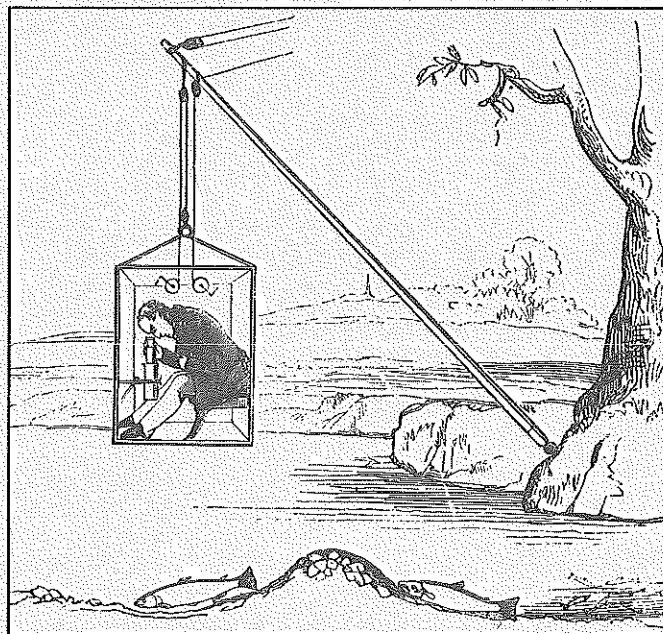


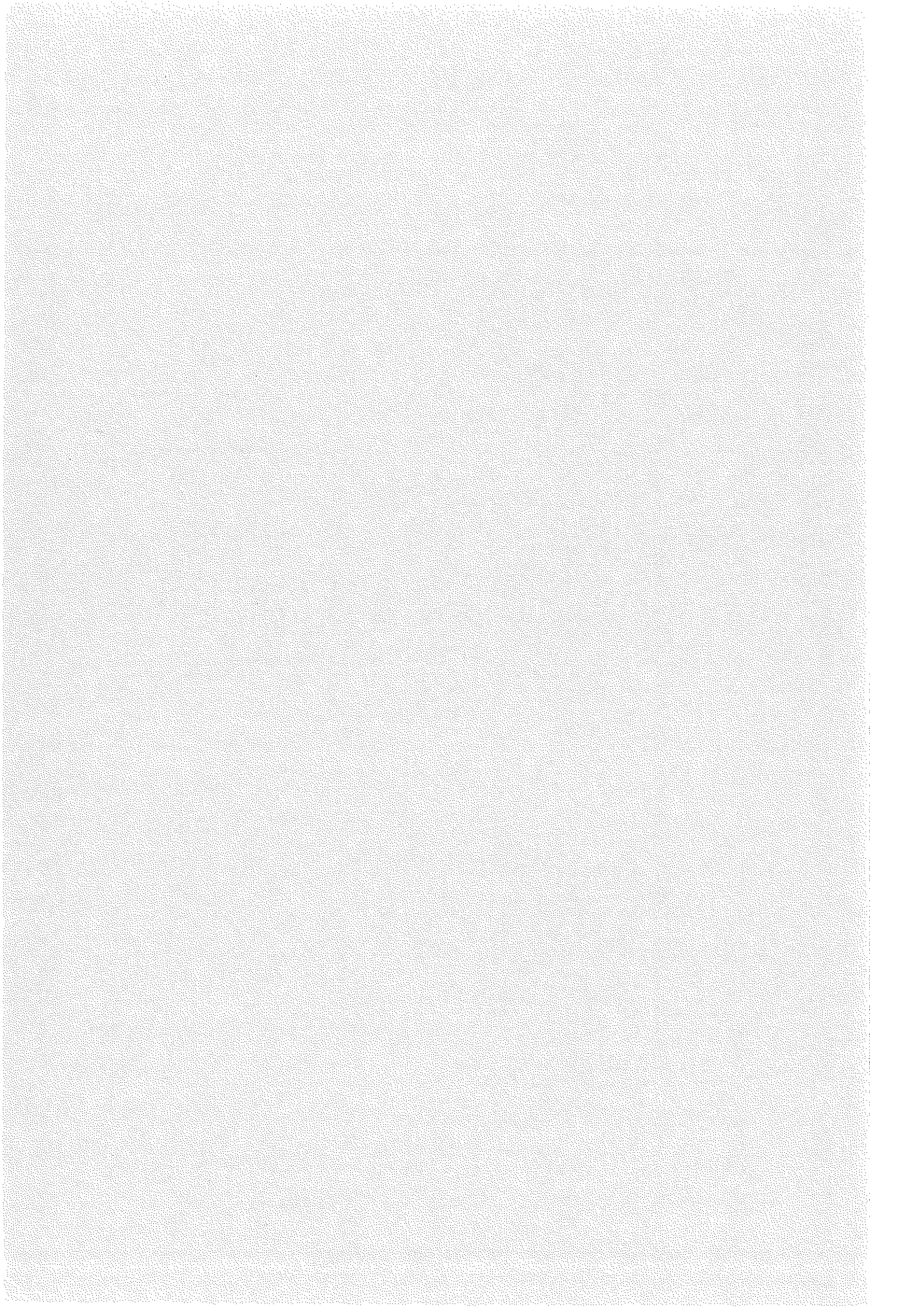
Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



ADAM P GÖNCZI

Telemetri- och märkningsförsök
I kraftverksmagasin med öring
av olika härstamning



INFORMATION FRÅN SÖTVATTENSLABORATORIET 1982

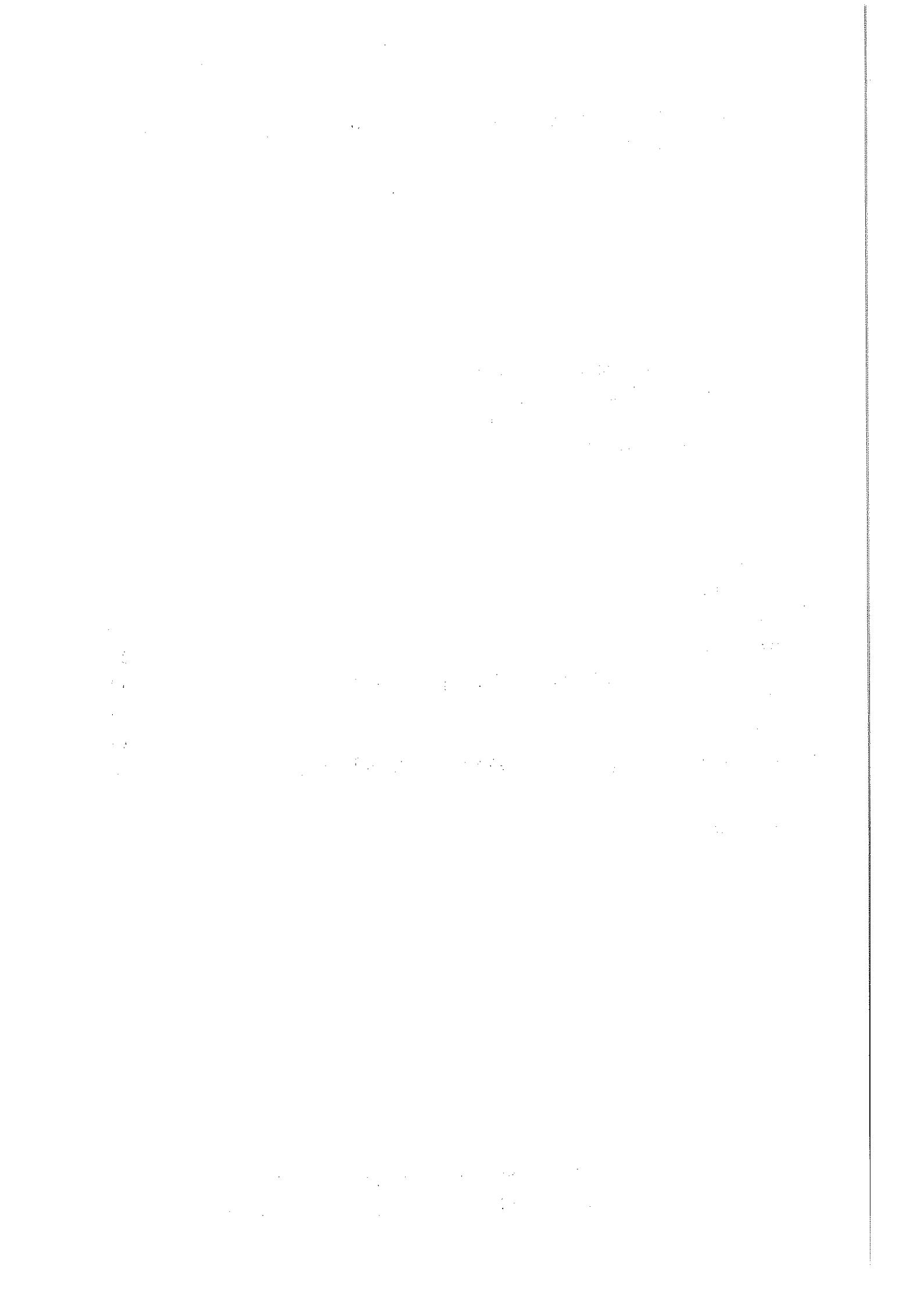
1982	1	Gönczi, A.P.	Öringutsättningar i kraftverksmagasin. English summary: Stocking of trout (<i>Salmo trutta</i> L.) in impounded rivers.	24 p
	2	Hansson, S.	Födoval och tillväxt hos sik, abborre, gers, mört och hornsimpa i Luleå skärgård. English summary: Diet and growth of whitefish, perch, ruffe, roach and fourhorn sculpin in the archipelago of Luleå.	47 p
	3	Hanson, M.	Effekter av nya fisknäringdjur i Suorva. English summary: Effects of introduced <i>Mysis relicta</i> on fish in Lake Suorva.	28 p
	4	Lindström, T. Filipsson, O. Hanson, M.	Aspen (<i>Coregonus</i> sp.) i Ume älv - en förutsättning för fiskevård. English summary: The whitefish species "asp" in the Ume river system - a prerequisite for management of salmonid predators.	32 p
	5	Lindström, T. Dickson, W. Hanson, M. Andersson, G.	Dålig kondition hos röding i ett surt område - en effekt av näringsbrist eller fysiologisk stress? English summary: Low condition factor in fish of acidified lakes - an effect of insufficient food or physiological stress?	24 p
	6	Eriksson, F. Hörnström, E. Mossberg, P. Nyberg, P.	Ekologiska effekter av kalkning i försurade sjöar och vattendrag. English summary: Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers.	96 p
	7	Westerberg, H.	Telemetriförsök med blankål i Hjälmarén. English summary: Ultrasonic tracking of migrating eels in Lake Hjälmarén.	22 p
	8	Gönczi, A.P.	Telemetri- och märkningsförsök i kraftverksmagasin med öring av olika härstamning. English summary: Telemetry and stocking experiments in river reservoirs with different stocks of brown trout.	27 p

- | | | | | |
|------|----|---------------------------------------|--|----|
| 1982 | 9 | Gydemo, R.
Nyman, L.
Westin, L. | Gotländska sjöar och vatten-
drag - en fiskeribiologisk in-
ventering. English summary:
Gothlandic lakes and waters -
a fishery biological survey. | 90 |
| | 10 | Hansson, S. | Kustprovfiske med nät i
Sundsvallsbukten 1981. English
summary: The fish fauna in the
Sundsvall area, according to
gill-net catches in 1981. | 27 |

TELEMETRI- OCH MÄRKNINGSFÖRSÖK I KRAFTVERKSMAGASIN MED ÖRING AV OLIKA HÄRSTAMNING

Adam P Gönczi

INLEDNING	1
METOD	1
<u>Sändartyper</u>	1
<u>Val av metod för märkesplacering</u>	2
<u>Märkets inverkan på fisken</u>	3
<u>Sändartyper använda i FÅK:s försök</u>	4
<u>Testade öringstammar</u>	5
RESULTAT	6
<u>Telemetriförsök</u>	6
<u>Försök 1977</u>	6
<u>Försök 1979</u>	8
<u>Försök 1980</u>	9
<u>Försök 1981</u>	13
<u>Jämförelse mellan telemetriförsöken 1977-81</u>	14
<u>Märkningsförsök</u>	17
<u>Utvandringstid</u>	17
<u>Könskvot hos utvandrad resp icke utvandrad öring</u>	18
DISKUSSION	19
<u>Omgivningsfaktorer</u>	20
<u>Vattenföring</u>	20
<u>Temperatur</u>	21
<u>Smoltutvandring - könskvot</u>	22
SAMMANFATTNING	23
ERKÄNNANDEN	24
LITTERATUR	24
ENGLISH SUMMARY: TELEMETRY AND STOCKING EXPERIMENTS IN RIVER RESERVOIRS WITH DIFFERENT STOCKS OF BROWN TROUT	26



INLEDNING

Undervattenstelemetri har under det senaste årtiondet utvecklats till en viktig metod för studier av fiskars beteende i olika situationer. Fiskarnas vandringsbeteende, reaktion på varmvattenutsläpp från kärnkraftverk eller kemiska utsläpp, reaktioner inför fiskredskap m m har studerats med telemetri. I mer avancerade former studeras fiskarnas kroppstemperatur (dvs i vilka vattentemperaturregister de vistas), hjärtfrekvens, andningsfrekvens (stresstudier) samt på vilka djup de vistas (Nyman 1973, Standa 1972, Prepejchal et al. 1980).

Fiskutsättningar i kraftverksmagasin har i de flesta fall givit ett dåligt resultat (Gönczi 1978, 1980, 1982, Anderson 1980). Vår enda egentliga metod för mätning av resultatet av en fiskutsättning har hittills varit fiskmärkning, i FÅK:s fall alltid med Carlinmärke. Den biologiska informationen som man därigenom erhåller ger en uppfattning om fiskens spridning, tillväxt och den ungefärliga totala återfångsten. Metoden ger däremot ej tillräcklig information om när och hur en spridning sker. Vid fiskutsättning i kraftverksmagasin är kunskap om detta av största vikt. Kraftverksturbiner kan döda den passerande fisken och förrycka resultaten av brickmärkningar, då dessa fiskar aldrig återfångas.

För att kunna avgöra om öring vandrar nedströms ut ur utsättningsmagasinet och om så är fallet bedöma orsakerna till varför, är det mycket viktigt att veta när utvandringen sker. För detta ändamål är telemetri den förmodligen enda metoden (Gustafson 1951, Runnström 1957, Thorpe 1973, Österdahl 1964).

METOD

Sändartyper

Det är två olika tekniker som används vid telemetri: ultraljuds-sändare (US) respektive radiosändare (RS). Tre viktiga faktorer, som begränsar sändarnas användningsområde, bör nämnas: sändarens storlek och vikt, sändningstidens längd och signalens räckvidd. De två förstnämnda faktorerna har ett klart samband med varandra,

då sändningstidens längd i hög grad är beroende av drivbatterier-
nas storlek och därmed av sändarens vikt. Hos ultraljudssändare
är den keramiska sändarkroppens storlek avgörande för sändarens
effektivitet. Sändarkroppens vikt blir därigenom en begränsande
faktor. Radiosändare fordrar lägre batterikapacitet för en viss
sändningstid än US. Dessutom medför antennen ej samma vikt- och
volymökning som sändarkroppen hos US. RS stora begränsning ligger
i första hand i den begränsade spårningsmöjligheten vid ökande
vattendjup. I de försök som FÅK gjorde våren 1981 visade det sig
att en sändare placerad på några decimeters djup med säkerhet
kunde spåras från 500-700 m avstånd (sändarna har olika kapacitet),
men redan vid 8 meters djup reducerades avståndet till 50-75 och
vid 12 meters djup till 20-25 meter.

Val av metod för märkesplacering

Westerberg (1977b) har belyst de viktigare felkällorna i metodiken
vad gäller sändarnas påverkan på de märkta fiskarna. De olika
US-typer som för närvarande finns tillgängliga är, med hänsyn
till utsättningsvikterna i våra försök, för stora. Öringarna i
våra försök varierar i storlek från ca 200 till 600 g. Det är up-
penbart att mindre fiskar måste ha mycket stort handikapp av ut-
värtesplacerade märken (Lindroth 1953, Isaksson och Bergman 1978).

Inför 1980 års försök har FÅK genomfört ett försök med tre olika
stora sändarattrapper. Försöket utfördes vid Kvistforsens fisk-
odling under ledning av fiskmästare Gerhard Ahlbäck. Försökets
syfte var att studera hur öring i ca 700 g storlek reagerar på
fiskmärken instoppade i magsäcken.

Attrapperna hade följande storlek:

	diameter (mm)	längd (mm)	vikt under vatten (g)
Liten (L)	8.5	29	2.0
Mellanstor (M)	8.7	38	3.4
Stor (S)	15.0	51	8.0

Arton fiskar försågs med var sin attrapp, sex med (L), sex med
(M) och sex med (S). På fyra fiskar monterades stora attrapper

utvärtes (U) med samma metod som Carlinmärken. En kontrollgrupp om sex fiskar fanns. Alla fiskar bar färgade plastremсор för identifiering. Remsorna var fästade med floy-tag.

Fiskarna iaktogs flera gånger om dagen varvid det protokollfördes om fiskarnas rörelse var normal, om de åt eller ej och om de förlorade (spottade ut) attrapperna. Försöket startades den 25 april 1980 och utföll enligt nedanstående tabell:

Akkumulerad förlust av attrapper i antal

	L	M	S	U
efter 3 dagar			1	
5 dagar			1	
10 dagar	3	2	3	1
15 dagar	4	3	6	2
21 dagar	6	6	6	2

Inga fiskar tycktes ha avvikande beteende i förhållande till de med endast plastremsa märkta fiskarna vare sig när det gäller simrörelser eller näringsintag.

Med tanke på fiskarnas storlek i detta försök (700-800 g) kan man utgå ifrån att fiskar i för oss aktuella storlekar, 200-500 g, ej kan märkas genom att märkena (sändarna) placeras i magsäcken. Det föreligger också uppenbara risker för att utvärtesplacerade märken lossnar under pågående försök. Med hänsyn till detta har utvärtesplacering med en ny säkrare fastsättning valts för fortsatta försök.

Märkets inverkan på fisken

De hittills utförda försöken såväl med US som RS har åtminstone vad beträffar ökat simmotstånd, ökat behov av viktbalansering, infektionsrisk samt minskad kamouflage inneburit klara nackdelar för fisken (Gray och Haynes 1979). Som ett exempel på förmodad beteenderubbning beskriver Westerberg (1978) och Gönczi (1980) när fisk helt passivt driver nedströms magasinet varefter den "vaknar" och återvänder till utgångspunkten. När spårning inte kan ske kontinuerligt på samtliga fiskar kan fisk driva ut ur magasinet och det kan tolkas i efterhand som aktiv utvandring. I detta fall en mycket allvarlig feltolkning av fiskens beteende!

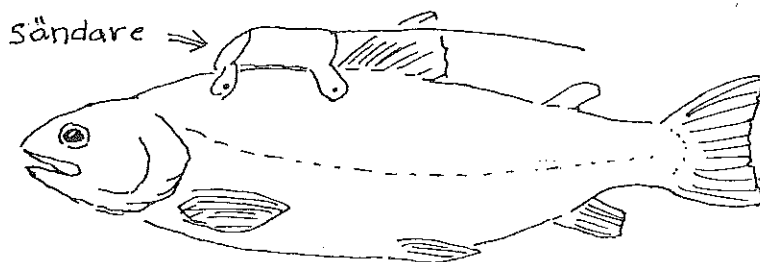
Sändartyper använda i FÅK:s försök

I försöken 1977, 1979 och 1980 har i första hand den amerikansk-tillverkade US Chipman kommit till användning (Westerberg 1977b). Den har en diameter på ca 8 mm, längden är 35 mm och vikten under vatten 4-5 g. Räckvidden har beräknats - under gynnsamma förhållanden - till ca 500 meter och den säkra sändningstiden till ca 4 dygn dvs 96 timmar. I praktiskt bruk har det visat sig att sändarna är tämligen temperaturkänsliga och ej bör användas vid temperaturer under 3-4 °C.

I ett försök 1980 har även US av SINTEF-typ använts men dessa visade sig vara otillförlitliga.

Inför 1981 års försök anskaffades utrustning för radiotelemetri utvecklad av Televilt AB. Sändarna har en dimension på ca 12 mm i diameter och 25 mm längd. Vikten under vattenytan är 3-4 g och antennens längd 15 cm.

Medan US-märkena fastsattes i fisken såsom Carlinmärken har FÅK till RS utvecklat en sadelliknande anordning som möjliggör montering mitt framför ryggen, med minskad snedbelastning som följd. Sadeln kan anpassas i storlek efter fiskens storlek.



Dessa radiosändare har sin begränsning med hänsyn till vattentemperaturen (helst ej under +3 °C), men till skillnad från US som förstörs av för låg temperatur, sänder RS så fort temperaturen åter stiger över den kritiska temperaturen. Den typ av sändare som FÅK använt har en livslängd på mer än 25 dygn dvs 600 timmar eller mer.

Testade öringstammar

Under åren 1977-81 har FÅK genomfört försök med olika öringstammar i Gammelänge enligt följande:

Startdatum	Stam	Antal	Vikt	Sändartyp
770510	Storboströmsöring	6	300-400 g	US
770908	"-	4	500 g	US
790611	Björkaåöring	6	300 g	US
790611	Heligeåöring	4	420 g	US
800527	Verkeåöring	9	300 g	US
800527	Heligeåöring	4	400-600 g	US
810515	Verkeåöring	9	< 200 g	RS
810515	Heligeåöring	7	500-600 g	RS

1977 års försök har tidigare delvis redovisats (Westerberg 1977a, 1978).

Spridningen i försökstid (höstförsöket undantaget) har betingats av flera vitt skilda orsaker: transportmöjlighet från odling, sändarnas temperaturtålighet, tillgång till personal. Detta har medfört tämligen stora skillnader i temperatur och vattenföringsförhållanden mellan de olika försöksåren (Tabell 1). Eftersom huvudfrågeställningen är om det förekommer aktiv utvandring (smoltutvandring) kan temperatur och vattenföringsförhållanden ha avgörande betydelse för försökets utfall (Svärdson 1956, Jensen 1968, m fl).

Mot bakgrund av resultaten, såväl telemetriförsöket 1977 (Westerberg 1977a, 1978) som av vanliga fiskmärkningsförsök med Storboströmsöring, antogs att denna öringstams naturliga utvandring beteende var orsaken till den snabba utvandringen från utsättningsmagasinet. Detta antagande utgjorde basen för fortsatta telemetri- och märkningsförsök. Det naturliga skulle ha varit att i fortsatta jämförelseförsök ta med Storboströmsöringen som referens. I synnerhet är en direkt jämförelse viktig när utsättningstiden (försökstiden) måste varieras. Beklagligtvis har ett sådant jämförelseförsök ej kunnat utföras då Storboströmsöring numera enbart är tillgänglig i en sjukdomsdrabbad fiskodling och ej får sättas ut i det aktuella kraftverksmagasinet. Därför har försöken efter 1977 inriktats på att testa olika öringstammar med förmodad stationär bakgrund mot varandra, nämligen B, H och V.

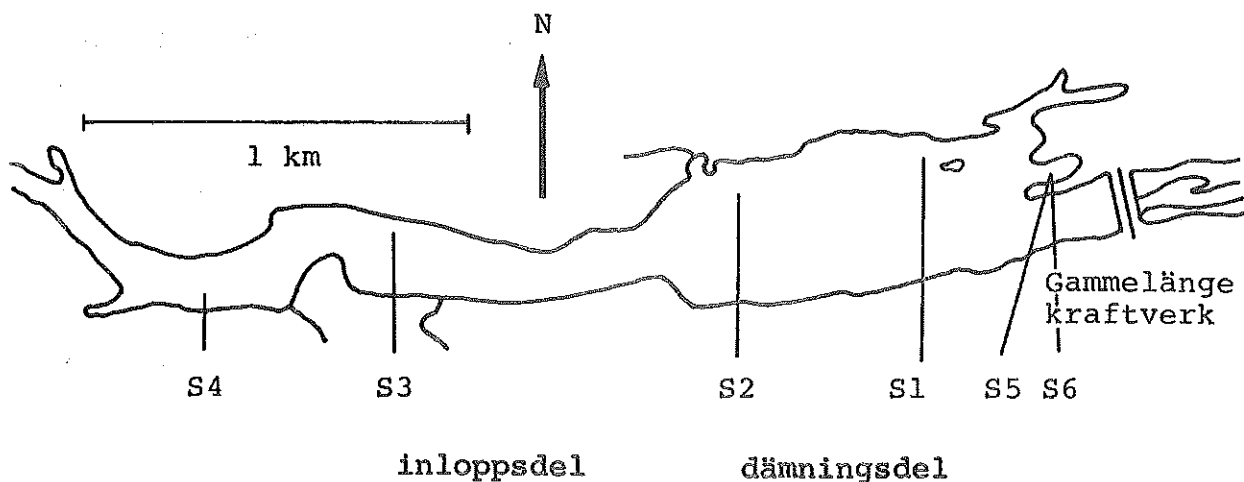
RESULTAT

Telemetriförsök

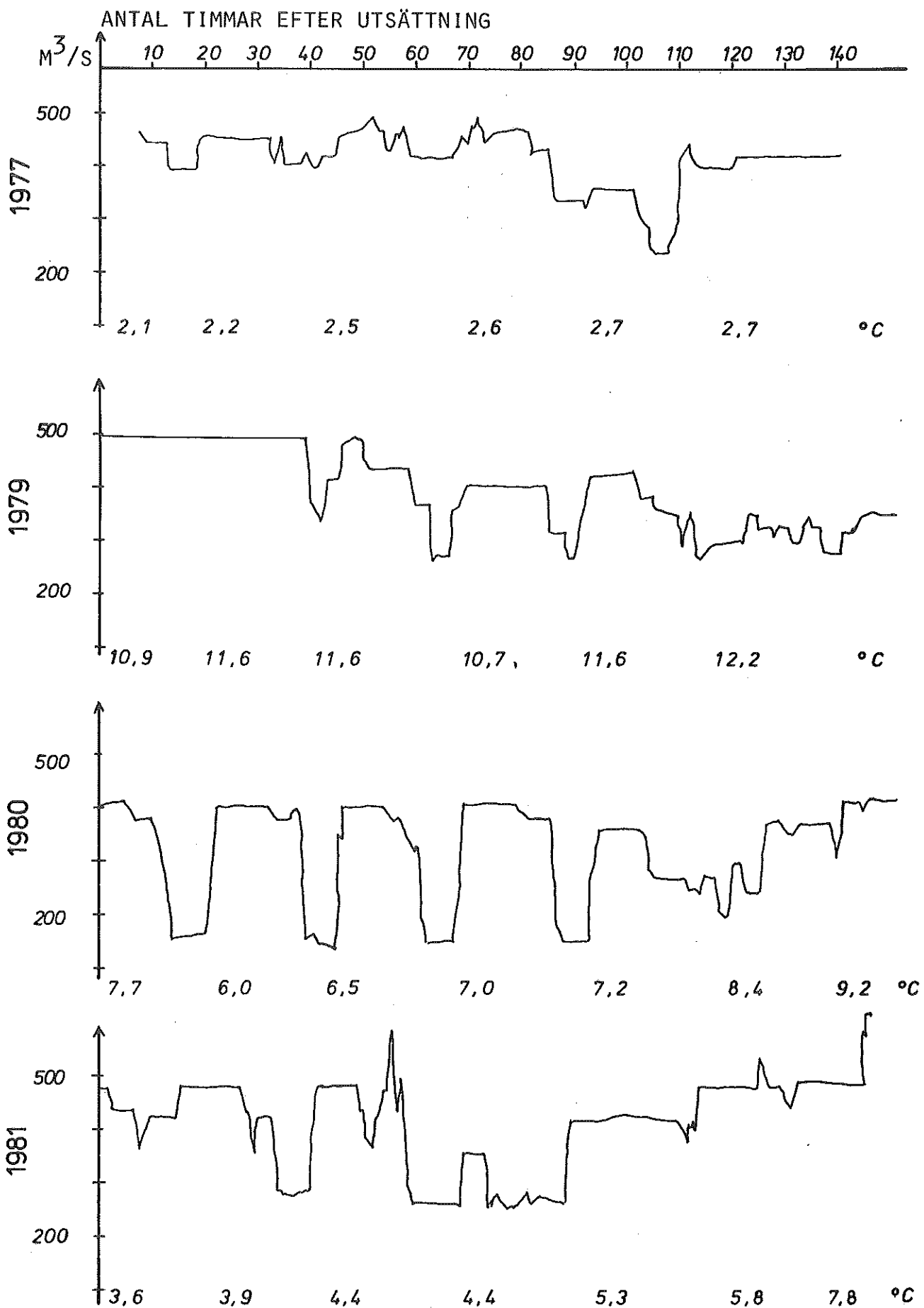
Försök 1977

Försöket var uppdelat i två delar, en direktutsättning (10 maj) och en utsättning efter två dygns sumpning (12 maj). Vid försökets start var vattentemperaturen 2.1°C och vattenföringen $470\text{ m}^3/\text{s}$. Den 12 maj var temperaturen 2.5°C och vattenföringen $460\text{ m}^3/\text{s}$. Högsta vattenföringen under försöket var $519\text{ m}^3/\text{s}$ och lägst $240\text{ m}^3/\text{s}$. Vid slutet av försöket var temperaturen 2.9°C (Figur 1).

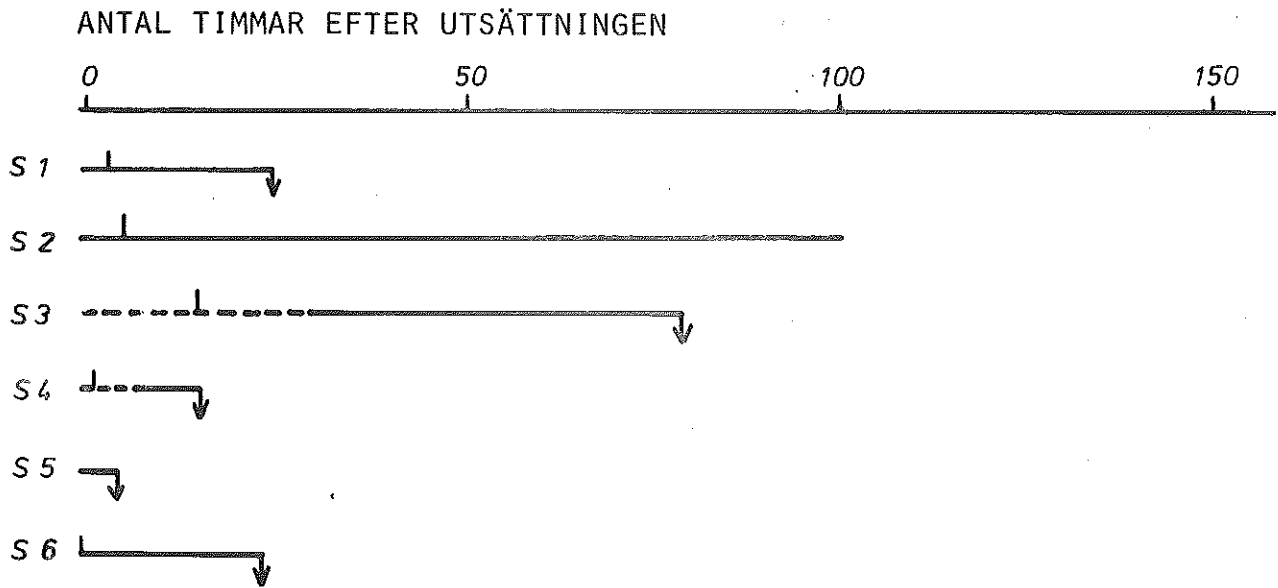
Den 10 maj utsattes 4 fiskar och den 12 maj 4, varav endast 2 bedömdes kunna medtas i resultatet (sändarbortfall respektive misstänkt död). Utsättningen gjordes enligt följande:



Av första gruppens 4 fiskar har 2 lämnat magasinet efter 16 resp 25 timmar samt ytterligare en var på väg ned mot kraftverket när spårningen efter 68 timmar avbröts. De övriga 2 fiskarna från den andra gruppen lämnade magasinet efter 6 resp 24 timmar (Westerberg 1977a). Fisken transporterades ca 20 mil till utsättningsmagasinet (Figur 2).



Figur 1. Vattenföringsvariationer nedanför Krångede kraftverk under telemetriförsöken 1977-81. Vattentemperatur.



TECKENFÖRKLARING:

- S = STORBOSTRÖMSÖRING
- INLOPPSDELEN
- DÄMNINGSDELEN
- ↓ FISK UTANFÖR UTS.ZONEN
- ↓ SANNOLIKT UTVANDRAD

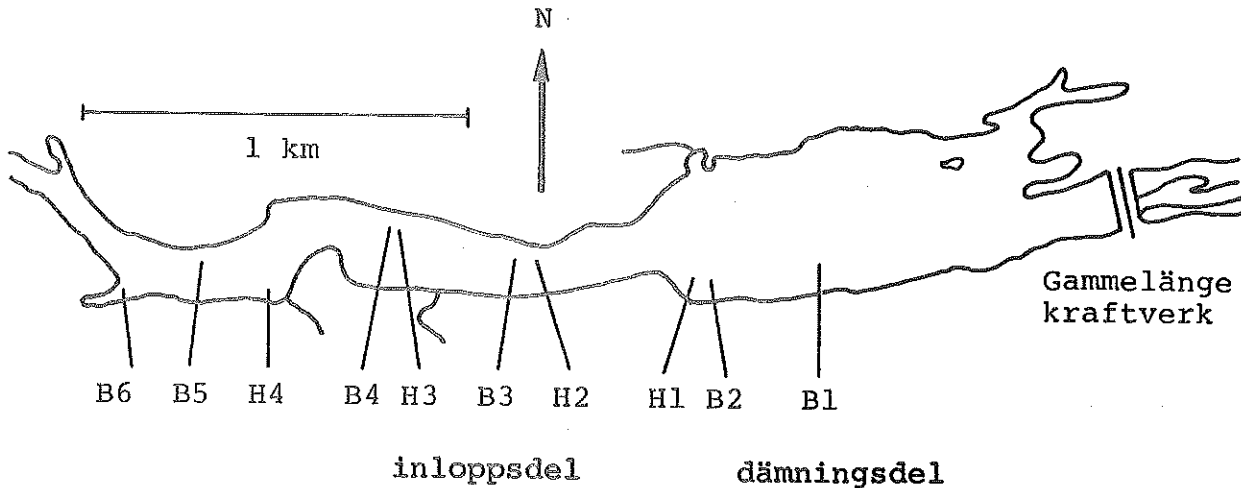
Figur 2. Spårningstider vid telemetriförsök den 10 maj 1977.

Försök 1979

Försöket påbörjades den 11 juni vid en vattentemperatur av 11.1 °C och avbröts (sändarna upphörde att fungera) den 18 juni vid en vattentemperatur av 12.1 °C. Vattenföringen var 300 m³/s vid starten och varierade mellan 270 m³/s och 500 m³/s under försökstiden.

I försöket ingick 6 öringar av härstamning Björkaå (B) och 4 Heligeåöringar (H). Björkaåöringens medelvikt var 300 g medan Heligeåöringen vägde i snitt 420 g. Båda grupperna var 3-åriga. Skillnaden i storlek berodde dels på odlingsbakgrund, den första var uppvuxen i en mellanorrländsk odling och den andra i Sydsverige, dels på en naturlig tillväxtskillnad. Transporten av fiskarna till

försöksplatsen i Gammelänge dämningssområde ägde rum den 8 juni (B transporterades 7 mil och H 95 mil). Fiskarna sumpades i lugnt vatten. Den 11 juni märktes fiskarna med US (Chipman) varefter de utsattes dels i dämningssdelens övre del dels i inloppsdelen enligt följande figur.

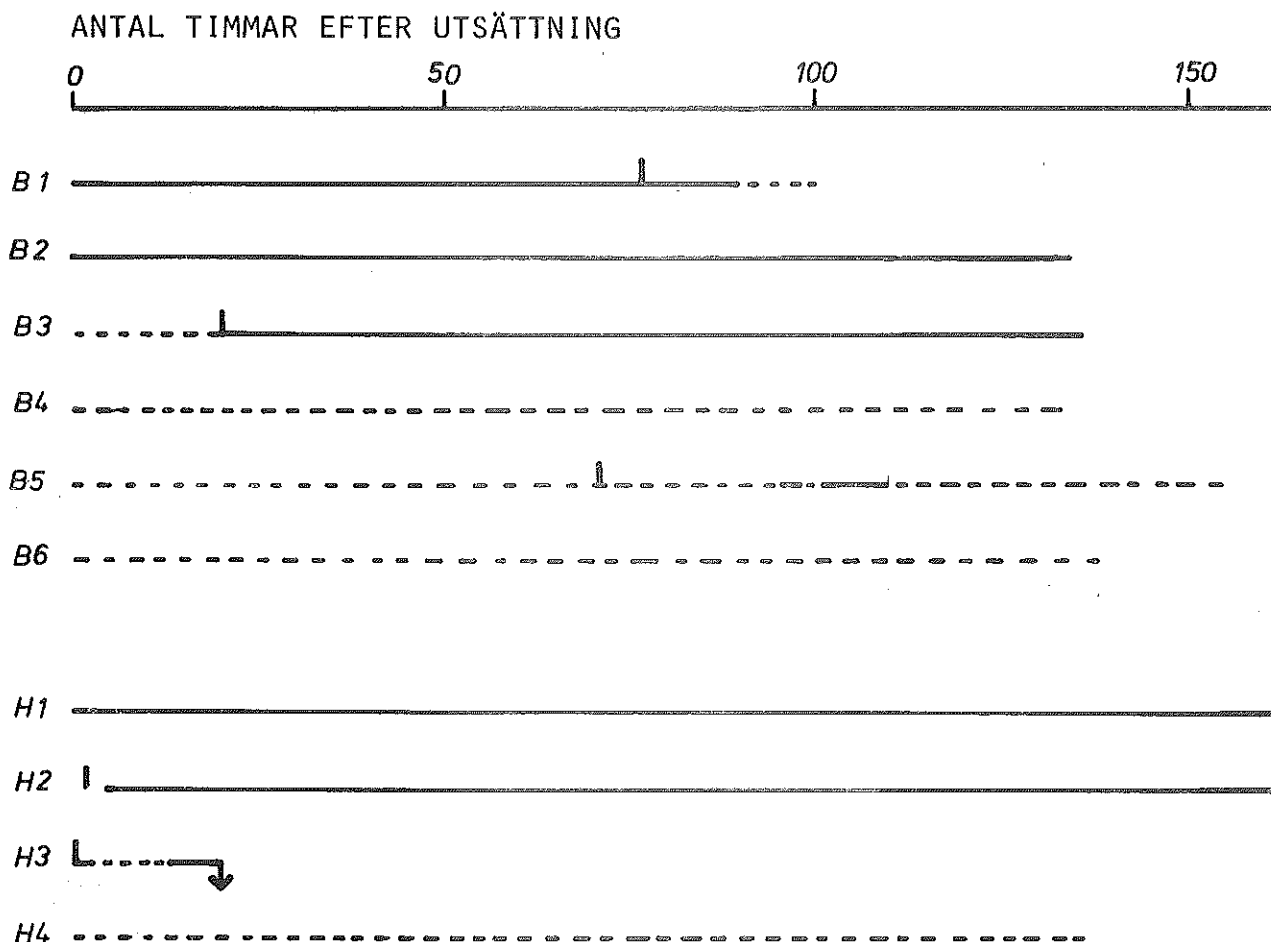


Spårningen bedrevs kontinuerligt till kl 24.00 den 15 juni samt mer sporadiskt till den 18 juni. Sändarnas beräknade livslängd var med hänsyn till den relativt höga temperaturen 120 timmar.

I Figur 3 har resultatet av försöket sammanställts. Där redovisas den totala spårningstiden och tiden fisken vistats i utsättningszonen (\pm 200 m) samt i inlopps- resp dämningssdelen. Efter 100 timmar kunde B1 ej längre spåras. B5 drev vid två olika tillfällen med mycket kort mellanrum ner mot dämningssdelen, kraftverket, men vid slutet av försöket efter 156 timmar, återfanns den i närheten av utsättningsplatsen. Bara 1 av 10 fiskar misstänks ha passerat kraftverket (H3).

Försök 1980

I försöket ingick 9 öringar av Verkeå-(V) och 4 av Heligeåhärstamning. Medelvikten för V var 300 g och för H 540 g. Även i detta fall kom H från en sydsvensk odling efter 95 mils transport medan V transporterades ca 5 mil. Före märkningen var H sumpade i 4 dygn medan V hämtades från odlingen direkt till märkning den 27 maj.

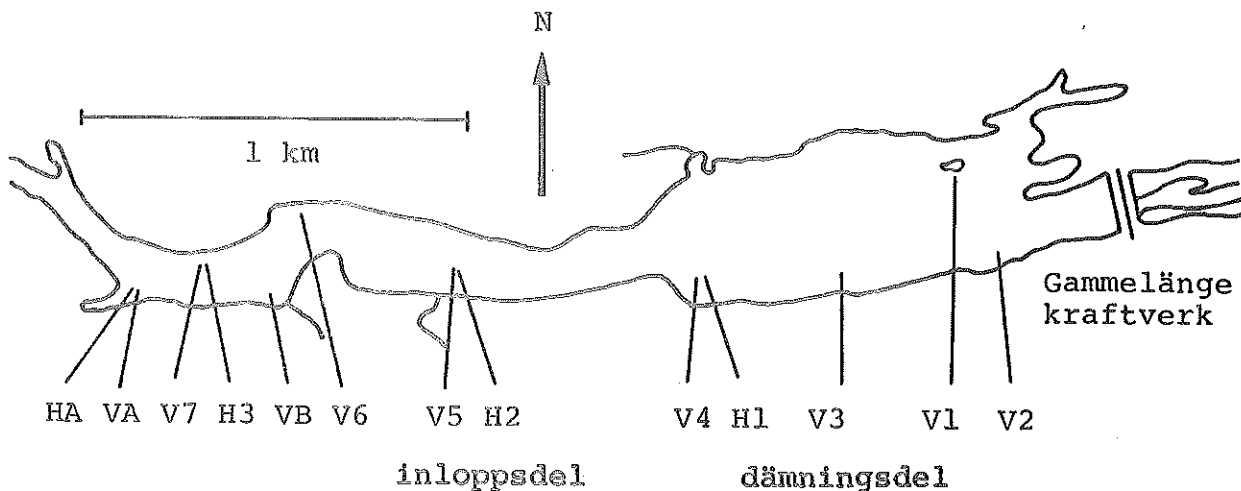


H = HELIGEÅÖRING

B = BJÖRKAÖRING

Figur 3. Spårningstider vid telemetriförsök den 11 juni 1979.

Vid starten av försöket den 27 maj var vattentemperaturen 7.7 °C och vid avslutningen den 2 juni, 9.2 °C. Vattenföringen var vid utsättningstillfället 410 m³/s och varierade under försöket mellan 144 och 410 m³/s (Figur 1). Den 27 maj märktes 7 st V (V1-V7) och 3 st H (H1-H3) samt den 28 maj 2 st V (VA och VB) och 1 H-öring (HA) med SINTEF (Obs! ej tillverkad av SINTEF). Utsättningarna gjordes på de platser som framgår av figuren.



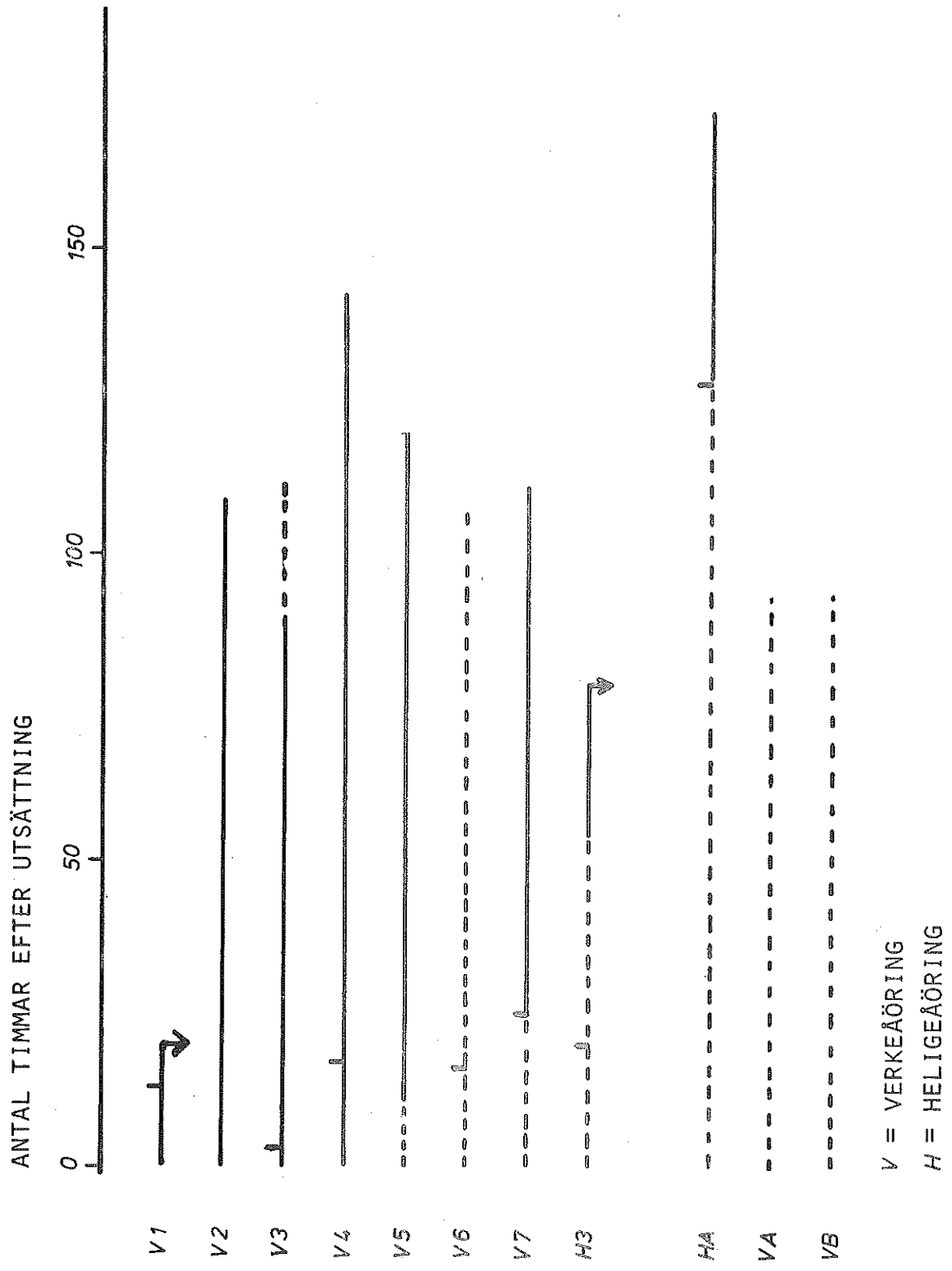
Sändningstiden för Chipmansändarna var beräknad till ca 100 timmar medan SINTEF-märkena enligt tillverkaren skulle sända ca 300 timmar. Som det tidigare nämnts var de senare märkena ej tillförlitliga. Endast ett märke sände efter 172 timmar, varför fortsatt spårning då ej bedömdes som meningsfull (Figur 4).

Av de 7 först utsatta V var det egentligen bara en fisk (V7) som visade klara tendenser till utvandring. V6 vandrade nedåt och ställde sig inne i en av strömsättningen helt opåverkad grund vik. Då misstanken uppstod, att vi i verkligheten spanade efter en fisk, som ätits upp av en gädda, uppfiskades öringen för kontroll och befanns vara helt oskadad. När det gäller fisken V1 kan det ej uteslutas att sändaren upphörde att fungera efter 20 timmar. Fisken hade därtills enbart visat tendens för uppåt vandring.

Två sändare på H-öring (H1 och H2) upphörde efter endast några timmar att sända. Den tredje fisken (H3) vandrade efter 55 timmar i strömmen ned till dämningsdelen och sista observationen gjordes där efter 79 timmar. Fisken gick sannolikt över dammen.

De två V-öringar (VA, VB) som utsattes den 28 maj stod kvar i utsättningszonen under sändarnas funktionstid på ca 95 timmar. Fisken HA stod i 130 timmar inom utsättningszonen. När spaningen återupptogs den 4 juni återfanns fisken i dämningsdelen (sista pejling).

Slutresultatet av 1980 års försök var att en av 9 V-öringar och en av 2 spårningsbara H-öringar lämnat magasinet.



Figur 4. Spårningstider vid telemetriförsök den 27 maj 1980.

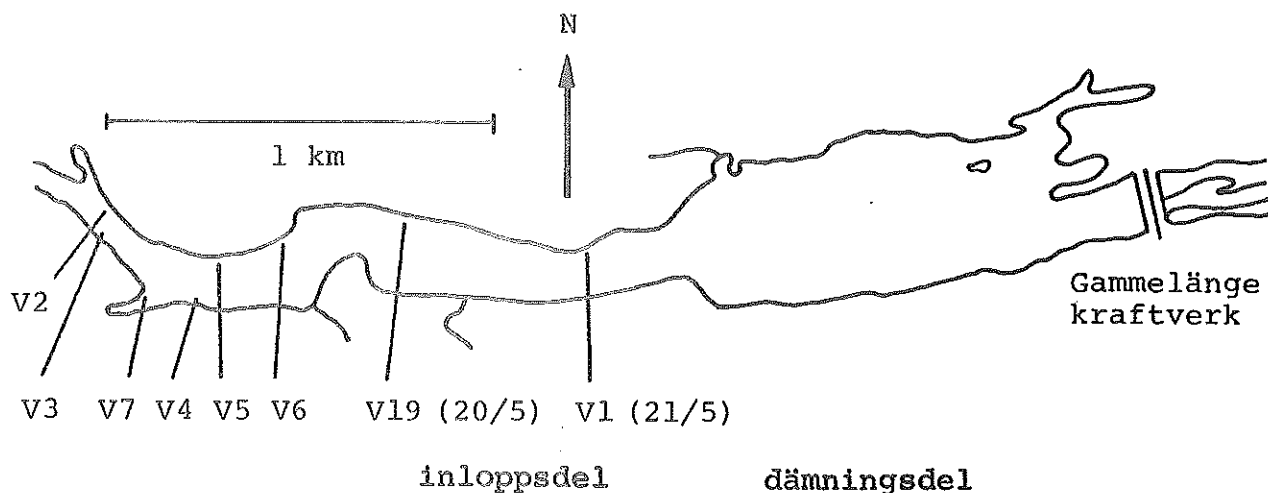
Försök 1981

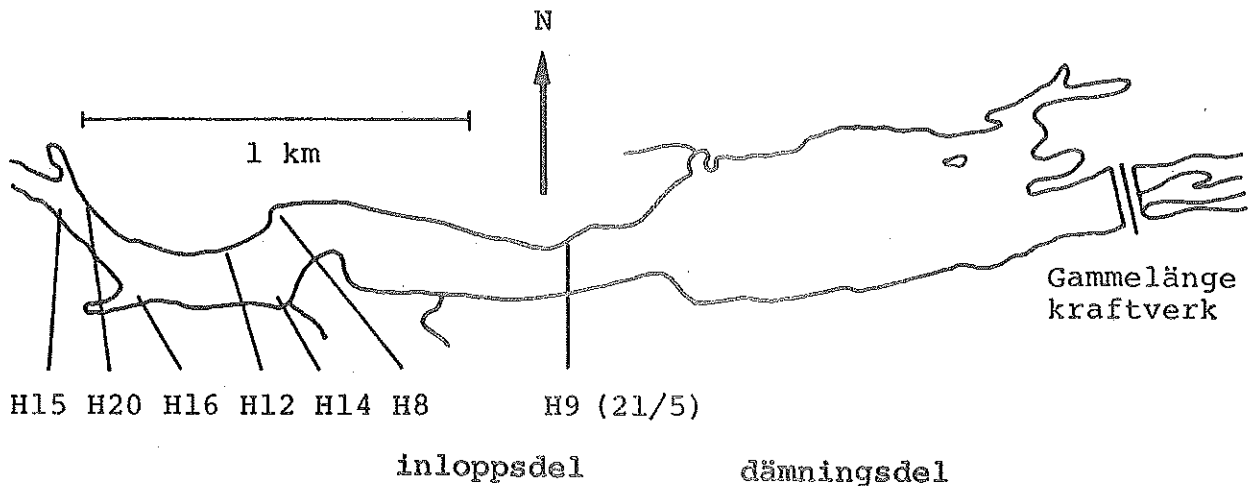
I 1981 års försök har ultraljudssändarna ersatts med radiosändare. Därmed ökades sändningstiden till ca 600 timmar mot SINTEF:s beräknade sändningstid på ca 300 timmar. Sändarstorleken (sid 4) har behållits på Chipmansändarens nivå.

Vid försöket, som påbörjades den 15 maj, märktes 7 st Verkeåöringar (V2-V7, V13) med medelvikt 200 g och 6 st Heligeåöringar (H8, H12, H14, H15, H16, H20) med medelvikt 570 g. I likhet med föregående år transporterades H-öringar i 95 mil och V-öringar i 5 mil. H-öringarna var i dåligt skick och dålig kondition, ej enbart att hänföra till den långa transporten. V-öringarna hade en alltför låg medelvikt (200 mot utlovade 300) och hade stora svårigheter att hålla balansen efter märkningen.

Vattentemperaturen vid försökets start, 3.6°C , låg nära den för sändartypen kritiska nedre gränsen på ca 3°C . Vid test av sändarna visade det sig att en stor del ej klarade 5°C . Av totalt 20 märken kunde således endast 13 användas vid starten. I åtminstone tre fall misstänker vi att sändarna slutade fungera och trots att sändarna vid temperaturstegring återfick funktionen, påträffades fiskarna aldrig på nytt. Dessa fiskar är ej medtagna i resultatet. Sista pejlingen utfördes den 4 juni vid en vattentemperatur av 10.8°C . Vattenföringen var vid försökets början $430\text{--}480\text{ m}^3/\text{s}$ och varierade under försöksperioden mellan 254 och $890\text{ m}^3/\text{s}$ (Figur 1).

Till skillnad mot tidigare års försök utsattes samtliga 13 fiskar i Gammelänges strömdel (inloppsdel).





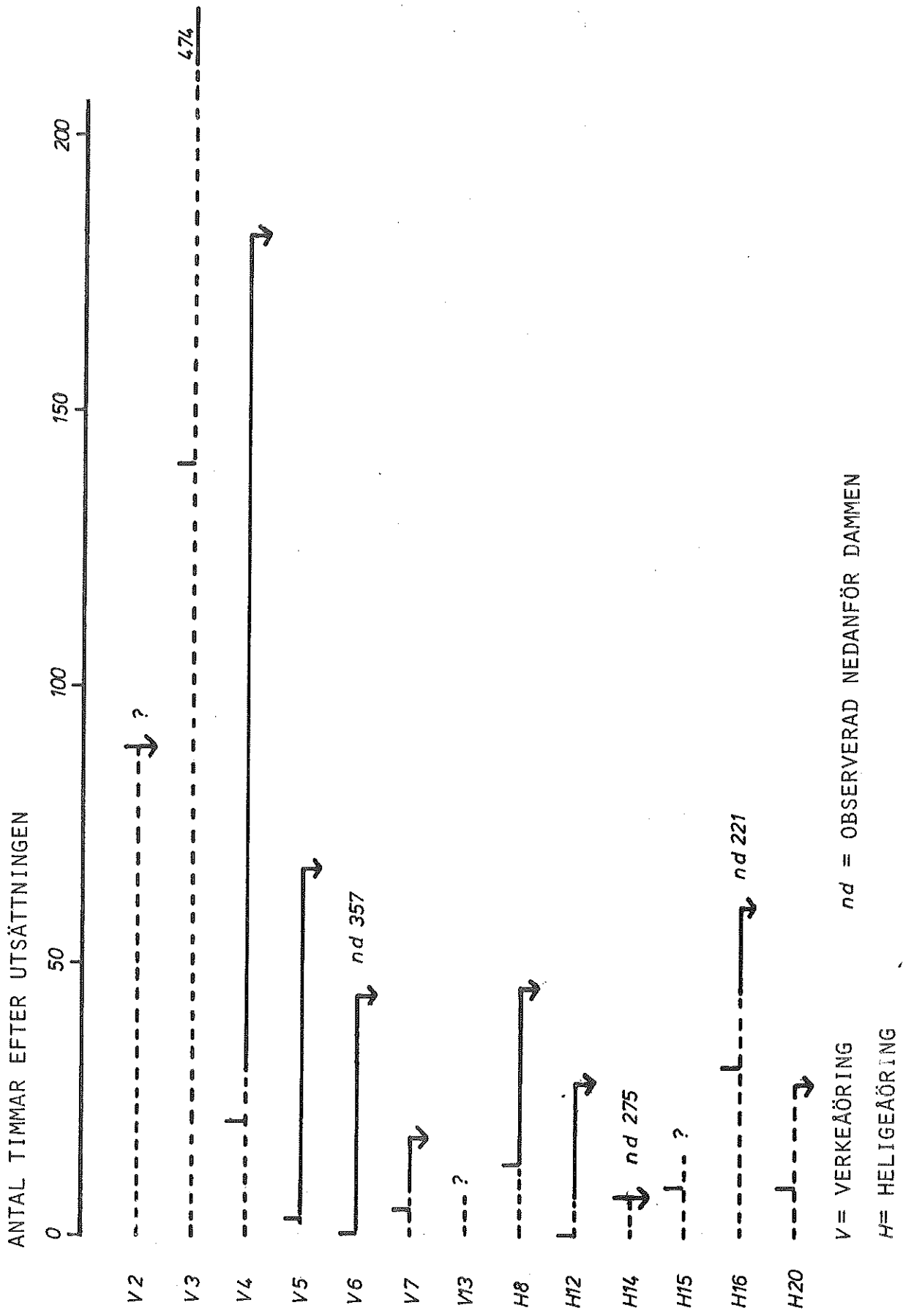
Den 20 maj sattes ytterligare en fisk ut i övre delen av inloppsdelen (V19) samt den 21 maj två fiskar något längre ned i den mindre hårt strömutsatta delen (V1, H9). Samtliga dessa tre lämnade magasinet inom ca 72 timmar varav den ena redan efter ca 11 timmar. Både V1 och V19 återfanns nedanför Gammelänge kraftverk. Fiskarna är ej medtagna i Figur 5.

Vattentemperaturen var den 20 maj 5.8 °C och den 21 maj 7.8 °C. Vattenföringen under dessa två dagar varierade mellan 542 och 731 m³/s.

Eftersom endast 2 fiskar (V3 och V4) fanns kvar i utsättningsmagasinet efter 100 timmar begränsades spårningen efter de första 5 dyggen till vissa punktinsatser (Figur 5). Vid sista spårningen, den 4 juni, dvs 474 timmar efter starten, återfanns endast en fisk (V3) kvar i magasinet. Totalt 3 fiskar av de först utsatta (15 maj) och 2 av de senare utsatta återfanns nedanför Gammelänge kraftverk varav 4 st i Hammarforsens magasin och en nedanför Hammarforsens kraftverk. En av fiskarna pejlades in sista gången 357 timmar efter utsättningen medan de övriga fyra hördes av 220-275 timmar efter utsättningen.

Jämförelse mellan telemetriförsöken 1977-81

Eftersom de olika årens försök genomfördes under skilda betingelser samt med varierande sändarlivslängder försvåras en direkt jämförelse.



Figur 5. Spårningstider vid telemetriförsök den 15 maj 1981.

För att i någon mån kunna utnyttja 1977 års försök i en jämförelseanalys har vi därför utgått från ett antaget utfall för de två fiskar som efter 68 timmar (längsta observationstiden) fortfarande var kvar i magasinet. En av dessa visade en klar utvandringstendens och med rörelseschemat som utgångspunkt antas att den senast 80 timmar efter utsättningen utvandrat ur magasinet. Den andra fisken visade ej utvandringstendens och återfanns efter 68 timmar ca 300 meter från utsättningsplatsen.

När det gäller 1981 års försök har en Verkeåöring lämnat magasinet först efter 181 timmar. Vid tidigare försök, utfört med US skulle denna fisk ha inregistrerats som kvarstannande. I nedan följande statistiska analys har denna fisk ej medtagits. Telemetriförsöken sammanfattas i följande tabell som visar antalet konstaterade (belagda) och förmodade utvandrade fiskar:

	antal utsatta	utvandrade		totalt
		konstaterad	förmodad	
1977 S	6	4	1	5
1979 B	6	0	0	0
1979 H	4		1	1
1980 V	9		1	1
1980 H	2		1	1
1981 V	9	4	4 ^x)	8
1981 H	7	3	4 ^x)	7

x) ev 1 sändarbortfall

Statistisk analys (Fisher exact probability test, Siegel 1956) av fiskarnas stannbenägenhet visar följande:

Storboström 1977	-	<u>Björkaå</u>	1979	p < 0.05 *	
"-	-	<u>Verkeå</u>	1980	p < 0.05 *	
"-	-	Heligeå	1979-80	p > 0.05	
Björkaå	1979	-	Verkeå	1980	p > 0.05
<u>Björkaå</u>	1979	-	Verkeå	1981	p < 0.05 *
Björkaå	1979	-	Heligeå	1979-80	p > 0.05
<u>Björkaå</u>	1979	-	Heligeå	1981	p < 0.01 **
<u>Verkeå</u>	1980	-	Verkeå	1981	p < 0.05 *
<u>Heligeå</u>	1979-80	-	Heligeå	1981	p < 0.05 *

Understrykningarna anger vilken av de jämförda utsättningarna som hade statistiskt säkerställd högre stannfrekvens.

Märkningsförsök

Utvandringstid

Telemetriförsöken är som tidigare påtalats ett komplement till traditionella märkningsförsök. När nu den situationen har uppkommit att tveksamhet råder över orsakerna till utfallet av 1981 års försök bör en återkoppling ske till utfall av märkningsförsöken. Försöken är redovisade i FÅK informerar 1978 nr 7 och 1980 nr 8 samt i Information från Sötvattenslaboratoriet nr 1 1982.

När det gäller Storboströmsöring visar försöken att om fisken utsättes efter utvandringstiden på våren (i detta fall i början på september) föreligger signifikant skillnad i fördelningen på fångstplats (i magasinet/nedströms magasinet) mellan utsättningsårets återfångster och återfångsterna under efterföljande år (χ^2 -test).

Höstutsatt	ej utvandrad	utvandrad
utsättningsår	29 (94 %)	2 (6 %)
efterföljande år	23 (26 %)	66 (74 %)

$$\chi^2 = 42.9 \text{ p} < 0.001^{***}$$

Fisken har alltså återfångats i betydligt högre utsträckning i utsättningsmagasinet under utsättningsåret jämfört med följande år.

För vårutsatta fiskar föreligger ingen sådan skillnad i fördelning.

Vårutsatt	ej utvandrad	utvandrad
utsättningsår	70 (36 %)	125 (64 %)
efterföljande år	17 (24 %)	55 (76 %)

$$\chi^2 = 3.6 \text{ p} > 0.05$$

Däremot är det en signifikant skillnad på öringarnas fördelning på fångstplats under utsättningsåret mellan vår- och höstutsatt Storboströmsöring ($\chi^2 = 36.1 \text{ p} < 0.001^{***}$). Den vårutsatta fisken har vandrat ut i betydligt högre grad under utsättningsåret.

Hittills föreligger endast resultat från vårutsatta Björkaå-
öringar att jämföra med Storboströmsöringen. Återfångsterna har
fördelats enligt följande för Björkaåöring:

	ej utvandrad	utvandrad
utsättningsår	381 (89 %)	46 (11 %)
efterföljande år	154 (88 %)	22 (12 %)

Det föreligger mycket klar signifikant skillnad med avseende på
fiskarnas fördelning på återfångsplats under utsättningsåret
mellan vårutsatt Björkaå- och Storboströmsöring ($\chi^2 = p < 0.001^{***}$).
Storboströmsöringen har i hög grad vandrat ut under utsättnings-
året medan Björkaåöringen stannat kvar.

Däremot är det ingen skillnad i detta hänseende mellan Björkaå-
öring och höstutsatta Storboströmsöringar. Även under efterföl-
jande år visar B i motsats till S en hög stannfrekvens.

Könskvot hos utvandrad resp icke utvandrad öring

Könsfördelningen i återfångsterna av Storboströmsöring har ut-
fallit enligt följande

i utsättningsmagasinet		utvandrade	
♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
24	54	54	51

Könsfördelningen i utsättningsmagasinet avviker signifikant från
den förväntade 1:1 ($p < 0.005$) medan det ej föreligger någon skill-
nad bland utvandrade. Följaktligen är det en statistiskt säker-
ställd skillnad mellan dessa två gruppers könsfördelning ($p < 0.01$).

Om det antas att Björkaåöringen är stationär och följaktligen om
den återfångas nedanför utsättningsmagasinet, detta ej beror på
smoltutvandring, bör könsfördelningen ej uppvisa statistiska skill-
nader vare sig i eller nedanför utsättningsmagasinet. Könsfördel-
ningen i återfångster har utfallit enligt följande:

i utsättningsmagasinet		utvandrade	
♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
80	72	11	5

Den statistiska analysen visar ej på några avvikelser från förväntad könsfördelning i dessa grupper. Däremot föreligger hög signifikant skillnad mellan Björkaå- och Storboströmsöring vad beträffar könsfördelningen i utsättningsmagasinet ($p < 0.005$).

Den huvudsakliga felkällan i detta material är osäkerheten i könsbestämningen. I första hand "drabbas" de unga, icke könsmogna honorna som av misstag kan bedömas som hanar. I detta fall kan Björkaåöringar, som utsattes vid mycket lägre medelvikt än Storboströmsöringar, ha fått en viss (felaktigt) förhöjd hanfrekvens. Då felbedömningen rimligtvis är oberoende av återfångstplatsen påverkar inte felkällan tolkningen av ovan relaterade frågeställning, snarare förminskas skillnaden genom att andelen hanar överskattas.

Det hittills föreliggande resultatet från 1981 års vårutsättning av Heligeåöring i Hammarforsmagasinet visar följande fördelning av återfångsterna

ej utvandrade			utvandrade		
♀♀	♂♂	obest	♀♀	♂♂	obest
3	6	7	4	10	10

Könsfördelningen mellan ej utvandrade och utvandrade borde enligt ovan fört resonemang avvika under utsättningsåret (vid vårutsättning) om utvandringen beror på smoltutvandring. Sådan skillnad förefaller ej föreligga i materialet, som dock fortfarande är för litet för att några säkra slutsatser skall kunna göras.

DISKUSSION

Resultaten av telemetriförsöken åren 1977-81 fördelar sig på två grupper; en med hög frekvens av utvandring (1977, 1981) och en med låg frekvens av utvandring (1979, 1980). På grundval av 1976 års resultat med märkta Storboströmsöringar, där dessa redan i samband med vårutsättning i stor utsträckning tycktes lämna magasinet, har hypotesen för fortsatta försök varit att Storboströmsöringen p g a dess naturliga smoltutvandring ej är lämplig för utsättning i kraftverksmagasinen, medan de övriga här testade öringstammarna, genom att de anses vara stationära (Gönczi 1978,

1980), kan vara mer lämpade för utsättning i kraftverksmagasin. Telemetriförsöken synes delvis motsäga hypotesen. Här nedan göres en analys av de huvudfaktorer som kan ha inverkat på försökens utfall.

Omgivningsfaktorer

Vattenföring

Vad gäller vattenföringen (Q) är det i huvudsak tre förhållanden som bör beaktas:

- a) vattenföringsamplituden under försöket, dvs skillnaden mellan lägsta och högsta Q
- b) vattenföringens maximala värde (absoluta nivå)
- c) snabba tappningsförändringar.

a) Vattenföringsamplituden under försökens första 140 timmar illustreras i Figur 1. Den största amplituden inträffade (1980 och) 1981 med (270 resp) 470 m³/s. Den lägsta skillnaden var 1979 med 230 m³/s. Skillnaden i vattenföringsamplitud mellan 1977 och 1981 är hela 250 m³/s. Vattenföringsamplitudens storlek är således ej någon gemensam faktor mellan dessa två år med högt antal utvandrande.

b) Vattenföringens absoluta nivå visar också den det högsta värdet för 1981, 730 m³/s. Det bör härvid påpekas att de flesta fiskarna redan efter 60 timmar har lämnat magasinet. Under denna period var vattenföringen som högst 480 m³/s dvs ungefär samma maximala nivå som 1977.

c) Snabba förändringar i vattenföringen är en viktig utlösande faktor för utvandringsbeteendet (vid ökning) och flyktbeteendet (vid minskning).

I tabell nedan visas antalet större tappningsändringar mellan två på varandra följande tvåtimmars intervaller under försökens första sex dygn, där + står för ökning och - för minskning.

Förändring i tappningen (m^3/s).

År	50-100		100-150		150-200		>200		Totalt
	+	-	+	-	+	-	+	-	
1977	2	4		1	1				8
1979	6	6			1	1			14
1980		5	3	1		1	4	2	16
1981	7	5	1	2	1	1	2	1	20

Antalet snabba förändringar har ökat mellan försöksåren.

Under 1981 inträffade 13 större tappningsändringar under försökets första 60 timmar, dvs fler än det totala antalet förändringar under de 6 första dygnet 1977.

Temperatur

I Figur 1 visas även vattentemperaturerna under försökens första 140 timmar. Försöken 1977 och 1981 genomfördes vid nästan samma tidpunkt (samma dag- och nattlängd) och vid mycket låga temperaturer. Temperaturförändringen var måttlig under försökens första 60 timmar (1977: +0.5 och 1981: +0.8 °C). Temperaturerna var avsevärt högre vid starten av 1979 och 1980 års försök. Vid båda dessa försök inträffade mindre temperaturändringar, och den totala ökningen av temperaturen under 140 timmar blev ej större än ca 1.5 °C.

Ökning i vattentemperaturen utgör ett av de viktigare stimuli som kan utlösa smoltutvandringen. I naturliga förhållanden finns ett samspel mellan ökningen av vattenföringen och temperaturen. Genom en fysiologisk mognadsprocess blir fisken receptiv för dessa stimuli. Situationen kompliceras genom fiskens odlingsbakgrund då förhållandet mellan ålder och kroppsstorlek ej är jämförbart med det i ett naturbestånd. Ej heller temperaturen i odlingen följer utsättningsplatsens naturliga temperatur. I samtliga försök, där Heligeåöring ingick, kom fisken från en odling vars temperatur avsevärt översteg älvens temperatur. Så var i särskilt hög grad fallet 1981 då i odlingen uppnåddes +15 °C, transporten skedde i +7 °C och älvens temperatur var 3.6 °C. Normalt borde detta förhållande hämmat fiskens utvandringsdrift. Detta antyder att Heligeåöringens utvandring förmodligen ej är att betrakta som smoltutvandring.

Smoltutvandring - könskvot

I vilken proportion kroppsstorleken respektive åldern inverkar på utvandringmognaden ("smoltifieringen") är oklart. Kombinationen av dessa faktorer utgör fiskens fysiologiska mognad (Svårdson 1956). Det är väl känt att utvandringens ålder är väl relaterad till klimatiska faktorer vilka i sin tur styr tillväxthastigheten.

Storboströmsöringen utvandrar till Storsjön vid 3-5 års ålder och den något mer långsamväxande Dammåöringen utvandrar i genomsnitt ett år senare än Storboströmsöringen trots att åarna ligger intill varandra.

Könsmognaden inträffar regelmässigt något tidigare hos hanar än hos honor.

Svårdson m fl (Svårdson 1966, Svårdson och Anheden 1963, Svårdson och Nilsson 1964, Jensen 1968) har visat att det sker en markant förskjutning i könsfördelningen i ett utvandringbestånd eftersom honorna till nära 100 % lämnar tillväxtströmmen medan hanarna i stor utsträckning stannar kvar åtminstone till första leken. Det klassiska exemplet är Verkeån där Hallamöllafallen, som är ett vandringshinder, delar upp beståndet i en havsvandrande och en stationär (ovanför fallet) del. I det stationära beståndet är könskvoten i nära jämvikt, medan för de vandrande könskvoten är mycket varierande beroende på årstiden.

Storboströmsöringen är i sin naturliga miljö s k uppströmslekare med en smoltutvandringssfas (nedströmsvandring), medan Verkeå- och Björkaåöringarna är stationära i sina respektive åar. Dessa två typer har av Gönczi (1980) betecknats som typ A respektive C. Även Heligeåöring anses "funktionellt" vara stationär även om någon könskvotsbestämning av beståndet ej är utförd.

Som framgår i avsnittet på sid 18 föreligger statistiskt klarlagd skillnad mellan Storboströmsöring och Björkaåöring, när det gäller könsfördelning i utsättningsmagasinet. S uppvisar ett överskott av hanar medan könskvoten för B är jämn. Detta

talar för att de olikheter i vandringsbeteende, som naturbestånden uppvisar, inverkar på resultatet vid utsättning i ett kraftverksmagasin. S vandrar nedströms på våren (smoltutvandring), medan B förhåller sig mer stationär. Hos de få B som vandrar ut är det inte fråga om någon smoltutvandring utan antagligen mer en "olyckshändelse".

Det finns även en viss tendens till att Heligeåöring (1981) i detta avseende beter sig såsom Björkaåöring. Antalet återfångster medger dock ej statistisk analys.

SAMMANFATTNING

I Gammelänge kraftverksmagasin, Indalsälven, har under åren 1977-81 olika utsatta öringstammars vandringsbeteende undersökts med hjälp av telemetri. Samtidigt har, med början år 1975, märkta öringar hörande till olika stammar utplanterats i Luleälven, Indalsälven och Ljusnan i sammanlagt 8 kraftverksmagasin. Märknings- och telemetriförsöken visar att Storboströmsöring har hög benägenhet att vandra ut ur utsättningsmagasinet. En analys av könsfördelningen visar att i utsättningsmagasinet uppkommer en dominans av hanar.

I naturliga s k uppströmslekande bestånd utvandrar honorna i högre grad än hanarna (smoltutvandring) varför det i uppväxtområdet uppkommer säsongsvist dominans av hanar. I kraftverksmagasin blir alla utvandrare förhindrade att återkomma till utsättningsmagasinet varmed denna handominans uppkommer.

Björkaåöring, i naturligt bestånd dokumenterat stationär med jämn könskvot året om (typ C), uppvisar både i telemetriförsöken och i märkningsförsöken stationärt beteende. Genom könskvottest visas att den låga utvandring som sker ur utsättningsmagasinet ej är att jämföra med smoltutvandring; könskvoten för både den kvarstannande som den nedåtvandrande delen är lika.

Verkeåöringen är, i likhet med Björkaåöring stationär i sitt naturbestånd. Vid 1980 års telemetriförsök uppvisar stammen stationärt beteende medan fiskarna i 1981 års försök i hög grad har vandrat nedströms. Analysen av omgivningsfaktorerna ger ej

förklaring till detta avvikande beteende. Hypotesen för närvarande är att 1981 års fiskar var alltför små (<200 g) med hänsyn till radiosändarnas vikt och volym. Fiskarna klarade ej att stå kvar i älven vid den aktuella vattentappningsnivån (uppemot 600 m³/s).

Heligeåöring är ej dokumenterat stationär i sin naturliga miljö. I åsystemet finns sjöar som är betydligt större än Gammelänges dämmningsdel. Telemetriförsöken 1979 och 1980 genomfördes med alltför få fiskar. Om dessa två års resultat sammanräknas och jämförs med 1981 års försök, framgår det att 1981 hade Heligeåöringen statistiskt belagt högre utvandringsbenägenhet än 1979-80. Även i detta fall kan ej uteslutas att fiskarnas dåliga kondition vid försöket 1981 bidrog till skillnaderna i fiskens utvandringsbeteende.

ERKÄNNANDEN

Försöksgruppen FÅK (Fiskevårdande Åtgärder i Kraftverksmagasin) är finansierad av VASO (Vattenkraftintressenternas Samarbetsorganisation).

Ett tack riktas till Håkan Westerberg och Lennart Björk för utvecklingsarbetet med ultraljudssändarna samt deltagande i fältförsöken.

LITTERATUR

- Anderson, Th. 1980. PM ang försök med utsättning av odlad fisk i Umeälvens kraftverksmagasin. Fiskeriintendenten i övre norra distriktet, Luleå. 10 p. (Stencil.)
- Gray, R.H. och J.M. Haynes. 1979. Spawning migration of adult chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) carrying external and internal radio transmitters. J.Fish.Res.Bd Can. 36(9):1060-1064.
- Gustafson, K.J. 1951. Movements and age of trout, Salmo trutta, Linné, in Lake Storsjön, Jämtland. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 32:50-58.
- Gönczi, A.P. 1978. Utvärdering av öringutsättningar 1975-77. FÅK informerar nr 7. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 11 p.
- 1980. Öringutsättningar i kraftverksmagasin. FÅK informerar nr 8. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 13 p.

- 1982. Öringutsättningar i kraftverksmagasin. (English summary: Stocking of trout (Salmo trutta L.) in impounded rivers.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 24 p.
- Isaksson, A. och P.K. Bergman. 1978. An evolution of two tagging methods and survival rates of different age and treatment groups of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. J.Agric.Res. Icel. 10(1):74-99.
- Jensen, K.W. 1968. Seatrout (Salmo trutta, L.) of the River Istra, Western Norway. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 48:187-213.
- Lindroth, A. 1953. Internal tagging of salmon smolt. Rep.Inst. Freshw.Res., Drottningholm 34:49-57.
- Nyman, L. 1973. Undervattensteleometri - en ny teknik i forskningens tjänst. (English summary: Underwater telemetry - a new technique of service to science.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 29 p.
- Prepejchal, W., M.M. Thommes, S.A. Spigarelli, J.R. Haumann och P.E. Hess. 1980. An automatic underwater radiotelemetry system to monitor temperature responses of fish in a freshwater environment. Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois. 70 p. (Stencil.)
- Runnström, S. 1957. Migration, age and growth of the brown trout (Salmo trutta L.) in Lake Rensjön. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 38:194-246.
- Siegel, S. 1956. Nonparametric statistics. Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo. 313 p.
- Standora, E.A. 1972. A multichannel transmitter for monitoring shark behavior at sea. Underwater Telemetry Newsletter, St. Andrews 2(1):1, 8-13.
- Svärdson, G. 1956. Samspelet mellan lek- och utvandringssmognad. Svensk fiskeritidskrift 65(1):4-10.
- 1966. Öringen. Fiske 1966:8-37.
- och H. Anheden. 1963. Könskvot och utvandring hos Verkeå-öring. Svensk fiskeritidskrift 72(12):165-169.
- och N-A. Nilsson. 1964. Fiskebiologi. LT:s förlag, Halmstad. 253 p.
- Thorpe, J.E. 1973. The movements of brown trout, Salmo trutta (L.) in Loch Leven, Kinross, Scotland. J.Fish.Biol. 6(2):153-180.
- Westerberg, H. 1977a. Telemetriundersökningar vid utsättning av öring i kraftverksmagasin. FÅK informerar nr 5. Fiskerintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 12 p.
- 1977b. Ultraljudsteleometri. (English summary: Ultrasonic telemetry.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 39 p.
- 1978. Telemetriundersökningar vid utsättning av öring i Gammelänge kraftverksmagasin 2. FÅK informerar nr 7. Fiskerintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 6 p.
- Österdahl, L. 1964. Smolt investigations in the River Rickleån. Salmon Res.Inst.Rep. 8. 7 p.

ENGLISH SUMMARY: TELEMETRY AND STOCKING EXPERIMENTS IN RIVER
RESERVOIRS WITH DIFFERENT STOCKS OF BROWN
TROUT

During the years 1975-81 stocking experiments with hatchery-reared, Carlin-tagged brown trout (Salmo trutta L.) were carried out in eight river reservoirs in three north Swedish rivers, Stora Lule älv, Indalsälven and Ljusnan.

The aim of the stockings was to compensate for the loss of brown trout caused by hydro-power exploitation. A prerequisite for successful stockings is that the stocked fish remain in the reservoir where they were stocked. In the Gammelänge Reservoir (River Indalsälven) the migratory behaviour shortly after stocking was surveyed with telemetry.

Four different stocks of brown trout were tested with regard to stationary behaviour and thus possible fitness for stocking in river reservoirs.

- 1) Storboström trout. The native population of this stock is upstream spawning. The females migrate downstream (smolt migration) from the nursery areas to a greater extent than the males, which gives rise to a temporary excess of males in these areas. Stocked Storboström trout have a high tendency to migrate downstream out of the stocking reservoir, which is shown both from tag returns and telemetry experiments. The excess of males in the stocking reservoir thus indicates a smolt migration.
- 2) Björkaå trout. The native population of this trout is stationary with uniform sex ratio throughout the year. Our results show that stocked trout of this population are stationary too. The sex ratio is uniform both in the stationary fish and in the few downstream migrants indicating that the migration is not a smolt migration.
- 3) Verkeå trout. The native population of this trout is stationary. So far the results of our telemetry tests are contradictory. In 1980 the specimens showed a stationary behaviour, whereas

in 1981 they migrated downstream. We have been unable to correlate the different migration behaviours to any environmental factor. The hypothesis put forward is that the deviating behaviour in 1981 was caused by too small fish in relation to transmitter size.

- 4) Heligeå trout. The Heligeå trout is probably stationary in its native river. The results of the telemetry tests are, however, conflicting. In 1981 the fish migrated downstream to a greater extent than in 1979-80, which might be explained by the poor condition of the fish in 1981.

