

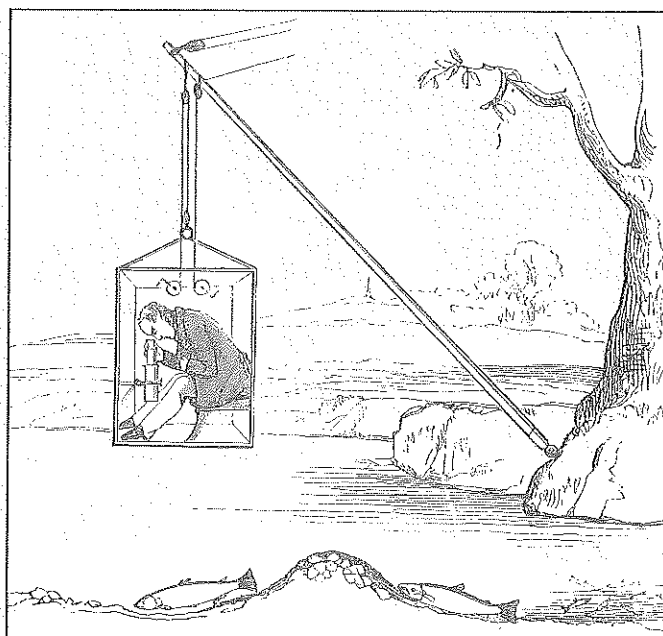
Nr 10 1986

FISKENÄMNDEN  
I VÄSTMANLANDS LÄN  
1986 -12- 18

Dnr .....

Information från

# SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



CATHERINE HILL  
GUNNAR FORSBERG

Födoval hos fiskar i sjöar där tagg-  
märlan Pallasea quadrispinosa  
introducerats

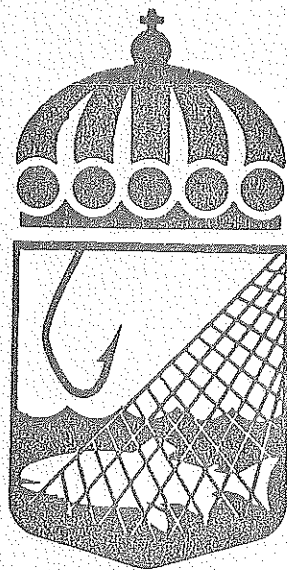
Författare:

Catherine Hill

Sötvattenslaboratoriet  
170 11 DROTTNINGHOLM

Gunnar Forsberg

Gotlandsgatan 68  
116 65 STOCKHOLM



**FISKERIVERKET**

ISSN 0346-7007

# FÖDOVAL HOS FISKAR I SJÖAR DÄR TAGGMÄRLAN PALLASEA QUADRISPINOSA INTRODUCERATS

Catherine Hill  
Gunnar Forsberg

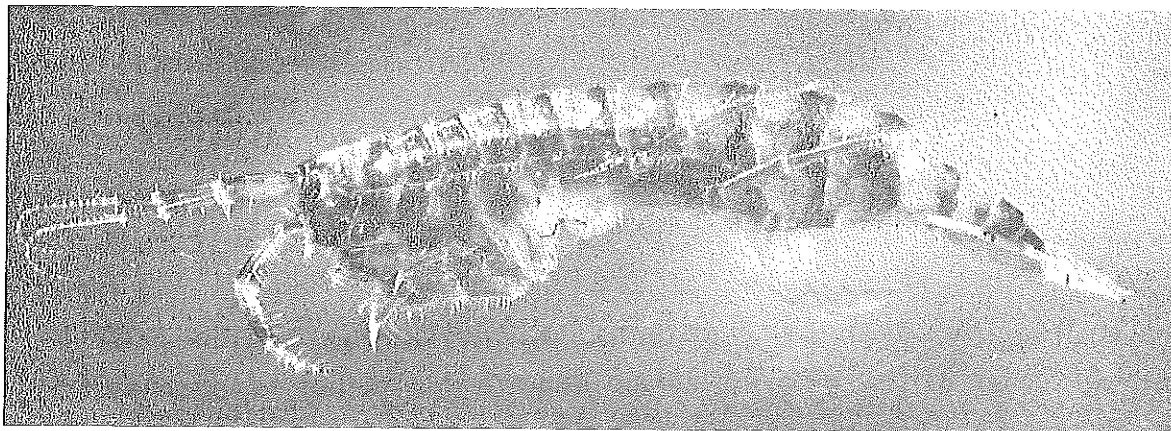
INLEDNING	1
MATERIAL OCH METODER	2
<u>Sjöarna</u>	2
<u>Insamling av fisk samt födoanalys</u>	4
RESULTAT	7
<u>Abelvattnet</u>	7
<u>Ajaure</u>	9
<u>Gardiken</u>	11
<u>Övre Björkvattnet</u>	17
<u>Parasiter på fisk</u>	19
DISKUSSION	20
<u>Öring</u>	20
<u>Röding</u>	21
<u>Sik</u>	25
<u>Övriga fiskarter</u>	26
<u>Parasitförekomst hos fisken</u>	26
SAMMANFATTNING	27
ERKÄNNANDEN	28
LITTERATUR	28
ENGLISH SUMMARY: THE DIET OF FISH IN LAKES WITH THE INTRO- DUCED AMPHIPOD <u>PALLASEA QUADRISPINOSA</u>	32
LEGENDS TO FIGURES AND TABLES	34

## INLEDNING

Tre olika kräftdjur har introducerats i reglerade sjöar i norra Sverige, för att tjäna som nya fisknäringsoorganismer och därmed lindra skadorna som vattenkraftutbyggnad orsakar på fiskbestånd (Fürst 1981). Dessa tre är Mysis relicta Lovén (pungräka), Pallasea quadrispinosa G.O. Sars (taggmärsla) och Gammaracanthus lacustris G. O. Sars (sjösyrsa). De två sistnämnda arterna hör till ordningen Amphipoda, eller märlor. Mysis, Pallasea och Gammaracanthus kallas för glacialrelikter, eftersom de förekommer naturligt nedanför den s k högsta kustlinjen som utmärker utbredningen av forna stadier till Östersjön under sista istiden (Segerstråle 1957).

Idén bakom inplanteringen av kräftdjuren i reglerade sjöar var att de skulle kunna leva oberoende av effekterna av vattens-  
tandsvariationerna (Fürst 1981). De kraftiga fluktuationerna i vattenamplituden slår ut den fauna som lever på de grunda bottarna (Grimås 1961), där de normalt utgör en viktig födokälla för fiskarna i sjön (Nilsson 1955, 1961, 1964).

Pallasea anses vara av sötvattensursprung (Ekman 1915, Segerstråle 1957, 1982), och har en tvåårig livscykel med fortplantning under vinterhalvåret (Ekman 1920, Mathisen 1953). Djuren når en längd av ca två cm (Ekman 1920). Figur 1 visar en vuxen Pallasea. Tidigare studier visade att Pallasea förekom



Figur 1. Pallasea quadrispinosa, taggmärsla. Foto: Magnus Fürst, Sötvattenslaboratoriet.

på många olika djup i sjöar, från den grunda litoralzonen till den djupa profundalen (Ekman 1915, Jacobson 1954, Mathisen 1953, Nybelin & Oldevig 1944, Samtner & Weltner 1904, Sars 1895, Thiemann 1928, Valle 1936). Det var känt att den även simmade uppe i det fria vattnet (Mathisen op. cit., M. Fürst, Sötvattenslaboratoriet, muntl. medd.). Pallasea hade rapporterats utgöra ett bytesdjur för flera fiskarter, t ex harr (Thymallus thymallus), sik (Coregonus sp.) och abborre (Perca fluviatilis) (Fürst 1971, Huitfeldt-Kaas 1917, Nybelin & Oldevig 1944). Själv åt taggmärslan mikroalger och detritus från botten (Jacobson 1954, Mathisen op. cit.). Senare studier visar att även zooplankton och chironomidlarver ingår i dieten (Hill opubl.).

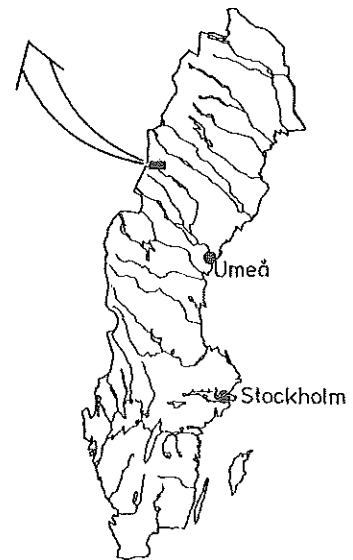
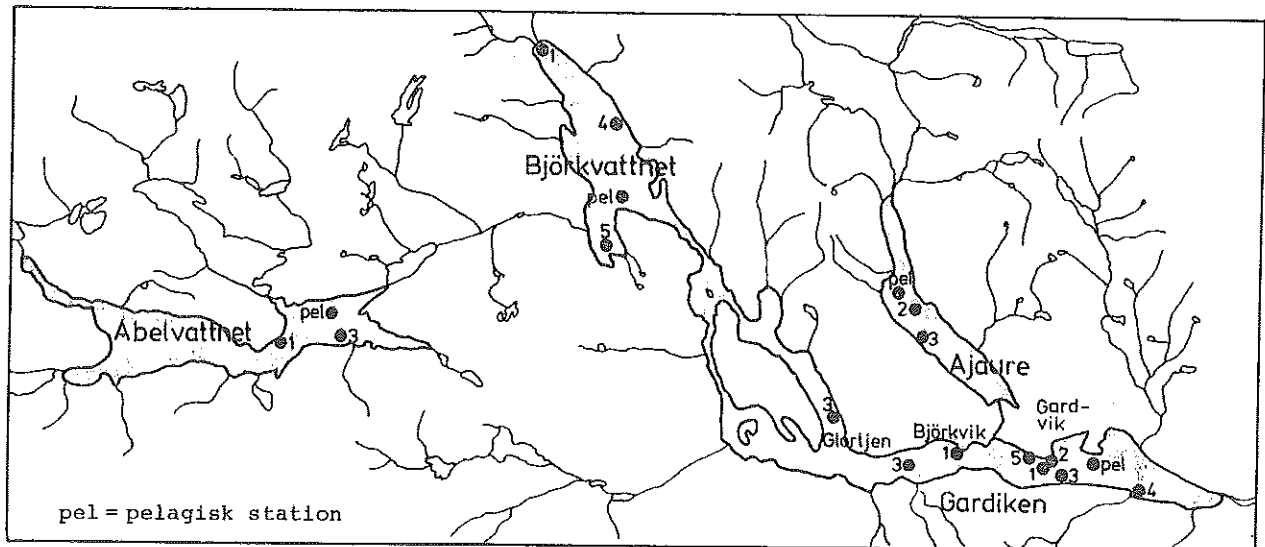
Pallasea har inplanterats i 25 sjöar och bildat självreproducerande bestånd i 16 (Fürst 1981). Dessutom har den spritt sig till andra vatten.

Studier av ekologin hos Pallasea och betydelsen av taggmärslan för fiskarterna i sjöar där den introducerats ingår i ett långsiktigt projekt vid Sötvattenslaboratoriet där effekterna av introduktioner av nya fisknäringssdjur utvärderas. Denna rapport presenterar en analys av fiskarters födoval i 4 reglerade sjöar i övre Umeälven där Pallasea har bildat bestånd. En preliminär rapport angående fiskarternas näringsval, djupfördelning, beståndsförändringar och parasitering i sjöar med Pallasea har skrivits av Fürst, Hammar och Hill (manuskript).

## MATERIAL OCH METODER

### Sjöarna

De sjöar som har undersökts är Abelvattnet, Ajaure, Gardiken och Övre Björkvattnet i Övre Umeälven (Figur 2). De tre första är kraftigt reglerade magasin med mellan 13 och 20 meters dämning (Tabell 1). I de överdämda stränderna urlakas närsalterna långsamt och först efter ett antal år blir näringstillgången mindre än före reglering (Anderson 1978). Övre Björkvattnet är ett sänkningsmagasin (Tabell 1). Effekterna av vattenkraftutbyggnaden på fiske och fiskbestånd i Umeälven har beskrivits utförligt av Anderson (1978).



Figur 2. Karta över Abelvattnet, Ajaure och Gardiken i Övre Umeälven med provfiskestationer angivna.

Tabell 1. Uppgifter angående de sjöar som valts ut för studium av effekterna av Pallasea-introduktioner.

	Abel- vattnet	Ajaure	Gardiken	Övre Björk- vattnet
Öring	x	x	x	x
Röding	-	x	x	x
Sik	-	(x)	(x)	(x)
Kanadaröding	-	(x)	(x)	(x)
Abborre	-	-	x	x
Elritsa	-	(x)	(x)	-
Småspigg	-	(x)	(x)	-
Yta km <sup>2</sup>	34.0	49.0	84.0	26.0
Max djup	73.8	37.2	80.0	65.5
Dämning m	12.8	19.2	17.4	0
Regl amplitud m	15.6	9.5	20.0	4.3
Regl start år	1969	1967	1961	1961

Tabellen visar bl a förekomst av olika fiskarter. x = arten förekommer, (x) = arten är ej ursprunglig.

Abelvattnet ligger i den övre delen av björkskogsregionen, och enda fiskarten är öring, Salmo trutta. Ajaure, Gardiken och Övre Björkvattnet var ursprungligen öring-rödingsjöar. Enligt Hammar (1984) består rödingen av de två arterna storröding, Salvelinus salvelinus, och större fjällröding, Salvelinus alpinus. Andersson m fl (1983) fann dock inget bevis för att mer än en rödingart skulle finnas i Gardiken. Sik, Coregonus sp., inplanterades på 1920-talet i bl a Gardsjön (nu en del av Gardikenmagasinet) och Ajaure, där den orsakade en reduktion av öring och röding (Anderson 1978). Dämningen av magasinen nedströms Övre Björkvattnet 1963 innebar att sik invaderade sjön och därefter minskade rödingbeståndet (Anderson op.cit.). Andra förekommande fiskarter är kanadaröding (Salvelinus namaycush), abborre, elritsa (Phoxinus phoxinus) och småspigg (Pungitius pungitius). Ytterligare detaljer om dessa sjöar anges i Tabell 1.

Pallasea inplanterades i Abelvattnet, Ajaure och Gardiken 1971. År 1976 hade den etablerat sig i de två första sjöarna och 1978 fanns det ett bestånd i Gardiken (Fürst 1981). Pallasea har vandrat nedströms till Övre Björkvattnet från Abelvattnet. Den hittades först 1979 i fiskmagar i den övre delen av sjön (E. Bergstrand, Sötvattenslaboratoriet, muntl.medd.).

#### Insamling av fisk samt födoanalys

Provfisken bedrevs med s k biologisk provtagningslänk och biologisk skötlänk enligt Filipsson (1972). Båda nättyperna bestod av följande maskstorlekar: 12, 16, 18, 20, 24, 28, 36, 46 och 60 varv/aln (50, 38, 33, 30, 25, 21, 17, 13 och 10 mm maskstolpe). Abelvattnet, Ajaure och Gardiken fiskades i juli-augusti 1979, 1982 och 1984. Övre Björkvattnet fiskades i september 1984. Endast en del av materialet användes i denna födovalsundersökning. Stickprov valdes för att ge en bild av födovalet hos grunt respektive djupt fångad bentisk fisk, samt pelagisk fisk. De utvalda stationerna beskrivs i Tabell 2, och anges på kartan i Figur 2.

Tabell 2. Provfiskestationer i Abelvattnet, Ajaure, Gardiken och Övre Björkvattnet som valdes ut för födovalsundersökningen.

Sjö	År	Station	Fiskedjup (m)	Bottentyp	
Abelvattnet	1979	1	1-16	hård	
	1984	1	2-21	hård	
		3	1-44 *)	hård	
		pelagisk	0-12,18-24	47-51 m	
Ajaure	1984	2	33-34	-	
		3	1-15 **)	mjuk	
		pelagisk	0-18	35-37 m	
Gardiken, Gardvik	1984	1	40-47	-	
		2	2-23	-	
		3	1-33	-	
		4	1- 8	sten	
		5	1-40 *)	hård	
"	Björkvik	1984	pelagisk	0-18,30-36	55-65 m
"	Glortjen	1984	1	1-36	hård
3			40-41	-	
"	Övre Björkvattnet	1984	3	1-29 *)	-
1			1- 3	-	
4			1-25	hård	
			5	1-13	stenblock
			pelagisk II	0-12	20-40 m

\*) 18 nät, 2 sammanlagda lang

\*\*\*) 18 nät, 2 parallella lang

Bottennäten sattes på kvällen och vittjades på morgonen. Flytnäten sattes på morgonen och vittjades både morgon och kväll i Abelvattnet under 1979 och i Övre Björkvattnet. På grund av att mycket små fångster erhöles vid kvällsvittjningarna gjordes endast morgonvittjning i Abelvattnet, Ajaure och Gardiken under 1984. Dessutom utfördes ett specialfiske i Gardiken vid Gardvik (station 1) i slutet av juli 1984 för att få information om dygnsaktiviteten hos röding och kopplingen till fiskens konsumtion av Pallasea. Sex nät på 36 varv/aln (17 mm) sattes i två lang på grund (5-20 m) respektive djup (42-43 m) botten och vittjades var tredje timme under ett dygn.

Fiskarna vägdes till närmaste gram och längdmättes till närmaste mm. Vissa rödingar betecknades i fält som dvärgröding, enligt karaktärer såsom stora ögon, förstorade bukfenor och buk, och



lila-färgad simblåsa (se också Hammar 1984). Könbestämning och provtagning av material för åldersanalys utfördes enligt Filipsson (1972). Förekomsten av parasiter, t ex binnikemasken Diphylobothrium spp., noterades på mag-tarmpaketet. De enskilda mag-tarmkanalerna numrerades, lindades in i gasbinda och konserverades i 4% formaldehydlösning.

Inför födoanalysen sköljdes fiskmagarna med sötvatten i minst ett dygn och överfördes sedan till 70% etanol. I allmänhet analyserades högst 10 magar per fiskart och nät. Fyllnadsgraden hos magarna betecknades som full, halvfull, nästan tom eller tom. Innehållet i magarna undersöktes under lupp. Tarmkanalen inspekterades för parasiter. För artbestämning av sik räknades antalet gälräfständer på främre vänstra gälbågen.

Den totala magvolymen mättes till närmaste tiondels ml. Den procentuella andelen av olika födoorganismer (zooplanktonarter, insektfamiljer eller ordningar, Pallasea, mollusker, fisk, växtdelar och sediment) uppskattades efter en mätning av gruppernas yta på millimeterpapper. 1% angavs som den lägsta volymprocenten av en födoorganism i en mage.

Antalet Pallasea räknades och storleken (längd mindre eller större än 5 mm) noterades.

Vid sammanställningen delades födoorganismer in i de större grupperna zooplankton, fisk, bottendjur, Pallasea, ytinsekter (imagos och puppor) och övrigt. Resultaten sammanställdes för fiskar inom 5 cm längdklasser. Totalt analyserades magar av 141 öringar, 421 rödingar, 174 sikar och 10 abborrar. Som regel användes endast halvfulla och fulla magar för att få fram medelvolymprocent av de olika födogrupperna. Detta gjordes för att undvika överrepresentation av organismer som dominerar det lilla innehållet i nästan tomma magar.

Näringsvalet hos röding som fångades vid dygnsfisket i Gardiken analyserades i större detalj. För att utröna om det fanns signifikanta skillnader mellan den grunda och den djupa lokalen togs hänsyn till inverkan av fiskens längd på dieten. Rödingarna

delades in i 1 cm längdklasser, och en regressionslinje upprättades för förhållandet mellan fisklängd och andelen av en viss födoorganism i dieten (linjär regression). Värdena för procenten av födoorganismen i dieten hos individuella fiskar prickades in på diagrammet. Likheten mellan de två olika djupen testades genom att jämföra antalet punkter från grunt och djupt vatten som låg ovanför respektive under linjen med Chi-2 test (vid 5% signifikansnivå). De andra statistiska jämförelserna av näringssvalet baserades på antalet fiskar som hade ätit olika födoorganismer.

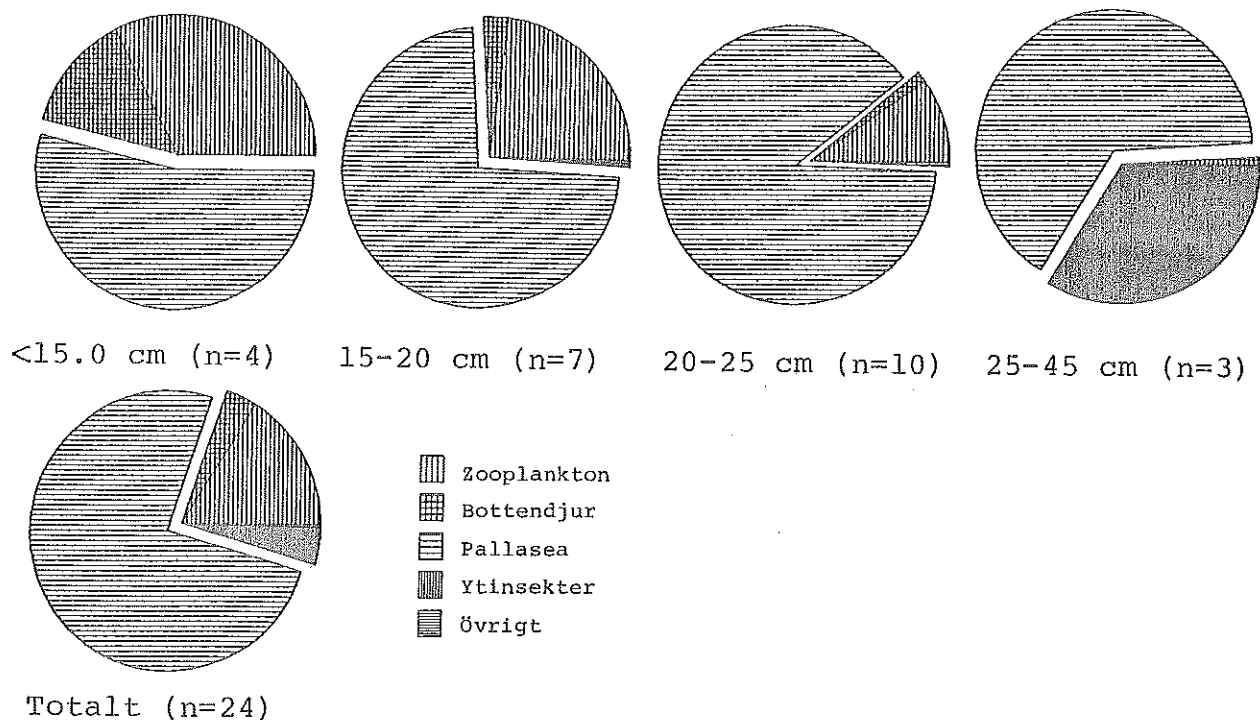
## RESULTAT

### Abelvattnet

Öring är den enda fiskarten i Abelvattnet. Provfisket 1979 utfördes i mitten av juli, då vattentemperaturen var 9-10°C vid ytan. Analysen av födovalet begränsades till material från den grunda station 1 (Tabell 2). Nästan 90% av magarna var välfyllda (fulla eller halvfylla). Pallasea förekom i 96% av magarna som innehöll föda, och de flesta amfipoderna var stora (>5 mm längd). Pallasea utgjorde över 50 volymprocent av födan inom samtliga storleksintervall. Taggmärlans betydelse ökade med ökande fisklängd, samtidigt som betydelsen av zooplankton (Daphnia longispina sensu lat.) minskade (Figur 3).

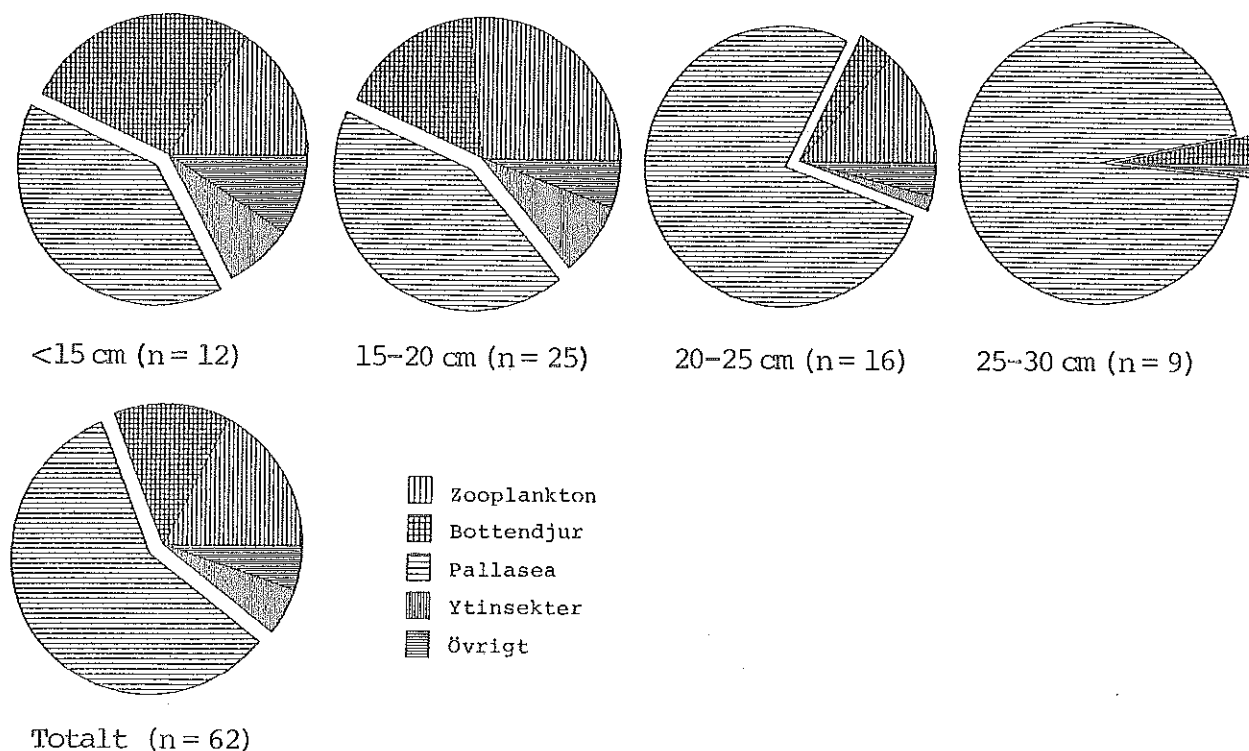
Provfisket 1984 utfördes i början av augusti, då temperaturen varierade från cirka 12°C vid ytan till 6°C vid botten. Analysen av födovalet baserades även på fisk från den djupare station 3, samt de 3 fiskar som fångades i pelagiska nät (Tabell 2). En stor andel av magarna var välfyllda (84%), och 82% av fiskarna hade ätit Pallasea. De flesta amfipoderna var stora (>5 mm längd), men i den grunda delen av station 3 innehöll fiskmagarna främst små Pallasea. Pallasea utgjorde den huvudsakliga födan och andelen ökade till 95% av volymen hos de största fiskarna (Figur 4). Daphnia longispina, Bythotrepes longimanus, insektslarver och chironomidpuppor var viktiga inslag i dieten hos små öringar.

ÖRING, ABELVATTNET 1979, 1-16 M



Figur 3. Födovallet hos öring i Abelvattnet, juli 1979.

ÖRING, ABELVATTNET 1984, 1-44 M



Figur 4. Födovallet hos öring i Abelvattnet, augusti 1984.

## Ajaure

Provfisket 1984 utfördes i mitten av juli, då temperaturen var cirka 11°C vid ytan och 7°C på 35 m djup. Röding dominerade fångsten från 1979-84 (Fürst, Hammar & Hill, manuskript). Födovalsanalysen baserades på fisk fångad på en grund station, en djup station och i pelagialen (Tabell 2). Enligt Hammar (1984) fångades storröding i Ajaure främst grundare än 15 m medan den fördivärgade större fjällrödingen fångades främst på 30-40 m djup.

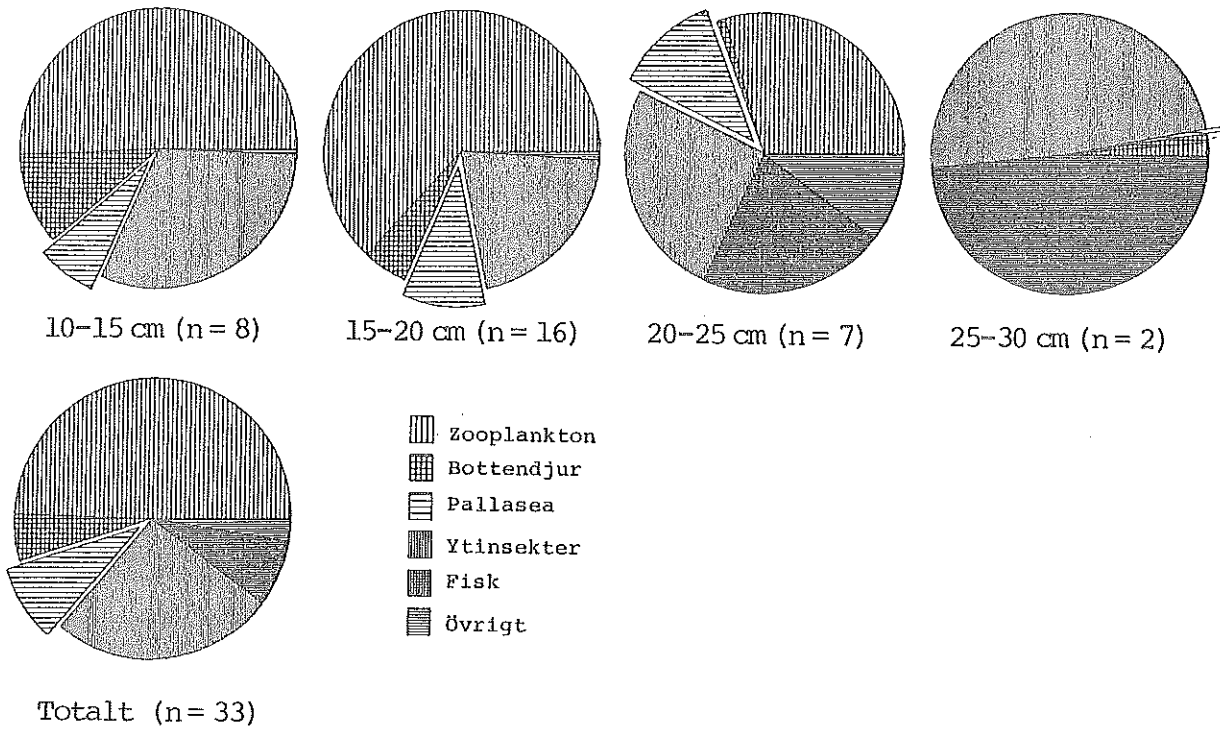
Samtliga sju öringar som ingick i stickprovet hade föda i magen, men över hälften var nästan tomma. Dieten bestod främst av ytinsekter (68%) och fisk (25%). Pallasea förekom inte i magarna.

Av de grunt fångade rödingarna hade 24% betecknats som dvärg-röding enligt fältobservationer. Alla magar innehöll föda, och 97% var välfyllda. Pallasea förekom i 41% av magarna, och såväl stora som små amfipoder hade ätits. Pallasea svarade dock för mindre än 10% av födovolymer. De viktigaste födoobjekten var zooplankton (Bosmina coregoni Baird sensu lat., Holopedium gibberum) och chironomidpuppor, med ett inslag av småspigg (Pungitius pungitius) hos större fiskar (Figur 5).

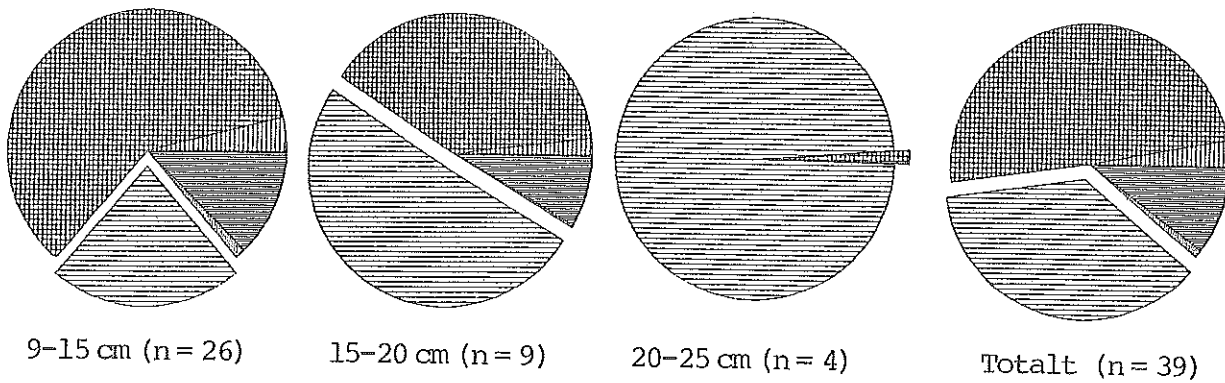
De flesta av de djupt fångade rödingarna (93%) hade betecknats som dvärgröding. 93% av magarna var välfyllda. Medellängden hos fiskarna med halvfulla och fulla magar var 14.7 cm, vilket var mindre än hos de grunt fångade fiskarna (18.2 cm). Pallasea förekom i 73% av magarna som innehöll föda, och alla amfipoder var stora (>5 mm). Chironomidlarver utgjorde den största delen av födan, men andelen Pallasea ökade med fiskarnas storlek (Figur 5). Den andel zooplankton som åts bestod nästan uteslutande av cyclopoida copepoder.

Av de 11 pelagiska rödingarna hade 10 stycken välfyllda magar. Pallasea förekom i endast en mage. Huvudfödan var ytinsekter, bestående främst av Diptera imagos, men inslaget av zooplankton såsom Bosmina coregoni och Holopedium gibberum var stort (Figur 6).

RÖDING, AJAURE 1984, 1-15 M



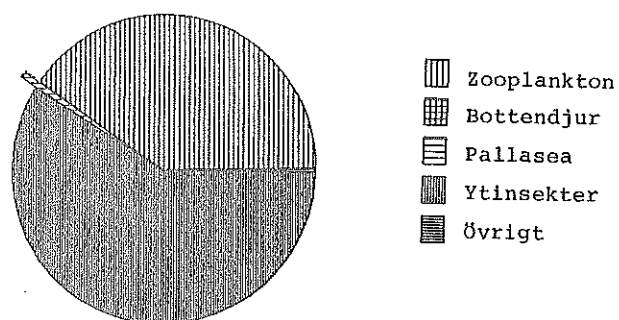
RÖDING, AJAURE 1984, 33-34 M



Figur 5. Födoval hos grundlevande och djuplevande röding i Ajaure, juli 1984.

Nitton sikar ingick i stickprovet från den grunda botten och de flesta av dessa (68%) hade nästan tomma magar. Pallasea förekom i en mage. De få sikarna med välfyllda magar (medellängd 12.4 cm) hade ätit främst Holopedium gibberum (71% av födan) och chironomidpuppor (25%).

## PELAGISK RÖDING, AJAURE 1984



Totalt (n=10) Medellängd 20.5 cm

Figur 6. Födoval hos pelagisk röding i Ajaure, juli 1984.

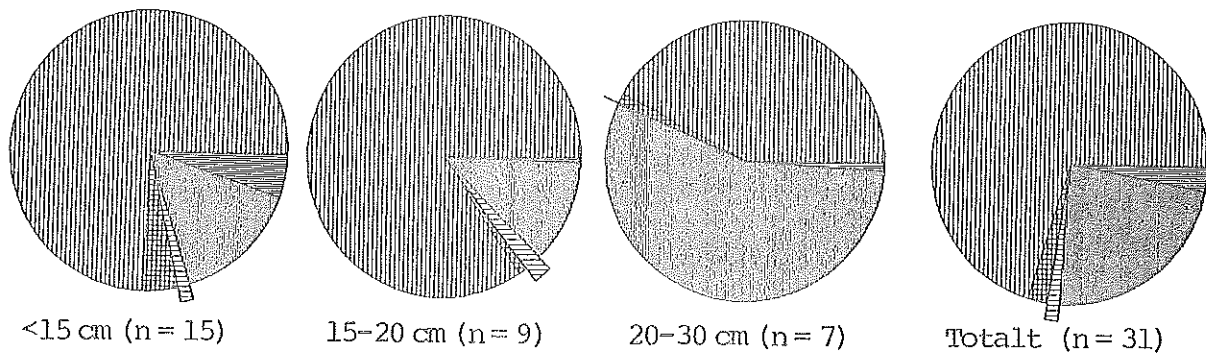
### Gardiken

Provfisket 1984 utfördes från mitten till slutet av juli, Vattentemperaturen varierade från 11-13°C vid ytan till 5-6°C under 40 m djup. Stickprov på magar valdes från grunda och djupa lokaler vid Gardvik och Björkvik, samt från den grunda bassängen Glortjen (Tabell 2). Röding utgjorde största delen av fångsten vid Gardvik och Björkvik, medan sik dominerade fångsten vid Glortjen (Fürst, Hammar & Hill, manuskript). Sikarna i stickproven från stationerna i Gardiken hade 22-30 gälräfständer, med ett medelvärde av 26 stycken.

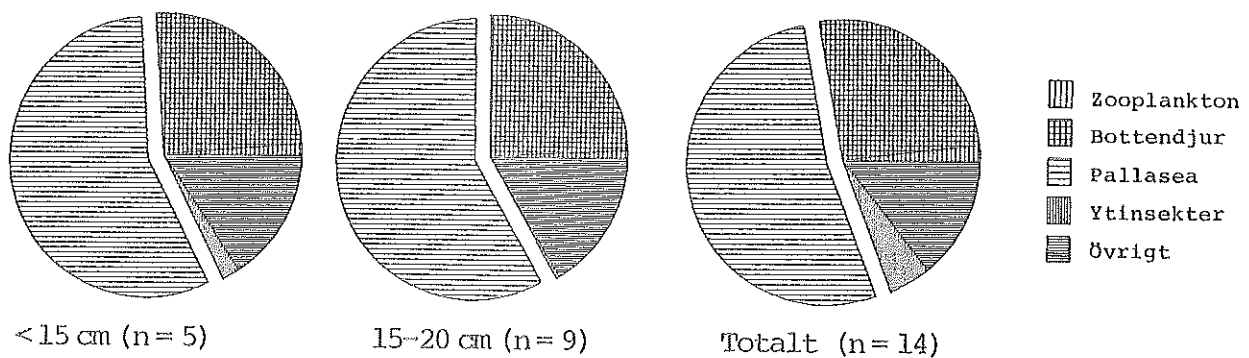
Endast 5 öringar fångades i Gardvik och tre av dessa hade välfyllda magar. Pallasea förekom inte i någon av magarna. Ytinsekter, i synnerhet Diptera imagos, svarade för huvuddelen av födan (70%) medan fisk, främst småspigg, utgjorde en fjärdedel.

Av de grundfångade rödingarna vid Gardvik hade 41% betecknats som dvärgröding. Drygt 80% av magarna var välfyllda. Pallasea förekom i 14% av magarna som innehöll föda, och bestod av små exemplar (<5 mm). Pallasea utgjorde endast ca 1% av dieten, som dominerades av cladocererna Bosmina coregoni och Holopedium gibberum, samt ytinsekter (Figur 7).

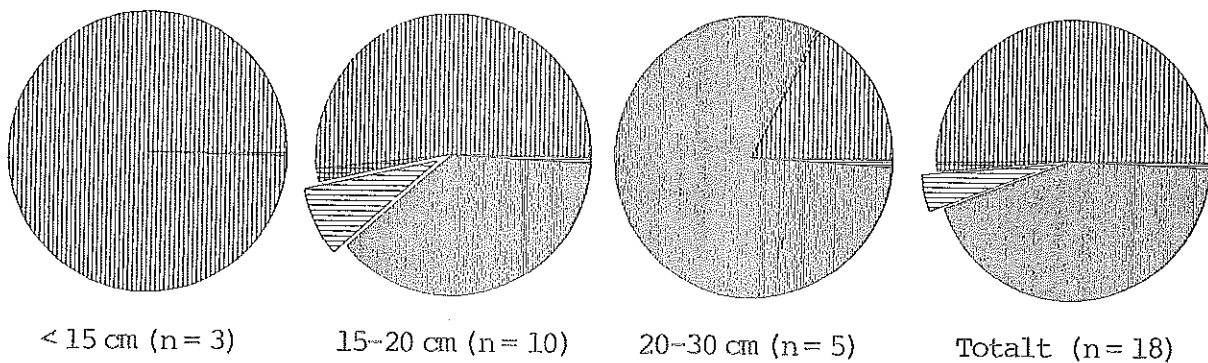
RÖDING, GARDVIK 1984, 1-33 M



RÖDING, GARDVIK 1984, 40-47 M



PELAGISK RÖDING, GARDVIK 1984



Figur 7. Födoval hos grundlevande, djuplevande och pelagisk röding vid Gardvik i Gardiken, juli 1984.

Av de djupfångade rödingarna från station 3 vid Gardvik hade 94% betecknats som dvärgröding. Cirka 80% av magarna var välfyllda. Pallasea påträffades i 88% av magarna som innehöll föda och de flesta exemplar var stora (>5 mm). Pallasea utgjorde mer än hälften av födan och resten bestod av bottendjur såsom musslor (Sphaeriidae) och chironomidlarver, samt växtdelar och sediment (Figur 7).

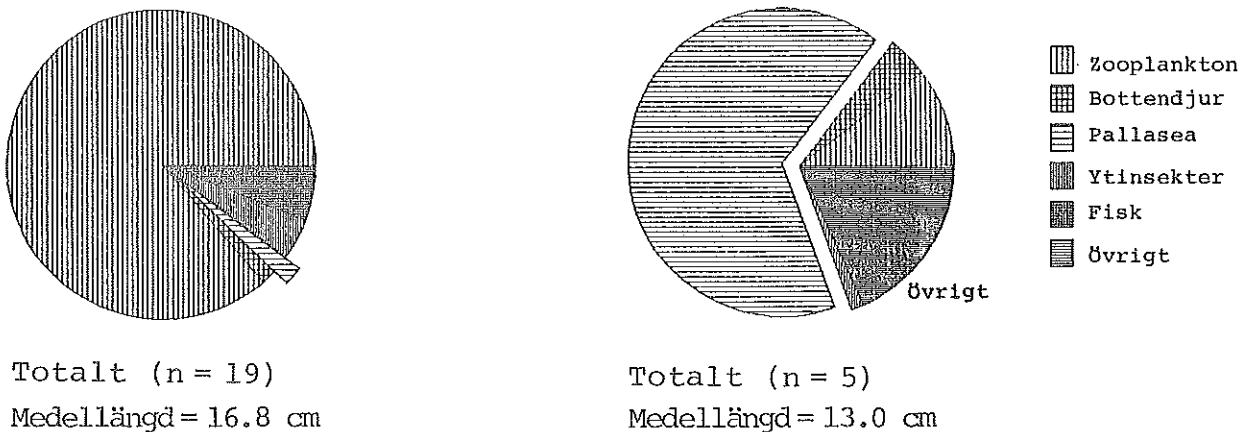
Av rödingarna som fångades vid den pelagiska stationen i Gardvik hade 90% välfyllda magar. Endast en fisk, en dvärgröding fångad på 30-36 m djup, hade ätit Pallasea. Zooplanktonarterna Bosmina coregoni och Heterocope borealis utgjorde den huvudsakliga födan för små fiskar, medan ytinsekter såsom Diptera imagos var det viktigaste inslaget i de stora fiskarnas diet (Figur 7).

Endast 8 sikar fångades vid Gardvik (stationerna 2-5) och medellängden var 33.3 cm. Tre fjärdedelar hade välfyllda magar. Dieten utgjordes främst av copepoden Heterocope borealis (26%), cladoceren Holopedium gibberum (19%) samt växtdelar och sediment (20%).

Av de rödingar som fångades på relativt grunt vatten i Björkvik hade endast 5% betecknats som dvärgröding. Drygt hälften av magarna var tomma eller nästan tomma. Pallasea förekom i 14% av magarna som innehöll föda. Den utgjorde endast 2% av födan, medan zooplankton såsom Bosmina coregoni, Heterocope sp. och Holopedium gibberum utgjorde största delen (Figur 8). Av de 18 djuplevande rödingarna hade 16 betecknats som dvärgröding. Fiskarnas medellängd var 15.2 cm. Över 70% av magarna var tomma eller nästan tomma. Pallasea förekom i 94% av magarna som innehöll föda. I de välfyllda magarna utgjorde den huvuddelen av födan. Växtdelar och sediment samt zooplankton ingick också i dieten (Figur 8).

RÖDING, BJÖRKVIK 1984, 1-24 M

RÖDING, BJÖRKVIK 1984, 40-41 M



Figur 8. Födoval hos grundlevande och djuplevande röding vid Björkvik i Gardiken, juli 1984.



Sexton sikar fångades i Björkvik på 1-36 m djup. Medellängden var 29.1 cm. 13 stycken hade tomma eller nästan tomma magar. Pallasea förekom inte i någon av magarna. Flera zooplanktonarter, såsom Heterocope sp., Bosmina coregoni, Bythotrepes longimanus och Holopedium gibberum, utgjorde huvuddelen av dieten (70%). Även chironomidlarver var ett viktigt inslag (28%).

Abborrarna, som fångades vid Björkviks grunda station (n=7, längd 11-15 cm), åt huvudsakligen copepoderna Heterocope sp. och Cyclops sp. men även ephemeridlarver. Över hälften av magarna var tomma eller nästan tomma.

Rödingarna från den grunda viken Glortjen bestod till 20% av dvärgröding. Nästan 70% av magarna var fulla eller halvfulla. Pallasea förekom i 43% av magarna som innehöll föda. Zooplankton såsom Bosmina coregoni och Daphnia longispina utgjorde den viktigaste födan i allmänhet, men Pallasea ökade i betydelse i de större fiskarnas diet (Figur 9).

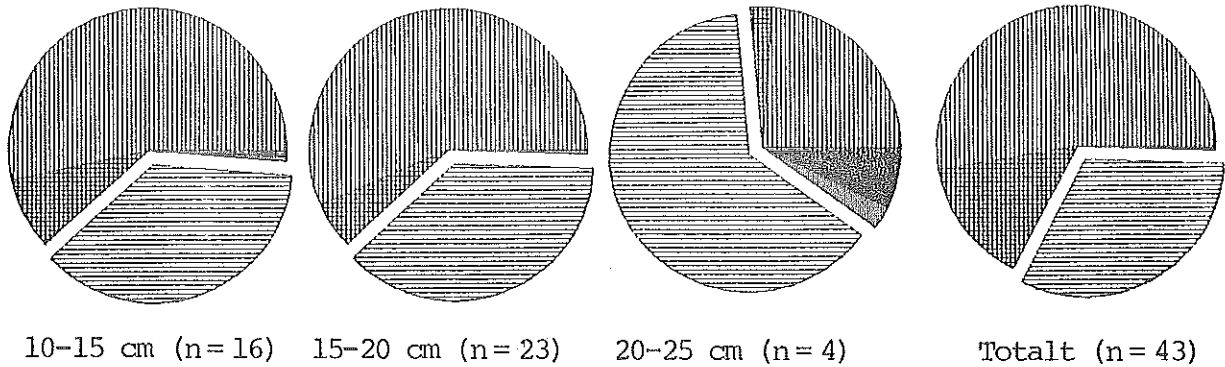
Hos siken från Glortjen var drygt 60% av magarna fulla eller halvfulla. Pallasea förekom i 17% av magarna som innehöll föda. Små sikar åt främst zooplanktonarterna Bosmina coregoni och Heterocope sp. och stora sikar åt främst chironomidlarver. Växtdelar utgjorde en betydande del av maginnehållet (Figur 9).

#### Dygnsfisket i Gardiken

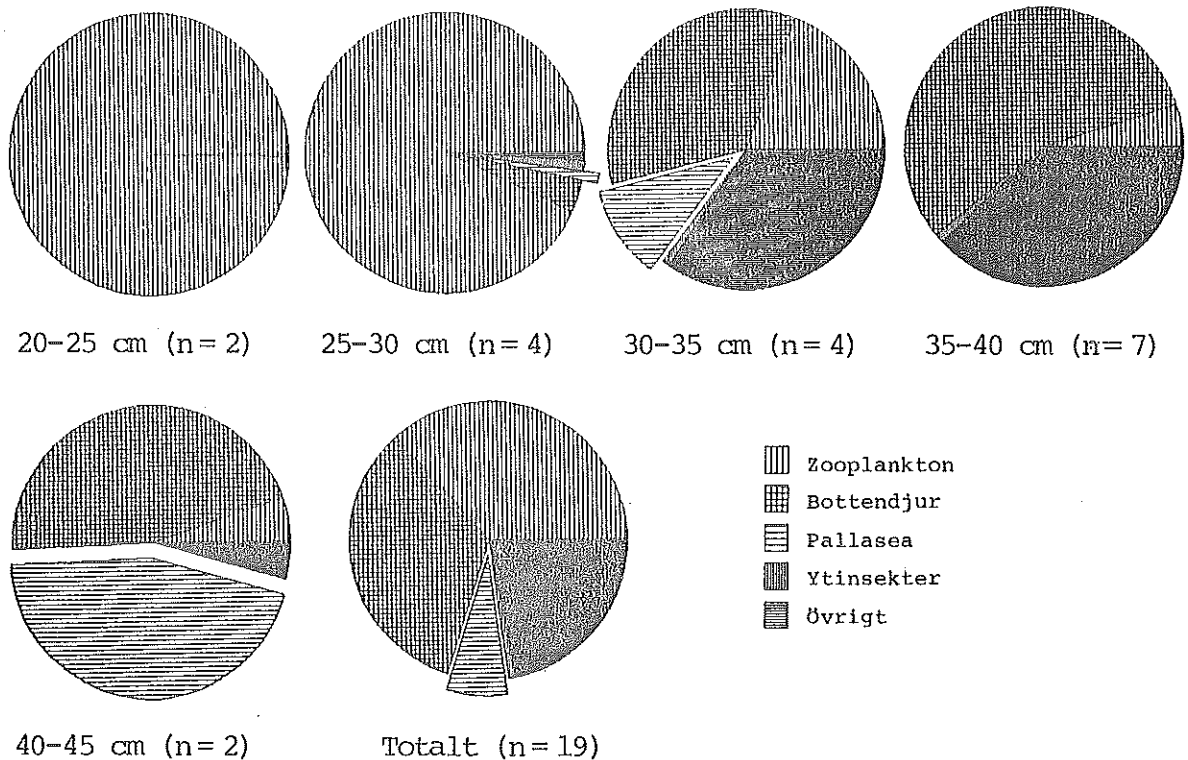
Dygnsfisket utfördes vid Gardvik och näten vittjades var tredje timme vid 5-20 respektive 42-43 m djup. De största fångsterna av röding erhöles under natten på de grunda bottnarna, medan små tämligen konstanta fångster erhöles på större djup under hela dygnet (Figur 10).

Analysen av födovallet baserades på alla magar som innehöll föda (n=94). Vid en sammanslagning av röding från alla djup bestod dieten till största delen av zooplankton (62%) och ytinsekter (17%). Pallasea utgjorde endast 9% av födovolymer. Zooplankton förekom i 86% av magarna som innehöll föda, medan Pallasea förekom i 25%.

RÖDING, GLORTJEN 1984, 1-29 M



SIK, GLORTJEN 1984, 1-19 M

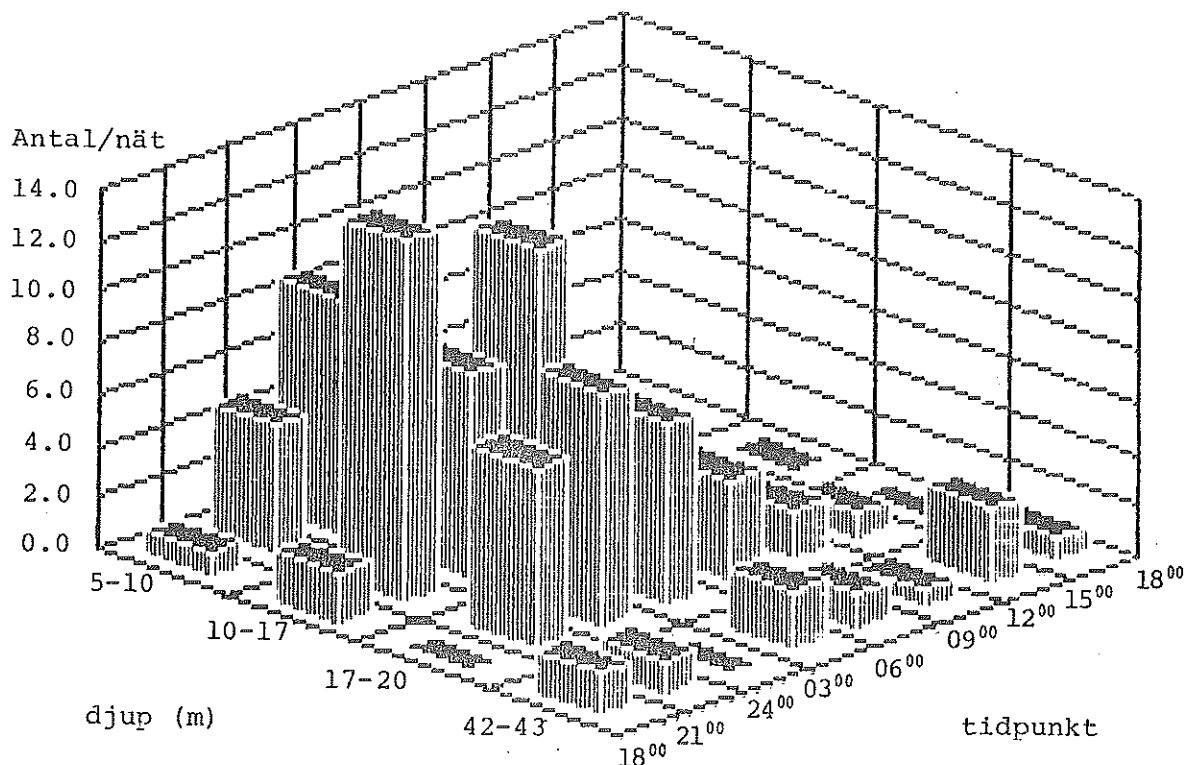


Figur 9. Födoval hos bentisk röding och sik vid Glortjen i Gardiken, juli 1984.

Hänsyn har tagits till fiskarnas längd, eftersom en indelning i två storleksgrupper (större än eller mindre än medianlängden av 18.3 cm) visade en signifikant skillnad i frekvensen av de olika födoorganismerna i dieten ( $\chi^2=10.63$ , d.f.=1,  $p<0.05$ ). När

fiskarna delades in i 1 cm längdklasser minskade andelen zooplankton i dieten med ökande fisklängd. Denna korrelation var signifikant (Spearman Rank Correlation,  $p < 0.05$ ). Det fanns en tendens till att större fisk åt mer Pallasea, men den var ej statistiskt signifikant (Spearman Rank Correlation,  $p > 0.05$ ).

Födovalet skilde sig mellan de två djuplokalerna. Röding som fångades på grunt vatten åt en mindre andel Pallasea ( $\chi^2 = 21.86$ , d.f.=1,  $p < 0.001$ ), och en större andel zooplankton ( $\chi^2 = 4.96$ , d.f.=1,  $p < 0.05$ ).



Figur 10. Fångsten av röding under dygnsfisket vid Gardvik i Gardiken, juli 1984. Fångst per ansträngning fördelat på djup och tidpunkt.

Tidpunkten då fisken fångades var av betydelse för konsumtionen av Pallasea. En större andel av rödingarna som fångades under dagen (0600-1800) hade ätit Pallasea jämfört med dem som fångades under natten (1800-0600) ( $\chi^2 = 3.98$ , d.f.=1,  $p < 0.05$ ).

Dygnsfisket visar sammanfattningsvis att Pallasea hade störst betydelse som föda för djuplevande röding vid Gardvik. Här fångades ett relativt konstant antal fisk dygnet runt. Det fanns inget tecken på att ansamlingen av röding på grunt vatten under natten berodde på någon ökad tillgång på Pallasea där.

## Övre Björkvattnet

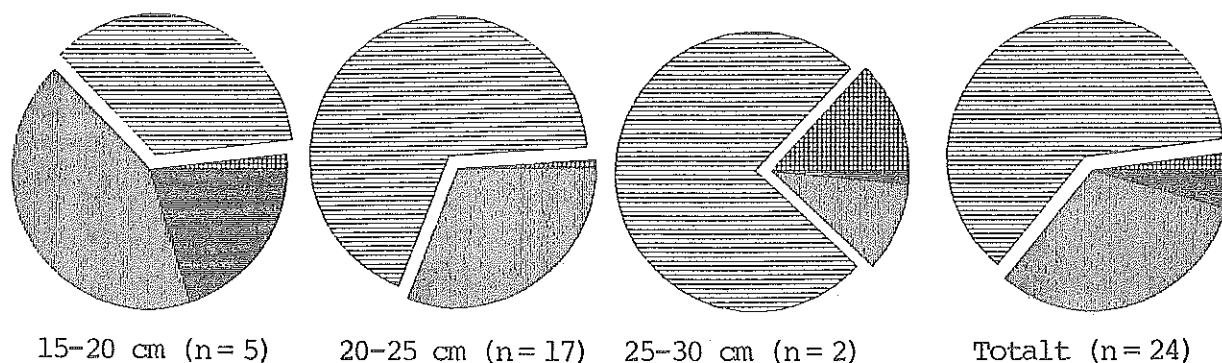
Provfisket utfördes i september 1984. Vattentemperaturen var cirka 10°C vid ytan och 6°C på 40 m djup. Siken dominerade fångsterna både antals- och viktmässigt, vid stränderna såväl som i pelagialen (Filipsson 1984). Födovalsanalysen baserades på fisk från de grunda stationerna 1, 4 och 5 samt sik från en pelagisk station (Tabell 2). Enligt Nilsson och Filipsson (1971) förekom två arter av röding tillsammans i de litorala och pelagiska zonerna. Sedan 1979 har det endast fångats ett litet antal rödingar i pelagialen (Filipsson op.cit.).

En hög andel av öringarna som fångades på bottennät hade välfyllda magar (86%). Pallasea förekom i 69% av magarna som innehöll föda, och amfipoderna var stora (>5 mm). Arten var huvudfödan för de större fiskarna. Ytinsekter, huvudsakligen björkmätare Biston betularia som fanns i rikliga mängder under provfisketiden, var ett viktigt inslag i dieten (Figur 11).

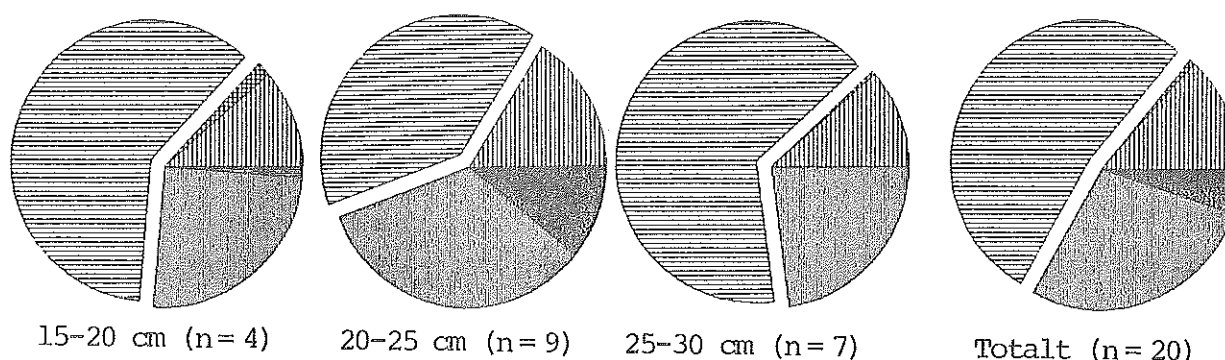
Av de grundlevande rödingarna betecknades 22% som dvärgröding. 74% av magarna var välfyllda. Pallasea förekom i 65% av magarna som innehöll föda. Pallasea utgjorde huvudfödan, men dieten bestod dessutom av en stor del ytinsekter (Lepidoptera) samt cladocerer, främst Daphnia longispina och Bythotrepeus longimanus (Figur 11).

Drygt 80% av de bentiska sikarna hade välfyllda magar. Pallasea förekom i 74% av magarna som innehöll föda, och bestod främst av stora individer (>5 mm). Andelen Pallasea ökade med ökande fiskstorlek, samtidigt som andelen zooplankton och ytinsekter minskade (Figur 12). Anmärkningsvärt var mångfalden av organismer i sikens diet. De vanligaste zooplanktonarterna var cladocererna Holopedium gibberum, Daphnia longispina och Bosmina coregoni. Eurycercus lamellatus och Leptodora kindtii åts av fiskar större än 30 cm. Siken åt även ett flertal olika insekter från botten såväl som ytan. Volymmässigt bestod dessa främst av Lepidoptera imagos, samt imagos och larver av Trichoptera, Chironomidae och Tipulidae.

### ÖRING, ÖVRE BJÖRQVATTNET 1984, 1-25 M



### RÖDING, ÖVRE BJÖRQVATTNET 1984, 1-25 M



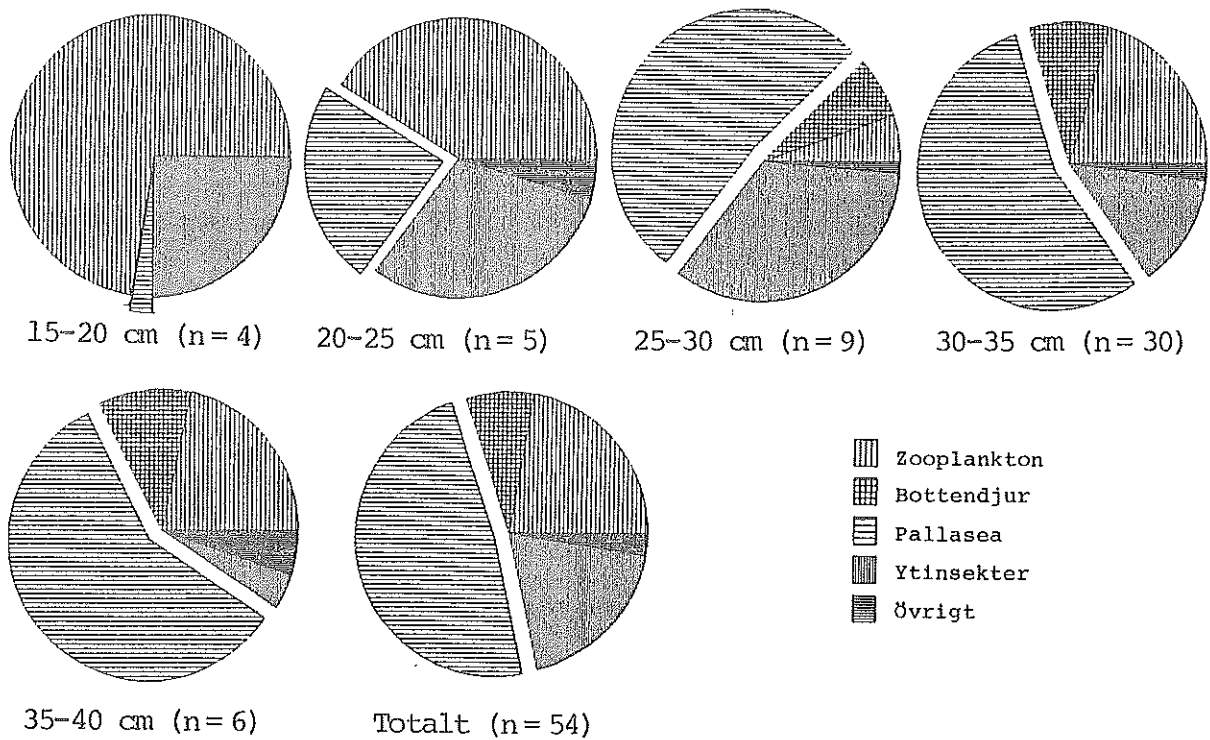
- ▨ Zooplankton
- ▨ Bottendjur
- ▨ Pallasea
- ▨ Ytinsekter
- ▨ Fisk
- ▨ Övrigt

Figur 11. Födoval hos bentisk öring och röding i Övre Björkvattnet, september 1984.

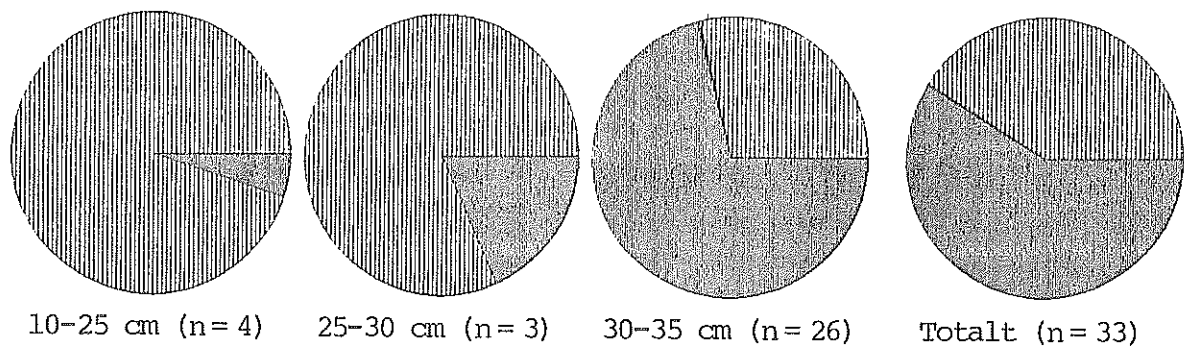
Den pelagiska siken uppvisade en mycket hög frekvens av välfyllda magar (97%). Pallasea förekom inte i någon av magarna. Den huvudsakliga födan bestod av ytinsekterna Biston betularia och Tipulidae imagos, med ett inslag av cladocerer såsom Daphnia longispina (Figur 12).

Endast ett fåtal abborrar fångades i Övre Björkvattnet. De tre som ingick i maganalysen (längd 13-19 cm) hade ätit enbart Pallasea.

### SIK, ÖVRE BJÖRKVATTNET 1984, 1-25 M



### PELAGISK SIK, ÖVRE BJÖRKVATTNET 1984



Figur 12. Födoval hos bentisk och pelagisk sik i Övre Björkvattnet, september 1984.

### Parasiter på fisk

En vanlig parasit på fiskmagar från de utvalda lokalerna i Umeälvssjöarna var plerocercoider (ett larvstadium) av binnikemasken Diphyllobothrium sp. I Umeälven förekommer två arter, Diphyllobothrium dendriticum och D. ditremum (Henricson 1978).

Binnikemasken noterades hos öring, röding och sik, dock ej hos öringen i Abelvattnet. Andra vanliga cestoder (binnikemaskar) var Eubothrium salvelini (infektionsfrekvens upp till 19%) och Proteocephalus sp. (infektionsfrekvens upp till 90%). Den sistnämnda förekom ibland i stora mängder (>100 st) i pylorusen och tarmen hos röding och sik. Cestoder av arten Cyathocephalus truncatus påträffades i pylorusen eller tarmen hos 21% av de djuplevande rödingarna från Ajaure men bara en av de grundlevande rödingarna var infekterad. Trematoder, antagligen Crepidostomum sp., observerades i magsäck, pylorus och tarm hos de flesta av öringarna i Abelvattnet (74-88%) men beaktades inte vid parasituppskattningen i de andra sjöarna.

## DISKUSSION

### Öring

Det var endast i Abelvattnet som Pallasea hade betydelse som föda för öringen sommartid. Öringbeståndet i sjön är övervägande bentiskt (Fürst, Hammar & Hill, manuskript). Pallasea förekom i de allra flesta magar och svarade för största delen av maginnehållet. Zooplankton och bottendjur var dock viktiga i de mindre öringarnas diet, och övergången till Pallasea skedde gradvis (Figur 3 och 4). Även före regleringen av Abelvattnet utgjorde amfipoder en stor del av öringens föda. Då svarade Gammarus lacustris för ca 30% av dieten under sommaren, medan olika arter och stadier av insekter utgjorde huvuddelen (Nilsson 1963). Pallasea har nu ersatt den försvunna G. lacustris som den viktigaste bentiska födokällan. Bottentråldrag i samband med provfisket 1984 visade att juvenila Pallasea förekom från 5 till 50 m djup, medan de vuxna djuren var talrika nedanför 20 m. Det tätaste beståndet av vuxna Pallasea förekom i Abelvattnet.

Öringen i Ajaure och Gardiken åt däremot inte Pallasea under sommaren. Dieten bestod i stället av ytinsekter med ett tillskott av fisk. Hälften av magarna var tomma. Interaktioner mellan öring och röding kan vara anledningen till att endast öring

som lever ensam utnyttjar Pallasea sommartid. När de två fiskarterna lever tillsammans, förekommer öring närmare land och röding på djupare vatten eller i pelagialen. Födovalet skiljer sig mer då, speciellt i reglerade sjöar (Nilsson 1963). Amfipoden var dock huvudfödan för öringen i Ajaure under vintern 1977, då de flesta av magarna var fyllda (Hammar, opubl.). Endast ett fåtal öringar har fångats i provfiskena i dessa sjöar sedan 1979 (Fürst, Hammar & Hill, manuskript).

I Övre Björkvattnet var Pallasea huvudfödan på hösten, speciellt hos större öringar (Figur 11). Provfisken i Övre Björkvattnet på hösten de närmaste åren efter dämningen visade att Gammarus lacustris fortfarande förekom i dieten, men att den svarade för mindre än 10% av födan (Nilsson & Filipsson 1971). Bottdjur såsom Gastropoda och Oligochaeta försvann gradvis från dieten, och insektslarver och imagos blev den viktigaste födan (Nilsson & Filipsson op.cit.). Ytinsekter var fortfarande en viktig föda hösten 1984, men Pallasea hade ersatt de bentiska djuren som försvann efter regleringen.

I den reglerade Blåsjön, där både Pallasea och Mysis relicta har introducerats, förekom Pallasea i ringa grad i öringens diet under sommaren men hade en större betydelse under senhösten och vårvintern (Fürst et al. 1978).

### Röding

Betydelsen av Pallasea i rödingens diet var beroende av var i sjön fiskarna uppehöll sig. Detta innebär att det fanns skillnader mellan de rödingbestånd som fångades på grunda bottnar, på djupa bottnar och i pelagialen.

De rödingar som fångades på relativt grunda bottnar (1-33m) bestod även av fiskar som hade betecknats som dvärgröding enligt fältobservationerna. Andelen av dessa fördivärgade fiskar varierade från 5 till 41%. Under sommaren bestod födan huvudsakligen av zooplankton, främst cladocererna Bosmina coregoni och Holopedium gibberum, även om Pallasea kunde förekomma i upp



till 40% av magarna som innehöll föda. Det var i den grunda viken Glortjen i Gardiken som den här typen av röding åt mest Pallasea (Figur 9).

De djuplevande rödingarna, som fångades på 33-47m djup, bestod till ca 90% av fiskar som hade betecknats som dvärgröding. Under sommaren förekom Pallasea i de flesta magar som innehöll föda och var den viktigaste födan tillsammans med andra bottendjur (Figur 5, 7 och 8). Magarnas fyllnadsgrad var mycket hög hos både grundlevande och djuplevande röding.

Pelagisk röding hade ett avvikande födoval jämfört med bentisk röding. Zooplankton och ytinsekter utgjorde huvuddelen av födan och ytinsekterna blev viktigare i de större fiskarnas diet (Figur 6 och 7). Fångsterna av röding i den pelagiska zonen var dock små jämfört med bentisk röding i Ajaure och Gardiken (Fürst, Hammar & Hill, manuskript).

Resultaten från dygnsfisket vid Gardvik visade att skillnaden i födoval mellan de grundlevande och djuplevande rödingbestånden var statistiskt signifikant. Grundlevande röding åt mer zooplankton och mindre Pallasea än djuplevande röding. Det här mönstret återfanns i det vanliga provfisket i Ajaure och Gardiken, även i fall där en stor del av de grundlevande rödingarna hade betecknats som dvärgar. Invandringen av röding mot grundare bottnar vid Gardvik under sommarnatten var inte kopplad till någon ökad konsumtion av Pallasea.

Den grundlevande rödingen ändrade dock sin diet under vinterhalvåret. I Ajaure och vid Gardvik i Gardiken under senhösten och vintern åt grundlevande röding huvudsakligen Pallasea, med ett tillskott av småspigg i den första sjön 1984 (Fürst et al. 1978, Hill, opubl.). Detta tyder på att skillnaden i födovalet mellan de två bestånden av bentisk röding i dessa sjöar endast är tydlig under sommaren.

Liknande mönster vad gäller födovalet hos olika populationer av röding har observerats i andra sjöar utan Pallasea. I Fättjau-re levde röding av Gammarus sp. och bottendjur under vintern

och våren, men en klar uppdelning skedde på hösten då den snab-  
bare växande rödingtypen främst åt zooplankton (Henricson &  
Nyman 1976). På Grönland, i sjöar där olika storleksgrupper av  
röding lever i skilda zoner, blev födoskillnaderna störst under  
sensommaren. Små bentiska rödingar åt främst chironomidlarver  
och stora pelagiska rödingar åt zooplankton (Riget et al. 1986,  
Sparholt 1985). I Vangsvatnet i Norge fann Hindar och Jonsson  
(1982) skillnader i uppehållsplats och födoval hos två typer av  
röding, normalröding och dvärgröding. Skillnaderna härleddes  
till intraspecifik konkurrens om föda, eftersom de upphörde  
under hösten och vintern, då det fanns en större mängd zooplank-  
ton respektive bottendjur (Hindar & Jonsson op.cit.).

I Övre Björkvattnet var Pallasea huvudfödan för grundlevande  
röding under hösten 1984. Före regleringen av Övre Björkvattnet  
skilde Nilsson och Filipsson (1971) på två arter av röding, med  
tillväxthastigheten och otolitformen som utgångspunkt. Den "van-  
liga" rödingen som huvudsakligen fångades i pelagialen, åt cla-  
docerer (Daphnia galeata) och terrestra insekter på hösten,  
medan den litorala långsamt växande "blattjen" åt främst bot-  
tendjur (Gammarus lacustris och den bentiska cladoceren Eury-  
cercus lamellatus). En mindre tydlig födouppehållning fanns mel-  
lan dessa två typer av röding i litoralzonen (Nilsson & Filip-  
sson op.cit.). Skillnaden i dieten mellan de litorala och pelagi-  
ska rödingarna ledde till en skillnad i koncentrationen av  
radioaktivt cesium i köttet hos fisken från de två bestånden  
(Hannerz 1968).

1984 var födovallet hos bentisk röding i Övre Björkvattnet mest  
lik födovallet hos den s k "blattjen" före regleringen, fast med  
en dominans av Pallasea i stället för Gammarus. Andelen  
fördrvärgade fiskar var dock låg 1984. I provfisket 1984 låg  
endast yttre morfologiska karaktärer och inte otolitformen, till  
grund för beteckningen "dvärgröding", vilket försvårar en jämfö-  
relse med Nilsson och Filipssons (1971) undersökning. Dessutom,  
på grund av saknaden av information om eventuella djuplevande  
rödingbestånd, och en okänd påverkan från det ökande sikbestån-  
det är det omöjligt att säga vilken effekt Pallasea har haft  
på samspelet mellan rödingtyperna i denna sjö.

Rödingens ökade predation på Pallasea under vinterhalvåret kan vara ett svar på förflyttningen av stora amfipoder till grunda bottnar. I Ajaure och vid Gardvik åt grundlevande röding såväl stora som små Pallasea under sommaren, medan djuplevande röding åt stora individer. Prov tagna i Umeälvssjöarna under juli och augusti med en bottentrål (se Fürst 1981) innehöll inga vuxna Pallasea på djup mindre än 10 m, medan unga exemplar var talrika från 5 till 20 m. Den högsta tätheten av juvenila Pallasea erhöles i Ajaure på 10 m djup. I Övre Björkvattnet fångades däremot i september främst vuxna Pallasea på både grunda och djupa bottnar. Detta mönster stämmer överens med årsvariationen i Stora Öfsjön i Jämtland, varifrån Pallasea introducerats. Där hittades enbart juvenila Pallasea i strandzonen under sommaren, och de vuxna amfipoderna vandrade in till grunda områden först under hösten och vintern (Hill, opubl.). Tillgången på Pallasea i alla delar av sjön på vintern skulle då kunna leda till en minskning av skillnaderna i diet mellan grundlevande och djuplevande röding.

I öring-röding sjöar observerade Nilsson (1955) att nischskillnaderna mellan de två arterna försvann då det fanns ett överflöd av den födan som båda arterna föredrog. En av effekterna av inplanteringen av Mysis relicta som nytt fisknäringdjur var att ekologiska skillnader mellan rödingpopulationer minskade på grund av överflödet av det nya näringsdjuret (Fürst et al. 1984).

Det kan tänkas att Pallasea gynnar djuplevande populationer av röding, eftersom den är tillgänglig som föda året runt på de djupa bottenarna. I Ajaure beror den stora ökningen i antalet rödingar i provfiskefångsterna troligen på en växande andel djuplevande, fördivärgade individer (Fürst, Hammar & Hill, manuskript).

I Blåsjön, där både Mysis och Pallasea har introducerats, är den senare en viktig föda för rödingen under vintern (Fürst et al. 1978). Mätningar av vattenhalten hos röding visade en förbättring av kvaliteten hos fisken under vintern, men att dvärg-

röding var av sämre kvalitet än storröding på våren (Hill & Boström 1985). Det behövs dock mer omfattande studier av fiskarnas uppehållsplats, diet och tillväxt för att klargöra hur Pallasea har påverkat förhållandet mellan olika populationer av röding.

### Sik

Sikarna i stickproven från Gardiken 1984 hade ett intermediärt antal gälräfständer, i likhet med älvsiken från Umeälven som beskrevs av Svärdson (1979). Enligt Svärdson (op. cit.) hade denna art 24-34 gälräfständer, med medelvärdet 27.6 och en bentisk diet. Coregonus arter kan även vara effektiva planktonätare, speciellt som unga (Nilsson & Pejler 1973). Resultaten från Umeälvsjöarna visade att sikens storlek var avgörande för födovallet.

Zooplankton utgjorde den viktigaste födan för den bentiska siken under sommaren. I Gardiken var arterna Heterocope sp. och Bosmina coregoni de vanligast förekommande i magarna. B. coregoni har tidigare konstaterats som en vanlig föda för Coregonus arter (Nilsson & Pejler 1973). De större sikarna gick över till en bentisk diet dominerad av chironomidlarver (Figur 9). I Gardiken åts Pallasea endast vid Glortjen, och i liten utsträckning. De flesta av sikarna från Björkvik hade lite eller ingen mat i magarna, i likhet med röding och abborre från denna lokal. Även grundlevande sik från Ajaure hade väldigt lite maginnehåll under sommaren 1984. En högre fyllnadsgrad i magarna noterades 1977, då zooplankton och Pallasea utgjorde största delen av födan under sommaren och Pallasea var den viktigaste födan i december (Hammar, opubl.).

Zooplankton var även den viktigaste födan för de små sikarna på hösten. I Övre Björkvattnet åt de bentiska fiskarna flera stora cladocerarter, men övergick sedan med ökande storlek till en diet av Pallasea. Den semi-bentiska cladoceren Eurycercus lamellatus utgjorde en mycket liten del av födan jämfört med 1964-68, tiden före regleringen (Nilsson & Filipsson 1971), men mångfalden av övriga organismer i dieten hade ökat. Pallasea

verkar kompensera för förlusten av Eurycercus och Gammarus i dieten hos bottenlevande sik. Det är dock svårt att jämföra med resultaten från Nilsson och Filipssons undersökning, eftersom siken då inte delades upp i storleksklasser. Dessutom hade in-slaget av pelagisk sik ökat till cirka 30% av den totala sik-fångsten 1968 (Filipsson 1984), vilket bör ha påverkat den totala bilden av födovalet.

Till skillnad från den bentiska siken, levde den pelagiska siken i Övre Björkvattnet under hösten nästan uteslutande på ytinsekter och stora cladocerer (Figur 12). Sikens förmåga att utnyttja ett brett spektrum av planktiska och bentiska organismer, samt Pallasea, är troligen anledningen till att den är mycket konkurrenskraftig gentemot rödingen i Övre Björkvattnet.

#### Övriga fiskarter

Ett fåtal abborrar fanns med i stickproven för födoanalys, och det lilla materialet visar att Pallasea kan ingå i dieten. I Håckrenmagasinet i Indalsälven, där Pallasea infördes 1969-70, åts amfipoden av abborre, öring, harr, och lake (Lota lota) (Hill, opubl.).

#### Parasitförekomst hos fisken

Överföringen av glacialrelikter till nya vattensystem innebär vissa risker, eftersom amfipoderna kan tjäna som mellanvärdar för flera arter av fiskparasiter (Fürst 1964).

Angreppsfrekvensen av binnikemasken Diphyllobothrium sp. på röding i stickproven från de undersökta sjöarna översteg inte värdena från en tidigare parasitundersökning i Övre Umeälven (Henricson 1978). Cestoden Proteocephalus sp. kan tänkas ha påverkat fisken negativt, eftersom så stort antal påträffades i pylorus och tarm, men intensiteten av infektion med parasiten har visat sig variera under året hos röding (Johansson 1975). En annan cestod, Eubothrium salvelini, kan vara skadlig för röding (Hoffman et al. 1986), men det fanns få Eubothrium per fisk och frekvensen i stickproven var låg. Alla dessa cestoder har copepoder som första mellanvärd (Henricson op.cit.).

Cestoden Cyathocephalus truncatus, som infekterade djuplevande röding i Ajaure, har amfipoder som mellanvärd (Fürst 1964). Dess förekomst är antagligen kopplad till dominansen av Pallasea i dieten hos denna rödingtyp. I Fättjaure var fördrvärgad röding mest infekterad av Cyathocephalus under årstider då Gammarus var en viktig föda (Henricson & Nyman 1976). Infektion med trematoden Crepidostomum metoecus var också kopplad till Gammarus i rödingens diet i Fättjaure (Henricson & Nyman op.cit.). Crepidostomum sp. parasiterade öringen i Avelvattnet men det finns ingen information angående dess förekomst i de andra sjöarna. Den nuvarande undersökningen av parasiter i tarmpaketet hos Umeälvsfiskar bör dock betraktas som preliminär.

Nematoden Cystidicola sp. hittades i simblåsan hos rödingen i Ajaure och Gardiken med den högsta infektionsfrekvensen (59-81%) i stickproven från Ajaure. Det är troligt att denna parasit har överförts till fisken via Pallasea (Fürst, Hammar & Hill, manuskript).

#### SAMMANFATTNING

Öring, röding och sik utnyttjar Pallasea som födoorganism i Umeälvsjöarna, men dess betydelse varierar i de olika sjöarna med årstiden och fiskens levnadssätt.

I Avelvattnet där öringen är den enda fiskarten, har Pallasea blivit den huvudsakliga bentiska födan. I de andra sjöarna äts den främst på hösten och vintern.

Djuplevande röding åt främst Pallasea under sommaren, medan grundlevande röding föredrog zooplankton. Denna skillnad var statistiskt signifikant vid Gardvik i Gardiken. Födouppehålningen mellan dessa bestånd av röding försvinner troligen under hösten och vintern, eftersom grundlevande röding då gick över till en diet av Pallasea. Anledningen kan vara att vuxna Pallasea vandrar in mot grunt vatten under hösten och vintern. Djuplevande röding bör ha tillgång till Pallasea året runt. Pelagisk röding åt zooplankton och ytinsekter under sommaren.

Siken åt ett flertal olika slags födoorganismer, och födoupptäckningen mellan storleksgrupper var tydlig. På sommaren levde små sikar på zooplankton medan stora fiskar åt bottenfauna. På hösten var zooplankton fortfarande huvudfödan för små bentiska och pelagiska sikar och stor pelagisk sik åt främst ytinsekter. Pallasea ingick i de bentiska sikarnas diet under hösten och vintern. Siken verkar ha en stor förmåga att utnyttja en mångfald föda från olika delar av sjön under sin livstid samt äter det nya näringsdjuret Pallasea under vintern.

## ERKÄNNANDEN

Provfiskena i Umeälvssjöarna 1979-84 utfördes under ledning av Olle Lindh. Provfisket i Övre Björkvattnet 1984 utfördes i samarbete med Olof Filipsson. Gun Svensson och Gunnel Hasselrot har hjälpt till med maganalyserna. Erik Degerman och Sture Hansson har bidragit med sina kunskaper om statistik. Erik Degerman, Magnus Fürst, Johan Hammar och Jan Henricson har gett kommentarer på manuskriptet.

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

## LITTERATUR

- Anderson, T. 1978. Förändringar av fiske och fiskbestånd i Umeälven under senare decennier med särskild hänsyn till vattenkraftutbyggnaden. Del 1. Sjöarna. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 173 p.
- Andersson, L., N. Ryman & G. Ståhl. 1983. Protein loci in the Arctic charr, Salvelinus alpinus L.: electrophoretic expression and genetic variability patterns. J.Fish.Biol. 23:75-94.
- Ekman, S. 1915. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Int.Rev.Hydrobiol. 7:146-204, 275-425.
- Ekman, S. 1920. Studien über die marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. VII. Fortpflanzung und Lebenslauf der marin-glazialen Relikte und ihrer marinen Stammformen. Int.Rev.Hydrobiol. 8:543-589.

- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 24 p.
- Filipsson, O. 1984. Provfisket 1984. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 29 p. (Stencil.)
- Fürst, M. 1964. Glacialrelikta kräftdjur som mellanvärdar för fiskparasiter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 5 p.
- Fürst, M. 1971. PM ang undersökning av näringsval hos huvudsakligen sik, röding och öring i Vättern samt några synpunkter på artproblemen m m. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 11 p. (Stencil.)
- Fürst, M. 1981. Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:33-47.
- Fürst, M., 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.
- Fürst, M., 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.
- Fürst, M., J. Hammar & C. Hill. Inplantering av nya näringsdjur i reglerade sjöar. Slutrapport från FAK, del II. (Manuskript.)
- 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.
- Hammar, J. 1984. Ecological characters of different combinations of sympatric populations of Arctic charr in Sweden. p. 35-63. In Biology of the Arctic charr. Eds.: L. Johnson & B.L. Burns. Proceedings of the International Symposium on Arctic charr, Winnipeg, Manitoba, May 1981. Univ.Manitoba Press, Winnipeg.
- Hannerz, L. 1968. The role of feeding habits in the accumulation of fall out  $^{137}\text{Cs}$  in fish. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 48:112-119.
- Henricson, J. 1978. Population ecology of parasites of char Salvelinus alpinus, especially Diphyllbothrium species. Ph.D. Thesis, Dept.Ecol.Zool., Univ.Umeå. 30 p.
- Henricson, J. & L. Nyman. 1976. The ecological and genetical segregation of two sympatric species of dwarfed char (Salvelinus alpinus (L.) species complex). Rep.Inst.Freshw. Res., Drottningholm 55:15-37.



- Hill, C. & U. Boström. 1985. Kvaliteten hos röding i sjöar med introducerad Mysis relicta. (English summary: Effects of the introduction of Mysis relicta on the quality of Arctic char.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 54 p.
- Hindar, K. & B. Jonsson. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal Arctic char (Salvelinus alpinus) from Vangsvatnet Lake, western Norway. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 39:1030-1045.
- Hoffman, R., C.R. Kennedy & J. Meder. 1986. Effects of Eubothrium salvelinus Schrank, 1790 on Arctic charr, Salvelinus alpinus (L.), in an alpine lake. J.Fish.Diseases 9:153-157.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Kgl. Norske Vidensk.Selsk.Skr. 1916, 2. 257 p.
- Jacobson, C.-O. 1954. Om marin-glaciala relikter i dalsländska sjöar. Fauna och flora 49:218-228.
- Johansson, R. 1975. En ekologisk studie av tarmparasiter (Cestoda) och en gälparasit (Copepoda) hos röding, Salvelinus alpinus (L.), i en svensk fjällsjö. Avd.för ekol.zool., Umeå Univ. 30 p. (Stencil.)
- Mathisen, O.A. 1953. Some investigations of the relict crustaceans in Norway with special reference to Pontoporeia affinis Lindstrøm and Pallasea quadrispinosa G.O. Sars. Nytt Mag.Zool. 1:49-86.
- Nilsson, N.-A. 1955. Studies on the feeding habits of trout and char in north-Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 36:163-225.
- Nilsson, N.-A. 1961. The effect of water-level fluctuations on the feeding habits of trout and char in the Lakes Blåsjön and Jormsjön, north Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 42:238-261.
- Nilsson, N.-A. 1963. Interaction between trout and char in Scandinavia. Trans.Am.Fish.Soc. 92:276-285.
- Nilsson, N.-A. 1964. Effects of impoundment on the feeding habits of brown trout and char in Lake Ransaren (Swedish Lapland). Verh.Internat.Verein.Limnol. 15:444-452.
- Nilsson, N.-A. & O. Filipsson. 1971. Characteristics of two discrete populations of Arctic char (Salvelinus alpinus L.) in a north Swedish lake. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 51:90-108.
- Nilsson, N.-A. & B. Pejler. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in north Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 53:51-77.

- Nybelin, O. & H. Oldevig. 1944. Om Pallasea quadrispinosa G.O. Sars ovan marina gränsen i östra Jämtland. Göteb.Kgl.Vet. Vitterh.-samh.Handl., Sjätte följdén, Ser.B, 3(4). 25 p.
- Riget, F.F., K.H. Nygaard & B. Christensen. 1986. Population structure, ecological segregation, and reproduction in a population of Arctic char (Salvelinus alpinus) from Lake Tasersuag, Greenland. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 43:985-992.
- Samter, M. & W. Weltner. 1904. Biologische Eigentümlichkeiten der Mysis relicta, Pallasiella quadrispinosa und Pontoporeia affinis, erklärt aus ihrer eiszeitlichen Entstehung. Zool.Anz. 27:676-694.
- Sars, G.O. 1895. An account of the Crustacea of Norway. Vol. 1. Amphipoda (Text and Plates). Christiania. 701 p.
- Segestråle, S.G. 1957. On the immigration of the glacial relicts of northern Europe, with remarks on their prehistory. Soc.Sci.Fenn., Comm.Biol. 16. 16 p.
- Segestråle, S.G. 1982. The immigration of glacial relicts into Northern Europe in the light of recent geological research. Fennia 160:302-312.
- Sparholt, H. 1985. The population, survival, growth, reproduction and food of Arctic charr, Salvelinus alpinus (L.), in four unexploited lakes in Greenland. J.Fish.Biol. 26:313-330.
- Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 57. 95 p.
- Thienemann, A. 1928. Die reliktenkrebse Mysis relicta, Pallasiella quadrispinosa, Pontoporeia affinis und die von ihnen bewohnten nord-deutschen Seen. Arch.Hydrobiol. 19:521-582.
- Valle, K.J. 1936. Fortgeführte boden- und tiefentierökologische Untersuchungen in einigen sudostfinnischen Seen. Ann.Zool. Soc.Zool. Bot.Fenn.Vanamo 4. 45 p.

ENGLISH SUMMARY: THE DIET OF FISH IN LAKES WITH THE INTRODUCED  
AMPHIPOD PALLASEA QUADRISPINOSA

Abstract

The diets of brown trout (Salmo trutta), Arctic char (Salvelinus alpinus) and whitefish (Coregonus sp.) were studied in four impounded lakes in northern Sweden where Pallasea quadrispinosa has been introduced. In a lake where brown trout was the sole fish species, Pallasea was the major food item. During the summer, stunted char from deep bottoms fed mainly on Pallasea, char from shallow bottoms ate zooplankton, and pelagic char fed on zooplankton and surface insects. Food segregation between the two types of benthic char probably broke down in winter, as char caught on shallow bottoms then fed on Pallasea. Whitefish ate a broad range of food items and diet was dependent on fish size. Large benthic whitefish fed on Pallasea, but mostly in autumn and winter.

Introduction and Material and Methods

Pallasea was introduced to 25 lakes as part of a programme to supplement food resources for fish, following the impoverishment of the littoral fauna by impoundment (Fürst 1981). Test-fishing was carried out with gillnets in four lakes in the upper River Umeälven from 1979-84. Lake Abelvattnet is inhabited by brown trout. Lakes Ajaure, Gardiken and Övre Björkvattnet were originally populated by brown trout and Arctic char, but whitefish was stocked in the 1920s and now constitutes a significant part of the catch in the latter two lakes. The diets of these fish species were investigated, based on samples from a number of the test-fishing sites (Table 2, Figure 2). The stomach contents of fish in different length classes were analysed and the proportion of various food organisms given as percentages of the total volume. The presence of parasites in the gut was noted.

## Results and Discussion

Pallasea was the main food item for brown trout in Lake Abelvattnet, both in summer (Figures 3 & 4) and in winter. In other lakes, brown trout fed on the amphipod mainly in autumn (Figure 11) and winter.

The importance of Pallasea in the diet of Arctic char in summer depended on which habitat the fish occupied. Benthic char caught at depths of 1-33 m fed mainly on Bosmina coregoni and Holopedium gibberum (Figures 5, 7, 8 & 9), although the amphipod was present in up to 40% of the stomachs containing food. Stunted char caught on deeper bottoms (33-47 m) ate Pallasea and other benthic animals (Figures 5, 7 & 8). This difference in diet was statistically significant for char caught in the two habitats during a 24-hour period in Lake Gardiken. Pelagic char fed on zooplankton and surface insects in summer (Figures 6 & 7).

During autumn and winter, char from shallow bottoms switched to a diet dominated by Pallasea (Figure 11). This may reflect the distribution of the amphipods, as adult Pallasea are restricted to deep areas of the lakes during the summer and migrate into shallow areas in autumn. Deep-living populations of char should thus have access to the amphipods all year round.

The diet of whitefish varied with the length of the fish and their habitat. Zooplankton such as Heterocope sp. and Bosmina coregoni were the most important constituents during the summer, for the smallest fish in particular (Figure 9). In autumn, benthic whitefish ate a large number of zooplankton species in addition to various insect larvae and adults, and bigger fish fed on Pallasea (Figure 12). Pelagic whitefish fed mainly on adult Lepidoptera (Figure 12). Benthic whitefish are known to feed on Pallasea during winter.

Common parasites found on and inside the gut were the cestodes Diphyllobothrium sp. in brown trout, char and whitefish, and Eubothrium salvelini and Proteocephalus sp. in char and whi-

tefish. Cyathocephalus sp. infested deep-dwelling benthic char in Lake Ajaure, which fed predominantly on Pallasea. The trematode Crepidostomum was only found in brown trout in Lake Abelvattnet.

#### LEGENDS TO FIGURES AND TABLES

- Figure 1. The amphipod Pallasea quadrispinosa, which has been introduced as a new food organism for fish in impounded lakes in northern Sweden. Photo: M. Fürst.
- Figure 2. Map of the lakes in the upper region of the River Umeälven, where Pallasea has established populations.
- Figure 3. Diet of benthic brown trout in Lake Abelvattnet, July 1979. Key: Zooplankton, Bottendjur = benthic animals, Pallasea, Ytinsekter = surface insects (pupppae and imagos), Fisk = fish, Övrigt = miscellaneous.
- Figure 4. Diet of benthic brown trout in Lake Abelvattnet, August 1984. Key: see Figure 3.
- Figure 5. Diets of benthic Arctic char from shallow (1-15 m) and deep (33-34 m) bottoms in Lake Ajaure, July 1984. Key: see Figure 3.
- Figure 6. Diet of pelagic Arctic char in Lake Ajaure, July 1984. Key: see Figure 3.
- Figure 7. Diets of Arctic char from shallow bottoms (1-33 m), deep bottoms (40-47 m) and the pelagic zone at the Gardvik station in Lake Gardiken, July 1984. Key: see Figure 3.

Figure 8. Diets of Arctic char from shallow (1-24 m) and deep (40-41 m) bottoms at the Björkvik station in Lake Gardiken, July 1984. Key: see Figure 3.

Figure 9. Diets of benthic Arctic char (top) and whitefish (bottom) in shallow Glortjen Bay in Lake Gardiken, July 1984. Key: see Figure 3.

Figure 10. Catch of benthic Arctic char during 24 hours at the Gardvik station in Lake Gardiken, July 1984. Number of char caught per net (mesh size 17 mm) at different depths and at 3-hour intervals.

Figure 11. Diets of benthic brown trout (top) and Arctic char (bottom) in Lake Övre Björkvattnet, September 1984. Key: see Figure 3.

Figure 12. Diets of benthic (top) and pelagic (bottom) whitefish in Lake Övre Björkvattnet, September 1984. Key: see Figure 3.

Table 1. Data on the four lakes included in the study. Crosses indicate the presence of various fish species. From top to bottom: Brown trout, Arctic char, whitefish, lake trout, perch, minnow and ninespine stickleback. Crosses in rings indicate that the fish species was stocked. Figures indicate lake area, maximum depth, increase in water level, total amplitude of fluctuations in water level and first year of impoundment.

Table 2. Test-fishing stations from which fish stomachs were sampled for this study. Lake, station, fishing depth and bottom type.