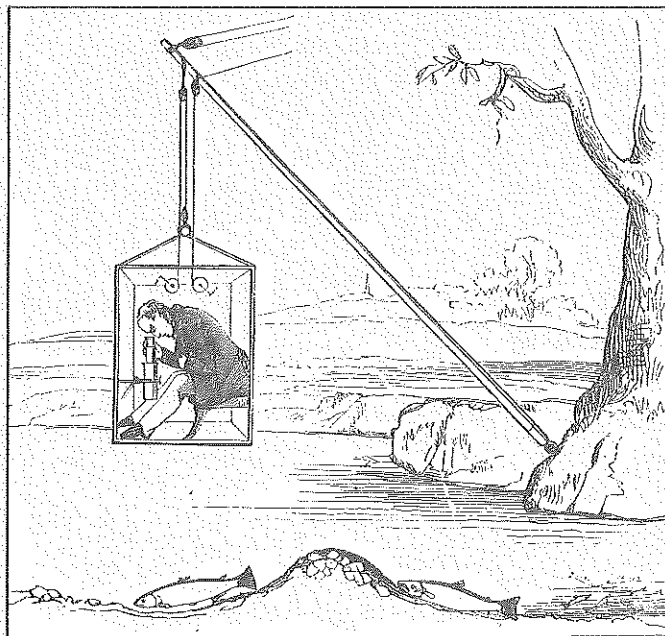


FISKENÄMNDEN  
I VÄSTMANLANDS LÄN  
1984 -11- 21  
Dnr .....

# Information från SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



JAN HENRICSON

Harrbeståndets storlek i ett kraft-  
verksmagasin i Indalsälven uppskat-  
tad med fångst-återfångstmetoder

Tabell 11. Beskattningen av harrbeståndet i Gammelänge kraftverksmagasin vid FÅK:s försöksfisken under åren 1980-83.

	Årsklass 1978, $\bar{N} = 593$		Årsklass 1978 och äldre, $\bar{N} = 1100$	
	Antal	%	Antal	%
1980	52	8,8	109	9,9
1981	46	7,8	72	6,5
1982	48	8,1	53	4,8
1983	27	4,6	30	2,7
Totalt	168	28,3	279	25,4
				75,0

	Antal	%	kg
1980	52	8,8	5,8
1981	46	7,8	9,1
1982	48	8,1	13,1
1983	27	4,6	9,2
Totalt	168	28,3	37,2

Tabell 12. Sportfiskestatistik för harr i Gammelänge kraftverksmagasin (FÅK:s fisken), samt i Mellanljusnan (Puke m fl 1975), Byske älv och Torne älv med biflöden (Fiskerintendenten i Övre norra distr., opubl.)

Lokal	Period	Metod	Antal anstr. (spötimmor)	Antal per anstr.	Vikt (kg) per anstr.	Genomsnittlig individvikt (g)
Gammelänge	1980-81	Maskmete	419	0,6-1,5	0,13-0,33	230
	1981	Fluga	25	1,2	0,13	112
Mellanljusnan	1972-74	Fluga, mete spinn	2800	1,2-1,7	0,09-0,16	91
Byske älv	1980-83	Fluga, mete spinn	394	1,3-1,9	0,27-0,45	220
Torne älv	1983	Maskmete	76	4,2	1,19	284
	1983	Fluga	182	1,7	0,26	150

Tabell 9. Beståndsstorlek av harr i Gammelänge i september 1980 skattad på två olika delmaterial med Schnabel- (') resp Petersenmetoden (\*)

Försök	Årsklass 1978	Årsklass 1977 och äldre	Totalt	95% k.i.	Var. koeff.	Noggrannhet
1. Upprepad fångst-återfångst 1980	553 <sup>b</sup>	868 <sup>b</sup>	1425 <sup>b</sup>	763-2914	-	0,54-2,04
2. Enkel fångst-återfångst 1980-83	593*	497*	1111*	806-1416	0,140	0,73-1,27

Tabell 10. Uppskattning av biomassan av harr, 3-somrig och äldre, i Gammelänge kraftverksmagasin i september 1980. Siffrorna inom parentes anger 95% k.i.

Årsklass	Medelvikt (g)	Antal/ha	Biomassa (kg)	kg/ha
1978	119 (112-125)	59 (40-78)	70,6 (45,2-97,8)	7,1 (4,5-9,8)
1977 och äldre	358 (319-398)	50 (27-73)	177,9 (85,6-288)	17,8 (8,6-28)
Totalt		109 (80-140)	248,5	24,9

Tabell 6. Antal fångade (C) och återfångade (R) harrar vid fångst-återfångstförsöket i Gammelänge kraftverksmagasin 1980-83. M = antal märkta vid försökets start.

År	Årsklass 1978, M=95		Årsklass 1977 och äldre, M=83	
	C	R	C	R
1980	40	6	38	9
1981	46	9	26	2
1982	48	6	5	0
1983	7	1	1	0
Totalt	141	22	70	11

Tabell 7. Fångst-återfångstparametrar för uppskattning av harrbeståndet, längre än 20 cm, med Schnabelmetoden i Gammelängemagasinet i september 1980

Period	Mediandag (t)	$C_t$	$R_t$	$M_t$	$C_t M_t$	$N'$
25 aug-11 sep	3,0	47	-	-	-	
12 sep-18 sep	8,0	73	3	39	2847	712
19 sep-25 sep	13,0	52	3	97	5044	1261
26 sep-1 okt	17,5	34	2	145	4930	1643
Totalt			8		12821	1425

Tabell 8. Fångst-återfångstparametrar för uppskattning av harrbeståndet, årsklass 1978 resp 1977 och äldre, med Schnabelmetoden i Gammelängemagasinet i september 1980

Årsklass Längdklass	$\Sigma C_t$	$\Sigma R_t$	$\Sigma M_t$	$\Sigma C_t M_t$	$N'$	95% k.i.
Årsklass 1978 21-27 cm	110	6	152	3872	553	275-1210
Årsklass 1977 och äldre 28-46 cm	96	2	129	2604	868	318-2170

Summa = 1421

Tabell 3. Resultat av nätfisket efter harr som bedrevs i Gammelängemagasinet under tiden 8-22 oktober 1980

	Hela magasinet	Inloppsdel	Dämningsdel
Yta (ha)	94	36	58
Antal anstr	130	69	61
Fångst antal	78	71	7
Fångst, kg	18,2	15,9	2,3
Fångst, antal/anstr	0,60	1,03	0,11
Fångst, kg/anstr	0,14	0,23	0,04
Fångst, kg/ha	0,19	0,44	0,04

Tabell 4. Harrarnas fördelning på årsklasser i krok- resp nätfisket, samt i den märkta delen av beståndet vid märkningsperiodens slut, i Gammelänge kraftverksmagasin 1980.

	Årsklass 1978 ≥21-28 cm		Årsklass 1977 och äldre ≥28 cm	
	antal	%	antal	%
Krok	109	52	100	48
Nät	40	51	38	49
Totalt	149	52	138	48
Märkt fisk	95	53	83	47

Tabell 5. Resultat av krokfisket efter harr i Gammelänges uppströmsdel under tiden 8-17 september 1981

	Bottenmete med mask	Flugfiske med våtfluga
Antal anstr	38	25
Antal anstr/ha	3,8	2,5
Fångst, antal	55	30
" antal/anstr	1,45	1,20
Fångst, kg	12,405	3,354
" kg/anstr	0,326	0,134
Medelvikt, g	226	112
Fångst, kg/ha	1,24	0,34

TABELL 1 - 12

Tabell 1. Tid, metod och antal fångade vid fisken efter harr i Gammelänge kraftverksmagasin 1980-83

År	Datum	Metod	Antal fångade	
			totalt	årsklass 1978 och äldre
1980	8 sep-1 okt	Krok	215	209
	8 okt-22 okt	Nät	78	78
1981	15 maj	Nät	9	9
	8 sep-17 sep	Krok, fluga	92	63
1982	26 maj-16 jun	Krok, nät	29	24
	17 aug-3 sep	" "	4	3
	28 sep-7 okt	" "	43	26
1983	19 maj-7 juni	" "	32	20
	27 sep-6 okt	" "	53	9

Tabell 2. Resultat av bottenmetet som bedrevs på en yta av ca 10 ha i Gammelängemagasinet's uppströmsdel under tiden 8 september-1 oktober 1980. Antal ansträngningar = 381. 1 ansträngning = 1 spö under en timme

Längdklass (cm)	21-46	21-27	28-46
Årsklass	1978 och äldre	1978	1977 och äldre
Fångst, antal	215	115	100
Fångst, antal/anstr	0,56	0,30	0,26
Medelvikt, g	231	119	359
Totalfångst, kg	49,6	13,7	35,9
Fångst, kg/anstr	0,130	0,036	0,094
Fångst, kg/ha	5,0	1,4	3,6

Table 6. Number of captures (C) and recaptures (R) in the capture-recapture experiment in the Gammelänge river reservoir in 1980-83. M = number of marked fish at the start of the experiment.

Årsklass 1977 och äldre = Year-class of 1977 and older

Årsklass 1978 = Year-class of 1978

Table 7. Capture-recapture parameters for estimation of the grayling population, for fish longer than 20 cm, with the Schnabel-method in the Gammelänge river reservoir in September 1980.

Mediandag = Median day

Table 8. Same as Table 7.

Table 9. Population size of grayling in the Gammelänge river reservoir in September 1980, estimated from two different data sets using the Schnabel (') and Petersen (\*) methods respectively.

Upprepad fångst-återfångst = Multiple capture-recapture  
Enkel fångst-återfångst = Single capture-recapture

Table 10. Estimation of the biomass of grayling, age 2+ and older, in the Gammelänge river reservoir in September 1980. Figures in brackets are 95% confidence limits.

Table 11. The exploitation of the grayling population in the Gammelänge river reservoir in our experiment in the years 1980-83.

Table 12. Sport fishery statistics from the Gammelänge river reservoir (our experiment), and from the Rivers Ljusnan, Byske and Torne (with tributaries).

Table 1. Date, method and number of grayling captured in the Gammelänge river reservoir in the years 1980-83.

Krok = Hook  
Nät = Net  
Fluga = Fly

Table 2. Results of the bottom-angling for grayling in an area of 10 hectars in the upstream part of the Gammelänge river reservoir during the period September 8 - October 1, 1980.

1 effort = 1 rod during 1 hour.

Längdklass = Length class  
Årsklass = Year-class  
Antal anstr. = Number of efforts  
Fångst, antal = Number captured  
Fångst, antal/anstr = Number per effort  
Medelvikt = Mean weight, g  
Totalfångst = Total captured, kg  
Fångst, kg/anstr = Captures, kg per effort  
Fångst, kg/ha = Captures, kg per hectar

Table 3. Results of the gill-net fishing for grayling in the Gammelänge river reservoir during the period October 8-22, 1980.

Hela magasinet = Total reservoir  
Inloppsdel = Tailwater area  
Dämningsdel = Inundated area  
Yta = Area (ha)  
Antal ansträngningar = Number of efforts  
Fångst antal = Number of captures  
Fångst, kg = Captured, kg  
Fångst, antal/anstr = Captured, number per effort  
Fångst, kg/anstr = " , kg per effort  
Fångst, kg/ha = " , kg per effort

Table 4. The distribution of grayling into year-classes in the angling and gill-net captures respectively, and in the marked population at the end of the marking period in the Gammelänge river reservoir in 1980.

Table 5. Results of the angling for grayling in the upstream part of the Gammelänge river reservoir during the period September 8-17, 1981.

Bottenmete med mask = Bottom angling with worms  
Flugfiske med våtfluga = Fly fishing with wet flies



The precision of the Petersen estimate is rather good,  $\pm 0.27 \hat{N}$ . The prerequisites of the method are discussed and found to be met, which means that the population estimate should be unbiased.

The most probable reasons for the relatively large size of the grayling population in the Gammelänge river reservoir are the moderate short-term regulation and the high minimum flow. In this biotope the grayling can realize a niche of its own and withstand interspecific competition and predation. The high minimum flow, the surface intake and the more constant seasonal flow are factors responsible for the relative abundance of bottom fauna dominated by filterers (net-spinning Trichoptera) and scrapers (Lymnaea). The high abundance of bottom fauna together with a supply of Mysis relicta, which drifts in from the upstream reservoir, ensures a good food supply for the grayling.

#### LEGENDS TO FIGURES AND TABLES

Figure 1. The Gammelänge river reservoir on the River Indalsälven in central Sweden.

Inloppsdel = tailwater area  
Torrfåra = dry stretch of the river  
Dämningsdel = inundated area  
Kraftverk = power plant  
Tunnelutlopp = tunnel outlets

Figure 2A. Upstream view of the uppermost part of the Gammelänge river reservoir. Water is released in the normally dry stretch below the Krångede dam. The tunnel outlets are visible.

Figure 2B. Upstream view of the area where bottom-angling for grayling was carried out.

The places where the photos were taken are indicated in Figure 1 by asterisks.

Figure 3. Length distribution and age (2 = 2+ etc.) of grayling caught by bottom-angling and with gill-nets (stippled line) in the Gammelänge river reservoir in September-October 1980.

ture regime has not been significantly changed by regulation. The temperature is below 1°C for more than 5 months of the year. The maximum temperature is approx. 17°C.

Besides grayling there are plenty of roach Rutilus rutilus, perch Perca fluviatilis, whitefish Coregonus spp. and pike Esox lucius in the reservoir, as well as some other fish species.

Grayling were caught by bottom-angling with worms from a boat in September 1980, in an area of about 10 ha immediately downstream from the tunnel outlets. The total length was measured and each specimen was marked by clipping the adipose fin before being returned to the water. This material has been used to make a population estimate using the Schnabel method.

In October 1980, and from 1981 to 1983 a recapture fishery was carried out using gill-nets and hooks. This material has been used to make population estimate using the modified Petersen method.

Due to gear-selectivity the population estimate was made only for fish longer than 20 cm in September 1980, that is fish from the year-class of 1978 (2+) and older.

The population size was estimated at 1425 (763-2914) by the Schnabel method. This is probably an overestimate, due to the lowered bite readiness of the earlier captured fish. Because of the small number of recaptures, the precision of the estimate is low.

The Petersen estimate of population size was 1111 (806-1416). The year-class of 1978 comprised 54% or about 600 specimens, and the year-class of 1977 and older comprised about 500 specimens. The number of individuals per ha was 110. The biomass was estimated to be 71 kg for the year-class of 1978 and 178 kg for the year-class of 1977 and older, a total of 249 kg, or 24.9 kg per ha. During the experiment 25.4% of the estimated population was captured.

Warner, K. & P.R. Johnson. 1978. Mortality of landlocked Atlantic salmon (Salmo salar) hooked on flies and worms in a river nursery area. Trans.Am.Fish.Soc. 107:772-775.

White, G.C., D.R. Anderson, K.P. Burnham & D.L. Otis. 1982. Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, Los Alamos. 235 p.

ENGLISH SUMMARY: POPULATION SIZE OF GRAYLING THYMALLUS THYMALLUS (L.) IN A RIVER RESERVOIR ESTIMATED BY CAPTURE-RECAPTURE METHODS

The grayling plays a significant role for the sport fishery in northern Sweden, even in some regulated rivers. Several river reservoirs in the River Indalsälven provide a good sport fishery on grayling in their upstream sections. The sizes of the populations are not known. For this reason the FÅK Research Group (Fishery management in river reservoirs) undertook a capture-recapture experiment in the river reservoir Gammelänge from 1980 to 1983.

The Gammelänge reservoir is situated below the Krångede hydro-electric power plant and dam (63°09'N, 16°04'E). Upstream of the power plant lies the regulated Lake, Gesunden, with an area of 30 km<sup>2</sup>. The power station has a surface intake. The height-of-fall is 59.4 m. The water is returned to the river via two 1.4 km long tunnels.

The mean discharge at Krångede is 373 m<sup>3</sup>/s, the minimum allowed discharge is 100 m<sup>3</sup>/s, and the maximum flow through the power plant is 500 m<sup>3</sup>/s. During the springflood the flow may reach approximately 1000 m<sup>3</sup>/s. The flow in the river is regulated according to a yearly regime, produced in the large reservoirs in the mountains, which results in a more constant seasonal flow. The flow below the power plant is subject to short-term regulation. Average daily flow fluctuations are approximately 280-390 m<sup>3</sup>/s. The water level, however, remains almost constant. Because the power plant has a surface intake the yearly tempera-

- Puke, C., T. Dahlén & B. Eriksson. 1975. Fiskeriundersökningar i Mellanljusnan. PM 1975-02-07. Dnr 168-75. Fiskeriintendenten i mellersta distriktet, Gävle.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191. 382 p.
- Robson, D.S. & H.A. Regier. 1964. Sample size in Petersen mark-recapture experiments. Trans. Am. Fish. Soc. 93:215-226.
- Seber, G.A.F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Griffin, London. 506 p.
- Sjöberg, G. 1983. Gäddan i ett kraftverksmagasin - beståndstorlek och födoval. FÅK informerar 16. Information från försöksgruppen för fiskevårdande åtgärder i kraftverksmagasin. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 28 p.
- Svärdson, G. & N.-A. Nilsson. 1964. Fiskebiologi. LTs förlag. Stockholm. 253 p.
- Thorpe, J.E. 1975a. Mark-recapture methods. Review. p. 595-599. In Symposium on the methodology for the survey, monitoring and appraisal of fishery resources in lakes and large rivers. Red.: R.L. Welcomme. EIFAC Tech. Pap. 23, Suppl. 1 - Vol. II.
- 1975b. Estimation of the exploitable stock of brown trout Salmo trutta L. in Loch Leven, Kinross, Scotland. p. 641-650. In Symposium on the methodology for the survey, monitoring and appraisal of fishery resources in lakes and large rivers. Red.: R.L. Welcomme. EIFAC Tech. Pap. 23, Suppl. 1 - Vol. II.
- Walburg, C.H., J.F. Novotny, K.E. Jacobs, W.D. Swink, T.M. Campbell, J.M. Nestler & G.E. Saul. 1981. Effects of reservoir releases on tailwater ecology: a literature review. Technical Report E-81-12, prepared by the U.S. Department of the Interior for the U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, CE, Vicksburg. Miss. 189 p. +bil.

- Hulbert, P.J. & R. Engstrom-Heg. 1980. Hooking mortality of worm-caught hatchery brown trout. N.Y. Fish Game J. 27: 1-10.
- Hunsaker, D., L.F. Marnell & F.P. Sharpe. 1970. Hooking mortality of Yellowstone cutthroat trout. Progr.Fish.Cult. 32:231-235.
- Jankovič, D. 1964. Synopsis of biological data on European grayling Thymallus thymallus (Linnaeus) 1758. FAO Fish. Synops. (24 Rev. 1). 45 p.
- Lusk, S. 1978. Fish stock and angling in the middle course of the Svratka River. Folia Zool. 27:71-84.
- 1979. Ten years' changes of the salmonid fish stock in a reach of the Loučka stream. Folia Zool. 28:43-54.
- Müller, K. 1961. Die Biologie der Äsche (Thymallus thymallus L.) im Lule Älv (Schwedisch Lappland). Z. Fisch. 10 N.F.:173-201.
- Nilsson, N.-A. 1973. Biological effects of water-power exploitation in Sweden, and means of compensation for damage. Comission Internationale des Grands Barrages. Q.40-R.57: 923-940.
- , B. Ragnarsson & N.G. Steffner. 1980. Ett försök med "krokvana" hos öring. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (14). 12 p.
- Persson, B.-G. & U. Walter. 1981. Harren i två kraftverksmagasin - en studie av näringsval, ålder och tillväxt. FÅK informerar 11. Information från försöksgruppen för fiskevårdande åtgärder i kraftverksmagasin. Fiskeriintenden i nedre norra distriktet, Härnösand. 50 p.
- Peterson, H.H. 1968. The Grayling, Thymallus thymallus (L.), of the Sundsvall bay area. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 48:36-56.
- Pickering, A.D., T.G. Pottinger & P. Christie. 1982. Recovery of the brown trout, Salmo trutta L., from acute handling stress: a time-course study. J.Fish Biol. 20:229-244.

## LITTERATUR

- Andersen, C. 1968. Vandring hos harr, Thymallus thymallus (L.) i Trysilvassdraget belyst ved merkingsforsøk. Trondheim. 106 p. + 33 tilläggstabeller. (Stencil.)
- Andersson, B. & B. Sten. 1973. Fritidsfisket och vattenkraftutbyggnaden. Svenska Kraftverksför. Publ. 559 (1973:10). 43 p.
- Bouck, G.R. & R.C. Ball. 1966. Influence of capture methods on blood characteristics and mortality in the rainbow trout (Salmo gairdneri). Trans.Am.Fish.Soc. 95:170-176.
- Filipsson, O. 1979. Provfisken i tre norrländska älvmagasin. (English summary: Test fishing in three river reservoirs in northern Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 25 p.
- Henricson, J. 1978. FÅK - Basundersökning 1977. Bottenfaunainventering, planktonundersökning och maganalys. FÅK informerar 6. Information från försöksgruppen för fiskevårdande åtgärder i kraftverksmagasin. Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, Härnösand. 40 p.
- & G. Sjöberg. 1980. Strömbottenfaunan nedströms en kraftverksdamm med korttidsreglering i Indalsälven. (English summary: The stream zoobenthos below a hydro-electric power dam with short term regulation in the River Indalsälven, Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 34 p.
- & G. Sjöberg. 1984. The stream zoobenthos below hydro-electric power dams with short-term regulation in Sweden. In Regulated Rivers. Red.: A. Lillehammer & S. Saltveit. Oslo University Press, Oslo. (Under tryckning.)
- Holčík, J. 1979. Assessment of fish stock and prediction of catch in large rivers. p. 26-35. In Fishery management in large rivers. Red.: R.L. Welcomme. FAO.Tech.Pap. 194.

Fisket på harr i Gammelänges uppströmsdel tycks vara fullt jämförbart med det i vissa outbyggda älvar. En trolig förklaring till det goda harrbeståndet är den relativt skonsamma korttidsregleringen och den höga minimivattenföringen ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ), som dessutom sällan utnyttjas. I denna miljö förmår harren realisera en egen "nisch" och hävda sig mot

konkurrenter och predatorer. Den höga minimitappningen tillsammans med ytvattenintaget i dammen och den utjämnade årsvattenföringen har lett till en relativt riklig bottenfauna av filterare (nattsländlarver) och skrapare (snäckor), vilket tillförsäkrar harren en god näringsbas. Även förekomsten av Mysis relicta i driften på lokalen är positiv för harren. Mysis är ett viktigt födoobjekt.

#### ERKÄNNANDEN

Ett flertal personer har deltagit i fältarbetet. Ett särskilt tack riktas till Arne Fjälling, som ledde det praktiska arbetet under märkningsperioden 1980 och till Bo Frölander, som nedlade ett stort arbete under spöfisket. Huvuddelen av 1981 års material insamlades av Bo-Göran Persson och Urban Walter. Under 1982-83 har Mats Sjölund haft stor del i fisket. Åldersbestämningen har utförts av Bo-Göran Persson, Urban Walter, Miklos Fözö och Rolf Pettersson. Försöket har utförts inom ramen för försöksgruppens FÅK arbete. Mina arbetskamrater Adam P Gönczi och Göran Sjöberg har deltagit i fältarbetet och bidragit med sitt kunnande under hela försöket. Britt Dahlin har renskrivit manuskriptet och Ingrid Sundqvist-Kalleberg renritat figurerna. Den engelska texten har granskats av Catherine Hill. FÅK finansieras av VASO (Vattenkraftintressenternas Samarbetsorganisation).

bra harrfiske. Storleken på bestånden känner man inte till. Av denna anledning genomförde FÅK under åren 1980-83 ett fångst-återfångstförsök på harr i Gammelänge kraftverksmagasin i Indalsälven, för att försöka uppskatta beståndets storlek.

Harren fångades genom bottenmete med mask från båt i september 1980 inom ett ca 10 ha stort område i magasinets uppströmsdel. Längden mättes och fisken märktes genom klippning av fettfenan innan den sattes ut på nytt. Detta bottenmete ligger till grund för en beståndsskattning med en upprepad fångst-återfångstmetod (Schnabelmetoden).

Under oktober 1980, samt under 1981-83 genomfördes ett återfångstfiske med nät och krok. På detta material har beståndsskattning gjorts med en enkel fångst-återfångstmetod (Petersenmetoden).

På grund av fångstmetodernas selektivitet gäller beståndsskattningen bara fisk längre än 20 cm i september 1980, vilket motsvarar årsklass 1978 och äldre (3-somrig och äldre fisk).

Fångsten per spötimme i bottenmetet uppgick under 1980 till 0,56 st och 0,13 kg, under 1981 till 1,45 st och 0,33 kg.

Skattningen med Schnabels metod ger en beståndsstorlek på 1425 st (763-2914), vilket, på grund av huggovillighet hos nyligen fångad fisk, sannolikt är en överskattning. På grund av få återfångster är precisionen i skattningen låg.

Petersensskattningen på hela återfångstmaterialet från 1980-83 ger beståndsstorleken 1111 st (806-1416). Årsklass 1978 utgör 54% eller ca 600 st och årsklass 1977 och äldre 46% eller ca 500 st. Antalet individer uppgår till ca 110 st per ha. Biomassan kan uppskattas till 71 kg för årsklass 1978 och 178 kg för årsklass 1977 och äldre, totalt 249 kg eller 24,9 kg per ha. Vårt uttag av fisk under försökets gång kan uppskattas till 25,4% av det uppskattade beståndet.

Petersensskattningen har en relativt god precision ( $\pm 0,27\hat{N}$ ). Förutsättningarna för metoden är också tillfredsställande uppfyllda och skattningen därigenom väntevärderiktig.



1961, Peterson 1968, Persson och Walter 1981). Den huvudsakliga energitransportvägen går alltså från bottenfauna till harr och mängden (och kvalitén) bottenfauna på en lokal är en viktig faktor för en prognos på ett harrbestånds potentiella storlek.

Den höga minimivattenföringen vid Krångede är en bidragande orsak till att lokalen har en relativt mångformig och abundant bottenfauna och erbjuder en god näringstillgång för harr (Henricson och Sjöberg 1980, 1984). Den rikliga förekomsten av pungräka Mysis relicta i driften under vår och höst (Henricson 1978) är en ytterligare gynnsam faktor. Den är en viktig föda för harren på lokalen (Henricson och Sjöberg 1980, Persson och Walter 1981).

Harren är en vårlekare, en egenskap som förmodligen kan vara till fördel i en reglerad älv. Rommen ligger endast ca 3 veckor på botten innan den kläcks (Peterson 1968) och är på så vis utsatt för variationer i vattenföring, vattenstånd och temperatur under endast en kort tid.

Harrens lek äger rum vid en vattentemperatur på 4-7°C (bl a Peterson 1968). I Gammelänge uppnås denna temperatur i mitten av maj, samtidigt som vattenföringen i samband med vårfloden ökar. Vattenföringen överstiger sedan under någon eller några veckor utbyggnadsvattenföringen, dvs vatten spills genom damm-utskoven, och ligger på 500-1000 m<sup>3</sup>/s. Dygnsregleringen är inte heller så kraftig under denna period med anledning av den stora vattenmängden.

Harren torde alltså dra fördel av att Indalsälven är ofullständigt reglerad och därmed har en hög vattenföring under hela romutvecklingsperioden. Låg vattenföring däremot inverkar negativt på leken (Lusk 1979).

## SAMMANFATTNING

Harren spelar en viktig roll för sportfisket i Norrland, på sina håll även i reglerade älvar. Flera kraftverksmagasin i Indalsälven är kända för att i sina uppströmsdelar erbjuda ett

med dessa älvars. Torne älv tycks ge bättre fångster. Man måste dock komma ihåg att journalföringsstatistiken kan vara dåligt representativ, eftersom den baserar sig på endast ett fåtal journalförare. Vår fisken är dessutom höstfisken, medan siffrorna från de andra älvarna är ett genomsnitt för fisket under vår, sommar och höst.

Fisketrycket i Svratkafloeden är mycket högt, men även vad gäller utbytet av fisket tycks Gammelänge tåla en jämförelse med den tjeckoslovakiska lokalen. Lusk (1978) uppger en avkastning av spöfiske på 20-100 g per timme eller 6,1-41,8 i genomsnitt 18,4 kg/ha och år.

### Harr och regleringar

Då en älv byggs ut för vattenkraft och älvmagasin skapas ökar andelen lugnvattenområden. Arter som mört, abborre, gers, sik och gädda gynnas, medan strömfiskar som harr och öring missgynnas på grund av ökad konkurrens och predation, förlust av lek- och uppväxtområden, samt försämrat näringsutbud.

I magasin med tillräckligt stor minimitappning kvarstår dock i uppströmsdelen ett område med älvkaraktär och strömmande vatten, såsom fallet är i Gammelänge. I denna biotop förmår harren hävda sig i konkurrensen med andra arter, den kan realisera en egen "nisch". På lokaler med nolltappning däremot blir oftast konkurrensen från sik, mört m fl och predationen från gädda övermäktig.

En uppströmsdels lämplighet som fiskbiotop beror också delvis på dess fysiografi. Om den fysiska variabiliteten är låg, som i en utpräglad "kraftverkskanal" är förutsättningarna för fiskbestånden sämre än om inloppsdelens har djupa höljor, växtlighet längs stränderna och bakvatten, som erbjuder skydd (Walburg et al. 1981). Gammelänges uppströmsdel tillhör den senare kategorin.

Harren är en opportunist, dvs anpassningsbar, i sitt näringsval. Den äter en stor mängd olika födoslag med dominans av bottenfauna, särskilt nattsländlarver och snäckor (Müller

nad och ligger på 2-4 m<sup>3</sup>/s. Flodens bredd är 15-30 m och djup 1-2 m. Fiskbeståndets sammansättning har, på grund av förändrade temperaturförhållanden efter regleringen, förskjutits mot en dominans av öring och harr. Biomassan per hektar för harr över 6 cm fluktuerade i olika sektioner av floden mellan 8,6 och 79,5 kg, i genomsnitt 34,8 kg, och antalet mellan 50 och 500, i genomsnitt 250 st.

Om vi tar i beaktande att i vår skattning endast ingår fiskar på över 20 cm står det klart att beståndstäthet och biomassa i Gammelänge är i nivå med värdena från Svratka, som anses som en god harrälv. Man får dock komma ihåg att strömområdena närmast nedströms kraftverken är tämligen små och att den totala harrproducerande ytan har reducerats i den reglerade älven.

### Fiske

Ett tämligen intensivt sportfiske, framför allt med maskmete, bedrivs av ortsbor i Gammelänges uppströmsdel. Enligt en intervjuundersökning gjord 1960-62 uppgick fångsten till ca 105 kg/år, dvs avkastningen var 10,5 kg/ha (Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet, opubl.). Fångsten i antal per spötimme varierade enligt journalförare under åren 1965-69 mellan 0,8-2,0 st (Andersson och Sten 1973), ett värde som överensstämmer väl med de av oss funna.

I en intervjuundersökning utförd av FÅK under 1983, för att kartlägga fisketrycket i bl a Gammelänge, uppgav 4 fiskare en sammanlagd fångst av harr på 106 kg/år, dvs avkastningen kan, liksom i den tidigare intervjuundersökningen, beräknas till 10,5 kg/ha, år, vilket motsvarar 42% av det fångstbara beståndet i september 1980. Vi drog själva upp 72,1 kg under 1980, men en stor del av fångsten (43,8 kg) sattes ut på nytt i det upprepade fångst-återfångstförsöket.

I Tabell 12 visas statistik över sportfisket på harr i några svenska älvar. Uppgifterna är insamlade genom journalförare. En jämförelse mellan vårt fiske i Gammelänge och fisket i den reglerade, men outbyggda, Mellanljusnan eller den oreglerade Byske älv visar att fisket i Gammelänge är fullt jämförbart

märkningen och återfångstfisket 1981-83 så lång (1 år eller mer) att det är högst osannolikt att den märkta fisken inte skulle ha blandat sig slumpmässigt med den omärkta. Vid återfångstfisket 1980 användes en annan metod (nät) än vid märkningen (krok). Detta ökar sannolikheten för att återfångstfisket skett slumpmässigt i förhållande till märkningen, eftersom det inte är troligt att olika redskap ger upphov till samma avvikelser.

Om villkoret om slumpmässig fördelning varit uppfyllt även för Schnabeluppskattningen är osäkert. Om så inte är fallet kan detta leda antingen till en över- eller underskattning av beståndet.

7. Enligt Ricker (1975) är variation i fångstsannolikhet med fiskens storlek i allmänhet inget allvarligt problem vid fångst-återfångstförsök. Dessutom kan effekterna av en sådan selektion minimeras genom att materialet delas upp i 2 eller flera längdgrupper.

### Beståndsstorlek

Av FÅK:s fisken har framgått att harren i Gammelänge under vår, sommar och höst är koncentrerad till uppströmsdelen av magasinets inloppsdel, där den framför allt livnär sig på bottenfauna och driftande Mysis relicta (Henricson och Sjöberg 1980, Persson och Walter 1981). Under vissa tider på året företar den dock möjligen lek- och övervintringsvandringar till andra delar av magasinet. Den övre delen av inloppsdelen står med andra ord sannolikt för den helt dominerande delen av harrproduktionen. Det är därför rimligt att relatera beståndsstorleken till ytan av detta område.

Det föreligger mycket få uppskattningar av harrbestånds storlek. Enligt Jankovič (1964) fanns inga uppgifter tillgängliga i början på 1960-talet.

Lusk (1978) har beräknat fiskbeståndens storlek i den 44 km långa strömsträckan nedströms Vir-dammen i Svratkafloden i Tjeckoslovakien. Årsvattenföringen är här reducerad och utjäm-

"krokvana" inte kvarstår efter så lång tid. Det betyder att för vår Petersenuppskattning skulle även förändrat beteende som felkälla kunna uteslutas.

Den ökning i beståndsuppskattning med tiden, som föreligger i vår Schnabelberäkning och vilken leder till en överskattning av beståndet, tyder på att märkt fisk varit mer huggovillig än omärkt. Sådan "krokvana" är ett problem vid ett upprepat fångst-återfångstförsök eftersom återfångsten sker samtidigt som märkningen pågår.

5. Att krokmete kan medföra hög dödlighet är belagt (Bouck och Ball 1966). Detta gäller dock främst om kroken sväljs och dödligheten är oftast låg när kroken fastnar ytligt (Hunsaker et al. 1970, Hulbert och Engstrom-Heg 1980). De flesta studier på laxartad fisk tyder också på att dödligheten inträffar relativt snabbt, i regel inom 1-2 dygn (Warner och Johnson 1978). Andersen (1968) använde sig av krok- och flugfiske vid märkningsförsök på harr och fann en god överlevnad hos märkt fisk. Han ansåg att om man undantog fisk under 20 cm så var dödligheten, förorsakad av fångst och märkning (Carlinmärken), låg. Hanteringsdödligheten i övrigt är korrelerad med vattentemperaturen, men ligger troligen lågt (Thorpe 1975b).

Våra harrar var till största delen lätt krokade. Svårt krokad fisk uteslöts ur försöket. Detta, tillsammans med vårt sumpningsförsök, som inte visade på någon dödlighet, talar för att dödligheten hos märkt fisk varit låg och sannolikt kan försummas. Även det förhållandet att andelen märkt fisk i återfångstfiskena varit konstant under de olika åren talar för att någon ökad dödlighet hos märkt fisk inte förelegat.

6. Om antingen märkningen eller det efterföljande återfångstfisket sker slumpmässigt kommer den erhållna uppskattningen inte att ha någon avvikelse på grund av åsidosättande av denna förutsättning. Vad gäller Petersenuppskattningen på 1980-83 års material så är tiden mellan

De av oss använda metoderna tillåter, som framgått ovan, inte heterogenitet eller beteendeförändringar på grund av fångst och märkning. Detta innebär att vissa ytterligare förutsättningar bör vara uppfyllda för att modellerna skall fungera väl.

4. Fångst och märkning får inte öka eller minska sannolikheten för återfångst.

5. Märkt fisk har samma sannolikhet att dö naturligt som omärkt.

6. Den märkta fisken skall blanda sig slumpmässigt med den omärkta (eller återfångstfisket skall ske slumpmässigt i förhållande till beståndets fördelning).

7. Någon skillnad i fångstsannolikhet på grund av längd, kön, ålder, social status eller liknande får inte föreligga.

Vi skall nu punkt för punkt granska i vilken mån dessa förutsättningar varit uppfyllda.

4. Eftersom vi inte använt ett riktigt märke (bricka eller liknande) utan endast klippt fettfenan, kan vi anta att märkningen som sådan inte gör en fisk mer eller mindre benägen att fångas i fortsättningen.

En mer komplicerad fråga är om harrens beteende förändras av fångsten och märkningen. Den kan t ex bli mindre benägen att hugga på nytt under en tid efter fångsten. Nilsson et al. (1980) har visat att krokfångad öring är skyggare ("krokvana") än icke krokfångad. Pickering et al. (1982) fann att öring förändrade sitt födobeteende och upphörde att äta dagarna närmast efter en kort (2 min) hantering.

Ett sätt att kringgå detta problem är att använda en annan fångstmetod vid återfångstfisket. Vid vårt återfångstfiske 1980 använde vi nät, medan all märkt fisk var krokfångad. Vid återfångstfisket 1981-83 användes visserligen till stor del krok, men det är rimligt att anta att någon

från att använda endast 2 fångstillfällen, eftersom förutsättningarna för metoden inte kan testas. Den kan dock accepteras i vissa fall, särskilt när, som i vårt fall, olika fångstmetoder används vid märknings- och återfångstillfällena. De rekommenderar då den av oss använda modifierade Petersenuppskattningen.

Tre generella förutsättningar gäller för alla fångst-återfångstmodeller.

1. Populationen är sluten.
2. Djuren förlorar inte sina märken under experimentet.
3. Alla märken noteras och bokförs ordentligt vid varje fångstillfälle.

1. Förutsättningen att populationen skall vara sluten kan delas upp i 2 komponenter, "geografisk" slutenhet och "demografisk" slutenhet. Kravet på "geografisk" slutenhet är absolut eftersom ytan relaterad till beståndsstorleken (N) annars inte är definierad och N självt saknar mening. Vårt harrbestånd kan definieras väl i rummet eftersom älvmagasinet är relativt litet och begränsas både uppströms och nedströms av dammar. Kravet på "geografisk" slutenhet får därigenom anses uppfyllt. Kravet på "demografisk" slutenhet kan man lätta på i vissa modeller. Så tillåter den av oss använda Petersenmodellen att dödlighet förekommer, så länge som märkta och omärkta individer drabbas lika. Däremot måste nyrekryteringen till det uppskattade beståndet vara försumbar. Detta villkor är uppfyllt i vårt försök genom att fisken har längdmätts och åldersbestämts och beståndsuppskattningen bara gäller vissa årsklasser.

2. Vår märkningsmetod, fenklippning, gör att inga fiskar kan ha förlorat sina märken under försökets gång.

3. I försöket deltog endast vår egen personal och alla märkningar har därför kunnat noteras och bokföras ordentligt.

Att fångstsannolikheten varierar med tiden kan bero på vädret, eller förändringar i faktorer som vattenföring, temperatur m m. Varierande fångstansträngning mellan olika fångstperioder orsakar också variationer i fångstsannolikheten med tiden. Så är fallet i vårt försök.

Den individuella fångstsannolikheten kan variera på grund av naturliga faktorer, s k heterogenitet, t ex en individs kön, ålder, näringsval eller sociala status.

Slutligen uppvisar djur ofta ett förändrat beteende efter fångst. På så sätt förändras lätt en individs fångstsannolikhet efter den första fångsten.

De flesta hittills använda fångst-återfångstmodellerna har inte tillåtit heterogenitet och endast i undantagsfall variation i fångstsannolikheten beroende på beteendeförändringar. Nyligen har emellertid, med ADB-teknikens hjälp, modeller utvecklats, som tillåter variation i fångstsannolikheten av dessa orsaker och även olika kombinationer dem emellan (White et al. 1982).

De vanligaste och hittills mest använda modellerna för återfångststudier tillåter emellertid endast att fångstsannolikheten varierar med tiden. Det förutsätts alltså att alla individer i populationen har samma fångstsannolikhet vid varje enskilt fångsttillfälle, medan fångstsannolikheten mellan olika tillfällen tillåts variera. Omärkta (ej fångade) individer förutsätts ha samma fångstsannolikhet som märkta (tidigare fångade). Inte heller individuella skillnader i kön, ålder m m tillåts påverka fångstsannolikheten.

Dessa förutsättningar gäller för de av oss använda modellerna, Schnabels och Petersens. Att variation i tiden tillåts är nödvändigt i vårt försök eftersom fångstansträngningen varierat mellan de olika tillfällena.

Ett fångst-återfångstförsök med endast 2 fångsttillfällen (Petersenuppskattning) kan sägas vara ett specialfall av ett upprepat fångst-återfångstförsök. White et al. (1982) avråder



Villkoret  $MC > 4N$  är uppfyllt, dvs  $R > 4$ , vid Petersenuppskattningen ( $R=33$ ). Antalet återfångster vid Schnabelberäkningen är lågt (8), men Ricker (1975) anser att statistisk skevhet undviks om  $R > 4$  även med denna metod.

Robson och Regier (1964) har rekommenderat en precision på minst 0,5, dvs sanna  $N$  inom intervallet 0,5-1,5 av skattade ( $N(\hat{N})$ ), i fiskevårdsförsök där endast en grov skattning av bestandsstorleken är nödvändig. För mer ingående fiskevårdsarbete anser de en precision på 0,25 (sanna  $N$  inom  $0,75\hat{N}-1,25\hat{N}$ ) som önskvärd. White et al. (1982) anser att "vederhäftiga" bestandsstudier kräver en variationskoefficient (standardavvikelsen/ $\hat{N}$ ) på högst 0,20. En variationskoefficient på 0,10 eller lägre kan anses som god.

Av våra båda skattningar uppnår endast den med Petersenmetoden på 1980-83 års material ovan ställda precisionskrav. Den ger å andra sidan en relativt god precision ( $\pm 0,27\hat{N}$ ) och motsvarar väl vad som i allmänhet erhålls vid skattningar med fångst-återfångstmetoder (Thorpe 1975a).

Enda sättet att öka precisionen hade varit att öka antalet återfångster genom en ökad fiskeinsats.

Ett resultat kan emellertid vara precist, på grund av t ex stora datamängder, men skattningen skev (ej väntevärderiktig) på grund av att förutsättningarna för den använda modellen ej varit uppfyllda. Detta föranleder oss att närmare granska förutsättningarna för de båda använda metoderna. Huvudsakligen kommer Petersenmetoden att behandlas, eftersom den fått ligga till grund för beståndsskattningen. I princip gäller dock samma förutsättningar för Schnabelmetoden.

#### Fångst-återfångstmodellens förutsättningar

Den enklaste fångst-återfångstmodellen förutsätter att ingen variation i fångstsannolikhet finns vare sig i tiden (mellan olika fångstillfällen) eller mellan individer. Denna modell är orealistisk därför att fångstsannolikheten varierar i naturliga populationer (White et al. 1982).

ten av de nätfångade harrarna, beståndets huvudsakliga uppehållsplats under vår, sommar och höst. Ytan uppgår till ca 10 ha. Antalet individer längre än 20 cm uppgår alltså till 110 st per hektar.

Ett grovt försök till biomasseuppskattning kan göras enligt följande (Tabell 10). Medelvikten för fisk i årsklass 1978 var 119 g (n=45). Antalet var enligt vår uppskattning 593 st. Biomassan för årsklass 1978 skulle alltså uppgå till 70,6 kg i september 1980. Medelvikten för årsklasserna 1977 och äldre var 358 g (n=52) och antalet 497 st. Biomassan för årsklass 1977 och äldre skulle med andra ord uppgå till 177,9 kg i september 1980.

Totalt kan alltså biomassan för 3-somrig (2+) och äldre harr inom det område där bottenmete bedrivits uppskattas till 248,5 kg eller 24,9 kg per ha. Relaterat till hela inloppsdelen (36 ha) blir biomassan 6,9 kg per ha och till ytan av hela magasinet (94 ha) 2,6 kg per ha.

### Beskattning

Av Tabell 11 framgår hur mycket vi har beskattat beståndet av harr i Gammelänge vid våra fisken under åren 1980-83. Vi har fångat 28,3% av årsklass 1978, 22,3% av årsklass 1977 och äldre eller 25,4% av hela det uppskattade beståndet.

## DISKUSSION

### Skattningens precision

Om förutsättningarna för de använda modellerna varit uppfyll-  
da kan erhållna skattningar betraktas som väntevärderiktiga. Innan vi gör en mer ingående granskning av förutsättningarna skall vi dock granska resultaten ur rent statistisk synpunkt för att se om de statistiska villkoren är uppfyllda och om beräkningarna har en precision som är tillräcklig för vårt syfte.

En Petersenskattning av hela beståndet på det samlade materialet från 1980-83 ger  $N^* = 1111$  (806-1416) (Tabell 9). Skattning av antalet individer i varje årsklass separat ger för årsklass 1978,  $N^* = 593 \pm 0,32 N^*$  och för årsklasserna 1977 och äldre,  $N^* = 497 \pm 0,46 N^*$ , tillsammans 1090 individer, alltså i stort sett samma värde som vid skattningen för årsklasserna tillsammans (Tabell 9). Årsklasserna 1977 och äldre skulle då utgöra 45,6% av beståndet. Fördelningen av antalet individer på årsklasser avviker nu inte signifikant från den förväntade utifrån 1980 års fiske ( $\chi^2 = 0,62$ ;  $p > 0,3$ ). Någon skillnad i återfångstsannolikhet i de båda årsklasserna tycks inte föreligga. Antalet återfångster fördelar sig som förväntat utifrån antalet märkta (M) och antalet fångade (C) i resp. klass (Tabell 6).

Könskvoten i återfångstmaterialiet avviker inte från den förväntade (50:50). Inte heller andelen återfångster avviker mellan könen. Det finns alltså inga tecken på variation i fångstsannolikhet med kön.

#### Beståndstäthet och biomassa

Beräkningarna har alltså gett 2 olika skattningar av beståndet längre än 20 cm (3-somrig fisk och äldre) i september 1980 (Tabell 9).

Som framgått av det föregående torde Schnabeluppskattningen på 1980 års bottenmete vara en överskattning av beståndet. Petersenskattningen på 1980-83 års material är den mest precisa och sannolikt riktigaste av våra skattningar.

Beståndet av harr av årsklass 1978 och äldre var alltså i september 1980 ca 1100 individer (800-1400) fördelade med ungefär 600 st på årsklass 1978 och 500 st på årsklasserna 1977 och äldre.

Enligt våra fisker i samband med andra försök under åren 1976-83 och de här redovisade fiskena, utgör det område inom vilket vi bedrivit bottenmete och flugfiske samt tagit merpar-

för de båda årsklasserna var för sig ger för årsklass 1978  $N' = 553$  (275-1210) och för årsklasserna 1977 och äldre,  $N' = 868$  (318-2170) (Tabell 8). Summerade ger dessa båda värden  $\hat{N} = 1421$ , alltså nästan exakt samma värde som vid beräkningen på hela materialet. På grund av få återfångster är precisionen i skattningarna låg.

Skattningen av enskilda  $N'$  tenderar att öka med tiden (Tabell 7). Detta kan förstås vara en slump, men kan också bero på avvikande beteende (t ex huggovillighet) eller ökad dödlighet hos märkt fisk, vilket leder till en överskattning av beståndet (Ricker 1975).

Enligt skattningen utgör årsklass 1978 39% av beståndet. Denna andel avviker högst signifikant från den förväntade utifrån den observerade fördelningen på årsklasser i 1980 års fiske (Tabell 4) ( $\chi^2 = 19,30$ ;  $p < 0,001$ ). Eftersom skattningen av årsklass 1978 baserar sig på ett större antal återfångster är den sannolikt riktigare än skattningen av årsklasserna 1977 och äldre. Dessa har följaktligen troligen överskattats. Med tanke på den observerade fördelningen av individer på årsklasser i 1980 års fiske torde antalet harrar i årsklasserna 1977 och äldre vara i samma storleksordning som i årsklass 1978.

#### Fångst-återfångstförsök 1980-83

Vid ett enkelt fångst-återfångstförsök (Petersenmetoden) bör märkningen utföras under en kort tidsperiod. Återfångstfisket kan däremot vara utspritt över en lång period utan att riktigheten i skattningen äventyras (Ricker 1975).

Tack vare att fisken åldersbestämts har vi möjlighet att slå ihop hela återfångstmaterialet från åren 1980-83 (Tabell 6). Det bestånd vi då räknar på är slutet mot nyrekrytering, eftersom åldersbestämningen gör att vi kan utesluta alla fiskar, som är nyrekryterade till det fångstbara beståndet (yngre än årsklass 1978). Däremot är beståndet inte slutet med avseende på dödlighet. Petersenmetoden tillåter dock att det finns ett utflöde av individer (dödlighet eller emigration) ur beståndet.

På återfångstfisket 1980-83 har beståndsuppskattning gjorts med den modifierade Petersenmetoden (Ricker 1975).

$$\text{Formeln är } N^* = \frac{(M+1)(C+1)}{R+1}$$

M = antalet märkta fiskar

C = fångst tagen för beståndsberäkning

R = antal märkta fiskar i fångsten

$N^*$  = uppskattad beståndstorlek

Variansen har beräknats enligt Seber (1973):

$$v^* = \frac{(M+1)(C+1)(M-R)(C-R)}{(R+1)^2 (R+2)}$$

Det 95%-iga konfidensintervallet blir  $N^* \pm 2 \sqrt{v^*}$

$N^*$  är en väntevärderiktig skattning av N om  $MC > 4N$ , vilket enligt Ricker (1975) innebär att antalet återfångster (R) måste vara 4 eller fler.

## RESULTAT

### Upprepat fångst-återfångstförsök med bottenmetod 1980

Det är inte meningsfullt att göra en beståndsuppskattning på dygnsgrupperat material från bottenmetod 1980 på grund av det låga antalet återfångster. Under de flesta fiskedygna gjordes inga återfångster (13 av 19). Därmed är förutsättningarna för Schnabelmetoden inte uppfyllda.

I Tabell 7 har materialet ackumulerats till 4 tidsperioder för att få så många återfångster per period som möjligt (helst minst 3)(Ricker 1975) och därmed minska de statistiska felkällorna, som det låga antalet återfångster medför.

Skattningen med Schnabels metod ger en beståndstorlek för fisk större än 20 cm på  $N^* = 1425$  (763-2914)(Tabell 7). En beräkning

Resultatet av krokfisket 1981 redovisas i Tabell 5. Antalet fisk per ansträngning, i genomsnitt 1,35 för bottenmetet och flugfisket tillsammans, var detta år drygt dubbelt så högt som 1980. Flugfisket tog genomsnittligt mindre fisk, bl a fångades 10 st ensomriga harrar. Av årsklass 1978 eller äldre fångades under 1981 72 st. 11 av dessa var märkta (Tabell 6).

1982 års material har fångats både med nät och bottenmete (Tabell 1). Nätmaterialet härrör från månadsskiftena maj-juni (9 ex) och september-oktober (31 ex). Använda maskstorlekar var 40, 33, 30, 25, 21 och 17 mm. Krokfångsten är i huvudsak från slutet av maj till mitten av juni (20 ex) och månadsskiftet september-oktober (12 ex). Av årsklass 1978 eller äldre fångades 53 st varav 6 märkta (Tabell 6).

Under 1983 fångades harr av årsklass 1978 och äldre både med bottenmete och på nät, dels den 19 maj-7 juni (20 ex), dels den 27 september-6 oktober (9 ex) (Tabell 1). Tyvärr kontrollerades endast 8 st från den senare fångstperioden på fenklipp. En av dessa var märkt (Tabell 6).

#### Beräkningsmetoder

På det upprepade fångst-återfångstförsöket 1980 har beståndsuppskattning gjorts med en multipel fångst-återfångstmetod, nämligen den modifierade Schnabelmetoden (Seber 1973, Ricker 1975).

Formeln för Schnabelmetoden är: 
$$N' = \frac{\sum (C_t M_t)}{(\sum R_t) + 1}$$

$M_t$  = totalt antal märkta fiskar i beståndet vid starten av dag t:s fiske.

$C_t$  = totalt antal fiskar fångade på dag t.

$R_t$  = antalet återfångster i fångsten  $C_t$ .

$N'$  = uppskattad beståndsstorlek vid försökets start.

Ungefärliga gränser för 95% konfidensintervall har erhållits ur tabell genom att betrakta R som en Poissonfördelad variabel.

### Återfångstfiske med nät 1980

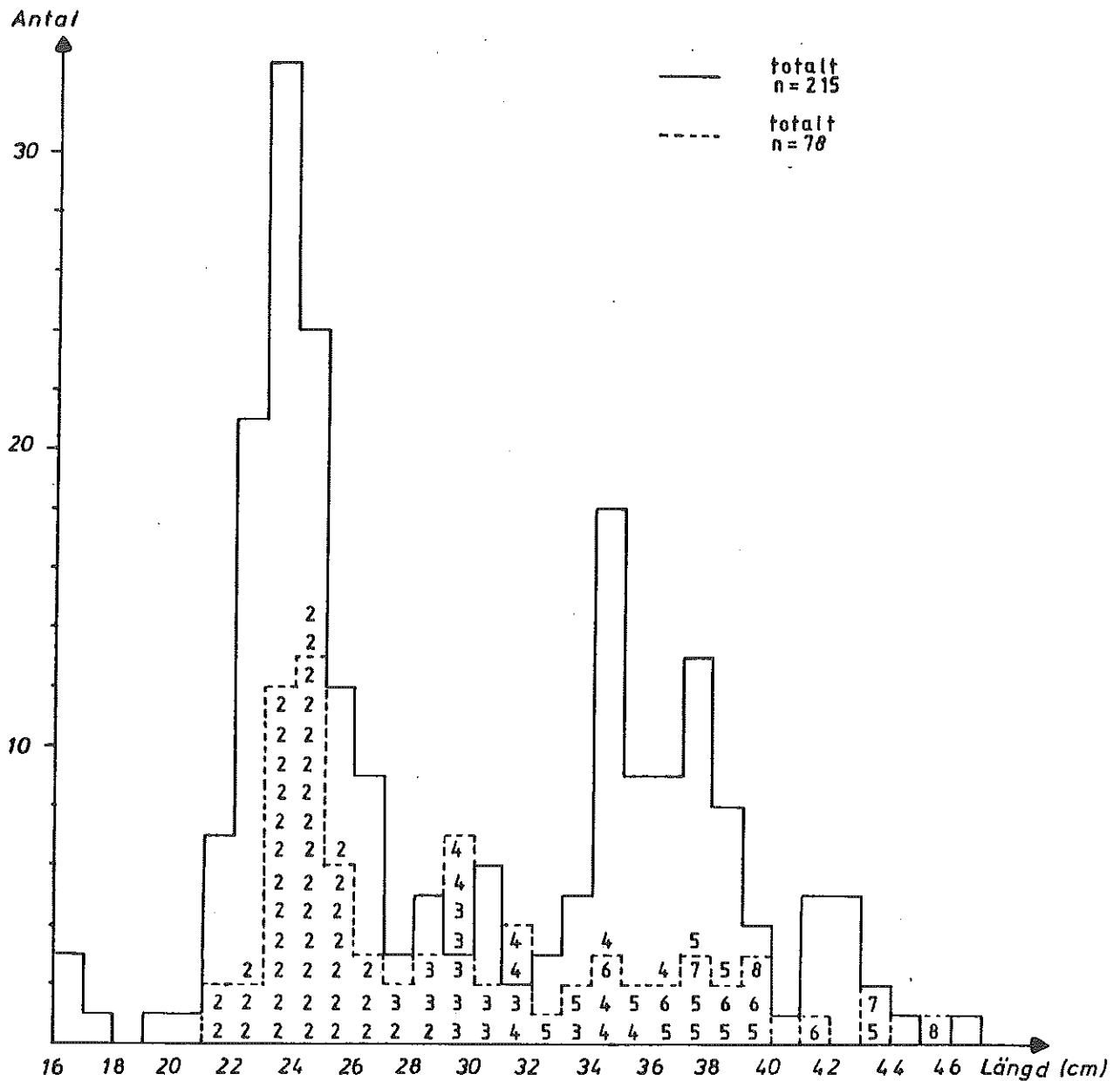
Under tiden 8-22 oktober 1980 genomfördes ett återfångstfiske med nät. Använda maskstorlekar var 40, 38, 33, 30, 25 och 21 mm (15, 16, 18, 20, 24 och 28 varv/aln). Fisket bedrevs på flera olika platser i magasinet, men möjligheten att lägga nät begränsades av strömförhållandena och endast "skyddade" lägen användes. Harr erhöles på tre lokaler i magasinets inloppsdel (A-C) och tre i dess dämmningsdel (D-F)(Figur 1). Totalt togs 78 harrar, varav 15 märkta, med en sammanlagd vikt av 18,2 kg (Tabell 3). Alla var längre än 20 cm. De allra flesta fångades i inloppsdelen. Endast 7 st togs i dämmningsdelen (Figur 1). En av dessa var en återfångst, vilket tyder på att de harrar, som fångades i dämmningsdelen tillhör samma bestånd som det vi bottenmetat på i inloppsdelen.

Vid resultatbearbetningen har samma uppdelning i längdklasser (årsklasser) gjorts, som i det upprepade fångst-återfångstförsöket. Fördelningen av harr på de båda klasserna i krok- resp. nätfisket under 1980 framgår av Tabell 4 och Figur 3. Någon skillnad i fördelning med avseende på metod föreligger inte. Av en totalfångst på 287 harrar fördelar sig 52% på årsklass 1978 och 48% på årsklasserna 1977 och äldre. Fördelningen av märkt fisk på de båda grupperna vid återfångstfiskets start var nästan exakt densamma, 53% resp. 47%.

### Återfångstfiske 1981-83

Materialet från 1981 är insamlat genom 1) bottenmete med mask, krokstorlek 6-8, 2) flugfiske med flugspö och våtfluga, krokstorlek 10-18, samt 3) fiske med flugsläp efter båt, krokstorlek 8-12. Fisket bedrevs i uppströmsdelen av magasinet under tiden 8-17 september (Figur 1 prickade området, Figur 2A o B). Det är samma material som använts för tillväxt- och näringsanalys av Persson och Walter (1981). 9 fiskar fångade på nät den 15 maj och 2 st den 8 september är också inkluderade i beståndsberäkningen (Tabell 1).

Om redskapselektivitet med avseende på fiskens längd föreligger kan denna minimeras genom att materialet delas upp i längdklasser (Ricker 1975). Med tanke på det låga antalet återfångster kan materialet endast delas upp i två längdklasser och klasserna  $\geq 21$  cm till 28 cm resp.  $\geq 28$  cm ter sig utifrån längd- och åldersfördelningen naturliga (Figur 3). Den kortare klassen kommer då att omfatta i stort sett bara årsklass 1978 (3-somrig fisk). Längdklassen  $\geq 28$  cm omfattar fiskar som är 4-somriga eller äldre (årsklass 1977 och tidigare).



Figur 3. Längdfördelning och ålder hos harr tagen på bottenmete (heldragen linje) resp nät (streckad linje) i Gammelängemagasinet i september och oktober 1980. 2 = 3-somrig (2+), 3 = 3+ osv.



## Upprepat fångst-återfångstfiske med krok 1980

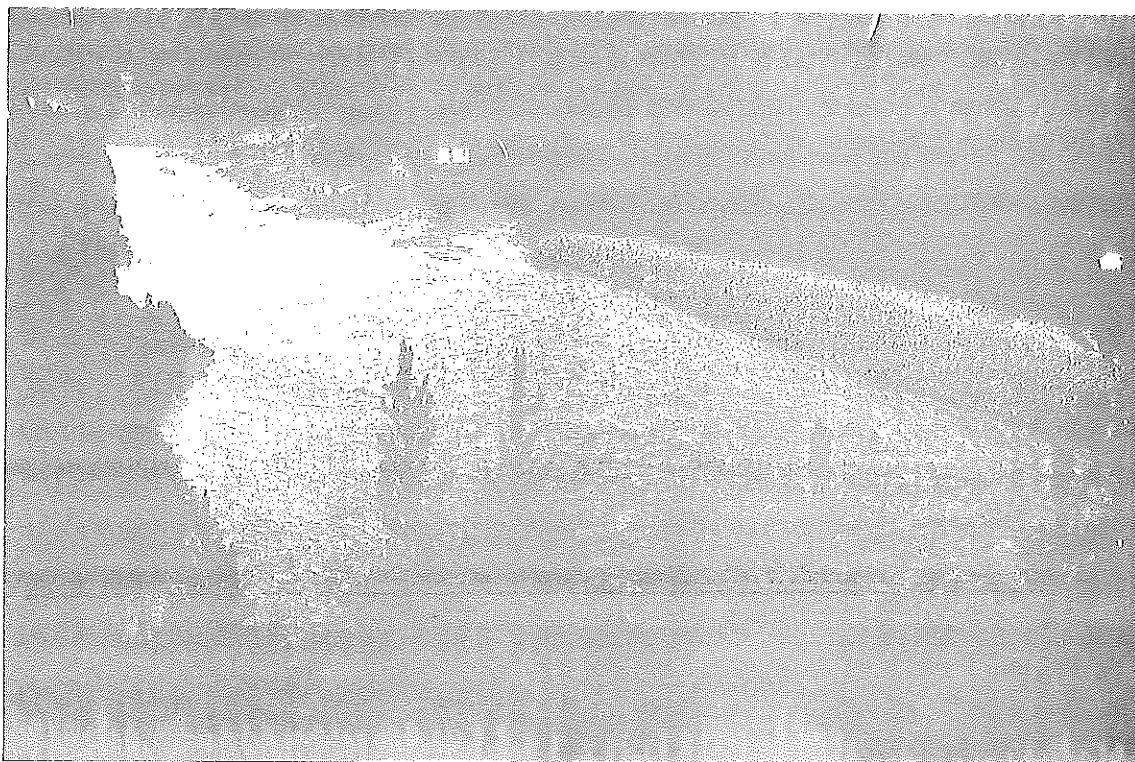
Bottenmetet 1980 bedrevs inom det prickade området i Figur 1 under tiden 8 september till 1 oktober. Antalet fiskedagar var 21 med i genomsnitt 3 fiskande. Totalt nedlades 381 spötimmor (ansträngningar). Ytan av det avfiskade området är ca 10 ha. En sammanställning av fångstresultatet ges i Tabell 2. Totalt fångades 215 harrar, vilka tillsammans vägde 49,6 kg. 186 stycken fenklipptes och sattes ut på nytt. Antalet återfångster var 8. Medelvattenföringen under perioden var  $286 \text{ m}^3/\text{s}$ . Den genomsnittliga maximala vattenföringen per dygn var  $325 \text{ m}^3/\text{s}$  och den minimala var  $241 \text{ m}^3/\text{s}$ . Temperaturen sjönk från 13,2 till 10,9°C.

Efter märkning och längdmätning (total längd) sumpades harrarna. Sumpen var placerad i en liten vik på södra stranden, lokal A, Figur 1. Varje kväll släpptes de sumpade fiskarna. Fisk som skadats allvarligt av kroken eller uppvisade dålig kondition i övrigt sattes ej ut på nytt.

Med tanke på att vår metod var krokfiske kan man misstänka en högre dödlighet hos märkt än hos omärkt fisk. För att kontrollera detta kvarhölls 11 fiskar, med en längd från 21,0 till 46,5 cm, i 3-4 dygn i sumpen. Samtliga var i god kondition vid sumpningstidens slut. Någon dödlighet inträffade inte heller bland de fiskar som rutinmässigt sumpades varje dag. En fenklippt fisk, som var skadad av en krok i halsen, påträffades dock död på lokal A under försökets gång.

Vid bottenmetet fångades och märktes endast 6 harrar (av 215), som var kortare än 21 cm. Ingen av dessa återfångades vid bottenmetet och eftersom dessutom återfångstfisket med nät 1980 inte tog någon fisk kortare än 21 cm (se nedan) har dessa 6 harrar uteslutits vid beståndsberäkningen.

Uppskattningen av harrbeståndets storlek gäller alltså bara fisk som i september 1980 var 21 cm eller längre. Åldersbestämning med hjälp av fjäll har visat att detta motsvarar 3-somrig (2+) fisk och äldre, dvs årsklass 1978 och tidigare. För beskrivning av metoden vid åldersbestämning se Persson och Walter (1981).



Figur 2A. Uppströmsvy över Gammelängemagasinetns översta del. Vat-  
ten släpps i den normalt torrlagda älvfåran nedströms  
Krängede kraftverk. Tunnelutloppen är synliga.



Figur 2B. Uppströmsvy över det område där bottenmete efter harr  
bedrevs.

De platser varifrån bilderna togs är markerade på Figur 1 med en  
asterisk.

Vattnet leds i två tunnlar från Krångede kraftverk ut i Gammelängemagasinet. Medelvattenföringen är  $373 \text{ m}^3/\text{s}$ , lägsta tillåtna tappning  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  och utbyggnadsvattenföringen  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vid vårflod, då vatten tappas förbi kraftverken, kan vattenföringen överstiga  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vattenföringen är korttidsreglerad, men vattenståndsvariationerna är obetydliga. Högsta vattentemperatur på sommaren ligger normalt vid  $17-18^\circ\text{C}$ .

Förutom harr finns i magasinet gott om mört, abborre, sik och gädda, samt dessutom gers, elritsa, stensimpa, lake och enstaka öringar och norsar.

För en mera utförlig beskrivning av lokalen hänvisas till Henricson och Sjöberg (1980), Persson och Walter (1981) samt Sjöberg (1983).

## MATERIAL OCH METODER

Under perioden 8 september till 1 oktober 1980 genomfördes ett bottenmete med mask från båt (Tabell 1). Fisken märktes genom klippning av fettfenan och sattes ut på nytt. Beståndsuppskattning har gjorts på detta fiske med en upprepad fångst-återfångstmetod (Schnabelmetoden).

Vår kännedom om harrens uppehållsplatser i magasinet utnyttjades vid val av plats, metod och tidpunkt för det upprepade fångst-återfångstförsöket. Vid den aktuella tiden på året är harren aktiv och uppehåller sig för näringssök i den starkt strömmande delen, omedelbart nedströms tunnelutloppen från Krångede (Figur 1, 2A o B) (se även Filipsson 1979).

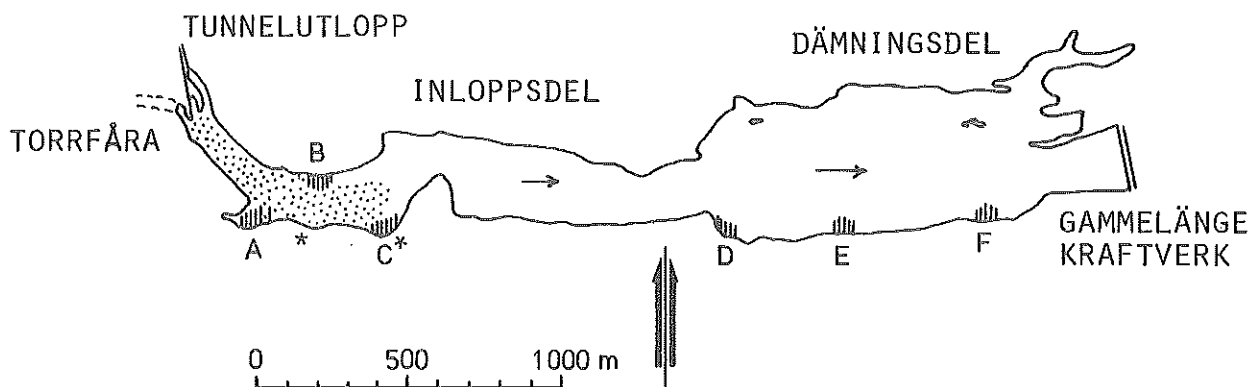
Under tiden 8-22 oktober 1980 genomfördes ett återfångstfiske med nät, varvid fisken kontrollerades på fenklipp. Även under 1981-83 bedrevs fisken på harr i Gammelänge, vilka gav återfångster av märkt fisk (Tabell 1). På materialet från dessa fisken har en beståndsuppskattning med en enkel fångst-återfångstmetod gjorts (Petersenmetoden).

der. Indalsälven besitter dock genom regleringen vissa egenskaper, som gör fångst-återfångstmetoden användbar (Holčík 1979). Vattenståndet är relativt stabilt och kraftverksdammarna förhindrar långa vandringar hos fiskbestånden. Dessa kan alltså definieras relativt väl i rummet. De kan anses vara geografiskt "slutna" bestånd, en viktig förutsättning vid en beståndsuppskattning med fångst-återfångstmetod (White et al. 1982).

FÅK har också undersökt det aktuella harrbeståndets tillväxt och näringsval (Persson och Walter 1981), liksom bottenfaunan på lokalen (Henricson och Sjöberg 1980, 1984). Även gäddbeståndets storlek i Gammelängemagasinet har uppskattats genom fångst-återfångst (Sjöberg 1983).

## LOKAL

Gammelänge kraftverksmagasin är beläget i Indalsälven mellan kraftverken Krångede och Gammelänge (Figur 1). Det ligger 130 km från älvens mynning och 144 m.ö.h. Ytan är 94 ha, fördelad på en dämmningsdel på 58 ha och en uppströms belägen inloppsdel på 36 ha. Kraftverken färdigbyggdes i mitten på 1940-talet.



Figur 1. Gammelänge kraftverksmagasin i Indalsälven. A-F anger nätfiskelokaler vid återfångstfisket 1980. Bottenmetet bedrevs inom det prickade området. \* markerar platserna varifrån fotografierna i Figur 2 A och B är tagna.

## INLEDNING

Harren Thymallus thymallus (L.) är, i jämförelse med röding, öring och sik, en i Sverige dåligt undersökt art, trots att den spelar en mycket viktig roll för sportfisket i Norrland.

Vattenkraftens utbyggnad i de stora norrlandsälvarna har medfört att andelen strömsträckor har minskat och ersatts med kraftverksmagasin. Balansen i numerär mellan olika fiskarter har förskjutits. Harr och öring har gått tillbaka medan lugnvattenlevande och ekonomiskt mindre värdefulla arter som abborre, gers, mört, sik och gädda har ökat i antal (Nilsson 1973). I kraftverksmagasinens dämningssdelar saknar harren möjligheter att hävda sig gentemot konkurrenter och predatorer. I vissa kraftverksmagasins uppströmsdelar, där vattnet är kraftigt strömmande och älvkaraktären bevarats, har dock goda bestånd av harr lyckats överleva. Dessa platser har gott rykte som harrfiskeplatser (Svärdson och Nilsson 1964). Flera kraftverksmagasin i Indalsälven tillhör denna kategori (Andersson och Sten 1973), däribland Gammelänge och Hammarforsen, vilka ingår i FÅK:s (Försöksgruppen för fiskevårdande åtgärder i kraftverksmagasin) arbetsområde.

Vattenkraftexploateringen har alltså inneburit att harrens livsrum krympt, men att arten trots allt har lyckats överleva under vissa förutsättningar. För att förstå orsakerna härtill är det nödvändigt med en ökad kännedom om harrens biologi kopplad till en noggrann miljöbeskrivning av de lokaler på vilka harren överlevt regleringarna. En viktig del i detta arbete är att försöka uppskatta storleken på de "goda" harrbestånd som lever i magasinens uppströmsdelar och att försöka relatera denna till de miljöförhållanden som råder på platsen. Med anledning av detta har FÅK under åren 1980-83 genomfört ett fångst-återfångstförsök på harr i Gammelänge, för att försöka uppskatta beståndets storlek. Syftet med denna rapport är att redovisa erfarenheterna och resultatet av detta försök.

Uppskattningar av fiskbeståndets storlek i större älvar är få även sett i ett internationellt perspektiv. Jämfört med sjöar är älvar öppna system, vilket försvårar utvecklingen av provtagningsmeto-

# HARRBESTÄNDETS STORLEK I ETT KRAFTVERKSMAGASIN I INDALSÄLVEN UPPSKATTAD MED FÅNGST-ÅTERFÅNGSTMETODER

Jan Henricson

INLEDNING	1
LOKAL	2
MATERIAL OCH METODER	3
<u>Upprepat fångst-återfångstfiske med krok 1980</u>	5
<u>Återfångstfiske med nät 1980</u>	7
<u>Återfångstfiske 1981-83</u>	7
<u>Beräkningsmetoder</u>	8
RESULTAT	9
<u>Upprepat fångst-återfångstförsök med bottenmete 1980</u>	9
<u>Fångst-återfångstförsök 1980-83</u>	10
<u>Beståndstäthet och biomassa</u>	11
<u>Beskattning</u>	12
DISKUSSION	12
<u>Skattningens precision</u>	12
<u>Fångst-återfångstmodellens förutsättningar</u>	13
<u>Beståndsstorlek</u>	18
<u>Fiske</u>	19
<u>Harr och regleringar</u>	20
SAMMANFATTNING	21
ERKÄNNANDEN	23
LITTERATUR	24
ENGLISH SUMMARY: POPULATION SIZE OF GRAYLING <u>THYMALLUS</u> <u>THYMALLUS</u> (L.) IN RIVER RESERVOIR ESTIMATED BY CAPTURE-RECAPTURE METHODS	27
LEGENDS TO FIGURES AND TABLES	29
TABELL 1 - 12	32