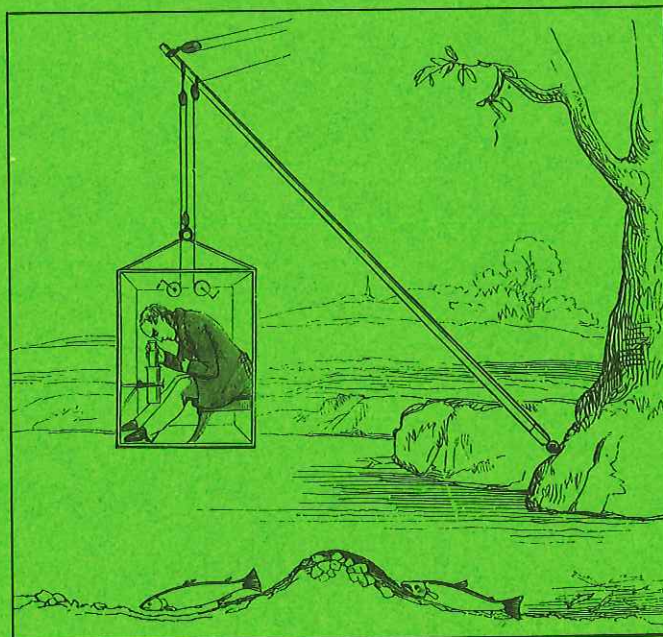


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



MAGNUS FÜRST
ULLA BOSTRÖM
JOHAN HAMMAR

Effekter av nya fisknärings-
djur i Vojmsjön

EFFEKTER AV NYA FISKNÄRINGSDJUR I VOJMSJÖN

Magnus Fürst
Ulla Boström
Johan Hammar

INLEDNING	2
BESKRIVNING AV SJÖN OCH FISKARTERNA	2
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR I VOJMSJÖN	5
MATERIAL OCH METODER	5
RESULTAT	7
Näringsval	7
Tillväxt - ålder	9
Antal och vikt	14
Fiskens vertikalfördelning	15
Kvalitetsförändringar	19
Parasitering	19
Fisket	19
DISKUSSION	21
Bakgrund	21
Näringsval	21
Regleringseffekter	22
Populationsförändringar	23
Dödlighet hos rom och yngel	26
Segregationen mellan sandsik och aspsik	27
Parasitering	29
Stimfångning	32
Fiskevård	34
ERKÄNNANDEN	35
SAMMANFATTNING	35
LITTERATUR	37
SUMMARY: EFFECTS OF INTRODUCED MYSIS RELICTA ON FISH IN LAKE VOJMSJÖN	39
Legends to Figures and Tables	40

INLEDNING

Denna rapport ingår i en serie där de nya fisknäringdjurens inverkan på fisken i reglerade sjöar granskas. I den senaste, "Information från Sötvattenslaboratoriet (15), 1978", beskrivs i inledningen hur arbetet läggs upp och vad det går ut på, samt litet angående de svårigheter man måste ta hänsyn till.

Vojmsjön är den första siksjön, där *Mysis* inplanterats, som undersöks. Sjön ingår i en grupp s k typsjöar, som Sötvattenslaboratoriet tidigare specialstuderade för att öka kunskapen om hur ekosystemen förändrades av regleringar. Det finns därför ett bra bakgrundsmaterial som tidigare publicerats.

BESKRIVNING AV SJÖN OCH FISKARTERNA

Vojmsjön tillhör Ångermanälven. Den är mycket smal i förhållande till längden (Fig. 1). Bredden överstiger aldrig 3 km medan längden är 50 km. Medeldjupet är mycket stort, men vikarna, undantaget Vikenviken, och områdena närmast till- och utlopp är grunda. Sjöns morfometri och genomströmning innebär sannolikt en transport av t ex plankton och *Mysis* mot utloppet. Den övre delen av sjön betecknas som den norra delen.

Yta	79	km ²
Max djup ca	130	m
Medeldjup	39.3	"
Dämningsgräns	417	"
Sänkningsgräns	409	"
Medelvattenföring, utlopp	37	m ³ /s
Isläggning (medeltal 1870-1958)	22	december
Islossning (medeltal 1871-1959)	28	maj

Beskrivningar av sjön och omgivningarna har tidigare gjorts av Runnström (1947), och framför allt av Bergstrand (1968).

Vojmsjön började regleras 1948-49 och var fullt utreglerad 1950. Vattenståndet varierar sedan dess 8 m. Dämning och sänkning är vardera 4 m.

Fiskarterna är följande: öring, harr, sandsik (storsik), aspsik, planktonsik, lake, abborre, gädda, elritsa samt stensimpa. Röding har påträffats i enstaka exemplar. Kanadaröding har inplanterats under en period efter 1964 (Holmberg och Lindström 1967) och de fiskar som fortfarande fångas har satts ut under den perioden.

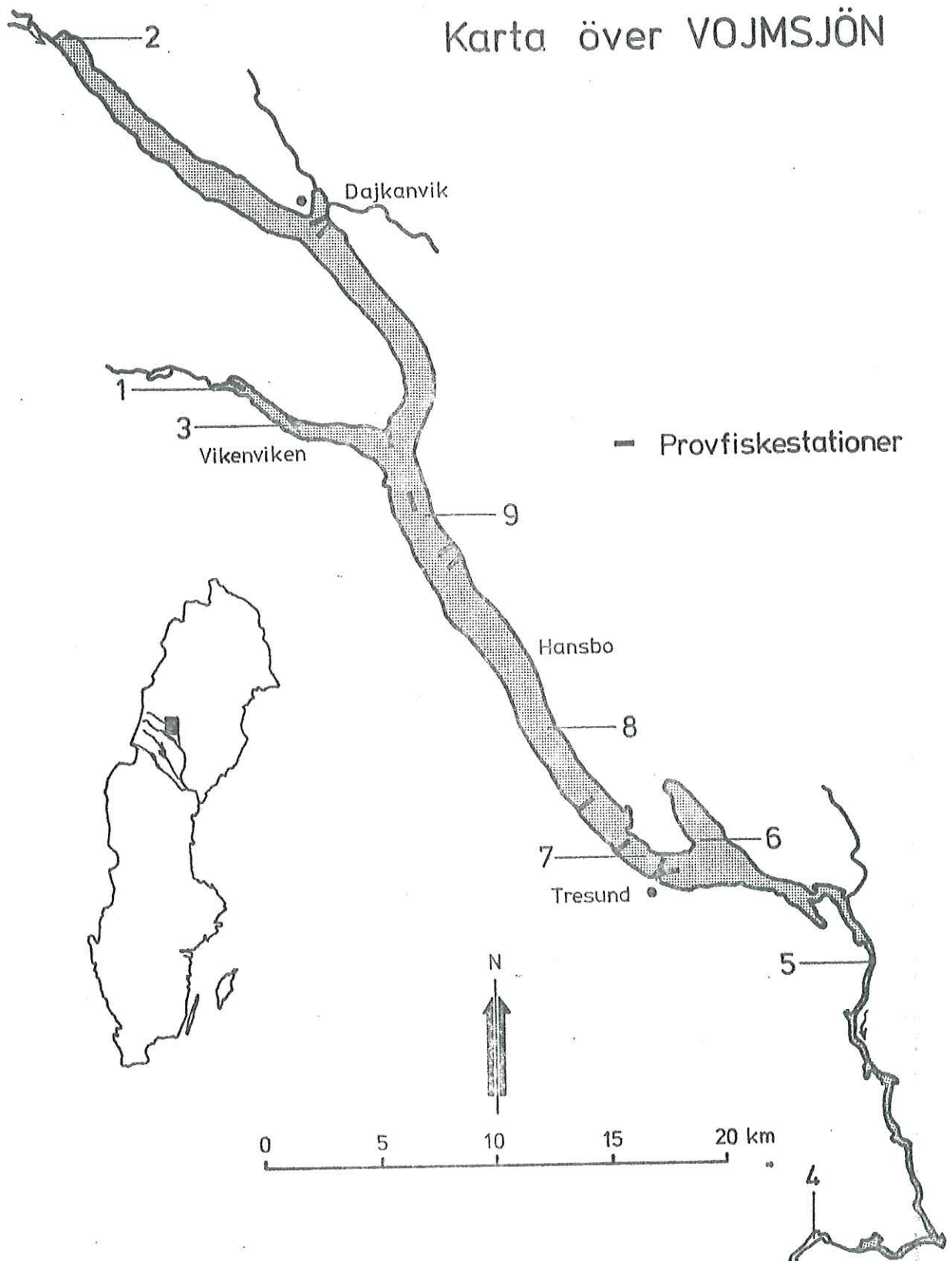


Fig. 1. Karta över Vojmsjön med provfiskestationerna. Siffrorna anger lekplatserna för sandsiken samt turordningen i leken (Fabricius 1950). Leken pågår från slutet av september till mitten av januari.

Öringen förekom tidigare i ett rikligt bestånd, men är numera sällsynt. Harren och laken har haft ringa betydelse i fisket medan abborre och gädda förr värdesattes som matfisk och fångades i stort antal.

Sikfisket har alltid varit viktigast i Vojmsjön. Följande arter finns (terminologi enl. Svärdson 1979):

Sandsiken (kallas lokalt storsik), *Coregonus acronius widegreni* RAPP (tidigare *C. pidschian* GMELIN). 25 gälträfständer i medeltal. Arten är enligt Svärdson (1979) något modifierad och påverkad av äkta storsik som har lägre gälträfstal. Exemplar som väger flera kilo fångas ibland, men längden är vanligen omkring ca 30-40 cm.

Aspsik, *Coregonus pallasii aspius* Valenciennes (tidigare *C. pelid* GMELIN). 46-47 gälträfständer i medeltal. Längd vanligen ej över 20 cm. Något påverkad genom hybridisering. En "ren" aspsik har omkring 60 gälträfständer.

Planktonsik (tidigare kallad dvärgsik, lokalt sill), *Coregonus nilssonii* Valenciennes (tidigare *C. oxyrhynchus* LINNAEUS). 38-39 gälträfständer i medeltal. Längden blir högst 10-12 cm.

Sikarnas lek har beskrivits ingående av Fabricius (1950). Sandsiken leker under en mycket utdragen period från slutet av september till nyår. Orsaken är att vattnet på de mycket olika lekplatserna avkyls olika snabbt. Leken börjar i eller i anslutning till strömmar eller i grunda vikar där vattentemperaturen sjunkit snabbast. Den fortsätter senare på djupare liggande bottnar. På kartan i Fig. 1 anges turordningen i sandsikens lek. Vanligaste lekdjupet är 4-8 m, men den leker även djupare.

Aspsiken leker ungefär samtidigt på sina olika lekplatser. Början sker under andra veckan i december och kulmen inträffar under jultid. Ett undantag finns och det är i sjön närmast den kalla strömmen vid tilloppet. Där leker aspsiken redan i november. Lekplatserna är belägna på mellan 3 och 30 meters djup där bottnarna stupar brant.

Planktonsikens lek är mindre väl känd men tycks inträffa tidsmässigt ungefär samtidigt som aspsikens.

Regleringen av Vojmsjön kan ha inverkat på sandsikens lekplatser genom att de områden som legat grundare än 8 m torrlagts successivt under vintern. I Storavan och Uddjaur kläcks rom av de två viktiga sikarterna så sent som från maj till början av juni. Det är därför tänkbart att vissa grunda lekplatser i själva sjön försvunnit eller i alla fall förlorat sin betydelse för rekryteringen. Erosionen inom regleringszonen har frilagt större områden med stenlagda bottnar (Fabricius 1950, Runnström 1963) som i princip är ypperliga för lek, men det naturliga urvalet kommer sannolikt med tiden att göra att leksiken undviker dem. Lekplatsen som låg längst ner i sjön mot utloppet skars av genom dammbygget.

1965 hade skötfisket en annan sammansättning och är därför ej direkt jämförbart. Bottennäten saknar de minsta maskstorlekarna och därför bör det betonas att t ex ungfisk av sandsik och aspsik är klart underrepresenterade.

I den norra delen av sjön är uppdelningen i sandsik och aspsik ej helt säker på grund av att hybrider förekommer. Gälräfständerna har ej räknats på det provfiskade materialet, men en uppdelning har gjorts i fält där gälräfständernas utseende varit utslagsgivande.

Insamling av fisk för analys av maginnehåll har även företagits i södra Vojmsjön under januari till april 1971-72, september 1979 och december 1978. Bearbetningen av fiskmagar har koncentrerats till sikarna och laken. Öring, harr och abborre förekommer så sällan i fångsten att maganalyser ger för osäkra resultat. Metodiken vid maganalyserna beskrevs av Fürst et al. 1978.

Under leken har drygt hundra sandsikar resp aspsikar insamlats både för tillväxtanalys och för att studera frekvensen av parasitering av *Triacynophorus crassus* FOREL. Parasiteringen har undersökts av fiskeriintendent Åke Petersson och materialet har ställts till vårt förfogande.

Tillväxtanalys har utförts på sikar från 1966, 1967, 1970, 1977 och 1978. På allt lekmaterial har gälräfständerna räknats för uppdelning av arterna.

Dessutom har de olika sikpopulationernas tillväxtförändringar återgivits schematiskt i Fig. 5. Varje kurva utgör en summering av totallängder resp tillbakaräknade längder för alla sikar fångade under de i figuren nämnda åren. Som exempel kan nämnas att i kurvan för sandsik fångad 1966 + 1967, första till fjärde levnadsårens tillväxt utgör medelvärden för tillbakaräknade fisklängder från 199 individer, medan tillväxten för det trettonde levnadsåret är ett medelvärde av nio trettonåriga fiskars slutlängder.

RESULTAT

30 augusti 1969 konstaterades med hjälp av en bottengående trål att *Mysis* bildat bestånd i Vojmsjön. Tätheten var jämförelsevis hög i södra delen av sjön. Omkring 1974 beräknades det att *Mysis* slutat öka i antal i södra delen. I norra delen kommer tätheten sannolikt alltid att vara något lägre på grund av genomströmningen och så länge ingen tillförsel av *Mysis* sker från vatten som ligger uppströms Vojmsjön.

Näringsval

1965, d v s innan *Mysis* inplanterades, lever sandsiken av bottendjur (Trichoptera, Chironomidae, Pisidium, Lymnaea, Valvata) och till en del av den halvbentiska zooplanktonarten *Eurycercus lamellatus* MÜLLER (Fig. 2).

Aspsiken har pelagiskt zooplankton som huvudföda (*Bosmina coregoni*, calanoida copepoder). Kläckta insekter av terrestriskt och akvatiskt ursprung spelar även en viss roll.

Sommaren 1971, fem år efter *Mysis*inplanteringen, har sikarnas diet ändrats något, och 1977 har en större förändring inträffat, särskilt i södra delen av sjön (Fig. 2). *Mysis* blir då en dominerande föda hos båda arterna samtidigt som inslaget av zooplankton minskar.

Sandsiken fortsätter att äta en hel del bottendjur av samma typ som tidigare inklusive *Eurycercus*. Man lägger märke till att åtskilliga organismer, som eventuellt kunde ha påverkats negativt av regleringen fortfarande finns kvar i sjön och påträffas i sandsikens magar (*Lymnaea peregra* MÜLLER, *Valvata piscinalis* MÜLLER, *Gyraulus acronicus* FERUSSAC).

Under hösten och vintern tycks aspsiken gradvis övergå till att äta olika bentiska zooplanktonarter i stället för pelagiska. Man kan samtidigt lägga märke till att aspsiken ej äter pisidier trots att dessa förekommer inom hela det djupregister som aspsiken har. De aspsikar som fångats pelagiskt på flytnät har mest ätit plankton. 1977 dominerades födan av flygmyror som vid tiden för provfisket förekom i stora mängder.

Planktonsiken (Fig. 3) kan karakteriseras som en äkta planktonätare. *Mysis* kan dock förekomma enstaka gånger i magarna.

Laken (Fig. 4) har till ungefär lika delar *Mysis*, bottendjur och fisk som viktigaste näring under hela året. Bland fiskarna i lakens diet dominerar aspsik. Därefter följer den egna arten, men även elritsa påträffas i magarna.

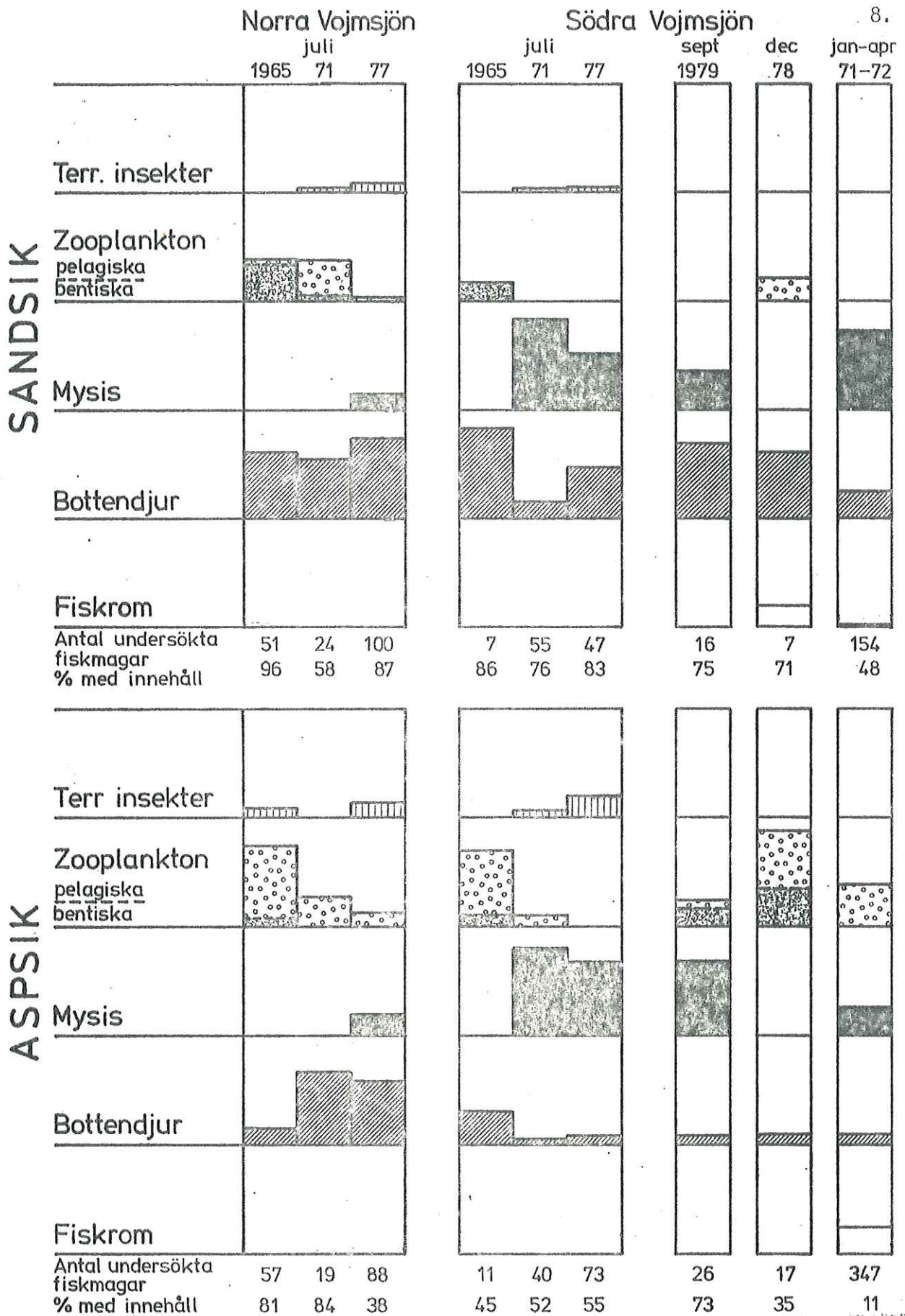


Fig. 2. Näringsval hos sandsik och aspsik under olika årstider. 1965 är före Mysisinplanteringen, 1971-72 just innan Mysispopulationen nått ett övre mättnadsvärde.

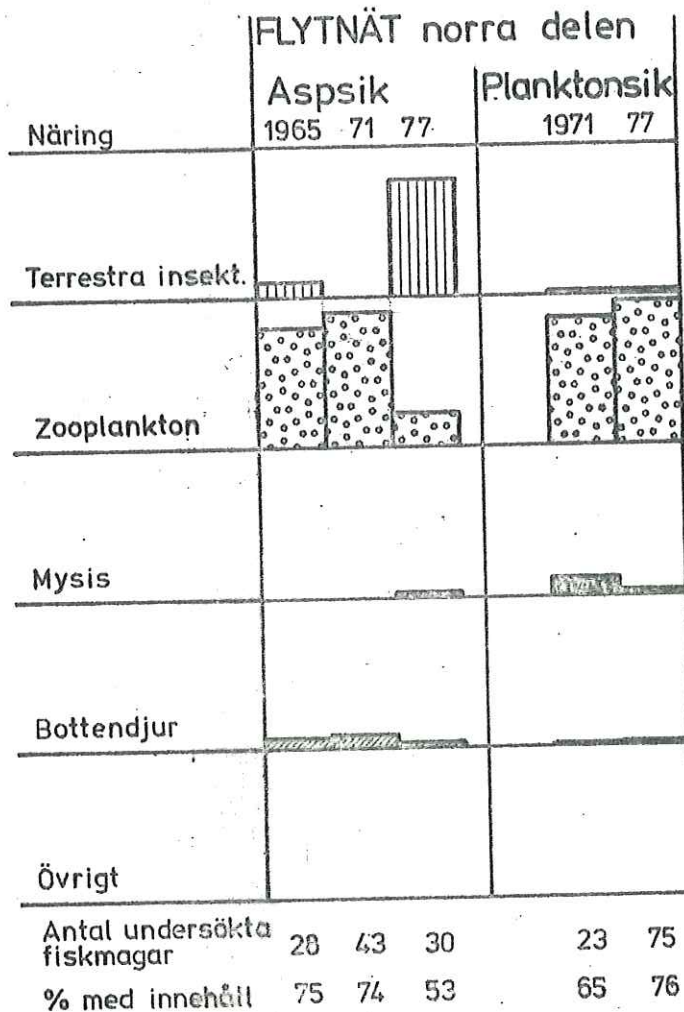


Fig. 3. Näringsval hos aspsik och planktonsik fångade på flytnät under juli olika år.

Materialet av övriga fiskarter är mycket begränsat. Öring, harr och abborre är sällsynta. Så mycket kan sägas att Mysis ingår i deras diet. Till och med gäddmagar har i ett par fall innehållit Mysis.

Tillväxt - ålder

Sandsikens tillväxt har analyserats från lekfisken 1966 och 1967 innan Mysis ännu fått betydelse som näring, 1970 under Mysispopulationens uppbyggnadsfas samt 1977 och 1978 då en Mysiseffekt bör kunna märkas.

Fig. 5 visar en klar tillväxtförbättring hos sandsik men en tidigare tillväxtstagnering hos äldre fiskar. I de yngre åldersgruppernas fyra första år (Fig. 6) märks en markant tillväxtförbättring efter Mysisinplanteringen.

LAKE

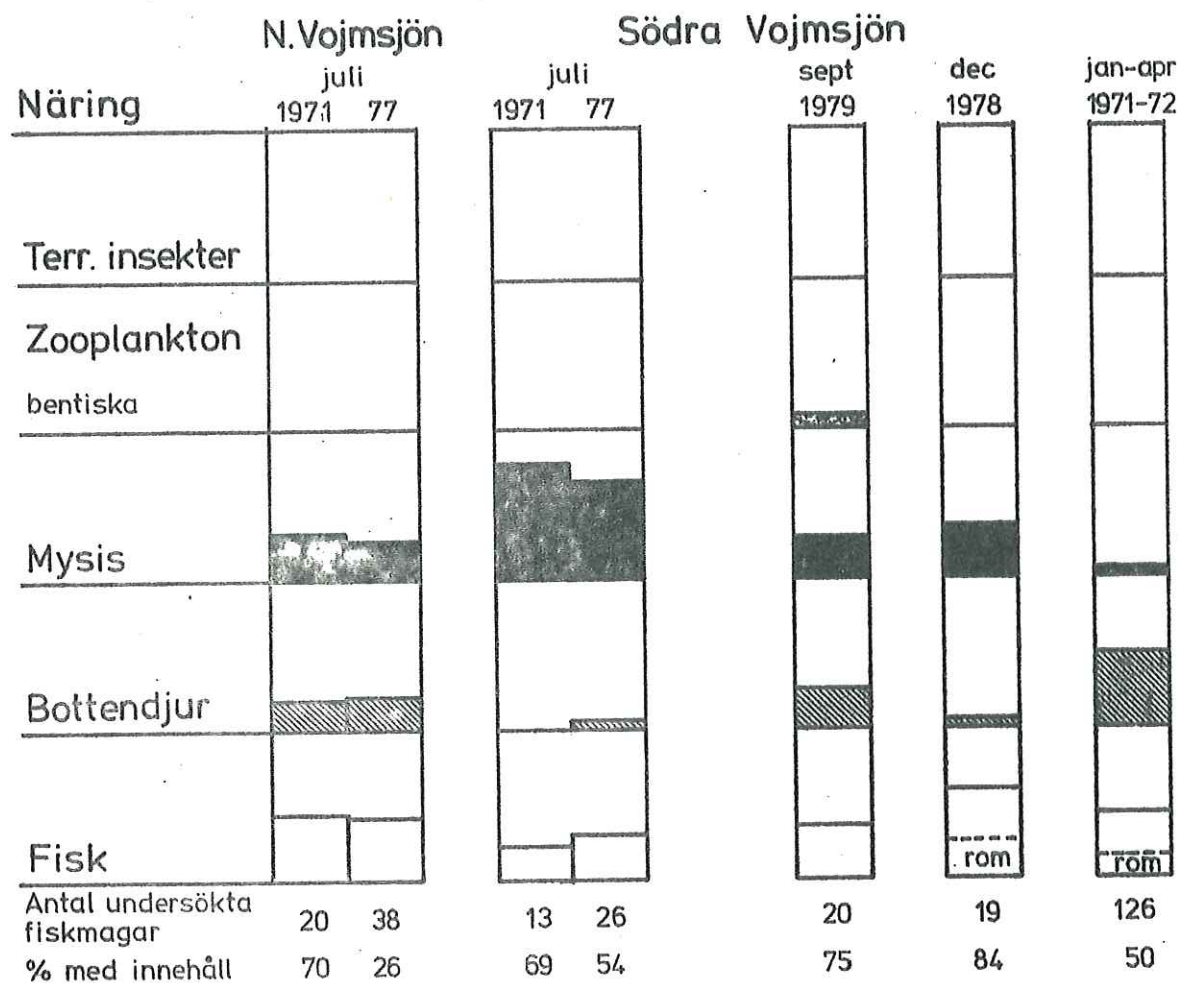


Fig. 4. Näringsval hos lake under olika årstider.

Även aspsikens tillväxt har analyserats, men endast från 1966 resp 1977 och 1978. I Fig. 5 syns att tillväxten t o m fjärde levnadsåret knappast förändrats men därefter sker en gradvis försämring.

Planktonsikens tillväxt har ej studerats i denna undersökning. Kurvan i Fig. 5 är hämtad från Lindström (1974).

Det bör poängteras att lekfiskena skett med yrkesmässigt inriktade nät-maskstorlekar men att varje lekfiske å andra sidan skett på likartat sätt. Man kan därför våga påstå att beträffande sandsikens åldersfördelning (Fig. 7) syns en viss föryngring i fångsten. En förändring av asppopulationen går ej att spåra. Figuren visar även att en rik årsklass av både sandsik och aspsik kläckts 1973.

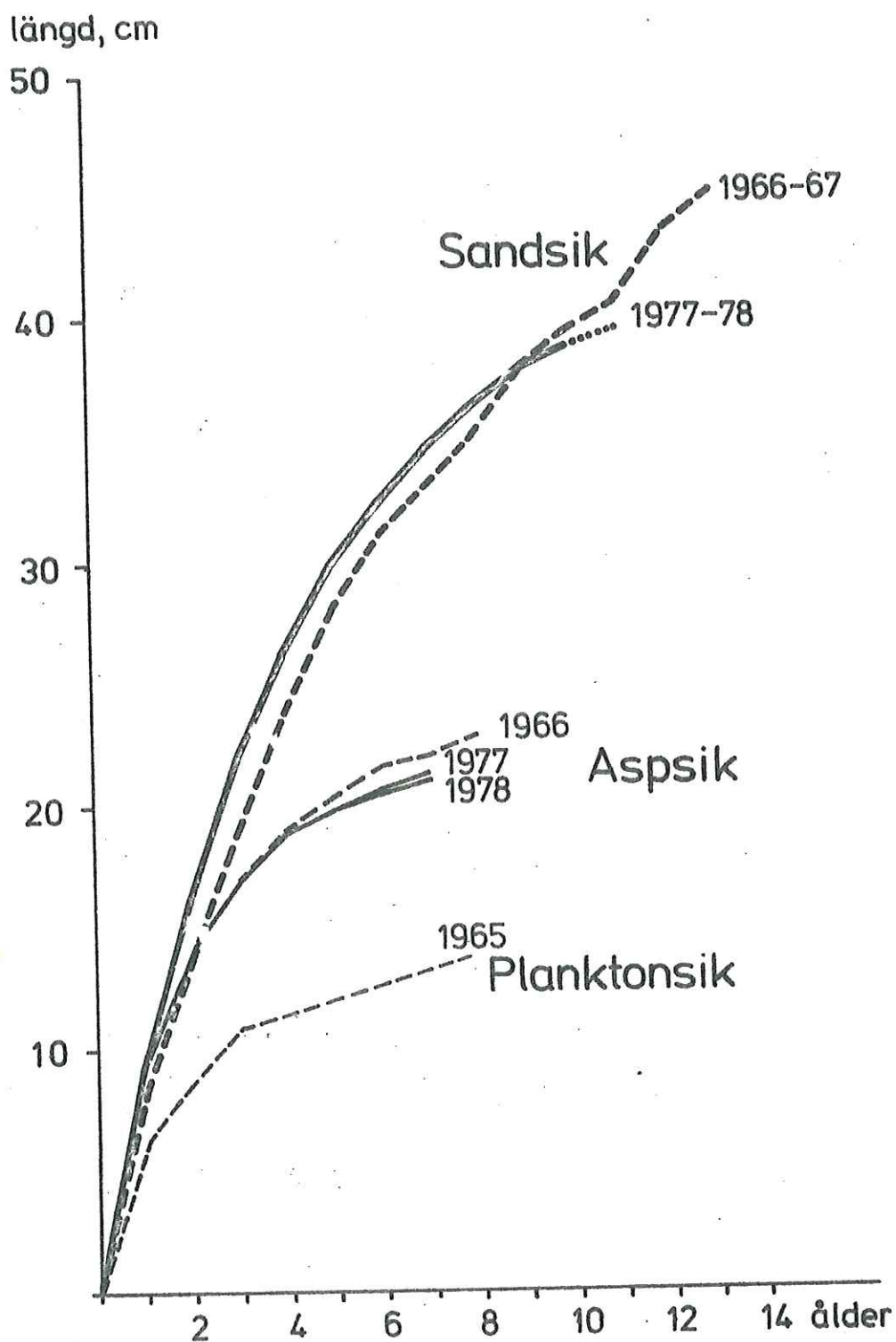


Fig. 5. Tillväxtkurvor för de tre sikarterna i Vojmsjön från tiden före (1966-67) och efter Mysisinplanteringen (1977-78). Planktonsiken (efter Lindström 1974) har fångats 1965.

längd, cm

12.

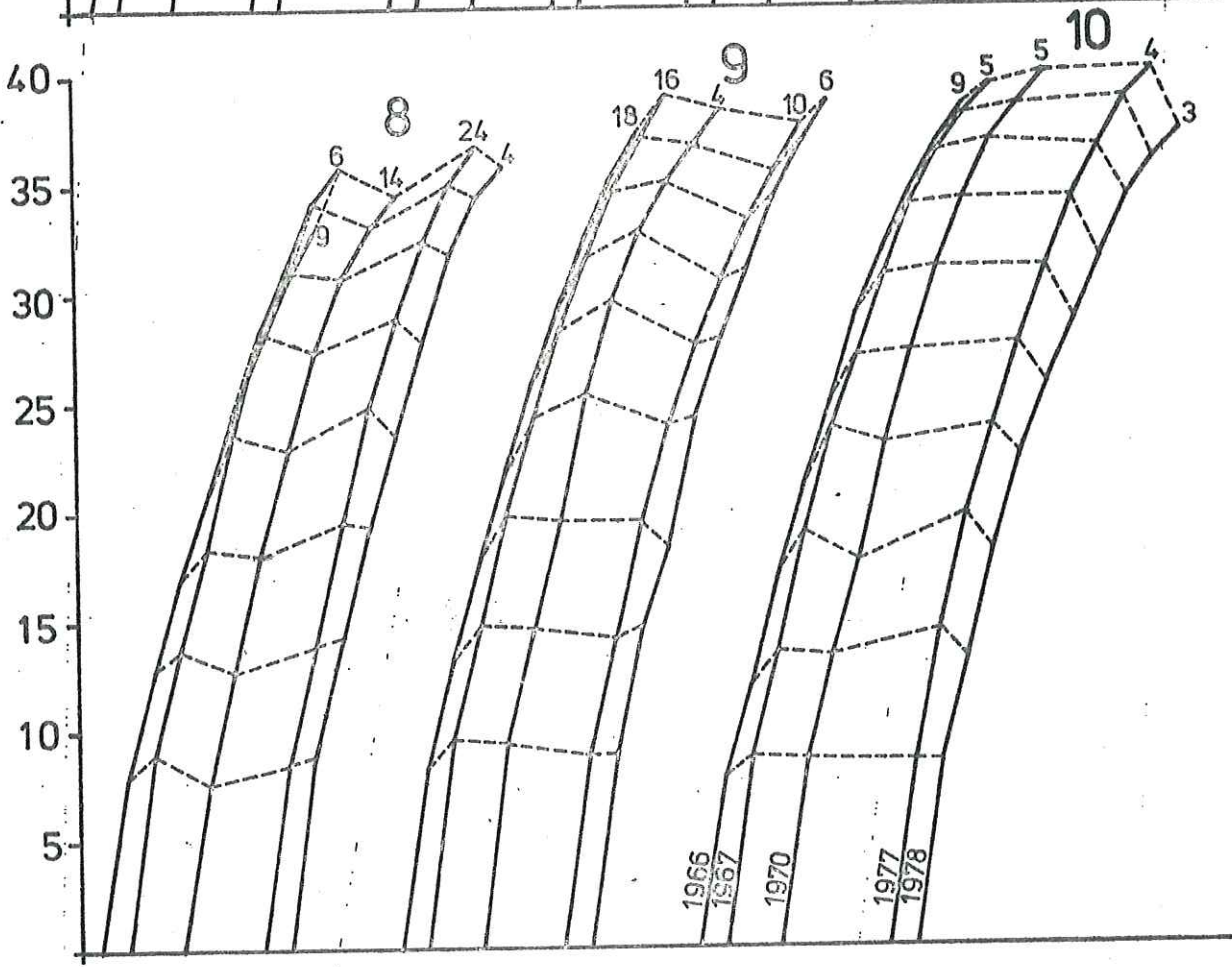
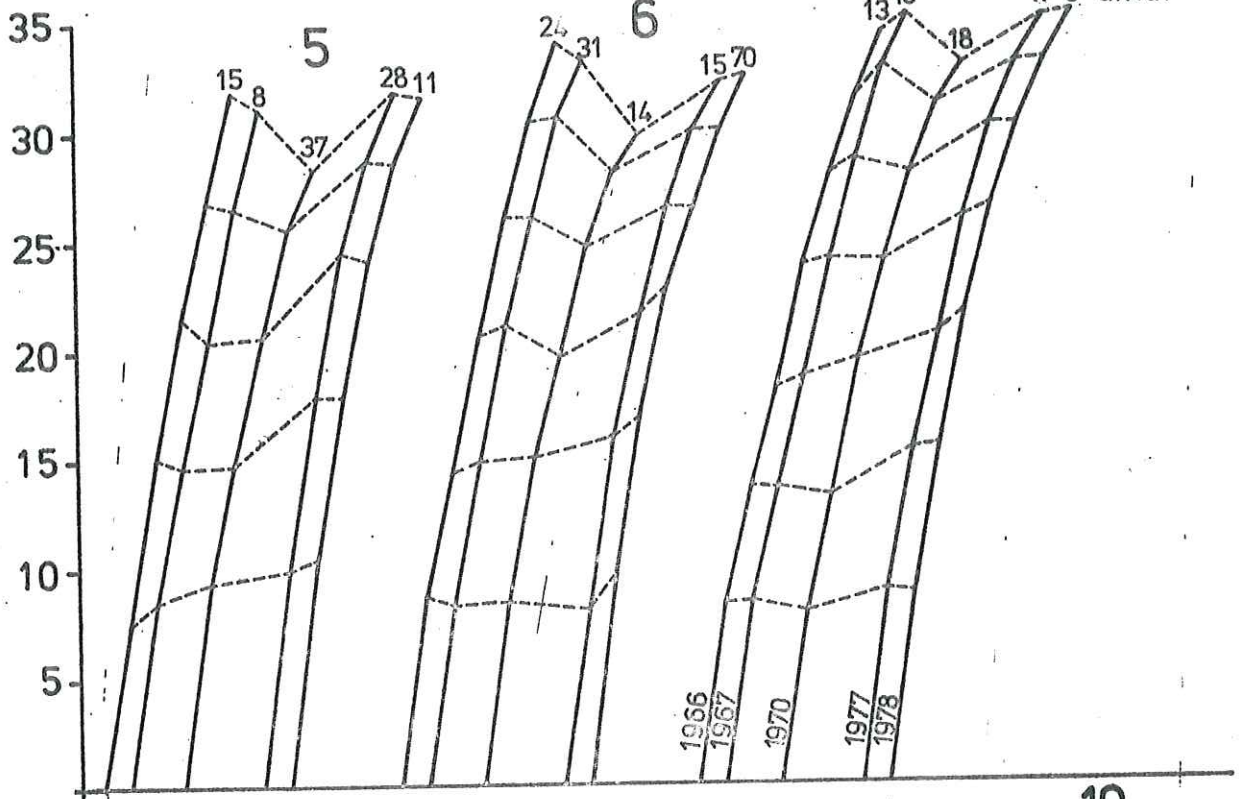


Fig. 6. Jämförelse av tillväxt hos samma åldersgrupper (5-10 åringar) av sandsik som insamlats vid fem olika års lekfishen.

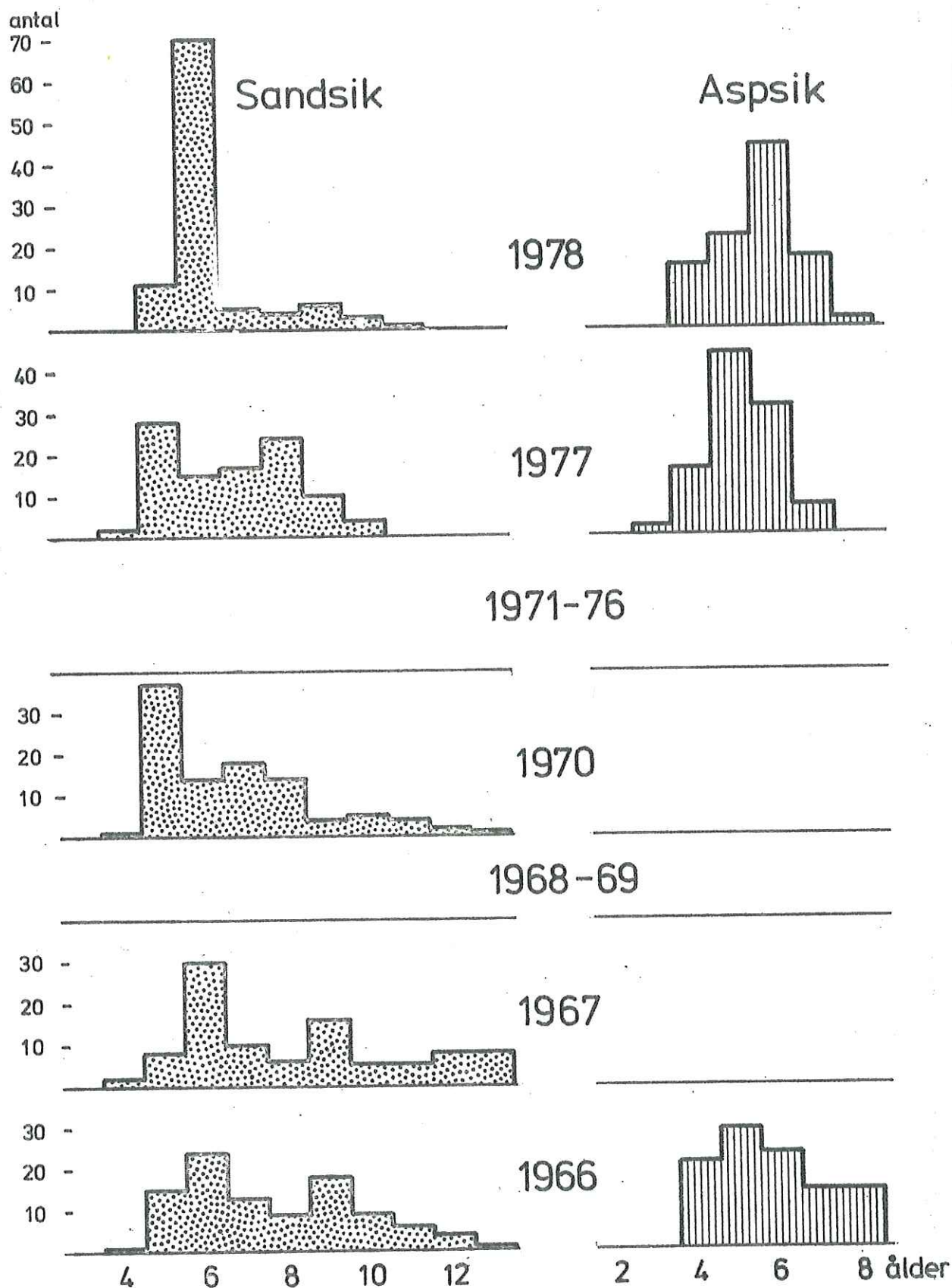


Fig. 7. Årsklassfördelning i lekfisket under vissa år.

Antal och vikt

Resultatet av tre års provfisken under juli visas i Tabell 1 och 2. Eftersom provfiskena är jämförbara kan siffrorna användas direkt för att belysa förändringar som kan ha inträffat sedan Mysis bildat bestånd.

Norra delen

År	Sandsik			Aspsik			Lake		
	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv
1965	55	9.395	0.171	47	5.675	0.121	16	5.170	0.323
1971	60	7.629	0.127	110	5.962	0.054	24	8.932	0.372
1977	100	16.526	0.165	108	6.910	0.064	51	16.629	0.326

Södra delen

År	Sandsik			Aspsik			Lake		
	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv
1965	5	1.140	0.228	13	1.045	0.080	10	1.415	0.142
1971	56	8.894	0.159	48	3.571	0.074	13	1.575	0.121
1977	51	7.937	0.156	182	14.613	0.080	31	9.168	0.296

Tabell 1. Provfiske med bottennät i juli. 1965 är året före inplanteringen av Mysis. De tre årens fisken är jämförbara. Fångst av sandsik, aspsik och lake. (Se även Tabell 2.)

I norra delen av sjön har antalet sandsikar resp aspsikar i fångsten fördubblats mellan 1965 och 1977. I södra delen har antalet sandsikar tiodubblats och aspsikarna har ökat ändå mera.

Laken har tredubblats, men beträffande de andra arterna är siffrorna för små för att visa några trender.

Sandsikens medelvikt har minskat mellan 1965 och 1971 men har sedan åter ökat 1977 i norra delen. Aspsiken har minskat i storlek i norra delen, men tycks oförändrad i södra. Totalavkastningen av båda sikarterna har ökat kraftigt i provfisket. De provfiskade sikarnas tillväxt har ej analyserats.

Norra delen

År	Öring			Harr			Abborre			Kanadaröding		
	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv
1965	13	1,485	0,114	2	0,350	0,175	13	1,070	0,082	18	2,470	0,137
1971	7	1,306	0,186	6	1,044	0,174	6	0,469	0,078	2	1,295	0,647
1977	10	0,846	0,085	16	3,624	0,227	2	0,318	0,159	1	0,092	0,092

Södra delen

År	Öring			Harr			Abborre			Kanadaröding		
	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv
1965	8	0,725	0,091	0			0			17	2,055	0,121
1971	4	0,620	0,155	0			0			0		
1977	0			0			0			0		

Tabell 2. Provfiske med bottennät i juli, fångst av öring, harr, abborre och kanadaröding, Gädda har ej fångats.

Fångsten på flytnäten som lagts i norra delen visar att aspsiken minskat och planktonsiken ökat mellan 1971 och 1977 (Tabell 3).

År	Aspsik			Planktonsik		
	antal	vikt	mv	antal	vikt	mv
1971	102	5,031	0,049	343	2,842	0,008
1977	31	2,319	0,075	483	5,958	0,012

Tabell 3. Totalfångst av aspsik och planktonsik på flytnät.

Fiskens vertikalfördelning

Djupfördelningen i fångsten på flytnät visas i följande tabell (Tabell 4). 1965 gjordes ett provfiske med pelagiska nät som ej är jämförbart med senare års fiske. Från ytan ner till 6 m är resultaten osäkra. Man kan dock utläsa att aspsiken sannolikt var något talrikare från 6 meters djup och neråt.

Meter	Aspsik			Planktonsik	
	1965	1971	1977	1971	1977
0- 6	se text!	71	13	86	51
6-12	21	16	3	178	251
12-18	17	7	8	12	47
18-24	2	2	5	55	70
24-30	0	1	2	12	53
30-36	0	0	0	0	4
36-42	0	0	0	0	4
42-48	0	0	0	0	3

Tabell 4. Djupfördelning av fångsten på flytnätsfiske. 1965 var fisket ej helt jämförbart därför har fångsten av planktonsik uteslutits likaså fångsten av aspsik mellan 0 och 6 m.

Anm. 1971 fångades 2 öringar på 6-12 m och 3 öringar på 12-18 m.
1977 fångades 2 öringar på 0- 6 m och 1 öring på 12-18 m, 1 sandsik på 0- 6 m och 1 kanadaröding på 30-36 m.

Fördelningen av sik längs bottnarna visas i Fig. 8. Sandsiken uppträder i stort sett likartat under de tre åren. Aspsiken däremot har omfördelats vertikalt. Den stora ökningen i antal fiskar i fångsten sker på djupare vatten än där fisket var bäst tidigare. Då fångades mest aspsik grundare än 10 m, nu är den koncentrerad till mellan 20 och 35 m. Fångsten på näten har delvis varit ojämnt fördelad. I juli 1971 fångades t ex 66 aspsikar på ett nät. Nätfördelning på olika djup finns i Tabell 5 och fördelningen av nät med olika fångstantal i Tabell 6.

Norra Vojmsjön

Södra Vojmsjön

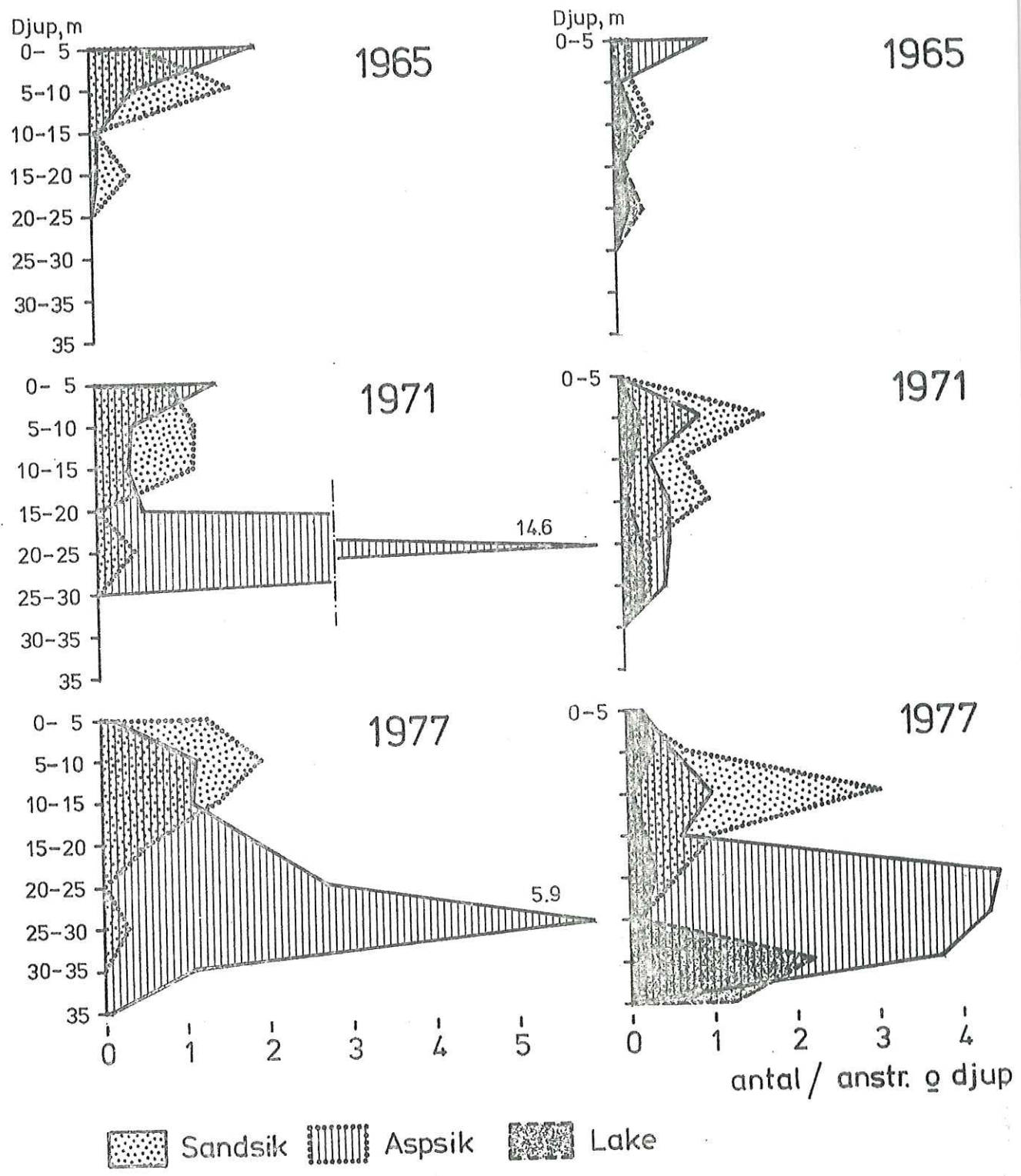


Fig. 8. Djupfördelning längs botten av tre fiskarter vid provfisket i juli. Ingen fångst har erhållits djupare än 35 m utom i södra Vojmsjön där lake fångades djupare 1977 (jmf Tabell 1).

1965	Norra Vojmsjön	Södra Vojmsjön
Djup, m	antal nät	antal nät
0- 5	19	5
5-10	26	6
10-15	13	3
15-20	9	49
20-25	5	14
25-30	3	3
30-35	2	-
>35	31	-
1971		
Djup, m		
0- 5	15	5
5-10	26	15
10-15	20	23
15-20	6	20
20-25	5	12
25-30	6	5
30-35	2	-
>35	23	-
1977		
Djup, m		
0- 5	14	6
5-10	26	6
10-15	19	7
15-20	7	20
20-25	4	20
25-30	4	10
30-35	7	4
>35	18	4

Tabell 5. Fördelning av nät inom olika djupzoner. Tabellen skall jämföras med Tabell 6 och Fig. 8 som visar fångsten fördelad inom samma djupzoner.

Sandsik											Totalt antal använda nät	Totalt antal nät med fångst
Antal fisk/nät	0	1	2	3	4	5-10	11-20	21-30	31-60	>60		
Antal nät	117	36	19	15	3	8	-	-	-	-	198	81

Aspsik											Totalt antal använda nät	Totalt antal nät med fångst
Antal fisk/nät	0	1	2	3	4	5-10	11-20	21-30	31-60	>60		
Antal nät	35	16	13	1	3	13	7	1	-	1	90	55

Tabell 6. Fördelning av nät med olika fångstantal av aspsik resp sandsik. Maskstorlekarna har valts så att de skall vara maximalt fiskliga för dessa arter d v s 28 och 36 v/a för aspsik och 18, 20 och 24 v/a för sandsik. Materialet har insamlats vid provfiskena 1971 och 1977. (Se även Tabell 5 och Fig. 8.)

Lakens fördelning längs botten har ändrats. Man lägger märke till ökningen på ungefär samma djup som där aspsiken ökat.

Kvalitetsförändringar

Dessa har ej studerats. Vid provtagning av leksik har man kunnat iaktta en förändring av romfärgen under åren efter Mysisinplanteringen. Fisken förefaller även att ha blivit fetare. Det är emellertid fråga om helt subjektiva iakttagelser även om de har gjorts av mycket erfarna personer.

Parasitering

Sedan 1961 har Åke Petersson undersökt infektionen av *Triaenophorus crassus* FOREL på sandsik och aspsik (Fig. 9). Det rör sig om samma material som insamlats årligen under leken och som delvis använts för tillväxtanalys. 1961 var det enda året före Mysisinplanteringen som parasiteringen studerades. Då är flera sandsikar angripna och de har flera cystor i genomsnitt per fisk än under de följande åren. En viss variation förekommer men på lägre nivåer än 1961. Antalet angripna aspsikar har plötsligt ökat 1979 medan intensiteten i angreppen hela tiden är tämligen konstant.

Fisket

Efter regleringen har ortsbefolkningens fiske blivit mindre lönsamt och därför minskat. Kvalitetsförbättringen efter Mysisinplanteringen har plötsligt gjort att fisket efter främst sandsik ökat från och med 1972 och framåt. Några av de bofasta personer som fiskar för husbehov har lämnat upplysningar om hur de upplever förändringarna.

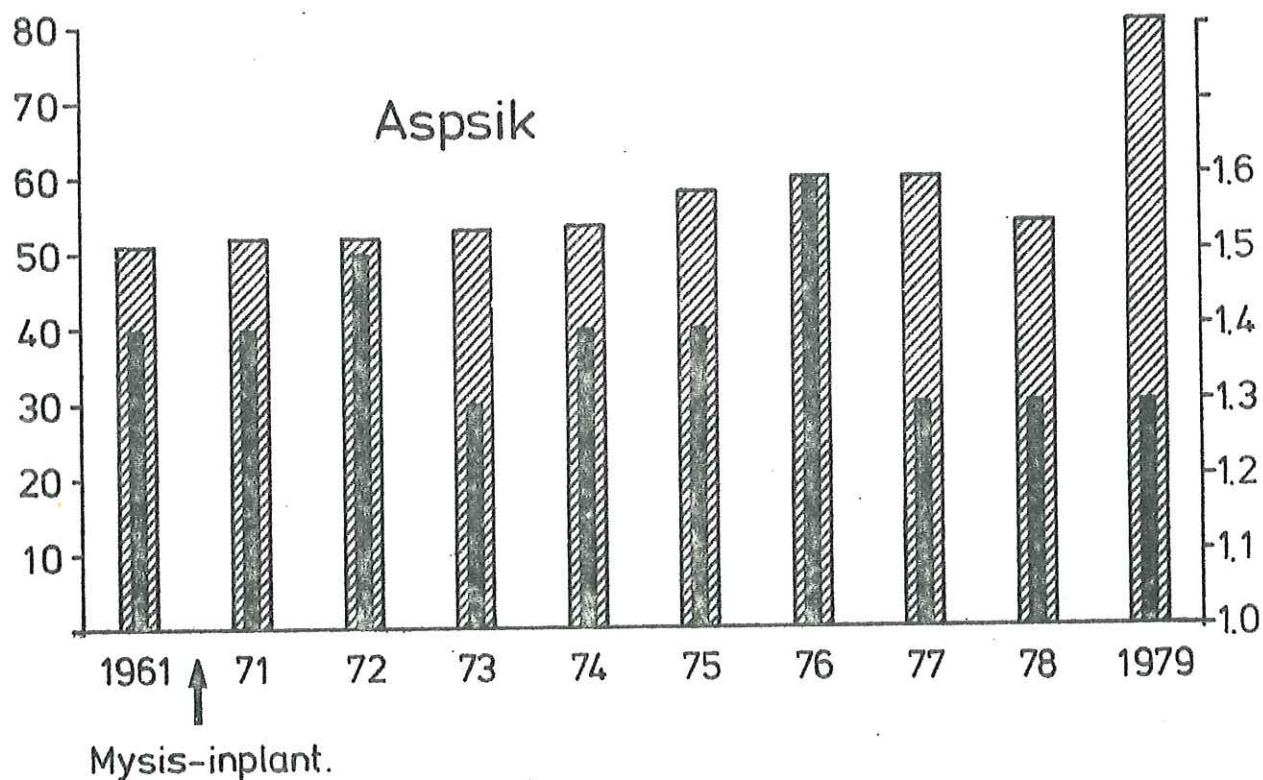
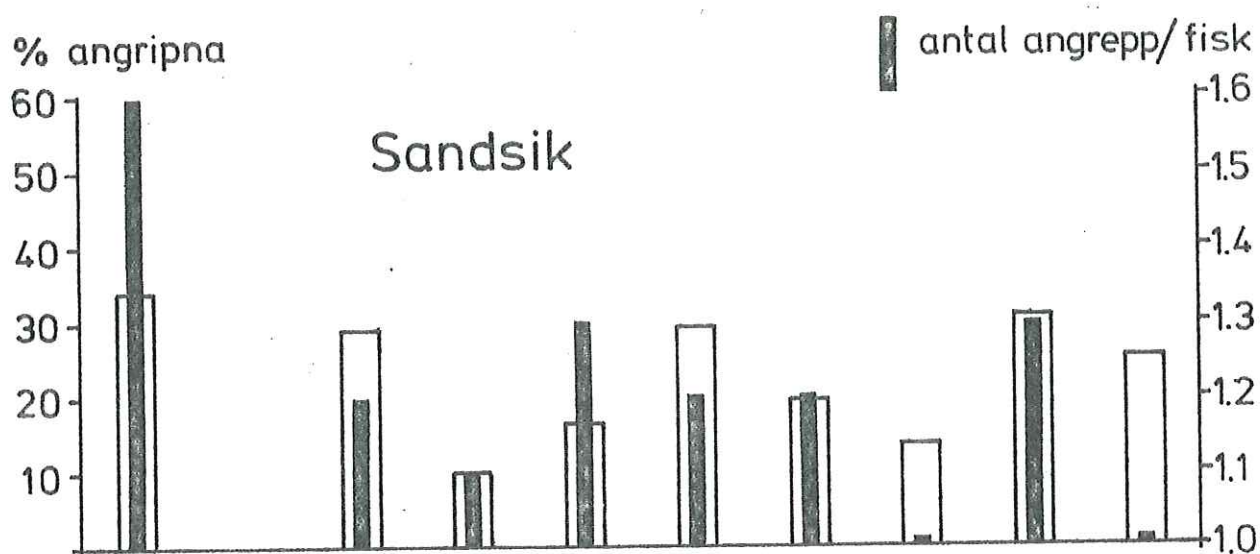


Fig. 9. Parasitering av *Triaenophorus crassus* hos sandsik och aspsik i Vojmsjön. Årligen har 100 fiskar per art insamlats under leken och undersökts. 1979 undersöktes dock endast 16 sandsikar.

Sandsiken är nu fetare och större. Man börjar få ovanligt stora exemplar, över 1 kg. Man har börjat öka maskstorleken från 20 v/a till 18 v/a för att kunna fånga siken. Tidigare "krängdes" fisken ur näten, nu måste den "backas" ur. Parasiteringen anses ha minskat. Man har börjat använda rommen som kaviar.

Aspsik finns det gott om, men den fiskas sällan. Parasiteringen anses vara oförändrad. Storleken förefaller att vara oförändrad, men den är betydligt fetare än före 1972.

Lake finns det mycket gott om. Exemplar på 7 kg har fångats men vanligen är den ej över 5 kg. Lake torkas och används som lutfisk. Detta är dock ingen gammal tradition, men laken har i alla tider använts som matfisk, utom i vissa hushåll, vilket ej är så vanligt i Norrland.

Abborren är liten och fåtalig.

DISKUSSION

Bakgrund

De intressantaste arterna är sikarna, öringen och laken. Sandsiken och öringen har ett ekonomiskt värde genom att de är eftertraktade som matfisk, detta gäller i viss mån även aspsiken och möjligen laken. Aspsik, planktonsik och lake har eventuellt en stor ekologisk betydelse. Tidigare har det i andra sjöar konstaterats att zooplanktonsamhället kan förändras genom inplantering av Mysis och detta skulle i så fall kunna påverka de planktonätande arterna aspsik och planktonsik i Vojmsjön. Mysis har i flera sjöar visat sig innebära att laken ökar i antal och man skulle därför kunna förvänta sig samma effekt i Vojmsjön. Detta leder i sin tur till ett ökat predationstryck på små fiskar. Abborren var före regleringen ganska vanlig men är nu fåtalig. Gäddan är ganska fåtalig men den har mycket stor betydelse eftersom den är slutvärd för bandmasken *Triaenophorus crassus* som har copepodätande laxartade (bl a sik) fiskar som mellanvärd.

Näringsval

De olika sikarterna har en ärftligt fixerad tendens att äta olika slags föda (Svärdson 1979). I en miljö där konkurrenstrycket från andra sikarter är lågt kan en sikart vidga sitt näringspektrum. Så har t ex planktonätande småsikor, överflyttade till siktomma sjöar eller tjärnar, börjat växa mycket snabbt på en diet av bottendjur. När beståndet i den nya miljön tättnar övergår de som regel till att äta plankton, såsom de gjorde i ursprungsmiljön. Omvänt gäller att där flera olika sikarter lever i samma sjö, var och en får en särpräglad diet just som en följd av att de söker minska sin inbördes friktion (interactive segregation).

Tidigare har Nilsson (1958) samt Lindström och Nilsson (1962a och b) redovisat sikarternas näringsval året före regleringens början samt de fem närmaste åren efter. Med utgångspunkt från detta har de diskuterat segregationen mellan sandsik och aspsik.

Provfisket 1965 har gjorts tio år efter Nilssons (1958) senaste materialinsamling och förhållandena i sjön bör då ha stabiliserats. Året efter gjordes inplanteringen av Mysis.

Skillnaden mellan sikarnas diet är tydlig sommartid. Sandsiken är specialist på bottendjur. Av zooplankton föredrar den klart de bentiska arterna t ex Eurycercus. Aspsiken äter däremot nästan bara pelagiskt zooplankton, men även en liten del terrestra insekter och bottendjur.

Resultatet överensstämmer i stort sett med vad Nilsson redovisat tidigare men effekten av regleringen har förstärkts något. Ett tecken på detta är att Gammarus tycks ha försvunnit.

Mysisbeståndet utvecklades sannolikt långsammare i den norra delen av sjön. Dessutom genomströmmas sjön med en medelhastighet av ca 3 cm i minuten. En svag drift av Mysis sker därför året runt. Den tydligaste effekten på fiskens näringsval bör man därför få i den södra delen.

Skillnaderna i näringsval sommartid mellan sandsik och aspsik är inte längre tydliga i den delen. Detta kan tyda på att det finns ett överskott av föda som är tillgängligt för båda arterna. Segregationen har nästan upphört och aspsiken har visat sig anpassningsbar i sitt födoval.

Under hösten finns en tydlig segregation, men Mysis äts av båda arterna. Eftersom Mysis är ny i sammanhanget tyder detta på att man fått en minskad segregation mot tidigare.

En annan förklaring till den ökade Mysisdieten skulle kunna vara att mängden zooplankton som är lämpligt som föda minskat genom inverkan av Mysis och att aspsiken därför tvingats börja äta mera Mysis som är tillgänglig längs bottenarna.

Regleringseffekter

Man kan tänka sig en form av graderad skala, som visar regleringens skadliga inverkan på bottenfaunan i en sjö. I princip fungerar den så att ju större regleringsamplituden är desto större blir skadan. Dessutom blir skadan störst på de grundaste bottenarna eftersom tätheten av bottendjur normalt ökar mot grundare vatten. Man bortser från de eventuellt positiva effekter, som kan uppträda under en kortare eller längre övergångsperiod. I ett s k flerårsmagasin där vattenståndet når varierande nivåer olika år, kvarstår en positiv effekt längre. Om en dämning görs till en hög nivå utan att regleringen senare når ner till det gamla vattenståndet får man sannolikt en långvarig positiv effekt inom det överdämda men ej bortroderade området.

Blåsjön reglerades först 8 m (1949) och senare 13 m (1958). Skillnaden i skada på bottenfaunan beskrevs av Grimås (1961, 1962). Motsvarande effekter visades av Nilsson (1961) på näringsvalet hos öring och röding. Vissa grupper av organismer klarade den första regleringen och minskade i varierande grad i täthet. Den utvidgade regleringen åstadkom däremot en definitiv utslagning av flera arter. Nilsson (1978) anser att *Gammarus* totala försvinnande berodde på en kombination av effekterna av regleringen och fiskpredationen.

I Juveln (Indalsälven) som regleras drygt 6 m sedan 1941 överlevde i stort sett samma organismer som vid Blåsjöns första reglering (Furst 1968) men *Gammarus* tycks vara utslagna.

Vojmsjön är reglerad 8 m sedan 1950 och den tycks även befinna sig i ett mellanregister på skalan för regleringsskador. *Gammarus* levde kvar i sjön under en period (Nilsson 1961) men tycks nu ha försvunnit helt, av innehållet i fiskmagarna att döma. Kvar finns en del gastropoder t ex *Lymnaea peregra* och *Gyraulus acronicus*.

En annan intressant iakttagelse är att *Eurycercus* fortfarande förekommer i sjön och att den har kvar en viss betydelse som näringsdjur för fisk. I Blåsjön och i Torröjen har *Eurycercus* försvunnit på mycket kort tid, endast några år efter inplanteringen av *Mysis*. Det har visats (Lasenby och Furst 1980) att *Mysis* är en intensiv predator på andra organismer i sjöar med enbart öring och röding samt i akvarieexperiment. I tur och ordning kastar den sig över *Eurycercus*, *Bosmina*, *Daphnia* och copepoder.

Man kan naturligtvis spekulera i vad som är orsaken till skillnaden mellan Vojmsjön och vissa reglerade öring-rödingsjöar. I den tidigare nämnda Juveln (öring, röding, harr, lake) som har en förhållandevis liten reglering och där *Mysis* funnits sedan omkring 1960, finns fortfarande *Eurycercus* kvar precis som i Vojmsjön. Den påträffas då och då i fiskmagar. Juveln har en lindrig regleringsskada och ett litet medeldjup med en till ytan stor litoralzon. Det är möjligt att den något lindrigare regleringen av Vojmsjön medför att *Eurycercus*'s biotop ej är lika hopträngd i vertikalled som i t ex den hårdare reglerade Blåsjön. *Eurycercus* har kanske därför en större chans att undgå lika kraftig nedbetning från *Mysis*.

Det tycks vara en regel att ju mera eutrof en sjö är desto mindre förmåga har *Mysis* att påverka zooplanktonsamhället. Vojmsjön skulle möjligen kunna betecknas som mera eutrof än Blåsjön, i varje fall med avseende på fiskartsammansättningen, men alla slutsatser grundade på detta är osäkra.

Populationsförändringar

Om man ser på resultaten av provfiskena 1965, 1971 och 1977 finner man uppgifter som kan ha samband med den minskade segregationen mellan sand-sik och aspsik sommartid.

På bottennäten har fångsten av både sandsikar och aspsikar ökat markant samtidigt som aspsiken minskat på flytnäten. Där har i stället plankton-siken ökat (Tabell 1 och 3).

Djupfördelningen (Fig. 8) visar en kraftig ökning av aspsik på djupare botten. Sandsiken ökar i stort sett inom det grundare område där den även fångades tidigare.

Att en del aspsikar tycks ha ändrat sin habitat (uppehållsplats) från att ha varit delvis pelagiska till att bli mera bentiska påminner om den pelagiska fasen av sommarrödingen i rödingsjöar där Mysis inplanterats. De relativt få rödingar som efter inplanteringen av Mysis fortfarande fångas pelagiskt äter ej Mysis, det gör däremot de som uppehåller sig längs botten. Analysresultatet av aspsikens föda påminner alltså på flera sätt om rödingens föda, men det händer att pelagisk aspsik äter Mysis. Däremot äter ej aspsiken t ex pisidier som kan vara viktiga för rödingen. Överhuvudtaget tycks aspsiken vara bättre anpassad till att äta zooplankton än rödingen.

Det är omöjligt att avgöra i vilken grad den ökade fångsten av aspsik på bottennäten beror på en ändrad habitat eller en tätare population totalt sett. Det är emellertid slående att ökningen av aspsik är så stor på djupare vatten och att fördelningen i djupled mellan sandsik och aspsik påminner om förhållandet mellan öring och röding.

Den tidigare undersökningen av sikarnas tillväxtförändringar före och efter sjöregleringen (Bergstrand 1968) visade i stora drag följande. 1965 växte båda sikarterna bättre under sitt första levnadsår än före regleringen 1949. Detta försprång stod sig oförändrat upp till ca fem år, varefter tillväxten i stället blev sämre än före regleringen. Resultatet blev att de äldre fiskarna hade samma slutlängd som före regleringen.

Trots detta upplevde befolkningen effekten av regleringen, på fisket, så att sikbeståndet totalt sett fördrögs. Men detta berodde på att den lilla aspsiken ökade i antal på bekostnad av den större sandsiken.

Tillväxten hos aspsik och sandsik har nu åter studerats och perioden före och efter Mysisinplanteringen har jämförts (Fig. 5 och 6). Aspsiken har i dag en allt mindre slutlängd vid samma ålder, medan sandsiken visar en klar tillväxtförbättring, efter att Mysis bildat bestånd i sjön. Det betyder sannolikt att den även växer bättre än före regleringen.

Nätfisket har minskat i Vojmsjön efter regleringens start 1950. Sedan omkring 1972 har det däremot ökat igen sedan sikens kvalitet då förbättrats påtagligt. Förhållandet kan illustreras med Fig. 7, där åldersfördelningen hos lekande sandsik jämförts från de två perioderna. Det intensivare fisket under senare år har hyvalt av populationspyramidens topp.

Effekten kan även ses i Fig. 5 där tillväxtkurvan för de äldsta sandsikarna nu böjer av tidigare jämfört med perioden med lägre fiskeintensitet. Detta fenomen är välkänt och kallas Lees effekt. Orsaken är att de snabbast växande fiskarna fastnar i näten redan som unga. Kvar blir då de långsamväxande som får tillväxtkurvan att böja av.

Den rika årsklass från 1973 som kan följas från 1977 till 1978 hos båda sikarterna kan förklara medelviktsoökningen i en del av materialet från provfisket i Tabell 1.

Det hårdare fisket skulle kunna förklara den förbättrade tillväxten hos sandsiken, men samtidigt visar provfisket att populationen ökar starkt i antal och att avkastningen även ökar kraftigt viktsmässigt. Detta talar för att huvudorsaken till ökningen av sikbeståndet är en förbättrad rekrytering (ökad överlevnad fram till fångstbar storlek).

Förändringarna har inträffat sedan Mysis planterats in i Vojmsjön och det har påvisats att Mysis fått stor betydelse som näring för sandsik och aspsik. Man tycks därför på ganska goda grunder kunna anta, att den ökade rekryteringen till största delen beror på förekomsten av Mysis.

Ortsbefolkningen som är mest intresserad av sandsiken uppger att man numera får större fångster av denna art, att den kan fångas på flera platser än tidigare och att den dessutom är större och har en avsevärt bättre kvalitet än tidigare. Det är numera lätt att sälja fisk tack vare kvalitetsförbättringen. Romfärgen tycks även ha förändrats från ljus gul till orange.

Man skulle eventuellt kunna tillämpa erfarenheten av händelseförloppet efter regleringen (Bergstrand 1968) för att försöka förutspå slutresultatet av Mysisinplanteringen. Man fick en relativt oförändrad tillväxt hos sandsik och aspsik men där den bottendjursätande sandsiken anpassade sig till den minskade näringstillgången genom att reglera antalet och där aspsiken fann ett större utrymme som planktonätare och på så sätt ökade antalet.

Om dessa sikarter slutligen reagerar efter samma principer efter Mysisinplanteringen bör sandsikens nu ökade tillväxt med tiden gå tillbaka allteftersom antalet ökar till en viss nivå. Aspsiken har av den något minskade tillväxten att döma levt över sina tillgångar genom att rekryteringen ökade mycket hastigt de första åren som Mysis fick betydelse. Sannolikt kommer antalet att åter minska en aning.

Planktonsiken har fångats i ett större antal vid provfisket med flytnät 1977 än tidigare. Denna förändring passar väl in i hela bilden av hur Mysis påverkat fiskpopulationerna. Den styrker även antagandet att aspsiken till en del lämnat pelagialen och samlats i stor mängd i närheten av bottenarna där Mysis är mest tillgänglig som föda.

Laken har ökat i hela sjön. Det är lätt att sätta detta i direkt samband med Mysispopulationen, men det finns sannolikt även ett indirekt samband. Aspsiken har visat sig vara lakens viktigaste fiskföda och eftersom den nu förekommer i betydligt större täthet i närheten av bottenarna bör den rimligen inverka på både lakens antal och medelvikt.

I södra Vojmsjön där aspsiken ökat mest på bottenäten har laken ökat tre gånger i antal och fördubblat medelvikten (Tabell 1). Den maximala tätheten (Fig. 8) av aspsik och lake sammanfaller väl. Man kan även konstatera att lakens ökning inträffar just där aspsiken ökar.

Dödlighet hos rom och yngel

En mycket stor förändring har inträffat hos Vojmsjöns fiskpopulationer. Perioden efter regleringen innebar ett försämrat fiske med en nedgång av kanske alla arterna utom aspsiken. Öring och sandsik som var de viktigaste arterna minskade mest i antal.

Förändringen efter Mysisinplanteringen är delvis spektakulär. Även om vi ännu ej har konstaterat några säkra förändringar hos öring, harr, abborre och gädda så har aspsik, sandsik och lake ökat desto mera.

Detta betyder att biomassan av fisk har ökat avsevärt genom Mysisinplanteringen, men frågan är om man har uppnått samma nivå som före regleringen.

Vi kan ej säkert jämföra med de äldre provfiskena eftersom de gjordes med bomullsnät och med andra maskstorlekar och på andra stationer och djup. Dessutom användes ej skötar.

Den tidigare undersökningen av sikarna i Vojmsjön av Bergstrand (1968) visade att sandsiken minskade och aspsiken ökade i antal jämfört med tiden före regleringen. Vi vet ej om sandsikens nuvarande ökning uppväger nedgången, men aspsiken har accelererat ökningen sedan tidigare. Laken är troligen ungefär lika talrik som före regleringen.

Fisket har åter ökat i Vojmsjön, men trots detta ökar just den art, sandsiken, som är föremålet för fisket, kraftigt.

Det förefaller inte som om avsänkningen av vattenståndet under vintern påverkat lekgrunden genom uttorkning på ett sådant sätt att det orsakat sandsikens tidigare tillbakagång. Eftersom avsänkningen fortfarande är densamma sedan Mysis inplanterats, måste man se sandsikens nuvarande ökning som ett resultat av den förbättrade tillgången på näring. Man kan då göra den slutledningen att det var en minskad näringstillgång som efter regleringen orsakade nedgången i antal.

Det tycks med andra ord ej vara några större fysiska hinder i form av begränsade lekrområden som påverkar sikarnas rekrytering.

Om man jämför med Blåsjön och Torröjen, där Mysis även inplanterats och som har öring och röding, får man en delvis annan bild. I Vojmsjön motsvaras öring och röding i stort sett ekologiskt av sandsik och aspsik (habitat, näringsval). Effekten av Mysis i de två rödingsjöarna har varit positiv på många sätt (kvalitet, tillväxt) men man förväntar sig över att antalet rödingar snarare minskat än ökat. Sjöarna är kraftigare reglerade (13 m) och regleringen utnyttjas på senare år effektivare genom att avsänkningen för det mesta görs ända ner till sänkingsgränsen. Detta sker innan rödingynglet utvecklats tillräckligt långt för att klara sig. Den viktiga rödingleken försiggår inom regleringszonen. I Blåsjön finns dessutom en annan röding som leker på djupa steniga bottnar, vilka ligger utanför någon inverkan av regleringen. Denna röding lever i stort sett av sådana organismer som ej skadas av regleringen. Mysisinplanteringen har inneburit samma positiva förändringar som för den grundlekande rödingen, men man får ingen antalsförändring som lätt låter sig mätas genom fiske.

Det ligger nära till hands att söka förklaringen i att lekområdena är begränsande för rekryteringen även för denna art.

Den konstaterade ökningen hos sikarna i Vojmsjön är ännu mera påtaglig om man gör en jämförelse med vad som beskrivits från dessa rödingsjöar. Förklaringen till skillnaderna i den antalsmässiga utvecklingen förefaller att vara skillnader i lekområdenas begränsningar.

Det finns andra men indirekta tecken, som tyder på att sikarna i Vojmsjön har förmåga att "svara på" den nya bättre näringstillgången genom att föröka sig till skillnad mot rödingen i Blåsjön och Torröjen.

Mysis' predation på andra organismer är ej så hård i Vojmsjön som i rödingsjöarna. Det kan eventuellt bero på att Mysispopulationen ej är så tät och detta i sin tur kan bero på att predationstrycket av det stora antalet fiskar på Mysis är hårdare i Vojmsjön.

I sammanhanget kan man även diskutera varför öringen i Vojmsjön i varje fall hittills ej visat några tecken till ökning i antal.

I Blåsjön visade det sig att öringen var mycket känslig för förändringar i näringstillgång i litoralzonen. Mysis innebar med tiden en klar förbättring. Man drog slutsatsen att lekområdena ej var så begränsande för rekryteringen som näringstillgången. Om nu näringstillgången för öring även har förbättrats i Vojmsjön genom Mysis och man trots detta ej kan se någon antalsmässig ökning kanske förklaringen ligger i att en "skada" skett eller sker i lek- och uppväxtområdena. Man kan tänka sig att det med tiden blivit stationära öringbestånd i de strömmande vatten som tidigare användes som lekplaster för Vojmsjöns öring. Det naturliga urvalet har med tiden favoriserat de "stationära" anlagen, eftersom ett liv i sjön med näringsbrist rimligen borde innebära svält och död.

Kanske har det ännu ej förflutit tillräckligt lång tid med god tillgång på näring i form av Mysis för att öringen åter skall börja använda sjön som uppväxtområde? Det ökade fritidsfisket motverkar å andra sidan definitivt en förbättring av öringbeståndet i sjön.

Segregationen mellan sandsik och aspsik

I inledningen till diskussionen beskrevs kortfattat hur sikarterna i Vojmsjön förmodades påverka varandra. Lindström och Nilsson (1962a och b) betonade trycket i en "interactive segregation" mellan sandsik och aspsik som orsak till skillnader i bl a näringsval. Svärdson ville mera betona aspsikens anpassning till planktonföda trots att den genom hybridisering var påverkad av andra sikarter med lägre antal gälräfständer.

Redan de första undersökningarna visade egentligen att aspsiken förutom zooplankton även åt en del insekter på sjöns yta och vissa typer av botten-djur. Det föreföll därför som om den ej var helt utpräglat planktonätare utan kunde utnyttja annan näring när denna fanns lättillgänglig.

Efter Mysisinplanteringen har det visat sig att både sandsik och aspsik speciellt under sommaren äter Mysis till större delen. Efter vad vi vet om Mysis' habitat och hur Mysis utnyttjas av t ex öring måste man betrakta den som en bottenorganism. Att den förutom detta både är ovanligt rörlig liksom vissa dagsländlarver och att den till stor del livnär sig i en annan habitat kan man bortse ifrån i det sammanhanget. Det viktiga är att den är tillgänglig på botten för båda sikarterna samtidigt. Detta tyder på att aspsiken är flexibel i näringsvalet och att den t o m söker sig bort från pelagialen, in mot bottenarna där Mysis finns i störst täthet. Detta kan tyda på att aspsiken vid hybridiseringen fått anlag som gör att den lätt övergår till annan föda än plankton.

I materialet av sandsik och aspsik fångade i september 1979, förekom även några hybrider (Fig. 11, sid. 33). Storleken var jämförbar med aspsikarna men antalet gälträfständer (27-33) visar deras genetiskt intermediära status. Näringsvalet (Fig. 10) visar ett tydligt samband med den genetiska konstitutionen. Hybriderna mellan sandsik resp aspsik utgör uppenbarligen ett genetiskt medelvärde av de bägge arternas näringsvalskaraktärer.

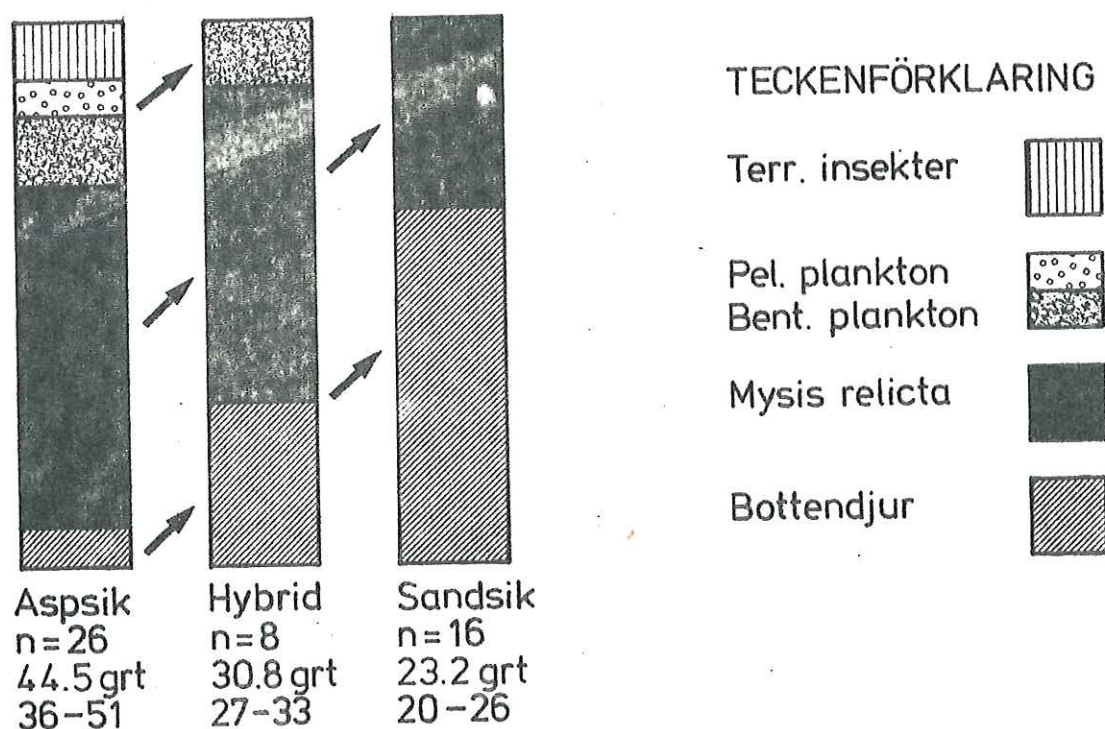


Fig. 10. Näringsval under september 1979 hos sandsik, aspsik samt hybrider mellan dessa. Antalet gälträfständer (grt) anges i figuren.

Om man betraktar djupfördelningen mellan sandsik och aspsik är det slående att den förra behåller sin gamla habitat tämligen grunt medan aspsiken ökar i antal på djupare bottnar än den tidigare fångades. 1965 var sandsikpopulationen mycket gles av provfisket att döma och detta kan eventuellt vara en förklaring till att aspsiken ej trängdes ut av sandsiken.

I princip är Mysis tillgänglig som föda för fisken på alla typer av bottnar på alla djup även om tätheten ej är riktigt lika hög i strandkanten.

Trots denna lättillgänglighet och trots att båda sikarterna äter lika mycket Mysis sker en rumslig segregation (spatial segregation) mellan dem. Detta tyder på att det även är andra faktorer än bara den medfödda förmågan att äta en viss typ av föda som bestämmer dessa sikars nischer. 1971 och särskilt 1977 är sandsikpopulationen tätare än 1965 och det är därför tänkbart att den har kraft att trycka ut aspsiken mot djupare vatten. Möjligen kan stimbildning hos sikarna bidra till segregationen (N-A. Nilsson muntl medd).

Att aspsikar skiftat biotop från pelagialen till tämligen djupa bottnar kan bero på i huvudsak två saker var för sig eller i kombination.

- a) Den till sitt näringsval flexibla aspsiken som förutom plankton även äter terrestra insekter och botten djur bör tidigare ha kunnat hävda sig väl gentemot planktonsiken. Konkurrensen om pelagiskt zooplankton kan ha ökat sedan Mysis sannolikt orsakat en minskning av de lättillgängligaste arterna. Ett ökat tryck mellan aspsik och planktonsik i pelagialen gynnar den senare som är mera specialiserad planktonätare.
- b) Det är känt från skilda sammanhang att en god tillgång på föda verkar anlockande på fisk (t ex mäskning, matning, gödning som ökar produktionen av näringsdjur). Det kan då även tänkas att aspsiken lockas till bottenarna där Mysis finns lättillgänglig och i stor täthet. Mycket talar för att detta har stor betydelse eftersom det av populationsökningen att döma tycks vara en fördel för aspsiken att äta Mysis vid bottenarna.

Parasitering

Triaenophorus crassus är en bandmask som har gädda som slutvärd. Den blir köns mogen i gäddans tarm samtidigt som gäddan leker och äggen sprids i samband därmed. Första mellanvärdar kan vara olika arter av *Cyclops* eller *Diaptomus gracilis* SARS. Laxartade fiskar är andra mellanvärdar.

Bandmaskparasiteringen hos olika sikarter har studerats ingående av Petersson (1971a, b). Det fanns ett klart samband mellan frekvensen av *Triaenophorus*-cystor och antalet gälträfständer hos sikarter. Orsaken är att sikar med större antal och tätare gälträfständer äter mera zooplankton. Hos unga fiskar var skillnaden mellan arterna obetydlig och tyder på likartat näringsval. Inget samband fanns mellan tätheten i gäddpopulationen och frekvensen parasiterade fiskar. Stabiliteten i parasiteringen mellan år var även påtaglig i de flesta undersökta sjöarna. Vidare fann Petersson inget samband mellan parasitering och ålder när arten i en viss sjö hade låg eller måttlig parasitering. Om arten däremot hade en

högre parasitering ökade frekvensen med stigande ålder. Cystorna kan återfinnas intakta hos fisken så lång tid som 6-7 år efter infektions-tillfället, men man kan även se äldre cystor som bara lämnat spår efter sig.

Man kan i Vojmsjön konstatera en skillnad hos sandsik och aspsik både i frekvens (procent infekterade fiskar) och intensitet (antal cystor i medeltal per fisk) (Fig. 9). Ett klart samband tycks finnas med resp arts benägenhet att äta pelagiskt zooplankton.

Hos sandsiken har både frekvensen angripna fiskar och intensiteten i angreppen minskat sedan tiden före Mysisinplanteringen. Man skulle kunna sätta detta i samband med att medelåldern hos sandsikarna minskat, men enligt de resultat som Petersson kommit fram till, borde inte ett sådant samband finnas vid en så låg parasiteringsgrad som det är fråga om hos denna art.

Intensiteten i angreppen hos aspsik är i stort sett oförändrad, men 1979 har frekvensen plötsligt skjutit i höjden. Detta kan tänkas bero på en ökad diet av infekterade copepoder. Ökningen skulle kunna vara en följd av att andra tillgängliga planktonorganismer i sjön minskat, t ex Bosmina. Tidigare har vi sett exempel på att Mysis inverkat på förekomsten av speciellt cladocerer. Maganalyserna från 1977 tydde ej på någon stor inverkan i Vojmsjön, men effekten kan tänkas vara fördröjd. En uppföljning när det gäller denna del av undersökningen tycks vara angelägen.

För att relatera resultatet från Vojmsjön med andra reglerade och oreglerade sjöar har följande tabell hämtats från Peterssons (1971b) undersökningar. Åren efter Mysisinplanteringen har tillagts i form av medeltal för två perioder 1971-74 och 1975-79. Sikar med ungefär samma antal gälträfständer jämförs (Tabell 7).

Man finner att sandsiken i Vojmsjön redan före Mysisinplanteringen hade en måttlig parasiteringsfrekvens jämfört med motsvarande sikar i reglerade sjöar och att flera oreglerade sjöar hade högre frekvens. Efter Mysisinplanteringen har Vojmsjöns sandsik en förhållandevis låg parasiteringsfrekvens.

Aspsiken har en betydligt högre frekvens Triaenophorus-angrepp men det förefaller att vara en normal naturlig frekvens jämfört med andra sjöar.

Vid provfisket 1977 gjordes den iakttagelsen att sandsikar sällan var parasiterade så kraftigt att man för den skull tvekade att använda dem som matfisk. Hälften av aspsikarna var infekterade och dessa var så kraftigt angripna att de var direkt oaptitliga.

Enligt ortsbefolkningen är den sik som insamlats för parasitundersökning- en i Storviken kraftigare angripen än på övriga platser i åtminstone södra delen av sjön. I denna vik finns även ett jämförelsevis rikt gäddbestånd. Man anser att sandsiken i stort sett har fått minskad parasitering och att man numera sällan påträffar parasiter hos denna art. Aspsiken däremot är ungefär lika angripen som tidigare.

	Antal gälrfäständer medeltal inom gränser	% angripna sikar	Antal gälrfäständer medeltal inom gränser	% angripna sikar
Ej reglerade sjöar				
Vaikijaure	24.5	11.5	31.4	45.0
Purkijaure	24.0	8.4	33.4	17.5
Randijaure	22.8	13.6	41.5	50.0
Parkijaure	24.5	51.0	47.9	94.7
Skalka	24.9	33.3	48.1	70.8
Tjåmotisjaure	21.6	27.6	46.1	80.0
Reglerade sjöar				
Tåsjön	32.4	64.9	41.7	61.1
Flåsjön	23.3	81.8	31.6	89.1
Storuman	22.7	41.6	42.7	42.4
Malgomaj	21.7	12.2	36.3	52.9
Vojmsjön 1961	21.5	31.4	44.4	50.3
-"- 1971-74	23.2	18.3	46.5	51.8
-"- 1975-79	22.7	22.3	46.6	60.8

Tabell 7. Parasitering i olika sjöar av *Triacnophorus crassus* hos sikarter som i stort sett motsvarar Vojmsjöns sandsik resp aspsik. En jämförelse har gjorts av frekvensen (antalet parasiter per fisk i medeltal) i olika reglerade och oregerade sjöar. Tabellen är hämtad från Petersson (1971b) och kompletterad med material som Petersson ställt till förfogande.

Stimfångning

Åtskilliga experiment med olika sikartskombinationer som introducerats i nya sjöar har genomförts med drastiska tillväxtförändringar som följd (Olofsson 1933-34, Runnström 1944, Svärdson 1950, 1951, 1957, 1970, 1979). Ett liknande miljöbyte kan även ske inom samma sjö, då fiskar av en art söker sig till stim av en annan art s k stimfångning. Enligt G. Svärdson (muntl medd) är det inte ovanligt att små sikarter med täta gälräfständer söker sig till större glestandade sikar. Detta nischbyte innebär stora fysiologiska och närings ekologiska förändringar med bättre tillväxt och högre ålder som följd.

Under september 1979 inköptes 25 sandsikar och 25 aspsikar från södra Vojmsjön för näringsvalsanalys. Då gälräfständerna kontrollräknades visade sig flera av de i fält klassade "storsikarna" vara aspsikar (Fig. 10).

På grund av skillnad i näringsval drabbas den planktonätande aspsiken av angrepp från *Diphyllobothrium* sp (måsmask) medan den bottendjursätande sandsiken undgår denna parasit. De felklassade aspsikarna visade sig vara helt fria från *Diphyllobothrium*-cystor (Fig. 11).

Enligt Bylund (1972) har sikar en välutvecklad motståndsmekanism mot dessa parasiter. Procercoiderna kapslas in snabbt av omgivande vävnad. Enligt J. Henricsson (muntl medd) bör dessa inkapslade cystor synas som förhårdnader på äldre sikars magsäckar. De aktuella aspsikarna från Vojmsjön var helt rena från spår av *Diphyllobothrium*-angrepp. Aspsikarna har därför med stor sannolikhet sökt sig till sandsikstim på ett tidigt stadium och uppträtt både ekologiskt och fenotypiskt som sandsikar men genotypiskt som aspsikar.

Denna identifiering av stimfångning är möjlig tack vare den individuella genmarkering som antalet gälräfständer utgör.

Stimfångning måste ses som en viktig orsak till ett riktat genflöde mellan populationer i ett sympatriskt förhållande.

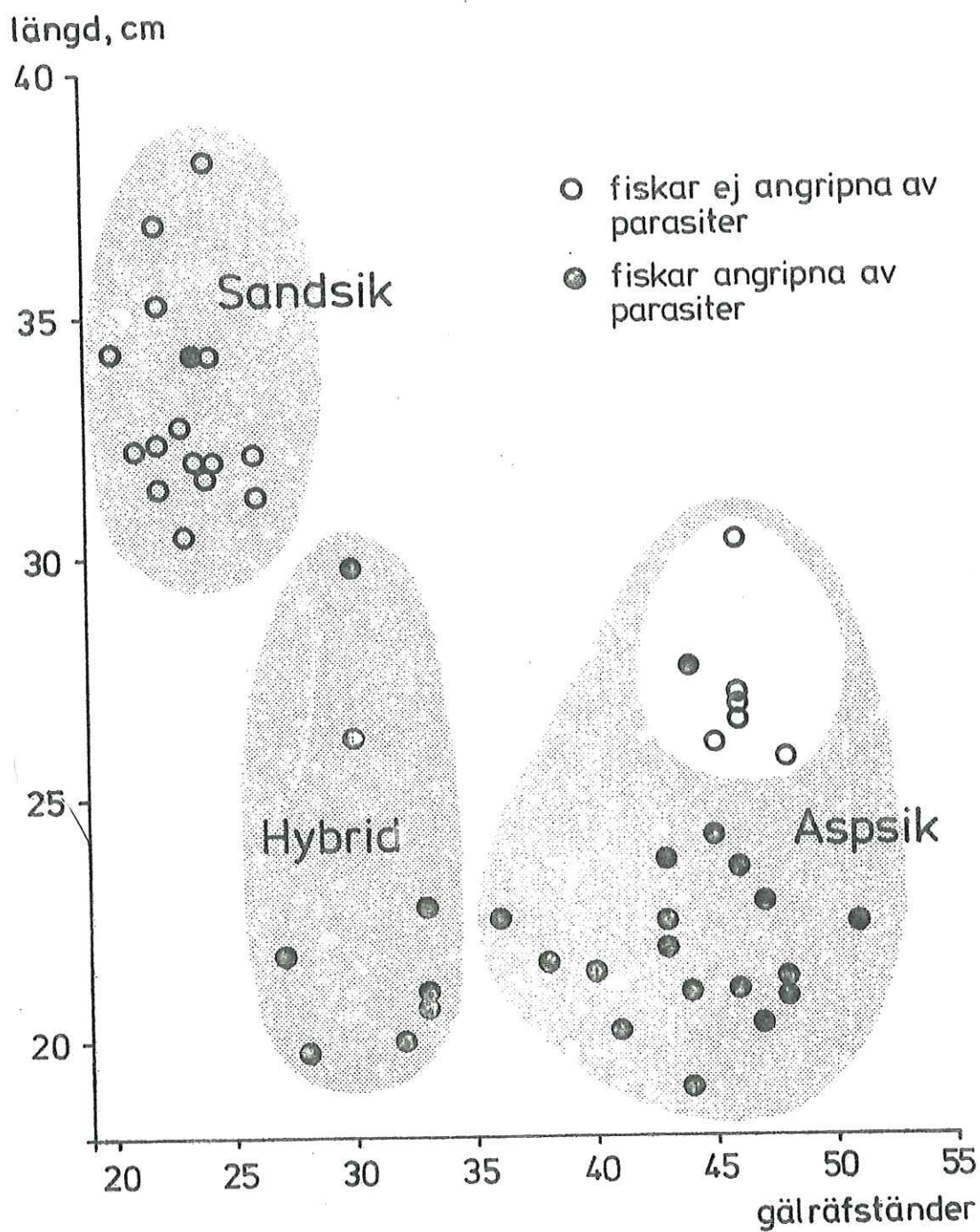


Fig. 11. Relationen sikart - angrepp av *Diphyllbothrium*. Notera gruppen av stora aspsikar som saknar parasitangrepp.

Fiskevård

Inplanteringen av Mysis har ändrat förutsättningarna för fiskevård. Man kan nu tänka sig tre olika åtgärder för att bättre tillvarata dessa möjligheter.

1. Ökning av maskstorleken i näten för fångst av sandsik till minst 18 v/a. Syftet är att låta sandsiken växa till sig ett till två år ytterligare och därmed få en högre vikt. Redan nu har något hushåll börjat gå över från 20 v/a till 18 v/a. Fördelningen av sandsik på olika maskstorlekar har visat sig vara följande vid provfisket 1977:

	20 v/a	18 v/a	16 v/a
antal	36	19	9
längd, cm	ca 27-33	ca 29-35	ca 32-38
medelvikt, g	200	236	307
ålder	4+-6+	5+-7+	6+-9+

Sandsikens ålder vid lekfisket har varit mellan 4 och 13 år. Problemet är att räkna ut var, d v s med vilka nät, man skall sätta in fisket för att få det mest ekonomiska utbytet på lång sikt. Det skall göras innan siken blir så gammal att den naturliga dödligheten blir för betydelsefull. Sannolikt är dödligheten som beror på annat än just nätfångst mycket liten under nuvarande förhållanden med god näringstillgång och ett fiske som tar bort siken när den bara vuxit två tredjedelar av vad den förmår.

En allmän ökning av maskstorleken från 20 v/a till 18 v/a innebär under en övergångsperiod på ett till två år ett lägre antal fiskar i fångsten men de fiskar man fångar väger 20% mera. Det är tänkbart att man i framtiden kan gå över till 16 v/a nät.

2. Åtgärder för att öka öringstammen i sjön. Fritidsfisket har ökat mycket kraftigt i Vojmsjöns tilllopp sedan början på 1950-talet. Det är speciellt öringen som är åtråvärd vid strömfiske. Som situationen är nu kan man knappast räkna med att öringbeståndet i sjön skall hämta sig trots att förutsättningarna förbättrats radikalt genom förekomsten av Mysis.

Det blir en fråga om ett val om man vill ta upp små öringar på sportfiske-redskap i strömmande vatten eller större öring på nät eller sportfiske-redskap i sjön.

Om man vill få tillbaka ett öringbestånd i sjön måste ett eller flera tillflöden fredas helt från fritidsfiske och iordningställas genom att t ex byta ut den befintliga öringen mot sådan som har egenskapen att vandra ner i sjön för tillväxt.

3. Utplantering av kanadaröding. Även här har förutsättningarna ändrats radikalt sedan de tidigare försöken med inplantering. Mysis har i flera sjöar visat sig vara av direkt avgörande betydelse för kanadarödingens tillväxt och kvalitet upp till ca 30 cm längd, men även

större fiskar tycks ha en indirekt fördel av förekomst av Mysis. Ökningen av aspsiken på djupare områden bör dessutom vara ännu en fördel för just kanadarödingen som är en utpräglad rovfisk och som går över på fiskdiet tidigare än vad öringen gör. Det är tänkbart att man bör sätta ut minst 30 cm långa kanadarödingar för att de skall ha större chans att undgå att bli uppätta av lake. Man bör till att börja med nöja sig med ett litet antal, förslagsvis 200-300 st.

ERKÄNNANDEN

I arbetet med denna Information har många medhjälpare deltagit.

Provfisket har skett under Olov Filipssons ledning, han har även insamlat och provtagit det mesta materialet.

Åke Petersson har undersökt sikarnas parasitering.

Gun Odén har analyserat sikfjällen.

Figurerna har ritats av Monica Bergman.

Familjen Sigvard Jonsson och familjen Ernst Johansson har varit till ovärderlig hjälp i samband med provfisken och lekfisken.

Författarna riktar ett varmt tack till alla som har medverkat, även till dem som ej omnämnts här.

SAMMANFATTNING

Vojmsjön är den första siksjö, där effekten av en inplantering av Mysis relicta har studerats. Tre sikarter samt lake är de vanligaste arterna. Öring, harr, abborre och gädda är tämligen fåtaliga och tycks ej ha påverkats nämnvärt av Mysis. Mysis inplanterades 1966 och 1971-72 kunde de första påtagliga effekterna iakttas. Sandsik, aspsik och lake utnyttjar Mysis i ungefär lika grad.

Kvaliten på sandsiken, som är den viktiga arten, förbättrades då och fisket intensifierades. De gamla fiskarna försvann och medelvikten i provfisket sjönk något. Tillväxten har förbättrats och är nu bättre än före regleringen men antalet har även ökat påtagligt och har till okänd grad upphävt minskningen som inträffade efter regleringen (jmf 1949 och 1965).

Aspsiken har ökat ändå mera i antal och beståndet är nu tätare än före regleringen. Tillväxten är oförändrad. Ökningen har inträffat på djupare bottnar än där sandsiken finns. Aspsiken är åtminstone sommartid delvis pelagisk men numera uppsöker den i högre grad bottnarna. Den tredje arten, planktonsiken, tycks inta det tomma utrymmet.

Lakens medelvikt och antal har ökat. Förändringen har inträffat på samma djup där aspsiken, som är dess favoritföda bland fiskarna, har ökat.

Parasiteringen av *Triaenophorus* som är relativt lindrig har varit ganska konstant hos aspsik fram till 1979, då en ökning skett. Hos sandsiken har angreppsgraden minskat något och den har en förhållandevis liten parasitering jämfört med motsvarande art i andra sjöar.

Fisket har återfått sin popularitet efter att ha varit obetydligt under perioden efter regleringen.

Sådana zooplanktonarter (t ex *Eurycercus lamellatus*) som *Mysis* utrotat eller decimerat i öring-rödingsjöar har kvar sin betydelse som fisknäring i Vojmsjön, i varje fall t o m 1977.

Sandsikens tillbakagång i antal efter regleringen kunde bero på en regleringsskada på lekplatserna och/eller på näringsbrist. Nu har det visat sig att sandsiken ökat kraftigt i antal och tillväxt sedan den börjat utnyttja *Mysis* som näring. Slutsatsen blir att eventuella skador på lekplatserna genom torrläggning på vintern haft liten betydelse jämfört med näringsbristen.

Detta kan jämföras med motsvarande resultat från rödingsjöar där man fått en tydlig ökning av kvalitet och tillväxt men ingen ökning i antal. Detta tyder på att det där är fysiska faktorer som är begränsande, t ex arealen av oskadade lekområden. Rödingspopulationen tillåts då ej helt utnyttja den ökade näringstillgången som *Mysis* utgör.

Den uteblivna ökningen av öring i Vojmsjön är svårförklarlig. Det kan finnas flera samverkande orsaker. Ett reproduktionsområde nedströms sjön har klippts av genom dammbyggnaden. Det kan även tänkas att öringen anpassat sig till den svältsituation som regleringen innebär eftersom den då har fördel av att vara stationär i strömmande vatten. Fritidsfisket i strömmarna har ökat starkt sedan 1950-talet och inverkar även negativt på öringen i sjön.

Effekten av *Mysis*inplanteringen har varit positiv och har troligen i stort sett motverkat regleringsskadan på sandsiken. *Mysis* är tydligt ett speciellt lämpligt näringsdjur för bottendjursätande sikar som lätt tar skada av regleringen. Det är vanligtvis just dessa sikar som är förhållandevis storväxta och som har störst ekonomisk betydelse. Man kan bedöma det som sannolikt att öringen med tiden kommer att öka och att man även för denna art åtminstone får en lindring av skadan.

Sannolikt hade förhållandena ej stabiliserats helt 1977 när sista provfisket utfördes. Man kan därför troligen förvänta sig vissa mindre förändringar i fiskpopulationerna de närmaste åren.

LITTERATUR

- Bergstrand, E. 1968. Tillväxtanalys på siken i Vojmsjön före och efter en reglering. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 57 p.
- och T. Lindström. 1967. Siken i Vojmsjön. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (13). 25 p.
- Bylund, G. 1972. Pathogenic effects of a diphyllbothriid plerocercoid on its host fishes. Soc.Scient.Fenn.Comm.Biol. 58:1-11.
- Fabricius, E. 1950. Heterogeneous stimulus summation in the release of spawning activities in fish. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 31:57-99.
- Fürst, M. 1968. Försök med överföring av nya näringsdjur till reglerade sjöar. III. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 38 p.
- U. Boström och J. Hammar. 1978. Effekter av nya fisknäringdjur i Blåsjön. Summary: Effects of new fish-food organisms in Lake Blåsjön. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 94 p.
- Grimås, U. 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 42:183-237.
- 1962. The effect of increased water level fluctuation upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 44:14-41.
- Holmberg, R. och T. Lindström. 1967. Återfångst av kanadaröding utsatt i Vojmsjön år 1964, märkesförlust. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (12). 6 p.
- Lasenby, D. och M. Fürst. 1980. Distribution and predatory feeding of *Mysis relicta* LOVÉN. (In manuscript.)
- Lindström, T. 1974. Småsikens betydelse för fisket i det vattenkrafts-exploaterade, nordsvenska landskapet. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 48 p.
- och N-A. Nilsson. 1962a. Om konkurrens mellan sikarter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 15 p.
- 1962b. On the competition between whitefish species. p. 326-340. Ur The exploitation of natural animal populations. Red.: E.D. LeCren och M.W. Holdgate. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Lötmarker, T. 1964. Studies on planktonic crustacea in thirteen lakes in northern Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 45:113-189.
- Nilsson, N-A. 1958. On the food competition between two species of *Coregonus* in a North-Swedish lake. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 39: 146-161.
- 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. 1978. The role of size-biased predation in competition and interactive segregation in fish. p. 303-325. Ur Ecology of freshwater fish production. Red.: S.D. Gerking. Blackwell Scientific Publications, Oxford och Edinburgh.
- Olofsson, O. 1933-34. Några inplanteringar av Lomsjö-sik. Svensk Fisk. Tidskr. 42(24):280-283, 43(1):4-8, (2):16-18, (4):43-47, (7):74-79.
- Petersson, Å. 1971a. The Cestoda fauna of the genus *Coregonus* in Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 51:124-183.
- 1971b. The effect of lake regulation on population of Cestodan parasites of Swedish whitefish *Coregonus*. Oikos 22(1):74-83.
- Runnström, S. 1944. Om smärtingen från några Jämtlandssjöar. Svensk Fisk. Tidskr. 53(2):25-29.
- 1947. Yttrande till Norrbygdens Vattendomstol enl. 11 kap 36§ vattenlagen ang. Vojmsjöns reglering. 1 sept. 1947. 12 p.
- 1963. Rödingens lekvanor och vandringar i Borgasjön före och efter sjöns reglering. Stencil i vattenmål. 22 p.
- Svärdson, G. 1950. The coregonid problem. II. Morphology of two coregonid species in different environments. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 31:151-162.
- 1951. The coregonid problem. III. Whitefish from the Baltic, successfully introduced into freshwaters in the north of Sweden. Rep.Inst. Freshw.Res., Drottningholm 32:79-125.
- 1957. The coregonid problem. VI. The Palearctic species and their intergrades. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 38:267-356.
- 1970. Significance of introgression in coregonid evolution. p. 33-59. Ur Biology of coregonid Fishes. Red.: C.C. Lindsey och C.S. Woods. Univ.Manitoba Press, Winnipeg.
- 1979. Speciation of Scandinavian *Coregonus*. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 57. 95 p.

SUMMARY: EFFECTS OF INTRODUCED *MYDIS RELICTA* ON FISH IN LAKE VOJMSJÖN

The effect of introductions of new fish-food organisms is studied in several lakes with different combinations of fish species. Lake Vojmsjön was impounded in 1950 and the water level is controlled within an amplitude of 8 metres. *Mysis relicta* was introduced in 1966 to compensate for heavy losses in the bottom fauna. In this lake there are three species of *Coregonus* and *Salmo trutta*, *Thymallus thymallus*, *Lota lota*, *Perca fluviatilis* and *Esox lucius*.

The most important species from an economic point of view is *Coregonus acronius widegreni* (cf Svärdson 1979). It is a bottomfeeder when older than two years. After impoundment the population of this species has decreased but the growth rate was largely unaffected. After having started to feed on *Mysis* (Fig. 2), in about 1971, the whitefish population (Table 1) and its growth rate (Fig. 5 and 6) have improved. The quality of flesh has also changed for the better and is now more fatty and tasty.

The brown trout, *Salmo trutta*, is the second most important species. Being a specialist on bottom fauna it has so far not recovered. The reason is unknown but selection has probably favoured a stationary behaviour in streams during the period when the lake was impounded and when there was a relative lack of food in the lake. The increasing sports fishery in streams during the last 30 years could also be an explanation.

The second whitefish species, *Coregonus pallasii aspius* did formerly feed on zooplankton but also on other types of food (Fig. 2). *Mysis* is now an important part of the diet. This species did not suffer from the impoundment and has now increased conspicuously (Table 1, Fig. 8). The growth rate has slowed down slightly (Fig. 5).

The third whitefish, the planktonic, or *C. nilssonii*, has remained a genuine zooplanktonfeeder.

Burbot, *Lota lota*, has increased (Table 1, Fig. 8) in number and weight. *Mysis* and whitefish (*C. pallasii*) are important food items.

Before the introduction of *Mysis* there was an interactive segregation between the two important coregonides. They seem to share the same rather shallow habitat. The population of *C. acronius widegreni* was rather sparse at that time. When the same species formed a denser population after the introduction of *Mysis* food segregation became weaker, as shown by the feeding behaviour, but the spatial segregation is now pronounced (Fig. 8).

The depth distribution of the two first mentioned coregonides resembles the interaction of the sympatric *Salmo trutta* and *Salvelinus alpinus* in other lakes. After introduction of *Mysis* *C. pallasii aspius* and *Salvelinus alpinus* more or less leave the upper water levels (the pelagic phase), and are found at the bottom and deeper than *C. acronius widegreni* and *S. trutta* (spatial segregation) which are pronounced bottom fauna feeders.

The reason for the change from a pelagic habitat to a habitat close to the bottom in summer probably depends on a decrease of zooplankton and an increase of bottomfauna (*Mysis*).

There has not seem to be a negative impact on the recruitment even though eggs and fry are likely to be exposed to freezing and drying because of the draw-down of the water level during the winter. The spawning areas of *S. alpinus* in other impounded lakes seem to be limiting factors and do not permit the populations to increase in number although there is a surplus of *Mysis*.

In 1977, 11 years after the *Mysis* introduction, *Eurycercus lamellatus* still were frequently found in stomach contents of fish. This species is the most susceptible to *Mysis* predation of all examined cladocerans in other Swedish lakes. This may indicate that the other cladocerans were even less influenced by *Mysis*, at least up to 1977 in Lake Vojmsjön.

The parasitic tapeworm *Triaenophorus crassus* which has copepods as intermediate hosts (Fig. 9) has decreased in *C. acronius widegreni* but it has suddenly increased in intensity in *C. pallasii aspius* 13 years after the *Mysis* introduction. Could the reason possibly be that cladocerans at last have decreased because of *Mysis* predation, forcing the planktivorous fish to feed more on copepods? This phenomenon requires studies during an extended period of time.

To conclude the summary it seems that the introduction of *Mysis* so far has been successful from the human point of view.

Legends to Figures and Tables

- Fig. 1 Map of Lake Vojmsjön with testfishing stations. The spawning grounds of *Coregonus acronius widegreni* are marked with numbers in order of spawning time from September to January.
- Fig. 2 Seasonal variation of the food habits of two whitefish species, sandsik *Coregonus acronius widegreni* and aspsik *C. pallasii aspius* in Lake Vojmsjön. 1965 is the year before the introduction of *Mysis*, 1971-72, shortly before the *Mysis* population developed to its maximum density.
- Fig. 3 Food habits of aspsik *Coregonus pallasii aspius* and planktonsik *C. nilssonii* during July, caught by pelagical floated gillnets (cf Table 4).
- Fig. 4 Seasonal variation of the food habit of burbot, *Lota lota*.
- Fig. 5 Growth of the three species of whitefish in Lake Vojmsjön. The quality of the fish improved in 1972 and the intensity of gillnet fishing on sandsik *Coregonus acronius pallasii* increased after that year. Lee's effect seems to be pronounced at the same time.
- Fig. 6 Changes in growth of different age groups (5-10 years) of the whitefish, sandsik *Coregonus acronius widegreni*. The catch was made by fishing on spawning grounds during five different years.
- Fig. 7 Year-class sizes of sandsik, *Coregonus acronius widegreni* and aspsik, *C. pallasii aspius*. The catch is sampled by commercial fishing on spawning grounds. Note the rich year-class of both species of whitefish born in 1973.

- Fig. 8 The changes of depth distribution of three species of fishes: sandsik, *Coregonus acronius widegreni*, aspsik *C. pallasii aspius* and burbot (lake) *Lota lota*, in sinking gillnets in testfishing July 1965, 1971 and 1977. No fishes were caught deeper than 35 metres except in the southern part of Lake Vojmsjön where burbot were caught deeper in 1977 (cf Table 5).
- Fig. 9 The variation of degree of infection in two species of whitefish, sandsik *Coregonus acronius widegreni* and aspsik *C. pallasii aspius* of *Triacnophorus crassus* in Lake Vojmsjön. Each year a sample of 100 fishes of both species are analysed in the commercial catches. In 1979 only 16 individuals of sandsik (*C. acronius widegreni*) were investigated. White and striped columns show the per cent fishes infected. Black columns represent the mean number of parasites per fish.
- Fig. 10 Food habits of two species of whitefish and their hybrid in September 1979. The numbers below the columns represent the number of fishes analysed, the mean number and variation of gillrakers.
- Fig. 11 The relation between whitefish species and infection of *Diphyllbothrium* sp. Note the group of large densely-rakered whitefish without parasites. A probable example of "school trapping".
- Table 1 The results of testfishing with sinking gillnets in July. The year 1965 represent a year before the introduction of *Mysis*. The catch of sandsik (*Coregonus acronius widegreni*), aspsik (*C. pallasii aspius*) and burbot (*Lota lota*) are comparable. Norra delen means northern part of the lake. Södra delen means the southern part.
- Table 2 The results of testfishing with sinking gillnets in July. Öring = brown trout, harr = grayling, abborre = perch, kanadarröding = lake trout. No pike was caught.
- Table 3 The total catch of aspsik (*Coregonus pallasii aspius*) and planktonsik (*C. nilssonii*) in testfishing with pelagic nets.
- Table 4 The depth distribution of two species of whitefish in testfishing with pelagic nets. The catch of planktonsik (*Coregonus nilssonii*) 1965, aspsik (*C. pallasii aspius*) 0-6 metres 1965 are not comparable to 1971 and 1977.

Att.: 1971: 2 brown trouts	6-12 metres
3 " " "	12-18 "
1977: 2 brown trouts	0- 6 metres
1 " " "	12-18 "
1 <i>C. acronius widegreni</i>	0- 6 "
1 lake trout	30-36 "

- Table 5 The distribution of sinking gillnets in different depth zones. Cf Table 6 and Fig. 8 which show the catch distributed within the same depth zones. Djup = depth, norra = northern, södra = southern, antal nät = number of gillnets.
- Table 6 Distribution of nets with different catches of sandsik *Coregonus acronius widegreni* and aspsik *C. pallasii aspius*. Antal fisk/nät = no. of fish/gillnet, antal nät = no. of gillnets.
- Table 7 Infestation frequency of *Triaenophorus crassus* in different lakes. Two of the whitefish species in Lake Vojmsjön are compared with corresponding species from other lakes. Natural and impounded lakes are compared (after Petersson 1971b). Ej reglerade sjöar = not impounded lakes, antal gälträfständer = number of gillrakers, medeltal = mean number, inom gränser = within limits, % angripna sikar = per cent infested whitefish.