

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 206.

En undersøkelse av

Selbusjøen og Jonsvatnet.

1960 - 1961.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan.

Rapporten avsluttet ca. 20. august 1963.

	I N N H O L D:	Side:
1.	INNLEDNING	3
2.	GEOGRAFI OG GEOLOGI	4
3.	BATYGRAFI	5
4.	METEOROLOGI	6
5.	HYDROLOGI	9
6.	HYDROGRAFI	11
	6.1. Termiske forhold	11
	6.2. Oksygen	15
	6.3. pH og elektrolytisk ledningsevne	16
	6.4. Farge, turbiditet og oksyderbarhet	16
7.	BAKTERIOLOGI	17
8.	SAMMENFATTENDE DISKUSJON	20
9.	VURDERING AV FORHOLDENE I JONSVATNET VED OVERFØRING AV VANN FRA SELBU- SJØEN	21
	9.1. Overføring for vannfor- syningsformål	21
	9.2. Overføring for kraft- produksjon	22

## T A B E L L E R:

1.	Morfometriske data	6
2.	Månedsmidler og månedsnormaler for lufttemperaturerne på de meteorologiske stasjoner i Trondheim og Selbu	7
3.	Månedlig nedbør (NS) i Trondheim og Selbu i tidsrommet 1/11 1959 - 28/2 1961. Månedsnormaler for nedbør (Nm) (1901 - 1930) i Trondheim og Selbu (målt i Nm)	8
4.	Jonsvatnet, nedbør, tilsig, avrenning	10

## T A B E L L E R:

Side:

5.	Bakteriologiske analysedata	19
6.	Middelverdier for noen kjemiske komponenter	20
7.	Sammenheng mellom forøkelse av tilsig og teoretisk oppholdstid i Jonsvat- nets hovedbasseng	22

## F I G U R E R:

1.	Selbusjøen og Jonsvatnet. Nedbør- felter	24
2.	Selbusjøen. Dybdekart	25
3.	Jonsvatnet. - " -	26
4.	Daglige middeltemperaturer og nedbør i Selbu	27
5.	Selbusjøen. Overflatetemperaturer ved Amdal og Teigen bru og temperaturer i 16, 40, 110 og 200 m dyp 1960/61	28
6.	Jonsvatnet. Overflatetemperaturer og temperaturer i 12, 30 og 80 m dyp 1960/61	29
7.	Selbusjøen 1960/61. Isotermer	30
8.	Jonsvatnet 1960/61. Isotermer	31
9.	Selbusjøen 1960/61. Oksygen-isopleter ( $\text{cm}^3/\text{l}$ )	32
10.	Jonsvatnet 1960/61. Oksygen- isopleter ( $\text{cm}^3/\text{l}$ )	33
11.	Selbusjøen. Turbiditet i forskjellige sjikt	34

## 1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning foretok i 1957/1958 en undersøkelse av de kjemisk-fysiske forhold i Jonsvatnet. Denne undersøkelsen tok sikte på å skaffe tilveie observasjonsmateriale for en foreløpig vurdering av innsjøen som drikkevannsreservoar for Strinda. I denne perioden ble det 3 ganger tatt kjemisk-fysiske prøver fra forskjellige steder og fra forskjellige dyp. Prøvene ble analysert på oksygen, pH, elektrolytisk ledningsevne, farge og permanganatforbruk. I samme periode ble også overflatetemperaturen i Valsetbukta målt. I rapporten, som ble skrevet på grunnlag av denne undersøkelsen, ble det slått fast at vannmassene i Jonsvatnets hovedbasseng (Storvatnet) var, som drikkevann betraktet, av meget god kvalitet. I Litlvatnet var vannet endel forurenset, og det var til sine tider oksygensvikt i de dypere lag. Det ble antydning at det ikke var hensiktsmessig å basere en eventuell drikkevannsforsyning på uttak fra dette basseng.

I mars 1960 fikk NIVA i oppdrag fra Trondheim og Strinda fellosvannverk å foreta supplerende kjemisk-fysiske undersøkelser både av Jonsvatnet og Selbusjøen. Ved siden av å gi opplysninger om vannkvaliteten i de to bassenger, skulle disse undersøkelser gjennomføres slik at de kunne tjene som bakgrunnsmateriale for vurdering av hvordan forholdene i Jonsvatnet ville bli ved overføring av vann fra Selbusjøen.

Disse undersøkelser startet i mars 1960 og varte til februar 1961 med månedlige observasjoner av de kjemisk-fysiske forhold.

I begge innsjøer ble observasjonsstasjonene lagt til innsjøenes dypeste områder, og de termiske og kjemiske forhold i Selbusjøen og Jonsvatnet er beskrevet vesentlig på grunnlag av observasjonene på disse stasjoner. Fra og med mai måned ble også forholdene i Litlvatnet regelmessig undersøkt. Videre ble det organisert daglige målinger av overflatetemperaturene på forskjellige steder i innsjøene. De kjemiske analyser omfatter oksygen, pH, elektrolytisk ledningsevne, farge, turbiditet, total hardhet og klorider. Dessuten ble det tatt

endel bakteriologiske prøver. Disse er blitt analysert av byveterinær Eieland i Trondheim. De kjemiske analyseresultater er fremstilt i tabell- og kurveform i rapporten "Selbusjøen og Jonsvatnet. En limnologisk undersøkelse". (Holtan 1961). Denne rapporten inneholder også en del biologiske data fra de to innsjøer.

I følgende beskrivelse er det tatt med isopletdiagrammer for temperatur (fig. 7 og 8) og oksygen (fig. 9 og 10), figurer (5 og 6) som viser variasjoner i overflatetemperaturen i de to innsjøer samt en figur (11) til illustrasjon av turbiditetsforholdene i Selbusjøen.

## 2. GEOGRAFI OG GEOLOGI

Selbusjøen og Jonsvatnet ligger begge i Sør-Trøndelag fylke. Den minste avstand mellom innsjøene er ca. 7 km, og høyden over havet ved normal vannstand er henholdsvis ca. 158 og ca. 149 meter.

Innsjøenes nedbørfelter (fig. 1) ligger i det geologiske området som kalles Trondheimsfeltet. Feltet består av sterkt omvandlede paleozoiske formasjoner som ligger i en grunnfjellsforsenkning med strøkretning NNE. Stratigrafisk deles lagrekken i 3 hovedgrupper: Rørosgruppen, Støren - Bymarkgruppen og Hovinggruppen. Den østligste delen av Selbusjøen samt store deler av dens nedbørfelt ligger i den eldste av disse grupper - Rørosgruppen. Den vestligste delen av innsjøen ligger derimot i den noe yngre, Støren - Bymarkgruppen, som i det vesentligste består av omvandlede lavabergarter (grønnstein). Jonsvatnet og dets nedbørfelt ligger praktisk talt i sin helhet i den enda yngre Hovinggruppen.

Selbusjøen er en lang og smal fjordsjø som i pleistocen tid ble gravd ut av isen. Innsjøen er også til dels demmet opp av en morene som har stengt innsjøens gamle utløp. Innsjøens nåværende naturlige avløp går gjennom et gjel nordover. Rundt innsjøens østligste områder er det store mengder løsmateriale som i tidens løp er blitt avsatt av elvene. Særlig utenfor

Neas utløp er løsavsetningene av stor mektighet - opptil 135 meter tykke. Innsjøen er grunn i dette området.

Enkelte steder langs strendene i det østlige området er bunnmorenematerialet synlig i strandkanten. Andre steder, særlig i bekkedalene, ligger imidlertid bunnmorenen dypt, dekket av bre-elvsand i skråttstilte lag. Etter at innsjøen ble regulert, har det gått ras på slike steder p.g.a. nedtapping.

I de vestlige områder av Selbusjøen står fast fjell i strandlinjen over lange strekninger. Store deler av Selbusjøens nedbørfelt er høyfjellsområder. Lavereliggende lende er tildels dekket med skog. Andre steder er det store, flate myrarealer.

I Neadalen og rundt den østlige delen av sjøen er det betydelig dyrket mark.

Jonsvatnet er morfologisk temmelig uregelmessig. Innsjøen kan naturlig deles i 4 hovedbassenger: Litlvatn, Storvatn, Kilen og Øydalsviken. (Fig. 3) Terskeldybdene mellom Øydalsviken - Storvatn og Kilen - Storvatn er henholdsvis 26 og 5 m. Litlvatnet er atskilt fra Storvatnet med en terskel på bare ca. 2 m. Litlvatnet er forøvrig delt opp i 3 mindre bassenger.

Innsjøen ligger ca. 50 meter under den marine grense og særlig i de nordvestlige områder er berggrunnen dekket av leirslam som bre-elver og bekker har avsatt i havet da isen trakk seg tilbake. Ingen større vassdrag har munnet ut i Jonsvatnet, og derfor er det avsatt lite løsmateriale i området.

Nedbørfeltet har varierende topografi med forholdsvis høye, skogkledde åser og fjell med store myrstrekninger innimellom. Det totale jordbruksareal er ca. 3 km<sup>2</sup> og er i stor utstrekning konsentrert i den nordvestlige delen, rundt Litlvatnet.

### 3. BATYGRAFI

Selbusjøen ble den 13/10-60 loddet opp med ekkolodd. Arbeidet ble utført av Trondheims ingeniørvesen som også har tegnet dybdekart over innsjøen i målestokk 1 : 50000. Omrisset er tatt

fra rektangelkartet i samme målestokk. Dybden er angitt i isobater i forhold til Trondheim havnevesens 0-plan. Ekvidistansen er 30 m. Selbusjøen er en regulert innsjø med en reguleringshøyde på 7 meter. Da opploddingen fant sted var vannstanden 1,20 meter lavere enn høyeste nivå. Dybdekartet er gjengitt i fig. 2. De morfometriske data for Selbusjøen ved normal vannstand (kote 158, THU'50) er satt opp i tabell 1. En del av Jonsvatnet ble loddet opp med ekkolodd i desember 1957 av Fjellangers Oppmåling, Trondheim, som også har tegnet dybdekart over denne delen i målestokk 1 : 5000 (2 meters ekvidistanse). Resten av innsjøen ble loddet opp med handlodd i 1960 av Trondheim ingeniørvesen som derpå tegnet dybdekart over hele Jonsvatnet i målestokk 1 : 25000. Omrisset er tatt fra topografisk kart over Trondheims omegn (1 : 25000), og isobatene er tegnet inn i forhold til NGO's normalnull 1954 med 10 meters ekvidistanse. Dybdekartet er gjengitt i fig. 3.

De viktigste morfometriske data for Jonsvatnet er oppført i tabell 1.

Tabell 1.

Morfometriske data

	Selbusjøen:	Jonsvatnet:
Høyde over havet:	158 m	149,0 m
Største lengde:	29 km	9,2 km
Volum:	ca.4000 mill.m <sup>3</sup>	ca.519 mill.m <sup>3</sup>
Overflate:	" 58 km <sup>2</sup>	" 14,0 km <sup>2</sup>
Største dyp:	204 m	97,0 m
Middel dyp:	69 m	37,0 "
Nedbørfelt:	" 2950 km <sup>2</sup>	" 79,6 km <sup>2</sup>

4. METEOROLOGI

I det store arealet som utgjør Jonsvatnets og Selbusjøens nedbørfelt er de meteorologiske forhold varierende. Spesielt må en regne med at variasjonene er særlig store i høyfjells-områdene.

De meteorologiske stasjoner i Trondheim og Selbu ligger i nærheten av innsjøene. Observasjonsmaterialet på disse stasjoner vil derfor gi en viss orientering om de meteorologiske forhold.

Tabell 2.

Månedsmidler og månedsnormaler for lufttemperaturene på de meteorologiske stasjoner i Trondheim og Selbu.

Temp. °C Mndr.	Trondheim			Selbu		
	Månedsmidler 1959/61	Månedsnormaler 1901/30	Avvik fra normalen	Månedsmidler 1959/61	Månedsnormaler 1901/30	Avvik fra normalen
1959:						
November	3,4	- 0,1	3,5	3,2	- 0,9	4,1
Desember	- 0,2	- 2,4	2,2	- 0,5	- 3,2	2,7
1960:						
Januar	- 5,9	- 2,7	- 3,2	- 7,1	- 3,6	- 3,5
Februar	- 4,1	- 2,2	- 1,9	- 4,9	- 3,0	- 1,9
Mars	1,3	- 0,5	1,8	1,2	- 1,2	2,4
April	4,3	3,0	1,3	3,5	2,8	0,7
Mai	8,7	7,4	1,3	8,9	7,3	1,6
Juni	12,4	10,8	1,6	12,8	10,8	2,0
Juli	14,2	13,8	0,4	14,5	13,9	0,6
August	13,9	12,6	1,3	13,7	12,6	1,1
September	10,0	8,7	1,3	10,3	8,6	1,7
Oktober	1,7	4,2	- 2,5	1,5	3,8	- 2,3
November	0,4	- 0,1	0,5	0,1	- 0,9	1,0
Desember	- 2,6	- 2,4	- 0,2	- 3,1	- 3,2	0,1
1961:						
Januar	- 4,0	- 2,7	- 1,3	- 4,7	- 3,6	- 1,1
Februar	0,2	- 2,2	2,4	- 0,2	- 3,0	2,8

Den daglige temperaturvariasjonen er tegnet inn på fig. 4. Av tabell 2 går det frem at lufttemperaturen under vår- og sommermånedene 1960 lå betraktelig over normalen. Dette var bl.a. årsak til en forholdsvis tidlig isløsning i innsjøene.



I oktober måned lå derimot lufttemperaturene betraktelig under normalen, og avkjølingsperioden ble derfor noe intensivert. Videre er det verd å legge merke til de svært vekslende temperaturforhold under høstavkjølingen 1960.

Tabell 3.

Månedlig nedbør (NS) i Trondheim og Selbu i tidsrommet 1/11-59 - 28/2-61. Månedsnormaler for nedbør (Nm) (1901-1930) i Trondheim og Selbu (målt i Nm).

Nedbør i mm måned	Trondheim			Selbu		
	NS 1951/61	Nm 1901/30	Avvik fra normalen	NS 1959/61	Nm 1901/30	Avvik fra Nm
November	43,0	84	-41	42,0	61	-19
Desember	5,0	69	-64	2,0	53	-51
Januar	59,0	71	-12	58,0	63	- 5
Februar	42,0	68	-26	36,0	50	-14
Mars	11,5	54	-42,5	12,8	50	-37,2
April	78,5	42	36,5	30,7	37	- 6,3
Mai	43,0	41	2,0	65,9	53	12,9
Juni	111,8	59	52,8	159,4	77	82,4
Juli	45,1	71	-25,9	73,6	86	-12,4
August	85,0	91	- 6,0	165,9	97	68,9
September	90,2	80	-10,2	104,7	88	16,7
Oktober	22,1	93	-70,9	23,7	80	-56,3
November	17,7	84	-66,3	25,8	61	-35,2
Desember	18,7	69	-40,3	15,7	53	-37,3
Januar	52,7	71	-18,3	32,1	63	-30,9
Februar	59,7	68	- 8,3	47,1	50	- 2,9
Årsnedbør	636,0	823	-187	757,4	795	-37,6

I fig. 4 er den daglige nedbørsvariasjon tegnet inn. Hele vinteren 1960 var forholdsvis nedbørfattig. Særlig i de vest- og nordvestlige områder var det lite nedbør, og her var det bar

mark til langt ut på vinteren 1960. I sommermånedene derimot var nedbørmengden betraktelig over normalen, mens oktober igjen innledet en ny nedbørfattig periode. Også vinteren 1960/61 var ytterst snøfattig. Som det går frem av tabell 3, har Selbu vanligvis mer nedbør i sommermånedene enn Trondheim, mens det motsatte er tilfelle om vinteren. Denne tendens var spesielt merkbar i undersøkelsesperioden. Om sommeren blir den fuktige luften som strømmer inn fra vest - nordvest presset inn mot fjellene og til værs hvor vanddampen kondenseres, og faller ned som regn. Om vinteren er det rimelig at denne effekt er mindre utpreget.

## 5. HYDROLOGI

Selbusjøens hovedtillopp er Neavassdraget, som har et nedbørfelt på ca. 9000 km<sup>2</sup> og munner ut i den østlige delen av innsjøen. Vassdraget er regulert. Foruten Nea renner også mange andre elver av betraktelig størrelse ut i Selbusjøen hvorav Slinde-elv, Garberg og Renåa er de største.

Selbusjøens nåværende reguleringshøyde er 7 meter, fra kote 152,61 til kote 159,61 (THU'S 0).

Det eneste naturlige avløp er Nidelva som renner ut ved Trangsund gjennom Trangfossen. Trondheim Elektrisitetsverk har slått en 3200 meter lang tunnel fra Svean ved Nidelva og opp til Grenstad ved Selbusjøen. Toppen av denne tunnel ligger 6 meter under lavvannsnivået. Tverrsnittet er ca. 36 m<sup>2</sup>. I følge nevnte elektrisitetsverk blir det ved normal vannstand tappet ca. 70 - 75 m<sup>3</sup> pr. sek. gjennom tunnellen, mens det gjennom elva renner ca. 22 m<sup>3</sup>/sek., i flomperioder mer. Når vannstanden er under kote 154,61, vanligvis fra februar til snøsløsningen, blir alt avløpsvann tappet gjennom tunnellen.

Trondheim Elektrisitetsverk måler daglig avrenning fra Selbusjøen med limnigraf ved Nedre Lerfoss i Nidelva. Ifølge samme institusjon var det samlede tilsig i observasjonsperioden 2580,03 mill. m<sup>3</sup> mens avrenningen var 2508,75 mill. m<sup>3</sup>. Vannmengden som daglig strømmer til og fra Selbusjøen skulle da i

gjennomsnitt bli ca. 7 mill. m<sup>3</sup>.

I perioden 1911 - 1950 var det årlige middelavlop gjennom Nidelva 3223 mill. m<sup>3</sup> eller 102,3 m<sup>3</sup> pr. sek. (Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen 1958). På grunnlag av denne avrenning blir den teoretiske tid for fornyelse av den ca. 4000 mill. m<sup>3</sup> store vannmasse i Selbusjøen ca. 1,25 år.

På grunn av den termiske stratifikasjon som er utførlig behandlet senere, antas det at gjennomstrømningen i stagnasjonsperiodene vesentlig foregår i de øverste 15 meterne. Volumet av dette lag er ca. 714 mill. m<sup>3</sup>. Ifølge oppgave fra Trondheim Elektrisitetsverk, var den gjennomsnittlige avrenning i undersøkelsesperioden ca. 95 m<sup>3</sup>/sek. På grunnlag av det som er nevnt ovenfor blir den teoretiske tid for fornyelse av de øverste vannmasser ca. 87 døgn i disse perioder.

Jonsvatnets nedbørfelt er forholdsvis lite, og her finnes ingen større tilsigselver.

Innsjøen tjener som vannmagasin for A/S Ranheim Papirfabrik, og den er regulert (reguleringshøyde ca. 2 m). Avrenningen er summen av vann brukt i fabrikken, drikkevann og eventuell flomtapping. Tabell 4 viser årlig avtapping samt nedbør ved Fjellstua nedenfor Jonsvatnet i 3-årsperioden 1957 - 1960, og de samme observasjoner for undersøkelsesperioden. Tabellen er regnet ut på grunnlag av oppgave fra nevnte fabrikk. Tilsiget som er regnet ut på grunnlag av nedbøren, er også tatt med (fordampningen settes til 200 mm årlig).

Tabell 4.

Jonsvatnet, Nedbør, tilsig og avrenning.

År	Avtapping i mill. m <sup>3</sup>	Nedbør i mm Nord for Jonsvatn	Samlet nedbørmengde i nedbørdis- triktet i mill. m <sup>3</sup>	Tilsig til Jons- vatn: nedbør - fordampning i mill. m <sup>3</sup>
1957	70,0	1031,6	82,1	66,2
1958	60,7	799,1	63,6	47,7
1959	49,1	676,0	53,8	37,9
1960/				
1961	38,7	661,9	52,7	36,8
middel	54,6	792,2	62,4	46,4

Regner man med den midlere avtapping i nevnte 4 årsperiode (ca. 55 mill. m<sup>3</sup>) vil den teoretiske oppholdstid for Jonsvatnets 519 mill. m<sup>3</sup> store vannmasse bli ca. 9,5 år. Legges imidlertid det beregnede midlere tilsig til grunn, blir den teoretiske oppholdstid ca. 11,2 år. Begge beregninger bygger på usikre data og dette er årsaken til forskjellen.

Storvatnets (hovedbassengets) samlede volum er beregnet til 500 mill. m<sup>3</sup> og nedbørfeltet til 64,5 km<sup>2</sup>. Ved å gå ut fra middelnedbøren i den ovenfor nevnte fireårsperiode, skulle den teoretiske oppholdstid for dette basseng bli ca. 13 år.

Det som er nevnt ovenfor gjelder den normale vannføring. I spesielle nedbørfattige perioder vil selvsagt forholdene bli en del endret.

## 6 HYDROGRAFI

### 6.1. Termiske forhold

Temperaturen ble målt med et Richter og Wiese vendetermometer med innbygd sidetermometer for korreksjon. Temperaturen er nøyaktig innenfor + 0,01 °C.

Resultatene er tegnet inn på isotermdiagrammene fig. 7 og 8.

Overflatetemperaturene ble i en stor del av observasjonsperioden målt daglig (ca. kl. 8.00) ved følgende steder:

#### Selbusjøen:

1. Teigen bru, Selbu
2. Amdal
3. Grenstad
4. Svean (verdiene representerer temperaturene i avløpsvannet fra tunnellen.)

#### Jonsvatnet:

5. Valsetbukta.

Målingene ble utført etter noye instruksjoner med kalibrerte termometre inndelt i  $1/10^{\circ}\text{C}$ . Resultatene for Teigen bru, Amdal og Valsetbukta er gjengitt i fig. 5 og 6.

I Norge gjennomløper innsjøene vanligvis 4 forskjellige termiske perioder for året, nemlig vårsirkulasjonsperioden, sommerstagnasjonsperioden, høstsirkulasjonsperioden og vinterstagnasjonsperioden.

Under vinterstagnasjonsperioden er vannets temperatur lavere enn temperaturen for vannets maksimums tetthet, som er ca.  $4^{\circ}\text{C}$ . I de øverste vannmasser er temperaturen henimot  $0^{\circ}\text{C}$ , men den stiger noe mot dypet hvor temperaturen vanligvis ligger mellom  $3$  og  $4^{\circ}\text{C}$ . Perioden er således karakterisert ved at vannmassene befinner seg i stabil likevekt. Vertikale forskyvninger og strømninger forekommer derfor bare i beskjeden utstrekning.

Etter isløsningen om våren oppvarmes overflatelagene. Den stabile likevekt blir derved opphevet, og vannmassene kommer i bevegelse som følge av vertikale konveksjonsstrømninger. Denne såkalte sirkulasjonsperioden vil vare til hele vannmassen har nådd temperaturen for maks. tetthet. Ved videre oppvarming av overflatelagene inntreer igjen stabil likevekt, og den såkalte sommerstagnasjonsperioden er etablert.

I denne sistnevnte perioden vil vind-, bølge- og strømaktivitet påvirke de øverste vannmassene slik at det dannes en lagdeling med varmt vann øverst, som er skarpt atskilt fra kaldere vannmasser i dypet. De ytre krefter samt innsjøenes størrelse og form er bestemmende for hvor dypt sprangsjiktet vil befinne seg, og i løpet av sommeren vil vanligvis mektigheten av de øverste vannmasser øke.

Utover høsten avkjøles overflatelagene, konveksjonsstrømmer setter inn, og sprangsjiktet arbeides stadig dypere. Til slutt vil hele vannmassen ha en ensartet temperatur, - høstsirkulasjonen er etablert. Når avkjølingen har brakt vannet under temperaturen for maks. tetthet, går innsjøen på nytt inn i en stabil periode (vinterstagnasjonen). En videre avkjøling vil

nemlig, som følge av tetthetsforskjellen, bare berøre overflatevannet, og det etableres igjen en termisk stratifikasjon med kaldt overflatevann over varmere vann i dypet.

Av fig. 7 og 8 går det frem at det er betydelig forskjell på de termiske forhold i Selbusjøen og Jonsvatnet. Årsaken er ulik påvirkning av vind og gjennomstrømning, samt bassengenes ulike utforming. Dette har betydning for varigheten av de termiske perioder, men dessuten vil det også ha betydning for den termiske stratifikasjon under stagnasjonsperiodene.

I observasjonsperioden 1960 - 61 foregikk isløsningen omtrent på samme tid i de to innsjøene, nemlig rundt månedskiftet april - mai. Fullsirkulasjonen som fra nå av satte inn, varte noe lengre i Selbusjøen enn i Jonsvatnet (henholdsvis 5 og 4 uker). Årsaken er til dels de batygrafiske og klimatiske forhold, men tilstrømning av store mengder kaldt smeltevann til Selbusjøen spiller sannsynligvis også en betydelig rolle til forlengelsen av sirkulasjonsperiodene i denne innsjø. Turbiditetsmålingene (fig. 11) tyder på at de tilstrømmende vannmasser fordeler seg i de dypere lag av Selbusjøen i første fase av vårsirkulasjonsperioden. Dette er betinget av de termiske forhold idet innsjøens overflatevann har en lavere temperatur enn elvevannet, slik at tetthetsforholdene blir gunstige for en gjennomstrømning i dyplagene.

Hostfullsirkulasjonen inntraff i de første dager av november i begge innsjøer. Temperaturene i de isoterme vannmasser i henholdsvis Selbusjøen og Jonsvatnet var da ca.  $4,70^{\circ}\text{C}$  og ca.  $5^{\circ}\text{C}$ . Fullsirkulasjonsperioden varte for Jonsvatnets vedkommende til ca. 10. des. (ca. 1 måned), mens den i Selbusjøen varte til omkring 1. januar, altså bortimot 2 måneder. Vannmassene i denne innsjøen var da i alle dyp betraktelig kaldere enn i Jonsvatnet.

Under vinterstagnasjonsperiodene henger temperaturforholdene i dyplagene av en innsjø noye sammen med de klimatiske forhold i siste fase av sirkulasjonsperioden om høsten. Hvis vannmassene i en innsjø avkjøles i en vindfull periode med forholdsvis høye lufttemperaturer, vil avkjølingsperioden bli

lengre og selve avkjølingen mer effektiv, slik at vannmassene oppnår en temperatur som er langt lavere enn temperaturen for maks. tetthet. En slik langsom avkjøling har tydeligvis foregått i Jonsvatnet både høsten 1957 og høsten 1959, og vannets temperatur i dyplagene var de følgende vintre forholdsvis lav. I Selbusjøen derimot synes denne effekt å ha hatt større betydning høsten og vinteren 1960/61.

Temperaturene i Selbusjøens overste lag er også i stagnasjonsperiodene i en viss utstrekning influert av temperaturene i vannmassene som strømmer gjennom. Gjennomstrømningen kan i likhet med vindens effekt forårsake dyptgripende turbulente bevegelser og temperaturforstyrrelser. I dypet blir vannmassene således svakt varmet opp gjennom hele sommerstagnasjonsperiodene. I Jonsvatnet som er mer beskyttet mot vindpåvirkning og har forholdsvis lite tilsig, er temperaturforholdene i de dypere lag temmelig stabile gjennom stagnasjonsperiodene.

Om sommeren var temperaturen i overflatelagene noe lavere i Selbusjøen enn i Jonsvatnet. Dette henger sammen med mer omfattende og dyptgripende sirkulasjoner.

De daglige temperaturmålinger (fig. 5 og 6) kan i en viss utstrekning være preget av lokale forhold, men de er stort sett en god indikator på overflatelagenes temperaturvariasjoner i observasjonstiden. Dessuten indikerer de til en viss grad fullsirkulasjonsperiodenes varighet. I disse periodene må nemlig overflatevannets temperatur ligge i intervallet hvor dyplagenes temperaturer befinner seg. Fluktuasjonene stemmer således godt overens med lufttemperaturenes variasjoner (fig. 4). Likeledes er det også temmelig god innbyrdes overensstemmelse mellom variasjonene ved de forskjellige observasjonssteder. Temperaturvariasjonen i Nea er betraktelig større enn i innsjøene forøvrig. Elvevannet har høyere temperatur enn overflatelagene under oppvarmingsperioden om sommeren, mens det motsatte er tilfelle under høstavkjølingen.

## 6.2. Oksygen

Årsvariasjoner i oksygeninnholdet i de to innsjøer er tegnet inn på isopletdiagrammene fig. 9 og 10.

Variasjoner i oksygeninnholdet i en innsjø er betinget av samspillet mellom gassens løselighet ved forskjellige temperaturer, strømninger i vannmassene og biologiske prosesser.

Både i Selbusjøen og Jonsvatnet er oksygeninnholdet lavere enn det teoretisk mulige etter gassens løselighetsforhold når innsjøene går inn i stagnasjonsperiodene. Etter fullsirkulasjonen om våren var metningsprosentene 91 - 94% og ca. 96 - 100% for henholdsvis Selbusjøen og Jonsvatnet, etter fullsirkulasjonen om høsten 90 - 92% og 90 - 93%. Om sommeren avtar oksygeninnholdet i de øverste lagene. Dette henger sammen med at gassens løselighet i vann avtar med stigende temperaturer. Sirkulasjonen fører til en ventilasjon av disse lag slik at vannmassene blir godt beriket med oksygen. Allikevel kan det inntreffe overmetning ved hurtig oppvarming i begynnelsen av sommeren når oksygeninnholdet er størst.

Om vinteren er oksygeninnholdet i de øverste lag litt større enn i de dypere liggende. Dette henger sannsynligvis til dels sammen med oksygensituasjonen i vannmassene før islegningen. I den siste tiden før denne inntreffer, ventileres nemlig bare innsjøens øverste lag, mens de dypere liggende er stagnert. Det synes imidlertid rimelig at oksygeninnholdet i de øverste lag av Selbusjøen og Litlvatnet i stor utstrekning blir bestemt av det kalde, lette og oksygenrike vannet som strømmer gjennom.

Bortsett fra Jonsvatnets aller dypeste lag, er oksygenmengdene i innsjøenes dypere lag under stagnasjonsperiodene nærmest konstant eller viser en svakt avtakende tendens mot slutten av periodene. Dette viser at innsjøene er fattige på organisk materiale slik at dekomponeringsprosesser har uvesentlig betydning for oksygeninnholdet.



### 6.3. pH og elektrolytisk ledningsevne

pH ble målt colorimetrisk med Helligers komparator. Målingene ble utført i felten. Den elektrolytiske ledningsevne ble målt med Philips målebro samme dag prøvene ble tatt.  $\kappa_{20}$  (målt ved  $20^{\circ}\text{C}$ ) er av størrelsesorden  $n.10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

Selbusjøen viste gjennom hele perioden svakt sur reaksjon. Verdiene for pH varierte mellom 6,6 og 7,0 med gjennomsnittsverdi 6,85. I Jonsvatnet lå pH's verdier hele tiden i intervallet 6,6 - 7,3 og gjennomsnittsverdien var 7,0. Variasjonene i innsjøenes elektrolyttinnhold i observasjonsperioden var også små. Gjennomsnittsverdiene for den elektrolytiske ledningsevne var ca. 25 og ca. 47 for henholdsvis Selbusjøen og Jonsvatnet.

I uproduktive innsjøer er det grunn til å anta at elektrolyttinnholdet og pH i det vesentligste er betinget av nedbørfeltenes geologi.

Jonsvatnets nedbørfelt er i geologisk forstand yngre og sannsynligvis kalkrikere enn nedbørfeltet til Selbusjøen. Dessuten ligger store deler av Jonsvatnets nedbørfelt under den marine grense, mens Selbusjøens nedbørfelt i det vesentligste ligger over. Dette har også betydning for saltkonsentrasjonen i de to innsjøer.

### 6.4. Farge, turbiditet og oksyderbarhet.

Selbusjøen har høyere fargeverdier og større innhold av organiske stoffer (humusstoffer) enn Jonsvatnet. Sannsynligvis henger dette sammen med forskjellen i vannmassenes oppholdstid i de to innsjøer. I Selbusjøen foregår en forholdsvis hurtig utskiftning av vannmassene. Nedbrytningsprosessenes effektivitet skulle derfor være langt mindre utpreget her enn i Jonsvatnet hvor vannmassene har en mye lengre oppholdstid.

Under stagnasjonsperiodene er fargepåvirkningen i Selbusjøen størst i overflatelagene - noe som henger sammen med

gjennomstrømningsforholdene. En slik fargelagdeling er ikke merkbar i Jonsvatnet under tilsvarende perioder. De noe høyere fargeverdier i Litlvatnet henger antakelig sammen med at dette bassenget får tilsig fra myrområder og dyrket mark.

Gjennomsnitts-verdiene for farge, turbiditet og oksyderbarhet i de 3 bassenger er gjengitt i tabell 6.

Observasjonsresultatene viser at den periodevis høye turbiditeten i Selbusjøen (fig. 11) henger sammen med vannføringen i tilsigselvene. Under flomperiodene vil vannet grave ut og føre med seg grus og leiremateriale. Dette materialet vil etter hvert sedimenteres, men det fineste kan imidlertid holde seg svevende i forholdsvis lang tid. Lavvannsflommen om våren er av størst betydning for tilførselen av det partikulære materialet. Reguleringen av Selbusjøen har ført til at det i perioder med lav vannstand går leirras ut i sjøen. Bolgeskvulp langs strendene kan også føre til utvasking av leire. Dette medvirker til forøkelse av turbiditeten i vannet. Man må regne med at ras og utvasking av leire vil påvirke vannkvaliteten under hver lavvannsperiode i lang tid fremover. Disse ugunstige turbiditetsforhold gjør seg gjeldende i ca. 2 - 3 mndr. om våren, og på grunn av partiklenes synkende tendens vil turbiditetspåvirkningen først avta i de øverste lagene. Under flomperioder om sommeren og høsten kan også turbiditetspåvirkningen øke noe, men vil neppe bli så kraftig som under vårflommen. I observasjonsperiodene var det ingen utpreget høstflom, og av den grunn er det vanskelig å gi noen nærmere uttalelse om forholdene i disse perioder.

En sterk regulering av Neavassdraget som fører til en jevnere vannføring i elva, vil virke gunstig inn på vannkvaliteten i Selbusjøen. Når elvas vannføring holdes jevn, får den ikke anledning til å grave i samme grad som en uregulert elv med varierende vannføring.

## 7 BAKTERIOLOGI

Fra og med mai 1960 ble det på de forskjellige observasjons-

dager tatt bakteriologiske prøver i Selbusjøen. Provene ble tatt på steriliserte flasker med spesielt apparat. Analysene er foretatt av byveterinær Eieland i Trondheim. Resultatene er gjengitt i tabell 5. Ifølge analyseresultatene har Selbusjøen et lavt kimtall og innhold av coliforme bakterier. I sommerstagnasjonsperioden var forekomstene i det vesentligste begrenset til de overste varme vannmasser, men under sirkulasjonene, spesielt om høsten, ble det også påvist bakterier i de dypere liggende vannmasser. Den bakteriologiske påvirkning var størst i høstmnd. Den bakteriologiske påvirkning er imidlertid ikke større enn hva som er vanlig å finne i norske innsjøer.

Tabell 5.

Selbusjøen. Bakteriologiske analyseresultater.

Kimtall ved innstøpning av 1 cc vann (inkubert 2 døgn ved 37°C).

Dato	m dyp:																						
	0	0,5	1	2	4	5	8	10	12	15	16	20	25	30	35	40	50	70	100	105	110	150	200
'5-60	0	5			6		2		2	13	10	2	2	0	2		1		1				2
'6	8		12	4	4	16		4	0		3	0	0	1			1		5			4	2
'7	3		9	6	24	8				65	18	12		1			4		0			0	2
'8	3					12		2	90		20			1			3		5			2	2
'9					1					4	1	2		2		1	1		2			1	1
'10	1			2	2	1		1	1		3	2	2	2	4	11	0	0	2		3	1	4
'11				1	1	3		5		1	0	4	4	0	0	6		2		3	over-		
'12			2		4	2		0		6	2	forurenset	90	5			2			3	vokset		
/'61			2		4	5		1		3	3	forurenset	5	5	3		5			1	C	0	0
/'2			3		4	2		0		6	1	0	0	5	2		6			2	C	0	1

Coliforme bakterier.

Dato	m dyp:																						
	0	0,5	1	2	4	5	8	10	12	15	16	20	25	30	35	40	50	70	100	105	110	150	200
'5-60	0	0			0		0		0	0	0	0	0	0	0		0		1x				0
'6	2x		7	8x	0	4		3			0	0	0	0	0		1		0			0	0
'7	2		6	3	2	2		2			5x		4	4			0		0			0	0
'8	13			1	1x	1		-				-		0			0		0			-	-
'9						3		4		2	5	5	0	0	0		0		1			0	1x
'10					5x		8x		6		6	13	6	8x	3	-	0		2		2	0	4
'11			0	1	1	0	0	3		1	2	6	3	3	9x	6		6		0		23	
'12			0	0	0	0		0		0	0	0	2	2	se total		0		0		forurenset	0	0
/'61			0	0	0	0		0		0	0	0	0	0	kim	0		0		0		0	0
/'2			0	0	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0		0		0		0	0

x) = E.coli ved diff.

1) = utsed av 100 cc på Mac Concey buljong i rør.  
 2) = ikke tatt eller mislykket = utsed på Coli 5 filter.

Analysert utført av Byveterinæren, Trondheim.

### 8. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Både Selbusjøen og Jonsvatnet hører som de fleste innsjøer i Norge, med til de tempererte, holo- eller di-miktiske, og har således to stagnasjons- og to sirkulasjonsperioder pr. år. Bassengenes vesensforskjellige morfologi, samt den store gradforskjell i vindpåvirkning og gjennomstrømning, har imidlertid stor betydning for innsjøenes termiske perioder, både med hensyn til varighet og lagdeling. Det er nærliggende å anta at reguleringen også bidrar til de noe spesielle termiske forhold i Selbusjøen.

Tabellen nedenfor angir variasjonsbredde og gjennomsnitt av noen kjemiske komponenter i de to bassenger:

Tabell 6.

Middelverdier for noen kjemiske komponenter.

	Selbusjøen		Jonsvatnet		Litlvatn	
	Variasjons- bredde	gjen. snitt	Variasjons- bredde	gjen. snitt	Variasjons- bredde	gjen. snitt
pH	6,6- 7,0	6,85	6,6- 7,3	7,00	6,6- 7,3	7,00
$\mu_{18} = n \cdot 10^{-6}$	21,7-22,4	25,1	44,5-55,8	47,2	50,6-55,3	53,0
Farge, mg Pt/1	14 - 33	22	3 - 19	9	5 - 23	12
Turbiditet, mgSiO <sub>2</sub> /1	0,4- 3,0	0,9	0,1- 0,8	0,3	0,2- 1,5	0,5
KMnO <sub>4</sub> -tall	2,1- 3,7	2,8	1,8- 3,3	2,1	2,0- 3,0	2,4
Hårdhet, mg CaO/1	5,3- 8,8	6,0	8,0-11,0	9,5	9,7-12,3	11,2
Klorid, mg Cl/1	0,0 -0,8	0,5	4,4- 5,4	4,9	4,6- 5,8	5,1
Alkalitet, ml N/10HCl/1	1,7 -2,2	1,9	2,0 -3,2	2,8	2,8 -3,7	3,2

Innsjøenes vannmasser blir regelmessig ventilert under fullsirkulasjonsperiodene vår og høst. De svært beskjedne oksygen-svinn i de dypere lag under stagnasjonsperiodene er et bevis på liten produktivitet.

De kjemiske forhold varierer svært lite med tiden i alle dyp, og er i høy grad betinget av de geologiske forhold i nedbørfeltene. Den biologiske aktivitet er av underordnet betydning. Vannet er begge steder saltfattig og bløtt.

Innsjøene er næringsfattige (oligotrofe), men ut fra farge- og oksygenforhold, er det rimelig å gradere innsjøenes trofikkarakter. Innsjøenes produktivitet stiger nemlig i rekkefølgen: Selbusjøen - Jonsvatnet - Litlvatnet.

I henhold til de krav som idag stilles til drikkevann, er vannkvaliteten i Jonsvatnet (Storvatnet) kjemisk sett meget god. Den lange oppholdstiden forårsaker effektiv dekomponering og sedimentering av det tilførte organiske materialet. Produktiviteten i selve innsjøen er liten og er i denne sammenheng uten betydning. De bakteriologiske forurensningene er også beskjedne.

Vannmassene i Selbusjøen er også den største delen av året av bra kvalitet. Under flomperiodene, spesielt om våren, reduseres vannkvaliteten ved tilførsel av leirpartikler. I disse periodene som kan være av opptil 2 - 3 måneders varighet, er kvaliteten av vannet som drikkevann betraktet, noe redusert i alle lag. Også i denne innsjø er de bakteriologiske forurensninger beskjedne.

## 2. VURDERING AV FORHOLDENE I JONSVATNET VED OVERFØRING AV VANN FRA SELBUSJØEN

### 2.1. Overføring for vannforsyningsformål

Så lenge overføring av vann fra Selbusjøen til Jonsvatnet bare skal dekke vannverkets behov vil den neppe ha noen nevneverdig betydning for vannkvaliteten i Jonsvatnet. Selvsagt blir oppholdstiden og dermed selvrensningseffekten forkortet (tabell 7), men likevel vil den bli av så lang varighet at sedimentasjonen og nedbrytningsprosessen blir tilstrekkelig effektiv til å opprettholde en god vannkvalitet. Det er mulig at farge og turbiditet vil stige noe, men uten at det av den

grunn blir nødvendig med spesielle rensningsmetoder. Den elektrolytiske ledningsevne (saltkonsentrasjonene) vil derimot avta. Den termiske stratifikasjon og de termiske perioders varighet blir lite influert av en slik tilførsel. Det regnes da med en overføring av overflatevann. Vi vil imidlertid fraråde å overføre vann fra Selbusjøen til Jonsvatnet i flomperiodene (ca. 2 - 3 mndr. pr. år) når turbiditetspåvirkningen er stor.

### Tabell 7.

Sammenheng mellom forøkelse av tilsig og teoretisk oppholdstid i Jonsvatnets hovedbasseng. (Jonsvatnets volum: ca. 500 mill. m<sup>3</sup>, middel tilsig: ca. 127.000 m<sup>3</sup>/døgn.)

<u>Tilsigsøkning:</u>	<u>Teoretisk oppholdstid:</u>
0 m <sup>3</sup>	ca. 13 år
400 l/sek. (34.500 m <sup>3</sup> /døgn)	" 8,5 "
500 " (43.200 " )	" 8,0 "
600 " (51.840 " )	" 7,6 "
800 " (69.100 " )	" 7,0 "
1000 " (86.400 " )	" 6,4 "
1200 " (103.680 " )	" 6,0 "
50 m <sup>3</sup> /sek. (4,32 mill. m <sup>3</sup> /døgn)	" 112 døgn
102,3 " (8,83 " " )	" 56 "

### 9.2. Overføring for kraftproduksjon

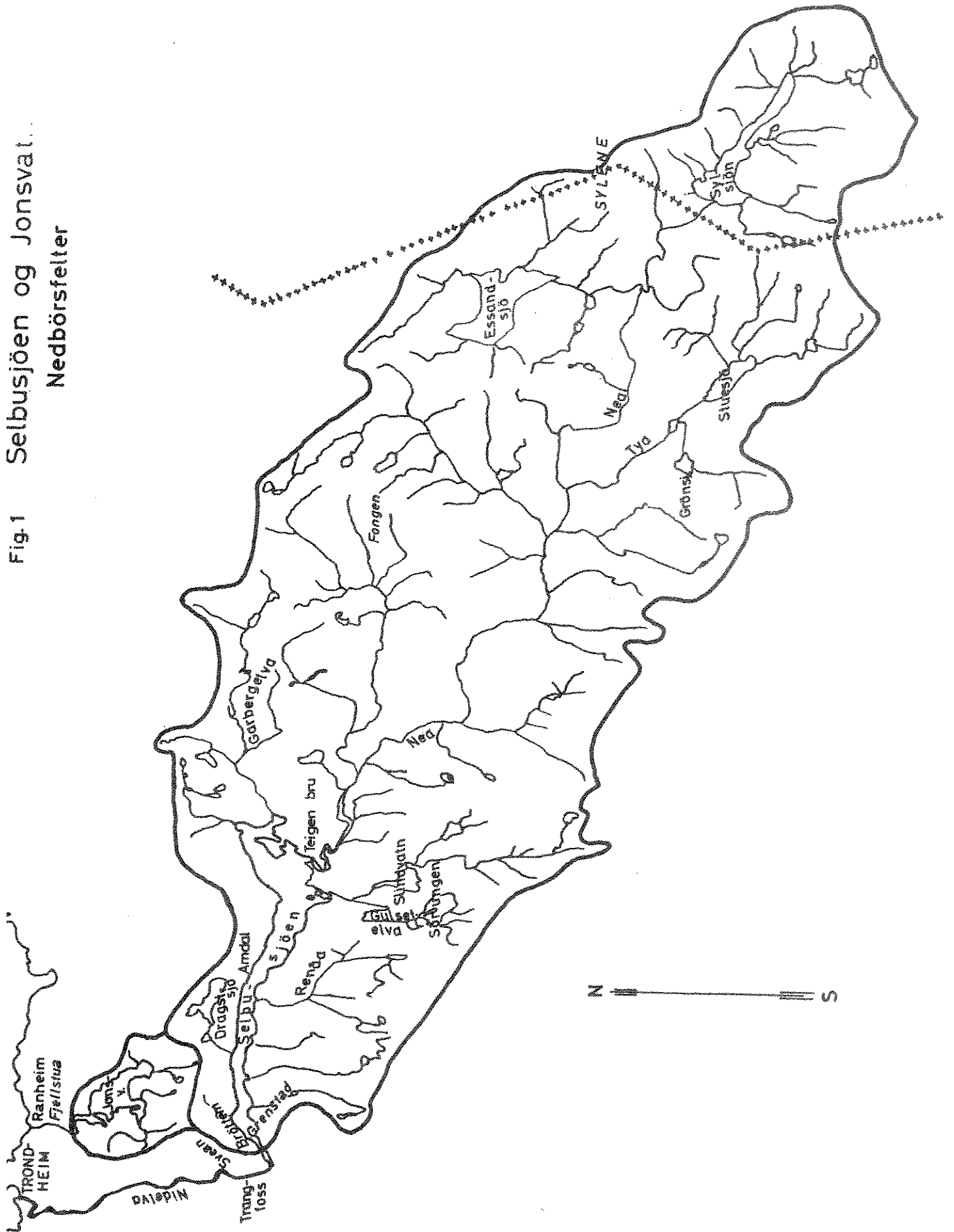
Ved overføring av en større vannmengde til de sydlige områder av Jonsvatnet (Øydalsviken), vil forholdene i denne innsjøen bli forandret. Hvis det f.eks. overføres 50 m<sup>3</sup>/sek. vil således vannmassenes teoretiske oppholdstid avta til ca. 112 døgn. Hvis hele Selbusjøen tappes ut i Jonsvatnet vil oppholdstiden der bli ca. 2 måneder. I disse tilfeller vil Selbusjøens og Jonsvatnets vannkvaliteter bli like. De hydrologiske forhold i Jonsvatnet vil likeledes bli totalt forandret og innsjøen vil ta preg av et gjennomstrømnings-

basseng. Det er således å vente at sirkulasjonsperiodene vil bli av langt større varighet, mens den termiske stratifikasjon under stagnasjonsperiodene blir mindre utpreget. Temperaturen i de overste vannmasser vil sannsynligvis bli noe lavere og ventilasjonseffekten vil nå til større dybder. Temperaturen i de dypere liggende vannmasser vil bli lavere om vinteren, men høyere om sommeren. Under forutsetning av at den vesentligste avtappingen fra Jonsvatnet foregår i overflaten, er det rimelig å regne med at sprangsjiktet om sommeren vil befinne seg i 20 - 30 meters dyp.

Under spesielle forhold, som under vårflommen, vil vannets partikkelinnhold bli forøket og overstige det som tolereres i godt drikkevann. Utpregede flomperioder til andre årstider vil sannsynligvis også forøke turbiditeten, men verdiene vil neppe bli så høye som under vårflommen. Under forutsetning av at kraftverket benytter seg av overflatevann, vil gjennomstrømningen i stagnasjonsperiodene i det vesentligste foregå i de overste lagene og ved et vanninntak i 30 - 35 meters dyp, må en regne med at vannkvaliteten blir relativt god, men selvsagt dårligere enn Jonsvatnets nåværende.



Fig.1 Selbusjön og Jonsvatn...  
Nedbørsfelter



LIIVUDEL KÕRGE JA MADALA VEETASANDI VAHETUMISE KÕRVALDAMISE KÄSIRAHA

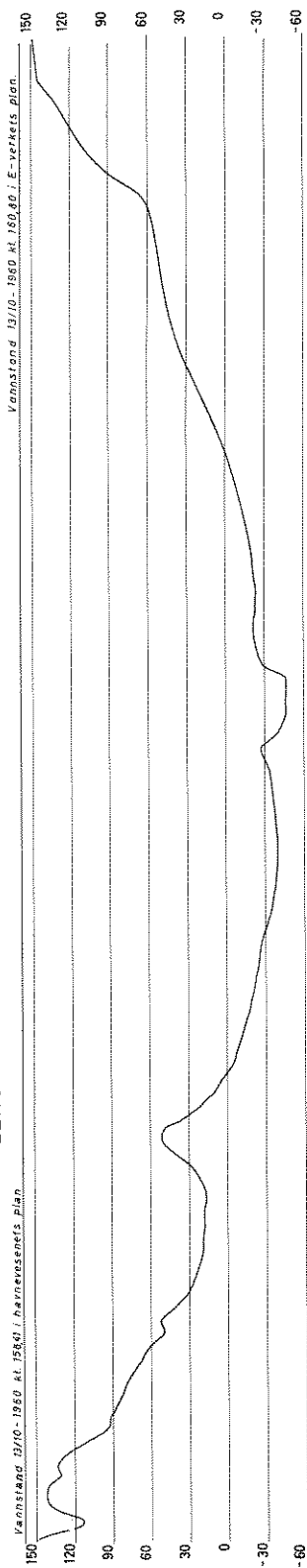
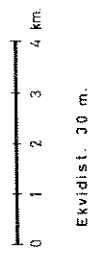
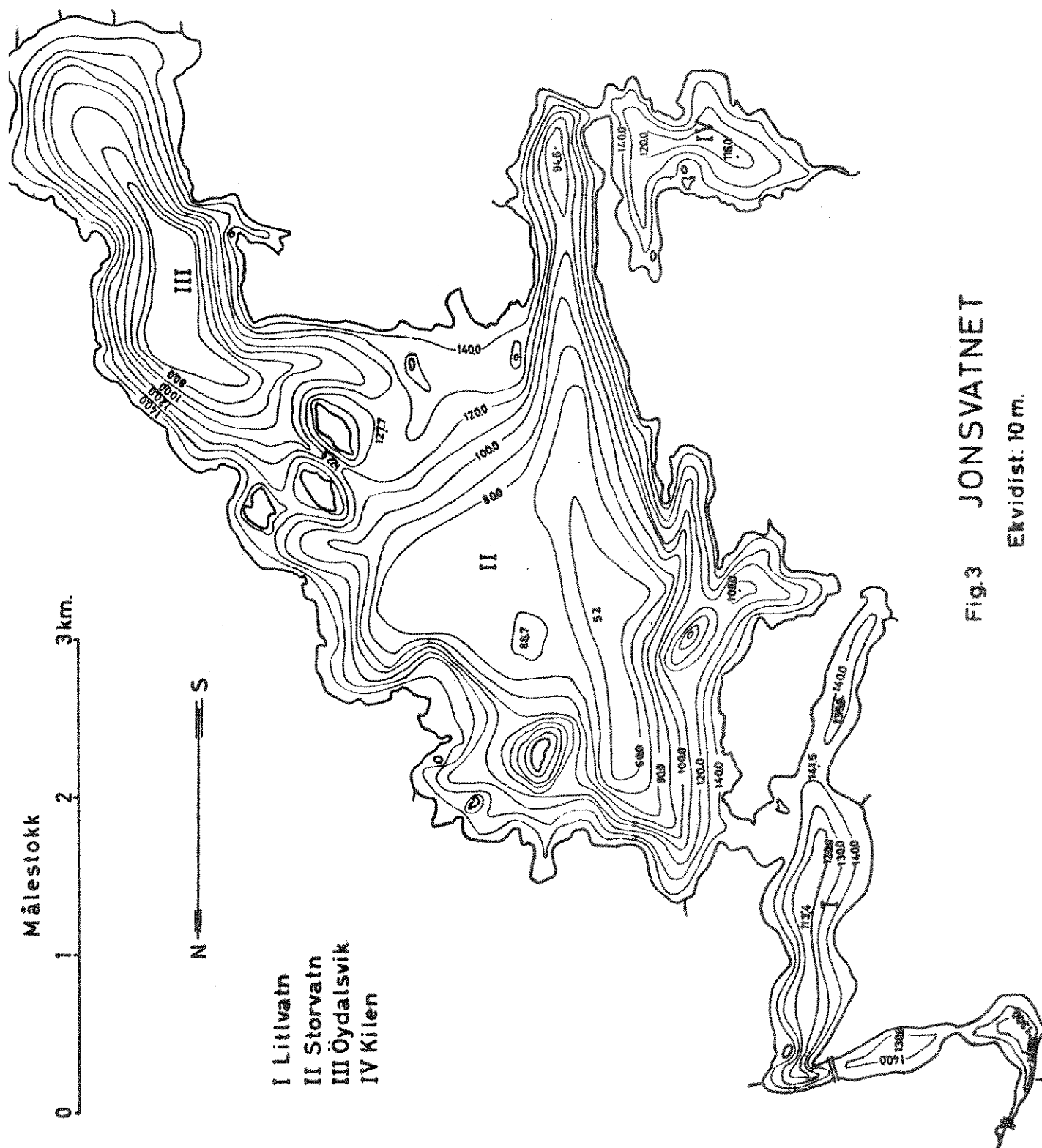


Fig. 2 SELBUSJÕEN



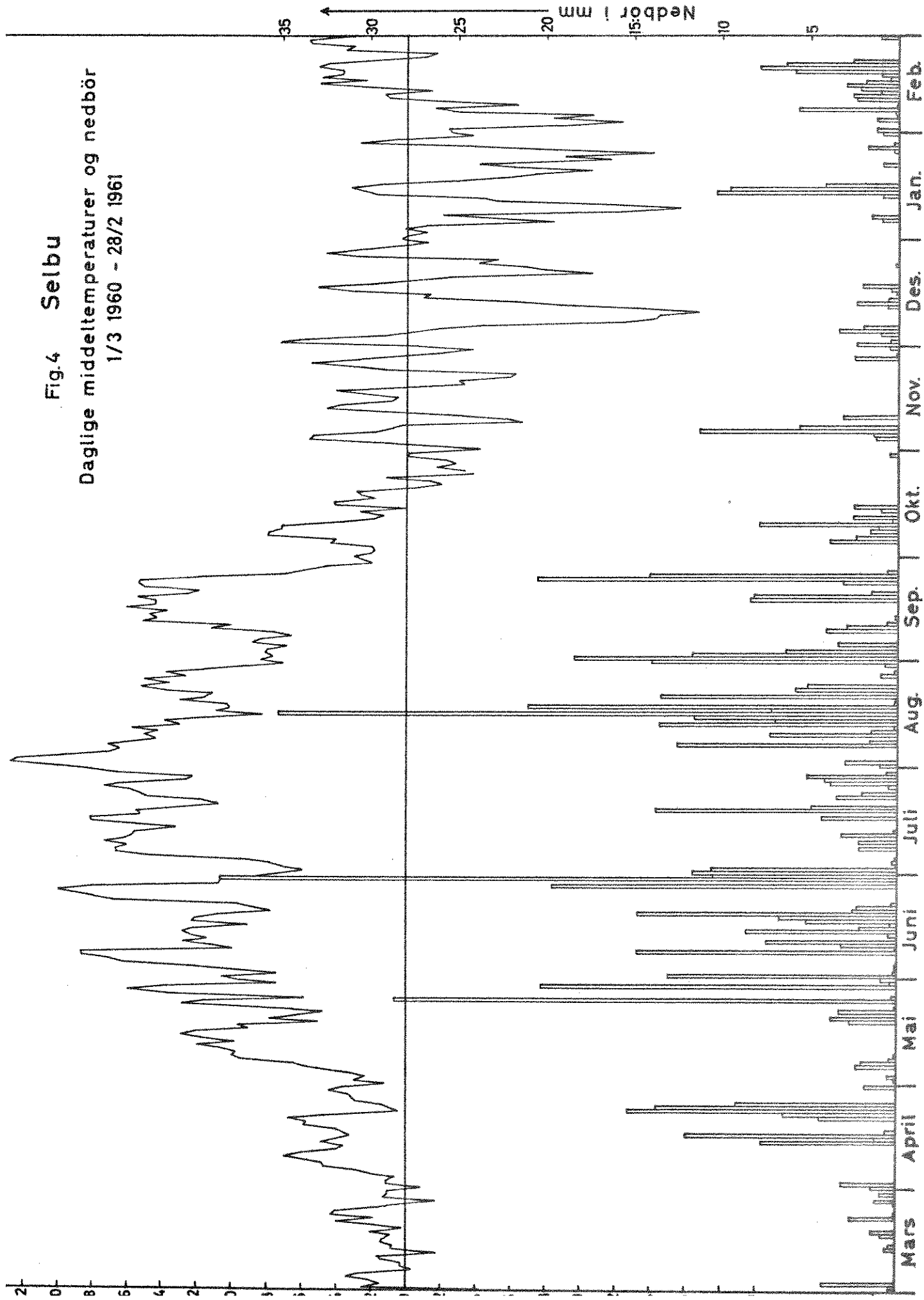


- I Litlvatn
- II Storsvatn
- III Öydalsvik
- IV Kilen

Fig.3 JONSVATNET  
 Ekvidist. 10 m.

Fig.4 Selbu

Daglige middeltemperaturer og nedbør  
1/3 1960 - 28/2 1961



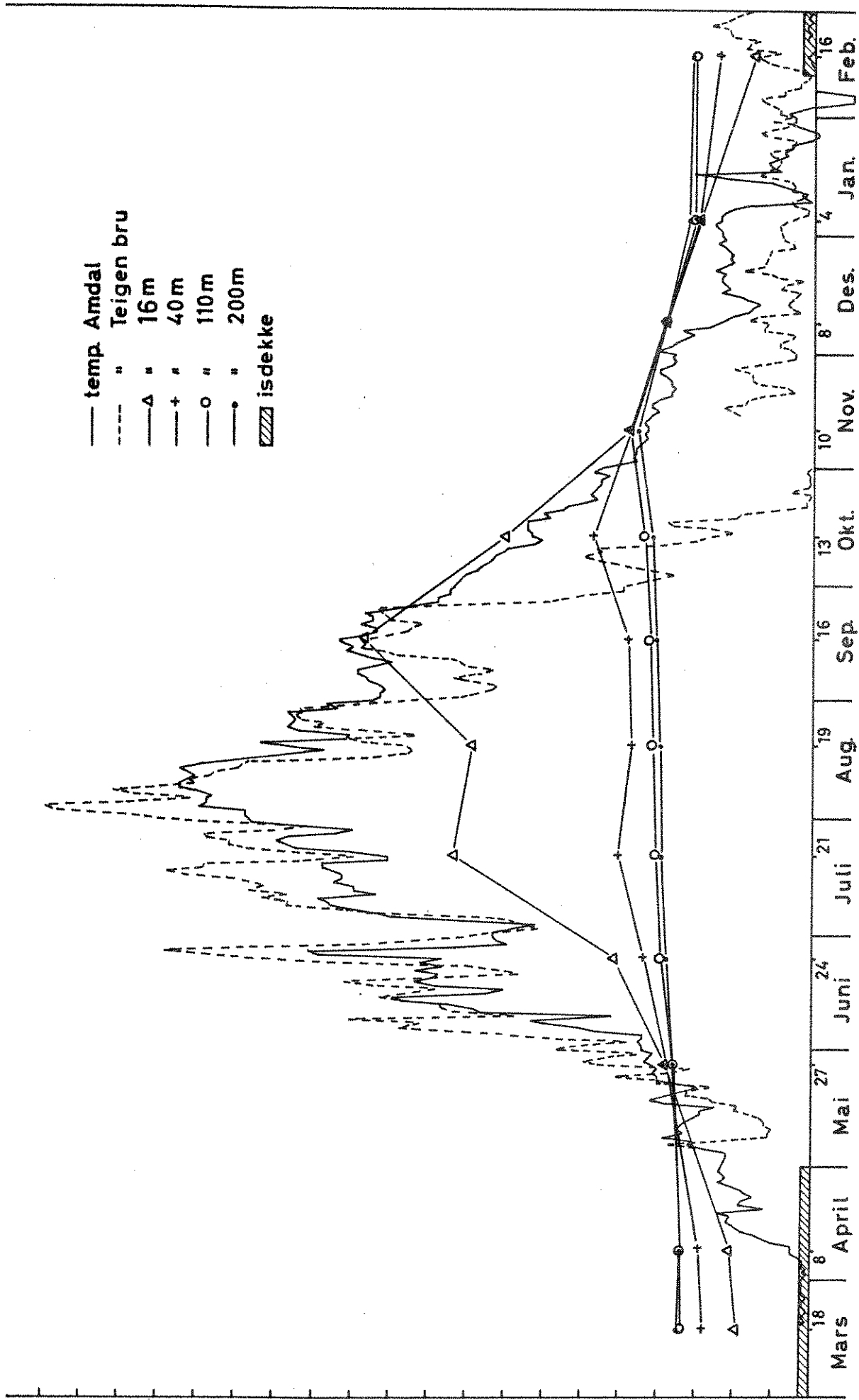


Fig.5 Selbusjøen. Overflatetemperaturer (°C) ved Amdal og Teigen bru, og temperaturer i 16, 40, 110 og 200 m dyp 1960/61

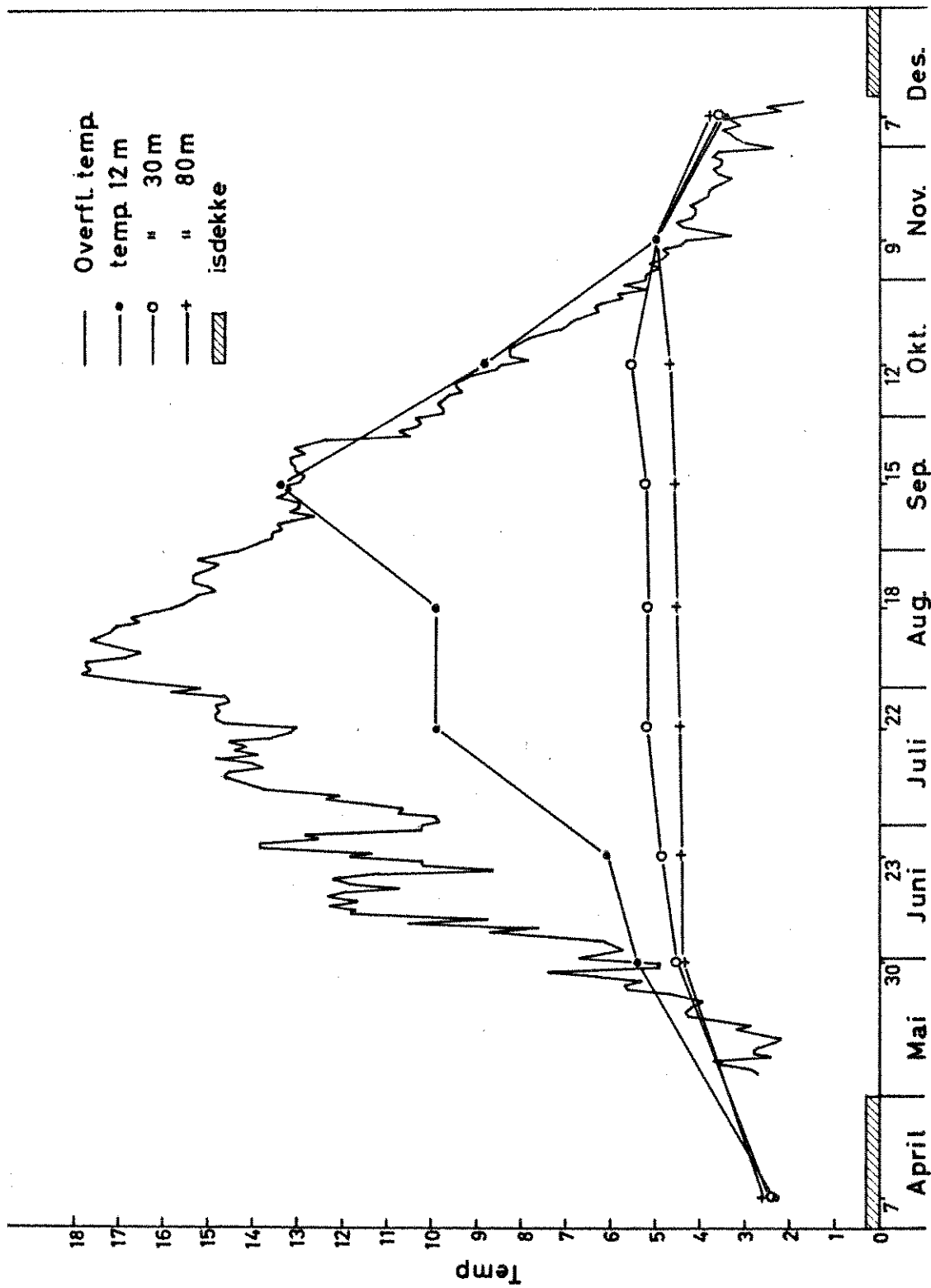


Fig.6. Jonsvatnet  
Overflatetemperatur, temp. i 12, 30 og 80 m dyp 1960/61

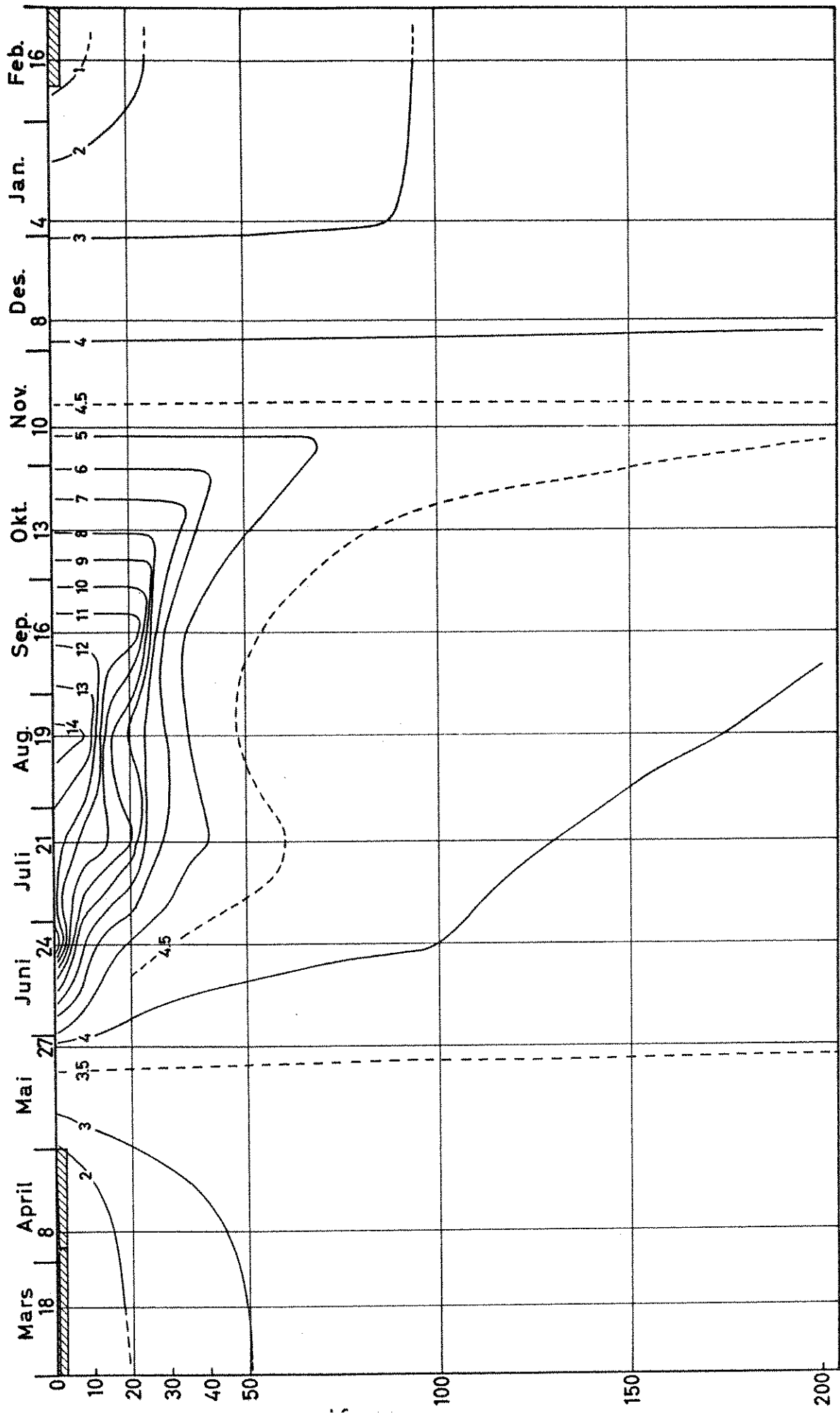


Fig. 7 Selbusjøen 1960/61. Isothermer.

isdekke

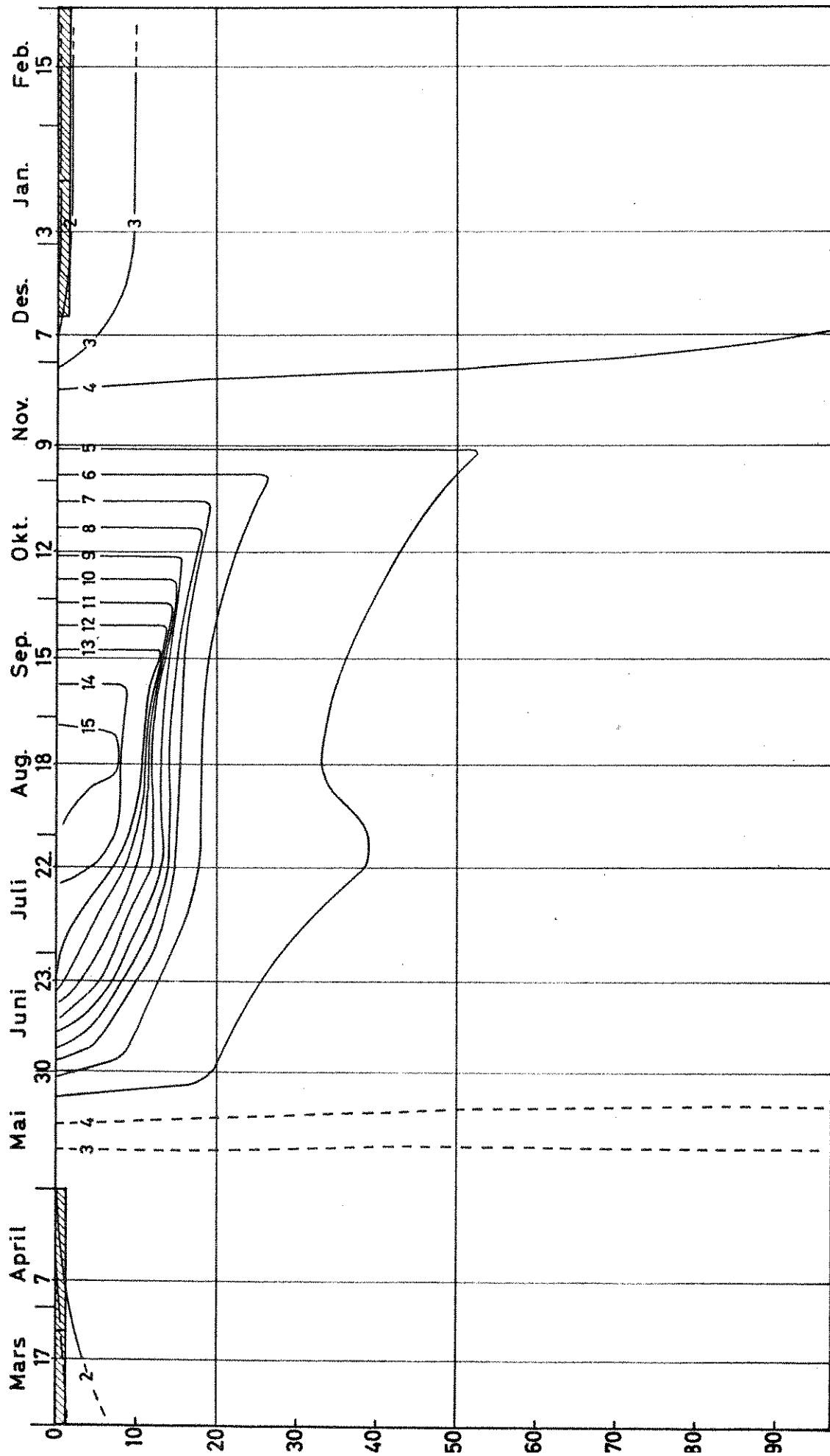


Fig. 8 Jonsvatnet 1960/61. Isothermer.

isdekke.



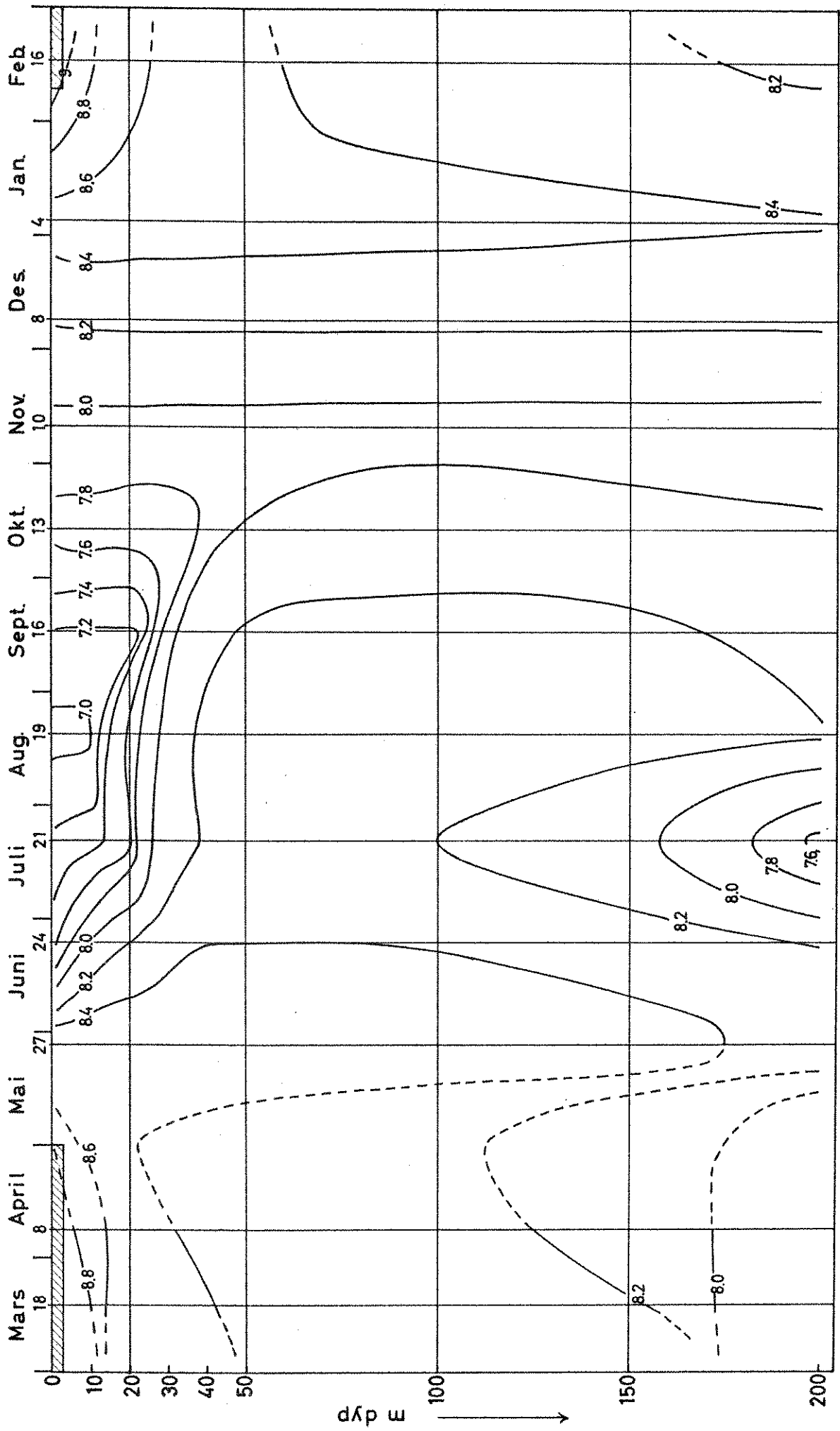


Fig.9 Selbusjön 1960/61 Oksygen - isopleter ( cm<sup>3</sup>/l )

isdekke

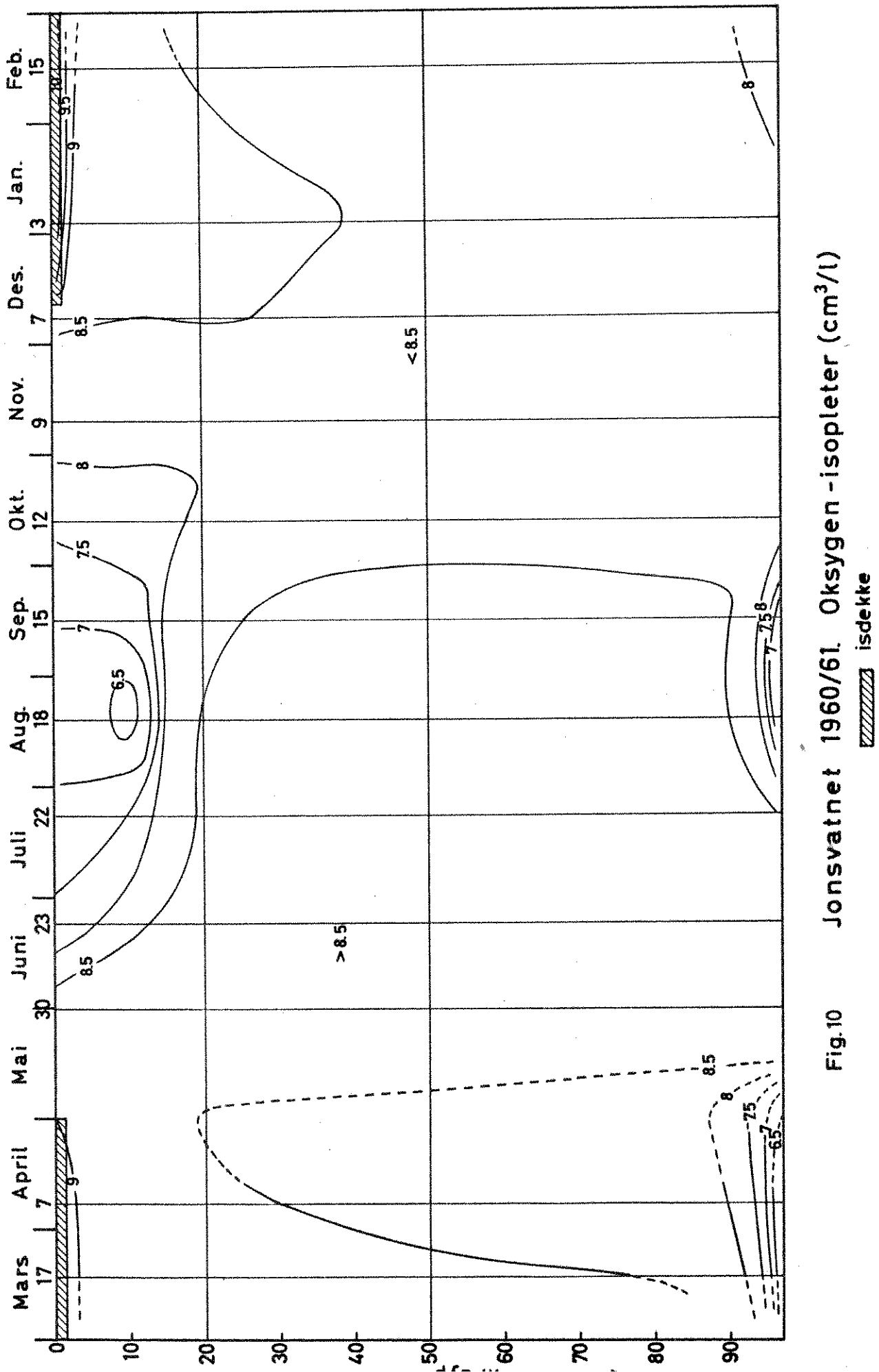


Fig.10 Jonsvatnet 1960/61. Oksygen -isopleter (cm<sup>3</sup>/l)

isdekke

Fig. 11.

### Selbusjøen

Turbiditet

- 20m
- .- 70m
- - - 150m
- 200m

