

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 155.

Undersøkelse av forurensningen

i Hunnselva.

Saksbehandler: cand.real. Bjørn Bergmann-Pavlsen.

Rapporten avsluttet: 20/12-1961.

I N N H O L D .

INNLEDNING	Side:	4
	"	
PROBLEMSTILLING	"	5
Forurensningskilder til Hunnselva	"	6
UNDERSØKELSER	"	13
Stasjonsplassering	"	13
Fysisk-kjemiske undersøkelser	"	13
Bakteriologiske - " -	"	16
Biologiske - " -	"	17
1. Forholdene langs bredden og på elvebunnen	"	17
2. Forholdene i de strømmende vannmasser	"	21
3. Om fiskebestanden i Hunnselva	"	23
DISKUSJON	"	24
PRAKTISKE KONKLUSJONER	"	29.

T A B E L L E R .

Tabell 1. Kloakkutslipp i Hunnselva	side: 8
" 2. Utslipp av industrielt avfallsvann	" 9
" 3. Stasjoner i Hunnselva	" 14
" 4. Benthiske former ved stasjon 5	" 18
" 5. Artsliste stasjon 6 - 7	" 19
" 6. Skala for skjønnsmessig vurdering	" 22
" 7. Undersøkelse av seston	" 22
" 8. Analyseresultat fra korttidsundersøkelsen stasjon 1-9	" 31
stasjon 10-17	" 32
" 9. Analyseresultater av blandprøver fra korttidsundersøkelsen	" 33
" 10. Analyseresultater av enkeltprøver fra 5/7-60	" 34
" 11. Analyseresultater av enkeltprøver fra 16/9-60	" 35
" 12. Analyseresultater av enkeltprøver fra 27/1-61	" 36
" 13. Koliforme bakterier i Hunnselva 1960	" 37
" 14. Kimtall i Hunnselva 1960	" 38.

B I L A G .

Bilag 1. Skisse over Hunnselva	side: I
" 2. Utslipp i Hunnselva som personequivalerter "	II
" 3. pH-variasjoner	" III
" 4. Elektrolytisk ledningsevne	" IV
" 5. Turbiditet	" V
" 6. Permanganat-tall	" VI
" 7. Bikromat-tall	" VII
" 8. Fenol	" VIII
" 9. Hydrolyserbar fosfat	" IX
" 10. Nitrat og bundet og fri ammonium	" IX
" 11. Slamtall	" X
" 12. Fiskebestand	" XI.

INNLEDNING.

Den 23/8 1957 ble det holdt et fellesmøte mellom representanter for følgende kommuner og bedrifter beliggende langs Hunnselva:

Gjøvik kommune,

Vardal kommune,

Vestre Toten kommune,

Raufoss Ammunisjonsfabrikker,

A/S Toten Cellulosefabrik,

A/S Hunton Bruk,

A/S Holmen Brønderi.

Møtet behandlet forurensningen av Hunnselva, og det ble vedtatt å gi en konsulent følgende oppdrag:

1. Å gi en oversikt over hvor og hvilke forurensninger som tilflyter Hunnselva.
2. Å redegjøre for forurensningenes art og størrelse, og hvilken innflytelse disse har på elven og elvevannets anvendelse.

Den 18/9 1959 ble det holdt et nytt møte. Foruten de ovenfornevnte kommuner og bedrifter var også O. Mustad & Søn representert. Gjøvik Støperi hadde likeledes sluttet seg til arbeidet, men deltok ikke ved denne anledning. Møtenes formann var rådmann Harald Jansen, Gjøvik kommune. På det sistnevnte møte var Norsk institutt for vannforskning representert ved instituttsjef siv. ing. Kjell Baalsrud og cand. real Olav Skulberg.

Siv. ing. Baalsrud redegjorde for hvorledes forurensningstilstanden i et vassdrag kan kartlegges, og det ble bedt om at instituttet skulle fremlegge et forslag til undersøkelsesplan i løpet av kort tid. Den 30/10-59 ble det så bestemt at instituttet skulle foreta undersøkelsene. Samtidig oppnevnte de interesserte parter kontaktmenn til å samarbeide med instituttet. Under undersøkelsene har det kjemiske vært behandlet av cand. real. J. E. Samdal og cand. real B. Bergmann-Paulsen, det biologiske ved cand. real. O. M. Skulberg og fiskeundersøkelsene er foretatt av cand. real. M. Grande.

Hunnselva renner ut fra Einavatn og har et løp på ca. 23 km før den faller ut i Mjøsa ved Gjøvik. Den løper gjennom 4 kommuner:

Eina, Vestre Toten, Vardal og Gjøvik.

Omtrent hele veien følger elven en forkastningssone med grunnfjell på vestsiden og marin kambrium, ordovicium og marin silur på østsiden. Dette medfører en større hårdhet, høyere pH og større ledningsevne i vannet som tilflyter Hunnselva østfra, sammenlignet med tilsig fra vestsiden. Nedslagsfeltet er $375,5 \text{ km}^2$, hvorav vi har anslått at ca. 40 km^2 er dyrket mark og resten i det vesentlige produktiv skog. Den gjennomsnittlige lav-vannføring er $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ målt ved Eina. Denne vannføring er forholdsvis stabil idet elven er regulert ved demning ved Eina. Dessuten er det bygget relativt små demninger nedover i vassdraget ved Reinsvoll, Raufoss, i Dybdalsbakken, i Vardal ovenfor O. Mustad & Søn og i Gjøvik ovenfor AS Hunton bruk. En av de største bekene som fører ut i Einavatn kommer fra Skjelbreia, som også er regulert ved en liten demning. Hunnselva løper fra Eina i nordlig retning til Nygard hvor den bøyer av østover mot Gjøvik. På veien nedover kommer det til mange små bekker og noen få relativt større tilløp:

Korta, ved Raufoss,

Storaelv, ved Breiskallen (er regulert, renner ut fra Skumsjøen),

Vesleelva eller Byelva, ved Nygard.

Langs Hunnselva er befolkningen vesentlig konsentrert i tettbebyggelser:

Eina, Reinsvoll, Raufoss og Breiskallen.

Fra Nygard er bebyggelsen mere sammenhengende ned til Gjøvik.

PROBLEMSTILLING.

Hensikten med det arbeid som skulle utføres, var i første omgang å få en oversikt over forurensningskildene langs Hunnselva og deres virkning på ellevannet. En nærmere undersøkelse av de enkelte avløp skulle ikke utføres i første omgang, men eventuelt tas opp senere etter avtale med eierne av avløpssystemene.

Generelt kan forurensninger av vassdrag være mangeartetet. Det kan være organiske og uorganiske løste stoffer og oppslemmet stoff som transporteres, sedimenterbare partikler, stoff som flyter oppå vannet, enkelte som danner en hinne som olje og bensin. De løste stoffer må igjen vurderes etter sin surhet, alkalitet, giftighet eller annen innvirkning på forholdene i vassdraget. Spesiell interesse knytter seg ofte til bakteriologiske forurensninger. Hver av disse forurensninger vil sette sitt eget preg på vassdraget. Noen vil øyeblikkelig forandre elvens naturlige tilstander, andre vil først merkes etter lengre tids påvirkning. Når elven har mottatt en forurensning, vil den straks søke å nøytralisere denne ved hjelp av forskjellige selvrensningsemekanismer, hvorved elven søker å vende tilbake til den opprinnelige tilstand.

Forurensningene vil ha en stor virkning på de biologiske forhold i elven. Foruten å forsøke å karakterisere forholdene i elven ved å innhente vannprøver og undersøke disse ved fysisk-kjemiske og bakteriologiske analysemetoder, ble de biologiske forhold undersøkt for å få en best mulig samlet karakteristikk av elven.

Forurensningskilder til Hunnselva.

Hunnselva tilføres forurensninger fra jordbruk, befolkning og industri. Det er et velutviklet jordbruk som har tatt i bruk ca. 10 % av nedslagsfeltets areal. Det er ingen fellesanlegg for halmluting, men gårdsanlegg for halmluting og fór-siloer finnes i distriktet. Jordbruket er betinget av de relativt næringsrike løsavsetninger i området og det har ført til en øket tilførsel av næringsrikt drensvann og overflatevann til vassdraget.

I nedslagsfeltet bor det ca. 11 000 personer og det har utviklet seg en betydelig industri. Forurensningstilførslene fra bebyggelse og industri er derfor omtalt nærmere. Det vises også til tabell 1 og 2 side 8 og 9 og til bilag 1, side I.

Forurensningene som tilflyter Hunnselva er mange og forskjelligartede. Selve elveavsnittet kan deles i 3 deler:

1. Strekningen Eina-Raufoss, hvor det vesentlig kommer til husholdningskloakker og avfallsvann fra næringsmiddelbedrifter.
2. Strekningen Raufoss - Toten Cellulosefabrik, hvor det foruten vanlig kloakkvann også tilføres vann fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker.
3. Strekningen Toten Cellulosefabrik - Mjøsa, hvor tilførselen av industrielle avfallsvann preger forholdene.

Eina kommune har to kloakker som munner ut ved Eina stasjonsområde, den ene fra østsiden og den andre fra vestsiden. Til sammen fører de kloakkvann fra ca. 300 personer. I den kommunale kloakken på østsiden har også Vestoppland Slakteri sitt avløp. Dette slakteriet ble beregnet til 525 personekvivalenter. Det er oppgitt at slakteriet skal nedlegges 1/9 1962.

En personekvivalent er lik den gjennomsnittlige forurensning fra 1 person pr. dag. fra WC, kjøkken, bad osv. Det er beregnet ut fra innhold av organisk stoff som finnes i avfallsvannet og den mengde surstoff som er nødvendig for å oksydere dette. Som sammenlikningsgrunnlag for de forskjellige typer kloakkvann benyttes det såkaldte biologiske oksygenforbruk. Tallene må på grunn av de forskjellige sammensetninger av avfallsvann behandles med en viss kritikk.

Eina Meieri har utløp i Hunnselva ved Eina stasjonsområde. Forurensningene herfra ble beregnet til ca. 450 personekvivalenter.

Lenger nede, ved Reinsvoll Mølle, ligger Oppland Destruksjon i forbindelse med et griserøkteri. Destruksjonsavdelingen kan anslås til ca. 50 personekvivalenter, og røkteriet til 10 personekvivalenter.

Ca. 500 m nedenfor Reinsvoll Mølle løper hovedkloakken fra Prestseter Sykehus og tettbebyggelsen i Reinsvoll ut. Kloakken renner det siste stykket i en åpen grøft, men passerer ikke renseanlegg. Det er ca. 1000 personer tilknyttet kloakken, ca. 500 fra sykehuset og ca. 500 fra bebyggelsen ved Reinsvoll jernbane-

Tabell 1.
Kloakkutslipp i Hunnselva.

	Utløpssted	Avstand fra utløp i Mjøsa	Antall personer tilknyttet
	<u>EINA kommune</u>		
1.	Ved Eina jernb. st. fra vest	23,1 km	ca.100
2.	Ved Eina jernb.st. fra øst	23,0 "	ca.200
	<u>VESTRE TOTEN kommune</u>		
3.	ca. 500 m nord for Reinsvoll Mølle fra øst	17,0 "	ca.1000
4.	Ved Raufoss jernb. st. fra vest	12,2 "	ca.450
5.	Ved Raufoss Kirke fra vest	11,9 "	ca.350
6.	ca. 200 m syd for Kortas utløp fra vest	11,4 "	ca. 50
7.	Ved utløp av Korta fra øst	11,2 "	ca.1500
8.	ca. 150 m nord for Korta fra vest	11,0 "	ca.600
9.	3 utløp 200-250 m nord for Korta fra vest	11,0 "	ca. 50
10.	ca. 300 m nord for Korta fra øst	10,9 "	ca.350
11.	ca. 600 m nord for Korta fra vest	10,6 "	ca. 50
12.	ca. 250 m nord for "Musehullet" st. 7, fra øst	10,1 "	ca.100
13.	Ved bro over riksvei ved Brei- skallen fra nord	7,7 "	ca.100
	<u>VARDAL kommune</u>		
14.	Vesleelva. 100 m øst for Ås bru fra syd	4,1 "	ca.363
15.	Vesleelva ovenfor Ås bru fra nord	4,0 "	ca. 72
16.	Vesleelva nedenfor Ås bru fra syd	4,0 "	ca.138
17.	Vesleelva nedenfor Mustad bru, Nygård fra nord	3,5 "	ca.682
18.	Ved samløp med Vesleelva fra syd	3,4 "	ca.116
19.	200 m øst for samløpet fra nord	3,2 "	ca.451
20.	Ovenfor Lilleengen bru fra nord	2,9 "	ca.368
21.	Nedenfor Mustaddammen fra syd	2,4 "	ca.143
22.	Diverse små tilløp fra O. Mustad & Søn fra nord	1,7 "	ca.250
	<u>GJØVIK kommune</u>		
23.	Gjøvik Støperi fra syd	0,7 "	ca. 20
24.	Busstasjonen fra syd	0,0 "	?

Tabell 2.

Utslipp av industrielt avfallsvann
i Hunnselva.

Bedrift	Utløpenes avstand fra Mjøsa	Sted	Beregn. ant. person- ekvivalenter
1. Vestoppland Slakteri	23,0	Eina	525
2. Eina Meieri	23,0	Eina	450
3. Oppland Destruksjon	17,5	Reinsvoll	50 + 10
4. Slakteri	17,0	Reinsvoll	550
5. Raufoss Meieri	11,2	Raufoss	120
6. Raufoss Ammunisjonsfabr.	10,6	Raufoss	
7. Toten Cellulosefabr. A/S	3,8	Nygaard	100.000
8. Åmot Trådtrekkeri	3,4	Nygaard	
9. O. Mustad & Søn	1,7	Vardal	
10. A/S Hunton Bruk	1.1	Gjøvik	37.000
11. Holmen Brønderi	0,6	Gjøvik	

stasjon. Dessuten går utløpet fra et slakteri på Reinsvoll ut i kloakken. Slakteriets forurensning tilsvarer ca. 550 personekvivalenter. Mellom Reinsvoll og Raufoss renner det ut en del enkeltkloakker.

Enkeltkloakkene langs elven er ikke kartlagt, delvis fordi disse forurenser elven forholdsvis lite, og delvis på grunn av at det ville bli et omstendelig arbeid å stedfeste dem.

I området omkring Raufoss løper det ut mange kloakker. Mellom vannverket og Skoledammen løper det ut to kloakker fra vestsiden, med kloakkvann fra tilsammen ca. 800 personer.

Omtrent hvor Korta faller ut i Hunnselva løper hovedkloakken for østsiden av tettbebyggelsen ved Raufoss ut. Til denne kloakken er det knyttet bebyggelse med ca. 1500 personer, og dessuten har Raufoss Meieri sitt utløp her. Dette meieriet kan anslås til ca. 120 personekvivalenter. Ca. 300 m lenger nord løper en annen kommunale kloakk ut, med ca. 350 personer tilknyttet.

Fra området til Raufoss Ammunisjonsfabrikker på vestsiden av elven fører det i alt ut 11 avløp. Disse avløp fører delvis industriavfallsvann og delvis kloakkvann fra septiktanker. Enkelte av kloakkene kommer fra bebyggelsen utenfor bedriftsområdet, blandt annet fra Tollerudfeltet, og må regnes som kommunale kloakker.

Fra selve bedriften ledes det bl.a. ut avfallsstoffer etter metallbearbeidelse, og en del kjemikalier. Ved tømning av beisekarene blir syren tappet i beholdere og nøytralisert før den slippes i Hunnselva, skyllevannet etter beisingen føres derimot direkte i kloakken.

I forbindelse med det nye elokseringsanlegget er det bygget et avgiftningsanlegg.

Viktige komponenter i forurensningene fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker utgjøres av tyngre metallsalter som kopper og jern, og av syrer. Det meste av avfallsvannet renner ut i Hunnselva ved bedriftens nordøstre grense.

Fra bebyggelsen nord for Raufoss kommer det ut en kloakk fra østsiden, ca. 250 m nord for Musehullet (st.7, bilag 1). Den fører kloakkvann fra ca. 100 personer. Nede ved Breiskallen, ved broen over riksveien, ledes det ut en kloakk fra nordsiden. Den fører kloakkvann fra ca. 100 personer.

Videre fra Breiskallen kommer vi ned til inntaksdammen for A/S Toten Cellulosefabrik. Herfra går den hovedsakelige delen av vannmassene gjennom turbinledningen ned til fabrikk. Ofte er selve elveleiet helt tørt. A/S Toten Cellulosefabrik fremstiller sulfit-cellulose, vesentlig med ammoniakk som base. Det meste av sulfitluten dampes inn, og tørrstoffet selges som garvestoff. Den beregnede forurensningsmengde er ca. 100 000 personekvivalenter. Fabrikken har 3 utløp i Hunns elva.

Litt lenger nede ligger Åmot Trådtrekkeri som er en underavdeling av O. Mustad & Søn. Her utføres det beising som fører til visse forurensninger, bl.a. er det periodevis utslipp av utbrukt beiseveske.

I Hunndalen har også Vardal kommune en del kloakkutslipp.

I Vesleelva er det 4 kloakkutslipp, det nederste ca. 700 m før samløpet med Hunnselva. De dekker ca. 1250 personer tilsammen.

I Hunnselva, ved samløpet med Vesleelva, kommer fra syd en kloakk med ca. 115 personer tilknyttet, og 200 m lenger øst kommer det en kloakk fra tilsammen 450 personer. Ovenfor Lilleengen bro kommer det fra nordsiden en kloakk med ca. 370 personer tilknyttet, og rett ned for Mustaddammen kommer en kloakktilførsel med ca. 150 personer tilknyttet. Rett nedenfor dette sted ligger bedriften O. Mustad & Søn, hvorfra det kommer en del tilløp av kloakker, delvis fra bebyggelsen på den andre siden av riksveien, og delvis fra selve bedriftsområdet. Det er ca. 250 personer tilknyttet. Ved bedriften arbeides bl.a. med beising og galvanisering, som begge betinger periodevis utslipp av forurensninger.

I Gjøvik ligger øverst Hunton Bruk, en wallboardfabrikk med 4 utløp til elven. Forurensningene herfra er beregnet til ca. 37000 personekvivalenter. Nedenfor Hunton Bruk ligger Holmen Branderi.

Herfra er utslipp av avfallsvann begrenset til visse tider av året. Avfallsvannet er rikt på organisk stoff, men vi har ikke kunnet anslå antall personekvivalenter. Fra Gjøvik kommune er det ingen kloakkutslipp i Hunnselva, bortsett fra toilettene på buss-stasjonen og velferdsbygningen ved Gjøvik Støperi.

UNDERSØKELSER.

Forholdene langs Hunnselva medfører at det er vanskelig å få helt representative prøver av elvevannet. Dette henger sammen med at enkelte bedrifter har periodevis, tildels kortvarige utslipp av konsentrerte avfallsstoffer. Undertiden slippes det ut avfallsprodukter som under andre forhold (årstider) kunne vært omsatt ved salg. Slike utslipp er kortvarige og skjer med lange mellomrom, slik at det er umulig å få prøver fra vassdraget som gir et tilfredsstillende bilde av dem.

I det arbeidet som er beskrevet her er det ikke omtalt direkte undersøkelser av utslippene, idet det var meningen at dette eventuelt skulle utføres etterhvert i samarbeid med de enkelte bedrifter .

Denne rapport behandler derfor de generelle forurensninger i selve vassdraget.

Stasjonsplassering.

Stasjonene langs Hunnselva ble valgt hovedsakelig etter bedriftenes og tettbebyggelsens plassering og dernest etter broer etc. som kunne lette prøvetakningen.

Den øverste stasjonen i Hunnselva ligger ved broen over Einavann, og den nederste ligger ved utløpet i Mjøsa.

Einavann mottar forurensninger fra de omkringliggende jorder og bebyggelse. For å ha et sammenligningsgrunnlag ble det derfor valgt å ha en stasjon i Skjelbreia, st. 1.

Ialt er det 18 stasjoner, hvorav 14 stykker er plassert i Hunnselva og 2 stykker i tilstøtende elver, Storelv (st. 9) og Vesleelva (Byelv) (st. 12). Stasjonenes plassering og avstand fra utløpet i Mjøsa er satt opp i tabell 3, s. 14 og tegnet inn i bilag 1 , s. I).

Fysisk-kjemiske undersøkelser.

De fysisk-kjemiske undersøkelser er foretatt ved en korttidsundersøkelse og ved 3 gangers innhentning av enkeltprøver.

Korttidsundersøkelsen ble foretatt i dagene tirsdag 29/3, onsdag 30/3 og torsdag 31/3 1960. Det ble hver dag tatt 7 prøver, kl. 8, 10, 12, 14, 16, 18 og 20 på samtlige stasjoner, og tem-

Tabell 3.
Stasjoner i Hunnselva.

St. nr.:	Avst. fra utløp i Mjøsa:	Sted:
1.	24,4 km	På demningen i Skjelbreia
2.	23,2 "	På broen ved Eina
3.	20,5 "	På broen ved Bruflat
4.	17,5 "	På demningen ved Reinsvoll Mølle
5.	16,1 "	På broen ved Roksvoll
6.	12,3 "	Ved vanninntaket til Raufoss vannverk
9.	9,9 "	På broen ved "Musehullet"
8.	8,0 "	Hunnselva før den renner sammen med Storaelv.
9.	8,0 "	Storaelv før den renner sammen med Hunnselva.
10.	6,1 "	På demningen ved inntaksdammen til A/S Toten Cellulosefabrik i Dybdalsbakken.
10 A.		I de tilfelle hvor det var vanskelig å få prøver ved st.10, ble prøvene tatt ved utløpet av turbinledningen i fabrikken
11.	3,4 "	På broen over Hunnselva nedenfor A/S Toten Cellulosefabrik.
12.	3,4 "	<u>Vesleelva.</u> På broen ved Åmot Trådtrekkeri
13.	2,4 "	På demningen ved inntaksdam ovenfor O. Mustad & Søn.
14.	1,6 "	Rett ned for nederste bygning til O. Mustad & Søn.
15.	1,2 "	På demningen ved inntaksdam ovenfor A/S Hunton Bruk.
16.	0,6 "	Mellom A/S Hunton Bruk og Holmen Branderi A/S
17.	0,0 "	Utløp i Mjøsa, nedenfor jernbanebroen.

peraturen ble målt samtidig. Hver prøve ble tatt med et maksimalt avvik på 5 minutter til hver side av de oppgitte tider.

Enkeltprøver ble innhentet dagene 5/7 1960, 16/9 1960 og 27/1 1961. Bakteriologiske prøver ble innhentet under korttidsundersøkelsen og 5/7, 5/8 og 16/9 1960. Vannprøvene ble analysert etter fysisk-kjemiske analysemetoder på følgende komponenter:

pH, vannets surhetsgrad, målt elektrometrisk.

Elektrolytisk ledningsevne ved 20°C gir et uttrykk for den mengde salter som er løst i vannet. Ledningsevnen ble bestemt med platinelektroder og vanlig Philips målebro.

Turbiditet, et mål for vannets uklarhet eller opalescerende virkning, ble målt i et Sigrist fotometer mot standard av SiO_2 oppslemming. Resultatene angis i $\text{mg SiO}_2/\text{l}$.

Permanganattallet er et mål for de organiske stoffer i vannet som oksyderes av kaliumpermanganat. Ikke alle stoffer vil oksyderes like lett. Cellulosefibre som er suspendert i vannet, vil bl.a. i liten grad bli oksydert. Permanganattallet angis som mg oksygen pr. l. Ved multiplikasjon med 12,5 fås ml n/100 KMnO_4 som ofte brukes for drikkevann.

Bikromattallet er også et mål for organiske stoffer i vannet. Det er et atskillig kraftigere oksydasjonsmiddel enn permanganat og vil oksydere de fleste organiske stoffer fullstendig til kulldioksyd og vann. Bikromattallet angis i mg oksygen pr. l.

Nitrat ble bestemt ifølge Kesselspeiswasser, side 171, (1958) og transmisjonen måles på Hilger Biochemical adsorptiometer, filter 52 (520 m. μ), 4 cm. kuvette.

Bundet og fri ammonium, (B.F.A.) er den del av bundet nitrogen som foreligger i redusert form, og omfatter både ammoniumsalter og nitrogen bundet i organiske stoffer unntatt nitroforbindelser. Bestemmelsen ble utført ifølge Standard Methods side 143 (1955). Transmisjonen ble målt på Hilger Biochemical adsorptiometer, filter 43 (430 m. μ) 4 cm. kuvette.

Slamtall er bestemt ved at vannprøver er filtrert gjennom en stålduk med maskeåpning 65 μ . Apparatur og forskrift fra E. Beudrey & Co., 14, Boulevard Ornano, Paris 18.

Nutsjtallet angir hvor meget oppslemmet organisk stoff som finnes seg i vannet. Vannprøver er filtrert gjennom små glassfilter - nutsjer, poreåpning G3, og nutsjene er kokt i en bikro-

matopløsnig, jfr. bikromattallet. Angis i mg O/1.

Fenol ble bestemt kolorimetrisk etter kopling med diazotert sulfanilsyre ifølge forskrift fra "Methods of Chemical Analysis as applied to Sewage and Sewage Effluents" (1956) s.70.

Hydrolyserbar fosfat ble bestemt kolorimetrisk som beskrevet i Journal of American Water Works Association nr. 50 (1958) s.1563.

Under korttidsundersøkelsen 29/3 - 31/3 1960 ble følgende analyser utført på blandprøver for hver av dagene: pH, ledningsevne, turbiditet og permanganattall. På blandprøver for samtlige dager ble det analysert på: Nitrat, hydrolyserbar fosfat, bundet og fri ammonium og fra stasjonene 13 til 17 på kopper og fenol. Dessuten slamtall fra stasjonene 8 til 17. Resultatene står oppført i tabellene 8 og 9, og er satt opp som kurver i bilagene 3 til 11 s. III - X.

Enkeltprøvene fra 5/7 og 16/9 1960 ble undersøkt på pH, farge, turbiditet, ledningsevne, permanganattall og bikromattall. Resultatene er oppført i tabellene 10 og 11 og i bilagene 3 til 11.

I prøver fra 27/1 1960 ble følgende analyser utført: pH, ledningsevne, permanganattall, bikromattall, og fra st 10 til 17 nutsjtallet bestemt. Resultatene er satt opp i tabell 12 og bilagene 3 til 11.

Bakteriologiske undersøkelser.

Prøvene som ble tatt for å undersøke de bakteriologiske forhold ble analysert ved instituttets laboratorium på Blindern.

Koliforme bakterier ble bestemt ved membranfiltermetoden. Det ble inkubert med Bacto-Endo-medium ved 35° og avlest etter 18 - 20 timer. Det ble brukt flere fortynninger for hver prøve, men resultatene falt allikevel av og til utenfor det området som var best å telle.

Kimtall ble bestemt etter innstøpning i vannagar og inkubering ved værelsestemperatur. Avlesning ble foretatt etter 3 - 5 dager. Også for kimtall ble flere fortynninger benyttet.

Som ventet viste resultatene meget stor spredning. Det er grunn til å tro at de resultater som er funnet for koliforme bakterier gir et riktig bilde av forholdene i vassdraget. Vi vet at det slippes ut urensset eller lite rensset kloakkvann en rekke steder, og slikt vann er karakterisert ved sitt høye innhold av tarmbak-

terier. De påviste koliforme bakterier kan vi derfor anta i alt vesentlig kommer fra den menneskelige tarmkanal. I hygienisk forstand må derfor vassdraget fra st. 3 og nedover betegnes som kraftig forurenset. Enkelte tall kan tyde på at kloakkvannet noen steder ikke oppnår en større fortykning enn ca. 1:20 når det blandes i elvevannet. Resultatene er oppført i tabellene 13 og 14.

Med de spesielle forhold som hersker i vassdraget, bør de observerte kimtall tas med reservasjoner. For de reneste prøvesteder, som st. 1, 2, 9 og 12B, kan kimtallene være relativt representative, men for de mere forurensede steder vil vi anta at det i vassdraget var et langt større antall kim enn de som har gitt oppvekst til synlige kolonier under de standardiserte analysebetingelser. Årsaken til dette er at den vanlige kimtallteknikken ikke passer for så forurensede vassdrag.

Biologiske undersøkelser.

Observasjoner og innsamling av materiale for å belysede biologiske forhold i det aktuelle vassdragsavsnitt ble gjort på fem befaringer 18/9-59, 5/8-60, 28 - 29/11-60, 28/5-61 og 6/6-61. På befaringene 28 - 29/11-60 og 6/6-61 ble det foretatt undersøkelser av fiskefaunaen. Forøvrig er det bearbeidet et materiale fra colmatometerundersøkelsen 5/6-60, og i forbindelse med prøvetaking for kjemiske analyser er det gjort spredte innsamlinger av materiale fra organismesamfunn som hadde iøynefallende sammenheng med forurensningssituasjonen.

1. Forholdene langs bredden og på elvebunnen.

Den kvalitative og kvantitative sammensetning av organismelivet på de enkelte lokaliteter langs elven gir gode holdepunkter for vurderingen av vassdragets forurensningstilstand. I Hånselvas tilfelle er det særlig utformingen av benthiske samfunn, d.v.s. samfunn som lever fastsittende på eller er knyttet til et underlag, som er egnet for en slik beskrivelse. Disse samfunn er sammensatt av planter og dyr, og hovedtyngden av organismene utgjør lavere former - alger, invertebrater osv. For den som betrakter elven ser disse forekomster av organismer ut som fargerike belegg, som grønnaktige matter og grålige tjafser, eller det kan være

bestand av høyere planter med tydelig overgroing. En rekke arter fra et stort utvalg systematiske grupper inngår i disse samfunn, og en fullstendig analyse ville kreve tid og innsats av mange spesialister. I en undersøkelse av vassdragsbonitet for et praktisk formål, som i dette tilfelle, er det imidlertid tilstrekkelig å rette oppmerksomheten på bestemte arter som er særlig karakteriserende for vokseplasser med forurensningspåvirkning. Den følgende beskrivelse kommenterer derfor forekomst og utfoldelse av enkelte slike arter i Hunnselva. Befaringens fordeling i tid gjør at årstidsvariasjonen på lokalitetene er representert.

Stasjon 2. Hunnselvas utløp fra Eina. Vannmassene som går ut av Eina og danner Hunnselva har etter norske forhold et heller høyt saltinnhold. Den elektrolytiske ledningsevne (κ_{20}) er gjennomgående av størrelsesorden $6 \cdot 10^{-5} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Lokaliteten viser et forholdsvis stort innslag av arter som må regnes som mer kravfulle. Mulighetene for utvikling av høyere vegetasjon er innskrenket, det er algesamfunnene som utgjør hovedtyngden av biomasse. Den kvalitative sammensetning av disse samfunn indikerer at lokaliteten bare i meget liten utstrekning er påvirket av organiske forurensninger. Karakteristiske arter er Daparnaldia glomerata, Batrachospermum sp., Ceratoneis arcus og Tabellaria flocculosa. Trichale schizomyceter er ikke funnet.

Stasjon 5. Roksvoll bru. Flora og fauna viser her en frodig utvikling. Den høyere vegetasjon er preget av artene Myriophyllum alterniflorum (tusenblad), Callitriche polymorpha (sprikevasshår) og Fontinalis cf. antipyretica. Kvalitativt viktige arter av benthiske former på lokaliteten er stilt sammen i følgende tabell:

Tabell 4.

<u>Cryptogamer:</u>	<u>Invertebrater:</u>
Amphora ovalis	Ecdyonurus sp.
Cladophora glomerata	Helmis cf. maugeli
Cladotrix dichotoma	Herpobdella octoculata
Cocconeis pediculus	Hydropsyche sp.
Cocconeis placentula	Margaritifera margaritifera
Closterium acerosum	Planorbis spp.
Gongrosira sp.	Rhyacophila sp.

Fortsettes

Tabell 4, fortsatt:

Navicula rhynchocephala
Oscillatoria sp.
Phormidium sp.
Scenedesmus bijugatus
Stigeoclonium tenue
Synedra ulna

De biologiske forhold viser at lokaliteten er tydelig påvirket av organiske forurensninger. Klassifisert etter saprobiesystemet er graden av forurensning i dette elveavsnittet av β -mesosaprob type. Forurensningene har hatt en fremmede innflytelse på organismelivet, og de biologiske prosesser forløper intenst og realiserer en effektiv selvrensing av vannmassene. Det er god ballanse mellom autotrofe og heterotrofe komponenter i organismesamfunnene. Produksjonen av viktige næringsdyr for aure er stor.

Mellom stasjon 6 og 7. Nedenfor Kortas innmunning i Hunnselva. Kloakktilførselen fra tettbebyggelsen ved Raufoss har en markert innflytelse på organismelivet i dette avsnittet av Hunnselva. På en kort strekning forandrer elveradikalt sitt β -mesosaprobe preg, og forholdene nærmer seg den polysaprobe tilstand. Artslisten over de kvantitativt viktigste former karakteriserer situasjonen:

Tabell 5.

<u>Cryptogamer:</u>	<u>Invertebrater:</u>
Chlorella sp.	Carchesium polypinum
Leptomitius lacteus	Chironomus thummi
Nitzschia palea	Limnea pereger
Sphaerotilus natans	Nematoder
	Tubifex tubifex

Heterotrofe organismer gir samfunnene det habituelle preg. Bare i grensesjikt mellom vannfase og luftfase, markert som striper på steiner som stikker opp av elven, kommer autotrofe arter til utvikling. Det dreier seg om chlorococcale grønnalger som er meget tolerante overfor forurensninger.

Elveavsnittet er estetisk meget lite tiltalende, og luktulemper gjør seg gjeldende.

Stasjon 7. Hunnselva ved Musehullet. Belastningen med organiske forurensninger fra Raufoss førte på denne lokalitet til en utvikling av organismesamfunn som var dominert av Leptomits lacteus og trichale schizomyceter. Disse samfunn hadde konstant forekomst av Fontinalis cf. dalecarlica. Spredte eksemplarer av døgnfluelarver av Baetis sp. ble funnet. Faunakomponenten var i det hele kvantitativt fattig. Også invertebratene Chironomus thummi og Tubifex tubifex hadde påfallende sparsom forekomst. Bare små eksemplarer av orthocladiine chironomider var vanlig på lokaliteten. Ved befaring våren 1961 var Ulothrix zonata i frodig utvikling. Steiner viste grønne randsoner i overgangsområdene luft-vannfase. Disse belegg var vesentlig sammensatt av palmella-stadier av Euglena sp. og chlorella-liknende grønnalger.

Stasjon 10. Hunnselva ved Dybdalsbakken. Selvreinsingseffekten gjorde seg tydelig gjeldende på strekningen nedenfor Raufoss. Men mineraliseringen av de tilførte organiske forurensningene var på denne lokalitet enda ikke fullført. Forekomstene av trichale schizomyceter er gått sterkt tilbake i kvantitet, men både Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma er fremdeles representert. Det er likevel betegnende at sistnevnte art hadde den frodigste utvikling av de to. Autotrofe arter danner her et kvantitativt viktig innslag i samfunnene, særlig kiselalgene var betydningsfulle. Phormidium autumnale dannet flakliknende belegg på steinene høsten 1959 og 60. Vårsituasjonen 1961 var preget av bevoксningen med Ulothrix zonata.

Stasjon 13. Hunnselva ved inntaksdam for O. Mustad & Søn. Etter utslippet fra A/S Toten Cellulosefabrik er det et nytt sprang i de biologiske forhold i Hunnselva. Livsbetingelsene på disse biotoper fjerner seg langt fra det optimale for de sedvanlige organismer i norske ferskvannsføremøster, og det er etablert et artsfattig organismesamfunn hvor de som finner livsmuligheter har masseforekomst. Soppen Fusarium aquaeductuum er karakterorganismen for samfunnene på lokaliteten, og den danner sammenhengende bevoксninger på hele resten av elvestrekningen ned til utløpet av Njosa. På steder med små stryk antar soppbevoксningene en nærmest

teglsteinsrød farge som er isynefallende selv på avstand. Av de få ledsagende arter er det grunn til å fremheve orthocladiine chironomider som til dels har tallrik forekomst.

2. Forholdene i de strømmende vannmasser.

Selv om beskrivelsen av benthiske organismesamfunn gir den beste indikasjon på langtidseffekter av forurensningspåvirkningen, er observasjoner av de biologiske forhold i de frie vannmasser av direkte betydning for forståelsen av påvirkningens art. Materialet for denne del av undersøkelsene ble samlet inn etter colmatometermetoden. Resultatene fra den mikroskopiske bearbeidelsen er stilt sammen i tabell 6. Materialet som ble analysert representerte frafiltrert substans av de oppførte vannvolumene. For hver prøve er all substans som ble tilbake på filteret gjennomarbeidet og innholdet systematisert. Den kvantitative forekomst av de enkelte komponenter er skjønnsmessig vurdert. Skalaen nedenfor er benyttet ved den subjektive vurdering.

Oppholdstiden for vannet på elvestrekningen er for kort til at det utvikler seg noe eget potamoplankton. Innholdet av organismene i de frie vannmasser vil derfor vesentlig bli sammensatt av løsrevne individer fra benthiske samfunn. Karakteren av den levende komponent i det frafiltrerte materialet skifter med lokalitetene. Det typiske forhold er at mengden av heterotrofe organismer tiltar sterkt fra stasjon 11 i hovedløpet. Ved siden av fnokk-liknende mycelier av Fusarium aquaeductuum var det i perioden prøvene ble innsamlet en meget stor forekomst av en Sacharomyces-liknende eumycet.

Innholdet av abioseston i det frafiltrerte materialet var i alle prøver større enn organismemengden. Særlig karakteristisk er den store fiberforekomst i prøvene fra og med stasjon 11, som viser at et betydelig tap av verdifull substans finner sted. Prøvenes innhold av animalske fibre og sotpartikler gjenspeiler elvens alminnelige forurensningspreg på alle undersøkte stasjoner.

Tabell 6.

Skala for skjønnsmessig vurdering av kvantitativ forekomst.

Kvantitetsgruppe:	Betegnelse:	Ved mikroskopering:
÷	Mangler	Ingen eksemplar funnet.
+	Forekommer	Ett eksemplar funnet.
1	Sjelden	Enkelte eksemplar funnet.
2	Sparsom	Forekommer ofte, men ikke i hvert synsfelt.
3	Vanlig	Noen eksemplarer i hvert synsfelt
4	Hyppig	Preger inntrykket av hvert synsfelt.
5	Dominant	Utgjør nærmest hvert synsfelt fullstendig

Tabell 7.

Hunnselva.

Undersøkelse av seston etter colmatometer-metoder. 6/4-7/4-60.

Klassifisering	Stasjonsnummer	8	10	11	12	13	14	15	16	17
	Filtrert volum (l)	0,30	20,16	30,03	00,51	30,02	20,01	80,01	90,01	10,01
<u>Abioseston:</u>										
Plantefibre (trakéer og trakeider)		1	1	5	1	5	5	5	5	5
Andre planteceller		1	2	3	1	3	2	2	2	3
Animalske fibre		1	1	1	1	1	1	1	1	+
Pollen		÷	÷	÷	÷	÷	÷	1	÷	÷
Sandpartikler		2	2	2	3	1	1	1	+	1
Sotpartikler		+	1	1	1	1	+	1	1	+
Fargepartikler		+	÷	÷	÷	1	1	+	÷	1
Udefinert substans		2	2	2	1	1	3	2	2	3
<u>Bioseston:</u>										
Bacillariophyceae		2	1	1	2	1	1	1	÷	÷
Schizophyceae		+	1	1	+	+	+	1	+	1
Phycomycetes		2	1	2	2	2	2	3	2	2
Eumycetes		2	2	2	2	4	5	4	3	3
Trichale Schizomycetes		+	2	2	2	2	2	3	3	3
Andre Schizomycetes		1	2	2	3	1	2	3	3	1
Rhizopoda		1	1	1	1	1	+	1	1	1
Ciliata		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Flagellater		1	1	1	1	1	+	2	2	2
Diverse alger		3	2	2	2	1	1	1	1	1
Diverse metazoer		1	2	1	1	+	+	+	+	2

3. Om fiskebestanden i Hunnselva.

For å få et inntrykk av fiskebestandens størrelse og sammensetning i Hunnselva fra Eina til Mjøsa er det foretatt to befaringer med elektrisk fiskeapparat over strekningen. Befaringene foregikk i dagene 28 - 29/11 1960 og den 6/6 1961. Under den første befaring ble det fisket i perioder á $\frac{1}{2}$ time på 9 forskjellige lokaliteter i elven, og fisken ble samlet, tallet og målt. De forskjellige lokaliteters beliggenhet fremgår av bilag 1 s. I. Under den andre befaringen ble det fisket og gjort observasjoner på flere lokaliteter i elven mellom Raufoss og Toten Cellulosefabrik.

I bilag 12 s. XI er angitt resultatet av fisketellingene under den første befaring. Ved Reinsvoll, Roksvoll, Rosetbruget og dammen ved Raufoss ble det fisket henholdsvis 23, 26, 31 og 16 aure (Salmo trutta L.) i lengder fra 5 - 24 cm. Ved Roksvoll og i dammen ved Raufoss ble det fisket henholdsvis 24 og 20 ørekyt (Phoxinus phoxinus L.). Nedenfor dammen ved Raufoss ble det hverken fanget eller observert fisk i Hunnselva. I Storaelv ved Breiskallen ble det fisket 6 aure.

Den andre befaringen var konsentrert over strekningen Raufoss - Nygard. Forholdene lå ved denne anledning godt til rette for observasjoner i elven, og en kunne lettere danne seg et bilde av forholdene. På strekningen fra kloakkutslipp nr. K 7 (ved utløp av Korta) og til utslipp nr. K 9 ble det fisket 7 aure (pr. $\frac{1}{2}$ time). Fra utslipp nr. K 9 til utslipp nr. K 11 ble det fisket 17 ørekyt pr. $\frac{1}{2}$ time. På en strekning av ca. 400 m nordover fra utslipp nr. K 11 ble det fisket 4 ørekyt pr. $\frac{1}{2}$ time. Det viste seg at det på egnete lokaliteter finnes ørekyt på dette avsnitt i Hunnselva mellom Raufoss og A/S Toten Cellulosefabrik. Ved utløpet i Storaelv ved Breiskallen og i inntaksdammen til A/S Toten Cellulosefabrik finnes ørekyt i store mengder. Aure ble ikke fisket i Hunnselva nedenfor utslipp nr. K 9, men ble observert ved utløpet av Storaelv ved Breiskallen og i inntaksdammen til A/S Toten Cellulosefabrik. Ved oset av Storaelv i Hunnselva var det rikelig med aure, mens det i inntaksdammen bare ble observert 1 aure.

Fisketellinger og observasjoner viser at Hunnselva fra Eina til Raufoss har en tett bestand av småfallen aure. På denne strekningen finnes også rikelig med ørekyt. I Eina finnes foruten aure og ørekyt også sik (Coregonus lavaretus L.), røye (Salvelinus alpinus L.) åbor (Perca fluviatilis L.) og mort (Rutilus rutilus L.). Disse fiskearter forekommer også i Hunnselva nedenfor Eina. I Hunnselva fra Raufoss til Mjøsa ser det ikke ut til å være noen fast bestand av aure. I denne del av elva vil det sannsynligvis eventuelt bare være tilfeldige vandrende aure fra øvre del av Hunnselva eller tilløpsbekker som blir fanget eller observert. Ørekyt derimot finnes til dels i store mengder helt ned til A/S Toten Cellulosefabrik. Nedenfor dette sted er det ikke fisket eller observert ørekyt.

En vurdering av Hunnselva som fiskeelv vil gi som resultat at elva på strekningen Eina - Raufoss kan by på et godt sportsfiske etter småfallen aure. Hunnselva nedenfor Raufoss er tydeligvis ødelagt som fiskeelv. Det finnes her ingen stasjonær bestand av aure eller annen verdifull fisk som kan være gjenstand for nytte- eller sportsfiske. Videre er Hunnselva ødelagt som gyteelv for fisk fra Mjøsa og helt utjenlig som oppvekstelv for yngel og settefisk av aure eller andre laksefisk. Dette er et viktig forhold i det en må anta at Hunnselva ved Gjøvik normalt (uten forurensing) skulle kunne gi aure, harr og muligens sik gode gyte- og oppvekstbetingelser. Hunnselva har vært en betydelig faktor for rekrutteringen av selve Mjøsas bestand av verdifulle laksefisk.

DISKUSJON.

Den menneskelige påvirkningen av naturforholdene i Hunnselva har i et lengre tidsrom vært av betydelig størrelsesorden. Det kan nevnes at O. Mustad & Søn startet produksjonen i 1832, Raufoss Ammunisjonfabrikker ble anlagt i 1895 og A/S Toten Cellulosefabrik ble etablert i 1905.

De biologiske forhold som vi finner i Hunnselva i dag, har hatt anledning til å utvikle seg gjennom et langt tidsrom. I hovedtrekkene er det derfor sannsynlig at det har rukket å oppstå en ny ballanse mellom de biologiske forhold og den påvirkning som skyldes forurensninger fra industri og annen menneskelig aktivitet.

Allikevel er det bilde som observeres ganske komplisert.

Langs elven er det kraftige variasjoner fra sted til sted som først og fremst er betinget av de store forurensningsutslipp. De enkelte steder er det visse trekk i det biologiske bilde som går igjen til alle årstider. Men det forekommer også en rekke variasjoner på de enkelte elvestrekninger som dels henger sammen med årstidene og dels med variasjoner i forurensningstilførselene. Det opptrer derfor betydelige variasjoner både i tid og sted når det gjelder de biologiske forhold.

De fysisk-kjemiske forhold i vassdragets vannmasser vil i en slik elv til dels vise meget hurtige vekslinger. Det samme gjelder de biologiske organismer som er knyttet til de frie vannmasser. Forholdene i benthos, de organismer som er knyttet til bunnen og er mer eller mindre stedbundne, viser langt langsommere variasjoner.

For best mulig å få et representativt uttrykk for forholdene i de strømmende vannmasser, ble det tatt et antall vannprøver for hver stasjon pr. døgn gjennom en tre dagers undersøkelsesperiode. Disse prøver ble blandet til døgnprøver og analysert. Senere ble disse resultater sammenliknet med analyser av enkeltprøver som var tatt med intervaller gjennom året for å få et bilde av om forholdene varierte vesentlig.

De mer kontinuerlig tilførte forurensninger ble på denne måten registrert, mens utslipp som bare forekom periodevis over korte tidsrom, hadde små muligheter for å bli observert.

For de forskjellige elveavsnitt kan anføres:

Strekningen Eina-Raufoss viser en jevnt økende grad av forurensning. Det er særlig tilførsel av organisk substans som preger forholdene, og eutrofieringstendensen følger parallelt. Selvrensningssprosessen i elven foregår intenst på denne strekning, og det er et rikt organismeliv. Lokalt overskrides den β -mesosaprobe tilstand, og det er på slike steder oppstått mindre tilfredsstillende estetiske forhold.

De bakteriologiske analyser (tabellene 13 og 14, side 37 og 38) viser at elven på denne strekning mottar betydelige mengder kloakkvann. Det er særlig stigning i innholdet av koliforme bakterier som er utslagsgivende. På grunn av forurensningen blir ellevannet på denne strekningen helt uegnet som drikkevann, selv om det etter vidtgående renseprosesser kan fremstilles et tilfredsstillende drikkevann av det. Da vannet særlig i hygienisk henseende er av dårlig kvalitet, må imidlertid rensetiltakene utformes tilsvarende betryggende og helst med en såkaldt dobbelt sikkerhet. Tettbebyggelsen ved Raufoss har i en årrekke tatt råvann for sitt drikkevann i Hunnselva ved st. 6. Da vannverket nå planlegger å ta i bruk en helt ny vannkilde, vil den betydning som de hygieniske forhold i elven medfører bli redusert tilsvarende.

Ved Raufoss inntreffer første sprang i Hunnselvas biologi. Vannmassene mottar på en kort strekning store kloakktilførsler, og selvrensingsevnen til elven overskrides. Forurensningen betinger her utvikling av α -mesosaprobe og polysaprobe organismsamfunn på en elvestrekning av ca. $\frac{1}{2}$ km's lengde. Mineraliseringen av disse forurensninger er ennå ikke fullført ved Dybdalsbakken.

Fra Raufoss og nedover blir de bakteriologiske forhold ytterligere forverret, slik at ellevannet får karakteren av fortynnet kloakkvann.

På denne strekning øker også vannets elektrolytiske ledningsevne og fenolinnhold.

På strekningen Raufoss-Nygaard er det funnet kompliserte biologiske forhold. Det var å vente at avsnittene som var preget av de organiske forurensninger fra tettbebyggelsen på Raufoss, ble fulgt av områder med organismsamfunn av samme type som på elvestrekningen ovenfor Raufoss. Dette realiseres imidlertid ikke. Til dels finnes riktignok samme arter som ovenfor Raufoss, i de benthiske samfunn, men individene viser sparsom forekomst og har gjennomgående liten størrelse. Dette er særlig karakteristisk for insektlarver av gruppene døgnfluer og vårfluer. Steinfluelarver ble ikke funnet nedenfor Raufoss. Samtidig er det grunn til å fremheve fiskefaunaens spesielle sammensetning på denne elvestrekning, hvor en fast bestand av aure mangler. Dette er

gode indikasjoner på at en eller flere faktorer i miljøet gjør seg gjeldende og betinger anormale forhold. Den mest nærliggende arbeidshypotese er å søke årsaksammenhengen i industriutslippene fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Når det nye avgiftningsanlegget for avfallsvannet blir tatt i bruk, er det mulig forholdene vil bedre seg. Videre undersøkelser er nødvendig for eventuelt å bekrefte dette.

På strekningen Nygard - Mjøsa er Hunnselva fullstendig dominert av avfallsvannet fra A/S Toten Cellulosefabrik. Denne meget ensidige miljøpåvirkning er av slik størrelsesorden at den har resultert i masseutvikling av det monotone og artsfattige Fusarium aquaeductuum-samfunn på hele strekningen nedenfor utslippet. Dette samfunn av forurensningsorganismer gir elven et frastøtende inntrykk, og nedbrytningen av den organiske substans som dannes, betinger en sekundær forurensning som er med på å gi luktulempene gjennom tettbebyggelsen i Gjøvik.

De fysisk-kjemiske analysedata viser de samme drastiske forhold. Nedenfor utslippene til A/S Toten Cellulosefabrik viser analyse-resultatene meget markerte forandringer i uheldig retning. En sammenlikning mellom analysedata for prøver hentet ovenfor og nedenfor utslippene, viser at surhetsgraden i blandprøvene forandres ca. 2 pH-enheter. Det vil si at forholdet mellom konsentrasjonen av hydrogenioner ovenfor og nedenfor er som 1:100. Permanganattallet, som viser innhold av organisk substans, øker 13 ganger. Ledningsevnen øker ved tre forskjellige anledninger til henholdsvis det 3-, 10- og 75-dobbelte.

Nutsjtallet økte med 15 mg O/1. Den overveiende mengden oppslemmet substans utgjøres av cellulosefibre og fnokker av Fusarium aquaeductuum, som transporteres nedover av vannmassene. Forholdet mellom tørrvekt av dette materialet og nutsjtallet kan empirisk settes til 0,9. Vannføringen i elven var $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Herav kan tilveksten i transporten av fibre og fiberliknende materiale i vassdraget nedenfor A/S Toten Cellulosefabrik beregnes:

$$15 \cdot 0,9 \text{ mg substans} \cdot 2700 \text{ l/s} = 36400 \text{ mg/s} = 36,4 \text{ g/s} = 3150 \text{ kg/døgn.}$$

Spranget i permanganattall er 120. Forholdet mellom organisk substans og permanganattall på dette avsnitt i Hunnselva er ca. 1,8.

Vi får ved samme beregning tilveksten i løst organisk substans, når oppslemmet materiale fratrekkes:

$$(120 \cdot 1,8 - 15 \cdot 0,9) \cdot 2,7 \text{ g/s} = 550 \text{ g/s} = 47 \text{ tonn/døgn}$$

Det skal bemerkes at ved fremstilling av "Totanin" holder fabrikken tilbake ca. 15000 tonn organisk substans pr. år, som ellers ville bli sluppet i elva. Avfallsvannet er som normalt for sulfitcellulosefabrikker, preget av et høyt innhold av fibre og løste organiske stoffer, bl.a. syrer og sukkerarter.

En ytterligere tilførsel av forurensninger til vassdraget kommer fra A/S Hunton Bruk. Avfallsvannet herfra har et høyt innhold av suspenderte og kolloidalt løste stoffer som øker vannets turbiditet og derved gir vannet et enda mer "grumset" utseende. Innholdet av filtrerbart materiale som fibre og liknende er meget høyt, noe som gir utslag på slamtall og nutsjtall. Økningen i slamtallet under korttidsundersøkelsen fra stasjon 15 til 16 var 56 enheter, og økningen i nutsjtallet den 27/1-61 var 65 mg O/l.

De fysisk-kjemiske analysedata har ikke kunnet vise noen forurensninger som skriver seg fra de øvrige bedrifter langs vassdraget. Dette har antagelig sin grunn i at utslippene fra enkelte av disse bedrifter er forholdsvis sjeldne og kortvarige. F.eks. har bedriftene Åmot Trådtrekkeri og O.Mustad & Søn utslipp av forbrukt beisevæske med 10 - 14 dagers mellomrom. Dette avfallsvannet vil inneholde betydelige mengder med syre og metallsalter, spesielt jernsalter. Fra en del av næringsmiddelbedriftene kan det også sporadisk slippes ut avfallsstoffer, som f.eks. myse og drank i de perioder disse stoffer ikke kan avsettes på annen måte.

Vurdert etter de biologiske og fysisk-kjemiske forhold, må Hunnselva på strekningen mellom Nygard og Mjøsa karakteriseres som meget lite tilfredsstillende.

PRAKTISKE KONKLUSJONER.

1. Selve Einavatn bør belastes med minst mulig avfallsvann, idet det i sin alminnelighet bare vil være til begrenset hjelp å rense eventuelle avløp til selve innsjøen.
2. Strekningen Eina - Raufoss. Denne strekning er i sin alminnelighet ikke overbelastet selv om lokale uestetiske forhold eksisterer. Vassdragets hygieniske tilstand er dårlig og bør bedres, selv om direkte vannforsyning fra elven opphører. Avløp fra bebyggelse og industri på denne strekningen bør underkastes mellomgradig eller høygradig rensing, avhengig av avløpets størrelsesorden. Det bør vurderes i hvilken utstrekning det kan bygges avskjærende kloakkledninger langs elven for derved å gi større enheter i renseanlegg.
3. Strekningen Raufoss - Nygard. Elven er sterkt overbelastet med kloakkvann og påvirket av giftige utslipp fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Alle avløp til denne elvestrekningen må underkastes rensing. Avøpene fra tettbebyggelsen ved Raufoss bør passere høygradige renseanlegg. Utslippene fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker bør underkastes en nærmere undersøkelse etter at det nye avgiftningsanlegg er kommet i drift.
4. Strekningen Nygard - Mjøsa. Dette avsnittet er som elv betraktet helt ødelagt. Virkningen av utslippet fra A/S Toten Cellulosefabrik er dominerende for forholdene. I denne fabrikk blir i dag over halvparten av tørrstoffet i sulfituluten tatt vare på ved produksjon av garvestoffer. Selv om utnyttelsen av disse stoffene muligens kan bli mere effektiv, vil det ikke kunne drives så langt at elvens belastning blir tilstrekkelig redusert. En del av forurensningen fra fabrikk vil nødvendigvis bli sluppet ut i sterk fortynnet tilstand slik at tekniske tiltak for å minske forurensningsmengden er tilsvarende vanskeligjort. Det må derfor antas at hverken forandringer i selve produksjonsprosessen eller behandling av avfallsvannet kan gi tilfredsstillende forhold i denne del av vassdraget.

Den eneste løsning på problemet blir derfor å føre alt foru-

renset vann fra A/S Toten Cellulosefabrik i egen ledning til Mjøsa. Betydningen av de nedenforliggende bedrifter kan først med sikkerhet fastslås etter at forurensningene fra cellulosefabrikken er fjernet. Hvis man imidlertid overveier å legge en avskjærende kloakk langs elven, bør denne ta opp alt industrielt avfallsvann på strekningen. I så fall ville det være mulig å få fisk til å leve på denne strekningen, og Hunnselvas nederste løp kunne igjen bli gyteelv for fisk fra Mjøsa.

5. Fremtidige utslipp. Da Hunnselva er en liten elv, har den sterkt begrenset evne som resipient for utslipp av kloakkvann og industriavløp. Den har derfor reagert kraftig på de belastninger den hittil har fått. Ved den videre utbygging i distriktet bør resipientbetragtninger komme sterkt med i bildet ved planlegging av boligområder og industriområder. Hunnselva kan nok tåle en øket belastning av rensset boligkloakkvann, men industrielle avfallsvann bør i fremtiden ikke ledes til elven.
6. Forurensningspåvirkning av selve Mjøsa. Mjøsa har ikke vært vurdert i denne utredning. De praktiske konklusjoner har heller ikke tatt hensyn til Mjøsa. Vurdering av Mjøsa som resipient er meget komplisert og denne del av problemet må eventuelt også vurderes i en større sammenheng.

Tabell 8.

0 - 155.

Analyseresultater fra korttidsundersøkelsen. 29/3 - 31/3 - 1960.

	Dato 1960	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surhetsgrad, pH	29/3	5,9	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	6,1	6,8	5,8
	30/3	5,6	6,7	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	5,9
	31/3	5,5	6,5	6,5	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8	5,7
Elektrolytisk ledningsevne, μ 20°, ohm ⁻¹ · cm ⁻¹ · 10 ⁻⁶	29/3	22,0	56,5	49,6	53,3	56,1	56,5	63,4	63,9	24,5
	30/3	22,1	55,4	51,8	53,7	56,6	57,1	64,0	64,0	25,4
	31/3	21,8	55,3	50,4	53,3	57,0	57,0	65,0	65,0	24,3
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	29/3	0,30	0,34	0,68	0,94	1,5	1,8	4,0	4,0	0,86
	30/3	0,30	0,21	0,64	0,60	1,3	1,2	3,0	2,6	0,90
	31/3	0,25	0,16	0,55	0,68	1,4	1,5	1,9	3,5	0,90
Permanganat- tall, mg O/l	29/3	5,3	4,1	9,6	5,3	4,8	5,0	9,9	4,5	7,7
	30/3	4,8	3,5	8,6	4,1	3,5	4,6	4,6	4,9	7,7
	31/3	5,1	4,0	4,2	4,5	4,7	5,7	4,5	5,1	7,9

Tabell 8. (forts.)

0 - 155.

Analyseresultater fra korttidsundersøkelsen. 29/3 - 31/3 - 1960.

	Dato	10	11	12	12.B	13	14	15	16	17
	1960									
Surhetsgrad, pH	29/3	6,3	5,1	7,0	6,9	4,9	5,0	5,1	5,6	6,1
	30/3	6,7	4,8	7,0	7,0	4,7	5,2	5,5	5,5	5,3
	31/3	6,7	4,6	6,6	6,8	5,0	5,2	5,3	4,9	5,2
Elektrolytisk	29/3	57,5	125	105	101	139	139	141	135	150
ledningssevne, % 20°, ohm ⁻¹ · cm · 10 ⁶	30/3	61,3	134	109	101	145	133	128	134	136
	31/3	59,7	133	109	103	132	134	134	138	136
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	29/3	2,2	9,0	2,6	0,28	10,0	10,0	10,0	31,0	41,0
	30/3	2,1	9,4	2,5	0,77	9,7	9,5	10,0	36,0	39,0
	31/3	2,2	10,0	2,2	0,68	10,0	11,5	12,0	38,0	36,0
Permanganat- tall, mg O/l	29/3	5,1	106	2,8	2,7	124	126	130	125	133
	30/3	5,7	144	3,7	2,2	147	106	145	132	158
	31/3	5,5	137	3,7	3,0	121	122	123	143	133
Fenol, mg/l	29/3					3,0	3,0	3,2	3,0	3,0
Kopper, mg/l	29/3					0,12	0,14	0,12	0,09	0,06

Tabell 9.

Analyseresultater av blandprøver fra korttidsundersøkelsen.

St.	Nitrat mg $\text{NO}_3/1$	Hydrolyser- bar fosfat mg $\text{PO}_4/1$	B.F.A. x) mg N/1	Fenol mg $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}/1$	Kopper mg Cu/1	Slam- tall
1	0,74	0,08	0,24			
2	2,3	0,07	0,12			
3	1,9	0,17	0,35			
4	2,0	0,09	0,26			
5	2,2	0,05	0,42			
6	2,2	0,08	0,23			
7	2,3	0,22	0,36			
8	2,9	0,15	0,46			4,5
9	0,97	0,05	0,31			
10	3,2	0,10	0,46			8,0
11	9,0	0,14	4,6			45
12	9,0	0,24	0,53			2,8
12B	9,0	0,11	0,31			
13	9,0	0,20	4,5	3,0	0,10	64
14	7,5	0,22	4,3	3,1	0,06	76
15	7,0	0,17	4,1	2,5	0,09	72
16	7,5	0,23	4,3	2,7	0,13	128
17	7,5	0,24	4,2	2,6	0,15	122

x) Bundet og fri ammonium.

Tabell 10.

Analyseresultater av enkeltprøver den 5/7 - 1960.

St.	pH	Ledn. evne. $\cdot 10^{-6}$ % 20	Farge mg Ft/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Permanganat-tall mg O/l	Kalium-bikromattall mg O/l	Fenol C ₆ H ₅ OH/l	Kopper mg Cu/l
1	6,2	20,4	31	0,7	5,4	15,0	0,25	< 0,05
2	6,8	52,2	20	0,9	3,9	12,3	0,14	< 0,05
3	7,0	60,7	26	1,0	4,2	11,9	0,14	< 0,05
4	7,1	72,0	35	3,0	5,1	14,2	0,14	< 0,05
5	7,2	88,6	44	2,9	5,9	13,5	0,16	< 0,05
6	7,3	86,5	44	3,4	5,9	15,3	0,17	< 0,05
7	7,4	101	52	3,7	6,9	14,2	0,20	< 0,05
8	7,3	98,0	50	4,2	6,6	13,7	0,20	< 0,05
9	6,0	20,5	53	1,1	7,3	21,6	0,26	< 0,05
10	7,3	88,6	54	3,8	7,1	27,7	0,18	< 0,05
11	6,5	119	136	10	35,5	63,7	0,64	< 0,05
12	7,0	70,7	53	2,8	6,2	7,2	0,21	< 0,05
12B	7,2	67,5	58	4,0	7,2	15,9	0,25	< 0,05
13	6,7	105	120	9,6	22,0	67,5	0,48	0,12
14	6,9	108	120	9,2	22,3	39,5	0,46	0,21
15	7,1	110	123	10	18,7	39,8	0,44	0,05
16	7,0	108	170	14	24,1	91,5	0,51	0,06
17	6,9	107	170	15	21,5	63,7	0,48	0,08

Tabell 11.

Analyseresultater av enkeltprøver den 16/9 - 1960.

St.	pH	Ledn. evne. 10^{-6} % 20°	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO_2/l	Permanganat-tall mg O/l	Kalium-bikromattall mg O/l	Penol mg C_6H_5OH/l
1	6,6	20,2	44	1,0	6,1	13,0	0,19
2	7,4	52,6	33	1,0	4,6	9,7	0,11
3	7,4	54,5	34	1,1	4,5	7,8	0,11
4	7,4	57,5	33	1,0	4,3	8,7	0,10
5	7,5	66,3	35	1,1	4,5	9,7	0,11
6	7,6	66,3	36	1,3	4,4	8,7	0,10
7	7,7	80,4	45	3,0	4,9	3,9	0,10
8	7,6	79,1	44	3,5	5,2	21,2	0,11
9	6,8	23,7	68	1,4	8,7	5,8	0,25
10	7,6	77,4	48	2,8	5,2	48,2	0,13
11	3,6	398	438	37,4	780	1520	16,2
12	7,5	89,7	37	1,6	4,1	4,2	0,07
13	4,3	239	870	131,6	468	927	10,0
14	4,4	228	628	102,5	419	836	9,1
15	4,4	230	602	87,5	435	813	7,5
16	4,4	227	822	85,8	446	866	7,5
17	4,4	227	780	85,8	449	856	9,0

Tabell 12.

Analyseresultater av enkeltprøver den 27/1 - 1961.

St.	pH	Ledn. evne. 10^{-6} % 20°C	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Permanganat-tall mg C/l	Kalium-bikromat-tall mg C/l	Nutsjtall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l
1	6,4	20,9	0,5	6,2	22,0	-	4,8
2	7,2	48,4	0,7	4,6	18,4	-	12,5
3	7,1	49,0	0,7	4,8	14,6	-	12,4
4	7,2	51,0	0,7	5,0	11,0	-	12,7
5	7,3	54,5	0,8	4,9	18,4	-	13,8
6	7,2	54,5	0,8	4,7	18,4	-	14,0
7	7,3	60,3	1,5	4,9	14,6	-	15,3
8	-	-	-	-	-	-	-
9	9,2	37,6	1,3	8,6	22,0	-	13,6
10	7,1	56,5	0,8	5,2	18,4	7,35	14,5
11	4,5	151	12,0	101	231	29,7	22,7
12	7,2	91,0	2,0	2,9	11,0	-	20,9
13	4,6	172	9,6	276	524	23,1	20,6
14	4,2	218	14,0	359	648	39,7	23,8
15	4,2	218	13,0	352	623	45,3	23,5
16	5,1	149	66,5	266	454	110,0	23,0
17	5,2	136	49,3	146	368	35,5	20,7

TABELL 13.

Koliforme bakterier i Hunnselva i 1960.

Dato	31/3	1/4	5/7	5/8	16/9
Stasjon					
1	1 - 0		4		45
2	51 - 36		205	82	490
3		1855	1190		5200
4		665	600		520
5		5800	7800	2625	7650
6	1185	870	4900		5900
7	100	6600	52000		23000
8		50	18100	864	14000
9	7 - 11		102		180
10		6200	2700		6300
11		9850	3260		120
12		22700	3700		26000
12B	239	308	900		
13		9450	5900		12700
14		5650	7900		6800
15		5450	11500		6800
16		18360	47000		16300
17		48000	8750		56000

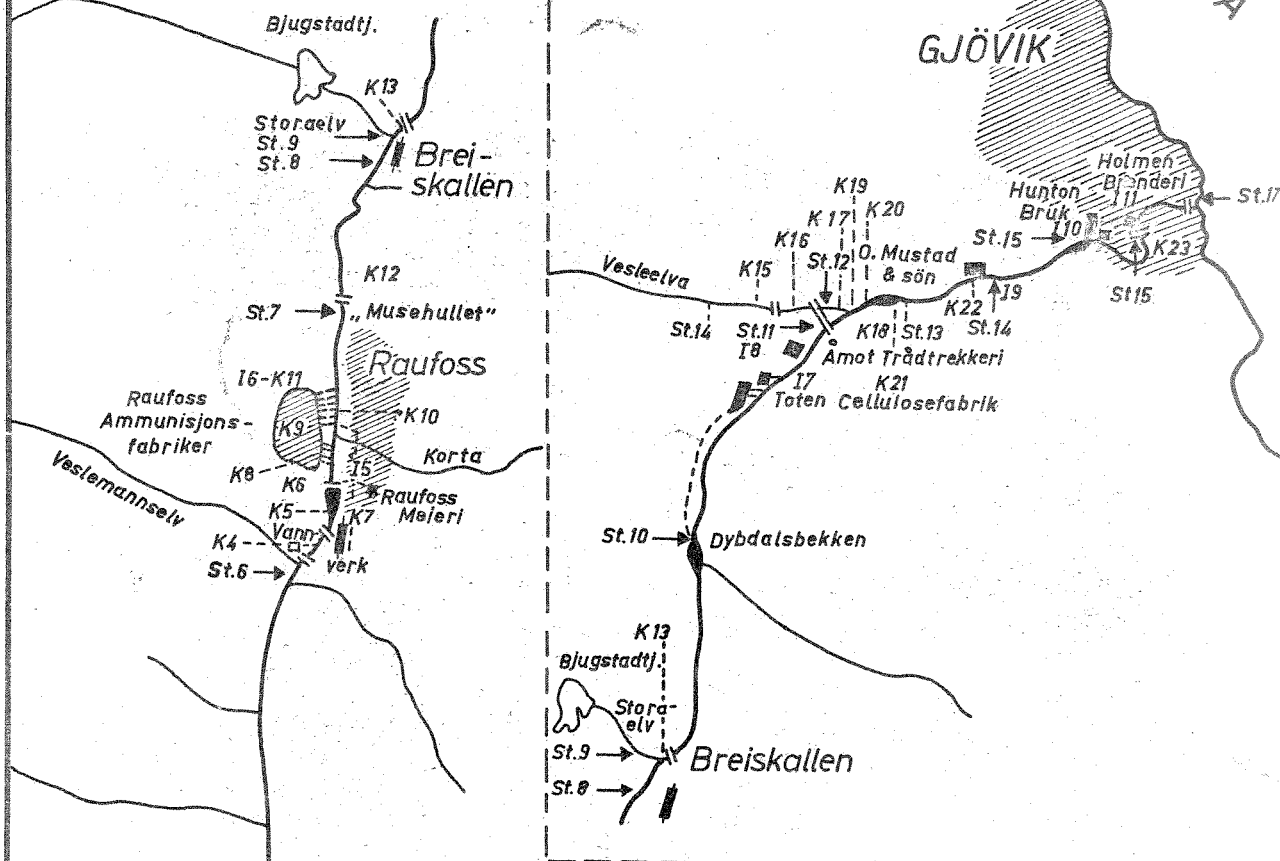
TABELL 14.

Kimtall i Munnselva i 1960.

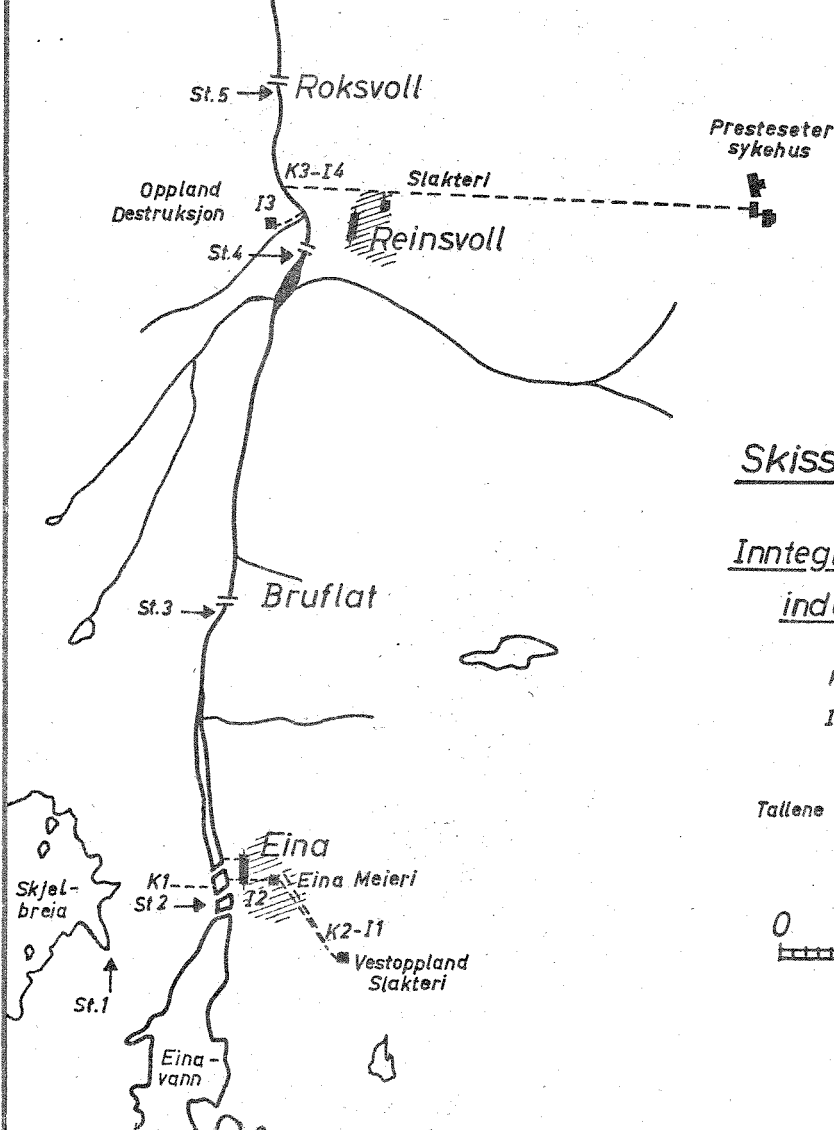
Antall pr. ml.

Dato Stasjon	31/3	1/4	5/7	5/8	16/9
1	5		180		40
2				58	60
3		270	2500		520
4					350
5				1368	1910
6	637		4000		1890
7	285		25000		7800
8				612	5520
9	70		350		180
10					1576
11		950			390
12		4280	5000		2832
12B			1600		
13		1350			1410
14					2690
15		2483			
16					302
17		8285			500

fra Skumsjön



0-155.



Skisse over Hunnselva.

Inntegnet tillöp av kloakker og industrielt avfallsvann.

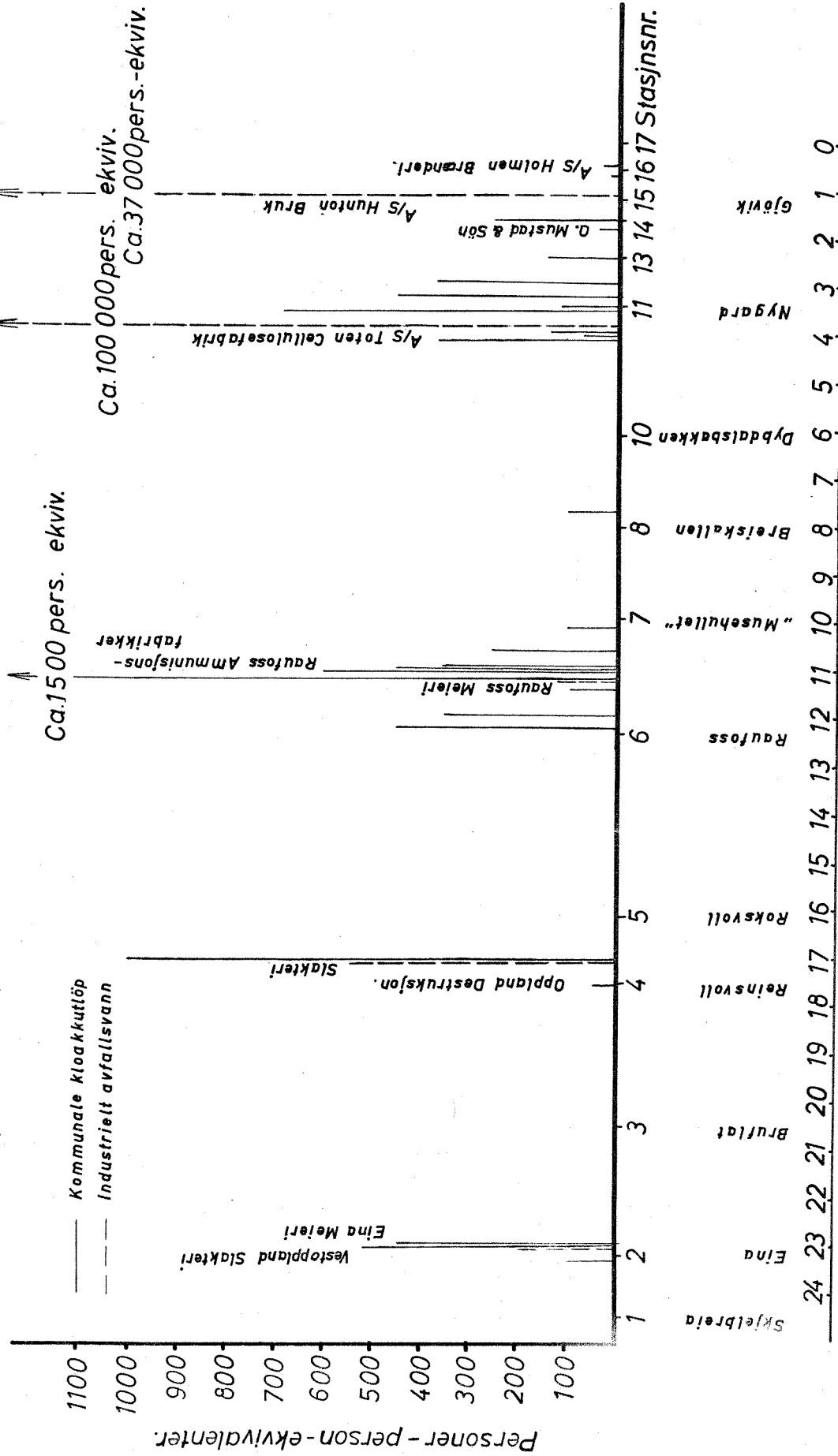
- K = Kloakktillöp
- I = Tillöp av avfallsvann fra bedrifter

Tallene angir nummer i tabellene 1 og 2.

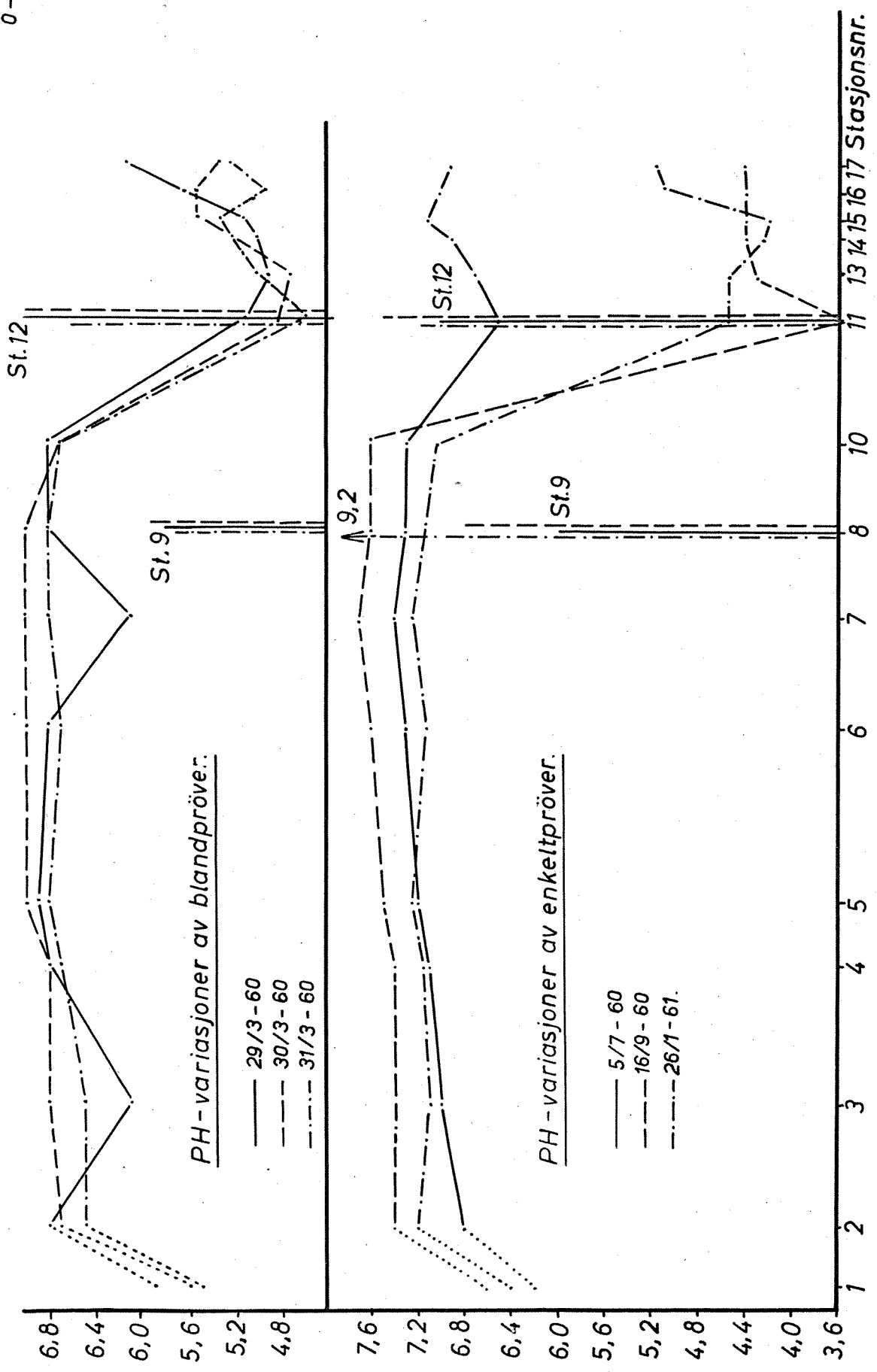


Utslipp i Hunnselva satt opp som personekvivalenter.

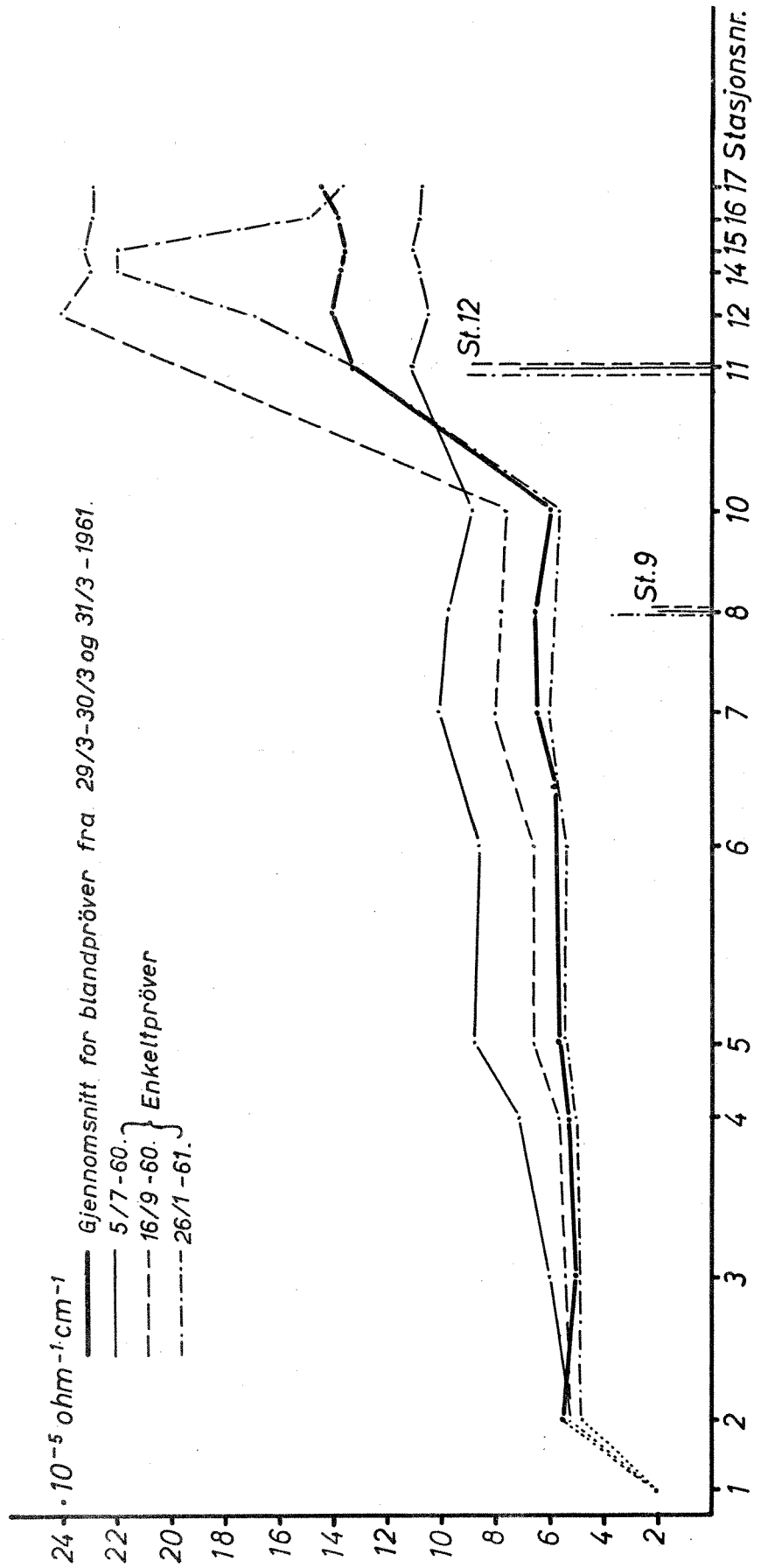
0-155.



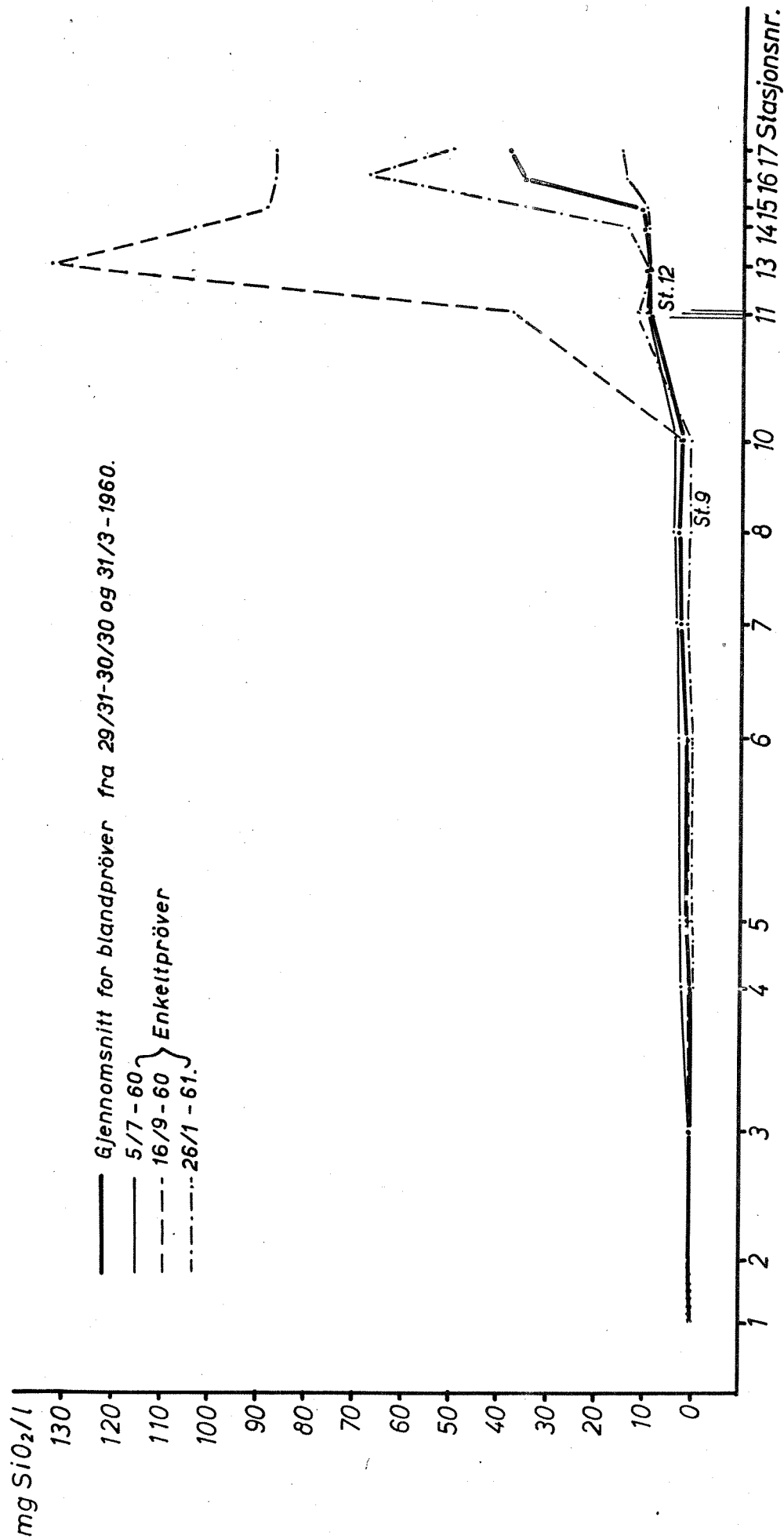
Avstand fra utløp i Mjøsa i km.



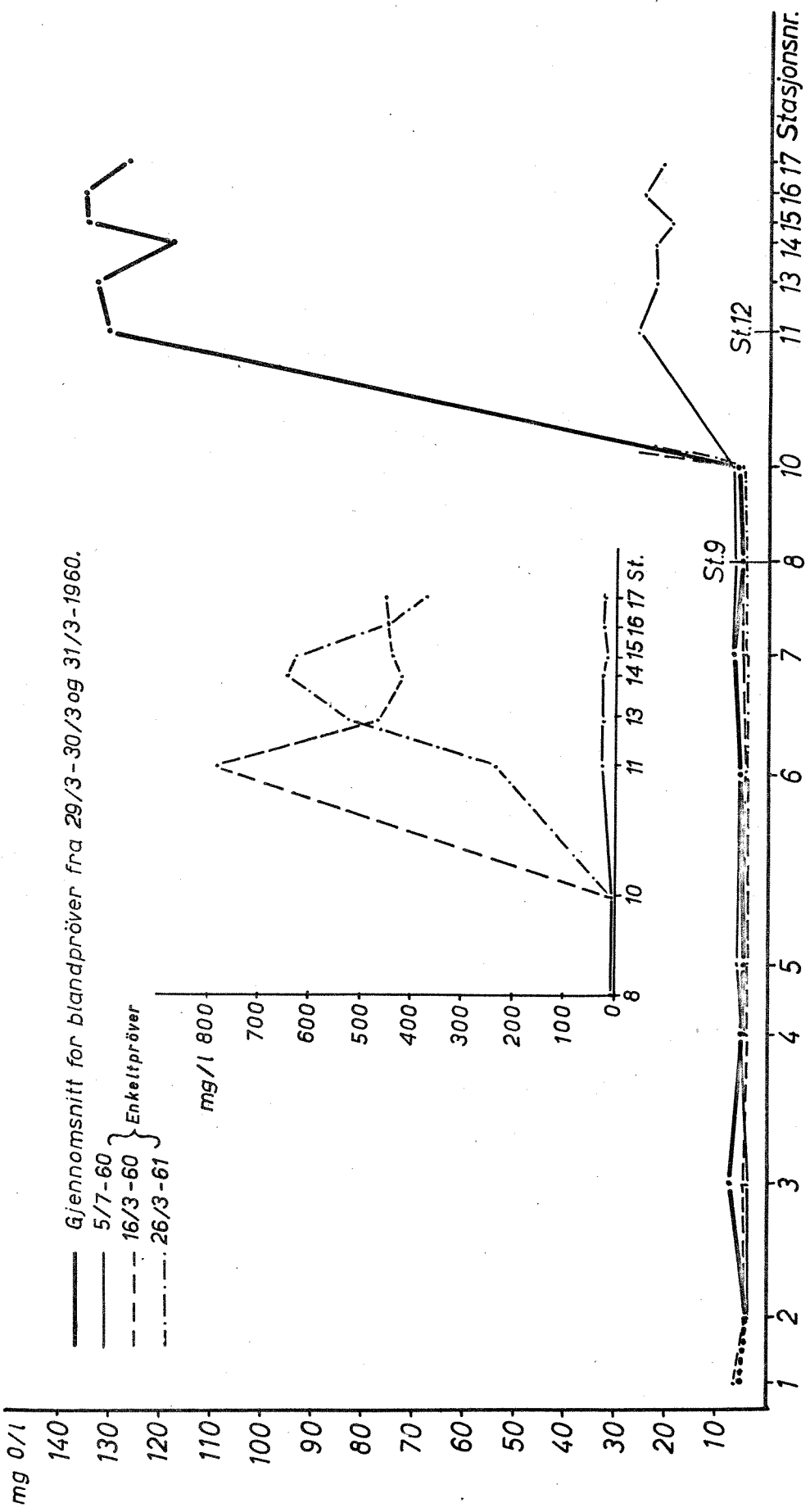
Ledningsevne.



Turbiditet.

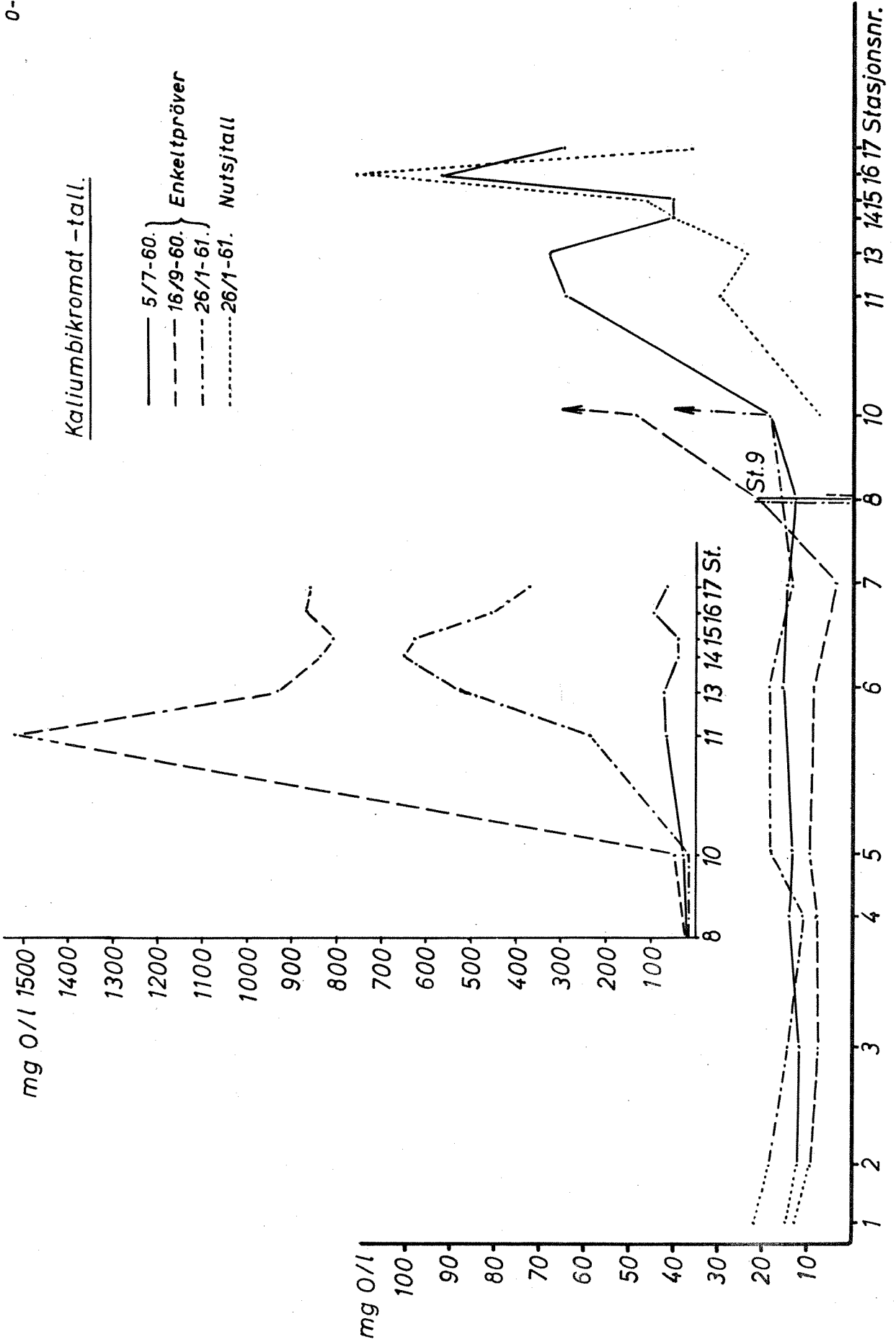


Permanganat-tall.



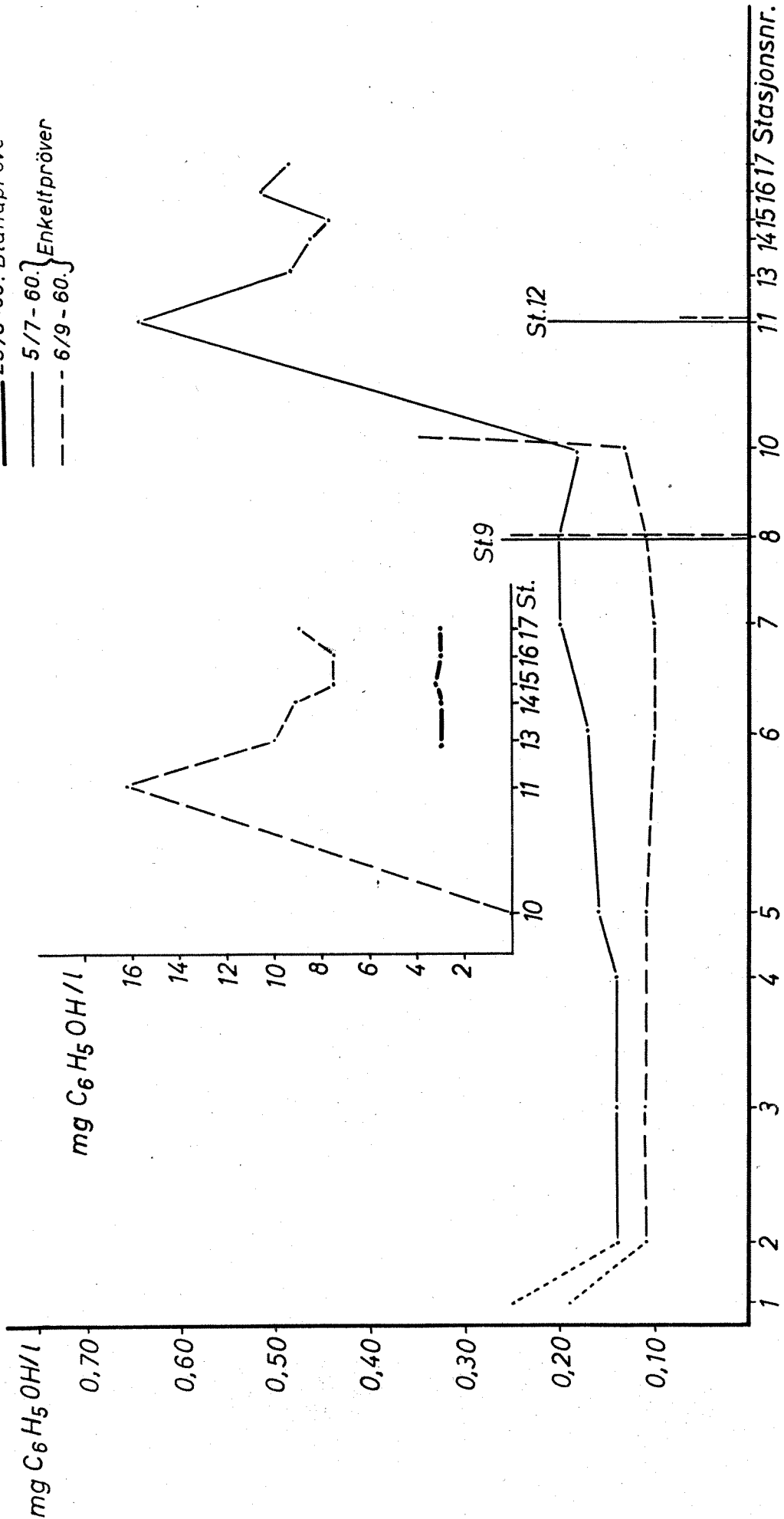
Kaliumbikromat - tall.

- 5/7-60. } Enkelprøver
- - - 16/9-60. }
- · - · - 26/1-61. }
- 26/1-61. Nutstall

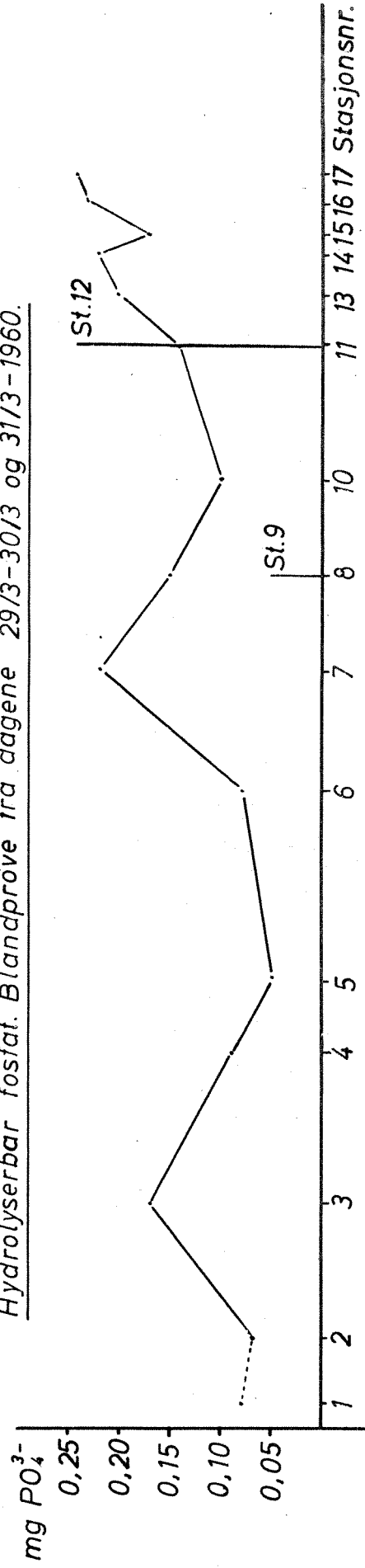


Fenol.

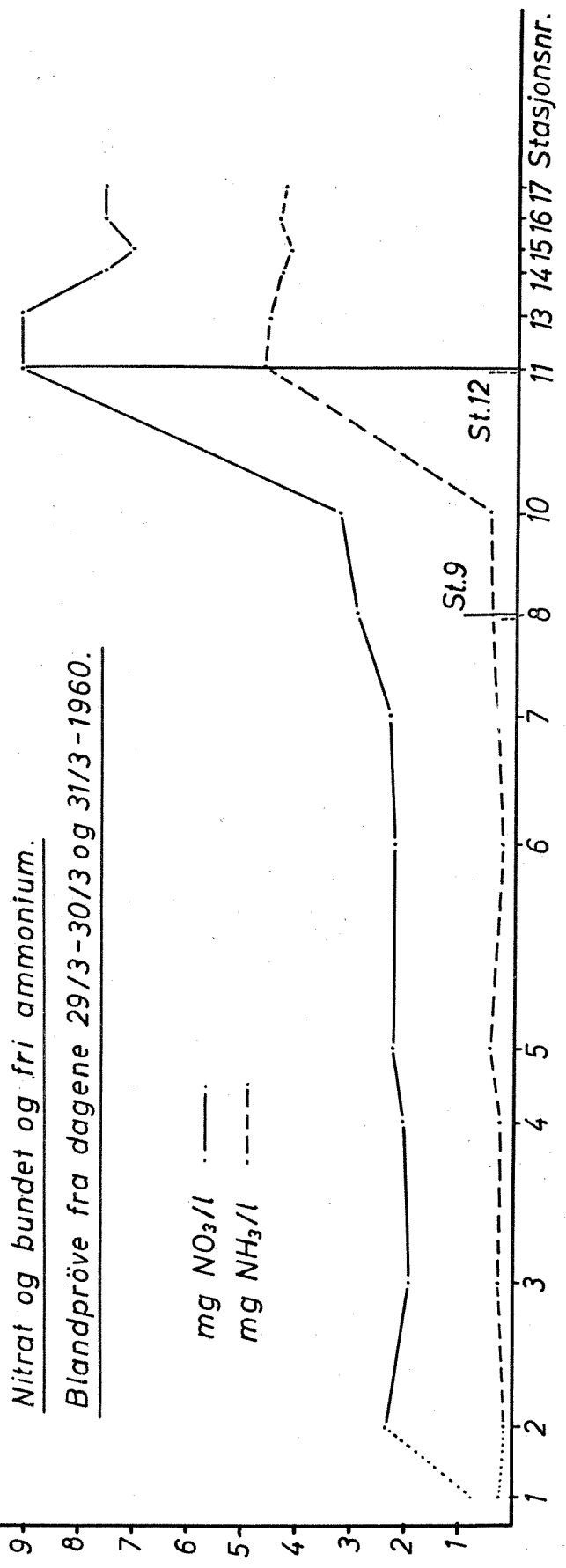
— 29/3-60. Blandpröve
 — 5/7-60. } Enkeltpröver
 - - - 6/9-60. }



Hydrolyserbar fosfat. Blandprøve fra dagene 29/3-30/3 og 31/3-1960.

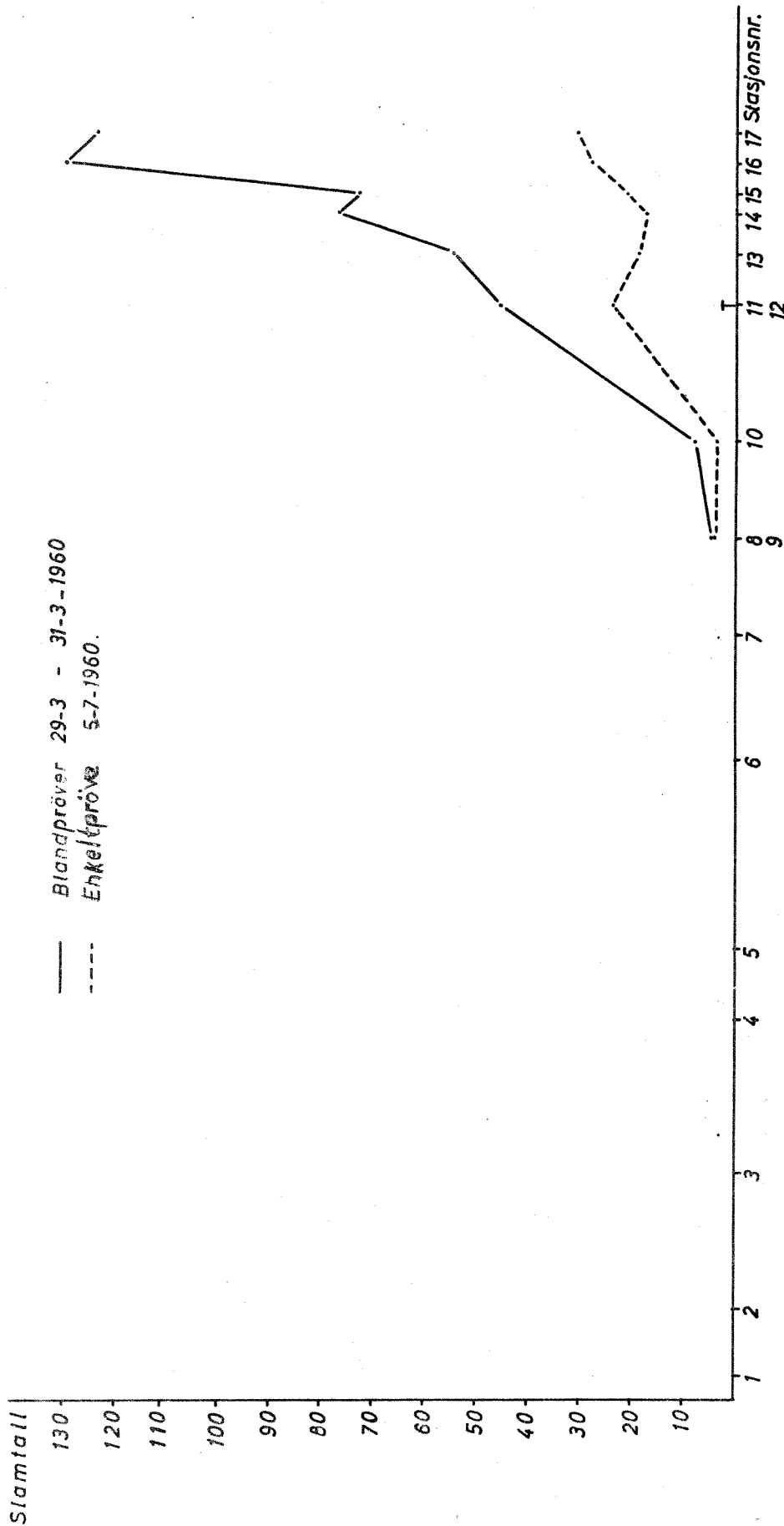


Nitrat og bundet og fri ammonium. Blandprøve fra dagene 29/3-30/3 og 31/3-1960.



Hunnselva.

Slamtall.



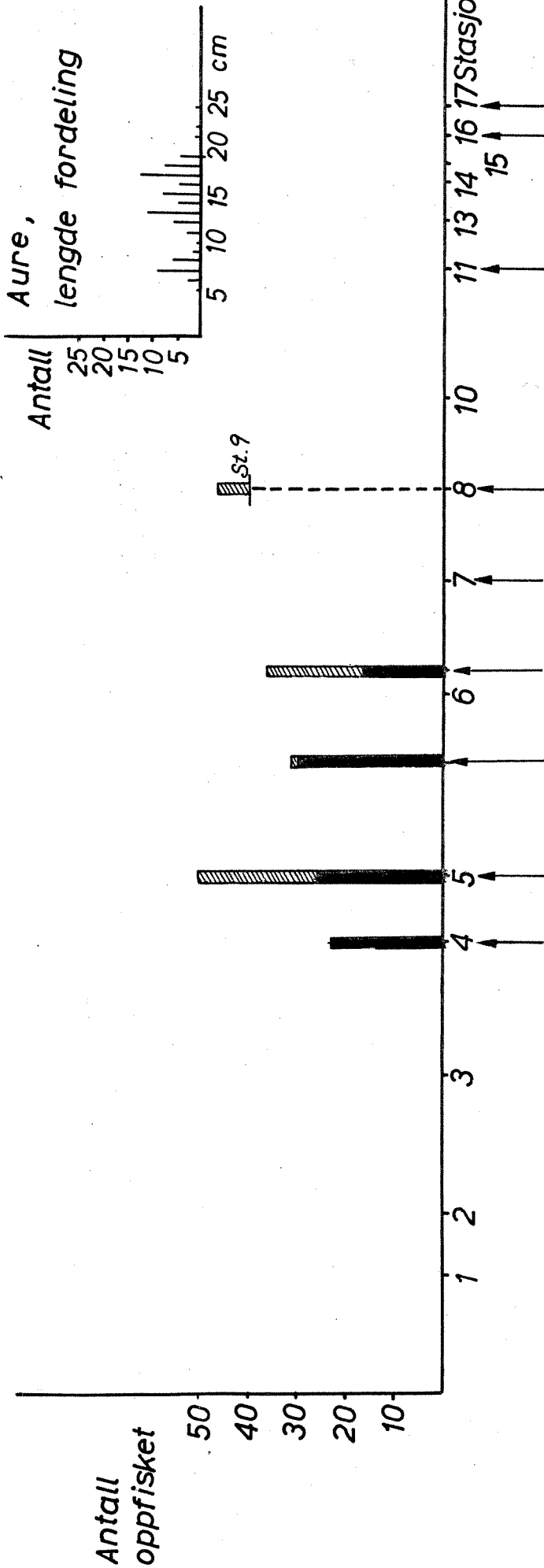
Undersökelse av fiskebestand i Hunnselva.

Fiske med el. apparat
28-29/11-1960 1/2 times
perioder.

A

- - Aure (*Salmo trutta* L.)
- ▨ - Örekyt (*Phoxinus aphyus* L.)

B



Pilene angir lokaliteten hvor det ble fisket.