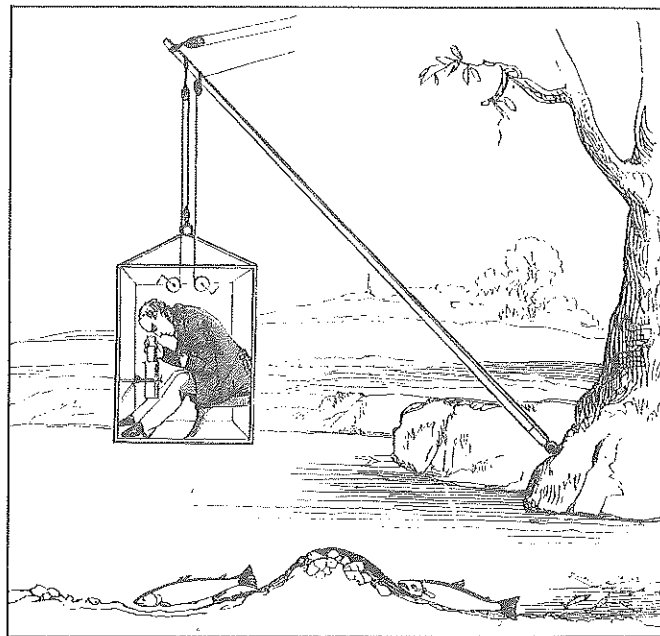


FISKENÄMNDEN  
I VÄSTMANLANDS LÄN  
1985-04-01  
Dar.....

Information från

# SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



CATHERINE HILL  
ULLA BOSTROM

Kvaliteten hos röding i sjöar med  
introducerad Mysis relicta

# KVALITETEN HOS RÖDING I SJÖAR MED INTRODUCERAD MYSIS RELICTA

Catherine Hill  
Ulla Boström

INTRODUKTION	1
<u>Bedömning av kvalitet hos fisk</u>	1
<u>Introduktion av Mysis</u>	3
MATERIAL OCH METODER	4
RESULTAT	9
<u>Individuella sjöar</u>	11
1. <u>Oreglerade sjöar utan nya näringsdjur</u>	11
2. <u>Oreglerade sjöar med Mysis</u>	13
3. <u>Reglerade sjöar utan nya näringsdjur</u>	13
4. <u>Reglerade sjöar med Mysis</u>	14
<u>Sammanfattning</u>	16
<u>Effekten av Mysis</u>	19
<u>Oreglerade sjöar</u>	20
<u>Reglerade sjöar</u>	20
DISKUSSION	22
<u>Effekten av Mysis</u>	22
<u>Återhämtningen efter lek</u>	23
<u>Den kemiska sammansättningen under olika årstider</u>	24
<u>Vattenhalten som mått på näringsstatus</u>	24
<u>Konditionsfaktorer som mått på kvalitet</u>	26
<u>Andra studier av Mysis' effekt på kvalitet hos salmonider</u>	28
SAMMANFATTNING	29
ERKÄNNANDEN	31
LITTERATUR	32
ENGLISH SUMMARY: EFFECTS OF THE INTRODUCTION OF <u>MYSIS RELICTA</u> ON THE QUALITY OF ARCTIC CHAR	35
LEGENDS TO FIGURES, TABLES AND APPENDIX	38
BILAGA 1 - 15	40

## INTRODUKTION

Inplantering av nya fisknäringssdjur är en av de åtgärder som har vidtagits i Sverige för att kompensera de skador som regleringen orsakar på fiskbestånd i sjöar. Tre olika kräftdjur, som tidigare endast förekom i vatten belägna nedanför den högsta kustlinjen för Östersjöns forna utbredning, har introducerats i ett stort antal reglerade sjöar i norra Sverige (Fürst 1981). Dessa "glacialrelikter" är pungräkan Mysis relicta Lovén samt amfipoderna Pallasea quadrispinosa G.O. Sars och Gammaracanthus lacustris G.O. Sars. Det var tänkt att dessa crustacéer skulle kunna leva oberoende av de stora fluktuationerna i magasinens vattenstånd, som skadat litoralzonens bottenfauna (Grimås 1961), och utgöra en ny födokälla för fisken (Fürst et al. 1984).

Mysis relicta har planterats in i över 60 sjöar och bildat bestånd i 50 av dessa (Fürst 1981). Den har även spritt sig nedströms i flera vattensystem. Introduktionen av Mysis i reglerade sjöar förväntades leda till förbättrad kvalitet hos salmonider, eftersom den försvunna bottenfaunan skulle ersättas av ett föddjur som bildade täta bestånd och var tillgängligt året runt. Denna rapport redovisar effekten av introduktioner av Mysis på kvaliteten hos röding, Salvelinus alpinus L., i både naturliga och reglerade sjöar.

### Bedömning av kvalitet hos fisk

Kvalitet kan bedömas på olika sätt. Ett vanligt sätt är att undersöka förhållandet mellan längd och vikt, och beräkna en konditionsfaktor. Den vanligaste, Fultons konditionsfaktor, antar att fiskens vikt förhåller sig till längden i kubik. Den beräknas som

$$K = \text{totalvikt} \cdot 100 / \text{längd}^3$$

och anses vara lämplig för att jämföra fiskar av ungefär samma längd. Eftersom proportionerna hos de flesta fiskar förändras när de tillväxer, rekommenderas en allometrisk konditionsfaktor för att jämföra fiskar av olika längder:

$$K = \text{totalvikt} \cdot 100 / \text{längd}^b$$

där  $b$  är regressionskoefficienten mellan längd och vikt för fiskarna i fråga. Påverkan av maginnehållet på vikten utesluts genom att beräkna Clarks konditionsfaktor, där magen och tarmen avlägsnats innan fisken vägs (Bagenal 1978, Ricker 1975). Gemensamt för dessa konditionsfaktorer är att fiskens kondition anses bättre ju högre värdet är, dvs ju tyngre fisken är i förhållande till sin längd.

Ett annat mått på kvaliteten är vikten, energiinnehållet eller den kemiska sammansättningen av olika kropps-komponenter, såsom muskel, lever och gonader. Den kemiska sammansättningen påverkas av genetiska faktorer, miljöfaktorer, och fiskens ålder samt näringsstatus (Love 1970). För att analysera den kemiska sammansättningen kan man mäta halten av fett, vatten, protein och aska. De flesta förändringar i fetthalten hos fisk har sitt ursprung i dieten (Love op.cit.) och därför anses fetthalten vara ett viktigt mått på näringsstatus.

Vid god näringstillgång lagrar fiskar fett i olika delar av kroppen. Hos torskfiskar, vilka lagrar fett i levern, har leverns relativa vikt använts som ett mått på näringsstatus (exempel ges av Jensen 1980 & Jobling 1983). Fetthalten i olika kroppsdelar visade sig ha ett samband med dieten hos naturliga populationer av sill, Clupea harengus, (Aneer 1975, Iles & Wood 1965), och salmonider som öring, Salmo trutta, (Lusk 1969) och röding (Gritsenko 1970, Matsuk & Lapin 1972). Fetthalten har i allmänhet ett motsatt förhållande till vattenhalten i muskulaturen hos feta fiskarter, som lagrar fett främst i muskulaturen (flera exempel nämns i Love 1970). Följaktligen kan en analys av vattenhalten ge information om näringsstatus hos dessa arter. En låg vattenhalt tyder på en hög fetthalt, och därmed bra kvalitet hos en fisk.

Kvaliteten hos salmonider bedöms ibland enligt köttfärgen. I Sverige anses en röd köttfärg vara ett tecken på bra kvalitet. Kött, gonader, lever, hud osv får vissa färger från de naturliga karotenoiderna som ingår i fiskarnas föda (Love 1970, 1980). Specifika karotenoider från olika kräftdjur har återfunnits i olika organ hos öring (Steven 1948). Eftersom karotenoider från dieten

kan omvandlas i fiskens kropp, och lagringen kan variera med gonadutvecklingen (Love 1970,1980), ger en kemisk analys av karotenoiderna endast en grov indikation av födovalet. Således kan en visuell bedömning av köttfärgen inte ge pålitlig information om fiskens kvalitet.

#### Introduktion av Mysis

Försök har gjorts att bedöma ändringar i kvalitet hos salmonider i samband med inplanteringen av glacialrelikter. Efter introduktionen av Mysis och Pallasea i den reglerade sjön Blåsjön 1964, ansåg Ortsbefolkningen att rödingen hade fått bättre färg och smak. En flerårig visuell undersökning av köttfärgen hos rödingen i denna sjö visade att den blev rödare i början av perioden efter introduktionen, men sedan åter bleknade (Fürst et al. 1978). Fultons konditionsfaktor beräknades för olika storleksklasser av öring fångade i oktober under 1959-72. Jämförelsen mellan åren visade en ökning hos öringar större än 20 cm, dvs de som hade lämnat bäckarna för att söka föda i sjön. Kvaliteten hos röding undersöktes genom att jämföra medelviktarna för olika längdgrupper under årens lopp. Det fanns ingen trend mot en ökning av medelviktarna efter Mysis-introduktionen (Fürst et al. op.cit.).

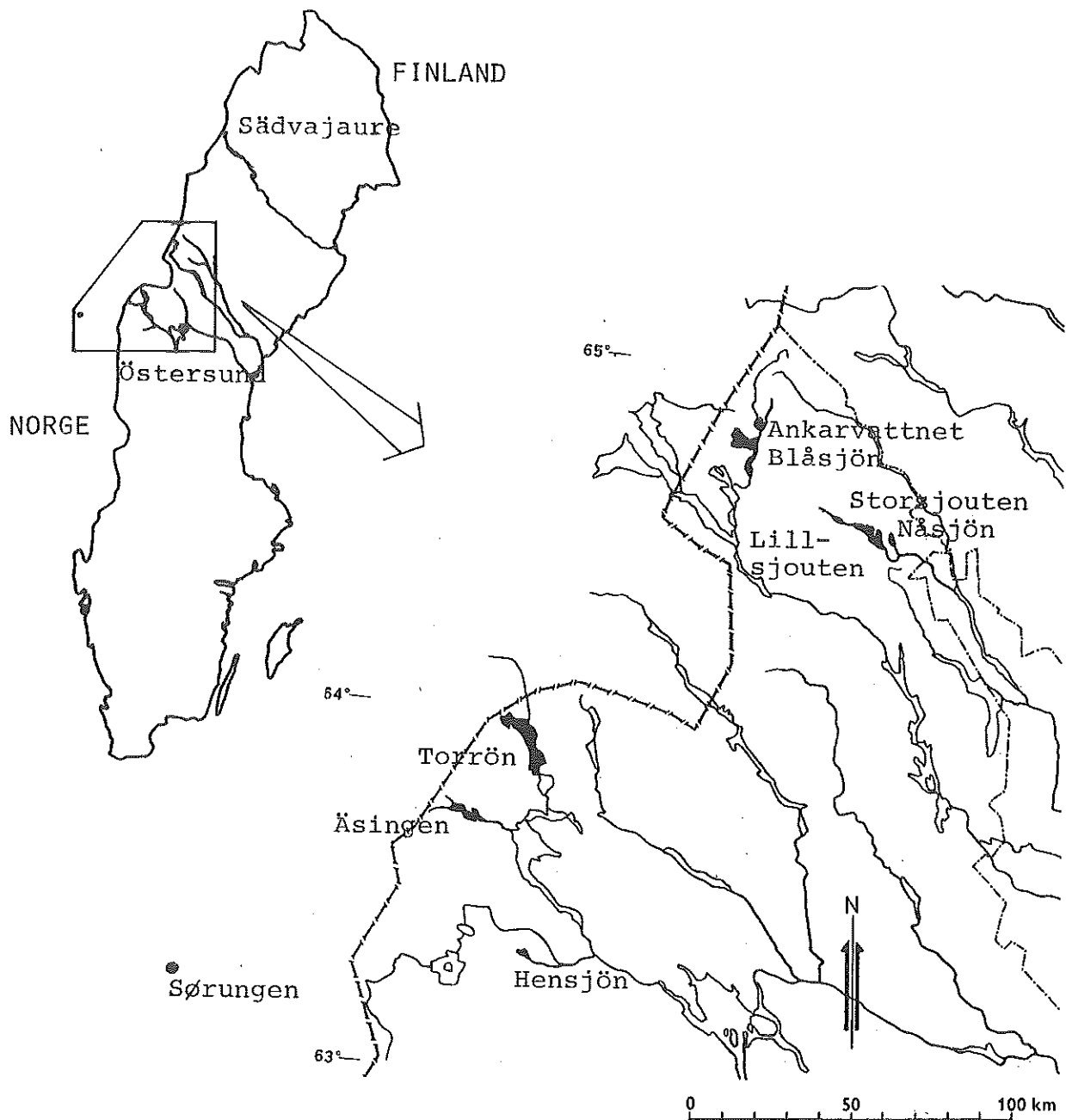
I det oreglerade Mesvattnet, där Mysis introducerades 1971, undersöktes konditionen hos röding och öring under åren 1973-77 (Olsén 1980). Mysis ansågs ha nått sin högsta täthet 1975-77. Konditionen bedömdes dels enligt Fultons konditionsfaktor och dels enligt den allometriska konditionsfaktorn och koefficienten  $b$  för regressionen mellan längd och vikt. Olsén (op.cit.) jämförde konditionsfaktorerna hos rödingar fångade i mars-april, juni-juli och oktober samt öringar fångade i juni-juli de olika åren. Han drog slutsatsen att konditionsfaktorerna var ungefär lika både före och efter Mysis-expansionen. Ytterligare uppdelning av fiskarna i olika ålders- och storleksgrupper visade inga ändringar i konditionen som kunde kopplas till Mysis-tillgången. Skillnader i köttfärg påvisades ej (Olsén op.cit.).

Eftersom man inte lyckades påvisa ändringar i kvaliteten hos röding via konditionsfaktorer eller köttfärg, gjordes ett försök 1980 att få fram ett mått som var känsligare för ändringar i konditionen. I ett försök jämfördes Fultons konditionsfaktor, fetthalten och vattenhalten hos svultna respektive normalt odlade rödingar (P. Olsén, U. Heyman & U. Boström, "Fat content and condition in Arctic char", manuskript). (Manuskriptet förvaras på Sötvattenslaboratoriet.) Vid svält minskade fetthalten i rödingen, medan vattenhalten ökade. Andelen vatten hade ett signifikant omvänt förhållande till andelen fett. En regressionsanalys av förhållandet mellan fetthalt och längd visade en signifikant skillnad mellan matade och svultna rödingar, trots att konditionsfaktorerna inte skilde sig. Fetthalten ansågs därför utgöra ett känsligare mått än konditionsfaktorn vid bedömandet av fiskarnas näringsstatus (Olsén et al. manuskript op.cit.).

Resultaten från det ovan refererade svältförsöket lade grunden för denna undersökning av kvaliteten hos röding i tio reglerade och oreglerade sjöar med och utan introducerad Mysis. Vattenhalten antogs ha ett omvänt förhållande till fetthalten, och användes som ett mått på kvaliteten, eftersom den samtidigt var relativt lätt att bestämma. Låga vattenhalter antogs innebära höga fetthalter, och följaktligen bra kvalitet. Vi undersökte också om rödingen i reglerade sjöar efter leken snabbare kunde återhämta konditionen om nya näringsdjur fanns tillgängliga. En parallell undersökning av parasitering på röding i dessa sjöar har rapporterats av Hammar et al. (1983).

## MATERIAL OCH METODER

Röding har insamlats från 10 sjöar i norra Sverige och Norge, de flesta i nordvästra Jämtland (Figur 1). Sjöarna är både reglerade och oreglerade och de flesta har Mysis inplanterad (Tabell 1). Av dessa, är Åsingen avvikande från de övriga. Det är en mindre sjö som troligen har ett svagt bestånd av Mysis vilken vandrat in från det stora Anjan-magasinet vid högt vatten. Ytterligare information om sjöarna finns i Fürst (1981) och Hammar et al. (1983).



Figur 1. De undersökta sjöarnas geografiska lägen.

Fisken insamlades med bottennät under åren 1979-81, både av Söt-vattenslaboratoriets personal och med hjälp av ortsbefolkning och yrkesfiskare. Målet med insamlingen var att få in ett antal fiskar av representativ storlek från varje sjö. Maskstorleken hos näten som användes i de olika sjöarna har varierat, varför urvalet av fisk har varit selektivt på olika sätt. Detta innebär

Tabell 1. Data från de undersökta sjöarna. Näringsdjur inom parentes har ej konstaterats i sjön sedan inplanteringen.

	Yta, km <sup>2</sup>	Max djup, m	Regl.år	Amplitud, m	Nya näringsdjur	Fiskarter
<u>Faxälven</u>						
Ankarvattnet	9.4	70	-	0	-	R,Ö
Blåsjön	43.0	145	1949	13.3	M,P 1964	R,Ö,E
<u>Fjällsjöälven</u>						
Lillsjouten	1.1	30	-	0	(M 1976)	R,Ö,E,S
Storsjouten	31.0	60	1948	11.0	M 1970, (P)	R,Ö,E,S
Nåsjön	3.3	ca 20	1968	4.1	-	R,Ö,A
<u>Indalsälven</u>						
Åsingen	1-2	ca 20	-	överdäms	M	R,Ö,H,L,E
Hensjön	2.8	28	-	0	M 1968	R,Ö,E
Torrön	106.0	122	1936	12.9	M 1957, 1965 (P 1965)	R,Ö,H,L,E,S
<u>Skellefteälven</u>						
Sädvajoure	35.8	ca 100	1942	6.3	M 1971	R,Ö
<u>Norge</u>						
Sørungen	7.0	ca 25	1919	11.0	-	R,Ö

FÖRKORTNINGAR

M = Mysis relicta  
P = Pallasea quadrispinosa  
R = röding, Salvelinus alpinus  
Ö = öring, Salmo trutta  
H = harr, Thymallus thymallus  
L = lake, Lota lota  
E = elritsa, Phoxinus phoxinus  
A = abborre, Perca fluviatilis  
S = stensimpa, Cottus gobio



att fiskarna ej kan ses som representativa för röding-populationerna i sjöarna. Under april 1979 fångades fisken med pimpel genom isen. Pimpelfiske anses vara mindre selektivt än nät (M. Fürst, Sötvattenslaboratoriet, muntl.medd.), men fångar ofta fiskar av mindre storlek (J. Hammar, Sötvattenslaboratoriet, muntl.medd.). Rödingen insamlades oftast i oktober efter leken, eller i juni året därpå, strax efter islossningen. Detta för att undersöka återhämtningen av kvaliteten under vintern. Vissa år samlades rödingen in i juni och oktober samma år. Detta ger dock ingen möjlighet till jämförelse av utvecklingen under vintern i samma sjö. Under 1979-80 analyserades 25 fiskar från varje sjö, medan upp till 50 stycken analyserades under 1981. Datum för insamling samt antalet fiskar anges i Tabell 2. Materialet från olika sjöar har endast jämförts om det insamlats under juni 1981, eftersom det då fanns fisk från alla sjöar utom en.

Vid fältprovtagningen under 1980 och 1981 delades rödingen från Blåsjön in i två olika typer enligt morfologiska karaktärer. De två typerna är den grundlevande storvuxna rödingen och en djuplevande fördrvärgad röding, den s k "titan". Dessa betraktas av Nyman et al. (1981) som två tvillingarter inom Salvelinus alpinus artkomplexet, baserat på skillnader i morfologi och ekologi, samt frekvensen av olika alleller av enzymet serumesteras vid elektroforetisk analys (Nyman 1972). I denna undersökning har inga elektroforetiska analyser utförts, vilket innebär att indelningen i morfologiska typer endast syftar till att skilja på två populationer med olika uppehållsplatser och tillväxt. I den parallella parasitundersökningen skilde Hammar et al. (1983) på tre olika tvillingarter av röding i de tio sjöarna, baserad främst på genetiska skillnader.

Rödingen frystes hel i isblock och transporterades därefter till Sötvattenslaboratoriet. Förvaringstiden i fryst tillstånd har varierat från 0.5 - 27 månader (Tabell 2). Vid provtagning tinas fiskarna, och kvarvarande vätska och slem torkades från huden, varefter de vägdes till närmaste tiondels gram och mättes till närmaste mm. Otoliter togs ut för åldersanalys. Buken klipptes upp och kön, könsmognad och köttfärg noterades enligt

Filipsson (1972). Förekomsten av synliga parasiter, t ex cystor av binnikemasken Diphyllobothrium spp. på inälvorna noterades. Magen och tarmkanalen tömdes på innehåll, och gonaderna togs bort för separat behandling. Fisken vägdes på nytt för att få ett mått på vikten av den somatiska vävnaden. Fisken och gonaderna torkades separat i värmeugn vid 65°C till dess konstant vikt erhöles (1-3 veckor). Fiskens vattenhalt beräknades som skillnaden mellan vävnadens våt- och torrsvikt.

Tabell 2. Insamling av röding 1979-81.

Sjö	Datum	Antal	Infrysningstid (mån)
Ankarvattnet	23 jun 1981	44	5-18
	25 okt 1981	50	10-14
Blåsjön	24 apr 1979	25	27 *
	1 aug 1979	21	24-26
	12 okt 1980	31	0.5
	8-10 jun 1981	73	4-17
Lillsjouten	27-28 apr 1979	26	25
Storsjouten	6-10 apr 1979	28	2
	31 jul 1979	25	
	20-31 okt 1980	20	
	22,28 jun 1981	49	7-17
Nåsjön	12-19 apr 1979	26	24
	30 jul 1979	27	27
	20-21 okt 1980	30	24
	12 jun 1981	50	5
Åsingen	15 jun 1981	44	13-16 *
	21 okt 1981	30	11
Hensjön	18-19 jun 1981	32	7
	18 okt 1981	16	11
Torrön	17 jun 1981	44	9-17 *
	22 okt 1981	49	11-13 *
Sädvajaure	26 jun 1981	50	12-18
Sørungen	19 jun 1981	50	14-16

\* indikerar att vattenförlust kan ha skett vid infrysning eller provtagning

Vid bearbetningen av primärdata beräknades Fultons konditionsfaktor som

$$K = \text{total våtvikt (g)} / \text{längd (cm)}^3 \cdot 100.$$

Köttfärgen betecknades enligt en skala där 1=vit, 2=gul, 3=svagt skär, 4=skär, 5=skär-röd och 6=röd. Könsmognaden betecknades separat för juveniler, hanar och honor, enligt en 5-gradig skala för hanar och en 11-gradig skala för honor. Förekomsten av Diphyllbothrium betecknades enligt skalan: 0=inga parasiter, 1=någon parasit och 2=rikligt med parasiter.

Förhållandet mellan längden respektive totalvikten och vattenhalten i den somatiska vävnaden hos individuella fiskar åskådliggjordes i diagram för varje sjö och provtagningstillfälle. I varje diagram ritades en regressionslinje enligt minsta-kvadratmetoden (Draper & Smith 1966). Vattenhaltens oberoende av längd och vikt har testats, utgående från värdet av korrelationskoefficienten och antalet observationer (Dixon & Massey 1969, p. 204) vid 5 procents signifikansnivå.

Skillnader i vattenhalt mellan olika provtagningstillfällen i en sjö undersöktes genom att dela in fiskar i 5-cm längdintervaller. Detta gjordes för att undvika variationer i vattenhalt beroende av längd. För längdintervallet ritades en regressionslinje, gemensamt för alla observationer, av förhållandet mellan vattenhalt och längd. Antalet observationer från de två provtagningstillfällena som låg ovanför respektive under linjen jämfördes med  $\chi^2$  test (med Yates korrektion för en frihetsgrad) eller Fishers exakta test, vid 5 procents signifikansnivå. På samma sätt jämfördes vattenhalten hos de två rödingpopulationerna i Blåsjön.

## RESULTAT

Medelvärdena för de undersökta rödingarnas längd och totala våtvikt och den somatiska vävnadens vattenhalt, samt frekvensen fiskar angripna av Diphyllbothrium anges för varje sjö vid de olika provtagningstillfällena i Tabell 3.

Tabell 3. Medelvärden och standardavvikelse för längd, totalvikt och vattenhalt hos röding, samt frekvensen fiskar angripna av Diphyllbothrium.

	Datum	n	Längd (cm)		Vikt (g)		Vattenhalt		Parasiterings- frekvens %
			$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.	
<b>OREGLERADE SJÖAR</b>									
<b>UTAN NYA NÄRINGSDJUR</b>									
Ankarvattnet	jun 81	44	27.8	2.6	186.5	58.2	77.0	2.0	93
	okt 81	50	24.9	2.1	147.4	39.9	78.2	1.6	90
Lillsjouten	apr 79	26	18.9	2.5	59.9	23.1	77.1	1.6	60
<b>MED MYSIS</b>									
Äsingen	jun 81	44	27.8	2.2	176.4	41.2	77.2	1.6	91
	okt 81	29	25.8	1.9	154.9	35.9	76.6	1.5	83
Hensjön	jun 81	32	22.3	2.3	87.5	27.4	79.1	1.1	94
	okt 81	16	22.7	2.2	98.1	37.3	78.0	1.3	50
<b>REGLERADE SJÖAR</b>									
<b>UTAN NYA NÄRINGSDJUR</b>									
Nåsjön	apr 79	26	15.4	1.8	31.5	11.0	78.4	1.7	8
	jul 79	27	19.8	1.8	84.4	21.4	75.3	1.0	-
	okt 80	30	20.6	4.2	91.6	46.6	77.9	1.5	57
	jun 81	50	20.3	2.3	73.2	25.0	78.7	1.6	56
Sörungen	jun 81	50	22.3	1.4	92.8	18.5	78.0	1.2	42
<b>MED MYSIS</b>									
Storsjouten	apr 79	28	18.3	2.3	53.9	18.2	77.4	1.0	54
	jul 79	25	19.8	1.3	73.8	16.3	76.6	1.3	12
	okt 80	20	23.8	2.0	133.1	33.7	74.7	1.6	70
	jun 81	49	23.9	2.5	131.5	45.2	75.1	1.4	55
Torrön	jun 81	44	25.9	3.9	156.3	108.1	77.1	1.9	50
	okt 81	49	27.2	2.5	185.0	53.1	76.0	1.9	69
Sädvajaure	jun 81	50	23.7	1.1	133.4	16.8	73.3	2.5	41
<b>MED MYSIS OCH PALLASEA</b>									
Blåsjön	apr 79	25	20.4	2.8	80.3	39.7	74.8	2.0	4
	aug 79	21	24.6	2.6	149.7	52.6	74.2	2.0	20
storrröding	okt 80	19	24.3	2.2	147.2	45.0	77.3	2.4	-
	jun 81	48	23.0	2.4	114.4	39.5	73.8	1.4	18
dvärgröding	okt 80	12	21.7	1.7	98.8	24.7	81.5	1.4	-
	jun 81	25	21.1	1.2	83.7	13.3	76.8	1.6	-

En mer detaljerad bild från varje sjö och provtagningstillfälle presenteras i bilagorna 1-15, som visar förhållandet mellan längden respektive totalvikten och vattenhalten i den somatiska vävnaden hos individuella rödingar. En regressionsekvation anges där sannolikheten för oberoende mellan parametrarna var mindre än 5 procent ( $p < 0.05$ ), och vattenhalten därför betraktades som beroende av längden eller vikten.

### Individuella sjöar

#### 1. Oreglerade sjöar utan nya näringsdjur

Ankarvattnet. Fiskar insamlades i juni och under leken i oktober 1981. Vattenhalten var inte signifikant korrelerad med längd. I juni var den signifikant negativt korrelerad till totalvikten (Bilaga 1). Fiskarna delades in i två längdgrupper, 20-25 cm och 25-30 cm. En jämförelse av vattenhalten i juni och oktober detta år visade ingen signifikant skillnad hos de mindre fiskarna (Fishers exakta test;  $p = 0.54$ ), men fiskar av 25-30 cm längd hade en signifikant lägre vattenhalt i juni än i oktober ( $\chi^2 = 4.04$ ;  $p < 0.05$ ). Det tyder på att kvaliteten var sämre i oktober under leken, men ger dock ingen information om fiskarnas möjlighet att återhämta sig den påföljande vintern. Medelvärde av konditionsfaktorn hos de större fiskarna visade ett lägre värde i juni än i oktober, trots att den lägre vattenhalten tyder på en bättre kvalitet i juni (Tabell 4). Köttfärgen var generellt vit eller svagt skär. Vid båda provtagningstillfällena var ca 90% av rödingarna angripna av Diphyllbothrium.

Lillsjouten. Fiskar insamlades endast i april 1979, med pimpelfiske genom isen. Vattenhalten var inte signifikant korrelerad med längden eller totalvikten (Bilaga 2). De flesta rödingar var mindre än 20 cm långa (Tabell 3). De flesta av fiskarna hade en vit eller gul köttfärg, och 60% var angripna av Diphyllobothrium.

Tabell 4. Medelvärden och standardavvikelse för längd, vattenhalt och Fultons konditionsfaktor hos röding.

	Datum	Längdinter- vall (cm)	n	Vattenhalt %		Konditions- faktor	
				$\bar{x}$	s.d.	$\bar{x}$	s.d.
<b>OREGLERADE SJÖAR</b>							
<b>UTAN NYA NÄRINGSDJUR</b>							
Ankarvattnet	jun 81	20-25	7	77.8	2.1	0.76	0.05
		25-30	28	76.8	2.0	0.84	0.08
	okt 81	20-25	26	77.9	1.7	0.91	0.07
		25-30	24	78.7	1.3	0.97	0.09
Lillsjouten	apr 79	20-25	7	77.4	1.1	0.83	0.04
<b>MED MYSIS</b>							
Åsingen	jun 81	25-30	33	77.1	1.6	0.81	0.04
	okt 81	20-25	10	76.4	1.7	0.92	0.05
		25-30	18	76.7	1.5	0.87	0.05
Hensjön	jun 81	20-25	26	79.1	1.0	0.76	0.05
	okt 81	20-25	13	77.8	1.4	0.80	0.07
<b>REGLERADE SJÖAR</b>							
<b>UTAN NYA NÄRINGSDJUR</b>							
Nåsjön	apr 79	15-20	17	78.2	1.6	0.84	0.05
	jul 79	15-20	14	75.5	1.0	0.99	0.07
		20-25	13	75.2	1.0	0.99	0.07
		okt 80	20-25	18	77.9	1.5	0.92
	jun 81	15-20	19	79.1	1.6	0.82	0.05
		20-25	30	78.4	1.5	0.85	0.06
Sörungen	jun 81	20-25	46	78.1	1.3	0.83	0.05
<b>MED MYSIS</b>							
Storsjouten	apr 79	20-25	7	76.7	1.3	0.84	0.10
	jul 79	20-25	9	76.2	1.7	0.95	0.06
	okt 80	20-25	15	74.8	1.7	0.98	0.06
	jun 81	20-25	31	75.4	1.6	0.92	0.05
Torrön	jun 81	20-25	25	78.1	1.5	0.78	0.06
		25-30	15	75.9	1.5	0.86	0.07
	okt 81	25-30	39	75.9	1.9	0.89	0.07
Sädvajaure	jun 81	20-25	44	73.1	2.5	1.01	0.07
<b>MED MYSIS OCH PALLASEA</b>							
Blåsjön	apr 79	20-25	9	74.5	2.3	0.87	0.07
	aug 79	20-25	10	75.0	1.8	0.94	0.08
storröding	okt 80	20-25	11	78.3	2.4	0.95	0.07
	jun 81	20-25	32	74.0	1.3	0.90	0.05
dvärröding	okt 80	20-25	11	81.6	1.4	0.96	0.10
	jun 81	20-25	21	76.7	1.8	0.88	0.06

## 2. Oreglerade sjöar med Mysis

Åsingen. Mysis inplanterades i det intill-liggande Anjanmagasinet i flera omgångar, senast 1968, och återfångades första gången så sent som 1976. Hammar et al. (1983) noterade förekomst av Mysis i rödingmagar från Åsingen 1981. Fiskar insamlades i juni och efter leken i oktober 1981. Vattenhalten var inte signifikant korrelerad med längd eller totalvikt (Bilaga 3). De flesta fiskar var mellan 25 och 30 cm långa. Inom detta längdintervall påvisades ingen signifikant skillnad i vattenhalt i juni jämfört med oktober ( $\chi^2=0.01$ ;  $p>0.05$ ). Fiskarna hade en svagt skär köttfärg som blev något mörkare i oktober. Mellan 80 och 90% av rödingarna var parasiterade av Diphyllbothrium.

Hensjön. Mysis introducerades 1968 och hade etablerat ett bestånd 1971. Fiskar insamlades i juni och efter leken i oktober 1981. Vattenhalten var signifikant negativt korrelerad med både längd och totalvikt i juni (Bilaga 4). För fiskar av 20-25 cm längd fanns det ingen signifikant skillnad i vattenhalt mellan juni och oktober ( $\chi^2=1.97$ ;  $p>0.05$ ). Medelvattenhalten hos dessa fiskar var mycket hög jämfört med alla övriga sjöar, speciellt i juni. Den höga vattenhalten i juni återspeglades i det här fallet i en mycket låg konditionsfaktor (Tabell 4). Fiskköttet var oftast vitt eller svagt skärt i juni och var något mörkare i oktober. Mer än 90% av rödingarna var parasiterade av Diphyllbothrium i juni, medan siffran för oktober var 50%.

## 3. Reglerade sjöar utan nya näringsdjur

Nåsjön. Fiskar insamlades i april 1979 med pimpelfiske från isen, samt i juli 1979, efter leken i oktober 1980 och i juni 1981. Vattenhalten var inte korrelerad med längd, men den var signifikant negativt korrelerad med totalvikten i juli 1979 och juni 1981 (Bilagor 5 & 6). De rödingar som togs med pimpelfiske i april 1979 var mycket små och endast 8% var parasiterade av Diphyllbothrium (Tabell 3). En jämförelse inom längdgruppen 15-20 cm visade att vattenhalten var högre i april 1979 än i juli samma år ( $\chi^2=8.43$ ;  $p<0.01$ ). Den lägre vattenhalten i juli 1979 återspeglades i en högre konditionsfaktor (Tabell 4).

Fiskar inom längdgruppen 15-20 cm hade en extremt hög vattenhalt i juni 1981 (Tabell 4). Bland fiskar av 20-25 cm längd fanns det ingen signifikant skillnad i vattenhalt mellan oktober 1980, efter leken, och juni det påföljande året ( $\chi^2=0.30$ ;  $p>0.05$ ). Detta innebär att man inte kan konstatera någon förbättring av kvaliteten under vintern. I allmänhet var köttfärgen vit eller svagt skär. Den var något mörkare i oktober 1980. Cirka 56% av rödingarna var angripna av Diphyllobothrium i oktober 1980 och juni 1981.

Sørungen. Fiskar insamlades endast i juni 1981. Fiskarnas längd varierade i huvudsak mellan 20-25 cm, med en vikt omkring 100g (Tabell 3). Vattenhalten var signifikant negativt korrelerad till totalvikten (Bilaga 7). Huvuddelen av rödingarna hade en vit köttfärg, den ljusaste som noterades i någon av sjöarna, och 42% var angripna av Diphyllobothrium.

#### 4. Reglerade sjöar med Mysis

Storsjouten. Mysis introducerades 1970 och hade etablerat ett bestånd 1975. Fiskar insamlades i april 1979 med pimpelfiske genom isen, samt i juli 1979, efter leken i oktober 1980 och i juni 1981. Vattenhalten var inte korrelerad med längd, men den var signifikant negativt korrelerad med totalvikten i oktober 1980 och juni 1981 (Bilagor 8 & 9). Rödingarna som fångades i april 1979 var så pass mycket mindre än vid de andra provtagningstillfällena (Tabell 3) att de inte kunde jämföras. De hade dock den högsta vattenhalten av rödingarna i denna sjö (Tabell 3). Hos 20-25 cm långa fiskar fanns ingen signifikant skillnad i vattenhalt mellan oktober 1980, efter leken, och juni det påföljande året ( $\chi^2=0.05$ ;  $p>0.05$ ). Detta innebär att man inte kan konstatera någon förbättring av kvaliteten under vintern. Medelvärdet för konditionsfaktorn var mycket högre i oktober 1980 än i juni 1981 (Tabell 4). Köttfärgen var oftast gul eller svagt skär 1979 och svagt skär till skär i oktober 1980 och juni 1981. Frekvensen rödingar angripna av Diphyllobothrium varierade starkt, från 12% i juli 1979 till 70% i oktober 1980, medan den var ca 55% i april 1979 och juni 1981 (Tabell 3).



Torrön. Mysis introducerades 1957 och 1965 och hade etablerat ett bestånd 1966. Pallasea introducerades också 1965 men har inte återfunnits i sjön. Fiskar insamlades i juni och efter leken i oktober 1981. Vattenhalten var signifikant negativt korrelerad till både längd och totalvikt vid båda provtagningstillfällena (Bilaga 10). Rödingarna var stora jämfört med de andra sjöarna (Tabell 3) pga de grövre maskstorlekarna i näten. De flesta återfanns inom längdintervallet 25-30 cm. Ett extremt undantag var en fisk, 45 cm lång, som fångades i juni 1981. En jämförelse mellan dessa fiskar visade ingen signifikant skillnad i vattenhalt i juni och oktober 1981 ( $\chi^2=0.01$ ;  $p>0.05$ ). Fiskarnas köttfärg var oftast svagt skär - skär, och var något mörkare i oktober än i juni. Frekvensen rödingar angripna av Diphyllbothrium var 50% i juni och 70% i oktober.

Sädvajare. Mysis introducerades 1971 och hade bildat ett bestånd 1974. Fiskar insamlades endast i juni 1981. Variationen i längd och vikt hos rödingen var obetydlig, och medellängden låg kring 25 cm (Tabell 3). Vattenhalten hade en signifikant och starkt positiv korreleration till längden, i motsats till den negativa korrelation som var vanlig i de andra sjöarna (Bilaga 11). Rödingarna i denna sjö hade det lägsta medelvärdet för vattenhalt och det högsta medelvärdet för konditionsfaktorn (Tabell 4). De hade i genomsnitt den starkaste köttfärgen (skär). Ungefär 40% var angripna av Diphyllbothrium.

Blåsjön. Mysis och Pallasea introducerades 1964. Mysis hade bildat bestånd 1966, medan Pallasea återfångades först 1970. Fiskar insamlades i april 1979 med pimpelfiske genom isen, samt i augusti 1978, under leken i oktober 1980 och i juni 1981. Vid fältprovtagningen under 1980 och 1981 delades rödingarna in i två typer enligt morfologiska karaktärer: storröding och för-dvärgad röding (den s k "titan").

Under 1979 var vattenhalten inte korrelerad med längden. Den var signifikant negativt korrelerad med totalvikten i augusti (Bilaga 12). Fiskar inom längdintervallet 20-25 cm hade inte någon signifikant skillnad i vattenhalt mellan april och augusti (Fishers exakta test,  $p=0.37$ ).

I det sammanlagda rödingmaterialet från oktober 1980 och juni 1981 var vattenhalten signifikant negativt korrelerad till både längd och totalvikt (Bilaga 13). När de två rödingpopulationerna behandlades separat, visade korrelationerna olika mönster (Bilagor 14 & 15). Under oktober 1980 var vattenhalten signifikant negativt korrelerad med längd och totalvikt endast hos storröding. Den fördrvärgade rödingens vattenhalt var, i motsats, signifikant positivt korrelerad till längden i oktober 1980. Vattenhalten var inte korrelerad till längd eller vikt hos någon av rödingpopulationerna under juni 1981 (Bilaga 15). En jämförelse med 20-25 cm långa fiskar fångade i oktober 1980 visade att det inte fanns någon signifikant skillnad i vattenhalt mellan storröding och dvärgröding ( $\chi^2=0.73$ ;  $p>0.05$ ). Under juni 1981 hade dock storröding en lägre vattenhalt än dvärgrödingen ( $\chi^2=16.35$ ;  $p<0.001$ ). Medelvärdet för konditionsfaktorn var då ungefär lika för båda populationerna av röding (Tabell 4). Dvärgrödingen hade i allmänhet en betydligt ljusare köttfärg (vit) jämfört med svagt skär till skär hos storrödingen.

Under juni 1981 var vattenhalten hos 20-25 cm långa fiskar signifikant lägre än i oktober 1980, både vad gäller storröding ( $\chi^2=17.25$ ;  $p<0.001$ ) och dvärgröding ( $\chi^2=15.89$ ;  $p<0.001$ ). Detta tyder på att båda rödingpopulationerna hade förbättrat kvaliteten under vintern. Medelvärdet för konditionsfaktorn visade motsatsen, eftersom detta var lägre för båda typerna i juni 1981 än i oktober 1980 (Tabell 4). Köttfärgen hos båda populationer var mörkast i juni. Informationen om parasitering är ofullständig, men den högsta angreppsfrekvensen noterades under juli 1979, då 20% av rödingarna var infekterade av Dipyllobothrium (Tabell 3).

### Sammanfattning

Några generella mönster kan urskiljas. Vattenhalten var oftast negativt korrelerad till längd och vikt, dvs mindre rödingar hade en högre vattenhalt än stora. Undantag utgjordes av rödingen i Sädvajaure i juni 1981 och dvärgrödingen i Blåsjön i oktober 1980, då vattenhalten var positivt korrelerad till längden.

I tre sjöar, (Nåsjön, Storsjöuten och Blåsjön) var det möjligt att undersöka rödingens återhämtning efter leken, genom att jämföra vattenhalten i oktober med juni det påföljande året. Alla dessa sjöar är reglerade, och de två sista har Mysis. Endast i Blåsjön var vattenhalten signifikant olika i juni 1981 jämfört med oktober 1980. Både storröding och dvärgröding hade en lägre vattenhalt i juni 1981 (Tabell 5).

I Ankarvattnet (oreglerad, utan Mysis) var vattenhalten signifikant olika i juni och oktober 1981 hos större fiskar. Vattenhalten var lägre i juni än i oktober under leken. I Nåsjön (reglerad, utan Mysis) var vattenhalten hos de små fiskarna signifikant olika i april och juli 1979 (Tabell 5).

Tabell 5. Jämförelse av medelvärden för vattenhalten och Fultons konditionsfaktor i sjöar där vattenhalten var statistiskt skild ( $p < 0.05$ ) mellan olika månader.

Sjö	Datum	Längdintervall (cm)	n	Vattenhalt %	Fultons konditionsfaktor	
Ankarvattnet	jun 81	25-30	28	76.8	0.84	
	okt 81		24	78.7	0.97	
Nåsjön	apr 79	15-20	17	78.2	0.84	
	jul 79		14	75.5	0.99	
Blåsjön	storröding	20-25	okt 80	11	78.3	0.95
			jun 81	32	74.0	0.90
	dvärgröding	20-25	okt 80	11	81.6	0.96
			jun 81	21	76.7	0.88

Rödingen i de olika sjöarna jämfördes efter en indelning av fiskarna i längdintervaller. Rödingen i Sädvajaure (reglerad, med Mysis) uppvisade det lägsta medelvärdet för vattenhalt och det högsta värdet för konditionsfaktorn (Tabell 4). En skillnad i kvalitet kunde visas mellan de två rödingpopulationerna i Blåsjön. Dvärgrödingen hade en signifikant högre vattenhalt än storrödingen i juni 1981 (Tabell 4).

De högsta frekvenserna av rödingar angripna av Diphyllobothrium erhöles i de oreglerade sjöarna Ankarvattnet (90-93%),

Åsingen (82-91%) och Hensjön (50-94%). Blåsjön hade den genomgående lägsta angreppsfrekvensen, vilket överensstämmer med Hammar et al. (1983). Generellt skilde sig dock angreppsfrekvenserna från de av Hammar et al (op.cit.) noterade. De var oftast lägre, men i Sädvajaure var frekvensen Diphyllbothrium dubbelt så hög. Angreppsfrekvensen varierade dessutom mellan olika provtagningsstillfällena i Hensjön, Nåsjön och Storsjouten (Tabell 3).

Bedömningen av kvaliteten enligt konditionsfaktorn stämde inte alltid överens med den som baserats på vattenhalten. Detta visas av en jämförelse av medelvärden för vattenhalt och Fultons konditionsfaktor hos fiskar i sjöar där vattenhalten var signifikant skild mellan olika månader (Tabell 5). Fiskar med en låg vattenhalt, dvs en bra kvalitet, uppvisar inte alltid en hög konditionsfaktor.

I Ankarvattnet hade 25-30 cm långa rödingar en signifikant högre vattenhalt i oktober än i juni 1981, men konditionsfaktorn var högre i oktober. På ett liknande sätt var konditionsfaktorn hos båda populationerna av röding i Blåsjön högre i oktober 1980 än i juni 1981, trots att den signifikant högre vattenhalten i oktober visade att kvaliteten var sämre då (Tabell 5). Förhållandet mellan medelvärdena för vattenhalten och konditionsfaktorn var inte heller alltid som förväntat vid jämförelser av värdena för 20-25 cm långa fiskar från olika sjöar i juni 1981. I Nåsjön och Sörungen uppvisade rödingen en högre konditionsfaktor än i Torrön och Ankarvattnet, trots att vattenhalten var lika hög. Endast i Storsjouten, Sädvajaure och Blåsjön (storröding) styrktes en betydligt lägre vattenhalt av en högre konditionsfaktor (Tabell 4).

För att undersöka förhållandet mellan vattenhalten och Fultons konditionsfaktor utfördes en linjär regressionsanalys mellan de två kvalitetsmåten för rödingar fångade i juni 1981. Resultaten ges i Tabell 6. Vattenhalten var signifikant negativt korrelerad ( $p < 0.05$ ) till konditionsfaktorn för fiskar av alla längder, dvs fiskar med en hög konditionsfaktor hade en låg vattenhalt, förutom för dvärgröding i Blåsjön. För rödingar inom längdinterval-

let 20-25 cm fanns det dock ingen korrelation mellan vattenhalten och konditionsfaktorn i Ankarvattnet och Storsjouten i juni 1981. I Blåsjön och Ankarvattnet fanns ingen signifikant korrelation mellan vattenhalten och konditionsfaktorn i oktober 1980 respektive oktober 1981. Detta förklarar den dåliga överensstämmelsen mellan de två kvalitetsmått vid jämförelser mellan månader (Tabell 5).

Tabell 6. Korrelationskoefficienterna för linjär regression mellan Fultons konditionsfaktor och vattenhalt (%) i juni 1981. \* = signifikant negativ korrelation ( $p < 0.05$ , Dixon & Massey 1969).

Sjö	Längdintervall (cm)	n	Korrelationskoefficient
Ankarvattnet	totalt	43	0.54 *
	20-25	7	0.54
	25-30	28	0.49 *
Äsingen	totalt	44	0.36 *
Hensjön	totalt	32	0.58 *
	20-25	30	0.43 *
Nåsjön	totalt	50	0.55 *
	20-25	30	0.53 *
Sörungen	totalt	50	0.40 *
	20-25	46	0.43 *
Storsjouten	totalt	49	0.36 *
	20-25	31	0.23
Torrön	totalt	44	0.73 *
	20-25	25	0.50 *
Sädvajaure	totalt	50	0.52 *
	20-25	44	0.45 *
Blåsjön	totalt	47	0.49 *
	storröding	32	0.37 *
dvärggröding	totalt	25	0.38
	20-25	21	0.40

### Effekten av Mysis

Röding i sjöar med och utan Mysis jämfördes med hjälp av förhållandet mellan längden och vattenhalten i de olika sjötyperna. Enligt den tidigare beskrivna metoden ritades en gemensam regressionslinje. Antalet observationer från de olika sjötyperna som låg ovanför respektive under linjen jämfördes med  $\chi^2$ -test.

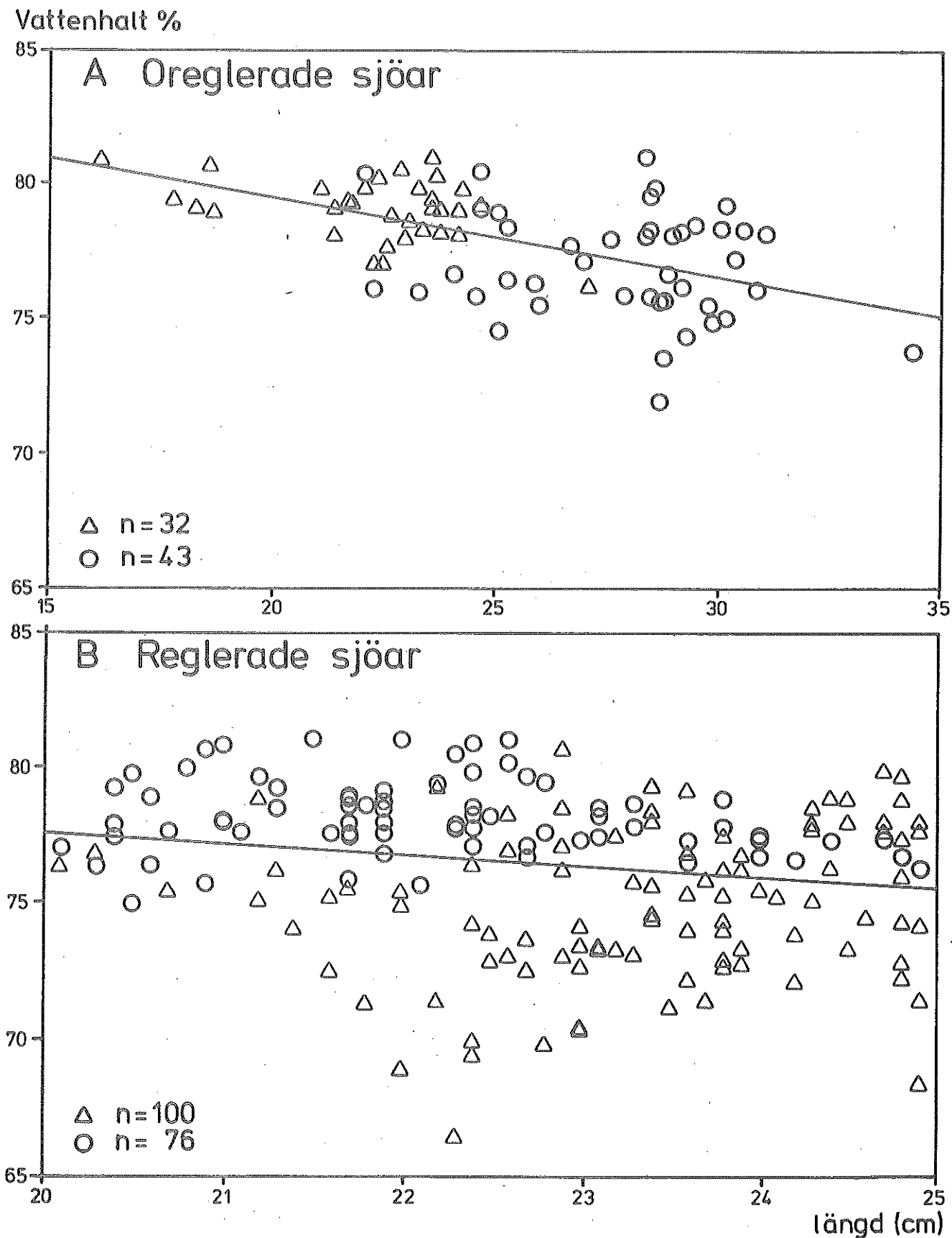
Oreglerade och reglerade sjöar behandlades separat. Endast fiskar fångade i juni 1981 användes i analysen, eftersom det då insamlades röding från alla sjöar utom Lillsjouten. Dessutom behövde man inte ta hänsyn till ändringar i vatten- och fetthalt i samband med fiskarnas könsmognad.

#### Oreglerade sjöar

Av de fyra oreglerade sjöarna användes material från endast två. Detta beror på att det inte fanns prov från Lillsjouten i juni 1981, och att Åsingen varken kan ses som representativ för oreglerade sjöar eller Mysis-sjöar (se sid 4). De två sjöar som jämfördes var Ankarvattnet, som inte har några nya näringsdjur, och Hensjön, där Mysis introducerades 1968. Rödingar av alla längder från de två sjöarna jämfördes för att få ett tillräckligt stort material. Korrelationen mellan längd och vattenhalt var statistiskt signifikant ( $n=75$ ,  $r=0.53$ ). Medelvattenhalten var högre i Hensjön (79%) än i Ankarvattnet (77%) (Tabell 3), men enligt regressionsanalysen var skillnaden inte statistiskt signifikant ( $\chi^2=0.8$ ;  $p>0.05$ ) (Figur 2).

#### Reglerade sjöar

I första hand jämfördes röding från alla reglerade sjöar utom Blåsjön, eftersom denna inte bara hade Mysis utan också Pallasea. Endast fiskar av längden 20-25 cm jämfördes. Detta för att minska variationen i vattenhalt vid olika längder. Sjöar utan nya näringsdjur var Nåsjön ( $n=30$ ) och Sørungen ( $n=46$ ). Sjöar med Mysis var Storsjouten ( $n=31$ ), Torrön ( $n=25$ ) och Sädvajaure ( $n=44$ ). Vattenhalten i de reglerade sjöarna utan Mysis var signifikant högre än i sjöarna med Mysis ( $\chi^2=52.48$ ;  $p<0.001$ ) (Figur 2). Detta förhållande, med lägre vattenhalt i sjöar med nya näringsdjur, kvarstod även då röding från Blåsjön ( $n=53$ ) inkluderades i jämförelsen ( $\chi^2=64.46$ ;  $p<0.001$ ).



Figur 2. Jämförelse av kvaliteten hos rödingar i sjöar med Mysis (△) och utan Mysis (○) juni 1981, baserad på förhållandet mellan vattenhalten och längden hos individuella fiskar.

A. Oreglerade sjöar. Ingen skillnad i vattenhalt hos rödingar i sjöar med resp utan Mysis ( $\chi^2$ :  $p > 0.05$ )

B. Reglerade sjöar. Rödingar i sjöar med Mysis har en lägre vattenhalt ( $\chi^2$ :  $p < 0.001$ )

## DISKUSSION

### Effekten av Mysis

I de oreglerade sjöarna var det inte möjligt att påvisa att Mysis-introduktioner innebär en kvalitetsförbättring i form av lägre vattenhalt. Materialet var litet och endast två sjöar, Ankarvattnet (utan Mysis) och Hensjön (med Mysis) kunde jämföras. Hela materialet användes i jämförelsen. Medelvattenhalten hos rödingarna i Hensjön var högre, men skillnaden var ej statistiskt signifikant (Figur 2). Den högre medelvattenhalten i Hensjön kan bero på att rödingarna var av mindre storlek än i Ankarvattnet (Tabell 3). Sjöarna hör till geografiskt skilda vattendrag och är av helt olika storlekar (Tabell 1). Enligt Hammar et al. (1983) är rödingarna i Ankarvattnet något hårdare angripna av Diphyllobothrium än i Hensjön, där angreppsfrekvensen har minskat efter Mysis-introduktionen. Det är inte känt i vilken täthet Mysis förekommer i Hensjön, eller om den ingår i rödingens diet. På grund av materialets ringa storlek går det inte att dra slutsatser om effekten av Mysis på rödingens kvalitet i oreglerade sjöar.

Jämförelserna mellan de reglerade sjöarna visade däremot att rödingar i sjöar där Mysis introducerats hade en signifikant lägre vattenhalt (Figur 2) och därmed en bättre kvalitet. När Blåsjön (med Mysis och Pallasea) inkluderades i jämförelsen, förstärktes kvalitetsskillnaden mellan sjöar med och utan nya näringsdjur. Sjöarnas individuella egenskaper kan dock ha påverkat resultatet. Nåsjön och Sörungen (utan Mysis) är små jämfört med de andra reglerade sjöarna. Nåsjön har dessutom en relativt liten regleringsamplitud (Tabell 1). Vi kunde inte konstatera klara skillnader i frekvensen av Diphyllobothrium i de olika reglerade sjöarna (Tabell 3). Frekvenserna i vår undersökning skilde sig dock från de av Hammar et al. (1983) noterade. De lägre angreppsfrekvenserna i vår studie kan förklaras av att en subjektiv bedömning av antalet synliga cystor är mycket grövre än en räkning av de levande parasiterna inuti matsmältningsorganen. Hammar et al. (op.cit.) visade en lägre parasitering i sjöar där Mysis introducerats. Den sämre kvaliteten



hos röding från Nåsjön och Sörungen (utan Mysis) skulle kunna ha ett samband med en högre frekvens av Diphyllobothrium, eftersom kraftig infektion av Diphyllobothrium kan påverka vattenhalten i matsmältningsorganen (Jensen 1980).

Betydelsen av introducerad Mysis för födovalet och tillväxten hos rödingen är inte känd för alla de reglerade sjöarna. I Blåsjön äts Mysis av båda populationerna röding under hela året, och Pallasea är en viktig föda på vintern. Rödingens tillväxt har förbättrats betydligt sedan Mysis introducerades (Fürst et al. 1978). I Torrön äter både pelagisk och bentisk röding främst zooplankton under sommaren, men Mysis är betydelsefull under resten av året (Fürst et al. 1981). Tillväxten hos de åldersgrupper som är planktonätande (tre- och fyrsomriga fiskar) har försämrats, som följd av konkurrens från Mysis om zooplankton. Tillväxten hos de äldre bentiskt levande fiskarna har emellertid förbättrats, så totalt har inte rödingens tillväxt ändrats sedan Mysis introducerades (Fürst et al. 1981). Mysis-beståndet i Storsjouten var mycket tätare 1981-83 än i Blåsjön och Torrön (Fürst et al. 1984). Tillväxten hos rödingen är bättre än i Blåsjön (Hammar et al. 1983). Mysis är betydelsefull som föda, speciellt under vintern (J. Hammar, Sötvattenslaboratoriet, muntl.medd.). Det finns ingen information om Mysis-tätheten i Sädvajaure, där rödingens kvalitet var anmärkningsvärt bra (Tabell 4). Rödingen i Sädvajaure äter dock Mysis under alla årstider (Ö. Karlström, Fiskeriintendenten i Luleå, muntl.medd.).

#### Aterhämtningen efter lek

I Blåsjön (reglerad, med Mysis och Pallasea sedan 1964) påvisades en tydlig återhämtning av kvaliteten efter leken. Hos båda rödingpopulationerna var vattenhalten i juni 1981 signifikant lägre än i oktober 1980 (Tabell 5). Denna kvalitetsförbättring beror antagligen på tillgången på Mysis och Pallasea under vintern. Mysis är den dominerande födan för både storröding och dvärgröding under större delen av året. Dessutom har Mysis och Pallasea svarat för magarnas ökade fyllnadsgrad på senvintern (Fürst et al. 1978, 1984). Det är svårt att skilja på effekterna av de två nya näringsdjuren, men

eftersom Blåsjön är den enda Mysis-sjön där rödingens återhämtning var tydlig efter leken, är det troligt att Pallasea har en stor betydelse.

#### Den kemiska sammansättningen under olika årstider

Saknaden av tydliga variationer i kvalitet mellan olika månader i de andra sjöarna kan förklaras delvis av de svårigheter som är förknippade med en jämförelse av kroppskonstituenterna under olika årstider. I samband med utvecklingen av gonaderna mobiliseras fett från resten av kroppen. En minskning av muskulaturens fetthalt har noterats i samband med könsmognad i röding (Matsuk & Lapin 1972), öring (Lusk 1969) samt sik Coregonus lavaretus (Reshetnikov et al. 1970). Hos siken Coregonus clupeaformis varierade vattenhalten i muskler, lever, och matsmältningsorgan under könscykeln endast hos reproducerande fiskar (Moreau 1983). Därför är det troligt att könsmognadsgraden påverkar vattenhalten hos rödingarna i de sjöar vi har undersökt, och att ändringarna är störst hos de individer som leker.

Vi har inte tagit hänsyn till fiskarnas gonadutveckling, eftersom det var svårt att redan i juni förutsäga vilka fiskar som skulle delta i leken senare samma år. Därför kan variationer i andelen rödingar som deltog i leken ha döljt faktiska skillnader i vattenhalten mellan oktober, som var tiden för lek, och juni den påföljande våren. I några sjöar konstaterades skillnader i kvalitet mellan olika månader under ett år, men detta gav ingen information om fiskarnas möjlighet att återhämta sig efter leken.

#### Vattenhalten som mått på näringsstatus

I flera studier har man undersökt sambandet mellan den kemiska sammansättningen hos salmonider och födotillgången. I regnbåge, Salmo gairdneri, minskade fetthalten i kroppen vid svält (Jeziarska et al. 1982, Reinitz 1983). Jeziarska et al. (op. cit.) ansåg att framförallt mag- och tarmfett bidrog till energimetabolismen. Reinitz (op.cit.) fann att energitillskottet vid ökad matning innebar att kroppsvatten ersattes av fett. Fett-

och proteinhalten ökade med ökande matransoner hos öring (Elliott 1976) och hos yngel av indianlax, Oncorhynchus nerka (Brett et al. 1969). Brett et al. (op.cit.) märkte en samtidig minskning av vattenhalten. När ung puckellax, Oncorhynchus gorbuscha, hölls i nätkassar vid hög täthet och därmed lägre födotillgång, minskade kroppsfettet, men vikten hölls på samma nivå genom ett upptag av vatten (Parker & Vanstone 1966). Akiyama & Nose (1980) uppmätte en minskning i fett- och proteinhalten hos svältande yngel av hundlax, Oncorhynchus keta. Minskningen av kroppsvikten hos svältande bäckröding, Salvelinus fontinalis, orsakad av fettförluster, återställdes delvis genom en ökning av vattenhalten (Phillips et al. 1966). I svältförsök med juvenil röding (Dutil 1983), svarade lipider för 65% och proteiner för 35% av fiskarnas metaboliska behov.

Förhållandet mellan fetthalten och vattenhalten kan ofta beskrivas av en signifikant negativ linjär regression mellan fett och vatten (Love 1970). En sådan "fett-vatten linje" har noterats hos sillarterna Alosa caspia caspia (Shubina & Rychagova 1981) och Clupea harengus (Iles & Wood 1965), samt hos abborre, Perca fluviatilis (Craig 1977). Detta förhållande finns också beskrivet hos salmonider som indianlaxyngel (Brett et al. 1969), öring (Elliott 1976), regnbåge (From & Rasmussen 1984, Weatherly & Gill 1983) och siken Coregonus fera (Gunkel 1980). Vattenhalten har använts i ekvationer för att vidare beräkna värden för fetthalten hos abborre (Craig 1977), sill (Iles & Wood 1965), öring (Elliott 1976), regnbåge (Brett et al. 1969) och indianlax (Groves 1970).

Resultaten från dessa studier om dietens inverkan på den kemiska sammansättningen, och den starka sammankopplingen mellan vattenhalten och fetthalten hos salmonider i synnerhet, tillsammans med resultaten från svältförsöket med röding (Olsén et al. manuskript) talar för att vattenhalten är ett bra mått på näringsstatus hos röding.

Det finns dock nackdelar med att använda vattenhalten som ett mått på kvalitet. Fetthalten och vattenhalten kan, som tidigare nämnts, variera med graden av könsmognad. Det kan dessutom fin-

nas en dygnsvariation i vattenhalten, korrelerad till födointaget, som hos ung puckellax (Parker & Vanstone 1966). Bestämningar av vattenhalten i hela kroppen påverkas av kön, könsmognad, maginnehåll, parasiter osv (Jensen 1980). I denna undersökning har vattenhalten inte påverkats av gonadernas storlek eller maginnehållet, eftersom gonaderna torkades separat och magen och tarmen tömdes på innehåll. Kön och parasitering har däremot haft effekt. En annan variationsorsak kan vara vattenförluster som förekom i samband med transport och provtagning, samt vid långa infrysningstider (Tabell 2).

Den kemiska sammansättningen varierar med fiskens storlek (Love 1970). Hos flera av de "feta" fiskarterna ökar fetthalten med längd, vikt eller ålder (Akiyama & Nose 1980, Matsuk & Lapin 1972, Parker & Vanstone 1966, Reinitz 1983, Shubina & Rychagova 1981, Staples & Nomura 1976, Weatherly & Gill 1983). Denna trend märks också som en minskning av vattenhalten med ökad storlek (Elliott 1976, Staples & Nomura op.cit., Weatherly & Gill op.cit.). I denna undersökning minskade vattenhalten med längd och vikt i de flesta fall (Bilagorna 1-15).

#### Konditionsfaktorer som mått på kvalitet

I vår undersökning fanns det inte alltid överensstämmelse mellan kvalitetsbedömningen baserad på vattenhalten och värdena för Fultons konditionsfaktor. Detta märktes vid en jämförelse mellan medelvärdena för vattenhalten och konditionsfaktorn i de sjöar där vattenhalten skilde sig signifikant mellan olika månader (Tabell 5). Fultons konditionsfaktor var inte alltid negativt korrelerad till vattenhalten i juni 1981 (Tabell 6). Detta tyder på att denna konditionsfaktor är ett okänsligt mått på kvaliteten hos röding. Graden av könsmognad bör ej ha haft någon större påverkan på Fultons konditionsfaktor i juni. Däremot kan den ha varit en betydande felkälla i oktober. Variationer i mängden av maginnehåll kan också ha påverkat konditionsfaktorn.

Konditionsfaktorn har en begränsad användning som mått på fiskars näringsstatus. Weatherly & Gill (1983) fann för regnbåge att korrelationen mellan en ospecificerad konditionsfaktor och

lipidhalten respektive torrvikten var tillräckligt bra för att grovt kunna beräkna den kemiska sammansättningen från längden och våtvikten. I motsats till detta har flera författare påpekat nackdelarna med att bedöma en fisks kvalitet enligt Fultons konditionsfaktor.

Le Cren (1951) skilde på tre olika grupper av faktorer som påverkar värdet av konditionsfaktorn. Den första inkluderar variation i längd, ålder, kön och könsmognad, samt skillnader i kroppsform mellan raser. Den andra faktorn är selektivitet hos fiskemetoden. Som exempel nämns att nätfiske kan selektera de tjockaste av de korta fiskarna och de smalaste av de långa fiskarna, och således påverka relationen mellan längd och vikt. I den tredje gruppen ingår miljön, näringstillgång, parasiteringsgraden och årstidsskillnader. Beräkning av en allometrisk konditionsfaktor, där man tar hänsyn till det aktuella regressionsförhållandet mellan längd och vikt, skulle utesluta effekten av längden (Le Cren op.cit.). Craig (1974) använde sig av regressionskoefficienter mellan längd och vikt som konditionsfaktorer för abborre. Craig (1977) rekommenderade en allometrisk konditionsfaktor för att jämföra fiskpopulationer i tid och rum.

Abbasov & Polyakov (1978) ansåg att magens fyllnadsgrad påverkade Fultons konditionsfaktor, men även att Clarks konditionsfaktor (där mag- och tarminnehållet utesluts) inte kunde undvika variation pga könsprodukter. De rekommenderade att beräkningen av konditionsfaktorn kompletteras med en analys av kroppssammansättningen, eftersom två fiskar av samma längd och vikt kan innehålla olika mängder av fett, vatten, protein osv. Krasnopër & Bakanov (1982), som undersökte braxen (Abramis brama) argumenterade att konditionsfaktorn inte var en känsligare indikator på födotillgång, jämfört med tillväxthastighet, könsmognadstid, fekunditet osv, eftersom fiskens kroppsform i hög grad kan bero på andra faktorer, t ex genetiska.

Parker & Vanstone (1966) fann att även allometriska konditionsfaktorer baserade på längd-vikt förhållanden var okänsliga mått på näringsstatus hos ung puckellax, eftersom fett och vattenhalten varierade med ontogeni, tiden på dygnet och födotillgång.

Enligt Elliott (1976) var relationen mellan den kemiska sammansättningen och längden eller konditionsfaktorn oklar hos öring. Den bästa uppskattningen av den kemiska sammansättningen erhöles genom att sätta upp regressionsekvationer som relaterade den till vattenhalten (Elliott op.cit.).

Jensen (1980) fann att öring och röding verkade ha sina största energireserver i fett på matsmältningsorganen, och att skillnaden i användningen av dessa energireserver mellan köns mogna och icke köns mogna fiskar inte kunde upptäckas med Fultons konditionsfaktor. Han föreslog användandet av ett "Gut index", torrvikten av matsmältningsorganen i relation till deras våtvikt. Detta index var korrelerad till energihalten, och var ett bättre mått än konditionsfaktorn på näringsstatus hos röding och öring. Ett problem med "Gut index" var att det påverkades starkt av parasitering med Diphyllbothrium (Jensen op.cit.).

Således kan man åter konstatera att Fultons konditionsfaktor inte är ett pålitligt mått på näringsstatus hos fisk, eftersom den påverkas av så många andra faktorer. Allometriska konditionsfaktorer är något känsligare, men tar inte hänsyn till förhållandet mellan fett och vatten i fiskkroppen. Det "Gut index" som baseras på vattenhalten i matsmältningsorganen (Jensen 1980) påverkas starkt av parasiter. En visuell bedömning av köttfärgen kan upplysa om att karotenoider ingår i dieten, men är ej ett mått på kvalitet. En undersökning av den kemiska sammansättningen ger den bästa informationen om salmoniders näringsstatus. Vattenhalten verkar utgöra ett bra mått på kvaliteten, om hänsyn tages till fiskens storlek och köns mognadsgrad, samt till årstiden.

#### Andra studier av Mysis' effekt på kvalitet hos salmonider

Tidigare undersökningar av kvaliteten hos röding och öring i samband med introduktioner av Mysis i svenska sjöar (Fürst et al. 1978, Olsén 1980) kunde inte konstatera några kvalitetsförändringar hos röding. Garnås & Gunnerød (1983) studerade tre reglerade norska sjöar där Mysis introducerades 1973, och undersökte kvaliteten hos röding och öring under åren 1980-82. I

två av sjöarna, Stugusjøen och Gjevilvatn, äts Mysis av båda dessa fiskarter, och är ett viktigt födoobjekt för röding under vintern och våren. Trots en relativt god tillväxt hos röding i båda sjöarna, har Fultons konditionsfaktor minskat sedan Mysis-introduktionen. Andelen rödingar med vit köttfärg hade minskat i Gjevilvatn, vilket antogs bero på det ökade inslaget av Mysis i dieten. Konditionsfaktorn hos öring hade ökat i Gjevilvatn. I den tredje sjön, Selbusjøen, där rödingens diet huvudsakligen utgjordes av zooplankton, hade tillväxten försämrats och konditionsfaktorn minskat. Sedan öringen i Selbusjøen börjat äta Mysis förbättrades tillväxten, men konditionen ändrades ej (Garnås & Gunnerød op.cit.).

I dessa norska reglerade sjöar verkar kvaliteten hos röding inte ha förbättrats sedan Mysis introducerats, inte ens i sjöar där Mysis är ett viktigt födoobjekt och rödingens tillväxt är god. En förbättring av örings kvaliteten konstaterades endast i Gjevilvatn. Det är dock svårt att bedöma resultaten. Fultons konditionsfaktor är, som tidigare påpekats, ett okänsligt mått på näringsstatus hos salmonider. Den beräknades för fiskar av alla längder, vilket innebär att hänsyn inte har tagits till ändringar i kroppsform med storlek. Eftersom fisket skedde i augusti eller september, bör könsmodningsgraden strax före lek ha haft stor effekt på konditionsfaktorn. Variationer i magarnas fyllnadsgrad kan också ha påverkat konditionsfaktorn. Dessutom kompliceras bilden av att Pallasea introducerades i alla dessa sjöar samtidigt med Mysis, och äts av både röding och öring, med undantag av rödingen i Selbusjøen.

#### SAMMANFATTNING

Mysis relicta har introducerats i ett stort antal svenska sjöar, för att ersätta de bottendjur som skadats av reglering, och tjäna som ny födoorganism för fiskar. Betydelsen av Mysis för kvaliteten hos röding har undersökts i tio sjöar i norra Sverige. Tidigare undersökningar av köttfärgen och konditionsfaktorer kunde inte påvisa någon kvalitetsförbättring hos röding i samband med Mysis-introduktioner (Fürst et al. 1978, Olsén

1980). Ett svältoförsök med röding (Olsén, Heyman & Boström, manuskript) visade att fetthalten var ett känsligare mått än Fultons konditionsfaktor på näringsstatus hos röding. Ett omvänt förhållande mellan fett- och vattenhalten konstaterades samtidigt. Eftersom vattenhalten visat ett omvänt förhållande till fetthalten, samtidigt som den är relativt lätt att bestämma, har vi använt den som ett mått på kvalitet hos röding i denna undersökning. En låg vattenhalt anses innebära en hög fetthalt, och således bra kvalitet.

Röding har fångats huvudsakligen med bottennät under olika månader från 1979-81 i reglerade och oreglerade sjöar med och utan introducerad Mysis. Kvaliteten hos röding i olika sjöar har jämförts genom att använda material från samma månad och år, juni 1981. Dessutom har kvaliteten i oktober efter leken jämförts med den i juni den påföljande våren, för att undersöka om tillgången på Mysis innebär att rödingen snabbare kan återhämta sig under vintern. Jämförelserna av kvaliteten baserades på förhållandet mellan vattenhalten i den somatiska vävnaden (hela fisken, utom gonader och maginnehåll) och längden hos individuella fiskar. Vattenhalten minskade med ökad längd eller vikt i de flesta fall, och därför delades fiskarna in i storleksklasser.

I en oreglerad sjö med introducerad Mysis var vattenhalten högre, men ej signifikant skild från den i en oreglerad sjö utan nya näringsdjur. I de reglerade sjöarna var vattenhalten hos röding signifikant lägre där Mysis eller både Mysis och Pallasea introducerats. I några av de reglerade sjöarna kan den högre kvaliteten kopplas till inslaget av de nya näringsdjuren i dieten.

I Blåsjön, reglerad med både Mysis och Pallasea, påvisades en signifikant högre vattenhalt, dvs sämre kvalitet, hos förvärgad röding än hos storröding. Vattenhalten hos båda rödingpopulationerna var signifikant lägre i juni 1981 än i oktober 1980 efter leken. De två nya näringsdjuren, som är betydelsefulla som föda hela året om, verkar ha bidragit till den snabba återhämtningen av kvaliteten under vintern. Ingen sådan åter-



hämtning av kvaliteten efter leken påvisades i de övriga reglerade sjöarna med Mysis. Detta tyder på att Pallasea spelar en viktig roll för rödingens goda kvalitet i Blåsjön.

Bedömningen av kvaliteten enligt vattenhalten överensstämde inte alltid med den som baserats på Fultons konditionsfaktor. Regressionsanalys visade att en låg vattenhalt inte alltid var korrelerad till en hög konditionsfaktor. Vi anser således att konditionsfaktorn är ett okänsligt mått på kvalitet hos röding, eftersom den inte tar hänsyn till ändringar i fiskens kemiska sammansättning vid ändrad födotillgång.

#### ERKÄNNANDEN

Vi skulle vilja tacka alla de som samlade in röding från de olika sjöarna och gjorde undersökningen möjlig. Det var främst Olle Lindh, samt Johan Hammar, Konrad Andersson, Ingemar Jönsson och Lars Olof Olofsson som fiskade. Leif Tenfält och Martin Engström hjälpte till med vattenhaltsbestämningar.

Magnus Fürst och Johan Hammar, våra kollegor inom "Näringsdjursgruppen" vid Sötvattenslaboratoriet, har varit ett stort stöd under undersökningens gång och har bidragit med många värdefulla synpunkter på manuskriptet.

Bearbetningen av resultaten gjordes på en Tektronix bordsdator som tillhör Askölaboratoriet, Stockholms Universitet. Ett stort tack till Sture Hansson för hans hjälp med dataprogram och statistik.

Torolf Lindström, Sture Hansson och Gunnar Forsberg har lämnat konstruktiv kritik på manuskriptet.

Undersökningen har stötts ekonomiskt av VASO (Vattenregleringsföretagens Samarbetsorgan) och Fiskeristyrelsen.

LITTERATUR

- Abbasov, G.S. & G.D. Polyakov. 1978. Evaluation of feeding conditions and the biological state of a fish population by means of the condition factor. *J. Ichthyol.* 18:404-417.
- Akiyama, T. & T. Nose. 1980. Changes in body weight, condition factor and body composition of fingerling chum salmon with various sizes during starvation. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture (Japan)*, (1):71-78.
- Aneer, G. 1975. A two year study of the Baltic herring in the Askö-Landsort area, 1970-1972. *Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm*, 8. 36 p.
- Bagenal, T. (Ed.) 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, Third edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 365 p.
- Brett, J.R., J.E. Shelbourn & C.T. Shoop. 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, Oncorhynchus nerka, in relation to temperature and ration size. *J. Fish. Res. Board Can.* 26:2363-2394.
- Craig, J.F. 1974. Population dynamics of perch, Perca fluviatilis L. in Slapton Ley, Devon. II. Age, growth, length-weight relationships and condition. *Freshw. Biol.* 4:433-444.
- 1977. The body composition of adult perch, Perca fluviatilis in Windermere, with reference to seasonal changes and reproduction. *J. Anim. Ecol.* 46:617-632.
- Dixon, W.J. & F.J. Massey Jr. 1969. Introduction to statistical analysis. Third edition. Mc Graw-Hill Book Company, New York. 638 p.
- Draper, N.R. & H. Smith. 1966. Applied regression analysis. John Wiley & Sons, New York, p. 23.
- Dutil, J.D. 1983. Periodic changes in the condition of the Arctic charr (Salvelinus alpinus) of the Nauyuk Lake system. Ph.D. Dissertation, Manitoba Univ., Winnipeg, Man. (Canada). In *Diss. Abst. Int. Pt. B - Sci. & Eng.* 44(1). July 1983.
- Elliott, J.M. 1976. Body composition of brown trout (Salmo trutta L.) in relation to temperature and ration size. *J. Anim. Ecol.* 45:273-289.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 24 p.
- From, J. & G. Rasmussen. 1984. A growth model, gastric evacuation, and body composition in rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson, 1836. *Dana* 3:61-139.

- Fürst, M. 1981. Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:33-47.
- U. Boström & J. Hammar. 1978. Effekter av nya fisknäringssdjur i Blåsjön. (English summary: Effects of new fish-food organisms in Lake Blåsjön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 94 p.
  - U. Boström, & J. Hammar. 1981. Effekter av nya fisknäringssdjur i Torrön. (English summary: Effects of introduced Mysis relicta on fish in Lake Torrön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 48 p.
  - J. Hammar, C. Hill, U. Boström & B. Kinsten. 1984. Effekter av introduktion av Mysis relicta i reglerade sjöar i Sverige. (English summary: Effects of the introduction of Mysis relicta into impounded lakes in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 84 p.
- Garnås, E. & T.B. Gunnerød. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i 1980-1982 i tre sjøer med utsatt Mysis relicta i Sør-Trøndelag. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene. Rapport 12. 61 p.
- Grimås, U. 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). Rep.Inst. Freshw.Res., Drottningholm 42:183-237.
- Gritsenko, O.F. 1970. Fatness and condition of the Arctic char (Salvelinus alpinus (L.)) from northern Sakhalin. J.Ichthyol. 10:95-101.
- Groves, T.D.D. 1970. Body composition changes during growth in young sockeye (Oncorhynchus nerka) in fresh water. J.Fish.Res.Board Can. 27:929-942.
- Gunkel, G. 1980. Experimentelle Untersuchungen an Sandfelchen (Coregonus fera Jurine) im Hunger: Änderung der Körperzusammensetzung und des Korpulenzfaktors. Verh.Gesellschaft Ökol. 8:311-319.
- Hammar, J., O. Lindh, U. Boström, M. Fürst & P.E. Lingdell. 1983. Relationerna röding, mås- och dykandsbinnikemask (Diphyllbothrium spp.) samt förändringar i angreppsgrad efter introduktion av nya fisknäringssdjur. (English summary: The Arctic char and Diphyllbothrium spp. control of infection by means of the introduction of Mysis relicta as a new and alternative fish food organism.) Information från Sötvattenlaboratoriet, Drottningholm (4). 72 p.
- Iles, T.D. & R.J. Wood. 1965. The fat/water relationship in north sea herring (Clupea harengus), and its possible significance. J.Mar.bio.Ass.U.K. 45:353-366.

- Jensen, A.J. 1980. The "Gut index", a new parameter to measure the gross nutritional state of arctic char, Salvelinus alpinus (L.) and brown trout, Salmo trutta L. J.Fish.Biol. 17:741-747.
- Jeziarska, B., J.R. Hazel & S.D. Gerking. 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson, with attention to fatty acids. J.Fish.Biol. 21:681-692.
- Jobling, M. 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic charr, Salvelinus alpinus L. J.Fish.Biol. 23:177-185.
- Krasnopër, Ye.V. & A.I. Bakanov. 1982. Relationship between the Fulton condition factor and roundness of fish bodies. J.Ichthyol. 22:145-146.
- Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (Perca fluviatilis). J.Anim.Ecol. 20:201-219.
- Love, R.M. 1970. The chemical biology of fishes. Vol. 1. Academic Press Inc., London. 547 p.
- 1980. The chemical biology of fishes. Vol. 2. Academic Press Inc., London. 943 p.
- Lusk, S. 1969. Changes in gonad weight and amount of fats in the brown trout, Salmo trutta m. fario L., in the course of a year. Zool.Listy 18:67-80.
- Matsuk, V.Ye. & V.I. Lapin. 1972. Some characteristics of lipid metabolism in two forms of the Arctic char (Salvelinus alpinus (L.)) from Lake Azabach'ye (Kamchatka). J.Ichthyol. 12:838-843.
- Moreau, G. 1983. Reproductive strategy in northern populations of lake whitefish (Coregonus clupeaformis). Transl. from French: Stratégie de reproduction chez les populations nordiques de Grands corégones (Coregonus clupeaformis). Verh.Int.Ver.Limnol. 21:1251-1256. Can.Transl. Fish.Aquat.Sci 4990. 8 p.
- Nyman, L. 1972. A new approach to the taxonomy of the "Salvelinus alpinus species complex". Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 52:103-131.
- J. Hammar & R. Gydemo. 1981. The systematics and biology of landlocked populations of Arctic char from northern Europe. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:128-141.
- Olsén, P. 1980. Impact of introduction of Mysis relicta on char and brown trout in two mountain lakes, Sweden. Scripta Limnologica Upsaliensia, Scripta 505. 41 p.

- Parker, R.R. & W.E. Vanstone. 1966. Changes in chemical composition of central British Columbia pink salmon during early sea life. *J.Fish.Res.Board Can.* 23:1353-1384.
- Phillips, A.M. Jr., D.L. Livingston & H.A. Poston. 1966. The effect of changes in protein quality, calorie sources and calorie levels upon the growth and chemical composition of brook trout. *N.Y. St.Dept.Conserv.Fish.Res.Bull.* 29:6-14.
- Reinitz, G. 1983. Relative effect of age, diet, and feeding rate on the body composition of young rainbow trout (Salmo gairdneri). *Aquaculture* 35:19-27.
- Reshetnikov, Yu.S., L.P. Paranyushkina & V.I. Kiyashko. 1970. Seasonal changes of blood serum protein composition and fat content in whitefishes. *J.Ichthyol.* 10:804-815.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull.Fish.Res.Board Can.* 191. 382 p.
- Shubina, L.I. & T.L. Rychagova. 1981. Dynamics of fat and water metabolism in Casplan shad, Alosa caspia caspia, in relation to its biological peculiarities. *J.Ichthyol.* 21:123-127.
- Staples, D.J. & M. Nomura. 1976. Influence of body size and food ration on the energy budget of rainbow trout Salmo gairdneri Richardson. *J.Fish.Biol.* 9:29-43.
- Steven, D.M. 1948. Studies on animal carotenoids. I. Carotenoids of the brown trout (Salmo trutta Linn.). *J.Exp. Biol.* 25:369-387.
- Weatherly, A.H. & H.S. Gill. 1983. Protein, lipid, water and caloric contents of immature rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson, growing at different rates. *J.Fish.Biol.* 23:653-673.

ENGLISH SUMMARY: EFFECTS OF THE INTRODUCTION OF MYSIS RELICTA  
ON THE QUALITY OF ARCTIC CHAR

The effects of introductions of Mysis relicta on the quality of arctic char, Salvelinus alpinus, have been studied in both natural and impounded lakes in northern Sweden and Norway. The water content of somatic tissue was used as a measure of the nutritional status, and thus quality, of the char. Fulton's condition factor was also calculated and compared with the water content.

Mysis relicta has been introduced into more than 50 lakes in Sweden, as an alternative fish-food organism, to compensate for damage to the littoral fauna by lake impoundment (Fürst 1981). Earlier studies on the quality of arctic char, based on flesh colour and condition factors, were not able to show an improvement in quality following introductions of Mysis (Fürst et al. 1978, Olsén 1980). A starvation experiment with hatchery-raised char showed that fat content was a more sensitive indicator than Fulton's condition factor of the nutritional status of the fish (Olsén, Heyman & Boström, unpubl.). It was also noted that there was a strong inverse relationship between fat and water content. As water content is relatively easy to determine, we have used it as a measure of the quality of arctic char in lakes with and without Mysis. A low water content was assumed to indicate a high fat content, and vice versa.

Char were caught mainly with benthic gill nets in ten lakes from 1979-81. These include natural and impounded lakes, with and without introduced Mysis. The quality of the char in different types of lakes was investigated by comparing the water content of fish caught in June 1981, when nine of the lakes were sampled. In a few lakes, it was possible to investigate changes in the quality of char following spawning, by comparing water content in October 1980 and June 1981. The water content was determined by drying somatic tissue (whole fish minus gonads and stomach content) at 60°C.

The water content of individual fish was plotted against their fork length and total wet weight respectively for each lake and sampling occasion. Linear regression analysis showed that water content was often inversely correlated with length and weight (Appendix).

Comparisons of the quality of char in lakes with and without Mysis were based on the relationship between water content and length. The fish were divided into length classes to avoid variation in water content due to size. A linear regression line was fitted, according to the least squares method, for

all of the points in the diagram. The number of points (from lakes with and without Mysis) which fell above and below the line were compared with a  $\chi^2_c$  test or Fisher's exact test (Dixon & Massey 1969). Comparisons of the water content during different months in the same lake were made in the same way.

In natural lakes, introductions of Mysis could not be shown to affect the quality of arctic char. The water content of char in a lake with Mysis was higher, but not significantly different from that in a lake in which the mysid had not been introduced ( $\chi^2=0.8$ , d.f.=1,  $p>0.05$ ) (Fig. 2A).

In impounded lakes where Mysis had been introduced, the water content of char was significantly lower than in lakes without the mysid ( $\chi^2=52.5$ , d.f.=1,  $p<0.001$ ) (Fig. 2B). When fish from Lake Blåsjön, with both Mysis and Pallasea quadrispinosa, were included in the comparison, the quality of char in lakes with new food organisms was again significantly better ( $\chi^2=64.46$ , d.f.=1,  $p<0.001$ ).

In Lake Blåsjön, the char showed a significantly lower water content in June 1981, after the break-up of the ice, than during the spawning period the previous October. This was noted in both of the two populations in the lake; the shallow-water char ( $\chi^2=17.3$ , d.f.=1,  $p<0.001$ ) and the dwarfed deep-water char ( $\chi^2=15.9$ , d.f.=1,  $p<0.001$ ). The absence of such a clear trend in other lakes with Mysis suggests that Pallasea is of particular importance for the improvement in the nutritional status of the char in Lake Blåsjön during the winter following spawning.

Fulton's condition factor did not always give an estimate of quality that was similar to that indicated by the water content (Table 5). Regression analysis showed that there was not always a significant negative correlation between water content and the condition factor (Table 6). We conclude that Fulton's condition factor is an unsatisfactory indicator of quality in char, as it is not sensitive to variations in the body constituents of the fish.

LEGENDS TO FIGURES, TABLES AND APPENDIX

Fig. 1. Map of the investigated lakes in northwestern Sweden and Lake Sørungen in Norway.

Fig. 2. Comparison of the quality of arctic char in lakes with Mysis ( $\Delta$ ) and without Mysis ( $\circ$ ) in June 1981, based on the relationship between the water content of somatic tissue and the length of individual fish.

A. Natural lakes. No difference in the water content of char in lakes with and without Mysis ( $\chi^2_c : p > 0.05$ ).

B. Impounded lakes. Char in lakes with Mysis have a lower water content ( $\chi^2_c : p < 0.001$ ).

Table 1. Description of the investigated lakes: area (km<sup>2</sup>), maximum depth (m), year of impoundment, water amplitude (m), introduced food organisms and recorded fish species. Parentheses indicate that the introduced crustaceans have not yet established populations in the lake.

Table 2. The number of char fished on each sampling occasion in the ten lakes. The far right hand column shows the number of months that the fish were frozen in ice. Asterisks indicate possible losses of fluid prior to the determination of water content.

Table 3. Mean values (and standard deviations) for the fork length, total wet weight and water content of char from the ten lakes, and the percentage of fish infested by Diphyllbothrium.

Oreglerade sjöar = Natural lakes

Reglerade sjöar = Impounded lakes



Table 4. Mean values (and standard deviations) for water content and Fulton's condition factor for different length classes of char in the ten lakes.

Oreglerade sjöar = Natural lakes

Reglerade sjöar = Impounded lakes

Table 5. Comparison of mean values for water content of char and Fulton's condition factor when the water content was significantly different between months ( $\chi^2$  test or Fisher's exact test;  $p < 0.05$ ).

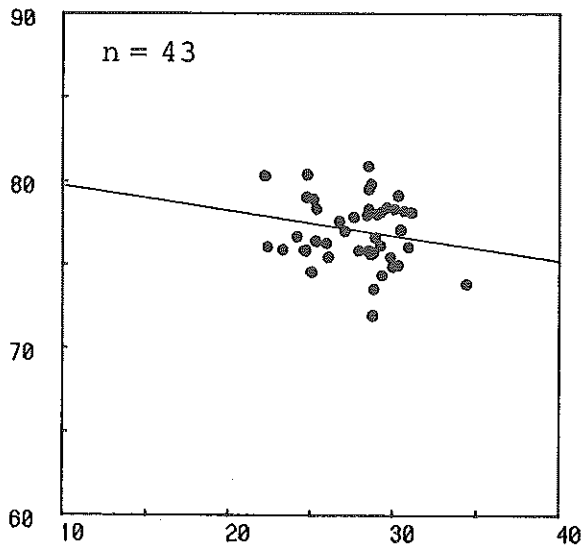
Table 6. Correlation coefficients for linear regression between Fulton's condition factor and water content (%) in char from nine lakes in June 1981. Correlation coefficients are for char of all lengths and for length classes. Asterisks indicate a significant negative correlation ( $p < 0.05$ ).

Appendix. The water content of individual fishes, plotted against their fork length and total wet weight respectively, for each lake and sampling occasion. A regression equation is given if the probability of independence between the parameters was less than 5 per cent (Dixon & Massey 1969).

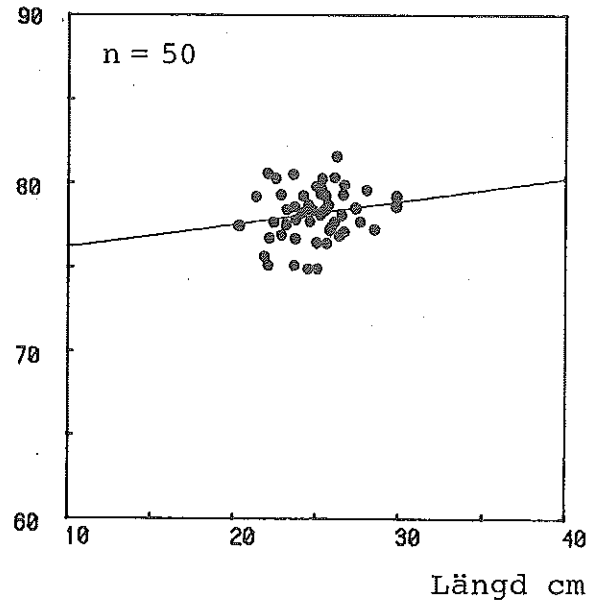
# OREGLERADE SJÖAR UTAN NYA NÄRINGSDJUR

## ANKARVATTNET JUN 1981

Vattenhalt %

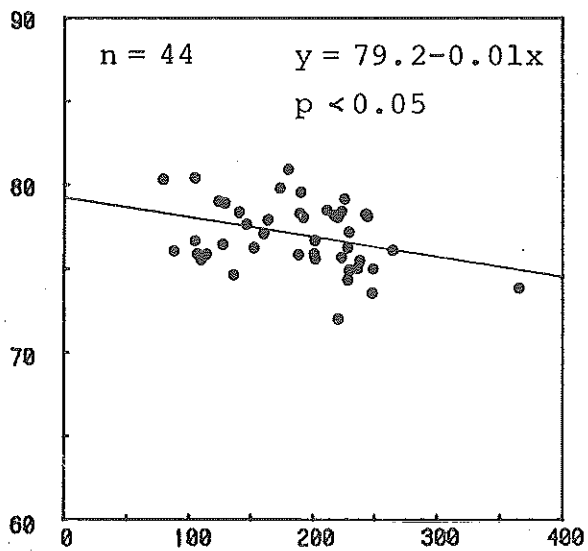


## ANKARVATTNET OKT 1981

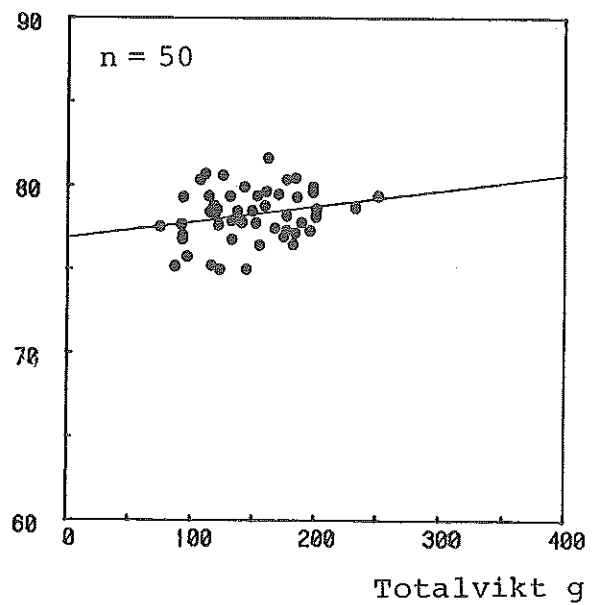


## ANKARVATTNET JUN 1981

Vattenhalt %

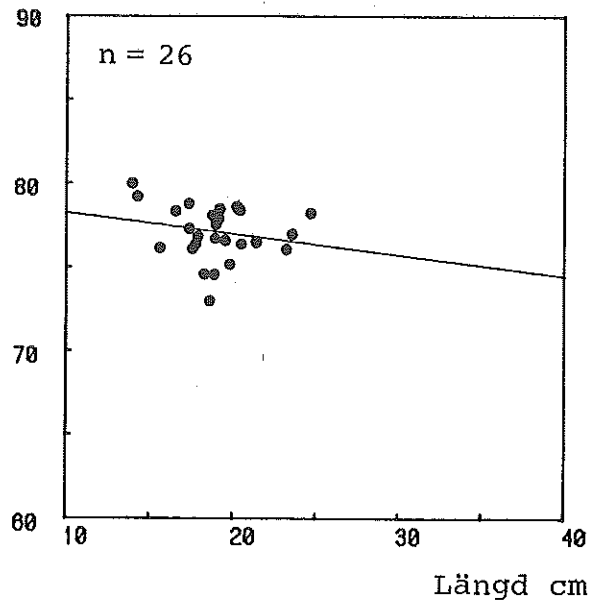


## ANKARVATTNET OKT 1981



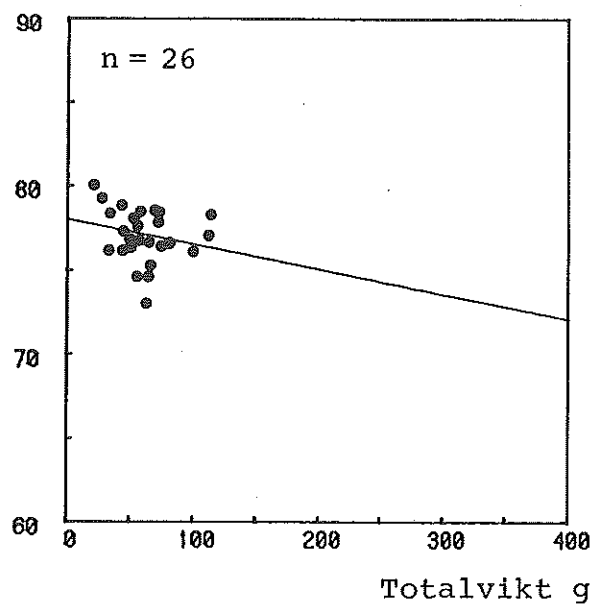
LILLSJOUTEN APR 1979

Vattenhalt %



LILLSJOUTEN APR 1979

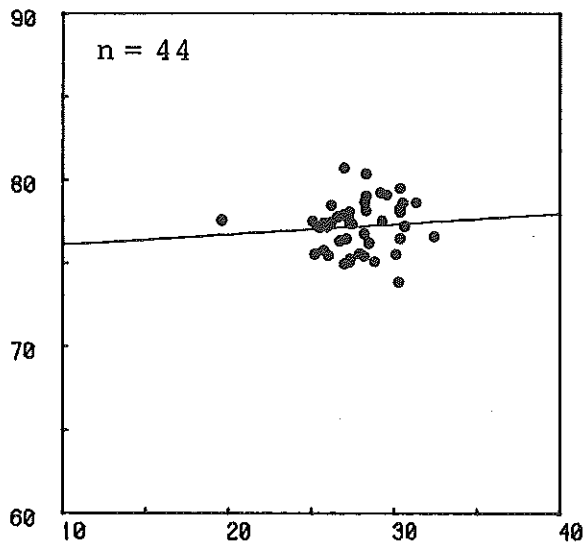
Vattenhalt %



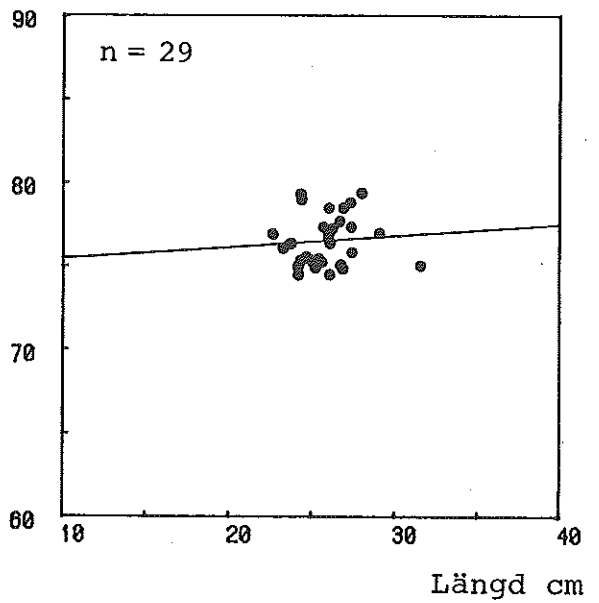
# OREGLERADE SJÖAR MED MYSIS

ÄSINGEN JUN 1981

Vattenhalt %

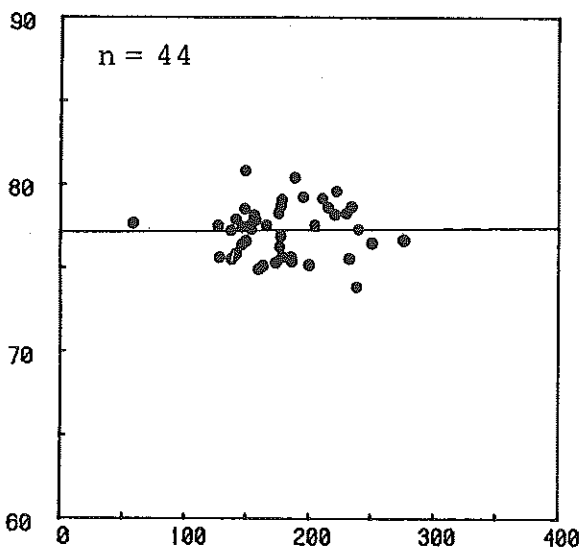


ÄSINGEN OKT 1981

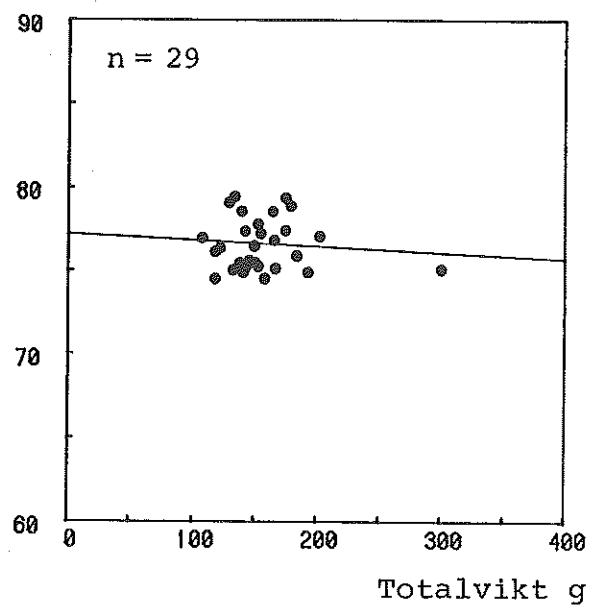


ÄSINGEN JUN 1981

Vattenhalt %

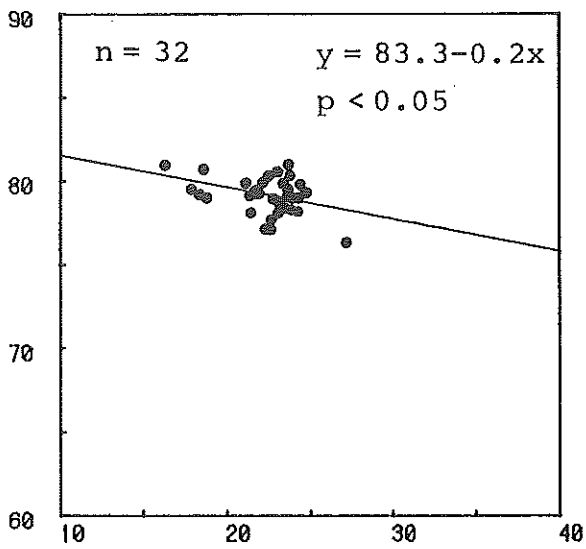


ÄSINGEN OKT 1981

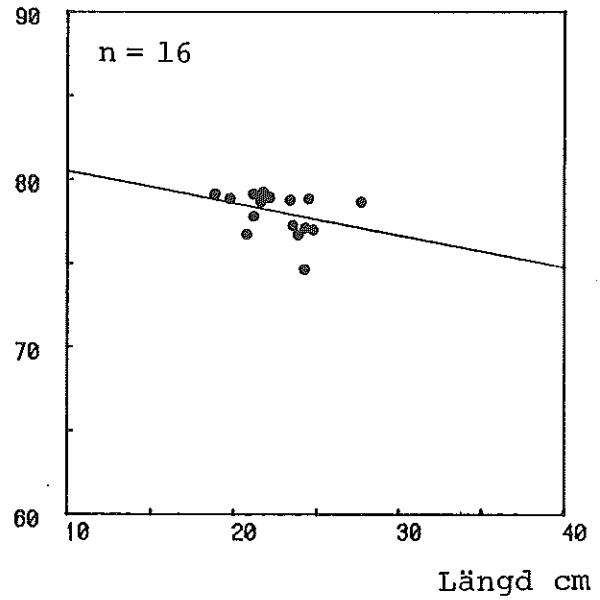


HENSJÖN JUN 1981

Vattenhalt %

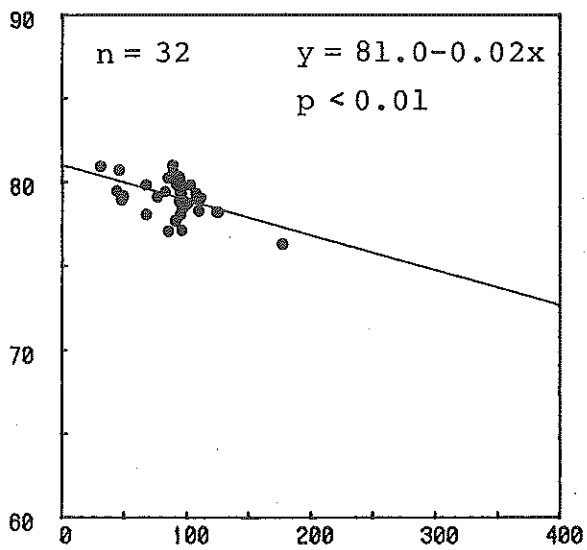


HENSJÖN OKT 1981

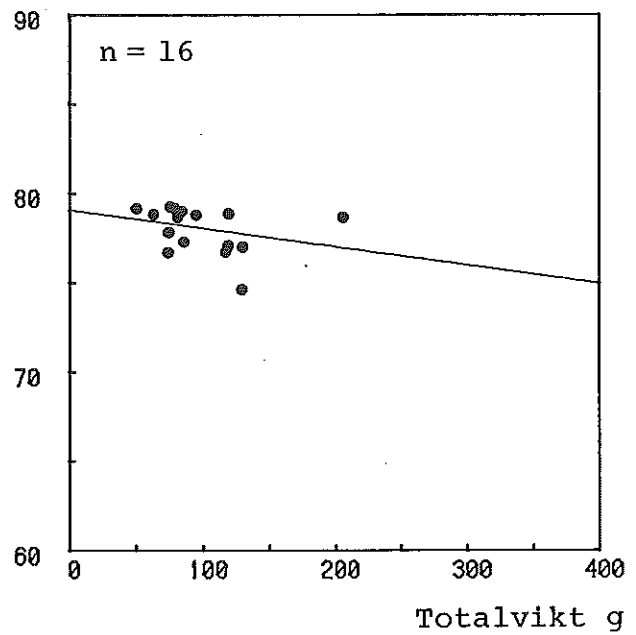


HENSJÖN JUN 1981

Vattenhalt %



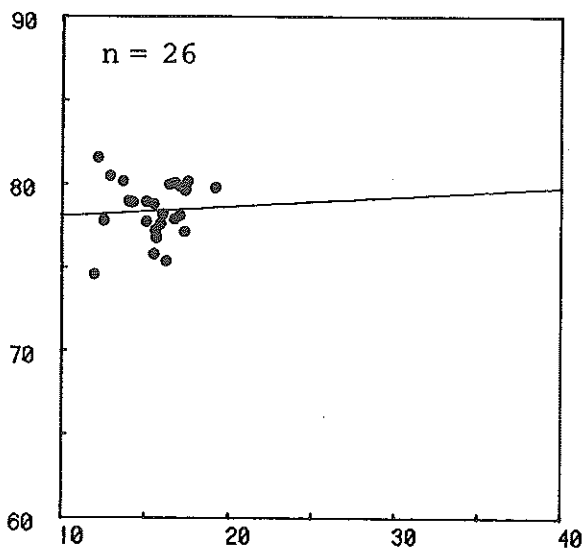
HENSJÖN OKT 1981



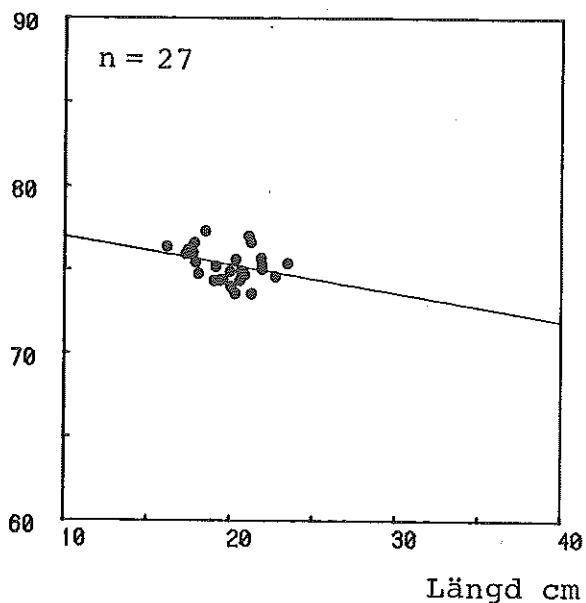
# REGLERADE SJÖAR UTAN NYA NÄRINGSDJUR

NÅSJÖN APR 1979

Vattenhalt %

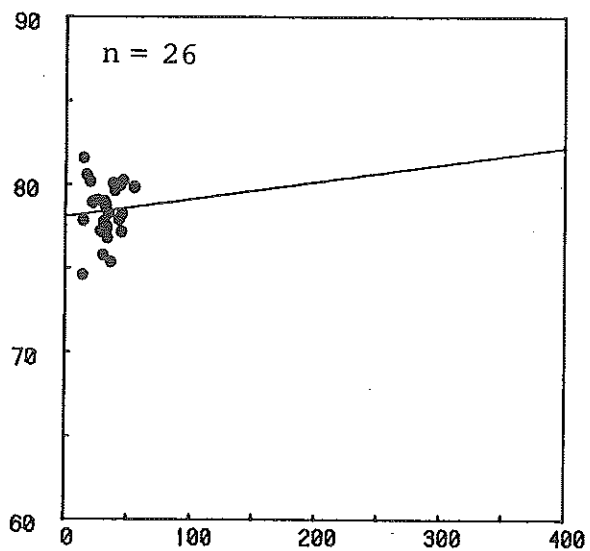


NÅSJÖN JUL 1979

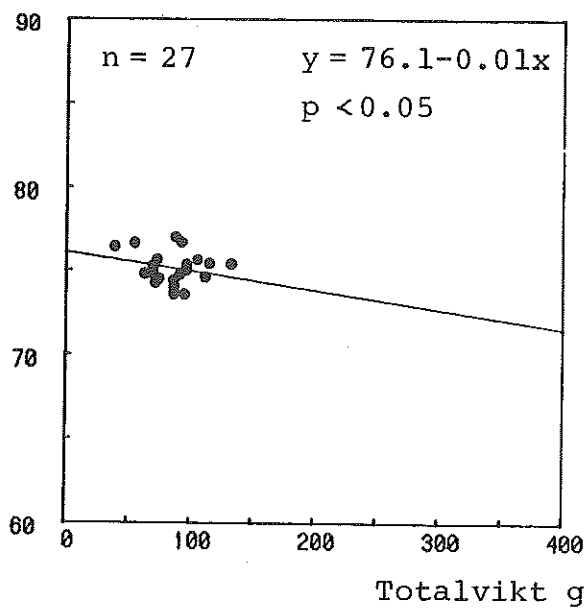


NÅSJÖN APR 1979

Vattenhalt %

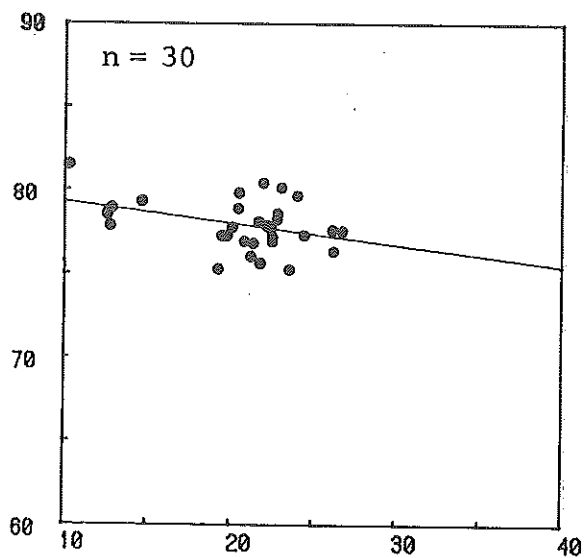


NÅSJÖN JUL 1979

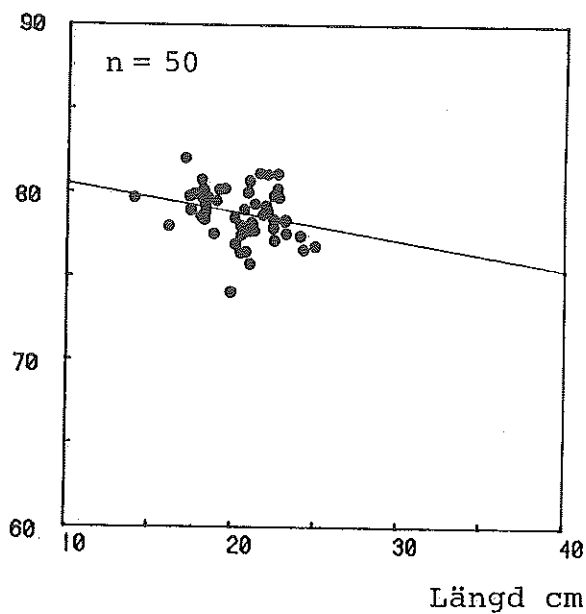


NÅSJÖN OKT 1980

Vattenhalt %

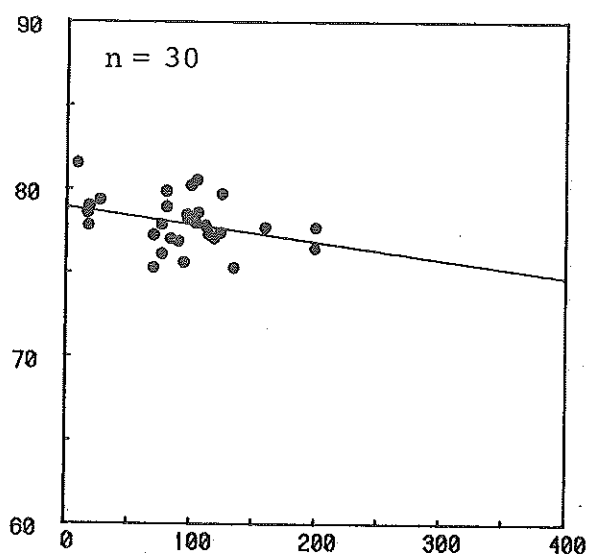


NÅSJÖN JUN 1981

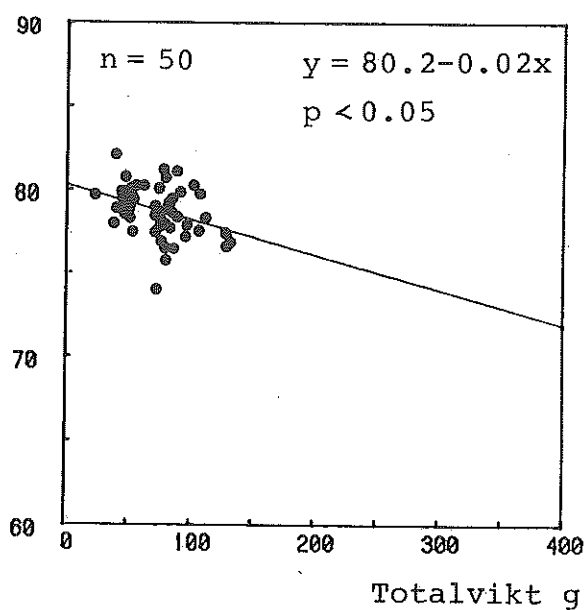


NÅSJÖN OKT 1980

Vattenhalt %

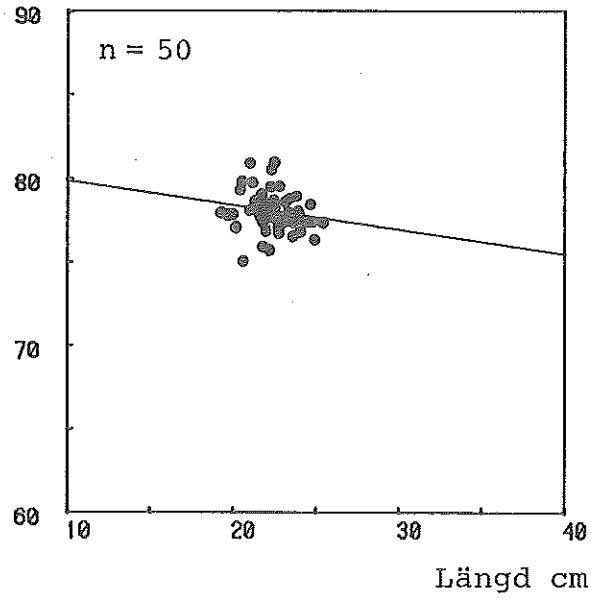


NÅSJÖN JUN 1981



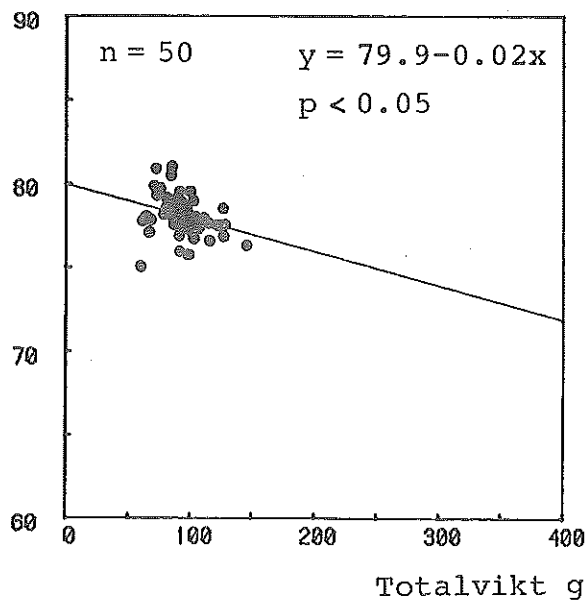
SØRUNGEN JUN 1981

Vattenhalt %



SØRUNGEN JUN 1981

Vattenhalt %

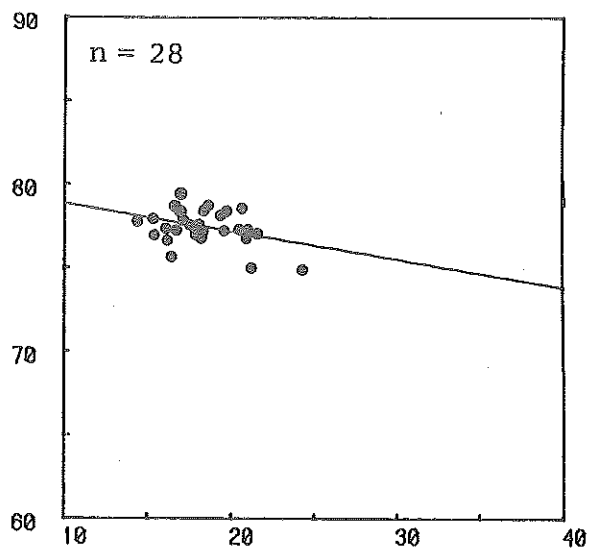




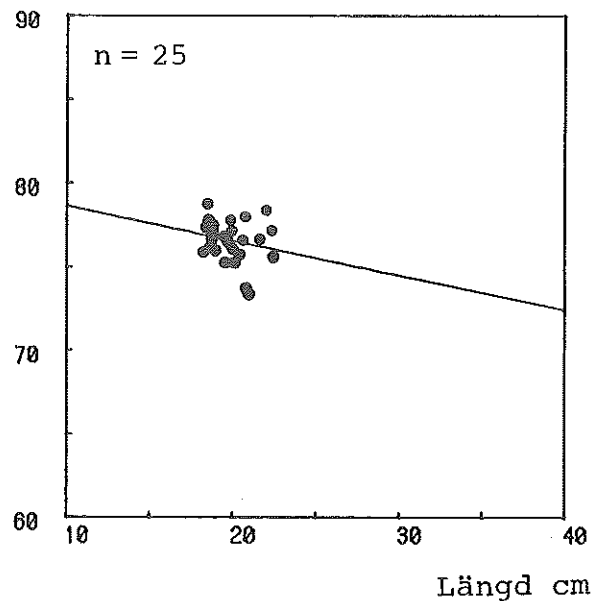
# REGLERADE SJÖAR MED MYSIS

STORSJOUTEN APR 1979

Vattenhalt %

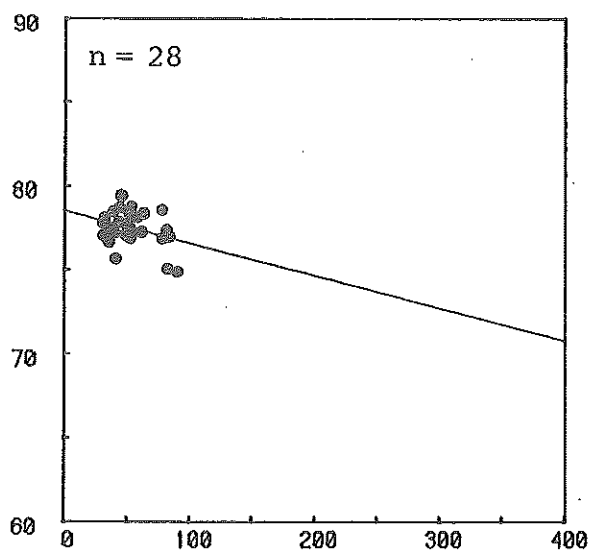


STORSJOUTEN JUL 1979

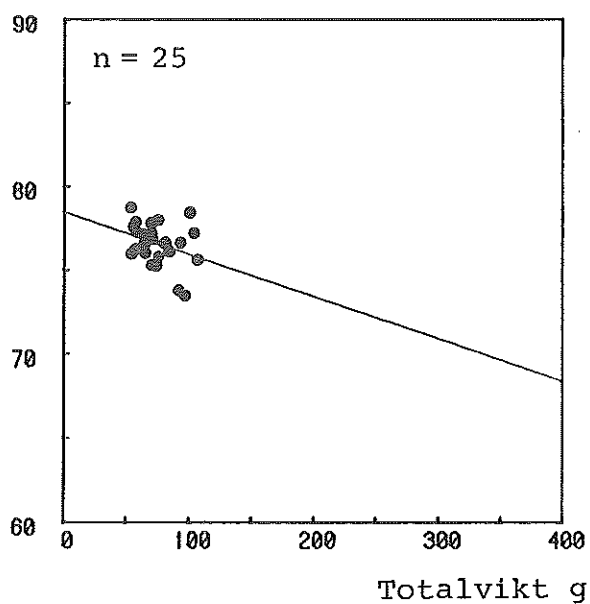


STORSJOUTEN APR 1979

Vattenhalt %

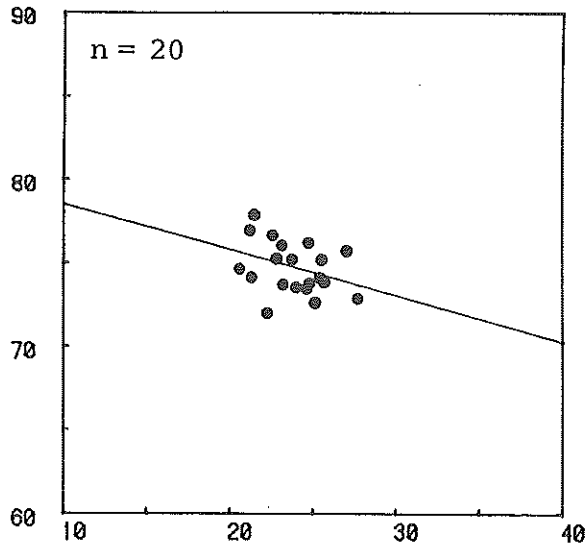


STORSJOUTEN JUL 1979

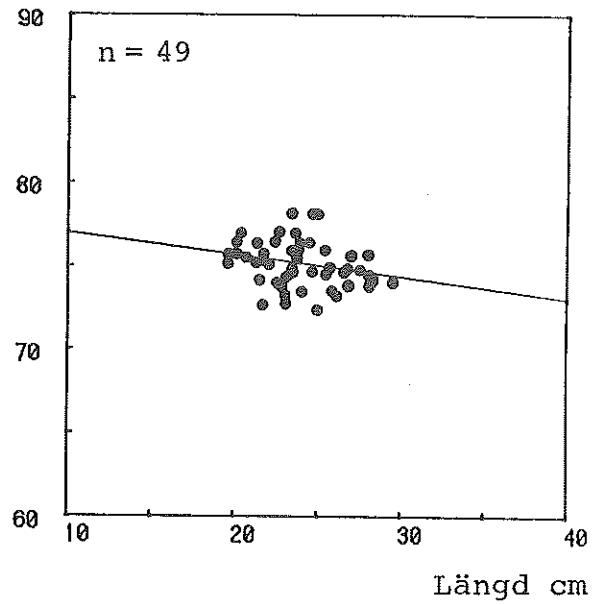


STORSJOUTEN OKT 1980

Vattenhalt %

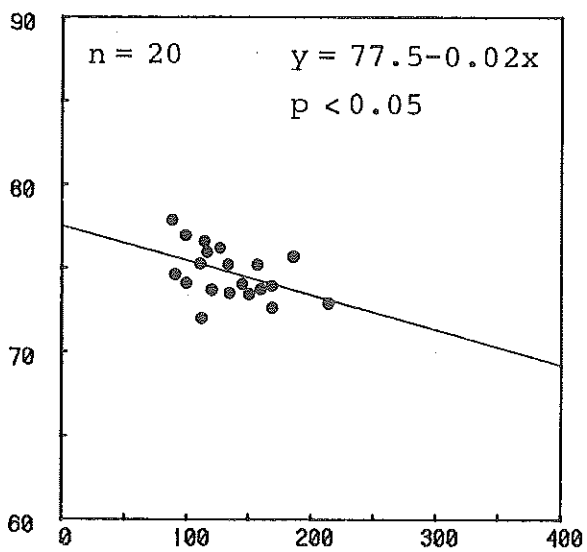


STORSJOUTEN JUN 1981

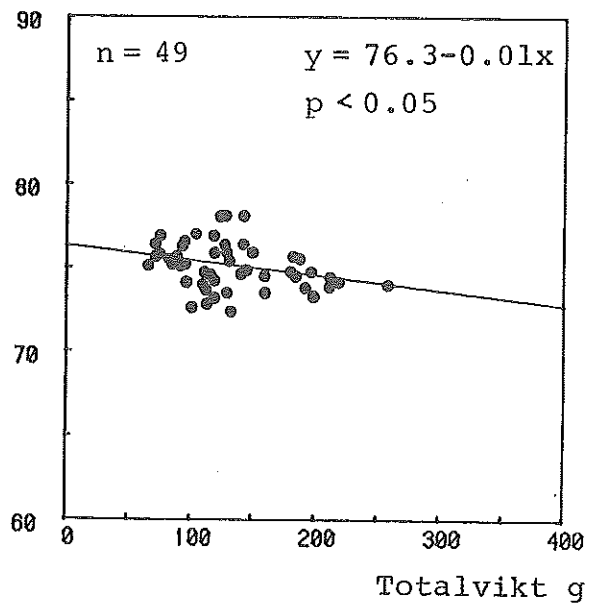


STORSJOUTEN OKT 1980

Vattenhalt %

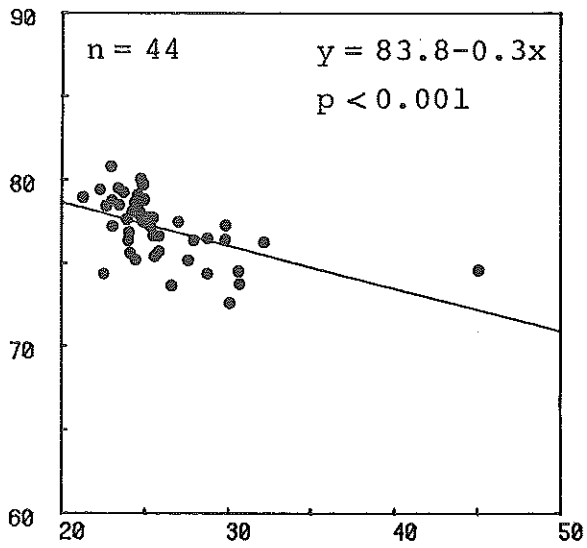


STORSJOUTEN JUN 1981

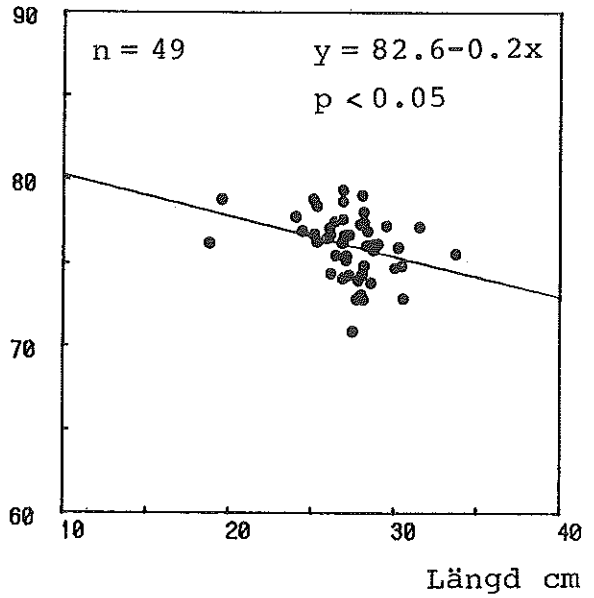


TORRÖN JUN 1981

Vattenhalt %

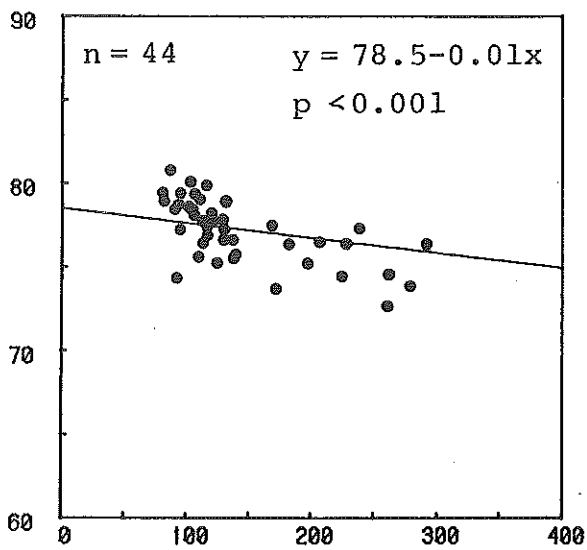


TORRÖN OKT 1981

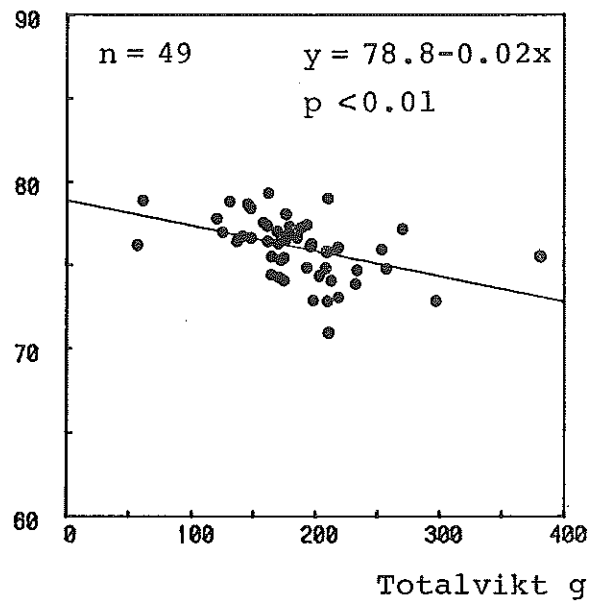


TORRÖN JUN 1981

Vattenhalt %

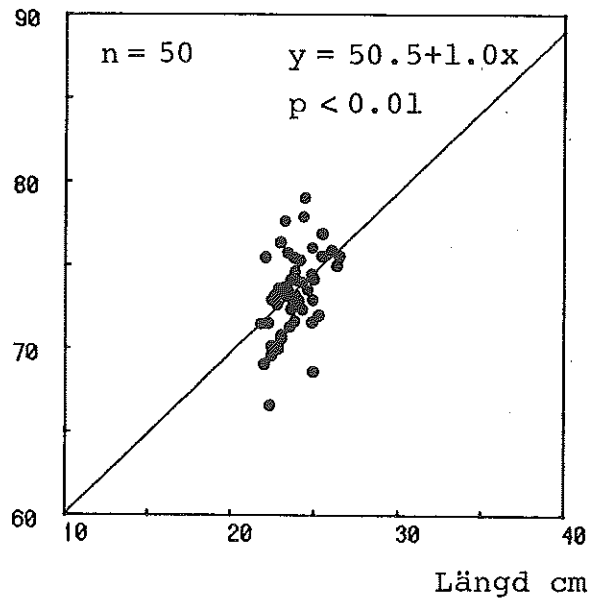


TORRÖN OKT 1981



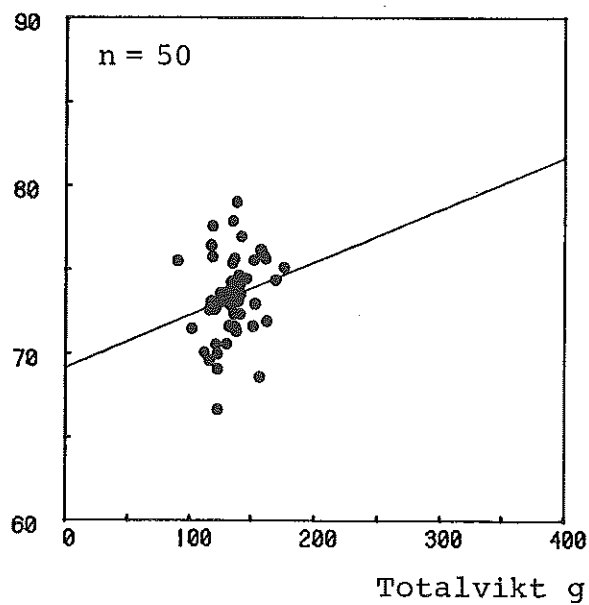
SÄDVAJAURE JUN 1981

Vattenhalt %



SÄDVAJAURE JUN 1981

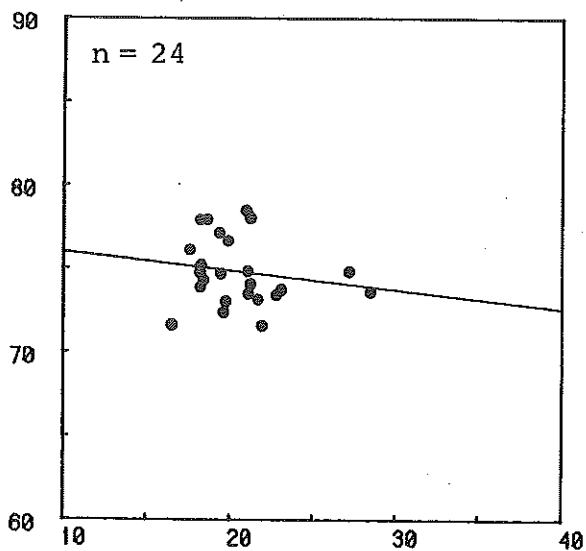
Vattenhalt %



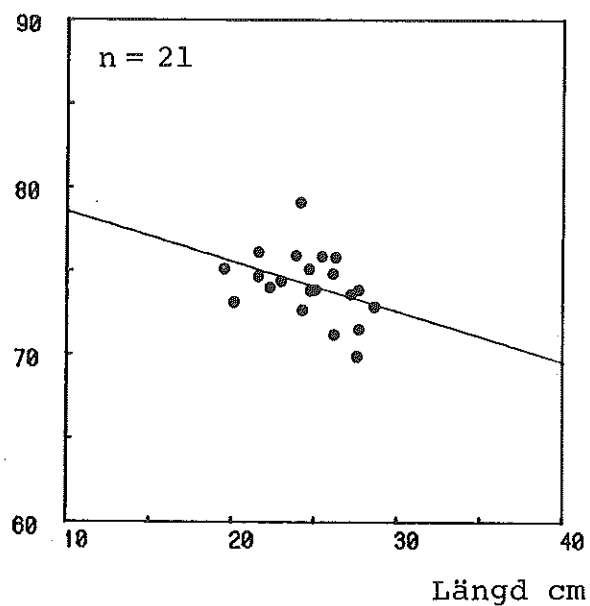
REGLERAD SJÖ MED MYSIS OCH PALLASEA

BLÅSJÖN APR 1979

Vattenhalt %

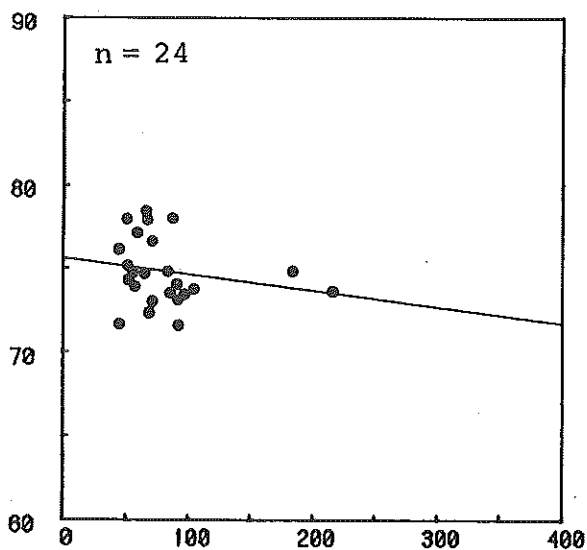


BLÅSJÖN AUG 1979

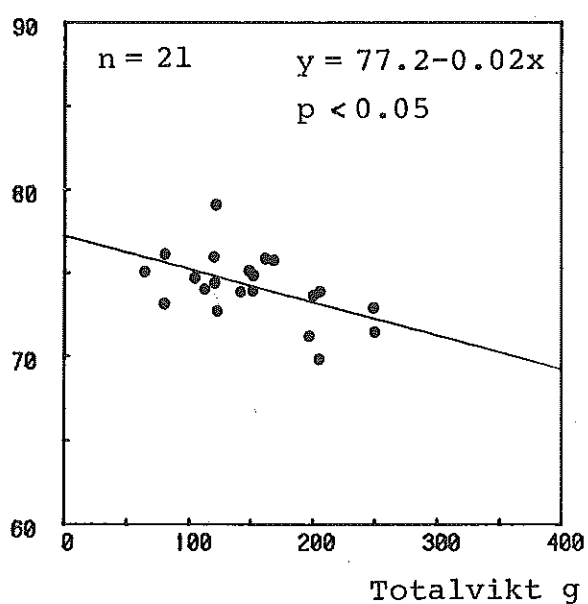


BLÅSJÖN APR 1979

Vattenhalt %

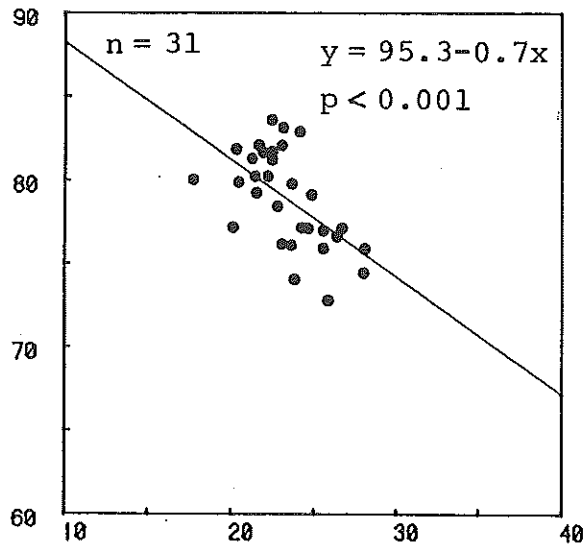


BLÅSJÖN AUG 1979

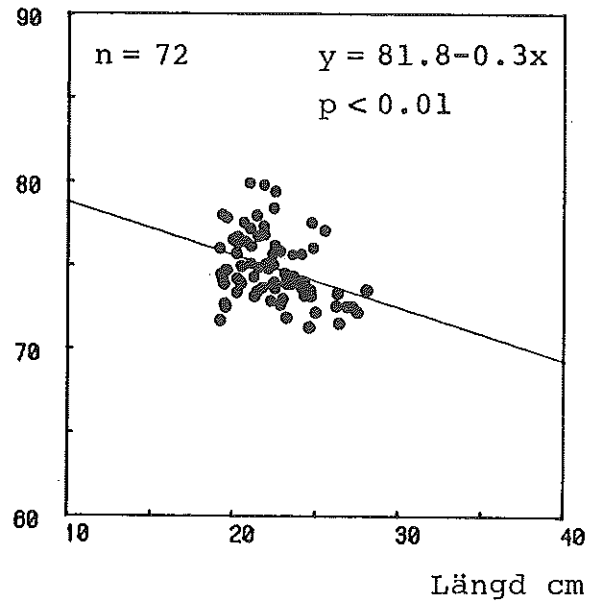


BLÅSJÖN OKT 1980

Vattenhalt %

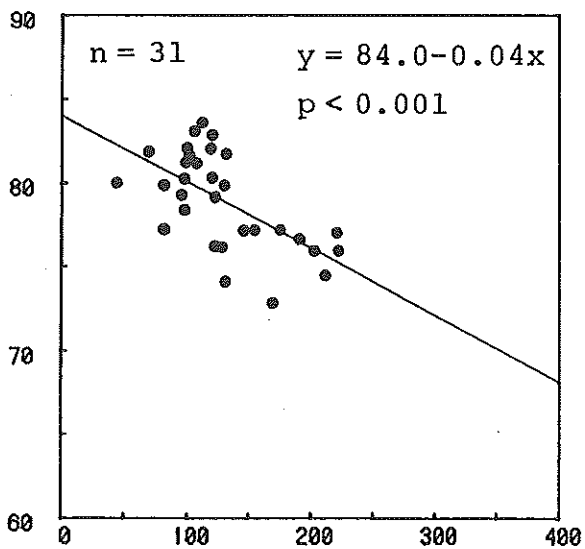


BLÅSJÖN JUN 1981

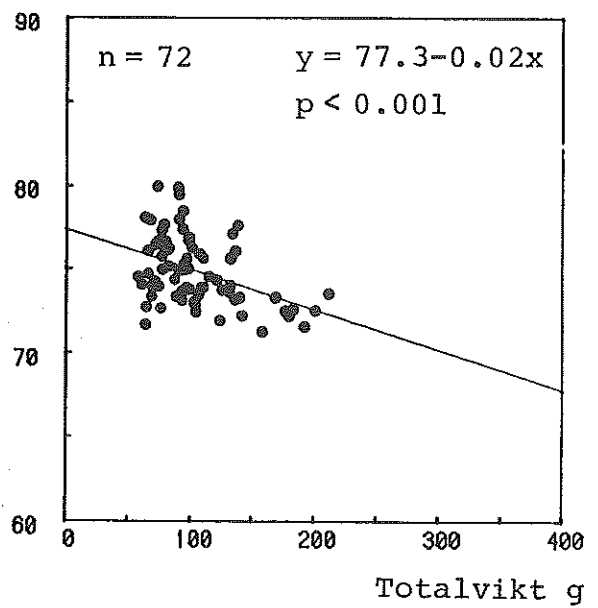


BLÅSJÖN OKT 1980

Vattenhalt %

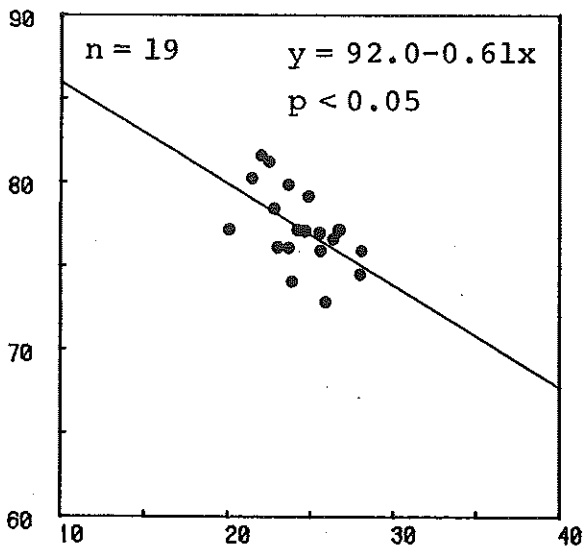


BLÅSJÖN JUN 1981

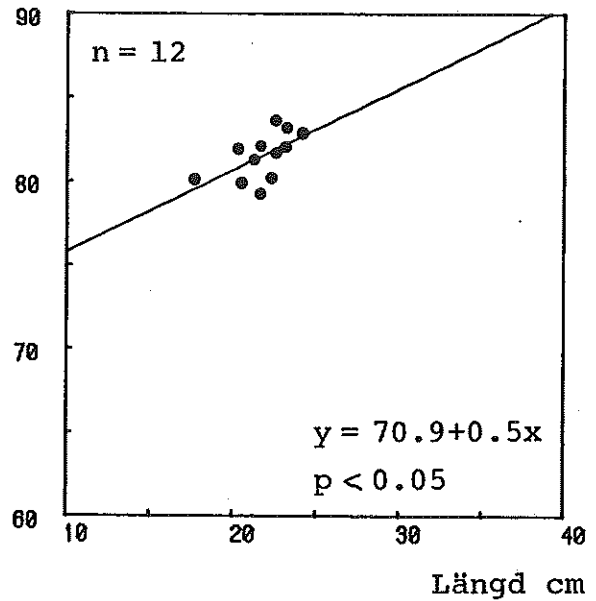


BLÅSJÖN OKT 1980  
STORRÖDING

Vattenhalt %

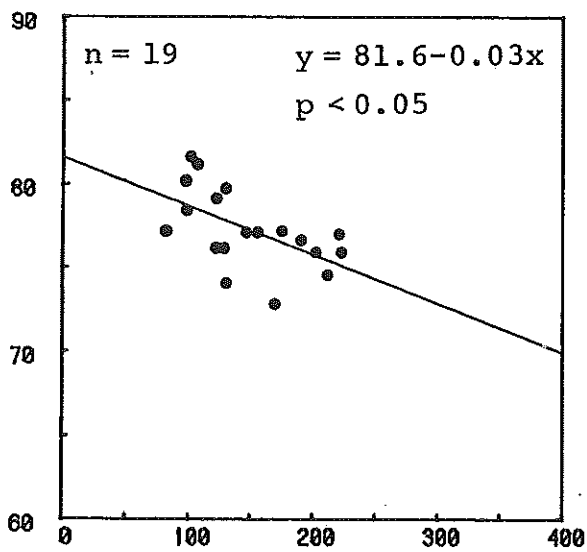


BLÅSJÖN OKT 1980  
DVÄRGRÖDING

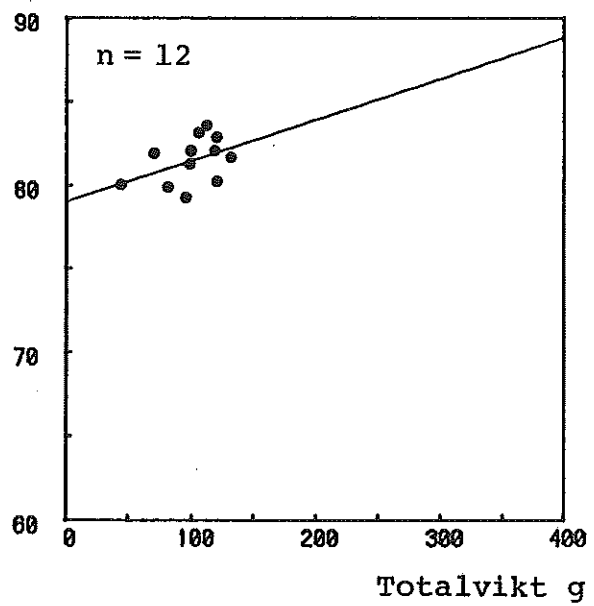


BLÅSJÖN OKT 1980  
STORRÖDING

Vattenhalt %

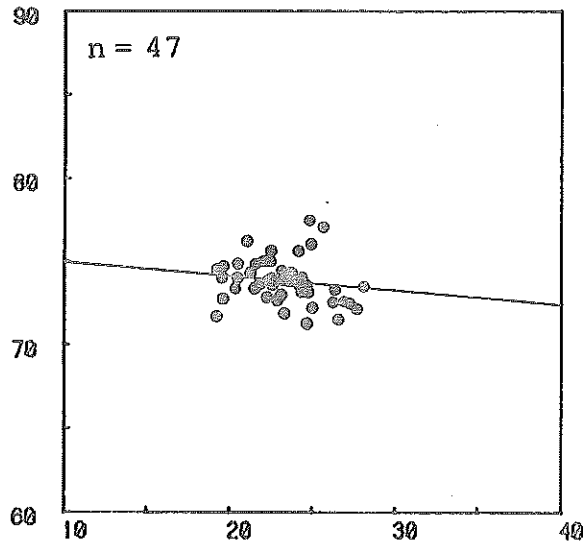


BLÅSJÖN OKT 1980  
DVÄRGRÖDING

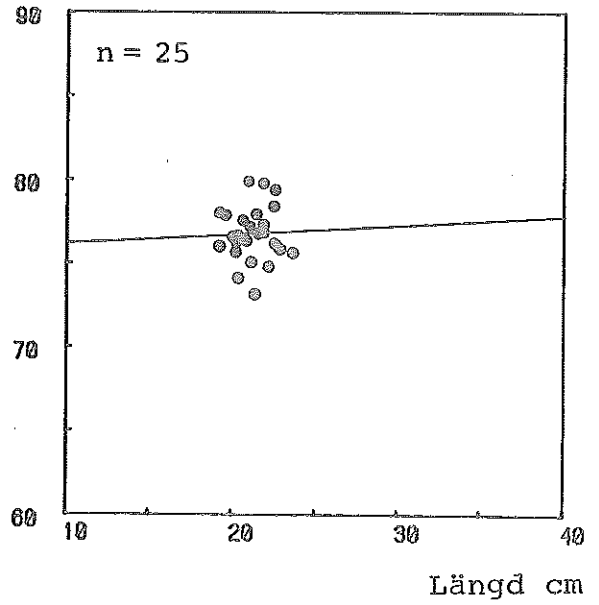


BLÅSJÖN JUN 1981  
STORRÖDING

Vattenhalt %

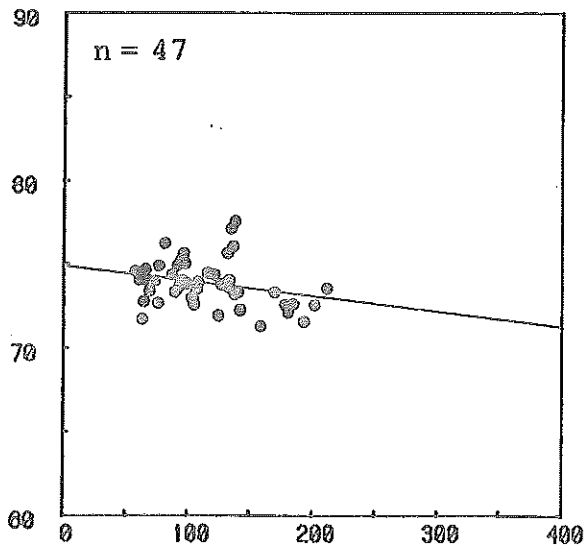


BLÅSJÖN JUN 1981  
DVÄRGRÖDING



BLÅSJÖN JUN 1981  
STORRÖDING

Vattenhalt %



BLÅSJÖN JUN 1981  
DVÄRGRÖDING

