RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: Biologisch Onderzoek Zoetwatervisserij - Aal.

Rapport: ZA 81-01.

ONDERZOEK NAAR DE KONDITIEFACTOR, GESLACHTSVERHOUDING, VETGEHALTE EN GEWICHT VAN RODE AAL IN ENIGE ZOETE EN ZOUTE NEDERLANDSE WATEREN.

Auteur: W. Heermans.
J.A. van Willigen.

Project: 4-7041

Projectleider: Dr. C.L. Deelder.

Datum van verschijnen: oktober 1981.

Inhoud:

I -Samenvatting
II -Inleiding
III -Methode
IV -Uitkomsten betreffende de geslachtsbepalingen
V -Uitkomsten betreffende de konditiefactoren
VI -Uitkomsten betreffende de vetgehaltebepalingen
VII -Uitkomsten betreffende de gewichtsbepalingen
VIII -Conclusies

DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.

2292626

Dit onderzoek werd mede mogelijk dank zij de welwillende medewerking van beroepsaalvissers van de diverse wateren en de afdeling Technisch Onderzoek van het RIVO voor wat betreft het verkrijgen van de aalmonsters.
Bijzonder gewaardeerd is de medewerking van de Chemische afdeling van het RIVO ten aanzien van de vetgehaltebepalingen.

ZA 81 - 01 ONDERZOEK NAAR KONDITIEFACTOR, GESLACHTSVERHOUDING, VETGEHALTE EN GEWICHT VAN RODE AAL IN ENIGE ZOETE EN ZOUTE NEDERLANDSE WATEREN.

I - SAMENVATTING.

Tijdens het aalvangstseizoen van 1980 zijn in tien Nederlandse binnenwateren, zowel zoet als zout, gedurende deze gehele periode monsters rode aal verzameld teneinde de konditiefactor, de geslachtsverdeling, het vetgehalte van het spierweefsel en het gewicht van deze dieren vast te kunnen stellen en deze per water te kunnen vergelijken.
Van alle wateren werd rode aal bemonsterd die met staanfuiken was gevangen. Uit de Waddenzee en het IJsselmeer werden bovendien aalmonsters verkregen van dieren gevangen met respectievelijk kubben en een sleepnet voorzien van electrische wekkers.
Bij de resultaten van dit onderzoek zijn ook die van overeenkomstige in 1978 en 1979 uitgevoerde onderzoeken betrokken, waardoor vergelijkingen tussen de resultaten van de drie jaren mogelijk zijn en gemiddelden van de jaren tezamen berekend konden worden.
In totaal werden tijdens de drie jaren van dit onderzoek ruim 8000 rode alen in de lengte van 30 t/m 34 cm onderzocht.
Wat de geslachtsverhouding betreft kwamen tussen de wateren onderling en van jaar tot jaar duidelijke verschillen aan het licht, waarbij zoet en zout water, alsmede vismethode en visplaats van invloed blijken te zijn.
Verder is vastgesteld dat de lengte waarbij het geslacht is vastgelegd, vooral bij de mannetjes, van jaar tot jaar nogal kan variëren.
Wat de konditiefactor betreft zijn er duidelijke verschillen tussen de wateren onderling. In zout water zijn de konditiefactoren lager dan in zoet water, terwijl in beide soorten water de mannetjes een hogere waarde hebben dan de vrouwtjes.
De konditiefactor van dieren waarvan het geslacht nog niet was vastgelegd zijn nogal wisselvallig en komen in zoet water gemiddeld overeen met die van de mannetjes en in zout water met die van de vrouwtjes.
De vetgehalten van het spierweefsel van de alen kunnen per water belangrijke verschillen vertonen. In tegenstelling tot eerdere conclusies zijn de vetgehalten gedurende het gehele vangstseizoen vrijwel constant. De vetgehalten van de vrouwtjes zijn belangrijk lager dan die van de mannetjes.
Bij de rode aal blijkt nu een duidelijk verband te bestaan tussen vetgehalte en konditiefactor; alleen bij alen uit zout water, waarvan het geslacht nog niet kon worden vastgesteld blijkt dit anders te zijn.

II - INLEIDING.

Als vervolg op de onderzoekingen naar de relatie tussen lengte, gewicht, geslachtsverdeling en vetgehalte bij rode aal (RIVO-rapporten ZA 79 - 01 en ZA 80 - 01), die in 1978 en 1979 werden verricht, werd ook in 1980 een dergelijk onderzoek uitgevoerd. Hiertoe werden tijdens het aalvangstseizoen in 1980 regelmatig in enige zoete en één zout water aalmonsters verzameld.
Aangezien de uitkomsten van de vetgehalten in 1979 sterke aanwijzingen opleverden dat deze bij mannetjes en vrouwtjes aanzienlijk kunnen verschillen, werden in 1980 de vetgehalten van de geslachten apart beschouwd.
In dit rapport zijn ook de resultaten vermeld aangaande het gemiddelde gewicht van de aal per centimetergroep.

Eén en ander maakt het mogelijk meer inzicht te verkrijgen betreffende de kwaliteit van aal, zowel per water als tussen wateren onderling en onze kennis over de aal in belangrijke mate te vergroten.

Ook worden een aantal gegevens besproken die in 1978 en 1979 zijn verzameld, teneinde de uitkomsten van de drie onderscheidene jaren overzichtelijk te kunnen vergelijken.

III - METHODE.

Het onderzoek werd verricht in de volgende wateren: Lauwersmeer, Veluwemeer, Wormer- en Jisperveld, Haringvliet, IJsselmeer, Fluessen, Dokkumerdiep, Waddenzee, Giethoornsemeer, Veersemeer en Grevelingen. De eerste vijf wateren zijn in 1978, 1979 en 1980 bemonsterd, de drie daaropvolgende tijdens twee jaren en de overige vier slechts tijdens één jaar. Van elk water werd aal verzameld die gevangen was met staanfuiken bij of langs oevers; in het noordelijk IJsselmeer bovendien met staanfuiken op de "Kreupel" (een ondiepte tussen Medemblik en Staveren) en door ons staanfuikaal-midden genoemd; in de Waddenzee met kubben; in IJsselmeer-zuid met hoekwant en in IJsselmeer-noord en zuid met een sleepnet voorzien van electrische wekkers, waarbij op verschillende vaste plaatsen werd bemonsterd. Een overzicht van de bemonsterde wateren, vistuigen en de jaren waarin dit gebeurde is weergeven in tabel I en figuur I.
In 1978 werden alen verzameld in de lengtegroep van 28 t/m 35 cm, terwijl in de laatste twee jaren de lengtegroep van 30 t/m 34 cm werd aangehouden, omdat vooral alen van die lengten vrijwel altijd in de vangst van beroepsvissers aanwezig zijn.
Voorzover de gegevens uit 1978 in dit rapport als vergelijking zijn gebruikt, werden deze aangepast en wel in die zin dat uitsluitend de gegevens zijn gebruikt van alen met een lengte van 30 t/m 34 cm.
Tijdens het onderzoek werden, voorzover mogelijk, van de wateren regelmatig ongeveer 50 alen verzameld en wel in de eerste twee jaren alleen in voor- en najaar en in 1980 gedurende het gehele vangstseizoen.
Ondanks dat de lengten van de aal in de monsters beperkt werden van 30 t/m 34 cm, bleek een aantal van ongeveer 50 exemplaren niet in alle gevallen voldoende te zijn om genoeg alen in elke centimetergroep te verkrijgen. Om dit bezwaar te ondervangen werd bij sommige bemonsteringen een groter aantal alen verzameld. Hoewel dit meestal een voldoende aantal in elke centimetergroep opleverde, leidde dit desondanks toch niet bij alle monsters tot het gewenste resultaat.
In de drie jaren van het onderzoek werden 213 aalmonsters verzameld, waarbij meer dan 8000 alen in de lengte van 30 t/m 34 cm werden onderzocht.
Van de verzamelde alen werden lengte, gewicht, vetgehalte en voorzover mogelijk het geslacht bepaald. Uit de lengte en het gewicht werd de konditiefactor berekend, waardoor het mogelijk is de lengte/gewicht relatie van de aal van verschillende wateren te vergelijken.
Deze zogenaamde konditiefactor (K. factor) wordt als volgt berekend:

$$K = \frac{100 \times \text{gewicht}}{\text{lengte}^3}$$ (gewicht in grammen, lengte in centimeters).

De geslachten werden bepaald aan de hand van visueel zichtbare kenmerken, terwijl bij twijfel een vraagteken werd genoteerd.
De vetbepalingen werden in duplo uitgevoerd door de Afdeling Chemisch Onderzoek van het RIVO volgens de methode Bligh and Dyer; de uitkomsten hebben betrekking op het totale vetgehalte (t.w. vrije en gebonden vetten), uitgedrukt in grammen per kilogram vleesgewicht. Ten behoeve van deze vetbepalingen werd in 1979 van elk monster bij 10 willekeurig gekozen exemplaren, verdeeld over de 5 centimetergroepen, 5 gram vlees verzameld; dus zonder huid, graten e.d.

In 1980 werd op gelijke wijze gehandeld, echter met dit verschil dat onderscheid werd gemaakt tussen mannetjes, vrouwtjes en alen waarvan het geslacht niet kon worden vastgesteld en werden voor elk van deze categorieën 10 exemplaren verzameld verdeeld over de 5 centimetergroepen. Omdat bij veel monsters niet altijd, of in onvoldoende mate, de beide geslachten of vraagtekens aanwezig waren, werd voor een categorie soms volstaan met minder dan 10, maar nooit minder dan 5 exemplaren.
In verband met het beperkt houden van het aantal vetgehaltebepalingen, dit naar aanleiding van beschikbare tijd, werd in 1980 alleen bij de aal uit het IJsselmeer zowel van de beide geslachten als van de vraagtekens het vetgehalte bepaald. Van de aal uit de andere wateren gebeurde dit alleen voor beide geslachten; slechts indien hiervan één of beide niet aanwezig waren, werd van de vraagtekens een vetbepaling uitgevoerd.

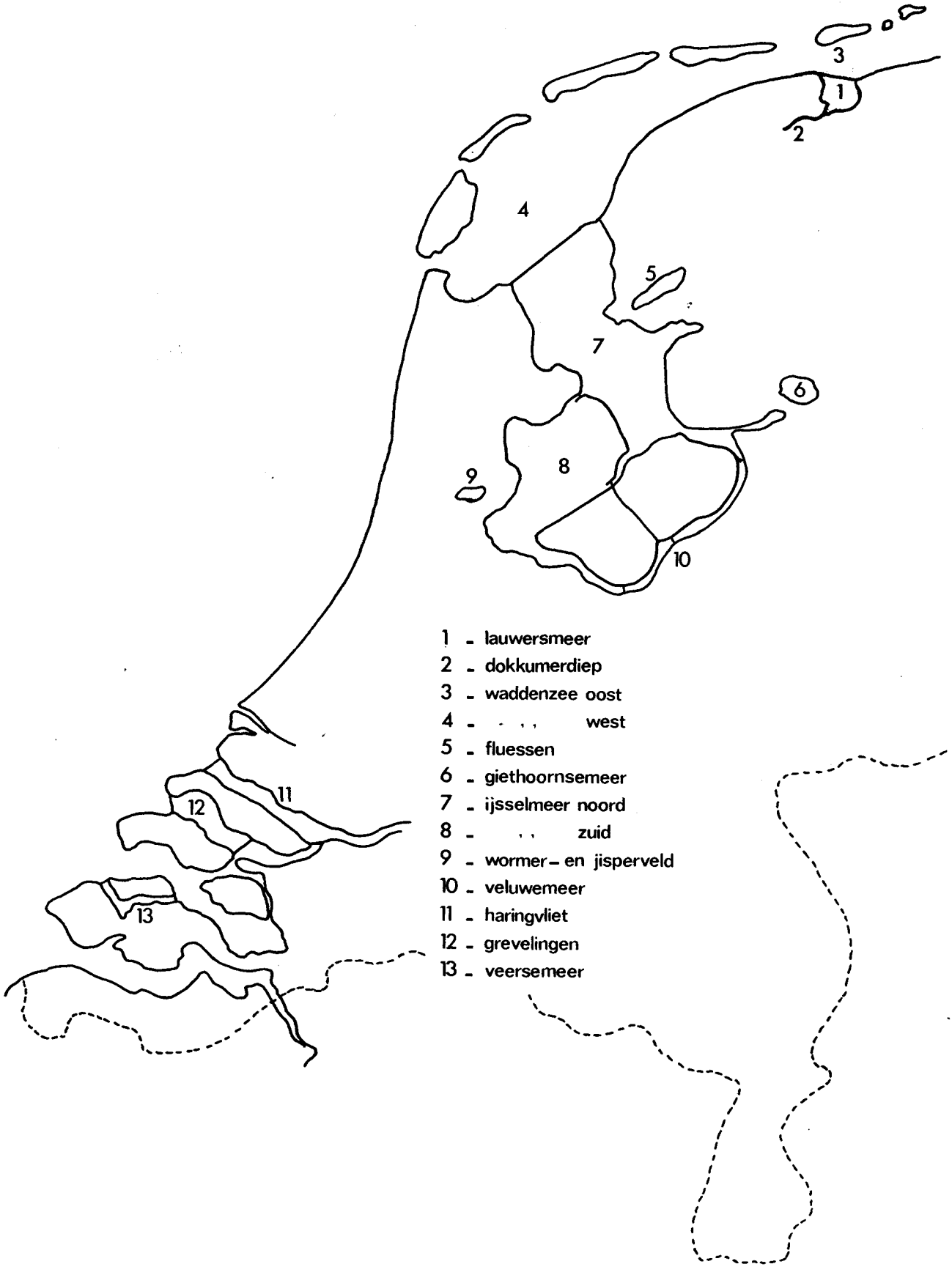
Tabel I

Overzicht van de bemonsterde wateren en vistuigen.

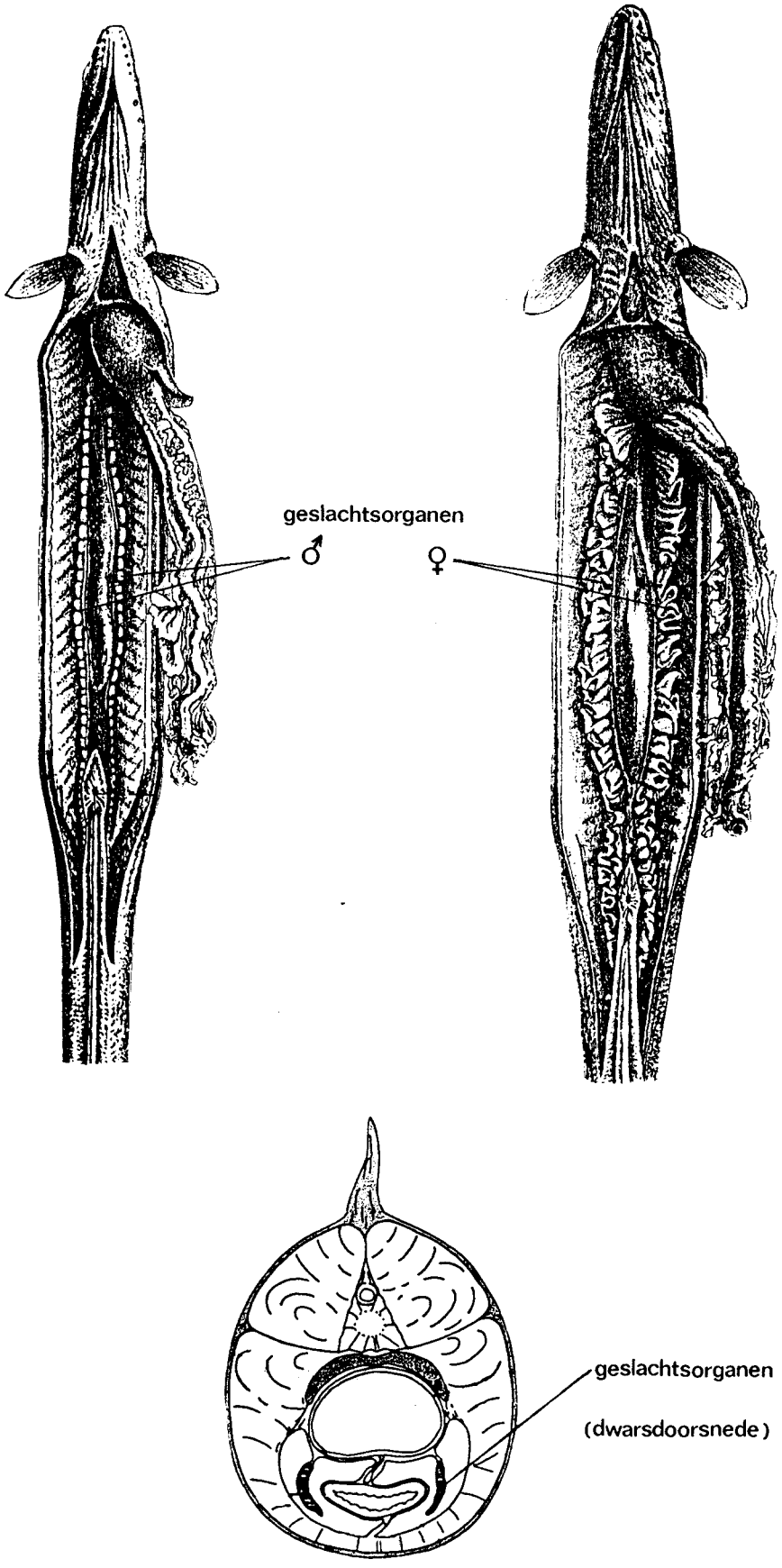
water	vistuig	jaar waarin werd bemonsterd
IJsselmeer noord	fuik	'78 -'79- '80
" "	fuik-midden	'78 -'79
" "	schietfuik 1)	'78
" "	hoekwant 2)	'78
" "	kist 1)	'78
" "	electrisch sleepnet	'80
IJsselmeer zuid (markerwaard)	fuik	'78 -'79
" "	schietfuik 1)	'78
" "	kist 1)	'78
" "	hoekwant 2)	'78 -'79
" "	electrisch sleepnet	'80
Lauwersmeer	fuik	'78 -'79 -'80
"	schietfuik 1)	'78
Fluessen	fuik	'78 -'79
Dokkumerdiep	fuik	'79 -'80
Giethoornsemeer	fuik	'79
Veluwemeer	fuik	'78 -'79 -'80
Wormer- en Jisperveld	fuik	'78 -'79 -'80
Haringvliet	fuik	'78 -'79 -'80
Grevelingen	fuik	'78
Veerse Meer	fuik	'79
Waddenzee	fuik	'78 -'79 -'80
"	kubben	'80

1) zie RIVO-rapport 79 - 01.
2) zie RIVO-rapport 79 - 01 en 80 - 01.

overzicht van de bemonsterde wateren figuur I



geslachtsorganen van de aal figuur II



IV - Resultaten betreffende de geslachtsbepalingen.

Bij het onderzoek naar het geslacht met behulp van visuele kenmerken (zie fig. II en III) is een stadium te onderscheiden waarbij het geslacht nog niet is vast te stellen. Dit stadium wordt door ons, zoals eerder opgemerkt, een vraagteken genoemd.

Figuur III Geslachtsorganen van aal.



mannelijk vrouwelijk vraagteken

In tabel II is een overzicht weergegeven van de verdeling van de geslachten van staanfuikaal voor zeven in 1978 en 1979 en zes in 1980 onderzochte zoete wateren.
Bij het bestuderen van deze tabel dient het volgende in aanmerking te worden genomen. In de jaren 1978 en 1979 zijn de alen verzameld in de perioden van half april tot begin juni en van begin augustus tot half september, terwijl dit in 1980 gedurende het gehele vangstseizoen werd gedaan. Om een vergelijking van de drie jaren mogelijk te maken zijn in tabel II niet alleen de resultaten voor 1980 van het gehele vangstseizoen vermeld, maar eveneens van dit jaar de resultaten van de vergelijkbare perioden van 1978 en 1979; t.w. voor- en najaar.
Zoals uit de tabel blijkt heeft de periode waarin de alen verzameld zijn, weinig invloed op de seizoenresultaten van de geslachtsverdeling.
Uit de tabel valt eveneens af te leiden dat de percentages van de mannetjes en de vraagtekens die zich in 1979 al in geringe mate wijzigden vergeleken met die van 1978, in 1980 aanzienlijk zijn veranderd, dit in tegenstelling tot de vrouwtjes waarvan het percentage tijdens alle jaren ongeveer 25% bedroeg.
Teneinde hierover meer duidelijkheid te verkrijgen zijn tabel III en grafiek I samengesteld, waarin de verdeling van de geslachten van dezelfde wateren van tabel II is weergegeven, maar nu verdeeld naar centimetergroepen.
In deze tabel en grafiek kan voor alle drie de jaren eenzelfde verloop geconstateerd worden ten aanzien van het toenemen van het aantal mannetjes en vrouwtjes en het afnemen van het aantal vraagtekens, naarmate de alen langer zijn.
Het merkwaardige is echter dat de percentages in 1980 op een geheel ander niveau liggen dan in de beide voorgaande jaren en vastgesteld kan worden dat van de alen in 1980, in tegenstelling tot de jaren daarvoor, in belangrijke mate eerst bij een grotere lengte het geslacht bepaald kon worden. Het zal duidelijk zijn dat het aantal vraagtekens hierdoor toegenomen is.
In tabel IV zijn de procentuele geslachtsverdelingen per water afzonderlijk weergegeven. Wat de zoete wateren betreft kan opgemerkt worden dat in alle wateren in 1980 het percentage mannetjes afgenomen en dat van de vraagtekens toegenomen is.
Hoewel het beeld bij de vrouwtjes niet gelijkmatig is, kan vastgesteld worden dat hier geen verschuivingen van grote betekenis zijn opgetreden.
Opmerkelijk zijn de lage percentages vrouwtjes bij de aal die met het electrische sleepnet in het noordelijk IJsselmeer zijn gevangen.
Deze niet langs oevers gevangen aal, vertoont wat betreft het percentage vrouwtjes veel overeenkomst met die van de fuikaal die in 1978 en 1979 in het midden van het IJsselmeer op de "Kreupel" werd gevangen.

De in het zuidelijk IJsselmeer eveneens electrisch gevangen aal laat een geheel ander beeld zien, waarbij opvalt dat hier het percentage mannetjes het hoogst is van alle in 1980 onderzochte wateren.
Wat de monsters betreft die in de zoute wateren zijn verzameld laten de cijfers in tabel IV duidelijk zien dat het percentage vrouwtjes in deze wateren in de meeste gevallen aanzienlijk hoger ligt dan in de zoete wateren en zelfs bij met kubben gevangen aal vrijwel 100% bedraagt.
In dit verband moet nog opgemerkt worden dat bij aal die in de Waddenzee werd gevangen; in 1978 bij de sluizen van de Afsluitdijk in en 1980 bij de sluizen van Lauwersoog, relatief meer mannetjes en vraagtekens aanwezig zijn. Vermoedelijk vindt een uitwisseling plaats van aal tussen het binnen- en buitenwater onderling, waardoor in de Waddenzee aldaar de kans op mannetjes en vraagtekens groter is.
In tabel V is van alle zoute wateren afzonderlijk de geslachtsverdeling van de aal per centimetergroep weergegeven.
Vastgesteld kan worden dat de percentages van de mannetjes en de vraagtekens een nogal wisselvalling beeld vertonen, terwijl de percentages van de vrouwtjes in alle gevallen hoog zijn en een tendens hebben hoger te worden naarmate de alen langer zijn.
Resumerend kan vastgesteld worden dat in zoute wateren het aalbestand voornamelijk uit vrouwtjes bestaat terwijl in de meeste zoete wateren de beide geslachten behoorlijk zijn vertegenwoordigd, waarbij in de meeste zoete wateren het percentage mannetjes hoger is dan van de vrouwtjes.
De geslachtelijke samenstelling van een aalbestand in een water kan bovendien van jaar tot jaar sterk uiteenlopen. De indruk bestaat bovendien dat in het midden van zoete wateren vooral de mannetjes in de meerderheid zijn.
De in het vorig rapport (ZA 80 - 01) geconstateerde teruggang van het aantal mannetjes na een lengte van 32 cm, is in 1980 niet opgetreden (zie tabel III). Wellicht staat dit in verband met het reeds eerder opgemerkte verschijnsel dat de alen in 1980 bij een grotere lengte een definitief geslacht aannamen.

Tabel II Procentuele geslachtsverdeling van rode staanfuikaal van 30 t/m 34 cm, voor in 1978, 1979 en 1980 bemonsterde zoete wateren.

	mannetjes		vrouwtjes		vraagtekens		totaal
	aantal	%	aantal	%	aantal	%	aantal
1978[1])	482	65	202	27	59	8	743
1979[1])	448	59	168	22	148	19	764
1980[1])	184	20	225	25	492	55	901
1980[2])	297	21	385	27	747	52	1429
Totaal[1])	1114	46	595	25	699	29	2408
Totaal[3])	1227	42	755	26	954	33	2936

[1]) voor- en najaar.
[2]) gehele vangstseizoen.
[3]) 1978 en 1979 als [1]) en 1980 als [2]).

Tabel III Procentuele geslachtsverdeling per centimeter van rode staanfuikaal van 30 t/m 34 cm, voor in 1978, 1979 en 1980 bemonsterde zoete wateren.

		30 cm	31 cm	32 cm	33 cm	34 cm
Mannetjes	1978	62%	68%	70%	61%	60%
	1979	55	56	62	63	59
	1980	19	15	22	24	32
Vrouwtjes	1978	23	23	25	37	35
	1979	18	21	22	23	28
	1980	19	27	26	36	34
Vraagtekens	1978	15	9	5	2	5
	1979	28	23	16	15	12
	1980	63	58	53	40	34

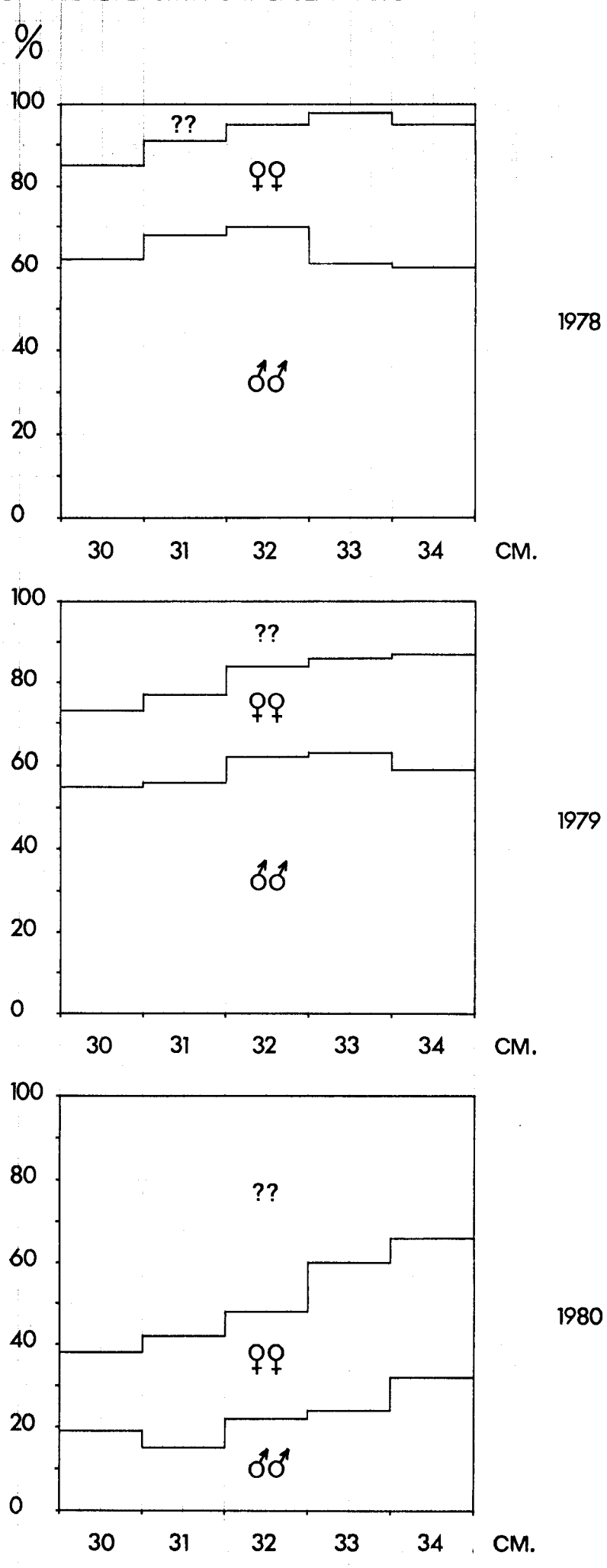
Tabel IV Procentuele geslachtsverdeling van rode staanfuikaal (tenzij anders vermeld) van 30 t/m 34 cm.

Vangstplaats	mannetjes			vrouwtjes			vraagtekens		
zoet water:	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Lauwersmeer	87	76	23	9	3	16	4	21	61
Veluwemeer	37	51	16	50	45	25	13	4	59
Wormer- en Jisperveld	36	41	17	51	26	41	13	33	42
Haringvliet	56	28	14	40	36	23	5	36	63
IJsselmeer noord, Afsluitdijk	78	73	31	13	17	25	9	10	45
" " , midden	94	83	--	3	2	--	4	15	--
" " , (electrisch)	--	--	30	--	--	8	--	--	62
" " , (electrisch)	--	--	27	--	--	6	--	--	67
IJsselmeer zuid (hoekwant)	74	66	--	23	22	--	3	12	--
" "	82	68	--	13	13	--	5	19	--
" " (electrisch)	--	--	43	--	--	11	--	--	46
" " (electrisch)	--	--	35	--	--	30	--	--	34
Fluessen	60	52	--	29	45	--	11	3	--
Dokkumerdiep	--	51	14	--	15	26	--	34	60
Giethoornsemeer	--	27	--	--	67	--	--	6	--
zout water:									
Waddenzee, Afsluitdijk	23	--	7	74	--	82	2	--	11
" , Lauwersoog	--	--	8	--	--	39	--	--	53
" , zuid (kubben)	--	--	0	--	--	97	--	--	3
Veersemeer	--	9	--	--	88	--	--	3	--
Grevelingen	2	--	--	91	--	--	8	--	--

Tabel V Verdeling per centimeter van de geslachten van rode fuik- en kubaal uit zoute wateren. Gevangen in 1978 t/m 1980.

		30 cm		31 cm		32 cm		33 cm		34 cm	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Waddenzee fuik	?	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0
Afsluitdijk	♀	12	67	12	71	21	72	18	86	4	80
1978	♂	6	33	3	18	8	28	3	14	1	20
Waddenzee fuik	?	10	25	6	13	3	6	5	14	0	0
Afsluitdijk	♀	28	70	36	78	44	86	27	77	37	97
1980	♂	2	5	4	9	4	8	3	9	1	3
Waddenzee fuik	?	26	55	28	61	27	52	17	44	15	54
Lauwersoog	♀	18	38	14	30	21	40	19	49	11	39
1980	♂	3	6	4	9	4	8	3	8	2	7
Veersemeer	?	1	6	2	12	0	0	0	0	0	0
fuik	♀	12	67	13	76	20	95	17	100	18	100
1979	♂	5	28	2	12	1	5	0	0	0	0
Grevelingen	?	0	0	0	0	2	14	2	12	0	0
fuik	♀	1	100	4	100	11	79	15	88	17	100
1978	♂	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0
Waddenzee	?	1	4	2	9	0	0	1	3	0	0
kubben	♀	27	96	21	91	28	100	31	97	32	100
1980	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PROCENTUELE GESLACHTSVERDELING PER CENTIMETERGROEP NAAR GEGEVENS VAN TABEL II . grafiek I



V - UITKOMSTEN BETREFFENDE DE KONDITIEFACTOREN.

Teneinde inzicht te verkrijgen in de lengte/gewicht relatie van de aal, is gebruik gemaakt van de K. factor (zie hoofdstuk III), waardoor het mogelijk wordt om aal van verschillende wateren te kunnen vergelijken.
In tabel VI zijn de gemiddelde K. factoren weergegeven van de in 1978 t/m 1980 bemonsterde rode aal uit een aantal zoete en zoute wateren in de lengteklasse van 30 t/m 34 cm.
Bij het bestuderen van deze tabel valt op dat in de meeste wateren de K. factoren van de mannetjes groter zijn dan die van de vrouwtjes.
Opvallend zijn de hoge waarden bij de aal die met het electrische sleepnet in het IJsselmeer werd gevangen; dit in tegenstelling tot de aal uit de staanfuiken aldaar gevangen.
Aangezien tabel VI zich niet goed leent om K. factoren van aal uit verschillende wateren en per geslacht onderling te vergelijken zijn tabel VII en grafiek II samengesteld. Hierin zijn van een aantal zoete wateren de gemiddelde K. factoren van langs oevers gevangen staanfuikaal vermeld die betrekking hebben op bemonsteringen van 1978 t/m 1980. Bovendien zijn de gemiddelden vermeld van alle monsters aal die gedurende die drie jaren zijn verzameld in zowel zout als zoet water.
Het valt op dat bij deze K. factoren verschillen tussen de wateren onderling aanwezig zijn en dat een hoge waarde bij de mannetjes niet betekent dat deze automatisch bij de vrouwtjes ook relatief hoog is.
Bij de vraagtekens is weinig verband te constateren ten opzichte van de beide geslachten.
Indien de totaal gemiddelde K. factoren van de beide geslachten met elkaar worden vergeleken blijkt een gelijk verschil aanwezig te zijn van 0,009; zoals onderstaand overzicht aantoont is dit zowel voor zoet als zout water het geval (gegevens tabel VII):

	mannetjes	vrouwtjes	verschil
zoet water, alle vistuigen	0,162	0,153	0,009
zout water, alle vistuigen	0,159	0,150	0,009
verschil	0,003	0,003	

Een eveneens gelijk verschil, van 0,003 is te constateren bij de mannetjes en vrouwtjes uit zoet en zout water; merkwaardig is dat dit niet geldt voor de vraagtekens en de totaal gemiddelde waarden.
De gemiddelde K. factor van de vraagtekens komt in zoet water vrijwel overeen met die van de mannetjes, in zout water daarentegen juist met de vrouwtjes. De opmerkelijk lage totaal gemiddelde K. factor in zout water wordt dan ook veroorzaakt door de lage waarde van de vraagtekens en van de vele vrouwtjes in de monsters. Resumerend kan vastgesteld worden dat de K. factor van aal bij de mannetjes groter is dan bij de vrouwtjes en dat deze waarden in zout water bij beide geslachten iets geringer zijn dan in zoet water.
De totaal gemiddelde K. factor (dus van alle mannetjes, vrouwtjes en vraagtekens samen) in zout water is aanmerkelijk kleiner dan in zoet water. Een en ander betekent dat bij gelijke lengte de mannelijke aal gemiddeld enkele grammen zwaarder is dan vrouwelijke en dat aal uit zoet water bij gelijke lengte meer weegt dan aal uit zout water.

Tabel VI Gemiddelde konditiefactoren van rode aal gevangen met fuiken, tenzij anders vermeld, in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm.

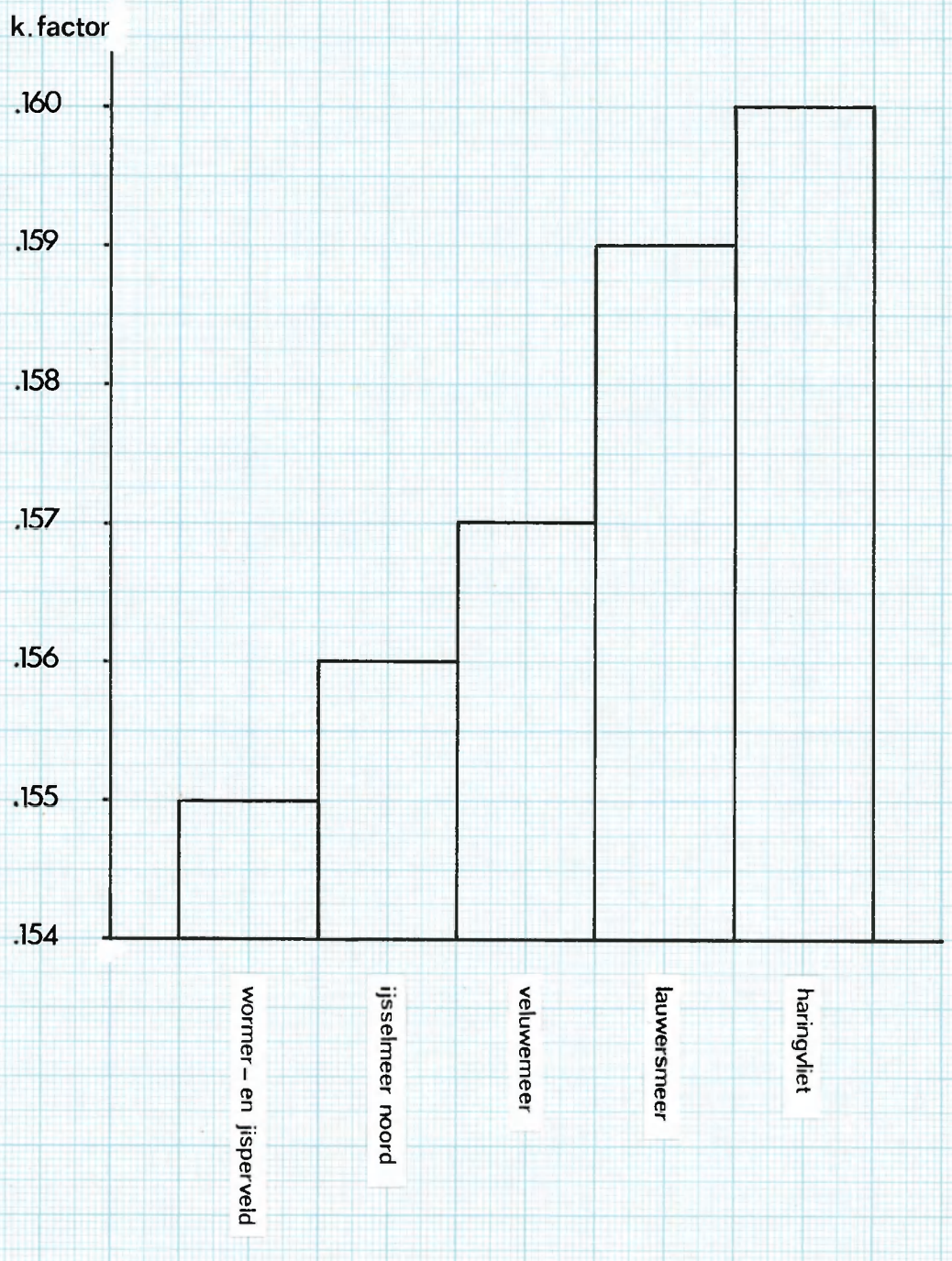
Vangstplaats	mannetjes			vrouwtjes			vraagtekens			man + vrouw + ?		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1978	1979	1980	1978	1979	1980
Zoet water												
Lauwersmeer	0,167	0,157	0,164	0,161	4 ex.	0,158	5 ex.	0,156	0,155	0,166	0,157	0,158
Veluwemeer	0,161	0,163	0,170	0,147	0,155	0,153	0,154	3 ex.	0,158	0,153	0,160	0,158
Wormer- en Jisperveld	0,150	0,156	0,159	0,147	0,151	0,154	0,179	0,154	0,155	0,152	0,154	0,155
Haringvliet	0,159	0,162	0,171	0,153	0,136	0,154	5 ex.	0,171	0,165	0,157	0,156	0,163
IJsselmeer noord	0,157	0,155	0,165	0,149	0,149	0,153	7 ex.	0,144	0,156	0,155	0,153	0,158
IJsselmeer noord midden	0,151	0,152	-	1 ex.	1 ex.	-	3 ex.	0.143	-	0,149	0,150	-
IJsselmeer noord (electr.)	-	-	0,181	-	-	0,165	-	-	0,168	-	-	0,172
IJsselmeer noord (electr.)	-	-	0.168	-	-	0,158	-	-	0,165	-	-	0,165
IJsselmeer zuid (hoekwant)	0,166	0,159	-	0,169	0,155	-	4 ex.	0,150	-	0,166	0,157	-
IJsselmeer zuid	0,154	0,153	-	0,136	0,134	-	4 ex.	0,149	-	0,152	0,150	-
IJsselmeer zuid (electr.)	-	-	0,170	-	-	0,163	-	-	0,160	-	-	0,165
IJsselmeer zuid (electr.)	-	-	0,159	-	-	0,166	-	-	0,162	-	-	0,162
Fluessen	0,171	0,162	-	0,164	0,154	-	8 ex.	2 ex.	-	0,167	0,158	-
Dokkumerdiep	-	0,166	0,174	-	0,153	0,154	-	0,163	0,160	-	0,163	0,161
Giethoornsemeer	-	0,164	-	-	0,153	-	-	6 ex.	-	-	0,155	-
Zout water												
Waddenzee west	0,154	-	0,172	0,155	-	0,157	2 ex.	-	0,145	0,154	-	0,157
Waddenzee oost	-	-	0,165	-	-	0,157	-	-	0,150	-	-	0,154
Waddenzee west (kubben)	-	-	0 ex.	-	-	0,141	-	-	4 ex.	-	-	0,141
Veersemeer	-	8 ex.	-	-	0,136	-	-	3 ex.	-	-	0,137	-
Grevelingen	1 ex.	-	-	0,149	-	-	4 ex.	-	-	0,151	-	-

Tabel VII Gemiddelde konditiefactoren van rode aal van de jaren 1978 t/m 1980, in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm.

Staanfuikaal gevangen langs oevers en regelmatig bemonsterd	mannetjes	vrouwtjes	vraagtekens	totaal gem.
Lauwersmeer	0,163	0,158	0,155	0,159
Veluwemeer	0,163	0,151	0,157	0,157
Wormer- en Jisperveld	0,156	0,152	0,157	0,155
Haringvliet	0,163	0,148	0,166	0,160
IJsselmeer noord	0,159	0,152	0,154	0,156
Gemiddeld	0,161	0,152	0,158	0,157
Gem. zoet water	0,162	0,153	0,160	0,159
Gem. zout water	0,159	0,150	0,149	0,150

grafiek II

gemiddelde konditiefactoren van rode staanfuikaal van de in 1978 t/m 1980 bemonsterde zoete wateren (30 t/m 34 cm.), man, vrouw en vraagteken tesamen.



VI - UITKOMSTEN BETREFFENDE DE VETGEHALTEBEPALINGEN.

De vetgehaltebepalingen van aalspierweefsel zijn bij dit onderzoek niet, zoals in 1979, bepaald aan mengmonsters waarbij geen onderscheid werd gemaakt ten aanzien van het geslacht, maar aan monsters aal waarvan het geslacht vastgesteld was. Daardoor zijn zowel van de beide geslachten als van de aal waarvan het geslacht niet kon worden bepaald vetgehaltebepalingen bekend geworden.
In verband met de beschikbare tijd zijn van de meeste monsters aal alleen vetgehalten bepaald van de mannetjes en de vrouwtjes; wanneer echter één of beide geslachten niet of in onvoldoende mate aanwezig waren, werden ook de vraagtekens bij het onderzoek betrokken. Een uitzondering vormden de alen van het IJsselmeer; hierbij werd niet alleen van de beide geslachten, maar ook van de vraagtekens het vetgehalte bepaald.
In tabel VIII A - C zijn de resultaten van de vetgehaltebepalingen per maand weergegeven. In deze tabel valt het grote verschil op tussen mannetjes en vrouwtjes, zowel in zoet als zout water. Hoewel van het zoute water bij de mannetjes slechts twee monsters voorhanden zijn, kan worden opgemerkt dat de vetgehalten van deze aal ongeveer overeenkomen met die van aal uit de zoete wateren; ook bij de vrouwtjes is dit het geval.
De vetgehalten bij de vraagtekens uit zowel de zoete als de zoute wateren komen over het algemeen overeen met die van de mannetjes.
Een opmerkelijk verschil is dat zowel bij de beide geslachten als de vraagtekens het vetgehalte gedurende het gehele seizoen, van maart tot november, een vrijwel constant niveau vertoont. Dit is in tegenspraak met hetgeen geconstateerd is in het vorige RIVO-rapport (ZA 80 - 01) waarin werd vermeld dat het vetgehalte gedurende het betreffend seizoen geleidelijk afnam.
Voor deze afname kon indertijd geen verklaring worden gevonden, doch naar aanleiding van de bij dit onderzoek gevonden resultaten, wat betreft de grote verschillen in vetgehalten tussen mannetjes en vrouwtjes, is die afname in 1979 als volgt te verklaren.
De bepalingen in 1979 werden, zoals gezegd, verricht aan mengmonsters, dus zonder dat daarbij onderscheid naar geslacht werd gemaakt. Hierdoor werden gemiddelde waarden verkregen die uiteraard werden beïnvloed door de percentages waarin de geslachten in die monsters voorkwamen. In een monster waarin bijvoorbeeld veel vrouwtjes voorkwamen, zal het vetgehalte van de aal lager uitvallen dan bij een monster waarbij dit niet het geval is.
Dat het percentage vrouwtjes inderdaad het vetgehalte heeft beïnvloed valt af te leiden uit tabel IX. Hierin staan de vetgehalten van de aal uit 1979, zoals vermeld in rapport ZA 80 - 01, met de voor de betreffende monsters bijbehorende percentages vrouwtjes. Hieruit blijkt dat in vrijwel alle gevallen een lager vetgehalte vergezeld gaat met een hoog percentage vrouwtjes. De toename van het aantal vrouwtjes vond vooral plaats aan het einde van het seizoen, waardoor het gemiddelde vetgehalte van die betreffende mengmonsters juist laag uitviel. De daardoor ontstane afname van het vetgehalte is hiermee afdoende verklaard.
Uit het bovenstaande blijkt dus dat het bepalen van het vetgehalte van rode aal alleen zinvol is, indien daarbij onderscheid gemaakt wordt naar het geslacht.
Om de essentie van tabel VIII A - C duidelijker te maken zijn tabel X en grafiek III samengesteld, waarin de gemiddelde vetgehalten zijn weergegeven. Opmerkelijk is dat de vetgehalten van de vraagtekens vrijwel gelijk zijn aan of dicht in de buurt van die van de mannetjes liggen.

Tabel VIII A Vetgehalten van spierweefsel van mannetjes rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm, in grammen per kg vleesgewicht (vrije en gebonden vetten). Gevangen in 1980 met staanfuiken, tenzij anders vermeld.

	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	gem.
IJsselmeer noord	-	-	293	255	294	271	274	263 186	262	262
" " electrisch	-	-	-	-	-	252	281	279	-	271
" " electrisch	278	316	-	323	-	-	-	279	-	299
IJsselmeer zuid electrisch	272	301	-	304	297	303	255	260	-	285
" " electrisch	253	-	-	-	-	232	-	-	-	243
Lauwersmeer	-	-	384	-	312	226	212 297	219	274	275
Haringvliet	-	243	-	-	-	253	242	-	-	246
Dokkumerdiep	-	-	297	-	-	-	-	227	-	262
Wormer- en Jisperveld	-	274	-	210	200	187	-	-	164	207
Veluwemeer	-	-	-	-	243	-	168	-	-	206
Gem. zoet water	268	284	325	273	269	246	247	245	233	261
Waddenzee, Afsluitdijk					-				200	200
Waddenzee, Lauwersoog					268				-	268
Waddenzee, west, kubben					-				-	
Gem. zout water					268				200	234

Tabel VIII B Vetgehalten van spierweefsel van vrouwtjes rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm, in grammen per kg vleesgewicht (vrije en gebonden vetten). Gevangen in 1980 met staanfuiken, tenzij ander vermeld.

	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	gem.
IJsselmeer noord		-	97	144	122	121	156	108 122	118	124
" " electrisch		-	133	-	-	-	161	152	-	149
" " electrisch		-	-	-	-	-	-	178	-	178
IJsselmeer zuid electrisch		108	-	-	-	-	199	139	-	149
" " electrisch		-	-	-	-	113	126	-	-	120
Lauwersmeer		-	96	-	-	185	137	115	-	133
Haringvliet		55	-	-	82	99	82	-	-	80
Dokkumerdiep		-	101	-	98	95	-	178	-	118
Wormer- en Jisperveld		168	75	97	170	88	-	-	73	112
Veluwemeer		-	-	-	77	137	79	-	-	98
Gem. zoet water	-	110	100	121	110	120	134	142	96	121
Waddenzee, Afsluitdijk			74	72	128	99	98	-	108	97
Waddenzee, Lauwersoog			-	-	123	97	-	96	-	105
Waddenzee, west, kubben			70	56	70	80	-	-	-	69
Gem. zout water	-	-	72	64	107	92	98	96	108	90

Tabel VIII C Vetgehalten van spierweefsel van vraagtekens rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm, in grammen per kg vleesgewicht (vrije en gebonden vetten). Gevangen in 1980 met staanfuiken, tenzij anders vermeld.

	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	gem.
IJsselmeer noord		-	216	245	261	225	238	204	307	242
" " electrisch		-	257	268	253	215	242	294	-	255
" " electrisch		-	300	312	302	271	-	297	-	296
IJsselmeer zuid electrisch		-	-	302	274	-	296	-	-	291
" " electrisch		-	-	-	-	-	237	-	-	237
Lauwersmeer		-	-	260	285	-	254	-	-	266
Haringvliet		198	-	231	-	-	-	-	-	215
Dokkumerdiep		-	-	244	169	204	-	-	222	210
Wormer- en Jisperveld		-	143	-	-	-	-	-	-	143
Veluwemeer		-	231	233	-	-	-	-	-	232
Gem. zoet water	-	198	229	262	257	229	253	265	265	250
Waddenzee, Afsluitdijk			219	211	-	-	-	-	-	215
Waddenzee, Lauwersoog			-	291	-	149	-	220	-	220
Waddenzee, west, kubben			-	-	-	-	-	-	-	-
Gem. zout water	-	-	219	251	-	149	-	220	-	218

Tabel IX Gemiddelde vetgehalten in grammen per kg vleesgewicht zonder onderscheid naar geslacht en de percentages vrouwtjes van monsters rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm, verzameld in 1979. (Uit RIVO-rapport ZA 80 - 01).

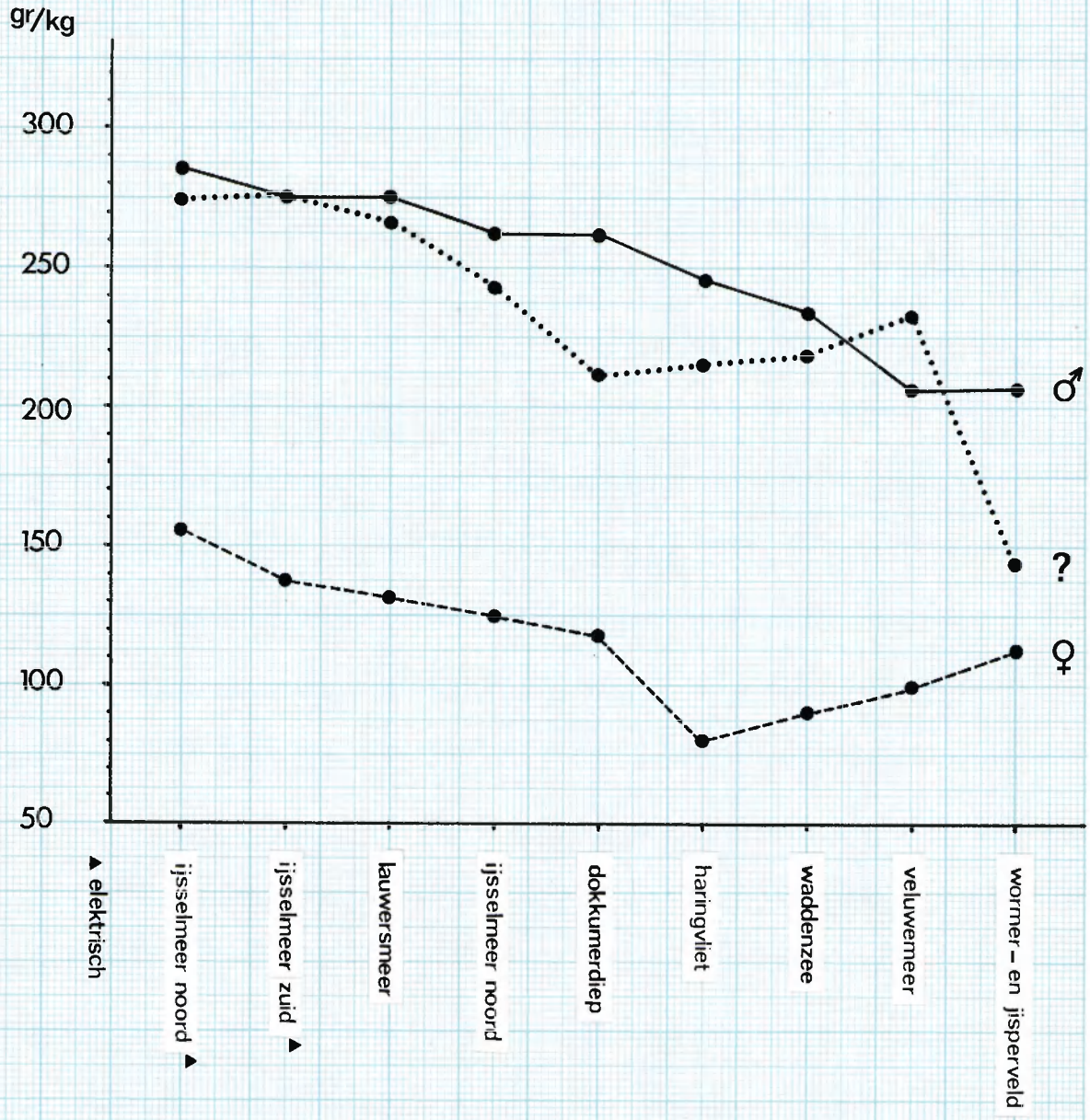
	april/mei		juni		aug.		sept.	
	vet	% vrouw	vet	% vrouw	vet	% vrouw	vet	% vrouw
IJsselmeer noord, midden	281	0	273	22	240	3	-	-
IJsselmeer noord	303	2	280	18	202	31	233	26
Dokkumerdiep	255	11	263	15	239	20	215	18
IJsselmeer zuid	309	6	237	21	152	16	-	-
Lauwersmeer	245	2	116	5	243	6	198	5
IJsselmeer zuid	231	32	233	21	144	21	110	24
Haringvliet	131	62	223	14	157	19	-	-
Veluwemeer	179	27	150	47	161	46	135	53
Giethoornsemeer	231	56	183	49	114	77	80	72
Fluessen	176	14	158	56	96	65	159	40
Wormer- en Jisperveld	201	13	168	20	75	82	116	36
Veersemeer	66	85	23	91	-	-	-	-

Tabel X Gemiddelde vetgehalten van spierweefsel van rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm, in grammen per kg vleesgewicht (vrije en gebonden vetten). Gerangschikt naar afnemend vetgehalte bij de mannetjes. Gevangen met staanfuiken (tenzij anders vermeld) en verzameld in 1980, (zie ook grafiek III).

	mannetjes	vrouwtjes	vraagtekens
IJsselmeer noord, electrisch	286	156	274
IJsselmeer zuid, electrisch	275	137	277
Lauwersmeer	275	133	266
IJsselmeer noord	262	124	242
Dokkumerdiep	262	118	210
Haringvliet	246	80	215
Waddenzee	234	90	218
Veluwemeer	206	98	232
Wormer- en Jisperveld	207	112	143

grafiek III

gemiddelde vetgehalten van rode staanfuikaal, tenzij anders vermeld, naar tabel X



VII - UITKOMSTEN BETREFFENDE DE GEWICHTSBEPALINGEN.

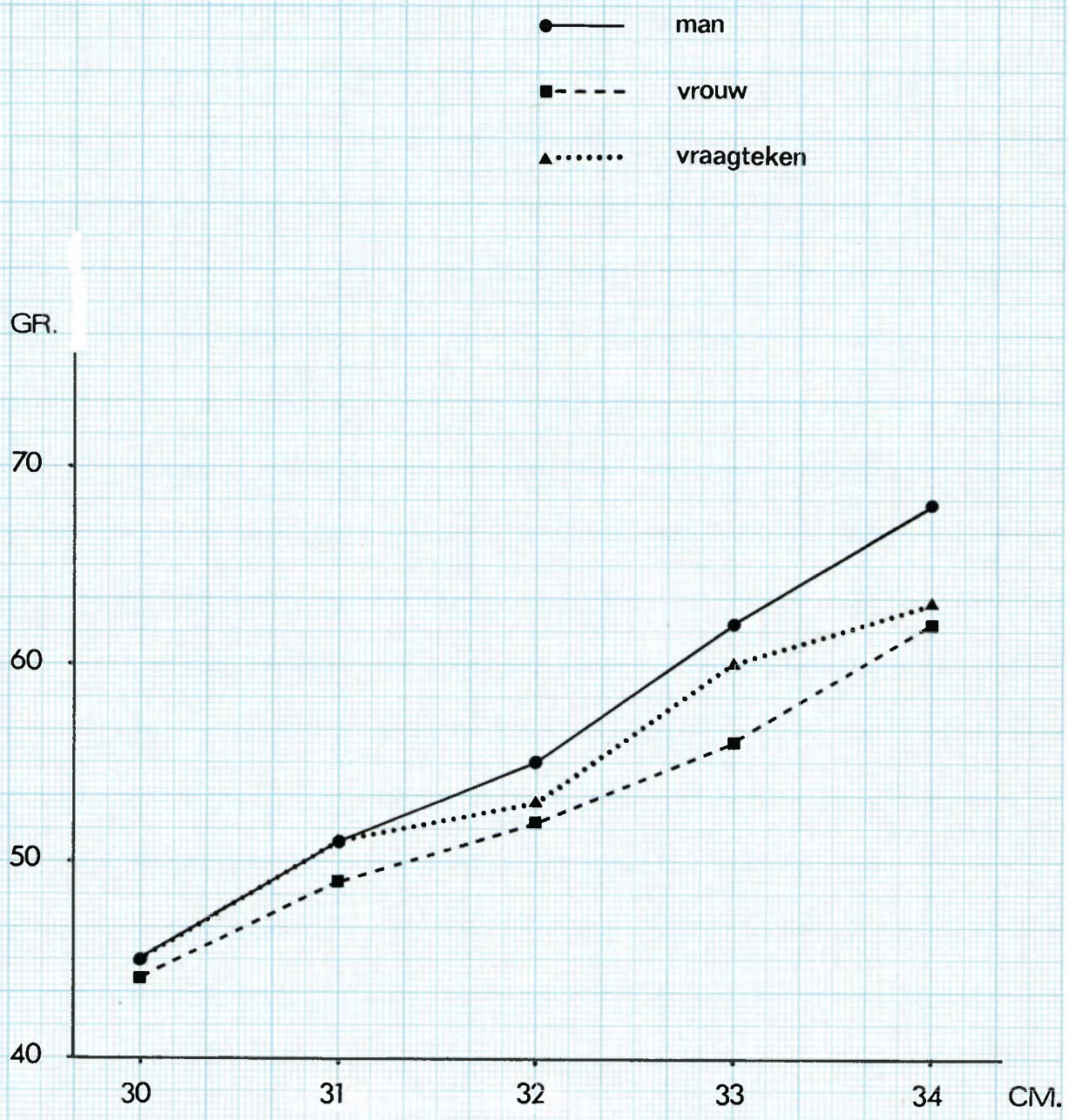
De gemiddelde gewichten in grammen zijn berekend aan de hand van ongeveer 4200 met staanfuiken gevangen rode alen uit de volgende wateren: IJsselmeer, Lauwersmeer, Haringvliet en Wormer- en Jisperveld.
Hierbij zijn de berekeningen uitgevoerd per centimetergroep en wel met onderscheid naar mannetjes, vrouwtjes en vraagtekens; bovendien is het totaal gemiddelde gewicht van deze categoriën per centimetergroep berekend.
De uitkomsten zijn weergegeven in tabel XI en grafiek IV, waarin duidelijk de verschillende gewichtsniveau's voor de geslachten zijn te onderscheiden.
Opmerkelijk is dat, naarmate de alen een grotere lengte krijgen, het gemiddelde gewicht van de mannetjes gelijkmatig hoger wordt, terwijl dit bij de vraagtekens en vooral bij de vrouwtjes relatief daalt.
Uit tabel XI valt af te leiden dat elke centimeter die een aal langer wordt (in de hier behandelde lengteklassen), gepaard gaat met een gemiddelde gewichtsvermeerdering van ongeveer 5 gram.
Ten aanzien van de gewichten van aal uit zout water zijn alleen de gemiddelde gewichten berekend van de totale lengteklasse van 30 t/m 34 cm. De reden hiervan is dat van de mannetjes en de vraagtekens te weinig exemplaren per centimetergroep voor handen zijn om betrouwbare gemiddelde gewichten te bepalen. Deze gemiddelde gewichten per geslacht in de lengteklasse van 30 t/m 34 cm zijn weergegeven in grafiek V, die in hoofdstuk VIII, conclusies, wordt besproken.

Tabel XI Gemiddelde gewichten van rode staanfuikaal in grammen per centimetergroep. Gevangen van 1978 t/m 1980 in IJsselmeer, Lauwersmeer, Haringvliet en Wormer- en Jisperveld. Tussen haakjes aantal exemplaren; totaal ± 4200 exemplaren. (zie ook grafiek **IV**).

	30 cm	31 cm	32 cm	33 cm	34 cm
Mannetjes	45 (560)	51 (559)	55 (567)	62 (438)	68 (346)
Vrouwtjes	44 (134)	49 (170)	52 (176)	56 (170)	62 (137)
Vraagtekens	45 (301)	51 (260)	53 (192)	60 (129)	63 (62)
Gemiddeld	45 (995)	50 (989)	54 (935)	60 (737)	66 (545)

grafiek IV

gemiddelde gewichten in grammen per centimetergroep van rode staanfuikaal uit zoete wateren ; naar gegevens van tabel XI (4200 ex.)



VIII - CONCLUSIES.

De verhouding van de geslachten van rode aal in de lengteklassen van 30 t/m 34 cm van de monsters rode aal uit de door ons onderzochte wateren was gedurende een seizoen (van april - oktober) en van jaar tot jaar niet gelijkmatig, terwijl een seizoensinvloed niet werd geconstateerd. Indien de uitkomsten van de geslachtsverhoudingen van een aantal voor Nederland representatieve zoete wateren tesamen worden genomen en vervolgens de gemiddelde waarden per seizoen worden berekend, blijkt het percentage mannetjes in de jaren van dit onderzoek afgenomen te zijn van 65% in 1978, via 59% in 1979 tot 20% in 1980. De vraagtekens zijn daarentegen toegenomen van 8%, via 19% tot 55% in 1980, terwijl het percentage vrouwtjes gedurende deze jaren vrijwel constant bleef en ongeveer 25% bedroeg. De sterke afname van het percentage mannetjes in 1980 in de monsters was een gevolg van het verschijnsel dat in de door ons onderzochte lengtegroep in dat jaar veel meer vraagtekens aanwezig waren en de dieren dus kennelijk bij een grotere lengte een definitief geslacht aannamen.
Verder bestaat de indruk dat in het midden van grotere zoete wateren de mannetjes in de meerderheid zijn, terwijl langs oevers beide geslachten en vraagtekens meer verdeeld voorkomen, hoewel in wisselende aantallen.
In zoute wateren zijn het vooral de vrouwtjes die in het midden de boventoon voeren, terwijl langs de oevers de situatie ongeveer als in het zoete water is, hoewel meestal de vrouwtjes daar de overhand hebben.
Over het algemeen komen in zoute wateren meer vrouwtjes voor (soms bijna 100%) dan in zoete wateren, alwaar de mannetjes in bepaalde gevallen 90% van de populatie kunnen uitmaken.

Teneinde het geslacht, de konditiefactor, het vetgehalte en het gewicht van de aal, zowel uit zoet als zout water, met elkaar te kunnen vergelijken en de onderlinge samenhang duidelijk te maken is grafiek V samengesteld. Aan deze grafiek kan het onderstaande gedeeltelijk ontleend worden.
Wat de konditiefactoren betreft is geconstateerd dat de vrouwtjes een lagere waarde hebben dan de mannetjes en dit is het geval zowel bij aal uit zoet als zout water.
Bovendien zijn de konditiefactoren van aal uit zout water bij beide geslachten lager dan bij aal uit zoet water en is de waarde van de vraagtekens bij aal in zout water vrijwel gelijk aan die van de vrouwtjes en in zoet water aan die van de mannetjes.
De konditiefactor van aal uit verschillende wateren kan nogal wat verschillen; evenals van aal uit één water, maar met verschillende soorten vistuigen gevangen. Merkwaardig is dat indien de konditiefactor van één van beide geslachten in een water relatief hoog is, dat niet behoeft te betekenen dat dit ook bij het andere geslacht het geval is.
De konditiefactoren van de vraagtekens zijn zeer wisselvallig en kunnen overeenkomen met de waarde van één van beide geslachten of daar tussenin liggen.

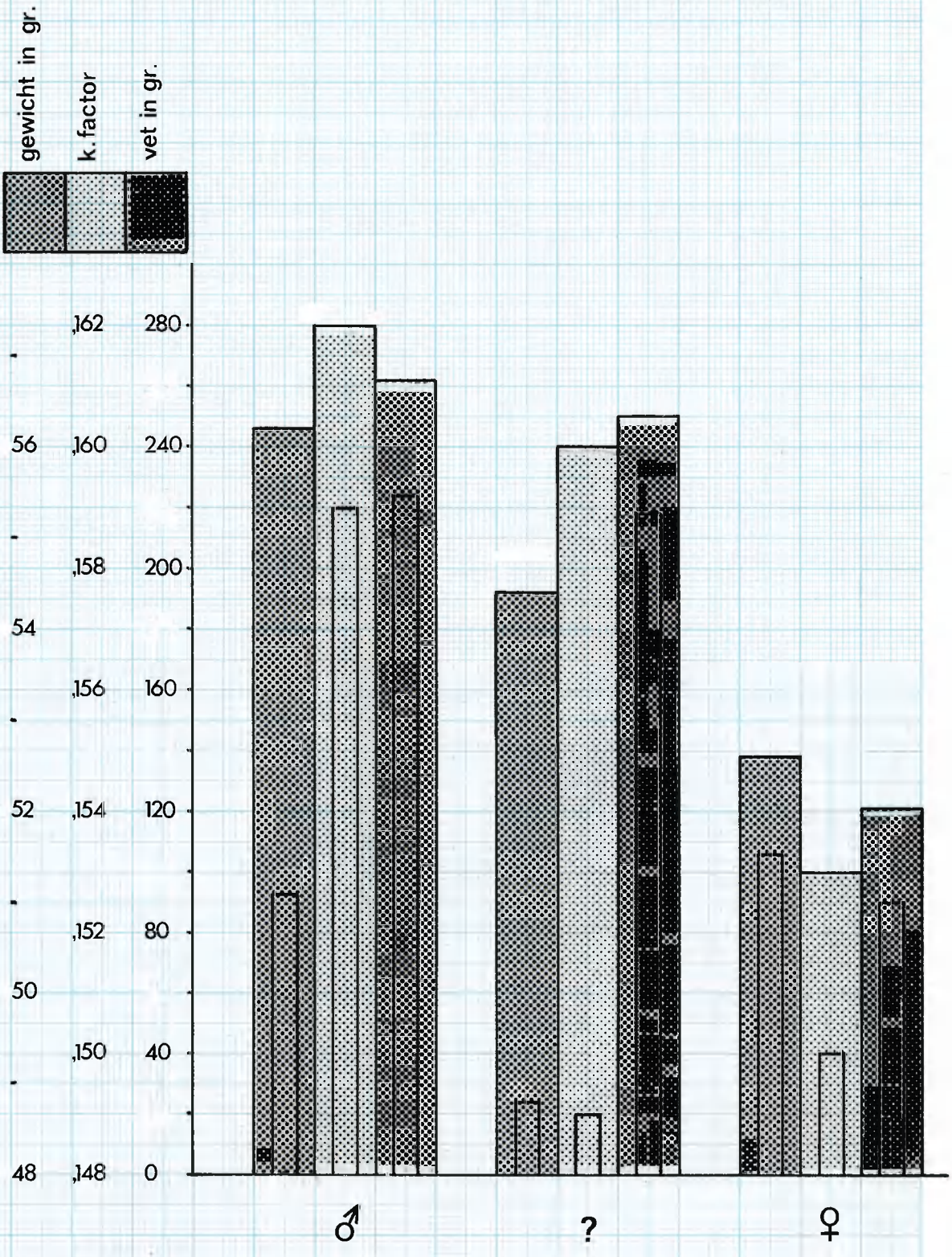
Ten aanzien van het vetgehalte werd bij het onderzoekin 1979 vastgesteld, dat tijdens het verloop van het vangstseizoen het vetgehalte afnam. Dit blijkt niet het geval te zijn. De afnemende uitkomsten in dat jaar werden veroorzaakt doordat geen onderscheid werd gemaakt naar geslacht. Uit het vetgehalteonderzoek in 1980 is duidelijk geworden dat vrouwtjes een aanzienlijk lager vetgehalte hebben dan mannetjes en vraagtekens en dat de gehalten bij beide geslachten en vraagtekens gedurende het gehele vangstseizoen vrijwel constant blijven.
De vetgehalten van aal uit zout water liggen, zowel bij beide geslachten als vraagtekens, iets lager dan bij aal uit zoet water.
De gehalten van de vraagtekens, zowel van aal uit zoet als zout water, hebben vrijwel dezelfde waarde als de mannetjes.

Bij het bestuderen van de vetgehalten van aal is het beslist noodzakelijk om het geslacht daarbij te betrekken, daar vergelijkingen anders niet mogelijk zijn.

Ten aanzien van het gewicht van rode aal kan opgemerkt worden dat in zoete wateren de mannetjes en de vraagtekens zwaarder zijn dan de vrouwtjes, waarbij het gewicht van de vraagtekens zich tussen dat van de beide geslachten bevindt.
Merkwaardig is dat in zout water, anders dan van aal uit zoet water, de vrouwtjes ongeveer even zwaar zijn als de mannetjes en de vraagtekens het minst wegen.

grafiek V

gemiddeld gewicht, konditiefactor en vetgehalte van mannetjes (♂), vrouwtjes (♀) en vraagtekens van rode aal uit zoete (brede kolom) en zoute (smalle kolom) wateren; lengteklasse 30 t/m 34 cm.



Literatuur

Bligh E.G., Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification.
Can. J. Biochem. Physiol. no 37.

Boëtius I. and J., 1967. Eels, Anguilla rostrata, LeSueur, in Bermuda.
Videnskabelige Medd. fra Dansk Nat. For. 130, 63-84.

Boëtius I. and J., 1967. Studies in the European eel, Anguilla anguilla (L.). Experimental induction of the male sexual cycle, its relation to temperature and other factors.
Medd. fra Danmarks Fisk.-og Hav. 4, no 11.

Colombo G., Rossi R., 1977. Environmental influences on growth and sex ratio in different eels populations (Anguilla anguilla L.) of Adriatic Coasts.
12 th European symposium on Marine Biology. Stirling, Scotland. sept. 1977.

Deelder C.L., 1970. Synopsis of biological data on the eel, Anguilla anguilla (Linnaeus 1758).
F.A.O. Fisheries Synopsis 80.

Heermans W.,van Willigen J.A., 1979. Onderzoek naar de konditiefactor en de geslachtsverhouding van rode aal in enige zoete en zoute wateren.
Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, rapport ZA 79-01.

Heermans W.,van Willigen J.A., 1980. Onderzoek naar de konditiefactor, de geslachtsverhouding en het vetgehalte van spierweefsel van rode aal in enige zoete en zoute wateren.
Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek, rapport ZA 80-01

Ord. B. 1978. Habitat determines sex and size of eels.
Australian Fisheries Febr. 1978.

Passakas T., Tesch F.W., 1980. Karyological and gonadal sex of eels (Anguilla anguilla) from the German Bight and the lower River Elbe.
Helgoländer Meeresuntersuchungen, 34.

Peňáz M., Tesch F.W., 1970. Geslechtsverhältnis und Wachstum beim Aal an verschiedenen Lokalitäten von Nordsee und Elbe.
Ber. Dt. Wiss. Kommn. Meeresforsch. 21, 290-310.

Sinha V.R.P., Jones J.W., 1975. The European freshwater eel.
Liverpool University press., Liverpool.

Tesch. F.W., 1977. The eel.
Chapman and Hall, London.

Thurow F., 1957. Über den Trockensubstanz- und Fettgehalt von Aalen aus der Kieler Bucht und Kieler Förde.
Archiv für Fischereiwiss. 8 (1/2).