

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

0 - 42/62.

Undersøkelse over virkningen av
avløpsvannet fra A/S Skorovass Gruber
på Stallvikelva
og Skorovasselva/Grøndalselva.

INNHold

| | | |
|---|------|-----|
| 1. Innledning | side | 1 |
| 2. Forurensningskilder og vassdrag | " | 2 |
| 3. Analyseresultater og laboratorieforsøk | " | 9 |
| 4. Avsluttende bemerkninger | " | 11 |
| Litteraturliste | " | 14 |
| Figurer | " | 15. |

Saksbehandler: cand.real. B. Bergmann-Paulsen,
Rapporten avsluttet: 5/10 1962.

1. INNLEDNING.

Den 17/4 1962 sendte Elektrokemisk A/S en ansøking til Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen om tillatelse til å slippe avfallsvann fra A/S Skorovas Gruber ut i Grøndalselva og Stallvik-elva i Namskogan kommune, Nord-Trøndelag.

I et brev av 7/5 1962 fremholdt Vassdragsvesenet at de mente det var nødvendig med sakkyndig uttalelse, og vårt institutt fikk den 19/5 1962 en henvendelse fra Elektrokemisk A/S om å foreta en undersøkelse av vassdragene hvor avfallsvannet føres ut.

Denne rapport er skrevet på grunnlag av befaring av området 7 - 10 august 1962, og analyser av vannprøver innhentet i samme tidsrom.

A/S Skorovas Gruber.

Elektrokemisk A/S erhvervet de første gruverettigheter i Skorovassområdet i 1913. På grunn av forskjellige forhold ble utbyggingen av gruvene ikke startet før i 1930-årene, og deretter avbrutt ved krigens utbrudd. Arbeidet med utbyggingen ble tatt opp igjen i 1950, og produksjonen kom i gang fra 1952 - 1953.

Skorovas Gruber ligger i et fjellområde i den østlige del av Øvre Namdal, i Namskogan kommune, Nord-Trøndelag (se fig. 1 og 2). Gruveområdet ligger ved et vannskille. Fra nordsiden av fjellet, vest for vannskillet, føres vannet ned til Skorovaselva som renner ut i Grøndalselva. Ved Lassemoen løper denne elven ut i Namsen.

Fra østsiden av gruveområdet, øst for vannskillet, renner vannet ned til Stallvikelva som munner ut i Tunnsjøen ved Stallvika. Fra Tunnsjøen renner vannet vestover Tunnsjøelva som munner ut i Namsen ca. $1\frac{1}{2}$ km ovenfor Grøndalselvas utløp.

Produksjonen ved gruvene er svovelkis, ca. 185 000 tonn råkis pr. år, som etter oppredning gir ca. 150 000 tonn finkis.

Mineralet inneholdt foruten svovelkis mindre mengder kopperkis, sinkblende, kvarts, kalkspat og klorit. Arseninnholdet er lavt.

Gjennomsnittsanalysen for den kopperholdige kisen for 1961 var følgende:

| | | |
|--------|-------|--------|
| Svovel | | 46,8 % |
| Kopper | | 1,2 % |
| Sink | | 1,6 % |
| Jern | | 41,1 % |
| Arsen | | 0,05% |

Skorovas Gruber beskjeftiger noe over 200 arbeidere og funksjonærer. Gruvene eier også samtlige bygninger (bortsett fra folkeskolen og lærerboligen) i Skorovas som har tilsammen ca. 600 innbyggere.

Hovedstollen går inn fra nordsiden av fjellet ovenfor Dausjøen, og løper i rett nord-syd retning. 500 m fra åpningen av hovedstollen krysses den av en annen stoll, Gammelgruben, som går øst-vest og munner ut på østsiden av fjellet.

2. FORURENSNINGSKILDENE OG VASSDRAGENE.

2.1 Forurensninger til Stallvikselva. Drensvann fra gruvene.

I gruvene er det sprengt kanaler som samler opp drensvannet. Dette ledes i sin heilhet ut gjennom Gammelgruben til østsiden av fjellet hvor det renner nedover til Stallvikselva.

Mengden av drensvann varierer sterkt med nedbør og årstider. 9/8 1962 ble mengden målt til $2\frac{1}{2}$ - 3 l/sek ved å bestemme den tid det tok å fylle et kar på 10 liter.

Drensvannet har et meget høyt innhold av løste metallsalter. Disse salter løses av vannet i små mengder som sulfider. Ved oksydasjon av sulfidene med det oksygen som er løst i vannet dannes svovelsyre. Etterhvert som vannet blir surere løser det mere metallsalter

Et slikt drensvann kan til slutt bli meget surt, og konsentrasjonen av metallsalter betydelig. Meinck 1) har oppgitt at drensvannet kan inneholde opptil 1 g fri svovelsyre/l, og 5 g jern-II-sulfat/l ved siden av mindre mengder hydrogensulfid. Når mineralet også inneholder andre metallsulfider, f.eks. sinkblende og kopperkis, kan drensvannet også inneholde disse metallsalter.

Jernet løses i form av toverdige forbindelser, men disse blir etter hvert oksydert til treverdige, hvorved det utskilles oker som er delvis hydratiserte ferri-oksyder iblandet mindre mengder med andre metallforbindelser. Hastigheten av denne oksydasjonsprosessen er meget avhengig av surhetsgraden, idet den foregår raskest i svakt basisk miljø. Når løsningen er sur, som i tilfellet med drensvann fra kisgruver, vil oksydasjonen foregå langsomt og utfellingen av oker vil kunne foregå over en lang strekning av vassdraget.

På grunn av det høye innhold av ioner av tunge metaller kan drensvannet forårsake skader på fiskebestanden i de vassdrag der det ledes ut. Spesielt er kopper og sink-ioner meget giftige. Når begge er til stede, har de en toksisk virkning på fisk som kan være mangedoblet av den de har når de forekommer hver for seg. I mindre vassdrag hvor drensvannet ledes ut, vil det derfor være små muligheter for å opprettholde en fiskebestand inntil fortynningen er blitt så vidt stor at konsentrasjonene av metallionene har kommet under den totale grense for fisk.

2.1a. Stallvikelva og stasjoner i denne.

Fra Gammelgruben renner drensvannet ut i dagen i en høyde av ca. 625 m o.h. Utløpet fra gruveåpningen ble valgt som stasjon A 1.

Tett ved utløpet begynner den synlige felling av oker. I nærheten av gruveåpningen var okerbelegget på bunnen av bekken over 5 cm tykt, og ved opprotting ble vannmassene som en gulbrun velling.

Etter ca. 100 m løper drensvannet sammen med en bekk som kommer ovenfra fjellsiden. Denne passerer videre noen mindre myrstrekninger og et par små fosser før den renner ut i innsjø 545 (m.o.h.) (se fig. 2) ca. 1,4 km fra gruveåpningen. Innsjø 545 har en overflate på ca. 50 dekar, og virker som et sedimenteringsbasseng

for den del av jernet som er oksydert på strekningen ovenfor og ikke avsatt i bekken. Bunn og bredder er dekket av oker, slik at fargen kan sees på lang avstand.

På samme måte kan bekken mellom gruveåpningen og innsjø 545 sees som en gulbrun stripe på flere kilometers hold.

Innløpet til innsjø 545 ble valgt som stasjon A 2 og utløpet ca. 200 m bortenfor som stasjon A 3. Etter noen hundre meter i flatt område går bekken nedover i småfusser og stryk til den kommer ned i et område som veksler mellom myr og småkupert terreng. Fjellet ved fossene er okerfarget, det samme er stenene som utgjør bekkebunnen. Men noe egentlig belegg var det ikke tale om nedenfor innsjø 545.

I et myrområde var bekkeløpet utvidet, og like før løpet snevret seg inn igjen ble stasjon A 4 plassert, ca. 2,7 km fra gruveåpningen. Det området som var utvidet hadde relativt liten okerfarge, men i det trangere løp nedenfor kom fargen tydelig igjen.

Gjennom et myrdrag gikk så bekken over i innsjø 470,5. Denne innsjøen er delt i tre deler, hvorav vannet fra bekken renner gjennom de to. Den vestre del lå derimot uten annen forbindelse med de andre enn et trangt løp. Tilsig av vann til denne delen kom fra fjellet vestenfor. Mens den bekken som førte drensvann ikke hadde noen fiskebestand, var det i følge folk fra Skorovass fisk i denne vestre del av innsjø 470,5.

Innløpet av innsjø 470,5 er ca. 3,3 km fra gruveåpningen og utløpet ca. 3,9 km. Fra graven og nedover kommer det til mange bekker, slik at ved utløp av innsjø 470,5 kan vassdraget kalles en elv, Stallvikelva. Her ble stasjon A 5 lagt.

Etter ca. 500 m løp i stryk og mindre fall løp elven ut i det myrplatå som strekker seg nesten til elvens utløp i Tunnsjøen. Ca. 6,6 km nedenfor graven renner Tverrelva vestfra ut i Stallvikelva. Disse to elver hadde nær samme vannføring. Stasjon A 6 ble plassert i Stallvikelva ovenfor samløpet, og stasjon A 7 i Tverrelva like ved.

Mens det ikke var tegn til liv i Stallvikelva, spratt mye småfisk i Tverrelva. Ved samløpet viste okerfargen på stenene tydelig hvor vannet fra Stallvikelva løp. På én side av en sten var det okerfarge, mens den andre siden som var eksponert for vannet fra Tverrelva hadde sin opprinnelige farge. Det var imidlertid bare en fargetone og ikke belegg av noen tykkelse.

Ca. 400 m lenger ned munner Storbekken ut i elva. Denne har sitt nedbørfelt i området nord for Stallvikelva. Stallvikelva renner så videre rolig til ca. 500 m fra utløpet i Tunnsjøen. Det siste stykket går elva i stryk og fosser og avslutter med et relativt høyt fall før den munner ut i Tunnsjøen 9 km fra gruveåpningen.

Stasjon 8 ble anlagt ved munningen. I Tunnsjøen ble det tatt overflateprøve ved stasjon A 9, 100 m fra elvemunningen, og fra stasjon A 10 syd for Stallvikholmen ble det tatt prøver på 1, 4 og 7,5 m dyp. Fra Tunnsjøen renner vannet videre nedover Tunnsjøelva, som munner ut i Namsen ca. 3 km nord for Lassemoen. (222 m dyp Tunnsjøen er 99 km² stor og dens nedbørfelt er 392 km². Det årlige avløp er 413.000.000 m³. Herav kan den gjennomsnittlige vannføring beregnes til ca. 13,5 m³ pr. sek. Den alminnelige lavvannsføring før reguleringen var 3,4 m³ pr. sek. Den alminnelige lavvannsføring blir vesentlig større etter reguleringen. Gjennomsnittlig oppholdstid for vannet i Tunnsjøen er 10-20 år. Stallvikelvas nedbørfelt ovenfor utløpet i Tunnsjøen er ca. 35 km², og gjennomsnittlig vannføring ved utløpet i Tunnsjøen kan beregnes til ca. 1,2 m³ pr. sek ut fra verdiene for Tunnsjøen. Det er få store vann i dette lille vassdraget slik at vannføringen vil stige meget med årstid og nedbør. Den gjennomsnittlige lavvannsføring er derfor sannsynligvis langt under 210 liter pr. sek, det tall som er beregnet ut fra data for utløpet fra Tunnsjøen.

2.2 Forurensninger til Skorovasselva - Grøndalselva.

Forurensningssituasjonen til Skorovasselva - Grøndalselva er noe mer komplisert enn for Stallvikelva. Det er derfor hensiktsmessig å dele forurensningskildene i 3 :

- A. fra oppredningsverket,
- B. fra Gruvebekken, og
- C. kloakkutslippene i Lille Skorovatn.

I denne forbindelse blir også selve Lille Skorovatn behandlet under punkt C.

2.2a. Forurensninger fra oppredningsverket - vaskeriet.

Oppredningsverket ved Skorovas Gruber er et "flyt- og synk"-anlegg hvor gråberget skilles ut fra svovelkisen ved gravitasjon. Etter å ha blitt knust ned til hensiktsmessig størrelse, passerer råkisen en vibrasjonssjikt med vannspyling. Det grovere materialet går til flyt- og synkanlegget. Her er det en blanding av vann og finmalt ferro-silicium med en spesifikk vekt på ca. 3,3. Gråberget flyter opp og renner av, mens malmen synker til bunns og føres ut av karet ved hjelp av en skrueklasserer. Både konsentratet, malmen og avgangen, gråberget, ledes over i en ny vibrasjonssjikt med vannspyling for gjenvinning av ferro-silicium. Kisen sendes til silo, og gråberget ledes ut og henlegges ved og i Dausjøen.

Det finere materiale som blir skilt ut ved den første vibrasjonssjikten går videre til en jigger og derfra til et vaskebord hvor gråberget flyter bort med vannet.

Avløpsvannet fra oppredningsverket inneholder store mengder berg- og kisslam. Avløpsvannet føres ned langs fjellsiden og ut i Dausjøens søndre del. Dausjøen virker som et stort sedimenteringsanlegg, og det vann som renner ut fra sjøen inneholder bare ubetydelige mengder av slam.

Dausjøens overflate er ca. $0,26 \text{ km}^2$ eller 260 dekar.

Avløpsvannet fra vaskeriet inneholder i første rekke store mengder slam. Utseendet er som en mørk gråfarget velling. Innholdet av løste metallsalter er forholdsvis høyt, men likevel atskillig lavere enn i dreinsvannet som renner ut i Gammelgruben. Idet vannet kommer ut fra oppredningsverket er det svakt basisk, men ved henstand blir det surere på grunn av at den jernsulfiden som kommer ut med kisslammet løses, og det dannes svovelsyre og oker.

Kjemikalieforbruket ved oppredningsverket er for tiden:

TABELL 2.

| Kjemikalier | pr. år | pr. tonn kis | pr. time |
|----------------|--------|--------------|----------|
| Ferrosilisium | 75 t | 500 gr | 5 kg |
| Amylkantogenat | 30 " | 200 " | 2 " |
| Pine-oil | 10,5 " | 70 " | 0,7 " |

Vannforbruket i oppredningsverket er beregnet ut fra følgende data:

| | |
|------------------------------------|---|
| Høydeforskjell vanntårn - vaskeri: | 87 m |
| Nye stopejernsrør: | Ø 5" |
| Lengde vanntårn - vaskeri: | 500 m |
| Vanntrykk i vaskeriet: | normalt 6,5 kg/cm ² , ved maksimalt forbruk 4 kg/cm ² . |
| Beregnet vannforbruk: | normalt 25 - 30 l/sek, maksimalt 35 - 40 l/sek. |

Arbeidstid i oppredningsverket:

- I 200 dager pr. år 3 skift a 8 timer
- I 100 dager pr. år 2 skift a 8 timer.

2.2b. Forurensninger i grubebekken.

Til Dausjøen føres også forurensninger med Grubebekken. Denne bekk kommer fra fjellet ovenfor gruve mellom Nygruben og Gammelgruben. Her har fjellet forvitret og malmforekomstene ligger i dagen. Det er også et par mindre innslag i fjellet fra omkring den tid forekomstene ble oppdaget. Vannet i Grubebekken som drenerer dette området inneholder derfor store mengder oppløste metallsalter, spesielt jernsalter.

2.2c. Kloakkutslippene i Lille Skorovatn.

I Skorovass bor omkring 600 personer i moderne hus med bad og WC. Kloakkutslippene fra bebyggelsen ledes gjennom septiktanker og føres i overveiende grad til Lille Skorovatn. Dette vannet dekker et areal på ca. 50 dekar og har et nedbørfelt på bare 1 km² med tilsvarende liten tilførsel av vann. Bekken fra Dausjøen renner utenom vannet.

Kloakkutslippene setter sitt preg på Lille Skorovatn som er høyst eutrofiert . En stasjon, C 1, ble anlagt ved utløpet av vannet.

Vannprøven hadde en tydelig grønnfarge, og ved undersøkelse under mikroskop ble det fastslått at fargen skyltes store forekomster av Chlorococcale grønnalger. Når det er varme perioder med ubetydelig nedbør, kan det oppstå luktulempen i vannets umiddelbare nærhet. I følge distrikslege F. Kloumann er det imidlertid ingen betenkelighet av hygienisk art forbundet med utslipp av kloakk i Lille Skorovatn selv om løsningen ikke er den beste.

Bortsett fra Lille Skorovatn var ingen annen del av vassdraget synlig påvirket av kloakkvannet. Dette har delvis sin grunn i det relativt lille utslipp sammenliknet med vannføringen og delvis fordi Lille Skorovatn virker som et biologisk renseanlegg.

2.3 Skorovasselva - Grøndalselva og stasjoner i disse.

Fra nordre gruvefjell renner vannet i flere bekker ned til Dausjøen som har en overflate på ca. 260 dekar. Dette vannet virker som et meget effektivt sedimenteringsbasseng for avfallsvannet fra vaskeriet og den oker som blir dannet her ved oksydasjon. Bekken fra Dausjøen renner i et relativt bredt løp som går langs Lille Skorovatn og renner sammen med avløpet fra dette før den munnar ut i Store Skorovatn.

Bekkeløpet fra Dausjøen til Store Skorovatn er sterkt okerfarget. Stasjon B 1 ble plassert ved utløpet av avløpsvann fra vaskeriet i Dausjøen, og stasjon D 1 ved munningen av gruvebekken. Stasjon B 2 var ved utløpet fra Dausjøen og Stasjon C 1 ved utløpet av Lille Skorovatn. Stasjon B 4 ble lagt i Dausjøbekken, for samløp med bekken fra Lille Skorovatn.

I Store Skorovatn, som er ca. $0,54 \text{ km}^2$ eller 540 dekar stort, sedimenterer de resterende jern- og slammengder. Fra stasjon B 5 ved utløpet av dette vannet og nedover Skorovasselva og Grøndalselva til Namsen er det lite eller overhode ingen okerfarge eller avsetning på stener eller fjell i elveløpet.

I følge opplysninger fra Skorovass er imidlertid fisken forsvunnet fra den del av vassdraget som fører vann fra Dausjøen etter at gruvedriften ble startet.

Stasjon B 6 ble anlagt ved skytebanen ca. 7,7 km fra utløpet fra oppredningsverket. Ca. 13 km fra oppredningsverkets utløp renner Skorovasselva ut i Grøndalselva. Stasjon B 7 ble lagt i Skorovasselva og stasjon B 8 i Grøndalselva før samløpet.

Både Skorovasselva og Grøndalselva renner gjennom lange myrstrekninger på veien nedover før de ca. 23,5 km fra Dausjøen løper ut i Namsen. Stasjon B 9 ble lagt i Grøndalselva ved samløpet med Styggedalsbekken og stasjon B 10 ble lagt før samløpet med Namsen. Dessuten ble det plassert to stasjoner i Namsen, B 11 før samløpet og B 12 et stykke nedenfor samløpet ved Lassemoen.

Nedbørfeltet ovenfor Grøndalselvas utløp i Namsen er ca. 135 km² stort, hvorav Skorovasselvas nedbørfelt ovenfor samløpet med Grøndalselva er ca. 50 km². Ut fra data for Tunnsjøen kan de gjennomsnittlige vannføringer for disse to elver beregnes. Ved Grøndalselvas utløp i Namsen blir denne ca. 4,5 m³/sek og Skorovasselvas ved samløp med Grøndalselva beregnet til 1,7 m³/sek. De tilsvarende alminnelige lavvassføringer utfra Tunnsjøens data ble beregnet henholdsvis til 0,7 m³/sek og ca. 0,3 m³/sek. Disse to tallene er antakelig for høye idet vassdraget har få store innsjøer som kan regulere vannføringen. Lille Skorovatn har som nevnt et nedbørfelt på ca. 1 km². Nedbørfeltet til Dausjøen er ca. 3,1 km² og den gjennomsnittlige naturlige vannføring er beregnet til ca. 100 l/sek. I tillegg kommer vannforbruket i vaskeriet, 25 - 40 l/sek.

3. ANALYSERESULTATER OG LABORATORIEFORSØK.

Analyseresultatene av vannprøver innhentet i tiden 8 - 10/8 1962 er oppført i tabellene 3 og 4. En del av resultatene er tegnet opp grafisk i figurene 3, 4, 5 og 6.

Etter filtrering av avløpsvannet fra oppredningsverket viste det seg at filtratets innhold av metallsalter var ubetydelig. Antakelig var årsaken den korte kontakttiden mellom vaskevannet og kisen. Slammet besto imidlertid foruten av gråberg også av finkornet kis. Pr. liter avfallsvann ble det funnet et jerninnhold i slammet på over 1,5 g Fe.

Avløpsvannet var svakt basisk, pH 8,15, da det løp ut i Dausjøen. Ved henstand avtok pH, og innholdet av metallsalter øket betydelig. I løpet av 10 dager øket sinkinnholdet fra 0,20 til 0,50 mg/l. og pH sank fra 8,15 til 7,45.

Disse reaksjoner skjer sannsynligvis også i Dausjøen, slik at dette forklarer forholdene med de store saltkonsentrasjonene ved utløpet fra sjøen.

For vannet fra stasjonene A 1, A 3, B 3 og B 4 ble det tatt opp titrerkurver. 50 ml vann ble titrert med N/44 NaOH og pH ble målt etter tilsetning. Resultatene er omregnet og tegnet opp grafisk i figurene 8 og 9, med pH som funksjon av tilsatt volum 0,1 n NaOH/l.

Vannføringen ved de forskjellige stasjoner var vanskelig å anslå med en rimelig nøyaktighet. Det ble isteden forutsatt at sulfatinnholdene i vannet ikke ble utfelt, og at vannets naturlige sulfatinnhold var 5,2 mg/l (Tverrelva) i Stallvikvassdraget og 3,4 (Grøndalselva for samløp) i Grøndalsvassdraget.

Differansen mellom sulfatinnholdet ved én stasjon og vannets naturlige sulfatinnhold vil derved være omvendt proporsjonalt med vannføringen ved stasjonen.

Ved å ta forholdet mellom innholdet av metallioner og sulfatinnholdet på de forskjellige stasjoner blir resultatet et uttrykk for de totale mengder med metallsalter i vannmassene nedover langs vassdraget.

I fig. 7 er disse tall ført tilbake til mengden ved henholdsvis Stasjon A 2 og stasjon B 3 for de to vassdrag. Kurvene viser de relative mengder som er løst i vannmassene på hver stasjon, og gir uttrykk for hvor meget som er utfelt ovenfor.

Jernet felles raskest, mens kopperet først blir utfelt når pH overstiger ca. 5,5. Sinkinnholdet blir derimot ikke forandret. Utfellingen av jernet avhenger bare av den hastigheten som oksydasjonen fra to- til treverdige går med, idet utfelling av jern-III-hydroksyd skjer kvantitativt når pH overstiger ca. 4.

4. AVSLUTTENDE BEMERKNINGER.

4.1 Stallvikelva.

Avløpet av drensvann fra gruve til Stallvikelva har medført en rekke forandringer fra de opprinnelige forhold. Innholdet av jern-II-salter som etterhvert ble oksydert, forårsaker at bekkeløpet de øverste 1,5 km har fått et til dels tykt belegg av oker. Bunnen av innsjø 545 har også et okerbelegg, som fremtrer som en tydelig gulbrun farge. Bekkeløpet avtegner seg som en gulbrun stripe i terrenget og kan sees på lang avstand.

Analyseresultatene viser at meget av jerninnholdet felles ut mellom stasjonene A 1 og A 2. Den mengde som felles ut er det vanskelig å anslå fordi vannføringene ved disse stasjoner er meget forskjellige. Stasjonene A 2 og A 3 ligger henholdsvis ved innløpet og utløpet til innsjø 545, som ikke har andre tilsig av betydning. Vannmassene har relativt lang oppholdstid i denne innsjøen. De slammengder som følger med bekken vil i stor utstrekning sedimentere her. Turbiditeten avtar fra 10,3 til 0,80 mg SiO₂/l. Videre vil 75 - 80 % av jernforbindelsene oksyderes og felles ut. Samtidig vil det foregå en medfelling av sink- og kopperforbindelser, slik at konsentrasjonene av disse salter blir omtrent halvert. Innsjø 545 har en gunstig virkning på vannmassene, og forhindrer at vassdraget får samme usedvanlige utseende nedenfor som det har ovenfor. Nedover Stallvikelva er steinene på elvebunnen tildels okerfarget, men de har ikke belegg av noen tykkelse. Jern, sink og kopperinnholdet i vannmassene synker delvis ved utfelling, men hovedsakelig på grunn av fortykning ved samløp med mindre bivasdrag.

Den alvorligste innvirkning har imidlertid drensvannet på de biologiske forhold i vassdraget. Det er i litteraturen beskrevet en rekke forsøk for å finne skadelighetsgrensen for kopper- og sinksalter på fisk. Resultatene viste at virkningen var størst i saltfattig og surt vann, i følge Hans Liebmann 2). Skadelighetsgrensene for aure var i regelen 0,1 mg Cu/l og 0,1 - 0,3 mg Zn/l. Aurerogn ble drept av 0,04 mg Zn/l i svakt surt vann (pH 6,0)

I litteraturen er beskrevet flere undersøkelser over giftvirkningen av sink- og koppersalter i samme løsning. Bandt 3) fant at ved

kombinasjon av sink og koppersalter ble den toksiske virkning flerdoblet i forhold til summen av de enkelte salters virkning. Lloyd 4) fant derimot at virkningen var rent additiv. Hvis konsentrasjonen av hvert salt i vannet ble uttrykt som brøkdeler av de tilsvarende terskelgrenser, ville fisken i følge Lloyd overleve hvis summen var mindre enn 1.

I Norge utførte Schmidt-Nielsen 5) i 1930-årene forsøk med fisk i fortynninger av avfallsvann fra Orkla Grubeaktiebolag, Løkken Verk. Avløpsvannet ble fortynnet med saltfattig, bløtt vann, og surheten under forsøkene var pH 6,9 - 7,0. Forsøkene ble utført med strømmende vann. Schmidt-Nielsen fant at konsentrasjonen ikke burde overstige 0,1 mg Cu/l + 0,1 Zn/l når fisken skulle oppholde seg i vannet i lengre tid.

Av litteraturreferansene fremgår det hvor komplekst dette problemet er. Uten grundige undersøkelser og forsøk med fisk, eventuelt også andre organismer, på stedet, er det vanskelig for oss å gi noen nærmere uttalelse om de skadegrenser som måtte eksistere i Skorovassområdet.

Virkningen av avløpsvannet på de organismer som danner næringsgrunnlaget for fisk er lite kjent.

I følge uttalelser fra folk i Skorovass, er fisken forsvunnet fra Stallvikelva, bortsett fra den del av innsjø 470,5 som ikke mottar drensvann.

Vannprøvene fra Tunnsjø kan tyde på at virkningen av drensvannet er begrenset til området omkring utløpet av Stallvikelva. Ved stasjon A 9 var konsentrasjonen av sinksalter relativt høy, men kopperet var nær forsvunnet. Vannet ved stasjon A 10 inneholdt derimot små mengder sink, 0,03 mg Zn/l, hvilket i følge litteraturangivelser skulle ligge noe under skadelighetsgrensen, men likevel meget nær de kritiske områder hvor fiskens forplantningsmuligheter kan påvirkes.

En sikker konklusjon vedrørende innvirkningen på fiskebestanden i Tunnsjøen kan ikke baseres på disse undersøkelser.

Det vil i tilfelle være nødvendig å foreta fiskeundersøkelser på stedet, og eventuelt opprette flere stasjoner i Tunnsjøen for eventuelt å fastslå de områder som influeres av drensvannet.

4.2 Skorovasselva og Grøndalselva.

4.2a. Kloakkutslipp i Lille Skorovatn.

Utslipet av kloakkvann fra ca. 600 personer i Lille Skorovatn preger i høy grad dette lille vannet. Noen virkning nedover vassdraget kan ikke merkes, og utslippet byr ikke på betenkeligheter av hygienisk art i følge distriktslege F. Kloumann.

4.2b. Grubebekken.

Grubebekken renner gjennom de områder hvor malmpåforekomstene ligger i dagen. Den fører derfor med seg en del metallsalter og svovelsyre til Dausjøen. Sammensetningen og mengden av vannet har sannsynligvis ikke blitt forandret siden forekomsten ble oppdaget og antagelig er bekken meget nær sin naturlige tilstand.

4.2c. Avløpsvann fra oppredningsverket.

Vannet som brukes i vaskeriet er i kontakt med kisen i et meget kort tidsrom. Innholdet av løste metallsalter er derfor ubetydelig, og pH er høyere enn normalt for området. Vannet inneholder imidlertid meget slam som avsettes i Dausjøen. En del av slammet er kis, som etterhvert vil løses, under dannelse av svovelsyre. De samme prosesser finner så sted i Dausjøen som i drensvannet i gruve. Resultatet er at avløpsvannet fra Dausjøen har et forholdsvis stort innhold av metallsalter, spesielt sink og kopper. Mesteparten av de jernsalter som følger vannet ut fra Dausjøen felles ut i Store Skorovatn, slik at det ikke er unormale jernkonsentrasjoner i den nedenforliggende del av vassdraget. Kopperinnholdet avtar likeledes, slik at konsentrasjonene i vannmassene nedenfor samløpet med Grøndalselva er tilfredsstillende. Derimot felles ikke sink-saltene ut i vesentlige mengder, sinkkonsentrasjonene nedover vassdraget til samløpet med Namsen er høyere enn de skadelighetsgrenser for fisk som er oppgitt i litteraturen.

LITTERATURLISTE.

1. Meinck, Stoof, Kohlschütter:
"Industriabwasser",
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1960.

2. Hans Liebmann:
"Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie",
Band II, seite 808 og 818.

3. H.J.Bandt:
"Über verstärkte Schadewirkungen auf Fische, insbesondere
über erhöhte Giftwirkungen durch Kombination von Abwasser-
giften",
Beitr. Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie, 1 (1946/1).

4. R. Lloyd:
"The Toxicity of Mixtures of Zink and Copper Sulphates
to Rainbow Troat",
Ann. Appl. Biol., (1961), 535-538.

5. S. Schmidt-Nielsen:
"Zur Kenntnis der Giftigkeit Eisen- und Kupferhaltigen
Abwässer Fischen Gegenüber",
Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab,
Forhandlinger, Bd. XI, Nr. 60, side 233-236.

TABELL 1.

Stasjoner langs Skorovasselva - Grøndalselva.

| St. nr. | Sted | Avstand fra utløpet fra oppredningsverket |
|---------|---|---|
| B 1 | Ved utløpet fra oppredningsverket | 0,0 km |
| D 1 | Utløpet av Grubebekken i Dausjøen | 0,3 " |
| B 3 | Utløpet fra Dausjøen | 0,5 " |
| C 1 | Utløpet fra Lille Skorovatn | - |
| B 4 | Bekken fra Dausjøen før samløp med bekk fra Lille Skorovatn | 1,9 |
| B 5 | Utløpet fra Store Skorovatn | 4,0 " |
| B 6 | Skorovasselva ved Skytebanen | 7,7 " |
| B 7 | Skorovasselva før samløp med Grøndalselva | 13,0 " |
| B 8 | Grøndalselva før samløp med Skorovasselva | - |
| B 9 | Grøndalselva ved samløp med Styggedalsbekken. | 15,5 " |
| B10 | Grøndalselva før samløp med Namsen | 23,5 " |
| B11 | Namsen før samløp med Grøndalselva | - |
| B12 | Namsen ved Lassemoen | 25,0 " |

Stasjoner langs Stallvikelva.

| St. nr. | Sted | Avstand fra gruveåpning |
|---------|--|-------------------------|
| A 1 | Utløpet av Gammelgruben | 0,0 km |
| A 2 | Innløp til innsjø 545 | 1,4 " |
| A 3 | Utløp fra innsjø 545 | 1,7 " |
| A 4 | Bedenfor tillopp fra innsjø 550 | 2,7 " |
| A 5 | Utløpet av innsjø 470,5 | 3,3 " |
| A 6 | Stallvikelva før samløp med Tverrelva .. | 6,6 " |
| A 7 | Tverrelva før samløp med Stallvikelva .. | - |
| A 8 | Utløpet i Tunnsjøen | 9,0 " |
| A 9 | I Tunnsjøen 100 m ut for elvemunningen . | 9,1 " |
| A10 | I Tunnsjøen, syd for Stallvikholmen | 9,7 " |

TABELL 3.

Analyseresultater for vannprover fra Stallvikelva innhentet 8 - 10/8 1962.

| Stasjon nr. | pH | Elektrolytisk ledningssevne $\text{ohm}^{-1}\text{cm}^{-1}$ | Turbiditet $\text{mg SiO}_2/\text{l}$ | Sulfat $\text{mg SO}_4/\text{l}$ | Jern mg Fe/l | Sink mg Zn/l | Kopper mg Cu/l | Relative mengder | | |
|----------------|-----|---|--|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|------|------|
| | | | | | | | | Fe | Zn | Cu |
| A 1 | 3,0 | $1270 \cdot 10^{-6}$ | 226 | 820 | 77 | 29,6 | 9,0 | 0,86 | 0,61 | 0,50 |
| A 2 | 3,7 | 182 | 10,3 | 56 | 5,56 | 3,10 | 1,12 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| A 3 | 4,1 | 99 | 0,80 | 33 | 1,27 | 1,54 | 0,50 | 0,42 | 0,89 | 0,81 |
| A 4 | 5,5 | 64 | 0,65 | 23,5 | 0,54 | 1,08 | 0,41 | 0,27 | 0,94 | 1,02 |
| A 5 | 6,5 | 48 | 0,45 | 16,0 | 0,24 | 0,66 | 0,13 | 0,20 | 0,94 | 0,55 |
| A 6 | 6,9 | 48 | 0,55 | 12,5 | 0,16 | 0,50 | 0,04 | 0,20 | 1,03 | 0,25 |
| A 7 | 7,1 | 30 | 0,35 | 5,2 | <0,05 | 0,05 | Ikke påvist | | | |
| A 8 | 7,3 | 41 | 0,35 | 7,6 | <0,05 | 0,19 | 0,01 | ≈0 | 0,98 | 0,20 |
| A 9 | 7,4 | 41 | 0,45 | 7,2 | <0,05 | 0,18 | 0,01 | ≈0 | 1,07 | 0,20 |
| A10 1m | 7,3 | 32 | 0,55 | 1,6 | 0,08 | 0,03 | Ikke påvist | | | |
| " 4m | 7,3 | 32 | 0,45 | <0,5 | <0,05 | 0,03 | " | | | |
| " 7,5m | 7,3 | 32 | 0,40 | 0,7 | <0,05 | <0,01 | " | | | |

Relative mengder er beregnet etter formelen:

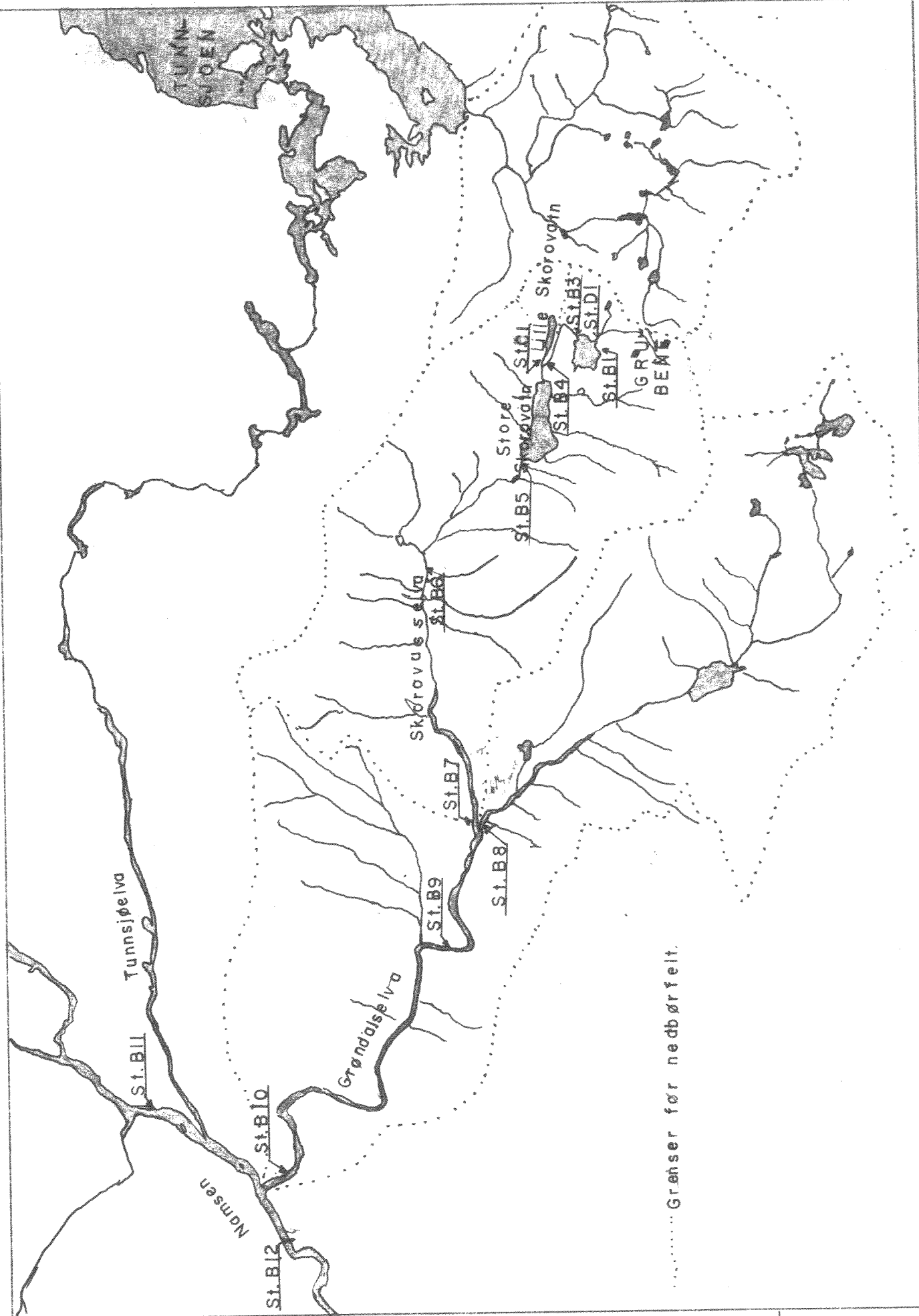
$$\frac{\text{Fe}_{\Delta n} - \text{Fe}_{\Delta 7}}{\text{SO}_{4\Delta n} - \text{SO}_{4\Delta 7}} : \frac{\text{Fe}_{\Delta 2} - \text{Fe}_{\Delta 7}}{\text{SO}_{4\Delta 2} - \text{SO}_{4\Delta 7}}$$

TABELL 4.

Analyseresultater for vannprover fra Skorovasselva/Grøndalselva innhentet 8 - 10/8 1962.

| Stasjon nr. | pH | Elektrolytisk ledningssevne $\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ | Turbiditet $\text{mg SiO}_2/\text{l}$ | Sulfat $\text{mg SiO}_4/\text{l}$ | Jern mg Fe/l | Sink mg Zn/l | Relative mengder | | | | | | |
|-------------------|-----|--|--|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | Kopper mg Cu/l | Fe | Zn | Cu | | | |
| B 1 | 8,1 | $180 \cdot 10^{-6}$ | | | 1570 | | | | | | | | |
| B 1 (filtrert) | | | | 142 | <0,05 | 0,20 | <0,05 | | 0 | 0,05 | 0 | 0,05 | 0 |
| B 3 | 3,9 | 223 | 0,25 | 104 | 0,88 | 3,15 | 0,70 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| B 4 | 3,9 | 240 | 0,40 | 102 | 0,54 | 2,80 | 0,70 | 0,62 | 0,62 | 0,88 | 0,62 | 0,88 | 1,02 |
| B 5 | 4,9 | 77 | 0,45 | 30,4 | 0,14 | 1,03 | 0,20 | 0,59 | 0,59 | 1,19 | 0,59 | 1,19 | 1,07 |
| B 6 | 5,5 | 57 | 0,50 | 24,0 | 0,07 | 0,78 | 0,15 | 0,39 | 0,39 | 1,18 | 0,39 | 1,18 | 1,05 |
| B 7 | 5,7 | 56 | 0,50 | 21,0 | <0,05 | 0,70 | 0,11 | 0 | 0 | 1,23 | 0 | 1,23 | 0,91 |
| B 8 | 7,0 | 15 | 0,35 | 3,4 | <0,05 | ikke påvist | ikke påvist | | | | | | |
| B 9 | 6,5 | 39 | 0,25 | 12,6 | <0,05 | 0,37 | 0,11 | 0 | 0 | 1,25 | 0 | 1,25 | 0,32 |
| B10 | 6,5 | 38 | 0,30 | 12,5 | <0,05 | 0,27 | 0,01 | 0 | 0 | 0,93 | 0 | 0,93 | 0,16 |
| B11 | 7,0 | 16 | 0,45 | 0,6 | <0,05 | ikke påvist | ikke påvist | | | | | | |
| B12 | 7,0 | 26 | 0,40 | 4,9 | <0,05 | 0,06 | ikke påvist | ikke påvist | | | | | |
| C 1 | 7,6 | 55 | 10,0 | 8,6 | 0,82 | 0,04 | ikke påvist | ikke påvist | | | | | |
| D 1 | 3,2 | 28 | 0,35 | 45,6 | 1,27 | 0,24 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |

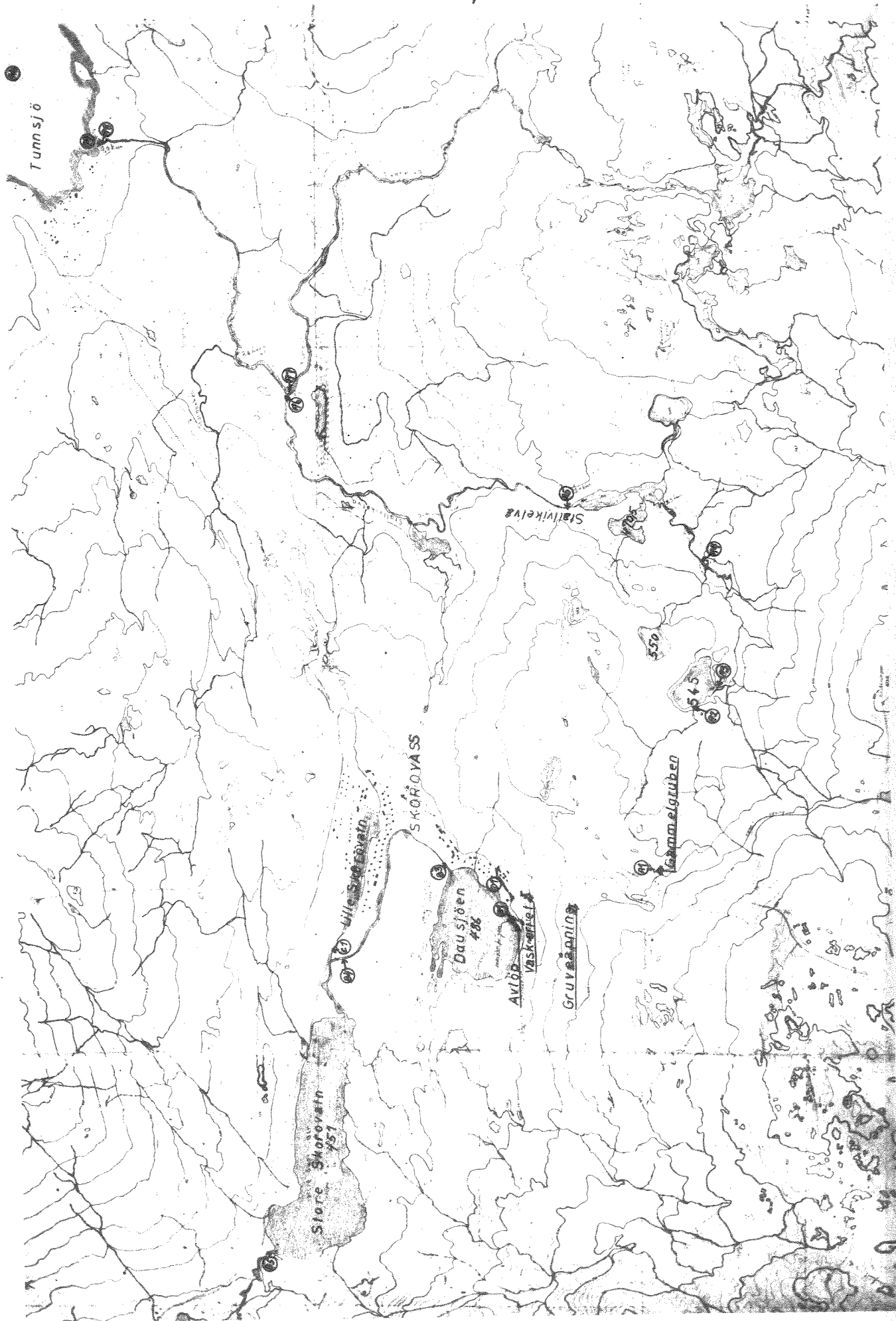
Relative mengder er beregnet etter formelen: $\text{Fe}_{\text{Bn}} - \text{Fe}_{\text{B8}} : \text{Fe}_{\text{B3}} - \text{Fe}_{\text{B8}}$

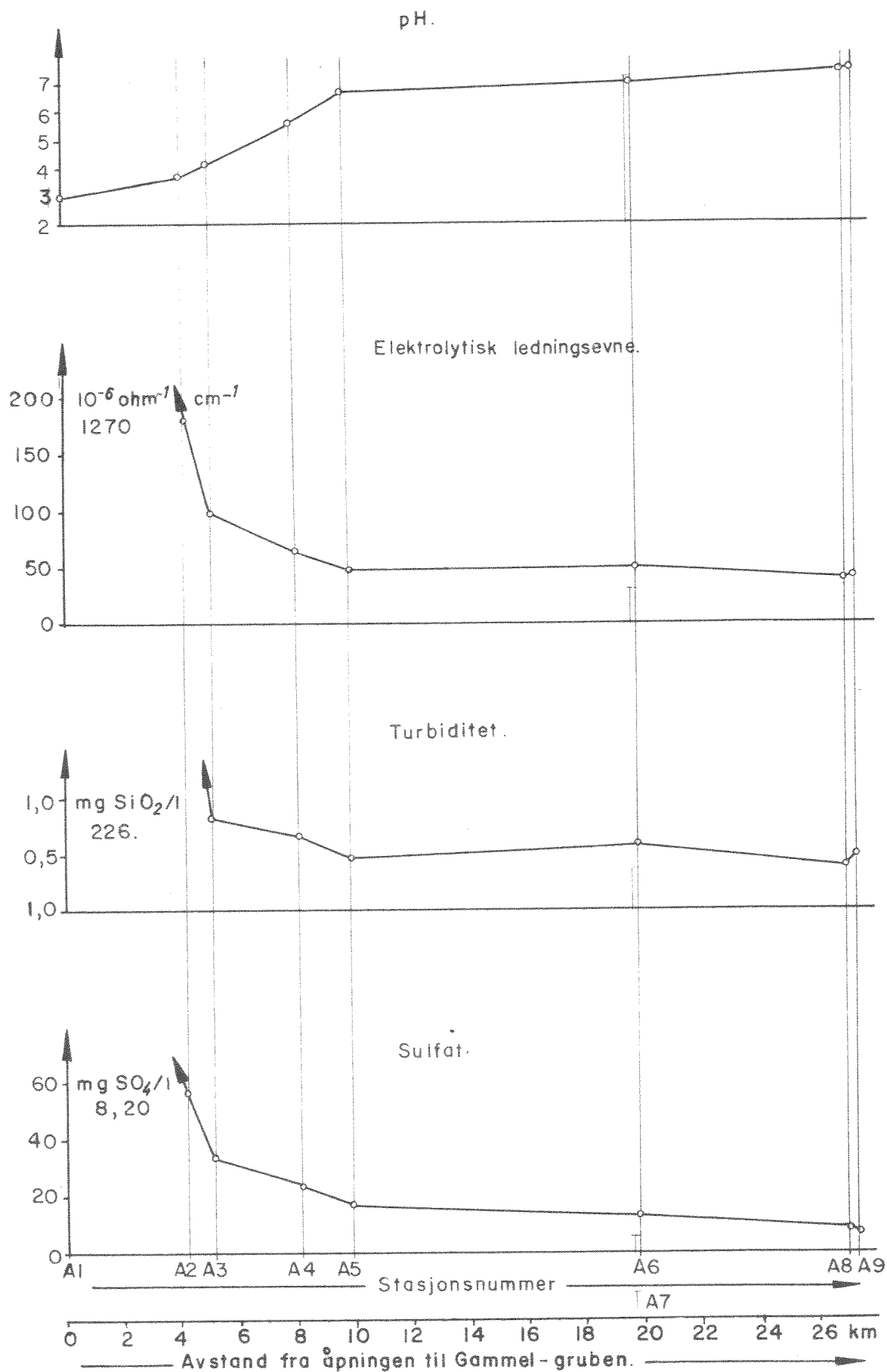


NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

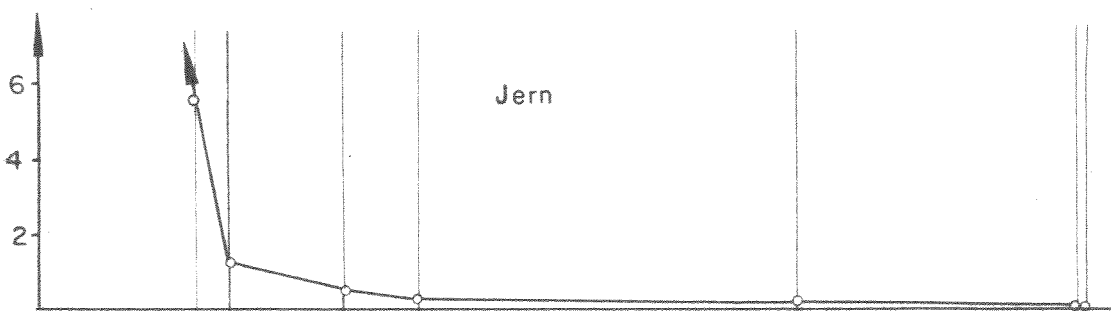
Skisse av Skorovass-
området. I.

Fig: I
M. 1:100 000
O-42/62
Nr. 4107.

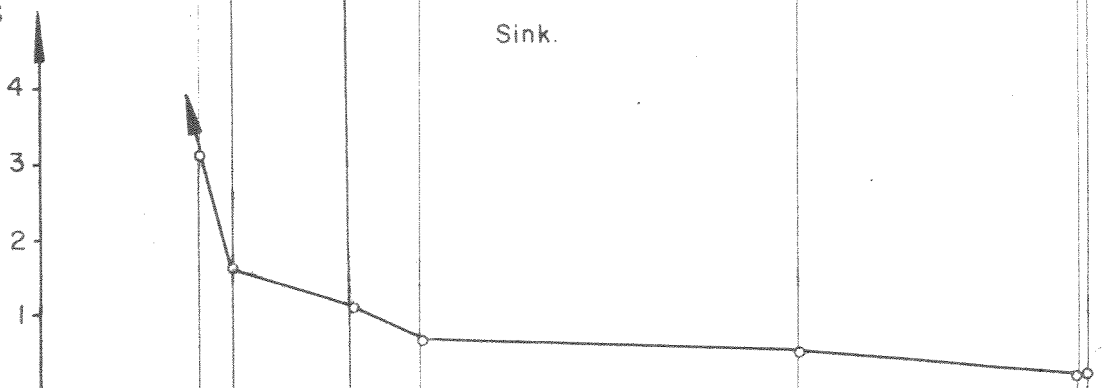




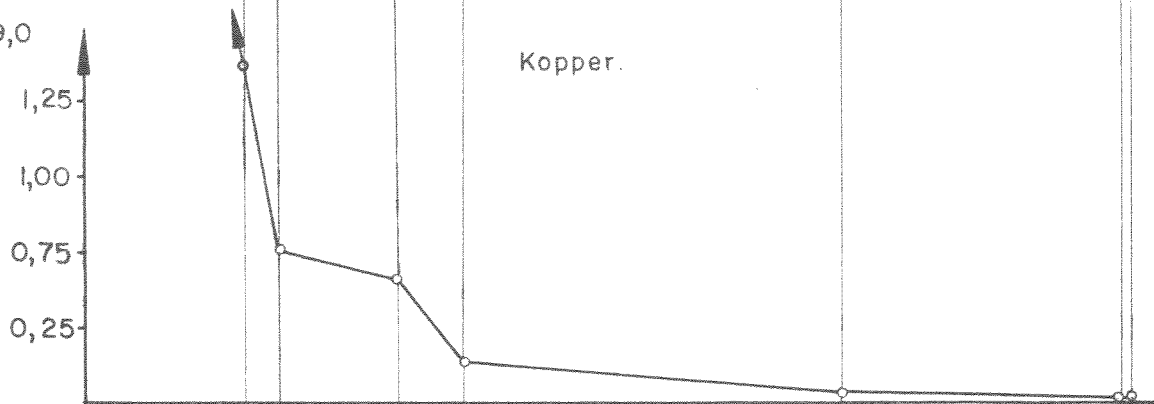
mg Fe/l 77



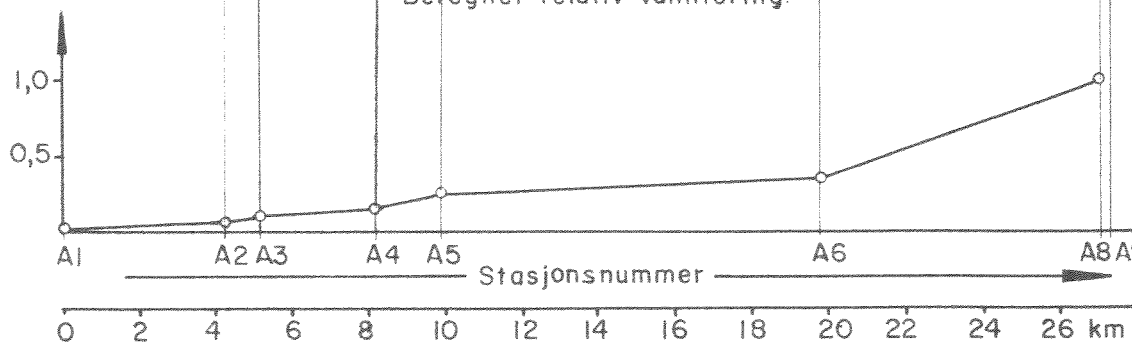
mg Zn/l 29,6

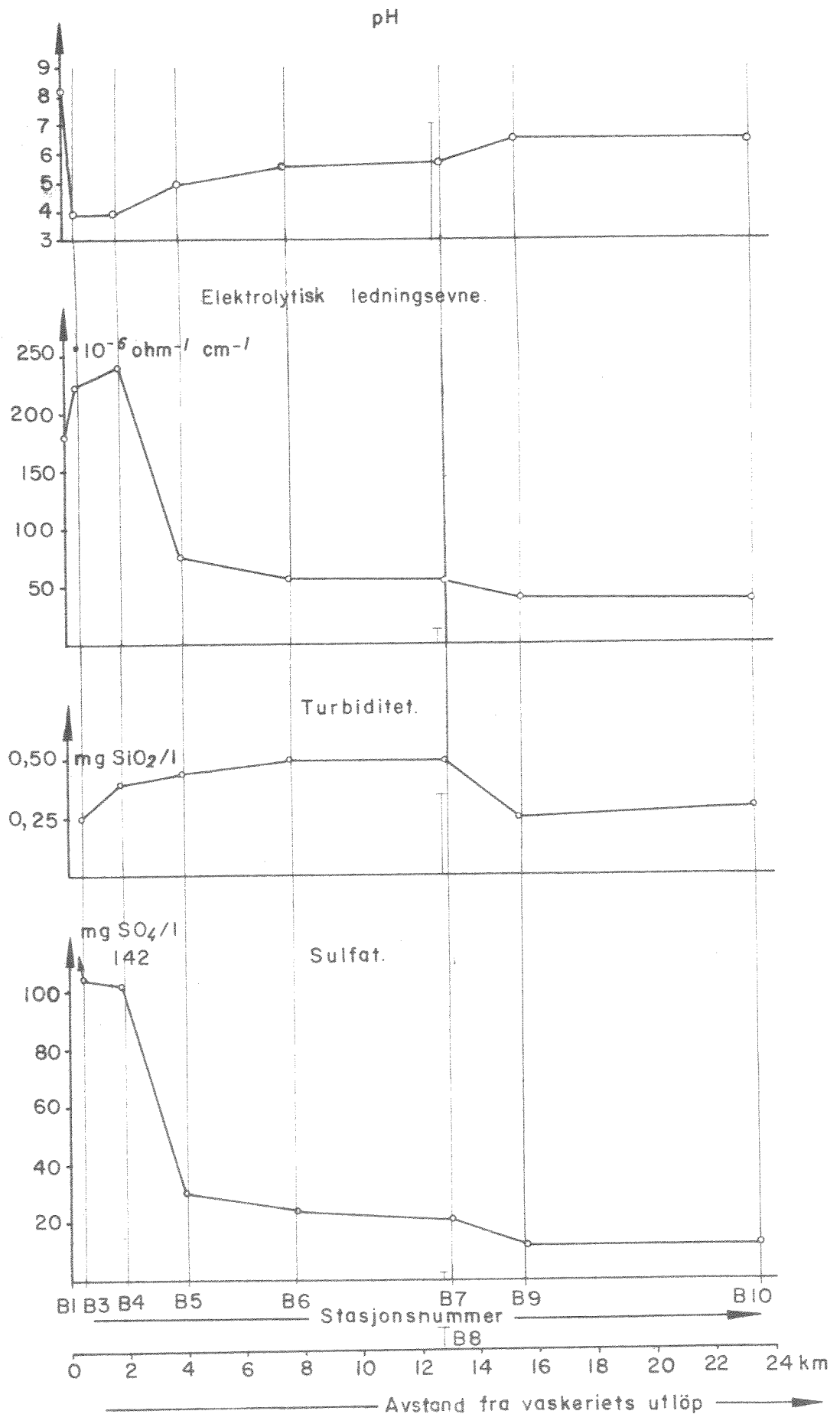


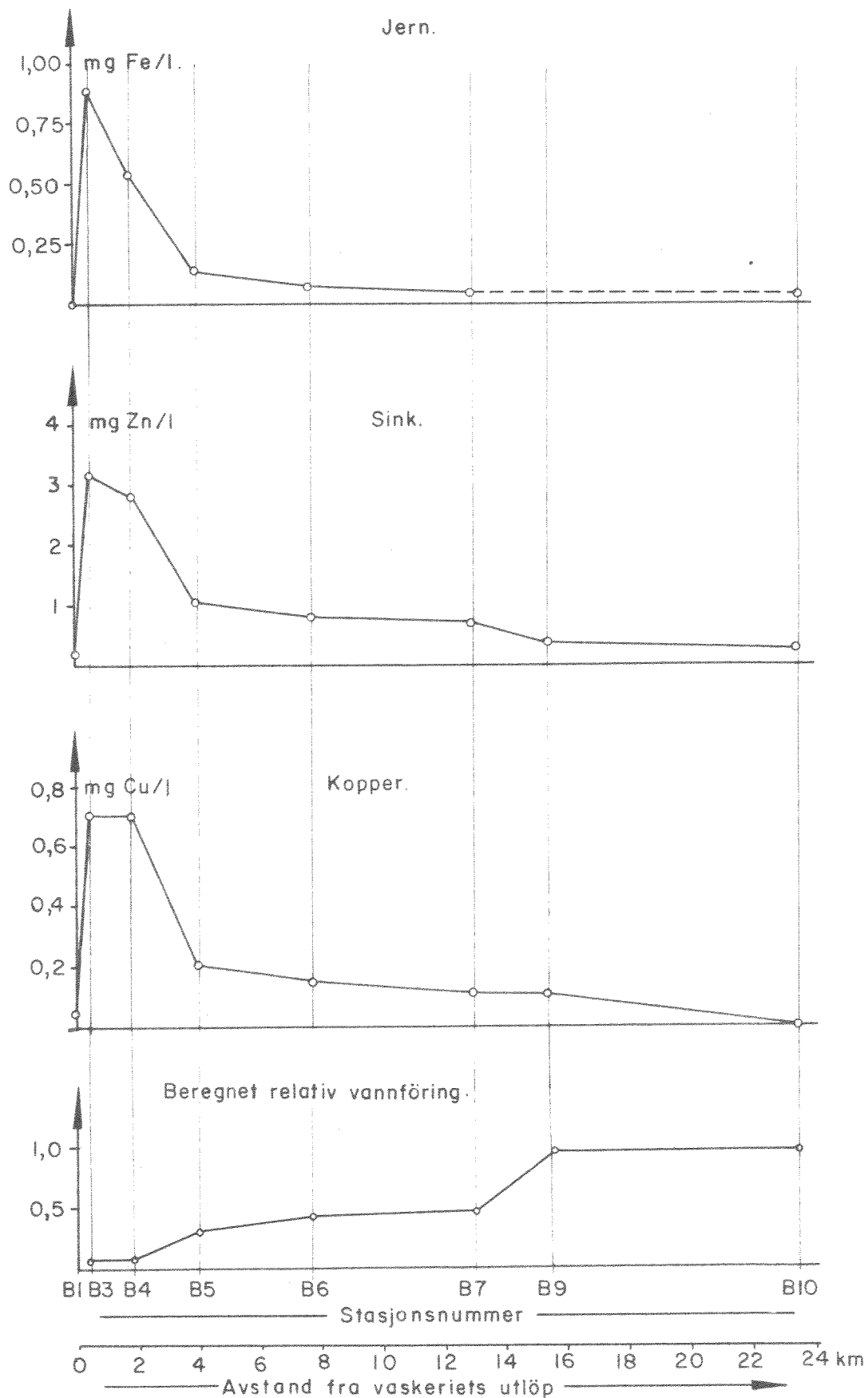
mg Cu/l 9,0



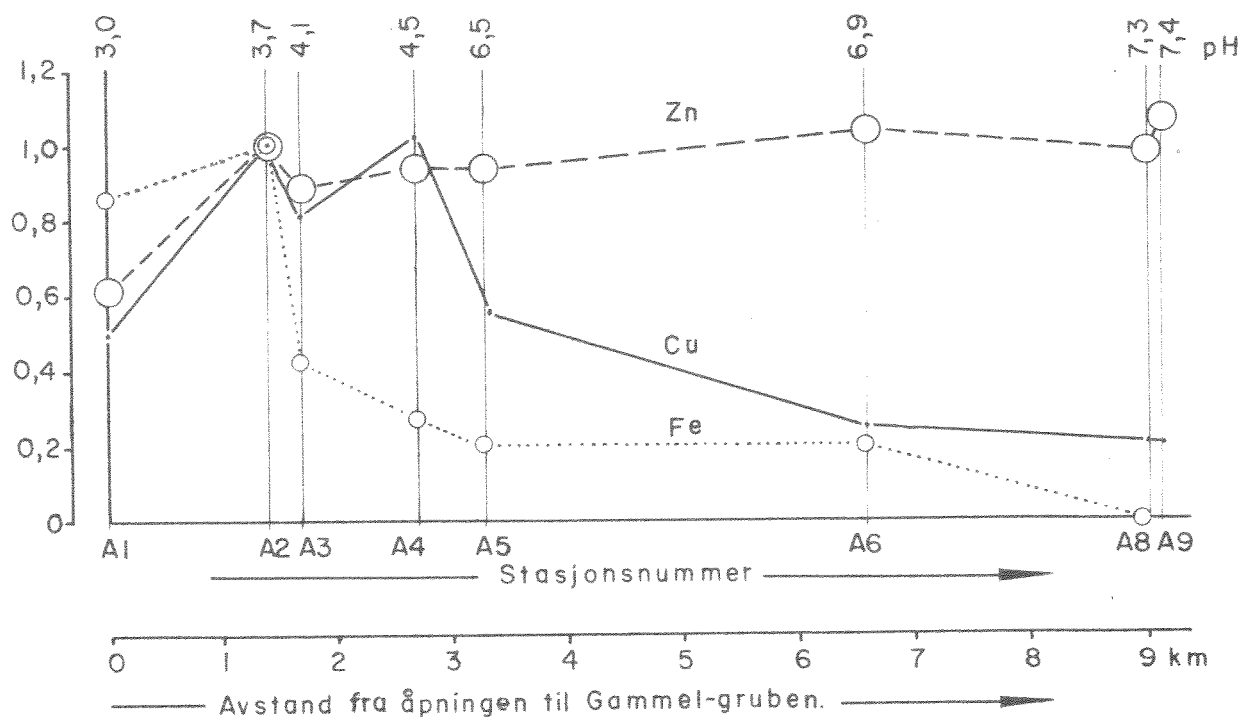
Beregnet relativ vannføring.



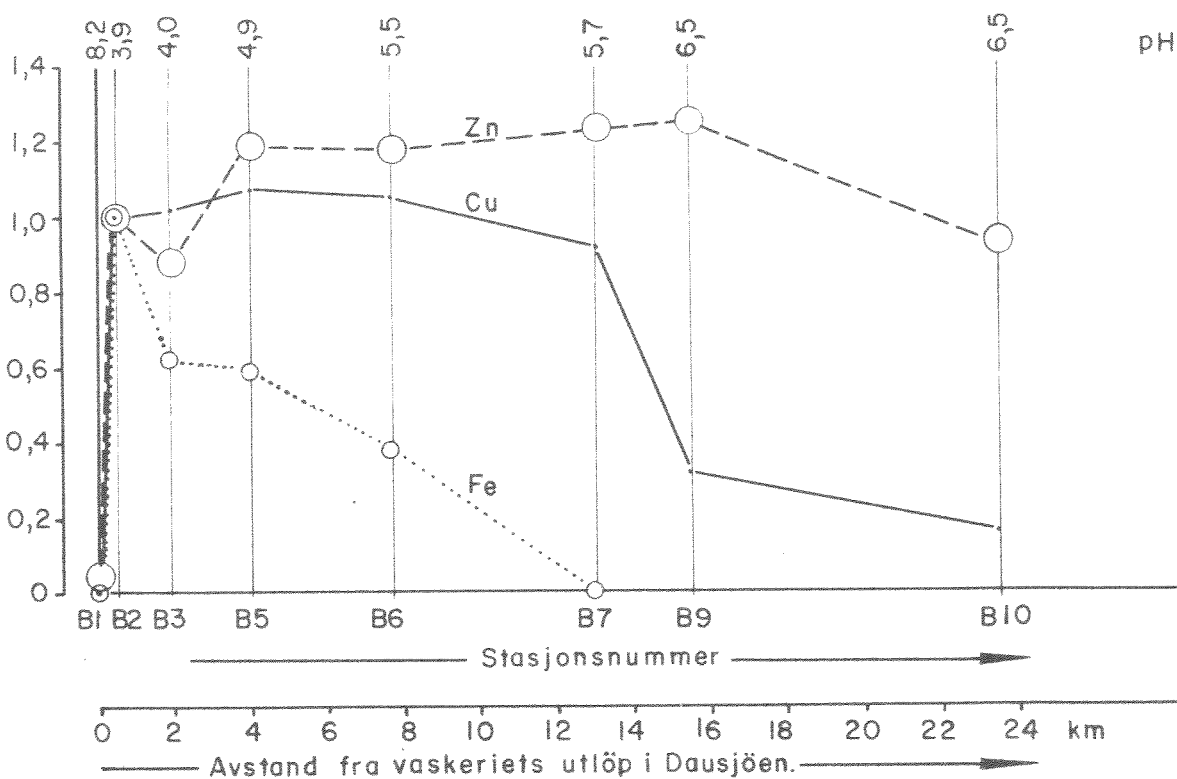


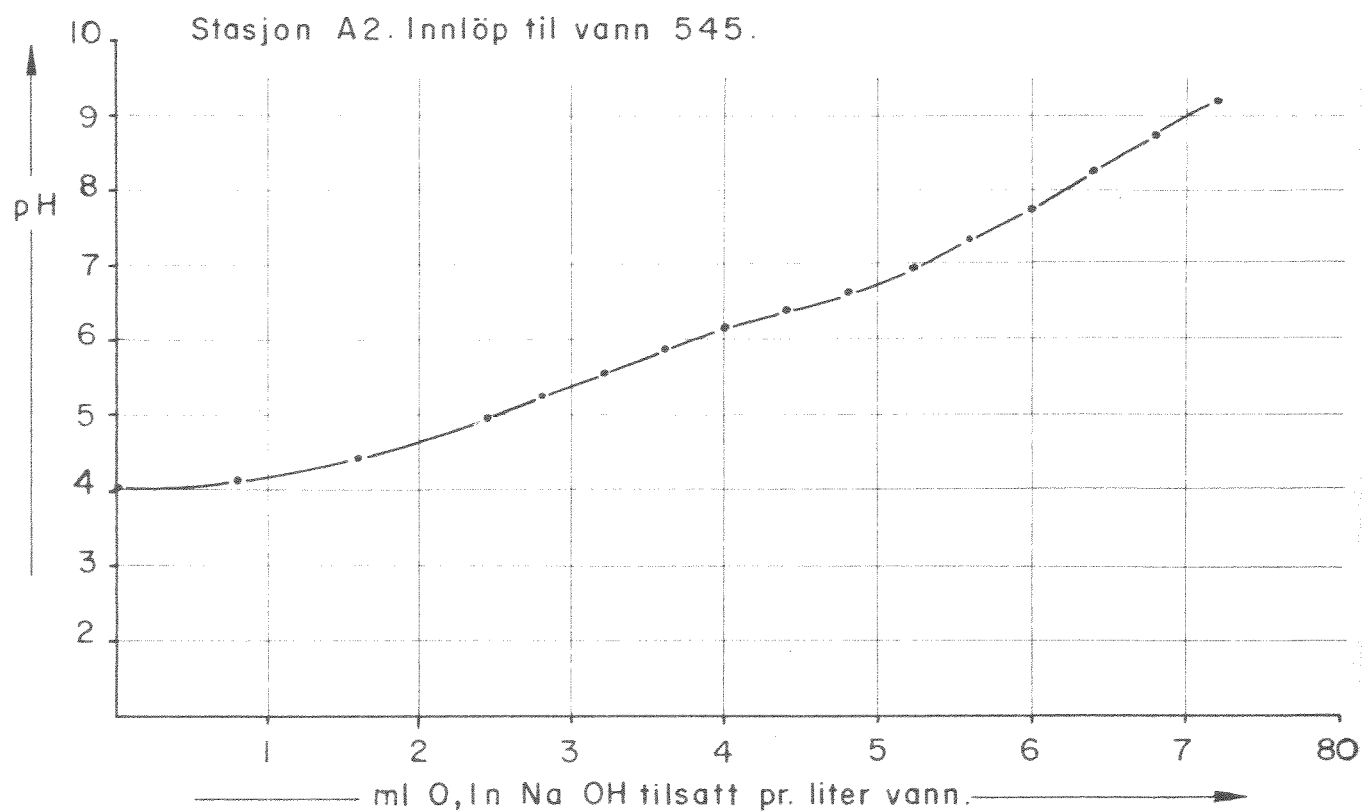
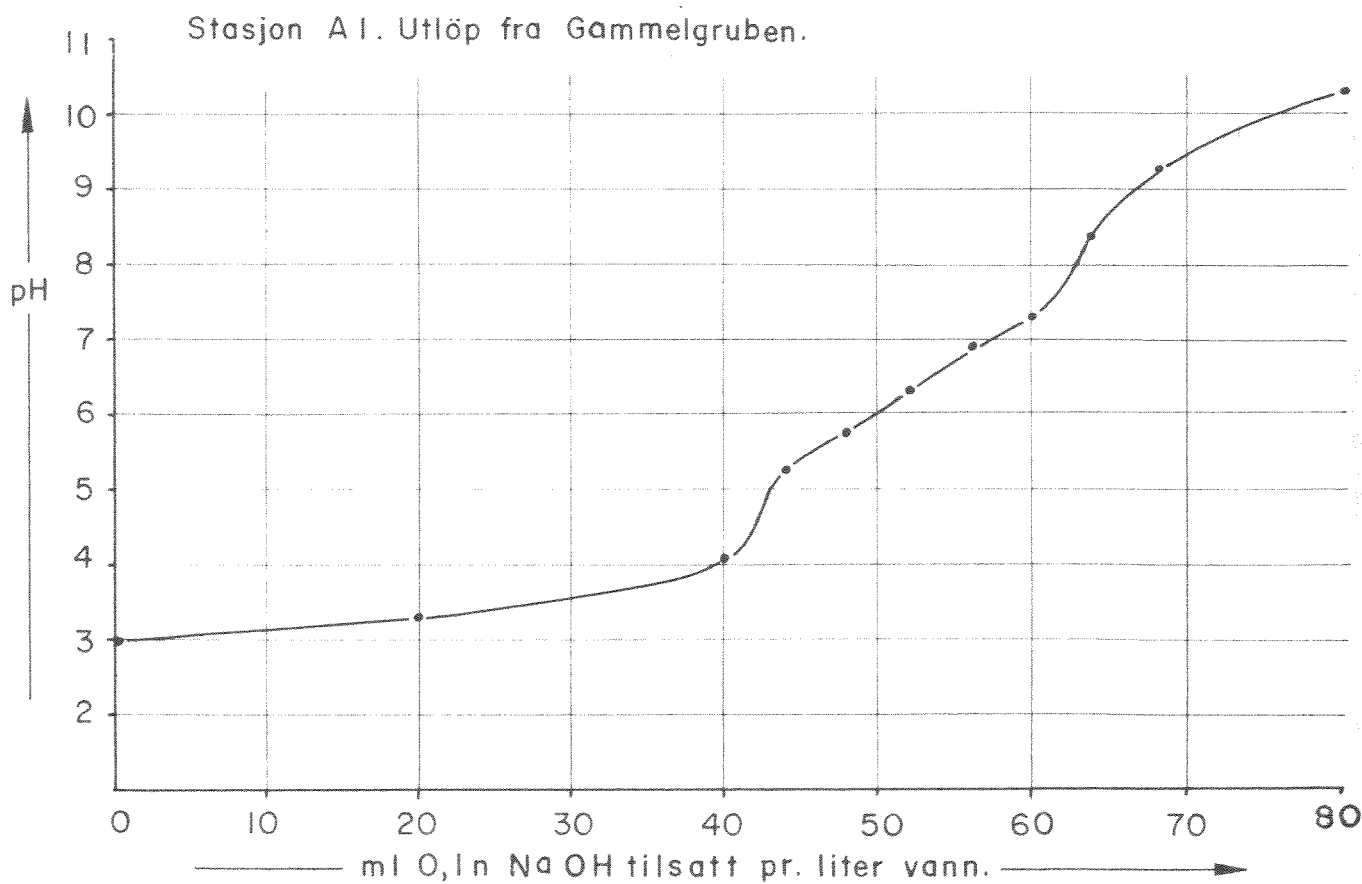


Stallvikelva.

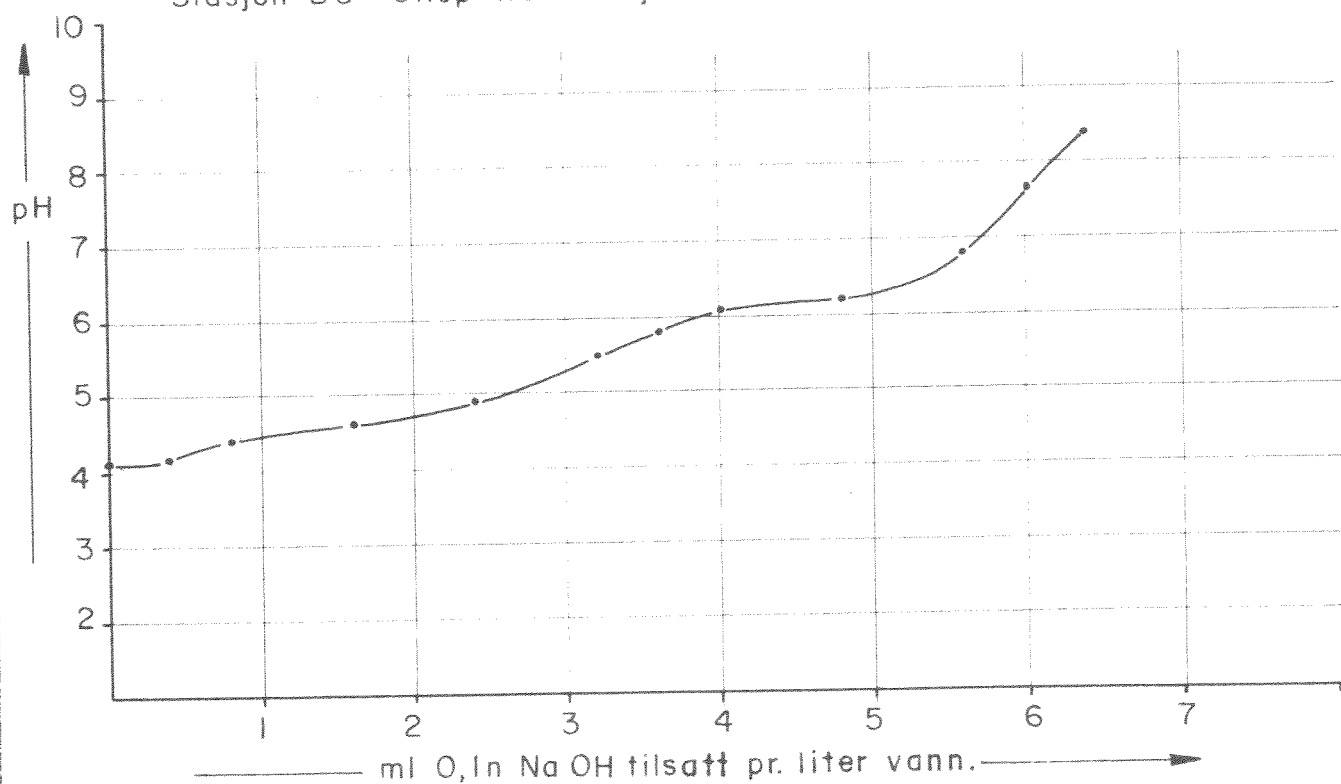


Skorovasselva / Grøndalselva.





Stasjon B3. Utlöp fra Dausjøen.



Stasjon B4. Innlöp Store Skorovann.

