

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 8/64.

Vannforsyning for Moland kommune.

En fysisk-kjemisk og

bakteriologisk undersøkelse.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan.

Rapporten avsluttet juli 1965.

INNHALDSFORTEGNELSE:

Side:

1.	INNLEDNING.	4
2.	BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTENE.	5
3.	BESKRIVELSE AV INNSJØENE.	5
4.	HYDROLOGI.	6
5.	OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER.	6
6.	HYDROGRAFI.	7
	6.1. Temperaturforhold.	7
	6.2. Oksygenforhold.	8
	6.3. Kjemiske forhold.	9
7.	BAKTERIOLOGISKE FORHOLD.	11
8.	SAMMENFATTENDE DISKUSJON.	11
9.	GENERELLE BETRAKTNINGER OM VANNFORSYNING TIL MOLAND KOMMUNE.	13
10.	PRAKTISKE KONKLUSJONER.	13

TABELLFORTEGNELSE:

1.	Morfometriske data for Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn.	5
2.	Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn. Midlere tilsig og teoretisk oppholdstid.	6
3.	Middelverdier for en del kjemiske komponenter i Øinesvatn og innsjøer i Strengereidfeltet 1964 - 1965.	9
4.	Øinesvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater 5/8 1964.	15
5.	Øinesvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater 10/11 1964.	16
6.	Øinesvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater 1/3 1965.	17
7.	Strengereidvatn og Bjellandsvatn. Fysisk- kjemiske analyseresultater 4/8 1964.	18
8.	Strengereidvatn og Bjellandsvatn. Fysisk- kjemiske analyseresultater 10/11 1964.	19

TABELLFORTEGNELSE (forts.):

Side:

9.	Strengereidvatn og Bjellandsvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater	2/3 1965.	20
10.	Vatnebuvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater	4/8 1964.	21
11.	Vatnebuvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater	10/11 1964.	22
12.	Vatnebuvatn. Fysisk-kjemiske analyseresultater	2/3 1965.	23
13.	Moland kommune. Bakteriologiske analyseresultater 1964.		24

FIGURFORTEGNELSE:

1.	Moland vannforsyning. Oversiktskart over eventuelle drikkevannskilder med nedbørfelt.	25
2.	Øinesvatn. Dybdekart.	26
3.	Strengereidvatn. Dybdekart.	27
4.	Bjellandsvatn og Vatnebuvatn. Dybdekart.	28
5.	Øinesvatn. Areal- og volumkurver.	29
6.	Strengereidvatn. Areal- og volumkurver.	30
7.	Bjellandsvatn og Vatnebuvatn. Areal- og volumkurver.	31
8.	Øinesvatn. Temperatur- ($^{\circ}\text{C}$) og oksygenobservasjoner mg $\text{O}_2/1$ 1964 - 1965.	32
9.	Strengereidvatn. Temperatur- ($^{\circ}\text{C}$) og oksygenobservasjoner mg $\text{O}_2/1$ 1964 - 1965.	33
10.	Bjellandsvatn og Vatnebuvatn. Temperatur- ($^{\circ}\text{C}$) og oksygenobservasjoner mg $\text{O}_2/1$ 1964 - 1965.	34

1. INNLEDNING.

I brev av 24. januar 1964 fra kommuneingeniør Johannessen i Moland kommune ble Norsk institutt for vannforskning anmodet om å utarbeide et program med kostnadsoverslag for en undersøkelse av diverse vannkilder med henblikk på en fremtidig drikkevannsforsyning for kommunen. De aktuelle lokaliteter var:

1. Øinesvatn.
2. Strengereidvatn.
3. Bjellandsvatn.
4. Vatnebuvatn.

Molandsvatn og Longumvatn var også av interesse, men disse lokaliteter ble undersøkt med henblikk på drikkevannsforsyning for hele Arendalsregionen, og de er beskrevet i vår rapport 0 - 6/64. "Vannforsyning for Arendalsregionen, Fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse, juni 1965".

I brev av 29. januar 1964 til kommuneingeniør Johannessen fremla vi et program som omfattet en fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse av de nevnte lokaliteter. Undersøkelsen skulle strekke seg over et år med prøvetaking vinter, vår, sommer og høst. Dessuten skulle innsjøene loddet opp. Programmet ble vedtatt, men så sent at undersøkelsen først kom i gang i august 1964. Det er således blitt gjennomført tre prøvetakingsserier i hver lokalitet, nemlig sommer, høst og vinter. Det innsamlede materialet skulle likevel gi tilstrekkelige informasjoner for vurdering av vannkvaliteten i de undersøkte lokaliteter.

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

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

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 kvartssitter, gneisgranitter og gabbroide bergarter.

Øinesvatn ligger i et typisk sørlandsk heiområde, hvor fjellknauser, skog og små myrområder danner et variert landskap. Innsjøen er praktisk talt upåvirket av sivilisatoriske forurensningsfaktorer.

I Strengereidfeltet (nedbørfelt for Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn) er det en del dyrket mark og bebyggelse. Feltet er ellers til dels bevokst med bar- og løvskog. Strengereidvatn brukes idag som vannkilde for Det Norske Nitrid A/S, Eydehamn (40 l/sek) som også leverer vann til en del av bebyggelsen (10 l/sek).

3. BESKRIVELSE AV INNSJØENE.

Alle de undersøkte lokaliteter ble loddet opp med ekkolodd sommeren 1964. Opploddingsarbeidet ble utført av NIVA. Vertikale luftfotografier i målestokk 1 : 15000 og 1 : 10000 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. Kartene er gjengitt på fig. 2, 3 og 4. Areal- og volumkurver for innsjøene er tegnet på fig. 5, 6 og 7. Morfometriske data for de fire undersøkte lokaliteter er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske data for Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn.

		Øines- vatn	Strengereid- vatn	Bjellands- vatn	Vatnebu- vatn
Nedbørfelt,	km ²	9,6	1,5	6,2	2,9
H.o.h.,	m	95	16	7	11
Største dyp,	m	54	21	13	25
Overflate,	km ²	1,14	0,18	0,55	0,34
Volum,	mill.m ³	12,28	1,57	3,33	2,87
Middel dyp,	m	10,7	8,8	6,0	8,6

Øinesvatn er et uregelmessig basseng med flere dype partier atskilt ved terskler. Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebu-
vatn er små, grunne bassenger som er forholdsvis regelmessig
utformet.

4. HYDROLOGI.

Ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (1958) er den
midlere avrenning i nedbørfeltet til Øinesvatn 27 l/sek/km^2
og i Strengereidfeltet 25 l/sek/km^2 . Med basis i disse tall er
innsjøenes midlere tilsig og teoretiske oppholdstid regnet ut
(tabell 2).

Tabell 2. Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebu-
vatn. Midlere tilsig og teoretisk oppholdstid.

	Øines- vatn	Strengereid- vatn	Bjellands- vatn	Vatnebu- vatn
Midlere tilsig, $\text{m}^3/\text{døgn}$	22400	3240	13400	6260
Teoretisk oppholdstid, måneder	18	16	8	15

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 H_2O er målt elektrometrisk. Den elektrolytiske lednings-
evne er målt ved 20°C og H_2O er oppgitt i $\text{n}\cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

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

Turbiditet. Denne faktor er bestemt ved lysspredningsmåling
(Tyndall-effekt) med et fotoelektrisk kolorimeter som er kali-
brert mot Silica-suspensjoner.

Permanganat-tallene er bestemt ifølge forskrifter fra Statens
institutt for folkehelse. Prøven oppvarmes i surt kalium-
permanganatmiljø på vannbad i 20 min. med etterfølgende til-
setning 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 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 Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn ble undersøkt i august og november 1964 og i mars 1965. Analyseresultatene er gjengitt i tabellene 4 - 12. Temperatur- og oksygenforholdene på de forskjellige observasjonsdager er illustrert i fig. 8, 9 og 10.

6.1. Temperaturforhold.

Alle de undersøkte lokaliteter gjennomløper hvert år 4 termiske perioder, nemlig:

- vårfullsirkulasjonen,
- sommerstagnasjonen,
- høstfullsirkulasjonen,
- vinterstagnasjonen.

I de minste innsjøer er vårfullsirkulasjonsperioden sannsynligvis av kort varighet. Den tar til ved isløsningen og varer til vannmassene har oppnådd temperaturen for vannets største tetthet (ca. 4°C). Fra dette tidspunkt utvikles en stabil likevekt med relativt varmt vann i overflatelagene atskilt fra kaldere vann i dypet. I grunne, vindpåvirkede innsjøer, kan vind, bølger m.m. bryte ned stabiliteten slik at vannmassene sirkulerer hele sommeren i gjennom. I de 3 dypeste lokaliteter lå sprangsjiktet i august i 7 - 8 meters dyp (fig. 8-10). Vannmassene i de øverste lagene hadde på denne tid temperaturer på $16 - 18^{\circ}\text{C}$, og i dyplagene var temperaturen $4 - 6^{\circ}\text{C}$. P.g.a.

dybdeforholdene ble det ikke utviklet noen typisk sommerstratifikasjon i Bjellandsvatnet. I denne lokalitet var temperaturen $12,5^{\circ}\text{C}$ i 8 meters dyp.

Avkjølingsperioden om høsten varer til innsjøene fryser til. I den siste del av denne periode (høstfullsirkulasjonsperioden) er det isoterme forhold gjennom hele vannmassen. Når isen legger seg om høsten er det utviklet en invers stratifikasjon med kaldt vann ($1 - 2^{\circ}\text{C}$) i overflatelagene og varmere vann ($3 - 4^{\circ}\text{C}$) i dypet (konf. temperaturkurver for mars, fig. 8 - 10).

Denne undersøkelse sier ingenting om varigheten av de forskjellige termiske perioder. Antakelig er vårfullsirkulasjonsperiodene av relativt kort varighet (1 - 2 uker). Høstfullsirkulasjonsperiodene varer sannsynligvis noe lenger. Sommerstagnasjonsperiodene varer antakelig i alle lokaliteter fra mai til oktober, ca. 5 mndr, og vinterstagnasjonsperiodene fra november til slutten av april, ca. 4 - 5 mndr.

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 vedkommende 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 humuspregede og næringsrike 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 alle de undersøkte lokaliteter var det en del oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene. I Øinesvatn var oksygenmetningen 50 - 60% i slutten av sommerstagnasjonsperioden. Dette antas vesentlig å henge sammen med nedbrytning av organisk materiale (humusstoffer) som tilføres innsjøen fra nedbørfeltet.

Oksygenforbruket i dyplagene av Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn under stagnasjonsperiodene henger sammen med nedbrytning av organisk materiale som dels tilføres innsjøene fra nedbørfeltet og som dels produseres i selve innsjøene. Nedbrytning av organisk materiale i mudderet spiller sannsynligvis også en betydelig rolle.

Under sommer- og vinterstagnasjonsperiodene var det i enkelte lokaliteter overmetning av oksygen i overflatelagene, som sannsynligvis i vesentlig grad skyldes planteplanktonets fotosyntese. De fysiske forhold kan muligens også bidra til slike fenomener.

Fullsirkulasjonsperiodene om våren er sannsynligvis av kort varighet i alle lokaliteter, og vannmassene er neppe mettet med oksygen ved inngangen til stagnasjonsperiodene.

6.3. Kjemiske forhold.

Tabell 3 gjengir middelveidier for en del kjemiske komponenter.

Tabell 3. Middelveidier for en del kjemiske komponenter i Øinesvatn og innsjøer i Strengereidfeltet 1964 - 1965.

Komponent	Øinesvatn	Strengereidvatn	Bjellandsvatn	Vatnebuvatn
pH	5,87	6,37	6,74	6,52
El.ledn.e. $n_{20}=n \cdot 10^{-6}$	28,9	56,7	70,7	69,0
Farge, mg Pt/1	21	27	32	20
Turbiditet, mg SiO ₂ /1	0,6	1,1	1,9	1,0
KMnO ₄ -tall, mg O/1	3,3	3,9	4,7	3,7
Jern, mg Fe/1	0,07	0,11	0,08	0,06
Mangan, mg Mn/1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrat, µg N/1	125	103	53	103
Orthofosfat, µg P/1	4	4	3	3

Øinesvatn.

Vannet i Øinesvatn er surt og bløtt (kalkfattig). Verdiene for farge og kjemisk oksygenforbruk (KMnO₄-tall), viser at vannet er svakt påvirket av humuskomponenter. Jerninnholdet var i middel 0,07 mg/1 og foreligger komplekst bundet til humusstoffene. Manganinnholdet var <0,05 mg Mn/1 dvs. knapt påvisbart med den anvendte analysemetode. De kjemiske forhold varierte svært lite i løpet av observasjonsperioden.

Strengereidvatn.

Vannet er svakt surt og har relativt lavt elektrolyttinnhold. Verdiene for den elektrolytiske ledningsevne var bortimot dobbelt så høye her som i Øinesvatn, men vannet er likevel bløtt. Vannets innhold av organisk materiale varierte noe. De høyeste verdier for farge, turbiditet og kjemisk oksyderbarhet (KMnO_4 -tall) ble observert i november. Jerninnholdet var i gjennomsnitt 0,07 mg/l, mens manganinnholdet var <0,05 mg/l.

Variasjonene i de kjemiske forhold kan henge sammen med variasjoner i tilsigsvannets kvalitet og kvantitet, samt med variasjoner i innsjøenes egenproduksjon. Vannmassenes stabilitetsforhold i de forskjellige termiske perioder spiller sannsynligvis en betydelig rolle i denne sammenheng.

Det oksygenfattige miljø som oppstår i dypet av Strengereidvatn under stagnasjonsperiodene forårsaker reduksjon av visse kjemiske stoffer i bunnslammet. Dette fører bl.a. til økning av dypvannets innhold av jern, mangan og fosfater. I de øverste vannmassene avtar konsentrasjonene 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 tungt løselige forbindelser som etter hvert sedimenterer. Denne prosess fører altså til at konsentrasjonene av de nevnte stoffer under omveltningen avtar i dypet, men øker i de øverste lagene.

Bjellandsvatn.

Vannet er svakt surt og bløtt. Verdiene for farge, turbiditet og kjemisk oksyderbarhet (KMnO_4 -tall) er høye og viser at vannet er betydelig belastet med organisk materiale. De høyeste fargeverdiene ble observert i november. Vannet inneholder også noe jern - i gjennomsnitt 0,08 mg/l, manganinnholdet var <0,05 mg/l. Både oksygenforholdene og de kjemiske forhold forøvrig tyder på at innsjøen er noe eutrofiert, og at det i sommerhalvåret er betydelig organisk produksjon i selve innsjøen. Variasjonene i vannets kjemiske sammensetning med hensyn til dyp og tid er i samsvar med det som er beskrevet om Strengereidvatn.

Vatnebuvatn.

Vannet er svakt surt og bløtt. Lokaliteten er mindre påvirket av organisk materiale enn Bjellandsvatn og Strengereidvatn. Gjennomsnittsverdiene for vannets jerninnhold er 0,06 mg/l, manganinnholdet er <0,05 mg/l. Variasjonene i vannets kjemiske sammensetning med hensyn til dyp og tid er i samsvar med det som er beskrevet om Strengereidvatn.

7. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD.

De bakteriologiske forhold ble undersøkt i alle lokaliteter i august og november 1964. Analyseresultatene er gjengitt i tabell 13.

Coliforme 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 å 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.

Resultatene viser at Øinesvatnet i liten grad er påvirket av coliforme bakterier. Innsjøen er som nevnt lite påvirket av sivilisatoriske forurensningsfaktorer, og det er derfor neppe større variasjoner i vannmassenes bakterieinnhold.

Innsjøene i Strengereidfeltet er noe mer forurenset av coliforme bakterier. Dette henger sammen med nedbørfeltene utnyttelse. Selv om det ikke direkte føres kloakkvann ut i lokalitetene, blir det tilført forurensninger ved overflatetilsig fra gårder, bebyggelse osv.

8. SAMMENFATTENDE DISKUSJON.

I 1964 - 1965 ble det foretatt en fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse av Øinesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn i Moland kommune. 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. Nedbørfeltene er til dels bevokst med løv- og barskog. I Strengereidfeltet er det en del dyrket mark og bebyggelse.

Vannet i Øinesvatn er surt, bløtt og noe påvirket av organisk materiale (humusstoffer). Lokaliteten er lite påvirket av sivilisatoriske forurensningsfaktorer. Sprangsjiktet ligger om sommeren i ca. 7 meters dyp. Under stagnasjonsperiodene er det en del oksygenforbruk i dyplagene. Dette vil imidlertid ikke være til hinder for et dypvannsinntak for et eventuelt vannverk. Ved et drikkevannsinntak på 15 m, blir den tilgjengelige vannmengde under sprangsjiktet vel 3 mill.m³.

Lokalitetene i Strengereidfeltet har en svakt sur og kalkfattig (bløt) vannkvalitet. Vannet er noe påvirket av organisk materiale. Sprangsjiktet ligger om sommeren i 7 - 8 meters dyp. Under stagnasjonsperiodene er det et betydelig oksygenforbruk i de dypere lag. Ifølge analyseresultatene har Vatnebuvatn en noe bedre drikkevannskvalitet enn Bjellandsvatn og Strengereidvatn.

Strengereidvatn og Bjellandsvatn.

Eventuelle vanninntak i disse lokaliteter bør plasseres i ca. 5 meters dyp. Vannet bør gjennomgå en omfattende renseprosess før det distribueres på ledningsnett.

I Vatnebuvatn bør man anvende en todelt inntaksordning med f.eks. et inntak på ca. 12 m og et på ca. 5 m. På denne måten kan man oppnå fordelene ved et dypvannsinntak i den første delen av stagnasjonsperiodene. Senere i periodene, når oksygenforholdene blir dårlige, kan overflateinntaket koples inn. Ifølge våre beregninger ut fra Vassdragsvesenets reguleringskurver, vil Vatnebuvatn alene ved en regulering på 1 m skaffe tilstrekkelig drikkevann for 4 - 5000 mennesker (forbruk ca. 500 l/person/døgn).

9. GENERELLE BETRAKTNINGER OM VANNFORSYNING TIL MOLAND KOMMUNE.

Moland er i areal en stor kommune med relativt spredt bebyggelse. En felles vannforsyning for hele kommunen er sannsynligvis av teknisk-økonomiske grunner vanskelig å realisere. Vi antar at en eller flere innsjøer i Strengereidfeltet kan brukes som vannforsyningskilde i den østligste delen av kommunen. Et samarbeid med Arendal (Arendalsregionen) om en felles vannforsyning, vil sannsynligvis være riktig når det gjelder vannforsyning til den vestligste delen av kommunen. Øinesvatnet har en bra vannkvalitet, men har en geografisk beliggenhet som gjør at dens brukbarhet som vannkilde for Moland kommune, blir en vurdering av teknisk-økonomisk art.

10. PRAKTISKE KONKLUSJONER.Øinesvatn.

1. Vanninntak plasseres i ca. 15 meters dyp.
2. Rensemethode. Siling, eventuelt filtrering. Vannets pH bør ved hjelp av f.eks. hydratkalk heves til 7 - 8 før det distribueres på ledningsnettet.
3. Svakklorering antas å gi tilfredsstillende hygienisk sikkerhet.

Strengereidvatn.

1. Vanninntaket plasseres i ca. 5 meters dyp.
2. Rensemethode. Filtrering, helst hurtig sandfilter. Vannets pH bør heves til pH 7 - 8 før distribusjon på ledningsnettet.
3. Svakklorering av vannet vil antakelig gi tilfredsstillende hygienisk sikkerhet.

Bjellandsvatn.

1. Vanninntaket plasseres i ca. 5 meters dyp.
2. Rensemethode. Hurtig sandfilter, eventuelt fullrensning. Vannets pH bør heves til pH 7 - 8 før distribusjon på ledningsnettet.
3. Svakklorering av vannet vil antakelig gi tilfredsstillende hygienisk sikkerhet.

Vatnebuvatn.

1. Vanninntak. Todelt anordning hvor man kan variere mellom inntak på 12 m og 5 meters dyp.
2. Rensemethode. Siling, eventuelt filtrering. Vannets pH bør heves til pH 7 - 8 før distribusjon på ledningsnettet.
3. Svakklorering av vannet vil antakelig gi tilfredsstillende hygienisk sikkerhet.

Tabell 4.

Øinesvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøvet tatt: 5/3 1964.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. W 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	17,00	9,5	101,0	6,12	27,0	19	0,7	3,2	0,05	<0,05
4	16,63	9,5	100,5	6,29	26,5	20	0,8	3,5	0,05	<0,05
6	14,75	9,4	95,4	6,03	26,9	19	0,7	3,5	0,05	<0,05
8	5,56	9,4	77,3	5,52	27,5	22	0,8	3,2	0,05	<0,05
12	5,52	9,5	78,1	5,71	27,2	19	0,4	3,1	0,05	<0,05
16	4,89	9,5	76,7	5,69	27,8	19	0,5	3,1	0,05	<0,05
20	4,51	9,5	76,1	5,68	27,9	18	0,5	3,3	0,05	<0,05
30	4,09	9,2	72,8	5,66	28,1	22	0,4	3,6	0,07	<0,05
40	4,01	9,1	71,8	5,65	28,3	22	0,5	3,6	0,09	<0,05
50	4,10	7,5	59,4	5,61	28,3	27	0,8	3,5	0,21	<0,05

Tabell 5.

Øinesvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 10/11 1964.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Fl. ledn. e. % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg O/l	Jern mgFe/l	Mangan mgMn/l	Ortho- fosfat µg P/l	Nitrat µg N/l
		mg O ₂ /l	% Metn.									
1	5,40	9,6	78,8	6,11	29,5	24	1,2	3,3	0,06	Ikke påvist	4,0	100
4	5,35	9,8	79,6	6,00	28,6	24	0,8	3,4	0,07	"	3,5	105
8	5,42	9,7	79,4	5,85	28,8	19	0,9	4,1	0,06	"	3,0	102
12	5,40	9,7	78,9	6,10	28,6	19	0,8	3,3	0,07	"	3,0	98
16	5,32	9,4	76,3	6,04	28,7	24	0,8	3,4	0,07	"	4,0	108
20	4,80	8,2	65,6	5,96	28,3	25	0,7	3,1	0,08	"	7,0	142
25	-	7,9	-	5,85	28,5	25	0,5	3,3	0,07	"	3,5	150
30	4,21	7,7	61,0	5,83	30,8	22	0,6	3,3	0,07	"	2,5	148
35	-	7,3	-	6,04	30,1	22	0,6	3,4	0,11	"	4,0	140
40	4,20	7,3	57,5	5,97	28,1	24	0,6	3,3	0,13	"	4,5	138
45	4,20	5,9	46,9	5,93	29,6	25	0,6	3,3	0,22	"	1,5	140

Tabell 6.

Øinesvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 1/3 1965.

m dyp	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
		mg O ₂ /l	% Metn.							
1	2,33	15,4	116,0	5,71	37,8	23	0,7	3,5	0,07	<0,05
4	3,00	12,7	97,3	5,84	29,8	20	0,6	3,1	0,07	<0,05
8	3,11	12,6	96,5	5,85	29,2	20	0,5	3,0	0,07	<0,05
12	3,15	12,2	93,9	5,85	29,1	20	0,5	3,0	0,07	<0,05
16	3,15	12,9	99,5	5,84	28,9	19	0,6	3,0	0,06	<0,05
20	3,15	12,4	95,2	5,80	29,4	20	0,6	3,0	0,08	<0,05
25	3,30	12,7	98,4	5,84	29,2	20	0,6	2,9	0,07	<0,05
30	3,50	12,5	96,8	5,85	28,6	17	0,5	2,8	0,06	<0,05
35	3,60	-	-	5,84	28,6	17	0,4	2,9	0,06	<0,05
40	3,71	11,7	91,5	5,84	28,7	18	0,5	2,8	0,07	<0,05

Tabell 7.
Strengereidvatn og Bjellandsvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

nr	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. M 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	Ortho- fosfat µg P/l
		mg O ₂ /l	% Metn.								
trengereidvatn:											
1	17,43	9,7	104,0	6,81	54,0	20	0,6	4,2	0,05	<0,05	14
4	16,89	9,3	99,0	6,81	54,1	20	0,8	4,1	0,05	<0,05	2,5
6	14,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8,47	7,7	68,1	6,14	53,5	21	0,9	3,8	0,06	<0,05	2,0
2	6,34	6,6	55,5	6,11	53,5	22	0,6	3,5	0,07	<0,05	4,0
6	5,79	5,0	41,3	6,08	54,2	26	0,9	3,8	0,15	<0,05	2,0
9	5,80	3,0	24,8	6,18	57,8	44	2,7	3,8	0,42	0,29	1,5
Bjellandsvatn:											
1	18,10	9,4	102,8	7,11	65,2	25	1,1	5,1	0,05	<0,05	2,0
4	17,24	9,8	105,0	7,04	65,5	25	1,5	5,1	0,06	<0,05	1,5
6	15,95	6,9	71,6	6,69	66,8	31	2,5	5,1	0,10	<0,05	1,5
8	12,42	0,9	8,7	6,29	74,0	50	4,5	5,1	0,56	0,17	1,5

Tabell 8.
Strengereidvatn og Bjellandsvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

ver tatt: 10/11 1964.		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	Ortho- fosfat mg P/l	Nitrat µg N/l
Temp. °C	Oksygen mg O ₂ /l % Metn.									
engereidvatn:										
5,73	8,9	6,49	56,2	30	1,5	4,6	0,11	<0,05	7	87
5,73	8,9	6,55	55,9	31	1,4	4,1	0,11	<0,05	2,5	112
5,72	9,1	6,60	55,4	30	1,3	3,9	0,11	<0,05	2,5	107
5,72	8,9	6,58	56,0	31	1,4	4,2	0,11	<0,05	3,5	97
5,59	7,9	6,57	59,7	40	1,4	3,9	0,27	<0,05	2	110
jellandsvatn:										
5,49	9,5	6,94	70,8	41	3,1	4,7	0,10	<0,05	3,5	50
5,49	9,7	6,94	71,2	42	3,1	4,6	0,10	<0,05	4,5	52
5,45	9,9	6,99	71,8	38	3,7	4,5	0,10	<0,05	2,5	55
5,20	9,7	6,86	70,3	32	1,6	4,7	0,08	<0,05	2	55

Tabell 9.
Strengereidvatn og Bjellandsvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e6 % 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall mg	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% Metn.							
<u>Strengereidvatn:</u>										
1	0,20	11,2	81,1	6,00	61,3	25	1,6	4,0	0,09	<0,05
4	1,60	13,6	100,0	6,34	55,8	20	0,7	3,8	0,08	<0,05
8	2,33	12,2	91,7	6,33	56,0	22	0,8	3,7	0,10	<0,05
12	2,75	11,5	87,7	6,28	56,2	22	0,8	3,6	0,10	<0,05
16	2,75	6,7	50,7	6,10	61,5	26	1,0	3,7	0,19	<0,05
18	2,75	-	-	6,10	64,0	38	2,6	4,6	0,35	0,09
<u>Bjellandsvatn:</u>										
1	2,65	16,3	124,0	6,51	73,8	32	1,0	4,6	0,06	<0,05
4	3,12	12,5	96,1	6,58	71,0	28	1,1	4,6	0,05	<0,05
8	4,00	9,0	77,6	6,41	74,5	31	1,2	4,1	0,06	<0,05

Tabell 10.

Vatnebuvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 4/8 1964.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Fl. 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	Ortho- fosfat µg P/l
		mg O ₂ /l	% Metn.								
1	18,31	3,6	94,2	6,99	62,5	16	1,0	4,2	<0,05	<0,05	1,5
4	17,39	-	-	7,01	62,8	16	0,6	3,9	<0,05	<0,05	1,0
6	16,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	9,60	7,6	68,9	6,55	64,7	20	0,9	3,6	<0,05	<0,05	3,5
12	6,13	-	-	6,27	66,4	18	0,2	4,0	0,06	<0,05	1,5
16	5,80	4,0	33,1	6,19	67,8	19	0,5	3,5	0,06	<0,05	1,0
20	5,70	-	-	6,11	68,9	21	0,3	3,8	0,07	<0,05	1,5
24	5,61	-	-	6,14	69,9	20	0,6	3,5	0,09	<0,05	1,5

Tabell 11.

Vatnebuvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 10/11 1964.

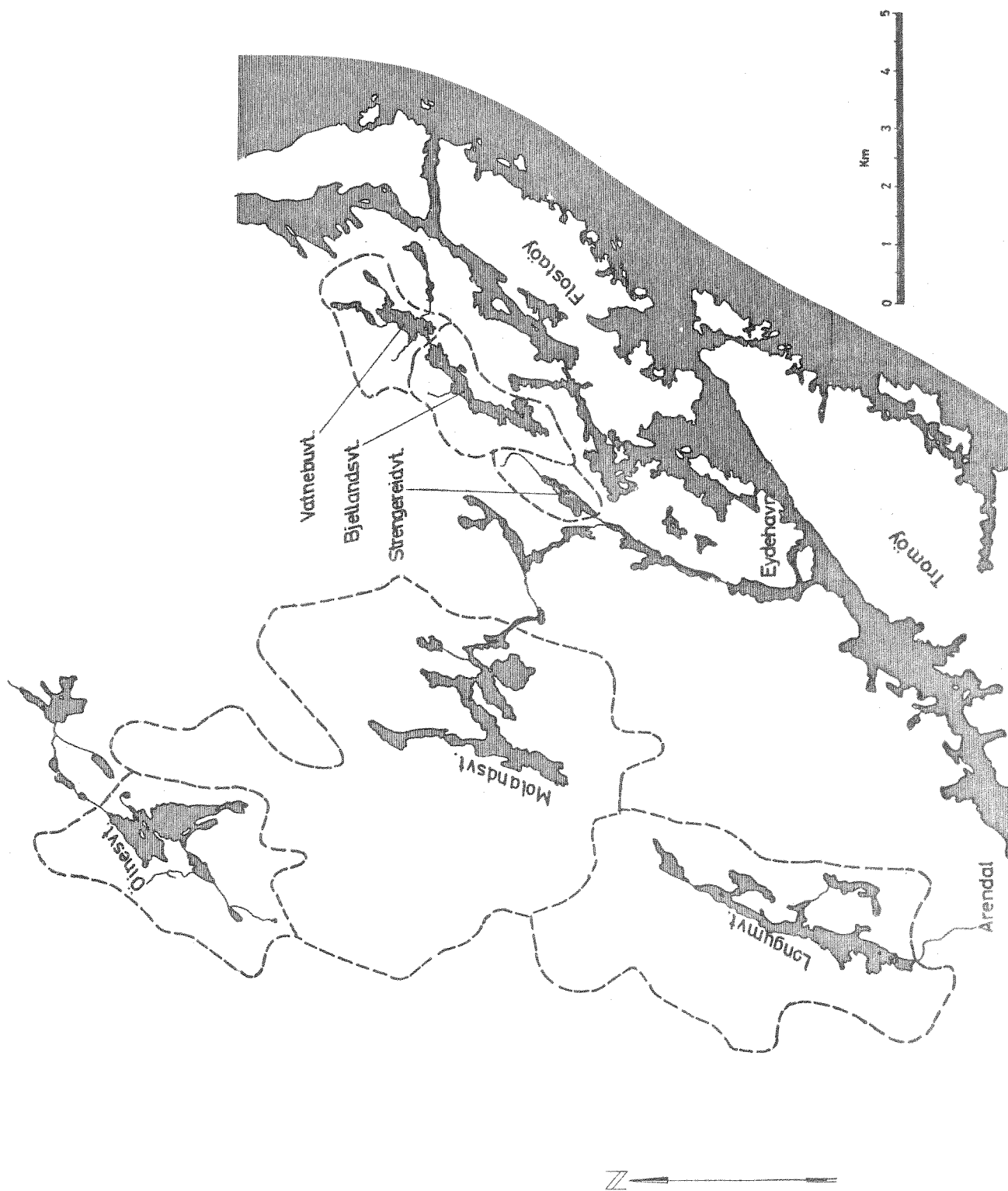
m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Fl. ledn. e ⁶ 20=n. 10 ⁻⁶	Farge mg Pt/1	Turbiditet mg SiO ₂ /1	KMnO ₄ -tall mg O/1	Jern mg Fe/1	Mangan mg Mn/1	Ortko- fosfat µg I/1	Nitrat µg N/1
		mg O ₂ /1	% Metn.									
1	5,88	8,9	73,9	6,76	66,3	22	2,7	3,8	0,05	<0,05	1,5	30
4	5,92	9,5	78,6	6,76	67,8	20	1,5	3,9	0,06	<0,05	2,5	78
8	5,90	9,1	75,2	6,78	66,4	22	2,5	3,9	0,06	<0,05	2,5	85
12	5,89	8,8	73,1	6,77	68,0	22	1,5	3,7	0,08	<0,05	6,0	82
16	5,80	8,5	69,6	6,70	70,0	25	1,5	3,8	0,10	<0,05	5,0	115
20	5,70	3,5	28,6	6,45	79,0	31	1,1	3,5	0,17	0,17	2,5	175

Tabell 12.
Vatnebuvatn.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

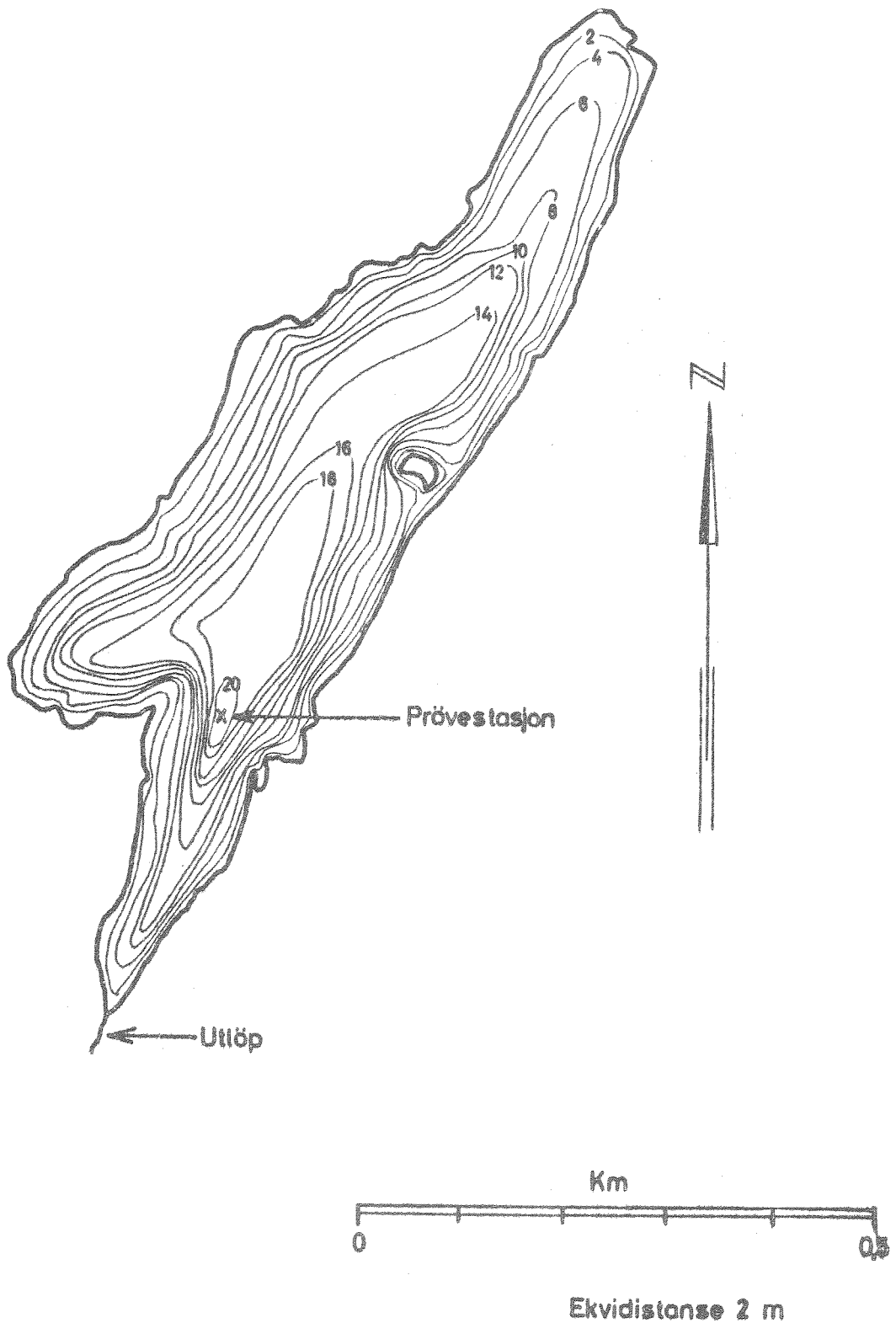
Prøver tatt: 2/3 1965.

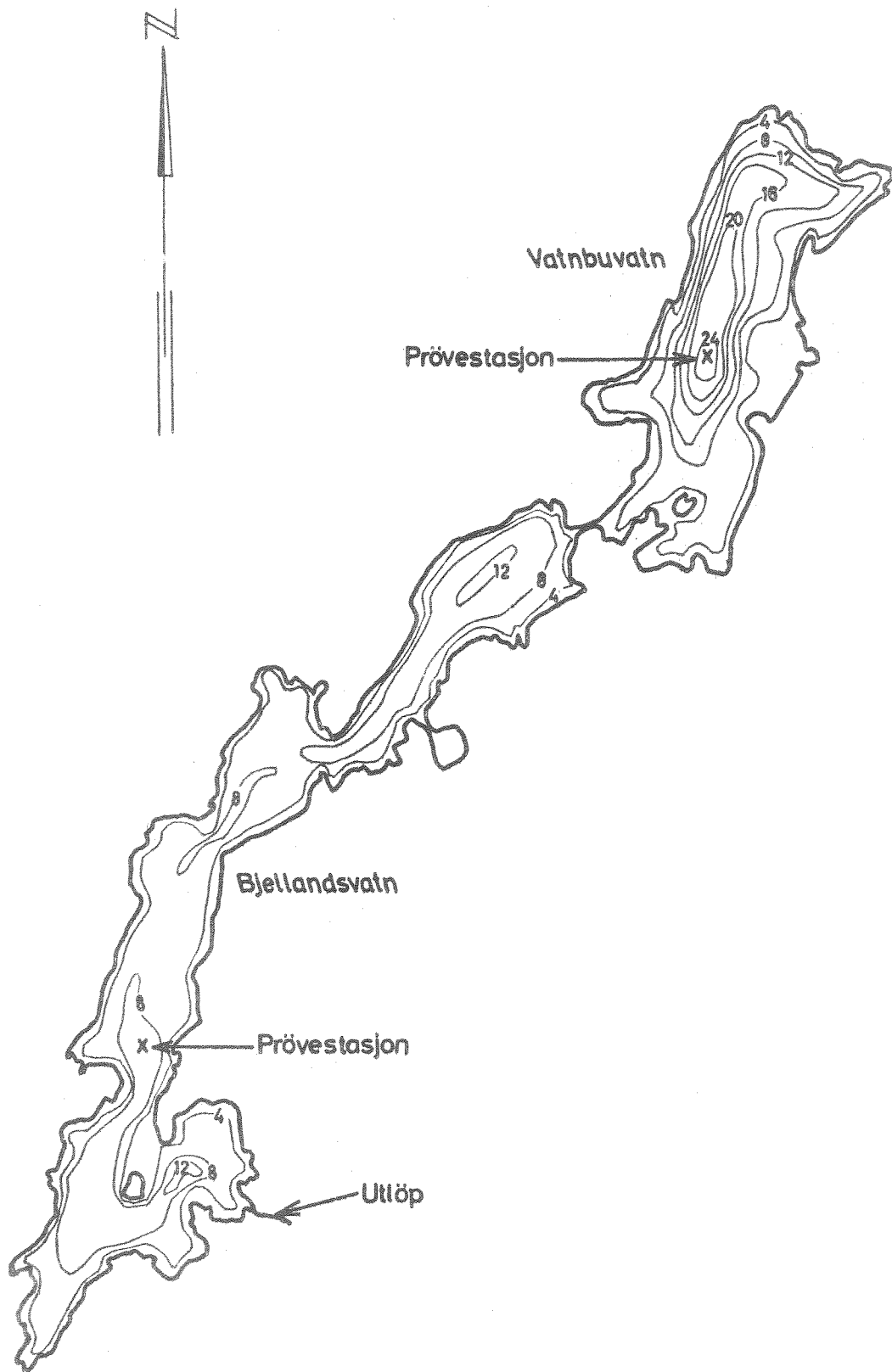
m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	El. ledn. e. % $20 = n \cdot 10^{-6}$	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	KMnO ₄ -tall ig O/l	Jern mg Fe/l	Mangan mg Mn/l
		mg O ₂ /l	% ketn.							
1	3,40	14,2	110,0	6,42	69,0	17	0,5	3,7	<0,05	<0,05
4	3,60	13,9	108,0	6,53	67,8	16	0,4	3,8	<0,05	<0,05
8	3,65	13,0	102,0	6,54	67,2	16	0,4	3,5	<0,05	<0,05
12	3,70	12,0	93,8	6,45	68,8	15	0,4	3,4	<0,05	<0,05
16	3,75	10,6	82,8	6,44	71,0	16	0,4	3,3	<0,05	<0,05
20	3,75	9,4	73,4	6,36	73,9	16	0,4	3,4	<0,05	<0,05
22½	3,30	6,1	47,8	6,27	82,1	17	0,8	3,4	0,13	<0,05



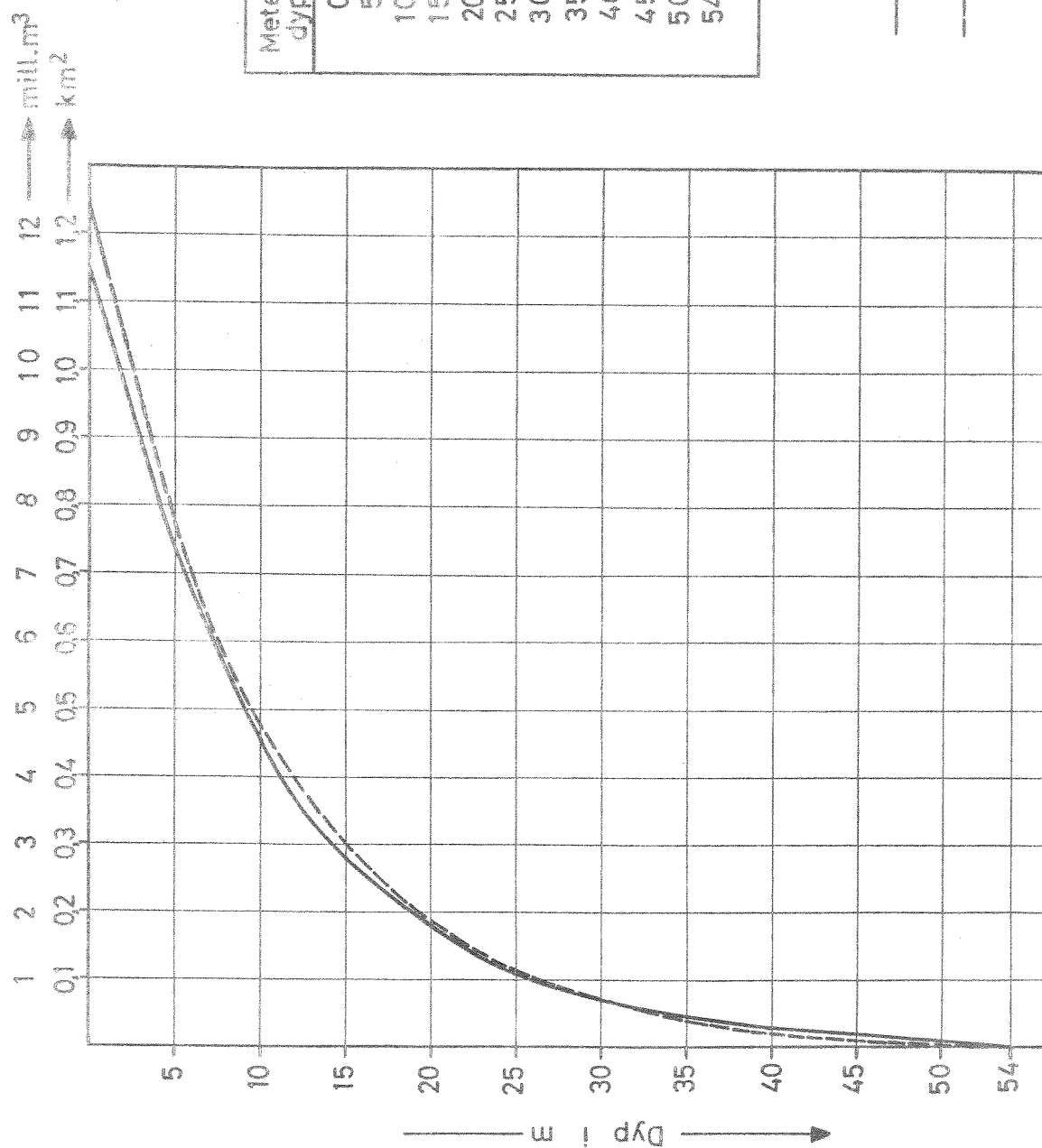


Ekvidistans 5 m





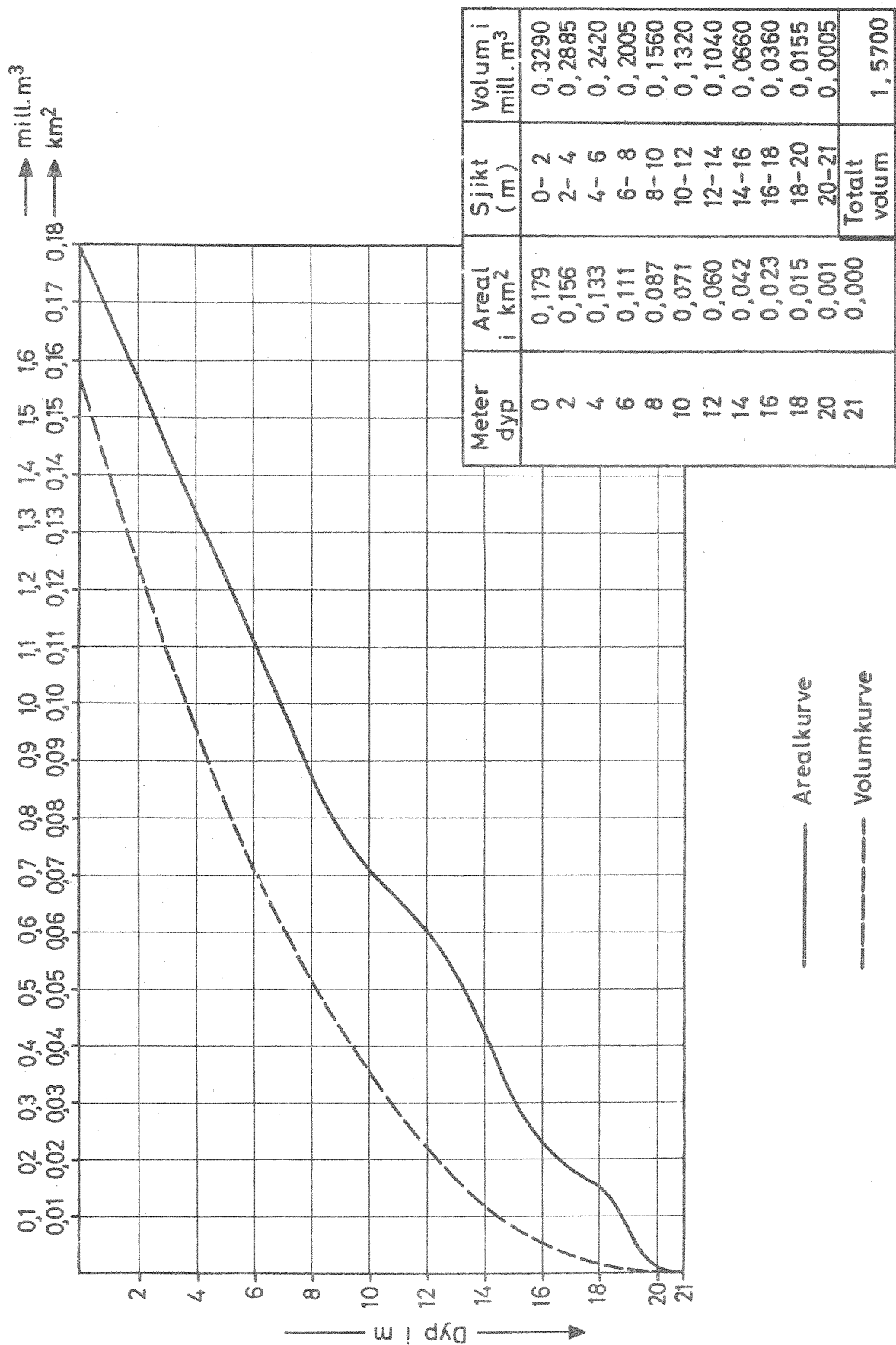
Ekvidistanse 4 m

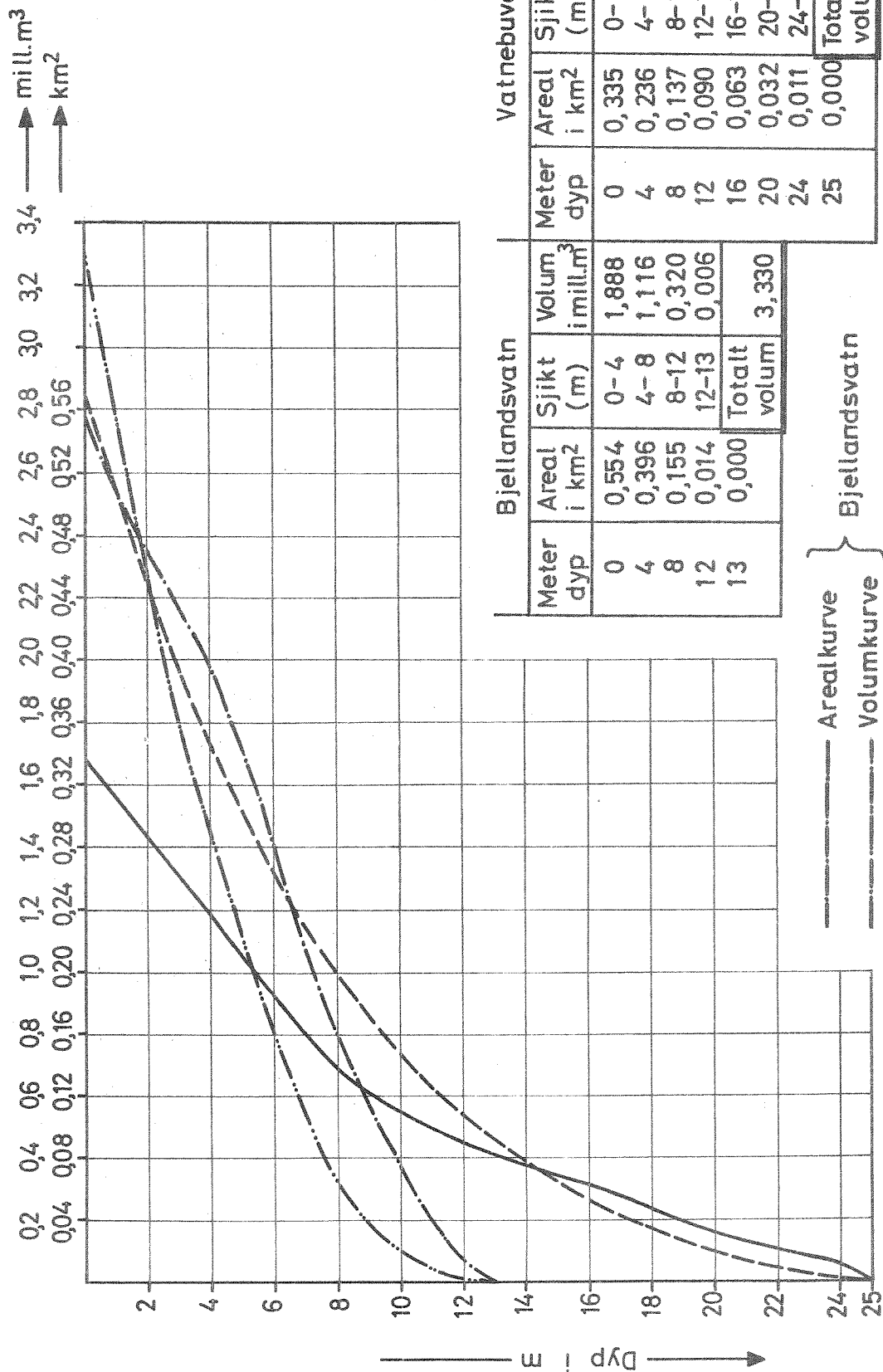


Meter dyp	Areal i km ²	Sjikt (m)	Volum i mill.m ³
0	1,143	0-5	4,58
5	0,734	5-10	2,95
10	0,455	10-15	1,76
15	0,279	15-20	1,14
20	0,182	20-25	0,72
25	0,108	25-30	0,43
30	0,070	30-35	0,30
35	0,047	35-40	0,21
40	0,029	40-45	0,09
45	0,020	45-50	0,08
50	0,011	50-54	0,02
54	0,000	Totalt volum	12,28

— Arealkurve

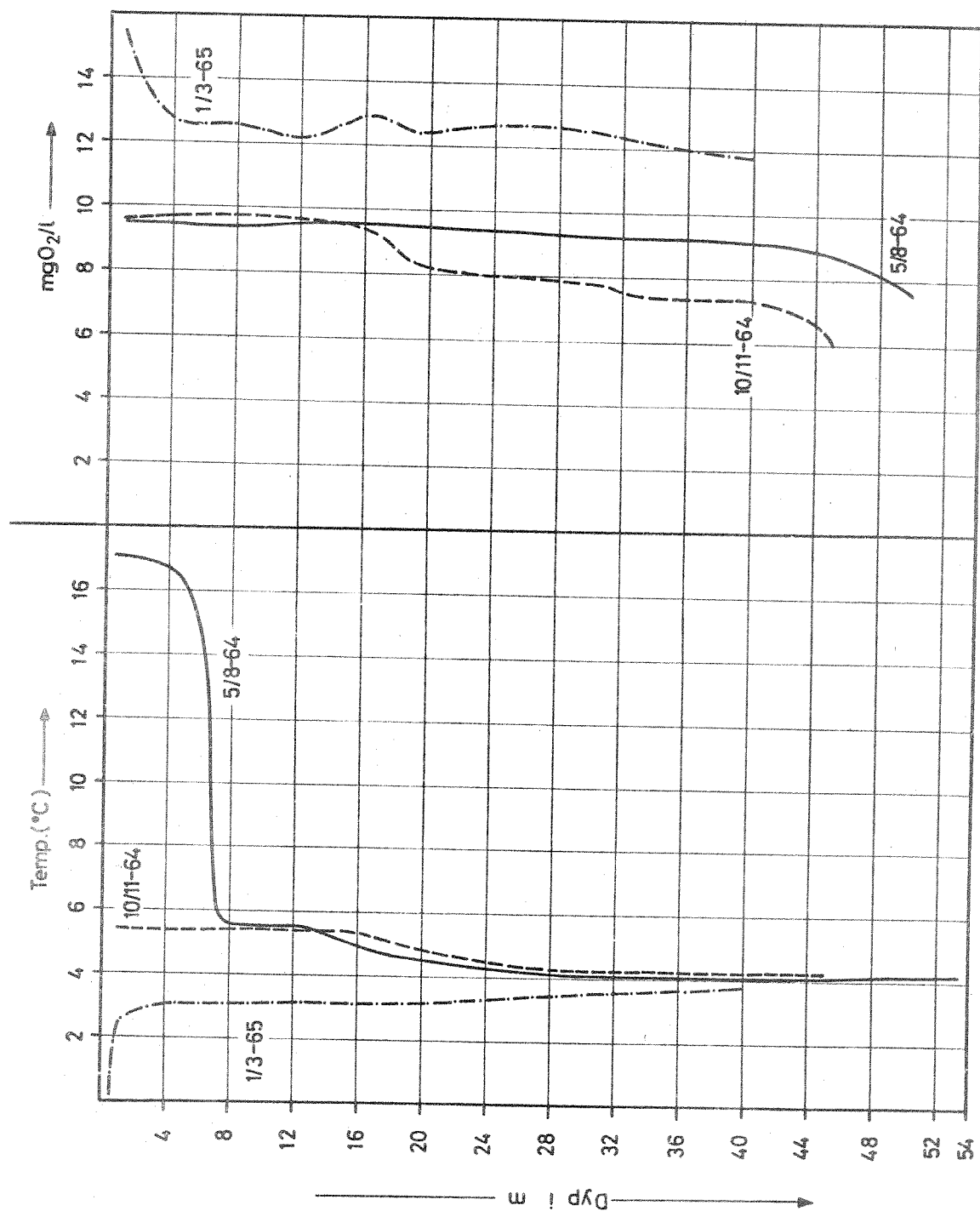
- - - Volumkurve

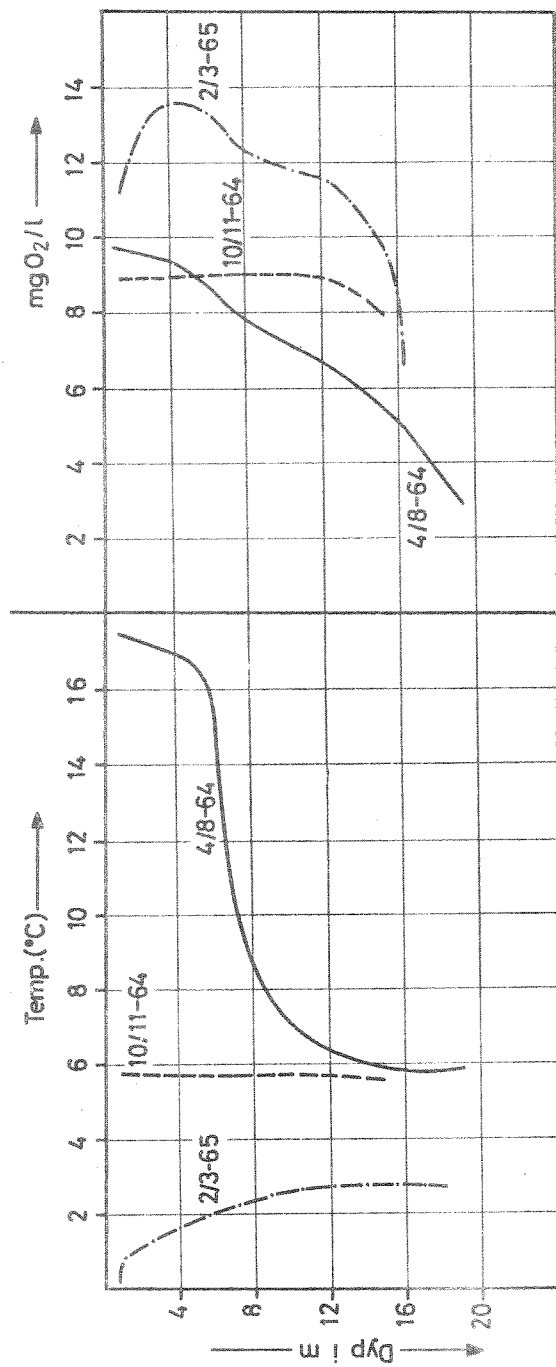


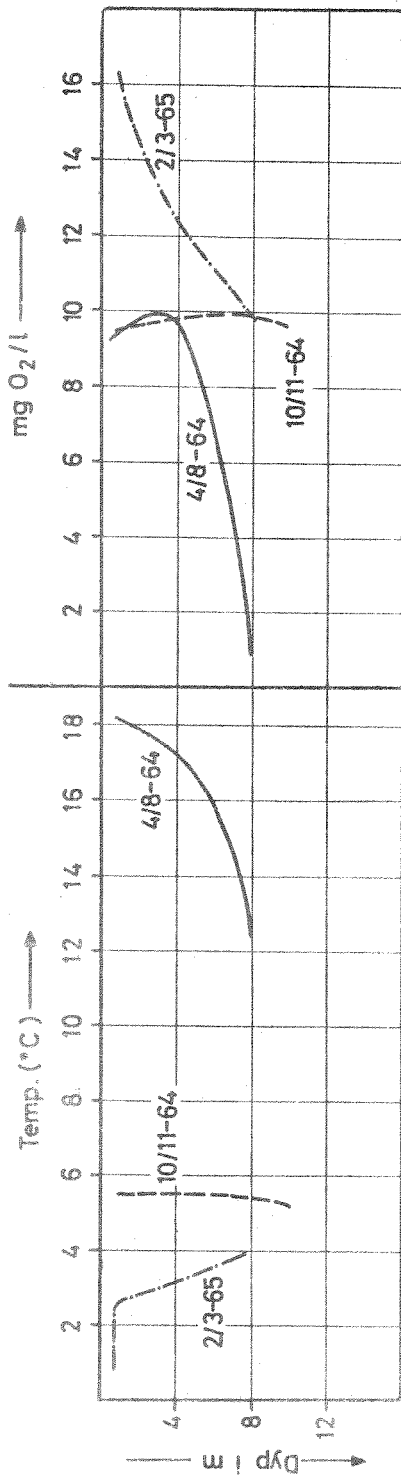


Bjellandsvatn				Vatnebuvatn			
Meter dyp	Areal i km ²	Sjikt (m)	Volum i mill.m ³	Meter dyp	Areal i km ²	Sjikt (m)	Volum i mill.m ³
0	0,554	0-4	1,888	0	0,335	0-4	1,143
4	0,396	4-8	1,116	4	0,236	4-8	0,730
8	0,155	8-12	0,320	8	0,137	8-12	0,457
12	0,014	12-13	0,006	12	0,090	12-16	0,275
13	0,000	Totalt volum	3,330	16	0,063	16-20	0,168
				20	0,032	20-24	0,092
				24	0,011	24-25	0,005
				25	0,000	Totalt volum	2,870

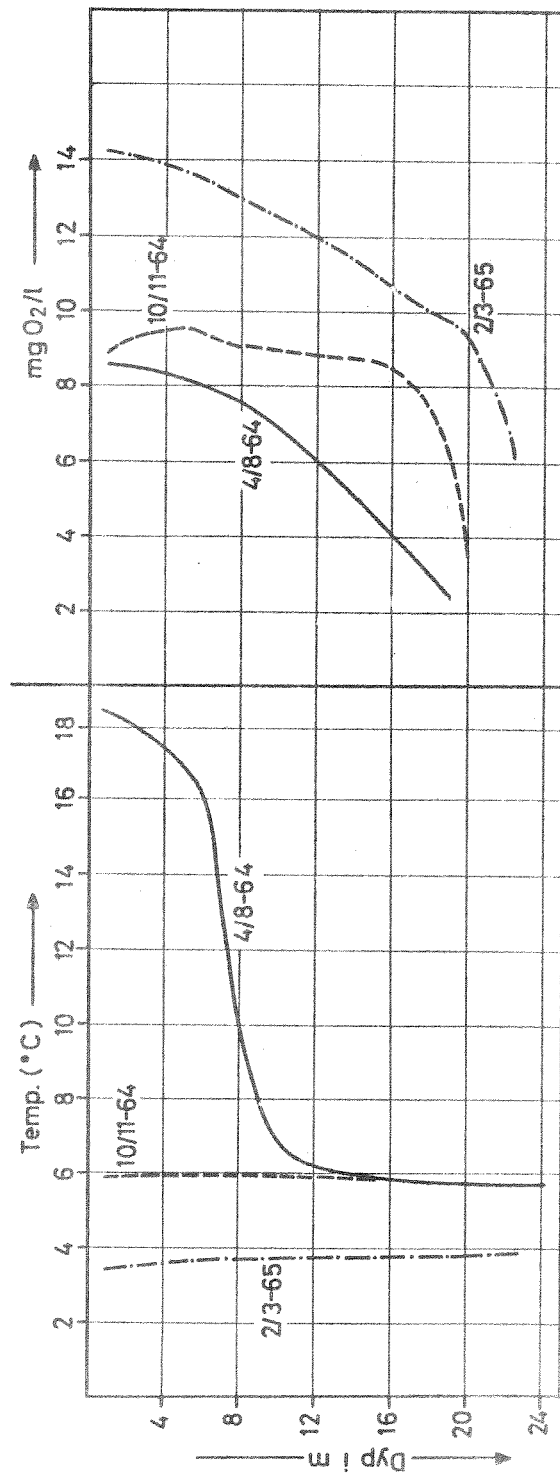
— Arealkurve } Bjellandsvatn
 - - - Volumkurve }
 — Arealkurve } Vatnebuvatn
 - - - Volumkurve }







Bjellandsvatn



Vatnebuvatn