

ARKIVEX



FORSKNINGSRAPPORT  
TILL  
ÅLANDS LANDSKAPSSTYRELSE



BIOLOGISKA STATION  
ÅBO AKADEMI – ÅLANDS  
LANDSKAPSSTYRELSE

NY SERIE, NR 38 (1984)

*Författare:* Olof Karlsson

ODLING AV SIKYNGEL I BELYSTA NÄTKASSAR

## INTRODUKTION

Siken utgör en av de ekonomiskt viktigaste fiskarterna i hela Östersjön. Årligen fångas längs Finlands kust sik till ett värde av ca. 20 milj. FIM (LEHTONEN 1981). Fångsterna av sik har dock märkbart minskat, speciellt under 1960- och 1970-talet, även beaktande de relativt kraftiga naturliga beståndsvariationerna. Orsaken till de minskade fångsterna är en kombination av flera faktorer, främst de allt effektivare och mindre selektiva fiskemetoderna (bl.a. trålfiske av strömming och siklöja, se t.ex. LEHTONEN 1982), samt försämrade nyrekrytering på grund av olika mänskliga ingrepp (älvutbyggnad, muddring, föroreningsutsläpp m.m.).

Kompensationsutsättning av fisk och fiskyngel är en nödvändighet beträffande ett flertal fiskarter, bl.a. lax, öring och sik, för att man skall kunna garantera en tillräcklig återväxt och en kontinuerlig avkastning. Denna odlings- och utplanteringsverksamhet sköts dels av statliga fiskodlingar och vissa industrier, och dels av olika lokala intresseorganisationer (fiskarförbund, fiskelag och -gillen).

Beträffande sik odlas i Finland ett flertal olika arter för utplantering dels i sötvatten och dels i Östersjön. I Norra Östersjön, Finska viken och Bottniska viken förekommer naturligt huvudsakligen två arter, dels den älvlekande vandringsiken (Coregonus lavaretus L. s.str.) och dels den havslekande siken (Coregonus widegreni Malmgren). Den havslekande siken uppträder ofta i lokala, relativt stationära bestånd (kallas även skärgårdssik). De två arterna är svåra att skilja morfologiskt, och förekommer i regel i blandbestånd (i Skärgårdshavet i proportionerna ca. 1:1, LEHTONEN 1981).

Utplanteringen av sik i Östersjön har huvudsakligen skett med nykläckta yngel av vandringsik, medan de olika insjö-

sik-arterna främst planterats ut som 1-somriga yngel (tab. 1 och 2). Detta är en väsentlig skillnad, som i hög grad kan antas påverka resultaten av utplanteringarna.

	1978	1979	1981
Vandrings- och skärgårdssik:			
- nykläckta	ca. 80	95	106 milj.
- 1-somriga eller äldre	11	10	9
Övriga sikarter:			
-nykläckta	3	3	11
- 1-somriga eller äldre	6	13	17

Tabell 1. Produktionen av sikyngel för utplantering år 1978-81 (Anon. 1980, 1983a).

	1972	1976	1977	1978	1979	1980	1981
nykläckta	30	75	1530	10	-	-	-
1-somriga	-	22	-	45	48	76	82

Tabell 2. Utplanteringen av sikyngel (tusen st.) i norra delen (Nystad-Gustavs) av skärgårdshavet (BÖHLING et al. 1983).

I samband med och efter utplanteringen utsätts ynglen för talrika stressfaktorer, förutom direkt predation. I de flesta fall torde utplantering av nykläckta yngel i mycket ringa grad eller inte alls hindra till någon förstärkning av de naturliga bestånden. Nuvarande märkningsteknik tillåter dock inte märkning av nykläckta eller mycket små yngel, varför tillförlitliga uppgifter härvidlag inte finns

att tillgå. Märkningsförsök med större yngel har dock visat att storleken hos de utsatta ynglen är av stor betydelse för överlevnaden till fångstbar storlek. Utplanteringen av 1-somriga sikyngel har i regel gett tillfredställande resultat i de fall en uppföljning varit möjlig. Återfångsten har i medeltal varit 20-30 kg/1000 utsatta yngel (SALOJÄRVI 1980). En återfångst på 30-65 kg/1000 utsatta har beräknats vara nödvändig för att utplanteringen skall vara ekonomiskt lönsam.

Odlingen av 1-somriga sikyngel sker vanligen i naturnäringsdammar. Denna metod är relativt välutvecklad, och ger oftast goda resultat. Odlingsmetoden kräver dock stora för ändamålet lämpliga landområden eller naturliga sjöar. Det innebär att metoden är mindre lämplig för kust- och skärgårdsområden, där tillgången till dylika områden ofta är mycket begränsad. Även de relativt höga anläggningskostnaderna kan innebära hinder, speciellt för mindre intresseorganisationer.

Behovet av utplantering av sik har för norra delen av Skärgårdshavet (Nystad-Gustavs) uppskattats till ca. 100 000 1-somriga yngel per år (Anon. 1983b), och ett minst lika stort behov kan antas finnas i dels södra delen av Skärgårdshavet, och dels i Ålands skärgård. Behovet av utplanteringar kommer sannolikt inte att minska under de närmaste tiotal åren.

Mot bakgrunden av detta är det uppenbart att det finns ett stort behov av vidare forskning och utveckling av nuvarande traditionella odlingsmetoder, samt av utveckling och utprovning av nya metoder. Som en del av Ålands Landskapsstyrelses forskningsprogram på Husö biologiska station år 1983 testades en för Finland relativt ny metod för odling av sikyngel. Försöket utfördes endast i liten skala i Karvik på norra Åland. I Finland har metoden tidigare prövats i Köyliö (KOSTIAINEN & JALAVA 1980) samt i Toböle träsk på Åland (KARLSSON & ORENIUS 1982).

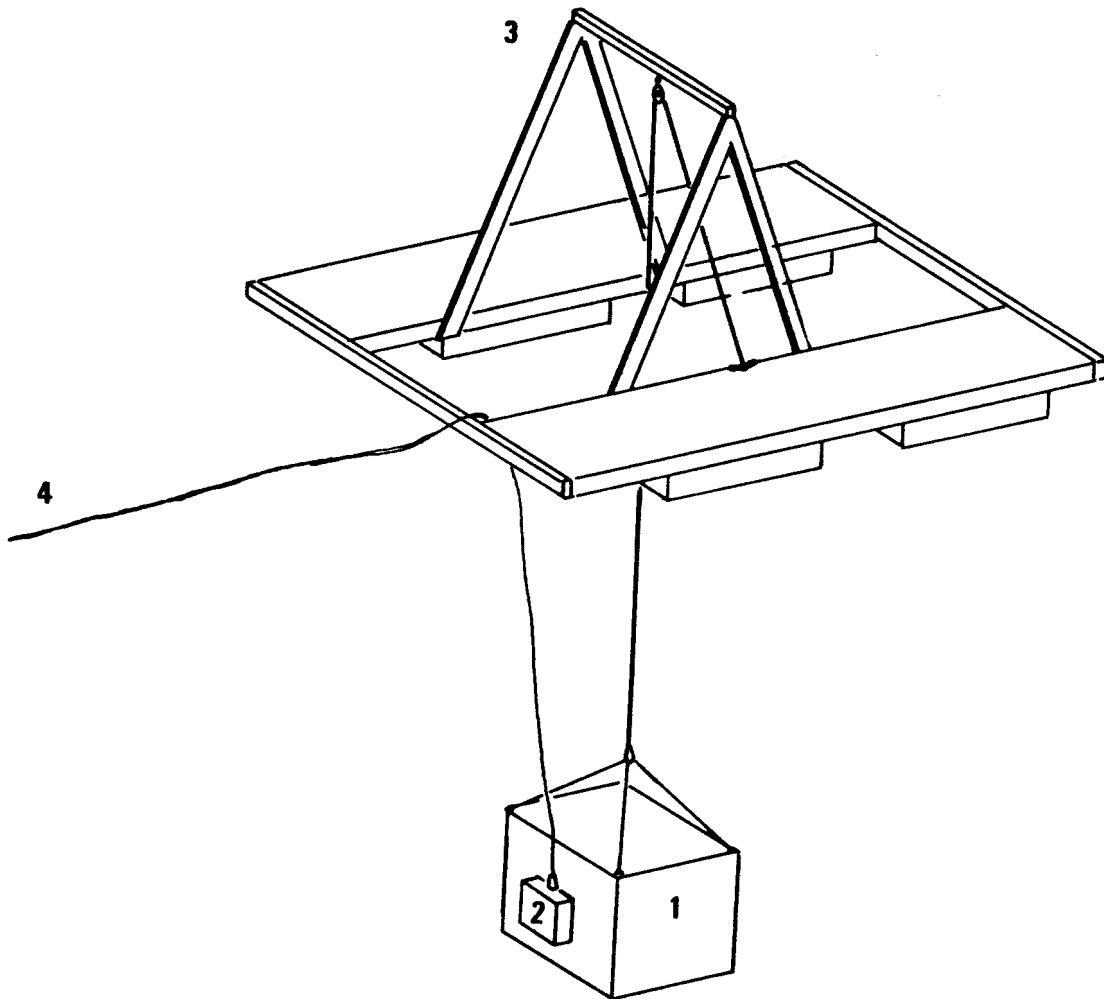
## MATERIAL OCH METODIK

Odlingsförsöket utfördes med yngel av skärgårdssik som kläckts vid Guttorps fiskodlingsanstalt. Kläckningen startade i början av april, och ynglen var vid utsättningen i nätkassarna 2-3 veckor gamla. Ynglen kläcktes i sötvatten med en temperatur på  $+2-3^{\circ}\text{C}$ . Efter kläckningen överfördes en del av ynglen till vatten som sakta värmdes upp till ca.  $+6^{\circ}\text{C}$ . Vattentemperaturen i odlingsområdet var vid utsättningen (26 april)  $+3.4^{\circ}\text{C}$ .

Ynglen odlades i helt slutna nätkassar med en volym på ca  $5.8 \text{ m}^3$  (ca. 1.8 m sidor). Vid försökets början användes en maskstorlek på ca. 1 mm. På nätkassens utsida hängdes en elektrisk lampa (100W, 24 V), så att ljuskäglan reflekterades genom nätkassen. Nätkassarna var upphängda i en pontonbrygga förankrad ca. 100 m från stranden. Det totala djupet var ca. 7 m, och nätkassarna sänktes till ca. 3 m djup. Kassarnas konstruktion och upphängning framgår av fig. 1.

Det artificiella ljusets funktion var att locka djurplankton in i nätkassarna. Sikyngel livnär sig under den första sommaren till största delen av djurplankton. Ett flertal av dessa planktondjur attraheras av ljus, och genom att förse nätkassarna med en lampa kan djurplankton kraftigt anrikas och garantera även stora mängder fiskyngel en tillräcklig födotillgång. Genom att reglera odlingsdjupet kan gynnsam temperatur bibehållas i nätkassarna. Samtidigt minskar mängden naturligt infallande ljus, och därmed även påväxten av alger på nätet. Ett odlingsdjup på ca. 2 ggr. siktdjupet har rekommenderats.

Vid odlingsförsöket användes två nätkassar med vardera en yngeltäthet vid försökets början på ca.  $2400 \text{ st/m}^3$ . Yngeltätheten bestämdes genom mätning av ynglen i måttglas, och på basen av antagandet att 1 l motsvarar ca. 80 000 yngel. Efter den första odlingsperioden (26.4-8.7.1983) sammanslogs



Figur 1. Konstruktion och upphängning av nätkassar för odling av sikyngel. (1) nätkasse (ca. 5.6 m<sup>3</sup>, 1.8 m sidor), (2) ljuskälla (100 W, 24 V), (3) pontonbrygga, (4) el-kabel till transformator.

alla yngel i en nätkasse med maskstorleken ca. 3 mm, och senare (7 sept.) överflyttades de ytterligare till en kasse med ca. 5 mm. maskstorlek. Ynglens tillväxt kontrollerades genom vägning och mätning av ca. 20 yngel ca. 2 ggr/mån. Vidare beräknades ynglens tillväxt/dag-grad, samt som ett mått på deras näringstillstånd beräknades Fultons konditionsindex (JÄGER & NELLEN 1980) enligt:

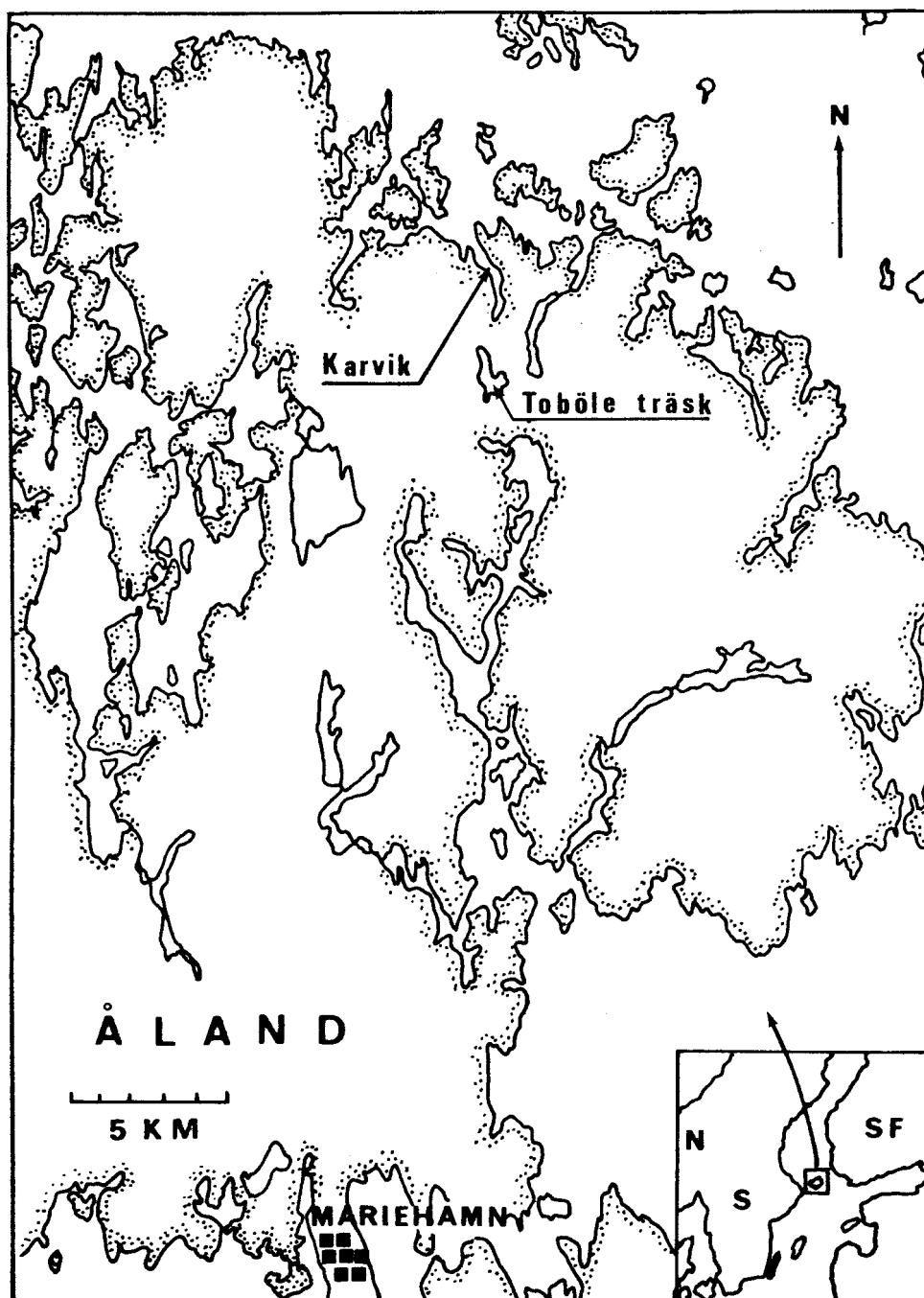
$$K = \frac{W}{L^3}$$

W = vikt i gram

L = längd i cm

Yngelöverlevnaden kunde endast grovt uppskattas i samband med provtagning och byte av nätkassar. Efter en odlingstid på 172 dygn planterades ynglen ut i odlingsområdet.

Odlingsområdet, Karvik på norra Åland (fig. 2), är en långsmal brackvattenvik med branta stränder. Viken är djup och vindutsatt. Vattenutbytet är gott och vattentemperaturen stiger långsamt på våren och når sällan över +15-16°C. Området är praktiskt taget opåverkat av människan och lågproduktivt. Produktionen av djurplankton kan antas motsvara de värden som angivits för norra Österjsön, dvs. 10-20 gC/m<sup>2</sup>/år. På grund av den goda vattencirkulationen etableras inte något språngskikt. Syreförhållandena var goda (80-100 mättnads-%) under hela odlingstiden, och pH varierade mellan 7.9 och 8.3.



Figur 2. Placeringen av försöksodlingarna år 1981 (Toböle träsk) och år 1983 (Karvik).

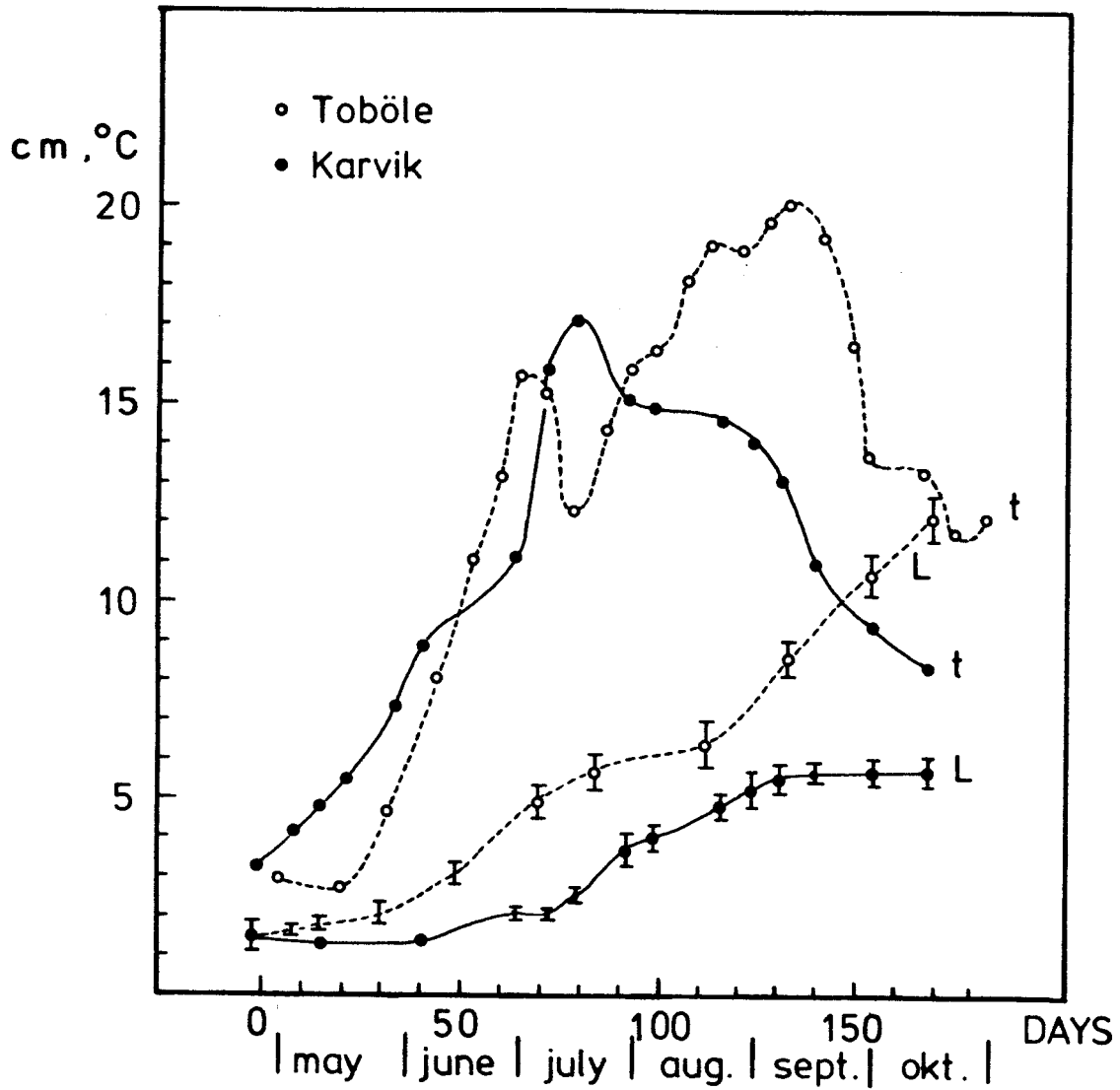


## RESULTAT

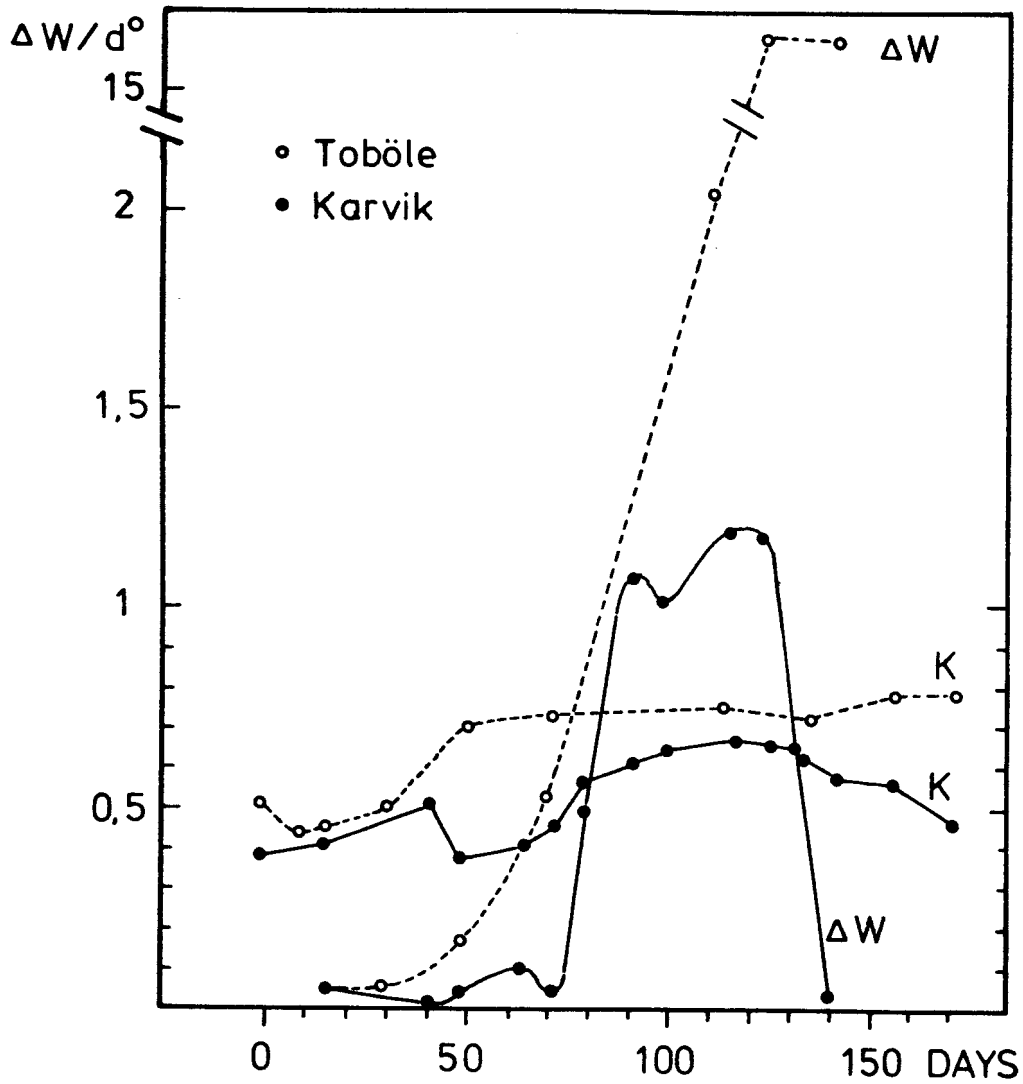
Vid utsättningen i nätkassarna hade ynglen en medelvikt och längd på 0.001 g respektive 1.4 cm. Ynglens tillväxt startade mycket långsamt. Den främsta tillväxtperioden inföll under juli-augusti, varefter den igen snabbt avtog (fig. 3). Under de allra sista veckorna av odlingsperioden minskade ynglen i vikt. Vid avslutningen av försöket i mitten av oktober hade ynglen uppnått en storlek på  $0.879 \pm 0.114$  g och  $5.8 \pm 0.3$  cm.

Betydelsen av vattentemperaturen och födotillgången för den noterade tillväxten, jämfört med resultaten från odlingsförsök i sötvatten (Toböle träsk, 1981), har försökt belysas genom beräkning av tillväxt per dag-grad samt ett konditionsindex. Detta tyder på att födotillgången är av större betydelse - ynglens näringstillstånd var betydligt bättre i Toböle under hela odlingstiden, samtidigt som tillväxten per dag-grad var bättre (fig. 4). Någon tillförlitlig utvärdering av viken eller vilka faktorer som varit avgörande för den noterade sämre tillväxten i brackvattenförsöket kan dock inte göras på basen av dessa uppgifter.

Dödligheten var under odlingstiden omöjlig att bestämma tillfredställande, främst på grund av ynglens känslighet för behandling och hantering. Under den första odlingsperioden var dödligheten dock mycket hög. Under juli-september noterades endast ett fåtal döda yngel på botten av nätkassarna. Exakta uppgifter erhöles endast vid avslutningen av försöket. Den totala överlevnaden var mycket låg, endast ca. 5 %.



Figur 3. Längdtillväxten (L, cm) av sikyngel, samt vattentemperaturen (t) på odlingsdjupet (4 m) vid odlingsförsök i sötvatten (Toböle träsk, 1981) samt i brackvatten (Karvik, 1983).



Figur 4. Tillväxten av sikyngel uttryckt som mg/dag-grad ( $\Delta W$ ), samt Fultons konditionsindex (K) vid odlingsförsök i sötvatten (Toböle träsk, 1981) och brackvatten (Karvik, 1983).

## DISKUSSION

Den främsta målsättningen vid odling av fiskyngel är att erhålla möjligast stort antal livskraftiga yngel till rimliga kostnader. Verksamhetens ekonomiska lönsamhet är i regel svår att uppskatta, emedan den är beroende av flera faktorer vilka är otillräckligt kända, t.ex. ynglens överlevnad och återfångst. Likaså värdet på fiskfångsten varierar i viss mån.

En av förutsättningarna för en bra odlingsmetod är således att god yngelöverlevnad och tillväxt uppnås. Den på Åland utprovade metoden har på andra håll gett tidvis mycket goda resultat, och även resultaten från försöken i Toböle träsk år 1981 var lovande. Avsikten med 1983 års försök var att testa metodens tillämplighet i brackvatten för att sålunda utvidga användningsområdet. I detta avsnitt diskuteras resultaten beaktande tillgängliga litteraturuppgifter, främst från Polen och Tyskland, samt olika faktorer som kan antas påverka odlingsresultaten.

Odlingsmetoden kan och bör utvecklas rent tekniskt, och olika alternativa konstruktioner bör utprovas. Detta kräver dock resurser som inte funnits tillgängliga. Färdigt tillverkad, standardiserad utrustning höjer i viss mån kostnaderna, och har i detta skede inte varit möjligt. En förbättring av utrustningen kan resultera i något bättre odlingsförsök - främst genom att minska olika stressfaktorer för ynglen. Aspekter rörande nätkassarnas konstruktion och övriga anläggningar kommer inte närmare att diskuteras.

Vid odlingen av fiskyngel i nätkassar är det främst tre faktorer vilka bör beaktas: yngeltäthet, födotillgång samt vattentemperatur. Dessa faktorer är alla i viss mån beroende av varandra och avgörande för såväl ynglens tillväxt som deras överlevnad.

## 1. Yngeltäthet och tillväxt

Yngeltätheten i nätbassängerna bör avgöras skilt från fall till fall, beaktande vattendragets produktivitet. På basen av de i dag tillgängliga uppgifterna kan endast grova riktgivande värden ges. Valet av yngeltäthet bör även vara en kompromiss för att optimera tillväxt och överlevnad. En mindre täthet ger bättre både överlevnad och tillväxt - men sannolikt inte i samma proportion. Det förefaller som överlevnaden är känsligare än tillväxten för förändringar i yngeltätheten. Vid försöken i Toböle träsk gav lägre yngeltäthet endast obetydligt bättre tillväxt, men en betydligt mindre dödlighet. En yngeltäthet på ca 1 400 st/m<sup>3</sup> gav en total överlevnad på ca 40 %, medan en dubbelt så hög täthet gav endast ca. 4 %. Vid odlingsförsök i Polen och Tyskland har mycket höga yngeltätheter använts (6-12 000 st/m<sup>3</sup>) samtidigt som överlevnaden ändå varit acceptabel, 37-39 % (JÄGER & NELLEN 1980, URYN 1979).

De sjöar som använts har varit mycket högproduktiva, medan Toböle träsk närmast är oligotrof (prim.prod. 2-400 mgC/m<sup>2</sup>d). Det förefaller som en utgångstäthet på 1500-2000 st/m<sup>3</sup> vore lämplig i lågproduktiva sjöar, medan upp till 10 000 st/m<sup>3</sup> eventuellt kan användas i mycket eutrofa sjöar. En mycket hög utgångstäthet medför troligen att ynglen senare måste delas upp på flera nätkassar. Efter odlingsförsöken i Kjulo sjö i SW Finland rekommenderades en täthet på 2-4000 st/m<sup>3</sup>, men uppgifter om sjöns produktivitet saknas (KOSTIAINEN & JALAVA 1980). Produktionsnivån i relativt opåverkade brackvattenmiljöer som t.ex. Karvik är troligen ännu lägre än i Toböle träsk - och endast små mängder yngel kan livnära sig på denna produktion. Vid försöken i Karviken gav en utgångstäthet på ca 2400 yngel/m<sup>3</sup> en överlevnad på endast ca. 5 %.

Beträffande tillväxten bör riktgivande värden kunna anges för hur stora yngeln bör vara för att anses utplanteringsdugliga, dvs. ha en rimlig chans att nå fångstbar storlek

efter utplanteringen. Uppgifterna härvidlag är dock otillräckliga.

I naturen varierar 1-somriga sikyngel i storlek från 8.5 till 12.7 cm (LEHTONEN 1983), vilket sålunda kan betraktas som någon slags målsättning. Det är dock sannolikt att ynglen kan och kanske bör planteras ut tidigare på sommaren innan denna storlek uppnåtts. Det är knappast storleken i sig som är allena avgörande, utan snarare ynglens utvecklingsgrad. Av mycket stor betydelse för överlevnaden är t.ex. utvecklandet av stimbeteende, vilket sker relativt tidigt (ca 2 mån., Dabrowski, pers.). En viss storlek måste även uppnås för att ynglen skall tåla hantering och övrig stress vid transport och utplantering. Även tidpunkten för utplanteringen är av stor betydelse. Sen-sommaren utgör troligen en gynnsam tid. Vattentemperaturen är då ännu relativt hög, vilket ökar fiskens aktivitet, och födotillgången är god - i vissa fall till och med maximal under augusti-september. Detta ger ynglen bättre möjligheter att överleva under anpassningsperioden strax efter utplanteringen.

Tillväxten var i brackvattenförsöken dålig, och ynglen var på hösten betydligt mindre än de naturligt förekommande. Vid samtliga försök i sötvatten har tillväxten däremot varit god; i Toböle träsk uppnåddes en längd på 12.2-12.7 cm, i Kjulo sjö och vid försöken i Polen och Tyskland var de 1-somriga sikynglen 6.0-11.0 cm. I Toböle träsk var ynglen 7-8 cm redan i början av september - vilket sannolikt kan anses vara utplanteringsduglig storlek.

## 2. Födötillgång och näringsval

Beträffande födötillgången bör såväl kvalitet som kvantitet beaktas. Talrika undersökningar har visat att de flesta fiskyngel väljer sitt byte aktivt med hjälp av synen - sålunda att storvuxna och/eller kraftigt pigmenterade arter föredras (bl.a. BROOKS 1968, DODSON 1974, GALBRAITH 1967). Vid odling med artificiellt ljus kan då ynglen äta hela dygnet. De arter som i första hand attraheras av ljuset (Cladocera, hinnkräftor) är även de som prefereras som bytesdjur. Lamporna har inte någon anrikande effekt under den ljusa delen av dygnet.

Det finns även uppgifter som tyder på att sikyngel kan utnyttja alla arter av planktiska kräftdjur som föda (FLÜCHTER 1980). Detta stöds av de enstaka maganalyser som gjorts vid försöken i Toböle träsk såväl som i Karvik. Fyllnadsgraden i mage och tarmkanal var i regel 80-100 %, och sammansättningen motsvarade i stort sett det rådande planktonsamhällets. Medan ynglen ännu är mycket små kan de troligen inte utnyttja hela planktonsamhället, utan främst larvstadier av hoppkräftor. Vissa försök tyder på att sikyngel kräver små hinnkräftor av släktet Daphnia för att överleva (FLÜCHTER 1980).

Den kvantitativa sidan av födötillgången, dvs. produktionen av djurplankton bestämmer främst hur stor yngeltäthet som kan användas. En grov bedömning kan i regel göras utan omfattande undersökningar. Beaktas bör då även den anrikande effekten av ljuset under natten - vilken kan vara 20-30 ggr. Fiskynglens födoaktivitet och dess beroende av ljus är dock en komplex fråga. Av betydelse är såväl intensitet som kvalitet (våglängd). I experimentella försök med hög födötäthet har sikyngel konstaterats kunna äta även i fullständigt mörker vid en storlek på 6-7 cm (Dabrowski, pers.). Vid mycket hög ljusintensitet har kannibalism noterats hos större yngel. Hos alla fiskyngel finns sannolikt en ljuströskel för

födointagningen, och denna varierar även med våglängd. Denna tröskelnivå uppnås bl.a. för blått ljus på 1-5 m (beroende av grumlighet etc.), och under normala förhållanden äter siken således inte på större djup än detta. Av en viss betydelse är således vilken typ av ljus samt vilken intensitet som används för att optimal födoaktivitet (och därmed tillväxt) skall uppnås. Ett uttömmande svar på detta kräver dock relativt omfattande och ingående undersökningar under kontrollerbara förhållanden.

De förmodade och i vissa fall även påvisade födokraven och -preferenserna innebär att sötvatten bättre lämpar sig för odling av sikyngel. Hinnkräftorna som mera än andra attraheras av ljus och som i första hand väljs som byte av sikyngel är främst sötvattensarter (bl.a. släktena Daphnia och Bosmina, en liten Bosmina art förekommer även i brackvatten). Hoppkräftor av släktet Diaptomus förekommer i sötvatten redan tidigt på våren, medan det i brackvatten ännu praktiskt taget saknas djurplankton. Hinnkräftorna är vanligen varmvattenarter och förekommer främst på sommaren. Även mängden och produktionen av djurplankton är oftast betydligt större i sötvatten.

### 3. Vattentemperatur

Siken är en kallvattensfisk med ett temperaturoptimum på ca. +15°C. Ynglen påverkas sannolikt inte i någon högre grad direkt av vattentemperaturen. De äter troligen även vid låga temperaturer, även om aktiviteten sannolikt avtar liksom även tillväxten. Däremot är vattentemperaturen av större betydelse indirekt genom att produktionen av djurplankton i hög grad är temperaturberoende. Produktionen av de planktondjur som föredras av ynglen, dvs. främst hinnkräftor men även i viss mån hoppkräftor startar ganska sent på våren eller för-sommaren. En möjligast sen kläckning och utsättning av ynglen vore därför gynnsam. En fördröjning av kläckningen med ända upp till en månad genom sänkning av



vattentemperaturen till +1-2°C kan åstadkommas utan att kläckningsresultatet i högre grad påverkas (Dabrowski, pers.). En fördröjd kläckning har även visats påskynda ynglens start av aktivt ätande. Tidpunkten då ynglen börjar äta förefaller inte vara beroende av temperaturen, utan av ynglens utvecklingsstadium.

#### 4. Övriga synpunkter

Ett av de främsta problemen vid odling i nätkassar är påväxten av alger på nätet. Detta försämrar vattencirkulationen och födotillgången i nätkassarna. Rengöring av nätkassarna ca. 1 gång/vecka är nödvändigt för att förhindra igenväxning. Problemet med påväxt kan i viss mån minskas genom flera byten av nätkassar, och snarast möjligt till nätkassar med större maskstorlek. Användning av alggifter är även en möjlighet, men detta förutsätter test av ynglens känslighet mot dylika gifter. De försök som utförts på Åland skedde i näringsfattiga vatten med stort siktdjup, varför sänkning av nätkassarna till 2 ggr. siktdjupet inte varit möjlig.

Bland fördelarna med den utprovade metoden bör även nämnas att den är miljövänlig emedan inga fodertillsatser är nödvändiga. Vidare är kostnaderna för anläggningar och drift relativt små. På Åland gjordes odlingsförsök endast med sik, men bl.a. i Tyskland har även försök gjorts med bl.a. gädda, siklöja och gös (JÄGER & NELLEN 1980, STEFFENS 1976).

#### SAMMANFATTNING OCH KONKLUSIONER

- det finns ett stort behov av att utveckla odlingsmetoderna för odling av fiskyngel för utplanteringsändamål, med tonvikt på metoder anpassade för kust- och skärgårdsområden samt för mindre intresseorganisationer
- odling i belysta nätkassar utnyttjande vattendragens egen produktion av födo-organismer utgör ett beaktansvärt alternativ
- odling i belysta nätkassar kan ge god tillväxt och åtminstone acceptabel överlevnad
- odlingsmetoden innebär låga anläggnings- och driftskostnader, och är miljövänlig
- odlingen av sikyngel bör ske i sötvatten, eller eventuellt i utsötade, mera produktiva havsvikar
- ett odlingsdjup på ca 2 ggr siktdjupet bör uppnås
- kläckningen av ynglen bör i mån av möjlighet fördröjas
- mycket grova riktgivande värden för yngeltätheten är ca.  $2000/m^3$  i lågproduktiva områden,  $2-4000/m^3$  i mesotrofa sjöar samt  $4-8000/m^3$  i eutrofa sjöar. Lämplig yngeltäthet bör dock utprovas i praktiken.
- byte av nätkassar bör ske möjligast tidigt och ofta för att hindra och motverka negativa effekter av algpåväxt
- nätkassarnas konstruktion bör utvecklas till lätt monterbara enheter
- vidare forskning rörande sikynglens födoaktivitet och utnyttjande samt tillväxt, och vilka faktorer som påverkar detta (temperatur, ljus) skulle ge värdefull information med tanke på vidare utveckling av odlingsmetoderna

LITTERATUR

- Anon. 1980. Kalanviljely vuonna 1978-79. - Suomen kalatalous no. 49.
- 1983a. Kalanviljely vuonna 1981.- Suomen kalastuslehti 2(1983).
- 1983b. Saaristomeren pohjoisosan kalatalouden kehittämissuunnitelma. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 13(1983).
- BÖHLING, P, LEHTONEN, H. ja VIITANEN, M. 1983. Saaristomeren pohjoisosan kalatalouden nykytila. - Riista- ja kalataloudellinen tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 9(1983).
- BRONISZ, D. 1979. Selective exploitation of lake zooplankton by Coregonid fry in cage culture. - In: E. Jaspers, G. Persoone, E. Styczynska-Jurewicz and T. Backiel (Eds.), Cultivation of Fish Fry and its Live Food. European Mariculture Society, Spec. Publ. 4:301-307.
- BROOKS, J.L. 1968. The effects of prey size selection by lake planktivores. - Syst. Zool. 17:273-291.
- DODSON, S.I. 1974. Zooplankton competition and predation. An experimental test of the size-efficiency hypothesis. - Ecology 55.
- FLÜCHTER, J. 1980. Review of the present knowledge of rearing whitefish (Coregonidae) larvae. - Aquaculture 19:191-208.
- GALBRAITH, M.G. Jr. 1967. Size-selective predation on Daphnia by rainbow trout and yellow perch. - Amer. Fish. Soc. Trans. 96:1-10.
- GENSCH, R. 1979. Ergebnisse und Erfahrungen beim Vorstrecken von Fishbrut in beleuchteten Gaze-käfigen im VEB Binnenfischerei DDR (Oder). - Z. für Binnenfischerei DDR 26:38-41.
- JÄGER, T. & NELLEN, W. 1980. Die Erprobung einer Polnischen Methode zum Vorstrecken von Maränen in Schleswig-Holstein. - Arbeiten des Deutschen Fischerverbandes, Heft 30:14-31.
- KOSTIAINEN, R. & JALAVA, T. 1980. Uppfödning av sik i nätkassar med hjälp av undervattenslampor. - Fiskeritidskrift för Finland 1980/1:10-14
- KARLSSON, O. & ORENIUS, H. 1982. Odling av fiskyngel i nätkassar. - Skärgård, Specialnummer 1982: 29-31.
- KOZIANOWSKI, A. 1979. Moderne Verfahren zur Coregonenaufzucht in der VR Polen. - Z. Binnenfischerei DDR 26:19-25.

- LEHTONEN, H. 1981. Biology and stock assessment of Coregonids by the Baltic coast of Finland. - Finn. Fish. Res. 3:31-83.
- 1982. Varför är det nödvändigt att begränsa trålfisket i Bottenviken. - Fiskeritidskrift för Finland 2(1982).
- 1983. Yksikesäisten siianpoikasten pituus. - Suomen kalastuslehti 5 (1983).
- SALOJÄRVI, K. 1980. Siikaistutusten tuloksista ja kannattavuudesta. - Suomen kalastuslehti 3 (1980).
- STEFFENS, W. 1976. Hechtzucht. - Z. Binnenfischerei DDR 23:327-343.
- 1978. Maränzucht, 2 Mitteilung: Vorstrecken und Setzlingsaufzucht, - Z. Binnenfischerei DDR 25:327-331.
- URYN, B. 1979. Farming of juvenile whitefish Coregonus lavaretus in submerged illuminated cages. In: E. Jaspers, G. Persoone, E. Styczynska-Jurewicz and T. Backiel (Eds.), Cultivation of Fish Fry and its Live Food. European Mariculture Soc., Spec. Publ. 4:289-297.
- WOLF, V. 1979. Versuche des Vorstreckens von Fishbrut in gazeckäfigen mit Hilfe von Licht im VEB Binnenfischerei Frankfurt (Oder). - Z. Binnenfischerei DDR 26:12-19.

