

O - 26/62

En undersøkelse av vannforsyningen
fra Store Sandungen, Asker.
1962–1963

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern.

O - 26/62.

En undersøkelse av vannforsyningen fra
Store Sandungen, Asker. 1962 - 1963.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan.

Rapporten avsluttet april 1965.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING.	5
2. BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET.	6
2.1. Beliggenhet.	6
2.2. Geologi.	6
3. METEOROLOGI.	7
4. HYDROLOGI.	8
5. FYSISK-KJEMISK UNDERSØKELSE.	9
5.1. Undersøkellesprogrammet.	9
5.2. Observasjons- og analysemetoder.	10
5.3. Hydrografi.	11
5.3.1. Temperaturforhold.	11
5.3.1.1. Generelt.	11
5.3.1.2. Temperaturforholdene i Store Sandungen.	12
5.3.2. Oksygenforhold.	13
5.3.2.1. Generelt.	13
5.3.2.2. Oksygenforholdene i Store Sandungen.	13
5.3.3. Kjemiske forhold.	14
5.3.3.1. Surhetsgrad (pH)	14
5.3.3.2. Spesifikk ledningsevne (ⁿ 20)	15
5.3.3.3. Humusforholdene i Store Sandungen.	15
5.3.3.4. Jern- og manganinnhold.	16
5.3.3.5. Kjemiske analyser av vannprøver fra forskjellige steder på lednings-systemet.	17
5.3.3.6. Kjemiske analyser av vannprøver fra tilsigsbekker.	17
6. MIKROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER.	17
7. FORSØK MED KULLFILTER.	23
8. UNDERSØKELSE AV KORROSJONSFORHOLD.	26

	Side :
9. SAMMENDRAG OG DISKUSJON.	29
10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.	34

TABELLFORTEGNELSE:

1. Meteorologisk stasjon Asker 1. Månedlig nedbør (NS) og middeltemp. målt kl.19.00 i tidsrommet 1/4 1962 til 31/7 1963. Månedsnormaler for nedbør (Nm) og middeltemp. (1916 - 1940).	8
2. Morfologiske og hydrologiske data for Sandungen.	9
3. Middelerverdier for en del kjemiske komponenter.	31
4. Fysisk-kjemiske analyseresultater. 6/4 1962.	35
5. - " - 23/5 1962.	36
6. - " - 6/6 1962.	37
7. - " - 5/7 1962.	38
8. - " - 7/8 1962.	39
9. - " - 20/9 1962.	40
10. - " - 15/10 1962.	41
11. - " - 31/10 1962.	42
12. - " - 11/11 1962.	43
13. - " - 11/12 1962.	44
14. - " - 31/1 1963.	45
15. - " - 28/2 1963.	46
16. - " - 3/4 1963.	48
17. - " - 19/5 1963.	49
18. - " - 30/6 1963.	50
19. - " - 5/8 1963.	51
20. Bakteriologiske analyseresultater av vannprøver fra Store Sandungen 1962 - 1963.	52
21. Mikrobiologiske undersøkelser i gjennomstrømningsrør 1962.	53
22. Kjemiske analyseresultater for råvann, mars, april, mai og juni 1963.	54
23. Kjemiske analyseresultater for stikkprøve, kullfiltrert vann, mars, april og mai 1963.	55

24.	Kjemiske analyseresultater for blandprøver av kullfiltrert vann, mars, april, mai og juni 1963.	56
25.	Kjemiske analyseresultater for vann som har passert plastrør.	57
26.	Kjemiske analyseresultater fra forsøksanlegget.	58

FIGURFORTEGNELSE:

1.	Store Sandungen. Oversiktskart. Nedbørfelt.	59
2.	Meteorologisk stasjon, Asker 1. Nedbør og daglige lufttemperaturer kl. 19.00 (1/4 1962 - 1/7 1963).	60
3.	Store Sandungen. Dybdekart.	61
4.	Store Sandungen. St. 1. Isotermer 1962 - 1963.	62
5.	Store Sandungen. St. 1. Oksygenisopleter, mg O ₂ /l 1962 - 1963.	63
6.	Store Sandungen. St. 1. pH-observasjoner 1962 - 1963.	64
7.	Store Sandungen. St. 1. Jern-isopleter, mg Fe/l 1962 - 1963.	65
8.	Store Sandungen. St. 1. Mangan-isopleter, mg Mn/l 1962 - 1963.	66
9.	Forsøksopplegg for kullfiltrering.	67
10.	Variasjon av ukemidlet av KOF, Fe ⁺⁺ , Fe-total, pH og farge i råvann, kullfiltrert og blandprøve av kullfiltrert vann.	68
11.	Korrosjonsforsøk. Fargen som funksjon av tiden i plastrør.	69
12.	- " -. Sinkinnhold som funksjon av tiden.	70
13.	- " -. Jerninnhold - " - .	71
14.	- " -. Fargen som funksjon av tiden i jernrør og galvaniserte jernrør.	72

1. INNLEDNING.

I 1953 ble Store Sandungen i Asker tatt i bruk som drikkevannskilde for Asker kommune. I de følgende år oppsto det etter hvert forskjellige problemer på grunn av vannets kvalitet. Fra flere steder på fordelingsnettets ble det rapportert om brunt, grumset vann og slamavsetninger i ledninger, sanitærinnetninger osv. Vanskelighetene var størst for abonnenter som var tilknyttet endeledninger (f.eks. ved Janslökka). Forholdene var verst i sommerhalvåret.

Vinteren 1962 fikk Norsk institutt for vannforskning henvendelse fra Asker kommune med forespørsel om å gjennomføre en undersøkelse i forbindelse med vannverkets problemer, samt å gjennomføre filtreringsforsøk med henblikk på forbedring av vannets kvalitet. P.g.a. problemenes almene utbredelse ble det besluttet at en del av undersøkelsen skulle finansieres av instituttets egne forskningsmidler. Undersøkelsen, som ble satt i gang i april og varte til august 1963, har omfattet:

1. Limnologisk undersøkelse av Store Sandungen.
2. Mikrobiologisk undersøkelse av begroing og slamavsetning i rørsystemer, vannbasseng m.m.
3. Forsøk med kullfilter.
4. Undersøkelse av korrosjonsforhold.

Arbeidet ble etter fagområdet fordelt mellom flere av instituttets forskere. J.G. Ormerod, Ph.D., har utført den mikrobiologiske undersøkelsen. Cand.real. J.E. Samdal og cand. real. E.T. Gjessing er ansvarlige for forsøkene med kullfiltrene, cand.real. H. Kristiansen har gjennomført korrosjonsforsøkene og cand.real. H. Holtan har ledet den limnologiske del av undersøkelsen.

I 1947 - 1948 gjennomførte student Knut Bremer en limnologisk undersøkelse av Store Sandungen som en del av sitt hovedfagsarbeide. Denne undersøkelse fant sted før innsjøen ble regulert. Vår undersøkelse har vist god overensstemmelse med disse tidlige arbeider. Under stagnasjonsperiodene var det således et betydelig oksygenforbruk i dyplagene, noe som viser at vannmassene også på denne tid var

belastet med organisk materiale. Undersøkelsesmaterialet fra 1948 er imidlertid beskjedent, og en sammenlikning av disse resultater med våre resultater gir ingen direkte holdepunkter for vurdering av f.eks. reguleringens betydning for vannkvaliteten.

2. BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET.

2.1. Beliggenhet.

Sandungen ligger i Oslo Vestmark og hører administrativt til Asker kommune i Akershus fylke. Nedbørfeltet er tegnet inn på oversiktskart, fig. 1.

2.2. Geologi.

Fjellgrunnen i området, hvor Store Sandungen ligger, tilhører en type bergarter som i geologien betegnes som termiske lavabergarter. Flytende lava har strømmet utover overflaten, og størknet til fast fjell. Det har vært en rekke slike lavastrømmer, den ene oppå den andre. Disse lavabergarter tilhører rombeporfyrserien (RP), og er på geologiske kart skilt ut i en rekke forskjellige bergartstyper av mer eller mindre forskjellig karakter.

Store Sandungen ligger i en nord-sydgående forkastningssone, sannsynligvis med en relativ senkning på østsiden. Ved vanninntaket på kote 110 er en grenseflate blottet mellom to lavastrømmer (sannsynligvis grenseflaten mellom strømmen RP_{2a} og RP_{2b}). Den eldre lavastrømmen, som Sandungen sannsynligvis ligger i, er en bergart av en porøs og bløret beskaffenhet. Porene er tildels fylt med mangan-oksyder av forskjellige modifikasjoner, videre kalkspatt og jernspatt. Den yngre lavastrøm er en hard og kompakt bergart som danner berggrunnen i nedbørfeltet omkring Sandungen.

I store deler av nedbørfeltet er berggrunnen dekket med et tynt lag bregrus. På nordvestsiden av innsjøen er det en morenevegg. Enkelte steder er det noe myrjord. Arealet er tildels bevokst med barskog. Bortsett fra et lite gårdsbruk og en militærleir på østsiden av innsjøen, er det ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Leiren har avløp ut av nedbørfeltet.

På grunn av at lokaliteten benyttes som drikkevannskilde er fiske forbudt. Nedbørfeltet blir benyttet som utfartsområde for befolkningen i nærheten. Om sommeren blir også feltet benyttet som beitemark.

3. METEOROLOGI.

De meteorologiske data som er angitt i tabell 1 og fig. 2 gjelder for den meteorologiske stasjon i Asker (st. Asker I), og er således ikke helt representative for forholdene i Sandungens nedbørfelt. Allikevel gir de en god orientering om variasjoner i temperatur og nedbørforhold i observasjonsperioden.

I sommerperiodene 1962 og 1963 lå lufttemperaturen omkring det normale, men det var noe mer nedbør enn normalt. Høsten og vinteren 1962/63 var det relativt lite nedbør, og i denne perioden lå lufttemperaturen til dels langt under det normale. De klimatiske forhold var derfor ikke representative for et normalår, noe som må tas i betraktning ved vurdering av de hydrografiske forhold i innsjøen.

Tabell 1.

Meteorologisk stasjon Asker I.

Månedlig nedbør (NS) og middeltemp. målt kl. 19.00 i tidsrommet 1/4 1962 til 31/7 1963. Månedsnormaler for nedbør (Nm) og middeltemp. (1916 - 1940).

Måned	Nedbør i mm			Lufttemp. i °C	
	NS 1962/1963	Nm 1916/1940	Avvik fra normalen	Månedsmidler Kl. 19.00 1962/1963	Månedsnormaler 1916/1940
April	52,8	54	- 1,2	3,9	3,3
Mai	108,5	65	+43,5	8,6	9,2
Juni	49,6	62	-12,4	14,7	13,9
Juli	85,9	83	+ 2,9	15,7	16,4
Aug.	220,7	134	+86,7	13,6	14,2
Sept.	75,5	72	+ 3,5	10,3	10,2
Okt.	41,3	106	-64,7	6,7	4,9
Nov.	79,5	78	+ 1,5	- 0,1	- 0,5
Des.	67,5	78	-10,5	- 6,1	- 3,6
Jan.	0,8	59	-58,2	- 7,1	- 4,5
Feb.	7,7	45	-37,3	- 9,0	- 4,1
Mars	21,6	63	-41,4	- 3,0	- 1,1
April	51,3	54	- 2,7	4,4	3,3
Mai	113,9	65	+48,9	11,6	9,2
Juni	92,3	62	+30,3	16,8	13,9
Juli	44,4	83	-38,9	18,1	16,4
Sum	1113,0	1163	-50,0		

4. HYDROLOGI.

Asker kommune har loddet opp og tegnet dybdekart av Sandungen i målestokk 1 : 2000. Forminsket kopi av dette kart er gjengitt i fig. 3. I rennen, som går langs vestsiden av sjøen, er det målt dyp ned til 27 m. Største delen av innsjøen er imidlertid grunnere enn 12 m.

Sandungen var før den siste regulering (1953) demmet opp ca. 1 m. Overflaten ved fullt magasin lå da på kote 316. Etter siste regulering i 1953, hvorved et areal på ca. 0,25 m² ble satt under vann, ligger høyeste vannstand (ved overløp) på kote 318. Fra denne vannstand er det gitt mulighet for

nedtapping til kote 313. Sandungens vannmasser under kote 313 er av siv.ing. Rangv. Stokke beregnet til 1,4 mill. m³. Magasinbeholdningen mellom kote 313 og 318 er 3,2 mill. m³. Sandungens totale volum blir da 4,6 mill. m³.

Nedbørfeltet til Sandungen er av siv.ing. Rangv. Stokke oppgitt til 4,5 km². De viktigste tilsigsbekkene er avmerket på fig. 1. Avrenningen fra Sandungen foregår i det vesentligste gjennom vannverkets tunnel. Tunnelinntaket ligger på kote 310. Ut fra avrenningstallet (21 l/sek/km²) som er oppgitt av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (1958), er det midlere årlige tilsig til Sandungen 2,98 mill. m³.

De morfologiske og hydrologiske data er satt opp i tabell 2.

Tabell 2.

Morfologiske og hydrologiske data for Sandungen.

H.o.h. (fullt magasin)	318 m
Største dyp	27 m
Middel dyp	5,3 m
Maks. lengde	1,53 km
Overfl.	0,867 km ²
Volum	4,6 mill. m ³
Nedbørfelt	4,5 km ²
Midlere avrenning	2,98 mill. m ³ /år
Teoretisk oppholdstid	1,5 år.

5. FYSISK-KJEMISK UNDERSØKELSE.

5.1. Undersøkelsesprogrammet.

Undersøkelsen ble gjennomført i tidsrommet 1/4 1962 til 31/8 1963. I denne perioden ble det tatt prøver for kjemisk analyse forholdsvis regelmessig med ca. 1 måneds mellomrom. Prøvetakingsstasjonene ble valgt i innsjøens dypeste område (st. 1) og utenfor vanninntaket (st. 2). Disse stasjoner er avmerket på fig. 1. Det ble tatt prøver i forskjellige dyp. Vannets temperatur ble hver gang målt i de dyp vannprøvene ble tatt. Vannprøvene ble analysert på følgende komponenter: oksygeninnhold, pH, spesifikk ledningsevne, farge, turbiditet, KMnO₄-tall, hårdhet, alkalitet, jern og mangan. Analyse-resultatene er gjengitt i tabellene 4 - 19. Videre ble det tatt kjemiske analyser på vannprøver fra forskjellige steder av ledningssystemet, nemlig i sjakt 1 (ved inntaket, st. 3), sjakt 2 (200 - 300 m fra inntaket, st. 4) og ved innløpet til

høydebassenget ved Skaugum (st. 5). Høsten 1962 og våren 1963 ble det tatt vannprøver i de viktigste tilsigsbekker (fig. 1). Disse prøver ble analysert på de kjemiske komponenter som er nevnt ovenfor.

5.2. Observasjons- og analysemetoder.

Temperaturen i overflatevannet er målt med vanlig kalibrert termometer. I dyplagene er temperaturen målt med Richter og Wiese vendetermometer som er nøyaktig innenfor $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$.

Oksygenbestemmelsen er utført ifølge Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode. De fleste titreringer ble utført dagen etter at prøvene ble tatt.

Surhetsgrad (pH) og spesifikk ledningsevne ($^{\circ}\text{20}$). pH ble målt med glasselektrode på Radiometer (pH-meter) og den spesifikke ledningsevne ble målt med Philips ledningsevnemåler ved 20°C , og $^{\circ}\text{20}$ er oppgitt i $\text{n}\cdot 10^{-6} \text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$. Målingene ble utført dagen etter at prøvene ble tatt.

Fargen er bestemt fotoelektrisk (EEL-fotometer) ved lysabsorpsjon ved 435 m μ . Resultatene er angitt i mg Pt/l og er fremkommet ved bruk av standardkurve som er laget ut fra Colored Standard for Water Analysis (platinum cobalt chloride solution).

Turbiditeten er bestemt optisk ved refleksjon som Tyndall-effekt på Sigrist-fotometer. Resultatene, som angis i mg SiO_2 /l, fremkommer ved bruk av standard kurve, som er laget ut fra Turbidity Standard for Water Analysis.

KMnO_4 -tallene er bestemt ifølge forskrift fra Statens institutt for folkehelse. Prøven opphetes i surt kalium-permanganatmiljø på vannbad i 20 minutter med etterfølgende tilsetning av standard oksalsyre. Overskudd av oksalsyre titreres varmt tilbake med standard kalium-permanganat. Verdiene er oppgitt i mg O/l. Ved å multiplisere de oppgitte tallene med 12,5, fremkommer forbruk i ml av N/100 KMnO_4 , som ofte er brukt i Norge for drikkevannsanalyser.

Total hårdhet er bestemt ved titrering med etylendiamintetraeddiksyre (EDTA) ifølge Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser, Abwasser- und Schlammuntersuchung (1954).

Alkalitet. Titrimetrisk bestemmelse med standard syre til omslag for bromkresolgrønt.

Jern. Kolorimetrisk bestemmelse med ammoniumthiocyanat og måling av fargeintensiteten i et fotoelektrisk kolorimeter.

Mangan. Kolorimetrisk bestemmelse som kalium-permanganat med et fotoelektrisk kolorimeter.

5.3. Hydrografi.

5.3.1. Temperaturforhold.

5.3.1.1. Generelt. I Norge gjennomløper innsjøene vanligvis fire forskjellige termiske perioder for året: vårfullsirkulasjonsperioden, sommerstagnasjonsperioden, høstfullsirkulasjonsperioden og vinterstagnasjonsperioden.

Under vinterstagnasjonsperioden er vannets temperatur lavere enn temperaturen for vannets maksimums tetthet, som er ca. 4°C . I de øverste vannmasser er temperaturen henimot 0°C , men den stiger noe mot dypet hvor temperaturen vanligvis ligger mellom 3 og 4°C . Perioden er således karakterisert ved at vannmassene befinner seg i stabil likevekt. Strømninger forekommer derfor bare i beskjedne utstrekning.

Om våren, etter isløsningen, oppvarmes overflatelagene. Den stabile likevekt blir derved opphevet, og vannmassene kommer i bevegelse som følge av vertikale konveksjonsstrømninger. Denne såkalte vårfullsirkulasjonsperiode varer til hele vannmassen har nådd temperaturen for største tetthet (ca. 4°C). Ved videre oppvarming av overflatelagene inntreer igjen stabil likevekt, og innsjøen går på nytt inn i en periode (sommerstagnasjonsperioden) som er karakterisert ved stabil likevekt.

Om sommeren vil bl.a. vind-, bølge- og strømaktivitet påvirke de øverste vannmassene, slik at det dannes en stratifikasjon med forholdsvis varmt vann øverst (epilimnion), som er mer eller mindre skarpt atskilt fra kaldere vannmasser i dypet (hypolimnion). De ytre krefter (vind, lufttemp. osv.), samt innsjøens størrelse og form er bestemmende for hvor dypt sprangsjiktet vil befinne seg. I løpet av sommeren vil vanligvis mektigheten av de øverste vannmasser (epilimnion) øke.

Utover høsten avkjøles overflatelagene, konveksjonsstrømmer setter inn, og sprangsjiktet (termoklinen) arbeides stadig dypere. Til slutt vil hele vannmassen ha en ensartet temperatur, og høstfullsirkulasjonsperioden er da i sin begynnelse. Når avkjølingen er kommet så langt at temperaturen for største tetthet er passert, går innsjøen på nytt inn i en stabil periode (vinterstagnasjonen). En videre avkjøling vil nemlig, som følge av tetthetsforskjellen, bare bersere overflatevannet, og det etableres en termisk stratifikasjon med kaldere overflatevann over varmere vann i dypet.

5.3.1.2. Temperaturforholdene i Store Sandungen. Temperaturforholdene på de forskjellige observasjonsdager er illustrert i isotermdiagrammet, fig. 4. Sandungen er en grunn innsjø, og den ligger åpent til for påvirkning av vind.

Stagnasjonsperioden om sommeren varte fra slutten av mai til i slutten av oktober, dvs. vel 5 måneder. Sprangsjiktet, som ble arbeidet mot dypere lag i løpet av denne tid, lå sist i august i 8 - 10 meters dyp. Fra dette tidspunkt ble overflatelagene gradvis avkjølt. De resulterende konveksjonsstrømninger trengte stadig dypere, og i slutten av oktober var hele vannmassen avkjølt til henimot 6°C . Den følgende periode, høstfullsirkulasjonsperioden, varte i ca. 1 måned. I slutten av november la isen seg og vannmassene var da i alle dyp avkjølt til temperaturer under 4°C .

Vinterstagnasjonsperioden 1962 - 1963 varte i vel 5 måneder fra slutten av november til begynnelsen av mai. Istykkelsen var i mesteparten av denne perioden ca. 60 - 70 cm. I overflatelagene ned til 3 - 4 meter var temperaturen lavere enn 3°C . Vannmassene forøvrig hadde temperaturer på mellom 3 og 4°C i første del av stagnasjonsperioden, men i de dypere lagene steg temperaturen noe i løpet av vinteren. Dette skyldes i første rekke frigjøring av varme som er blitt lagret i mudderet i løpet av sommeren, men det er mulig at frigjøring av varme ved kjemiske reaksjoner også er en medvirkende årsak.

Våren 1963 varte fullsirkulasjonsperioden i ca. 14 dager. Ved overgangen til sommerstagnasjonsperioden lå temperaturen i dypelagene i området $6 - 7^{\circ}\text{C}$.

5.3.2. Oksygenforhold.

5.3.2.1. Generelt. Årsvariasjoner av oksygeninnholdet i en innsjø er resultatet av samspillet mellom gassens løselighet i vann ved forskjellige temperaturer, vannmassenes kontakt med luft og biologiske prosesser.

Utvekslingen av oksygen mellom atmosfæren og vannoverflaten er avhengig av flere meteorologiske faktorer, spesielt er lufttemperaturen av stor betydning. I perioder med lave temperaturer er således vannets oksygenopptak større enn i varme perioder. Transport av oksygen mot dypere lag foregår i det vesentlige som følge av turbulente strømminger. I vannmasser som er i sirkulasjon, vil oksygeninnholdet bli noenlunde jevnt fordelt. Den biologiske oksygenproduksjon foregår i de øverste lagene hvor lystilgangen er tilstrekkelig for planteplanktonets fotosyntese. Slike prosesser er hovedsakelig av betydning i sommerhalvåret når lys- og temperaturforholdene er fordelaktige.

Innsjøen kan også i noen grad bli tilført oksygen gjennom oksygenrikt vann fra tilløpsbekkene.

De oksygenkrevende prosesser som finner sted i våre innsjøer er hovedsakelig av biologisk natur. Slike prosesser kommer i stand ved nedbrytning av organisk materiale som enten blir tilført innsjøen fra nedbørfeltet, (humusstoffer) eller som blir produsert i selve innsjøen. Nedbrytning av organisk materiale i slammet spiller også en viss rolle for oksygenforholdene i en innsjø.

5.3.2.2. Oksygenforholdene i Store Sandungen. Oksygenforholdene i Sandungen på de forskjellige observasjonsdager er fremstilt i tabellene 4 - 19 og i isopletdiagrammet fig. 5.

En sammenlikning av observasjonsverdiene for temperatur og oksygen (fig. 4 og fig. 5), viser at årsvariasjonene for disse faktorer i grove trekk følger hverandre. Fullsirkulasjonsperiodene medfører luftning av vannmassene, og godt oksygenert vann blir på grunn av konveksjonsstrømminger ført til dypere lag. Imidlertid er fullsirkulasjonsperiodene, særlig om våren, av kort varighet, og vannmassene oppnår derfor ikke å få det oksygeninnhold som løselighetsforholdene tilsier. I begynnelsen av sommerstagnasjonsperioden hadde dyplagene et oksygeninnhold

son bare tilsvarte ca. 50 - 60% metning, mens oksygenmetningen i slutten av høstfullsirkulasjonsperioden 1962 var ca. 80%. Hele sommeren igjennom var vannmassene over sprangsjiktet forholdsvis rike på oksygen, men metningen var sjelden høyere enn 80 - 90%. Dette fenomen er vanlig i humuspåvirkede innsjøer i Norge og henger sammen med nedbrytning av organisk materiale. Overmetningen av oksygen i overflatelagene den 6. juni 1962 kan til dels være bevirket av algeoppblomstring, men antakelig var overmetningen i det vesentligste termisk betinget. Ved plutselig oppvarming av vannmassenes overflatelag, kan nemlig situasjoner med overmetning inntreffe, idet oksygenutvekslingen mellom vann og luft ennå ikke er i balanse.

Under stagnasjonsperiodene var det betraktelig oksygenforbruk i dyplagene. Under ca. 10 m var oksygenmetningen lavere enn 50%, og på de største dypene var vannmassene praktisk talt oksygenfrie ved slutten av disse perioder (september/oktober og mars/april). Dette henger sammen med nedbrytning av organisk materiale som tilføres innsjøen fra nedbørfeltet og som produseres i selve innsjøen. Dessuten spiller muddrets innhold av organisk materiale en vesentlig rolle i denne sammenheng. I Sandungen, hvor store arealer myr- og torvjord, samt lyng, busker og trær ble satt under vann ved reguleringen, er det grunn til å anta at muddret er en betydelig oksygenforbrukende faktor.

Oksygenforholdene på de to stasjoner (st. 1 og st. 2), følger stort sett samme variasjonsmønster. Ifølge analyseresultatene av vannprøver fra de to sjakter og fra rørledningen ved Skaugum, holdt oksygeninnholdet seg konstant, og det var ikke merkbart forbruk av oksygen i ledningssystemet.

5.3.3. Kjemiske forhold.

5.3.3.1. Surhetsgrad (pH). Verdiene for vannets pH er satt opp i tabellene 4 - 19 og fig. 6.

Vannet i Sandungen er gjennomgående svakt surt, men under sommerstagnasjonsperioden etableres en pH-sjiktning med svakt basisk vann i de øverste lagene og svakt surt vann i dyplagene. pH-sjiktningen går parallelt med den termiske sjiktning. I sirkulasjonsperiodene har vannet samme pH i alle dyp, med ca. 6,7 og ca. 6,9 henholdsvis vår og høst. Utover vinteren

blir vannet svakt surere. I denne periode oppstår en spesiell situasjon ved bunnen hvor pH er noe høyere.

De noe høyere pH-verdier i de øverste lagene om sommeren er betinget av flere faktorer. Den viktigste årsak er sannsynligvis planteplanktonets fotosyntese. Ved denne prosess forbrukes nemlig karbondioksyd (CO_2) som er en viktig pH-regulerende faktor. Med så lav oksygenmetning i topplagene (fig. 5), som tilfelle er med Sandungen, er det ikke rimelig at produksjonen av organisk materiale eller planteplanktonets fotosyntese er særlig stor, men i disse dårlig buffrede vannmasser vil selv et forholdsvis beskjedent forbruk av CO_2 ha betydning for vannets pH. I sommermånedene har tilsigsbekkene forholdsvis høy pH (tab. 11, 12, 13, 15-19). Dette vil også medvirke til høyere pH i innsjøens overflatelag.

På grunn av nedbrytningsprosessene som foregår i de dypere lag av innsjøen, blir det her produsert karbondioksyd (CO_2) slik at vannet blir surere. Når oksygenet i de dypere lagene er brukt opp, oppstår det et reduserende miljø. Dette bevirker bl.a. at jern- og manganforbindelser går i løsning vesentlig som hydrogenkarbonater. Resultatet blir en større buffervirkning og dermed en høyere pH.

5.3.3.2. Spesifikk ledningsevne ($^{\circ}\text{C}$ 20). Resultatene av målingene av den spesifikke ledningsevne er satt opp i tabellene 4 - 19.

Den spesifikke ledningsevne viser at vannet er bløtt og kalkfattig. Verdiene var forholdsvis konstante ($^{\circ}\text{C}$ 20 = $40 \cdot 10^{-6}$) gjennom hele observasjonsperioden. Under stagnasjonsperiodene, spesielt om vinteren, var det noe høyere spesifikk ledningsevne i de dypere lag. Årsaken til dette må søkes i de tidligere omtalte nedbrytningsprosessene som bl.a. resulterer i frigjøring av toverdige jern og mangan. Under sirkulasjonsperiodene om våren og høsten var den spesifikke ledningsevne omtrent den samme i alle dyp og av størrelsesorden som nevnt ovenfor.

5.3.3.3. Humusforholdene i Store Sandungen. Vannmassenes innhold av organiske stoffer ble registrert ved farge-, turbiditet- og oksyderbarhetsanalyser (tabellene 4 - 19).

Praktisk talt gjennom hele observasjonsperioden hadde vannmassene i de øverste lag av innsjøen (fra 0 til 10 - 12 m) farge-

verdier i intervallet 20 - 30 mg Pt/l. Kaliumpermanganat-tallene varierte stort sett i området 3 - 4 mg O/l. De høyeste verdier både for farge og KMnO_4 -tall ble registrert i sirkulasjonsperiodene, spesielt om høsten.

Analyseresultatene viser at under stagnasjonsperiodene er vannmassene i overflatelagene minst påvirket av organiske komponenter og partikulært materiale. Dette var spesielt tydelig vinteren 1963. I april var farge- og turbiditetsverdiene i overflatelagene henholdsvis 14 mg Pt/l og 0,4 mg SiO_2 /l. Verdiene for farge og turbiditet på denne tid var betraktelig større i dyplagene. Dette henger sammen med dypvannets spesielle kjemiske forhold.

Under sirkulasjonsperiodene blir vannmassene beriket med oksygen. De reduserte komponenter blir da oksydert og danner tungt løselige forbindelser som flokkulerer og danner partikulært materiale. Turbiditetsmålingene viser at vannmassene hadde forholdsvis stort innhold av partikulært materiale i slutten av sirkulasjonsperiodene. Når stagnasjonsperiodene etableres vil disse partikulære stoffer etter hvert synke, slik at verdiene både for farge, turbiditet og KMnO_4 -tall avtar.

Humuspåvirkningen i Sandungen er tildels forårsaket av humustilførsel gjennom tilsigsbekkene. Myr- og torvjordområdene, som ble demmet ned under reguleringen, bidrar antakelig også betydelig til forøkelse av vannets innhold av slike stoffer.

5.3.3.4. Jern- og manganinnhold. Analyseresultatene for jern og mangan er gjengitt i tabellene 4 - 19 og figurene 7 og 8. Jern- og manganinnholdet har primært sin årsak i nedbørfeltets geologi. Stoffene er bundet til organisk materiale i tilsigsvannet og i bunnsedimentene, og frigjøres fra disse ved reduksjonsprosesser.

Under stagnasjonsperiodene oppstår som tidligere nevnt oksygenfattig og reduserende miljø i de dypere lag av innsjøen. Disse vannmasser blir etter hvert rike på toverdige jern og mangan. Det oppstår således en jern- og mangansjiktning i 10 - 15 meters dyp med forholdsvis lave konsentrasjoner i de øverste lagene og forholdsvis høye konsentrasjoner i dyplagene. Vannmassene i de øverste lagene har størst jern- og manganinnhold under fullsirkulasjonsperiodene vår og høst. I disse perioder vil nemlig

vertikale konveksjonsstrømmer bringe vannmasser fra dypere lag oppover, slik at vannets kjemiske sammensetning blir noenlunde lik i alle lag. Denne blandingseffekt vil bl.a. føre til at oksygeninnholdet i vannmassene stiger. Resultatet blir at toverdige jern og mangan oksyderes og danner tungt løselige forbindelser som etter hvert faller ut og sedimenterer.

5.3.3.5. Kjemiske analyser av vannprøver fra forskjellige steder på ledningssystemet. Samtidig med at prøvetakingen i Store Sandungen fant sted, ble det enkelte ganger tatt prøver av vannet i øvre og nedre tunnel-sjakt (st. 3 og st. 4) samt av vannet ved innløpet til vannverkets høydebasseng ved Skaugum (st. 5). Analyseresultatene av disse prøver er ført opp i tabellene 4 - 10 og 13 - 16. Stort sett var den kjemiske kvalitet av disse vannprøver i overensstemmelse med den kjemiske kvalitet av vannmassene i de øverste lag av Sandungen.

5.3.3.6. Kjemiske analyser av vannprøver fra tilsigsbekker. Ved enkelte anledninger ble det tatt vannprøver fra tilsigsbekkene (fig. 1) for kjemisk analyse. Analyseresultatene er gjengitt i tabellene 11, 12, 13 og 15 - 19.

Tilsigsvannet i det sydlige området (bekk nr. 1, 2 og 3) hadde noe avvikende kjemisk sammensetning i forhold til tilsigsvannet i det nordlige området (bekk nr. 4 og 5). Årsaken kan være geologisk betinget, men det er mulig at bekk nr. 5 og til dels 4 i større grad drenerer myrområder enn bekkene forøvrig. Humuspåvirkninger i disse bekker, særlig i bekk nr. 5 er således betraktelig større enn i de andre. Det samme er tilfelle med konsentrasjoner av jern og mangan. Den spesifikke ledningsevne og pH er derimot noe lavere her enn i tilsigsvannet fra sydsiden av innsjøen.

6. MIKROBIOLOGISKE UNDERSØKELSER.

Mikrobiologiske undersøkelser ble foretatt på følgende måter:

1. Bestemmelse av bakteriekimantall på vannprøver.
2. Studium av begroing og slamavsetninger på glassplater i gjennomstrømningsrør (se også seksjon om korrosjon).
3. Filtrering av vannprøver gjennom membranfiltere og mikroskopisk undersøkelse av disse.

1. Bestemmelse av bakteriekimtall ble utført rutinemessig i perioden 6/4 1962 - 3/4 1963 på månedlige vannprøver fra stasjon 1, stasjon 2, øvre sjakt, nedre sjakt og vannverkets høydebasseng ved Skaugum. Undersøkelsen gikk ut på å bestemme kimtall pr. ml ved kolonitelling etter 3 dagers vekst i pepton-agar-substrat ved 20°C. Bestemmelse av kimtall er av liten hygienisk interesse, men gir en indikasjon på hvor gunstige vekstbetingelsene er for bakteriene i vannet.

Resultatene er vist i tabell 20. Generelt sett er kimtallene høyest om våren og høsten og noe lavere om vinteren. De høye tall antyder at vekstbetingelser for bakterier i innsjøen til dels kan være gunstige. En del bakterier ble isolert fra kimtallsplatene. De fleste ble identifisert som Pseudomonas (fluoriserende type), men arter av Flavobacterium og Chromobacterium var også tilstede. Alle disse organismetyper er strengt aerobe. Vekst av aerobe bakterier medfører forbruk av oksygen, noe som er en viktig årsak til de lave konsentrasjoner av oksygen som forekommer i vannets dypere lag om sommeren og om vinteren.

De bakteriologiske resultater viser at det ikke forekommer noen vesentlig forandring i kimtallet under vannets passasje fra Sandungen til Skaugum.

2. Begroing og slamavsetninger i gjennomstrømningsrør. Hensikten med gjennomstrømningsforsøkene var å undersøke eventuell begroing som kunne tenkes å finne sted i vannledningene og som kunne være årsak til slamavsetningene i bassenget på Skaugum. Dessuten var det derved mulig å undersøke hvilken virkning forbehandling av vannet (f.eks. filtrering) ville ha for begroingen. Rørene var av glass (dekket for lys) eller sort plast ca. 50 cm lange og 15 mm indre diameter, montert horisontalt på rammer av tre. I rørene ble det plassert glassplater 40 mm x 10 mm.

De første rørene ble montert utenfor Vannverkets kloreringshus ved Skaugum den 29/8 1962. Ubehandlet råvann, filtrert råvann (Cuno cellulosefilter, poreåpning 5 μ) og jonebytter-behandlet råvann (Lewatit nr. 600, sterkt basisk) ble ledet gjennom hvert sitt rør, med en hastighet på ca. 0,5 l/min. Etter 7, 13, 19, 27 og 36 døgn ble det samlet inn glassplater for mikroskopisk undersøkelse.

Resultater.

Råvann. De første organismene som etablerte seg på glasset var stavformede stilkebakterier, og man antar at de forandrer turbulensforholdet ved glassoverflaten slik at større organismer lettere kan feste seg. Etter 13 døgn var det således en del trådformede organismer (Thiothrix og Sphaerotilus) tilstede på glasset, og kolonier av Zoogloea, Rotifera og Vorticella. De to sistnevnte er mikroskopiske dyr som spiser bakterier og organisk detritus. Denne veksten hadde fanget opp fytoplankton og krepsdyr, detritus og store mengder små gulbrune humuspartikler, 1 - 5 μ i diameter, som hovedsakelig viste seg å være en slags jernbakterier (Siderocapsa). Disse er omtalt utførligere nedenfor. Det hele dannet løse klaser som lett kunne rives bort fra glasset, og som liknet bunnslammet fra bassenget på Skaugum (se nedenfor). Etter 19 og 27 døgn var bildet omtrent det samme.

Filtrert vann. Her var også stilkebakteriene de første organismene som etablerte seg. Etter 13 døgn var det i tillegg ciliat protozoer, og etter 19 døgn kolonier av Rotifera og Vorticella. Thiothrix-filamenter og unge Zoogloea-kolonier var også tilstede. I motsetning til i røret med råvann, var det bare små mengder Siderocapsa på glasset. Bildet var likedan etter 27 døgn. Cunofilteret holdt meget effektivt tilbake plankton, Siderocapsa og humuspartikler, slik at materialet på glassplatene var kun organismer som vokste og levde der.

Jonebytter-behandlet vann. Nesten bare stilkebakterier var tilstede på glassplatene selv etter 4 ukers gjennomstrømning. Det er sannsynlig at jonebytterkolonien virket som et effektivt filter.

Forsøk med stål- og nylonduk. Vannverk-stålduk (maske 23 μ x 23 μ) satt inn som sil i anlegget (råvann), førte, sammenliknet med råvann, ikke til noen merkbar forskjell i organisme-samfunnet etter 5 dager. Et liknende forsøk med nylonduk (poreåpning 47 μ x 47 μ) ga heller ingen forandring. Disse dukene holdt bare tilbake større eksemplarer av fytoplankton (Peridinium og Anabaena) og rester av krepsdyr.

Begroing i jernrør. Etter 6 ukers gjennomstrømning av råvann, ble det foretatt en mikrobiologisk undersøkelse av begroingen i jernrørene. Undersøkelsen gikk ut på mikroskopering av rustfargete, slimete strimler som var forholdsvis løstsittende på rørets innside.

Strimlene var orangerøde og besto vesentlig av biologisk detritus og mikroorganismer blandet sammen med jern- (III)-hydroksyd. Etter tilsetning av 10% saltsyre gikk jernhydroksydet i oppløsning. Det var da igjen en grå masse som besto av trådformede organismer (Sphaerotilus og arter av sopp), rester av krepsdyr og fyttoplankton. Det er ikke kjent i hvilken grad disse organismene er ansvarlige for korrosjon, men i og med at jernhydroksyd blir avsatt på organismene i jernrør, må dette føre til besvær i ledningsnett. Undersøkelsene av et noe puteformet belegg i jernrørene viste at det besto hovedsakelig av jern- (III)-hydroksyd.

For å finne ut om det var noen forskjell i avsetningen med vann tatt like ved inntaket og råvann fra Skaugum, ble det montert nye gjennomstrømningsrør i Klorhusets kjeller ved Skaugum (10/10 1962) og i øvre sjakt (18/10 1962), hvor vannet ble pumpet opp fra et punkt ca. 1 m fra sjaktens bunn. Fremgangsmåten var som beskrevet ovenfor, og ubehandlet og filtrert vann (Cuno filter, poreåpning 5 μ) ble brukt. I et av rørene ved Skaugum ble det også brukt vann som var filtrert gjennom trekull.

Resultatene fra dette forsøk er vist i tabell 21. Mengdene av avsetning er betegnet med bokstavene L, M og SM, som står for henholdsvis lite, mye og svært mye. Tallene i tabellen gjelder kun for de relative forhold mellom de ulike organismer innen hvert samfunn, og vurderingen er meget subjektiv.

Resultatene er i hovedtrekkene lik dem fra det første forsøket utført en måned tidligere. Stav- og stilkebakterier forekom helt fra begynnelsen av under alle forhold. Det brune slammet, som ble avsatt fra ubehandlet vann både ved øvre sjakt og ved Skaugum var preget av humus, vesentlig i form av fnokker av Siderocapsa. Det var som regel vanskelig å se noen organisert struktur i fnokkene, og de var noe uregelmessige i størrelse og utseende. Da liknende fnokker også finnes i selve innsjøen (se neste seksjon), kan man ikke si i hvilken grad de ble dannet i gjennomstrømningsrørene. Det var ingen vesentlig forskjell på

mengden med avsetning ved Skaugum og øvre sjakt.

Akkumulering av fyttoplankton og rester av krepsdyr i rørene kunne til dels skyldes sedimentering og til dels at slikt materiale ble oppfanget av det biologiske belegg som vokste på rørveggene og som var montert i rørene.

Leptothrix (jern-bakterie) utgjorde bare en liten del av belegget på glassplatene. Normalt lever slike organismer i de dypere lag av innsjøen under stagnasjonsperiodene, og bare under sirkulasjonsperiodene om høsten og våren ble de funnet i de øverste lagene. Filtrering av vannet gjennom cellulose (Cuno) fjernet fnokker av Siderocapsa og annen humus, slik at samfunnet på glassplatene var preget av stavbakterier som vokste på stedet. Filtrering med kull var mer effektivt og fjernet all fyttoplankton i tillegg.

Undersøkelse av slam fra bassenget på Skaugum. Den 29/8 1962 ble det utført mikroskopisk undersøkelse av bunnslam som ble spylt ut av bassenget under rengjøring. Det mikroskopiske bildet var preget av store mengder mørkebrune humuspartikler, som til dels var Siderocapsa-liknende. Blant disse var det mange trådformede organismer, særlig Sphaerotilus, som delvis var tilgrodd med mindre tråder av Thiothrix o.l. Bildet var ellers preget av store mengder fyttoplankton, rester av krepsdyr og forekomster av Zoogloeakolonier.

3. Membranfiltrering av vannprøver. I tidsrommet 4/10 1962 til 21/5 1963, ble det tatt prøver fra øvre sjakt, nedre sjakt, Skaugum (råvann og klorert vann), Sandungen og dens tilløpsbekker og utløpsbekk. 0,5 l av hver prøve ble filtrert gjennom membranfilter, coli - 5, porestørrelse 0,5 μ (et nytt filter ble brukt for hver prøve). De våte filtrene ble undersøkt med en binokularlupe (6 - 40x). De ble så tørket og undersøkt ved mikroskopering under et oljeimmersjonsobjektiv (x 1100). Deler av de tørkede filtrene ble limt på papir for sammenlikning av fargeintensitetene.

Mikroskopisk undersøkelse av filtere. Etter filtrering av vann fra Sandungen (stasjon 1 og 2), eller fra de utvalgte steder i tunnellen og ledningen (øvre og nedre sjakter, Skaugum, Kvalstad), hadde membranfiltrene en lys eller mørkebrun farge. Membranfiltrering av vannprøver tatt i november 1962 førte til

at vannets farge ble redusert med mer enn 50%. Den delen av undersøkelsen som omfattet membranfiltrering av en rekke vannprøver fra øvre sjakt og fra råvannet ved Skaugum, ga ingen grunn til å tro at vannets innhold av suspendert stoff forandret seg under passasje ned gjennom tunnelen og ledningen.

Mikroskopisk undersøkelse av våte filtere fra oktober og november 1962 viste at de var dekket av et jevnt lag av små lyse- og mørkebrune partikler. Spredte fnokker av slike partikler var også tilstede. De små partiklene besto i det vesentligste av såkalte "jernbakterier" av typen Siderocapsa. Partiklene er runde og synes å ha en kjerne av bakterieceller, omgitt av et lag av jernhumusmateriale. Fargeintensiteten og tykkelsen av dette laget øker antakelig med alderen av jernbakterien. Størrelsen av partiklene varierte mellom 1 og 5 μ .

Siderocapsa ble observert i store mengder på glassplatene i gjennomstrømningsrørene, og som allerede nevnt, utgjorde de en betydelig del av det brune slammet som samler seg i bassenget på Skaugum. De observerte fnokker av disse organismene var opptil 0,2 mm i diameter og besto vanligvis av opptil flere hundre mørkebrune enheter bundet sammen i et gult eller lysebrunt materiale av ukjent natur. Prosessen som fører til dannelse av fnokkene er helt ukjent, men henger muligens sammen med vannets kjemiske sammensetning, f.eks. konsentrasjon av jern- og manganjoner. Membranfiltrene, som ble brukt til filtrering av prøver fra Sandungen den 1/3 1963, hadde få av de ovennevnte Siderocapsa. De eksemplarer som var tilstede var små og for det meste lysebrune. Prøvene som ble tatt samme dato fra 20 og 24,5 m dyp (stasjon 1) ga filtere som var dekket av rødbrune partikler av en helt annen type enn de som er beskrevet ovenfor. Disse partikler var stjerneformede og hørte sannsynligvis til Leptothrix-slekten, som også regnes som jernbakterier. Da disse var begrenset til de dypere lag i innsjøen, og ellers bare har vært sett i råvannet i ubetydelige mengder, var de sannsynligvis ansvarlige for bare en liten del av den totale slamavsetning i ledningsnett. Dette stemmer også med resultatene fra undersøkelsen av slamprøver.

Filtrene som ble brukt på prøver fra Sandungen, stasjon 1, (0 m, 8 m og 20 m) den 21/5 1963 (like etter vårfullsirkulasjonen), hadde middelsbrun farge, det vil si noe lysere enn de tilsvarende fra høstfullsirkulasjonen 1962. Det var færre eksemplarer av Siderocapsa enn om høsten. De var gjennomgående mindre av størrelse og fargen var lys gulbrun. På disse filtrene fantes det store, gule, humusaktige flekker, som var diffuse i kanten. Opprinnelsen av disse flekkene er ukjent.

Undersøkelse av bekkene. Prøver ble tatt fra tilløpsbekkene (fig. 1) den 21/10 1962, 11/11 1963 og filtrert gjennom membranfiltre som beskrevet ovenfor. Noen prøver ble også tatt samtidig fra Sandungens utløpsbekk. Bekk nr. 3 er utløpsbekken fra Lille Sandungen og antas å være noenlunde representativ for overflatevannet fra denne innsjøen. Det viste seg at vannet fra utløpsbekken fra Store Sandungen og fra øvre sjakt ga omtrent samme bilde på membranfiltrene.

Generelt var fargen på membranfiltrene etter filtrering av vann fra tilløpsbekkene lysere enn etter filtrering av vann fra Sandungen, og i noen tilfeller ga bekkvannet praktisk talt ingen farge på filtrene. De brune partiklene som forekom på filtrene, var for det meste planterester. Noen Siderocapsa-liknende partikler var tilstede, især i vannet fra bekk nr. 3 (Lille Sandungen). Om høsten var disse små og gule, mens de tilsvarende i Store Sandungen var store og mørkebrune. Ellers var det i tilløpsbekkene en del Leptothrix-filamenter, særlig i prøvene tatt den 11/1 1962.

7. FORSØK MED KULLFILTER.

Aktivt kull er kjent for å kunne adsorbere humuskomponenter. Det var derfor av interesse å prøve filtrering gjennom aktivt kull i et forsøksfilter for å klarlegge om denne vannrensningemetode kunne anvendes på vann fra Store Sandungen. Forsøksfilteret ble montert i Vannverkets kloreringshus på Skaugum slik at det var mulig å filtrere råvannet direkte fra hovedledningen fra Sandungen. Forsøksopplegget er vist i fig. 9. Filteret var et innvendig asfaltert trykkfilter av jern, og filtermaterialet aktivt kull fra Bayer (0 - 2499).

I driftsperioden ble det tatt prøver av råvann (A, fig. 9), av vann direkte etter filtrering (B, fig. 9), og fra blandprøvekar (D, fig. 9). Dette siste karet ble tømt etter hver prøvetaking. Denne blandprøven representerer altså et gjennomsnitt av filtrert vann mellom hver prøvetaking. I begynnelsen ble disse prøver tatt daglig, siden med avtakende frekvens.

Anlegget ble holdt i drift i tilsammen 83 døgn fra 6/3 til 7/6 1963 med 5 døgn avbrytelse (22/6 - 27/6 p.g.a. spyling av bassengene på Skaugum).

Den midlere gjennomstrømningshastighet i anlegget var 0,6 l/min (standardavvik: $S = 0,3$) tilsvarende 11 ml/l kull/min.

73 m³ vann hadde således passert 53 l filtermateriale i løpet av forsøksperioden.

I tabellene 22, 23 og 24 er gjengitt analyseresultatene av råvann, stikkprøver og blandprøve av kullfiltrert vann. Fig. 10 gjengir variasjonene av det ukentlige middel av kjemisk oksygenforbruk ($KMnO_4$), toverdige og totalt jern, foruten pH og farge.

pH. Ved å sammenlikne middelverdiene for de tre vannprøvesett (siste linje tabell 22, 23 og 24) ser man at kullfilteret forårsaker en pH-økning. Dette er ventelig fordi alkaliske stoffer avgis til vannet fra filtermaterialet. Av fig. 10 fremgår at denne pH-forskjell blir mindre utpreget etter hvert, noe som viser at dette er et begynnelsesfenomen.

Farge. Kurvene og middelverdiene for farge fra de tre prøvesett viser en forholdsvis markert reduksjon i rekkefølgen råvann, stikkprøve - og blandprøve av kullfiltrert vann, og man ser at fargen i blandprøven holder seg temmelig konstant, selv om råvannsfargen varierer en del i forsøksperioden. Likeledes fremgår det av fig. 10 at den fargereduserende effekt av kulle ikke synes å ha avtatt vesentlig, idet det ikke er noe som tyder på at fargekurvene for blandprøve av kullfiltrert vann og råvann nærmer seg hverandre.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF) - $KMnO_4$. KOF-tallene og de tilsvarende kurvene understøtter i stor grad fargemålingene. Kulletts adsorpsjonseffekt på organisk stoff minker relativt raskt i begynnelsen, men når etter ca. 30 m³ en grense som

varierer forholdsvis lite. Fra kurvene på fig. 10 fremgår at 80 m³ vann av den kvalitet råvannet hadde i forsøksperioden ikke er tilstrekkelig til å mette 53 l aktivt kull.

Jern (Fe⁺⁺ og Fe-total). Kurvene av middelveidene for jern danner et noe forvirrende bilde. For det første ser man av fig. 10 at det kullfiltrerte vannet de første ukene av forsøksperioden har et større innhold av Fe⁺⁺ enn råvannet. Videre ser man at total-jerninnholdet av det filtrerte vannet har en jevnt stigende tendens etter en driftstid på ca. 14 dager til tross for at det tilsvarende jerninnhold i råvannet varierer.

Forklaring på denne jernøkning er opplagt at trykkfilteret, på tross av innvendig asfaltering korroderte kraftig. En fremtredende korrosjon ble nemlig oppdaget under inspeksjon av filteret etter at forsøksdriften var avsluttet.

Tallene i tabell 22, 23 og 24, som angir turbiditeten, er for få og for lite representative til å gi grunnlag for noen konklusjon. Turbiditetsanalysene ble for øvrig etter en tid sløyfet nettopp fordi de viste så små variasjoner. Tabellene viser også at det innledningsvis ble gjort analyser av farge, toverdige jern og totaljern, foruten turbiditet, på vannprøvene filtrert gjennom glassfilter. Det er nemlig så at ved måling av farge, influeres resultatene av suspendert materiale. Resultatene antyder at råvannet, i begynnelsen også det kullfiltrerte vann, inneholder filterbart materiale, med forholdsvis liten innflytelse på fargen.

På grunnlag av de forsøksbetingelser som er beskrevet foran, og de resultater som foreligger, kan man si at kullfiltrering av vann fra Store Sandungen gir en vesentlig reduksjon av fargen og en god kvalitetsforbedring når det gjelder innholdet av oksyderbart stoff. Det må imidlertid presiseres at kvaliteten av råvannet var bedre enn vanlig i forsøksperioden, idet midlere farge og KOF på henholdsvis 17 mg Pt/l og 3,3 mg O/l må anses å være lavere enn normalt. Forsøket tyder på at 73 m³ vann av denne kvalitet ikke metter 0,053 m³ aktivert kull. Hvis man allikevel regner med at 1 m³ aktivert kull mettes av 1400 m³ Sandungen-vann, og at en gjennomstrømningshastighet på 1 m pr. time gir en tilfredsstillende effekt, vil man med et maksimalt vannforbruk på 300 m³/time måtte trenge 300 m³ kull. Disse 300 m³ kull vil kunne tåle 420.000 m³ vann før de er

nett, eller kunne være effektive i 140 døgn med et døgnforbruk på 300 m³ vann. Hvis man tar de gitte forutsetninger i betraktning, vil trolig et teknisk vannrenseanlegg basert på aktivt kull bli så omfattende og kostbart at man i første omgang bør undersøke mulighetene for andre rensemetoder.

8. UNDERSØKELSE AV KORROSJONSFORHOLD.

Forsøksanlegg.

For å studere korrosjon, begroing og avsetting i røرنettet ble det montert et forsøksanlegg ved bassenget på Skaugum sommeren 1962. Råvannet ble her ledet gjennom rør av forskjellig materiale: jern, galvanisert jern, perspex, svart plast og glass. Rørene var horisontalt montert, og hvert rør besto av 8 rørlengder a 1 meter. Perspex-, plast- og glassrørene ble satt i drift den 29. juni. Jernrørene og de galvaniserte rørene ble satt i drift den 3. juli. Den 11. juli ble det satt opp et galvanisert jernrør og et jernrør hvor vannet først ble ledet gjennom knust, manganholdig stein fra området ved Store Sandungen før det ble ledet gjennom røret. Den 22. august ble glass, plast, perspexrørene og det galvaniserte jernrøret, hvor vannet først renner gjennom knust stein, demontert for undersøkelse.

Den 29. august 1962 ble nye plastrør tilkople, og vannet ble dels filtrert og dels jonebyttet. Fra denne dato var følgende rørsystem i drift:

1. jernrør, direkte.
2. jernrør, hvor vannet først renner gjennom knust stein fra Store Sandungen-området.
3. galvanisert jernrør, direkte.
4. galvaniserte jernrør, filtrert.
5. svart plast, direkte.
6. svart plast, filtrert.
7. svart plast, jonebyttet.

Filteret var et "Cuno"-filter med 5 microns porestørrelse. Jonebyttermassen var en sterk basisk anjonebytter (Lewatit MF 500). Den 4. oktober ble alle plastrørene demontert. Den

15. oktober ble det montert et kullfilter. Det kullfiltrerte vannet ble ledet gjennom svart plast. Anlegget ble demontert den 7. november.

Vannføringen ble regulert til 0,5 liter pr. min for hvert rør. Fra 22. august ble det tatt kjemiske analyser av vannet fra de forskjellige rørene. Analyseresultatene er ført opp i tabell 25 og illustrert i fig. 11.

Korrosjon.

Den spesifikke ledningsevne for vannet i Sandungen er ca. $40 \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Med denne lave ledningsevnen er det meget vanskelig å måle korrosjonsstrømmen mellom metallet og det vannet metallet er i kontakt med. Som mål for korrosjonen valgte vi derfor å analysere vannet på det metalljon som vannet utløser fra røret. Dette blir bare riktig for korrosjon på sink i galvaniserte rør fordi korrosjonsproduktene av sink er oppløselige i vann av lav pH-verdi. Kurvene på fig. 12 viser utløsningen av sink fra de galvaniserte jernrørene som funksjon av driftstiden. Kurvene på fig. 13 viser utløsningen av jern fra jernrørene som funksjon av tiden. Disse viser meget ujevne forløp. Grunnen er for det første at det var vanskelig å holde gjennomstrømningshastigheten konstant. For det andre foreligger ikke metallene løst som joner, men som kolloidalt oppløste og delvis utfelte hydroksyder. Det var derfor vanskelig å ta ut homogene prøver. I råvannet var sink- og jerninnholdet henholdsvis ikke påviselig og omkring 0,05 mg/l som det fremgår av tabell 26.

Galvaniserte jernrør.

Rørene ble inspisert etter forsøks tidens slutt. Sinkbelegget må karakteriseres som jevnt korrodert over hele overflaten. Enkelte steder var sinkbelegget helt borte. De rørene som ble inspisert den 22. august viste samme bilde, bare at korrosjonen da ikke var så langt fremskredet.

Rørene hadde ikke noe innvendig belegg bortsett fra at noe av korrosjonsproduktene av sink lå langs veggene. Sinkkonsentrasjonen i vannet var ifølge analyseresultatene i gjennomsnitt 0,3 mg pr. liter. I løpet av en måned med en vannhastighet på 0,5 l/min, vil en slik sinkkonsentrasjon representere 6,48 g sink. En galvanisert røroverflate har ca. 60 g sink pr. m^2 .

Under forsøket ble det benyttet $\frac{1}{2}$ " rør. Disse har en indre overflate på ca. $0,05 \text{ m}^2$ pr. m. Det innvendige belegg i 8 m rør veier ca. 24 g. Dette vil si at med de betingelsene en hadde under forsøket, og med vann fra Sandungen, vil sinkbelegget ikke vare lenger enn knapt 4 måneder.

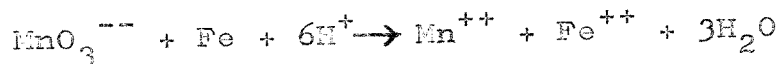
Jernrør.

Av kurvene på fig. 13 fremgår det at vannet gjennomsnittlig fikk et tillegg i jerninnhold på ca. 0,2 mg pr. l ved å passere jernrørene. Ved undersøkelsene av røret etter forsøks-tidens slutt, ble det påvist at korrosjonsprodukter lå igjen langs rørveggen. Det var der et ca. 2 mm tykt ujevnt belegg av rust innfiltrert av organisk materiale. Under rustbelegget var jernet ikke jevnt korrodert. Metallflaten var besatt med groper, så tett at de nærmest gikk over i hverandre, dels vide og grunne, dels små ca. 2 mm i diameter og dype inntil 1 mm, gjennomsnittlig ca. 0,5 mm dype. Groperne syntes å være konsentrert i nedre halvdel av røret. En slik ujevn korrosjon kalles groptøring og er en særlig farlig korrosjonsform da den begrenser seg til små områder, men trenger seg innover i metallet og snart kan føre til at dette blir gjennomhullet.

Manganets betydning for korrosjon.

Mangan forekommer i naturen først og fremst i form av forskjellige oksyder som MnO_2 , Mn_2O_3 og Mn_3O_4 eller vannholdige oksyder som $\text{MnO}(\text{OH})_2$ og $\text{MnO}(\text{OH})$. Av den fireverdige form har vi foruten den stabile, uløselige brunstein eller pyrolusitt også ustabile modifikasjoner som er mer eller mindre oppløselige i vann. Manganoksydene i bergarten er av de ustabile modifikasjonene. Legger vi et stykke av bergarten i vann kan vi etter en tid påvise små mengder mangan i vannet.

De fireverdige manganjonene som vi får oppløst i det sure vannet er ustabile og virker sterkt oksyderende. Legger vi en jernbit sammen med et stykke av bergarten får vi straks betydelige mengder mangan i vannet, (ca. 1 mg pr. liter), og jernbiten korroderer. Reaksjonen mellom jern og fireverdig mangan må antas å være denne:



Etter hvert som de fireverdige manganjonene blir redusert løses det mere ut fra bergarten.

Analogt med jern reagerer fireverdige mangan med sink etter likningen:



Denne reaksjon nyttes i tørrelementer for at elementet skal gi konstant spenning.

En ensidig reduksjon av fireverdige manganjoner er allikevel ikke tilstrekkelig til å forklare en korrosjonsform som grop-tering på jern. Det må antas at de toverdige manganjonene igjen blir oksydert, enten ved hjelp av bakterier eller at miljøet ved jernoverflaten er så basisk at det oppløste oksygenet klarer oksydasjonen. Ut fra denne teori virker mangan som en homogen katalysator for korrosjonsprosessen.

Forsøk med å plassere jernbiter i innsjøen fra inntaket og utover, viser at korrosjonen er størst nærmest inntaket og avtar utover. Det kan forklares ved å anta at hvis man sprenger bergarten har man bragt vannet i kontakt med friske brudd av manganholdig stein og dermed forverret vannkvaliteten i korrosiv henseende.

Hensikten med å la vannet først passere knust manganholdig stein før det ble ledet inn i rørene, var å se om vi fikk tilført vannet mere fireverdige manganjoner og dermed større korrosjon. Det ble ikke påvist noen forskjell i korrosjonen. Kurvene på fig. 13 viser at stort sett er jerninnholdet det samme i de to tilfellene.

Av kurvene på fig. 14 ser vi at fargen på vannet er høyere etter at det har passert knust stein enn før.

9. SAMMENDRAG OG DISKUSJON.

Fra april 1962 til august 1963 gjennomførte Norsk institutt for vannforskning en undersøkelse i forbindelse med Asker kommunes drikkevannsproblemer. Undersøkelsen omfattet følgende hoved-områder:

1. Limnologisk undersøkelse av Store Sandungen.
2. Mikrobiologisk undersøkelse av begroing og slam-avsetning i rørsystemer, vannbasseng m.v.
3. Forsøk med kullfilter.
4. Undersøkelse av korrosjonsforhold.

Berggrunnen i nedbørfeltet til Store Sandungen består av perniske lavabergarter (rombeporfyr) som i stor utstrekning er dekket av et tynt lag bregrus. Store deler av nedbørfeltet er beveget med barskog. Enkelte steder er det noe myr- og torvjord. På østsiden av innsjøen ligger et lite gårdsbruk som har drenering til innsjøen.

Store Sandungen har en overflate på ca. $0,9 \text{ km}^2$ og et volum på $4,6 \text{ mill. m}^3$. Nedbørfeltet er $4,5 \text{ km}^2$ og den teoretiske oppholdstid 1,5 år.

Store Sandungen gjennomløper 4 termiske perioder årlig, nemlig:

Sommerstagnasjonsperioden,	mai - oktober:	5 mndr.
høstfullsirkulasjonsperioden,	oktober - november:	1 "
vinterstagnasjonsperioden,	november - mai:	$5\frac{1}{2}$ "
vårfullsirkulasjonsperioden,	mai:	$\frac{1}{2}$ "

Om sommeren ligger sprangsjiktet i 8 - 10 meters dyp. I disse perioder er temperaturen i overflatelagene $15 - 20^\circ\text{C}$, og i dyp-lagene ligger temperaturen i området $6 - 7^\circ\text{C}$.

Årsvariasjonene i oksygeninnholdet følger i grove trekk temperaturens årsvariasjon. Fullsirkulasjonsperiodene, særlig om våren, er av så kort varighet at vannmassene ikke oppnår det oksygeninnhold som løselighetsforholdene tilsier. Om sommeren er oksygenmetningen i overflatelagene ca. 80 - 90%.

Under stagnasjonsperiodene er det et betydelig oksygenforbruk i dyplagene, og i slutten av periodene er vannmassene i de dypeste lag oksygenfrie. Det ble ikke påvist noen forskjell i oksygenforholdene på de to observasjonsstasjoner (avmerket på fig. 1).

Middelverdier for en del kjemiske komponenter på de forskjellige stasjoner (fig. 1) er fremstilt i tabell 3 neste side.

Tabell 3.

Middelverdier for en del kjemiske komponenter (1962 - 1963).

Parameter St.	pH	Sp. 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	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1
1	6,7	41,1	30	1,2	3,2	10,0	0,13	0,21
2	7,0	41,9	32	1,3	3,4	9,3	0,17	0,26
3	6,9	40,0	24	1,1	3,2	9,2	0,07	0,05
4	7,0	40,5	25	0,9	3,6	10,5	0,07	0,03
5	6,9	39,4	21	0,7	3,3	9,4	0,06	0,06

Overflatevannet i Store Sandungen har gjennomgående nøytral eller svakt sur karakter. Under stagnasjonsperiodene er vannet i dyplagene noe surere. Vannet er bløtt og har en total hårdhet på ca. 10 mg CaO/1. I overflatelagene varierer fargeverdiene mellom 20 og 30 mg Pt/1, mens kaliumpermanganattallene varierte i området 3 - 4 mg O/1. De høyeste verdier både for farge og KMnO₄-tall ble registrert i sirkulasjonsperiodene, spesielt om høsten. Under stagnasjonsperiodene er det stor påvirkning av organisk materiale i dyplagene. Jern og mangan er komplekst bundet til organisk materiale og varierer parallelt med farge- og oksydenbarhetsverdiene, og under stagnasjonsperiodene er det forholdsvis høye konsentrasjoner av jern og mangan i dyplagene. Vannet inneholder mer mangan enn jern - noe som er karakteristisk for Store Sandungen.

Vannprøver tatt på forskjellige steder av ledningssystemet hadde omtrent samme kjemiske kvalitet som vannmassene i de øverste lag av Sandungen.

Sandungen er ikke en produktiv innsjø i ordets vanlige betydning. Mengdene av fyttoplankton- og zooplankton-organismer er forholdsvis beskjedne. Men sjøen er produktiv på en annen måte. Vannet som renner ut av sjøen inneholder farget, suspendert materiale som hovedsakelig er av en annen sort enn det som kommer inn ved tilløpsbekkene. Mye av det suspenderte materialet i Sandungen, bortsett fra fyto- og zooplankton, består av Siderocapsa-liknende organismer. Det antas at disse organismene lever ved oksydasjon av løste humusstoffer, som

forekommer i sjøen bundet sammen med jern- og manganjoner. Bakteriernes forbruk av humusstoffer fører derfor til utfelling av jern og mangan som uløselige salter (f.eks. med humuskomponenter), og dette danner et gulbrunt lag rundt bakteriene. De eksemplarene som var tilstede i Sandungen var opptil 5 μ i diameter, og fargen varierte fra gul til mørkebrun.

Forsøk i gjennomstrømningsrør indikerer at det meste av avsetningsmaterialet forekommer som fine partikler i suspendert tilstand allerede i selve innsjøen. Forsøkene har også vist at avsetningsmengden kunne reduseres betraktelig ved hjelp av cellulose-filter (poreåpning 5 μ), men nylonduk (maske 47 μ x 47 μ) og stålduk (maske 28 μ x 28 μ) fjerner bare de større eksemplarer av fyto- og zooplankton. Om hvorvidt de Siderocapsa-liknende organismene er ansvarlige for slamavsetningene i Asker vannverk, kan det antydes følgende.

Siderocapsa-liknende organismer forekom i store mengder i bunnslammet fra bassenget på Skaugum, og i avsetningen på glassplater i gjennomstrømningsrørene. De er i stor grad ansvarlige for avsetningens mørkebrune farge. Særlig på sensommeren og høsten, når slamproblemet var mest plagsomt, preget de bildet på membranfiltere som ble brukt til filtrering av vann fra de øverste lag av Sandungen.

Det ble funnet atskillige mengder av fyttoplankton og krepsdyrrester i avsetningen, særlig i bassenget, og plankton må regnes som en betydelig faktor i avsetningen i hvertfall i sommerhalvåret.

Aktivt kull er benyttet i et filtreringsanlegg med råvann fra Store Sandungen.

Rensemetoden resulterte bl.a. i en midlere reduksjon av fargen og det kjemiske oksygenforbruk (KMnO_4) på ca. 50%.

Det er sannsynlig at et teknisk vannrenseanlegg basert på aktivt kull vil bli omfattende og kostbart, og man bør derfor se på andre alternative metoder før filtrering gjennom aktivt kull undersøkes nærmere.

I et forsøksanlegg ble korrosjon på jernrør og galvaniserte jernrør nærmere studert. Ved forsøkets slutt, etter ca. 3 mndr., hadde jernrøret et ca. 2 mm tykt innvendig belegg av rust, og under dette var jernet ujevnt korrodert. Korrosjonsgrøpene var inntil 1 mm dype. Vannet fra de galvaniserte jernrørene inneholdt gjennomsnittlig 0,3 mg En/l . Dette svarer til at 6,48 g sink oppløses pr. måned fra 8 m rør. Vannets relativt høye korrosivitet antas å bero på at bergarter omkring Store Sandungen inneholder høyereverdige manganoksyder som oppløses og tilføres vannmassene. De høyereverdige manganjoner virker som depolarisatorer for korrosjonsprosessene. Korrosjonsforsøk med jernbiter i innsjøen viser at korrosiviteten er størst ved inntaket og avtar utover i sjøen. Grunnen kan være at ved inntaket er vannet kommet i kontakt med friske bruddflater av den manganholdige bergart.

10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.

1. Undersøkelser av Store Sandungen i 1962 - 1963 viser at vannet inneholder humuskomponenter og har et høyt innhold av jern og mangan. Innholdet av mangan i forhold til jern er større enn det man vanligvis finner i norske innsjøer. Dyplagene i Sandungen inneholder på senvinteren og sensommeren meget jern og mangan.
2. Dannelse av humuslam som inneholder jern og mangan er et alminnelig problem ved norske vannverk, men det er grunn til å anta at det uvanlige forhold mellom jern og mangan i Sandungens vannmasser har betydning for ulempenes karakter i Asker. Slamproblemene har sammenheng med dannelse av meget små partikler, som oppstår av kjemiske og biologiske årsaker. Manganinnholdet kan ha betydning for korrosjon på ledningsnett.
3. Forsøk på å forbedre vannet ved filtrering har vært utført, men bl.a. av teknisk-økonomiske årsaker anbefales det ikke å basere drikkevannsbehandlingen bare på filtrering.
4. Kjemisk rensning av vannet ved tilsetning av felningsmidler er nødvendig for å fjerne ulempene og for å gi markant kvalitetsforbedring. På grunn av vannets uvanlige sammensetning vil vi anbefale at denne prosess eventuelt blir særskilt utredet. Renseanlegg av denne type er kostbare i anlegg og drift, og behandling av vannet ved denne metode bør sees i sammenheng med den fortsatte utbygging av vannforsyningen for Asker.

Tabell 4.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 5/4-62. m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. $\times 10^{-6}$	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
		mg O ₂ /l	% Metn.								
St.1.											
1	1,30	9,7	69,8	6,7	38,0	20	0,3	3,9	9,5	0,02	<0,03
2	2,98	9,8	72,8	6,7	37,0	20	0,3	3,6	-	-	-
4	3,68	7,6	57,3	6,6	36,8	19	0,3	3,4	9,3	0,01	<0,03
6	3,89	7,0	53,2	6,6	36,8	20	0,4	3,6	-	-	-
8	3,90	6,5	49,6	6,5	38,0	19	0,4	3,7	9,4	0,03	0,04
12	3,97	5,2	39,2	6,5	39,4	21	0,5	3,5	9,7	0,09	0,03
14	4,00	3,7	28,4	6,5	40,0	28	0,6	3,7	-	-	-
16	4,03	1,0	13,8	6,4	43,0	33	1,0	3,5	11,0	0,26	0,09
18	-	0,6	4,5	6,4	43,4	44	1,5	3,4	-	-	-
20	4,10	0,1	1,0	6,5	47,5	66	3,3	3,2	12,2	0,80	1,11
23	4,21	0,1	0,6	6,8	60,3	126	6,3	4,3	15,5	2,10	5,28
St.3.	-	-	-	6,6	36,8	22	0,7	3,9	9,2	0,10	Ikke påvist
St.4.	-	-	-	7,2	43,4	23	0,4	3,8	11,4	0,07	"
St.5.	-	-	-	6,6	39,2	18	0,3	3,5	9,1	0,02	"

Tabell 5.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e ⁶ # 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ mg O/1	Hårdhet mg CaO/1	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1
		mg O ₂ /1	% Metn.								
St.1.											
1	6,47	9,5	80,0	6,6	36,4	26	1,0	3,8	9,0	0,11	0,16
4	6,33	9,4	79,0	6,9	36,8	26	0,9	3,3	9,2	0,21	0,18
8	6,41	9,3	78,3	6,7	37,0	30	0,8	3,4	9,0	0,10	0,18
12	5,44	8,0	65,6	6,7	38,2	30	0,8	3,1	9,1	0,17	0,27
16	4,98	7,2	58,3	6,6	38,2	35	0,9	3,2	9,5	0,21	0,36
20	4,86	5,0	40,8	6,6	43,0	44	1,5	2,9	10,3	0,55	0,92
23	4,75	4,8	38,6	6,6	43,0	50	2,0	3,0	10,2	0,43	0,79
St.3.	7,80	9,7	84,0	6,8	37,0	30	1,2	3,4	9,0	0,13	0,15
St.5.	6,10	9,2	76,8	6,7	38,2	20	0,7	2,7	9,9	0,09	0,10

Tabell 6.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Kalsium mg CaO/l	Magnesium mg MgO/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.								
St.1.											
0	12,85	-	-	7,2	37,5	22	0,9	7,1	1,5	0,06	0,06
1	12,47	10,9	105,5	7,3	37,3	26	0,9	7,4	1,5	0,06	0,08
2	11,67	11,3	107,0	7,3	38,8	22	0,8	7,2	1,7	0,07	0,10
4	9,97	11,2	102,0	7,2	37,5	30	0,9	7,6	1,4	0,08	0,10
6	8,88	10,3	91,7	6,8	39,2	24	0,8	7,7	1,4	0,07	0,10
8	7,94	9,6	83,9	6,8	38,8	22	0,7	7,7	0,9	0,06	0,10
10	6,64	8,3	69,6	6,6	39,2	24	0,9	8,0	1,4	0,12	0,21
12	6,18	7,1	58,9	6,5	40,2	28	0,9	7,6	1,4	0,15	0,27
16	5,67	6,9	56,6	6,5	40,8	28	1,0	7,5	1,8	0,18	0,32
20	5,45	6,6	54,2	6,5	41,5	33	1,3	7,4	1,9	0,22	0,35
24	5,39	6,5	52,9	6,5	41,0	33	1,5	7,5	2,5	0,27	0,42
St.2.											
0	15,20	-	-	7,2	37,5	22	0,9	6,5	2,0	0,06	0,13
1	15,09	10,7	109,0	7,2	37,3	24	0,9	7,1	1,6	0,09	0,11
2	13,43	10,8	106,1	7,1	37,3	26	0,9	7,1	1,5	0,07	0,10
4	10,95	11,1	103,9	6,9	37,2	26	0,8	7,6	1,2	0,08	0,10
6	8,96	10,0	89,0	6,6	38,4	24	0,8	7,4	1,7	0,11	0,16
8	7,94	8,3	72,4	6,6	39,8	28	1,0	7,8	1,4	0,14	0,21
10	6,29	7,7	64,2	6,5	40,2	28	0,9	7,6	1,7	0,14	0,21
12	-	7,5	-	6,5	39,4	28	0,9	-	-	0,15	0,24
16	6,27	7,2	60,2	6,5	39,4	28	0,9	-	-	0,15	0,24
St.3.	11,20	10,8	101,5	7,1	38,6	28	1,0	-	-	0,08	0,09
St.5.	9,55	10,6	96,0	7,0	38,8	22	0,7	-	-	0,07	0,05

Tabell 7.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 5/7-62.	m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall m ³ O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
			mg O ₂ /l	% Metn.							
St.1.											
0	15,10	8,3	84,9		7,3	37,4	19	0,9	2,8	<0,05	<0,05
2	15,10	6,8	69,6		7,2	37,2	19	0,8	2,9	<0,05	<0,05
4	14,80	5,8	59,0		7,2	37,4	17	0,7	2,7	<0,05	<0,05
7	9,12	-	-		-	-	-	-	-	-	-
8	7,80	5,2	45,2		6,5	37,9	22	0,7	2,7	<0,05	<0,05
12	6,90	-	-		6,4	39,4	37	0,9	3,0	0,07	0,09
16	6,41	5,5	46,2		6,5	39,8	41	1,1	2,7	0,11	0,16
20	6,15	5,5	45,9		6,6	43,8	44	1,2	2,6	0,18	0,42
24	6,11	5,2	43,3		6,3	40,4	49	2,0	2,7	0,27	0,49
St.2.											
0	13,40	8,7	85,9		7,2	37,4	18	0,8	3,0	<0,05	<0,05
2	12,10	8,8	84,5		7,2	36,6	19	0,9	3,0	<0,05	<0,05
4	14,45	8,1	81,9		7,2	37,4	17	0,9	2,7	<0,05	<0,05
8	13,95	7,9	78,9		6,6	39,2	27	0,9	2,8	<0,05	0,05
9	7,22	-	-		-	-	-	-	-	-	-
10	7,38	-	-		-	-	-	-	-	-	-
12	7,01	8,1	69,0		6,5	39,6	37	0,9	2,3	0,08	0,15
16	-	6,9	-		6,4	39,4	39	1,2	2,5	0,14	0,19
St.3.											
	9,4	5,5	49,6		7,1	37,4	17	1,2	2,6	<0,05	<0,05
St.4.											
	14,5	8,2	83,0		7,1	38,0	21	1,1	2,9	<0,05	<0,05
St.5.											
	14,5	-	-		7,1	38,0	18	0,6	2,9	<0,05	<0,05

Tabell 8.
Fysisk- kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. t % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
St. 1.										
0	16,30	-	-	7,2	36,1	25	1,0	4,3	<0,05	<0,05
1	16,30	7,9	83,8	7,3	36,5	24	1,0	3,9	0,05	<0,05
4	15,86	8,2	85,2	7,3	36,5	25	1,0	3,8	0,05	<0,05
6	14,60	6,3	63,8	6,8	36,5	24	0,9	3,6	0,05	<0,05
7	11,02	5,3	49,6	6,6	40,0	25	0,8	3,6	0,05	0,05
8	8,75	4,3	38,2	6,4	38,8	21	0,5	3,0	0,05	<0,05
9	7,50	4,3	37,1	6,4	39,8	25	0,5	3,3	0,05	0,05
12	6,94	3,8	32,3	6,4	39,8	35	0,6	3,1	0,15	0,25
16	6,40	3,6	30,3	6,4	40,4	38	0,8	3,5	0,25	0,40
20	6,30	3,1	25,1	6,4	40,8	47	1,1	3,3	0,45	0,80
24	6,11	2,1	17,5	6,5	44,3	59	2,3	3,7	0,85	1,55
St. 2.										
0	16,55	-	-	7,3	37,6	29	1,0	3,7	0,05	<0,05
1	16,55	8,6	90,4	7,2	37,6	28	1,1	3,7	0,05	<0,05
4	16,03	8,7	90,6	7,3	37,2	27	1,2	3,8	0,05	<0,05
6	15,00	7,4	75,6	7,0	37,4	27	1,1	3,4	0,05	<0,05
7	10,48	5,1	47,3	6,5	38,8	21	0,7	3,3	0,05	0,05
8	8,90	4,4	39,2	6,4	39,2	26	0,6	2,9	0,05	0,05
9	7,82	4,0	34,8	6,4	39,2	37	0,6	3,3	0,10	0,10
12	7,08	3,4	29,1	6,4	39,6	42	0,9	3,4	0,15	0,30
16	6,91	3,0	25,5	6,4	41,5	47	1,4	3,4	0,35	0,50
St. 3.										
	15,80	8,3	86,1	7,2	38,0	30	1,2	3,5	0,05	0,05
St. 4.										
	15,20	7,8	79,9	7,1	38,4	25	1,1	3,7	0,10	0,05
St. 5.										
	15,20	6,6	67,6	7,1	39,2	41	1,5	3,6	0,10	0,20

Tabell 9.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n. 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
		mg O ₂ /l	% Metn.								
<u>St.1.</u>											
0	10,65	-	-	7,1	37,6	31	1,0	4,1	8,8	0,06	0,07
1	10,65	9,5	88,2	7,1	37,6	37	1,0	4,0	8,8	0,13	0,08
4	10,50	9,5	88,1	7,1	38,2	35	1,0	4,2	9,5	0,05	0,08
8	10,37	9,3	86,1	7,1	38,2	33	0,9	4,1	9,1	0,05	0,09
10	10,30	9,2	85,0	7,0	38,3	33	0,9	4,2	9,3	0,05	0,08
10½	9,61	6,4	58,0	7,2	39,6	31	0,9	3,8	9,9	0,05	0,13
11	7,97	3,5	30,5	6,3	40,6	31	0,6	3,6	9,3	0,05	0,25
12	7,10	2,3	19,6	6,4	42,0	33	0,5	3,1	9,6	0,09	0,43
16	6,53	2,0	16,8	6,4	43,3	44	0,9	3,0	9,7	0,27	0,68
20	6,25	1,1	9,2	6,3	44,3	64	2,9	3,0	9,9	0,57	1,23
23	6,19	0,8	6,7	6,4	45,3	70	3,9	3,5	9,6	0,71	1,45
24	6,20	0,7	5,8	6,3	45,6	79	4,0	3,1	10,8	0,78	1,65
<u>St.2.</u>											
0	10,50	-	-	7,0	38,2	34	0,9	4,1	8,9	0,05	0,09
1	10,49	9,2	85,2	7,0	38,3	35	1,0	4,0	8,8	0,06	0,08
4	10,33	8,9	82,1	6,9	38,2	37	1,0	4,3	8,8	0,06	0,08
8	10,20	8,8	81,0	6,9	38,3	36	0,9	4,1	9,0	0,06	0,09
10	9,66	7,9	71,5	6,8	39,0	36	0,9	4,2	8,9	0,07	0,11
11	8,33	3,1	27,3	6,8	40,8	30	0,8	3,1	9,5	0,14	0,52
12	7,22	2,1	18,0	6,4	42,8	36	0,6	3,2	9,2	0,07	0,35
14	7,08	1,5	12,8	6,3	44,3	49	1,2	3,1	9,9	0,32	0,73
16	6,95	0,8	6,8	6,4	45,8	74	2,6	3,2	9,9	0,85	1,08
<u>St.3.</u>											
	10,70	8,8	81,8	6,9	38,8	36	1,2	4,2	9,0	0,06	0,08
<u>St.4.</u>											
	10,80	8,7	81,3	6,9	40,8	29	1,0	4,1	9,5	0,05	0,06

Tabell 10.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n.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
		mg O ₂ /l	% Metn.								
Prøver tatt: 15/10-62.											
St.1.											
0	8,70	-	-	7,1	39,2	26	1,2	4,3	9,0	0,05	<0,05
1	8,80	9,5	84,7	7,1	38,8	27	1,2	3,9	9,0	0,05	0,07
4	8,78	9,0	80,0	6,9	39,0	28	1,2	4,0	9,2	<0,05	0,06
8	8,73	8,7	77,0	6,9	39,0	28	1,2	4,0	9,1	<0,05	0,09
12	8,47	6,8	60,0	6,7	40,2	26	1,1	3,9	9,2	0,08	0,22
13	7,91	2,6	22,5	6,4	42,4	22	1,0	3,0	9,4	0,08	0,44
14	6,89	1,3	11,4	6,4	44,3	29	1,1	3,2	9,6	0,22	0,67
16	6,63	1,0	8,1	6,3	44,3	38	1,6	3,1	9,8	0,40	0,88
20	6,23	0,3	2,4	6,3	44,5	67	5,1	3,0	10,6	0,55	1,13
24	6,16	0,1	0,8	6,4	47,7	64	4,5	3,3	11,1	0,70	1,85
St.2.											
0	8,70	-	-	6,8	38,8	26	1,2	3,7	9,2	0,05	0,07
1	8,75	8,9	79,0	6,9	38,8	27	1,3	3,9	9,0	<0,05	0,06
4	8,70	8,8	78,0	6,9	39,0	28	1,2	4,3	9,2	0,05	0,06
8	8,67	8,8	78,0	6,9	38,8	28	1,2	4,2	9,2	<0,05	0,07
12	8,63	8,8	77,9	6,9	38,8	26	1,2	4,1	9,1	0,05	0,06
14½	7,12	1,8	15,1	6,5	43,8	48	2,3	3,8	10,6	0,64	0,93
St.5.	-	-	-	6,9	39,8	24	1,3	3,9	9,2	0,05	<0,05

Tabell 11.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % ₂₀ =n.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
		mg O ₂ /l	% Metn.								
Prøver tatt: 31/10-62.											
St.1.											
0	5,92	-	-	6,9	38,8	31	1,3	3,3	9,0	0,08	0,11
1	5,92	9,5	78,7	6,9	38,6	33	1,4	3,0	9,0	0,08	0,11
4	5,90	9,4	77,9	6,9	39,4	33	1,5	3,7	9,0	0,08	0,14
8	5,90	9,7	80,4	6,9	39,2	30	1,2	3,2	9,2	0,08	0,11
12	5,90	9,6	79,5	6,9	39,8	33	1,4	3,4	9,0	0,09	0,11
16	5,90	9,5	78,6	6,9	39,6	34	1,2	3,3	9,1	0,07	0,14
20	5,88	9,5	78,6	6,9	39,2	31	1,2	3,3	9,0	0,08	0,13
24½	5,88	9,5	78,6	6,9	39,0	33	1,3	3,3	9,0	0,08	0,11
St.2.											
0	5,80	-	-	7,0	39,0	29	1,2	3,1	8,8	0,09	0,11
1	5,84	9,6	79,4	6,9	39,0	31	1,2	3,4	9,0	0,09	0,11
4	5,84	9,6	79,4	6,9	39,8	31	1,2	3,2	9,0	0,10	0,12
8	5,84	9,6	79,4	-	38,8	31	1,3	3,1	9,0	0,08	0,11
12	5,83	9,6	79,4	7,0	39,2	33	1,3	3,4	9,2	0,08	0,11
16	5,80	9,5	78,6	6,9	39,2	31	1,5	3,0	9,0	0,08	0,11
Beik.											
1	-	-	-	7,2	66,7	41	0,5	5,5	17,2	0,06	0,05
2	-	-	-	7,4	71,6	10	0,7	2,3	17,7	<0,05	<0,05
3	-	-	-	7,3	58,8	22	0,7	3,4	15,4	0,05	<0,05
4	-	-	-	7,2	48,3	22	0,5	4,0	11,7	0,06	<0,05
5	-	-	-	6,7	30,0	46	0,6	8,0	6,5	0,16	0,06

Tabell 12.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt 11/11-62.		pH	Sp. ledn. e. 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ -tall mg O/1	Alkalitet ml N/10 HCl/1	Kalsium mg CaO/1	Magnesium mg MgO/1	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1
Stasjon											
Bekk 1		7,2	65,7	22	0,3	4,4	4,7	13,6	2,5	0,05	<0,05
" 2		7,4	67,9	6	0,3	2,2	4,8	14,9	2,0	<0,05	<0,05
" 3		7,3	59,7	22	0,8	4,1	4,3	12,2	1,9	0,05	<0,05
" 4		7,2	47,5	12	0,3	3,0	3,0	9,8	1,2	<0,05	<0,05
" 5		6,8	33,2	26	0,3	5,2	1,4	5,0	1,3	0,11	0,06
St. 1b		7,2	62,6	22	0,4	4,2	4,3	13,5	2,1	<0,05	<0,05
" 2"		7,1	64,6	35	0,4	5,5	4,4	12,7	3,0	0,10	<0,05
" 3"		7,2	66,8	10	0,3	2,7	4,8	13,3	2,4	<0,05	<0,05
" 4"		6,8	45,6	30	0,4	5,6	2,1	8,4	1,4	0,08	<0,05
" 5"		7,4	73,0	16	0,8	3,3	5,6	16,5	1,8	0,07	0,06
" 6"		7,2	57,1	3	0,2	2,3	3,6	11,8	1,3	<0,05	<0,05
" 7"		7,2	57,5	26	0,8	4,2	4,3	12,4	1,5	0,05	0,06
" 8"		7,0	40,2	29	1,0	4,1	2,3	7,4	1,4	0,07	0,07
" 9"		7,1	48,6	5	0,2	2,1	3,0	10,2	1,2	<0,05	<0,05

St. 1b: Bekk 1 hovedløp.
 St. 2b: Bekk 1a (øst).
 St. 3b: Bekk 1 syd (langt oppe).
 St. 4b: Bekk 1 øst (langt oppe).
 St. 5b: Bekk til Lille Sandungen (øst)
 St. 6b: Bekk til Lille Sandungen (vest)
 St. 7b: Utløp fra Lille Sandungen.
 St. 8b: Utløp fra Store Sandungen.
 St. 9b: Bekk 2a (mellom bekk 1 og 2).

Tabell 13.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 11/12-62. n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp.ledn.e. % 20=n.10-6	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
<u>St.1.</u>										
1	2,17	11,5	86,4	6,8	45,8	22	0,6	3,5	<0,05	Ikke påvist
4	3,16	10,5	81,0	6,8	40,7	21	0,7	3,6	<0,05	"
8	3,43	9,3	72,2	6,9	40,0	29	0,9	3,6	0,09	"
12	3,52	8,2	63,8	6,9	40,8	31	0,9	3,9	0,12	0,07
16	3,55	8,8	68,6	6,8	41,0	34	0,9	3,6	0,13	0,10
20	3,60	7,4	57,7	6,7	43,6	41	1,3	3,8	0,16	0,13
24	3,98	6,0	47,2	6,7	51,8	54	1,8	3,6	0,30	0,46
<u>St.2.</u>										
1	1,40	11,2	82,4	7,0	51,8	23	0,8	4,1	0,05	Ikke påvist
4	3,09	9,5	73,4	7,0	42,1	23	0,8	3,7	0,06	"
8	3,40	9,3	72,3	6,9	40,8	27	1,0	3,3	0,07	0,07
12	3,70	8,2	64,3	6,7	40,7	30	0,9	3,3	0,08	0,06
16	3,88	2,8	22,0	6,5	41,0	44	1,3	3,5	0,26	0,66
<u>St.3.</u>										
1	2,30	10,4	78,3	7,0	40,2	23	0,7	3,6	0,06	Ikke påvist
<u>St.4.</u>										
1	2,70	10,3	78,5	6,9	41,7	25	0,9	3,6	0,10	"
<u>St.5.</u>										
1	-	-	-	6,9	41,9	25	0,9	3,3	0,08	"
<u>Bekk.</u>										
1	-	-	-	7,4	78,5	18	0,3	3,4	0,05	<0,05
2	-	-	-	7,4	72,2	6	0,2	2,2	<0,05	<0,05
3	-	-	-	7,3	65,1	18	0,5	3,7	<0,05	<0,05
4	-	-	-	7,2	52,6	9	0,3	3,7	<0,05	<0,05
5	-	-	-	6,7	33,0	23	0,3	5,0	0,09	<0,05

Tabell 14.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. κ 20=n.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
		mg O ₂ /l	% Metn.								
Prøver tatt: 30/1-63.											
St.1.											
1	1,13	10,9	79,5	7,0	40,3	18	0,6	3,5	9,8	<0,05	0,05
2	2,44	10,3	77,8	6,8	40,2	20	0,7	3,0	9,6	<0,05	0,06
4	3,32	9,5	73,5	6,8	37,7	15	0,7	3,3	9,3	<0,05	<0,05
8	3,60	7,9	61,6	6,7	39,2	25	1,2	3,1	9,2	<0,05	0,08
12	3,67	7,0	54,6	6,6	41,0	33	1,3	3,3	10,3	0,08	0,09
16	3,77	5,5	43,0	6,6	41,3	35	1,8	3,1	11,1	0,09	0,20
18	3,78	4,4	34,5	6,6	48,6	41	2,5	3,2	11,9	0,16	0,20
20	3,79	3,5	27,5	6,6	46,4	49	3,6	3,0	12,2	0,28	0,21
21	-	2,5	19,6	6,6	48,2	86	10,5	3,1	12,8	0,41	0,53
22	-	1,6	12,6	6,5	49,2	152	21,0	3,0	13,4	0,68	1,59
22½	3,97	0,6	4,7	6,5	52,1	179	22,5	3,6	13,0	0,96	2,74
23	-	0,4	3,2	6,6	53,8	178	22,0	3,8	13,3	1,15	3,43
24	-	0,2	1,6	6,7	58,3	174	16,5	4,2	15,0	1,57	4,90
25	4,35	0,1	0,8	6,9	69,8	160	15,5	5,1	10,0	1,65	8,24
St.2.											
1	0,78	8,3	59,9	7,0	41,9	20	0,7	3,6	9,4	<0,05	0,06
2	2,10	10,2	76,5	6,9	40,0	18	0,7	3,5	9,2	<0,05	0,06
4	3,31	9,2	71,5	6,8	37,5	19	0,7	3,5	9,6	<0,05	0,06
8	3,67	7,9	61,9	6,7	38,3	25	1,2	3,4	10,3	<0,05	0,08
12	3,78	5,0	39,3	6,5	41,0	29	1,3	3,2	10,1	0,08	0,15
14	3,94	2,6	20,5	6,5	45,3	36	1,9	2,9	11,5	0,24	0,55
15	-	1,4	11,1	6,6	46,4	50	3,1	3,5	11,3	0,54	0,95
16	4,23	0,2	1,6	6,6	51,9	77	6,2	3,6	13,6	1,35	2,27
St.3.	2,80	9,6	73,4	6,9	38,0	21	1,4	3,3	9,4	<0,05	<0,05
St.5.	3,40	9,4	73,1	6,9	38,9	14	1,1	3,8	9,3	<0,05	0,06

Tabell 15.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
St.l.										
0	0,00	11,3	79,5	6,7	42,6	17	0,4	3,6	0,06	<0,05
1	1,41	10,8	79,0	6,8	42,0	15	0,5	3,5	0,06	0,06
2	2,82	9,9	76,0	6,8	39,0	13	0,5	3,5	0,05	<0,05
4	3,41	9,0	69,9	6,7	38,3	13	0,5	3,2	0,05	<0,05
6	3,63	7,9	61,3	6,6	38,0	15	0,5	3,1	0,06	<0,05
8	3,68	7,4	58,0	6,6	39,8	17	1,0	3,1	0,07	0,06
10	3,73	6,7	52,4	6,5	40,8	19	1,0	3,2	0,07	0,09
12	3,76	5,8	45,5	6,5	41,8	20	1,0	3,0	0,09	0,11
14	3,83	5,1	39,6	6,5	42,8	23	1,5	3,3	0,12	0,17
16	3,85	3,6	28,5	6,5	43,6	35	2,7	2,9	0,20	0,32
18	3,90	2,8	22,0	6,3	45,5	41	4,8	2,9	0,26	0,33
19	3,92	1,4	10,8	6,3	46,8	60	6,6	3,0	0,48	0,47
20	3,94	0,4	2,8	6,3	48,1	79	10,9	3,1	0,72	0,64
21	3,98	0,2	1,5	6,4	49,2	108	14,6	3,4	0,88	1,44
22	4,02	0,1	0,8	6,5	54,8	131	15,0	3,6	1,16	3,55
23	4,14	0,1	0,9	6,6	59,5	120	15,2	3,9	1,50	4,60
24	4,30	0,1	0,4	6,9	71,6	118	11,9	5,1	2,04	7,90
24½	4,40	0,1	0,5	7,2	94,8	94	8,7	5,3	1,34	16,00

Tabell 15 forts.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % _{20=n.10⁻⁶}	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall m ³ O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
St.2.										
0	0,00	11,0	77,8	6,9	44,6	12	0,5	3,6	<0,05	0,09
1	1,71	10,6	78,5	6,9	42,3	14	0,5	3,4	0,05	0,07
2	2,64	9,8	74,1	6,8	41,0	13	0,5	3,3	<0,05	<0,05
4	3,42	8,7	67,2	6,8	38,9	13	0,7	3,1	<0,05	<0,05
8	3,80	6,8	53,5	6,6	40,3	16	1,2	3,2	0,08	0,09
12	3,92	1,8	14,2	6,4	45,1	27	1,8	2,8	0,24	0,34
14	4,10	0,3	2,5	6,4	47,0	64	6,6	2,6	0,89	0,87
15	4,26	0,1	1,0	6,6	53,3	66	7,3	3,5	1,29	2,14
15½	4,40	0,0	0,0	6,7	61,3	120	13,0	4,4	2,64	3,60
St.3.	3,30	9,2	71,4	6,8	39,3	13	0,7	3,2	<0,05	<0,05
St.5.	3,40	9,0	70,0	6,8	39,2	10	0,5	2,9	<0,05	<0,05
Bekk 1.	-	-	-	7,3	95,4	9	1,5	1,9	0,08	<0,05
100 m ut for bekk 1:½m				6,8	42,4	12	0,8	3,5	0,09	<0,05
100 m ut for bekk 2:2m				6,8	40,4	12	0,9	3,5	0,66	<0,05

Tabell 16.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 3/4-63.	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
St.1.										
0	-	-	-	6,8	42,1	12	0,3	3,9	<0,05	<0,05
1	1,14	10,3	75,1	6,8	41,7	13	0,3	3,7	ikke påvist	<0,05
2	2,15	9,7	72,6	6,9	39,9	14	0,3	3,6	"	ikke påvist
4	3,50	8,3	64,3	6,7	39,3	14	0,4	3,2	<0,05	"
6	3,70	7,2	56,5	6,6	40,9	16	0,4	3,4	<0,05	0,06
8	3,74	6,3	49,0	6,6	42,1	17	0,5	3,2	<0,05	0,09
10	3,79	5,6	44,4	6,6	41,9	21	0,7	3,3	0,08	0,12
12	3,80	4,7	36,8	6,5	43,7	25	0,8	3,2	0,11	0,14
14	3,89	3,5	27,2	6,5	44,0	27	1,0	3,1	0,16	0,14
16	3,92	2,7	21,6	6,5	44,2	34	1,7	3,2	0,17	0,17
18	3,92	1,5	12,1	6,4	48,1	37	1,9	3,4	0,34	0,17
20	3,97	0,6	4,3	6,4	51,0	56	3,8	3,0	0,59	0,60
22	4,06	0,2	1,4	6,6	55,1	71	5,4	3,8	1,05	2,40
24	4,27	0,0	0,0	7,0	78,9	85	5,0	4,9	1,53	9,15
St.2.										
1	1,33	10,1	74,3	6,8	41,2	16	0,3	4,0	<0,05	ikke påvist
2	-	-	-	6,9	39,9	16	0,3	3,5	<0,05	"
4	3,66	7,7	59,9	6,7	39,6	16	0,5	3,5	<0,05	0,06
8	3,89	5,6	43,8	6,5	40,1	24	0,5	3,1	0,05	0,09
10	4,00	5,3	41,4	6,5	41,7	24	0,6	3,3	0,08	0,17
12	4,09	0,7	5,3	6,4	44,1	35	0,7	3,3	0,32	0,57
14	4,20	0,1	0,5	6,6	50,3	60	3,1	4,1	1,06	1,92
St.3.	3,00	8,8	67,7	6,8	56,3	20	1,2	3,8	0,08	ikke påvist
St.5.	3,20	9,5	73,2	6,8	40,3	15	0,4	3,3	<0,05	"
Bekk 1.		-	-	7,1	73,5	17	1,5	3,5	0,09	"

Tabell 17.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 19/5-63.

m dyp	Temp. °C	Oksygen mg O ₂ /l	% Metn.	pH	Sp. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
St.l.										
1	6,17	9,5	79,1	6,7	40,7	36	0,9	3,0	0,07	0,13
4	6,13	9,4	78,1	6,8	39,8	17	0,9	3,0	0,08	0,13
8	5,93	9,3	77,3	6,8	39,0	15	1,0	2,8	0,07	0,12
12	5,37	8,7	71,4	6,8	38,7	21	1,1	2,8	0,07	0,14
16	5,18	8,3	67,1	6,7	39,1	21	1,1	2,5	0,06	0,15
20	4,96	7,9	64,0	6,7	39,2	24	1,0	2,8	0,08	0,20
24	4,89	7,7	61,7	6,7	39,4	24	1,1	2,6	0,10	0,24
Beck:										
1	-	-	-	6,7	46,2	28	6,5	5,4	<0,05	<0,05
2	-	-	-	7,3	53,3	25	0,3	3,3	<0,05	<0,05
3	-	-	-	7,2	54,6	12	0,4	2,6	<0,05	<0,05
4	-	-	-	7,2	35,3	17	0,4	2,5	<0,05	<0,05
5	-	-	-	6,8	25,8	46	0,2	6,7	0,07	<0,05

Tabell 18.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. 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.							
St. l.										
0	17,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	17,69	9,1	98,3	7,4	40,7	28	1,7	4,2	<0,05	Ikke påvist
4	13,18	9,0	88,4	7,1	38,8	32	2,0	3,3	<0,05	"
5	9,57	9,5	85,7	-	-	-	-	-	-	-
6	8,25	8,7	76,1	6,9	38,6	25	1,1	3,1	<0,05	Ikke påvist
8	6,97	7,8	66,8	6,7	39,3	22	1,1	3,3	<0,05	"
12	6,35	7,5	63,2	6,7	39,1	24	0,7	3,0	<0,05	"
16	6,21	7,2	59,8	6,7	39,2	25	0,7	3,2	<0,05	"
20	6,10	7,0	58,2	6,7	39,4	32	1,0	3,1	0,07	0,11
23	5,95	6,8	56,2	6,7	39,8	35	1,1	6,0	0,11	0,16
Ekk:										
1	-	-	-	7,4	61,0	34	0,3	3,0	<0,05	Ikke påvist
2	-	-	-	7,5	64,0	13	0,2	3,6	<0,05	"
3	-	-	-	7,3	54,2	20	0,8	4,6	<0,05	"
4	-	-	-	7,2	44,0	25	0,4	7,1	<0,05	"
5	-	-	-	6,6	32,5	32	0,2	7,1	<0,05	"

Tabell 19.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 5/8-63.	Temp. °C	Oksygen		pH	Sp. 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.							
St.1.										
0	19,40	-	-	7,5	37,0	33	2,0	4,0	<0,05	Ikke påvist
1	19,53	8,8	97,6	7,6	37,1	32	2,3	4,2	<0,05	0,03
4	16,06	8,6	89,3	7,3	38,1	37	2,7	4,9	<0,05	0,04
5	13,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	9,52	6,2	56,0	6,6	39,0	25	1,5	4,4	<0,05	Ikke påvist
7	8,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	7,25	5,9	50,9	6,5	39,1	22	1,4	3,5	<0,05	Ikke påvist
12	6,70	5,3	44,5	6,6	39,5	30	1,4	4,1	<0,05	0,06
16	6,30	5,2	43,8	6,5	39,1	32	1,2	3,8	0,05	0,09
20	6,24	4,6	38,1	6,5	40,5	40	2,0	3,0	0,19	0,32
24	6,11	4,0	33,0	6,5	41,0	45	2,3	3,6	0,35	0,57
Bekk:										
1	-	-	-	7,8	97,0	26	2,3	3,6	<0,05	0,03
2	-	-	-	7,4	78,1	12	2,3	3,9	<0,05	Ikke påvist
3	-	-	-	7,3	58,9	13	1,1	3,5	<0,05	"
4	-	-	-	7,3	56,1	8	0,6	4,6	<0,05	"
5	-	-	-	6,4	49,2	13	0,4	3,6	0,06	0,30

Tabell 20.

Bakteriologiske analyser av vannprøver fra Store Sandungen, 1962-1963.

Kinntall/ml på pepton agar, ved 20°C etter 3 døgn.

Stasjon	1962												1963	
	6/4	23/5	29/5	6/6	5/7	7/8	20/9	15/10	31/10	11/12	30/1	28/2	3/4	
Stasjon 1.														
0	361	120		11	137	221	224	102	136	60	1	2	684	
1				9	55	204	177				0	0		
2	273	141		11	55	204	165	54	145	50	0	0	36	
4				20			153							
6				15	369	548	155	55	129	58	0	0	105	
8	382	119		30			198							
10							193							
10½							121							
11	245	135		33	456	432	54	57	93	53	212	3	3	
12								59						
13								16						
14								12						
16	392	130		35	296	232	26	12	118	76	86	1	39	
20	416	148		41	247	203	71	6	143	98	352	2	16	
23	586						63							
24		115		49	210	234		22	156	297	32	4	12	
Stasjon 2.														
0					179	199	247	69	149	66	1	2	80	
1					140	226	187				16	0	281	
2					106	532	174	70	148	40	1	0	94	
4					301		140	71	148	70	46	4	58	
8							209							
10							114							
11					545	572	55	68	161	87	10	0	45	
12								51						
14½														
16					517	3500	582		149	105	12	2	27	
Øvre sjakt. St. 3		112	99	113	222	103	243			64	5	28	41	
Nedre sjakt. St. 4				111	396	148	196			94				
Nåvann, Sraugum. St. 5		134	134	101	203	269				163	10	22	18	

Tabell 21.

Mikrobiologiske undersøkelser i gjennomstrømningsrør 1962.

Prøve	Øvre sjakt. St. 3			Skaugum. St. 5			Skaugum. St. 5			Skaugum. St. 5					
	råvann			råvann			filtr. (Cuno)			kullfiltrert					
	okt.	nov.	nov.	okt.	nov.	nov.	okt.	nov.	nov.	okt.	nov.	nov.			
Dato	21	26	2	15	21	26	7	15	21	26	7	15	21	26	7
Mengde avsetning	M	SM	SM	L	L	L	L	M	M	M	SM	SM	L	L	L
Humus-inkl. partikler	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2	2
Enokker capsæ		3	3		1	+		2	2	2	+	3	2	3	+
Stavbakterier	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4
Fytoplankton	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	2	2	2	2	3
Trådformede organismer		2	+	1	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2
Protozoa		1	2	2	2	2	3	1	2	3	2	3	2	1	2
Leptothrix															

Tallene gjelder kun for de relative forhold av organismer innen hvert samfunn.

Betegnelser:

- + Forekommer. Et enkelt eksemplar funnet.
- 1 Sjelden. Enkelte eksemplarer funnet.
- 2 Sparson. Forekommer ofte, men ikke i hvert synsfelt.
- 3 Vanlig. Ueen eksemplarer i hvert synsfelt.
- 4 Hyppig. Preger inntrykket av hvert synsfelt.

L : Lite.
M : Mye.
SM: Svært mye.

Kjemiske analyseresultater for råvann,
mars, april, mai og juni 1963.

Dato	pH	Sp. ledn. e. % ₂₀ =n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l		Turbiditet mg SiO ₂ /l		KMnO ₄ -tall mg O/l	Toverdig jern γ/l		Total jern γ/l		
			ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.		ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.	
Mars 1963	6	6,9		12		0,5	3,6	34		50		
	7	7,0		13	12	0,5	0,6	3,6	23	17	50	37
	8	6,9		12	13	0,7	0,7	3,6	24	18	31	22
	9	6,8		9	15	0,7	0,2	3,5	35	22	42	25
	11	7,0		22	20	0,6	0,6	3,4	33	19	43	38
	12	6,7		15	14	0,6	0,4	3,6				
	13	6,8		16		0,5		3,5				
	14	7,2		13		0,5		3,3				
	15	6,7		23		0,5		3,4				
	17	6,8	39,6	18				3,5	28		41	
	18			18				3,3				
	20	6,8	46,0	18				3,0	37		42	
	21			15				2,9				
	22	6,9	44,2	21				3,1	68		101	
	23			17				3,4				
25	6,8	43,0	19				3,6	20		24		
29			19				4,2	98		133		
April 1963	1	6,7	43,5	11			3,5	49		55		
	4			14			3,3	39		50		
	8	6,6	39,4	17			3,3	33				
	16			11			3,3	52				
	18	6,7	33,9	12			3,4	97				
	27			13			3,2					
Mai 1963	3	6,7	42,1	19			3,3					
	8			19			3,3					
	1	7,0	40,8	31			2,5	47		57		
Juni 1963	7	6,9	38,9	43			3,7					
Prøve	6,8	42,0	17 ^{x)}			0,6	3,3 ^{x)}	45		55		

x) 7/6 ikke medregnet.

Kjemiske analyseresultater for stikkprøve, kullfiltrert vann,
mars, april og mai 1963.

Dato	pH	Sp. ledn. e. % ₂₀ =n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l		Turbiditet mg SiO ₂ /l		KMnO ₄ -tall mg O/l	Tøverdige jern γ/l		Totalt jern γ/l		
			ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.		ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.	
Mars 1963	6	10,0	114,0	0	0	0,2	0,2	0,8	1	1	28	16
	7	9,7	85,3	3	0	0,7	0,4	0,3	2	2	36	10
	8	9,7	84,2	3	1	0,6	0,3	0,0	25	18	69	24
	9	9,7	60,3	4	3	0,7	0,5	0,3	33	7	59	21
	11	8,5	50,3	10	6	0,7	0,5	0,6	33	20	80	78
	12	8,9	50,4	6	4	0,7	0,5	0,9				
	13	8,8	47,3	8		0,7		1,0				
	14	8,8	46,1	4		0,6		0,9				
	15	7,9	45,0	12		0,7						
	17	7,7	45,2	9				1,2	47		72	
	18			11				1,4				
	20	7,7	47,0	12				1,2	51		90	
	21			9				1,4				
	22	7,2	45,9	12				1,6	54		71	
	23			8				1,7				
	25	7,2	42,7	10				1,9	30		35	
29			10				2,5	58		80		
April 1963	1	6,9	41,2	18				2,0	66		75	
	4			9				2,4	67		87	
	8	6,8	40,0	11				2,4	57			
	16			11				2,5	80			
	18	6,8	41,2	12				2,3	56			
	27			133				1,7				
Mai 1963	3	7,0	42,8	21				1,9				
	8			15				2,3				
	21	6,9	44,5	21				2,3	142			
11.11.63	8,6	44,5	10 ^{x)}				0,6			65		

x) 27/4 ikke medregnet.

Tabell 24.

Kjemiske analyseresultater for blandprøve av kullfiltrert vann,
mars, april, mai og juni 1963.

Dato	pH	Sp. ledn. e. % ₂₀ =n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l		Turbiditet mg SiO ₂ /l		KMnO ₄ -tall mg O/l	Toverdig jern γ/l		Total jern γ/l	
			ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.		ufilt.	glass- filt.	ufilt.	glass- filt.
6											
7	9,3	84,1	2	1	0,5	0,6	0,2	13	11	35	17
8	9,3	84,3	4	2	0,7	0,6	0,4	5	5	79	14
9	9,4	61,7	3	0	0,8	0,3	0,1	36	15	51	18
11	8,0	49,3	7	8	0,6	0,4	0,4	18	10	39	36
12	8,1	50,6	8	3	0,7	0,5	0,8				
13	8,0	48,8	2		0,7		0,7				
14	7,8	48,8	3		0,8		0,9				
15	7,4	45,9	14		0,8		1,2				
17	7,4	45,9	9				1,4	54		70	
18			9				1,5				
20	7,5	44,7	11				1,1	58		76	
21			7				1,7				
22	7,3	43,2	8				1,7	46		71	
23			9				1,9				
25	7,2	42,9	10				2,1	26		32	
29			9				2,0	49		72	
Mars 1963	1	7,0	40,1	12				2,4	54		70
	4			9				2,0	60		77
	8	6,0	40,5	11				3,2	25		
	16			10				2,1	44		
	18										
April 1963	27										
	3	7,1	44,0	13				2,0			
	8			13				2,3			
21	7,0	42,9	11				1,8				
Mai -63											
	7	6,7	44,0	7				1,5			
Juni 1963											
17	6,7	44,0	7				1,5				
18											
19	7,7	43,4	8				1,5	38			

Tabell 25.

Kjemiske analyseresultater for vann
som har passert plastrør.

Dato 1962:	31/8	3/9	5/9	7/9	9/9	14/9	17/9	19/9	21/9	25/9	28/9	1/10	4/10		
<u>Direkte:</u>															
Farge	27	35	31	28	31	28	30	28		29	26	29	31	27	
Turbiditet				1,1	1,2	0,4	0,9	0,6		0,9	0,9	1,4	1,3	1,2	
KMnO ₄ -tall		4,7	3,4	4,0											
<u>Filtrent:</u>															
Farge	23	26	24	23	25	23	25	23		24	24	34	24	20	
Turbiditet				0,6	0,6	0,6	0,7	0,6		0,6	1,1	1,5	1,1	1,0	
KMnO ₄ -tall		4,2	3,6	4,0											
<u>Jonebyttet:</u>															
Farge	13	12	15	3	10	12	17	11	x)	7	11	14	16	12	9
Turbiditet				0,5	0,8	1,0	0,9	0,5	0,6	0,6	1,1	1,2	1,1	0,8	
KMnO ₄ -tall		1,7	1,0	0,6		1,1	1,5	0,6	0,9	0,7	1,2	1,4	1,3	1,3	

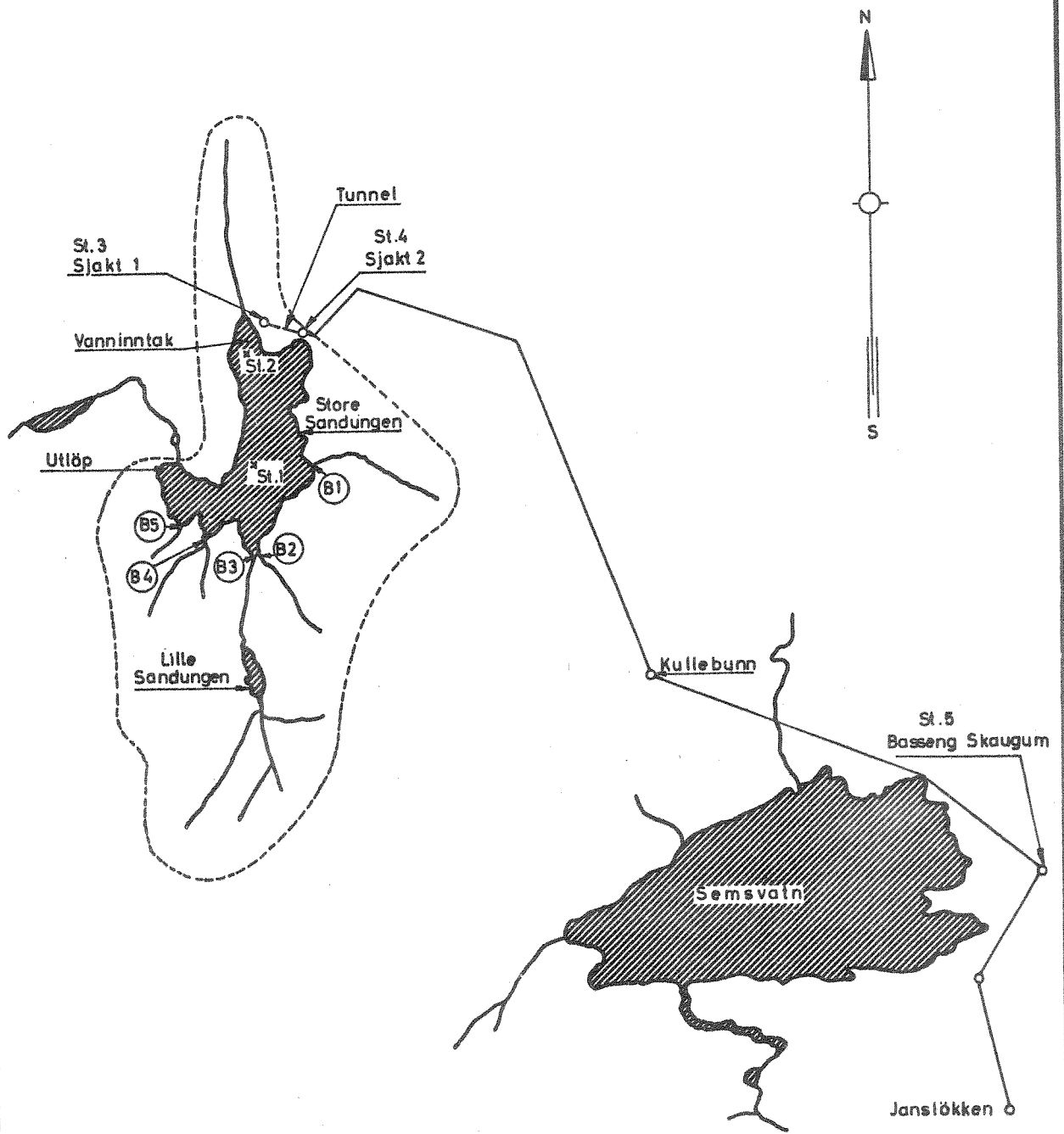
x) ny jonebyttermasse.

Dato 1962:	15/10	18/10	21/10	27/10	29/10	2/11	7/11
<u>Kullfiltrent:</u>							
Farge	20	17	18	17	18	15	16
Turbiditet	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,6	1,1
KMnO ₄ -tall	3,4	3,0	3,1	4,2	3,4	3,5	3,3
Jern	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mangan	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Hårdhet, total	10,0						

Tabell 26.

Kjemiske analyseresultater fra forsøksanlegget.

Dato 1962:	8/8	22/8	29/8	31/8	3/9	5/9	7/9	9/9	14/9	17/9	19/9	21/9	25/9	28/9	1/10	4/10	12/10	15/10	17/10	21/10	27/10	29/10	2/11	7/11
1. Gjennom knust stein fra Sandungen:																								
Farge, mg Pt/l	170	40		44	47	46	41	41	38	40	44	42	45	63	39	38	31	29	31	30	34	41	33	30
Turb., mg SiO ₂ /l	2,4						1,2	1,9	1,3	1,4	1,6	1,4	2,2	5,8	2,9	1,8	1,8	1,9	1,7	2,0	1,7	2,2	1,5	1,5
KMnO ₄ -tall, mg O/l	4,5				3,5	3,3	3,5	0,40	0,35	0,27	0,43	0,41	0,38	0,65	0,26	0,25	0,17	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,12	0,11
Jern, mg Fe/l	4,60	0,36		0,51	0,69	0,49	0,40	0,36	0,70	0,32	0,34	0,33	0,19	0,22	0,26	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,17	0,14	0,09	0,08
" , ved vannhastighet 2 l/min.				0,29	0,31	0,12	0,40	0,36	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,10	0,05		x	x	x	0,06	0,07	0,07	0,01	x
Mangan, mg Mn/l	0,80	0,08		0,09	0,08	0,07	<0,05	0,08	0,06	0,05	0,06	0,05	<0,05	0,05	0,05		x	x	x	0,06	0,07	0,07	0,01	x
Sink, mg Zn/l	<0,01						0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,02					0,02	0,02	0,02	0,01	
Dato 1962:																								
2. Jernror direkte:																								
Farge, mg Pt/l	126	48		38	42	41	36	38	36	40	33	38	37	36	41	37	29	27	544	29	27	47	28	30
Turb., mg SiO ₂ /l	12,5				4,0		1,2	1,8	1,2	1,4	0,9	0,8	1,4	1,3	1,7	1,4	1,4	1,4	54,0	1,5	1,2	3,4	1,2	1,5
KMnO ₄ -tall, mg O/l	4,0				4,0		4,4		0,32	0,23	0,24	0,33	0,39	0,48	0,43	0,30	0,18	0,23	13,6	0,21	0,16	0,56	0,17	0,17
Jern, mg Fe/l	4,10	0,45		0,05	0,48	0,43	0,27	0,27	0,36	0,43	0,21	0,26	0,21	0,31	0,51	0,24	0,24	0,16		0,30	0,21	0,47	0,17	0,15
" , ved vannhastighet 2 l/min.				0,04	0,27	0,14	0,07	0,05	0,07	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,31	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,06
Mangan, mg Mn/l	0,65	0,09		0,08	0,08	<0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,31	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,06
Sink, mg Zn/l	0,01	0,09					0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Dato 1962:																								
3. Galv. jernror dir.:																								
Farge, mg Pt/l	61	47		28	34	30	29	29	28	30	28	28	27	29	33	29	24	24	27	25	22	31	28	33
Turb., mg SiO ₂ /l	2,6				4,0	3,6	0,8	0,9	0,9	1,1	0,6	1,3	1,1	1,1	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	0,9	1,1	1,0	1,2
KMnO ₄ -tall, mg O/l	3,9				4,0		4,0		0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,05	0,07	0,07	0,06	0,07
Jern, mg Fe/l	0,20	0,17	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,05	0,06	0,07	0,06	0,06
Mangan, mg Mn/l	0,45	0,14	0,05	0,07	0,10	0,07	<0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
Sink, mg Zn/l	1,15	0,04	0,30				0,21	0,36	0,34	0,50	0,49	0,37	0,21	0,49	0,37	0,21	0,26	0,31	0,26	0,26	0,15	0,36	0,21	0,24
" , ved vannhastighet 2 l/min.		2					0,28	0,24	0,25	0,17	0,49	0,37	0,21	0,49	0,37	0,21	0,40	0,56	0,26	0,28	0,18	0,36	0,21	0,20
Dato 1962:																								
4. Galv. jernror filth:																								
Farge, mg Pt/l	25			42	23	24	24	44	22	30	27	25	23	25	49	22	20		22	20	19	18	23	20
Turb., mg SiO ₂ /l					4,0	3,4	0,9	1,8	0,6	2,1	0,7	1,0	0,9	0,9	2,9	0,8	1,1		1,2	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0
KMnO ₄ -tall, mg O/l	4,0				4,0		4,0		<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	<0,05	<0,05		<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,06	0,05
Jern, mg Fe/l	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
Mangan, mg Mn/l	<0,05	<0,05		0,12	0,06	<0,05	<0,05	0,08	0,80	0,93	0,53	0,23	0,20	0,34	0,64	0,34	x		0,21	0,18	0,48	0,37	0,11	0,15
Sink, mg Zn/l	0,29	2,3		0,92			0,35	0,46	0,35	0,46	0,21	0,27	0,75	0,44	0,44	0,68		0,21	0,21	0,21	0,19	0,37	0,17	0,08
" , ved vannhastighet 2 l/min.							0,27	0,75	0,27	0,75	0,21	0,27	0,75	0,44	0,44	0,68		0,21	0,21	0,21	0,19	0,37	0,17	0,08



NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Store Sandungen
Oversiktskart. Nedbørfelt

Fig. 1

Nr.

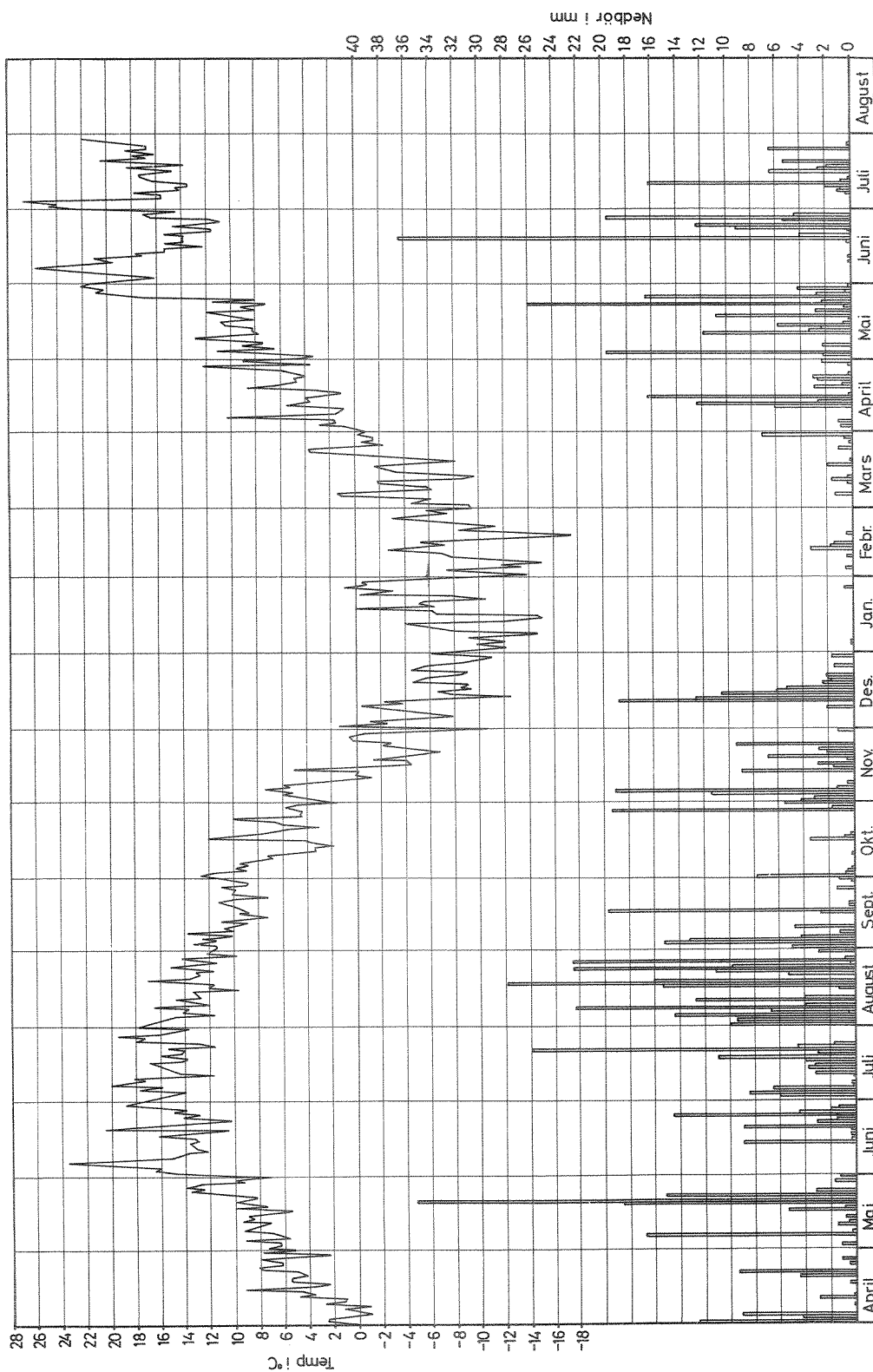
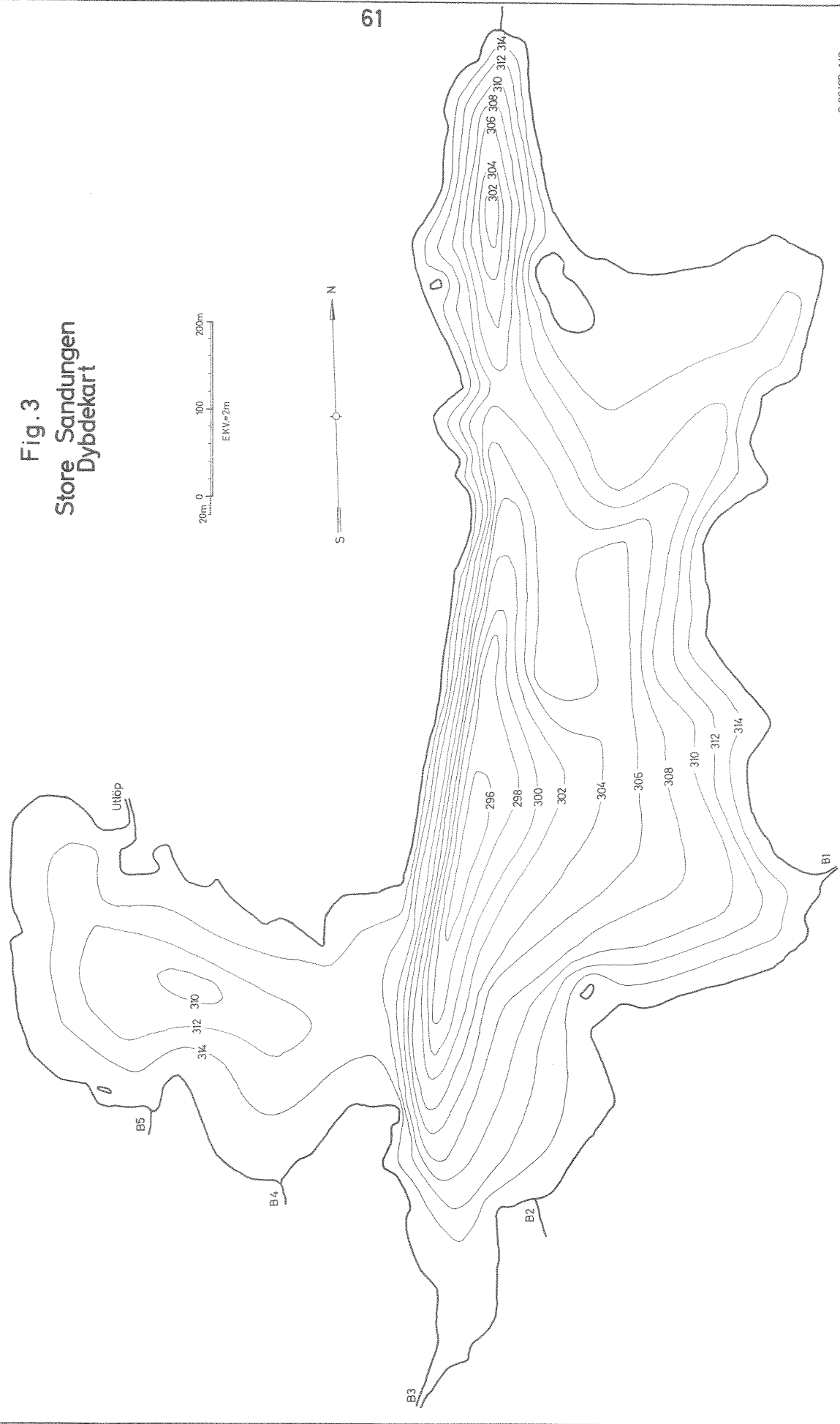


Fig.2 Meteorologisk stasjon : Asker 1
Nedbör og daglige lufttemperaturer kl. 19.00 (1/4 -1962 - 1/7 -1963)

Fig. 3
Store Sandungen
Dybdekart



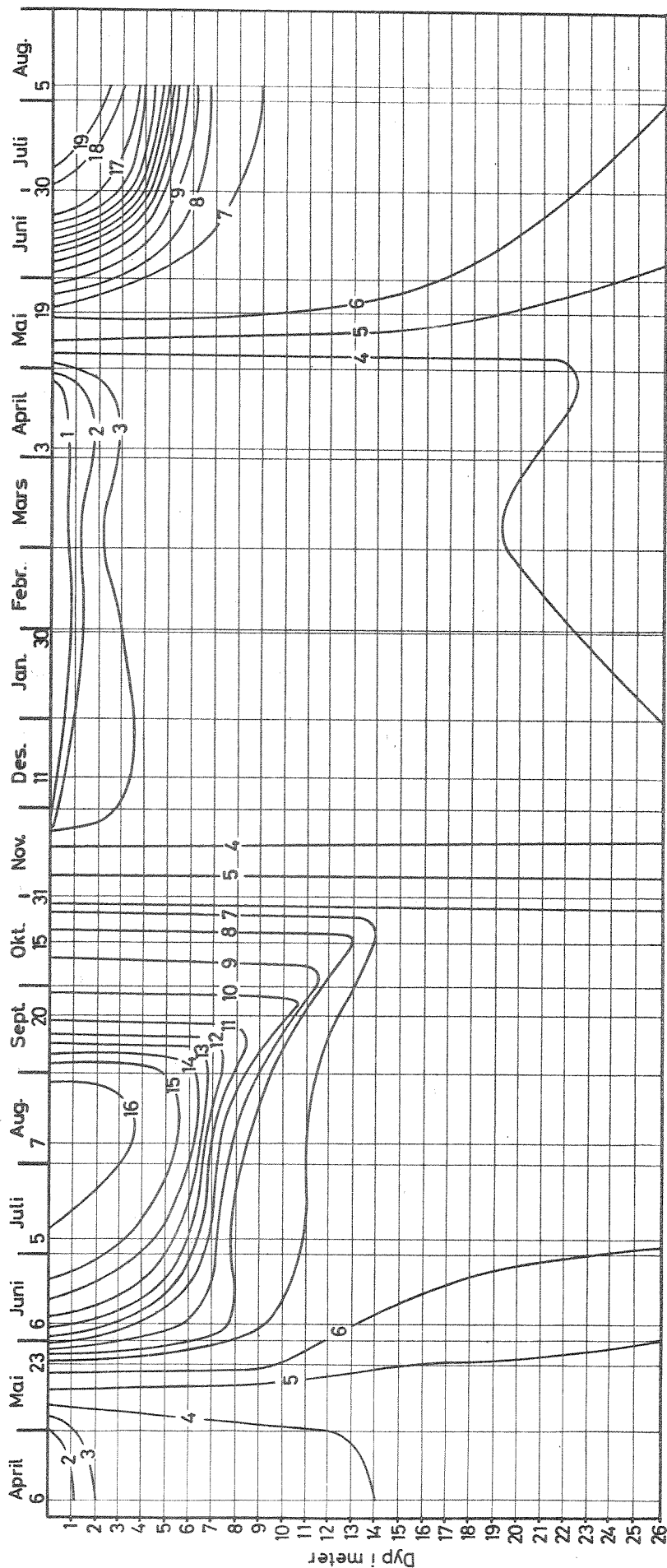


Fig.4 Store Sandungen, stasjon 1
Isothermer (°C)

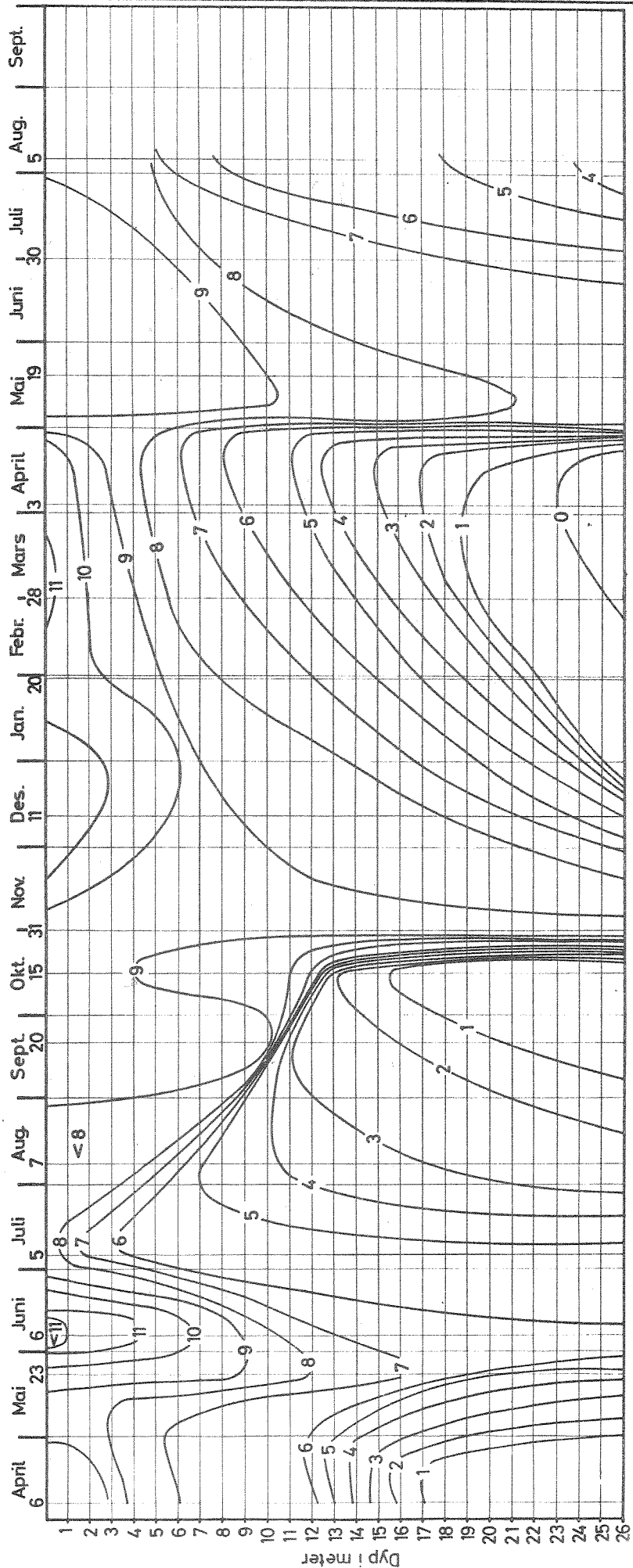


Fig.5 Store Sandungen, stasjon 1
Oksygen isopleter, mg O₂/l, 1962-1963

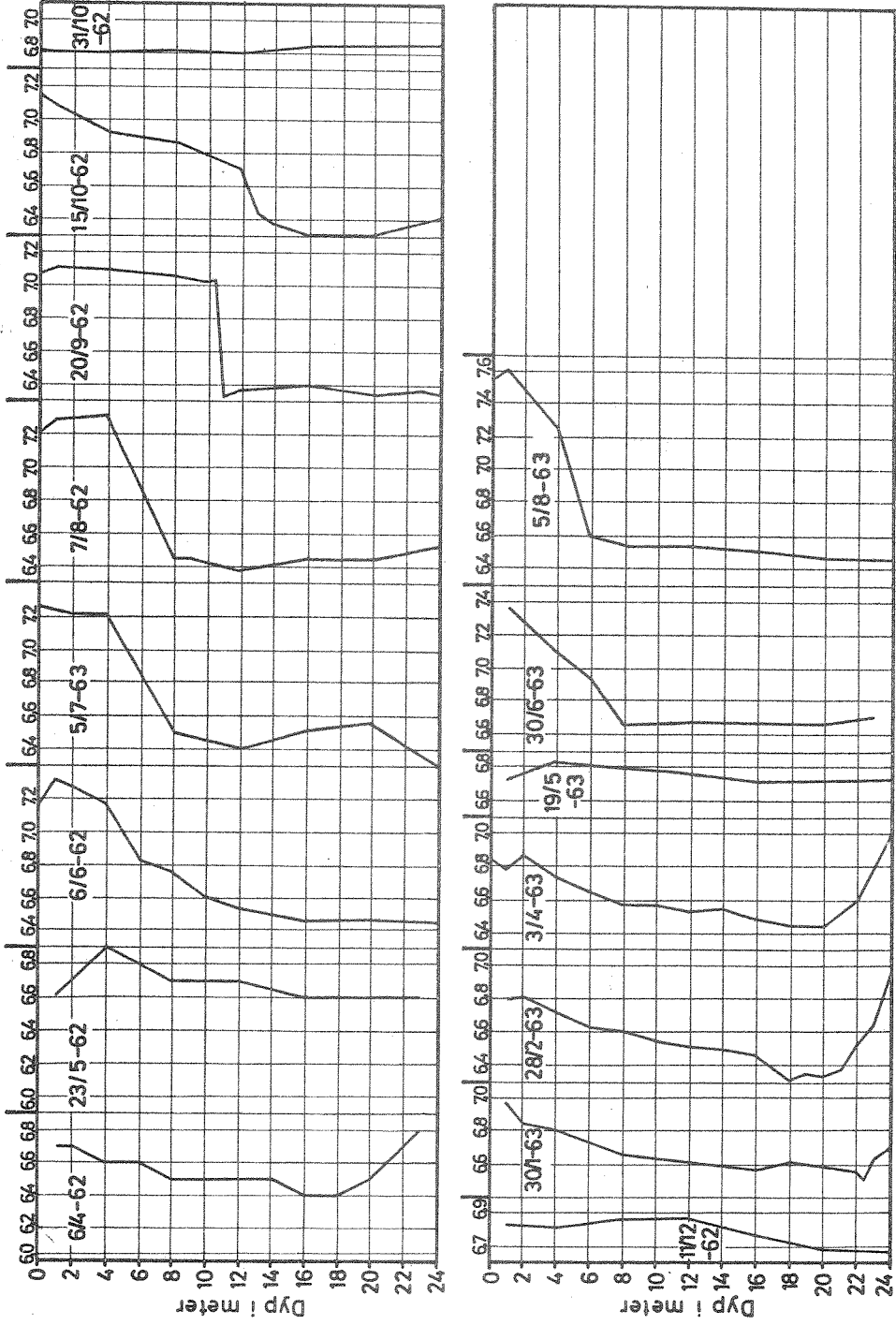


Fig.6 Store Sandungen, stasjon 1
pH - observasjoner, 1962 - 1963

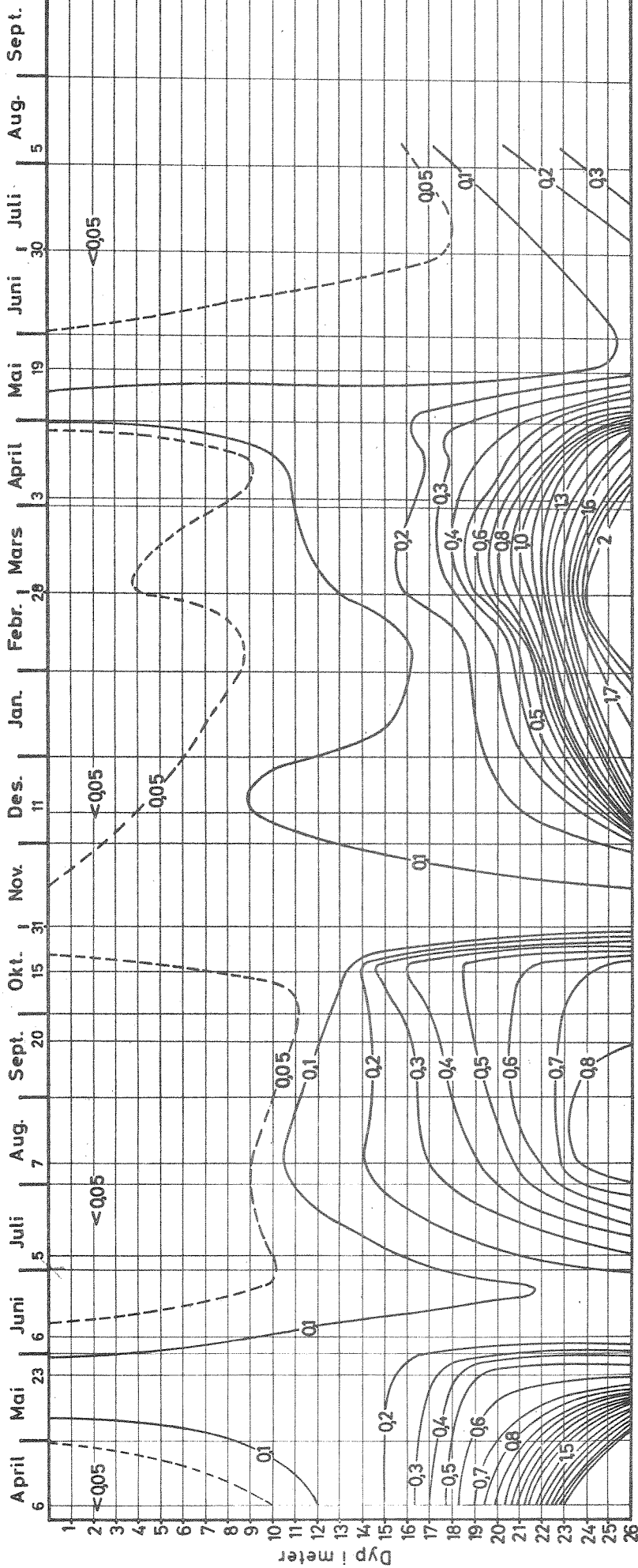


Fig.7 Store Sandungen , stasjon 1
Jern - isopleter, mg Fe / l, 1962-1963

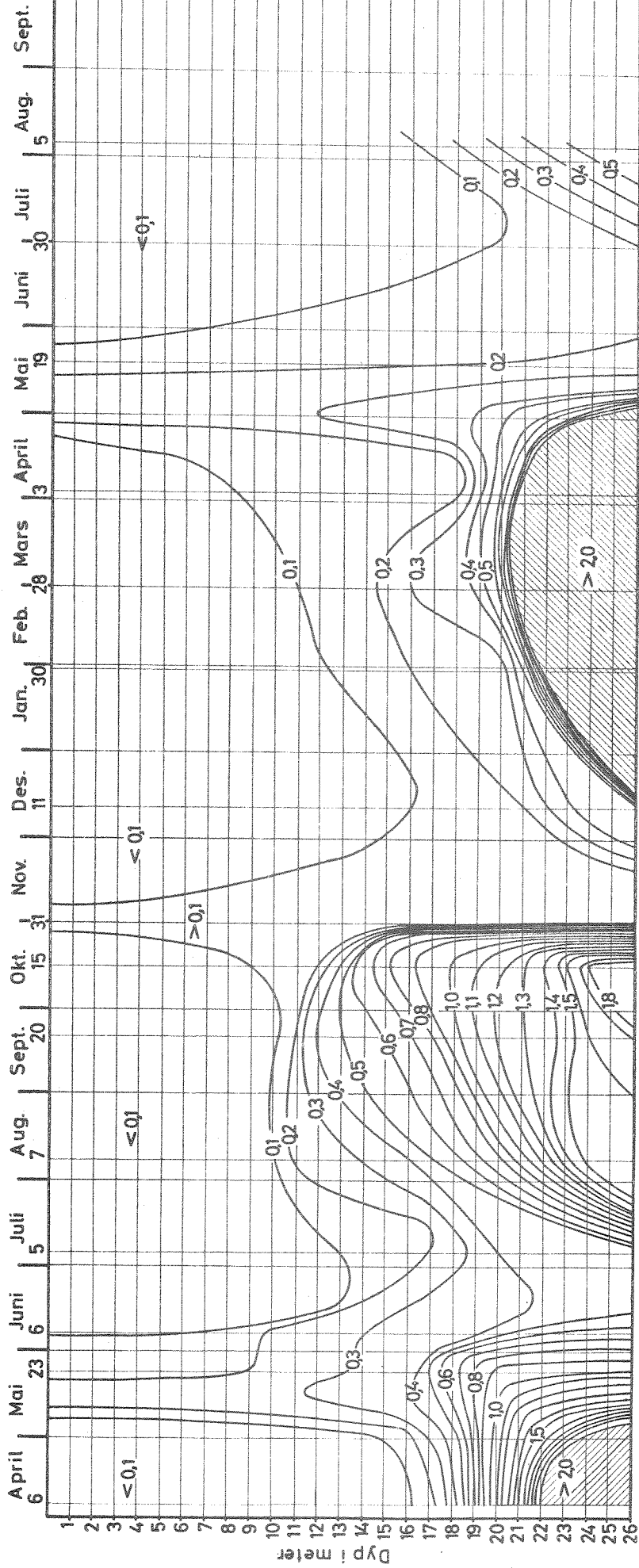
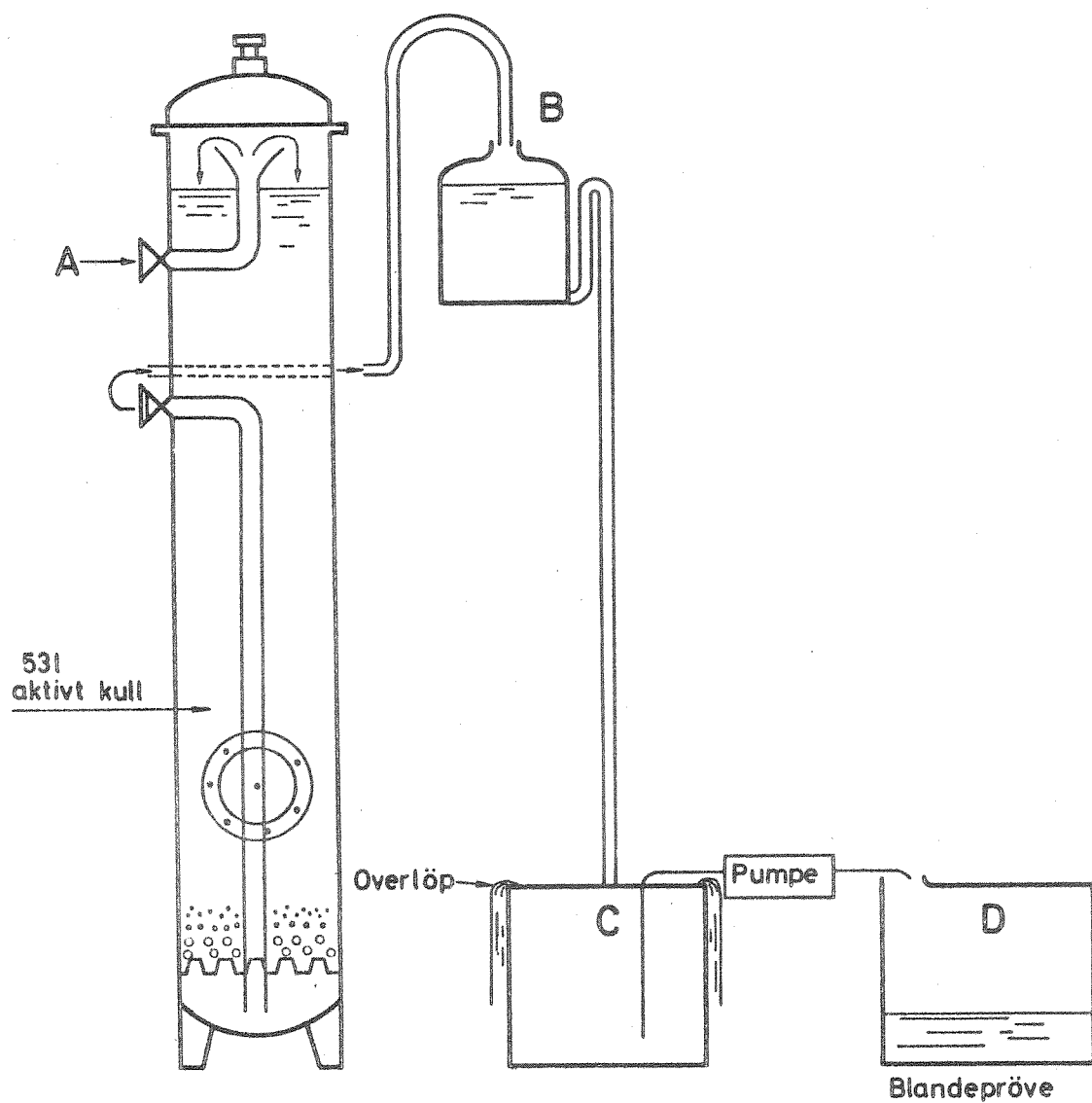


Fig.8 Store Sandungen, stasjon 1
Mangan isopleter, mg Mn/l, 1962-1963



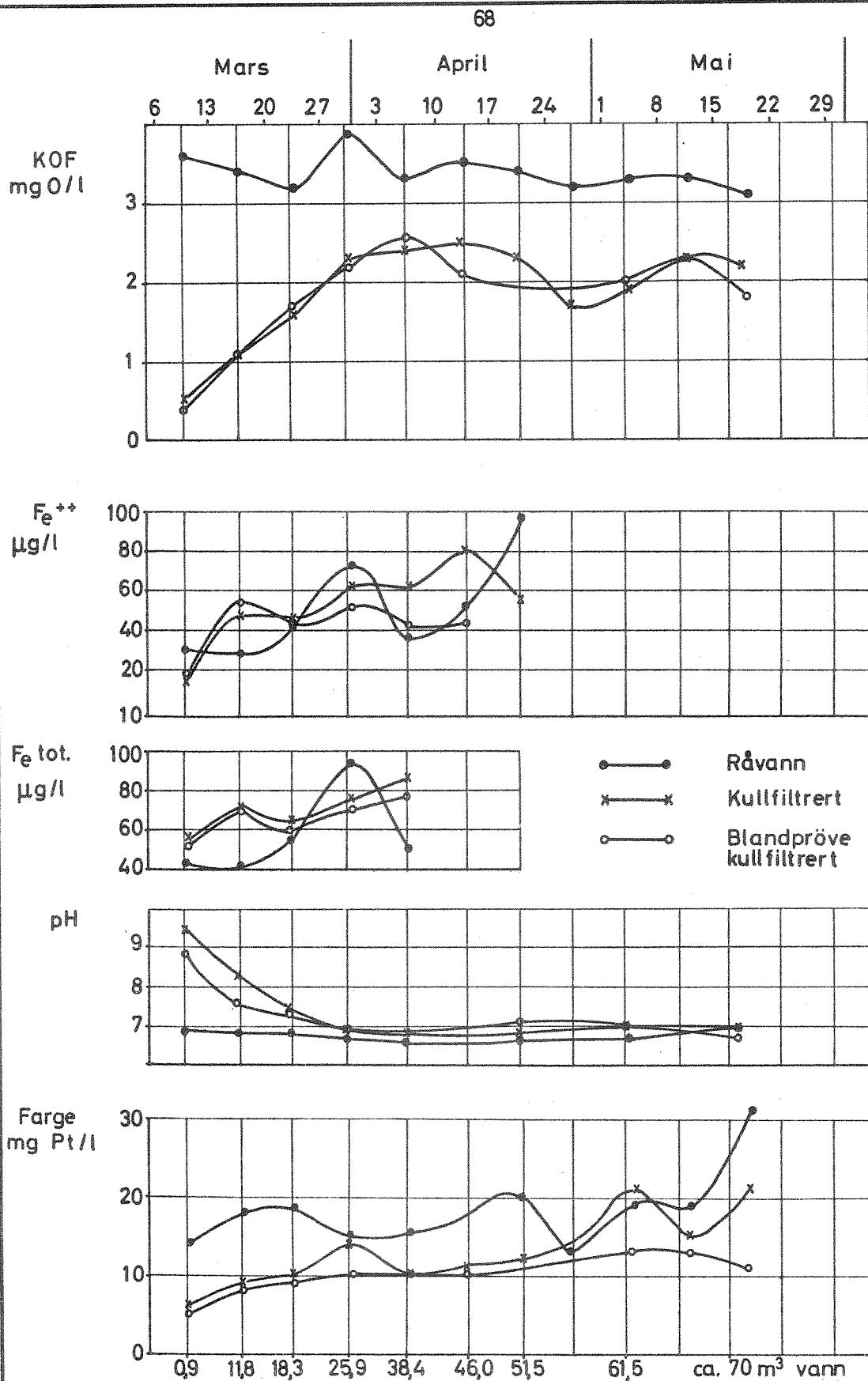
EG/lj

NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Forsøks opplegg for
kullfiltrering

1:10
Fig. 9

Nr. O-26 / 62



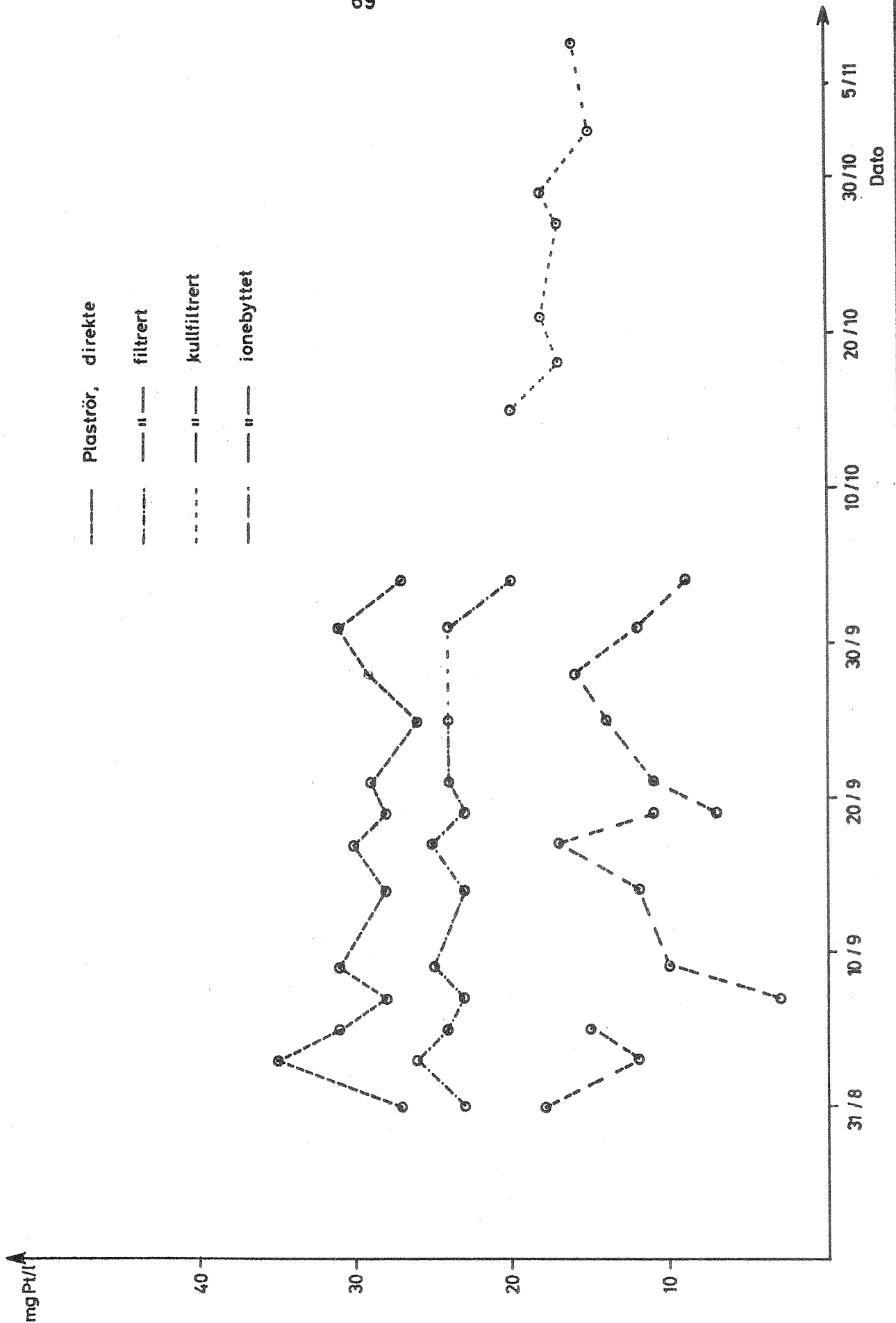
EG/lj

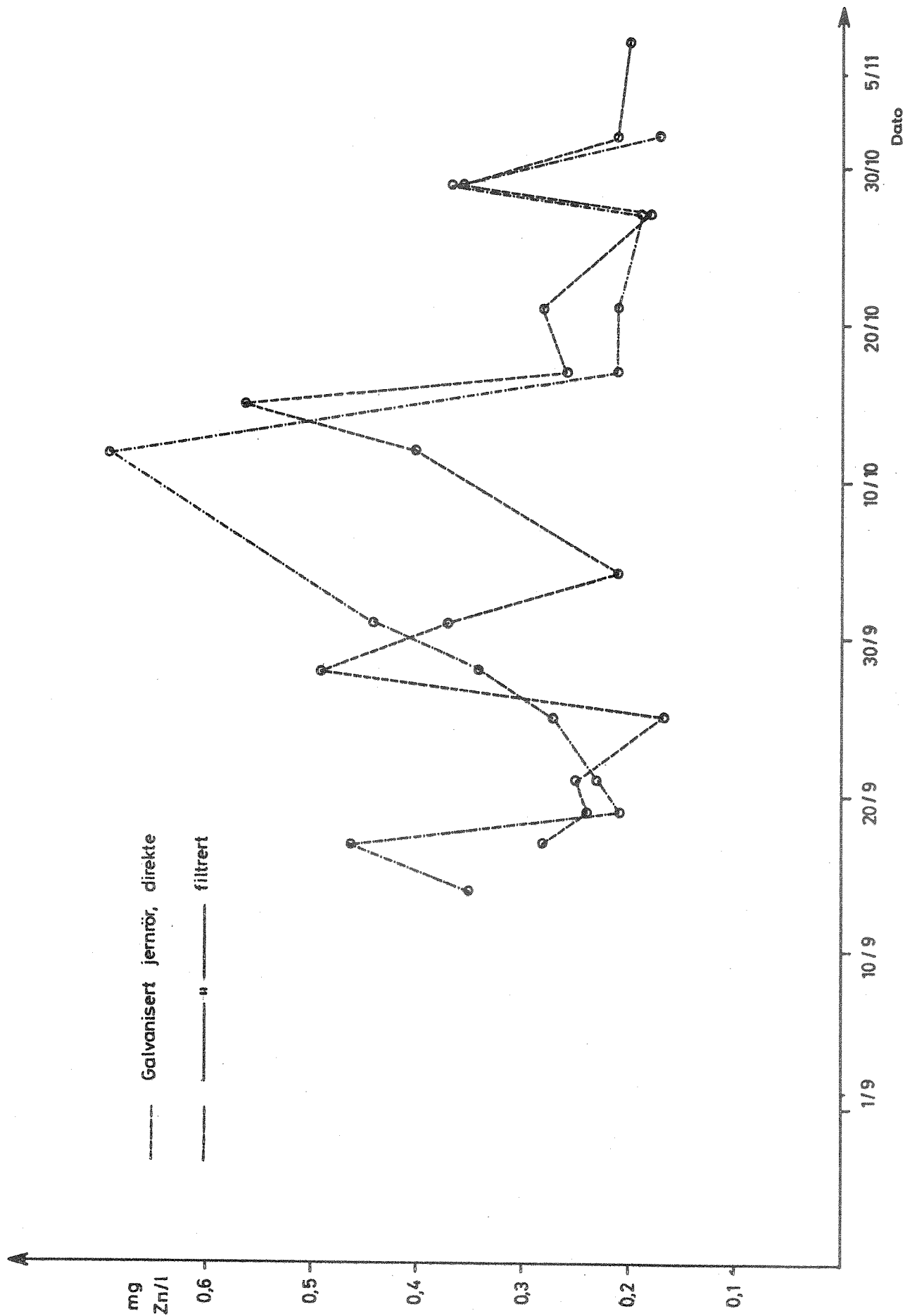
NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Variasjon av ukemiddelet av KOF,
Fe⁺⁺, Fe total, pH og farge i råvann,
kullfiltrert vann og blandprøve av
kullfiltrert vann.

Fig.10

O-26/62





Jernrör, gjennom stein

: : : direkte

