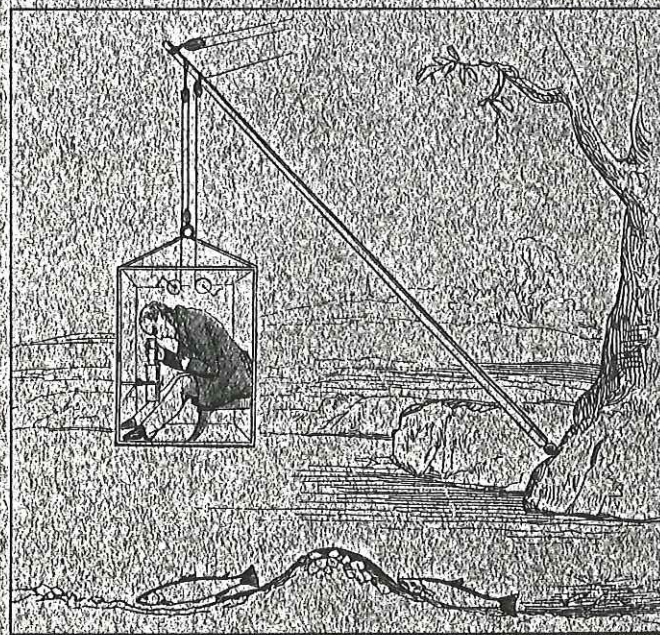


Långstyrelsen förköpning
1998-12-01
Dnr

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



BJÖRN ANDERSSON

Abborrens näringsval i försurade västkustsjöar

ABBORRENS NÄRINGSVAL I FÖRSURADE VÄSTKUSTSJÖAR

Björn Andersson

I.	INLEDNING	2
II.	MILJÖBESKRIVNING	2
III.	MATERIAL OCH METODER	3
IV.	RESULTAT	4
	a) Födovalsgruppernas fördelning	4
	b) Fördelningen av pupper och larver i gruppen "myggor"	5
	c) Andelen <i>Bythotrephes longimanus</i> av fångade små plankton	5
V.	DISKUSSION AV ABBORRENS NÄRINGSVAL	6
	a) Bytesdjurens pH-beroende	6
	b) Effekten av selektiv predation	6
VI.	DISKUSSION OM MYGGLARVERS OCH MYGGPUPPORS FÖRDELNING	7
VII.	LITTERATUR	7
VIII.	SUMMARY: FOOD SELECTIVITY OF PERCH (<i>PERCA FLUVIATILIS</i> L.) IN ACIDIFIED LAKES ON THE WEST COAST OF SWEDEN	8

I. INLEDNING

Sommaren 1971 gjordes i Fiskeristyrelsens regi en limnologisk undersökning omfattande 50 st västkustsjöar. Syftet var att ur flera synvinklar undersöka försurningens inverkan på sjöarna och deras levande organismer. En redogörelse för projektet har nyligen publicerats (Almer 1972).

Föreliggande arbete omfattar en delundersökning i detta projekt. Syftet är att med hjälp av maganalyser på abborre från försöks-sjöarna söka utröna huruvida sjöns pH-värde påverkar abborrens näringsval. Undersökningar över hur gäddans födoval ändras vid en pH-sänkning finns redovisade i litteraturen (Hultberg - Stenson 1970).

Problematiken kring den tilltagande försurningen är alltför komplex för att här närmare beröras. Fenomenet torde till allra största delen bero på användningen av svavelhaltiga oljor som värme- och energikälla. De vid förbränningen bildade svaveloxiderna ingår lätt föreningar med det atmosfära vattnet. Denna process resulterar i ett ökat nedfall av svavelsyrlighet och svavelsyra. Sjöar med låg koncentration av lösta salter och låg kalkhalt har alltför låg buffertkapacitet för att stå emot försurningen. Resultatet blir att pH-värdet snabbt sjunker till värden som är skadliga för många av de levande organismerna (SOU 1967: 43).

II. MILJÖBESKRIVNING

De sjöar som undersökts är samtliga belägna i västkustregionen inom N-, O- och P-län. Varje sjös geografiska läge framgår av kartskissen (Fig. 1). Sjöarna faller inom sex geografiska områden, benämnda: Strömstad, Uddevalla (=Brofjorden), Stenungsund, Göteborg, Väröbacka och Halmstad. Inom varje område har sjöarna valts så att en varierande pH-skala finns representerad. Av de 50 sjöarna, som från början ingick i undersökningen, saknades fångst helt i Karshultssjön i Väröbackaområdet och St. Holmevattnen i Stenungssundsområdet. Under september undersöktes ytterligare en sjö, nämligen Lilla Skarsjön vid Ljungskile. Denna undersökning är sålunda baserad på abborrar från 49 sjöar av skiftande karaktär. En uppställning av dessa med vissa data finns i Tabell 1. Sjöarna har grupperats i fyra pH-intervall enligt Tabell 2a.

III. MATERIAL OCH METODER

Fisket, som utfördes av B. Almer bedrevs med hjälp av 36 m långa och 1,5 m djupa översiktsnät under tiden 13/7 - 31/8 1971. Näten var uppdelade i 12 nätsektioner enligt mönstret: 60, 10, 20, 14, 28, 12, 18, 48, 24, 16, 8 och 36 v/a. Näten möjliggjorde fångst av såväl unga som vuxna fiskar. Redskapen vilka stod ute över natten, lades dels vid stranden, dels i det fria vattnet. Fisket inriktades på att fånga 100 st abborrar i varje sjö, vilket inte alltid lyckades. Den fångade abborren mättes och vägdes och ett antal konserverades för senare maganalyser (Almer 1972). Det totala antalet fiskar var 825. Dessa var fördelade på de 49 sjöarna enligt Tabell 1. Som konserveringsmedel hade använts etanol och formalinlösningar. Flertalet fiskar var med ett snitt öppnade i buken, vilket underlättade konserveringsmedlets inträngande till matsmältningskanalen.

Den första åtgärden med fiskarna var att mäta och väga dem. Samtidigt frampreparerades mage och tarm för analys. Vid vägningen användes en 300 g Pesola fjädervåg och vid mätningen en specialkonstruerad mätbräda. Eftersom stjärtfenan i en del fall var reducerad och i andra fall demolerad, mättes längden från sidolinjens bakersta del till underkåkens spets. (Fig. 2a.)

Analyserna har i första hand utförts på ventrikelinnehållet. Därvid avskildes ventrikeln från duodenum enligt Fig. 2b. Innehållet i varje mage bestämde så noggrant som möjligt. I många fall var släktet, familjen eller t o m ordningen den taxonomiska enhet som var möjlig att nå på grund av födoobjektens olika grad av nedbrytning. Varjetaxon bestämde till antal. Denna noggranna indelning av materialet har inte använts vid översikten, utan då har födan indelats i sju st födovalsgrupper enligt Tabell 2c. Inom dessa födovalsgrupper har antalet överförs till en volymsparameter, och metoden som använts är alltså en kombination av "number method" och "volume method" (Hynes 1950). Att inte volymen mättes direkt har sin orsak i svårigheterna att bestämma volymen på små enstaka födoenheter. Transformationen har i princip tillgätt så, att ett visst antal individ ur den aktuella födovalsgruppen räknats upp i ett provrör, där volymen av dessa markerats, volymen har därefter bestämts med hjälp av differensvägning med vatten. Ur dessa volymer har en genomsnittsvolym per individ beräknats. De aktuella siffrorna finns i Tabell 2d.

Vad beträffar plankton har en något annorlunda metod använts. Då förfärdigades redan från början teströr, på vilka volymen för ett visst antal individ markerats. Vid undersökningen fylldes röret på, och antalet individ skattades mot markeringen. Teströren har direkt använts vid volymsbestämningen. Rör kom till användning vid följande taxa: "Blandplankton", Leptodora, Chaoboruslarver, Chironomidlarver och Asellus. Metoden har alltså i vissa fall även använts på större födoobjekt. Då små plankton av skilda arter förekom, uttogs ett sample om ca 50 individ, varur proportionen förekommande taxa beräknades.

För att överföra födovalsgruppen fisk till en volymsskala, har en kurva över fångade abborrars vikt avsatta mot dess längd använts (Fig. 3). Kurvan har extrapolerats mot origo, för att möjliggöra viktsbestämningar av fiskar kortare än de minsta abborrarna, som analyserats. Fiskarnas densitet har antagits vara $\approx 1 \text{ g/cm}^3$, varför varje gram ansetts motsvara volymen 1000 mm^3 . Denna transformation har möjliggjorts av att längden på all bytesfisk noterats i primärprotokollet.

Tarmkanalen har endast undersökts i de fall magen varit tom på föda och då oklarheter förelegat om maginnehållet. Samtliga tarmanalyser är rent kvalitativa, och inget tarminnehåll har medtagits i beräkningarna.

IV. RESULTAT

a) Födovalsgruppernas fördelning

Eftersom abborren i likhet med de flesta andra fiskar ändrar sitt födoval under tillväxten, grupperades materialet i fyra storleksklasser enligt Tabell 2b. Skillnaden i födoval hos de större och mindre fiskarna kunde lätt anas redan vid primärgenomgången. Inom storleksklasserna har födovalsgruppernas frekvens beräknats för varje pH-intervall. Tabeller över fördelningen finns i Tabellen 3a-d. Stapeldiagram med pH-satserna införda finns i Fig. 4a och b. Fördelningen i pH-intervall IV kan anses utgöra en bild av abborrens naturliga födoval. De däri funna principerna överensstämmer gott med vad som tidigare finns redovisade i litteraturen (Aln 1922 och Allen 1935). I de surare sjöarna utnyttjar fiskarna en föda, som inte överensstämmer med den för arten normala. Små plankton t ex har i de icke försurade sjöarna förlorat sin betydelse som föda redan i storleksklass II, medan de utgör en icke föraktlig procent av födan för fiskar över 20 cm i de sura sjöarna. Ett annat faktum som är direkt iögonenfallande, är den relativt stora betydelsen av buksimmare (Corixa) i de surare vattenen. I vissa sjöar dominerade de helt, och annan föda förekom endast undantagsvis. Totalt fanns i pH-intervall I 471 st, medan det i de övriga tre intervallen tillsammans endast fanns tre st. Fisk har stor betydelse som föda redan i storleksklass II då pH-värdet i vattnet är något så när normalt. Gruppen utgår så gott som fullständigt i de lägre intervallen. Visserligen upptar fisk 50% av födan i storleksklass IV, pH-intervall I, men det är en skenbar dominans. Hela den siffran går, som framgår av tabellerna, tillbaka på en enda bytesfisk. Denna hade dock en längd av 8 cm vilket ger en volym av 8000 mm^3 . I den relativt lilla gruppen utgjorde detta ungefär hälften av den totala födovolymen. Det är med tanke på detta som den fristående stapeln i Fig. 4b konstruerats. Den visar alltså födans fördelning i pH-intervall I, storleksklass IV, då denna fisk är borträknad.

Gruppen "övrigt" som till största delen består av vattengråsuggor (Asellus aquaticus), har största betydelsen i pH-intervall II, speciellt för de större abborrarna.

Grupperna "myggor" och "övriga insekter" visar ingen klar dominans för någon grupp. Man ser dock, att de i likhet med små plankton ingår i den normala dieten för de smärre abborrarna, och att de större abborrarna i de surare sjöarna gärna tillgriper dem som föda. "Stora plankton" är dock en grupp för vilken det är svårare att se någon genomgående tendens.

b) Fördelningen av puppor och larver i gruppen "myggor"

Den grupp som här benämns myggor består, som framgår av Tabell 2c, av några olika myggtaxa. Den helt dominerande gruppen har dock varit Chironomidae. De flesta myggrupper fanns representerade både som larver och puppor. Båda dessa stadier är i de här aktuella fallen akvatiska. Den procentuella fördelningen mellan de båda metamorfostadierna beräknades och tabellerades. (Tabell 4a.) Någon genomgående trend för skillnaden är dock svår att få fram om man jämför de olika pH-intervallen. Att märka är dock att de båda yttergruppernas fördelning är så vitt åtskilda. Vid ett χ^2 -test på fyrfältsbasis visade det sig att de båda intervallerna uppvisar signifikant skillnad även på 99,9%-nivå.

c) Andelen Bythotrephes longimanus av fångade små plankton

Bythotrephes longimanus är en cladocer, som är en av de allra största i gruppen små plankton. Vissa invändningar kan kanske göras mot att över huvud taget placera arten där, men Chaoborus-larverna och Leptodora kindtii står i en absolut särklass i fråga om storlek på plankton. Båda dessa blir gärna över 10 mm i längd, medan Bythotrephes longimanus inte blir mer än hälften så lång, även om man räknar med det långa caudala sprötet (Mandahl - Barth 1956).

Vissa tendenser till preferens för arten som föda i de sura sjöarna kunde skönjas vid primärgenomgången, varför en noggrannare undersökning genomfördes med avseende på den procentuella andelen Bythotrephes av den konsumerade mängden små plankton. Resultatet av den beräkningen finns i Tabell 4b.

Om man ser till de procentsatser som belyser förhållandet i hela pH-intervallen, finner man att Bythotrephes longimanus går mot en klar dominans som föda i gruppen, då försurningen fortskrider. I samband med detta kan nämnas, att dessa tendenser inte märks så tydligt då man ser till de planktonanalyser som gjorts i samtliga sjöar. Den undersökningen visar över huvud taget ingen dominans för arten. Endast i en sjö har förekomsten kunnat karaktäriseras som riklig. Fyra sjöar har ett bestånd som sägs vara mindre rikligt, medan ytterligare två har ett sparsamt bestånd. Gemensamt för dessa är, att de samtliga har ett pH-värde som understiger 5,5. I övriga sjöar har man inte gjort några fynd av arten. Detta, att sällsynta arter uppträder i större mängd som föda, än som motsvarar förekomsten, är något som även kan ses hos andra något så när stora zooplankton (Ekström - Hörnström brev- och muntlig information).

V. DISKUSSION AV ABBORRENS NÄRINGSVAL

a) Bytesdjurens pH-beroende

Orsakerna till att abborrens näringsval ändras så markant då sjöarnas pH-värde sjunker, går ej att sammanfatta i en enkel formel. Hela detta problemkomplex är som ett mönster där orsaker och verkan är så intimt sammanflätade, att det är svårt att avgöra vad som är vad. Några riktlinjer märks dock. Den primära och kanske enklaste utgöres av det faktum, att vissa bytesdjur ej klarar en försurning, medan andra åter drar viss fördel därav. Predatorerna, i detta fall abborrarna, blir givetvis hänvisade till att använda den föda som finns. Att märka är att abborren, till skillnad från vissa salmonider, ej är fixerad till en viss födoorganism, utan lätt lägger om sin diet då betingelserna ändras (Kjellberg 1971). Som ett bra exempel på denna form av beroende kan födovalsgruppen "fisk" tjäna. Försurningen, liksom de flesta andra miljöförändringar, slår hårdast på djurens fortplantning. Abborrens reproduktion blir störd i intervallet 4,1 - 4,8, men adulta fiskar kan leva i intervallet 3,5 - 4,0. Den andra artbestämda bytesfisken, mört, visar en liknande tendens. Gränsen för en lyckad mörtreproduktion ligger strax under pH 5,5 medan vuxen mört kan leva inom intervallet 3,5 - 4,0 (Almer 1972; och EIFAC 1969). Det är att märka att fisken, som lever nära det lägre extremvärdet, tidigare måste ha genomgått en period av aklimatisering och gradvis tillvänjning. I det intervall som ligger mellan reproduktionsgräns och letal gräns, utvecklas inom loppet av några få år ett storväxt bestånd av fisk, som inte är lämpligt som föda ens för de allra största abborrarna. Dessa tvingas då söka sin föda i andra grupper. De storväxta fiskarna har dock kvar den potentiella förmågan att utnyttja andra fiskar som föda. Den tidigare berörda fisken i storleksklass IV, pH-intervall I visar, att då en lämplig bytesfisk dyker upp, kan den utnyttjas som föda också i de surare vattnen.

b) Effekten av selektiv predation

De klassiska limnologiska teorierna har i princip gått ut på ett slags hierarkiskt beroende mellan organismerna som endast går i en riktning mellan trofinivåerna. Enligt dessa teorier skulle alltså fiskarna i en sjö vara beroende av sin miljö, medan det omvända förhållandet inte erkändes. Under 1950-talet började man dock intressera sig för om inte fiskarna också påverkar sin miljö (Hrbáček 1959 och Hrbáček, Dvořáková, Kořínek och Procházková 1961.) En översikt över denna moderna forskning finns publicerad (Milbrink 1971). En modell konstruerad på grundval av dessa teorier, skulle kunna förklara exempelvis *Asellus aquaticus*' något sneda fördelning. Man kan anta att predationstrycket på arten är stort i de normala vattnen. En pH-sänkning leder till att en stor del av fiskpopulationen slås ut. Som en direkt följd av det minskade predationstrycket, sker en snabb uppblomstring av arten. De kvarvarande fiskarna äter givetvis av överflödet, varför *Asellus* ökar i födan. Att arten sedan går mot en ny nedgång kan måhända bero på att dessa låga pH-värden direkt påverkar arten i negativ riktning. En likartad mekanism skulle kunna användas för att söka en förklaring på den enorma förekomsten av *Corixa* i de surare sjöarna.

Siffrorna från Bythotrephesundersökningen talar inte heller emot dessa teorier. Denna relativt stora planktonart visade en högre frekvens i de surare sjöarna (Ekström - Hörnström, brevinformation). En undersökning har gjorts på planktonpredation av *Alosa pseudoharengus*, en staksillsläkting vars engelska namn är "alewife". Denna undersökning pekar på att fisken selektivt beskattar planktonbeståndet med en klar preferens för de större arterna. (Brooks - Dodson 1965.) Att så skulle vara fallet även vad beträffar abborren, styrks av resultatet av Bythotrephesundersökningen. De stora skillnaderna mellan den funna frekvensen i magarna och den funna frekvensen i sjöarna kan bäst förklaras med att arten är utsatt för en selektiv predation. Med andra ord, abborren snappar i första hand efter de sparsamt förekommande större cladocererna och låter de talrikare men mindre släktingarna vara. Ett sådant jaktbeteende kan etologiskt lätt förklaras med hjälp av teorier om tröskelvärden och retningssummation.

VI. DISKUSSION OM MYGGLARVERS OCH MYGGPUPPORS FÖRDELNING

Det är mycket svårt att se något enhetligt mönster i förekomsten av myggor i de olika intervallen. Detta kan i viss mån förklaras av fördelningen mellan puppor och larver i de olika miljöerna. Den signifikanta skillnaden i fördelning mellan pH-intervallen I och IV, kan tyda på att en förskjutning av artsammansättningen skett. Eftersom alla fångster är gjorda inom loppet av några få veckor och inte styrts av något pH-beroende tidsschema, får man utgå från att samtliga fångster är spridda över ett likartat tidsintervall i de olika pH-områdena. En förklaring till differenserna kan alltså vara att metamorfosen för myggorna är tidigarelagd i de surare sjöarna på grund av en sådan artförskjutning. Detta behöver dock inte vara fallet. Även i detta fall kan man söka sin förklaring i de ändrade predationsförhållandena. Det minskade predationstrycket på pupporna leder till en högre puppabundans, vilket omedelbart visar sig i en ökad nyttjandefrekvens bland de kvarvarande abborrarna. Tydligt föredrar abborren att söka sin föda i frivattnet framför att rota i bottenlammet efter chironomidlarver. Man får även räkna med att en minskad predation på larver leder till att antalet puppor ökar.

VII. LITTERATUR

- Allen, K.R. 1935. The food and migrations of the perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 4(2): 264-273.
- Alm, G. 1922. Bottenfaunan och fiskets biologi i Yxtasjön. *Medd. K. Lantbr.styr.* 236 (Nr 2 1922). 186 pp.
- Almer, B. 1972. Försurningens inverkan på fiskbestånd i västkustsjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, (12). 47 pp.

- Brooks, J.L. and S.I. Dodson, 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150: 28-35.
- EIFAC:s arbetsgrupp 1969. Kriterium för vattenkvalitet för europeiska insjöfiskar. Om extrema pH-värden och sötvattensfisket. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, (2). 29 pp.
- Hrbáček, J. 1959. Density of the fish population as a factor influencing the distribution and speciation of the genus "Daphnia". XVth Int.Congr.Zool.London 794-795.
- M. Dvořáková, V. Kořínek and L. Procházková, 1961. Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. *Verh.int.Ver.Limnol. XIV*: 192-195.
- Hultberg, H. och J. Stenson, 1970. Försurningens effekter på fiskfaunan i två bohusländska småsjöar. *Fauna och Flora* 65(1): 11-20.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklobacks (*Gasterosteus aculatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J.Anim.Ecol.* 19: 36-58.
- Kjellberg, G. 1971. Ett tusenbrödrabestånds (*Perca fluviatilis*) näringsekologi i en mindre skogstjärn. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, (4). 105 pp.
- Mandahl-Barth, G. 1956. Vad jag finner i sjö och å. Almqvist & Wiksell Förlag AB. 108 pp.
- Milbrink, G. 1971. Fiskpredation och eutrofiering - en litteraturöversikt. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, (10). 22 pp.
- SOU, 1967:43. Jordbruksdepartementet. Miljövärdhetsforskning.

VIII. SUMMARY: FOOD SELECTIVITY OF PERCH (PERCA FLUVIATILIS L.)
IN ACIDIFIED LAKES ON THE WEST COAST OF SWEDEN

The objective of the present paper was to examine presumed changes in the food composition of perch in lakes subjected to recent acidification, which emanates from sulphuric acid in the precipitation.

The material analysed (825 preserved specimens from 49 different lakes) was collected by the Fishery Board.

These lakes represent a great variability in terms of pH. The perch were divided in four size groups and the stomach contents of each specimen was analysed qualitatively and quantitatively.

The results indicate that fish which make up the bulk of food for adult perch are replaced by various invertebrates at a decreasing pH. With a moderate decrease the water hog-louse (Asellus aquaticus) appears of major importance, whereas its place is taken by Corixa bugs in the most acidified lakes. These latter invertebrates are normally absent in the food of adult perch. Also, plankton account for a substantial share of the stomach contents. The reasons for these changes are manifold, but two factors are primarily discussed in this paper, viz. the effect of the acidification on the prey populations and the elimination of certain species by selective predation in a "normal" lake.

Tabell 1. Översikt av undersökta sjöar.

Sjö	pH juli-aug 1971	Nr	Antal abborrar	Geogr. område
Surtesjön	4,4	O 107	3	Göteborg
Kroksjön	4,5	N 100	7	Göteborg
St. Lövsjön	4,6	P 44	11	Göteborg
St. Skarsjön	4,6	O 67	7	Uddevalla
Högsjön	4,65	P 87	20	Väröbacka
Lilla Skarsjön	4,7 ^x	-	13	Uddevalla
S. Boksjön	4,7	P 1	18	Strömstad
Stockasjön	4,9	P 64	22	Göteborg
St. Härsjön	4,9	O 110	13	Göteborg
Västersjön	4,9	O 93	11	Stenungsund
Storsjön	4,9	O 96	23	Stenungsund
Mällsjön	4,9	O 54	20	Uddevalla
Bossjön	5,0	N 30	14	Väröbacka
Skällingesjön	5,0	N 7	12	Väröbacka
Ålevatten	5,1	O 85	19	Stenungsund
Nordvammssjön	5,1	O 14	19	Strömstad
Rishagerödvatten	5,15	O 79	19	Stenungsund
Buvattnet	5,2	O 49	19	Uddevalla
St. Neden	5,35	N 8	12	Väröbacka
N. Trästickeln	5,35	O 46	18	Uddevalla
Vattnerödssjön	5,35	O 47	16	Uddevalla
Skottesjön	5,4	P 3	13	Strömstad
Ned. Bolsjön	5,4	O 13	20	Strömstad
Rotehagssjön	5,5	O 21	22	Strömstad
Skavsjön	5,5	N 77	13	Halmstad
Valsjön	5,6	P 55	20	Stenungsund
Digeshultasjön	5,6	N 71	12	Halmstad
Ören	6,0	P 61	23	Göteborg
Holmesjön	6,0	P 40	17	Uddevalla
Vibosjön	6,0	P 59	32	Göteborg
Korungerödstjärn	6,0	O 19	18	Strömstad
Mjålasjön	6,3	N 76	21	Halmstad
Sävserödssjön	6,3	N 79	11	Halmstad
Gyltigesjön	6,4	N 78	17	Halmstad
Häljerödssjön	6,45	O 69	16	Uddevalla
Lille-Väktor	6,5	O 77	14	Stenungsund
Lövsjön	6,6	N 88	15	Väröbacka
Deromesjön	6,65	N 10	12	Väröbacka
Hyltesjön	6,65	N 74	20	Halmstad
Tvetvattnet	6,7	O 4	21	Strömstad
L. Hålsjön	6,8	P 68	17	Göteborg
Färingen	6,85	O 7	27	Strömstad
St. Skärsjön	7,0	N 84	17	Halmstad
Björkasjön	7,0	N 4	17	Väröbacka
Gunnerödvattnet	7,2	O 51	16	Uddevalla
Hålsjön	7,25	P 52	19	Stenungsund
Antorpa sjö	7,3	N 54	16	Halmstad
Grind	7,35	O 57	13	Uddevalla
Utby Lång	7,45	O 78	30	Stenungsund

Tabell 2.

a)	Sjöarnas indelning i pH-intervall	
pH-intervall I	- 4,95	11 st
pH-intervall II	4,95 - 5,55	14 st
pH-intervall III	5,55 - 6,55	11 st
pH-intervall IV	6,55 -	13 st
b)	Abborrarnas indelning i storleksklass	
Storleksklass I	- 9,95 cm	
Storleksklass II	9,95 - 14,95 cm	
Storleksklass III	14,95 - 19,95 cm	
Storleksklass IV	19,95 -	cm
c)	Födovalsenheternas indelning i födovalsgrupper	
Små plankton:	(Bosmina, Ceriodaphnia, Holopedium, Daphnia, Bythotrephes, Sida, Eurycercus och Copepoder)	
Stora plankton:	(Chaoboruslarver och Leptodora kindtii)	
Myggor:	(Chaoboruspupp, Chironomidae, Ceratopogonidae, Culex)	
Corixa:	(Både imagines och larvae)	
Övriga insekter:	(Alla övriga insekter, både imagines och larvae. OBS! Även vissa terrestra element)	
Fisk:		
Övrigt:	(Ex.: Asellus aquaticus i stor majoritet, Nematoda, Pisidium, Hydrachnidae, Argyoneta mm.)	
d)	Beräkningsgrunder för transformation antalvolym	
Små plankton:	200 st = 179 mm ³	Transformationsfaktor: 0,9
Stora plankton:	100 st = 285 mm ³	Transformationsfaktor: 2,9
Myggor:	50 st = 239 mm ³	Transformationsfaktor: 4,8
Corixa, Övrigt,		
Övriga insekter:	100 st = 1327 mm ³	Transformationsfaktor: 13,3
	Antal X Transformationsfaktor = Volym i mm ³	

Tabell 3a. Födoenheternas fördelning inom storleksklass I.

	pH-intervall I						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	1990	32	200	7	26	-	-
Volym (mm ³)	1791,0	92,8	960,0	93,1	345,8	-	-
Avrundad volym (mm ³)	1790	90	960	90	350	-	-
%	55	3	29	3	10	-	-
	pH-intervall II						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	3474	180	83	2	16	-	4
Volym (mm ³)	3126,6	522,0	398,4	26,6	212,8	-	53,2
Avrundad volym (mm ³)	3130	520	400	30	210	-	50
%	72	12	9	1	5	-	1
	pH-intervall III						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	3885	339	72	-	19	-	-
Volym (mm ³)	3496,5	983,1	345,6	-	252,7	-	-
Avrundad volym (mm ³)	3500	980	350	-	250	-	-
%	69	19	7	-	5	-	-
	pH-intervall IV						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	2638	25	547	-	28	-	19
Volym (mm ³)	2374,2	72,5	2625,6	-	372,4	-	252,7
Avrundad volym (mm ³)	2370	70	2630	-	370	-	250
%	42	1	46	-	7	-	4

Tabell 3b. Födoenheternas fördelning inom storleksklass II.

	pH-intervall I						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	3287	409	1010	35	236	-	16
Volym (mm ³)	2958,3	1186,1	4848,0	465,5	3138,8	-	212,8
Avrundad volym (mm ³)	2960	1190	4850	470	3140	-	210
%	23	9	37	4	25	-	2

	pH-intervall II						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	6319	204	1186	-	269	-	139
Volym (mm ³)	5687,1	591,6	5692,8	-	3577,7	-	1848,7
Avrundad volym (mm ³)	5690	590	5690	-	3580	-	1850
%	33	3	33	-	21	-	10

	pH-intervall III						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	6291	1842	657	1	225	1	28
Volym (mm ³)	5661,9	5341,8	3153,3	13,3	2992,5		372,4
Avrundad volym (mm ³)	5660	5340	3150	10	2990	500	370
%	31	30	17	0	17	3	2

	pH-intervall IV						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	1096	462	1095	-	75	12	53
Volym (mm ³)	986,4	1339,8	5256,0	-	997,5		704,9
Avrundad volym (mm ³)	990	1340	5260	-	1000	11200	700
%	5	7	25	-	5	55	3

Tabell 3c. Födoenheternas fördelning i storleksklass III.

	pH-intervall I						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	3490	190	717	84	331	-	19
Volym (mm ³)	3141,0	551,0	3441,6	1117,2	4402,3	-	252,7
Avrundad volym (mm ³)	3140	550	3440	1120	4400	-	250
%	24	4	27	9	34	-	2
	pH-intervall II						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	7854	114	1096	-	133	-	363
Volym (mm ³)	7068,6	330,6	5260,8	-	1768,9	-	4827,9
Avrundad volym (mm ³)	7070	330	5260	-	1770	-	4830
%	37	2	27	-	9	-	25
	pH-intervall III						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	4	-	55	-	150	7	9
Volym (mm ³)	3,6	-	264,0	-	1995,0		119,7
Avrundad volym (mm ³)	0	-	260	-	2000	6700	120
%	0	-	3	-	22	74	1
	pH-intervall IV						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	581	2	237	-	36	14	2
Volym (mm ³)	522,9	5,8	1137,6	-	478,8		26,6
Avrundad volym (mm ³)	520	10	1140	-	480	39700	30
%	1	0	3	-	1	95	0

Tabell 3d. Födoenheternas fördelning i storleksklass IV.

	pH-intervall I						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	1902	56	47	345	89	1	-
Volym (mm ³)	1711,8	162,4	225,6	4588,5	1183,7		-
Avrundad volym (mm ³)	1710	160	230	4590	1180	8000	-
%	11	1	2	29	7	50	-

	pH-intervall II						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	30	-	49	-	2	-	6
Volym (mm ³)	27,0	-	235,9	-	26,6	-	79,8
Avrundad volym (mm ³)	30	-	240	-	30	-	80
%	8	-	63	-	8	-	21

	pH-intervall III						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	-	-	-	-	-	1	-
Avrundad volym (mm ³)	-	-	-	-	-	1000	-
%	-	-	-	-	-	100	-

	pH-intervall IV						
	Små plankton	Stora plankton	Myggor	Corixa	Övriga insekter	Fisk	Övrigt
Antal	-	-	-	-	-	5	-
Avrundad volym (mm ³)	-	-	-	-	-	25200	-
%	-	-	-	-	-	100	-

Tabell 4.

a) Fördelning av larver och puppor inom gruppen "MYGGOR"

pH-intervall	I	II	III	IV
Antal larver	1001 (51%)	864 (35%)	493 (63%)	1370 (72%)
Antal puppor	973 (49%)	1550 (65%)	291 (37%)	509 (28%)

b) Andelen *Bythotrephes longimanus* av uppätta små plankton

Storleksklass	pH-intervall I				
	I	II	III	IV	Tot
Antal <i>Bythotrephes</i>	409	2326	6102	1092	9929
Antal små plankton	1990	4131	6390	1902	14413
% <i>Bythotrephes</i>	21	56	96	58	69

Storleksklass	pH-intervall II				
	I	II	III	IV	Tot
Antal <i>Bythotrephes</i>	1	1699	3027	30	4757
Antal små plankton	3474	5475	4954	30	13933
% <i>Bythotrephes</i>	0	31	61	100	34

Storleksklass	pH-intervall III				
	I	II	III	IV	Tot
Antal <i>Bythotrephes</i>	0	0	0	0	0
Antal små plankton	3885	6291	4	0	10180
% <i>Bythotrephes</i>	0	0	0	-	0

Storleksklass	pH-intervall IV				
	I	II	III	IV	Tot
Antal <i>Bythotrephes</i>	0	20	0	0	20
Antal små plankton	2638	1096	581	0	4315
% <i>Bythotrephes</i>	0	2	0	-	0

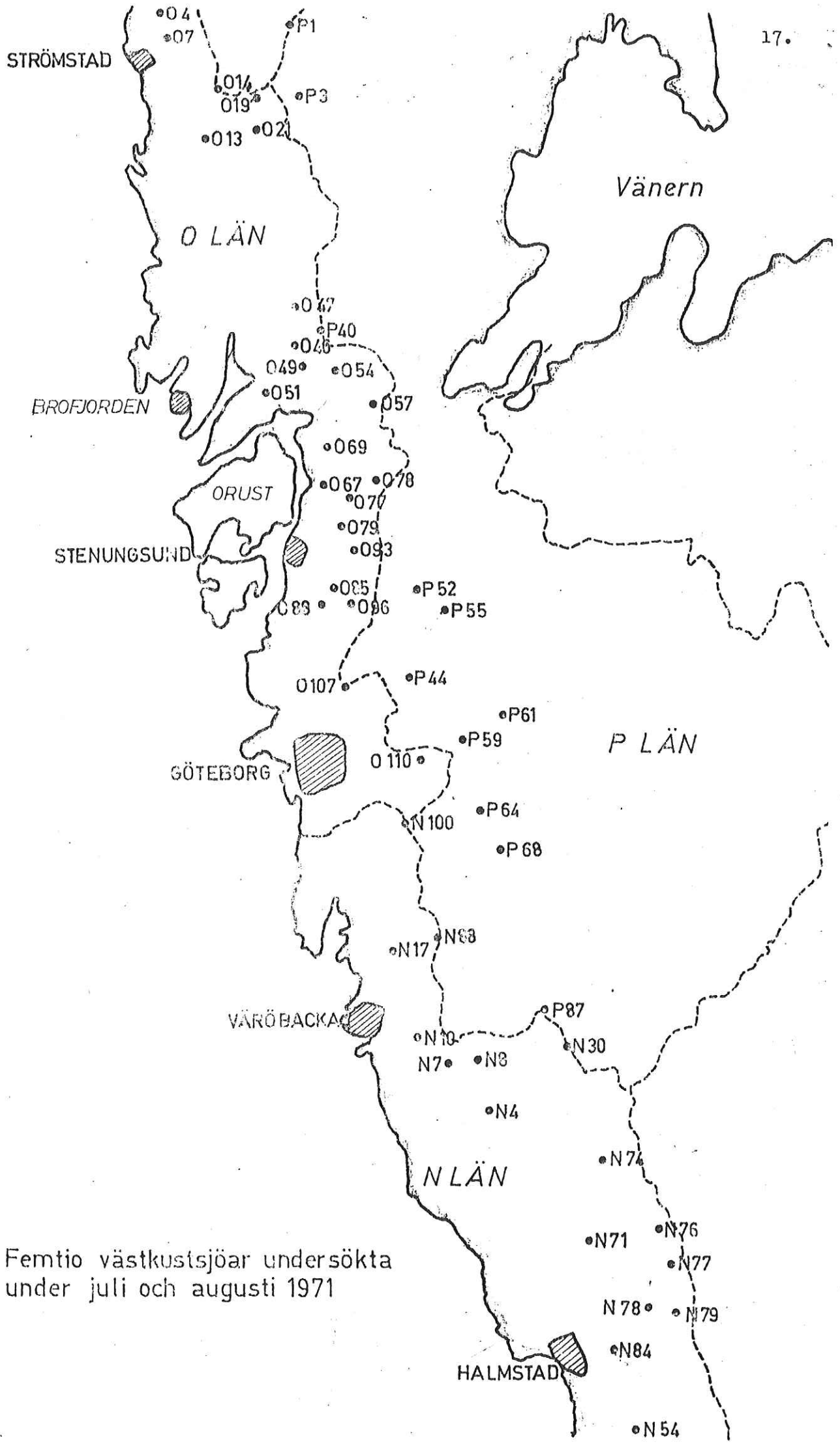
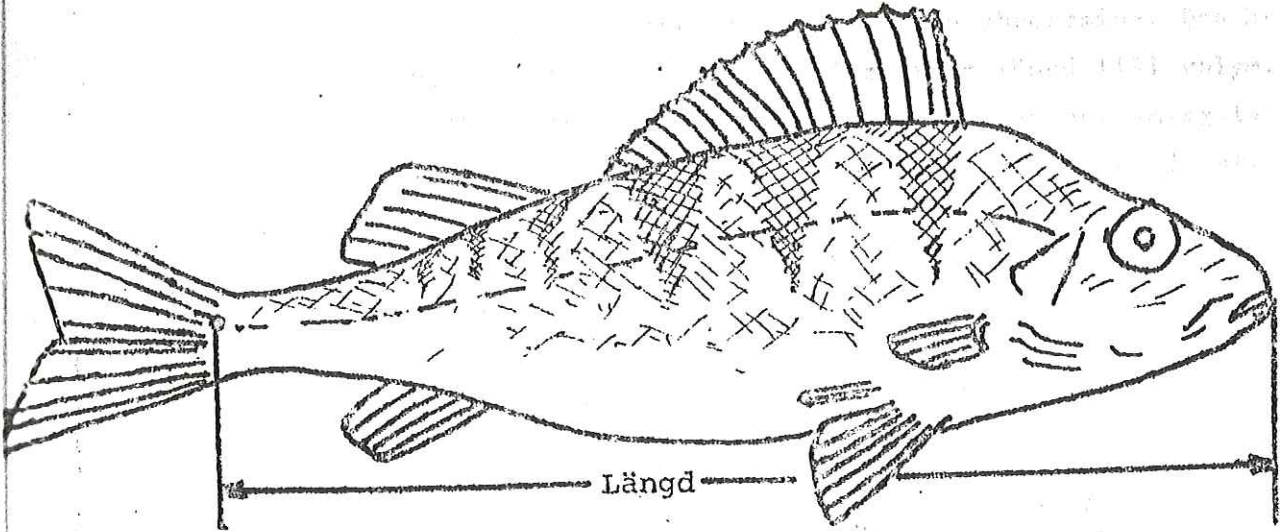


Fig.1 Femtio västkustsjöar undersökta under juli och augusti 1971

a/



b/

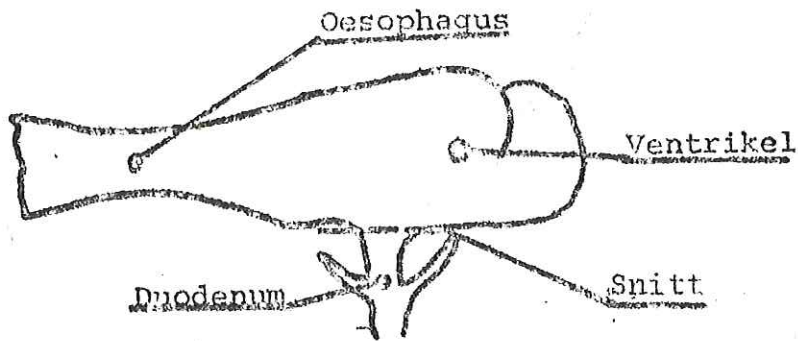


Fig. 3

Längd - viktkurva för fisk

Kurvan är baserad på mätvärden för de fångade abborrharna. Den har använts för att kunna föra över bytesfiskarnas längd till volym. Volymen har utlästs ur vikten genom att densiteten har antagits vara ca 1 g/cm^3 . Volymbestämningen har varit nödvändig för att kunna jämföra fisk som föda med de övriga födovalsgrupperna.

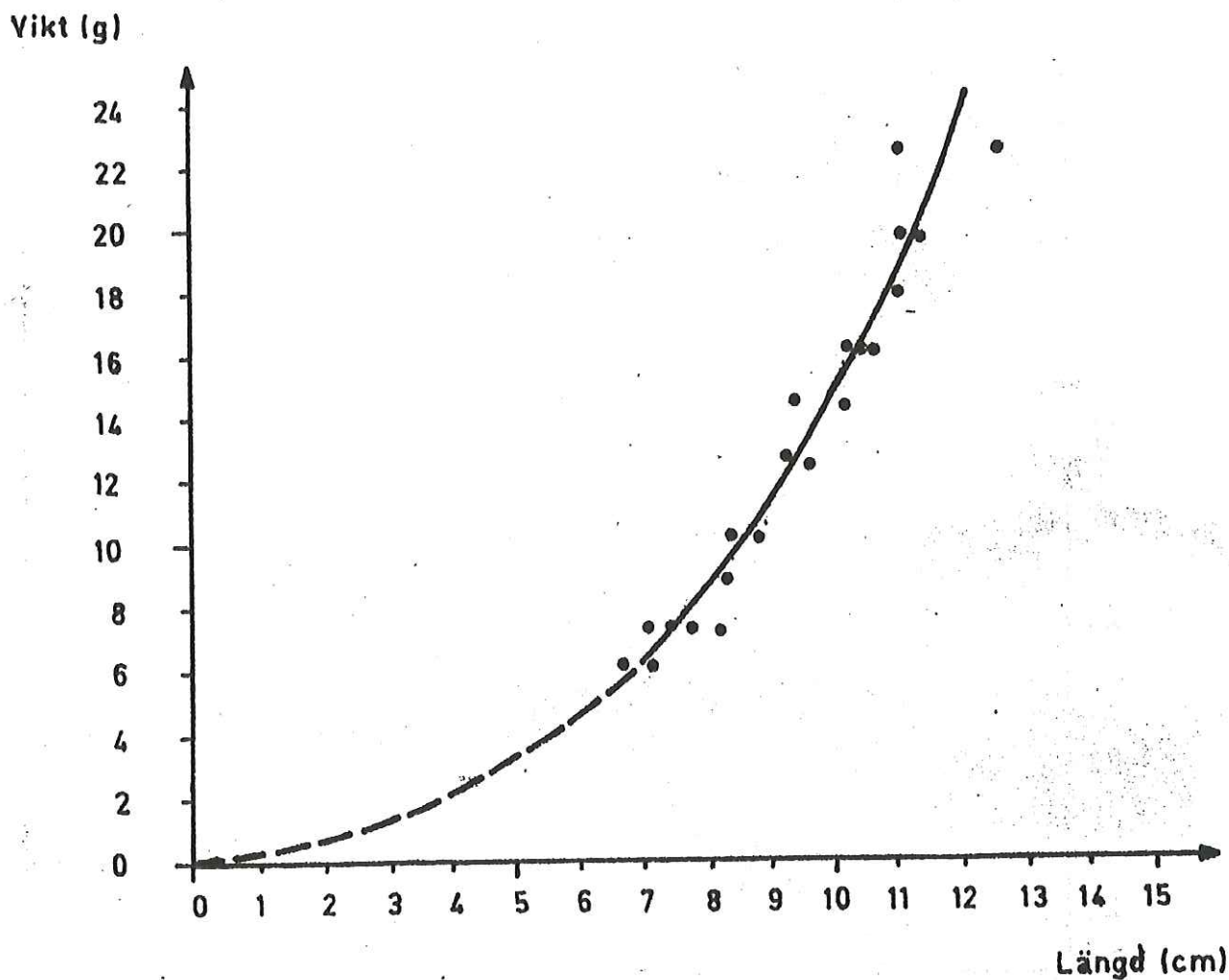
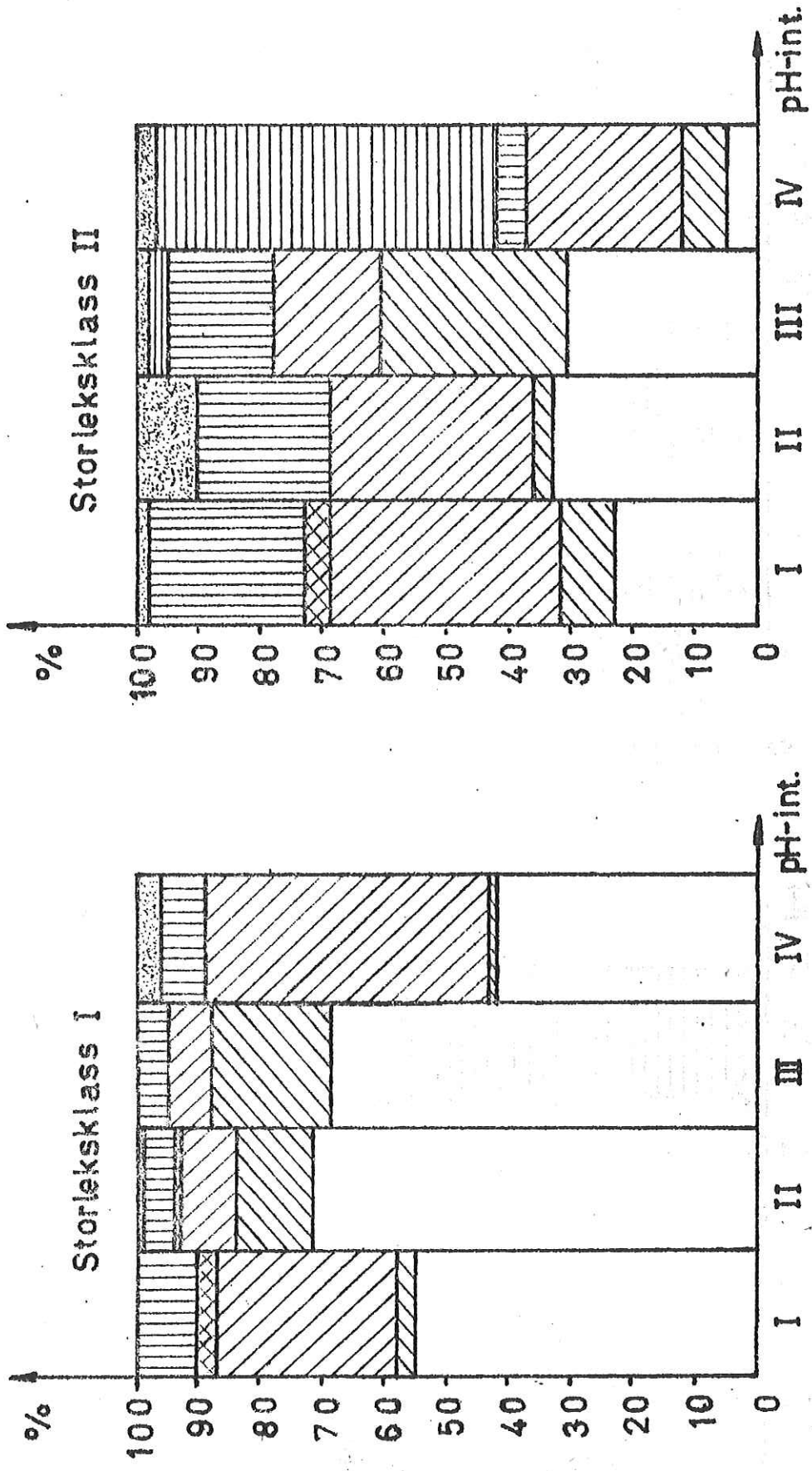
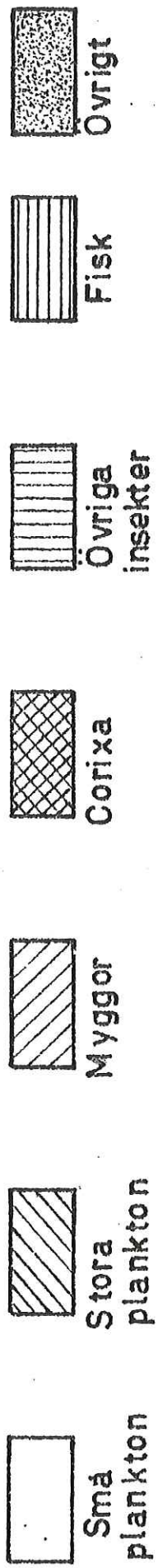


Fig. 4a



-  Små plankton
-  Stora plankton
-  Myggor
-  Corixa
-  Övriga insekter
-  Fisk
-  Övrigt

