

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKAB, MUSEET

rappoort

ZOOLOGISK SERIE 1975-16

Virkninger på
fiskeribiologiske forhold i
Tunnsjøflyene
etter 11 års regulering

Arnfinn Langeland



Universitetet i Trondheim

K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1975-16

VIRKNINGER PÅ FISKERIBIOLOGISKE FORHOLD I
TUNNSJØFLYENE ETTER 11 ÅRS REGULERING

av

Arnfinn Langeland

Universitetet i Trondheim
Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet
Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske (rapport nr. 31)
Trondheim, desember 1975

ISBN 82-7126-095-2

REFERAT

Langeland, Arnfinn. 1975. Virkninger på fiskeribiologiske forhold i Tunnsjøflyene etter 11 års regulering. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1975-16.*

I tiden 6.10.1973 og 19.-23.7.1974 ble det foretatt fiskeribiologiske undersøkelser i Tunnsjøflyene. Det ble prøvofisket med standard garnserier, i tillegg ble det foretatt fysisk/kjemiske målinger og innsamlet prøver av planktonkrepssdyr. Ernærings- og vekstanalyser ble utført på et representativt utvalg av fiskematerialet.

Delvis mislykket forsøk på prøvetaking av bunnmateriale tyder på liten grad av sedimentering av slam, men at de eroderte mengder organisk og uorganisk stoff i hovedsaken er ført ut av innsjøen. Dette sammen med observasjoner av temperatur og siktedyp i et langsgående profil i flyene og planktonkrepssdyr, tydet på at utvaskingseffektene p.g.a. den raske vannutskiftningen må ha vært meget stor. Dette må ha ført til en rask utarming av innsjøens næringsgrunnlag etter neddemningen. Observasjonene av temperatur, siktedyp og planktonkrepssdyr indikerer betydelig lenger oppholdstid på vannet i Langvatn med muligheter for betydelig større produksjon av planktonkrepssdyr og akkumulering av partikulært stoff i denne del av innsjøen.

Fiskeribiologiske tilstander idag kan sammenfattes slik: Den største fangbare del av bestandene består hovedsaklig av 5 år gammel røye, 20-25 cm med gjennomsnittsvekt på ca. 100 g, som kan fanges på 28 omfars garn i et antall på 10-20 fisk/garnnatt. Ørretbestanden er betydelig mindre i antall, består i hovedsaken av 4-5 år gammel fisk i største fangbare størrelse med en gjennomsnittsvekt på ca. 150 g og kan fanges på 28 omfars garn i et antall av ca. 5 fisk/garnnatt. En liten del av ørretbestanden går over til å spise smårøye og kan da oppnå en vekt på flere kg.

På grunnlag av tidligere beskrivelser og opplysninger fra lokale fiskere er hovedtrekkene i reguleringens virkning på de fiskeribiologiske forhold beskrevet. I tillegg er det foretatt en vurdering av mulige tiltak for å øke fiskeproduksjonen i Tunnsjøflyene.

Arnfinn Langeland, Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Zoologisk avdeling, N-7000 Trondheim.

INNHOOLD

REFERAT	
INNLEDNING	5
MATERIALE OG METODER	5
BESKRIVELSE AV TUNNSJØFLYENE	6
PLANKTONKREPSDYR	7
UTBYTTE AV PRØVEFISKE	9
LENGDE OG ALDERSFORDELING, VEKST	11
KONDISJON, KJØTTFARGE OG GYTEFISK	14
FISKENS MAGEINNHold	16
REGULERINGENS VIRKNINGER PÅ FISKEBESTANDENE	17
Fiskeribiologiske tilstander før regulering ...	17
Fiskeribiologiske forhold under demningsfasen .	18
Fiskeribiologiske forhold etter 11 års regulering.....	19
VURDERING AV TILTAK FOR Å ØKE FISKEPRODUKSJONEN I TUNNSJØFLYENE	21
LITTERATUR	25
SITAT	26

INNLEDNING

Undersøkelsen er utført av Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske, DKNVS, Museet, Universitetet i Trondheim, etter oppdrag fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, Steinkjer.

Tunnsjøflyene benyttet som inntaksmagasin for Tunnsjødal kraftverk, og ble første gang fylt ca. 1. juli 1963 til HRV kote + 348,0. Vannstandsmålinger har vist liten varisjon i vannstand som har holdt seg på den øvre halvmetre hele tiden. Hensikten med denne undersøkelsen var å beskrive de fiskeribiologiske tilstander i Tunnsjøflyene etter 11 års neddemning, og vurdere mulige tiltak for å øke fiskeavkastningen på sikt.

Prøvefisket 6.10.1973 ble utført av Alf Thidemann, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk og 19.-23.7.1974 av Johan Nydal, Roar Juul, Ketil Kjenstad og undertegnede. Toril Berg og Johan Nydal har deltatt i bearbeidelsen av materialet og utarbeidelsen av denne rapport.

Opplysninger om reguleringen er gitt av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk. Verdifulle opplysninger om fiskeutbyttet etter reguleringen er gitt av Oluf Småvatn.

MATERIALE OG METODER

Fiskematerialet består av 38 røye og 11 ørret fra 6.10.1973 og 139 røye og 26 ørret 19.-23.7.1974. I tillegg til prøvefiske ble det i 1974 også tatt vannprøver og planktonprøver.

Prøvefisket ble utført med bunn garnserier monofibrile nylongarn 14(45), 16(39), 18(35), 20(31), 22(29), 24(26), 28(22,5) og 32(19,5) omfar(mm) satt enkeltvis fra land. I tillegg ble det fisket med en flyte garnlenke bestående av 8 garn, hvert garn 6 m langt og 4 m dypt, av samme maskestørrelse som nevnt for bunn garn. Total lengde på flyte garnlenken var 48 m (8 garn á 6 m lengde). Planktonprøver ble tatt ved vertikale trekk med planktonhåv, diameter 9,5 cm og maskevidde 95 μ m. pH er målt i felten med fargekomparator. Fiskelengde er målt fra snute til ytterste spiss ved sammenfoldet halefinne.

Prøvefisket med bunn garn i 1974 foregikk i området på nordsida av innsjøen fra demningen til innerst i Langvatn. Flyte garnene ble satt i bassenget utenfor demningen og inne i Langvatn.

BESKRIVELSE AV TUNNSJØFLYENE

Tunnsjøflyene ble første gang fylt ca. 1. juli 1963 til HRV kote +348,0. Vannstanden har hele tiden vært meget konstant og variert innenfor den øverste halvmeter. Innstallering av automatisk regulering av tappeluke fra Tunnsjø høsten 1972 har ytterligere stabilisert vannstanden opp mot HRV.

Det neddemte areal er beregnet til å være ca. 9 km^2 og sjøvolumet er på 16 mill. m^3 . Dette gir et middeldyp på ca. 2 m. Gjennomstrømningen i middel er på 1452 mill. m^3 . Dette gir en teoretisk oppholdstid på ca. 4 døgn. Vannføringen de siste år ved Tunnsjødal Kraftverk har vært av størrelsesorden $60-70 \text{ m}^3/\text{sek.}$ om vinteren og $10-20 \text{ m}^3/\text{sek.}$ i juni og juli. Dette betyr at den teoretiske oppholdstid på vannet er 2-3 døgn ved maksimal tapping om vinteren og ca. 20 døgn ved minstevannføring i juni og juli.

Forsøk på prøvetaking med bunngrabb av bunnsstrat utenfor dammen og i bukta på nordsida ca. 7 km øst for demningen, var delvis mislykket pga. grabben hang seg fast i stein, myrtorv og lyng. I de små mengder med myrslam som ble tatt opp ble det bare funnet enkelte individer av fjærmygglarver. Bergknauser og steiner under vann var sterkt reinvasket for løst materiale. Dette tyder på liten grad av sedimentering av slam i innsjøen, men at de utvaskede eller eroderte mengder organisk og uorganisk stoff i hovedsaken er ført ut av innsjøen. Innover i innsjøen lå det enda store flytetorver delvis fastgjort til land.

Endel temperatur- og siktedypmålinger fra befaring 20.7.1974 inn til innløpselva fra Tunnsjø, viste en temperaturstigning fra $10,8^{\circ}$ lengst øst ca. 7,5 km fra demningen til $13,5^{\circ}$ utenfor demningen på 1 m dyp (tabell 1). Temperaturen innerst i Langvatn med $14,9^{\circ}$ på 1 m dyp og $12,8^{\circ}$ på 5 m, viser betydelig større akkumulerte energimengder pr. m^2 overflate her. Dette viser at vannutskiftningen er betydelig mindre her enn i de øvrige deler av innsjøen. Som tidligere kommentert må da den teoretiske oppholdstid i juli på ca. 20 døgn primært gjelde for hovedvannmassene fra øst mot vest. Siktedypmålingene var lavest inne i Langvatn og mengdene av planktonkrepssdyr (tabell 2) var betydelig større her enn i bassenget utenfor demningen. Dette tyder på betydelig større muligheter for planktonproduksjon og akkumulering av partikulært stoff i Langvatn enn i de øvrige deler av innsjøen. Dette støtter det ovenfor nevnte om vannutskiftningen i Langvatn.

Analyser av vannprøver fra 20.7.1974 ga følgende resultater:

Total hardhet	: 5,0 mg CaO/l
Kalsiumhardhet	: 3,5 mg CaO/l
Organisk stoff (som kaliumpermanganat-forbruk)	: 18,1 mg KMnO_4 /l
pH	: 6,9
Elektrolyttisk ledningsevne	: 26 K_{18}

Vannet er svakt surt til nøytralt med lavt innhold av kalsium og organisk stoff. Det lave innhold av organisk stoff og det relativt store siktedyp (tabell 1) viser at utvaskingseffektene pga. den raske vannutskiftningen må ha vært meget stor. Dette må ha ført til en rask utarming av innsjøens næringsgrunnlag og produksjon av næringsdyr for fisk etter neddemningen.

Tabell 1. Temperatur og siktedyp i Tunnsjøflyene 20.7.1974

Stasjon	Langvatn						Utenfor demning	
	1	2	3	4	5	ytre del		indre del
km fra demn. ca.	7,5	7	6,5	5,5	4	3	4	0
Temp. 1 m	10,8		11,1		13,6	14,6	14,9	13,5
Temp. 5 m	10,4		10,6		11,2	11,6	12,8	13,0
Siktedyp	>7,0 m	>10,5m		11,5 m	8,0 m	7,5 m	6,2 m	7,3 m

PLANKTONKREPSDYR

Mengden av dyreplankton i en innsjø kan fortelle mye om hvilket nivå lokaliteten har når det gjelder produksjon av plantemateriale i innsjøen og tilført dødt plantemateriale fra omgivelsene. Flere slike arter av planktonkrepsdyr er igjen viktige næringsdyr for fisk, spesielt røye, når slike næringsdyr finnes i visse minimumsmengder. Etablering av plante- og dyreplanktonsamfunn er sterkt avhengig av strømhastighet og vannutskiftning i lokalitetene, da mange organismer er små med liten egenbevegelse. Spesielt gjelder dette for planteplanktonet som har vanskelig for å etablere store bestander dersom de sirkulerende vannmassene har stor utstrekning i dybden.

UTBYTTE AV PRØVEFISKE

Utbyttet på flytegarn var meget dårlig (tab.3), totalt ble det tatt 9 røye og 1 ørret på 3 netters flytegarnfiske. Alle disse fisk ble tatt i bassenget utenfor demningen, flytegarnfisket i Langvatn var negativt. Dette synes å ha god sammenheng med de beskjedne mengder planktonkrepsdyr funnet (tabell 2).

Utbyttet på bunn garn av fisk på 22 omfar og grovere garn var meget dårlig, mens utbyttet av små fisk lå meget høyt spesielt for røye (tabell 3). Ørret utgjorde 17% av hele fiskematerialet. Unntatt 5 ørret på 380, 415, 545, 1230 og 2800 g, var alle ørret under 235 g. Det relativt høye utbytte på 18 omfar skyldes de to fiskespisende storørret (1,23 og 2,8 kg). Ser en bort fra disse fiskespisende ørret blir utbyttet av ørret 16-24 omfar 108 g/garnnatt som er lite sammenlignet med resultatene fra våre undersøkelser i andre regulerte og uregulerte innsjøer i Trøndelag. Bare 2 røye veide over 200 g (255 og 285 g), gjennomsnittsvekten for all røye i materialet var 102 g. Gjennomsnittsvekten for ørret når en ikke regner med de to store fiskespisende ørret, var 154 g. Dårlig utbytte på flytegarn viser at røya trenges sammen i gruntvannssonen og utbyttet vil da bli relativt høyt i forhold til innsjøer hvor også røya fører et mer pelagisk liv.

Tabell 3. Utbytte av prøvefisket i Tunnsjøflyene 6.10.1973 og 19.-23.7.1974

Omfar	Antall garnnetter	Ant. fisk/garnnatt			Ant. gram/garnnatt		
		ørret	røye	tot.	ørret	røye	tot.
<u>Bunn garn</u> 6.10.1973							
14	1	0	1,0	1,0	0	40	40
16	1	0	0	0	0	0	0
18	1	1,0	1,0	2,0	380	230	610
20	1	0	0	0	0	0	0
22	1	2,0	0	2,0	575	0	575
24	1	0	4,0	4,0	0	530	530
28	1	0	17,0	17,0	0	1590	1590
32	1	8	15,0	23,0	650	1115	1765

16-24 omfar: ørret - 191 g/garnnatt, røye - 152 g/garnnatt

tabell 3 forts.

Omfar	Antall garnnetter	Ant. fisk/garnnatt			Ant. gram/garnnatt		
		ørret	røye	tot.	ørret	røye	tot.
<u>Bunn garn</u> 19.-23.7.1974							
14	3	0	0	0	0	0	0
16	3	0	0	0	0	0	0
18	3	0,67	0,67	1,33	1343	123	1467
20	3	0,33	0,33	0,67	40	37	77
22	3	0,67	2,00	2,67	142	400	542
24	3	1,33	4,67	6,00	358	630	988
28	3	3,67	11,67	15,33	487	1268	1755
32	3	1,67	24,00	25,67	158	2129	2287

16-24 omfar: ørret - 377 g/garnnatt (inkludert to fiskespisende stor-ørret på 1,23 og 2,8 kg).

røye - 238 g/garnnatt

<u>Flyte garn</u> 19.-23.7.1974							
14	3	0	0	0	0	0	0
16	3	0	0	0	0	0	0
18	3	0	0	0	0	0	0
20	3	0	0	0	0	0	0
22	3	0	0	0	0	0	0
24	3	0,33	0	0,33	75	0	75
28	3	0	1,0	1,00	0	97	97
32	3	0	2,0	2,00	0	197	197

LENGDE OG ALDERSFORDELING, VEKST

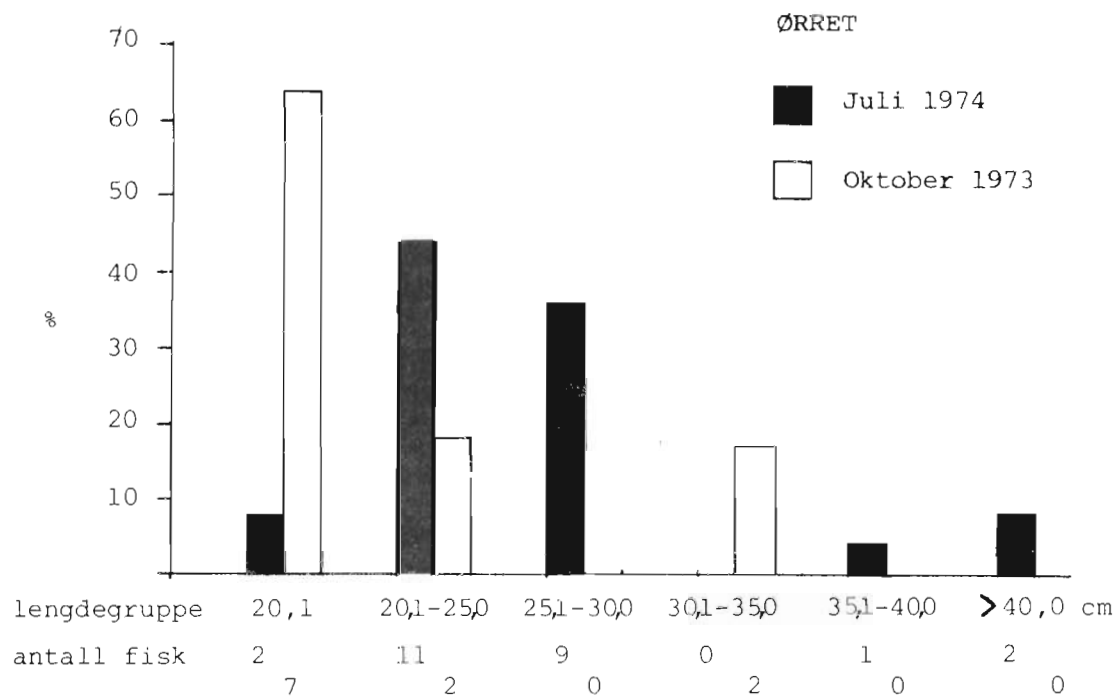
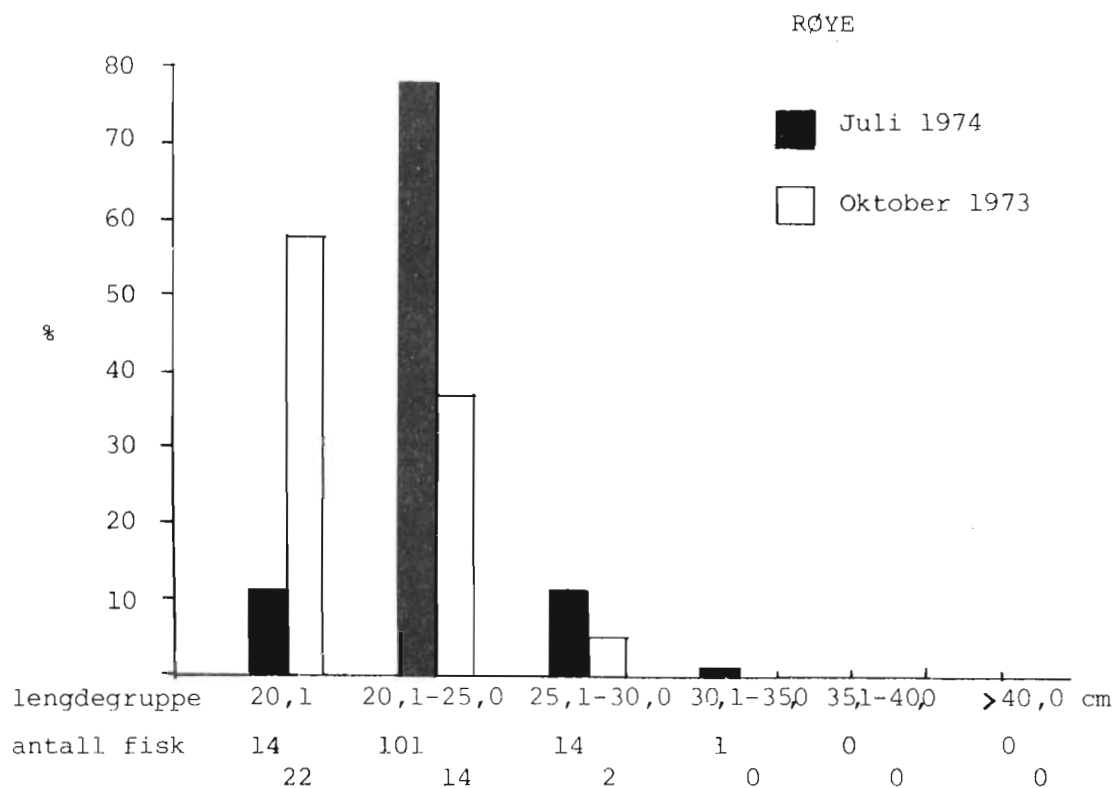
Lengdefordelingen (figur 1) viser at fangstene overveiende besto av småfisk, 1 røye og 5 ørret var over 30 cm. Alderssammensetningen i % var:

Alder år	3	4	5	6	7	8	9
ørret	28	44	16	4	4	0	4
røye	3	32	60	4	1	0	0

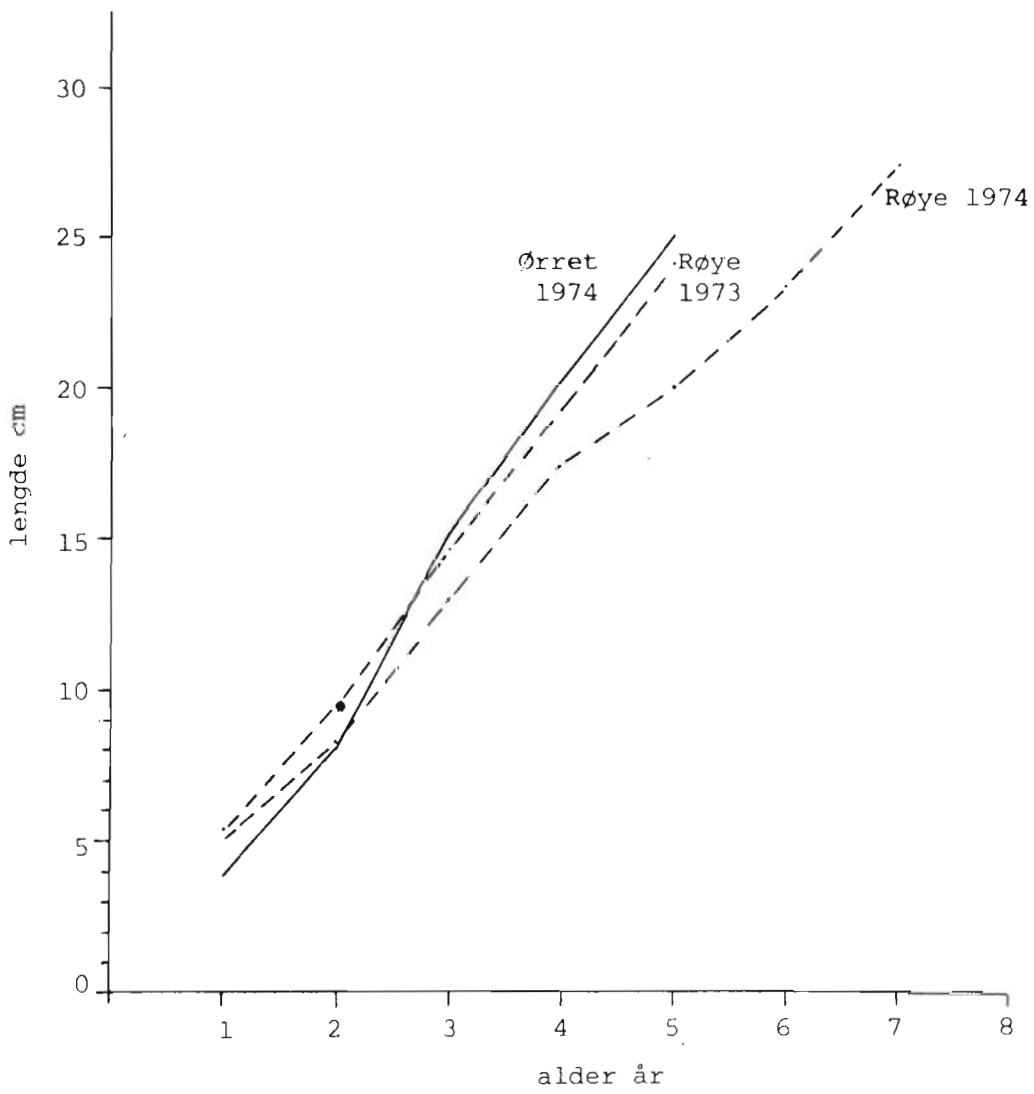
Materialet tyder på at røyebestanden er sammensatt av eldre fisk sammenlignet med ørretbestanden. Dette har sannsynligvis sammenheng med noe dårligere vekst hos røye, se figur 2. Veksten hos røye og ørret de første år etter oppdemning antas å ha vært noe lignende som i Nesjø etter oppdemning hvor veksten både for røye og ørret lå i området 6-8 cm tilvekst pr. år (J. I. Koksvik 1974). Den sterkt reduserte vekst de senere år må derfor skyldes dårligere næringsforhold. Vekststagnasjonen synes å ha inntrådt tidligere hos røya enn hos ørret. Dersom aldersfordelingen hos ørret vist ovenfor er representativ for en bestand i likevekt, blir dødeligheten 64% fra 4 til 5 år og 75% fra 5 til 6 år. Ifølge Jensen (1972) antas det at dødelighet p.g.a. naturlige årsaker er nokså konstant 30% fra 3 til 10 år. I tabell 4 er det regnet ut sammenhengen mellom fiskens alder, en lengdetilvekst på 5 cm/år, redusert antall fisk ved dødelighet på 30% og maskestørrelse i omfar som fanger best (Jensen 1972).

Tabell 4. Sammenhengen mellom fiskens alder, lengdetilvekst på 5 cm/år, redusert antall fisk ved en naturlig dødelighet på 30% og maskestørrelse i omfar som fanger best.

Alder år	3	4	5	6	7	8
Lengdetilvekst 5 cm/år	15	20	25	30	35	40
Maskestørrelse som fanger best (omfar)		32	24	20	18	14-16
Antall fisk ved 30% dødelighet		15	10,5	7,4	5,2	3,7
		10	7	4,9	3,4	2,4
		5	3,5	2,4	1,7	1,2
		3	2,1	1,5	1,0	0,7
Antall år med naturlig dødelighet			1	2	3	4



Figur 1. Lengdefordeling av røye og ørret fanget på bunngarn i Tunnsjøflyene 1973 og 1974.



Figur 2. Fiskens tilvekst i Tunnsjøflyene.

Dersom veksten er meget god synes det å være riktig å regne med 2-3 års dødelighet fra fisken har kommet opp i fangbar størrelse på 32 omfars garn til gjennomsnittlig fangbar størrelse på 18 omfars garn, god til middels vekst 3 år og dårlig vekst 4 års dødelighet. Tabellen viser at det trengs bare 3 fisk/garnnatt på 32 omfars garn for å gi 1 fisk/garnnatt på et 18 omfars garn. Denne betraktning sammenholdt med aldersfordelingen og utbytte pr. garnnatt, tyder på at det er god nok tilgang på ungfisk av ørret, slik at utsetting av bunndyrspisende ørret ikke har noe for seg.

KONDISJON, KJØTTFARGE OG GYTEFISK

Ørretens kondisjon, $k=0,99$ for bunngarn (se tabell 5), er alminnelig god, mens røyas kondisjon er betydelig dårligere ($k=0,89$ for bunngarn). Den høye k -faktor for ørret over 40 cm skyldes de to fiskepisende storørret tidligere omtalt.

Både røyas og ørretens kvalitet m.h.t. farget kjøtt, var gjennomgående god. Selv for røye mindre enn 20 cm var det høy prosent med farget kjøtt (lyserødt og rødt kjøtt), se tabell 5.

Helt ned i de laveste lengdegrupper hos røye var det stor hyppighet av gytere i materialet (tabell 5). Dette sammenholdt med alderssammensetningen viser at gyting i stor grad inntreffer fra det 3-4.år og oppover. Hos ørret ble det registrert 5 gytere (13,5%) av hele materialet på 37 ørret. Gyterne var spredt over alle lengdegrupper over 20 cm.

I mange røyer ble det observert betydelig infeksjon av rundormer imellom svømmeblære og nyre. Bare et fåtall røye og ørret var infisert med cyster av bendelorm og infeksjonsgraden var lav.

Tabell 5. Kondisjon, kjøttfarge og gytefisk hos ørret og røye i Tunnsjøflyene juli 1974 og 6. oktober 1973

Lengde i cm	< 20,1	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	>40,0	Gj.sn.
KONDISJON							
<u>Bunn garn</u>							
ørret 1974	1,02	0,95	0,99	0	1,06	1,17	0,99
røye 1974	0,84	0,90	0,93	0,98	0	0	0,89
<u>Flyte garn</u>							
ørret 1974	0	0	0,98	0	0	0	0,98
røye 1974	1,05	0,90	0	0	0	0	0,92
KJØTTFARGE							
<u>Bunn garn - ørret</u>							
% rødt kjøtt							
1974	0	0	22	0	100	100	
1973	0	0	0	100	0	0	
% farget kjøtt							
1974	0	27	100	0	100	100	
1973	0	50	0	100	0	0	
<u>Bunn garn - røye</u>							
% rødt kjøtt							
1974	0	43	64	100	0	0	
1973	9	7	0	0	0	0	
% farget kjøtt							
1974	79	95	100	100	0	0	
1973	45	29	50	0	0	0	
<u>Flyte garn - ørret 1974</u>							
% rødt kjøtt	0	0	0	0	0	0	
% farget kjøtt	0	0	100	0	0	0	
<u>Flyte garn - røye 1974</u>							
% rødt kjøtt	0	50	0	0	0	0	
% farget kjøtt	100	100	0	0	0	0	

tabell 5 forts.

Lengde i cm	< 20,1	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1-35,0	35,1-40,0	>40,0
GYTEFISK						
prosentvis fordeling (hannfisk i parentes)						
<u>Bunngarn</u> - ørret						
1974	0	9(9)	11(11)	0	100(0)	50(50)
1973	0	0	0	50(0)	0	0
<u>Bunngarn</u> - røye						
1974	86(71)	92(45)	100(14)	100(0)	0	0
1973	23(9)	71(0)	50(0)	0	0	0
<u>Flytegarn</u> 1974						
ørret	0	0	100(100)	0	0	0
røye	100(100)	100(63)	0	0	0	0

FISKENS MAGEINNHOLD

Fjærmygg (larver og pupper), planktonkreps og linsekreps, til sammen 69 volumprosent for bunngarn og 72% på flytegarn, se tabell 6, var de dominerende næringsdyrgrupper hos røye i juli 1974. I røyematerialet fra 6.10.1973 var marflo dominerende med over 60 volumprosent av mageinnholdet. Planktonkrepsdyr funnet i røyemagene var vannloppene *Bosmina* (viktigst), *Polyphemus*, *Daphnia* og noen få hoppekreps (*Diaptomus*).

Ørreten hadde størst innslag av luftinsekter (tabell 6). I magene til de to store ørret på 1,23 kg og 2,8 kg ble det funnet 3 smårør på 15, 16 og 17 cm. Dette tyder på at en liten del av ørretbestanden går over på fiskediett når den har nådd en viss størrelse.

Tabell 6. Røya og ørretens føde i Tunnsjøflyene 6. oktober 1973 og juli 1974. F = hyppighet av den enkelte næringsdyrgruppe i %. P = volumandel av den enkelte næringsdyrgruppe i %

	BUNNGARN					FLYTEGARN	
	juli 1974				6.10.1973	juli 1974	
	Røye		Ørret		Røye	Røye	
	F	P	F	P	P	F	P
Plankton	58	18	11	1	3	50	12
Linsekreps	66	14	50	4	1	100	28
Døgnfluelarver	16	2	33	12	0	17	1
Vårfluelarver	32	6	50	11	7	50	8
Fjærmygglarver	84	14	22	5	2	100	11
Fjærmyggpupper	82	23	22	2	0	100	21
Ertemusling	12	1	11	0	1	0	0
Damsnegl	6	1	0	0	6	17	3
Skivesnegl	10	4	11	4	8	0	0
Luftinsekter	46	10	61	23	0	67	10
Fiskeyngel	0	0	17	12	0	0	0
Marflo	24	5	39	8	60	50	6
Vannkalv	22	2	50	17	4	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	0	3	0	0
Fiskerogn	0	0	0	0	5	0	0
Diverse	4	2	6	0	0	17	0

REGULERINGENS VIRKNINGER PÅ
FISKEBESTANDENE

Fiskeribiologiske tilstander før regulering

Som tidligere nevnt ble reguleringen iverksatt fra ca. 1. juli 1963. De fiskeribiologiske forhold før regulering i Tunnsjøelven og tilstøtende vann, er tidligere beskrevet av Sivertsen (1951). I det følgende gjengis et sammendrag fra denne artikkel.

I flyene fantes det fra gammelt av en god del tildels temmelig

stor ørret og røye. Det hendte at en fikk røye på 3 kg og ofte var gyte-
røra ca. 1 kg. Fra gården Småvatn ble det for det meste fisket i
Heimvatnet, Langvatnet og Mellomvatnet, de to siste vatn er idag neddemt.
Fra ca. 1930 til 1945 gikk fisket tilbake. Omkring 1930 var det vanlig
å få omkring 40 fisk på et enkelt 18 omfars garn i Mellomvatnet i slutten
av august. Omkring 1945 var en heldig om en fikk 5-6 fisk. Det ble også
mindre med røye å få på dens gyteplasser ute i vatnet. De opplysningene som
framkom tydet på sterk nedgang i bestanden både av røye og ørret de siste
15 år (fra 1930 til 1945), uten at dette kunne føres tilbake til for sterk
beskatning. Andre opplysninger gikk ut på at fra 1905 og utover ble også
fisket dårligere og dette mentes å ha sammenheng med at tømmerlippingen
fra Tunnsjø ble satt igang igjen. I 1913 ble tømmerlippingen stanset
og fisket ble bedre. I 1925 ble tømmerlippingen igjen satt igang og fisket
ble påny dårligere. I 1929 ble det definitivt slutt med tømmerfløtingen.
Det synes derfor å ha vært en sterk sammenheng med tømmerfløtingen hvor
atskillige mengder fisk har fulgt med tømmeret ut. At ikke fisket etter
at fløtingen stanset i 1929 tok seg opp, ble antatt å skyldes hard be-
skatning.

Fiskeribiologiske forhold under demningsfasen

I det følgende gjengis en del opplysninger om fisket i Tunnsjø-
flyene etter at reguleringen ble satt iverk i 1963. Opplysningene bygger
på samtale med Oluf Småvatn som har fisket sammenhengende i vassdraget,
ikke bare etter reguleringen, men også før. Allerede oppdemningsåret
1963 ble det fisket stor røye i Tunnsjøflyene. I de første årene etter
reguleringen, fra 1963 til 1968/69, ble det et uvanlig godt fiske både av
ørret og røye. Dette kan illustreres ved at en i denne perioden kunne få
opptil 15-20 røye på et 16 eller 18 omfars garn og opptil 8-10 røye på et
12 eller 14 omfars garn. Ifølge Oluf Småvatn ble også ørreten stor og
fin og utgjorde en god del av fangstene, selv om røya var dominerende.

I perioden 1963-1968/70 ble det fisket mest med 12, 14 og 16
omfars garn. De 3 første år hadde røya en vond smak, men etterhvert forsvant
dette. Det gode fisket syntes å råde over hele innsjøen, samme hvor garnene
ble satt så ble det fanget mye fisk.

Årene omkring 1969-1970 syntes den store fiskeproduksjon å ha kulminert. Fra nå av gikk fisket radikalt tilbake både når det gjaldt størrelsen og utbyttet av røye og ørret. På 2 år i perioden omkring 1969-1971 sank røyas gjennomsnittsvekt sterkt og fiskerne måtte gå over til å fiske med mer finmasket garn, i hovedsaken 24 omfar.

Ifølge Oluf Småvatn er også 24 omfar idag for grove garn. For å få brukbare mengder røye må en nå bruke 28 omfar. Idag fåes omtrent samme antall røye på et 28 omfars garn som en i 1963-1969 fikk på et 16 eller 18 omfars garn. Da røyefisket var på det beste kunne det observeres røyestimer ute på vatnet i juni og røya kunne fanges på sluk og annen sportsredskap over hele vatnet, noe som ikke lengre er tilfelle i samme grad. Ifølge Oluf Småvatn så var vannet betydelig brunere enn det er idag. Røya gyter fortsatt på grunne gyteplasser i Langvatnet, men har også funnet seg ny gyteplass ved demningen hvor den nå gyter i store mengder om høsten. Oluf Småvatn mener at oppdemningen har ødelagt endel gytebekker for ørreten.

Fiskeribiologiske forhold etter 11 års regulering

Prøvefisket i 1973 og 1974 bekrefter opplysningene gitt i forrige avsnitt om røye- og ørretbestandenes tilstand idag. Tilstanden idag kan kort summeres som nedenfor.

Den største fangbare del av bestandene består hovedsaklig av 5 år gammel røye, 20-25 cm med gjennomsnittsvekt på ca. 100 g, som kan fanges på 28 omfars garn i et antall på 10-20 fisk/garnnatt. Ørretbestanden er betydelig mindre i antall, består i hovedsaken av 4-5 år gammel fisk i største fangbare størrelse med en gjennomsnittsvekt på ca. 150 g og kan fanges på 28 omfars garn i et antall av ca. 5 fisk/garnnatt. En liten del av ørretbestanden går over til å spise smårøye og kan da oppnå en vekt på flere kg.

Ifølge Koksvik (1974) er alderssammensetningen for Nesjørøya, hvor det idag fangstes på i hovedsaken 5 år gammel fisk, svært lik røyebestandens alderssammensetning i Tunnsjøflyene idag. Den gode vekst hos røya i Tunnsjøflyene de første år etter oppdemningen må antas å ha vært tilsvarende som Nesjørøya idag og med en lik alderssammensetning.

Sammenligner en utbyttet på 14 og 16 omfars garn like etter neddemningen med utbyttet på 28 omfars garn i dag, synes dette å være av samme størrelsesorden eller kanskje lavere i dag og at det er fangstet på fisk med samme alder. Dette skulle derfor tyde på at antallet røye i bestanden idag er nær den samme som i "de gode år" eller at antallet røye er noe mindre idag.

Ørretens tilbakegang i gjennomsnittsvekt fant sted samtidig med røyas tilbakegang. Årsakene til nedgangen for både ørret- og røyebestanden må derfor være de samme da forholdet mellom artene synes å ha vært det samme.

Ut ifra de opplysninger som er gitt ovenfor og resultatene fra denne undersøkelse, må fiskebestandenes utvikling etter regulering primært være betinget av de gitte ernæringsforhold til hver tid. Selv utsetting av bunndyrspisende ørret kan ikke ha noe for seg, jfr. tidligere kommentarer, da de rådende dårlige næringsforhold ikke gir grunnlag for å øke ørretens gjennomsnittlige vekt.

Det viktigste grunnlag for fiskeproduksjon idag antas å være fjærmygglarver og -pupper og luftinsekter. De førstnevnte som er lite tilgjengelig som føde mens de er små og ligger nedgravd i slammet på bunnen, blir primært fanget i tiden like før og under klekking fra larver til voksne. Dette skjer i vesentlig grad på forsommeren. Tilgangen på voksne luftinsekter som faller ned på vatnet er svært avhengig av de meteorologiske forhold som temperatur, vind og nedbør. Det vil derfor i slike lokaliteter oppstå "hull" i næringstilgangen til viktige tider når forholdene ellers i vatnet er gunstige for vekst. På grunn av dette behøver nødvendigvis ikke en sterk uttynning av fiskebestandene å føre til økt gjennomsnittsvekt. Slike "hull" i næringstilgangen sammen med små mengder av næringsdyrene når de er tilgjengelige, antas å være den primære årsak til tilstandene i Tunnsjøflyene idag. Mengdene av planktonkrepssdyr og bunnlevende krepssdyr (linsekrepss og marflo) antas i dag å være for små til å fylle disse "hull".

Sannsynligvis vil nedgangen i bestandene fortsette når reguleringen har virket lengre. En kan da få lignende forhold som i Langvatn i Melhus hvor røyas gjennomsnittsvekt idag ligger på 50-80 g med en k-faktor på 0,8 (A. Langeland 1975).

VURDERING AV TILTAK FOR Å
ØKE FISKEPRODUKSJONEN I TUNNSJØFLYENE

For å foreta en slik vurdering er det nødvendig å ta utgangspunkt i årsakene til at fiskeproduksjonen har gått tilbake og hvilke faktorer som gjør at fiskebestanden idag er av en slik kvalitet at den ikke kan utnytted som matfisk. Med grunnlag i den forannevnte skisserte utvikling før, under og etter 11 års regulering må en se bort fra at røye- og ørretbestandene lider av noe rekrutteringsproblem. Følgelig må det være de dårlige ernæringsforholdene som har skapt tilstanden som er idag. For den videre vurdering er det fruktbart å se problemet fra to synsvinkler:

1) Forandring av de eksisterende næringsveier uten at det primære næringsgrunnlag av plantemateriale (levende og dødt) forandres.

2) Økning av det primære næringsgrunnlag.

Alle klassiske metoder brukt her i landet kommer under pkt. 1. Eksempler på slike tiltak kan være utrydding av uønskede fiskearter med påfølgende utsetting av småfisk av mer ønskede fiskearter, utsetting av fiskespisende stammer eller arter, utsetting av nye næringsdyr som *Mysis relicta* og endret beskatning slik at utbyttet øker til det maksimalt mulige. Her er det nødvendig å presisere at uansett hvilke tiltak en velger under pkt. 1, vil fiskeproduksjon alltid være begrenset av den rådende tilgang på primærnæring i form av levende og dødt plantemateriale. Som eksempel kan nevnes at endrede beskatningsforhold i et ørretvatn kan øke utbyttet fra eksempelvis 3 kg/ha til 5 kg/ha, som kanskje vil bli det maksimale utbyttet når bestanden kommer i likevekt. Utsetting av fiskespisende ørret vil bidra til å redusere nettoproduksjonen av fisk da en innfører et nytt ledd i næringskjeden med det store energitap som dette medfører. Men dersom det finnes mye småfisk i innsjøen som ikke utnyttes til matfisk, kan utsetting av rovfisk bidra til å øke avkastningen av matnyttig fisk til et visst nivå.

Når det gjelder tiltak under pkt. 1, som er aktuelle for Tunnsjøflyene, måtte det være utsetting av rovfisk av Tunnhovdstamme. Disse rovfisk ville kunne beite på smårøye som det sannsynligvis alltid vil bli rikelig tilgang på. Et vellykket resultat av dette er avhengig av at ørreten klarer å fange røye uten for stort energitap. Her kan røya dra fordel av sin bedre tilpasning til kaldt vann og klare å unngå rovfisken. Utsetting av nye egnede næringsdyr, eks. *Mysis*, er foreløpig på forsøksstadiet både i Sverige og i Norge. Etablering av store bestander av *Mysis* forutsetter også et primært næringsgrunnlag som ikke er alt for dårlig. Uttyning av bestandene ved hardt fiske med småmaska garn ansees ikke realistisk

da det er meget tvilsomt om dette også ville føre til økt gjennomsnittsvekt av røya.

En økning av det primære næringsgrunnlag kan skje på to måter. Den ene er å tilføre dødt plantemateriale, dette skjer eks. ved neddemning av nye landområder. For Tunnsjøflyene antas det at dette er den primære årsak til det meget gode fisket under demningsfasen. Den andre måten er å tilføre plantenæringsstoffer (gjødsling) slik at planteproduksjonen i vannet øker, dette skjedde også under demningsfasen i Tunnsjøflyene. Da vannstanden i Tunnsjøflyene i framtida må forventes å bli svært konstant, er det ikke realistisk å regne med noe økt tilskudd av dødt plantemateriale fra nye neddemninger eller tilførsler fra omgivelsene. En må heller regne med en redusert tilgang på dødt plantemateriale etter hvert som erosjonen og utvaskingen får virke lenger.

Det er først og fremst i Sovjet at metoden med gjødsling av fiskevann er tatt i bruk for å øke fiskeproduksjonen. Bruken av denne metode utenfor Sovjet er tidligere skissert av Langeland (1974 b). En oversikt av Baranov med flere fra 1973, gir en god innføring i benyttede metoder for å øke fiskeproduksjon i ferskvann i Sovjet. Som bakgrunn for å vurdere mulighetene for å øke fiskeproduksjonen ved gjødsling i Tunnsjøflyene, er avsnittene om slike tiltak hos Baranov m.fl. (1973) gjengitt i sin helhet, se vedlegg under avsnittet LITTERATUR. Ifølge de russiske undersøkelser synes gjødsling av innsjøer å være den mest effektive og økonomisk lønnsomme metode for å øke fiskeproduksjonen radikalt i lavproduktive lokaliteter. Her kan siteres Baranov m.fl. som skriver: "Ifølge E. V. Burmakin (1965) er det i kommersielle innsjøer behandlet ved gjødsling, mulig å øke fiskeutbyttet til 100-200 kg/ha pr. år som er ekstremt lønnsomt", se vedlegg.

En vellykket tilstand og produksjon hos røye synes under norske forhold å være sterkt knyttet til det viktige næringsdyret *Daphnia* som er et planktonkrepsdyr og finnes over hele innsjøen. Her kan nevnes som eksempel at i Selbusjøen (egne undersøkelser 1974, 1975), Sølensjøen i Rendal (Langeland 1972), Storvatnet i Åfjord (Langeland 1974 d) og Storvatnet i Rissa (Langeland 1974 a) var *Daphnia* et av de viktigste næringsdyr for røye i juli og august. I alle disse innsjøer er røyeavkastningen betydelig. I tillegg kan nevnes at i Jølstervann (Klemetsen 1967), Dalsvatn (Johnsen 1973), Holden (Langeland 1974 c) som er rene ørretvatn, var også *Daphnia* av de viktigste næringsdyr for ørret.

Gjødslingsforsøkene i Langvatn i Melhus (Langeland m.fl. 1975) har klart vist *Daphnias* betydning for røyebestandene. Små mengder av *Daphnia* og andre planktonkrepsdyr fører til at det ikke blir lønnsomt for røya å beite på planktonkrepsdyrene som finnes over hele innsjøen.

Resultatet blir at røyebestanden blir trengt sammen med ørretbestanden i gruntvannssonen. Dette er det som skjer i Tunnsjøflyene og Langvatn. At røye ikke fanges på flytegarn bekrefter dette. Forsøkene i Langvatn i 1975 viste at da mengdene av *Daphnia* økte som en følge av gjødslingen, over en viss terskel (terskel anslått til ca. 1 *Daphnia*/l i middel), førte dette spontant til endring i røyas biologi. Røya begynte da å forlate grunnområdene og spredte seg over hele vatnet for å beite på planktonkrepsdyrene som økte i betydning til ca. 80% av mageinnholdet. *Daphnia* er kjent for å være næringskrevende planktonkrepsdyr og det kreves derfor et solid energigrunnlag for stor produksjon av disse dyr. Da tetthetene av *Daphnia* ble så stor at røya ble "lurt" ut fra gruntvannssonen, begynte den i tillegg til *Daphnia* også i større grad å beite på andre planktonkrepsdyr (eks. *Bosmina*) som tidligere ikke ble utnyttet av røya. Den registrerbare effekt av den skisserte endring i biologi hos røya i Langvatn, var en markert bedring i kondisjon til normal, betydelig økt utbytte på flytegarn, økt utbytte på 24 omfars garn og radikal nedgang i utbyttet på 40 omfars garn. Sammenlign her røyebestandens lengdefordeling i Langvatn (Langeland m.fl. 1975).

Gjødslingsforsøket i Langvatn vil fortsette i 1976, resultatene fra 1975 er enda ikke publisert. Vårt pågående forskningsprosjekt "Tiltak for å øke fiskeproduksjon i regulerte vassdrag" vil arbeide videre med tiltak som er kommentert ovenfor.

På grunnlag av 1) de litteraturstudier som er utført (Langeland 1974 b), 2) metodens anvendelighet og utbredte bruk i Sovjet (Baranov m.fl. 1973) og 3) de foreløpige resultater fra våre gjødslingsforsøk i Langvatn, vil vi anbefale at det overveies å sette igang slike gjødslingsforsøk i deler av Tunnsjøflyene, nærmere bestemt Langvatn. Her er de fleste forutsetninger tilstede for et vellykket resultat, bl.a. lang oppholdstid på vannet i juni og juli og næringsdyret *Daphnia* er registrert, men i meget små mengder. Langvatn i Tunnsjøflyene på størrelse med Langvatn i Melhus (ca. 40 ha) kunne doseres med 40 kg fullgjødsel pr. ha pr. år (1600-2000 kg). Gjødselen må løses i rikelig med vann før dosering for å få full effekt av mengdene. Doseringen burde skje over 2-3 ganger fra slutten av juni og i juli. Dette ville koste ca. 1000,- kr. pr. år i gjødselutgifter og to mann kan foreta doseringen fra båt på 2-4 timer pr. gang. Gjødslingen må gjentas årlig ihvertfall de første årene. I Tunnsjøflyene er det ingen tenkelige bivirkninger med å øke planteproduksjonen som de tilførte plantenæringsstoffer ville forårsake. Det forventede resultat ville være at røyebestanden stoppet sin tilbakegang m.h.t. stagnering av vekst og

aldring av bestand og at gjennomsnittsvekten igjen ville øke slik at bestanden igjen kunne bli attraktiv å fiske på. En forutsetning var selvsagt at det ble satt igang systematisk fiske for å høste den matnyttige del av bestanden.

I tillegg til ovennevnte tiltak kunne det settes ut Tunnhovdørret. For å vurdere virkningen av de enkelte tiltak, vil det være klokt å vente med slike utsettinger til en eventuell gjødsling har pågått noen år. Eventuelle tiltak bør følges opp med fiskeribiologiske undersøkelser og forsøkene må skje i samråd med ferskvannsbiologer og de ansvarlige myndigheter.

LITTERATUR

- x) Baranov, I. V., O. N. Bauer & V. V. Pokrovskii. Biological aspects of increased fish productivity of the USSR lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 18:1851-1863.
- Jensen, Kjell W. 1972. Drift av fiskevann. *Fisk og fiskestell*, 5.
- Johnsen, Bjørn Ove. 1973. Ernæring hos ørret, *Salmo trutta* L. i Dalsvatn, Sør-Trøndelag. Sammenlikning av variasjonene i fiskens ernæring med variasjonene i plankton- og bunnfauna. *Lab. ferskvannøkologi og innlandsfiske, DKNVSM, rapp. nr. 14*, 1973.
- Klemetsen, Anders. 1967. On the feeding habits of the population of brown trout (*Salmo trutta* L.) in Jølstervann, West Norway, with special reference to the utilization of planktonic Crustaceans. *Nytt Magasin for Zoologi*, 15:50-67.
- Koksvik, Jan Ivar. 1974. Fiskeribiologiske og hydrografiske undersøkelser i Nesjøen (Tydal), fjerde år etter oppdemningen. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser.* 1974-11.
- Langeland, Arnfinn & Sigurd Rognerud. 1973. Energiomsetning i Sølensjøen høsten 1972. *Fauna*, 26:287-294.
- Langeland, Arnfinn. 1974 a. Virkninger på fiskebestand og næringsdyr av regulering og utrasing i Storvatnet i Rissa og Leksvik kommuner. *K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser.* 1974-2.
- 1974 b. Gjødsling av naturlige innsjøer - en litteraturoversikt. *Ibid.* 1974-6.
- 1974 c. Ørretbestanden i Holden i Nord-Trøndelag, etter 60 års regulering. *Ibid.* 1974-10.
- 1974 d. Fiskeribiologiske undersøkelser i Storvatnet, Åfjord kommune før regulering. *Ibid.* 1974-13.
- Langeland, Arnfinn et. al. 1975. Eksperiment med gjødsling av en naturlig innsjø. Del I. *Ibid.* 1975-10.
- Sivertsen, Erling. 1951. Fiskeriforholdene i Tunnsjøelven. *Trondheim Fiskeriselskabs årsberetning*. Særtrykk.

x) Se sitat fra s. 1852-1853 neste side.

SITAT

Baranov, J. V., Bauer, O. N., and Pokrovskii, V. V. 1973 (s.1852-1853):

"A high increase of biological productivity in lakes of low trophical level can be already gained using mineral fertilizers. If a water body is inhabited by valuable fishes the use of only this method is enough to obtain a good effect. But in most cases the lake is to be stocked by new fish species.

I. Baranov (1954) has already shown the effectivity of lime, nitrogen and phosphorus fertilizers to increase the biological productivity of lakes of the humid zone. The water of these lakes show a very low mineralization and only insignificant quantities of nitrogen and phosphorus. This results in a very low biological and fish productivity. But the quantity of such lakes in our country is enormous.

This method was introduced only in the sixties. Ten years of research resulted in rates of quick lime (CaO) and of nitrogen and phosphorus fertilization (Baranov & Salazkin 1969). Quantities of NH_4NO_3 vary from 20 to 50 kg and of superphosphate from 15 to 30 kg per 10,000 m³ of water according to the trophy of the water body. The fertilizers are put in two parts during the summer and quick lime (90-100 kg per 10,000 m³) only once. Quick lime is used only in those waters when pH is less than 7. There are other rates of fertilization worked out by V. N. Abrosov (1967) for the southern part of the North West.

Already after two or three years of fertilization the photosynthesis increased to 3.5-4 mg/l O₂ per day instead of the previous 0.4-0.5 mg/l O₂. The quantity of the biomass of plankton and benthos increases also. So in six lakes of the northern part of Leningrad region with the area from 22 to 600 ha each the initial biomass of zooplankton was 0.6-3.2 g/m³ and the biomass of zoobenthos 9-83 kg/ha during summer. After fertilization the zooplankton biomass increased to 4-9 g/m³ and that of zoobenthos to 56-268 kg/ha. The abundance of the most valuable Cladocera and *Chironomus* f. l. *plumosus* increased particularly.

The increase of invertebrates results in a good growth of fish (Tab. 1).

The fish production of the fertilized lakes increases. The initial production of the mentioned lakes was 2.6-7.3 kg/ha. The fish population consisted chiefly of roach *Rutilus rutilus*, ruff *Acerina*

cernua, and some other fishes of low value. The application of fertilization and stocking with valuable fishes - *Coregonus peled*, *C. nasus* and *Cyprinus carpio* resulted in the increase of fish production to 43-110 kg/ha per year. In experimental conditions the annual production reached even 400 kg/ha. According to E. V. Burmakin (1965) in commercial lakes managed in this way it is possible to get 100-200 kg/ha per year which is extremely profitable.

Tab. 1. Growth of coregons in fertilized and non fertilized lakes with the same density of stocking (Isakova-Keo et al. 1968).

Age	Weight, g	
	non fertilized lakes	fertilized lakes
	<i>Coregonus peled</i>	
0+	17	57
1+	30	182
	<i>Coregonus nasus</i>	
0+	27	202
1+	200	500

Fertilization of water bodies was of highest effectivity in those lakes, where the aborigin fishes had been previously killed with fishtoxes. The restocking of such lakes can be fulfilled with fish larvae, which is much cheaper.

In recent years experiments have been started to fertilize lakes in natural conditions but stocking them with young, 5 to 6 month old valuable fishes. The expected fish production reaches 70 kg/ha and more. The institutes of lake fisheries have worked out rates of stocking of lakes in connection with indices of natural nutritional resources. Such rates are widely used."

