

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 78/74

ORKLA INDUSTRIER A/S

Grubeseksjonen

Overvåkingsundersøkelser i
nedre del av Orklavassdraget

1976

24. august 1977

Saksbehandler: Rolf Tore Arnesen
Medarbeidere: Magne Grande
Eigil Rune Iversen
Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. KJEMISKE UNDERSØKELSER	4
2.1 Generelt	4
2.2 De enkelte stasjonene	5
2.2.1 Stasjon 1. Slamdam Bjørndalen	5
2.2.2 " 2. Utløp Bjørnlivatn	6
2.2.3 " 3. Raubekken ved Skjøtskift	6
2.2.4 " 4. Orkla ved Rønningen	7
2.2.5 " 5. Orkla ved Vormstad	7
2.3 Diskusjon av kjemiske forhold	8
3. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER	9
3.1 Innledning	9
3.2 Resultater	10
3.3 Diskusjon	12
4. KONKLUSJON	13
5. LITTERATUR	15

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
<u>Kjemiske analyseresultater fra:</u>	
1. Stasjon 1. Slamdam Bjørndalen	16
2. " 2. Utløp Bjørnlivatn	17
3. " 3. Raubekken ved Skjøtskift	18
4. " 4. Orkla ved Rønningen	19
5. " 5. Orkla ved Vormstad	20
6. " 6. Orkla ved Svorkmo	21
7. " 7. Fagerlivatn	21
8. Makroinvertebrater i Orkla, 24. august 1976	11
9. Sammenlikning mellom EIFAC standarder for sink og kobber og konsentrasjoner funnet i Bjøråa, Ringvatnet og i Orkla ved Vormstad	12

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Nedre del av Orklavassdraget	22
2. Vannføringskurver for Orkla og Raubekken, 1976	23
3. Sammenlikning og gjennomsnittlige analyse- resultater fra stasjonene 3, 4 og 5	24
4. Frekvensdiagram som viser kumulativ relativ forekomst av kobber- og sinkkonsentrasjoner i Orkla ved Vormstad	25

1. INNLEDNING

Undersøkelsene Norsk institutt for vannforskning (NIVA) driver i nedre del av Orklavassdraget, ble startet i mars 1975 for å overvåke forurensningstilførslene fra gruveområdene ved Løkken. Resultatene fra 1975 er tidligere beskrevet i NIVA-rapport av 12. juli 1976. Undersøkelsene i 1976 har foregått etter samme retningslinjer som tidligere.

Stasjoner for prøvetaking har vært de samme, og det er gjennomført en befarings av vassdraget med innsamling av prøver for kjemiske og biologiske undersøkelser, 24. august 1976.

Parallelt med instituttets arbeid har Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskeforskningen, samlet inn vannprøver fra noen av de prøvesteder NIVA benytter. Analyseresultatene for 1976 er rapportert av E. Snekvik i notat av 29. april 1977. I noen grad er disse resultatene sammenliknet med NIVAs resultater i den foreliggende rapport.

2. KJEMISKE UNDERSØKELSER

2.1 Generelt

Figur 1 viser plassering av stasjoner for innsamling av prøver for kjemiske analyser. Prøvene er stort sett tatt en gang pr. måned av Orkla Industrier A/S og sendt til NIVA for analyse. Ved befaringsen i august ble det også tatt prøver ved de samme stasjoner av NIVA. Det ble da dessuten tatt prøve av Orkla ved Svorkmo (stasjon 6) og Fagerlivatn (stasjon 7).

Analysemetodene har vært de samme i 1976 som i foregående år, og det henvises til rapporten for 1975 for omtale av metodikk.

Analyseresultatene er presentert i tabellene 1-7.

Ved vurdering av slike analyseresultater er vannføringsdata for vassdraget av stor betydning. Figur 2 viser vannføringskurver for Orkla ved Syrstad, ca. 15 km ovenfor Svorkmo, og for Raubekken ved Løkken.

En sammenfatning av analyseresultatene er forsøkt gitt i figur 3. Her er middelerverdier for NIVAs resultater for 1975 og 1976 ved stasjonene 3, 4 og 5 sammenliknet innbyrdes. I figuren er dessuten tilsvarende middelerverdier for data innsamlet av Fiskeforskningen satt opp.

2.2 De enkelte stasjonene

2.2.1 Stasjon 1. Slamdamm Bjørndalen.

For de fleste parametre har verdiene fra denne stasjonen gjennomgående vært noe lavere i 1976 enn i foregående år. Dette har medført relativt lave gjennomsnittsverdier både for turbiditet og tungmetaller i 1976.

Også når det gjelder enkeltdata, var forholdene noe gunstigere i 1976 enn i 1975. Bare ved en anledning, 27. oktober, er det påvist høye tungmetallverdier. Turbiditetsverdiene, og i noen grad tungmetallresultatene, kan tyde på at avgang har gått i overløpet på dette tidspunkt. De generelle kjemiske forhold i denne prøven avviker imidlertid vesentlig fra det som er observert ved de øvrige prøvetakinger i 1976. Det kan derfor være andre grunner til bl.a. det høye sink- og magnesiuminnholdet og den høye turbiditeten.

pH i overløpet fra slamdammen har gjennomgående vært betydelig lavere i 1976 enn i 1975. Dette har imidlertid i seg selv ikke hatt uheldige virkninger i vassdraget.

2.2.2 Stasjon 2. Utløp Bjørnlivatn.

Ved utløpet av Bjørnlivatn er vannet surt og sterkt tungmetallholdig. Variasjonsmønsteret viser de samme hovedtrekkene som i 1975, med noe høyere pH-verdier vinter og vår, og lave verdier sommer og høst. Tungmetallkonsentrasjonen er høy hele året, men når pH-verdiene er høye, fører dette til utfelling, spesielt av jern. Dette sees av de tilsvarende høye turbiditetsverdiene.

Tungmetallanalysene i juni er ikke i overensstemmelse med de øvrige resultater fra stasjonen, hverken i forhold til tilsvarende resultater de andre månedene eller når det gjelder de øvrige resultater i juni. Dette må skyldes feil ved prøvetaking eller analyse, f.eks. forbyttning av prøver e.l. Resultatene er derfor ikke tatt med ved beregning av gjennomsnitt.

2.2.3 Stasjon 3. Raubekken ved Skjøtskift.

Ved denne stasjonen viser analyseresultatene at pH var noe lavere i 1976 enn i 1975. For de øvrige parametre var det tilsvarende en klar økning.

Fra Raubekken, omtrent på samme sted, har også Fiskeforskningen analysert prøver. Figur 3 viser at det er god overensstemmelse mellom middelverdiene for disse resultatene og NIVAs.

Mellom stasjon 2 og 3 er det en tydelig økning i sulfat- og tungmetallkonsentrasjonene, noe som viser at det er en relativt betydelig tungmetalltilførsel til Raubekken ovenfor samløpet med Bjørnlibekken.

Det kan være av en viss interesse å anslå transport av kobber og sink i Raubekken. Prøvetakingene er så vidt spredte at det ikke er mulig å få noe pålitelig bilde. Ved å ekstrapolere transportverdier (produkt av vannføring og konsentrasjon) fra prøvetakingstidspunktene til å gjelde lengre perioder, er det likevel mulig å få frem størrelsesorden for denne transporten. For kobber utgjør dette ca. 40 tonn pr. år, mens sinktransporten er ca. 100 tonn pr. år. Hovedmengden av denne

transporten foregår i månedene mars, april, mai og juni, som til- sammen står for ca. 60 %. De resterende 40 % er antakelig relativt jevnt fordelt på de øvrige åtte måneder.

2.2.4 Stasjon 4. Orkla ved Rønningen.

På grunn av islegging lyktes det ikke for bedriften å ta prøver fra denne stasjonen i november og desember. Det er derfor en enda større usikkerhet ved vurdering av resultatene herifra enn fra de øvrige stasjonene.

Bortsett fra noen høye sinkverdier som som medfører en tydelig høyere gjennomsnittsverdi for sink i 1976 enn i 1975, er det ingen påviselige forandringer i vannkvaliteten i Orkla ved denne stasjonen. NIVAs resultater synes å være i rimelig overensstemmelse med tilsvarende resultater fra Fiskeforskningen (figur 3) når den store forskjell i antall observasjoner tas i betraktning.

Kobber- og sinkverdiene er til tider noe høyere enn det som kan ventes i et upåvirket norsk vassdrag. Gjennomgående er imidlertid tungmetall- konsentrasjonene lave og gir ikke grunn til ytterligere kommentarer.

2.2.5 Stasjon 5. Orkla ved Vormstad.

Det er relativt små endringer i analyseresultatene fra 1975 til 1976. Kobber synes i gjennomsnitt å ha gått noe ned, konduktivitet, sulfat og kalsium har øket noe, mens det for de øvrige komponentene er vanskelig å trekke noen konklusjon.

Analyseresultatene fra Fiskeforskningen er også for denne stasjonen i overensstemmelse med noen av NIVAs resultater. De gjennomsnittlige kobber- og jernverdier fra Fiskeforskningen er imidlertid betydelig høyere enn NIVAs. Dette beror antakelig på en tettere prøvetaking, som i større grad har fått med spesielt høye verdier i første halvår.

Transport av kobber og sink i Orkla ved stasjon 5 kan også anslås på samme måte som for stasjon 3. Påliteligheten ved beregningen er antakelig enda dårligere ved denne stasjonen enn ved stasjon 3, bl.a. på grunn av den store forskjell i største og minste vannføring og tilsvarende store variasjoner i tungmetallkonsentrasjon.

Beregningene tyder på at den totale årstransport av kobber ved stasjon 5 er høyere enn ved stasjon 3. De fleste måneder i året er imidlertid transporten lavere ved stasjon 5 enn ved stasjon 3. Forholdet når det gjelder sink, er tilnærmet det samme, men her er totaltransporten tilnærmet lik totaltransporten av sink ved stasjon 3. Tungmetalltransporten forbi stasjon 5 er etter disse beregningene i særlig grad knyttet til mai, hvor vi også finner vårflommen i Orkla.

2.3 Diskusjon av kjemiske forhold

Det har ikke vært vesentlige endringer i hovedtrekkene for de kjemiske forhold i den undersøkte del av Orklavassdraget fra 1975 til 1976. Det er imidlertid både ved stasjon 2 og 3 tegn på en viss økning i tilførsel av surt, tungmetallholdig vann.

Undersøkelsene hittil omfatter imidlertid en relativt kort periode, og det er umulig å vurdere om økningen er reell. Den kan eventuelt skyldes tilfeldige feil på grunn av det relativt spredte prøvetakingsprogrammet. Likeledes kan endringene være forårsaket av naturlige variasjoner i meteorologiske og hydrologiske forhold.

Når det gjelder forholdene i Orkla nedenfor Raubekkenes innmunning, er det heller ikke påvist vesentlige endringer fra foregående år. For en del parametre som er karakteristiske for vannforurensninger fra kissergruver, har det vært en viss økning. Når det gjelder kobber, er imidlertid den gjennomsnittlige konsentrasjon lavere enn i 1975.

Det er imidlertid vanskelig å få et pålitelig bilde av tungmetallpåvirkningen i denne del av Orkla (stasjon 5). Transportverdier for kobber og sink beregnet på grunnlag av målinger her, er gjennomgående betydelig lavere enn dem som er beregnet ut fra målinger i Raubekken og i Orkla ved stasjon 4. For parametre som konduktivitet, sulfat o.l. er derimot overensstemmelsen meget god. Dette kan muligens skyldes utfellinger og sedimentering etter Raubekkens innmunning i Orkla. Bare ved større flommer, f.eks. om våren, spyles slike sedimenter ut.

Dersom den påviste økningen i tungmetallkonsentrasjoner er uttrykk for en utviklingstendens, kan dette få vesentlig betydning for vannkvalitet i Orkla. Det er derfor av stor betydning at overvåkingsundersøkelsene fortsetter.

For å bedømme vannkvaliteten i relasjon til krav for fisk har EIFAC (1973,1976) kommet med forslag til kriterier for blant annet sink og kobber. Disse kriteriene er ikke knyttet til enkeltkonsentrasjoner, men tar hensyn til hyppighet av høye konsentrasjoner. I denne sammenheng er det antatt at observasjonsmaterialet fra et vassdrag er normalfordelt, eventuelt log-normalfordelt. Figur 4 viser sink- og kobberkonsentrasjonen fra 1975 og 1976 ved stasjon 5 avsatt på sannsynlighetspapir. Observasjonen synes å være best karakterisert ved en log-normalfordelingskurve. Det er imidlertid relativt store avvik, og en pålitelig verdi for 95-prosentilen er det vanskelig å fastslå.

3. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

3.1 Innledning

De biologiske observasjoner og innsamling av materiale foregikk i 1976 under en befaring den 24. august. Innsamling av bunndyr ble utført med vannhåv med maskevidde 0.25 mm. Prøvetakingen skjedde i 3 x 1 minutt

på hver stasjon. Denne metoden gir intet eksakt kvantitativt bilde av forekomstene, men gir et inntrykk av mengden av og forholdet mellom de ulike dyregrupper. Dyrene er bestemt til hovedgrupper, og antall dyr i de forskjellige grupper er tallet opp.

Det ble i perioden juli 1975 - august 1976 av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk i samarbeid med NIVA utført fysisk/kjemiske og biologiske undersøkelser i et sidevassdrag til Orkla, Hostovassdraget, som er forurenset med tungmetaller fra de nedlagte Dragsetgruvene (EIFAC 1977). Resultatene fra dette vassdraget er interessante i forbindelse med vurderingen av forurensningssituasjonen i Orkla og vil derfor bli diskutert i denne rapport.

Tabell 8 gir en oversikt over dyregrupper som ble funnet på de forskjellige lokaliteter. I det følgende skal det gis en kort beskrivelse av situasjonen på de forskjellige lokaliteter.

3.2 Resultater

Stasjon 4a. Orkla, vestbredd ovenfor Raubekken innmunning

Prøven ble tatt omtrent på samme sted som i 1975 på vestbredden av Orkla ca. 100 m ovenfor Raubekken innmunning. Elva går i stryk og bunnmaterialet består av steinblokker med mindre stein og grus imellom.

Bunndyrfaunaen var på denne lokaliteten rikt og allsidig sammensatt med særlig store forekomster av steinfluer og døgnfluer. Forøvrig ble det funnet mye makk (fåbørsteormer) samt en del vårfluer, fjærmygg og midd.

Stasjon 6. Orkla, østbredd nedenfor Raubekken innmunning (Svorkmo)

Prøvetakingen skjedde her på østbredden ca. 300 m nedenfor Raubekken innmunning i Orkla. Elva går i stryk og bunnmaterialet består av middels store steiner med sand og grus imellom. Bunnmaterialet hadde en svak gulbrun farge som skyldes okeravsetninger.

Mengden av dyr var på denne lokaliteten stort sett betydelig mindre enn på stasjon 4a, men de samme grupper ble funnet og også her relativt rikelig. Tilbakegangen i mengden av makk, steinfluer og døgnfluer var imidlertid betydelig. Forekomsten av fjærmygg var på den andre side større ved denne stasjon.

Stasjon 5. Orkla, østbreidd ved Vormstad

Prøvene ble her tatt på østbredden ved Øyum bru. Bunnmaterialet besto vesentlig av rullestein med sand og grus imellom. Okeravsetninger var ikke merkbare.

Forekomstene av dyr var også på denne stasjonen relativt rik selv om mengden av steinfluer, døgnfluer og makk også her var vesentlig mindre enn ved stasjon 4a. Antallet midd var imidlertid større enn ved de øvrige lokaliteter.

Tabell 8. Makroinvertebrater i Orkla, 24. august 1976.

Tallene angir antall dyr i prøven.

Lokalitet	4a	6	5
Dyregruppe			
Makk (Clitellata)	250	1	
Midd (Acaria)	27	15	33
Døgnfluer (Ephemeroptera)	364	145	86
Steinfluer (Plecoptera)	746	140	162
Vårfluer (Tricoptera)	39	38	14
Fjærmygg (Chironomidae)	25	75	17
Knott (Simulidae)	8	3	
Andre tovinger (Diptera)	31	11	10

Tabell 9. Sammenlikning mellom EIFAC standarder for sink og kobber og konsentrasjoner funnet i Bjøråa, Ringvatnet og i Orkla ved Vormstad.

Lokalitet	Hardhet mg/l CaCO ₃	Sink µg/l			Kobber µg/l			Additivt forhold Cu + Zn
		EIFAC 95%-il	Målt* 95%-il	Forhold	EIFAC 95%-il	Målt* 95%-il	Forhold	
Ringvatnet	18	100	118	1,2	30	58	1,9	3,1
Orkla ved Vormstad	39	170	420	2,5	51	110	2,2	4,7
Bjøråa	30	130	405	3,1	42	230	5,5	8,6

* Datamaterialet tillater ikke noen eksakt fastsettelse av 95-prosentilene, og disse er derfor anslått. (Se fig. 4.)

3.3 Diskusjon

De biologiske undersøkelserne i 1976 viste at forekomstene av bunndyr var meget rike i Orkla ovenfor Raubekken innmunning. På de nedenforliggende stasjoner var mengden noe redusert, men det ble fortsatt funnet et relativt stort antall av de viktigste grupper. I en elv som Orkla vil fjærmygglarver, steinfluelarver, døgnfluelarver og vårfluelarver utgjøre de viktigste næringsdyr for yngel og unger av laks og aure. I hvilken grad forekomsten av disse gruppene nedenfor Raubekken skyldes drift ovenfra eller lokal produksjon (klekking-oppvekst) på strekningen kan imidlertid ikke sies med sikkerhet.

Konsentrasjonene av tungmetaller i Orkla nedenfor Raubekken er til dels meget høye og vesentlig høyere enn de som er foreslått som skadegrenser av EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission). Disse er fastsatt til ca. 170 µg/l for sink og 17 µg/l for kobber (årlig 95-prosentil av målte konsentrasjoner) ved den hardhet en har i Orkla (39 mg CaCO₃/l 1976). Dersom en justerer for den giftdependende virkning til løst organisk stoff, kan kobberverdiene multipliseres med 3, og de blir da 51 µg/l.

Undersøkelser som ble foretatt i Ringvatnet og Hostovatnet (EIFAC, 1977), viste at kobber- og sinkkonsentrasjonene her var høyere enn EIFAC-standardene samtidig som en her har en stasjonær bestand av aure og røye. I tabell 9 er gitt en sammenlikning av verdiene for Ringvatnet og Orkla ved Vormstad. Ser en på forholdene (EIFAC 95%/Målt 95%) mellom EIFAC-standardene og de målte konsentrasjoner, finner en at forholdstallene er vesentlig høyere i Orkla enn i Ringvatnet. I Bjøråa, som er hovedtilløpet til Ringvatnet, lever ikke fisk og heller ikke næringsdyr for fisk. Her er forholdstallene for sink 1,3 ganger høyere enn i Orkla, mens de for kobber er vel 2 ganger så høye.

Hvis en antar at kobber og sink har en additiv giftvirkning, vil de adderte forholdstall bli henholdsvis 3,1 - 4,7 og 8,6 for Ringvatnet, Orkla og Bjøråa (tabell 9, høyre kolonne). En har imidlertid ikke eksperimentelt belegg for at en ved de lave konsentrasjoner som er angitt som EIFAC-standarder, har noen additiv giftvirkning.

Som det fremgår av ovenstående, er konsentrasjonene av kobber og sink i Orkla så høye at en burde ha ventet mer uttalte virkninger overfor biologiske forhold. Under alle omstendigheter må konsentrasjonene i perioder ligge svært nær det som kan tolereres av laksefisk selv for kortere opphold i forbindelse med vandringer opp eller ned i vassdraget. At det forekommer reproduksjon av laksefisk på strekningen mellom Raubekkens munning og Vormstad, synes tvilsomt.

4. KONKLUSJON

1. Overvåkingsundersøkelsen som ble startet i 1975 i Orklavassdraget, er fortsatt i 1976. Rapporten presenterer det kjemiske og biologiske materialet som er innsamlet i NIVAs regi. De kjemiske analyseresultatene er i noen grad sammenliknet med tilsvarende resultater fra Fiskeforskningen. Innenfor de usikkerhetsmarginer som man må regne med for slike data, er det rimelig overensstemmelse mellom NIVAs og Fiskeforskningens resultater.

2. De fysisk-kjemiske analyseresultatene viser at tilsiget av vann fra gruveområdet ved Løkken gjennom Raubekken påvirker forholdene i Orkla.

For de fleste parametre som indikerer forurensninger fra kiskruver, har det vært en økning i konsentrasjoner siden foregående år. På stasjon 4, Orkla ved Rønningen, har endringene derimot vært små.

Slamdammen i Bjørndalen synes også i 1976 å ha virket etter sin hensikt idet mengden av tungmetaller og partikulært materiale som har passert overløpet, stort sett har vært liten.

3. De biologiske undersøkelser viste at det i august var rike forekomster av bunndyr i Orkla ovenfor Raubekkens innmunning. På strekningen ned til Vormstad var mengden betydelig redusert, men det var fortsatt relativt gode forekomster av viktige næringsdyr for laksefisk, som steinfluelarver, døgnfluelarver, fjærmygglarver og vårfluelarver. En vesentlig del av dette kan skyldes drift ovenfra.

Kobber- og sinkkonsentrasjonene i vassdraget er så vidt høye at de sannsynligvis er svært nær det som laksefisk kan tolerere selv for kortere tid under vandringer opp og ned i vassdraget.

5. LITTERATUR

EIFAC/T21 1973: European Inland Fisheries Advisory Commission, Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. Report on Zinc and Freshwater Fish. FAO, Roma.

EIFAC/T27 1976: European Inland Fisheries Advisory Commission, Working Party on Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. Report on Copper and Freshwater Fish. FAO, Roma.

EIFAC/T29 1977: European Inland Fisheries Advisory Commission, Working Party on Biological Monitoring. The effect of Zinc and Copper Pollution on the salmonid Fisheries in a River and Lake System in Central Norway. FAO, Roma.

Tabell 1. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 1. Slamdåm Bjørndalen.

Dato	pH	Konduk- tivetet µS/cm, 20°C	Turbi- ditet JTU	Sulfat mg SO ₄ /l	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Jern µg Fe/l	Kobber µg Cu/l	Sink µg Zn/l
30.01.76	8,8	850	6,2	310	85	2,8	520	110	35
18.02.76	10,2	1663	4,7	520	168	0,54	80	35	5
24.02.76	9,7	1584	4,8	550	121	0,55	200	42	30
25.03.76	10,3	1700	5,3	560	180	0,64	290	32	35
19.05.76	6,5	815	2,3	240	114	0,74	95	45	75
23.06.76	6,9	1640	2,4	510	156	0,89	130	65	35
18.08.76	6,5	1560	0,92	620	206	0,94	60	85	20
24.08.76	7,3	2030	1,9	670	180	1,50	90	55	3
21.09.76	6,4	1864	0,69	620	219	1,02	25	21	15
27.10.76	6,9	2220	6,4	1800	256	70,0	800	80	2200
18.11.76	Intet overløp.								
.12.76	Ingen prøver								
GJ.SNITT	8,0	1593	3,56	640	169	7,96	229	57	245
ST.AVIK	1,6	451	2,15	430	52	21,81	248	28	687

Tabell 2. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 2. Utløp Bjørnlivatn.

Dato	pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S}/\text{cm}, 20^{\circ}\text{C}$	Turbi- ditet JTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/1$	Kalsium $\text{mg Ca}/1$	Magnesium $\text{mg Mg}/1$	Jern $\mu\text{g Fe}/1$	Kobber $\mu\text{g Cu}/1$	Sink $\mu\text{g Zn}/1$
30.01.76	5,1	4100	11,00	860	26,70	13,00	10600	3500	10800
18.02.76	5,4	1255	19,00	720	38,00	11,00	10400	2500	8400
24.02.76	5,2	1380	24,00	730	45,00	9,00	21000	2550	7600
25.03.76	5,5	1950	31,00	730	85,00	11,00	14300	2550	8700
19.05.76	3,9	697	7,40	340	65,00	6,30	4200	1650	5650
23.06.76	3,4	977	3,70	560	110,00	5,50	1)	1)	1)
18.08.76	3,0	1386	1,50	620	117,00	8,00	11000	1750	6900
24.08.76	3,1	1535	2,20	580	126,00	8,20	12000	1520	6250
22.09.76	3,5	1425	2,10	710	124,00	10,30	17000	2100	7900
27.10.76	3,3	1800	2,10	960	200,00	13,00	24000	2300	9700
18.11.76	3,1	1770	3,00	1020	185,00	13,00	30000	2450	10000
.12.76	3,4	1618	2,70	1100	314,00	14,00	27500	2400	10000
GJ.SNITT	4,0	1657	9,14	744	119,64	10,19	16545	2300	8355
ST.AVVIK	1,0	845	10,08	214	81,87	2,81	8115	550	1670

1) Tidligere oppgitte resultater feil og derfor utelatt.

Tabell 3. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 3. Raubekken ved Skjøtskift.

Dato	pH	Konduktivitet $\mu\text{S/cm, } 20^{\circ}\text{C}$	Turbiditet JTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Jern $\mu\text{g Fe/l}$	Kobber $\mu\text{g Cu/l}$	Sink $\mu\text{g Zn/l}$
30.01.76	3,3	920	67	460	11,4	12,0	33000	5600	13800
18.02.76	3,4	893	92	540	12,8	15,0	30300	4300	14300
24.02.76	4,2	708	46	420	18,0	12,0	21000	3850	8600
25.03.76	3,1	536	97	440	32,0	10,0	34000	4350	9700
19.05.76	3,6	270	13	90	19,2	2,5	5500	980	1950
23.06.76	3,5	479	18	240	34,1	5,0	8500	1850	4380
18.08.76	3,1	1126	42	470	73,0	11,8	17000	3700	10000
24.08.76	3,0	1200	20	560	91,0	11,1	22000	3150	9800
22.09.76	3,2	1193	190	470	78,0	11,3	20000	3000	10100
27.10.76	3,4	860	86	360	47,0	10,0	22000	4800	13000
18.11.76	3,2	972	68	470	45,0	20,0	32500	5445	18200
.12.76	3,0	1062	54	470	80,0	18,0	46000	8500	20000
GJ.SNITT	3,3	852	66,08	416	45,13	11,56	24317	4127	11153
ST.AVVIK	0,3	298	48,40	132	28,71	4,82	11442	1934	5150

Tabell 4. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 4. Orkla ved Rønningen.

Dato	pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S}/\text{cm}, 20^{\circ}\text{C}$	Turbi- ditet FTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/1$	Kalsium $\text{mg Ca}/1$	Magnesium $\text{mg Mg}/1$	Jern $\mu\text{g Fe}/1$	Kobber $\mu\text{g Cu}/1$	Sink $\mu\text{g Zn}/1$
30.01.76	7,2	83,0	0,46	6,90	12,30	1,30	400	55	95
18.02.76	6,8	88,2	0,78	4,80	14,30	1,30	130	5	5
24.02.76	7,5	86,4	1,10	5,40	13,70	1,00	60	7	15
25.03.76	7,5	90,0	0,38	5,70	14,80	1,20	70	5	10
19.05.76	6,7	36,5	3,30	2,40	4,46	0,65	455	85 ¹⁾	30 ¹⁾
23.06.76	6,8	29,8	0,62	1,80	3,95	0,42	95	12	7
18.08.76	6,9	50,9	0,32	3,60	8,90	0,69	110	12	5
24.08.76	7,7	59,8	0,19	3,60	9,40	0,70	20	4	3
22.09.76	7,0	60,8	0,30	3,70	9,90	0,70	30	4	5
27.10.76	7,7	89,5	0,22	6,40	14,40	1,00	20	2	5
18.11.76	Islagt.								
.12.76	Ingen prøver								
GJ.SNITT	7,2	67,5	0,88	4,43	10,61	0,90	139	12	17
ST.AVVIK	0,4	23	0,93	1,69	4,01	0,31	157	17	30

1) Resultater for sink og kobber er ikke tatt med i beregning av gj.snitt. Prøve tatt på uegnet flaske.

Tabell 5. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 5. Orkla ved Vormstad.

Dato	pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S/cm, } 20^{\circ}\text{C}$	Turbi- ditet FTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Jern $\mu\text{g Fe/l}$	Kobber $\mu\text{g Cu/l}$	Sink $\mu\text{g Zn/l}$
30.01.76	7,3	101	2,9	16,0	14,8	1,50	650	110	305
18.02.76	7,0	118	2,0	16,0	16,4	1,60	430	80	335
24.02.76	7,3	106	5,0	15,0	16,7	1,30	830	40	165
25.03.76	7,3	105	0,26	18,0	17,8	1,50	700	70	160
19.05.76	6,7	40,3	5,4	3,5	5,0	0,59	660	23	30
23.06.76	7,0	31,6	1,6	2,6	4,4	0,46	140	22	7
18.08.76	7,2	64,9	0,56	8,0	10,2	0,81	120	21	65
24.08.76	7,6	70,9	0,55	9,0	11,1	0,84	140	26	85
22.09.76	7,1	70,4	0,72	10,0	11,4	0,80	220	3	50
27.10.76	7,7	89,6	0,68	9,9	15,4	1,10	140	35	175
18.11.76	7,3	141	2,0	18,0	21,6	2,10	280	10	495
.12.76	7,4	125	1,9	15,0	19,2	1,70	400	100	350
GJ. SNITT	7,2	88,6	1,96	11,75	13,7	1,19	390	45	185
ST. AVVIK	0,3	33,6	1,71	5,35	5,36	0,50	260	36	154

Tabell 6. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 6. Orkla ved Svorkmo.

Dato	pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S}/\text{cm}, 20^\circ\text{C}$	Turbi- ditet JTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kalsium $\text{mg Ca}/\text{l}$	Magnesium $\text{mg Mg}/\text{l}$	Jern $\mu\text{g Fe}/\text{l}$	Kobber $\mu\text{g Cu}/\text{l}$	Sink $\mu\text{g Zn}/\text{l}$
24.02.76	7,2	112,0	7,60	16	17,30	1,40	1400	95	305
24.08.76	7,5	70,3	0,65	10	10,30	0,90	160	30	85

Tabell 7. Kjemiske analyseresultater fra stasjon 7. Fagerlivatn.

Dato	pH	Konduk- tivitet $\mu\text{S}/\text{cm}, 20^\circ\text{C}$	Turbi- ditet JTU	Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$	Kalsium $\text{mg Ca}/\text{l}$	Magnesium $\text{mg Mg}/\text{l}$	Jern $\mu\text{g Fe}/\text{l}$	Kobber $\mu\text{g Cu}/\text{l}$	Sink $\mu\text{g Zn}/\text{l}$
24.08.76	5,0	1440	13,0	680	97,00	9,60	5800	1450	7500

Fig.1 Nedre del av Orklavassdraget

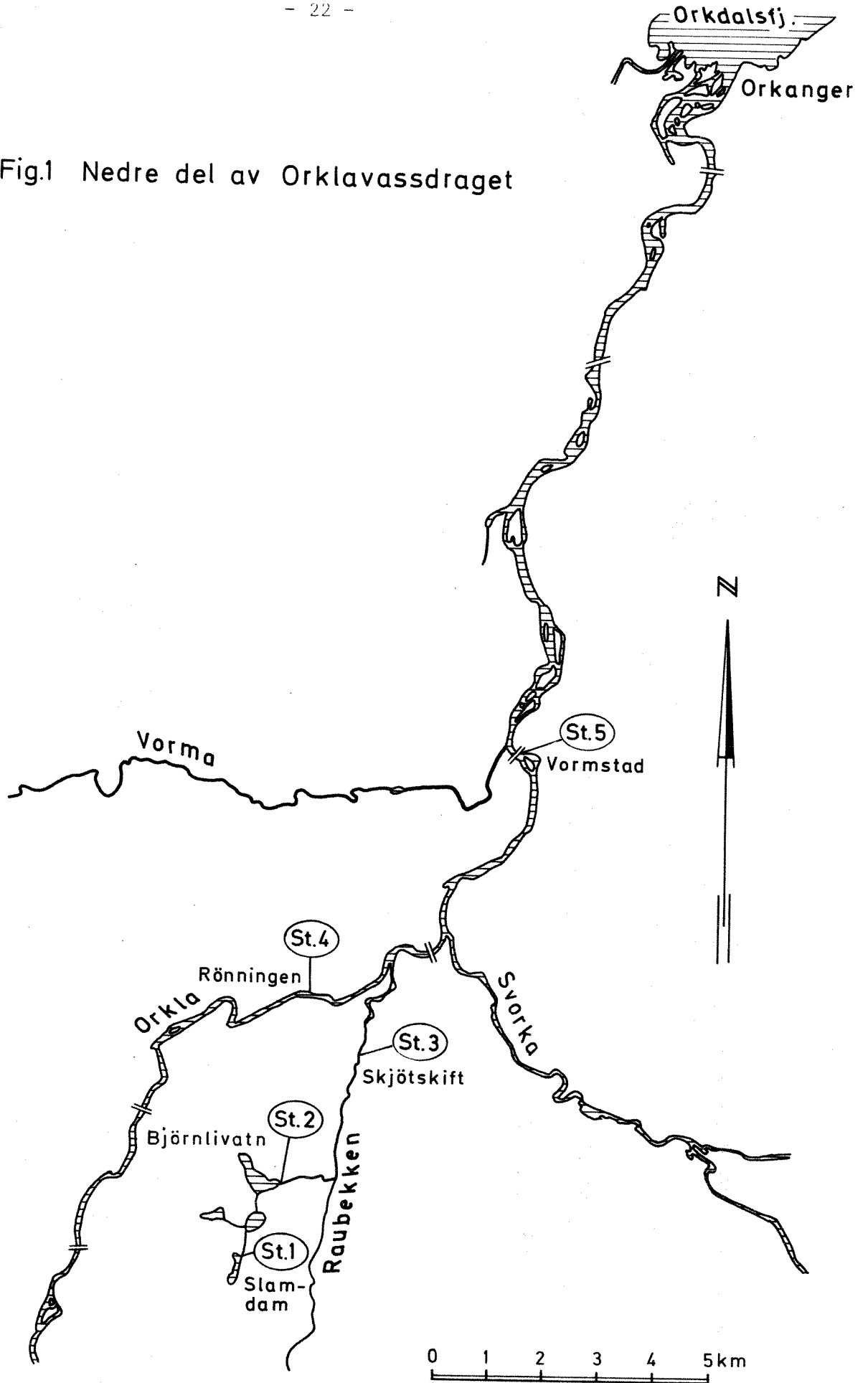


Fig. 2 Vannføringskurver for Orkla og Raubekken, 1976

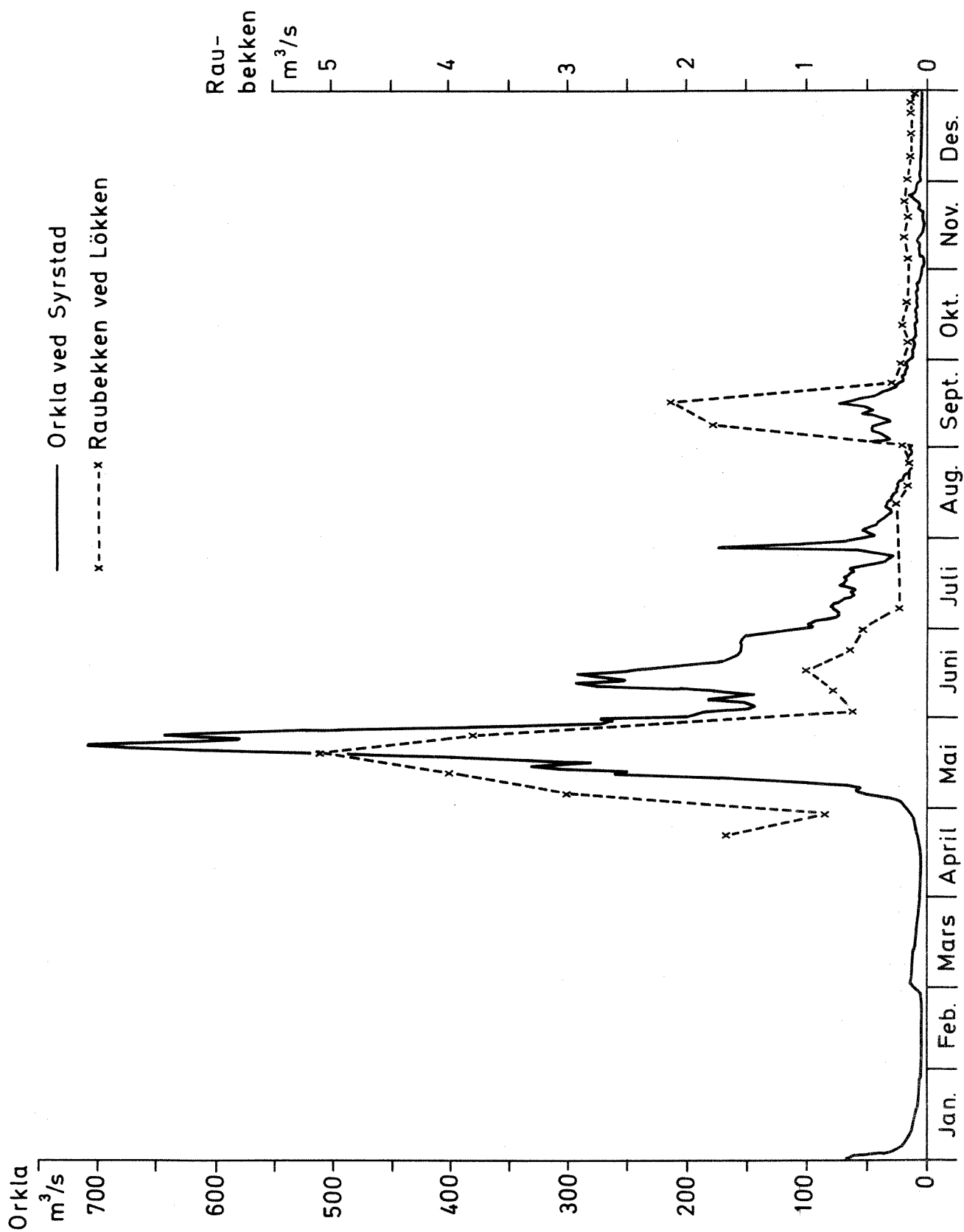
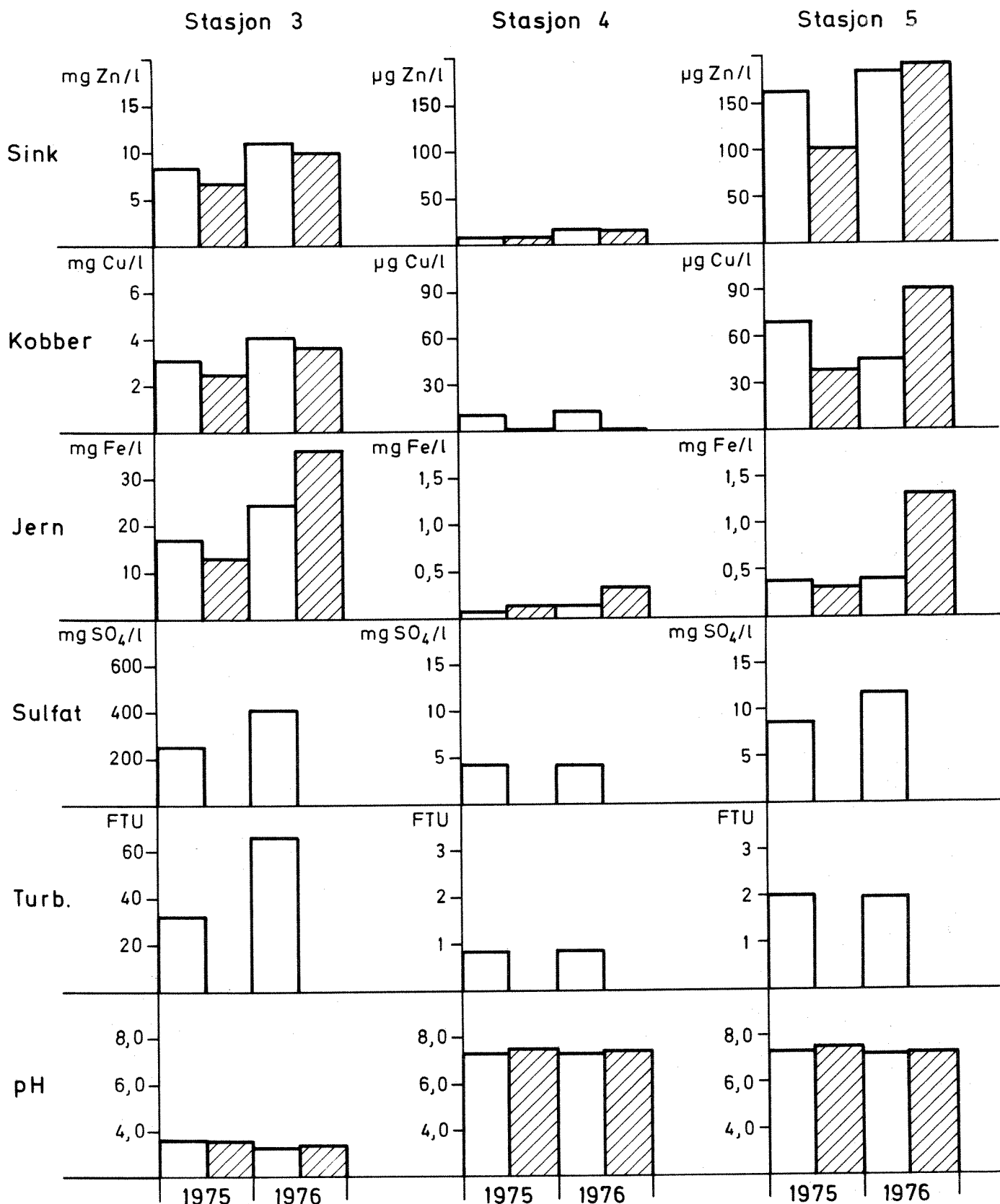


Fig.3 Sammenlikning av gjennomsnittlige analyseresultater fra stasjonene 3, 4 og 5



Analysert av:
 □ NIVA
 ▨ Fiskeforskningen

OBS! Stasjon 3 har annen skala-inndeling enn stasjon 4 og 5

Fig. 4 Frekvensdiagram som viser kumulativ relativ forekomst av kobber- og sinkkonsentrasjoner i Orkla ved Vormstad

