

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 348.

Undersøkelse av
forurensningssituasjonen i Ådalselva,

Randselva og Storelva

1963 - 1964.

Saksbehandlere: Cand.real. B. Bergmann-Paulsen,
fra 1/1 1965: Cand.real. R.T. Arnesen.

Rapporten avsluttet mars 1965.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

Side:

1.	INNILEDNING.	7
2.	TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG BESKRIVELSER AV VASSDRAGENE.	8
	Litteraturliste.	10
3.	GENERELLE OPPLYSNINGER OM VASSDRAGENE OG INNSJØENE.	16
	3.1. Innsjøers hydrografi.	16
	3.2. Sperillen og Ådalselva.	16
	3.3. Randsfjorden og Randselva.	18
	3.4. Storelva.	19
	3.5. Tyrifjorden.	19
4.	UTSLIPP AV KLOAKK- OG INDUSTRIELT AVLØPSVANN OG VIRKNINGENE AV DETTE.	21
	4.1. Kloakkutslipp.	21
	4.1.a. Generelt om virkningen.	21
	4.1.b. Kloakkutslipp i Ådalselva.	23
	4.1.c. Kloakkutslipp i Randselva.	23
	4.1.d. Kloakkutslipp i Storelva.	24
	4.2. Utslipp av industrielt avløpsvann.	24
	4.2.a. Generelt om virkningen.	24
5.	FYSISK-KJEMISKE UNDERSØKELSER.	27
	5.1. Prøvetaking og stasjonsplassering.	27
	5.2. Korttidsundersøkelsen.	28
	5.2.a. Prøvetaking.	28
	5.2.b. Utførte analyser.	29
	5.3. Spredte undersøkelser.	34
	5.3.a. 12 - 13/6 1962.	34
	5.3.b. 7/6, 21/6 og 27/9 1963.	36
	5.4. Diskusjon av fysisk-kjemiske analyseresultater.	36

	Side:
6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER.	41
6.1. Generelt. Feltarbeide. Stasjonsplassering.	41
6.2. Elvenes benthos.	43
6.2.1. Ådalselva.	44
6.2.2. Randselva.	48
6.2.3. Storelva.	50
6.3. Erfaringer med begroingsforsøk.	53
6.4. Sestonundersøkelse.	54
6.5. Fiskeribiologiske undersøkelser.	58
6.5.1. Fiskeartene, deres forekomst og betydning.	58
6.5.2. Fisket i Ådalselva.	60
6.5.3. Fisket i Storelva - Randselva.	60
6.5.4. Forurensningens virkning på fisket og fiske- bestanden.	62
6.5.4.a. Forurensningens innvirkning på fiskebestandens størrelse og sammensetning.	63
6.5.4.b. Forurensningens virkning på fiskens nytteverdi.	72
6.5.4.c. Forurensningens virkning på ut- øvelsen av fisket.	74
6.6. Diskusjon av de biologiske undersøkelser.	77
7. UNDERSØKELSER AV COLIFORME BAKTERIER OG KIMTALL.	80
8. SAMMENFATTENDE DISKUSJON.	82
9. VIDERE UNDERSØKELSER.	85
10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.	86

TABELLFORTEGNELSE:

Side:

1.	Morfologiske og hydrologiske data for Sperillen.	17
2.	Morfologiske og hydrologiske data for Randsfjorden.	18
3.	Morfologiske og hydrologiske data for Tyrifjorden, Holsfjorden og Steinsfjorden.	20
4.	Værforhold på Eggemoen 19 - 21/6 1964.	34
5.	Stasjoner for materialinnsamling ved de biologiske undersøkelsene.	42
6.	Skala for subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst av organismer.	44
7.	Oversikt over bearbeidede benthosprøver.	44
8.	Ådalselva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.	44
9.	Ådalselva. Karakteristiske arter i organismsamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.	48
10.	Randselva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.	48
11.	Randselva. Karakteristiske arter i organismsamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.	50
12.	Storelva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.	50
13.	Storelva. Karakteristiske arter i organismsamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.	52
14.	Resultat av mikroskopisk bearbeidelse av håvtrekk.	54
15.	Fiskearter, rundmunner og kreps i Storelva, Randselva og Ådalselva.	58
16.	Midlere og maksimale konsentrasjoner av sulfitt i Ådalselva og Otra.	65
17.	Karakteristiske arter i organismsamfunnene. Systematisk oversikt.	79

18.	Stasjonsplassering i Ådalselva, Randselva og Storelva.	87
19.	Utslipp i Randselva.	88
20.	Utslipp i Ådalselva.	89
21.	Utslipp i Storelva.	90
22.	Analyseresultater av blandprøver innhentet 19/6 1963.	91
23.	Analyseresultater av blandprøver innhentet 20/6 1963.	92
24.	Analyseresultater av blandprøver innhentet 21/6 1963.	93
25.	Gjennomsnitt av analyseresultatene av blandprøver innhentet 19., 20. og 21. juni 1963.	94
26.	Elvenes organismeliv. Resultatet av feltundersøkelsen sommeren og høsten 1963.	95
27.	Resultater av bakteriologiske undersøkelser i Randselva, Ådalselva, Storelva, innhentet 21/6 1963.	100
28.	Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver innhentet 12 - 13/6 1962.	102
29.	Randsfjorden. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver innhentet 18/6 1963.	103
30.	Sperillen. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver innhentet 19/6 1963.	104
31.	Randsfjorden. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver innhentet 11/9 1963.	105
32.	Analyseresultater av vannprøver fra Dramselvas utløp ved Vikersund 1959, Holsfjorden 1961.	106

FIGURFORTEGNELSE:

1.	Oversiktsskisse av vassdragene.	12
2.	Skisse av Randselva og Storelva med stasjonsplassering.	13
3.	Skisse av Ådalselva med stasjonsplassering.	14
4.	Stasjonsplassering, avstandsskala og lengdeprofiler.	15

	Side:
5. Utslippsteder i Randselva, Storelva og Ådalselva.	22
6. Resultater av korttidsundersøkelsene I	30
7. - " - II	31
8. - " - III	32
9. - " - IV	33
10. Resultater av enkeltprøver fra 12 - 13/6 1962.	35
11. - " - " 7/6, 21/6 og 27/9 1963.	37
12. Begroing på hjertetjonnaks i Ådalselva ovenfor Hønefossen.	46
13. Bunnbelegget i Ådalselva.	47
14. Frafiltrerbar substans i elvevannet på membranfiltere.	57
15. Gjennomsnittlig levetid for yngel av laks i forskjellige konsentrasjoner av sulfitavlut i vann fra Otra.	67
16. Gjennomsnittlig levetid for yngel av laks i forskjellige konsentrasjoner av sulfitavlut i vann fra Ådalselva og Otra.	69
17. pH i vann fra Otra, Ådalselva og Randselva ved tilsetting av forskjellige mengder sulfitavlut.	70a
18. Fotografi av ruse som har stått i Storelva ved Slepa (1938).	76
19. Samme ruse sett fra åpningen (1938).	76

1. INILEDNING.

I 1961 tok distriktslegen på Ringerike, H.Th. Sandberg, opp spørsmålet om en undersøkelse og vurdering av Storelva som resipient. Opprinnelig var det beregnet å foreta en begrenset undersøkelse av Storelva for Hønefoss og Norderhov kommuner som tilsammen bevilget kr. 15.000,- til dette formål.

Etter en nærmere vurdering fremholdt instituttet at vassdrags-systemene på Ringerike burde sees i sammenheng, og at det var ønskelig at undersøkelsen skulle omfatte elvene mellom de tre innsjøene Randsfjorden, Sperillen og Tyrifjorden. En slik undersøkelse vil ha betydning for områdeplanleggingen på Ringerike når blant annet vannforsynings- og kloakkeringsproblemer for nye tettbebyggelser og industrisentra må vurderes. Fra A/C Follum Fabrikker, Forsvarets Bygningstjeneste, Hønefoss kommune, Jevnaker kommune, Norderhov kommune og Ådal kommune ble det ialt bevilget kr. 38.000,-. Selv om NIVA har kunnet anvende forskningsmidler i en viss utstrekning måtte det settes en streng ramme for arbeidet. Det var blant annet ikke mulig å gjennomføre målinger i Tyrifjorden.

Oppdragsgiverne støttet også vårt arbeide direkte med opplysninger og ved å stille mannskap til tjeneste ved prøvetakingene. Vi vil takke for behagelig og effektivt samarbeide.

Undersøkelsens formål var å gi en beskrivelse av fysiske, kjemiske og biologiske forhold i vassdragssystemet. I den grad det kunne påvises tydelig forurensningspåvirkning, skulle disse settes i forbindelse med utslipp og tilførsel av forurensninger fra boliger, industri og landbruk.

Resultatet av undersøkelsen bør være med på å danne utgangspunkt for:

1. Vurdering av vassdragets brukbarhet for de interesser som idag knytter seg til vassdraget.
2. Vurdering av vassdragets rolle for den fremtidige utvikling på Ringerike, spesielt i forbindelse med utarbeidelse av generalplan og disponering av arealene for forskjellige formål.

Den videre utvikling i området vil øke påvirkningen av vassdraget, og ønsket om å utnytte vannforekomstene i stigende

utstrekning vil medføre at det senere blir behov for fortsatte studier av elvene og innsjøene i området. Vi håper at denne rapport vil kunne danne et utgangspunkt for å følge utviklingen som forholdene i vassdragssystemet gjennomløper på grunn av den allsidige bruk distriktene gjør av vannforekomstene.

Mens undersøkelsen har pågått, er storkommunen Ringerike blitt dannet. I rapporten er imidlertid de tidligere kommunene omtalt under stedsbeskrivelsene.

2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG BESKRIVELSER AV VASSDRAGENE.

De interessante naturhistoriske fenomener som knytter seg til landskapet på Ringerike gjør at det foreligger relativt omfattende litteratur som også behandler forhold i vannforekomstene. Det har imidlertid ikke tidligere vært utført undersøkelser som har hatt som målsetting å vurdere vassdragenes tilstand med hensyn til forurensning. I det følgende skal noen viktige arbeider som har interesse i sammenheng med vår vassdragsundersøkelse nevnes.

Vassdragene blir behandlet i Ivar Wiels beskrivelse av Ringerike fra 1743 (Wiel 1802 - 1805, sidene 110 - 192). Det foreligger her generelle opplysninger om elvene og innsjøene i det aktuelle området. Mer detaljert er omtalen av de fiskearter som fantes i de ulike deler av vassdragene, og det fisket som foregikk. Beskrivelsen har i første rekke kulturhistorisk interesse.

Geografiske opplysninger om vassdragssystemene på Ringerike er tatt med i amtsbeskrivelsen av Buskerud (Vibe 1895). Om forholdene i vassdragene er det særlig kommentarene til fisket som har interesse i denne sammenheng. I det følgende hentes to sitater fra Vibes beskrivelse (l.c., sidene 173 og 186):

"Der fiskes i Aadalen ørret, røie, sik, abor, og karudser. Elvene og vandene er noksaa godt forsynet med fisk. Ørretten i Sperillen er stor; men den er ikke tilstede i nogen betydelig mængde. Det bedste fiske var tidligere i oset ved Aadalselvns udløb af Sperillen; men dette skal have minket efter en regulering af elven, som fandt sted i anledning af dampskibsfarten. Nu skal det bedste fiske være i den nordlige del af vandet."

"Vandene og elvene paa Ringerike er fiskerige. Dette skyldes for en ikke ringe del de alvorlige bestræbelser, som kommunerne har gjort for at verne om fisket og sørge for fiskeformeringen. Hole og Ringerikes fiskeriforening slipper således hvert aar ud 100.000 sikyngel og 60.000 ørrettyngel. Den fisk, som faaes paa Ringerike, specielt i Tyrifjorden, er sik, brasen, abor, gjedde, røie, kolmund og ørret; navnlig skal siken være udmerket. En fortrinlig agnfisk er krøkle, der findes i Tyrifjorden og gaar op i Soknedalselven. Den omtales allerede af Jonas Ramus i 1720 i hans "Norges Beskrivelse". I Stensfjorden findes der en overflod af usedvanlig stor og god krebs.

Blandt andre vande, der udmerker sig som gode fiskevand, kan Øiangen vand paa Krogsbogen nævnes. Her findes sik paa 4 kg. og mere. Også karuds findes hyppig i fiskevandene i Norderhov. Selv i det lille, grunde vann ved Jueren skal der gaa gjedde, brasen og abor."

Fiskeforekomstene i vassdragene på Ringerike har vært utnyttet av distriktets befolkning, og det er interessant å konstatere at kommunene så tidlig som før århundreskiftet bevisst gikk inn for å beskytte verdiene som knytter seg til vassdragene.

I 1927 ble Randsfjorden og Steinsfjorden undersøkt i sammenheng med en regional undersøkelse av innsjøer i Øst-Norge (Braarud et al. 1928, sidene 13 - 16). Det er resultatene av bestemmelser av temperatur, oksygen, pH og planktonforekomstene ved en prøvetaking i august som foreligger.

Sommeren 1930 ble det gjort en limnologisk undersøkelse av Holsfjorden og Steinsfjorden (Strøm 1932, sidene 1 - 84). I dette arbeidet er det samlet en rekke verdifulle informasjoner om innsjøene, deres hydrografi og det biologiske forhold. Tyrifjorden er videre behandlet i sammenheng med studiet av limnologiske problemstillinger (Strøm 1933, 1938 og 1946).

Vegetasjonsforholdene i Steinsfjorden er undersøkt ved en botanisk feltundersøkelse i 1936 - 1938 (Baardseth 1943, sidene 9 - 47). Det er utarbeidet en detaljert floraliste for innsjøen, og de biologiske forhold blir diskutert på bakgrunn av Samuelsons klassifisering av innsjøer etter botaniske prinsipper.

Fiskeribiologiske opplysninger om vassdragene er sparsomme, det kan vises til et grunnleggende arbeid (Huitfeldt-Kaas 1918) og en artikkel som behandler gjeddass innvandring i Randsfjord - Tyrifjord-vassdraget (Elgmork 1956). En undersøkelse av sikstammene i Randsfjorden ble utført i 1954 - 1959 (Enge 1959).

I spesiell sammenheng står et arbeid som behandler jordskader som følger vassdragsreguleringene i Randselva (Holmsen 1963).

Vår undersøkelse har nær tilknytning til tidligere undersøkelser av Dramselva (Schmidt-Nielsen et al. 1915, Norsk institutt for vannforskning 1961).

Litteraturliste.

Braarud, T., Føyn, B. og Gran, H.H.: Biologische Untersuchungen in einiger Seen des Östlichen Norwegens August - September 1927.

Avhandlinger utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Matem.-Naturvid. Klasse. No. 2., 1928.

Baardseth, E.: A study of the vegetation of Steinsfjord, Ringerike.

Nytt Magasin for Naturvidenskapene, Bind 83, Oslo 1943.

Elgmork, K.: Om gjeddass innvandring i Randsfjord - Tyrifjord-vassdraget.

Fauna, hefte 1, 1956.

Enge, K.: Om siken i Randsfjorden.

Fauna, årg. 12, hefte 3, 1959.

Holmsen, G.: Erfaringer om jordskade ved vassdragsreguleringer.

Universitetsforlaget, Oslo 1963.

Huitfeldt-Kaas, H.: Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen.
Kristiania 1918.

Norsk institutt for vannforskning: Undersøkelse av forurensningen i Dramselva i 1959.
Blindern 1961.

Schmidt-Nielsen, S. og Printz, H.: Drammenselvans Forurensning ved Trømme-, Cellulose- og Papirfabrikkerne 1911 og 1912.
Biologiske og Kemiske Undersøkelser paa Foranstaltning av Landbrugsdepartementet.
Kristiania 1915.

Strøm, K.M.: Tyrifjord. A Limnological Study.
Skr. Vidensk. Akad. Oslo 1, 1932, 3.

Strøm, K.M. Vernal Thermics of Lake Tyrifjord.
Avh. Vidensk.-Akad. Oslo 1, 1933, 10.

Strøm, K.M.: Limnological Notes 1 - 3.
Archiv for Matematik og Naturvidenskab. B. XLI.
Nr. 11, 1938.

Strøm, K.M.: The Ecological Niche.
Nature, Vol. 157, page 375, March 23, 1946.

Vibe, J.: Topografisk-Historisk Beskrivelse over Buskeruds Amt.
Norges Land og Folk, V. Buskeruds Amt.
Kristiania 1895.

Wiel, J.: Beskrivelse over Ringeriges og Hallingdals Fogderi, hvorudi findes anført dets Grændser, Situation, Storrelse, Vatsdrage, Skoug og Mark, Dyr, Fugle og Fiske, Mineralier, Naturalia

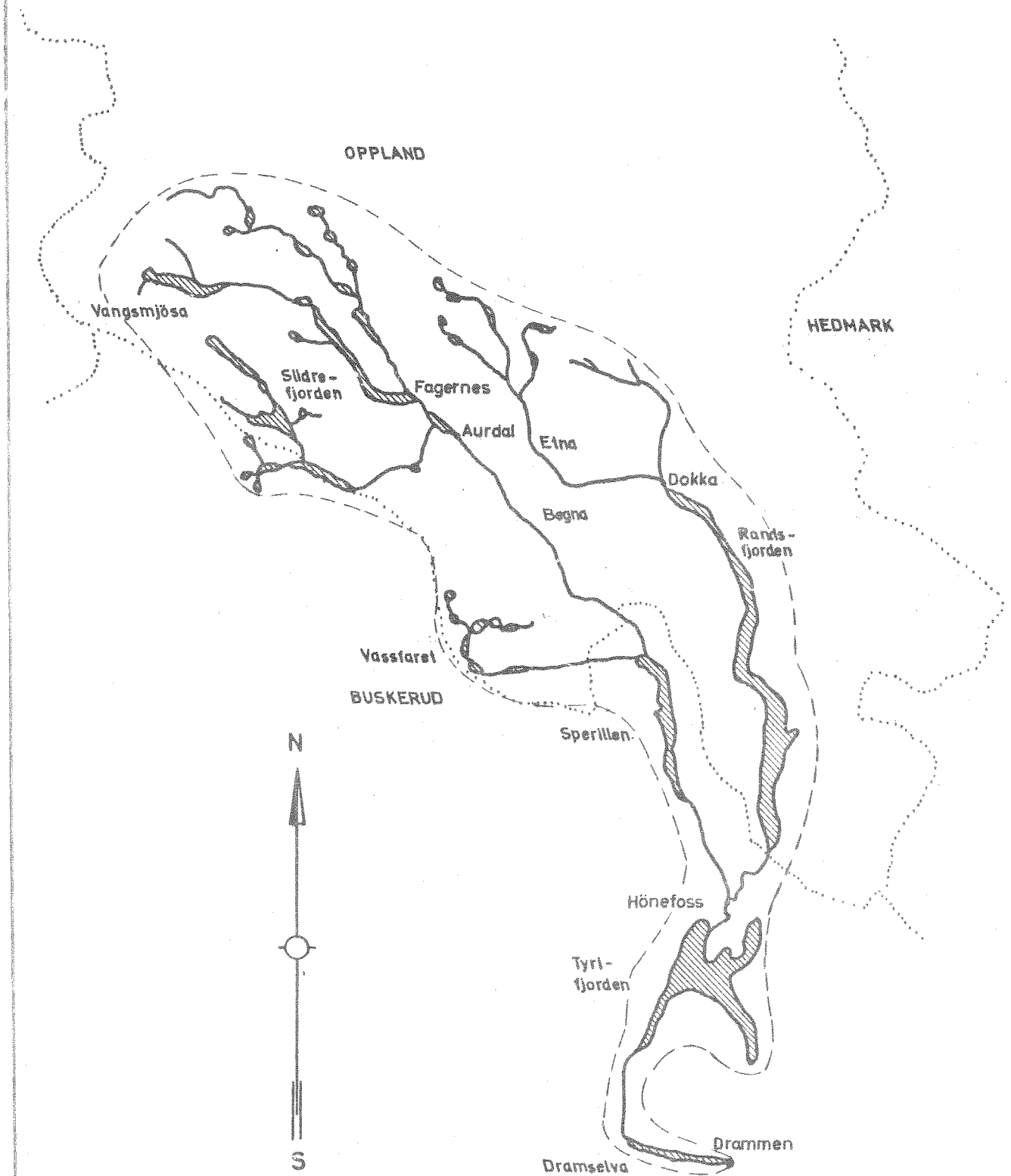


Fig.1

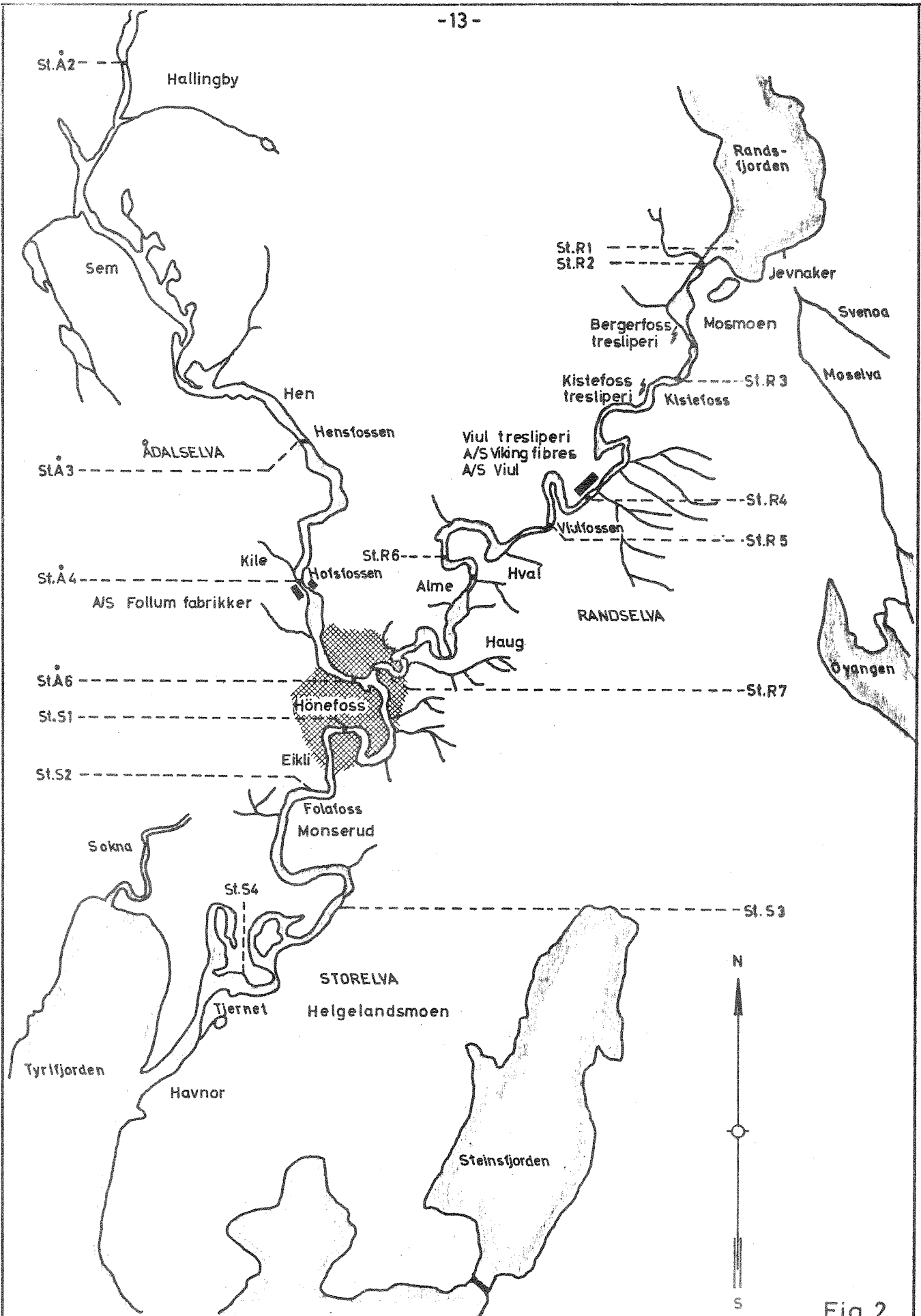


Fig. 2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING BLINDERN	Skisse av Randselva og Storelva med stasjonsplassering	M 1:100 000
		0-348 4394

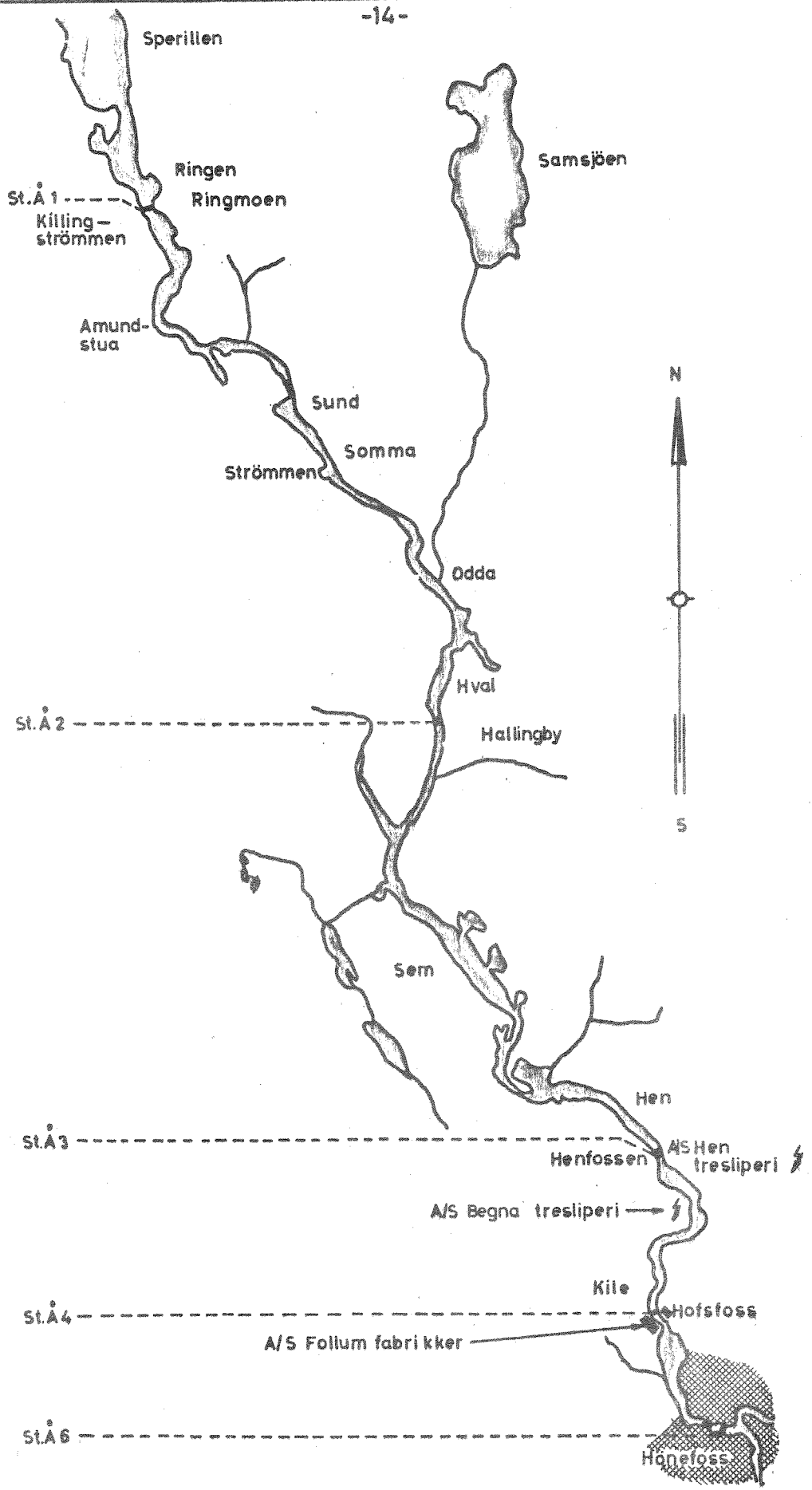
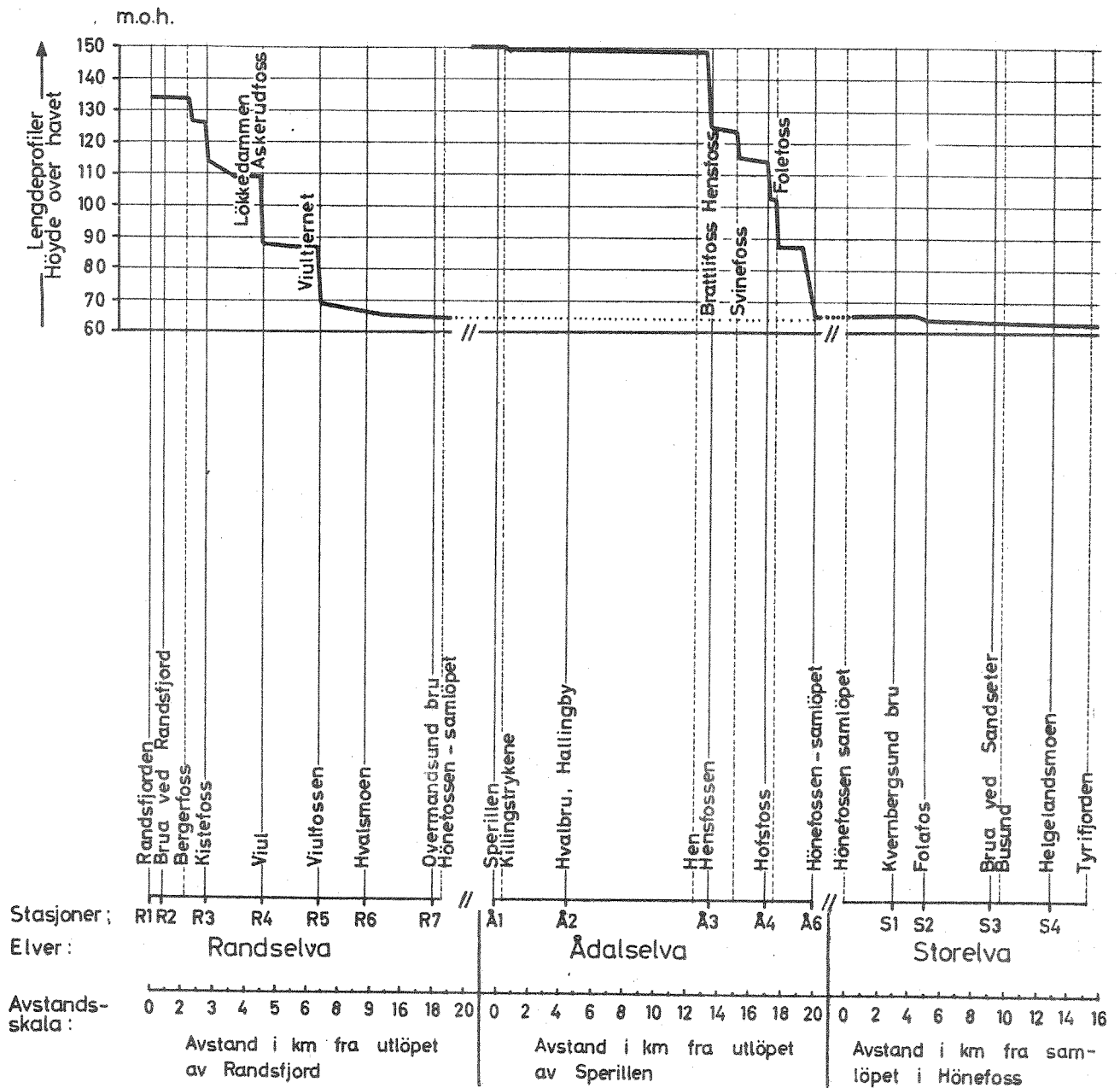


Fig. 3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING BLINDERN	Skisse av Ådalselva med stasjonsplassering.	M 1:100 000
		0-348 4393



og Antiquiteter, med videre, sammenskreven og forfattet, efter Ordre.

Topographisk Journal for Norge, Niende Bind, 30 - 32 Hefte, Christiania 1801 - 1805.

3. GENERELLE OPPLYSNINGER OM VASSDRAGENE OG INNSJØENE.

3.1. Innsjøers hydrografi.

I Norge gjennomløper vanligvis innsjøene 4 termiske perioder: vårfullsirkulasjonsperioden, sommerstagnasjonsperioden, høstfullsirkulasjonsperioden og vinterstagnasjonsperioden. I sirkulasjonsperiodene er vannmassene forholdsvis homogene med hensyn til temperatur og kjemiske forhold.

I stagnasjonsperiodene inntreer en stabil termisk sjiktning som en følge av at vannet har sin største tetthet ved ca. 4°C . Om vinteren er temperaturen i hele vannmassen lavere enn 4°C , men overflatevannet er kaldere og følgelig lettere enn vannmassene i dypet. Om sommeren er derimot overflatevannet betraktelig varmere og derfor lettere enn vannet i de dypere lag. Disse forskjellige vannmasser er vanligvis relativt skarpt atskilt og overgangslaget kalles gjerne sprangsjikt. Lagdelingen bevirker at i stagnasjonsperiodene strømmer vannet gjennom innsjøen i overflatelagene. Oppholdstiden for tilsigsvannet i innsjøene blir derfor betraktelig kortere i disse periodene. Den 18. og 19. juni lå sprangsjiktet både i Randsfjorden og Sperillen på ca. 9 - 10 meter. Men i løpet av sommeren ble sprangsjiktet arbeidet nedover i vannmassene. Den 11. september 1963 sirkulerte således vannmassene i Randsfjorden ned til ca. 13 m.

3.2. Sperillen og Ådalselva.

Sperillen og Ådalselva utgjør den nederste delen av Begnavassdraget. Begnavassdraget har sitt utspring i fjelltraktene øst for Filefjell og løper derfra sørøstover gjennom Valdres.

Fjellgrunnen nordvest i nedbørfeltet er sterkt omdannede kambro-siluriske sedimentbergarter, noe Valdres-sparagmitt og små forekomster av gneis og kvartsitt. Ved Fagernes er det litt eokambriske bergarter mens det videre sørover er grunnfjell, gneis og granitt. Avrenningsvannet fra et slikt område kan ventes å ha et lavt innhold av elektrolytter og være svakt surt.

Sperillen er en lang, smal og relativt dyp innsjø. Dens viktigste morfologiske og hydrologiske data, som i det vesentligste er oppgitt av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, er gjengitt i tabell 1 nedenfor.

Tabell 1.

Morfologiske og hydrologiske data for Sperillen.

Høyde over havet	150 m
Største lengde	25 km
Største målte dyp	123 m
Middeldyp	38,5 m
Overflate	37,5 km ²
Volum	1647 mill.m ³
Nedbørfelt (Killingstryken)	4590 km ²
Midlere avrenning	20 l/sek/km ²
Teoretisk oppholdstid	ca. 200 døgn
Reguleringshøyde	2,3 m.

Sperillen er den største innsjøen i vassdraget. Den er nå regulert ved en demning ved Killingstryken, men vassdraget ovenfor Sperillen ble delvis regulert høyere oppe, blant annet i 1920 ved den såkalte Valdresregulering.

Fra Sperillen renner Ådalselva forholdsvis rettlinjet sørover uten store slyngninger. Det totale fall på strekningen ned til Hønefoss er 82,5 m. Nesten hele fallhøyden utgjøres av fosser: Brattlifoss og Hensfoss 24,5 m, Svinefoss 8,4 m, Hofsfoss 12,6 m, Folefoss 14,1 m og Hønefossen 21,0 m. Samtlige fosser er utbygget med kraftverk og ovenfor de fleste er det anlagt mindre demninger. Lengden av elvestrekningen er 20 km (se fig. 4, side 15). Den gjennomsnittlige vannføring ved Killingstryken er 91,6 m³/sek, men de sesongmessige variasjoner er meget store på grunn av ufullstendig regulering. Regulert lavvannsføring er oppgitt til 24,2 m³/sek.

Nedbørfeltet ovenfor Hønefossen er 4851 km², ovenfor Killingstryken 4590 km².

3.3. Randsfjorden og Randselva.

De viktigste tilsigselver til Randsfjorden er Dokka og Etna. Vassdraget har sitt utspring i fjellområdene i midtre del av Oppland.

De geologiske forholdene i nedbørfeltet er varierende. I den nordlige delen består fjellgrunnen av kambro-siluriske sedimentbergarter og eokambriske bergarter. Randsfjorden og Randselva ligger langs en forkastning. Langs Randsfjordens og Randselvas vestside og på innsjøens østside til Brandbu er det grunnfjell og gneis. Videre sørover langs østsiden er det kambro-siluriske sedimentbergarter med en del kalksteinforekomster helt til Hønefoss.

Avrenningsvannet fra nedbørfeltet som helhet vil ha et relativt høyt elektrolyttinnhold, en pH som vil ligge omkring nøytralpunktet og være relativt godt bufret.

Randsfjorden er en typisk fjordsjø, lang, smal og relativt dyp. Norsk institutt for vannforskning utførte i 1963 en opplodding av innsjøen, og på grunnlag av observasjonene ble det utarbeidet et dybdekart.

I tabell 2 nedenfor er det stilt sammen data for Randsfjorden. Opplysninger fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen er tatt med i tabellen.

Tabell 2.

Morfologiske og hydrologiske data for Randsfjorden.

Høyde over havet	132	m
Største lengde	73	km
Største målte dyp	120	m
Middeldyp	ant.ca. 35	m
Overflate	136,5	km ²
Volum	4774	mill.m ³
Nedbørfelt (Kistefoss)	3663	km ²
Midlere avrenning	16	l/sek/km ²
Teoretisk oppholdstid	ca. 930	døgn
Reguleringshøyde	3,2	m.

Randsfjorden ble regulert i 1915 ved en demning ved Bergerfoss

Randselva løper fra Randsfjorden til samløpet med Ådalselva i Hønefoss. Den gjennomsnittlige vannføring er $58,6 \text{ m}^3/\text{sek}$. De sesongmessige variasjoner er også for Randselvas vedkommende store, men på grunn av bedre regulering er lavvannsføringen relativt større enn i Ådalselva, nemlig $31 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Det totale fall på strekningen fra Randsfjorden til Hønefoss er 67,5 m. Også her utgjør store fosser det meste av fallet: Bergerfoss og Kistefoss 16,9 m, Askerudfoss 20,6 m og Viulfossen 18,4 m. Alle fossene er utbygd med kraftstasjoner. Lengden av Randselva er ca. 19 km (se fig. 4, side 15).

Foruten demningen ved Bergerfoss er det bygget demninger ved Askerudfossen og Viulfossen. De **bassenger** som er dannet ved dette kalles henholdsvis Løkkedammen og Viultjernet. Fra Løkkedammen blir turbinvannet ledet på en slik måte at en lengre strekning av elven er tørrlagt ved lav vannføring. Ved Kistefoss er også bygget en demning som imidlertid ikke har forårsaket dannelse av en større dam.

3.4. Storelva.

Storelva renner fra samløpet mellom Randselva og Ådalselva i Hønefoss til Tyrifjorden. Fallet på strekningen er lite og elven renner vesentlig rolig i store slynger. Høydeforskjellen på elvestrekningen fra Hønefoss til Tyrifjorden er ca. 2 m, og lengden på strekningen er ca. 15 km. Det er ingen fosser eller demninger på strekningen. Bare ved Folefoss er det stryk og stor strømhastighet. På den nedre strekning av Storelva har de store slynger som er gravet ut i løsmassene, forårsaket dannelse av avsnørte meandere som Synneren og Jueren. Også Mosmyra har engang vært endel av elvens løp.

Fjellgrunnen langs elven består av kambro-siluriske sedimentbergarter.

Vannføringen i Storelva blir ikke målt. Summering av data for Randselva og Ådalselva gir følgende resultat:
Nedbørfelt 8535 km^2 , gjennomsnittlig vannføring $150 \text{ m}^3/\text{sek}$
og regulert lavvannsføring $55 \text{ m}^3/\text{sek}$.

3.5. Tyrifjorden.

Hele innsjøen, Tyrifjorden, består ifølge Strøm (1932) av to deler, Holsfjorden og Steinsfjorden. Denne innsjøen er ikke omfattet av de her beskrevne undersøkelser. Det har imidlertid

stor interesse å få vurdert forurensningstilstanden i denne innsjø. Storelvas nedbørfelt utgjør ca. 87% av sjøens totale nedbørfelt, slik at den påvirkning som finner sted av Storelvas vannmasser vil være av avgjørende betydning for forholdene i Tyrifjorden. I tabell 3 er innsjøens data i henhold til Strøm (1932) og opplysninger fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen ført opp.

Tabell 3.

Morfologiske og hydrologiske data for Tyrifjorden,
Holsfjorden og Steinsfjorden.

	Holsfjorden	Steinsfjorden
Høyde over havet i m	64	64
Største målte dyp i m	295	22
Middeldyp i m	114	8,4
Overflate i km ²	121,3	12,8
Volum i mill.m ²	11830	108
Nedbørfelt i km ²	9808	62,7
Midlere avrenning i l/sek/km ²	17,2	17,2
Teoretisk oppholdstid (år)	ca. 2,5	ca. 3

Terskeldyp ved Sundøya: 4 m

Reguleringshøyde : ca. 1 m

Det er rimelig å anta at hovedmengden av vannmassene fra Storelvas munning renner forholdsvis raskt gjennom Tyrifjordens øvre lag og ut i Dramselva ved Vikersund i størstedelen av året. Under vintersituasjonen 1962/1963 ble det observert en råk fra Storelvas munning mot Tyristrand. Noen hundre meter fra land bøyde den av og fortsatte i rett linje mot Vikersund. Også under sommersituasjonen må det antas å finne sted en liknende "kortslutning", selv om strømforholdene i overflaten da er mer påvirkelige av vind. En mindre del av vannmassene vil imidlertid fordeles på overflaten av Tyrifjorden og Holsfjorden.

I fullsirkulasjonsperiodene vår og høst vil derimot vannmassene fra Storelva kunne bli fordelt i Holsfjordens vannmasser. I hvilken grad de kan trenge inn i Steinsfjorden under slike forhold er lite kjent.

Under flomsituasjonen vil Storelvas vannmasser fordeles over innsjøen. I stagnasjonsperiodene vil elvevannet fordele seg på overflaten. Det nedbørfelt som dreneres til Steinsfjorden er meget lite i forhold til Tyrifjordens totale nedbørfelt.

En rask økning i vannstanden vil derfor nødvendigvis føre til en transport av overflatevann fra Tyrifjorden til Steinsfjorden.

Holsfjorden er den del av innsjøen som er mest utsatt for påvirkning av de forurensninger som føres med Storelvas vannmasser. Normalt vil elvevannet blandes inn i de høyestliggende lag, men i to perioder i året vil de blandes inn i hele vannmassen. Steinsfjorden er antakelig mindre utsatt, men også her vil Storelvas vannmasser kunne trenge inn i enkelte perioder.

Det vil være en viktig oppgave å vurdere disse forhold ved en grundig undersøkelse.

Vårt institutt (1961) foretok i 1959 en undersøkelse av Dramselva. Resultatene viste at vannmassene var noe påvirket av forurensninger ved Vikersund.

Enkelte kjemiske analyseresultater er stilt sammen i tabell 32, side 106.

4. UTSLIPP AV KLOAKK- OG INDUSTRIELT AVLØPSVANN OG VIRKNINGENE AV DETTE.

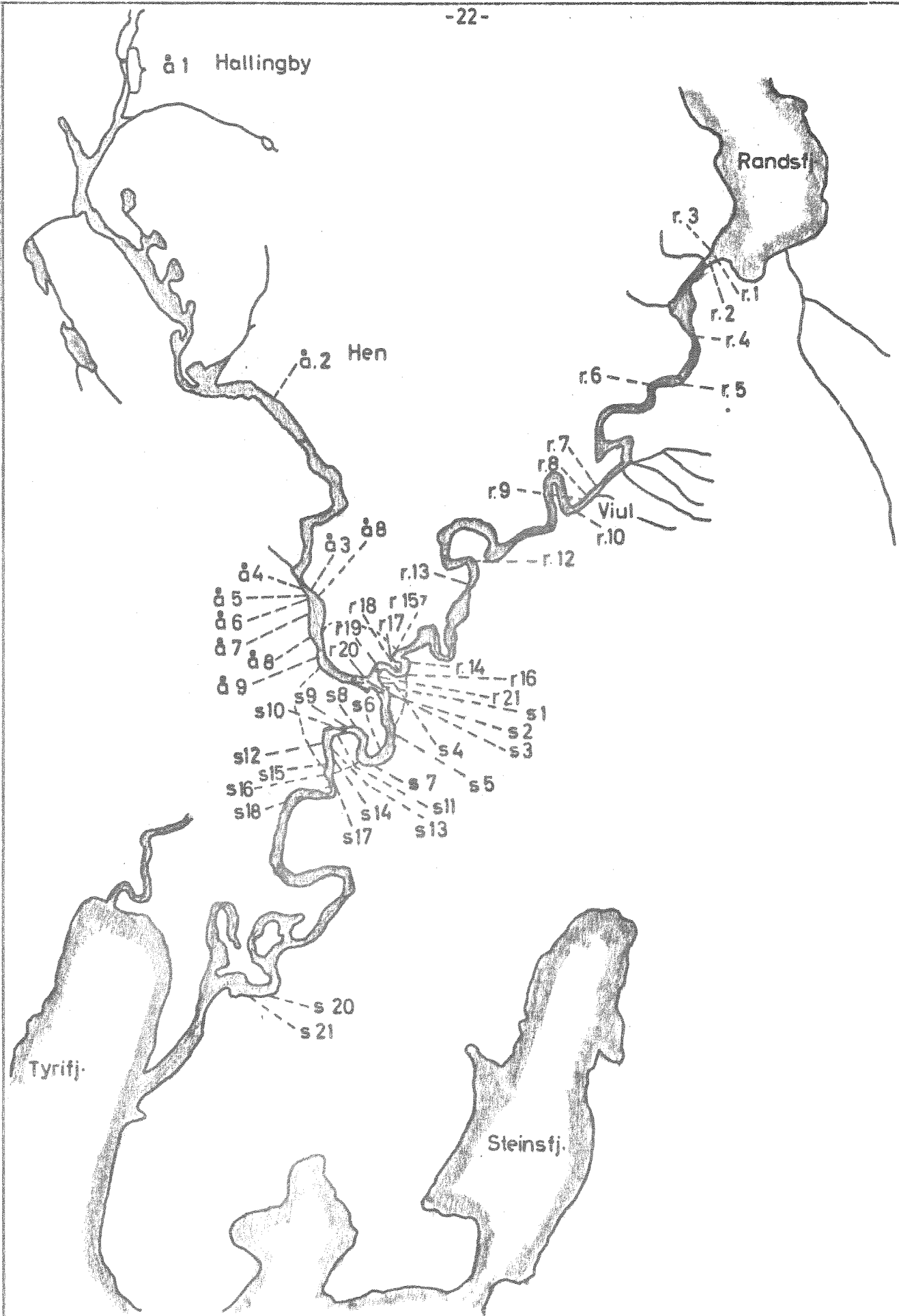
På enkelte strekninger mottar elvene betydelige mengder forurensninger. Da virkningene på vassdraget vil variere etter forurensningenes art, har vi funnet det hensiktsmessig å skille mellom vanlig kloakkvann og industrielt avløpsvann.

De utløpene vi har oversikt over, er ført opp i tabellene 19 - 21, sidene 88 - 90, og inntegnet på fig. 5 neste side. Utløpene er nummerert fortløpende fra nord mot syd, og de små bokstavene foran tallene angir: s = Storelva, å = Ådalselva og r = Randselva.

4.1. Kloakkutslipp.

4.1.a. Generelt om virkningen. Vanlig kloakkvann inneholder meget organisk substans, hvorav noe er sedimenterbart. Hovedmengden er imidlertid løst eller i en tilstand som ikke tillater sedimentering i septiktanker eller liknende. Kloakkvann har også et tildels høyt innhold av tarmbakterier. Det vil derfor kunne være en mulighet for at også sykdomsfremkallende bakterier kan føres ut i vassdragene og derved skape et potensielt faremoment av hygienisk natur ved enkelte bruksmåter av vannmassene.

Kloakkvannet fører også med seg mineralske og organiske gjødselstoffer som fremmer vekst av organismer i vassdrag og innsjøer.



En moderat tilførsel av kloakkvann i vassdrag kan stimulere det naturlige organismelivet. Ved større tilførsler kan imidlertid de biologiske forhold bli endret vesentlig og elvens selvrensningsevne bli overskredet. Dette fører til ulemper, av lokal eller generell karakter. . . I de norske elver med relativt stor strømhastighet og mange fosser og stryk vil det sjelden oppstå oksygensvikt. Ulempene vil som oftest arte seg som en masseutvikling av visse typer sopp og bakterier.

De vanligste organismer som opptrer ved overbelastning av elver med kloakkvann, er trådbakterien Sphaerotilus natans og soppene Leptomitius lacteus og Fusarium aquaeductuum. Ofte vil disse organismene danne et tykt, uelent teppe på bunn og bredder som lett kan forveksles med fibre ved en overfladisk betraktning.

4.1.b. Kloakkutslipp i Ådalselva. Ådal kommune har ikke anlagt kommunale kloakker. De fleste nye hus har imidlertid moderne sanitærinnetninger og forsynes tildels med vann fra kommunens vannverk. Kloakkvannet blir delvis innfiltrert i grunnen ved synkekummer, delvis ledes det ut i nærmeste bekk eller myr, hvorfra en del renner ut i Ådalselva. I Ådal kommune er de største tettbebyggelsene Hallingby og Hen, hver med 300 - 350 personer. Fra Hen fores en samleloakk ut i elven ovenfor jernbanestasjonen.

Norderhov kommune har et godt utbygget kloakknett, og nedenfor Hofsfossen er det 5 kloakkutslipp av betydning (å 6 - 10). Tilsammen er ca. 1650 personer tilknyttet disse utløp.

4.1.c. Kloakkutslipp i Randselva. De første kloakkutløp er anlagt ved utløpet fra Randsfjorden ovenfor broen. Jevnaker kommune har her tre hovedutløp med tilsammen ca. 2700 personer.

Videre det første stykket nedover er det flere mindre utløp, men fra Hval og sydover er det igjen større utslipp. Fra Norderhov kommune ledes det på strekningen ned til Hønefoss ut kloakkvann fra ca. 1500 personer, og fra Hønefoss kommune fra ca. 1400 personer. En del av utslippet fra Norderhov kommer fra Forsvarets forlegning på Hvalsmoen.

4.1.d. Kloakkutslipp i Storelva. Tilførselene til Storelva foregår hovedsakelig på den øverste strekning etter samløpet av Randselva og Ådalselva. Fra tidligere Norderhov kommune tilføres kloakkvann fra tilsammen ca. 2000 personer og fra Hønefoss fra ca. 4000 personer.

Lengre ned i vassdraget ledes kloakkvannet fra Forsvarets forlegning på Helgelandsmoen ut og en ny kloakk fra tidligere Hole kommune er planlagt nær utløpet i Tyrifjorden.

4.2. Utslipp av industrielt avløpsvann.

4.2.a. Generelt om virkningen. Avløpsvann fra bedrifter i ulike bransjer er meget forskjellige. Ut fra virkningen på vassdragene kan vi imidlertid forenklet dele det inn i følgende hovedtyper:

Avløpsvann med innhold av:

1. Sedimenterbare stoffer.
2. Løste organiske stoffer.
3. Næringssalter, gjødselstoffer.
4. Giftige stoffer.
5. Stoffer som kan være hygienisk farlige (Sykdoms- fremkallende bakterier og virus).
6. Syrer eller alkalier.

En del av bedriftenes avløpsvann er kjølevann og annet driftsvann som ikke har forandret kvalitet ved bruken.

Avløpsvannet fra en "våt" bedrift vil normalt være sammensatt av flere av disse hovedtyper.

Virkningen av de forskjellige typer industriavløp er som oftest:

1. Vannet får et grumset utseende. Ved sedimentering på sakte flytende strekninger kan elvebunnen få et skjemmende belegg.
2. I likhet med kloakkvann kan det føre til begroing og i enkelte tilfeller kan det gi oksygensvikt i vannmassene. Det siste er sjelden under våre naturforhold.
3. Næringssalter kan forårsake eutrofiering (gjødsling) med masseoppblomstring av alger og derved føre til en sekundærforurensning av typene 1 og 2.

4. Enkelte organismer vil kunne bli utryddet i vassdraget.
5. Vannets naturlige pH kan bli forandret slik at enkelte organismer ikke vil kunne eksistere i vassdraget.
Fisk er særlig ømfintlige overfor raske variasjoner av pH.

For å kunne sammenlikne de forurensninger industrien slipper ut med kloakkvann fra befolkningen, brukes ofte det biologiske oksygenforbruk (BOF_5) som sammenlikningsgrunnlag.

Biologisk oksygenforbruk (BOF_5) er den mengde oksygen som blir forbrukt av mikroorganismer i løpet av 5 døgn under standardiserte betingelser idet en del av vannets innhold av organisk stoff blir oksydert.

BOF_5 er altså bare et mål for biologisk nedbrytbare "stoffer" i vannet. Derfor er det bare avløpsvann av type 2 og delvis type 1 som kan sammenliknes med kloakkvann. Dette kan imidlertid være av betydelig verdi under forhold hvor det kan oppstå begroing med heterotrofe mikroorganismer i vassdraget.

En gjennomsnittsverdi for forurensning fra bebyggelse er ca. 60 g BOF_5 pr. person og døgn. Nedenfor er beregnede verdier for forskjellige bedrifter oppgitt.

Randselva.

I Jevnaker kommune er det et meieri og to mindre slakterier med utslipp i elven. Tilsammen er belastningen fra disse bedrifter ca. 250 personekvivalenter.

Tresliperiene ved Bergerfoss og Kistefoss er ikke i drift.

A/S Viul Træsliperi drives av A/S Follum fabrikk og har en produksjon på ca. 100.000 tonn 50%ig tremasse pr. år. Belastningen herfra er ca. 8000 personekvivalenter. I tillegg kommer det suspenderte materialet som bark og trefibre.

Langs den nederste strekningen av Randselva er det mange bedrifter, hvorav de fleste ikke har avløpsvann som medfører forurensning.

Ådalselva.

Langs den øverste del av Ådalselva er det ingen bedrifter av betydning for elven. Vi har imidlertid ingen oversikt over eventuelle små, private halmlutingsanlegg.

Ved Hen ligger 4 bedrifter uten vesentlige utslipp av avløpsvann.

Tidligere var det tresliperier ved Hensfossen og Svinefossen, A/S Heen Træsliberi og A/S Bagna Træsliberi. Disse eies nå av A/S Follum Fabrikker og bare kraftstasjonene drives.

Ved Hofsfossen og Folefossen ligger den største bedriften i området, A/S Follum Fabrikker. Hele bedriftsområdet består av de opprinnelige Follum Fabrikker og de to bedriftene Hofsfos bruk og A/S Hofsfos Træsliberi som er innlemmet i Follum.

A/S Follum Fabrikker fremstiller papir på grunnlag av egen produksjon av sulfitcellulose og tremasse. Bedriften driver også tremasseproduksjonen ved A/S Viul Træsliberi (se side 25).

Produksjonen i 1963 var ca.

Sulfitcellulose:	22.000 tonn	100 %-ig.
Tremasse:	240.000 "	50 %-ig.
Papir:	190.000 "	

Avløpsvannet fra bedriften er vesentlig sammensatt av typene 1, 2, 4 og 6. (se side 24).

Selv om bedriften har et sedimenteringsanlegg for gjenvinning av fibre, vil uunngåelig en del fibre føres med avløpsvannet ut i elven.

Den største forurensningskilden er imidlertid cellulosefabrikken. Når veden blir oppsluttet med kokesyre, som er en blanding av kalsiumsulfit og fri svoveldioksyd, vil utbyttet være ca. 50% med teknisk cellulose. Den andre halvparten av veden vil være løst i sulfitavluten.

Over halvparten av de løste stoffer er lignosulfonater som er tungt nedbrytbare stoffer. 30% av tørrstoffet er sukkerarter, og mesteparten av dem vil kunne tjene som god næring for heterotrofe organismer.

Under spesielle forhold kan sulfitavluten ha en direkte toksisk virkning på laksefisker. Tidligere undersøkelser (NIVA 1962) har vist at dette vesentlig finner sted i vassdrag som naturlig har sure og ubufrete vannmasser, mens det ikke har tilsvarende virkning i vannmasser som er nøytrale og noe bufrete.

Også fra papir- og tremasseproduksjonen kan avløpsvannet inneholde løste organiske forbindelser, delvis som utløste bestanddeler fra vedsubstansen og delvis er det tilsatsstoffer og fargestoffer. I enkelte tilfeller blir tremassen tilsatt kjemikalier, som oftest kvikksølvfenylacetat, for å hindre soppangrep. Større mengder av dette stoff i vannmassene kan ha en uheldig virkning på organismene i vassdraget.

Like nord for Honefoss bygrense på vestsiden av elven ligger et større meieri, et slakteri og et vaskeri.

Disse tre bedrifter har alle avløpsvann med et relativt høyt innhold av løste, organiske stoffer. Belastningen uttrykt i personekvivalenter er sammenlagt ca. 800 p.e.

Storelva.

I Honefoss-distriktet er det mange bedrifter. De fleste bruker ikke vann i større mengder annet enn som kjølevann.

Det er imidlertid en del bedrifter som enten kontinuerlig eller sporadisk vil kunne slippe ut avløpsvann som forurensar Storelva. Vi har ikke hatt anledning til å foreta direkte undersøkelse av bedriftene i dette området. Av bedrifter som kan ha en viss interesse er det et par innen næringsmiddelbransjen og noen innen den metall-forarbeidende industri.

5. FYSISK-KJEMISKE UNDERSØKELSER.

5.1. Prøvetaking og stasjonsplassering.

Ved en større vassdragsundersøkelse må mange forhold tas i betraktning. En enkelt vannprøve er bare representativ for det sted og den tid prøvetakingen foregår. I de vassdrag hvor det foretas utslipp av kloakkvann eller industrielt avløpsvann kan vannmassenes fysiske-kjemiske egenskaper på et

sted i vassdraget variere betydelig innenfor korte tidsrom.

For å få oversikt over de daglige tilførsler av forurensningen og dens virkninger på vannmassene, er det nødvendig å ha vannprøver som representerer gjennomsnittet av forholdene gjennom ett eller flere døgn. Også årsvariasjonene er av interesse.

Provetakingen blir derfor i slike tilfeller utført i en eller flere korttidsundersøkelser og flere spredte prøvetakinger.

En korttidsundersøkelse betegner en periode på 3 - 4 døgn hvor vannprøver innhentes samtidig på samtlige stasjoner, 1 - 4 ganger pr. time i 16 - 24 timer pr. døgn. Alle enkeltprøver som er samlet inn på en stasjon i ett døgn blir blandet sammen til en blandprøve som analyseres. På steder i vassdragene hvor det kan være mulighet for at forholdene varierer over elvetverrsnittet, blir enkeltprøvene blandet av flere prøver fra forskjellige steder i elvetverrsnittet. Den blandprøve som blir analysert, antas på denne måte å være representativ for vannmassenes gjennomsnittlige tilstand over døgnet. Spredte prøvetakinger betegner innhenting av enkeltvannprøver på alle stasjoner til forskjellige årstider, eller på enkelte stasjoner på samme måte som ved korttidsundersøkelsene.

Stasjonene for innhenting av vannprøver langs vassdragene ble valgt hovedsakelig ut fra utslippstedene for kloakk- og industrielt avløpsvann, dernest etter plassering av broer, dammer og liknende som kunne lette prøvetakingen.

I alt ble det valgt 17 stasjoner; 7 i Randselva, 6 i Ådalselva og 4 i Storelva. Stasjonenes beliggenhet er beskrevet i tabell 18, s. 87, og i fig. 2 og 3 s. 13 og 14 er de tegnet inn på skissen over området.

5.2. Korttidsundersøkelsen.

5.2.a. Prøvetaking. Det er utført en korttidsundersøkelse som fant sted i dagene onsdag 19/6, torsdag 20/6 og fredag 21/6 1963. Prøver ble innhentet på samtlige stasjoner, unntatt Å 5.

På stasjonene R 1 og Å 1 ble prøver innhentet fire ganger pr. dag, kl. 07.30, 12.00, 16.30 og 21.00. Disse to stasjonene representerte ikke-forurensede lokaliteter og variasjonene i vannkvaliteten ble antatt å være ubetydelige.

Ved de øvrige stasjoner ble prøver innhentet hver $\frac{1}{2}$ time fra kl. 07.00 til kl. 22.00 hver av dagene. Blandingsforholdene ved stasjonene Å 1, Å 3, Å 4, Å 6, R 1, R 3 og R 5 var såvidt gode at vannmassene ble antatt å være homogene. Prøver fra disse steder ble derfor i sin helhet hentet inn fra ett sted i elvetverrsnittet. På stasjonene Å 2, R 2, R 4, R 6, R 7, S 1, S 2, S 3 og S 4 ble hver $\frac{1}{2}$ -times prøve blandet av tre prøver innhentet fra forskjellige steder i elvetverrsnittet, alle i strømmende vann.

Alle prøver som var innsamlet på den enkelte stasjon i ett døgn ble slått sammen til en blandprøve. Hver kveld ble de prøver som var innhentet i løpet av dagen samlet inn og transportert direkte til instituttets kjølerom i Oslo.

Prøver til bakteriologiske undersøkelser ble innsamlet 2 - 3 ganger på hver stasjon fredag 21/6.

5.2.b. Utførte analyser. Følgende analyser og målinger ble utført på samtlige blandprøver:

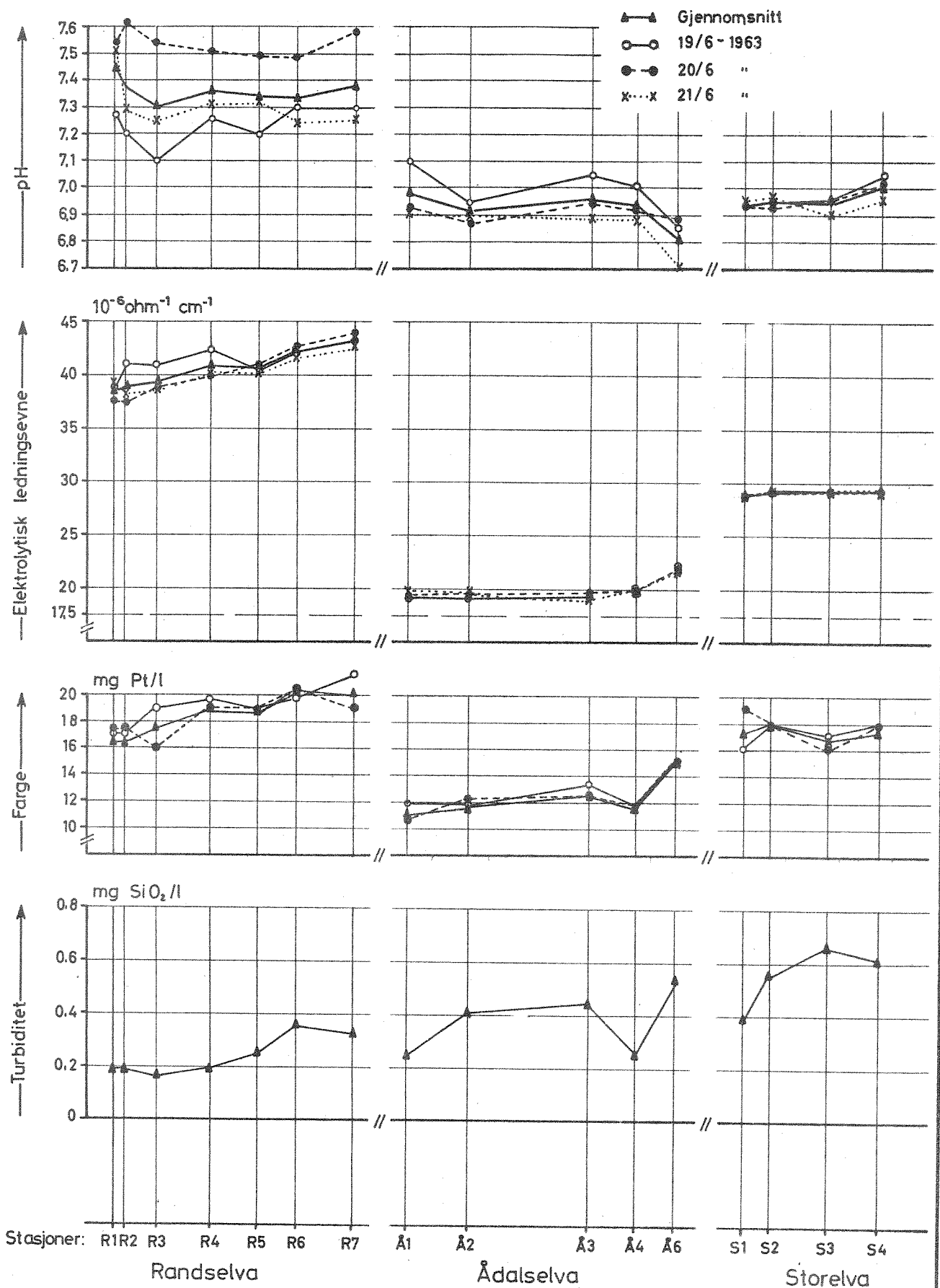
pH, elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet, permanganattall, dikromattall, hårdhet, lignosulfonsyrer og suspendert, filtrerbart materiale fordelt på organisk og uorganisk.

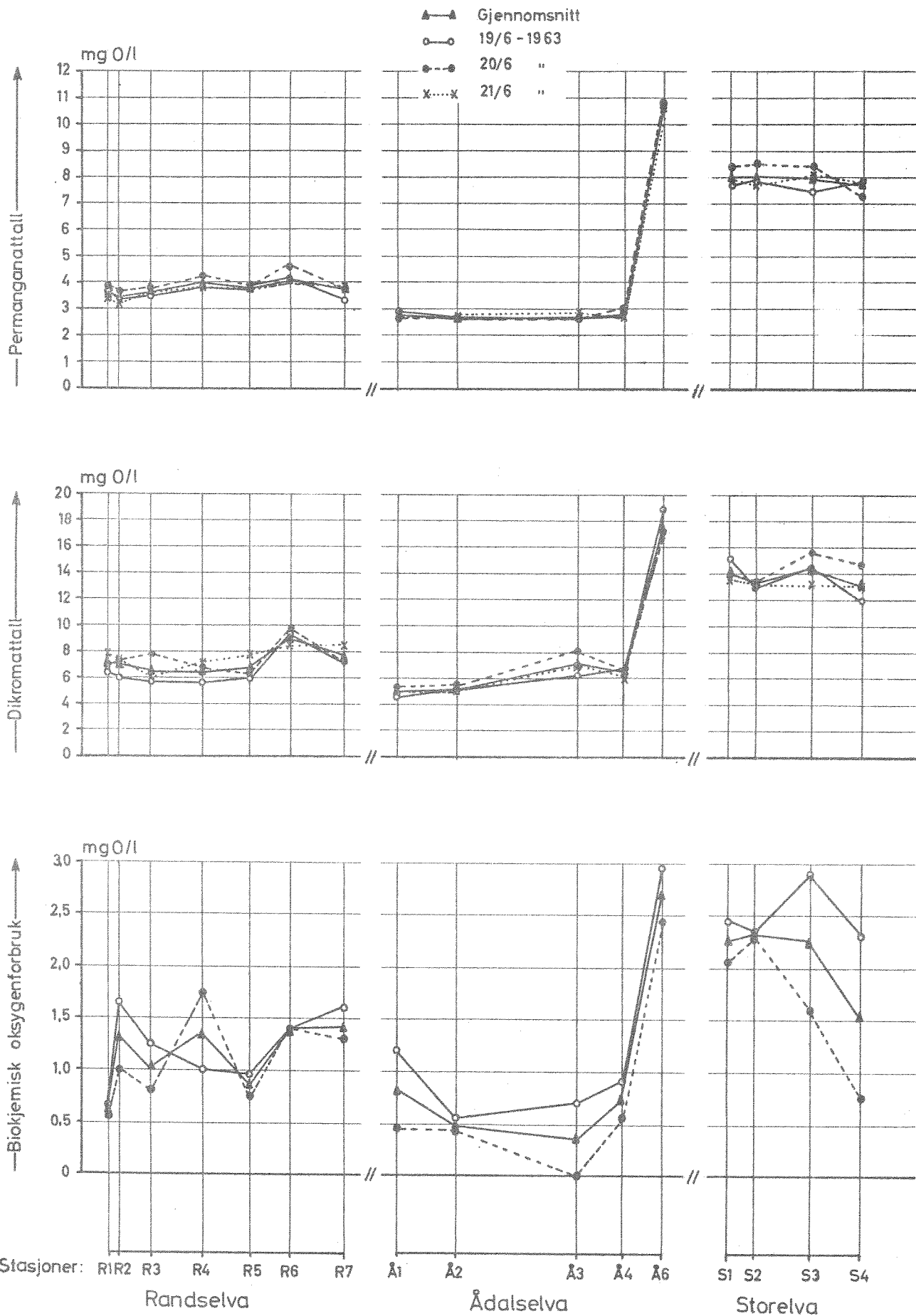
Alle analyser, bortsett fra suspendert materiale, ble utført på filtrerte vannprøver.

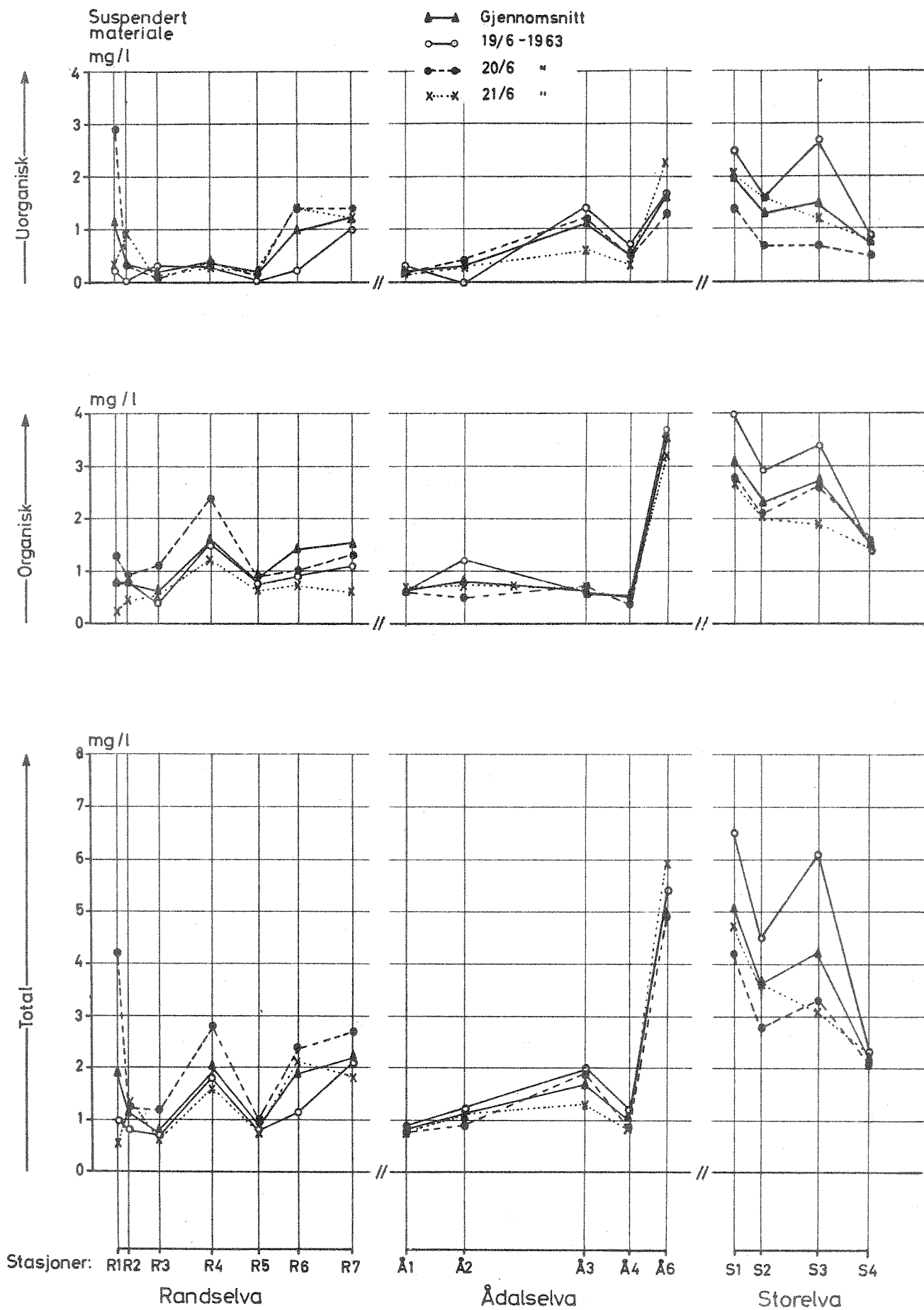
Biokjemisk oksygenforbruk ble bestemt på prøvene innhentet 19/6 og 20/6.

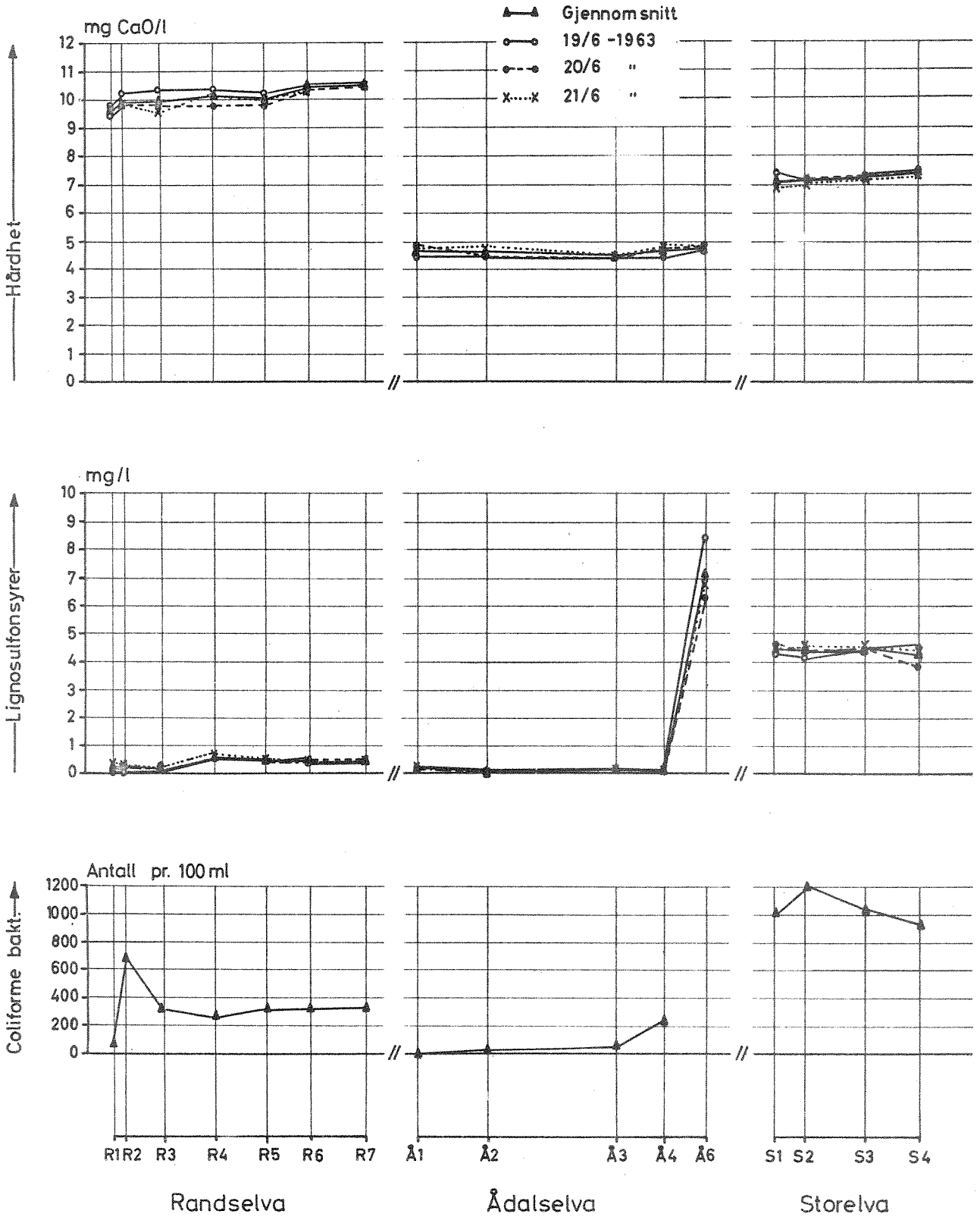
Innhold av coliforme bakterier ble bestemt på spesielle prøver innhentet 21/6.

Analyseresultatene er oppført i tabellene 22 - 25, side 91 - 94 og er tegnet opp grafisk i figurene 6 - 9 s. 30 - 33.









Værsituasjonen de tre dagene ble målt på Eggemoen, og oppgitt av Meteorologisk institutt. De er oppført i tabell 4 nedenfor.

Tabell 4.

Værforhold på Eggemoen 19. - 21. juni 1964.

Klokke- slett Dato	Temperatur i °C					Nedbør i mm		Værforhold
	07.00	13.00	19.00	min.	maks.	07.00	19.00	
19/6	13,2	13,6	14,5	11,9	14,5	4,8	5,2	Regn.
20/6	13,1	17,2	18,8	8,9	20,6	0	0	Sol, lett tåkedis.
21/6	12,9	20,7	20,4	2,6	21,2	0	0	Sol, lett tåkedis.

Vannføringene i elvene dagene 19., 20. og 21. juni 1963 var henholdsvis:

Randselva: 45,0; 45,0; og 45,0 m³/sek.

Ådalselva: 83,2; 79,8; og 81,0 "

Storelva : 128,2; 124,8; og 126,0 "

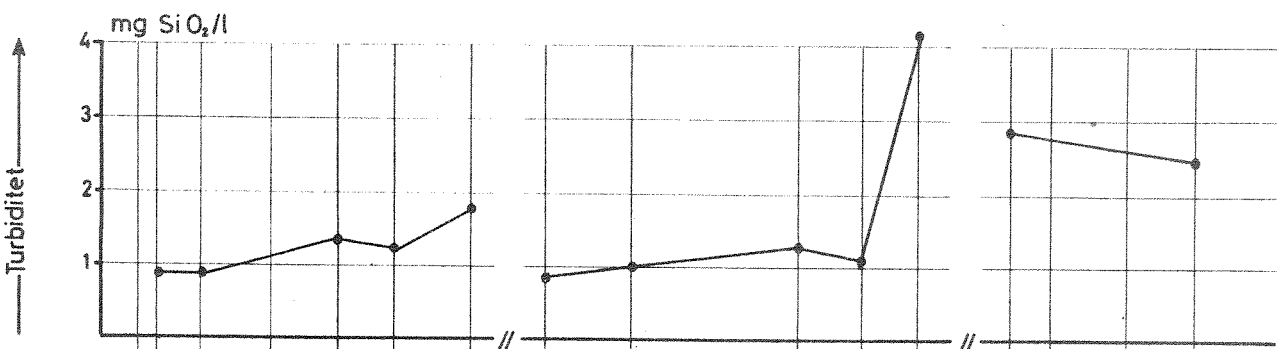
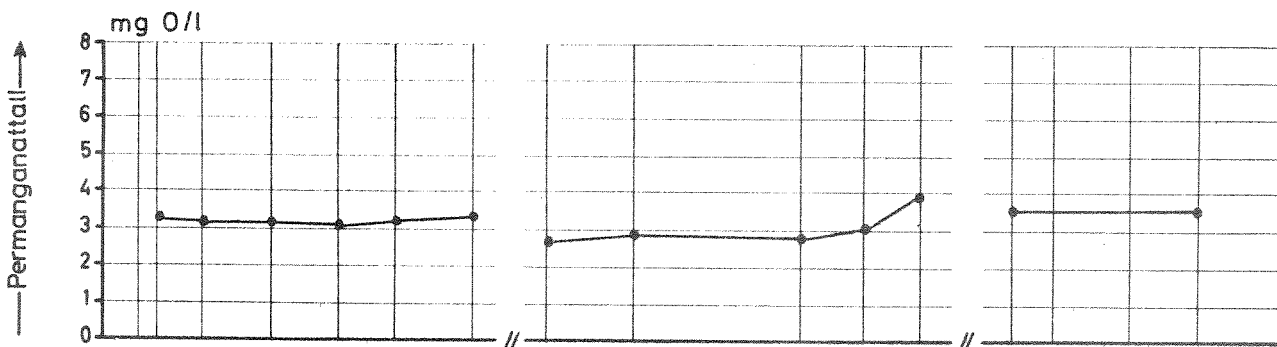
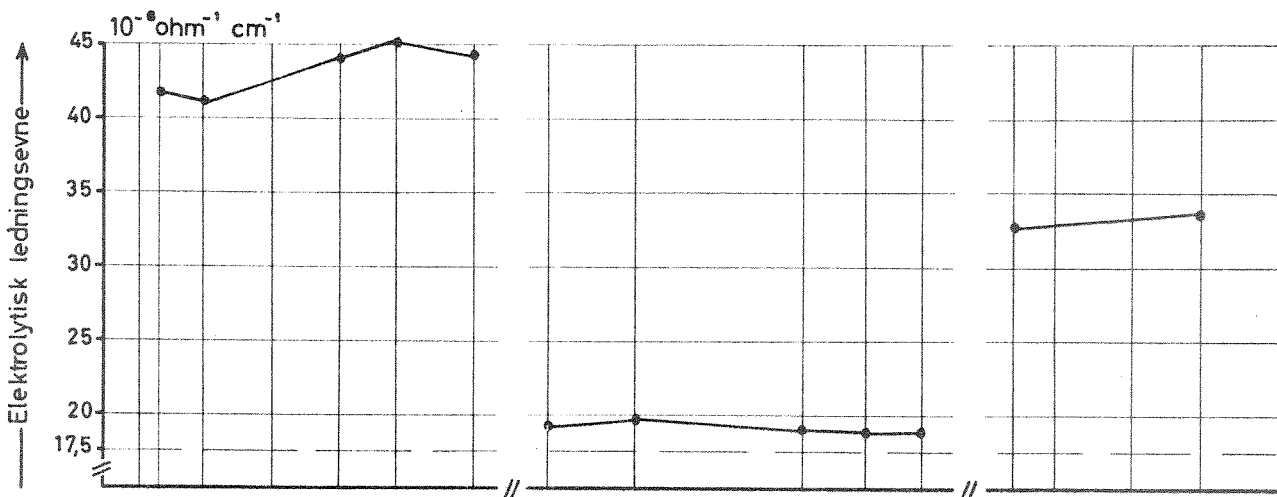
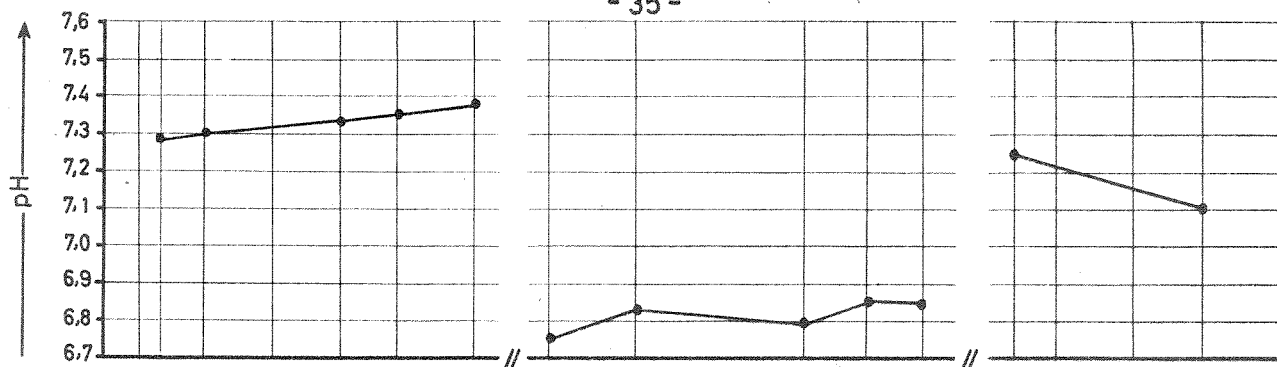
5.3. Spredte undersøkelser.

5.3.a. 12 - 13/6 1962. I forbindelse med den første befaring av vassdragene 12 - 13/6 1962 ble enkeltprøver innhentet fra stasjonene R 2, R 3, R 5, R 6, R 7, Å 1, Å 2, Å 3, Å 4, Å 6, S 1 og S 4a. Stasjon S 4a lå ved Storelvas utløp i Tyri-fjorden, og prøven ble innhentet ca. 5 m ut fra østbredden. De øvrige prøver ble blandet av tre prøver fra forskjellige steder i elvetverrsnittet.

Følgende analyser og målinger ble utført:

pH, elektrolytisk ledningsevne, permanganattall, farge, turbiditet og hårdhet.

Resultatene er ført opp i tabell 28, s. 102 og tegnet opp grafisk i figur 10, s. 35 .



Prøver innhentet:

Stasjoner: R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 Å1 Å2 Å3 Å4 Å6 S1 S2 S3 S4
 Randselva Ådalselva Storelva

5.3.b. 7/6, 21/6 og 27/9 1963. De biologiske undersøkelser måtte utføres på spesielle lokaliteter, og det ble opprettet et eget stasjonsnett for disse, se tabell 5, side 42.

Vannprøvene fra disse stasjoner ble innsamlet nær bredden og følgende analyser og målinger ble utført:

pH, elektrolytisk ledningsevne, permanganattall, jern og klorid.

På prøvene fra 7/6 dessuten:
kalsium og magnesium.

Resultatene er ført opp i tabellene 8, 10 og 12, s. 44, 48 og 50 og er tegnet opp grafisk i fig. 11 s. 37.

Undersøkelser av Randsfjorden og Sperillen.

Prøver fra Randsfjorden ble innsamlet 18/6 og 11/9 1963 og fra Sperillen 19/6 1963. Resultatene er oppført i tabellene 29, side 103 og 30 side 104.

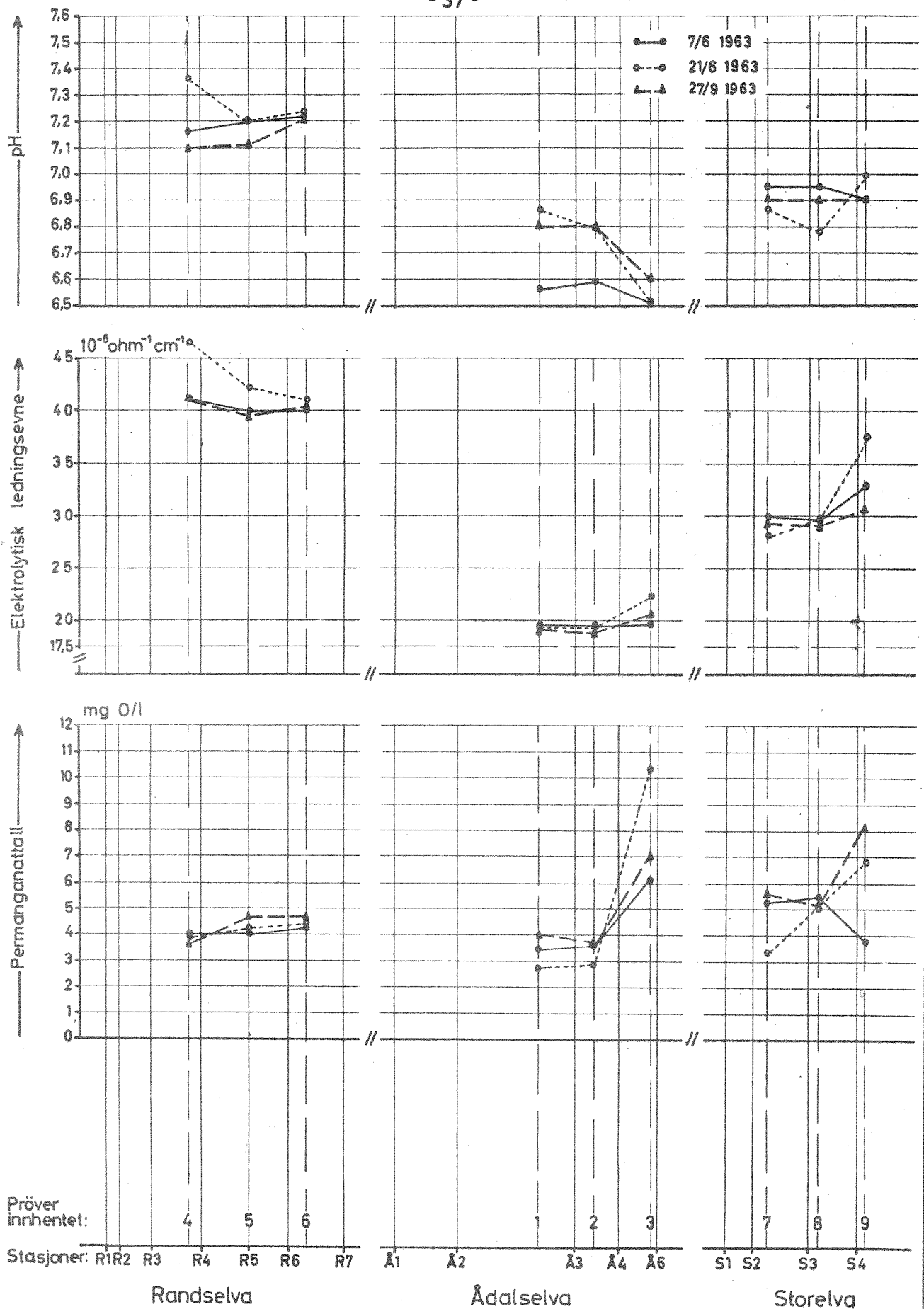
5.4. Diskusjon av fysisk-kjemiske analyseresultater.

Vannmassene i Ådalselva var elektrolyttfattige og nøytrale eller svakt sure, hvilket er å vente etter nedborfeltets geologi.

Randselvas vannmasser hadde et høyere innhold av elektrolytter, særlig kalsiumsalter, og var svakt basiske. Den elektrolytiske ledningsevnen og konsentrasjonen av kalsiumsalter viste stigende tendens nedover langs Randselva.

Storelvas vannmasser hadde et elektrolyttinnhold som lå omtrent midt mellom de to øvrige elvers, mens pH-verdiene var meget nær de samme som i Ådalselvas øvre del. Årsaken til dette er de sure og elektrolyttrike utslippene med relativt stor bufferkapasitet nedenfor Hofsfoss.

pH-verdiene i Ådalselva og Storelva varierte lite på hver stasjon de tre prøvetakingsdager. I Randselva var det derimot større variasjoner. På stasjon R 3 var f.eks. pH den 19/6: 7,10 og den 20/6: 7,54, en forskjell på 0,44 pH-enheter. Da pH er en logaritmisk funksjon av H^+ -ionkonsentrasjonene,



var forholdet mellom H^+ -ionkonsentrasjonene disse dager derfor som 1 : 2,7. Ingen av de øvrige analysedata kan direkte forklare dette. Den sannsynlige årsak er forskjellen i meteorologiske forhold og den innvirkning dette har på biologiske prosesser i vassdraget.

Denne antakelse stemmer godt overens med pH-verdiene og værforholdene de tre prøvetakingsdager (se fig. 6 side 30 og tabell 4, side 34).

Senkningene av pH mellom stasjonene Å 4 og Å 6 er relativt ubetydelige. Årsaken til at vannet blir noe surere kan med stor sannsynlighet tilskrives utslippet av sulfitavlut fra A/S Follum Fabrikker. Det fremgår imidlertid av kurvene i fig. 6, side 30, at denne senkning ikke er vesentlig større enn de variasjoner som ellers forekommer på steder hvor det ikke kan settes i direkte forbindelse med tilførsler av forurensninger.

Forskjellen mellom fargeverdiene for vann fra Randselva og Ådalselva er stor. De elver som utgjør hovedtillovene til Randsfjorden er Etna og Dokka og til Sperillen Begna. Vannmassene i disse tre elver hadde alle en farge mellom 10 og 12 mg Pt/l, det vil si omlag samme farge som er målt på stasjonene Å 1 til Å 4 i Ådalselva. I Randselva var fargen mellom 16 og 20 mg Pt/l. Dette tyder på at fargen enten oppstår på grunn av spesielle forhold i Randsfjorden, eller at denne innsjøen gjennom andre små tilloper tilføres vann med høy farge.

Spranget i fargeverdien mellom stasjonene Å 4 og Å 6 er sannsynligvis forårsaket av avlopsvann fra treforedlingsbedriftene.

Vannmassenes innhold av løste organiske stoffer er i analyse-resultatene uttrykt i permanganattall, dikromattall og i biokjemisk oksygenforbruk (BOF_5 ; det siste angir hvor meget oksygen som kreves idet de organiske stoffene brytes ned av mikroorganismer.

I Ådalselvas øvre del viser analysene et lavt innhold av organiske stoffer. I Randselva var innholdet noe høyere, hvilket sannsynligvis er naturlig betinget.

Nedenfor Hofsfoss i Ådalselva og i hele Storelva var imidlertid innholdet av løste, organiske stoffer høyt. Innholdet av suspendert materiale, både organisk og uorganisk, varierte nedover langs vassdragene. Markerte økninger skjedde mellom stasjonene Å 3 og Å 4 i Ådalselva.

De gjennomgående største sprang i analyseverdiene finnes mellom stasjonene Å 4 og Å 6. Særlig stor er variasjonene i analysedata som viser vannmassenes innhold av løste organiske stoffer (permanganattall og dikromattall, biokjemisk oksygenforbruk) og innholdet av organisk suspendert materiale. Innholdet av lignosulfonsyre øker fra under 0,1 til ca. 7 mg/l

Disse sprangene er karakteristiske for vassdrag med utslipp av avløpsvann fra treforedlingsbedrifter hvor det blir fremstilt sulfitcellulose. I dette tilfelle kan forurensningene tilbakeføres til utslippene fra A/S Follum Fabrikker.

Et overslag over størrelsesordenen av utslippet fra bedriften og dets virkning på elvene gir god overensstemmelse med analyseverdiene:

Produksjon av sulfitcellulose: 22000 tonn/år = 65 tonn/døgn

Av tommeret som benyttes som råstoff vil ca. 50% av tørrstoffet gi teknisk cellulose, mens den andre halvparten vil bli løst under kokeprosessen.

Vi forutsetter at et bikromattall på 1 mg O/l tilsvarer ca. 1 mg organisk materiale. Økning av bikromattall mellom stasjonene Å 4 og Å 6 er ca. 10 mg O/l. Gjennomsnittlig vannføring under korttidsundersøkelsen var 81 m³/s. Mengden løste stoffer som er oksyderbare med dikromat kan derav beregnes til

10 mg/l . 81.000 l/sek . 86400 sek/døgn = 70 tonn/døgn.

Celluloseavdelingen vil være ansvarlig for den overveiende del av tilførsel med løst organisk stoff, nemlig ca. 60 tonn/døgn.

Papir- og tremasseproduksjonen vil imidlertid også forårsake utslipp av løste organiske stoffer, riktig nok i vesentlig mindre grad.

Økningen av biokjemisk oksygenforbruk mellom stasjonen Å 4 og Å 6 er ca. 2 mg BOF/l = 14 tonn/døgn. BOF -verdier for en slik produksjon er i Sverige beregnet til ca.:

Sulfitcellulose, ubleket:	200 kg BOF pr. tonn masse.
Slipmasse:	10 " " " " "
Papir:	10 " " " " "

Verdiene varierer fra bedrift til bedrift slik at det er størrelsesordenen som har interesse:

Sulfitcellulose:	200 kg BOF/t. . 60 t/døgn	= 12,0 t.BOF/døgn
Slipmasse:	10 kg/t... 200 t/døgn	= 2,0 " " "
Papir:	10 kg/t. . 270 t/døgn	= 2,7 " " "
		<u>= 16,7 t.BOF/døgn</u>

Tallene er usikre og tjener bare til å gi en sammenlikning av størrelsesordenen, men overensstemmelsen mellom 14 t/d målt versus 16,7 t/d beregnet er tilfredsstillende god.

Økningen i suspendert organisk materiale mellom stasjonene Å 4 og Å 6 er ca. 3 mg/l, hvilket gir:

$$3 \text{ mg/l} \cdot 81000 \text{ l/sek} \cdot 86400 \text{ sek/døgn} = 21 \text{ tonn/døgn.}$$

Dette tall synes å være noe høyt og må innbefatte barkrester og løsrevne fnokker av begroingen på bunn og bredder.

Analyseresultatene viser at utslippet fra A/S Follum Fabrikker bestemmer flere av vannmassenes fysiske-kjemiske egenskaper i nedre del av Ådalselva og Storelva.

På grunn av størrelsen av utslippene fra treforedlingsbedriftene kan kloakkutslippene fra Honefossområdet ikke sees å ha noen innflytelse på de fleste av de fysiske-kjemiske analyseresultatene. Kloakkutslippene til Randselva fra Jevnaker kommune kan ikke sees å innvirke på analyseresultatene.

6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER.

6.1. Generelt. Feltarbeide. Stasjonsplassering.

Det er en vanskelig oppgave å utrede de biologiske forhold i så store elvesystemer som det dreier seg om her. En vitenskapelig beskrivelse av de aktuelle organismesamfunn ville fordre innsats av en rekke spesialister fra botanikk og zoologi, og observasjonene måtte strekke seg over en lang tid. I en slik sammenheng er det beskjedent hva som legges frem i det følgende. Det har vært nødvendig å konsentrere arbeidet om en beskrivelse av resipientenes organismeliv som kan benyttes i forurensningsbedømmelsen innenfor rammen av opplegget som den praktiske problemstilling satte.

Feltarbeidet har vært gjennomført ved befaringer av elvestrekningene. Innsamling av biologiske prøver har hovedsakelig vært foretatt 7. juni, 21. juni og 27. september 1963, men observasjoner av biologiske forhold er gjort ved samtlige besøk av vassdragene. Materialinnsamlingene har vært konsentrert om ni stasjoner i elvene, fordelt på tre i Ådalselva, tre i Randselva og tre i Storelva. Stasjonene måtte av praktiske grunner velges andre steder enn vannprøvestasjonene. Stasjonenes beliggenhet og betegnelse fremgår av tabell 5, side 42.

Ved prøvetakingen av biologisk materiale ble det forsøkt å gjøre innsamlingene fra utsnitt av lokalitetene som var mest mulig overensstemmende med hensyn til strømforhold og eksponerthet. Det er imidlertid vanskelig å finne slike steder på så mange stasjoner, og da de tre elvestrekningene av vassdraget er preget av ulike topografiske situasjoner, har det vært nødvendig å renonsere på denne forutsetning i flere tilfeller.

Tabell 5.

Stasjoner for materialinnsamling ved de biologiske undersøkelsene.

Biologisk stasjon nr.	Sted	Beliggenhet	Betegnelse i vanlig stasjonsnett.
1	Ådalselva ved gården Fålerud ovenfor Hen.	18 km fra Sperillen.	Å 2/Å 3
2	Ådalselva midt mellom Begnafoss og Hofsfoss.	24 km fra Sperillen.	Å 3/Å 4
3 A	Ådalselva, jernbanebru ved Hønefoss. Vestbredd.	27 km fra Sperillen.	Å 5/Å 6
3 B	Ådalselva, jernbanebru ved Hønefoss. Østbredd.	27 km fra Sperillen.	Å 5/Å 6
4	Randselva ved Løkkedammen.	5 km fra Randsfjorden.	R 3/R 4
5	Randselva nedenfor Viulfossen.	10 km fra Randsfjorden.	R 5
6	Randselva, veibru nedenfor Hval.	14 km fra Randsfjorden.	R 6/R 7
7	Storelva, ved gården Monserud. Østbredd.	6 km nedenfor Hønefoss.	S 2/S 3
8	Storelva, ved Busund. Østbredd.	9 km nedenfor Hønefoss.	S 3/S 4
9	Storelva, nedenfor Helgelandsmoen. Østbredd.	15 km nedenfor Hønefoss.	S 4

For å vurdere fiskebestandens størrelse og sammensetning i de ulike deler av vassdragssystemet er det foretatt observasjoner og fiske med elektrisk fiskeapparat. Det elektriske fiskeapparat er velegnet til innsamling av mindre fisk som oppholder seg i strandsonen. For fiskeribiologiske undersøkelser av større elver med hensyn til forekomstene av fisk i de fri vannmasser er det nødvendig å bruke spesiell redskap for prøvefiske. Undersøkelsens omfang har ikke gjort en slik fremgangsmåte mulig. I stor utstrekning er vurderingene av forekomsten av større fisk basert på opplysninger innhentet fra institusjoner som stiller med ferskvannsfisket og intervjuer med fiskere i distriktet som har tilknytning til vassdraget. Et verdifullt bidrag i denne sammenheng er kommet fra foreningen Ringerike Sportsfiskere.

6.2. Elvenes benthos.

Under feltarbeidet ble det innsamlet prøver som representerte de kvantitativt viktigste organismesamfunn på elvebunnen og de frittstrømmende vannmassers innhold av organismer og partikulær substans. Prøvene ble ved innsamlingen fiksert i nøytralisert formalin. I laboratoriet er prøvene bearbeidet etter de rutinemessige kvalitative metoder med subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst. Den subjektive vurdering av forekomst ble valgt med bakgrunn i undersøkelsens målsetting. I denne sammenheng kan det også understrekes at innsamlingen av materiale fra elvebunnens organismesamfunn i mange tilfeller var så vanskelig at tilfredsstillende kvantitative prøver ikke ble oppnådd. Forutsetningen for en tallmessig bearbeiding var dermed ikke tilstede, og et eventuelt telleresultat kunne lett forlede til forestilling om større nøyaktighet enn hva som har vært tilfellet.

Ved den subjektive vurdering av organismenes kvantitative forekomst er det benyttet en skala. Skalaen som ble brukt er gjengitt i tabell 6. En særskilt vanskelighet følger med å skulle vurdere mengden av organismer som representerer ulike størrelsesordener og morfologiske typer samtidig. For å motvirke dette er det valgt to sett angivelser for kvantitetsgruppene som gjelder forekomst av henholdsvis større eller mindre organismer (avgrensningene se tabell 6).

Prøvene som er bearbeidet og danner grunnlaget for den biologiske beskrivelse av elvestrekningen, er stilt sammen i tabell 7.

Resultatet av den biologiske undersøkelsen er gjengitt i en hovedtabell (tabell 26, side 95 - 99 som sammenfatter alle observasjonene som ble gjort. I det følgende skal resultatene kommenteres for de enkelte elvestrekninger stasjonsvis.

Tabell 6.

Skala for subjektiv vurdering av kvantitativ forekomst av organismer.

Kvantitetsgrupper for kormophytter og invertebrater	Kvantitetsgrupper for thallopkytter	Betegnelse for forekomst i prøven
+	+	Forekommer
rr	1	Sjelden
r	2	Sparsom
c	3	Vanlig
cc	4	Hyppig
ccc	5	Dominant

Tabell 7.

Oversikt over bearbejdede benthosprøver.

x indikerer at prøven er bearbejdet.

Lokalitet	Ådalselva				Randselva			Storelva		
	St. 1	St. 2	St. 3 A	St. 3 B	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9
Dato 1963										
7/6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21/6	x	x		x	x	x			x	
27/9	x	x		x	x	x	x	x	x	x

6.2.1. Ådalselva. De kjemiske forhold som karakteriserte vannmassene i prøvetakingsperiodene fremgår av analyseresultatene i tabell 8.

Tabell 8.

Ådalselva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.

Lokalitet	St. 1			St. 2			St. 3		
Dato 1963	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/6
Komponenter									
pH	6,6	6,9	6,8	6,6	6,8	6,8	6,5	6,5	6,6
El. ledn. evne, n_{20} = $n \cdot 10^{-6}$	19,7	19,6	19,3	19,4	19,4	19,2	19,7	22,3	20,4
KMnO ₄ , mg O/1	3,2	2,7	4,0	3,3	2,8	3,7	6,1	10,3	7,0
Klorid, mg Cl ⁻ /1	x	x	0,20	x	x	x	x	x	x
Kalsium, mg CaO/1	2,3	1,8	3,6	2,3	2,0	4,9	2,3	2,1	3,7
Magnesium, mg MgO/1	1,0	3,4	1,6	0,9	2,7	0	1,2	3,2	1,2
Jern, mg Fe/1	<0,05	<0,05	0,10	0,06	<0,05	0,10	0,16	0,05	0,46

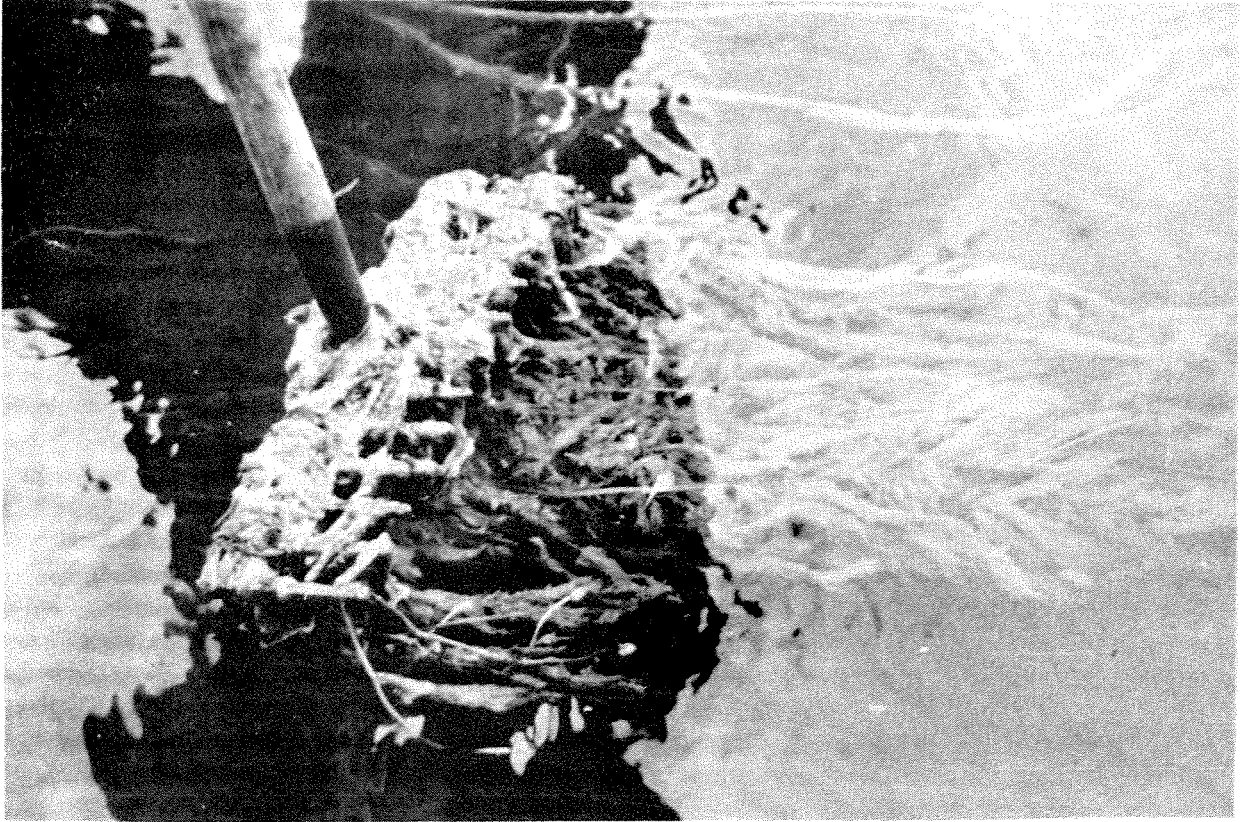
x = ikke påviselig.

Ved å sammenlikne disse data med analyseresultatene fra korttidsundersøkelsen av de kjemiske forhold (se tabell 25, side 94) fremgår det at de faller innenfor mønsteret av de variasjonene som da ble funnet. Vannmassenes kjemiske kvalitet er lite forandret fra stasjon 1 til stasjon 2, mens stasjon 3 viser spesielle forhold. Ved stasjon 3 er vannet gjennomgående surere, har en høyere elektrolytisk ledningsevne og et større innhold av organisk stoff som er oksyderbart med kaliumpermanaganat, enn vannet på de to andre stasjonene.

Autotrofe arter preget vegetasjonen på de undersøkte lokalitetene av stasjon 1 og stasjon 2. En variert flora av grønnalger og diatomeer dannet begroing på steiner og faste gjenstander i elven. Arter av slekten Mougeotia sammen med Tabellaria flocculosa var karakteristiske elementer i algesamfunnene. Høyere vegetasjon var representert med flere arter. Sparganium angustifolium var vanlig på stasjon 1, mens Potamogeton cf. gramineus og Myriophyllum alterniflorum var bestand-dannende på stasjon 2.

Dyrelivet på stasjon 1 og stasjon 2 var sammensatt av mange arter. Kvantitetsmessig var forekomsten på stasjon 2 størst. Karakteristiske arter for disse lokalitetene var døgnfluelarven Heptagenia fuscogrisea og steinfluelarven Isoperla grammatica. Snilen Lymnaea pereger og iglen Erpobdella octoculata var vanlige på stasjon 2.

Både vegetasjon og fauna var radikalt forandret på stasjon 3 i forhold til de to foregående stasjoner i Ådalselva. Heterotrofe arter preget organismsamfunnene, og bakteriene Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma dannet store bevoxsninger av bunn og på faste gjenstander i elva. Soppen Leptomitus lacteus inngikk sammen med Sphaerotilus natans i disse bevoxsninger under vintersituasjonen i elven (observert 20/3 1963). Grønnalgen Draparnaldia glomerata var vanlig på denne stasjonen under sommersituasjonen. Av de faunaelementer som preget samfunnene kan Asellus aquaticus, Lymnaea pereger og Tubifex cf. tubifex fremheves. Det var vanlig å finne store bestander av orthocladine chironomider i bakterie-begroingene. Eksempler på utseende, begroing og slamavsetninger på denne elvestrekning er gitt i figurene 12 og 13, s. 46 - 47.



Figur 12. Eksempel på bakteriebegroing.

Begroing (lammehaler) på hjertetjønna (Potamogeton perfoliatus) i Ådalselva ovenfor Hønefossen. Plantene er delvis løftet over vannflaten. Begroingen er en masseforekomst av trådbakterien Sphaerotilus nathans.



Figur 13. Eksempel på slamdannelse.

Belegget på bunnen av Ådalselva ovenfor Hønefossen er sammensatt av fibre, barkrester, heterotrofe organismer og slam. Etter hvert som forråtnelsesprosesser med gassdannelse foregår under laget, vil dette bule opp og til slutt breste.

I tabell 9 er en sammenfatning av de kvalitative biologiske observasjoner i Ådalselva gjengitt.

Tabell 9.

Ådalselva. Karakteristiske arter i organismesamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.

St. 1	St. 2	St. 3
Mougeotia spp.	Mougeotia spp.	Cladotrix dichotoma
Tabellaria flocculosa	Tabellaria flocculosa	Sphaerotilus natans
Sparganium angustifolium	Erpobdella octoculata	Leptomitius lacteus
Heptagenia fuscogrisea	Isoperla grammatica	Draparnaldia glomerata
Limnophilus sp.	Lymnaea pereger	Erpobdella octoculata
	Planorbis planorbis	Asellus aquaticus
		Lymnaea pereger
		Tubifex cf. tubifex

6.2.2. Randselva. Vannmassenes kjemiske forhold ved prøvetakingen av det biologiske materialet er gjengitt i tabell 10.

Tabell 10.

Randselva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.

Lokalitet	St. 4			St. 5			St. 6			
	Dato 1963	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9
Komponenter										
pH		7,2	7,4	7,1	7,2	7,2	7,1	7,2	7,2	7,2
El.ledn.e. μ 20 =n.10 ⁻⁵		41,0	46,7	41,2	39,9	42,1	39,6	39,9	41,1	40,3
KMnO ₄ , mg O/1		4,0	3,9	3,6	4,0	4,2	4,7	4,2	4,4	4,7
Klorid, mg Cl ⁻ /1		0,29	X	0,40	0,29	0,20	0,30	0,49	0,30	0,20
Kalsium, mg CaO/1		5,6	6,2	- ^x	5,8	5,5	8,8	5,8	5,4	9,7
Magnesium, mg Mg/1		3,5	5,3	- ^x	3,0	4,5	1,5	3,0	4,7	0,9
Jern, mg Fe/1		<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	0,06	0,08	<0,05	<0,05

^x Feil ved analyseringen. X = ikke påviselig.

Vannmassene som går utfra Randsfjorden og **danner** Randselva har et høyt elektrolyttinnhold sammenliknet med Ådalselva. På første stasjon for den biologiske prøvetaking i Randselva

(st. 4) var den elektrolytiske ledningsevnen gjennomgående dobbelt så høy som tilsvarende målt på stasjonene i Ådalselva. Det er særlig det større innhold av jordalkalier, i forbindelser med bikarbonat, i Randselva som kommer frem i dette forhold. Den kjemiske natur av Randselv-vannet dannet et særlig interessant utgangspunkt for undersøkelsen av organismelivet på denne elvestrekning.

Vegetasjon og fauna på de tre undersøkte stasjonene i Randselva var i hovedtrekkene like, de variasjoner som ble påvist hadde tyensynlig sammenheng med ulikheter i strømforhold og vekstunderlag. Forholdene på de tre stasjonene kommenteres derfor under ett.

Autotrofe arter preget organismesamfunnene på elvestrekningen. Algebevoksningene var dominert av arter fra klassene blågrønnalger, grønnalger, kiselalger og rødalger. Ulothrix zonata hadde stor forekomst og vokste sammen med Microspora amecena. Disse algene dannet gjerne matteliknende begroinger på strømsterke steder nær breddene. På dypere vann var Chamaesiphon cf. confervicolus og Stigonema namillosum vanlige å finne. På steiner i dypere deler av elven var også Lemanea fluviatilis i tildels stor forekomst. Vegetasjonen av kiselalger var av betydelig kvantitet. Særlige observasjoner av Didymosphenia geminata, en kolonidannende art med slindannelser som dominerte forekomstene av kiselalger, vil bli publisert i en egen avhandling (O. Skulberg, : Bevoksninger av kiselalgen Didymosphenia geminata (Lyngbye) M. Schmidt i norske vassdrag). Fontinalis antipyretica dannet bestand på alle stasjonene, og av høyere planter var arter av slekten Callitriche sammen med Myriophyllum alterniflorum vanlige.

Den frodige vegetasjon ga grunnlaget for utvikling av et variert dyreliv av betydelig kvantitet. Krepedyret Asellus aquaticus var vanlig på stasjon 4. Av insektlarver preget forekomsten av steinfluen Isoperla grammica og døgnfluen Heptagenia sulphurea faunaen. Snilen Lynnea pereger var vanlig å finne på elvestrekningen.

I tabell 11 er en sammenfatning av de kvalitative biologiske observasjoner i Randselva gjengitt.

Tabell 11.

Randselva. Karakteristiske arter i organismesamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.

St. 4	St. 5	St. 6
Chamaesiphon cf. confervicolus	Chamaesiphon cf. confervicolus	Chamaesiphon cf. confervicolus
Microspora amoena	Stigonema mamillosum	Stigonema mamillosum
Ulothrix zonata	Binuclearia tatrana	Microspora amoena
Didymosphenia geminata	Microspora amoena	Ulothrix zonata
Lemanea fluviatilis	Ulothrix zonata	Didymosphenia geminata
Fontinalis antipyretica	Didymosphenia geminata	Lemanea fluviatilis
Callitriche verna	Lemanea fluviatilis	Fontinalis antipyretica
Asellus aquaticus	Fontinalis antipyretica	Callitriche hamulata
Isoperla grammatica	Myriophyllum alterniflorum	Myriophyllum alterniflorum
Linnophilus sp.	Heptagenia sulphurea	Heptagenia sulphurea
Lymnea pereger	Lymnea pereger	Lymnea pereger

6.2.3. Storelva. Ved prøvetakingen av det biologiske materialet var vannmassenes kjemiske forhold karakterisert ved de analyseresultatene som er gjengitt i tabell 12.

Tabell 12.

Storelva. Kjemiske analyseresultater av vannprøver innsamlet ved det biologiske feltarbeidet.

Lokalitet	St. 7			St. 8			St. 9			
	Dato 1963	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9
Komponenter										
pH		7,0	6,9	6,9	7,0	6,8	6,9	6,9	7,0	6,9
El.ledn.e. $\times 10^{-6}$ = n.10 ⁻⁶		29,8	28,1	29,3	29,6	29,1	32,9	32,9	37,4	30,8
KMnO ₄ , mg O/1		5,2	3,3	5,6	5,4	5,0	5,1	3,7	6,8	8,1
Klorid, mg Cl ⁻ /1		0,20	0,20	0,40	0,10	0,20	0,60	X	0,40	0,40
Kalsium, mg CaO/1		3,2	3,6	7,0	3,2	3,1	5,5	3,5	3,9	6,7
Magnesium, mg Mg/1		3,6	3,0	1,6	2,7	3,7	1,9	3,1	5,0	1,5
Jern, mg Fe/1		0,14	0,05	0,06	0,15	0,12	<0,05	0,30	0,46	0,10

X = ikke påviselig.

Vannmassene som kommer med Ådalselva og Randselva og danner Storelva, resulterer i en vanntype som i kjemiske egenskaper ligger mellom de til de to førstnevnte elvene. Gjennomgående vil Storelva ligge noe nærmere Randselva i egenskaper, avhengig av den relative vannføring i elvene. Storelva har et elveleie som i topografiske og geologiske forhold atskiller seg mye fra Randselva og Ådalselva. Dette, sammen med den større vannføring, gjør det vanskelig å levere en beskrivelse av biologiske forhold som direkte er sammenliknbar med tilsvarende beskrivelse av de to andre elvene. Imidlertid var innflytelsen fra forurensningsbidragene med Ådalselva så gjennomgripende at det ble denne næringsfaktor som i stor grad preget organismeutviklingen på den undersøkte elvestrekning av Storelva.

De biologiske forhold på stasjonene 7 og 8 var svært ensartet og kommenteres under ett i det følgende. Organismesamfunn på stasjonene var dominert av heterotrofe arter. Bakteriene Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma dannet sammenhengende bevoxsninger av elvebunnen og på alle faste gjenstander i elven. Materialet som bygger opp elvebunnen består for det meste av løsavsetninger, og er på grunn av sin bevegelighet vanskelig koloniserbar for organismer. Dette medfører at bakteriebevoxsningene ikke får den mektighet som ville vært oppnådd på et fast substrat. Så snart belegget oppnår en viss tykkelse skjer det en løsrivning, og det blir transport av fnokker med de fri vannmasser. Kiselalger var i mindre grad influert av dette forhold, og frodige bevoxsninger kom til utvikling over elvebunnen. Blant kiselalgene, som var viktige på disse stasjonene, kan nevnes Synedra ulna og Tabellaria flocculosa. Fargeløse flagellater, ciliater og orthocladine chironomider inngikk som karakteristiske faunaelementer i bakteriebevoxsningene. Forøvrig var det en liten forekomst av dyr, men Erpobdella octoculata og Isoperla grammatica var vanlige på begge stasjonene.

Stasjon 9 var beliggende i munningsområdet av Storelva i Tyrifjorden. Elven flyter langsomt på dette partiet og er bred. Stasjonen kan i bare liten utstrekning sies å være representativ for forholdene i Storelva på dette sted, da den representerer et lite og landnært utsnitt av lokaliteten. Organismelivet på stasjonen var på mange måter forskjellig fra

det som ble funnet på de to foregående stasjoner i Storelva. Som på elvestrekningen ovenfor dominerte heterotrofe organismer samfunnene, men autotrofe arter gjorde seg også tydelig gjeldende. Høyere vegetasjon med Potamogeton perfoliatus og Sagittaria sagittifolia som bestand-dannende arter var frodig utviklet, men overvokst av bakteriene Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma. Algefloraen preget vegetasjonen i sterkere grad her enn på stasjonene høyere opp i Storelva. Kiselalger (Diatoma vulgare, Fragilaria capucina, Tabellaria flocculosa) var av størst kvantitet, men blågrønnalger og grønnalger utgjorde en betydelig del av samfunnene. Flere arter av dyr som er vanlige for lokaliteter med roligflytende eller stillestående vann ble funnet. Vårfluelarven Anabolia nervosa kan nevnes, likedan larver av gruppene biller og teger. Som på de foregående stasjoner i Storelva var Isoperla grammatica og Erpobdella octoculata vanlige å finne på denne stasjon. Bakteriebegroingene inneholdt store bestander orthocladine chironomider, fargeløse flagellater og ciliater.

I tabell 13 er en sammenfatning av de kvalitative biologiske observasjoner i Storelva gjengitt.

Tabell 13.

Storelva. Karakteristiske arter i organismesamfunnene på den undersøkte elvestrekning. Systematisk oversikt.

St. 7	St. 8	St. 9
Cladotrix dichotoma	Cladotrix dichotoma	Cladotrix dichotoma
Sphaerotilus natans	Sphaerotilus natans	Sphaerotilus natans
Oscillatoria sp. (1,5 μ)	Diatoma elongatum	Diatoma vulgare
Diatoma elongatum	Synedra ulna	Fragillaria capucina
Synedra ulna	Tabellaria flocculosa	Tabellaria Flocculosa
Tabellaria flocculosa	Erpobdella octoculata	Potamogeton perfolia- tus
Erpobdella octoculata	Isoperla grammatica	Sagittaria sagitti- folia
Isoperla grammatica		Erpobdella octoculata
		Isoperla grammatica
		Anabolia nervosa

6.3. Erfaringer med begroingsforsok.

I tillegg til den direkte prøvetaking av organismesamfunnene på lokalitetene, ble det gjort observasjoner av begroing på nye overflater som ble eksponert i vannmassene. Det ble benyttet terningformede klosser av tre (gran) med sidekanter på 10 cm. De ble forankret med tau i bunnen og flot i de strømmende vannmassene ca. 50 cm under elvens overflate. Det ble gjort to serier av slike begroingsobservasjoner, hver med ca. 3 ukers eksponering av klossene. Klossene ble satt ut på de samme stasjonene som var med i den biologiske feltundersøkelsen. Som helhet ble forsøkene dessverre mislykket, dels fordi klossene ikke fikk være i fred for mennesker, dels fordi flomvann rev med seg forankringene. Imidlertid ble det gjort noen erfaringer som er av interesse for denne undersøkelsen.

Som det fremgår av tabell 26, side 99 under gruppen "varia" inngikk fibre av tre (tracheer og tracheider) i betydelig mengde i materialet som ble innsamlet av benthos på stasjon 3 i Ådalselva og stasjonene 7, 8 og 9 i Storelva. Belegget på elvebunnen og faste gjenstander på disse stasjonene besto hovedsakelig av de to komponentene cellulosefibre og heterotrofe organismer. Det er vanskelig å skille mellom de levende og de døde bestanddeler av dette belegget, både morfologisk og fysiologisk står de i nær sammenheng med hverandre. Observasjonene som ble gjort i sammenheng med begroingsforsøkene på stasjonene 3, 7, 8 og 9 viste:

1. Klossene som ble eksponert fikk i løpet av 2 - 3 uker et betydelig belegg på alle sider.
2. Mikroskopering av belegget avklarte at det var bygd opp av de samme elementer som ble funnet i belegg fra elvebunnen på disse stasjonene.
3. Den primære årsak til dannelsen av belegget var veksten av heterotrofe organismer, i første rekke bakteriene Sphaerotilus natans og Cladotrix dichotoma. Bakteriebegroingen ga en effektiv oppfangningsflate for avsetninger av cellulosefibre, detritus og mineralske partikler.

4. Det kom sekundært til utvikling et komplekst organisme-samfunn hvor bakterier, sopp, alger og protozoer hadde stor forekomst og dannet et belegg med innviklet struktur sammen med cellulosefibrene.

Disse erfaringene er i god overensstemmelse med hva som er vanlig antatt om beleggdannelse i forurensete vassdrag av denne type.

6.4. Sestonundersøkelse.

Den mikroskopiske undersøkelsen av seston (vannmassenes innhold av frafiltrerbar substans) ble basert på membranfilterteknikk. Innsamling av prøvene foregikk samtidig med det biologiske feltarbeidet forøvrig.

Organismene i de strømmende vannmasser stammet fra innsjøene i vassdraget og bare i liten utstrekning fra stille partier langs elvene hvor vannet hadde tilstrekkelig oppholdstid til å kunne realisere slik vekst. Planktonets sammensetning i Sperillen og Randsfjorden fremgår av tabell 14.

Tabell 14.

Resultat av mikroskopisk bearbeidelse av håvtrekk.

Lokalitet	Dato	Sperillen		Randsfjorden	
		21/9-61	19/6-63	21/9-61	18/6-63
Organismer					
<u>SCHIZOPHYCEAE.</u>					
Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Bréb.		1			+
Coelosphaerium cf. Naegelianum Ung.		+		2	1
<u>CHLOROPHYCEAE.</u>					
Arthrodesmus incus (Bréb.) Hass.			1	2	
Binuclearia tatrana Wittr.			+		
Botryococcus Braunii Kütz.				+	
Closterium Nitzsch sp.			+		
Crucigenia rectangularis (Näg.) Gaz		1		1	
Mougeotia Agardh sp.			1		
Quadrigula closterioides (Bohlin) Printz.		2		1	
Sphaerocystis Schroeteri Chod.			+		
Spondylosium planum (Wolle) W. og G.S. West			1		
Staurastrum Meyer sp.		1	+	1	
Ubest. grønnalge			+		

Tabell 14 (forts.).

Lokalitet	Dato	Sperillen		Randsfjorden	
		21/9-61	19/6-63	21/9-61	18/6-63
<u>Organismer</u>					
<u>BACILLARIOPHYCEAE.</u>					
Achnanthes Borg spp.			1		
Asterionella formosa Hassall			2		2
Ceratoneis arcus Kütz.			+		
Fragilaria cf. capucina Desmazieres			1		
F. crotonensis (A.M.Edw.)Kitton		+			1
Gomphonema Agardh. sp.			1		
Melosira Agardh. sp.					1
Synedra ulna (Nitzsch.)Ehrenb.			1		
Tabellaria fenestrata (Lyngb.)Kütz.				1	+
T. flocculosa (Roth.) Kütz.			1		1
T. Teilingii (Knudson) Björk			2	1	2
Ubest. pennate diatomeer			1		
<u>CHRYSOPHYCEAE.</u>					
Dinobryon divergens Imhof.			1		1
Stichogloea Doederleinii (Schm.) Wille			+		
<u>DINOPHYCEAE.</u>					
Ceratium hirundinella O.F.M.				2	+
Peridinium Willei Huitf.-Kaas		1			
Peridinium Ehrenberg sp.				+	
<u>ROTATORIA.</u>					
Asplanchna priodonta Gosse.			2	1	3
Conochilus volvox Ehrbg.		2			
Keratella cochlearis Gosse.		1	2		
Notholca longispina Kell.		3	1	3	1
Polyarthra platyptera Ehrbg.		1	1		
Ubest. rotatorie			1		1
Rotatorie-egg			2		

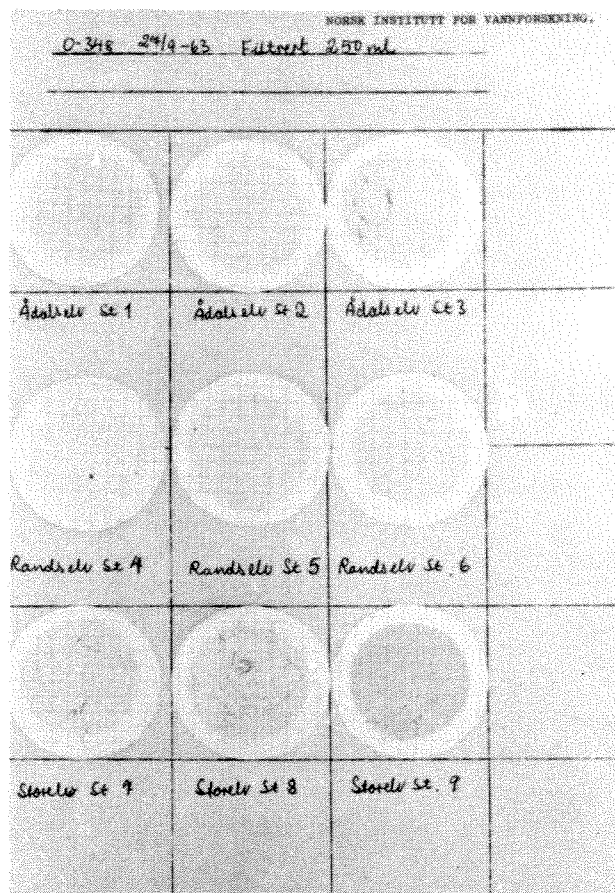
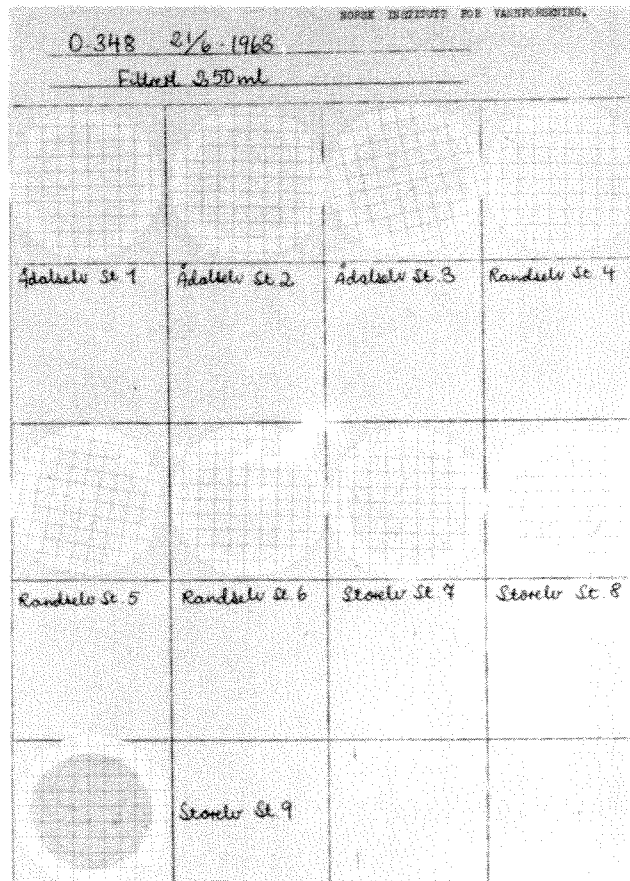
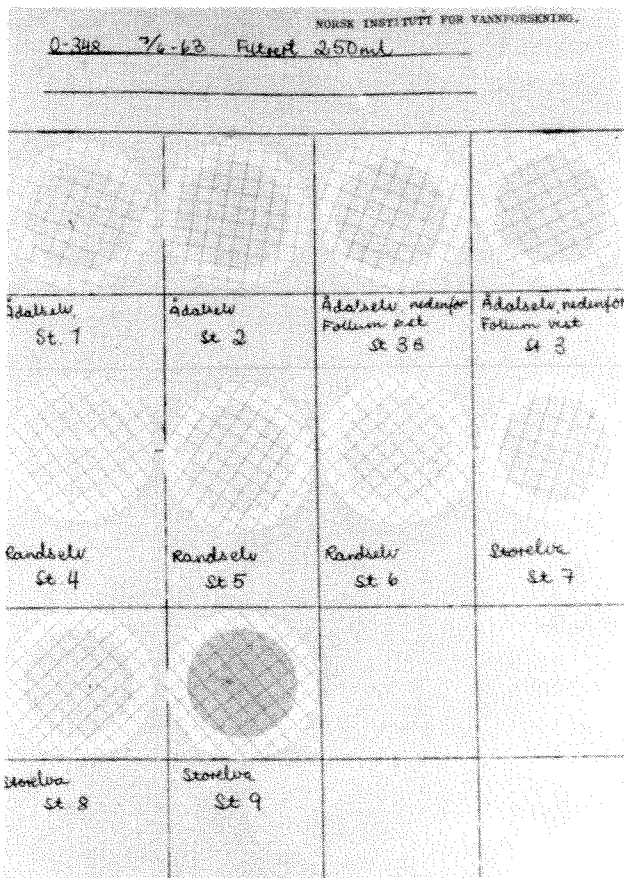
Tabell 14 (forts.).

Lokalitet	Dato	Sperillen		Randsfjorden	
		21/9-61	19/6-63	21/9-61	18/6-63
<u>Organismer</u>					
<u>CRUSTACEA.</u>					
Bosmina Baird. spp.			1	2	2
Cyclops O.F. Müller spp.			4	1	1
Daphnia O.F. Müller spp.			3	1	1
Diaptomus Westwood sp.		+			4
Holopedium gibberum Zaddach.		+		+	1
Nauplier		3	1		1
Krepsdyr-egg			3		

De fleste organismer i selve elvevannet var løsrevet fra de benthiske samfunn. Disse organismene er tildels i stand til å utvikle seg videre under sin transport nedover vassdraget.

På stasjon 3 i Ådalselva og stasjonene 7, 8 og 9 i Storelva var det fnokker av Sphaerotilus natans-belegget som utgjorde den største kvantitet av den frafiltrerbare substans i vannet. Under feltarbeidet ble det på disse stasjonene observert en stadig transport av slike fnokker i vassdraget.

I figur 14 er det stilt sammen eksempler på membranfiltere med seston. Foruten hvordan innholdet av frafiltrerbar substans varierer fra stasjon til stasjon, kommer også variasjoner i fargen til vannet frem gjennom filterpapiresnes ulike grad av mørkhet.



Figur 14.

Frafiltrerbar substans
i elvevannet på membranfiltere.

Gjennom hvert av disse filtere er det filtrert 1/4 l vann fra prøvestedene i elvene. Fargetonen viser til en viss grad forskjellen i filtrerbar materiale i vannmassene.

Det er mulig å se den ulike grad av fnokktransport på elvestrekningene.

6.5. Fiskeribiologiske undersøkelser.

6.5.1. Fiskeartene, deres forekomst og betydning. Det er ikke tidligere foretatt inngående fiskeribiologiske undersøkelser i Storelva, Randselva eller Ådalselva. Kjennskap til fiskefaunaen i vassdraget er skaffet tilveie gjennom opplysninger fra Ringerikes Sportsfiskere og gjennom undersøkelser foretatt av instituttet. Opplysninger om de forskjellige fiskeartenes forekomst i vassdraget er delvis basert på Hartvig Huitfeldt-Kaas' arbeide om ferskvannsfiskenes innvandring og utbredelse i Norge (Huitfeldt-Kaas, 1918).

Tabell 15.

Fiskearter, rundmunner og kreps i Storelva, Randselva og Ådalselva.

Arter	Storelva, Randselva	Ådalselva
<u>Fisk.</u>		
Aure (<i>Salmo trutta</i> L.)	Vanlig	Vanlig
Røye (<i>Salvelinus alpinus</i> L.)	Forekommer	
Sik (<i>Coregonus lavaretus</i> L.)	Vanlig	Vanlig
Krøkle (<i>Osmerus eperlanus eperlanus</i> L.)	Forekommer	
Gjedde (<i>Esox lucius</i> L.)	Vanlig	
Karuss (<i>Carassius carassius</i> L.)	Forekommer	
Ørekyt (<i>Phoxinus phoxinus</i> L.) lok. navn, Kime	Vanlig	Vanlig
Brasne (<i>Abramis brama</i> L.) lok. navn, Brasen	Vanlig	Vanlig
Abbor (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	Vanlig	Vanlig
Nipigget stingsild (<i>Pungitius pungitius</i> L.)	Vanlig	Vanlig
Trepigget stingsild (<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.)	?	?
<u>Rundmunner.</u>		
Elvenioye (<i>Lampetra fluviatilis</i> L.) Lok. navn, Steinbit	Vanlig	Vanlig
<u>Kreps.</u>		
Flodkreps (<i>Potamobius astacus</i> L.)	Forekommer	?

De viktigste fiskeartene i vassdragene er aure og sik som det fiskes betydelige mengder av. Noen statistikk som viser utbyttet av disse artene foreligger imidlertid ikke.

Gjedde, abbor og brasme finnes utbredt relativt rikelig i elvenes stillere partier, og det foregår et visst fiske også etter disse artene selv om dette er av mindre betydning. Gjedde skal ikke forekomme i Ådalselva.

Ørekyt og nipigget stingsild finnes i betydelig antall i både Ådalselva og Randselva - Storelva. Deres betydning i fiskeribiologisk sammenheng er lite kjent. Det er imidlertid sannsynlig at de spiller en viss rolle som føde for gjedde og abbor og muligens også aure.

Utbredelsen av den trepiggete stingsild i vassdraget er ukjent. Huitfeldt-Kaas (1918) nevner bare trepigget stingsild i vassdraget oppover fra og med Tyrifjord. Under befaringer er imidlertid bare observert nipigget stingsild, og i opplysningene fra Ringerike Sportsfiskere er også bare denne arten ontalt. Det er derfor mulig at det foreligger forveksling av de to artene i Huitfeldt-Kaas arbeide.

Røye og krøkle er vanlige i Tyrifjorden og Randsfjorden, og særlig krøkle må sies å spille en betydelig rolle som næring for aure i Tyrifjorden. I elvene er det imidlertid ingen stasjoner bestand av disse artene, og de vil sannsynligvis bare opptre i kortere perioder under vandring. Hverken krøkle eller røye foretar gytevandringer inn i Storelva eller Randselva.

Karuss skal ifølge opplysninger bare finnes i Storelvas nedre løp bl.a. i de avsnorte meanderne, - Jueren og Synneren.

Nioye fører en bortgjent tilvarelse i vassdragene, men finnes allikevel i ganske stort antall. Kjennskapet til deres betydning i fiskeribiologisk sammenheng er meget lite.

Krepser som er av stor betydning i Steinsfjorden og finnes i mindre mengde i selve Tyrifjorden, har ikke klart å etablere noen bestand av fangstmessig betydning i Storelva - Randselva. Den finnes i noen mindre vann og vassdrag som munner ut i Randsfjorden bl.a. i Hernanstjern i sydenden av fjorden.

I de senere år skal det i Randsfjordens sydende ha vært fisket litt kreps som sannsynligvis har vandret ut fra Hermans-tjern.

6.5.2. Fisket i Ådalselva. Aure finnes utbredt i alle deler av vassdraget og spiller en betydelig rolle som sportsfisk både for den lokale befolkning og tilreisende turister. I Ådalselva fiskes det vesentlig på en stasjonær bestand av aure med fiskestørrelser på omkring 2 - 300 gram. Det forekommer av og til større fisk med en vekt på flere kilo, og dette er sannsynligvis som regel fisk som har vandret ned fra Sperillen. Av særlig interesse er sportsfisket med flue, men det foregår også fiske med sluk, mark og annen redskap i elven. De beste fiskeplasser i Ådalselva er de partier hvor elven går i stryk. Fisket etter aure foregår i tiden juni - september.

Sikfisket i Ådalselva er først og fremst et matfiske som vesentlig foregår med garn i gytetiden om vinteren. Noe taes imidlertid også på sportsredskap, særlig på flue og mark i månedene mai - juni.

I det følgende skal det bli gitt en kortfattet oversikt over fisket på de forskjellige strekninger i Ådalselva.

På strekningen mellom Honefoss og Hofsfoss (Molval) fiskes endel sik, noe aure og abbor. Mellom Hensfossen og Begnafossen er det et godt auresfiske. I de stillere partier utenfor Hen Dampsag fiskes det abbor og brasme. Motjern- og Søndre Grønvoldtjern skal tjene som gyte- og oppvekstområde for abbor og brasme. Utenfor Tangen er det et godt auresfiske og herfra og oppover til Hval fiskes vesentlig aure. I Killingstrømmen fiskes aure, sik samt endel abbor og brasme. Det viktigste sikfisket i Ådalselva foregår ved Killing- og Kongsstrømmen i vintermånedene.

6.5.3. Fisket i Storelva - Randselva. Storelva - Randselva er fra gammelt av kjent som et meget fiskerikt vassdrag, og særlig har fisket etter stor aure og sik spilt en betydelig rolle opp gjennom årene.

Grunnlaget for det rike auresfisket i vassdraget beror på det forhold at elven tjener som gyte- og oppvekstelv for aure

fra Tyrifjorden. Denne auren som er kjent for å være meget storvokst og av førsteklasses kvalitet, vandrer opp i elven fra august og utover høsten inntil gytetiden som er i slutten av oktober og begynnelsen av november. De viktigste gyteplassene ligger i området mellom Hval og Viul. Dette gyteområdet ble kraftig redusert ved byggingen av kraftverksdammen ved Honsrudfoss. Denne dammen stenger nå for aurens videre oppgang i vassdraget.

Tidligere ble fisket etter auren drevet med garn, not (vad), ruser og stang. Garnfisket ble vesentlig drevet mellom Hval og Viul som drivgarnsfiske på gyteplassene om høsten. Rusefisket var et spesielt fiske som foregikk ved Slepa ovenfor Busund og som ble drevet med henblikk på fangst av stamfisk til klekkerier. Den store Tyrifjord-auren ble ansett som særlig verdifull på grunn av sin størrelse og store og livskraftige yngel. Dette rusefisket ble slutt i 1940-årene (side 75).

Fisket etter Tyrifjordaure foregår idag vesentlig som sportsfiske med stang og flue, sluk eller mark på strekningen mellom Hval og Honsrud. Noe fiske foregår også lengre nede i elven. Foruten fisket etter den store oppgangsauren fra Tyrifjorden utover høsten, fiskes det også etter mindre, stasjonære aure i forskjellige deler av elven. Et verdifullt sportsfiske etter aure foregår bl.a. ved Kistefoss hvor det taes endel relativt stor aure.

Drivgarnsfisket blir idag kun drevet om høsten av Ringerike Sportsfiskere for fangst av stamfisk til klekkeriet.

Størrelsen på auren som fanges, kan varieres betydelig, men det er vanlig å fange fisk i størrelse opp til 12 kg. Det taes imidlertid også av og til større fisk, og det skal være fisket flere eksemplarer på om lag 18 kg. Det er også omtalt en fisk som skal ha veid 24 kg og som ble tatt i not.

På grunn av manglende statistikk har en idag ikke opplysninger om hvor stor mengde som fiskes hvert år. Det er imidlertid antatt (Ringerike Sportsfiskere pers. oppl.) at det årlig fiskes flere hundre kilo aure i en gjennomsnittsstørrelse på omlag 5 kg av sportsfiskere i Storelva - Randselva. Foruten

dette fisket i elvene foregår det også et betydelig fiske i selve Tyrifjorden av en aurebestand som er rekruttert av fisk fra Storelva - Randselva. Det må ansees som sannsynlig at den vesentligste del av aurebestanden i Tyrifjorden har sine gyte- og oppvekstområder i dette vassdraget. Noe gyting foregår i utløpet av Tyrifjorden ved Vikersund og muligens også litt i andre elver, men denne er neppe av så stor betydning i sammenhengen.

Sik ble tidligere fisket i gytetiden i november - desember når den vandret opp fra Tyrifjorden i Storelva til gyteområdene ved Helgelandsmoen - Slepa og Folafooss. Fisket foregikk for det meste med ruser ved Slepa. Fisken som ble tatt var såkalt strøm-sik og hadde vanligvis en vekt av 250 - 500 gram. Dette rusefisket etter sik opphørte i 1940-årene (se side 75). Noe annet sikfiske av betydning enn dette skal ikke tidligere ha funnet sted i Storelva. Idag fiskes det bare sik av og til under stangfiske i Storelva.

I utløpet av Randsfjorden fiskes noe sik om høsten. Dette er den såkalte grunnsik som gyter på et dyp av inntil et par meter ved utløpet av Randsfjorden og i Randselva ned til den første dam. Fisket etter stasjonær sik i Randselva forøvrig er av relativt liten betydning.

Abbor, gjedde og brasne fiskes i Randselva og Storelva for det meste på sportsredskap i de stillere partier. Det største fisket etter disse artene foregår under vårflommen, vanligvis i midten av mai når vannet stiger og strømmer inn i de avsnørte meanderne Jueren og Synneren og andre viker og evjer. Fisken vandrer da inn i disse områdene for å gyte og er i en relativt kort tid gjenstand for et ganske rikt fiske.

Fisket etter andre fiskeslag spiller liten eller ingen rolle i Storelva - Randselva.

6.5.4. Forurensningens virkning på fisket og fiskobestanden.

Forurensninger kan tenkes å ha innvirkning på fisket i et vassdrag på tre måter:

1. Forurensningene virker inn på fiskebestandens størrelse og sammensetning.
2. Forurensningene forårsaker endringer i fiskens nytteverdi.
3. Forurensningene har virkning på utøvelsen av fisket.

I det følgende skal gies en vurdering av de tre punkter.

6.5.4.a. Forurensningens innvirkning på fiskebestandens størrelse og sammensetning.

Som tidligere nevnt foreligger det ingen statistikk over utbyttet av fisket i Storelva - Randselva og Ådalselva hverken i de senere år eller tidligere. Dette i sammenheng med at beskatningsformene har endret seg gjør det vanskelig å vurdere om det har funnet sted endringer i fiskebestandens størrelse og sammensetning i de senere år. Ved hjelp av de biologiske undersøkelser i vassdraget kan en få et godt inntrykk av de nåværende forhold. Fordi lokalitetenes karakter spiller en stor rolle for organismesamfunnenes utvikling er det imidlertid ofte vanskelig å fastslå hvilke forskjeller i bestander og forekomster som skyldes eventuell forurensningspåvirkning og hva som skyldes andre faktorer. Strøm- og bunnforhold, passasjehindringer, reguleringer kan også ha betydning i denne sammenheng.

Endringer i en fiskebestands størrelse og sammensetning som følge av forurensning kan tenkes å henge sammen med flere årsaksforhold. De viktigste punkter skal nevnes:

- 1) Det forurensete vannet virker drepende på fisken i et eller flere stadier av livssyklus.
- 2) Unnvikelsesreaksjoner. Fisken skyr det forurensete vannet og vil ikke ta opphold i det til tross for at vannet ikke virker drepende på fisk.
- 3) Forurensningene virker forstyrrende eller drepende på organismer som utgjør fiskens næringsgrunnlag.
- 4) Forurensningene virker forstyrrende eller ødeleggende på fiskens reproduksjonsmuligheter.
- 5) Forurensningene kan bevirke endringer i en fiskearts leveområde, slik at den ikke lenger kan hevde sin plass i organismesamfunnet og derfor utkonkurreres eller utryddes av andre organismer.

I det følgende skal gies en vurdering av disse punkter.

- 1) Det forurensede vannet virker drepende på fisken i et eller flere stadier av livssyklus.

Generelle betraktninger:

Det er såvidt vites ikke noengang meldt om fiskedød i Storelva - Randselva eller Ådalselva med forurensning som angivelig årsak. Undersøkelser foretatt av instituttet og opplysninger fra folk i distriktet viser at det fremdeles finnes fisk i de mest belastede områder av vassdraget. Dette er imidlertid i seg selv ikke noe sikkert kriterium for at ikke vannet allikevel kan virke drepende på fisk i visse stadier av livssyklus. Dersom fisken vandrer mye i vassdraget er det alltid en mulighet for at den fisk som fiskes bare har oppholdt seg i kort tid på fangstlokaliteten. En dødelighet blant rogn og småyngel vil heller ikke kunne iakttas av folk som ferdes langs vassdraget.

Den mest belastede strekning i vassdraget er som tidligere nevnt Ådalselva mellom Hofsfoss og Honefoss (Molval). Forurensningene er her først og fremst preget av utslippene fra A/S Follum Fabrikker. Belastningen fra andre bedrifter og fra husholdninger spiller mindre rolle i sammenhengen, og det er ingen grunn til å tro at konsentrasjonene av disse utslipp noe sted i vassdraget overstiger skadegrensen for fisk - når en da ser bort fra eventuelle lokale effekter over små områder.

Den viktigste avvannstype fra A/S Follum Fabrikker er sulfitavluten som slippes ubehandlet ut i elven etter at et cellulosekok er fullført. (kapittel 4 s. 26). Sulfitavlut er kjent for å ha en sterk effekt på vannorganismer selv i relativt lave konsentrasjoner. Det er ikke sannsynlig at noe aktuelt utslipp kan ha så stor virkning som denne avluten og spørsmålet om eventuell giftvirkning skal derfor nærmere utredes.

Sulfitavluten slippes ut i doser på ca. 120 m^3 i et antall av maksimalt ca. 20 pr. uke. I tabell 16 er oppgitt beregnede maksimale og midlere konsentrasjoner av sulfitavlut i Ådalselva umiddelbart nedenfor fabrikken. Til

sammenlikning er i tabellen vist de tilsvarende tall for Otra ved Kristiansand, som tidligere er undersøkt av instituttet (NIVA, 1962). I denne elven ansees utslipp av sulfitavlut å være hovedårsaken til at laks og aure er forsvunnet fra vassdraget. Det må inidlertid bemerkes at denne elven også er betydelig forurenset av annen treforedlingsindustri.

Tabell 16.

Midlere og maksimale konsentrasjoner av sulfitavlut i Ådalselva og Otra.

	Vannføring	m ³ /sek	Sulfitavlut mg/l	
			middel	maksimal
Ådalselva	Gj.sn.vannføring	91,6	43	363
"	Lavvannsføring	24,2	164	1377
Otra	Gj.sn.vannføring	135	59	247
"	Reg. lavvannsf.	70	113	476
Storelva	Gj.sn.vannføring	91,6 + 58,6	26	
"	Reg. lavvannsf.	24,2 + 31,0	72	-

Det fremgår av tabellen at de maksimale konsentrasjoner av sulfitavlut er betydelig høyere i Ådalselva enn i Otra, mens de midlere er omtrent de samme.

Fiskebestanden i Ådalselva mellom Hofsfoss og Honefoss (Molval).

I Molval fiskes sik, aure og abbor med sportsredskap. Dessuten finnes orekyt, nipigget stingsild og elvenioye på denne strekningen.

I undersøkelsesperioden ble det foretatt observasjoner og fiske med elektrisk apparat og krokredskap av instituttet. Resultatene av disse kan i korthet oppsummeres slik: I juni 1963 og juni 1964 ble observert og fisket sikyngel i lengder fra 1,5 - 3 cm flere steder i Molval. Også senere på sommeren 1963 ble sikyngel observert og fisket. Det er sannsynlig at dette er yngel som er klekket og vokst opp i området. Storre sik ble ikke fisket eller observert. Aureyngel ble ikke fisket eller observert. Storre aure ble observert og fisket, men bare få eksemplarer.

Stingsild og ørekyt ble fisket og observert i relativt store mengder. Nisye ble observert. Abbor ble ikke fisket eller observert.

På grunnlag av foreliggende opplysninger og undersøkelser må en anta at siken finner seg vel tilrette i området og at yngelen iallfall etter å ha oppnådd en viss størrelse vokser opp. Det er ikke sikkert kjent hvor siken gyter i området, men det er sannsynlig at det meste av gytingen foregår under Hofsfoss. Her er vannet lite eller ikke forurenset så det er derfor ingen garanti for at befruktning, rogn- og yngelutvikling ikke er skadelig influert i andre deler av området. For aurens og abborens vedkommende kan det ikke med sikkerhet sies om rogn og yngel er skadelig influert av elvevannet. Den bestand som finnes kan tenkes å være rekruttert ovenfra. Nipigget stingsild og ørekyt formerer seg og trives tilsynelatende meget vel i området.

Testforsøk med fisk i akvarier.

For å undersøke sulfitavlutens virkning på fisk i elvevannet er foretatt testforsøk med laks og aure i akvarier.

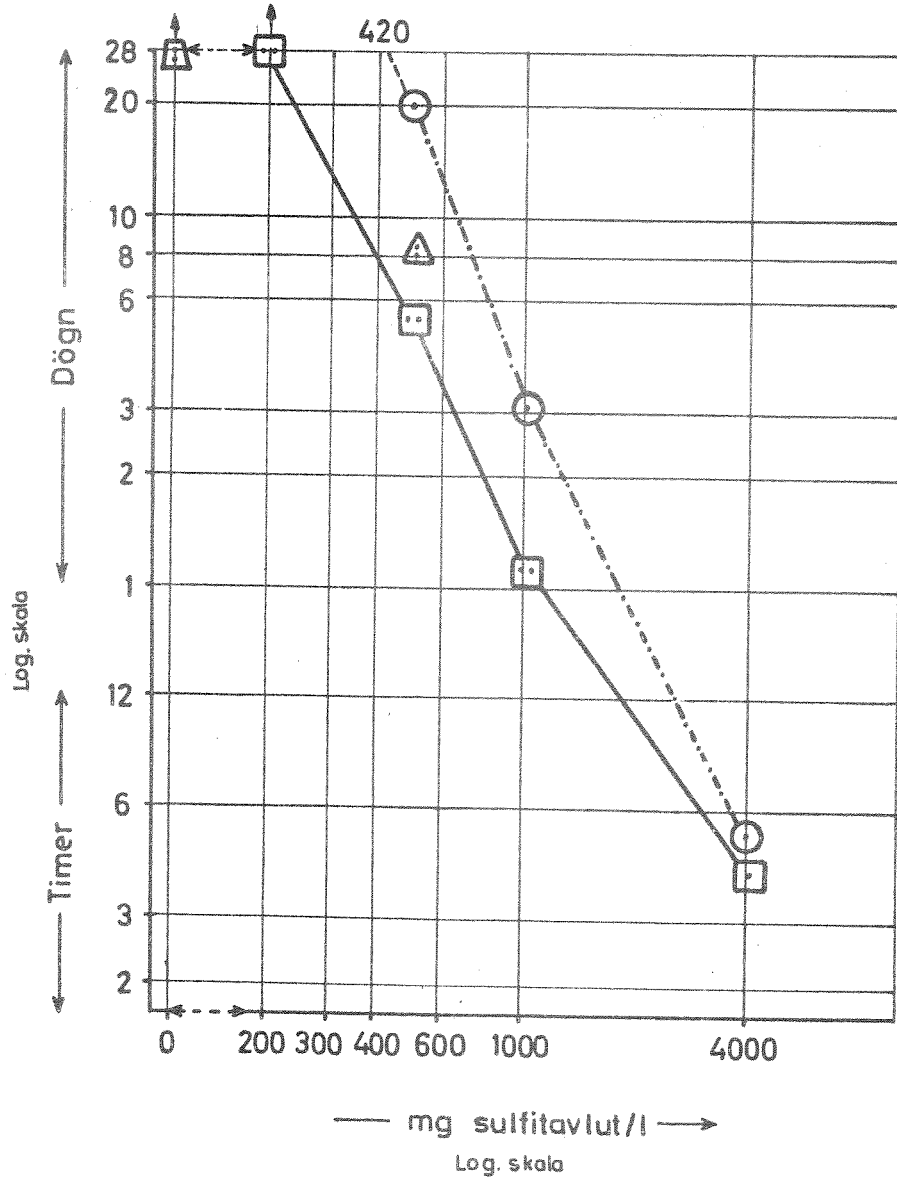
Til forsøkene er vesentlig benyttet forskjellige størrelsesgrupper av laksyngel. Vann fra Ådalselva ovenfor Hofsfoss og Randselva ved Hval har vært benyttet under forsøkene.

Det er også benyttet vann fra Otra for sammenlikning. Vannet har vært transportert på kanner av plast. Det er benyttet to typer av sulfitavlut, fremstilt enten med kalsium eller magnesium som base, til forsøkene. Forøvrig har det vært benyttet 5 l glassakvarier i inntil 30 dogns tester med skift av løsning hvert dogn, foring av fisken, 5 - 10 fisk i hvert akvarium og luftinnblåsning fra en luftpumpe for å opprettholde gassbalansen. Temperaturen under forsøkene var 10°C.

I fig. 15 er vist den gjennomsnittlige levetid for yngel av laks på forskjellige alderstrinn i vann fra Otra. Figuren viser at den nyklekkede yngel er betydelig mer omfintlig overfor sulfitavlut enn eldre yngel. Videre

10 mnd. gammel laks ○-----○
80 dogn —"---△
25 dogn gammel laks (plommeseekkyngel) □-----□
Kontroll △

Hver figur representerer 1 test
Hvert punkt —"--- 5 fisk



kan en legge merke til at giftvirkningen er omtrent den samme for sulfitavlut fremstilt med kalsium og magnesium som base.

I fig. 16 er vist gjennomsnittlig levetid for yngel av laks i vann fra Otra, Ådalselva og Randselva, tilsatt sulfitavlut fra A/S Follum Fabrikker. Figuren viser at sulfitavluten virker giftigst i vann fra Otra hvor letalgrensen (Her den maksimale konsentrasjon av stoffet, som under forsøksbetingelsene ikke medfører dødelighet) i disse forsøkene ble funnet å ligge mellom 200 og 400 mg sulfitavlut/1 elvevann. I vann fra Ådalselva ligger letalgrensen sannsynligvis mellom 400 - 600 (550) mg sulfitavlut/1 elvevann og i vann fra Randselva fra 800 - 1000 (875) mg/1.

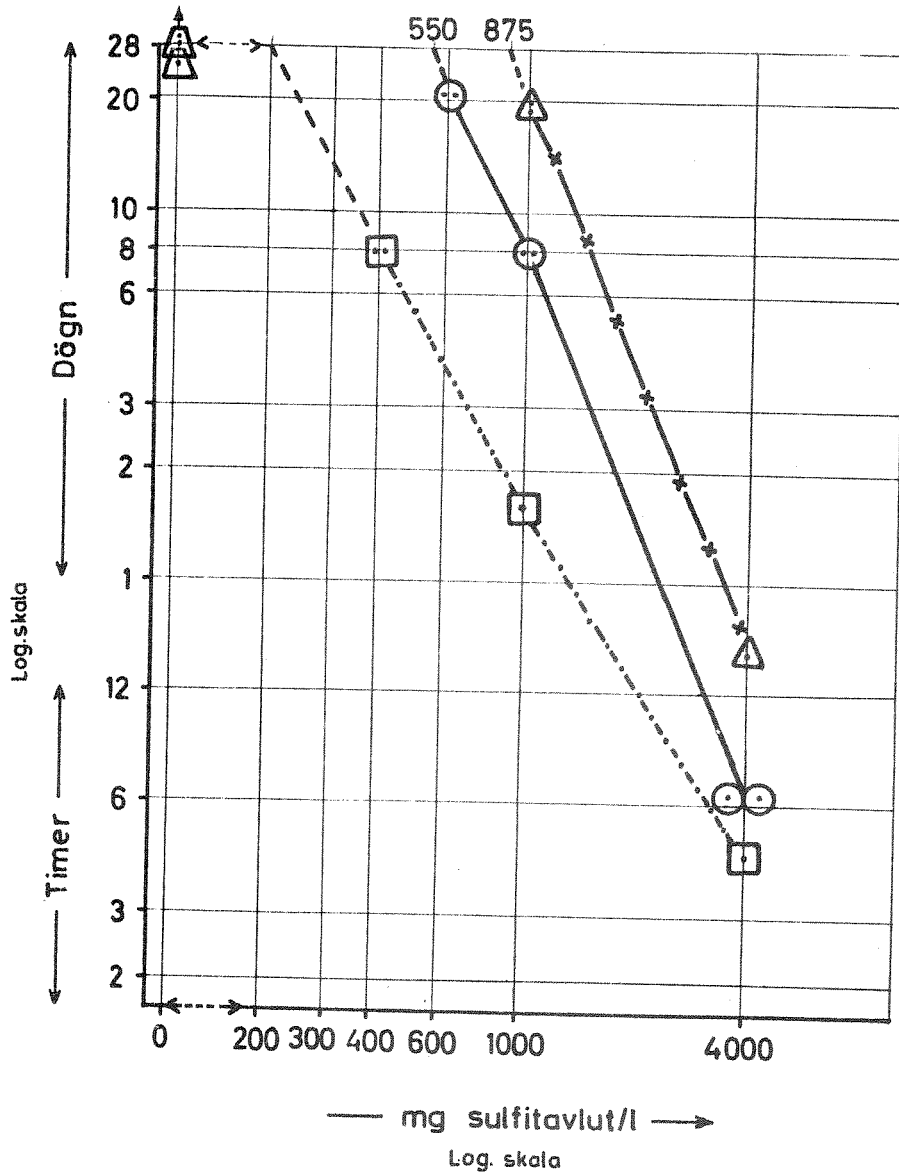
I alle tre elver ligger letalgrensen som ble funnet over den midlere konsentrasjon av sulfitavlut i elvevannet. Den maksimale konsentrasjon ved lavvannsføring derimot ligger både i Otra og Ådalselva over letalgrensen. I Ådalselva er den over dobbelt så høy, mens den i Otra er omlag $1\frac{1}{2}$ gang over den bestemte letalgrense. I Otra ble det funnet at sulfitavluten sannsynligvis var hovedårsaken til at fisken var forsvunnet, og det ble også funnet at elvevannet virket direkte toksisk på årsyngel av aure. I Otra har en som nevnt i tillegg avfallsvann fra annen treforedlingsindustri, men hovedårsaken må ifølge undersøkelsen tilskrives sulfitavluten.

Det skal først bemerkes at ingen av de fiskearter som dominerer i Molval, nemlig sik, ørekyt og nipigget stingsild finnes i Otra. De forskjellige fiskearters toleranse overfor giftstoffer varierer betydelig og kan derfor ikke uten videre sammenliknes. Aure og abbor finnes i begge elver, og begge disse arter ser ut til å finne seg til rette i Ådalselva, mens de forekommer i meget lite antall i den forurensede strekning av Otra. Det kan imidlertid ikke sies noe sikkert om hvordan rogn og yngel av disse artene reagerer på forurensningen i Ådalselva fordi bestanden kan tenkes å rekrutteres av fisk ovenfra.

Det er grunn til å gjøre oppmerksom på at det i Ådalselva slippes 20 kok pr. uke mens det i Otra slippes 30 - 40

Ådalselva ○—○
 Randselva △—*—△
 Otra □—...—□
 Kontroll ▲

Hver figur representerer 1 test
 Hvert punkt — " — 5 fisk



slik at den maksimale konsentrasjon her oppnåes hyppigere. Det er bare meget sjelden at en vil oppnå en lavvannsføring på $24 \text{ m}^3/\text{sek}$ i Ådalselva, mens den regulerte lavvannsføring er vanlig i Otra. Den ekstremt høye maksimalverdi som er anført i tabell 16 for Ådalselvas vedkommende, vil derfor forekomme sjelden. Ådalsvannets bedre bufferkapasitet vil også medvirke til at variasjonene i pH blir mindre ved hvert utslipp. Dette skulle også fremgå av de målinger som er foretatt i elvevannet (kapittel 5 side 38) og av figur 17 som viser pH-verdier for forskjellige konsentrasjoner av sulfitavlut i de tre vanntyper.

Som det fremgår er det flere forhold som må sies å være usikre og som burde bli gjenstand for nærmere undersøkelser. Særlig er sammenlikningen mellom forholdene i Otra og Ådalselva viktige og av stor interesse.

Sammenfatning.

Feltundersøkelser og foreliggende opplysninger gir ikke grunnlag for å anta at elvevannet har en drepende effekt på fisken i området Molval i Ådalselva som er den mest forurensede strekning av vassdraget.

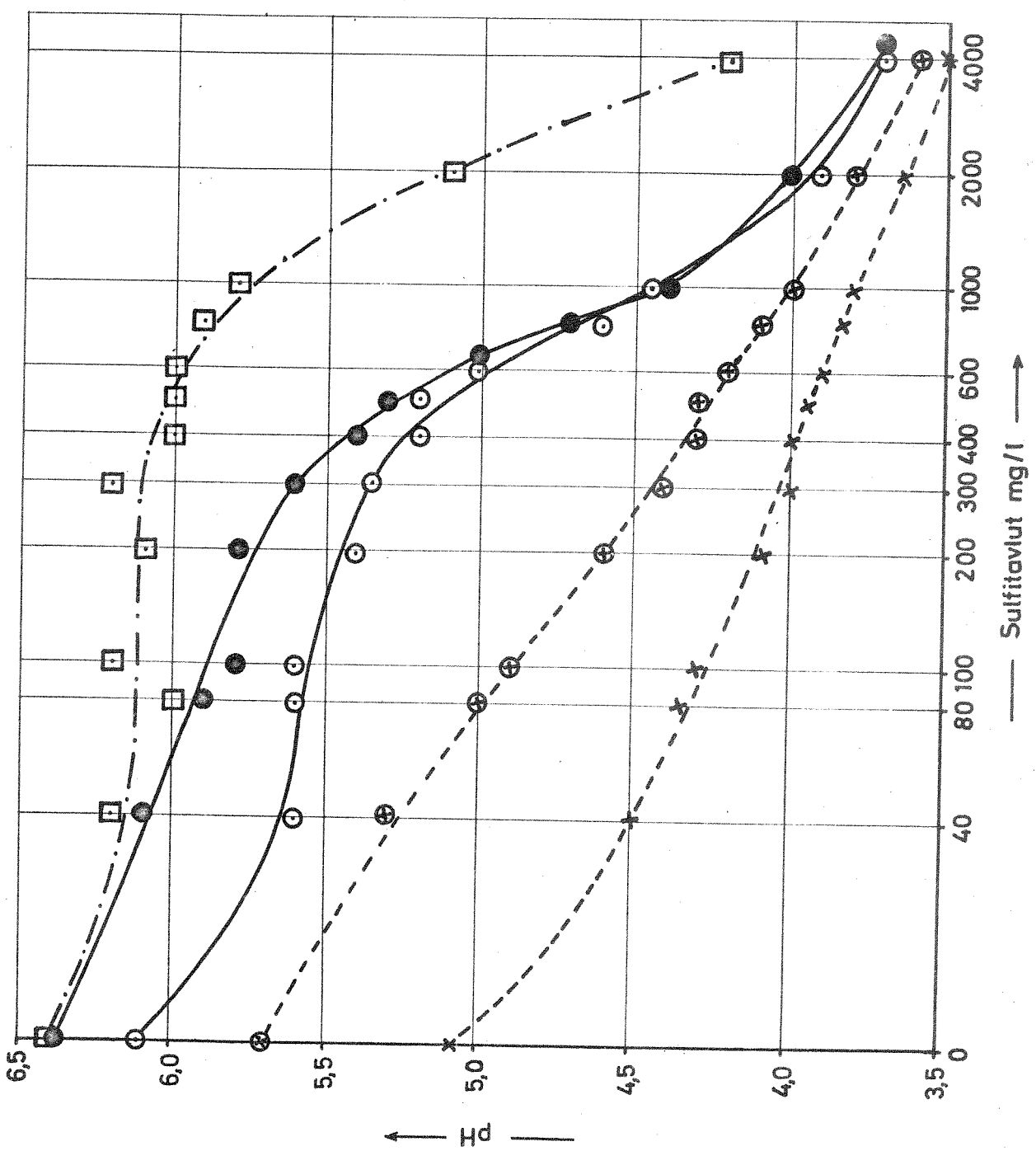
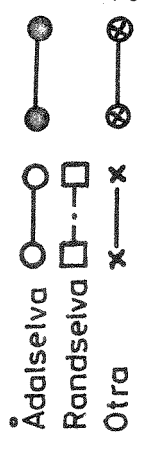
Testforsøk med laks i akvarier viser at sulfitavluten virker giftig ved relativt lave konsentrasjoner i vann fra Ådalselva. Letalgrensen som ble funnet ved disse forsøkene ligger under den maksimale konsentrasjon som kan forekomme i elvevannet.

2) Unnvikelsesreaksjoner.

Undersøkelser foretatt av instituttet tyder ikke på at fisken unnviker de forurensede områder av vassdraget. Tyrifjordauren passerer Storelva på vei til gyteplassene i Randselva, og sik og annen fisk ser ut til å finne seg til rette i Ådalselva nedenfor Hofsfoss.

Høglund (1961) har vist at forskjellige fiskearter viser unnvikelsesreaksjoner overfor sulfitavlut i vann. Særlig gjelder dette fisk med vel utviklet luktesans. I tabellen på neste side er oppført de terskelverdier hvor fisken viser unnvikelsesreaksjoner.

- 70 a -



**NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN**

pH i vann fra Otra, Adalselva og
Randselva ved tilsetning av for-
skjellige mengder av sulfitavlut

Fig. 17

0-348 4512

	<u>Sulfitavlut mg/l</u>
Ørekyt (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	1 - 10
Abbor (<i>Perca fluviatilis</i>)	<100
Aure (<i>Salmo trutta</i>)	100
Laks (<i>Salmo salar</i>)	100
Trepigget stingsild (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	>3000
Sik (<i>Coregonus nasus</i>)	>3000

Sik og stingsild viste svært liten unnvikelsestendens, mens ørekyt reagerte allerede ved konsentrasjoner på omkring 10 mg sulfitavlut/l. Etter disse undersøkelser skulle altså fisk som aure, abbor og ørekyt unnvike de mest forurensede områder av Ådalselva, mens sik og stingsild ikke skulle påvirkes. Det er mulig at unnvikelsesreaksjoner kan hjelpe ontålige fiskearter til å holde seg unna de områder i Molval som er mest belastet og som derfor kan finne seg bedre til rette. Dette kan imidlertid ikke gjelde siken som vel også må regnes for en ontålig fiskeart.

3) Fiskens næringsgrunnlag.

Faunaundersøkelsene viste at selv om det var kvalitative forskjeller i organismesamfunnene på de forskjellige lokaliteter så var det intet som kunne indikere noen skade av viktige næringsdyr for fisk. Fiskens næringsvalg i området er heller ikke kjent, slik at det er vanskelig å slutte noe i denne sammenheng. En undersøkelse av aurens næringsgrunnlag på en ikke forurenset elvestrekning og en forurenset elvestrekning burde gjennomføres.

4) Fiskens reproduksjonsmuligheter.

I forurensningstilfeller er det meget alminnelig at fiskens reproduksjon hemmes eller ødelegges fordi gyteplassene eller rognen dekkes til med materiale som forurensningen fører med seg. Dersom rognen tildekkes vil det sekundært kunne oppstå oksygenmangel slik at rogn og yngel kveles. Videre kan det tenkes at heterotrofe organismer som f.eks. Sphaerotilus natans kan tildekke eller feste seg til og gro direkte på rognen og således skade klekkingen. Det er vist at dette kan være tilfelle

for rogn og gjørs (Stizostedion vitreum vitreum)
(Smith et al. 1963).

I Ådalselva nedenfor Hofsfoss og i Storelva er det til dels betydelig drift, sedimentering og begroing av heterotrofe organismer. Det er sannsynlig at dette på visse lokaliteter vil kunne skade rogn- og yngelutvikling, - uten at det i denne undersøkelsen foreligger konkrete eksempler på dette. Den fiskestamme som særlig kan tenkes å være influert av dette forhold er den sik som tidligere vandret opp i Storelva fra Tyrifjorden og hadde sine gyteplasser ved Helgelandsmoen, Slepa og muligens også Hofsfoss. Etter de foreliggende opplysninger skal denne siken være praktisk talt forsvunnet. Det foregår idag ikke noe fiske etter denne arten, og den blir heller ikke iakttatt på gytegrunnene slik tilfellet skal ha vært tidligere. For auren fra Tyrifjorden kan forurensningen i denne henseende neppe ha særlig betydning, fordi denne fisken idag har sine gyteplasser i Randselva ovenfor forurensningen fra Honefossområdet. Dette skal også ha vært tilfelle tidligere.

5) Endringer i fiskens leveområde, konkurranser, parasitter etc.

Endringer i en fiskearts leveområde kan føre til at denne ikke lenger kan hevde sin plass i organismesamfunnet. Hvis en fiskeart får bedre livsvilkår f.eks. ved en forurensning vil den lettere kunne dominere og fortrenge andre arter. Under visse betingelser vil også visse parasitter f.eks. kunne finne bedre miljøforhold, og lettere kunne ta overhånd og utrydde eller svekke en fiskebestand.

Det foreligger intet i denne undersøkelsen som peker på et slikt forhold i Ådalselva eller Storelva.

6.5.4.b. Forurensningens virkning på fiskens nytteverdi.

En forurensning kan virke inn på fiskens nytteverdi ved å influere på fiskens fangbare størrelse. Dette kan skje ved at fiskens næringsgrunnlag endres eller ved at subletale konsentrasjoner av avfallsvann nedsetter fiskens kondisjon og hemmer veksten. Videre kan kjemiske stoffer som ledes ut i

vassdraget akkumuleres i fiskens organer og forårsake lukt- og smaksendringer i disse.

Fiskens vekst og størrelse.

Det er ikke foretatt spesielle undersøkelser som kan belyse disse forholdene i de vassdragene det her er tale om. Når det gjelder fiskens vekst og størrelse er det lite sannsynlig at denne influeres i ugunstig retning av de foreliggende forurensninger. Det er vel kjent at moderate mengder med husholdningskloakk vil kunne virke fremmede på vassdragets totalproduksjon. Når det gjelder industriavfallsvann er påvirkningene helt avhengige av utslippets kjemiske sammensetning. I Ådalselva mellom Hofsfoss og Honefoss (Molval), fiskes det periodevis noe sik, aure og abbor. Undersøkelser har vist at iallefall siken sannsynligvis er stasjonær i området. Siken ser ut til å finne seg vel til rette i Molval og skal vanligvis oppnå en vekt av 300 gram eller mer. Sik på 1500 gram skal også være fanget her. Denne arten oppnår altså en vekt i dette området som er like høy eller høyere enn ellers i vassdraget. Også aure og abbor skal oppnå anselig vekt i Molval, og også disse artene blir gjerne større her enn hva som er vanlig ellers i Ådalselva. Faunaundersøkelsene (kapittel 6.2., s. 46) kan heller ikke tydes derhen at dette området er fattigere hva fiskens næringsgrunnlag angår enn andre lokaliteter. Det må imidlertid nevnes at disse undersøkelsene er av for lite omfang til å gi grunnlag for sikre konklusjoner.

Fiskens kvalitet og smak.

Når det gjelder spørsmålet om hvorvidt fiskens kvalitet og smak er påvirket, er det lite faktiske opplysninger å holde seg til. For å konstatere smakspåvirkninger av fisk i forurensningstilfeller foretas ofte såkalte organoleptiske forsøk. Det taes da prøver av fisk fra forskjellige lokaliteter, - disse tilberedes på vanlige måter og utvalgte forsøkspersoner får så i oppgave å smake på fisken og gradere den etter kvalitet. Forsøkspersonene kjenner ikke fiskens opprinnelse og en vil kunne få en objektiv bedømmelse. En slik undersøkelse krever imidlertid et meget homogent materiale av fisk fra ensartede lokaliteter, fordi fiskens kvalitet alltid er sterkt avhengig av det omgivende miljø.

Fra utenlandske undersøkelser foreligger flere opplysninger om smakspåvirkning av fisk ved utslipp av en rekke stoffer. Ved forurensning fra sulfitcelluloseindustri og vanlig husholdningskloakk har en imidlertid såvidt vites ikke konstatert smakspåvirkning (Liebmann, 1960).

Når det gjelder Ådalselva - Storelva har en bare sportsfiskernes opplysninger å holde seg til hva fiskens smak angår. Disse uttalelser gir selvsagt et helt subjektivt bilde av forholdene, men kan allikevel ha en viss verdi dersom uttalelsene er positive. Av folk som fisker i Molval er det blitt opplyst at fisken her skal være fet og fin med bra smak. Særlig gjelder dette sik og abbor. Det er imidlertid heller ikke sjelden å høre folk uttale som så at de har ingen lyst til å fiske i Molval, - der er det bare kloakk og det smaker vondt av fisken. Slike uttalelser vil nok mange ganger komme fra folk som selv ikke har smakt fisken eller fisket på stedet, men kvier seg for å gjøre det, kanskje mest av estetiske årsaker. Det foreligger også en sakkyndig uttalelse om at siken i Randsfjorden har en bedre smak enn den siken som blir fisket i nordvestre del av Tyrifjorden og den som tidligere ble fisket under vinterfisket i Storelva. Det kan imidlertid vanskelig legges noe vekt på denne ene uttalelse i denne sammenheng, men den kan belyse det forhold at en her kanskje står overfor et ganske omfattende problem som trenger nærmere undersøkelse.

Sammenfatning.

Det foreligger ikke undersøkelser eller opplysninger som med sikkerhet kan fastslå at fiskens nytteverdi, fiskens kvalitet og størrelse er påvirket i ugunstig retning av forurensningene i Storelva - Ådalselva.

6.5.4.c. Forurensningens virkning på utøvelsen av fisket.

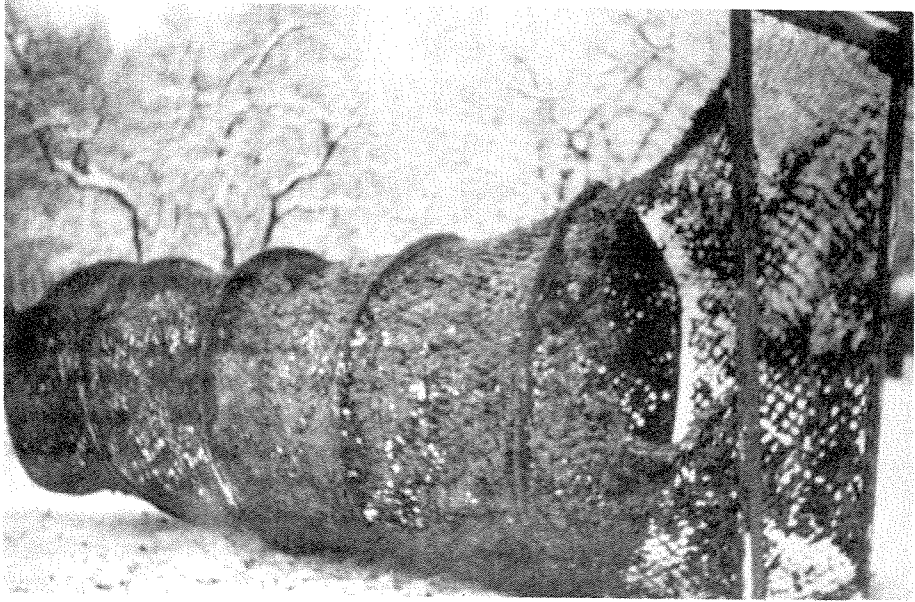
Det er meget vanlig at forurensningen er til ulempe eller sjenanse for utøvelsen av fisket. Dette kan være både rent praktiske og/eller estetiske årsaker. Som praktiske ulemper kan f.eks. nevnes tilslamming og tiltetting av redskap ved begroing og drift av partikulær substans f.eks. heterotrofe organismer som bakterier og sopp. Som faktorer av estetisk betydning kan nevnes lukt og utseende av vannet og dets nærmeste omgivelser.

Praktiske og estetiske ulemper for fisket vil som nevnt i særlig grad kunne oppstå hvor det er sterk begroing og drift av heterotrofe organismer. I Ådalselva dominerer den heterotrofe organisme, bakterien Sphaerotilus natans elvestrekningen mellom Hofsfoss og sammenløpet med Randselva ved Honefoss. I Randselva - Storelva dominerer den samme organisme elveløpet fra sammenløpet med Ådalselva og ut til munningen i Tyrifjorden. De øvrige elvestrekninger er karakterisert ved normale organismsamfunn (kapittel 6.2.).

Begroingen og driften av denne organismen sammen med fiber er periodevis såvidt stor at den i høy grad må sies å være til ulempe for fisket. Fiske med bunden redskap (garn, not, ruser etc.) vil være meget vanskelig på grunn av at organismene fester seg til trådene i bindingene og snart nedsetter redskapenes fiskeevne. Når bindingen først blir beheftet med partikler vil tiltettingen øke i aksellererende tempo.

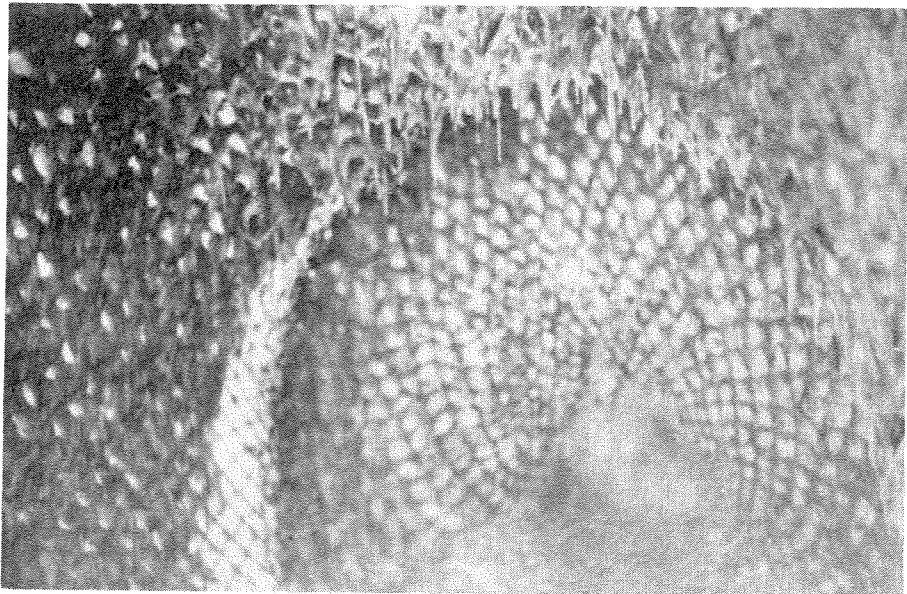
Under rusefisket etter aure og sik ved Slepa i Storelva fikk en demonstrert dette med tydelighet. Når fisket pågikk måtte rusene taes opp minst to ganger i døgnet og bankes rene for slam. Figur 18 og 19 gir eksempler på disse vanskeligheter med tilstopping av redskap. Dette var et tungt og tidkrevende arbeid, og dette i sammenheng med redskapens nedsatte fiskeevne var en av årsakene til at dette fisket måtte slutte. Det foregår idag visstnok ikke noe fiske med bunden redskap i hele den strekning av hovedløpet som er dominert av heterotrofe organismer og fnokk-transport. I viker og evjer hvor strømmen er liten vil ulempene være mindre med faststående bunden redskap, og det foregår da også noe fiske etter abbor, gjedde og brasme med slik redskap i enkelte partier av Storelvas nedre løp.

Forholdene i vassdraget er også til en viss grad til sjenanse for sportsfisket. Partiklene fester seg lett til kroker og snorer og nedsetter redskapenes fiskeevne, samtidig som det skaper bryderi for fiskeren. Av større betydning er kanskje bunnens, breddens og vannets utseende i denne sammenheng. De heterotrofe organismene ser uappetittlige ut i masseforekomster, og dette nedsetter trivselen ved fisket, samtidig som mange sikkert kvier seg for å spise fisken fra et slikt



Figur 18.

Ruse som har stått i Storelva ved Slepa (1938).



Figur 19.

Samme ruse sett fra åpningen. Fnokktransporten i elvevannet har forårsaket en tilstopning av maskeåpningene (1938).

område selv om fiskekjøttet i og for seg kan være like godt.

Som nevnt er det flere faktorer som i denne forbindelse kan forringe et vassdrags kvalitet som fiskeområde. I de partier av Storelva og Ådalselva som er sterkest belastet, er det ingen tvil om at forurensningen har medført en betydelig forringelse i fiskerimessig henseende. En annen sak er imidlertid at denne del av vassdraget neppe ville ha spilt så stor rolle for fisket som de øvrige deler under noen omstendighet.

Sammenfatning.

Forurensningene i Ådalselva nedenfor Hofsfoss og i Storelva nedenfor Hønefoss må sies å være til stor ulempe for fiske med bunden redskap og til betydelig sjanse for sportsfisket.

6.6. Diskusjon av de biologiske undersøkelser.

Målsettingen med de biologiske undersøkelserne av vassdrags-systemet Ådalselva, Randselva og Storelva har vært å skaffe tilveie opplysninger som kan være med å beskrive disse recipientenes tilstand i sammenheng med forurensningssituasjonen. Resultatene av den biologiske undersøkelsen gir grunnlag for en vurdering av forurensningspåvirkning og kompletterer de kjemiske og fysiske observasjonene.

Uønskede konsekvenser av forurensningspåvirkningene gjør seg ofte gjeldende gjennom de forandringer av biologisk art som finner sted. Et eksempel er innvirkning på fiskeribiologiske forhold i vassdragene. Organismesamfunnene som etablerer seg gjennomfører ved sine livsprosesser et stoffskifte som er en viktig del av elvenes evne til selvrensning. Den biologiske undersøkelsen skulle prøve å gi opplysninger som kunne karakterisere selvrensingsprosessen på de aktuelle elvestrekningene.

Organismesamfunnene som kommer til utvikling i en elv gir et uttrykk for den biologiske virkning summen av de fysiografiske faktorer utover. Forurensning gjør seg gjeldende ved å forandre det fysisk-kjemiske miljø som elven naturlig har, og livsbetingelsene for organismene blir derved influert. Dette

medfører at organismesamfunnene også forandrer sammensetning og struktur i områder av en elv som er influert av forurensninger.

Organismesamfunnene som var etablert på de undersøkte stasjonene viser at vassdragssystemet faller i tre avsnitt med hensyn til konsekvensene forurensningene har på biologiske forhold. Disse avsnittene er: Ådalselva ovenfor stasjon 3, Randselva til og med stasjon 6 og Ådalselva stasjon 3 samt Storelva stasjonene 7, 8 og 9. I tabell 17 neste side er det gjort en sammenstilling av organismene som preget samfunnene i de tre nevnte avsnitt.

Resultater av den biologiske feltundersøkelsen gir grunnlag for en vurdering av forurensningens omfang i vassdragssystemet. I hovedtrekkene gjelder det at forurensningsbelastningen av Ådalselva ned til stasjon 3 og Randselva ned til stasjon 6 i bare liten utstrekning har konsekvenser for biologiske forhold. Organismesamfunnene på disse to elveavsnittene er utviklet som normalt i elver under slike naturforhold som det aktuelle landskap har. I noen utstrekning er den mengdemessige utvikling av organismer influert av forurensningene (eutrofiering), men dette er vesentlig lokale effekter. På elveavsnittet Ådalselva stasjon 3 - Storelva stasjon 7, 8 og 9, har forurensningsbelastningen dyptgripende virkninger på de biologiske forhold. Heterotrofe organismer er favorisert av tilgangen på den næring som forurensningene tilfører vannmassene, og de danner monotone, gråfargete begroinger på elvebunn og på faste gjenstander i vannet fra stasjon 3 til munningen av Storelva i Tyrifjorden. Organismesamfunn dominert av heterotrofe organismer er karakteristiske for resipienter som mottar belastning av organisk stoff større enn hva som kan brytes ned ved biologiske prosesser på den resipientstrekning som står til rådighet. Fra stasjon 7 til stasjon 9 i Storelva gjør det seg gjeldende en forandring av organismesamfunnenes sammensetning som indikerer en avtakende forurensningspåvirkning mot elvens munningsområde i Tyrifjorden. Det er vanskelig å vurdere i hvilken utstrekning dette er forårsaket av selvrensningprosesser eller fortykningseffekter, henholdsvis en kombinasjon av disse faktorene.

Tabell 17.

Karakteristiske arter i organismesamfunnene
på elvestrekningene. Systematisk oversikt.

Ådalselva, st. 1 og 2	Randselva, st. 4, 5 og 6.
<p>Mougeotia spp. Tabellaria flocculosa Heptagenia fusco-grisea Isoperla grammatica Lymnea pereger</p>	<p>Chamaesiphon cf. confervicolus Stigonema mamillosum Microspora amoena Ulothrix zonata Didymosphenia geminata Lemanea fluviatilis Heptagenia sulphurea Lymnea pereger</p>
Ådalselva, st. 3	
<p>Sphaerotilus natans Cladotrix dichotoma Leptomitius lacteus Draparnaldia glomerata Asellus aquaticus Lymnea pereger Tubifex cf. tubifex</p>	<p>Storelva, st. 7, 8 og 9</p> <p>Sphaerotilus natans Cladotrix dichotoma Diatoma spp. Tabellaria flocculosa Erpobdella octoculata Isoperla grammatica</p>

Resultatene av de biologiske undersøkelsene gir grunnlag for å konkludere med følgende karakteristikkk av elvene i vassdragssystemet:

1. Ådalselva.

Normale forhold til Hofsfoss ovenfor stasjon 3. Grønnalger og diatomeer preger vegetasjonen, det er variert - men ikke rik forekomst med invertebrater. Rødalger har ubetydelig forekomst. Relativt god bestand av fisk med aure som dominerende art på de fleste lokaliteter. Fra Hofsfoss sterk forurensning. Sik er den dominerende fiskeart, men også en del aure og abbor finnes. Toksiske effekter er ikke observert, men det kan ikke utelukkes at rogn og yngel av aure er skadelig influert av forurensninger.

2. Randselva.

De biologiske forhold er lite influert av forurensninger, men lokale partier viser eutrofiering. Rødalger inngår typisk i samfunn med grønnalger og diatomeer. Det er stor forekomst av en artsrik invertebratfauna. God bestand av fisk med aure som viktigste art i fangstmessig henseende.

3. Storelva.

Forurensningspåvirkninger preger hele elvestrekningen. Heterotrofe organismer danner begroing av elvebunn og strender. Forurensningen medfører ulemper for utøvelse av fisket og reduserer fiskens reproduksjonsmuligheter i området. Toksiske effekter er ikke observert.

7. UNDERSØKELSER AV COLIFORME BAKTERIER OG KIMTALL.

Det er lagt forholdsvis lite arbeide i bestemmelse av bakterier med hygienisk interesse, men det er foretatt analyser av endel enkeltprøver. Selv om materialet er lite, viser resultatene likevel endel forhold av interesse. Den 21/6 1963 ble det fra de fleste stasjoner innhentet 2 - 3 prøver for bakteriologiske undersøkelser. Prøvene ble tatt til forskjellige tider direkte på sterile flasker fra ca. 0,5 - 1 m dyp i hovedstrømmen. Coliforme bakterier, som finnes i store mengder i tarmkanalen til mennesker og

pattedyr, ble bestemt ved membranfiltermetoden. Det ble inkubert med Bacto-Endo-medium ved 35°C og avlest etter 18 - 20 timer. Det ble brukt flere fortynninger for hver prøve. Resultatene er angitt i antall coliforme bakterier pr. 100 ml vannprøve.

Kimtall som representerer alle mikroorganismer som kan vokse på et spesielt substrat under de gitte betingelser, ble bestemt etter innstøpning i vannagar og inkubering ved værelsestemperatur (20°C). Avlesning ble foretatt etter 3 dager. Også for kimtall ble flere fortynninger benyttet for hver prøve.

Resultater.

Resultatene som er oppført i tabellene 27 A, B og C, s. 100 og 101 viste stor spredning, hvilket er helt naturlig.

Mengden av de coliforme bakterier som er påvist, står til en viss grad i forhold til de utslipp av urensset kloakkvann som foregår ovenfor de respektive stasjoner. Vi antar derfor at de påviste coliforme bakterier vesentlig stammer fra den menneskelige tarmkanal. I Ådalselva var det lave konsentrasjoner av coliforme bakterier ned til stasjon Å 3, med en økning ned til stasjon Å 4. Fra stasjon Å 6 har vi ingen prøver, men her er sannsynligvis bakterietallet steget endel.

Randselva hadde et forholdsvis jevnt bakterietall nedover langs alle stasjoner. Det var omkring 300 coliforme bakterier pr. 100 ml (og til sammenlikning kan nevnes at svenske myndigheter setter en grense på 1000 coliforme pr. 100 ml for bading.).

Bare ved stasjon R 2 ble det funnet over 1000 coliforme bakterier pr. 100 ml på en enkelt prøve. Like ovenfor denne stasjon er det imidlertid flere kloakkutslipp som ikke blir fullstendig innblandet i vannmassene før stasjonen slik at det er vanskelig å få representative enkeltprøver.

I Storelva var innholdet av coliforme bakterier pr. 100 ml på hele strekningen ca. 1000 eller høyere slik at dette avsnittet må ansees å være tydelig forurenset også i hygienisk forstand.

Kimtallene viste de samme forhold som colitallene.

8. SAMMENFATTENDE DISKUSJON.

Resultatene av de biologiske og kjemiske undersøkelserne stemmer godt overens i den grad de kan sammenliknes. Forøvrig supplerer de hverandre og gir et helhetsbilde av forholdene. Vannprøver fra enkelte stasjoner hadde et høyt innhold av coliforme bakterier, mens de kjemiske og biologiske forhold indikerte liten forurensning samme sted. Dette er naturlig idet vassdragene kan motta en viss belastning av kloakk- og avløpsvann, uten at det vil innvirke vesentlig på vassdragets kjemi eller biologi. Kloakkvann inneholder betydelige mengder tarmbakterier som vil ha en viss levetid også etter at de har kommet ut i vassdraget. På grunn av dette vil derfor coliforme bakterier kunne påvises langt nedenfor utslippstedene. Dette fenomen er vesentlig av hygienisk karakter og vil kunne innvirke på vassdragets bruksverdi som drikkevannskilde og for bading.

Ved en sammenfattende diskusjon av forurensningssituasjonen er det hensiktsmessig å dele vassdragene i 6 avsnitt som i det følgende behandles enkeltvis.

Randselva fra Randsfjorden til Viul. Vannmassene på denne strekning er lite påvirket av forurensninger bortsett fra at kloakkutslippene fra Jevnaker kommune har gitt vannmassene et visst innhold av coliforme bakterier.

Kloakkutslippene på strekningen er små i forhold til vannføringen. Andre kloakkpåvirkninger enn tilførsel av bakterier kan ikke merkes. Derimot forårsaker utslippene en gjødslingseffekt, og organismelivet er rikt på elvestrekningen.

Randselva fra Viul til Hønefoss. Vannmassene beholder stort sett sin karakter fra det foregående elveavsnitt. Fra et tresliperi på Viul blir det sluppet avløpsvann som inneholder en del løste organiske stoffer og suspendert materiale i form av fibre og barkrester. Vannføringen er imidlertid såvidt stor at de løste organiske stoffer har liten innvirkning på vassdragets biologi. Det er videre en viss tilførsel av organisk partikulært materiale. Den største tilførsel av suspendert materiale skjer antakelig ved barkeriet på Viul, der det barkholdige avløpsvann slippes ut ved bredden i elvens naturlige løp. Denne delen av elven er tørrlagt i lengre perioder av året, og det bygges opp store barkhauger ved bredden. Når vannføringen blir såvidt stor at en del av vannmassene må føres

i elvens naturlige løp ut fra Løkkedammen, blir store mengder bark ført med nedover.

På områder i elven hvor strømhastighetene er små, vil det suspenderte materialet sedimentere. Etterhvert vil det på slike steder bli bygget opp tildels tykke lag med fibre og barkrester. Viultjernet er sannsynligvis et sted hvor betydelige mengder sedimenterer. Analyseresultatene viser at innholdet av suspendert materiale i vannmassene, som renner ut av Viultjernet, er nær det samme som ovenfor bedriften. Selv om antallet analyser er lite, tyder dette på at det på den mellomliggende strekning har foregått en sedimentering av mengder som tilsvarer utslippet fra tresliperiet.

I gjennomsnitt de tre prøvetakingsdager har det skjedd en sedimentering av mengder som tilsvarer 1,1 mg/l i tørrvekt. Vannføringen var i gjennomsnitt 45 m³/s. Pr. døgn sedimenterte altså over 4.000 kg (regnet i tørrvekt) i Viultjernet. Sedimenteringen vil lett redusere levevilkårene for organismene i området. Særlig må det antas at fisk vil få vanskelige gyteforhold. Når sedimenttykkelsen øker, vil det oppstå forråtnelse i sedimentene med utvikling av metan og hydrogensulfid, som er to av de alminneligste gassformige forråtnelsesprodukter.

Videre nedover langs Randselva er det stadig nye tilførsler av kloakkvann, slik at innholdet av coliforme bakterier er jevnt høyt hele veien. Gjødslingseffekten viser seg i en rik forekomst av organismer. Visuelt er det bevosninger med fastsittende alger som preger vassdraget. Begroing med heterotrofe mikro-organismer med derav følgende skjæmmende utseende har bare vært observert i kloakkutløpnes umiddelbare nærhet.

På enkelte områder av elvestrekningen er transporten av organisk suspendert materiale høyere enn ønskelig.

Ådalselva fra Sperillen til Hofsfoss. Dette elveavsnitt er det som er minst påvirket av forurensninger blant de her undersøkte vassdragsstrekninger. Påvirkningen av vannmassene kan imidlertid merkes ved innholdet av coliforme bakterier ved st. Å 4. Ovenfor Hen var innholdet av coliforme bakterier ubetydelig.

De biologiske forhold på avsnittet er karakteristisk for relativt næringsfattige lavlandsvassdrag. Innholdet av lett oksyderbare løste organiske stoffer er lite.

Ådalselva fra Hofsfoss til Hønefoss. Nedenfor Hofsfoss forandrer Ådalselva karakter. Fra å være frisk og relativt næringsfattig, går den over til å bli tydelig overbelastet med organisk stoff. Analyseresultatene viser at de forurensnings-tilførsler som skjer i dette området og som fullstendig preger vassdraget videre nedover, består av løste og suspenderte stoffer fra treforedlingsindustrien.

Utslagene i vannmassenes farge, permanganattall, bikromattall, biokjemisk oksygenforbruk, konsentrasjoner av lignosulfonsyrer og organisk, suspendert materiale, er meget tydelige.

De biologiske forhold er preget av forurensningspåvirkningene. Heterotrofe organismer har masseforekomst og danner slimete, gråbrune belegg på bunn og bredder. Det er ikke observert toksiske effekter på fisk. Det kan imidlertid ikke utelukkes at rogn og yngel av aure er skadelig influert av forurensningene.

På denne elvestrekning er det enkelte kloakkutløp som bare er ført til et sted 5 - 10 m inne på elvebredden. Den siste strekning renner kloakkvannet fritt ned til elven og medfører ulemper og sjenanse.

Storelva. Ådalselva og Randselvas vannmasser er av forskjellig natur. Ved samløpet dannes en blanding av disse som i sine egenskaper ikke direkte kan sammenliknes med de opprinnelige vannmasser.

Forurensningsmessig er imidlertid forholdene i Storelva meget lik Ådalselvas nedre del. Selv om forurensningene herfra er blitt fortennet med vannmassene fra Randselva, er det utslippet fra treforedlingsbedriftene som sammen med kloakkutslippene fra de tidligere Hønefoss og Norderhov kommuner preger Storelva.

Innholdet av coliforme bakterier er høyt, ca. 1000 pr. 100 ml, og konsentrasjonene av løste og suspenderte organiske stoffer er store. Stort sett er det likevel mindre begroing i Storelva enn i Ådalselvas nedre del.

Transporten av fibre og løsrevne organismer, fnokker, kan være betydelig og setter sitt preg på vannet. På bunn og bredder

ligger det ofte sedimenterte fibermasser blandet sammen med bakterier, sopp, alger og andre organismer.

Storelvas selvrensningsevne kommer til uttrykk ved at det biokjemiske oksygenforbruk synker nedover elven. Ved befaring av elvestrekningen er det lett å se at forurensningspåvirkningen avtar nedover, og resultatene av den biologiske undersøkelse understøtter dette inntrykket.

Storelvas munningsområde i Tyrifjorden. Forholdene nederst i Storelva tyder på at en del av forurensningene er mineralisert før de når dit, og samtidig skjer det en fortykning med vann fra Tyrifjorden.

Området er imidlertid fremdeles preget av forurensningssituasjonen. Den rike vegetasjonsutviklingen viser at eutrofieringspåvirkning gjør seg gjeldende.

9. VIDERE UNDERSØKELSER.

Undersøkelsen som er foretatt gir en god, generell orientering om vassdragsforholdene, og som ventet avdekker den problemer som det kan være aktuelt å utrede videre. Det er grunn til å fremheve følgende problemstillinger som særlig vesentlige.

- a) Undersøkelse av Tyrifjordens påvirkning av forurensningen som følger Storelva. Vannmassenes bevegelse i innsjøen må klarlegges for å forstå hvordan forurensningen sprer seg i hovedbassegget. Eutrofieringspåvirkningen av Tyrifjorden må studeres. Kunnskap om disse forhold er en nødvendig forutsetning for områdeplanleggingen som skal ta hensyn til innsjøens fremtidige bruk.
- b) Fiskeribiologiske undersøkelser som behandler fiskeartenes utbredelse, formering og livsvilkår under den nåværende situasjon. Problemene som angår fiskesorter med hensyn til vandringer, gyteplasser, oppvekstområder og næring bør klarlegges. Undersøkelser av disse forhold er sterkt ønskelig for å ivareta de betydelige interesser som knytter seg til fiskeforekomstene i vassdragene.

Det bør komme istand en regelmessig kontroll i beskjedne målestokk av elvene og innsjøene i området for å kunne følge med hvordan forurensningspåvirkningene gjør seg gjeldende i årene som kommer. Slike rutinepregede undersøkelser behøver ikke være omfattende.

10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.

1. I 1964 ble det utført en undersøkelse av Ådalselva, Randselva og Storelva ved fysisk-kjemiske, bakteriologiske og biologiske arbeidsmetoder.
2. Undersøkelsen har gitt et visst grunnlag for å karakterisere de enkelte vassdragsavsnitts renhetstilstand. Elvestrekningene Sperillen - Hofsfoss og Randsfjorden - Honefoss har beholdt et preg som uforurensede elver, selv om visse forurensningspåvirkninger lot seg påvise de fleste steder. Elvestrekningen fra Hofsfoss til Tyrifjorden er tydelig forurenset av utslipp fra industri og tettbebyggelse.
3. Undersøkelsen antas tilstrekkelig omfattende for vurdering av rammen for en fremtidig vassdragsutnyttelse. Det synes fullt mulig å bevare elvestrekningene Randsfjorden - Honefoss og Sperillen - Hofsfoss omtrent i den renhetstilstand de har idag. Enkelte lokale forhold kan forbedres. Muligheten for å redusere forurensningsbelastningen av elvestrekningen Hofsfoss - Tyrifjorden må sees i sammenheng med industri- og boligutviklingen i dette området. En nøye avveining mellom utslippsinteresser og andre brukerinteresser må her gjennomføres.
4. Forholdene i vassdragssystemet må sees i nøye sammenheng med områdets utvikling og bør være et av de hovedmomentene som region- og generalplaner skal bygge på.
5. Det må understrekes at undersøkelsen har hatt en generell og orienterende karakter. Lokale problemer er stort sett ikke behandlet. Spesielle problemer som kan melde seg ved den fortsatte utbygging i Ringeriksregionen vil kreve tilleggsundersøkelser. Spesielt nevnes at Tyrifjorden ikke er blitt undersøkt.

Tabell 18.

Stasjonsplassering.Ådalselva

Stasjonsnummer	Sted	Avstand fra Sperillen
Å 1	Broen ved utløpet fra Sperillen	0,0 km
Å 2	Hval bru, Hallingby	4,6 "
Å 3	Kraftstasjonen nedenfor Hen	13,5 "
Å 4	Inntakskanalen ovenfor Hofsfoss Tresliperi	17,0 "
Å 5	Molval (ikke benyttet)	18,0 "
Å 6	Kraftstasjonen i Hønefossen	20,0 "

Randselva

		Avstand fra Randsfjord
R 1	Randsfjorden nær utløpet	0,0 km
R 2	Broen ved Randsfjord	9,9 "
R 3	Kistefoss	3,3 "
R 4	Viul	7,3 "
R 5	Viulfossen	10,8 "
R 6	Broen ved Hvalsmoen	13,8 "
R 7	Overmandsund Bro, Hønefoss	17,9 "

Storelva

		Avstand fra samløpet
S 1	Kvernbergsund bro, Hønefoss	3,0 km
S 2	Folafoss	5,0 "
S 3	Fergestedet, Busund	9,2 "
S 4	Utløpet i Tyrifjorden	14,7 "

Tabell 19.

Utslipp i Randselva.

Utslipp nr.	Sted	Side	Antall personer tilknyttet	Anmerkninger
r 1	Utløp fra Randsfj.	venstre	550	1 meieri, 2 slakterier
r 2	" " "	"	1260	
r 3	" " "	høyre	870	
r 4	Bergerfoss	venstre	150	
r 5	Kistefoss	"	150	
r 6	"	høyre	50	A/S Kistefoss Træsliberi, pt. ikke i drift
r 7	Viul	"		A/S Viul Tresliperi,
r 8	"	"		A/S Follum Fabrikker,
r 9	"	"	50	barkavfall
r 11	"	venstre	100	A/S Viul Tresliperi, tresliperiet
r 12	Hval	"	450	
r 13	Alme	høyre	150	
r 14	Holt	venstre	400	
r 15	Hønefoss, Bekkegt.	høyre	500	
r 16	" bygrense øst	venstre	100	
r 17	" Gølzchesgt	høyre	100	
r 18	" Holtgt.	"	100	
r 19	" Gullagsgt.	"	200	
r 20	" Overms.bru	"	250	
r 21	" Skaugs pl.	"	150	
	Sum		5580	

Tabell 20.

Utslipp i Ådalselva.

Utslipp nr.	Sted	Utløps-side	Antall personer tilknyttet	Anmerkninger
å 1	Hallingby	venstre	ca. 300	Delvis synkekummer, delvis utledning i bekker og myrer. Privat.
å 2	Hen	venstre	ca. 350	Privat.
å 3	Hofsfooss	venstre		A/S Follum Fabrikker (tidl. Hofs Brug).
å 4	"	høyre		
å 5	Follum	"		A/S Follum Fabrikker (tidl. Hofsfooss Træsliperi)
å 6	"	"	400	A/S Follum Fabrikker
å 7	Molval	"	500	Senere økning til 1000
å 8	"	venstre	200	Senere økning til 600 p
å 9	"	høyre	300	1 meieri, 1 slakteri, 1 vaskeri.
å 10	"	"	200	Utløpet ikke ført ut til elven.
	Sum		2250	

Tabell 21.

Utslipp i Storelva.

Utslipp nr.	Sted	Side	Antall personer tilknyttet	Anmerkninger
s 1	Hønefoss	venstre	300	
s 2	"	"	200	
s 3	"	høyre	300	
s 4	"	venstre	100	
s 5	"	"	850	
s 6	"	høyre	150	
s 7	"	venstre	250	
s 8	"	høyre	450	
s 9	"	"	500	
s 10	"	"	1000	
s 11	"	venstre	500	
s 12	"	høyre	100	
s 13	"	venstre	150	
s 14	"	"	20	
s 15	"	høyre	100	
s 16	"	"	100	
s 17	"	venstre	-	Halmluteri
s 18	"	høyre	800	
s 20	Helgelandsmoen	venstre	100	
s 21	"	"	350	
	Sum		6320	

Tabell 22.

Analyseresultater av blandprøver innhentet 19/6 1963.

St.	pH	El. ledn. e. % ₂₀ =n.10 ⁻⁶	Turb. mg SiO ₂ /l	Farge mg Pt/l	KMnO ₄ - tall mg O/l	Dikrom.- tall mg O/l	Biokj. oks. forbruk mg O/l	Suspenderet materiale		Hårdhet mg CaO/l	Klorid mg Cl/l	Lignosul- fonsyrer mg/l
								Totalt mg/l	Uorg. mg/l			
R 1	7,27	38,8	0,2	17	3,7	6,6	0,7	1,0	0,2	9,8	Ikke påvist	<0,05
R 2	7,20	41,0	0,2	17	3,4	5,9	1,7	0,8	0	10,2	"	0,10
R 3	7,10	40,9	0,2	19	3,5	5,7	1,3	0,7	0,3	10,3	"	<0,05
R 4	7,26	42,3	0,2	20	3,8	5,7	1,0	1,8	0,3	10,3	"	0,50
R 5	7,20	40,5	0,2	19	3,7	6,1	1,0	0,8	0	10,2	"	0,50
R 6	7,30	41,9	0,2	20	4,1	9,4	1,4	1,1	0,2	10,5	"	0,25
R 7	7,30	43,2	0,2	22	3,4	7,0	1,6	2,1	1,0	10,5	"	0,45
Å 1	7,10	18,8	0,1	12	2,9	4,6	1,2	0,9	0,3	4,4	"	0,15
Å 2	6,95	18,6	0,5	12	2,8	5,0	0,5	1,2	0	4,4	"	<0,05
Å 3	7,05	19,2	0,2	13	2,6	6,2	0,7	2,0	1,4	4,4	"	0,15
Å 4	7,01	20,1	0,2	12	2,9	6,8	0,9	1,2	0,7	4,4	"	0,10
Å 6	6,85	22,2	0,5	15	10,6	18,8	3,0	5,4	1,7	4,6	"	0,35
S 1	6,94	29,0	0,3	16	7,7	15,1	2,5	6,5	2,5	7,4	"	4,20
S 2	6,95	29,2	0,4	18	7,8	12,9	2,4	4,5	1,6	7,2	"	4,05
S 3	6,96	29,2	0,6	17	7,5	14,5	2,9	6,1	2,7	7,4	"	4,40
S 4	7,05	29,3	0,6	18	8,0	11,9	2,3	2,3	0,9	7,6	"	4,50

Tabell 23.

Analyseresultater av blandprøver 20/6 1963.

St.	pH	El. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Turb. mg SiO ₂ /l	Farge mg Pt/l	KMnO ₄ - tall mg O/l	Dikrom.- tall mg O/l	Biokj. oks. forbruk mg O/l	Suspenderet materiale		Hårdhet mg CaO/l	Klorid mg Cl/l	Lignosul- fonsyrer mg/l
								Totalt mg O/l	Uorg. mg/l			
R 1	7,54	37,5	0,1	17	3,8	6,8	0,6	4,2	2,9	9,4	Ikke påvist	0,10
R 2	7,61	37,4	0,2	17	3,6	7,2	1,0	1,2	0,9	9,8	"	0,25
R 3	7,54	38,8	0,2	16	3,8	7,8	0,8	1,2	0,1	9,8	0,2	0,15
R 4	7,51	39,9	0,2	19	4,2	6,6	1,7	2,8	0,4	9,8	Ikke påvist	0,45
R 5	7,49	41,0	0,2	19	3,8	6,2	0,8	1,0	0,1	9,8	0,2	0,40
R 6	7,49	42,8	0,3	20	4,4	9,7	1,4	2,4	1,4	10,3	0,1	0,45
R 7	7,58	43,9	0,3	19	3,8	7,0	1,3	2,7	1,4	10,5	Ikke påvist	0,40
Å 1	6,93	19,3	0,2	11	2,7	5,2	0,5	0,8	0,2	4,8	"	-
Å 2	6,87	19,5	0,2	12	2,6	5,4	0,4	0,9	0,4	4,4	"	0,20
Å 3	6,95	19,7	0,5	13	2,7	8,0	0	1,9	1,2	4,4	"	0,10
Å 4	6,92	19,8	0,2	12	3,0	6,8	0,6	0,9	0,5	4,6	"	<0,05
Å 6	6,89	22,0	0,4	15	10,8	17,2	2,5	4,9	1,3	4,8	"	6,25
S 1	6,94	29,1	0,4	19	8,4	13,9	2,1	4,2	1,4	7,0	"	4,60
S 2	6,93	29,1	0,7	18	8,5	13,5	2,3	2,8	0,7	7,2	"	4,30
S 3	6,95	29,2	0,7	16	8,4	15,6	1,6	3,3	0,7	7,3	"	4,40
S 4	7,02	29,9	0,5	18	7,3	14,8	0,8	2,1	0,5	7,4	"	3,75

Tabell 24.

Analyseresultater av blandprøver innhentet 21/6 1963.

St.	pH	El. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Turb. mg SiO ₂ /l	Farge mg Pt/l	Perm.- tall mg O/l	Dikrom.- tall mg O/l	Biokj. oks. forbruk mg O/l	Suspenderet materiale		Hårdhet mg CaO/l	Klorid mg Cl/l	Lignosul- fonsyrer mg/l
								Totalt mg/l	Uorg. mg/l			
R 1	7,51	39,1	0,3	15	3,5	7,9	Ikke bestemt	0,5	0,3	9,6	0,2	0,35
R 2	7,29	38,2	0,2	15	3,3	7,2	"	1,3	0,9	9,8	0,4	0,25
R 3	7,25	38,5	0,2	17	3,7	6,0	"	0,6	0,1	9,6	0,5	0,20
R 4	7,31	40,1	0,2	18	3,8	7,2	"	1,6	0,4	10,2	1,3	0,65
R 5	7,32	40,1	0,3	18	3,9	7,7	"	0,8	0,2	10,0	0,5	0,45
R 6	7,24	41,8	0,5	21	4,0	8,5	"	2,1	1,4	10,5	0,7	0,50
R 7	7,25	42,5	0,4	20	3,9	8,5	"	1,8	1,2	10,5	0,5	0,45
Å 1	6,91	19,6	0,5	10	2,7	5,1	"	0,8	0,1	4,5	0,7	0,25
Å 2	6,90	19,3	0,5	11	2,7	5,0	"	1,1	0,4	4,7	0,7	0,05
Å 3	6,89	19,1	0,7	12	2,9	7,0	"	1,3	0,6	4,4	0,7	0,15
Å 4	6,88	19,9	0,4	11	2,7	5,9	"	0,8	0,3	4,7	0,5	0,05
Å 6	6,70	21,5	0,7	15	10,6	16,9	"	5,9	2,2	4,6	3,7	6,75
S 1	6,95	28,2	0,4	17	7,9	13,5	"	4,7	2,0	6,9	2,7	4,30
S 2	6,96	29,2	0,6	18	7,7	13,5	"	3,6	1,6	7,0	2,0	4,45
S 3	6,90	29,2	0,7	17	8,1	13,1	"	3,1	1,2	7,2	1,9	4,45
S 4	6,96	29,0	0,7	17	7,8	13,0	"	2,2	2,2	7,4	1,4	4,25

Tabell 25.

Gjennomsnitt av analyseresultatene av blannprøver
innhentet 19, 20 og 21. juni 1963.

St.	pH	El. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Turb. mg SiO ₂ /l	Farge mg Pt/l	KMnO ₄ - tall mg O/l	Dikrom.- tall mg O/l	Biokj. oks. forbruk mg O/l	Suspensert materiale		Hårdhet mg CaO/l	Klorid mg Cl/l	Lignosul- fonsyrer mg O/l
								Totalt mg/l	Uorg. mg/l			
R 1	7,44	38,5	0,2	17	3,7	7,1	0,6	1,9	1,1	0,8	9,6	0,15
R 2	7,37	38,9	0,2	17	3,4	6,8	1,3	1,1	0,4	0,7	9,9	0,20
R 3	7,30	39,4	0,2	17	3,6	6,5	1,0	1,0	0,8	0,6	9,9	0,12
R 4	7,36	40,8	0,2	19	3,9	6,5	1,4	2,0	0,4	1,6	10,1	0,53
R 5	7,34	40,6	0,3	19	3,8	6,7	0,9	0,9	0,1	0,3	10,0	0,45
R 6	7,34	42,2	0,4	20	4,1	9,2	1,4	1,9	1,0	0,9	10,4	0,40
R 7	7,38	43,2	0,3	20	3,7	7,5	1,5	2,2	1,2	1,0	10,5	0,43
Å 1	6,98	19,2	0,3	11	2,8	5,0	0,8	0,8	0,2	0,6	4,6	0,20
Å 2	6,91	19,1	0,4	12	2,7	5,1	0,5	1,1	0,3	0,8	4,5	0,10
Å 3	6,96	19,3	0,4	13	2,7	7,1	0,3	1,7	1,1	0,6	4,4	0,13
Å 4	6,94	19,9	0,3	12	2,9	6,5	0,7	1,0	0,5	0,5	4,6	0,05
Å 6	6,81	21,9	0,5	15	10,7	17,6	2,7	5,4	1,7	3,7	4,7	7,12
S 1	6,94	28,8	0,4	17	8,0	14,1	2,3	5,1	2,0	3,1	7,1	4,37
S 2	6,95	29,2	0,6	18	8,0	13,3	2,3	3,6	1,3	2,3	7,1	4,27
S 3	6,94	29,2	0,7	17	8,0	14,4	2,3	4,2	1,5	2,7	7,3	4,42
S 4	7,01	29,3	0,6	17	7,7	13,2	1,5	2,2	0,7	1,5	7,5	4,17

Tabell 26 (forts.)

Lokalitet	Storelva																	
	Ådalselva						Randselva											
	St. 1	St. 2		St. 3		St. 4	St. 5		St. 6		St. 7	St. 8	St. 9					
7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	
Organismer	Dato 1963																	
<u>CHLOROPHYCEAE.</u>																		
Binuclearia tatrana Wittrock			1															
Bulbochaete Agardh. sp.																		
Chlamydomonas Ehrenberg sp.																		
Closterium acerosum Ehrenberg																		
Closterium Nitzsch sp.																		
Cosmarium Corda sp.																		
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Agardh.																		
Hormidium Kützing sp.																		
Microspora amoena (Kützing) Rabenhorst																		
Microspora Thuret emend Lagerheim sp. (20µ)																		
Mougeotia Agardh. sp. (15µ)																		
Mougeotia Agardh. sp.																		
Oedogonium Link sp. (20µ)																		
Oedogonium Link sp. (22µ)																		
Oedogonium Link sp. (25µ)																		
Oedogonium Link sp. (36µ)																		
Penium de Brébisson sp.																		
Scenedesmus Meyer spp.																		
Spirogyra Link sp. (35µ)																		
Spirogyra Link sp.																		
Tetraspora lubrica (Roth.) Ag.																		
Ulothrix zonata Kützing																		
Ulothrix Kützing sp.																		
Zygnema Agardh. sp. (30µ)																		
Zygnema Agardh. sp.																		
<u>BACILLARIOPHYCEAE.</u>																		
Achnanthes Bory spp.																		
Amphora ovalis Kütz.																		
Ceratoneis arcus Kütz.																		
Cocconeis placentula (Chr.)																		
Cymbella Agardh. spp.																		
Diatoma elongatum Agardh.																		
Diatoma vulgare Bory																		
Didymosphenia geminata (Lyngbye) M. Schmidt																		

Tabell 26 (forts.)

Lokalitet	Ådalselva						Randselva						Storelva										
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		St. 7		St. 8		St. 9						
	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9					
Organismer	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9		
<u>BACILLARIOPHYCEAE.</u> (forts.)																							
Eunotia Ehrenberg sp.			1																				
Fragilaria capucina Desmazzières																							
Fragilaria crotonensis Kitton																							
Fragilaria Lyngbye sp.																							
Frustulia rhomboides (Ehr.) de Toni			1																				
Comphonema Agardh sp.																							
Melosira Agardh sp.																							
Meridion circulare Agardh																							
Navicula rhynchocephala Kütz.																							
Navicula Bory spp.																							
Nitzschia acicularis W. Smith																							
Nitzschia Hassall spp.																							
Stauroneis phoenicenteron Ehr.																							
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.																							
Tabellaria flocculosa (Roth.) Ktz.	4		3	2			2	1					1	1	2	2	1	3					
<u>RHODOPHYCEAE.</u>																							
Batrachospermum vagum (Roth.) Agardh																							
Batrachospermum Roth. sp.																							
Chantransia cf. Hermanni (Roth.) Desv.																							
Lemanea fluviatilis (L.) Ag.																							
<u>BRYOPHYTA.</u>																							
Fontinalis antipyretica L.																							
Plagiothecium Br.eur.sp.																							
<u>VASCULARES.</u>																							
Callitriche hamulata Kütz.																							
Callitriche verna L.																							
Glyceria fluitans (L.) R.Br.																							
Juncus bufonius L.																							
Myriophyllum alterniflorum L.																							
Potamogeton cf. gramineus L.																							
Potamogeton perfoliatus L.																							
Ranunculus aquatilis L.																							

Tabell 26 (forts.)

Lokalitet	Ådalselva						Randselva						Storelva						
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5		St. 6		St. 7		St. 8		St. 9		
	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	7/6	21/6	27/9	
Organismer	Dato 1963																		
<u>VASCULARES.</u>																			
Sagittaria sagittifolia L.																			
Sparganium angustifolium Michx.	cc	cc	cc																c
Sparganium minimum (Hartm.) Fr.	r	r	r																r
Sparganium simplex Huds.				c	c	c													r
Subularia aquatica L.																			r
<u>PROTOZOA.</u>																			
Diffugia cf. oblonga Ehrenberg			1																
Ubest. ciliater																			
<u>PORIFERA og COELENTERATA.</u>																			
Hydra L. sp.						3	3	3											2
Spongilla lacustris (Linnaeus)	r	c	c	c	c														3
<u>TURBELLARIA.</u>																			
Dendrocoelum lacteum (Müll.)						c	c												
Polycelis nigra (Ehrenberg)						c	c												
<u>OLIGOCHAETA og NEMATOPORPHA.</u>																			
Gordius aquaticus Duj.																			
Pachydrilus Claparède sp.																			
Stylaria lacustris (Linnaeus)	c						r												c
Tubifex cf. tubifex (O.F. Müller)						cc	cc	cc											
<u>HIRUNDINEA.</u>																			
Eprobodella octoculata (Linn.)	c	c				cc	cc	cc											
Haemopsis sanguisuga L.																			
<u>CRUSTACEA.</u>																			
Asellus aquaticus (L.)																			
<u>PLECOPTERA.</u>																			
Isoperla grammatica (Poda)																			
Leuctra hippopus (Kempug)																			
Nemoura cf. cambrica (Stephens)																			
<u>EPHEMEROPTERA.</u>																			
Baetis Leach sp.																			
Caenis Steph. sp.																			
Centropilum luteolum Müll.																			

Tabell 27.

Resultater av bakteriologiske undersøkelser:

Vannprover innhentet 21/6 1963.

Antall coliforme bakterier pr. 100 ml.

Kimtall ved 20°C pr. ml.

A. Randselva.

St.	Kl.	Coliforme/ 100 ml	Kimtall	Gjennomsnitt	
				Coliforme/100 ml	Kimtall
R 1	18.30	65	860	50	605
	21.00	34	350		
R 2	18.10	470	960	690	1215
	19.00	1470	2130		
	21.30	120	560		
R 3	17.40	270	1440	320	1190
	19.10	340	1400		
	22.00	350	730		
R 4	16.55	310	2470	265	2210
	20.10	220	1950		
	23.00	-	-		
R 5	17.10	270	1750	315	1950
	19.45	360	2150		
R 6	16.30	380	2250	320	1155
	19.40	340	810		
	22.20	240	400		
R 7	16.00	270	1770	325	1610
	20.30	380	1450		

Tabell 27 (forts.)

B. Ådalselva.

St.	Kl.	Coliforme/ 100 ml	Kintall	Gjennomsnitt	
				Coliforme/100 ml	Kintall
Å 1	17.05	4	69	4	69
Å 2	16.30	29	80	20	125
	18.20	17	165		
	21.45	13	126		
Å 3	16.05	67	408	29	265
	18.45	11	133		
	22.20	9	350		
Å 4	15.50	350	2000	240	1970
	19.00	130	1940		

C. Storelva.

St.	Kl.	Coliforme/ 100 ml	Kintall	Gjennomsnitt	
				Coliforme/100 ml	Kintall
S 1	13.45	>1000	2550	1000	2400
	15.50	>1000	3950		
	21.00	880	740		
S 2	13.30	>1000	ca.4500	ca.1200	3350
	20.25	1320	2150		
S 3	12.50	740	4350	1050	2900
	23.10	1350	1440		
S 4	12.00	920	5200	920	5200

Tabell 28.
Fysisk-kjemiske analyseresultater
av vannprøver innhentet 12/13-6
1962.

St.	pH	El.ledn.e. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ -tall mg O/1	Hårdhet mg CaO/1
R 2	7,28	41,7	22	0,9	3,2	1,0
R 3	7,30	41,0	24	0,9	3,1	1,1
R 5	7,33	44,0	27	1,3	3,0	1,1
R 6	7,35	45,0	25	1,2	3,1	1,1
R 7	7,38	44,2	30	1,8	3,3	1,1
Å 1	6,75	19,2	21	0,9	2,6	0,4
Å 2	6,83	19,7	24	1,0	2,8	0,4
Å 3	6,79	18,7	24	1,2	2,7	0,4
Å 4	6,85	18,6	24	1,1	3,0	0,5
Å 6	6,84	18,7	24	4,2	3,8	0,5
S 1	7,24	32,6	40	2,8	3,3	0,8
S 4	7,10	33,5	34	2,4	3,2	0,8

Tabell 29.

Randsfjorden.

Fysisk-kjemiske analyseresultater
av vannprøver innhentet 18/6 1963.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % $20 = n \cdot 10^{-6}$	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	SSL
		mg O ₂ /l	% Metn.									
St. A												
0	13,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	13,37	10,50	103,8	7,20	35,5	22	0,7	3,7	-	-	-	0,7
4	12,98	10,60	103,8	7,22	35,2	29	0,7	4,0	9,3	<0,05	Ikke påvist	0,9
8	11,06	10,68	100,2	7,25	35,2	25	0,7	3,7	-	-	-	0,7
12	7,86	11,17	97,3	7,20	36,5	25	0,7	2,8	9,1	<0,05	Ikke påvist	0,8
16	6,22	11,40	95,1	7,20	39,1	24	0,8	3,5	-	-	-	0,8
20	5,51	11,43	93,8	7,20	38,9	25	0,6	3,9	9,3	<0,05	Ikke påvist	0,9
30	4,84	11,38	91,7	7,15	38,1	21	0,7	3,3	-	-	-	0,8
50	4,69	11,69	93,6	7,25	38,9	25	0,5	3,5	9,8	<0,05	Ikke påvist	0,7
70	4,39	11,72	93,6	7,15	39,1	20	0,4	3,4	-	-	-	0,7
100	4,14	11,52	91,2	7,20	40,9	22	0,3	3,2	10,2	<0,05	Ikke påvist	1,0
115	4,08	11,42	90,4	7,30	41,1	21	0,3	3,5	10,2	<0,05	"	1,7
Utl. Dokka	-	-	-	7,30	25,2	12	0,2	2,3	6,2	<0,05	"	0,9
Utl. Etna	-	-	-	7,34	29,1	10	0,2	1,7	7,0	0,08	"	0,6

Tabell 30.

Sperillen.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

av vannprøver innhentet 19/6 1963.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % $20 = n \cdot 10^{-6}$	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Hårdhet mg CaO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	SSL
		mg O ₂ /l	% Metn.									
0	14,90	-	-	6,95	22,5	15	0,7	2,5	4,7	Ikke påvist	Ikke påvist	0,9
1	14,90	9,64	98,2	6,90	19,2	15	0,8	2,5	-	-	-	0,6
4	14,82	9,75	99,1	7,00	19,3	13	0,7	2,3	4,7	Ikke påvist	Ikke påvist	1,1
8	12,75	10,33	100,3	6,91	19,1	15	1,0	2,5	-	-	-	0,6
10	8,40	10,68	94,0	6,74	18,9	18	1,1	2,3	4,6	Ikke påvist	Ikke påvist	0,8
12	6,73	19,82	91,6	6,75	18,8	17	1,1	2,5	-	-	-	0,6
16	5,42	11,12	91,2	6,72	19,6	15	0,9	2,3	4,6	Ikke påvist	Ikke påvist	0,6
20	4,58	11,25	90,0	6,69	18,2	17	1,1	2,3	-	-	-	0,6
30	4,08	11,22	88,7	6,65	17,9	18	1,1	3,0	4,7	Ikke påvist	Ikke påvist	0,3
50	4,02	11,31	89,3	6,70	17,8	17	0,5	2,5	-	-	-	0,8
70	3,99	11,24	88,6	6,66	18,0	18	0,7	2,9	5,0	<0,05	Ikke påvist	0,8
105	3,95	10,95	86,4	6,70	18,1	22	1,0	2,3	4,4	Ikke påvist	"	0,4
Ut1. Begna	-	-	-	6,95	23,1	10	0,4	2,1	5,7	"	"	0,2
												0,8

Tabell 31.

Randsfjorden.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

av vannprøver innhentet 11/9 1963.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ -tall mg O/1	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1
		mg O ₂ /1	% Metn.							
0	13,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	13,89	9,36	93,6	7,10	37,0	30	0,8	4,0	<0,05	Ikke påvist
4	13,89	9,57	95,7	7,14	36,0	28	0,7	4,1	<0,05	"
8	13,89	9,48	94,8	7,19	36,3	29	1,5	3,9	<0,05	"
12	13,58	9,30	92,5	7,09	36,5	30	1,0	4,3	<0,05	"
14	7,85	10,21	88,9	6,89	36,0	28	1,2	4,5	<0,05	"
16	6,71	9,69	81,8	7,06	35,1	26	1,1	5,2	<0,05	"
20	5,89	10,82	89,8	6,95	37,3	24	0,7	3,3	<0,05	"
30	5,58	10,82	89,1	6,96	38,7	22	0,7	3,3	<0,05	"
50	5,13	11,07	89,8	6,94	39,4	21	0,7	3,3	<0,05	"
70	5,08	11,03	89,6	6,92	39,6	19	0,5	3,2	<0,05	"
90	5,00	11,18	90,4	6,97	39,9	20	0,7	3,2	<0,05	"

Tabell 32.

Analyseresultater av vannprøver fra Dramselvas utløp ved Vikersund.

Dato 1959	pH	El. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ -tall mg O/1	Nitrat mg N/1	Bundet og fri ammonium mg N/1	Syrehydrolyserbar fosfat mg PO ₄ /1	Klorid mg Cl/1
31/5		30,0	31	1,9	4,5				
1/6		30,3	28	1,8	4,6				
2/6		30,5	26	1,8	5,0	0,03	0,16	0,10	
3/6		29,1	30	1,8	5,1				
4/6		29,8	30	1,6	5,3				
8/7		29,4	14	0,7	4,9				
30/8	7,3	35,0	37	2,4	5,2				
31/8	7,3	35,0	29	2,4	5,5	0,06	0,25	0,01	1,1
1/9	7,3	35,7	22	2,0	5,2				
2/9	7,3	36,0	21	1,2	4,4				
3/9	6,9	36,0	20	1,5	6,2				

Holsfjorden.

Tatt 18/8-61.

m dyp	pH	El. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	Oksygen % metn.
1	7,4	33,3	25	0,42	99,5
10	7,2	33,4	24	0,42	91,8
100	7,0	34,9	21	0,51	87,9
285	6,8	35,2	21	0,31	