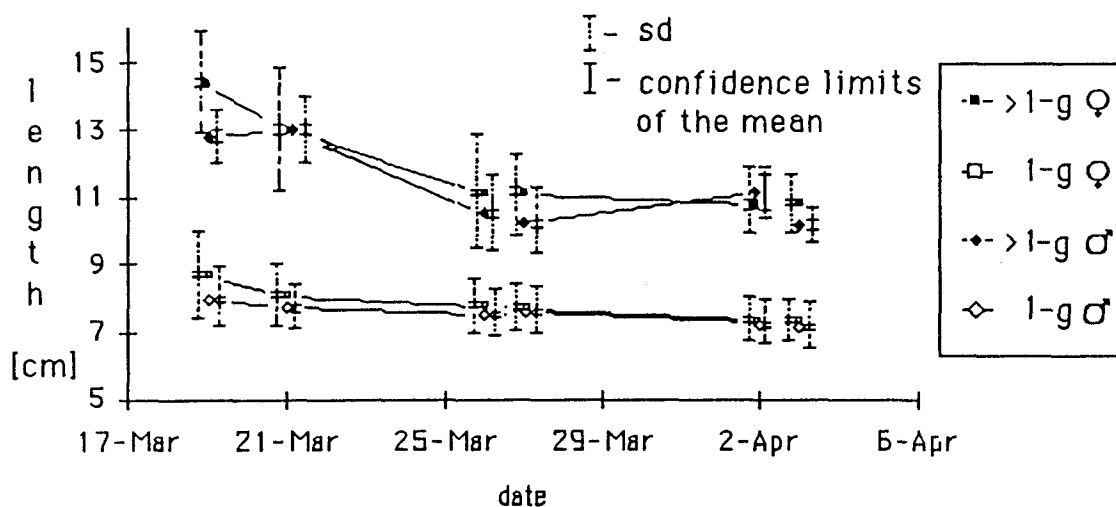


Figure 3.8: Mean length of male and female smelt of the IJsselmeer during the fishing season. Separated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older group (smelt larger than 9 cm) smelt. Dotted lines show the standard deviation (sd) of the fish length in the samples. Solid lines show the confidence limits of the mean (sd / \sqrt{n} , n = number of fish in sample). 1-g = 1-group, >1-g = 2-, 3-, etc-group.

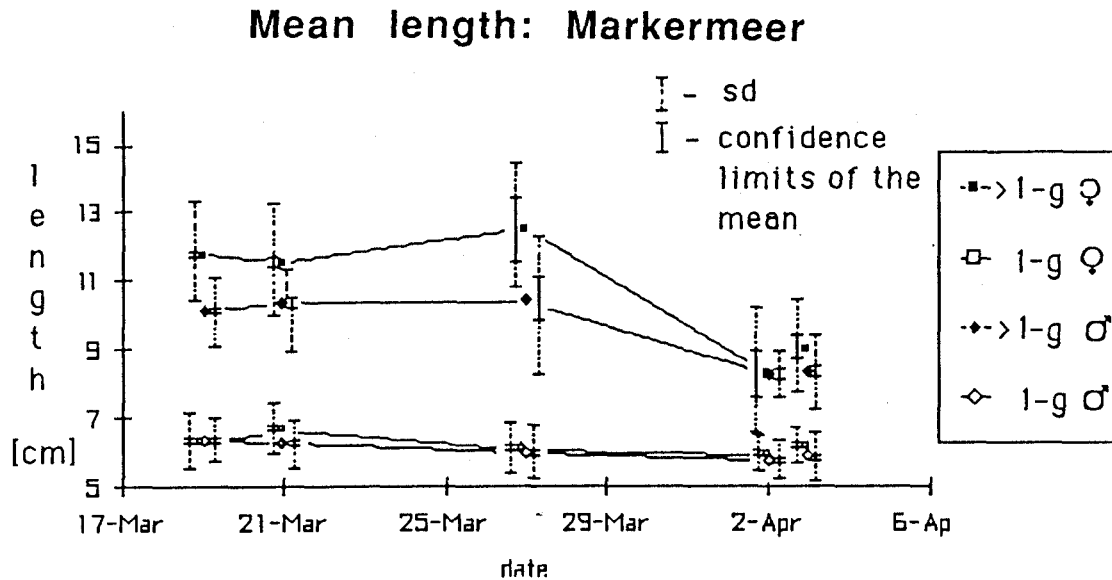


Figure 3.9: Mean length of male and female smelt of the Markermeer during fishing season. Separated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older group (smelt larger than 9 cm) smelt. Dotted lines show the standard deviation (sd) of the fish length in the samples. Solid lines show the confidence limits of the mean (sd / \sqrt{n} , n = number of fish in sample). 1-g = 1-group, >1-g = 2-, 3-, etc-group.

Een maat voor de conditie van de vis is de Fulton-index. Men gaat er vanuit dat er een vaste relatie bestaat tussen het gewicht en de lengte tot de derde macht. Afname van de index betekent een afname van het gewicht bij dezelfde lengte. In figuur 3.10 is voor het Markermeer deze index uitgezet tegen de tijd. Voor zowel de pinda's als de andere jaarklassen stijgt de index eerst. Vervolgens treedt er bij vrouwtjes van de consumptiespiering een sterke daling op. Deze afname is te verklaren door het verlies van gewicht, waarschijnlijk meerendeels in de vorm van eitjes. Ook de mannetjes laten een daling zien, zij het een vele lichtere. Ook zij verliezen dus gewicht. In dit geval waarschijnlijk in de vorm van hom. Bij de vrouwtjes van de pinda's neemt de index nog toe tot aan het einde van de tweede week, daarna pas treed er een sterke daling op.

Fulton index: Markermeer

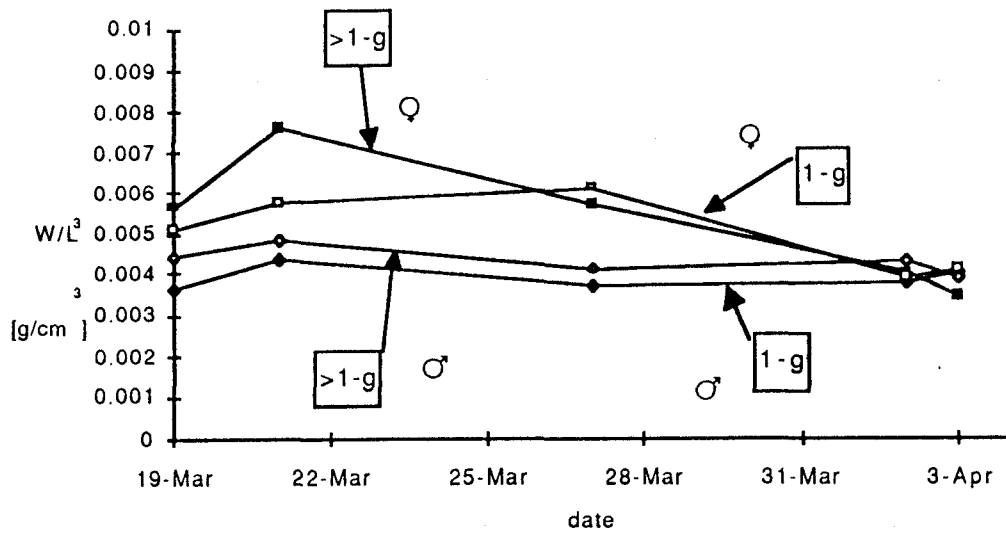


Figure 3.10: Fulton-index of male and female smelt during fishing season of the Markermeer. Separated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older smelt (smelt larger than 9 cm). 1-g = 1-group, >1-g = 2-, 3-, etc- group.

Fulton index: IJsselmeer

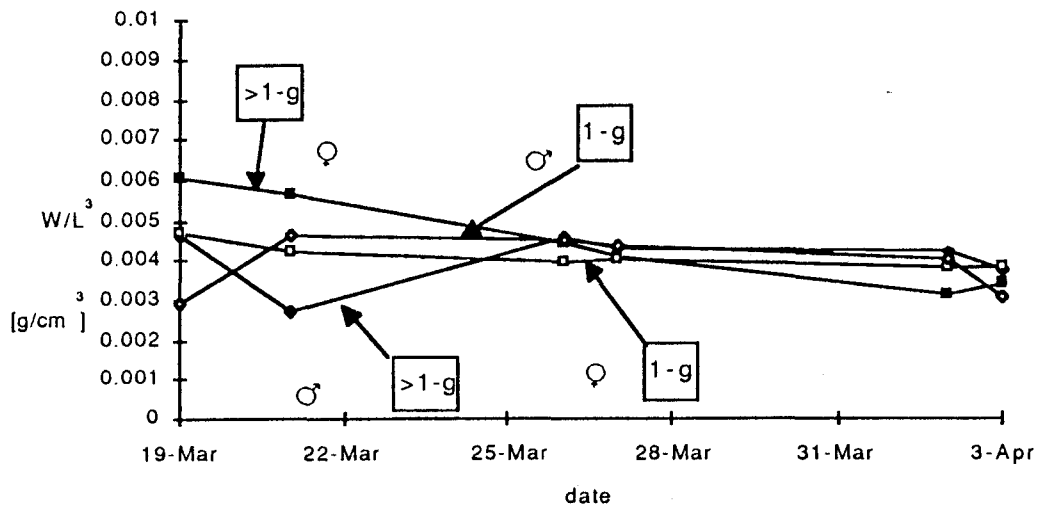


Figure 3.11: Fulton-index of male and female smelt during fishing season of the IJsselmeer. Separated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older smelt (smelt larger than 9 cm). 1-g = 1-group, >1-g = 2-, 3-, etc-group.

Figuur 3.11 laat dezelfde index zien voor het IJsselmeer. Hier is weer een sterke afname te zien bij de vrouwtjes van de consumptiespiering en een geringere afname bij de vrouwtjes van de pinda's.

Ook in het IJsselmeer stijgt de index van de mannetjes van de consumptiespiering eerst om vervolgens te dalen. De mannetjes van de pinda's vertonen geen duidelijke trend.

3.2.3. De sexratio gedurende het visserijseizoen

Figuur 3.12 laat het percentage mannetjes zien in de vangst bij de pinda's. In het begin bevatten de vangsten voor het meerendeel mannetjes. In de tweede week is er een duidelijke daling opgetreden in dit percentage, die zich ook voortzet in de laatste week. De allerlaatste dag laat het Markermeer weer een lichte stijging zien van het percentage mannetjes in de vangst.

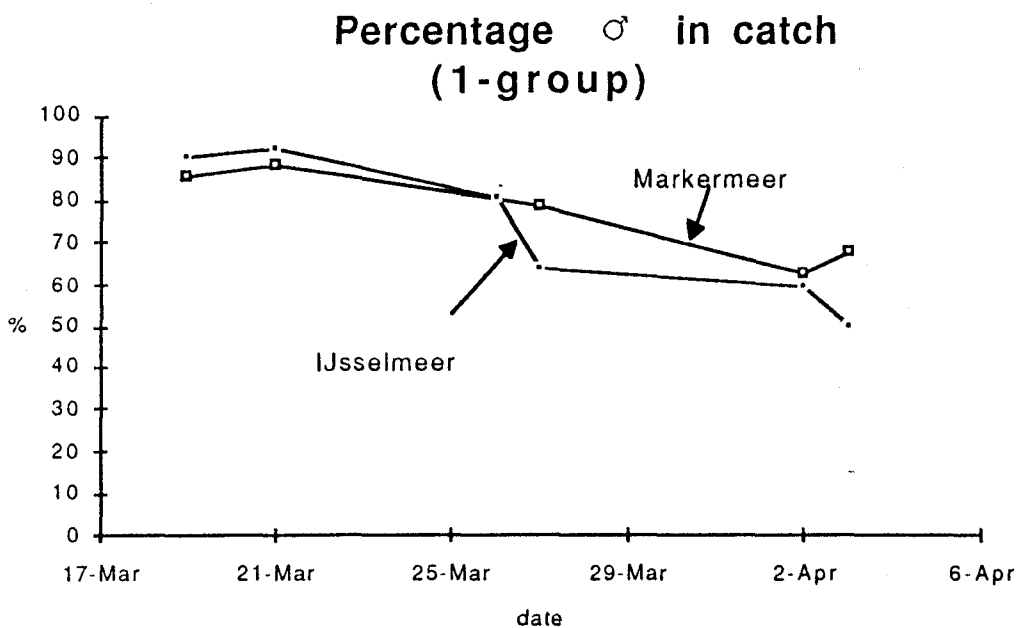


Figure 3.12: Percentage males in catch during fishing season for 1- group smelt of IJsselmeer and Markermeer.

De sexratio voor de consumptiespiering verschilt duidelijk van die van de pinda's. Deze is te zien in figuur 3.13. Bij de punten is het aantal waarnemingen weergegeven indien dit onder de 100 lag. Het IJsselmeer laat een constant laag percentage mannetjes zien. Het Markermeer heeft gemiddeld een hoger percentage mannetjes dan het IJsselmeer en laat ook grotere fluctuaties zien. Deze fluctuaties zullen vooral te wijten zijn aan de kleine monsters. Vooral boven de 13 cm werden paraktisch geen mannetjes gevonden (In alle monsters totaal voor het Markermeer 9 en het IJsselmeer 4, tegenover resp. 104 en 160 vrouwtjes).

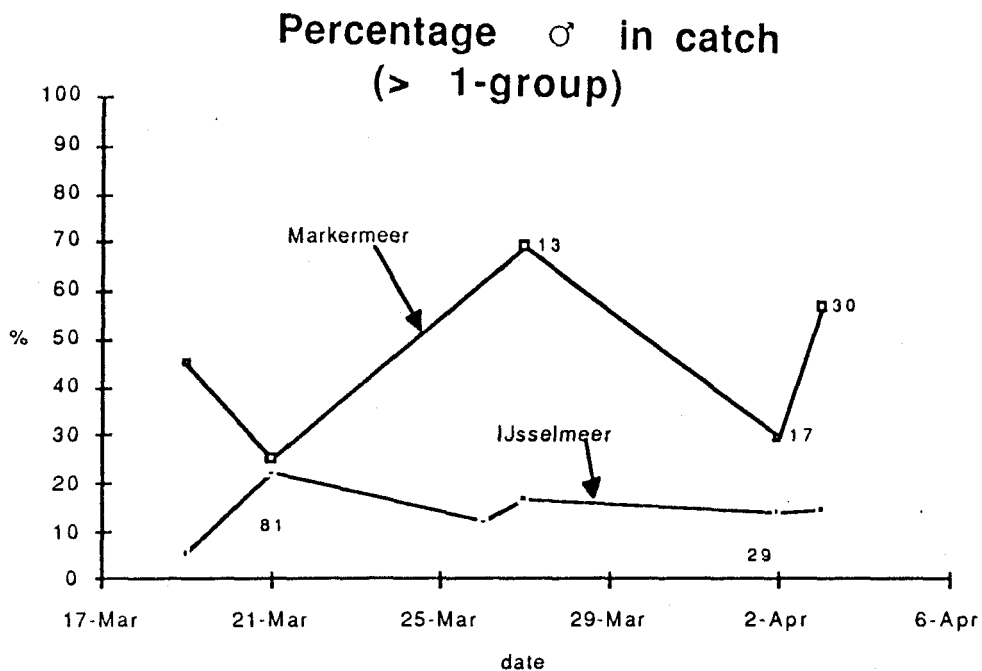


Figure 3.13: Percentage males in catch during fishing season for 2-, 3-, etc-group smelt older than 1 year of IJsselmeer and Markermeer. Figures show the number of fish in the sample, when the number is smaller than 100.

3.3 Omvang van de Visserij

In figuur 3.14 zijn de totale vangsten weergegeven vanaf 1980. Dit jaar is na 2 jaar van dalende vangsten een stijging te zien, hoewel het seizoen uitzonderlijk kort was.

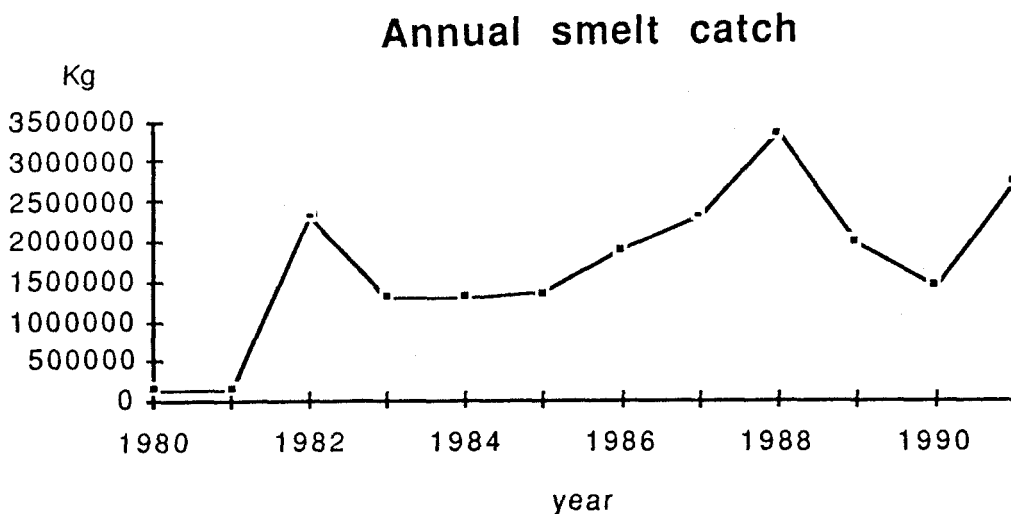


Figure 3.14: Total catch smelt 1991 in comparison with the catches of the last ten years.

In Figuur 3.15 is de vangst per week gegeven voor 1991. De grootste aanvoer vond plaats in de week van 25 maart t/m 1 april.

Weekly smelt catch 1991

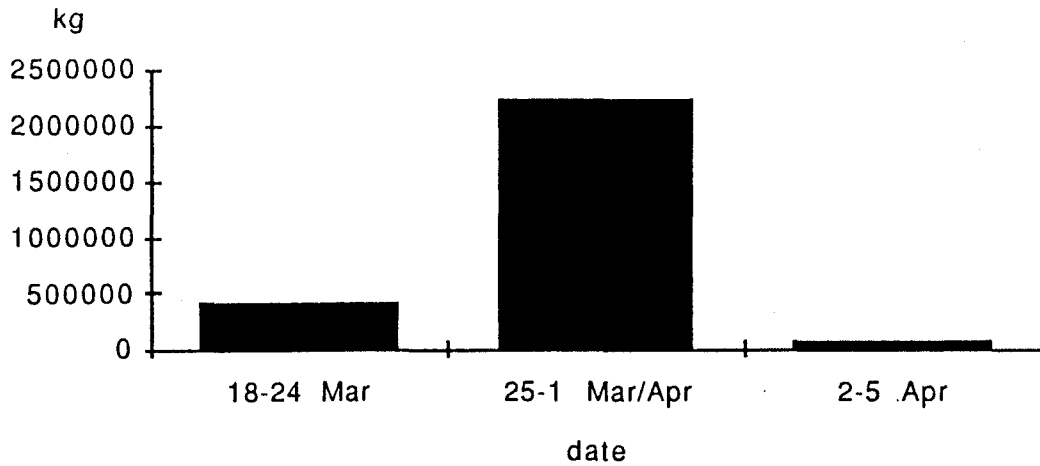


Figure 3.15: Total catches per week of fishery for smelt in IJsslemeer 1991

In figuur 3.16 is de Catch Per Unit of Effort (CPUE) weergegeven van 22 vangsten over het gehele seizoen. Hierbij is de vangst gedeeld door het aantal fuiken.

De cijfers bij de punten geven het aantal waarnemingen aan. Aangenomen kan worden dat de fuiken in de meeste gevallen één dag staan. Na de eerste monsterdag stijgt de vangst bijna meteen tot het maximum. Vooral in het Markermeer lijkt de visserij na de eerste week al over zijn hoogtepunt heen. Opmerkelijk is daarom de forse stijging aan het einde van het seizoen. De vangst-top in het IJsselmeer ligt in tweede week. In de derde week is de visserij daar duidelijk aan het aflopen. De monsterperiode omvatte hier de gehele paaiperiode.

CPUE per lake

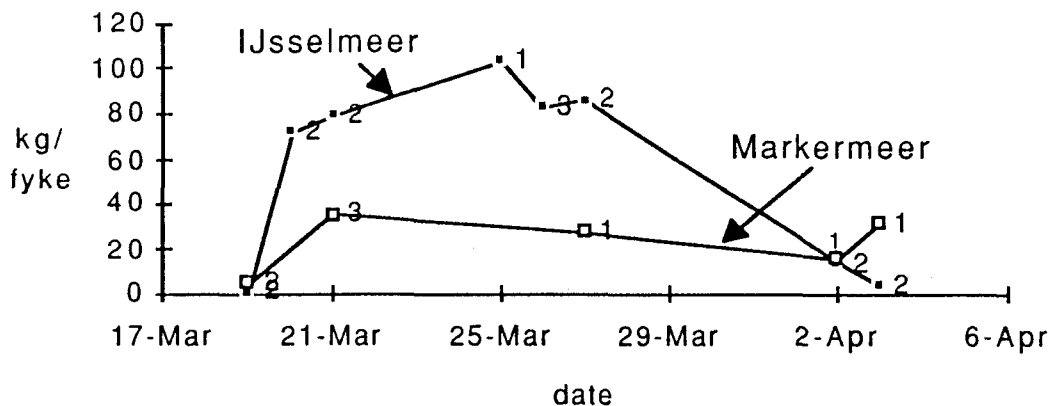


Figure 3.16: Catch Per Unit of Effort during fishing season. The figures show the numbers of observations

In figuur 3.17 is de CPUE voor vier verschillende monsterplaatsen te zien. In de Rotterdammerhoek (monsterplaats 1) is het meeste gevangen. Aan eerste waarde is te zien dat hier het begin waarschijnlijk net gemist is. Het verloop van de vangst per fuik in de Gouwzee laat de hele monsterperiode een toename zien. Hier lijkt de visserij dus nog mogelijk.

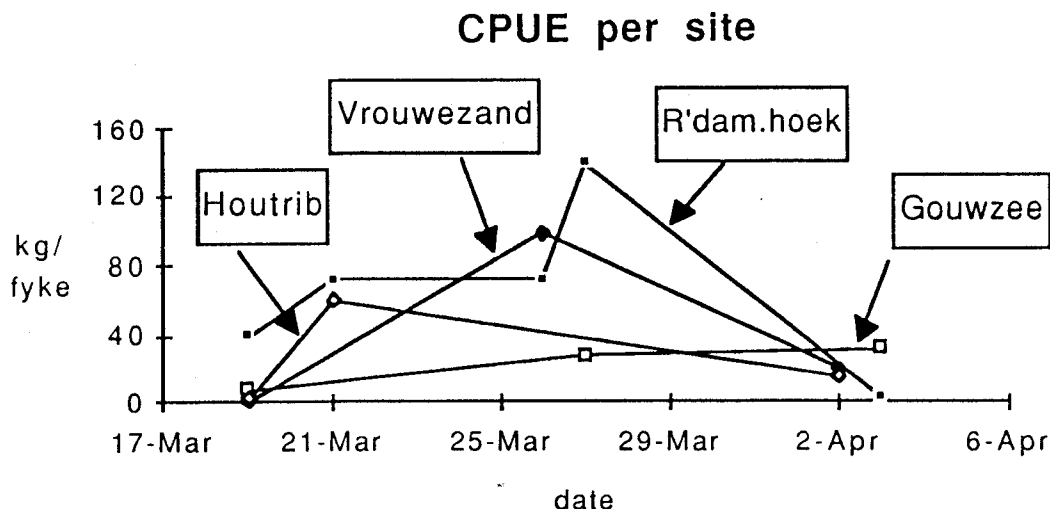


Figure 3.17: Catch Per Unit of Effort during fishing season at different fishing sites

Via de totale aanvoer en de gemiddelde vangst per fuik was ook een schatting te maken van de 'Total Effort'. Deze bedroeg ± 72500 fuiken voor de hele periode. Als alle vissers deel nemen aan de spieringvisserij (90) betekent dit dat elke visser gemiddeld 54 fuiken per nacht (totaal 16 nachten) heeft uitstaan. Dit is een onwaarschijnlijk laag aantal. De ondervraagde vissers hadden gemiddeld 100 tot 300 fuiken uitstaan. Voor de schatting is echter aangenomen dat alle fuiken slechts één nacht staan. Hierdoor zal het aantal fuiken onderschat worden.

3.4 Invloed van de visserij

3.4.1 Percentage uitgepaaide vrouwtjes

Om een schatting te maken van de invloed van de visserij op de spieringpopulatie is het noodzakelijk te weten welk deel van de vrouwtjes uitgepaaid was en welk deel nog vol met eitjes gevangen werd. In de figuren 3.18 en 3.19 is het verloop gegeven van het percentage uitgepaaide vrouwtjes in de vangst in het IJsselmeer en Markermeer. In beide meren vindt een duidelijke stijging plaats van 10-30 tot 80% uitgepaaide (=géén eieren meer in de ovaria) vrouwtjes. In het IJsselmeer is het percentage de eerste twee weken

duidelijk lager dan in het Markermeer. Op 2 april is het percentage in een keer sterk toegenomen tot boven het niveau van het Markermeer.

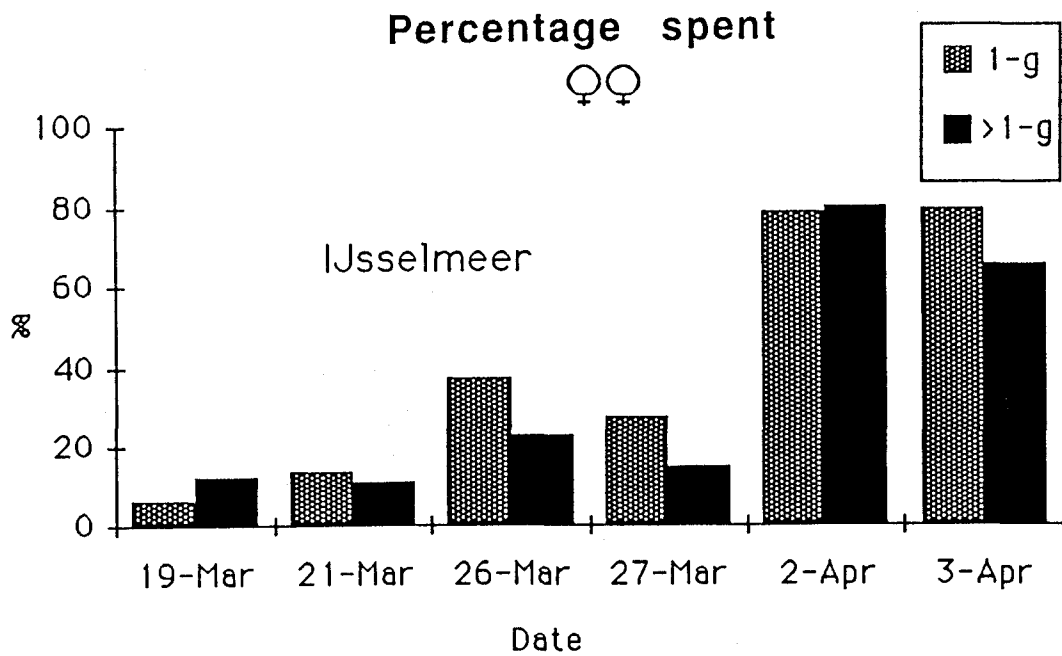


Figure 3.18: Percentage spent females, seperated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older group (smelt larger than 9 cm) smelt. during fishing season in IJsselmeer.

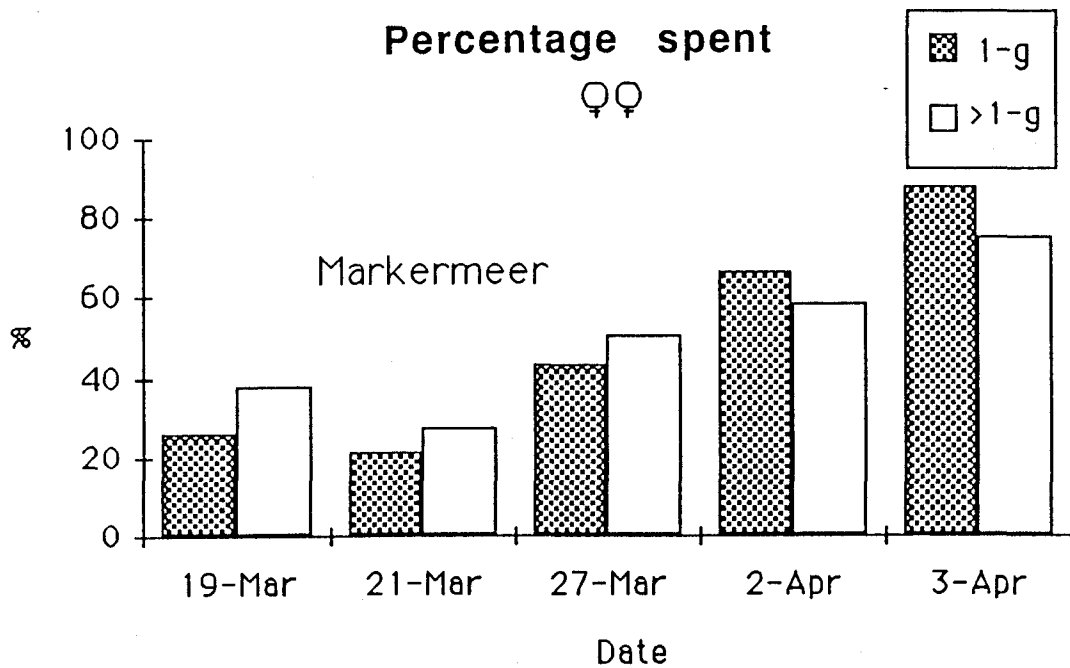


Figure 3.19: Percentage spent females, seperated in 1-group (smelt smaller than 9 cm) and older group (smelt larger than 9 cm) smelt. during fishing season in Markermeer.

3.4.2 Eitellingen

In figuur 3.20 is het aantal eitjes uitgezet tegen de lengte van de vissen. Er blijkt hiertussen een lineair verband te bestaan. Hierdoor kon via de lengtes van de vissen een schatting gemaakt worden van de potentiële hoeveelheid eitjes

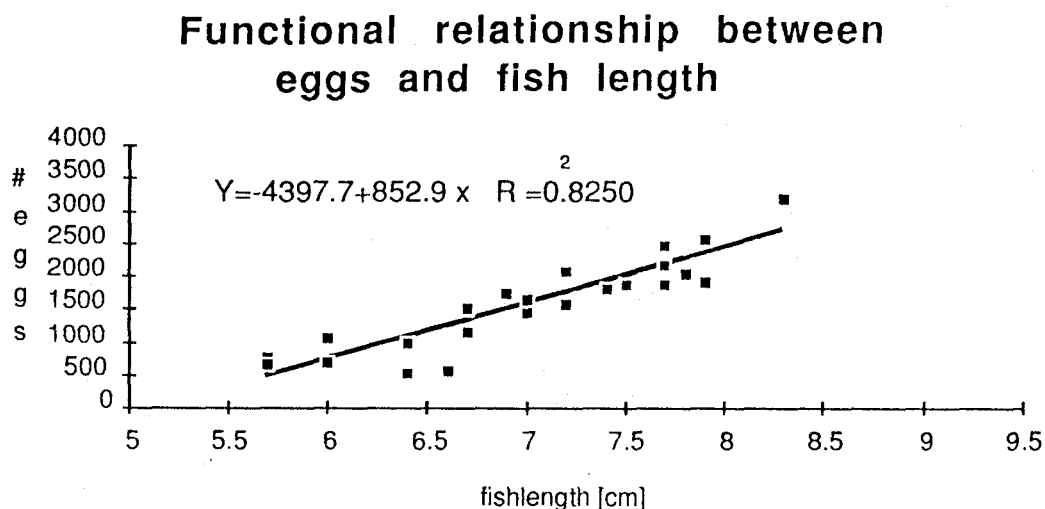


Figure 3.20: Functional relationship between eggs and fish length, for 1-group old females.

Aangezien zowel het gemiddeld gewicht, de sexratio, het percentage uitgepaaide vrouwtjes en de LF-verdeling veranderde gedurende de visserijseizoen is per visweek een schatting gemaakt (de totale aanvoergegevens konden uitsluitend per week verkregen worden, Min. LN&V). In tabel 3b zijn de resultaten te zien per week en de totale schatting.

table 3b	
date	estimated number of eggs
Mar-19 through Mar-24	40 million
Mar-25 through Mar-31	410 million
Apr-1 trough Apr-3	4 million
Total	453 million

tabel 3b: Estimated number of eggs withdrawn from the population by fishery for ripe females of smelt. Differences per week are mainly the result of differences in total catch, percentage spent females and sexratio

Een goede indruk van de betekenis van de berekende hoeveelheid eitjes kan pas verkregen worden als bekend is wat de totale produktie aan eitjes is. Om toch enig idee van de hoeveelheid te krijgen kan geschat worden hoeveel vis uit deze eitjes zou kunnen voortkomen. Uitgaande van een 1% overleving van de eitjes, dit is een zeer hoog percentage volgens Rupp (1966), en een gemiddeld gewicht van eenjarige spiering van 1.6 gram zou hier 7.5 ton 1-group spiering uit voort kunnen komen. Een andere benadering is: Uit figuur 1.1 is te concluderen dat er nogeens minstens 6 keer zoveel spiering in het gehele IJsselmeer zit dan er onttrokken wordt door de visserij. Uitgaande van een vangst van 2000 ton kan het aantal individuen in het gehele IJsselmeer op 9000 miljoen geschat worden. Het aantal onttrokken eitjes is hiervan 5%.

4 DISCUSSIE

4.1 Samenstelling van de vangst

lengte-leeftijdsamenstelling

In de vis- schublengete relatie blijkt een grote spreiding te zitten. Ook bij de otholiten werd een grote spreiding gevonden (van der Schaft, 1984). Bij de schubben van één vis werden al grote verschillen gevonden in radius. De schubben waren bovendien vaak onleesbaar door regeneratie. Om het verschil vast te stellen in groei tussen de standpopulatie en de migrerende spiering was het beter geweest dezelfde methode te volgen bij de leeftijdsbepaling, d.w.z de gemiddelde lengte bepalen met behulp van de schubben, zodat vergelijking eenvoudiger was. Bovendien is het punt waar de tweede jaarklasse overgaat in derde moeilijk te schatten uit figuur 3.1. De gekozen 13 cm-grens lijkt wellicht iets te hoog maar dekt in ieder geval de lading. In verband met de beschikbare tijd is echter voor deze methode gekozen. De verschillen in groei manifesteren zich pas het tweede jaar (figuur 3.3). Uit het Ford-Walford plot kan geconcludeerd worden dat deze verschillen significant zijn. Het verschil is echter minimaal. Het is waarschijnlijker dat het hier 'survivors' betreft van de standpopulatie. Gegeven ook het feit dat er praktisch geen mannetjes aangetroffen werden bij de oudere vissen. Een terugberekening laat altijd een vertekend beeld zien. Immers de zwakste en tevens kleinste vissen zullen ook het vroegste dood gaan en zodoende niet in de berekening betrokken worden. Het bestaan van een anadrome populatie in het IJsselmeer is wellicht nog het eenvoudigste vast te stellen door het constateren van een spieringtrek door de sluizen naar de Waddenzee.

Verloop van de lengte en gewicht in de vangst.

De spiering uit het Markermeer is duidelijk kleiner dan die uit het IJsselmeer. Dit verschijnsel lijkt zich ook bij andere vissoorten voor te doen. De oorzaak is nog onbekend. Het voedselarme water uit het Markermeer zou de oorzaak kunnen zijn van een lagere primaire productie in dit meer, waardoor de vis minder voedsel tot zijn beschikking heeft.

De lengte afnames verlopen in het IJsselmeer en Markermeer praktisch hetzelfde. De beginlengte van de vrouwtjes uit het Markermeer is echter lager dan die van de tweede monsterdag. Dit is waarschijnlijk geheel te wijten aan een fout in de monsternamen. Er werden namelijk maar 3 vrouwtjes gevonden tussen de pinda's voor de bepaling van de sexratio. Vervolgens is vergeten dit aantal aan te vullen voor een betrouwbare LF-

verdeling te maken. Een afname van de lengte is een normaal verschijnsel is op de paaigrond (Lillelund 1961, Schaft 1984, Nellbring,1989). Ook vindt normaliter een verschuiving van oudere jaarklassen naar jongere plaats (Lillelund 1961, Schaft 1984, Nellbring,1989). In het IJsselmeer zijn er in feite slechts twee jaarklassen in de vangst. Van der Schaft (1984) vindt in 1983 inderdaad verschuiving in de lengte-frequentie verdeling van 9 cm naar 6 cm, resp. de 2- en 1-group in vork-lengte. Deze vorklengtes zullen ongeveer overeenkomen met de nu gevonden totaallengtes van resp.10 en 7 cm. Een verschuiving van 10 naar 7 cm wordt in dit onderzoek niet gevonden.

In figuur 4.2 is het verloop van de lengtes gegeven op de paaigronden in 1989 (Schaap 1990). Bij de vrouwtjes wordt in het begin een gemiddelde lengte berekend van 10 cm, een beeld dat overeen komt met dat van van der Schaft (1984).

De lengte is de tweede week reeds gedaald tot 7 cm. ofwel alleen nog 1-group in de vangst. De gemiddelde lengtes van de mannetjes lijken op de waarden die ook in dit onderzoek gevonden werden.

Mean length on spawning ground March 1989 IJsselmeer

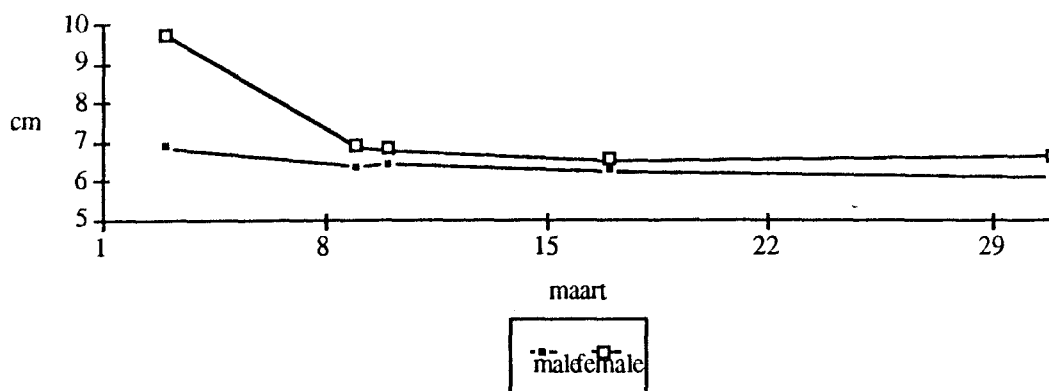


Figure 4.2: Mean length of male and female smelt at spawning ground IJsselmeer 1989. After Schaap (1990)

Dit lijkt te wijzen op het ontbreken van de 2-group uit de vangst. Het is onduidelijk of het kleinere aantal tweejarigen een trend is. Bij de mannetjes werd ook in 1989 géén verschuiving meer gevonden van 10 naar 7 cm. ofwel praktisch geen 2-group in de vangst. Bij de vrouwtjes werden in 1989 alleen in het hele begin nog veel vrouwtjes van 10 cm gevonden. Het verdwijnen van de tweejarigen kan een gevolg zijn van de toegenomen visserijdruk. Dat het verschijnsel zich bij de mannetjes al in 1989 voordeed bevestigt in feite dit vermoeden. Immers uit het percentage mannetjes in de vangst bleek dat de visserijdruk op mannetjes het hoogste moet zijn. Bij een hoge visserijdruk zal dus na de paai het percentage vrouwtjes in de populatie hoog zijn. Het is mogelijk dat deze scheve sexratio is terug te vinden in de 2-group.

Een andere verklaring, die hypothetisch beschouwd moet worden, voor het lage aantal tweejarigen is: er vindt een sterke visserijdruk plaats op de predatoren van spiering. De predatiedruk op spiering moet daardoor afgenomen zijn (Dekker 1990, Hull symposium). Hierdoor kan de spieringpopulatie in omvang toenemen en dichtheidsafhankelijke groei optreden. Een snelle maturatie is in deze omstandigheden gunstig. De hoge plasticiteit van spiering blijkt reeds uit literatuur (Ivanova & Volodin, 1981, Nellbring, 1989).

Een laatste verklaring, die wellicht met de vorige samenhangt, is een hoge zomersterfte. Massale sterfte komt regelmatig voor (elke zomer?) op het gehele IJsselmeer, de oorzaak hiervan is echter volstrekt onduidelijk. Over de sterfte die na de paaitijd optreedt in zomer schrijft Ivanova (1988): de grootste sterfte komt voor bij spiering met een snelle groei in het eerste jaar en een afname in groei het tweede jaar. Een verandering in voedsel (van planktivoor naar piscivoor) blijkt volgens Ivanova (1988) essentieel om het verlies van energie door de maturatie te herstellen. Gesprekken met vissers wijzen inderdaad in de richting van een grote sterfte in 1990. Schaefer et al. (1981) onderzochten postspawning mortality bij *Osmerus mordax*. Zij wijten de sterfte aan 'temperature stress' en bijkomende gevoeligheid voor infecties. Vooral de mannetjes zouden hiervan het slachtoffer worden. Dit kan tevens een verklaring zijn voor een laag aantal tweejarige mannetjes in de vangst.

Uit de Fulton-index in figuur 3.11 blijkt dat het gemiddelde gewicht van de spiering over het geheel genomen sneller afneemt dan de lengte. Dit gewichtsverlies zal waarschijnlijk bestaan uit verlies aan hom (mannetjes) of eitjes (vrouwtjes). Voor de vrouwtjes wordt dit bevestigd door figuur 3.18 en 3.19. In figuur 4.3 is dezelfde index gegeven voor 1983. Deze is berekend met de gemiddelde lengtes 9, 8 en 7 cm. en de lengte-gewichtsrelaties gegeven in van der Schaft (1984). Voor de vrouwtjes heeft de index ongeveer dezelfde waarde, maar er vindt een toename plaats in plaats van een afname. De index voor de mannetjes is veel hoger en hier is een onwaarschijnlijk snelle toename te zien. Hier moet een fout zitten in de berekende lengte-gewicht relatie van Van der Schaft (1984).

Fulton index 1983, during spawning

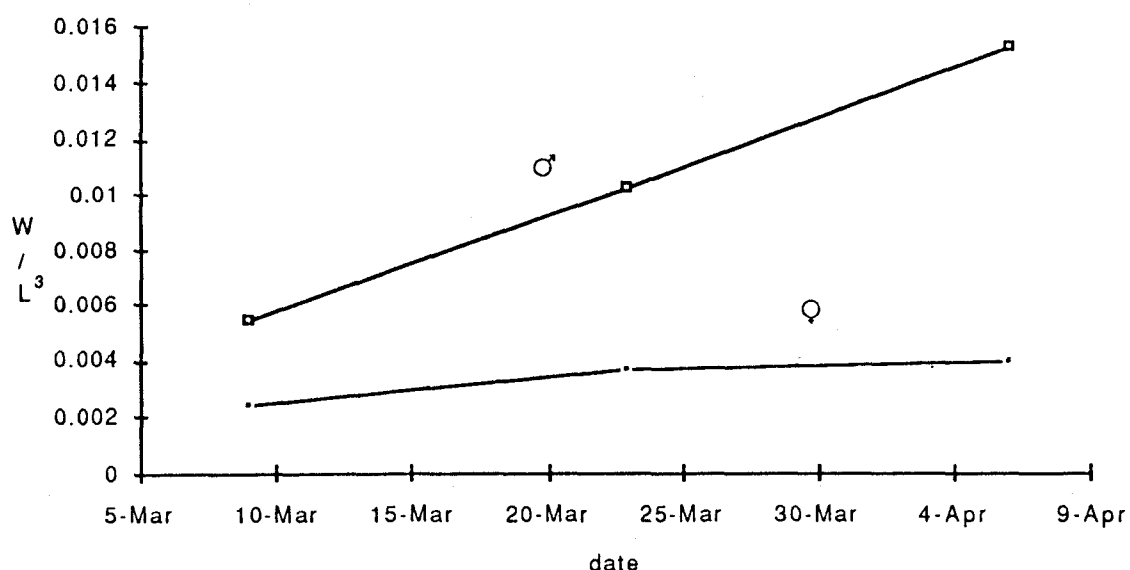


Figure 4.3: Fulton-index 1983 for male and female smelt. After van der Schaft (1984)

Verloop van de sexratio.

Bij de pinda's wordt een afname van het percentage mannetjes waargenomen. Dit is een normatief verschijnsel op de paaigronden. In de literatuur wordt echter ook steeds weer een toename gevonden van dit percentage aan het einde van de paaiperiode. Dat deze toename in dit onderzoek uitbleef kan veroorzaakt zijn door het uitzonderlijk korte paaizeizoen. Hierdoor kan het verloop van de sexratio afwijkend zijn geweest. Een andere verklaring is dat de mannetjes in het begin van het seizoen "op" gevestigd zijn, in dit geval is er dus sprake van een zeer hoge visserijdruk. In het Markermeer stijgt het percentage mannetjes weer de laatste dag. Dit zou een begin kunnen zijn van een verdere stijging van de sexratio zoals ook in andere onderzoeken van paaipopulaties bleek. Wellicht is dit een aanwijzing dat de visserijdruk in het Markermeer lager is. Daarnaast moet gerealiseerd worden dat het hier de sexratio in de monsters uit de visserij betreft. Een vergelijking met gegevens uit een paaipopulatie zal dus niet altijd op gaan. Mannetjes vertonen tijdens de paai waarschijnlijk een grotere activiteit dan de vrouwtjes (van der Schaft, 1984). Hierdoor wordt de vangbaarheid verhoogt. Het is dus goed mogelijk dat via de visserij-monsters het percentage mannetjes op de paaigrond overschat wordt.

Het is bekend dat spiering vrouwtjes ouder worden dan mannetjes (Belyanina, 1969). In oudere leeftijdsklassen worden dan ook meer vrouwtjes gevonden. In het Markermeer ligt het percentage mannetjes aanmerkelijk hoger dan in het IJsselmeer. De grootste dieren

werden telkens in het IJsselmeer gevangen. Het lijkt er dus op dat het Markermeer minder survivors kent.

4.2 Omvang van de visserij

De lage aanvoer van de afgelopen twee jaar werden voornamelijk veroorzaakt door de lage prijs voor spiering en waren niet zo zeer het gevolg van lage vangsten op zich. In het Markermeer stijgt de CPUE weer als het visserijseizoen gesloten wordt. In figuur 3.9 is een lengte toename te zien op de allerlaatste dag van de periode voor zowel de jaarlingen als de meerjarigen. Dit wijst op een weer toenemende paaitrek. De gegevens van de laatste monsterdag hebben alleen betrekking op monsterplaats 6, de Gouwzee. Uit gesprekken met de vissers bleek echter dat ook op andere plaatsen in het Markermeer weer meer gevangen werd. Het was daarom aan te raden geweest, wat de spiering betreft de visserij op 3 april nog niet stop te zetten.

De gevonden 'Total effort' is erg laag. De vissers vissen met meer fuiken dan uit de 'Total Effort' berekend wordt. Een grote onzekerheid in de schatting is het aantal fuik -dagen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat er niet alle vissers hebben deelgenomen aan de spieringvangst. Uit gesprekken bleek o.a. dat velen niet alle 16 visdagen gevist hebben.

4.3 Invloed van de visserij

De stijging van het percentage uitgepaaide vrouwtjes is in tegenspraak met de in de literatuur vermelde korte verblijftijd van de vrouwtjes op de paaigrond. Dit is een opmerkelijk feit. Of hier sprake is van een afwijkend gedrag of van verkeerde aannames in het verleden is niet duidelijk.

In de vangsten blijkt het percentage mannetjes over het algemeen hoog. Als het percentage vrouwtjes toe gaat nemen, neemt ook het percentage uitgepaaide vrouwtjes toe. De invloed van de visserij in de vorm van onttrekking van eitjes lijkt daarom op het eerste gezicht gering. Ook de omrekeningen geven de indruk dat het aantal onttrokken eitjes gering is, de genomen overleving is extreem hoog. In werkelijkheid vertegenwoordigen de eitjes waarschijnlijk nog een veel kleinere hoeveelheid vis. Niet alleen door het wegvissen van rijpe vrouwtjes echter gaan eitjes verloren. Er blijken veel eitjes afgezet te worden op de fuiken. Deze zullen voor het merendeel bij het schoonmaken van de fuiken weer in het water belanden. Welke overlevingskans ze dan hebben moet verder onderzoek uitwijzen. Door onderzoek onder water zou gekeken kunnen worden hoeveel eitjes

werkelijk afgezet worden op de dijken. Uiteindelijk zal het dan mogelijk zijn een exploitatie-verhouding te berekenen. Aantal 'geogste' eitjes gedeeld door aantal geproduceerde eitjes: $N_{egg,Y} / N_{egg, total}$. Uit literatuur blijkt (Rupp, 1966) dat een verlaging van de ei-dichtheid tot op zekere hoogte ook in het voordeel van de populatie kan werken. De overleving bleek dan namelijk veel hoger.

4.4. CONCLUSIES

Samenvattend kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het lengte verloop in de vangst komt overeen met de resultaten van andere onderzoeken in de paaitijd van spiering.
- Het aantal tweejarige spieringen van de standpopulatie in het IJsselmeer is afgenomen in vergelijking met onderzoeken uit 1983 en 1989.
- De sexratio volgt aanvankelijk het normale beeld, een stijging van het percentage mannetjes blijft in het IJsselmeer echter uit. In het Markermeer zijn er wel aanwijzingen voor een stijging.
- Vrouwtjes blijven langer op de paaigronden dan één nacht.
- Direkte onttrekking van eitjes door de visserij lijkt gering.
Dit is een gevolg van het hoge percentage mannetjes in de vangst.

5. LITERATUUR

- Belyanina, T.N. 1969.
Synopsis of biological data on smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) 1758.
FAO Fisheries Synopsis 78.
- Buijse, A.D. et al. 1990.
ICES Poster C.M. 1990/L: 71
- Hutchinson, P. & D.H. Mills 1987.
Characteristics of spawning-run smelt, *Osmerus eperlanus* (L.), from a Scottish river, with recommendations for their conservation and management 18: 249-258.
- Ivanova, M.N. & V.M. Volodin 1981
Variability in rate of sexual maturation in freshwater populations of the smelt, *Osmerus eperlanus*. J. Ichthyol. 21: 28-37.
- Ivanova, M.N. 1982.
The influence of environmental conditions on the population dynamics of smelt, *Osmerus eperlanus*. J. Ichthyol. 22: 45-51.
- Ivanova, M.N. 1988.
On the duration of the life span of smelt, *Osmerus eperlanus*.
J. Ichthyol. 28: 115- 118.
- Lillelund, K. 1961.
Untersuchungen über die Biologie und Populationsdynamik des Stintes. Archiv für Fischereiwissenschaft 12, Beiheft 1: 1-128.
- Nellbring, S. 1989.
The ecology of smelts (genus *Osmerus*): a literature review.
Nordic. J. Freshw. Res. 65: 116-145.
- Rupp, R.S. 1965.
Shore-spawning and survival of eggs of the American smelt. Transactions of the American Fisheries Society 94, No. 2: 160-168.
- Rupp, R.S. & M.A. Redmond 1966.
Transfer studies of ecologic and genetic variation in the American smelt. Ecology 47, No 2: 253-259.
- Schaap, L. A. 1990.
IJsselmeer - spieringvisserij. Onze zoetwatervisserij 83, 3: 8-10.
- Schaft, M. van der 1984.
De paaipopulatie van de spiering, *Osmerus eperlanus*, bij Lemmer in het voorjaar van 1983. Landbouwwuniversiteit Wageningen. Limnologisch Instituut. LI-studentenverslag 1984-2. 46pp.