

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

O - 6/64.

Vannforsyning til Arendalsregionen.

En fysisk-kjemisk, biologisk og
bakteriologisk undersøkelse.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan.

Rapporten avsluttet juni 1965.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

Side:

1.	INNLEDNING.	4
2.	BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTENE.	5
3.	BESKRIVELSE AV INNSJØENE.	5
4.	HYDROLOGI.	6
5.	OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER.	7
6.	HYDROGRAFI.	8
	6.1. Temperaturforhold.	8
	6.2. Oksygenforhold.	9
	6.3. Kjemiske forhold.	10
7.	BIOLOGISKE FORHOLD.	13
8.	BAKTERIOLOGISKE FORHOLD.	14
9.	SAMMENFATTENDE DISKUSJON.	15
10.	PRAKTISKE KONKLUSJONER.	17

TABELLFORTEGNELSE:

1.	Morfometriske data for Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn.	6
2.	Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn. Midlere tilsig og teoretisk oppholdstid.	6
3.	Middelverdier for en del kjemiske komponenter i innsjøer i Arendalsområdet.	11
4.	Rorevatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 7/5 1964.	19
5.	Rorevatn, Røynevatn og Nelaugen. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 3/8 1964.	20
6.	Rorevatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 10/11 1964.	21
7.	Rorevatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 3/3 1965.	22
8.	Longumvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 7/5 1964.	23
9.	Longumvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 6/8 1964.	24
10.	Longumvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 10/11-64.	25
11.	Longumvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 2/3 1965.	26

Tabellfortegnelse, forts.

Side:

12.	Molandsvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 7/5 1964.	27
13.	Molandsvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 5/8 1964.	28
14.	Molandsvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 10/11 1964.	29
15.	Molandsvatnet. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 2/3 1965.	30
16.	Planktonforekomster basert på overflate-håvtrekk 1964.	31
17.	Bakteriologiske analyseresultater 1964.	33

FIGURFORTEGNELSE:

1.	Vannforsyning Arendalsregionen. Kart over de undersøkte lokaliteter med nedbørfelter.	34
2.	Rorevatn og Syndlevatn. Dybdekart.	35
3.	Rorevatn. Areal- og magasinkurver.	36
4.	Longumvatn. Dybdekart.	37
5.	Molandsvatn. Dybdekart.	38
6.	Longumvatn. Areal- og magasinkurver.	39
7.	Molandsvatn. Areal- og magasinkurver.	40
8.	Rorevatn. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og oksygen ($\text{mg O}_2/\text{l}$)-observasjoner 1964/1965.	41
9.	Longumvatn. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og oksygen ($\text{mg O}_2/\text{l}$)-observasjoner 1964/1965.	42
10.	Molandsvatn. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og oksygen ($\text{mg O}_2/\text{l}$)-observasjoner 1964/1965.	43

1. INNLEDNING.

I januar 1964 fikk Norsk institutt for vannforskning henvendelse fra fylkesreguleringsarkitekten i Aust-Agder med forespørsel om å gjennomføre en undersøkelse av innsjøene Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn i Aust-Agder (fig. 1) med henblikk på en fremtidig drikkevannsforsyning til Arendalsregionen.

I brev av 29. januar 1964 til fylkesreguleringsarkitekten i Aust-Agder fremla vi et program som tok sikte på en fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse av de nevnte innsjøer samt en orienterende undersøkelse av Nidelva. Undersøkelsen skulle strekke seg over et år med prøvetaking vinter, vår, sommer og høst. Innsjøene skulle dessuten loddes opp. Det fremlagte program ble godtatt av de interesserte kommuner, og undersøkelsen kom i gang våren 1964. Arbeidet er senere blitt gjennomført etter programmet.

Den fysisk-kjemiske undersøkelsen omfattet bestemmelse av følgende komponenter: temperatur, oksygen, pH, elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet, kjemisk oksydenbarhet (KMnO_4 -tall), jern, mangan og total hardhet.

Den bakteriologiske undersøkelsen omfattet bestemmelse av kintall og coliforme bakterier. Disse forhold ble undersøkt sommeren og høsten 1964.

Sommeren 1964 ble det foretatt en kvalitativ undersøkelse av planktonforholdene i innsjøenes overflatevann.

I 1953 og 1954 gjennomførte student Frede Fuglestvedt en limnologisk undersøkelse av Rorevatn og Syndlevatn som sitt hovedfagsarbeide ved Universitetet i Oslo. Arbeidet er ikke publisert, men foreligger som hovedfagsoppgave ved Oslo Universitet hvor vi elskverdiggst har fått det utlånt.

(Frede Fuglestvedt: Limnologiske undersøkelser av innsjøene Rore og Syndle, Hovedfagsoppgave i Fysisk Geografi 1954^{II}). Vår undersøkelse har vist god overensstemmelse med Fuglestvedts arbeide. Hans undersøkelsesmateriale er imidlertid beskjedent, og en sammenlikning av dette materiale med våre resultater gir ingen pålitelige holdepunkter for vurdering av f.eks. en eventuell forandring i innsjøenes vannkvalitet.

Så vidt oss bekjent foreligger det ingen tidligere undersøkelser av Longumvatn og Molandsvatn.

2. BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTENE.

De undersøkte innsjøer og deres nedbørfelt er tegnet inn på fig. 1. Innsjøene ligger i det sørlandske grunnfjellsområde, som i det vesentligste er bygd opp av kvartsitter, gneisgranitter og gabbroide bergarter.

Rorevatn er for det meste omgitt av fast fjell med til dels høye åser som f.eks. Imåsen og Fjæreheia. Ved innsjøens utløp er det et relativt stort myrområde. Nedbørfeltet er til dels bevokst med bar- og løvskog.

I nedbørfeltene til Longumvatn og Molandsvatn er det en del dyrket mark, særlig i innsjøenes umiddelbare nærhet. Her er det også en del bebyggelse. Den sørlandske hovedvei (riksvei E-18) går i nærheten av begge lokaliteter. Nedbørfeltene er til dels bevokst med bar- og løvskog. Enkelte steder i områdene er det noe myr og torvjord.

Grimstad og Arendal benytter idag henholdsvis Rorevatn og Longumvatn som drikkevannskilder.

3. BESKRIVELSE AV INNSJØENE.

Rorevatn ble loddet opp i 1952 av student Frede Fuglestvedt som også har tegnet dybdekart i målestokken 1 : 25.000 med 10 m ekvidistanse. Fig. 2 viser fotografisk forminskelse av dette kart. Fig. 3 viser areal- og magasinkurve for innsjøen. Alle morfometriske data for Rorevatn bygger på Fuglestvedts arbeide.

Longumvatn og Molandsvatn ble loddet opp med ekkolodd sommeren 1964. Opploddingsarbeidet ble utført av NIVA. Vertikale luftfotografier i målestokk 1 : 15.000 dannet kartgrunnlag for opploddingen. Det ble stukket ut kurser mellom karakteristiske punkter ved strendene. Disse ble plottet ned på kartet og avmerket på ekkogrammene. Profilene ble tegnet ved å kjøre mellom de avmerkede punkter med jevn fart. Disse profiler har tjent som grunnlag for opptegning av dybdekart. Fig. 4 og 5 viser dybdekart for henholdsvis Longumvatn og Molandsvatn.

Areal- og magasinkurver for innsjøene er tegnet på fig. 6 og fig. 7. Morfometriske data for de tre undersøkte lokaliteter er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske data for Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn.

		Rorevatn	Longumvatn	Molandsvatn
Hedberfelt,	km ²	198,0	18,7	36,4
Høyde over havet,	m	38,0	32,0	28,0
Største dyp,	m	97,5	34,0	34,0
Overflate,	km ²	8,0	0,97	1,56
Volum,	mill.m ³	221,0	9,3	13,8
Middel dyp,	m	27,5	9,6	8,8

Rorevatn er blitt dannet ved iserosjon langs en forkastnings-sone. Lengst i syd er innsjøen demmet opp av en morene. I det nordlige området er innsjøen grunn. En smal kanal forbinder Rorevatn med innsjøen Syndle, som har en overflate på ca. 6 km² og et volum på ca. 93 mill.m³.

Longumvatn er en lang, smal og forholdsvis grunn innsjø. Lokaliteten har flere dype partier som er atskilt fra hverandre ved terskler. Vannverket har sitt inntak i innsjøens hovedbasseng.

Molandsvatn har en mer uregelmessig utformning og består av flere dype partier som er atskilt ved terskler.

4. HYDROLOGI.

Ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetstvesen (1958) er den midlere avrenning i området 27 l/sek/km². Med basis i dette tall er innsjøenes midlere tilsig og teoretiske oppholdstid regnet ut (tabell 2).

Tabell 2. Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn.
Midlere tilsig og teoretisk oppholdstid.

	Rorevatn	Longumvatn	Molandsvatn
Midlere tilsig, m ³ /døgn	462.000	44.000	85.000
Teoretisk oppholdstid, mndr.	16	7	5,5

Ved Høvedal kommuniserer Rorevatn med Nidelva. Fra Blakstad følger elven forkastningslinjen som går inn i Rorevatn, men ved Høvedal gjør elven en avbøyning, og dens videre løp danner en vinkel på ca. 155° med den omtalte forkastningslinje. Den midlere vannføringen i Nidelva er ifølge NVE (1958) $124 \text{ m}^3/\text{sek}$, men flomvannføringen kan gå opp i $1006 \text{ m}^3/\text{sek}$ ($1430 \text{ m}^3/\text{sek}$ 1892). Det er ikke kjent hvordan strømforholdene i Rorevatnets utløp (innløp) varierer. Under lavvannsføring og alminnelig vannføring i Nidelva er strømretningen Rorevatn - Nidelva, mens under flomperioder går strømmen den motsatte vei. Det er observert at flomvannføring i Nidelva kan forårsake at vannstanden i Rorevatn stiger opp til 2,5 m, men vanligvis er variasjonene mindre enn 0,5 m. En stigning på 2,5 m i Rorevatnets vannstand representerer en vannmengde på ca. 20 mill. m^3 eller ca. 9% av innsjøens vannmengde, mens en stigning på 0,5 m representerer en vannmengde på 4 mill. m^3 eller ca. 1,8%.

I kanalen mellom Syndlevatn og Rorevatn er strømretningen vanligvis mot Rorevatn, men i enkelte flomperioder kan strømmen ha motsatt retning. Nidelvas inntrengning i Rorevatn medfører bl.a. at vannmassenes virkelige oppholdstid er betydelig kortere enn den teoretiske.

5. OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER.

Temperaturen er 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.

pH og μS er målt elektrometrisk. Den elektrolytiske ledningsevne er målt ved 20°C og μS er oppgitt i $\text{n}\cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Farge. Fargemålingene ble utført med et fotoelektrisk kolorimeter (10 cm celler) som er kalibrert mot fargeoppløsninger i Hazens skala (platin-kobolt kloridløsning).

Turbiditeten. Denne faktor er bestemt ved en lysspredningsmåling (Tyndall-effekt) med et fotoelektrisk kolorimeter som er kalibrert mot silica-suspensjoner.

Permanganat-tallene er bestemt ifølge forskrifter fra Statens institutt for folkehelse. Prøven oppvarmes i surt kaliumpermanganatmiljø på vannbad i 20 min. med etterfølgende tilsetning av standard oksalsyre. Overskudd av oksalsyre titreres varmt tilbake med standard kaliumpermanganat. Tallene er oppgitt i mg oksygen pr. liter, idet dette gir det letteste sammenlikningstall for å kunne vurdere innholdet av organiske stoffer i forhold til innhold av løst oksygen i vannet. Ved å multiplisere disse tallene med 12,5, fremkommer forbruk i ml av n/100 KMnO_4 /l. Denne størrelsen er vanlig i Norge for vurdering av drikkevannskvaliteter.

Total hårdhet. Titrimetrisk bestemmelse med EDTA, Eriokromsvart T og Murexid som indikatorer.

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

Mangan. Kolorimetrisk bestemmelse av kaliumpermanganat med et fotoelektrisk kolorimeter.

6. HYDROGRAFI.

De hydrografiske forhold i Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn ble undersøkt i mai, august og november 1964 og i mars 1965. I august ble det foretatt befaring til Røynevatn (vest for nordlige del av Rorevatn) og langs Hidelva opp til Nelaug. Under befaringen ble det tatt vannprøver på begge disse steder. De kjemiske analyseresultatene er gjengitt i tabellene 4 - 15. Temperatur- og oksygenforholdene på de forskjellige observasjonsdager er illustrert i fig. 8, 9 og 10.

6.1. Temperaturforhold.

Som de fleste norske innsjøer gjennomløper alle de tre undersøkte lokaliteter 4 termiske perioder for året, nemlig:

- vårfullsirkulasjonsperioden,
- sommerstagnasjonsperioden,
- høstfullsirkulasjonsperioden,
- vinterstagnasjonsperioden.

Under fullsirkulasjonsperiodene er det isoterme forhold gjennom hele vannmassen. Vannets fysiske egenskaper, med bl.a. største tetthet ved 4°C , betinger at vannmassene befinner seg i stabil

likevekt under stagnasjonsperiodene. Om sommeren utvikles det i tilstrekkelig dype innsjøer en termisk stratifikasjon med relativt varmt vann i overflatelagene og kaldere vann i dypet (konf. temp.-kurver for mai og august, fig. 8, 9 og 10), mens det om høsten og vinteren utvikles en invers termisk stratifikasjon med kaldt vann ($1 - 2^{\circ}\text{C}$) i overflatelagene og varmere vann ($3 - 4^{\circ}\text{C}$) i dypet (konf. temp.-kurver for mars, fig. 8, 9 og 10).

Denne undersøkelse har ikke tatt sikte på å angi varigheten av de forskjellige termiske perioder. Antakelig er vårfullsirkulasjonsperiodene i Longumvatn og Molandsvatn av relativt kort varighet. Rorevatn er en stor og dyp innsjø, og vannmassene her har derfor en noe lengre vårfullsirkulasjonsperiode. Fullsirkulasjonsperiodene om høsten er antakelig noe lengre i alle lokaliteter enn om våren. Sannsynligvis varer sommerstagnasjonsperiodene i alle lokaliteter fra mai til oktober, ca. 5 mndr., og vinterstagnasjonsperiodene fra november til slutten av april, ca. 4 - 5 mndr.

Ifølge temperaturvariasjonene i august ligger sprangsjiktet om sommeren i 15, 8 - 9 og 7 meters dyp i henholdsvis Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn. Temperaturkurvene, fig. 8, 9 og 10, viser at på denne tid var overflatevannet i Longumvatn og Molandsvatn noe varmere enn i Rorevatn. I dyplagene hadde Rorevatn og Longumvatn omtrent samme temperatur, mens Molandsvatnets dypvannsmasser var noe kaldere. Årsaken til disse forhold er i det vesentligste innsjøenes størrelse, dyp, påvirkning av vind, strømmer o.l.

Observasjonsmaterialet for mars viser at dypvannsmassene i Rorevatn hadde en temperatur på mellom 2 og 3°C , mens temperaturene i de dypere lag av Longumvatn og Molandsvatn lå mellom 3 og 4°C . Dette henger også sammen med de faktorer som er nevnt ovenfor.

6.2. Oksygenforhold.

Generelle betraktninger. Oksygeninnholdet i en innsjø bestemmes bl.a. av vannets temperatur, meteorologiske forhold og strømningsforhold. I den isfrie del av året er overflatelagene alltid i kontakt med luft og er således rike på oksygen. Størrelsen av oksygenmetningen i de dypeste lag er i det vesentligste betinget av den biologiske aktivitet i ved-

kommende lokalitet. I sirkulasjonsperiodene vår og høst får hele innsjøen tilført oksygen, slik at vannmassene ved inngangen til stagnasjonsperiodene har en oksygenmetning på henimot 100%. I humusfargede og eutrofierte innsjøer vil det ofte være et betydelig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene, og i ekstreme tilfeller kan oksygeninnholdet være fullstendig brukt opp i slutten av disse perioder. Dette henger sammen med biologisk nedbrytning av organisk materiale.

I Rorevatn er det liten variasjon i oksygeninnholdet i løpet av året og metningsverdiene ligger vanligvis i området 85 - 100%. Overmetningen den 3/8 1964 kan skyldes planteplanktonets fotosyntese, men det er mulig temperaturforholdene er en medvirkende årsak.

I Longumvatn og Molandsvatn er det betydelig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene, særlig om sommeren. I slutten av sommerstagnasjonsperioden 1964 var oksygenmetningen i dyplagene (under sprangsjiktet) av begge lokaliteter < 60%. Det lave oksygeninnhold i disse lag skyldes dekomponering av organisk materiale som til dels blir tilført innsjøene fra nedbørfeltet og til dels produsert i innsjøene. Både under sommer- og vinterstagnasjonsperiodene var det overmetning av oksygen i overflatelagene. Om sommeren skyldes denne overmetning i vesentlig grad planteplanktonets fotosyntese, men det er mulig temperaturforholdene er en medvirkende årsak. Den registrerte overmetning av oksygen tett under isflaten i mars, kan til dels skyldes fotosynteseprosesser, men sannsynligvis har utfrysning av gasser også betydning for dette fenomen.

Under sirkulasjonsperiodene blir vannmassene tilført oksygen fra luften, men periodene er av så kort varighet at vannmassene neppe er mettet med oksygen ved inngangen til stagnasjonsperiodene.

6.3. Kjemiske forhold.

I tabell 3 er gjengitt middelveidier for en del kjemiske komponenter.

Tabell 3. Middelvrdier for en del kjemiske komponenter i innsjøer i Arendalsområdet.

Komponent	Rorevatn	Longunvatn	Molandsvatn	Røynev. 3/8-64	Nelaugen 5/8-64
pH	5,11	6,31	6,18	5,24	6,11
El.ledn.e., % $20=n \cdot 10^{-6}$	28,7	47,5	43,9	24,9	16,4
Farge, mg Pt/1	10	25	36	-	13
Turbiditet, mg SiO ₂ /1	0,7	0,8	1,3	0,3	0,5
KMnO ₄ -tall, mg O/1	1,9	3,2	4,1	1,9	2,3
Jern, mg Fe/1	<0,05	0,17	0,28	<0,05	0,05
Mangan, mg Mn/1	<0,05	0,12	0,10	<0,05	<0,05
Total hårdhet, mg CaO/1	-	6,7	6,3	7,9	1,8
Nitrat, µg N/1	143	175	292	-	-
Orthofosfat, µg P/1	3,0	3,0	1,8	-	-

Rorevatn.

De kjemiske forhold i Rorevatn varierte lite i løpet av observasjonsperioden. Vannet er noe surt og bløtt. De lave verdier for farge og kjemisk oksygenforbruk (KMnO₄-tall), viser at vannet er lite påvirket av organisk materiale (humusstoffer). De høyeste verdier for farge (middel 14 mg Pt/1) og KMnO₄-tall (middel 2,2 mg O/1) ble registrert 7/5 1964. Dette kan ha sammenheng med invasjon av vann fra Nidelva under vårflommen. Vannets innhold av jern og mangan var hele tiden <0,05 mg/1.

Røynevatt.

Vannkvaliteten her var noe i likhet med vannkvaliteten i Rorevatn og trenger derfor ingen nærmere kommentar.

Nelaugen.

Nelaugen kan betraktes som en utvidelse av Nidelva og er et gjennomstrømningsbasseng. Vannkvaliteten i Nidelva er beskrevet i vår rapport 0-84/63 "Undersøkelse av Nidelva som drikkevannskilde for Hisøy og Øyestad vannverk (mai 1965)". Denne undersøkelse påviste at vannet i Nidelva (Nelaugen) er svakt surt, bløtt og forholdsvis lite påvirket av organisk materiale. Vannets kvalitet varierer noe i samsvar med elvens vannføring. Spesielt kan vannets innhold av suspendert materiale variere og antas undertiden å kunne bli betydelig.

Longumvatn.

Som tidligere nevnt er Longumvatnets vannmasser en del belastet med organisk materiale. Dette er årsak til de relativt høye verdier for farge og kjemisk oksyderbarhet (KMnO_4 -tall). Påvirkningen varierer imidlertid med årstidene og innsjøens forskjellige termiske perioder.

Vannets forholdsvis høye innhold av jern og mangan har sammenheng med disse stoffers komplekse forbindelse med humuskomponenter.

Det oksygenfattige miljø som oppstår nær bunnen i Longumvatn under stagnasjonsperiodene forårsaker reduksjonsprosesser som fører til forandringer og oppløsning av visse kjemiske forbindelser. Bl.a. øker dypvannets innhold av jern, mangan, fosfater og nitrater. I de øverste vannmassene avtar konsentrasjonen av disse komponenter i løpet av stagnasjonsperiodene - noe som henger sammen med dekomponering av organiske bestanddeler, flokkulering og sedimentering.

Under sirkulasjonsperiodene blir vannmassene blandet og homogenisert. De reduserte forbindelser oksyderes til tungtløselige forbindelser som etter hvert sedimenteres. Denne omveltningssprosess fører til at konsentrasjonene av de nevnte stoffer avtar i dypet, men øker i de øverste lagene.

Vannet i Longumvatn er gjennomgående svakt surt og bløtt, men vannets pH og elektrolyttinnhold varierer også noe med årstidene og de termiske perioder. Nedbrytningen av organisk stoff i dyplagene fører bl.a. til produksjon av karbondioksyd, som er den vesentligste årsak til det noe surere og elektrolyttrike vann i dypet under stagnasjonsperiodene. Sirkulasjonsperiodene virker utjevnende også for disse komponenter.

Molandsvatn.

Molandsvatn er noe sterkere belastet med organisk materiale enn Longumvatnet. Årsakssammenhengen er ikke kjent, men sannsynligvis er lokaliteten sterkere påvirket både av alloktont (fra nedbørfeltet) og autoktont (prod. i selve innsjøen) organisk materiale. Vannmassenes innhold av jern og mangan

er også høyere enn i Longumvatnet. Variasjonene i vannets kjemiske sammensetning med hensyn til dyp og tid er imidlertid i samsvar med det som er beskrevet ovenfor.

Vannet er svakt surt og bløtt. Variasjonene i vannets pH og elektrolyttinnhold er i samsvar med det som er beskrevet om Longumvatn.

7. BIOLOGISKE FORHOLD.

De biologiske forhold som beskrives i det følgende er basert på mikroskopering av et overflatehåvtrekk fra hver av de tre innsjøer i august 1964. Materialet er beskjedent og vil bare gi en orientering om planktonets kvalitative sammensetning. Resultatene fremgår av tabell 16. Tallene uttrykker forekomstene (ved mikroskopering) etter følgende (subjektive) skala:

- + Forekommer
- 1 Sjelden
- 2 Sparsom
- 3 Vanlig
- 4 Hyppig
- 5 Dominant.

Tallene for plante- og dyreplankton er ikke direkte sammenliknbare på grunn av den store forskjell i størrelse. Makroskopisk utgjorde dyreplanktonet så og si fullstendig det bunnfelte materialet på flaskene.

Rorevatn.

Dyreplanktonet dominerte totalt i prøven, den eneste planteplanktonform var en meget liten, kolonidannende blågrønnalge, Merismopedia. Av dyreplanktonet forekom flere arter i store mengder. En av disse, Kellikottia longispina, er vanlig i næringsfattige innsjøer.

Denne innsjø skiller seg ved sin planteplanktonfattigdom fra de to øvrige, hvor størrelsen og dybden er atskillig mindre og således gjør mulighetene for økede forekomster av planteplankton (ev. masseforekomster) større.

Longumvatn.

Også her dominerer dyreplanktonet, representert ved Holopedium gibberum. Dette er en karakteristisk art for kalk- og næringsfattige vann. Det relativt fattige planteplanktonet utgjøres av Chlorophyceer og Cyanophyceer.

Molandsvatn.

Dette skiller seg ut fra det foregående ved sine store Chrysophycé-forekomster, og da spesielt arten Chryso-sphaerella longispina. Denne arten er vanligst i mindre vannmasser. Dinobryon bavaricum er en art som kan finnes i forskjellige vann typer, men oppgis å ha sin hovedutbredelse i mer næringsfattige vannmasser. Forøvrig var Holopedium gibberum vanlig, men i mindre mengder enn i Longumvatn. I Longumvatn og Molandsvatn kan forholdene forandre seg hurtig, slik at de fremkaller oppblomstring av planktonalger, særlig Cyanophyceer og Chlorophyceer.

Sammenfatning.

De biologiske observasjoner som er foretatt er for få til å gi en sikker indikasjon på lokalitetenes vannkvalitet. Allikevel kan visse trekk ved fordelingen fremheves. De større forekomster av Cyanophyceer i Longumvatn og Molandsvatn kan tyde på et større næringsinnhold her enn i Rorevatn. Allikevel er ingen av de funne planteplanktonarter typiske indikatorer på næringsrike lokaliteter.

Endelig kan nevnes at Holopedium gibberum er en art omgitt av en stor gelé-klokke som ved større forekomster kan lage ulemper for et vannverk.

8. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD.

De bakteriologiske forhold i Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn ble undersøkt i august og november 1964. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 17.

Celiforme bakterier blir benyttet som indikatorer på forurensninger fra menneskers og varmblodige dyrs tarmkanaler. Disse bakterier vil i alminnelighet ikke forårsake sykdommer,

og en vannkilde som inneholder disse bakterier behøver ikke være smitteførende eller helsefarlig. Men sannsynligheten for forurensninger som har uønskede helsemessige konsekvenser er større når vannkildens innhold av coliforme bakterier er stort. Selv om en vannkilde inneholder lite coliforme bakterier, kan den derfor ikke betraktes som hygienisk sikker. Det er nødvendig spesielt å vurdere hvilken betydning eventuelle forurensningskilder vil ha for vannkildens hygieniske tilstand. Dette er en sak som må forelegges helsemyndighetene for nærmere vurdering.

Bortsett fra i 3 prøver den 10/11 1964, ble det ikke påvist coliforme bakterier i Rorevatn. Dette viser at lokaliteten i liten grad er påvirket av kloakk, avrenningsvann fra gårdsbruk o.l.

Longumvatnet er betydelig forurenset av coliforme bakterier. Dette henger sammen med nedbørfeltets utnyttelse. Selv om det ikke direkte føres kloakkvann ut i lokaliteten, blir det tilført forurensninger ved overflatetilsig fra gårder, bebyggelse osv.

I Molandsvatn ble det også påvist coliforme bakterier i praktisk talt alle prøvedyp. Også i denne innsjøens nedbørfelt blir avrenningsvannet til dels forurenset av gjødseikomponenter, kloakkvann fra bebyggelsen o.l.

9. SAMMENFATTENDE DISKUSJON.

I 1964 - 1965 ble det foretatt en fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse av Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn i Arendalsområdet. Undersøkelsen skulle gi bakgrunnsmateriale for vurdering av disse lokaliteter som drikkevannskilder.

Innsjøene ligger i det sørlandske grunnfjellsområde som i det vesentligste er bygd opp av kvartsitter, gneisgranitter og gabbroide bergarter. Området er til dels bevokst med løv- og barskog. Enkelte steder er det noe myr og torvjord. I nedbørfeltene til Longumvatn og Molandsvatn er det en del dyrket mark, særlig i innsjøenes umiddelbare nærhet. Her er det også en del bebyggelse.

Overflatearealene er 8 km², 0,97 km² og 1,56 km² for henholdsvis Rorevatn, Longumvatn og Molandsvatn. Avrenningen i området er av NVE oppgitt til 27 l/sek/km². Med utgangspunkt i dette tall blir den teoretiske oppholdstid 16 mndr., 7 mndr. og 5,5 mndr. - innsjøene regnet i samme rekkefølge som ovenfor.

Rorevatn kommuniserer med Nidelva. Under flomperioder strømmer vann fra Nidelva inn i Rorevatn, men normalt renner vannet ut av sjøen.

Vannet i Rorevatn er noe surt og bløtt. Det er lite påvirket av organisk materiale (humusstoffer) og sivilisatorisk forurensningsmateriale. Under flomperioder kan Nidelva føre forurensningsmateriale inn i Rorevatn, men på grunn av de store forfynningsmassene som er til rådighet vil neppe vannkvaliteten bli vesentlig forringet etter disse invasjonperiodene. Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 15 meters dyp. Et drikkevannsinntak for et noe større vannverk bør plasseres i 30 - 35 meters dyp.

I tillegg til at et dypvannsinntak vil gi et utmerket råvann, vil det også gi betydelig sikkerhet i beredskapsmessig henseende.

Longumvatn og Molandsvatn er begge noe eutrofierte. Vannet inneholder en del organisk materiale som fører til oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Vannet i begge lokaliteter inneholder en del jern og mangan. Vannet er svakt surt og bløtt.

Den eutrofierende utvikling av disse innsjøer vil fortsette. Hvor hurtig forverringen av vannkvaliteten vil gå, avhenger av de tiltak som blir satt i verk for å hindre tilførsel av plantenæringsstoffer og organisk materiale til innsjøene. Enten disse innsjøer skal brukes som drikkevannskilder eller ikke, bør de ikke benyttes som resipient for større kloakkmengder. Lokalitetene (innsjøavsnittene) er forholdsvis små og grunne og vil ikke tåle store forurensningspåvirkninger før de rent estetisk vil virke skjemmende.

Skal Longumvatn og Molandsvatn benyttes som drikkevannskilder er det nødvendig å sikre nedbørfeltene mot ytterligere bebyggelse, eventuelt for annen virksomhet osv., men selv ved

gjennomføring av de strengeste restriksjoner vil neppe lokalitetene i fremtiden kunne gi tilfredsstillende drikkevann uten at vannet gjennomgår en omfattende renseprosess (fullrensning).

På kort sikt vil lokalitetene være brukbare som råvannskilder for et vannverk, men også i dette tilfelle kan det bli nødvendig med fullrensning før renvannskvaliteten blir tilfredsstillende. Vannet inneholder bl.a. en del jern og mangan som kan skape tekniske vanskeligheter, f.eks. korrosjonsproblemer, begrensingsproblemer osv.

Sprangsjiktet ligger i begge lokaliteter på 6 - 8 meters dyp. På grunn av oksygenforholdene er et dypvannsinntak ikke å anbefale i disse lokaliteter.

10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.

1. Arendalsregionens fremtidige drikkevannsforsyning må etter vår mening satse på et av de følgende tre alternativer.

Alt. 1) Rorevatn.

Alt. 2) Nidelva.

Alt. 3) Longumvatn og Molandsvatn.

2. Vanninntak:

Alt. 1) På 30 - 35 meters dyp.

Alt. 2) Ved Lindtveit, eventuelt forflytning til ovenfor Blakstad i fremtiden.

Alt. 3) Inntaksmagasin Longumvatn. Vanninntak på ca. 4 - 5 m.

3. Rensemetoder:

Alt. 1) Siling (eventuelt filtrering).

Alt. 2) Filtrering (helst sandfilter) eventuelt fullrensning i fremtiden.

Alt. 3) Fullrensning.

4. pH må heves til området 7 - 8 (gjelder alle alternativer).

5. Hygiene:

Svakklorering vil sannsynligvis i alle tre tilfeller gi tilstrekkelig hygienisk sikkerhet. Ved valg av alt. 2 eller 3 bør vannet få en viss oppholdstid etter klortilsetning, slik at klorets virkning blir sikret.

6. P.g.a. temperaturforhold, smaksforhold og brukbarhet forøvrig, vil alt. 1 under alle omstendigheter gi den beste drikkevannskvalitet.

Tabell 4.

Rorevatnet.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøvet tatt: 7/5 1964.

nr dyf	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e ⁶ % 20-n. 10-6	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	MnO ₄ -tall mg C/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
1	6,17	11,7	97,7	5,28	27,7	16	0,9	2,2	<0,05	Ikke påvist
4	6,01	11,7	96,6	5,20	27,8	16	1,1	2,5	<0,05	"
8	5,35	11,7	95,7	5,07	28,0	15	0,7	2,3	<0,05	"
12	5,09	11,7	94,5	5,12	28,2	13	0,6	2,1	<0,05	"
16	4,96	11,7	94,1	5,05	28,3	14	0,6	2,1	0,05	"
20	4,69	11,6	92,9	5,10	28,4	13	0,6	2,2	<0,05	"
30	4,45	11,6	92,4	5,10	28,0	13	0,6	1,9	<0,05	"
50	4,29	11,5	91,3	5,06	28,5	13	0,6	2,2	<0,05	"
70	4,27	11,7	92,9	5,15	29,7	15	0,7	2,1	<0,05	"
90	4,12	11,4	90,3	5,14	28,0	13	0,6	2,3	0,07	"

Tabell 5.
 Rorevatn, Røynevatn og Nelaugen.
 Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 3/8 1964.	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e-6 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	Total hårdhet mg CaO/l
		mg O ₂ /l	% Metn.								
Rorevatn:											
1	16,20	10,1	106,0	5,11	26,6	7	0,5	1,6	<0,05	<0,05	-
4	16,25	10,1	106,0	5,11	25,5	7	0,6	1,5	<0,05	<0,05	-
8	16,10	10,1	106,0	5,14	26,5	8	0,5	1,6	<0,05	<0,05	-
12	14,10	9,9	99,3	5,14	26,3	8	0,5	1,7	<0,05	<0,05	-
16	9,20	11,3	102,0	5,13	26,1	11	0,6	1,3	0,06	<0,05	-
20	6,90	11,4	96,7	5,10	26,1	10	0,4	2,0	<0,05	<0,05	-
30	6,00	11,6	96,4	5,11	26,2	9	0,7	2,0	<0,05	<0,05	-
50	5,22	11,3	92,1	5,20	26,5	10	0,5	2,0	<0,05	<0,05	-
70	5,10	11,5	93,4	5,15	26,2	10	0,5	1,3	<0,05	<0,05	-
90	5,02	11,5	93,4	5,01	26,5	11	0,7	1,9	<0,05	<0,05	-
Røynevatn:											
0	-	-	-	5,24	24,9	-	0,3	1,9	<0,05	<0,05	7,9
Nelaugen, utløp:											
				6,11	16,4	13	0,5	2,3	0,05	<0,05	-

Tabell 6.

Rorevatnet.Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Fl. ledn. e. % 20=n. 10-6	Farge Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Ortho- fosfat mg P/l	Nitrat mg N/l
		mg O ₂ /l	% Metn.									
1	7,30	10,9	93,3	5,24	31,0	8	0,6	1,9	0,05	<0,05	12	127
4	7,30	10,7	92,4	5,19	33,0	8	0,9	1,9	0,05	<0,05	5	130
8	7,31	11,0	94,3	5,28	34,0	8	0,7	1,9	<0,05	<0,05	2	137
12	7,30	10,7	91,2	5,22	30,5	8	1,2	1,8	<0,05	<0,05	3	140
16	7,25	9,8	84,2	4,56	31,0	8	0,6	1,8	<0,05	<0,05	3	142
20	7,23	10,7	92,0	5,10	28,4	11	0,8	1,8	<0,05	<0,05	3	145
25	7,20	10,6	90,8	5,10	30,0	9	0,8	1,9	<0,05	<0,05	3	142
30	5,91	10,6	87,5	-	28,9	9	0,7	1,8	<0,05	<0,05	3	145
35	5,54	10,6	87,2	5,16	29,7	9	0,5	1,8	<0,05	<0,05	2	145
40	5,41	10,6	86,1	5,11	28,3	8	0,2	1,8	<0,05	<0,05	2	152
45	5,43	10,5	86,0	5,10	28,5	8	0,2	1,8	<0,05	<0,05	2	145
50	5,32	10,3	83,5	5,10	28,2	8	0,7	1,8	<0,05	<0,05	2	150
55	-	-	-	5,15	29,4	8	0,8	1,9	<0,05	<0,05	2	155

Tabell 7.
Rorevatnet.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 2/3 1965.	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. ved 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.							
1	1,07	12,4	90,0	5,08	30,2	8	0,6	2,0	<0,05	<0,05
4	1,30	12,3	89,8	5,02	30,0	8	0,6	1,9	<0,05	<0,05
8	1,51	12,4	91,0	5,04	29,8	9	0,5	1,9	<0,05	<0,05
12	1,62	12,3	91,0	5,06	29,5	10	0,6	1,8	<0,05	<0,05
20	1,95	11,9	88,8	5,08	28,9	9	0,6	1,7	<0,05	<0,05
30	2,00	11,9	88,8	5,08	29,0	8	0,5	1,6	<0,05	<0,05
40	2,10	11,7	87,7	5,08	29,0	7	0,5	1,7	<0,05	<0,05
50	2,16	11,8	88,6	5,08	29,0	8	0,6	1,6	<0,05	<0,05
60	2,28	11,7	88,0	5,07	29,3	8	0,6	1,7	<0,05	<0,05
70	2,35	11,3	85,7	5,03	29,3	8	0,5	1,6	<0,05	<0,05
80	2,40	11,7	88,4	5,03	29,3	8	0,5	1,6	<0,05	<0,05
90	2,50	11,3	85,7	5,03	29,3	8	0,6	-	<0,05	<0,05

Tabell 8.

Longumvatnet.Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 7/5 1964.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. 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.							
1	8,98	10,9	97,2	6,56	44,1	27	1,1	3,3	0,12	0,09
4	8,26	11,0	96,7	6,50	46,1	29	1,0	3,4	0,18	-
8	6,44	10,0	84,1	6,30	44,2	29	1,0	3,2	0,15	0,15
12	5,37	9,3	75,6	6,18	44,2	29	0,8	3,4	0,23	0,16
16	4,89	9,0	72,7	6,18	44,3	31	0,9	3,3	0,32	0,18
20	4,69	8,6	68,8	6,14	44,8	30	0,8	3,4	0,23	0,13
25	4,58	8,5	68,4	6,14	45,0	32	0,9	3,2	0,54	0,16
30	4,53	8,4	67,5	6,13	45,0	32	0,9	3,3	0,42	0,11

Tabell 9.
Longunvatnet.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. c. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KlinO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Total hårdhet mg CaO/l	Ortho- fosfat mg P/l
		mg O ₂ /l	% lietn.									
0	17,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	17,42	9,9	106,0	6,78	45,5	18	0,7	3,8	0,05	<0,05	6,7	2
4	17,13	-	-	6,70	44,0	16	0,5	3,5	0,05	<0,05	6,8	1
6	16,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	11,60	6,8	64,4	6,35	45,1	16	0,4	3,5	0,05	<0,05	6,4	2
10	8,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	7,01	-	-	6,12	45,7	16	0,2	3,0	0,07	<0,05	6,7	1
16	5,66	7,5	61,7	6,02	45,6	17	0,2	3,1	0,10	<0,05	6,7	2
20	5,21	7,0	57,0	6,04	45,8	19	0,4	2,9	0,13	0,07	6,7	2
25	5,20	6,2	50,5	6,11	45,7	21	0,5	2,9	0,18	0,12	6,5	1
30	5,27	4,5	36,7	6,05	47,2	31	0,8	3,2	0,42	0,34	6,8	1

Tabell 10.

Longunvatnet.Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøvet tatt: 10/11 1964.

nr dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e.g. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Ft/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	MnO ₄ -tall mg 40/l	Jern µg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Ortho- fosfat µg P/l	Nitrat µg N/l
		mg O ₂ /l	% Metn.									
1	6,81	8,9	75,0	6,40	57,7	17	0,6	3,3	0,08	<0,05	5	140
4	6,12	8,9	73,8	6,50	49,9	25	0,7	3,4	0,11	<0,05	5	135
8	6,11	8,7	72,0	6,55	47,8	19	0,9	3,3	0,08	<0,05	6	140
12	6,02	8,9	73,8	6,60	48,0	27	0,7	3,3	0,09	0,06	5	140
16	5,91	8,0	66,3	6,55	48,0	30	1,0	3,3	0,14	0,10	4	158
20	5,70	7,2	58,8	6,57	47,9	28	0,9	3,2	0,17	0,13	3	185
25	5,20	4,1	33,2	6,30	49,0	36	1,8	3,1	0,48	0,56	3	255
30	5,10	2,6	22,8	6,52	50,9	70	5,3	3,3	1,00	0,91	2	250

Tabell 11.
Longunvatnet.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 2/2 1965.

n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. 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.							
1	2,40	17,0	120,8	5,96	56,0	32	2,1	3,5	0,10	0,05
4	3,35	12,7	98,5	6,30	48,2	19	1,0	3,1	0,10	0,07
8	3,45	12,5	96,9	6,42	47,8	18	0,7	3,1	0,10	0,07
12	3,51	12,0	93,1	6,34	47,8	16	0,7	2,7	0,10	0,05
16	3,55	-	-	6,29	49,0	18	0,8	2,9	0,13	0,06
20	3,61	11,2	87,6	6,25	49,1	18	0,9	2,3	0,11	0,06
25	3,63	10,7	83,2	6,22	49,8	20	0,8	2,9	0,13	0,07
30	3,70	7,2	56,9	6,15	51,0	26	1,0	2,7	0,29	0,17

Tabell 12.
Molendsvatnet.
Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 7/5 1964.	m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e ⁶ 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KlnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
			mg O ₂ /l	% Metn.							
	1	8,63	10,9	96,5	6,42	39,4	37	1,3	4,2	0,20	0,09
	4	8,42	10,8	94,9	6,34	40,0	39	1,5	4,2	0,20	0,11
	8	5,90	9,3	81,4	6,16	40,9	39	1,5	4,2	0,25	0,11
	12	4,68	8,9	71,3	6,05	40,9	36	1,3	4,2	0,25	0,11
	16	4,66	8,7	69,6	6,06	41,1	39	1,3	4,1	0,30	0,10
	20	4,07	8,6	66,4	6,03	41,7	36	1,3	4,4	0,26	0,11
	25	4,10	7,6	60,0	5,99	42,2	42	1,8	4,1	0,39	0,15
	30	4,09	6,0	47,3	6,03	43,8	64	3,7	4,4	0,79	0,23

Tabell 13.

Molandsvatnet.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: nr dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % 20=n.10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Klino- tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Total hårhet mg CaCl ₂ /l	Ortho- fosfat mg P/l
		mg O ₂ /l	% Metn.									
1	17,76	10,0	108,0	6,67	40,9	23	0,8	4,9	0,07	<0,05	6,2	2
4	16,81	9,6	102,0	6,71	40,9	24	1,0	4,6	0,08	<0,05	6,6	4
6	11,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	7,44	6,5	55,9	6,05	42,6	29	0,7	4,2	0,17	0,06	6,1	2
12	5,80	7,3	60,3	5,98	42,7	31	0,9	3,8	0,23	0,06	6,2	2
16	4,91	7,5	60,5	5,98	42,9	31	0,9	4,2	0,27	0,09	6,3	1
20	4,52	7,3	58,5	6,00	42,9	34	1,0	4,0	0,31	0,09	6,1	1
25	4,50	6,7	53,6	5,95	43,1	38	1,0	4,1	0,39	0,15	6,2	1
30	4,40	4,4	35,1	5,89	44,5	53	2,0	4,6	0,65	0,29	6,7	1

Tabell 14.

Molandsvatnet.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 10/11 1964.

n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e.f. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	MnO ₄ -tall mg O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l	Ortho- fosfat mg P/l	Nitrat mg N/l
		mg O ₂ /l	% Metn.									
1	5,90	3,2	67,7	6,45	50,8	29	1,0	4,1	0,21	<0,05	2	275
4	5,80	3,3	68,2	6,42	43,0	30	0,9	4,1	0,18	<0,05	2	275
8	5,78	3,7	71,4	6,45	43,4	30	1,0	3,9	0,18	<0,05	3	275
12	5,73	3,6	70,6	6,43	44,0	31	1,0	4,1	0,18	<0,05	2	270
16	5,13	5,8	46,8	6,25	43,2	36	1,0	3,8	0,31	0,08	2	350
20	4,61	5,5	43,5	6,07	43,2	36	0,8	3,8	0,33	0,10	2	390
25	4,49	4,4	35,2	6,08	44,0	36	1,0	4,0	0,47	0,22	2	360
30	4,39	0,3	2,6	6,11	46,7	108	8,2	-	1,59	0,86	-	240

Tabell 15.

Molandsvatnet.Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 2/3 1965.

n dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e.g % 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.							
1	1,75	16,2	120,0	5,95	51,8	33	2,3	4,2	0,10	0,05
4	1,77	12,9	95,8	6,15	46,5	43	2,3	4,4	0,20	0,06
8	3,30	11,5	89,1	6,20	44,5	33	1,2	3,7	0,22	0,08
12	3,32	11,1	85,5	6,21	44,5	32	1,1	3,6	0,23	0,08
16	3,45	10,9	84,5	6,20	44,5	33	1,1	3,6	0,24	0,09
20	3,45	-	-	6,19	44,7	36	1,5	3,5	0,28	0,09
25	3,61	10,5	81,8	6,18	45,6	33	1,5	3,5	0,31	0,09
30	3,61	-	-	6,07	46,5	47	2,1	3,5	0,51	0,12

Tabell 16.

Planktonforekomster basert på overflate-hovtrekk 1964.

	Rore- vatn 3/8	Longum- vatn 6/8	Molands- vatn 5/8
<u>CYANOPHYCEAE</u>			
<i>Anabaena</i> cf. <i>spiroides</i>	-	2	2
<i>Merismopedia</i> sp.	3	2	2
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	2
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	1	-
<u>CHLOROPHYCEAE</u>			
<i>Dichtyosphaerium</i> cf. <i>simplex</i>	-	-	3
<i>Elakatothrix</i> <i>gelatinosa</i>	-	2	2
cf. <i>Gloeocystis</i> sp.	-	3	-
<u>BACILLARIOPHYCEAE</u>			
<i>Asterionella</i> <i>formosa</i>	1	-	1
<i>Cyclotella</i> sp. (f)	1	-	-
<i>Melosira</i> sp. (f)	1	-	-
<i>Tabellaria</i> <i>flocculosa</i>	-	-	1
<u>CHRYSOPHYCEAE.</u>			
<i>Chryso-sphaerella</i> <i>longispina</i>	-	2	4
<i>Dinobryon</i> <i>bavaricum</i> cf. f. <i>vanhöffeni</i>	-	-	3
" <i>divergens</i>	-	1	2
" cf. <i>sertularia</i>	-	-	-
<i>Mallomonas</i> sp.			
<u>XANTHOPHYCEAE</u>			
<i>Botryococcus</i> <i>braunii</i>	-	1	-
<u>DINOPHYCEAE</u>			
<i>Ceratium</i> <i>hirudinella</i>	-	2	3
<i>Peridinium</i> sp. (f)	1	1	+
<u>ROTTATORIA</u>			
<i>Coccolithus</i> <i>hippecrepis</i> (= <i>volvox</i>)	-	2	-
<i>Kellicoffia</i> <i>longispina</i>	3	-	2

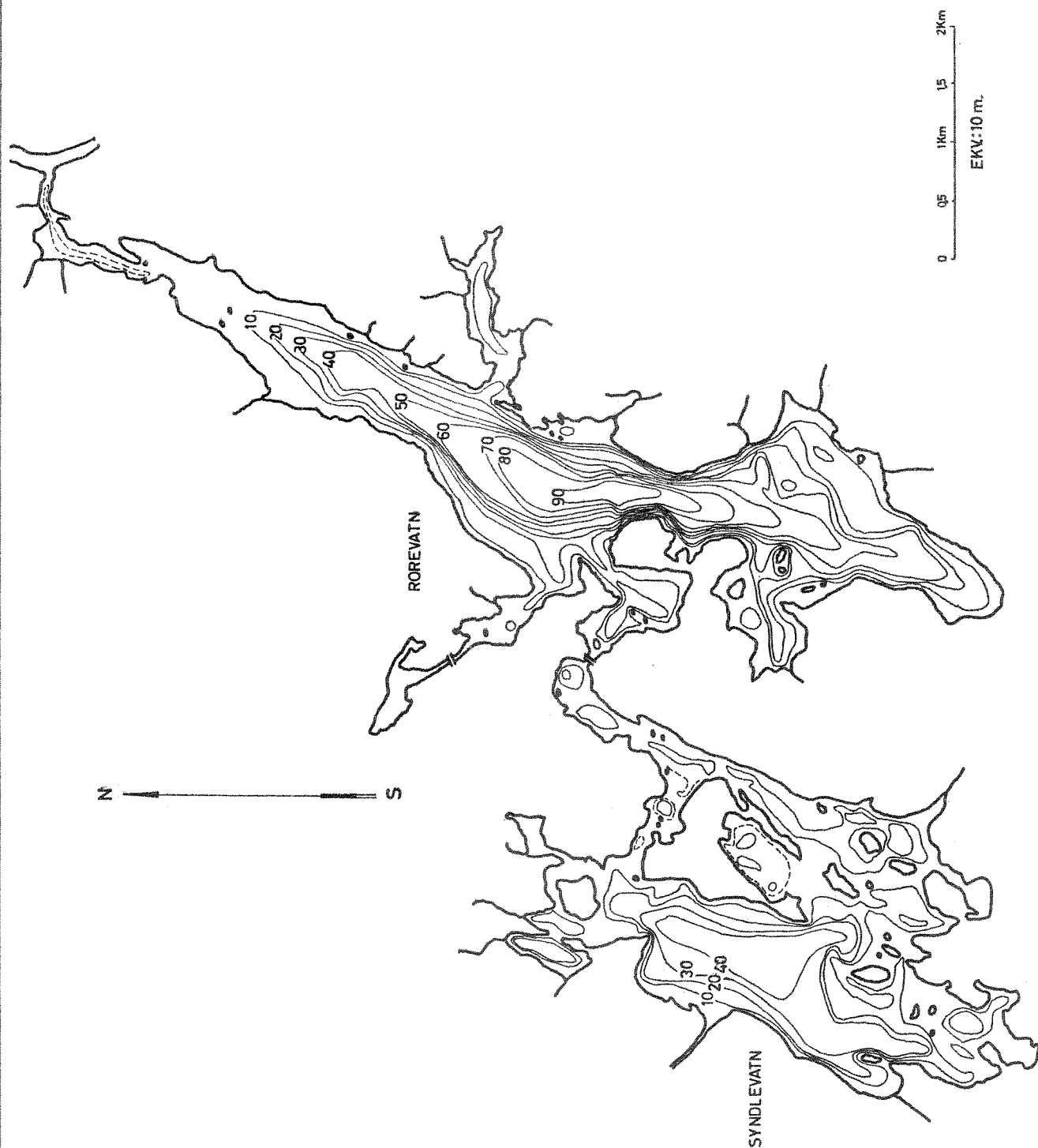
Tabell 16, forts.

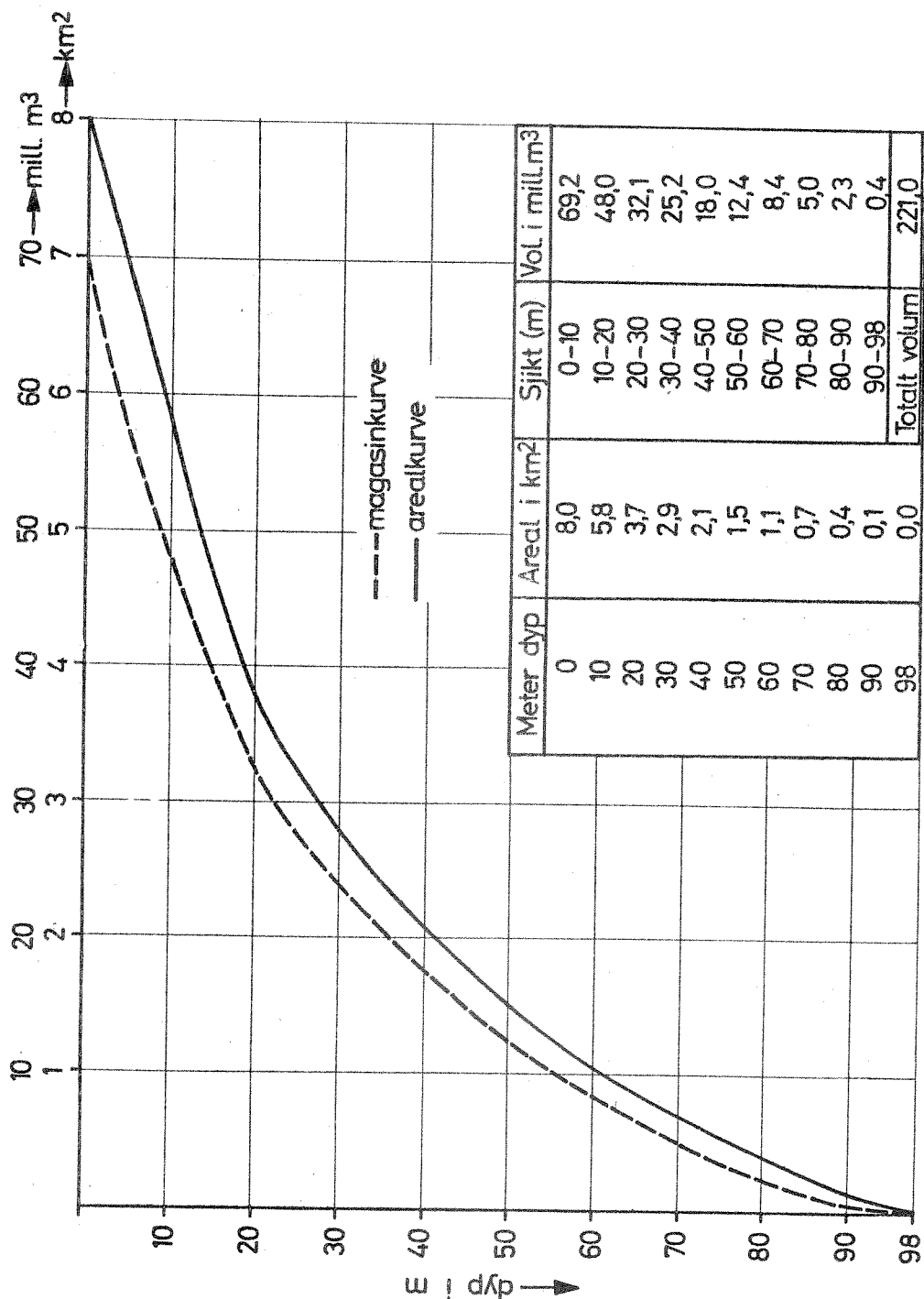
	Rore- vatn 3/8	Longum- vatn 6/8	Molands- vatn 5/8
<u>ROTATORIA</u> (forts.)			
Keratella cochlearis	-	-	2
cf. Filinia sp.	-	2	-
Trigla (= Polyarthra) platyptera	2	2	2
ubestemte Rotatorier	-	+	-
<u>CRUSTACEAE</u>			
Bosmina coregoni	2	1	-
Calanoide copepoder	-	1	-
Cyclopoide copepoder	3	3	4
Diaphanosoma brachyurum	2	-	-
Kolopedium gibberum	-	4	3
Nauplielarver	2	3	2

Tabell 17.

Bakteriologiske analyseresultater 1964.

m dyp	4/8 - 7/8 1964		10/11 1964
	coli/100 ml	kim/ml	coli/100 ml
<u>Rorevatn:</u>			
0	-	-	0
1	0	16	-
4	-	-	1
8	0	24	0
16	0	60	1
20	-	-	0
25	-	-	0
30	0	12	2
35	-	-	0
40	-	-	0
50	0	45	0
55	-	-	0
<u>Longumvatn:</u>			
1	7,8	28	9
4	-	-	10
8	2	17	8
12	-	-	10
16	6,8	34	13
20	-	-	3
25	-	-	4
30	6,8	220	0
<u>Molandsvatn:</u>			
1	4,5	20	5
8	1,8	56	8
16	0	21	2
20	-	-	1
30	6,8	91	0





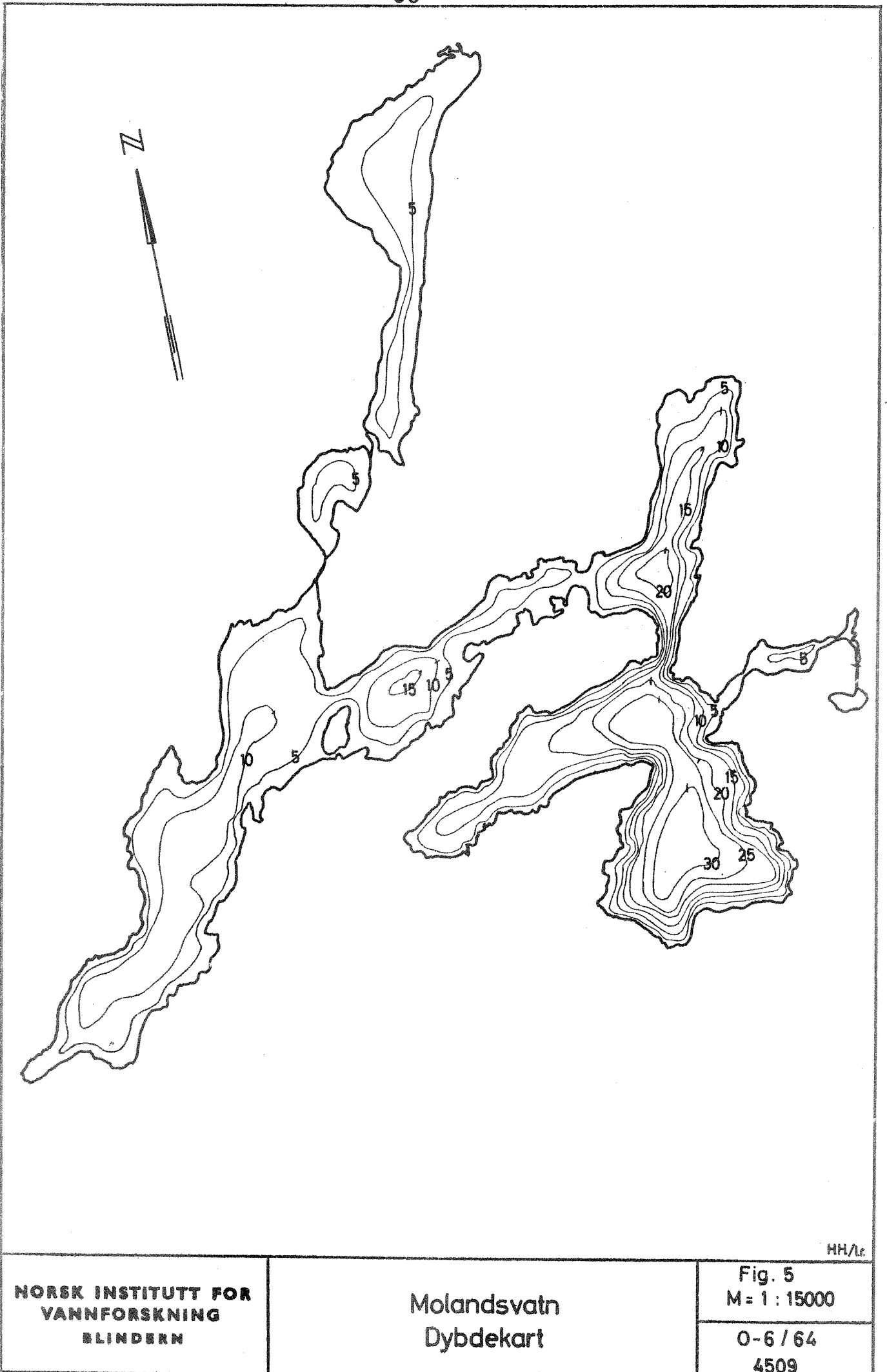


NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Longumvatn
Dybdekart

Fig.4
1:15000

O-6/64 4503



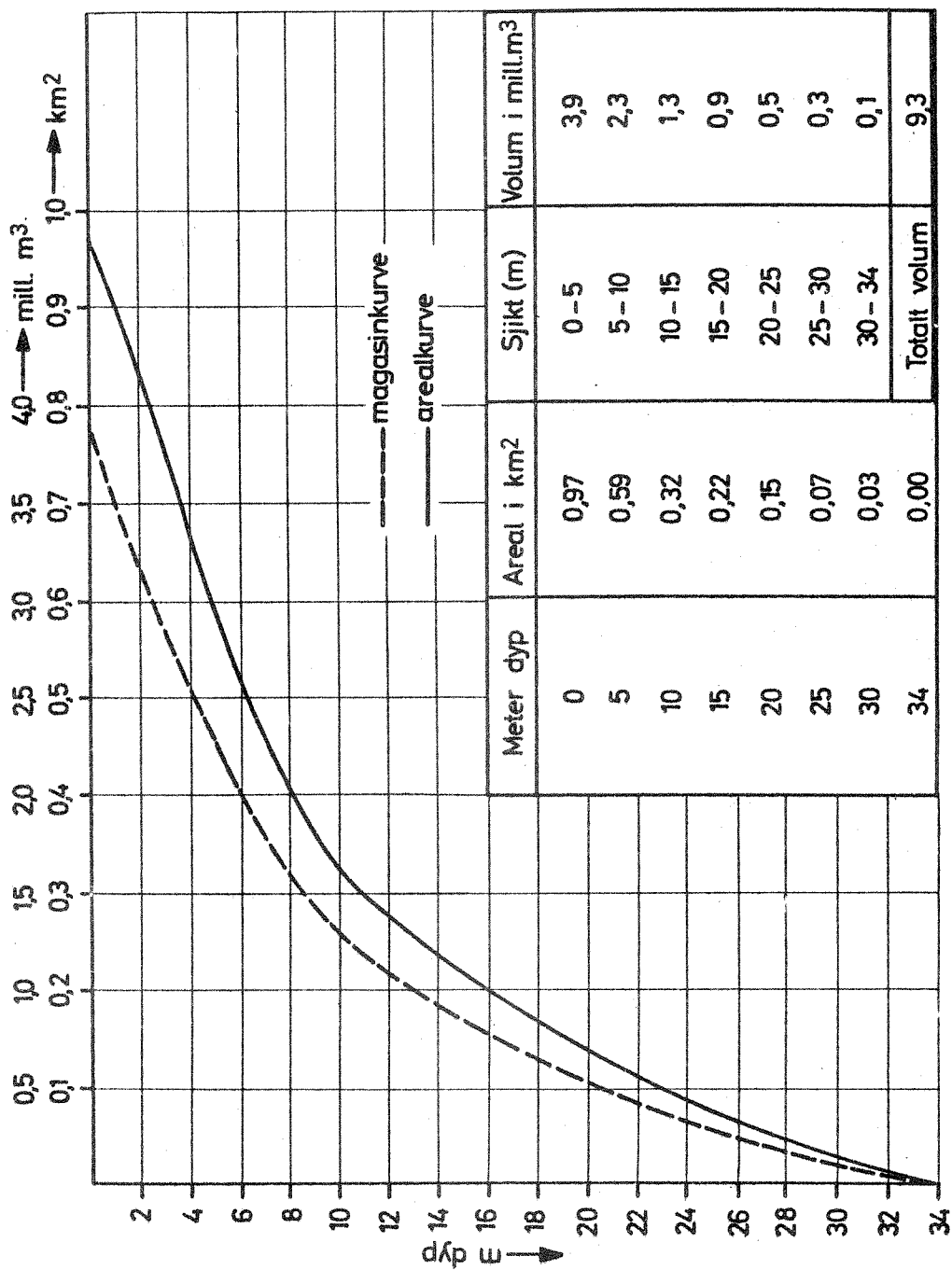
HH/Lr.

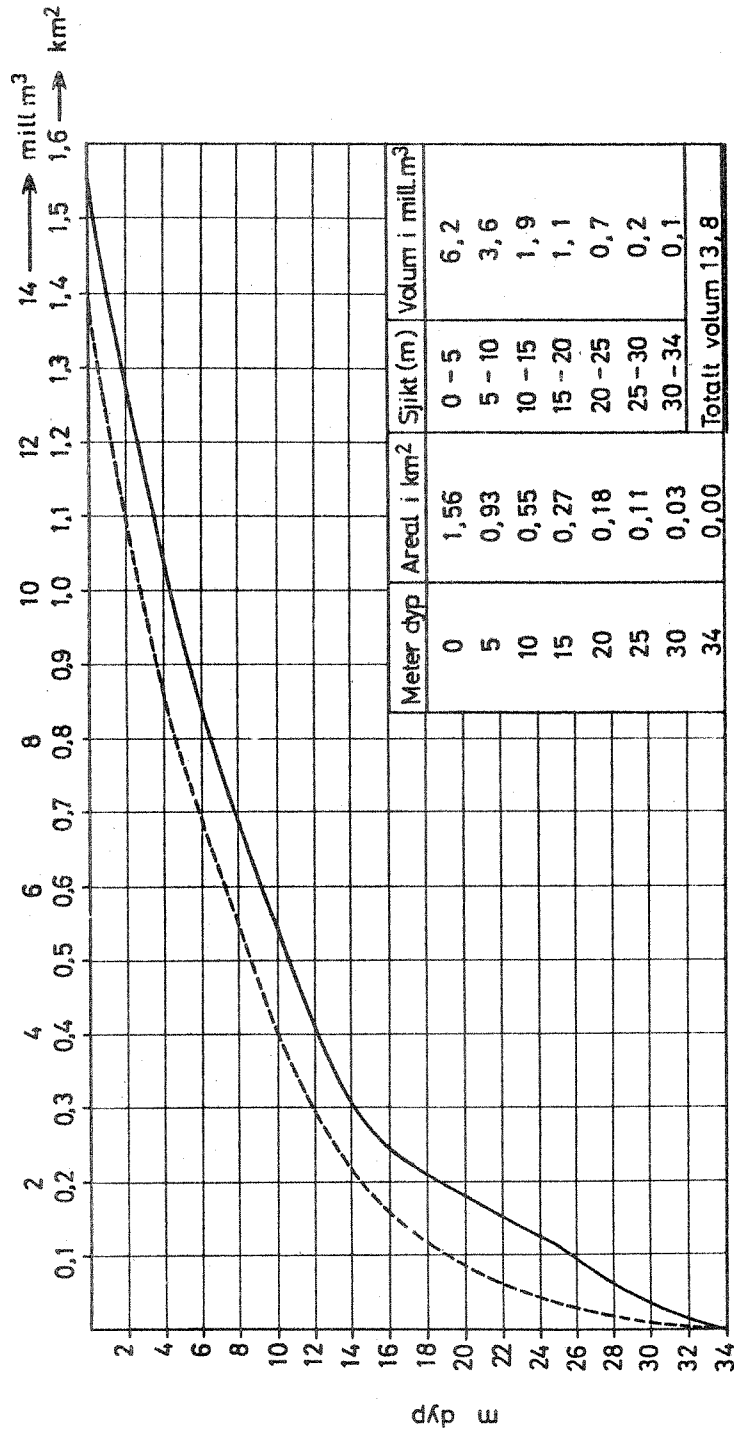
NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Molandsvatn
Dybdekart

Fig. 5
M = 1 : 15000

0-6 / 64
4509





----- Magasinkurve
 _____ Arealkurve

