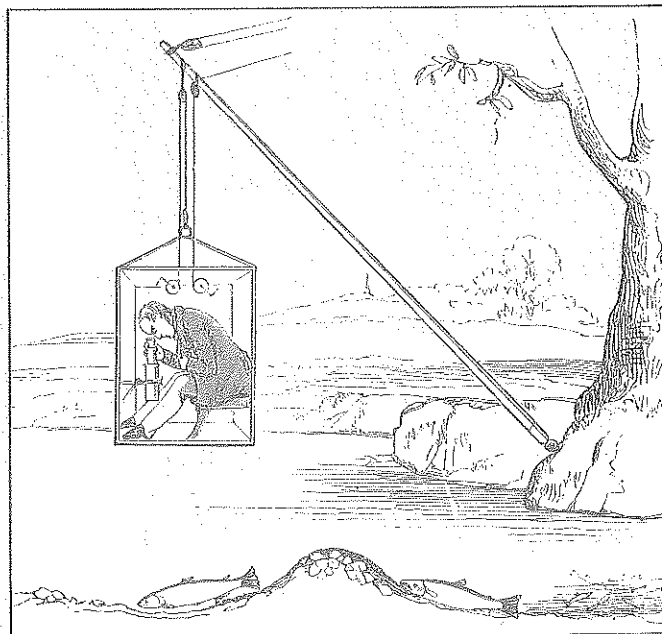


FISKENÄMNDEN
I VÄSTMANLANDS LÄN
1986 -12- 18
Dnr

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



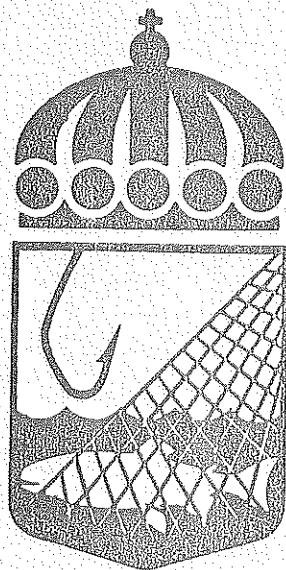
STURE HANSSON

Födovallet hos abborre, gers, mört, sik och hornsimpa i fem av cellulosaindustrier påverkade kustområden i Bottenhavet

Författare:

Sture Hansson

Askölaboratoriet
156 00 VAGNHÄRAD



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

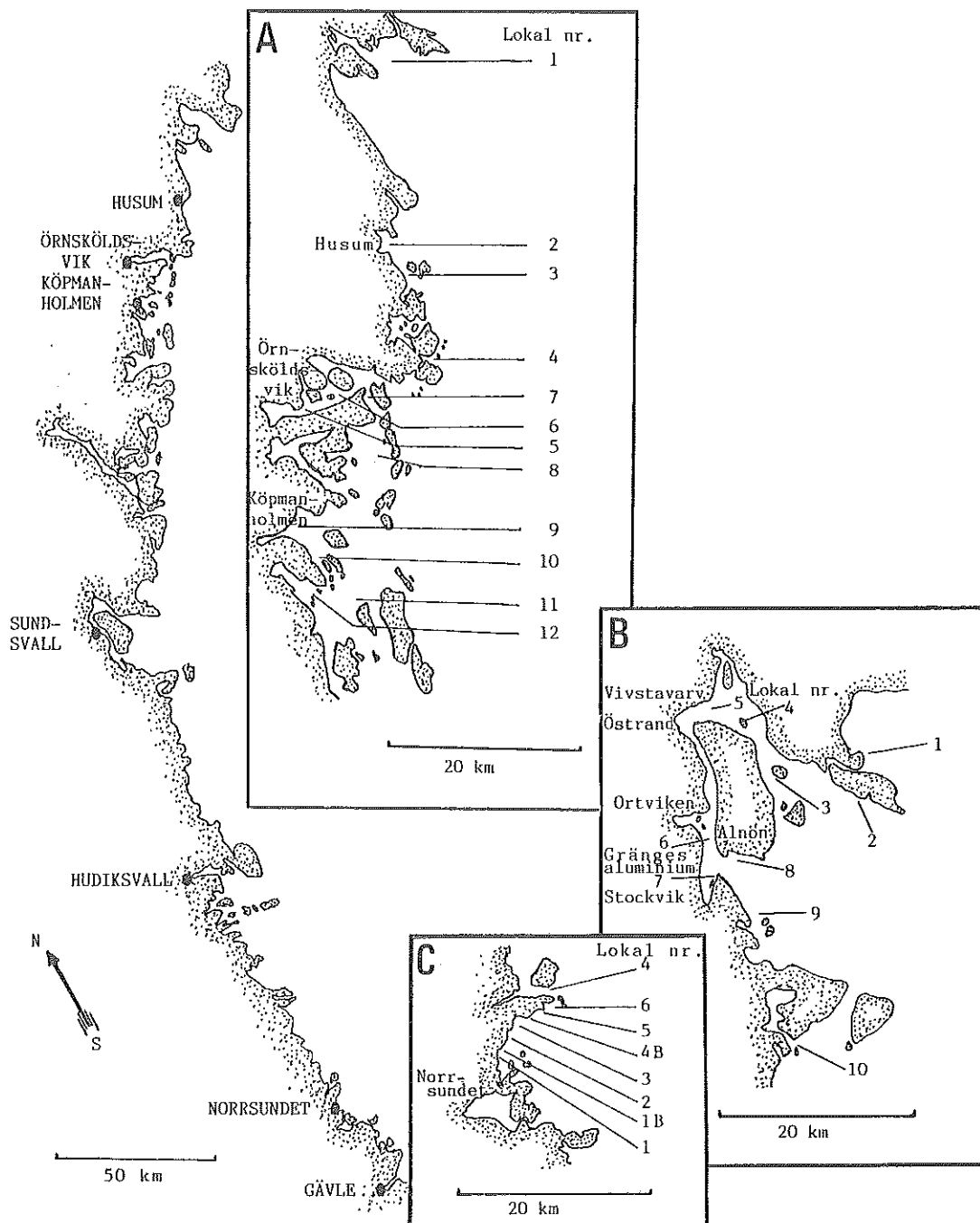
FÖDOVALET HOS ABBORRE, GERS, MÖRT, SIK OCH HORNSIMPA I FEM AV CELLULOSA-INDUSTRIER PÅVERKADE KUSTOMRÅDEN I BOTTENHAVET

Sture Hansson

INLEDNING	1
MATERIAL OCH METODER	3
MAGINNEHÅLL	5
<u>Mört</u>	5
<u>Storleksrelaterade skillnader</u>	5
<u>Geografiska skillnader</u>	5
<u>Diskussion</u>	10
<u>Hornsimpa</u>	10
<u>Storleksrelaterade skillnader</u>	10
<u>Geografiska skillnader</u>	10
<u>Diskussion</u>	11
<u>Abborre</u>	12
<u>Storleksrelaterade skillnader</u>	12
<u>Geografiska skillnader</u>	14
<u>Diskussion</u>	14
<u>Gers</u>	14
<u>Storleksrelaterade skillnader</u>	14
<u>Geografiska skillnader</u>	14
<u>Diskussion</u>	15
<u>Sik</u>	17
<u>Storleksrelaterade skillnader</u>	17
<u>Skillnader mellan djup- och grundstationer</u>	18
<u>Geografiska skillnader</u>	18
<u>Diskussion</u>	19
DIETFÖRÄNDRINGAR I FÖRORENINGSGRADIENTERNA	20
<u>Statistisk metodik</u>	20
<u>Förekomst av signifikanta samband</u>	24
<u>Generella förändringar i gradienterna</u>	24
<u>Förändringar utanför Norrsundet</u>	26
<u>Diskussion</u>	26
SAMMANFATTNING	27
ERKÄNNANDE	28
LITTERATUR	28
ENGLISH SUMMARY: DIET OF PERCH, RUFFE, ROACH, WHITEFISH AND FOURHORN SCULPIN IN FIVE COASTAL AREAS INFLUENCED BY PULP AND PAPER MILL EFFLUENTS IN THE GULF OF BOTHNIA	30

INLEDNING

Längs den svenska norrlandskusten finns ett stort antal miljöförorenande industrier, av vilka cellulosaindustrierna är bland de vanligaste. I föreliggande uppsats redovisas födosammansättningen hos fisk i fem recipienter påverkade av sådan verksamhet: Husum, Örnsköldsvik, Köpmanholmen, Sundsvallsbukten och Norrsundet (Figur 1). Förutom från cellulosaindustrier finns i Sundsvallsbukten och utanför Örnsköldsvik utsläpp från andra industrier liksom betydande kommunala avlopp. Utsläppen sammanfattas i Tabell 1.



Figur 1. Karta över den aktuella kuststräckan samt detaljerade kartor över undersökningsområdena. A = Örnsköldsviksområdet, B = Sundsvallsområdet och C = Norrsundetområdet. De olika provfiskelokalerna markerade.

Tabell 1. Sammanställning av storleksordningen hos utsläppen till de undersökta recipienterna under de år provfiskena bedrevs. Produktion angiven i ton/år. BOD-7 är biologiskt syreförbrukande utsläpp, ton/år. tot-P och tot-N är totala utsläppen av fosfor resp kväve, ton/år. TOCI är utsläppen av totalt organiskt klor, ton/år. Cl-blekning betecknar konventionell klorblekning av pappersmassa. O-blekning betecknar förblekning med syre innan klorblekningen.

Ort	Typ av cellulosaindustri	Annan franställning	Produktion	BOD-7	tot-P	tot-N	TOCI	Andra utsläpp
Husum								
Husum	sulfat med Cl- och viss O-blekning		480,000	13,500	46	150	1,600	
Kommunala utsläpp				5	< 1	12		
Gide älv				47,000x	22	375		
Örnsköldsvik								
Önsjö	sulfit med Cl-blekning	klorat, kloralkali	214,000	13,700	6	75	350	
Berol kevi		acetaldehyd		1,700				bl. a. ättiksyra
Kommunala utsläpp				130	6	145		
Köpaanholmen								
Fors fabrik	sulfat med Cl-blekning	kloralkali	107,000	3,400	6	34	640	
Kommunala utsläpp				22	2	15		
Sundsvallsbukten								
Östavarv	sulfat utan blekning		124,000	800	1	27		
Östrand	sulfat med Cl-blekning	kloralkali	190,000	8,700	15	80	750	
Ortviken	sulfit utan blekning		334,000	5,500	10	124		
Gränges aluminium		aluminium						fluorider, fenoler, PNH
Stockvik/Kenallord		kenikalier				30		div. org. och organiska föreningar
Kommunala utsläpp				510	50	440		
Indalsälven				240,000x	150	3,700		
Ljungan				83,000x	50	1,300		
Norrundet								
Norrundets bruk	sulfat med Cl-blekning		240,000	3,300	12	27*	700	
Kommunala utsläpp				< 20	< 1	uppg. saknas		

* = endast Kjeldahl-kväve analyserat, utgör dock merparten av utsläppet

x = organiskt material nätt som kaliumpermanganat-förbrukning

(Huvudsakliga källor: Staffan Lagergren; Statens naturvårdsverk, personal vid

länsstyrelserna i Västernorrlands och Gävleborgs län samt

Sten Andreasson, Fiskeristyrelsens utredningskontor i Härnösand.)

Fiskfaunans sammansättning i gradienterna utanför dessa industrier har undersökts med så kallade kustöversiktsnät (maskstolpar 17, 21, 25, 33 och 55 mm). Fångsterna av icke-pelagiala fiskar dominerades av de i denna uppsats diskuterade arterna: abborre, gers, sik, hornsimpå och mört. Fångsterna varierade både mellan och inom områdena. Abborre, gers och mört fångades i samtliga recipienter, men artsammansättningen i gradienterna var

ofta förskjuten, så att få abborrar men rikligt med gers och mört fångades på kraftigt förorenade lokaler (Hansson 1981, 1982a, Sandström 1986). Utanför Norrsundet fångades endast ett fåtal sikar, medan de var vanliga på såväl djupt som grunt vatten i övriga områden. Hornsimpor fångades främst under termoklinen och någon så djup lokal fiskades inte utanför Norrsundet, varför arten saknas i materialet därifrån.

Förändringarna i fiskfaunans sammansättning i recipienterna kan ha orsakats av toxiska substansers direkta effekter på fisken eller indirekt, via förändringar i tillgången på föda eller leksubstrat. Det är också möjligt att utsläppen påverkat vattnets lukt/smak eller färg så att vissa fiskarter undviker området. Toxiska effekter av utsläppen från Norrsundets cellulosaindustri studeras i ett flertal projekt inom Statens Naturvårdsverks projektområde Miljö/Cellulosa. I föreliggande uppsats redovisas de vanligaste fiskarnas födoval och förekomsten av generella födoförändringar i föroreningsgradienterna.

MATERIAL OCH METODER

Vid provfisken, utförda i regi av Fiskeristyrelsens utredningskontor i Härnösand (Hansson 1981, 1982a), insamlades fiskmagar från Örnsköldsviksområdet (recipienterna utanför Husum, Örnsköldsvik och Köpmanholmen, 16 juli - 15 september 1980) och från Sundsvallsbukten (11 juni - 31 augusti 1981). Material från Norrsundet (endast abborre, gers och mört) insamlades vid provfisken 1983 och 1984 av Kustvattenenheten, Statens Naturvårdsverk.

I recipienterna utanför Husum, Örnsköldsvik, Köpmanholmen och Sundsvall fiskades på totalt 22 lokaler (Figur 1). Inom varje lokal fiskades tre grunda stationer (3-8 m) och en djup (>20 m). Utanför Norrsundet, där totalt 8 lokaler undersöktes, fångades fisken på två grunda (3 m) och en djupare (8 m) station inom varje lokal under perioderna juni - oktober 1983 och april - juli 1984. I augusti 1984 fiskades en station inom varje lokal vid Norrsundet (djup 3-4 m). Detta augusti-fiske utfördes med nät med maskstolparna 21, 23 och 30 mm, medan kustöversiktsnät användes i övriga undersökningar (maskor 17, 21, 25, 33 och 55 mm).

För att standardisera provfisket valdes måttligt exponerade lägen för stationerna. De hårdast förorenade områdena var dock ofta belägna i de inre delarna av vikar, medan de mindre påverkade lokalerna fanns i vikarnas ytterområden.

Magar från fiskar fångade vid Husum, Örnsköldsvik, Köpmanholmen och Sundsvallsbukten konserverades i 70% etanol omedelbart efter fångsten. Fiskar från Norrsundet djupfrysades och magarna frampreparerades och alkoholkonserverades senare. Som längdmått har fiskens totallängd (Lowe-McConnell 1978) använts.

Vid födostudierna analyserades endast magens innehåll, utom hos mört (vilken saknar klar avsatt mage) där innehållet i främre tredjedelen av magtarmslingan beaktades. Varje mages innehåll undersöktes under lupp (6-50 * förstoring) och andelen av olika födoslag uppskattades som procent av innehållets totala volym.

Mot bakgrund av tidigare gjorda jämförelser mellan olika mag-analysmetoder (Hansson 1980b), beskrivs födosammansättningen hos en grupp fiskar som deras genomsnittliga andelar av olika födo-komponenter i magarna. Endast magar med innehåll beaktas härvid, varför andelen av dieten som utgörs av ett födoslag α beräknas som:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \% \alpha_i}{n}$$

där n = antalet fiskar i gruppen
som har maginnehåll

$\% \alpha_i$ = procent av födoslag α
hos fisk nummer i

Icke separat redovisade födogrupper samt bytesobjekt, vilka på grund av nedbrytning inte med säkerhet kunnat hänföras till taxonomisk grupp, sammanförs till kategorin "annat" eller "andra".

Som framgår av resultat-redovisningen utgör snäckor ett betydande inslag i mörtens föda. En stor del av dessa har inte kunnat art- eller släktbestämmas, utan redovisas i kategorin "andra snäckor". Orsaken är att mörten krossar födan, varför artbestämning av snäckor ofta blir omöjlig. Bestämningen blir särskilt svår när de konsumerade djuren tillhör gruppen lungsnäckor (pulmonata). Dessa saknar operculum, varför något större, artkaraktäristiskt organ inte finns kvar när skalet fragmenterats. En ansevärd andel av de ospecificerade snäckorna tillhör därför sannolikt denna grupp. Lymnea sp. är helt dominerande bland identifierade pulmonata snäckor. Det är sålunda troligt att en betydande andel av den oidentifierade fraktionen tillhör detta släkte.

Rörande gastropoder skall vidare påpekas att Potamopyrgus jenkinsi kan ha förekommit i magarna. Dessa har dock inte utskiljts utan samlats i gruppen tusensnäckor och redovisats under benämningen Hydrobia sp.

Kräftdjuren indelas ibland i två kategorier, små och stora. Små kräftdjur omfattar copepoder, cladocerer och ostracoder. Till de stora räknas isopoder, amphipoder samt mysider.

Ofta varierar födans sammansättning med såväl fångstplats som fiskstorlek. Skillnader i de undersökta fiskarnas längdfördelning i olika områden kan därför samverka med variation i födosammansättningen, så att verkliga skillnader döljs eller skenbara olikheter skapas. För att undvika detta jämförs födan för såväl olika längdklasser som för olika lokaler. Vid utvärderingen av industriutsläppens effekter på arternas födosammansättningar "korrigeras" för effekter av fiskens storlek. Metoden för detta, liksom de använda statistiska testerna, redovisas under rubriken "DIETFÖRÄNDRINGAR I FÖRORENINGS-GRADIENTERNA".

Det måste framhållas att provfiskena i Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet endast omfattar en sommar (1980 respektive

1981). Skillnader mellan områdena behöver sålunda inte återspegla verkliga geografiska skillnader utan kan vara resultat av mellanårsvariation.

I den artvisa redovisningen nedan ges först en kortfattad, allmän beskrivning av maginnehållet. Därefter analyseras vilka effekter fiskens storlek respektive fångstlokal har på dess födoval. Genomgången avslutas med en jämförelse mellan här undersökta lokaler och andra områden i Bottniska viken. Jämförelserna görs huvudsakligen med födodata från skärgården utanför Luleå, norra Bottenviken, och den tidvis av varmvattenutsläpp påverkade biotestsjön vid Forsmark, belägen söder om Norrsundet.

MAGINNEHÅLL

Mört

De analyserade mörtarna kommer nästan uteslutande från grunt vatten. Deras föda domineras av mollusker (Macoma balthica, Hydrobiidae, Theodoxus fluviatilis, Lymnea sp.), större kräftdjur (Gammarus sp., Corophium volutator, Mesidotea entomon) samt växter (huvudsakligen trådalger).

Storleksrelaterade skillnader

Andelen insekter (huvudsakligen chironomider och trichopterer) minskar med tilltagande fiskstorlek (Figur 2).

Snäckor förekommer sparsamt hos de minsta fiskarna (<12 cm) men utgör ett stort inslag hos övriga storlekar. I Örnsköldsviksområdet (recipienterna utanför Husum, Örnsköldsvik och Köpmanholmen) och Norrsundetområdet minskar deras andel med ökad fiskstorlek. Utanför Norrsundet minskar andelen Hydrobia och ökar andelen Theodoxus fluviatilis med ökad fiskstorlek.

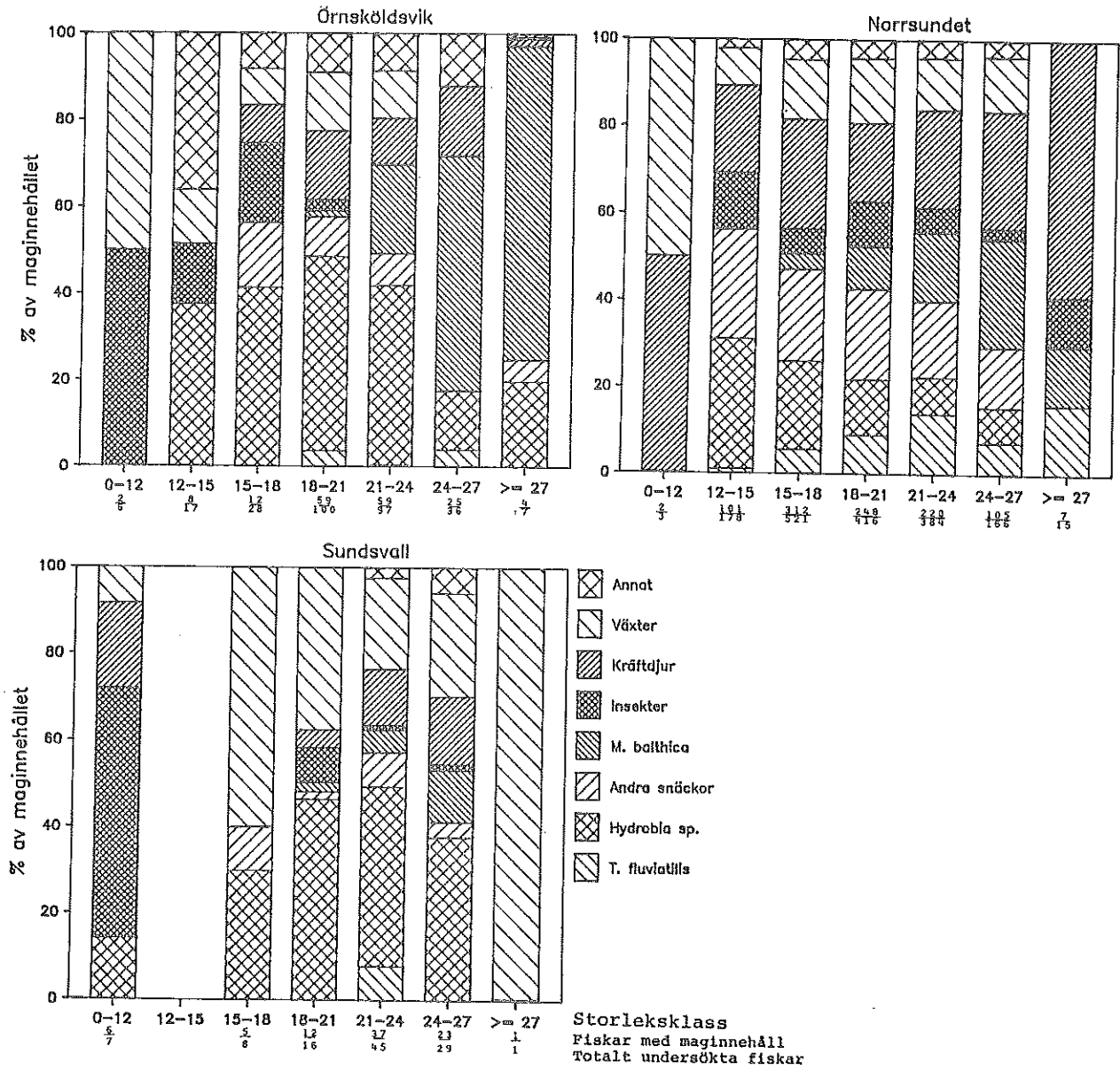
Musslor, nästan uteslutande Macoma balthica, utgör en betydande andel av mörtens maginnehåll och dess andel ökar med tilltagande fiskstorlek.

Andelen större kräftdjur i mörtens maginnehåll förändras inte entydigt med förändrad fiskstorlek (Figur 2), däremot ändras gruppens sammansättning. Med ökad fiskstorlek minskar andelen amphipoder (främst Gammarus sp. men även Corophium volutator), medan Mesidotea entomon ökar (Figur 3). Dessa förändringar är särskilt tydliga utanför Norrsundet.

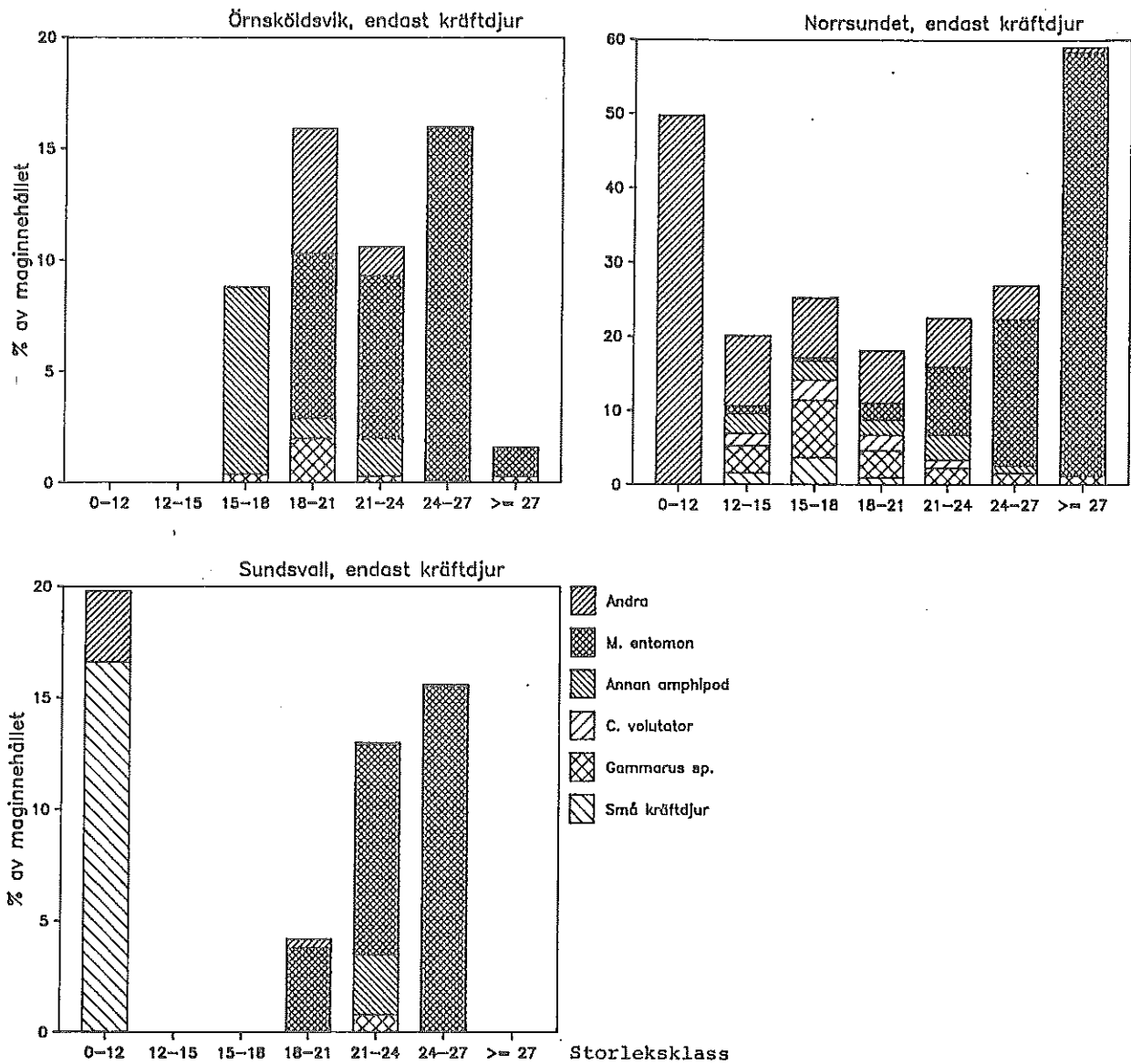
Växternas andel av mörtens maginnehåll har en tendens att minska med ökande fiskstorlek.

Geografiska skillnader

I Sundsvalls- och Örnsköldsviksområdet utgörs snäckorna huvudsakligen av Hydrobia spp., vars andel är mindre utanför Norrsundet (Figur 4). Theodoxus fluviatilis är däremot vanligare i det senare området än i de tidigare. De obestämda snäckorna



Figur 2. Maginnehållets sammansättning hos mört av olika storlek. Samtliga undersökta fiskar beaktade. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar kortare än 12 cm finns i gruppen 0-12, fiskar mellan 12-14.9 cm i gruppen 12-15 osv.

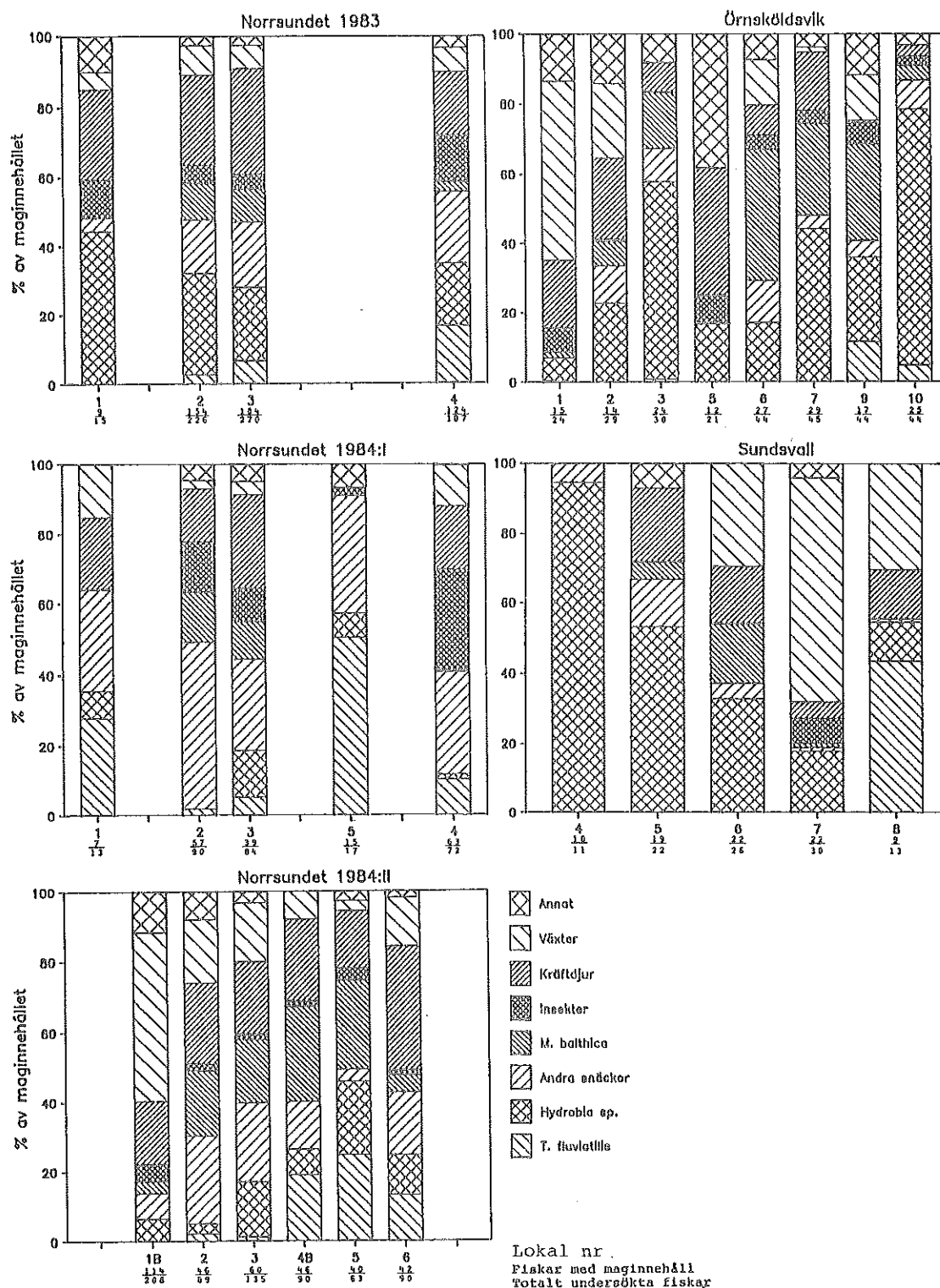


Figur 3. Maginnehållets sammansättning, med avseende på kräftdjur, hos mört av olika storlek. Samtliga undersökta fiskar beaktade. Längdgruppsindelningen är densamma som i Figur 2.

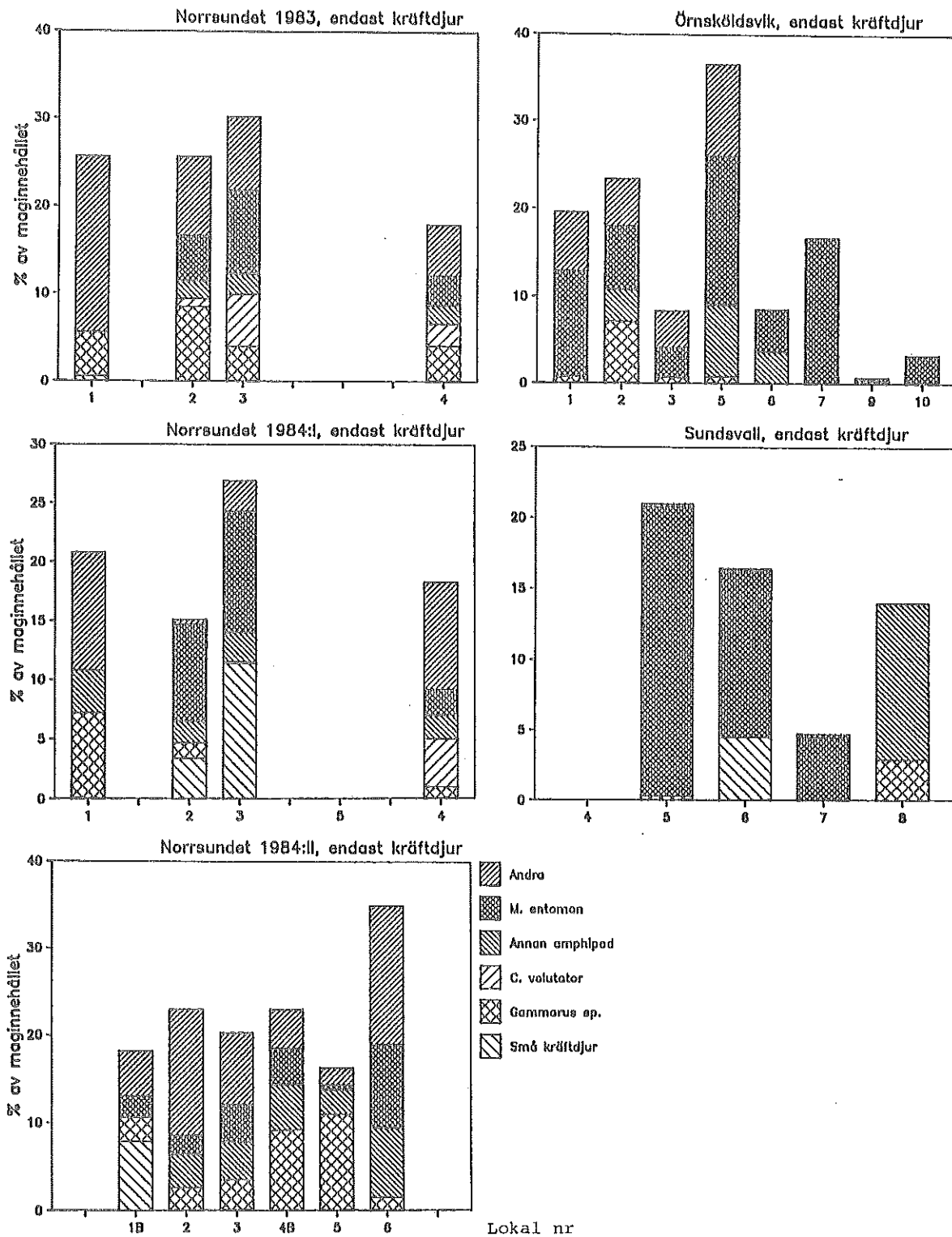
utgör en större andel av dieten i Norrsundet än i Sundsvalls- och Örnsköldsviksområdet. En betydande del av dessa kan vara *Lymnea* sp., vilket indikeras av att denna grupp enligt det bestämbara materialet har störst betydelse utanför Norrsundet.

Andelen föda som utgörs av *M. balthica* är störst i Örnsköldsviks- och Norrsundetområdet (Figur 4).

Inga stora skillnader i andelen kräftdjur i magarna registrerades mellan områdena. Andelen amphipoder var dock störst utanför Norrsundet (Figur 5).



Figur 4. Maginnehållets sammansättning hos mört (oberoende storlek) från olika lokaler. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats. För att bättre kunna jämföra variation mellan lokaler inom ett område med variation mellan områden har endast fiskar fångade i juni-september beaktats. För Norrsundet gäller att stapeln längst till vänster representerar lokalen närmast industrin och mot höger ökar anståndet till denna. Norrsundet 1984:I avser fiskar fångade i juni-juli och Norrsundet 1984:II fiskar fångade i augusti.



Figur 5. Maginnehållets sammansättning, med avseende på kräftdjur, hos mört (oberoende storlek) från olika lokaler. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats. För att bättre kunna jämföra variation mellan lokaler inom ett område med variation mellan områden har endast fiskar fångade i juni-september beaktats. För Norrsundet gäller att stapeln längst till vänster representerar lokalen närmast industrin och mot höger ökar avståndet till denna. Norrsundet 1984:I avser fiskar fångade i juni-juli och Norrsundet 1984:II fiskar fångade i augusti.

Diskussion

I de ovan redovisade områdena av Bottenhavet utgör snäckor och musslor (främst Macoma balthica) en större del av födan och växterna en mindre del jämfört med Luleå skärgård, i övre delen av Bottenviken (Hansson 1980a, 1982b, 1984). Att M. balthica utgör en större andel i Bottenhavet förklaras av att arten inte förekommer i det kraftigt utsötade vattnet utanför Luleå (Kautsky et al. 1981). Däremot är det något märkligt att snäckorna har större betydelse i Bottenhavet än utanför Luleå, trots att de är ett av de dominerande elementen i bottenfaunan i det senare området, vilket i övrigt är mycket fattigt på bottenlevande makrofauna (Kautsky et al. 1981).

Karås (1984) redovisar omfattande födodata för mört från biotestsjön vid Forsmark, söder om Norrsundet. En jämförelse mellan hans resultat och de som presenteras ovan visar på stora likheter. Molluskerna utgör i båda studierna en synnerligen stor del av maginnehållet hos fiskar större än 12 cm, likaså påvisar båda undersökningarna att andelen amphipoder och insekter minskar med ökad fiskstorlek. En påtaglig skillnad är att Karås inte redovisar någon förekomst av den storvuxna isopoden Mesidotea entomon, vilken i föreliggande studie utgör omkring 10 % av maginnehållet hos fisk större än 20 cm.

Hornsimpa

Hornsimpans födoval har studerats i Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet. Endast 55 av de 468 simporna med maginnehåll hade fångats på grundstationerna, övriga fiskar härrörde från djuplokaler. Några klara generella skillnader i maginnehåll mellan fiskar från grund- och djuplokaler föreligger inte, varför de behandlas tillsammans i nedanstående översikt av artens födosammansättning. Generellt dominerar födan starkt av stora kräftdjur (främst Mesidotea entomon), men även fisk utgör ett betydande inslag.

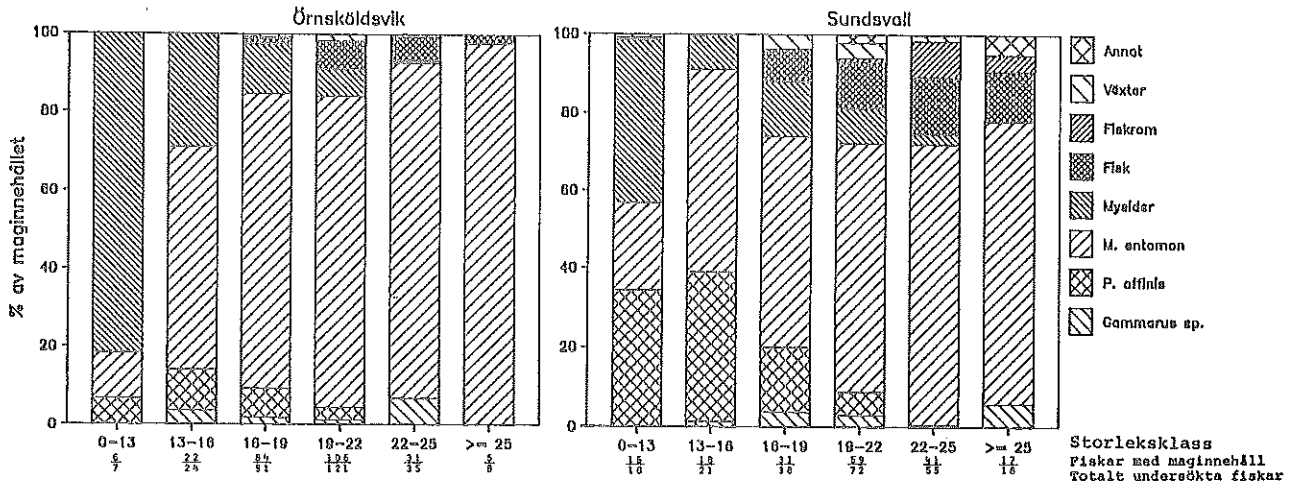
Storleksrelaterade skillnader

Sammansättningen av kräftdjuren, den dominerande födogruppen, förändras med fiskens längd. Andelen mysider (främst Mysis relicta) och Pontoporeia affinis minskar med tilltagande fiskstorlek, samtidigt som andelen M. entomon ökar, så att de dominerar maginnehållet hos simpor större än 13 cm (Figur 6).

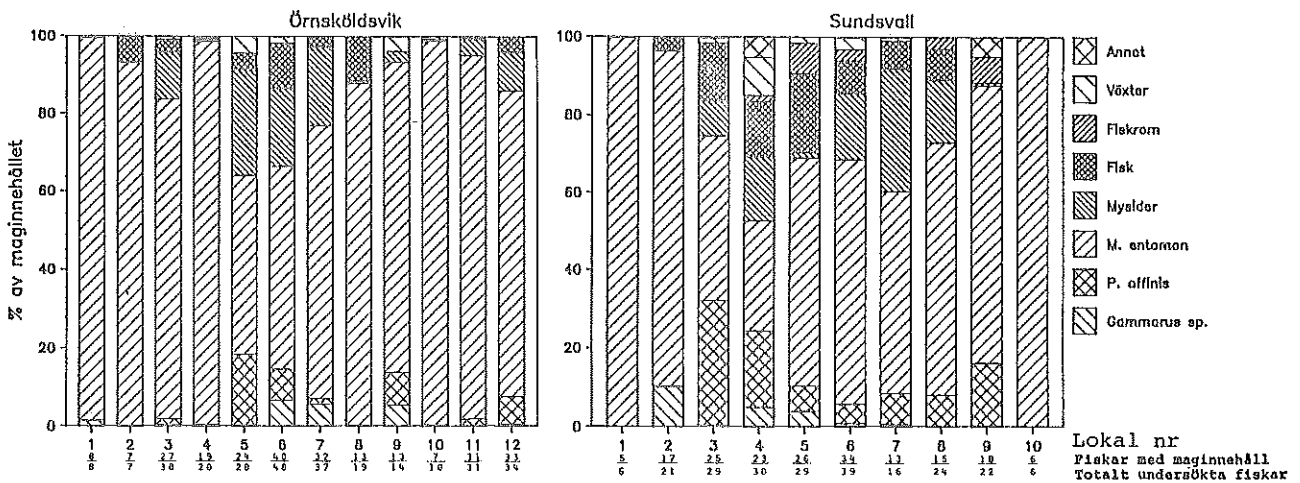
I Sundsvallsområdet tenderar andelen fisk i magarna att öka med ökad fiskstorlek.

Geografiska skillnader

Pontoporeia affinis utgör en större och Mesidotea entomon en något mindre del av maginnehållet i Sundsvalls- än i Örnsköldsviksområdet (Figur 7). Bytesfiskens betydelse är störst i Sundsvallsområdet.



Figur 6. Maginnehållets sammansättning hos hornsimpor av olika storlek. Samtliga undersökta fiskar beaktade. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar kortare än 13 cm finns i gruppen 0-13, fiskar mellan 13 och 15.9 cm i gruppen 13-16 osv.



Figur 7. Maginnehållets sammansättning hos hornsimpor från olika lokaler (oberoende fiskstorlek). Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats.

Diskussion

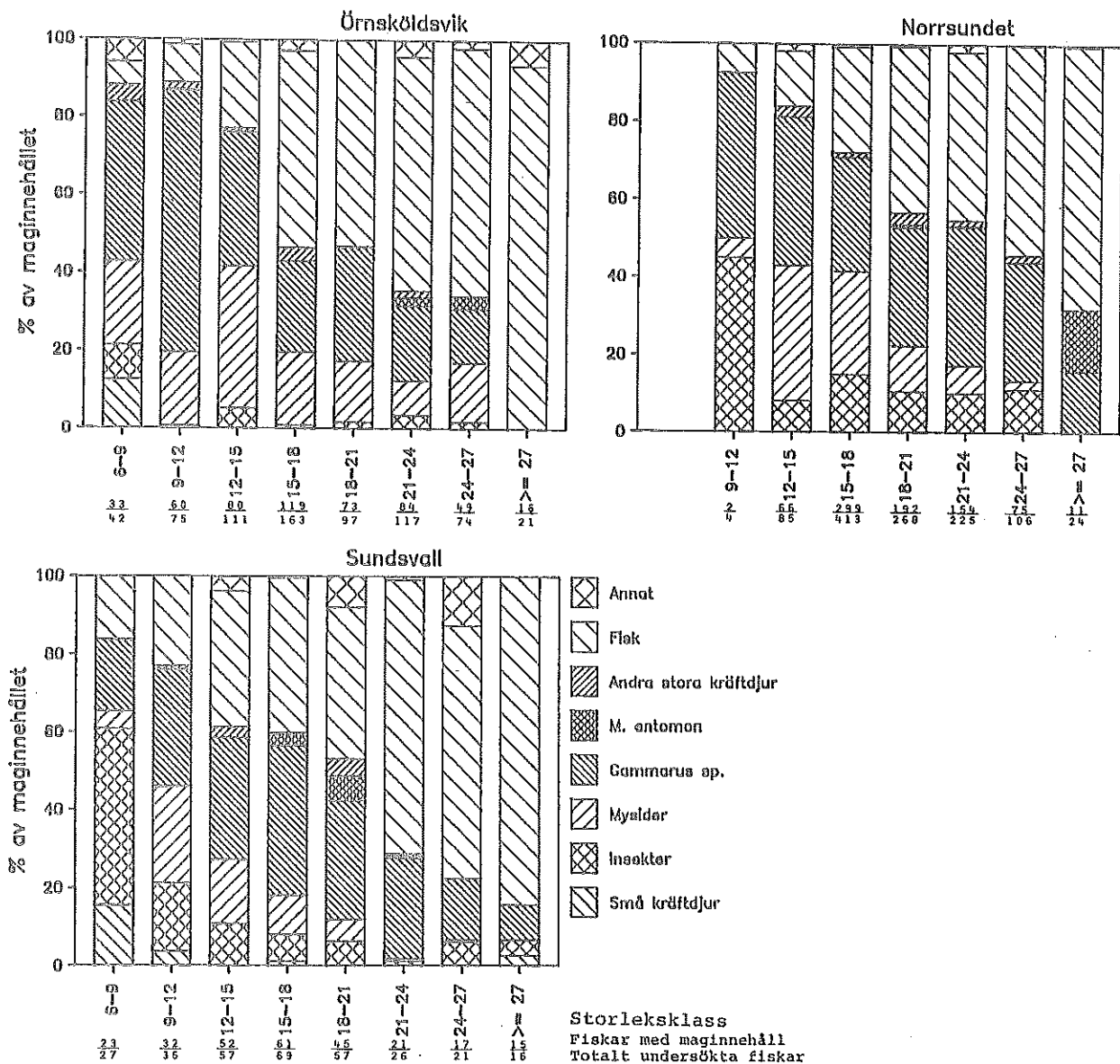
Jämförelser mellan dessa och andra områden (Hansson 1980a, 1982b, 1984, opubl. data från Skelleftekusten samt Hansson et al. 1984) visar att simpans födoval i Bottniska viken genomgående domineras av stora kräftdjur. Av dessa utgörs merparten av *M. entomon*, vilken speciellt i Luleå skärgård helt domineras kräftdjursgruppen. Fiskrester finns också regelbundet i magarna, och utgör ofta 10-20% av det genomsnittliga innehållet. I Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet synes dock fiskens andel vara mindre än i andra undersökta delar av Bottenviken (data främst från Luleå- och Skellefteåområdet).

Abborre

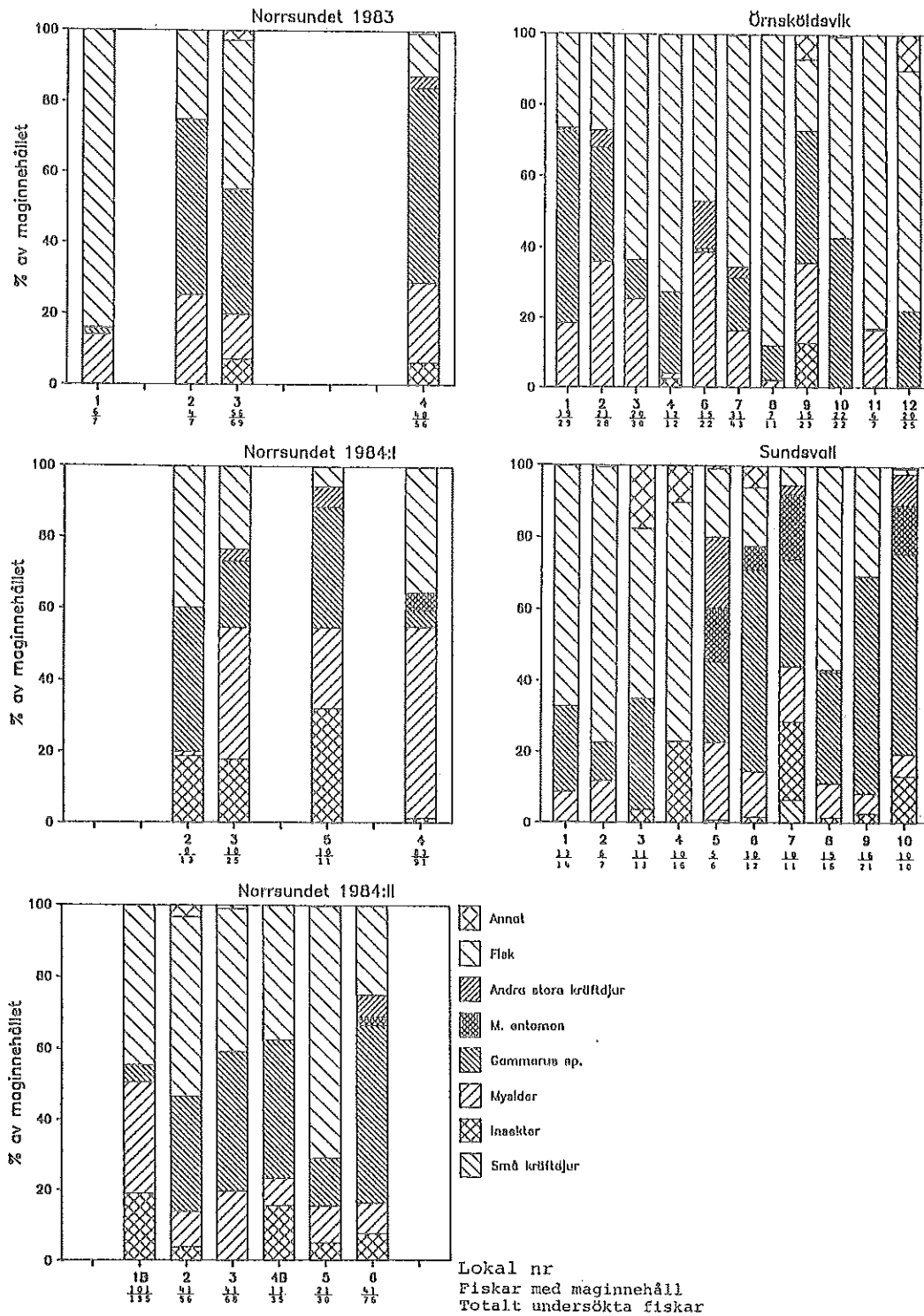
Nästan alla analyserade abborrar kommer från grundlokaler. Födan domineras av stora kräftdjur (främst Gammarus sp. och mysider), insekter (chironomider) och fisk. Av fiskresterna kan 30-40 % identifieras, och dessa utgörs främst av stor- och småspigg, tånglake, berg- och/eller stensimpa och stubb.

Storleksrelaterade skillnader

I samtliga områden påverkas födosammansättningen av fiskens storlek. Hos små abborrar (<15 cm) domineras maginnehållet av stora kräftdjur samt insekter (främst Gammarus sp. och mysider respektive chironomider), medan bytesfisk dominerar hos större individer (Figur 8).



Figur 8. Maginnehållets sammansättning hos abborre av olika storlek. Samtliga undersökta fiskar beaktade. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar från 6 till 8.9 cm finns i gruppen 6-9, fiskar mellan 9 och 11.9 cm i gruppen 9-12 osv.



Figur 9. Maginnehållets sammansättning hos 15-20.9 cm långa abborrar från olika lokaler. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats. För att bättre kunna jämföra variation mellan lokaler inom ett område med variation mellan områden har endast fiskar fångade i juni-september beaktats. För Norrsundet gäller att stapeln längst till vänster representerar lokalen närmast industrin och mot höger ökar avståndet till denna. Norrsundet 1984:I avser fiskar fångade i juni-juli och Norrsundet 1984:II fiskar fångade i augusti.

Geografiska skillnader

Då abborrens storlek starkt påverkar dess födosammansättning används endast fisk mellan 15.0 och 20.9 cm för att belysa födovariationen mellan och inom områden (Figur 9). Skillnader förekommer mellan lokaler, och vissa olikheter finns också mellan områdena. Fiskens andel av maginnehållet är generellt större i Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet än utanför Norrsundet. Mysiderna (främst Neomysis integer) utgör en mindre och M. entomon en större andel i Sundsvallsområdet än på de andra platserna. Insekternas del av maginnehållet är minst i Örnsköldsviksområdet.

Diskussion

I en jämförelse mellan abborrar från Luleå (Hansson 1980a, 1984, 1985), Skelleftekusten (Hansson opubl.), biotestsjön vid Forsmark (Karås 1984) och här redovisade områden är födosammansättningen likartad utom i Luleå skärgård. Där utgör små kräftdjur en betydligt större del av födan än i någon av de andra regionerna. Detta, och en jämförelsevis stor andel insekter, skulle kunna förklara varför abborrens tillväxt i Luleå skärgård är avsevärt långsammare än normalt i Östersjön (Hansson 1985).

På de två sydligaste platserna, Norrsundet och Forsmark, utgör fisk en mindre del av födan än i de nordligare områdena. I Forsmarksområdet är Gammarus och Corophium vanligare i födan än i någon av de övriga kustregionerna.

Gers

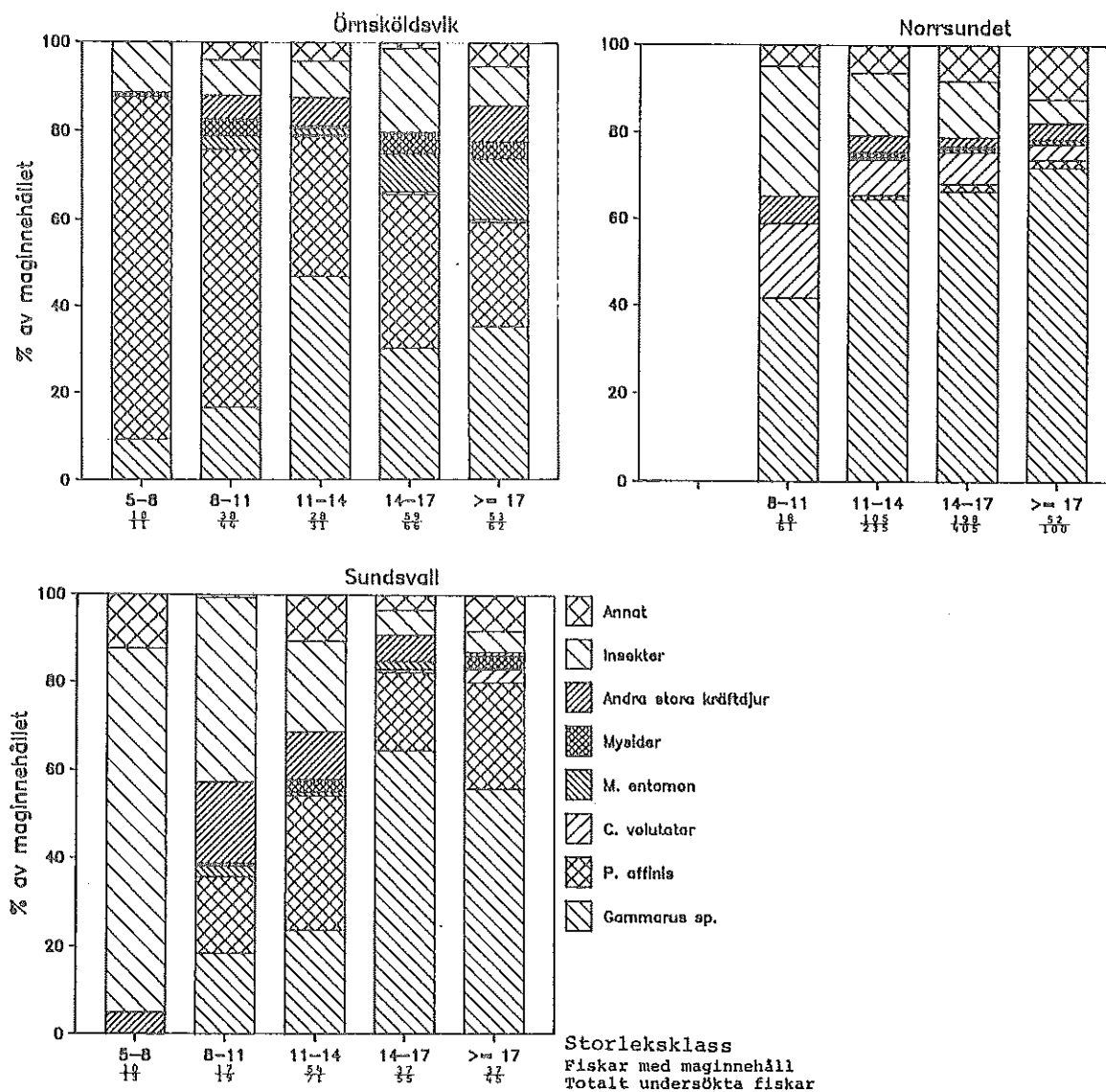
Liksom abborren fångades gersen huvudsakligen på grunt vatten. Stora kräftdjur (Gammarus sp., Pontoporeia affinis, Corophium volutator) dominerar maginnehållet. Insekter, främst chironomider men även trichopterer, är också av viss betydelse.

Storleksrelaterade skillnader

Utanför Sundsvall och Norrsundet minskar insekternas andel med ökad fiskstorlek, medan kräftdjuren ökar (Figur 10). Gammarus sp. ökar generellt med fisklängden. I Örnsköldsviksområdet, men inte lika klart utanför Sundsvall, minskar andelen P. affinis och ökar delen M. entomon med ökad storlek. Av gersens föda utgör Corophium volutator på vissa lokaler i Norrsundet en betydande andel, men denna minskar med ökad fisklängd.

Geografiska skillnader

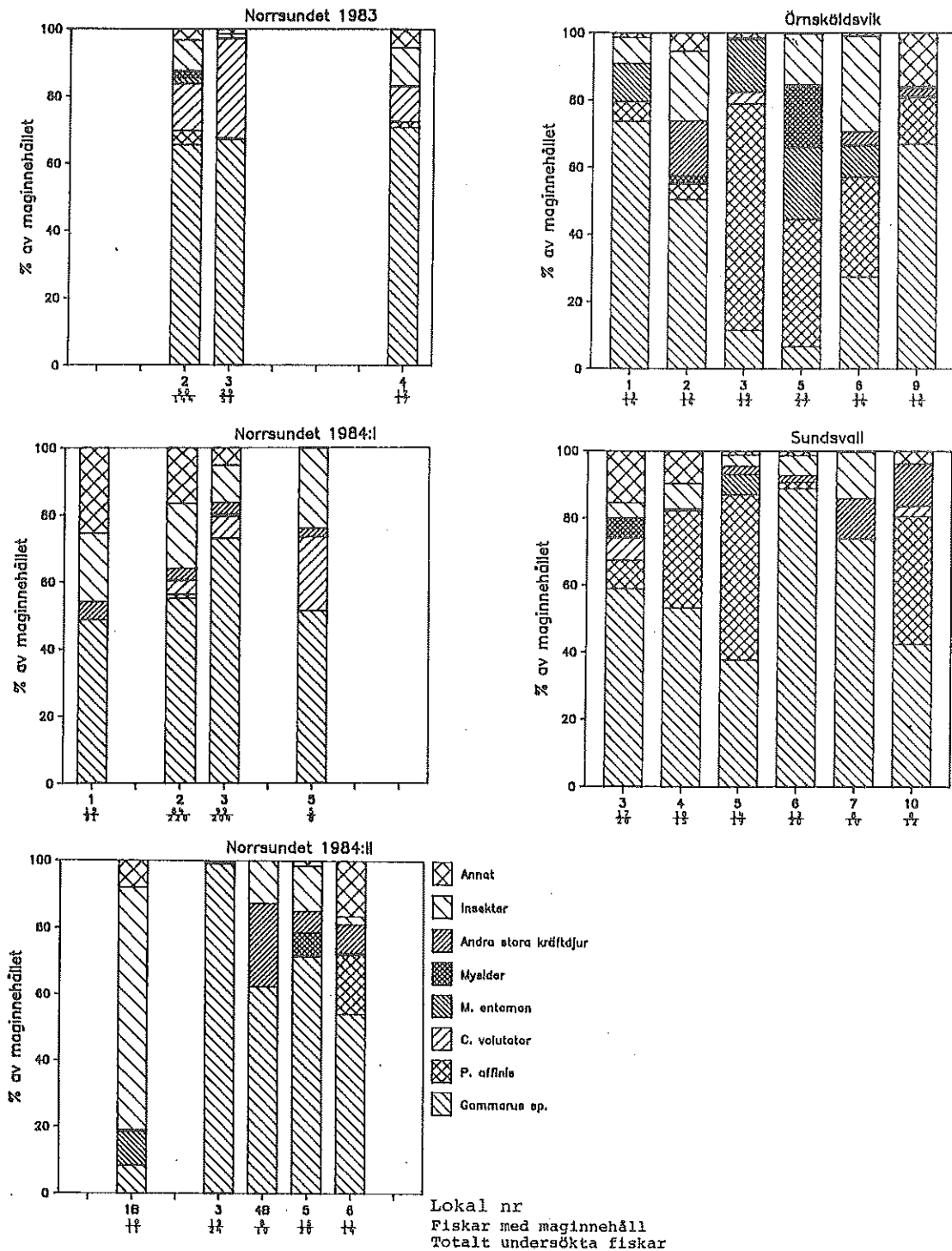
Den mest markanta skillnaden mellan områdena är att P. affinis utgör en mycket mindre del av maginnehållet utanför Norrsundet än i övriga områden. I Sundsvallsområdet är insekternas andel av födan relativt liten. Gammarus sp. utgör en något mindre andel av maginnehållet och M. entomon en större del i Örnsköldsviksområdet än i de andra områdena (Figur 11).



Figur 10. Maginnehållets sammansättning hos gersar av olika storlek. Samtliga undersökta fiskar beaktade. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar mellan 5 och 7.9 cm finns i gruppen 5-8, fiskar mellan 8 och 10.9 cm i gruppen 8-11 osv.

Diskussion

En jämförelse mellan Luleå skärgård (Hansson 1982b, 1984), Forsmark (Karås 1984) och ovan redovisade data visar på stora generella likheter. Födan domineras av insekter och stora kräftdjur. Klara skillnader finns dock. Insekternas andel av maginnehållet hos gers från Luleå skärgård är större än i något av de andra områdena. Sammansättningen av kräftdjuren förändras längs kusten. I Luleå dominerar *P. affinis*, tillsammans med betydande inslag av *M. entomon*, medan andelen *Gammarus* sp. är liten. Söderut ändras födosammansättningen så att *Gammarus* sp. successivt ersätter *P. affinis* och *M. entomon*, vilka inte alls redovisas i Forsmarksmaterialet.



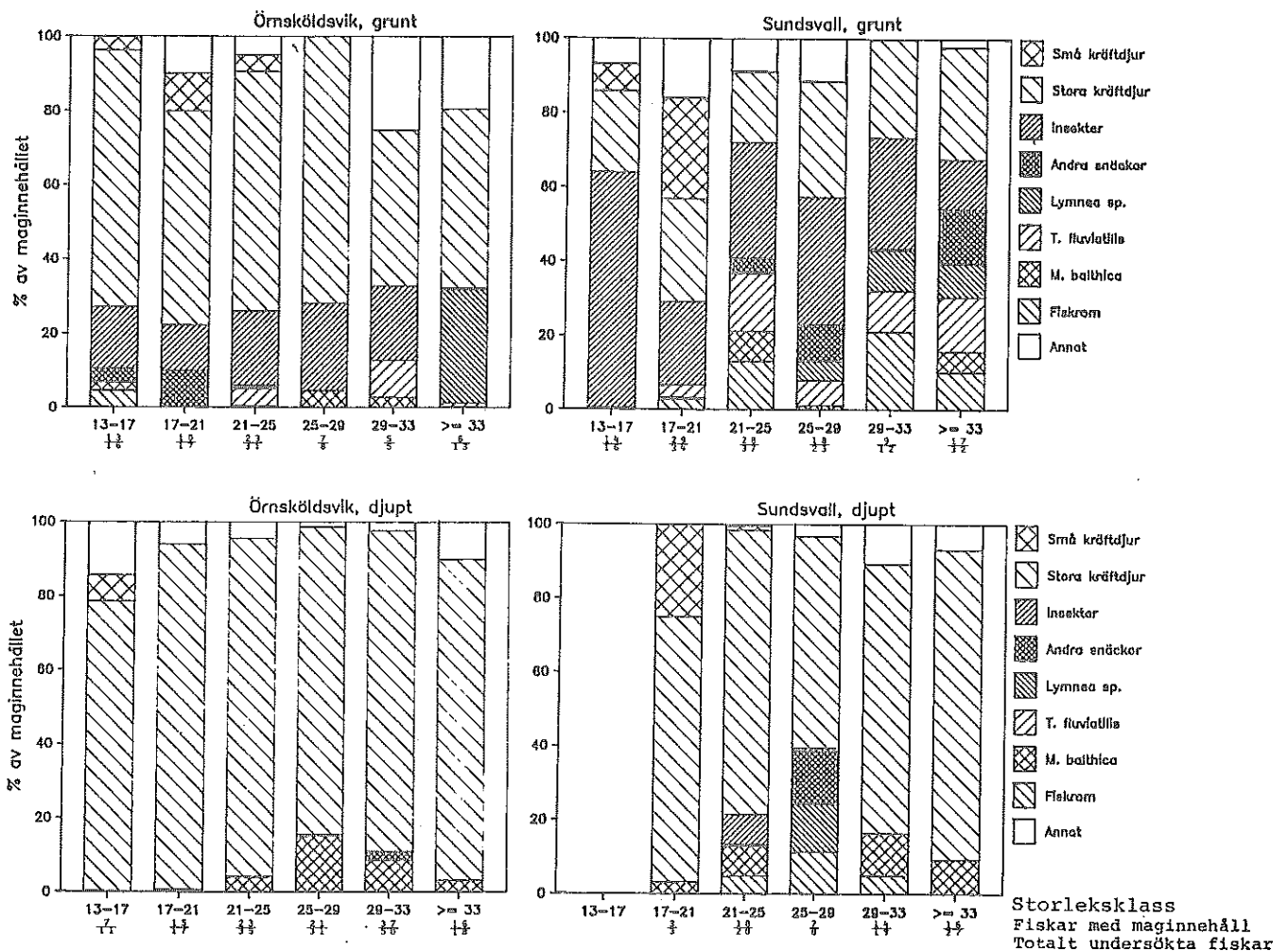
Figur 11. Maginnehållets sammansättning hos gersar, 14 cm och större, från olika lokaler. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats. För att bättre kunna jämföra variation mellan lokaler inom ett område med variation mellan områden har endast fiskar fångade i juni-september beaktats. För Norrsundet gäller att stapeln längst till vänster representerar lokalen närmast industrin och mot höger ökar avståndet till denna. Norrsundet 1984:I avser fiskar fångade i juni-juli och Norrsundet 1984:II fiskar fångade i augusti.

Sik

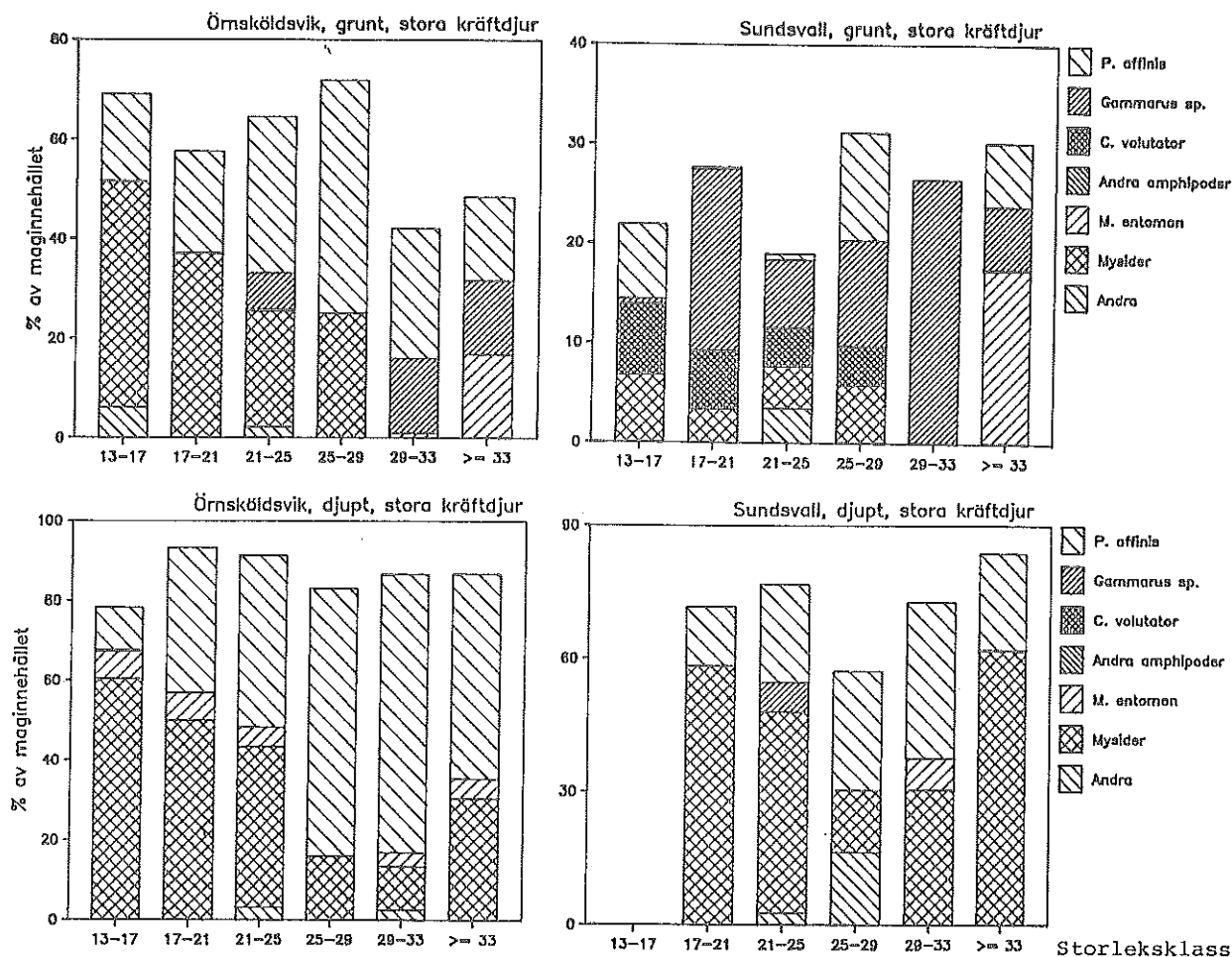
Maganalyser har endast utförts på material från Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet, där siken fångades på såväl grund- som djupstationer. Födan domineras av små kräftdjur, mysider, Pontoporeia affinis, Gammarus sp., chironomider och mollusker. Skillnader i födosammansättning föreligger mellan grunt och djupt fångade fiskar, varför fisk från de olika stationstyperna redovisas separat.

Storleksrelaterade skillnader

Endast hos fiskar kortare än 21 cm utgör små kräftdjur ett påtagligt inslag i maginnehållet (Figur 12). Förutom detta förekommer inget klart storleksrelaterat födoskifte. På grunt vatten, men inte på djupt, finns ett betydande inslag av M. entomon enbart hos de största fiskarna, medan mysider saknas i de två övre längdklasserna (Figur 13).



Figur 12. Maginnehållets sammansättning hos sikar av olika storlek från grund- respektive djupstationer. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar mellan 13 och 16.9 cm finns i gruppen 13-17, fiskar mellan 17 och 20.9 cm i gruppen 17-21 osv.



Figur 13. Förekomst av stora kräftdjur i maginnehållet hos sikar av olika storlek och från grund-respektive djupstationer. Längdgruppsindelningen gjord så att fiskar mellan 13 och 16.9 cm finns i gruppen 13-17, fiskar mellan 17 och 20.9 cm i gruppen 17-21 osv.

Skilnader mellan djup- och grundstationer

Födans sammansättning är mer varierad på grund- än på djupstationerna (Figur 12-13). På grunt vatten utgörs maginnehållet av stora kräftdjur (främst *Neomysis integer*, *P. affinis*, *Gammarus* sp.), insekter (chironomider) och snäckor. På djupstationerna domineras födan av *P. affinis*, *Mysis relicta* och *M. mixta*, men även *Macoma balthica* förekommer regelbundet.

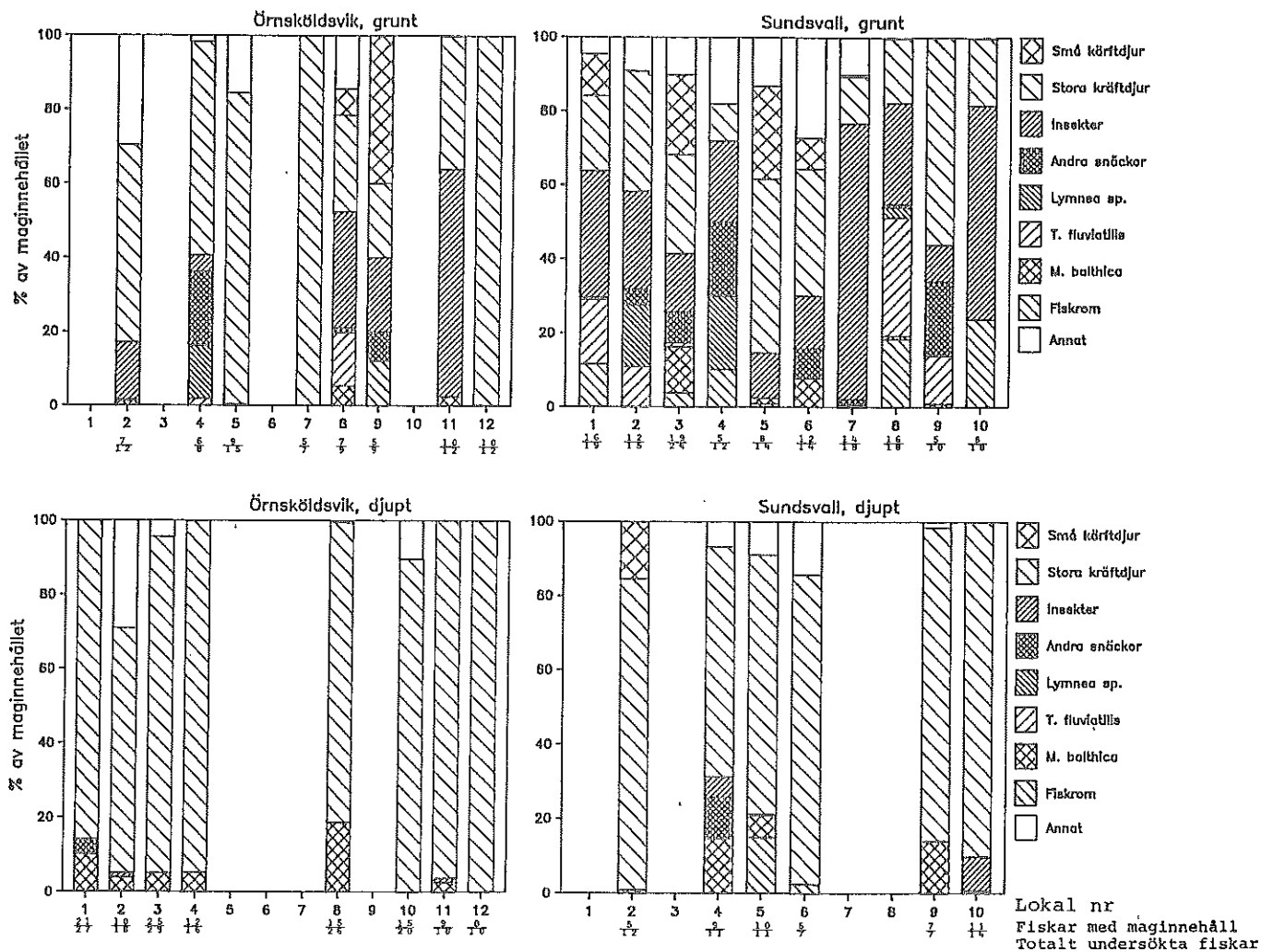
Geografiska skillnader

På grundlokaler i Örnköldsviksområdet domineras maginnehållet av stora kräftdjur, men även insekter (främst chironomider) och snäckor utgör betydande inslag. Utanför Sundsvall är födosammansättningen mer divers och de tre födogrupperna finns i jämnstora andelar (Figur 14). Bland de stora kräftdjuren är mysider (främst *N. integer*) och *P. affinis* de vanligaste. Utanför Sundsvall utgör dessutom *Gammarus* sp. en betydande andel av maginnehållet (Figur 15).

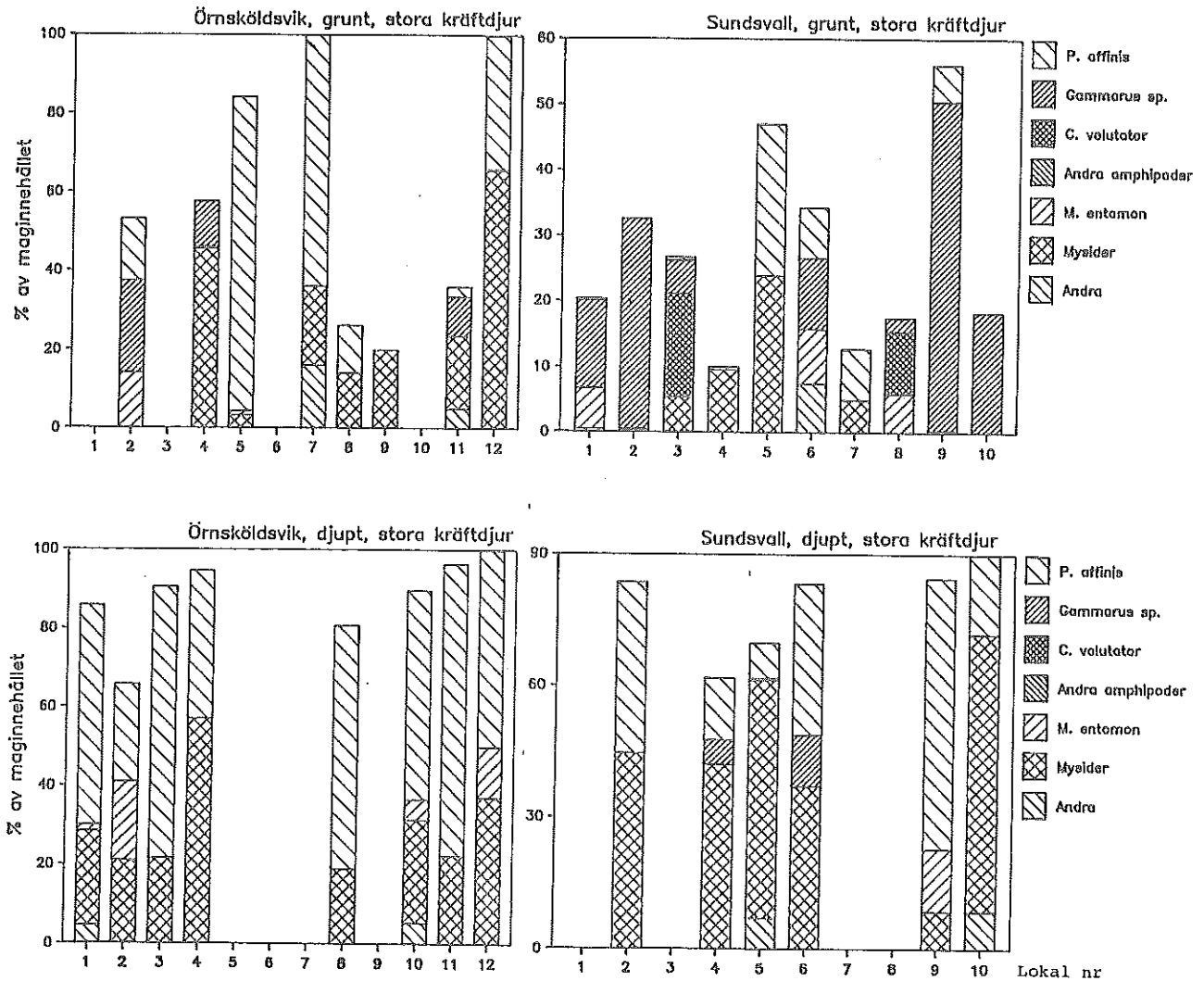
På djuplokalerna är födosammansättningen likartad i de två områdena, om än något diversare i Sundsvallsområdet. I det området utgör mysider en något större och *P. affinis* en mindre födoandel än i Örnsköldsviksområdet.

Diskussion

Sikens föda i Luleå-området (Hansson 1982b, 1984) och längs Skelleftekusten (Hansson opubl.) innehåller betydligt mer små kräftdjur och insekter samt en mindre del stora kräftdjur än i Örnsköldsviks- och Sundsvallsområdet.



Figur 14. Maginnehållets sammansättning hos sikar (oberoende storlek) från olika lokaler, separat för djup- respektive grundstationer. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats.



Figur 15. Förekomst av stora kräftdjur i maginnehållet hos sikar (oberoende storlek) från olika lokaler, separat för djup- respektive grundstationer. Endast lokaler där 5 eller fler fiskar med maginnehåll analyserats har redovisats.

DIETFÖRÄNDRINGAR I FÖRORENINGSGRADIENTERNA

Statistisk metodik

Som framgått påverkas fiskens födosammansättning av dess storlek. För att upptäcka föroreningsrelaterade mönster i maginnehållet i utsläppsgradienterna "korrigeras" därför för fiskstorlekens inflytande. För var och en av fiskarterna och separat för de tre områdena (Husum - Köpmanholmen, Sundsvallsbukten och Norrsundet) utfördes korrektionen enligt följande:

- 1) Fiskarna indelas i längdklasser om en cm.
- 2) Den genomsnittliga andelen av ett födoslag inom en längdklass ($\bar{x}\%$) beräknas som ett flytande medelvärde baserat på fisk inom denna längdklass ± 1 cm (hos sik ± 2 cm).

- 3) För att hos varje individ kompensera för längdens genomsnittliga betydelse för förekomsten av födoslaget, minskas dess andel (X%) med medelvärdet för födoslaget inom den längdklass individen tillhör. Den erhållna differansen (X% - \bar{x}) benämnes fortsättningsvis "längdkorrigerad andel" av födoslaget. Detta är ett mått på avvikelserna från medelvärdet och kan anta negativa värden.

De erhållna längdkorrigerade andelarna används för statistisk analys (se nedan). I denna behandlas varje industriområde för sig och för Norrsundet görs tre analyser, en med materialet från 1983, en för perioden april-juli 1984 och en med data från augusti 1984. Uppdelningen av lokalerna mellan industrirecipienterna redovisas i Tabell 2.

För att undersöka om födosammansättningen förändrades i gradienten korreleras de längdkorrigerade andelarna av ett byte med fångstlokalens läge i förhållande till industrin. I denna test (Kendall tau, Daniel 1978) rangordnas lokalerna från den mest till den minst påverkade, dvs från närmast industrin till längst bort (Tabell 2).

Tabell 2. Lokalernas uppdelning mellan industriområdena i Kendall tau-tester.

Industriområde	Lokalerna uppräknade efter avtagande industripåverkan					
Husum	2	3	4	1		
Örnsköldsvik	5	6	7	8		
Köpmanholmen	9	10	11	12		
Sundsvall, norr	5	4	3	2	1	
Sundsvall, söder	6	7	8	9	10	
Norrsundet, 1983	1	2	3	4		
Norrsundet, 1984:I	1	2	3	5	4	
Norrsundet, 1984:II	1B	2	3	4B	5	6

Inför dessa tester görs vissa sammanslagningar av taxonomiska grupper. Analyser genomförs, exempelvis, dels för Gammarus sp., C. volutator och P. affinis separat, dels summeras dessa tre taxa och kategorin "obestämda och övriga amphipoder", varvid gruppen Amphipoder erhålls. Denna grupp är, i sin tur, en av de som ingår i gruppen "stora kräftdjur". Även för dessa "summerade" födoklasser genomförs statistiska analyser. Sammanslagningarna motiveras av att hos vissa fiskarter har en betydande del av maginnehållen inte kunnat klassificeras till en art- eller släktesgrupp, utan noterats i taxonomiskt hetrogena grupper.

Sammanlagt har 804 korrelationer utförts (Tabell 3). Ovan redovisade sammanslagningar gör att vissa födodata påverkar flera av dessa tester, vilka således inte är oberoende av varandra. I de tester som görs för att undersöka om generella födoskillnader föreligger i föroreningsgradienterna beaktas därför endast

Tabell 3. Sammanställning av statistiska analyser utförda med Kendall tau

Nsun-1 = Material från Norrsundet 1983
 Nsun-2 = Material från Norrsundet 1984, apr-jul
 Nsun-3 = Material från Norrsundet 1984, aug
 Nsun-S = Subjektiv sammanvägning av de tre Norrsundetmaterialen
 Sval-S = Material från södra delen av Sundsvallsbukten, lokalerna 6-10
 Sval-N = Material från norra delen av Sundsvallsbukten, lokalerna 1-5
 Kholm = Material från Köpmanholmen, lokalerna 9-12
 Övik = Material från Örnsköldsvik, lokalerna 5-8
 Husum = Material från Husum, lokalerna 1-4

Antal fiskar	NORRRE										GERS									
	Nsun-1	Nsun-2	Nsun-3	Nsun-S	Sval-S	Sval-N	Kholm	Övik	Husum	Nsun-1	Nsun-2	Nsun-3	Nsun-S	Sval-S	Sval-N	Kholm	Övik	Husum	Nsun-1	Nsun-2
Copepod					(-)	-	+													
Cladocer	-				--	-	+													
Snå kräftdjur	+			+	--	-	+			(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	-	-	-	+	--	+
Gammarus sp.	--	--	--	--	--	(-)	++	(+)	--	(-)	-	(+)	-	+	-	-	-	--	(-)	+
C. volutator	(-)	--	--	--	+	++	+	(+)	-	(-)	--	(+)	-	(-)	-	(-)	++	(+)	--	+
P. affinis										+	++	+	++	(+)	++	+	(+)	++	--	+
Daphnider										(+)	-	(-)	+/-	+	++	(+)	-	-	(-)	(+)
H. entomon	-	++	+	+	++	--	-	+		(-)	-	(+)	+/-	-	(-)	-	++	(-)	++	(-)
H. aquaticus	-	-	-	+	++					(-)	-	+	+/-	-	-	+	(+)	(+)	--	(-)
Jaera sp.										(+)	(-)		+/-			(-)	(+)	+	--	(-)
Isopoder										(-)	--	(+)	-	(-)	-	+	++	(+)	--	(-)
H. integer	(+)	+	+	+	(-)	(-)	++	+	+											
H. mixta					-	(+)	+	(-)	(+)											
H. relicta	-		++	+	+	+	-	+	(+)											
Nysis sp.	-	+	+	+	+	+	-	+	+											
Nysider	(+)	+	+	+	(+)	(-)	++	++	++	(-)	+	--	-	+	+	+	+	+		
Stora kräftdjur	--	--	--	--	-	-	++	++	-	(+)	-	(+)	+/-	+	++	+	+	-	+	-
Chironomider	--	-	--	--	(+)	(+)	+	(+)	+	+	+	(+)	+	-	--	-	+	++	(-)	(-)
Tricopterer	++	--	+	+/-	(-)	+				-	++		+	(-)	+	(-)	--	(-)	--	-
Insekter	(-)	-	(-)	-	(+)	(+)	++	(+)	+	+	+	(+)	+	-	--	-	-	(+)	--	(-)
I. fluviatilis																				(+)
U. piscinalis																				
Valvata sp.																				+
B. tentaculata																				(-)
Hydrobia sp.																				+
Lymnea sp.																				(-)
Gastropoder										-	(+)	+	+/-	(+)	(+)	+	-	+	--	+
H. balthica																			++	++
H. edulis																				
Lanellibranchiata										(+)	(-)		+/-	(+)	(-)	-	(+)	-	++	++
Mollusker	+/-	--	+	-	(+)	+	(-)	(+)	+										(-)	++
Storspigg, juv	+		(-)	+/-	(-)	-	++	+	+											
Storspigg, ad.	+	(+)	-	+/-	(+)	+	-	(+)	+											
Storspigg	+	(+)	(-)	+/-	(-)	-	--	(+)	+											
Snåspigg	-	-	++	(+)	(+)	-	--	(-)	+											
Spiggår	(-)	(+)	++	+	(+)	--	--	-	+											
Långlake	(-)		++	+	(-)	(-)	--	(+)	(+)											
Berg/otensinpa	-	--	++	+/-																
Stubbår	--			--	(+)	++	(-)	(+)	+											
Fisk, ad.	++	++	++	++	+	-	--	--	+											
Fisk, juv.	++		+	++	(-)	(-)	++	(-)	++											
Alla fiskar	++	++	++	++	+	-	--	--	+	(+)	++	--	+/-	+	(+)	(-)	(+)	-	(+)	
Fiskron		+		+	++	++	(-)	-						-	(+)	(-)	(+)	--		
Växtdelar	(-)	--	++	+/-	++	++	-	+	+	(-)	+	--	-	(+)	(+)	+	(+)	+	(+)	-
Obest. R amat	(+)		--	-			++				+		+	(+)	(+)	(-)	-	--	-	(-)

följande grupper: små kräftdjur, Gammarus sp., C. volutator, P. affinis, M. entomon, Asellus aquaticus, N. integer, M. mixta, M. relicta, chironomider, trichopterer, gastropöder, M. balthica, alla fiskar sammantagna, fiskrom och växter. Ingen av dessa grupper utgör en delmängd av någon av de andra. Ett visst beroende mellan grupperna finns dock kvar. Sådant beroende föreligger alltid vid analys av magdata, och förklaras av att om en mage till 100% är fylld med en viss föda kan den inte samtidigt innehålla andra byten.

Förekomst av signifikanta samband

När endast ovan redovisade bytesgrupper beaktas återstår 434 tester, av vilka 84 visade signifikant ($p < 5\%$) korrelation mellan bytesslaget och lokalens läge i föroreningsgradienten. Sannolikheten att slumpen ger så många eller fler signifikanser kan beräknas som

$$\sum_{n=84}^{434} \binom{434}{n} * 0.95^{(434-n)} * 0.05^n$$

vilket blir $< 5\%$. Det föreligger sålunda fler signifikanta samband än vad som kan förklaras med slumpen. Sambanden behöver dock inte svara mot effekter av industriutsläppen utan kan avspegla naturligt förekommande skillnader. En undersökning av om det är något visst byte som genomgående ökar eller minskar i föroreningsgradienten är därför motiverad.

Generella förändringar i gradienterna

I följande analyser genomförs två varianter av de statistiska testerna, en där de olika omgångarna från Norrsundet behandlas som tre oberoende observationer. Norrsundetgradienten påverkar då resultaten mer än någon av de andra gradienterna. Detta är inte nödvändigtvis olämpligt då materialet därifrån är mycket större än ifrån något annat område. En alternativ analys görs också, i vilken de tre datamängderna från Norrsundet vägs ihop så att endast en korrelation per födoobjekt erhålles från området.

För att undersöka om något/några byten genomgående minskar eller ökar i gradienterna, alternativt att sambanden är slumpvisa, testas fördelningen av positiva respektive negativa korrelationer inom varje födogrupp. Om föroreningarna påverkar någon av fiskarterna, så att dess födosammansättning eller populationens födobehov ändras, kan detta påverka konkurrensförhållandena. Om predatortrycket på ett byte minskar från en av fiskarterna, kan någon annan art öka sitt utnyttjande av den frigjorda resursen. Sammantaget blir då antalet positiva och negativa korrelationer likartat, och någon generell trend framkommer inte, trots att födosammansättningarna påverkats. Om förändringar som dessa förekommer, resulterar de i att de här genomförda testerna blir konservativa.

Båda testerna (Tabell 4) ger signifikansvärden nära 5%, en strax över och en strax under. Detta tyder på att det inte är något bytesdjur vars andel tydligt och generellt ökar/minskar i födan hos fiskarter i cellulosaindustri-recipienterna. De relativt höga värdena på Chi-2 motiverar dock fortsatt analys av Tabell 3, varvid de olika bytesslagen behandlas separat.

Tabell 4. Test av om andelen av något födoslag genomgående minskar eller ökar i föroreningsgradienterna. Tre olika tester har gjorts på materialet. För att undersöka om korrelationerna var slumpvist fördelade mellan bytesgrupperna genomfördes Chi-2-tester. I dessa utgjorde födoslagen de 16 raderna, kolumnerna antalet positiva resp negativa korrelationer (oberoende av om dessa var signifikanta eller inte). Resultaten ges längst ned i tabellen. För att undersöka om något visst byte generellt ökar eller minskar i gradienterna görs två tester. Dels jämförs, för varje födoslag separat, fördelningen av positiva och negativa korrelationer (oberoende av signifikansgrad) med en förväntad 1:1 fördelning. Härvid används en formel motsvarande den som ges i avsnittet "Förekomst av signifikanta samband". Ingen av de erhållna fördelningarna avviker signifikant från den förväntade fördelningen, men flera ger p-värden nära 5%. I den andra testens undersöks, för varje födoslag, om antalet statistiskt signifikanta korrelationer är fler än förväntat, utgående från antalet gjorda tester (formel som i "Förekomst av signifikanta samband"). I den vänstra tabellen var antalet signifikanta korrelationer fler än förväntat för 11 födoslag och i den högra tabellen för 10 födoslag.

+ korr = antal positiva korrelationer
 - korr = antal negativa korrelationer
 + sign = antal statistiskt signifikanta positiva korrelationer
 - sign = antal statistiskt signifikanta negativa korrelationer
 sannolikhet: när fler statistiskt signifikanta korrelationer förekommer än man kan förvänta sig som ett resultat av slumpen, ges en av tre olika symboler:

→ = andelen av födoslaget ökar utåt i gradienten
 ← = andelen av födoslaget ökar inåt i gradienten
 ? = signifikanta ökning inåt och utåt i ungefär samma omfattning

	De tre grupperna från Hørrsundet beaktade separat					De tre grupperna från Hørrsundet sammanslagna				
	+ korr	- korr	+ sign	- sign	sannolikhet	+ korr	- korr	+ sign	- sign	sannolikhet
Sna kraftdjur	18	10	3	2	?	16	9	3	1	?
Gammarus sp.	15	24	1	0	→	13	20	1	5	→
C. volutator	8	12	2	4	?	6	9	2	1	?
P. affinis	15	0	5	1	←	13	0	5	1	←
H. entomon	18	20	4	4	?	16	16	2	4	?
H. aquaticus	6	6	1	0		5	3	1	0	
H. integer	14	9	1	0		12	9	1	0	
H. mixta	6	14	0	0		6	14	0	0	
H. relicta	11	11	1	2		11	10	0	2	
Chironomider	17	17	1	3		14	13	1	2	
Trichopterer	7	16	2	3	?	5	12	0	2	
Gastropuder	14	12	0	5	→	11	10	0	4	→
H. balthica	15	7	4	1	←	14	6	3	1	?
Alla fiskar	20	16	6	4	?	15	14	3	3	?
Fiskron	19	0	6	2	←	19	0	6	2	←
Oaxidelar	26	13	5	3	?	13	9	3	1	?

df=15, Chi-2=26,06
 p < 5%

df=15, Chi-2=24,09
 10% > p > 5%

För varje bytesslag beräknas sannolikheten dels för den iakttagna fördelningen mellan positiva och negativa korrelationer, dels för att slumpen givit det erhållna antalet statistiskt signifikanta korrelationer. Sannolikheterna beräknas med formel motsvarande den som ges i avsnittet "Förekomst av signifikanta samband".

I testerna av förhållandena mellan positiva och negativa korrelationer erhålls inga signifikanta avvikelser från en 1:1 fördelning. Ett flertal p-värden är emellertid nära 5%. Analyserna av de statistiskt signifikanta korrelationernas förekomst ger för 10-talet bytesslag fler signifikanta korrelationer än vad som kan förklaras med slumpen (Tabell 4). Endast fem av dessa indikerar någorlunda allmängiltiga födoförändringar i cellulosaindustri-recipienter. Betydelsen av Gammarus sp. och gastropoder i födan minskar inåt mot industrierna, medan andelen P. affinis, fiskrom och eventuellt M. balthica ökar inåt.

De olika recipienterna påverkas av skilda typer av cellulosa-industrier (Tabell 1). Några klara skillnader i födosammansättningarnas förändringar beroende på industrityp märks inte. Jämförelsen är dock svår att göra, och resultaten osäkra, på grund av att stora skillnader föreligger i antalet undersökta fiskar i de olika recipienterna.

Förändringar utanför Norrsundet

Materialet från recipienten utanför Norrsundet beaktas här separat, eftersom det är mer omfattande än från något av de andra områdena.

Antalet statistiskt signifikanta korrelationer (Tabell 3) är större för mört och abborre än för gers. En betydande orsak härtill är sannolikt att fler abborrar och mörtar undersökts. Andelarna av några av de dominerande födoobjekten hos dessa fiskarter förändras längs föroreningsgradienten. Betydelsen av Gammarus sp. i abborrens föda minskar signifikant inåt i gradienten, samtidigt som andelen fisk ökar. Inåt mot industrin förskjuts mörtens födosammansättning, från gastropoder mot M. balthica. Andra förändringar med ökad grad av förorening i Norrsundet-gradienten berör mindre dominerande födoobjekt. Hos abborren minskar andelen C. volutator och chironomider och hos mörten minskar andelen insekter.

Diskussion

Bottenfaunan har ofta rapporterats negativt påverkad av utsläpp från cellulosaindustrier, på grund av att den organiska belastningen försämrar syreförhållandena i bottenvattnet (Pearson 1980). Födottillgången för bottenfaunaätande fisk ändras härvid. Sådan påverkan på födoorganismer har i andra sammanhang förknippats med förändringar i fiskfaunans sammansättning (Södergren 1976, Cross et al. 1985).

I Norrsundet-recipienten har viss kvantifiering av litoralfauna genomförts. Några entydiga förändringar i förekomsten av för fisken begärlig bottenfauna föreligger inte, fränsett en allmän utarmning på de innersta två lokalerna, där bottenarna var lösa och täckta av organiskt material (Kautsky et al. 1986). På sublitorala bottenar i de aktuella recipienterna har utslagning av makroskopisk bottenfauna registrerats i närområdena (t ex Landner et al. 1977, Westling 1979, Eriksson och Bergfors 1980, Lundgren 1982).

Utsläppen kan naturligtvis ha påverkat litoralfaunan utan att detta upptäckts i inventeringen utanför Norrsundet. Om produktionen av till exempel Gammarus sp. minskar med ökande förorening kan det förklara varför denna födoorganism generellt minskar i magarna inåt i gradienten (Tabell 4). En sådan förändring i förekomsten kan emellertid inte enkelt användas för att förklara förändringarna i fiskfaunans sammansättning. Gammarus är ju stapelföda för både abborre och gers, men förekomsten av dessa arter i gradienterna förändras på motsatt sätt. En möjlig förklaring är att abborren är känsligare än gersen för någon toxisk eller på annat sätt hämmande substans och därför försvinner från innerområdena. Predationen på vissa byteslag minskar då, vilket möjliggör en ökning av gerspopulationen, eftersom arterna i stor utsträckning har samma födoval.

Att andelen P. affinis i magarna ökar inåt i recipienterna kan verka paradoxalt, då utslagning av mjukbottenfaunan rapporterats från närområdet utanför många cellulosaindustrier. En möjlig förklaring till artens ökade förekomst i fiskmagarna är att syrebrist tvingar upp djuren mot sedimentytan samt upp till grundare bottenar där vattnet är bättre syresatt. Sådana förändringar bör göra vitmärlorna mer tillgängliga som föda för de här undersökta fiskarna.

Dessa resultat visar sålunda att de iakttagna förändringarna i fiskfaunans sammansättning utanför cellulosaindustrierna inte kan förklaras enbart med förändringar i tillgång på lämpliga bytesobjekt. Vissa av de iakttagna födoförändringarna är vidare svåra att förutse enbart från gjorda kvantifieringar av de olika bytesorganismernas förekomst.

SAMMANFATTNING

Maganalyser på abborre, gers, mört, sik och hornsimp från kusten kring Husum, Örnköldsvik, Köpmanholmen, Sundsvall och Norrsundet har utförts.

Abborrens födosammansättning påverkas starkt av dess storlek. Hos små fiskar (<15 cm) dominerar maginnehållet av stora kräftdjur samt insekter (främst Gammarus sp. och mysider respektive chironomider), medan bytesfisk dominerar hos större individer.

Stora kräftdjur (Gammarus sp., Pontoporeia affinis och Corophium volutator) dominerar maginnehållet hos gers. Insekter, främst chironomider men även trichopterer, är också av viss betydelse.

Mörtens föda domineras av mollusker (Macoma balthica, Hydrobiidae, Theodoxus fluviatilis, Lymnea sp.), större kräftdjur (Gammarus sp., C. volutator, Mesidotea entomon) samt växter (huvudsakligen trådalger).

Maganalyser på sik har endast utförts på material från kuststräckan Husum - Sundsvall. Födans sammansättning är mer varierad på grunt än på djupt vatten. På grunt vatten utgörs maginnehållet av stora kräftdjur (främst Neomysis integer, P. affinis, Gammarus sp.), insekter (chironomider) och snäckor. På djupt vatten domineras födan av P. affinis, Mysis relicta och M. mixta, men även M. balthica förekommer regelbundet.

Hornsimpans födoval har också studerats enbart på material från kuststräckan Husum - Sundsvall. Födan domineras starkt av stora kräftdjur (främst M. entomon), men även fisk utgör ett betydande inslag.

Samtliga undersökta områden förorenas av utsläpp från cellulosaindustrier. Bruken i Husum, Köpmanholmen, Sundsvallsbukstens norra del samt Norrsundet är klorblekande sulfatindustrier, medan industrin i Örnsköldsvik är en sulfitfabrik med klorblekning. Utsläppen till södra delen av Sundsvallsbukten kommer från en sulfitfabrik utan klorblekning. I Örnsköldsviks- och Sundsvallsrecipienten finns dessutom annan miljöstörande industri samt eutrofierande kommunala utsläpp. Betydelsen av Gammarus sp. och gastropoder i födan minskar inåt mot industrierna, medan andelen P. affinis, fiskrom och eventuellt M. balthica ökar inåt. Några klara skillnader i födosammansättningarnas förändringar beroende på typ av cellulosaindustri märks inte.

ERKÄNNANDE

Mångas hjälp har möjliggjort detta arbete. Jag vill särskilt tacka personalen på Fiskeristyrelsens utredningskontor i Härnösand, vid Kustvattenenheten, Statens naturvårdsverk, Öregrund och på Askölaboratoriet, Stockholms universitet. Sten Andreasson, Ragnar Elmgren, Peter Karås och Olle Sandström har bidragit med konstruktiv kritik av tidigare manuskript. Undersökningen har finansierats med anslag från projektområdet Miljö/Cellulosa vid Statens naturvårdsverk och från Fiskeristyrelsens utredningskontor i Härnösand.

LITTERATUR

- Cross, J.N., J. Roney och G.S. Kleppel. 1985. Fish food habits along a pollution gradient. Calif. Fish Game 71:28-39.
- Daniel, W.W. 1978. Applied nonparametric statistics. Houghton Mifflin Company, Boston. 510 p.
- Eriksson, U. & O. Bergfors. 1980. Kustundersökningar 1980; Husum, Domsjö, Köpmanholmen. Rapp. K-konsult, Stockholm. December 1980. 33 p. (Stencil.)

- Hansson, S. 1980a. Distribution of food as a possible factor regulating the vertical distribution of fourhorn sculpin (Myoxocephalus quadricornis L.) in the Bothnian Bay. *Ophelia* (suppl.) 1:277-286.
- 1980b. An evaluation of different methods for the determination of food composition of fish. ICES C.M. 1980/F:28, 14 p.
 - 1981. Kustprovfiske med nät i Örnsköldsviksområdet 1980. p. 6-36. Ur Kustundersökningar av fiskbestånd i området Husum - Örnsköldsvik - Köpmanholmen. Red.: S. Andreasson. Fiskerintendenten i nedre norra distriktet. 80 p. (Stencil.)
 - 1982a. Kustprovfiske med nät i Sundsvallsbukten 1981. (English summary: The fish fauna in the Sundsvall area, according to gill net catches in 1981.) Information från Sötvattenlaboratoriet. Drottningholm (10). 27 p.
 - 1982b. Födoval och tillväxt hos sik, abborre, gers, mört och hornsimpa i Luleå skärgård. (English summary: Diet and growth of whitefish, perch, ruffe, roach and fourhorn sculpin in the archipelago of Luleå.) Information från Sötvattenlaboratoriet. Drottningholm (2). 47 p.
 - 1984. Competition as a factor regulating the geographical distribution of fish species in a Baltic archipelago: a neutral model analysis. *J. Biogeography* 11:367-381.
 - 1985. Local growth differences in perch (Perca fluviatilis L.) in a Baltic archipelago. *Hydrobiologia* 121:3-10.
 - B.-E. Bengtsson & A. Bengtsson. 1984. Stomach content in Baltic fourhorn sculpin (Myoxocephalus quadricornis L.) with normal and deformed spinal vertebrae. *Mar. Pollut. Bull.* 15:375-377.
- Karås, P. 1984. Födovallet hos fisk i biotestsjön, Forsmark, under åren 1978 - 83. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1913. 33 p.
- Kautsky, H., B. Widbom & F. Wulff. 1981. Vegetation, macrofauna and benthic meiofauna in the phytal zone of the archipelago of Luleå - Bothnian Bay. *Ophelia* 20:53-77.
- U. Kautsky & S. Nellbring. 1986. Quantitative distribution of plants and animals in the phytobenthos of the receiver of Norrsundet, Bothnian Sea. 11 p. (Manuskript.)
- Landner, L., J. Nilsson & R. Rosenberg. 1977. Assessment of industrial pollution by means of benthic macrofauna surveys along the Swedish Baltic coast. *Vatten* 3:324-379.
- Lowe-McConnell, R.H. 1978. Identification of freshwater fishes. p. 48-83. In *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook No. 3, 3:dje uppl. Ed.: T. Bagenal. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 365 p.
- Lundgren, P. 1982. Sundsvallsbukten, bottenfauna och sedimentundersökningar. Rapport från Limnoconsult 1982-03-20. 48 p. (Stencil.)

- Pearson, T.H. 1980. Marine pollution effects of pulp and paper industry wastes. *Helgoländer Meeresunters.*, 33:340-365.
- Sandström, O. 1986. Pulp mill effluents and fish - a case study. *Publ.Wat.Res.Inst, Finland.* (Under tryckning.)
- Södergren, S. 1976. Ecological effects of heavy metal discharge in a salmon river. *Rep.Inst.Freshw.Res. Drottningholm*, 55:91-131.
- Westling, O. 1979. Bottenundersökningar i havsviken utanför Norrsundets sulfatfabrik under oktober 1979. Rapp. IVL, Aneboda 1979-11-12. 13 p. (Stencil.)

ENGLISH SUMMARY: DIET OF PERCH, RUFFE, ROACH, WHITEFISH AND FOURHORN SCULPIN IN FIVE COASTAL AREAS INFLUENCED BY PULP AND PAPER MILL EFFLUENTS IN THE GULF OF BOTHNIA.

The diets of perch, ruffe, roach, whitefish and fourhorn sculpin caught along the coast off Husum, Örnköldsvik, Köpmanholmen, Sundsvall and Norrsundet have been analysed.

The diet of perch is strongly influenced by the size of the fish. Perch smaller than 15 cm have mainly crustaceans (Gammarus sp. and mysids) and insects (predominantly chironomids) in their gut. Among larger specimens, fish is the dominating prey.

Crustaceans (Gammarus sp., Pontoporeia affinis and Corophium volutator) are the main prey of ruffe, but insects (largely chironomids but also trichopterans) are also of some significance.

The stomach contents of roach are dominated by molluscs (Macoma balthica, Hydrobiidae, Theodoxus fluviatilis, Lymnea sp.), crustaceans (Gammarus sp., C. volutator, Mesidotea entomon) and plants, mainly filamentous algae.

Whitefish had a more diverse diet in shallow water than in deep water. In shallow water, crustaceans (Neomysis integer, P. affinis and Gammarus sp.), insects (mainly chironomids) and gastropods dominated the stomach contents. In deeper water, P. affinis, Mysis relicta and M. mixta were the most abundant prey. In addition to these, M. balthica occurred regularly.

The diet of fourhorn sculpin was strongly dominated by crustaceans, M. entomon in particular. Fish also constituted a significant proportion of the stomach contents.

All the areas studied were influenced by effluents from pulp and paper mills. The Örnköldsvik and Sundsvall areas are also polluted by other industries and by domestic sewage. In general, the closer to the pulp and paper mills the fish were caught, the smaller was the proportion of Gammarus sp. and gastropods in the stomach contents. The reversed tendency was observed for P. affinis, fish roe and possibly also for M. balthica.