

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 1/67

NORSJØ  
En limnologisk undersøkelse utført i 1967

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan  
Rapporten avsluttet august 1968

INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	5
2. UNDERSØKELSER AV NORSJØ	6
3. GEOGRAFISKE FORHOLD	6
4. NEDBØRFELTET. UTNYTTELSE OG VIRKSOMHETER	8
5. MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD	9
6. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE	11
7. HYDROGRAFISKE FORHOLD	14
8. BIOLOGISKE FORHOLD	20
9. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD	20
10. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	24
11. PRAKTISKE KONKLUSJONER	27

TABELLFORTEGNELSE:

1. Oversikt over virksomheter i Norsjø's nedbørfelt	8
2. Norsjø. Morfometriske og hydrologiske data	9
3. Observasjonssteder og prøvetakingstidspunkt	11
4. Kjemiske analyseresultater. Middelerverdier	15
5. Spesifikk elektrolytisk ledningsevne 1967	17
6. Verdier for totalt nitrogen 1967	19

TABELLFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
7. Biologisk observasjonsmateriale (seston) fra Norsjø 1966 - 1967	21
8. Bakteriologiske analyseresultater fra prøver tatt i pumpe- stasjonen for vannverket til Norsk Hydro	23
9. Arealutnyttelse, bosetningsforhold og middelvannføring for de viktigste tilløpselver og for avløpselven	24
10. Kjemiske data for de viktigste tilløpselver og for avløpselven	25
11. Fysisk-kjemiske analyseresultater. Stasjon: Ulefoss vann- verk. 22/8 1966	28
12. Stasjon 1: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 22/2 1967	29
13. Stasjon 2: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 21/2 1967	30
14. Stasjon 3: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 22/2 1967	31
15. Stasjon 1: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 10/5 1967	32
16. Stasjon 2: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 10/5 1967	33
17. Stasjon 3: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 11/5 1967	34
18. Stasjon 1: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 29/8 1967	35
19. Stasjon 2: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 29/8 1967	36
20. Stasjon 3: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 29/8 1967	37

TABELLFORTEGNELSE (forts.):

	Side:
21. Stasjon 1: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 22/11 1967	38
22. Stasjon 2: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 22/11 1967	39
23. Stasjon 3: Fysisk-kjemiske analyseresultater. 22/11 1967	40

FIGURFORTEGNELSE:

1. Oversiktskart over nedbørfelt med stasjonsplassering	7
2. Dybdekart over Norsjø	10
3. Norsjø. Stasjon 1. Hydrografiske forhold	16

## 1. INNLEDNING

Etter oppdrag fra Kommunaldepartementet ved Østlandskomiteéns sekretariat og Skien og Porsgrunn kommuner, har Norsk institutt for vannforskning foretatt en limnologisk undersøkelse av Norsjø. Undersøkellesprogrammet ble foreslått i instituttets brev til Skien og Porsgrunn kommuner av 7. januar 1967.

Programmet omfattet følgende 3 punkter:

1. Opplodding av innsjøen og tegning av dybdekart.
2. Fysisk-kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser av vannkvaliteten på to steder (nord og syd) fire ganger i løpet av ett år, nemlig vinter, vår, sommer og høst.
3. Undersøkelsen kan ta til i mars 1967, og rapport vil kunne foreligge ved årsskiftet 1967/1968.

Idet dybdekart ble skaffet til veie ved Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, falt punkt 1 ut (kfr. instituttets brev til Skien kommune av 15. februar 1967).

På et møte i Fellesutvalget for Porsgrunn og Skien vannforsyning den 9. juni 1967, ble det fattet vedtak om å anmode Norsk institutt for vannforskning om å administrere en undersøkelse av Norsjø (brev til instituttet av 4. juli 1967 fra byingeniøren i Skien).

Norsk Hydro har velvilligst stilt et verdifullt materiale til disposisjon for vurderingen av de kjemiske og bakteriologiske forhold i innsjøen. De bakteriologiske undersøkelser som instituttet hadde planlagt ble av den grunn funnet unødvendige å gjennomføre for å vurdere vannmassenes bakteriologiske tilstand. Etter at undersøkelsen kom i gang ble det funnet nødvendig å foreta innsamling av kjemiske prøver fra 3 stasjoner i innsjøen.

En generell rapport om undersøkelsen er tidligere utarbeidet (februar 1968) for Østlandskomiteén og som foreløpig rapport oversendt Skien kommune i 2 eksemplarer.

## 2. UNDERSØKELSER AV NORSJØ

1. Som nevnt er Norsjø loddet opp av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen som også har tegnet dybdekart over innsjøen i målestokk 1 : 50000 med 30 meters koteavstand.
2. Norsjø brukes som vannforsyningskilde av Eidanger Salpeterfabrikker på Herøya, og bedriften har av den grunn foretatt visse kjemiske og bakteriologiske undersøkelser av vannet i de sydlige områder av innsjøen (Fjærekilen).
3. Etter oppdrag fra Nome kommune foretok Norsk institutt for vannforskning den 22. august 1966 en limnologisk undersøkelse av Norsjø utenfor det nye vanninntak for Ulefoss vannverk (instituttets oppdrag nr. 48/65: "En undersøkelse av Norsjø som vannkilde for Ulefoss vannverk. Blindern, september 1966"). Rapporten inneholder bl.a. en del fysisk-kjemiske observasjonsdata.
4. Innsjøen er som nevnt beskrevet i instituttets rapport til Østlandskomiteén. (Oppdragsnr. 110/65: "Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 3. Mjøsa, Hurdalsjøen, Øyeren, Randsfjorden, Norsjø. Blindern, februar 1968".)
5. I forbindelse med instituttets oppdrag for Østlandskomiteén (0-110/65) er det også foretatt en befaring med prøvetaking av hele Skiensvassdraget. Denne undersøkelse er også beskrevet i instituttets rapport for Østlandskomiteén. (Oppdrag nr. 110/65: "Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 2. Skiensvassdraget. Blindern, juni 1968".)

Alle ovennevnte undersøkelser og beskrivelser er benyttet ved utarbeidelsen av denne rapport.

## 3. GEOGRAFISKE FORHOLD

Norsjøs nedbørfelt er 9975 km<sup>2</sup> (fig. 1). Den overveiende del av nedbørfeltet ligger i det sydnorske grunnfjellsområde som er bygd opp av gneiser, granitter, kvartsitter o.l. I nordvest grenser feltet inn på et område med sterkt omdannede kambrosiluriske bergarter (fyllitter og glimmerskifre). Berggrunnen er i stor utstrekning dekket med et tynt lag bregrus, tildels med lynghumus og torvjord. Nedenfor den marine grense (100 - 150 m.o.h.) som

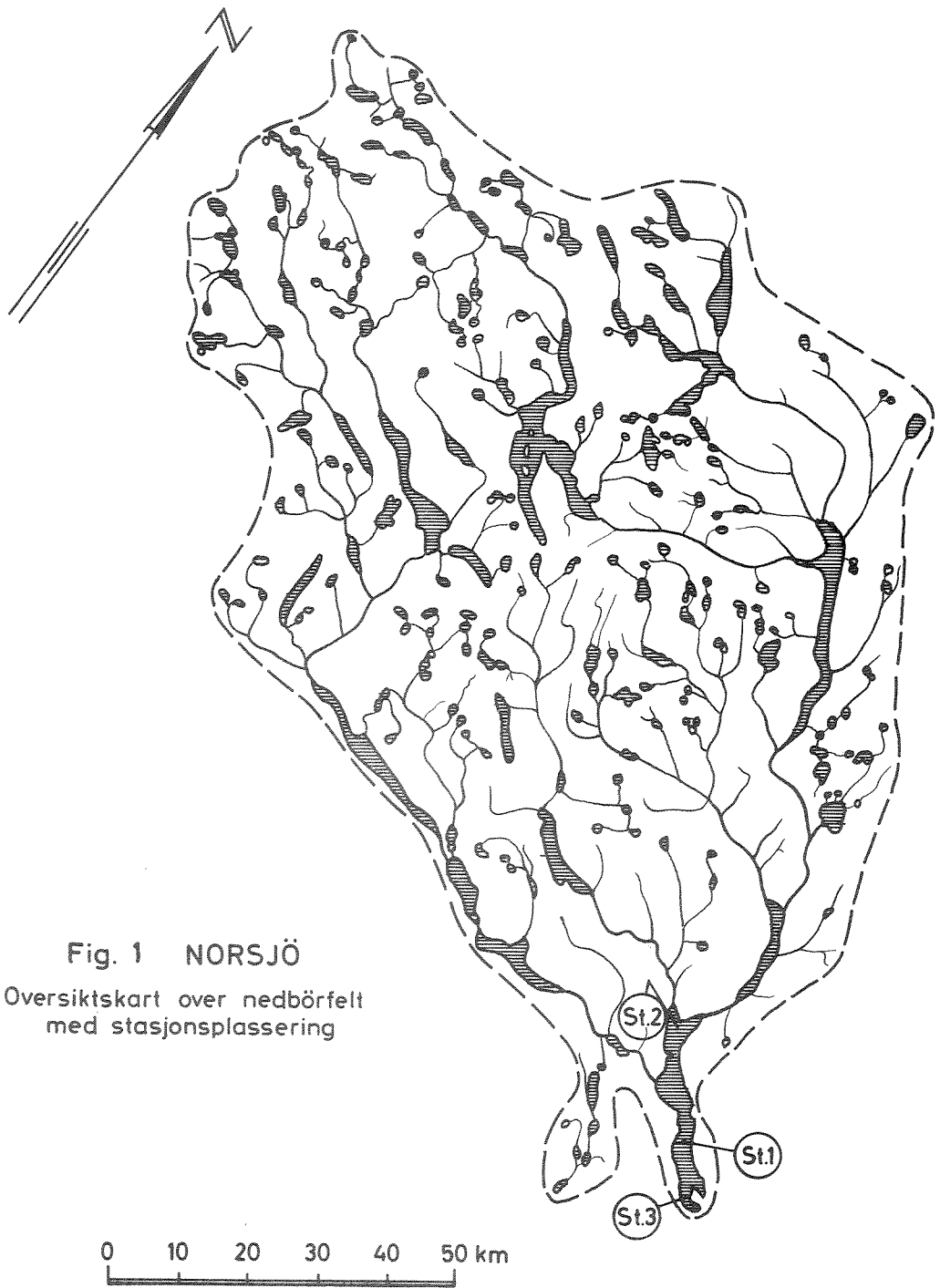


Fig. 1 NORSJÖ  
Oversiktskart over nedbørfelt  
med stasjonsplassering

ligger i høyde med Notodden, er det store løsavsetninger med leire, sand og grus som er blitt avsatt i havet. I dalførene over dette nivå er det tildels store mengder vanntransportert materiale - sand og grus - som ofte forekommer i hauger og rygger.

4. NEDBØRFELTET. UTNYTTELSE OG VIRKSOMHETER

Opplysninger angående nedbørfeltets utnyttelse, jordbruksvirksomheter og befolkningstetthet er stilt opp i tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over virksomheter i Norsjøs nedbørfelt

	Arealer	%-vis fordeling	Antall	Antall./km <sup>2</sup>
Nedbørfelt	9975 km <sup>2</sup>			
Skog	1932,8 "	19,4%		
Myr	246,4 "	2,5%		
Dyrket mark	199,8 "	2,0%		
Uproduktivt område	7596,0 "	76,2%		
Befolkning			54800	5,5 pr. km <sup>2</sup>
Storfe			19300	1,9 " "
Småfe			38200	3,8 " "

Som tabellen viser består ca. 76% av Norsjøs nedbørfelt av innsjøer, høyfjell og lite produktive områder. De viktigste jordbruksområder ligger i de nederste deler av dalførene. Særlig er områdene like nord for Norsjø og rundt Heddalsvatnet viktige i denne sammenheng. Disse områder er også relativt tett befolket. Innbyggerantallet i Notodden, Sauherad og Nome kommuner var således pr. 1. januar 1967 henholdsvis 13680, 3760 og 7163 (tilsammen 24603). Tinn kommune med Rjukan, som ligger lengre oppe i vassdraget, hadde ved samme dato 9253 innbyggere.

Det er særlig tre sentre i Norsjøs nedbørfelt hvor det er betydelig industri. Dette gjelder Rjukan, Notodden og Ulefoss.

På Rjukan er det særlig Rjukan Salpeterfabriker som må nevnes. Ellers finnes her bedrifter innen jern- og metallindustri, plastindustri, trevareindustri samt et meieri.



Notodden er et typisk industrisentrum, og her finnes flere bedrifter innen kjemisk industri, tekstilindustri, plastindustri samt jern- og metallindustri. Av industri som har betydning for vannmassenes belastning med organisk stoff kan nevnes et tresliperi, slakterianlegg samt meieri.

Ved Ulefoss er det to tresliperier. Her finnes også bedrifter innen jern- og metallindustrien.

I nedbørfeltet til Norsjø forøvrig finnes fire meierier, et slakterianlegg samt en rekke mindre bedrifter, særlig trevarefabrikker og jern- og metallindustri.

## 5. NORSJØ. MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD

Norsjø er loddet opp av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen som også har tegnet dybdekart over lokaliteten i målestokk 1 : 50000 med 30 meters koteavstand. En fotografisk forminskelse av dette kart er gjengitt i fig. 2.

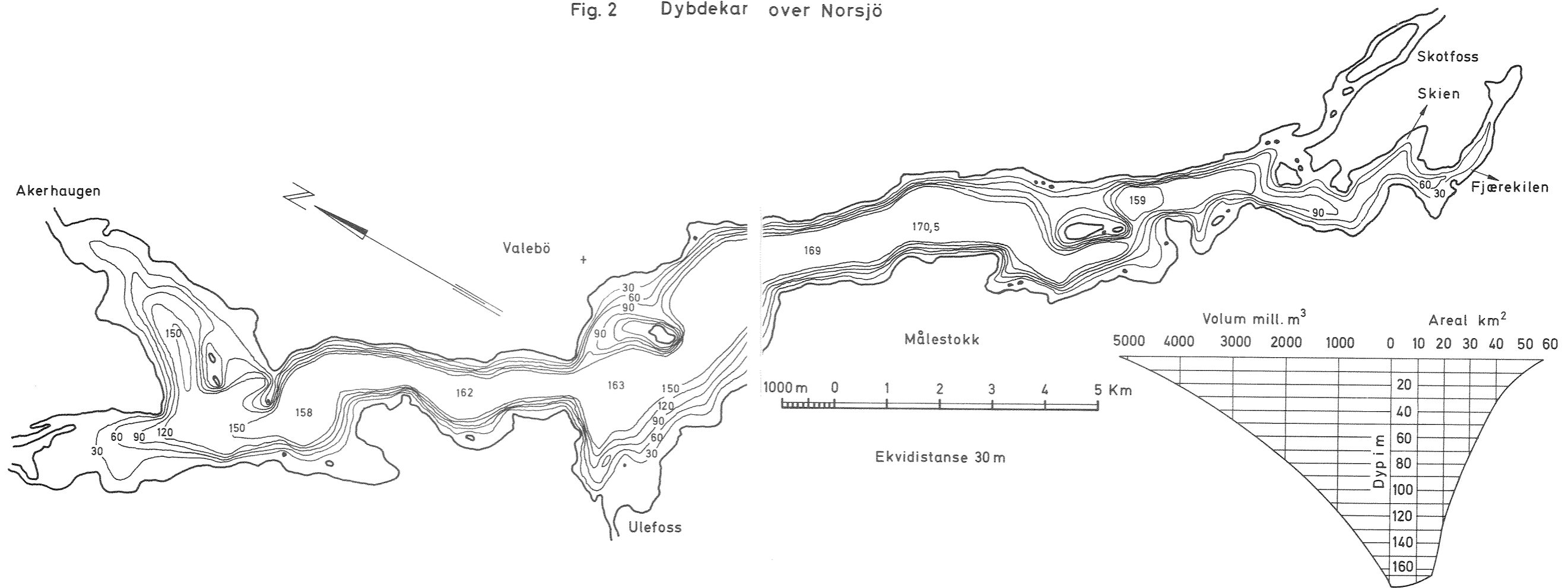
Norsjø er en ca. 30 km lang og relativt smal fjordsjø. De fleste steder skråner terrenget relativt bratt fra bredden ned mot dypet, mens selve bunnen er jevn og flat. Bare i begge ender og utenfor de største tilsigselsvene er det mer slake skråninger og grunne partier.

Morfometriske og hydrologiske data for Norsjø er satt opp i tabell 2.

Tabell 2 Norsjø. Morfometriske og hydrologiske data

Overflateareal (A)		58,4 km <sup>2</sup>
" med øyer		59,2 "
Innsjøens overflate i % av nedbørfeltet		0,58 %
Strandlinjens lengde (L)		56,5 km
" utvikling	$\frac{L}{2\sqrt{A\pi}} =$	2,0
Største dyp (Z <sub>m</sub> )		170,5 m
Middel dyp ( $\bar{Z}$ )		87,3 m
Volum		5100 mill. m <sup>3</sup>
Utvikling av volumet	$\frac{A\bar{Z}}{1/3 A Z_m} =$	1,54
Høyde over havet		15 m
Kryptodepression		155,5 m
Reguleringsnivå	kotene	15,06 / 15,30 m.o.h.
Midlere avrenning		298 m <sup>3</sup> /sek
Teoretisk oppholdstid	ca.	200 døgn

Fig. 2 Dybdekar over Norsjø



## 6. DEN UTFØRTE UNDERSØKELSE

Observasjonssteder og prøvetakingstidspunkt for de undersøkelser av Norsjø som er utført av instituttet, er satt opp i tabell 3.

Tabell 3 Observasjonssteder og prøvetakingstidspunkt

Stasjon	Prøvetakingssted	1967			
	Utenfor Ulefoss nye vannverk			22/8 1966	
1	Midt i fjorden ut for Olsbryggen	22/2	10/5	29/8	22/11
2	Mellom Nes og Haug (nordenden)	21/2	10/5	29/8	22/11
3	Fjærekilen (sydenden)	22/2	11/5	29/8	22/11

Prøvene ble samlet inn fra forskjellige dyp med en Ruttner 2-liters vannhenter. Temperaturen ble målt i de samme dyp med vendetermometer med oppgitt nøyaktighet  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ . Prøvene ble samlet inn og oppbevart på 2-liters plastflasker. Prøvene for fosfor- og oksygenbestemmelser ble tilsatt kjemikalier og oppbevart på spesielle glassflasker.

De anvendte analysemetoder er følgende:

Oksygen: Oksygenprøvene ble i felten tilsatt manganklorid og sterk lut med kaliumiodid. Analysen foretas ved filtrering med natriumthiosulfatløsning etter surgjøring (Winkler-Alsterbergs metode).

Benevning: mg  $\text{O}_2$ /l og %  $\text{O}_2$  i forhold til metning.

pH: pH-bestemmelsene ble foretatt med radiometer pH-meter 22.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne: Spesifikk elektrolytisk ledningsevne ble målt med Philips PR 9501 måleinstrument.

Benevning:  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ved  $20^{\circ}\text{C}$ .

Farge: Vannets farge er målt fotometrisk på ufiltrerte prøver med en standard platinakloridløsning som referanse. Målingene ble utført på et EEL-filterfotometer med 10 cm kuvetter.

Benevning: mg Pt/l.

Turbiditet: Turbiditet er et mål for vannets innhold av suspenderte partikler og er målt ved å utnytte partiklenes evne til å spre lyset som passerer en vannprøve. Som referanse er benyttet standard oppslemninger av  $\text{SiO}_2$ . Målingene ble utført på et Sigris fotometer UP2/LDR5.

Benevning: mg  $\text{SiO}_2$ /l.

Permanganattall: Permanganattallet er et mål for vannets innhold av organisk stoff. Prøven tilsettes en bestemt mengde kaliumpermanganatløsning. Etter oppvarming i 20 minutter på kokende vannbad tilsettes en ekvivalent mengde oksalsyre. Ved oppvarmingen forbrukes noe permanganat, og prøven har nå et overskudd av oksalsyre. Overskuddet tilbaketitres med mer kaliumpermanganat, og permanganattallet bestemmes.

Benevning: mg O/l.

Klorid: Klorid er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer. Metoden bygger på reaksjonen mellom kvikksølvrhodanid og jern når det er kloridioner til stede.

Benevning: mg Cl/l.

Sulfat: Utfelling av  $\text{BaSO}_4$  etter tilsetting av  $\text{BaCl}_2$ , målt med EEL filterfotometer.

Benevning: mg  $\text{SO}_4$ /l.

Orto-fosfat: Vannprøver for fosfatanalyse er tatt på glassflasker og tilsatt fortynnet svovelsyre ved prøvetakingen. Analysen gjennomføres kolorimetrisk på AutoAnalyzer. Prøven tilsettes molybdat, heteropolysyren ekstraheres og molybdenblått-konsentrasjonen bestemmes etter reduksjon med tinn(II)klorid.

Benevning:  $\mu\text{g}$  P/l.

Total-fosfat: Prøvene for total-fosfatanalyse er tatt på glassflasker og konserveret som nevnt for orto-fosfat. Før analyse oppsluttes prøven ved koking med kaliumpersulfat og syre. Etter denne behandling foretas analysen med AutoAnalyzer som beskrevet for orto-fosfat.

Benevning:  $\mu\text{g}$  P/l.

Nitrat: Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter nitrat og nitritt. Analysen er foretatt med AutoAnalyser. Nitrat reduseres til nitritt med hydrazin, nitritt diazoteres med sulfanilsyre og kobles med  $\alpha$ -naftylamin. Lysabsorpsjon måles ved 520 nm.

Benevning:  $\mu\text{g N/l}$ .

Bundet og fri ammonium (BFA): Analysen omfatter ammoniumnitrogen samt organisk bundet nitrogen. Prøven underkastes en Kjeldahl oppslutning med kobbersulfat som katalysator. Etter oppslutningen tilsettes lut, og frigjort ammoniakk destilleres av. Etter destillasjon bestemmes ammoniakk i destillatet kolorimetrisk med Nesslerers reagens.

Benevning: mg N/l.

Alkalitet: Alkalitet er et mål for vannets evne til å nøytralisere syre, og samtidig et uttrykk for prøvens innhold av baser. Analysen utføres ved å titrere et bestemt volum av prøven med 1/100 N saltsyre til pH 8 for hydroksyder og til pH 4 for karbonater.

Benevning: ml N/10 HCl/l.

Total hårdhet: Analysen for total hårdhet omfatter i første rekke kalsium og magnesium, men også andre metallioner inkluderes i resultatet. Prøven titreres med EDTA ved pH 10. Som indikator benyttes Eriokrom-svart T.

Benevning: mg CaO/l.

Kalsium, magnesium, natrium og kalium: Disse metallioner ble bestemt med Perkin-Elmer Atomabsorpsjon spektrofotometer, modell 290. Det ble benyttet en acetylen-luft-blanding til flammen. Ved bestemmelse av kalsium ble eventuell interferens fra sulfat og fosfat i prøven fjernet ved tilsetning av et stort overskudd av bariumklorid.

Benevning: mg Ca/l, mg Mg/l, mg Na/l, mg K/l.

Kobber og sink: Kobber og sink er bestemt med atomabsorpsjon spektrofotometer. Målingen foregikk etter at prøven var løst i 5 ml fortynnet saltsyre.

Benevninger:  $\mu\text{g Cu/l}$  og  $\mu\text{g Zn/l}$ .

Jern: Jern er bestemt kolorimetrisk med AutoAnalyser med Tripyridyl triazin (TPTZ) som reagens.

Benevning:  $\mu\text{g Fe/l}$ .

Mangan: Mangan er bestemt kolorimetrisk med AutoAnalyser med Formaldoxim som reagens.

Benevning:  $\mu\text{g Mn/l.}$

Silisium: Silisium er bestemt kolorimetrisk med AutoAnalyser. Prøven tilsettes svovelsur ammonium-molybdatløsning, hvoretter det dannede siliko-molybdat reduseres til molybdenblått med en blanding av sulfitt og 1-amino-2-naftol-4-sulfonsyre.

Metoden er meget benyttet, og det er neppe knyttet spesielle problemer til analysen. Det er imidlertid tvilsomt om polymere fraksjoner av silisiumdioksyd er inkludert. Resultatet kan derfor ikke betraktes som uttrykk for prøvens totale innhold av løst silisium. Den partikulære fraksjon vil ikke i noe tilfelle inngå i analyseresultatet.

Benevning:  $\text{mg SiO}_2/\text{l.}$

## 7. HYDROGRAFISKE FORHOLD

De fysiske og hydrokjemiske analyseresultater er gjengitt i tabellene 11 - 23. Middelerverdiene for kjemiske analysedata er gjengitt i tabell 4. Observasjonsresultater fra stasjon 1 er illustrert i fig. 3.

### Temperaturforhold

På observasjonsdagen den 21. - 22. februar 1967 var det på alle stasjoner i Norsjø en invers termisk lagdeling med relativt kaldt vann ( $< 1^{\circ}\text{C}$ ) ned til ca. 20 meters dyp. I dyplagene under 70 meters dyp lå temperaturen i intervallet  $3 - 4^{\circ}\text{C}$ . Den 10. - 11. mai varierte temperaturen mellom  $3$  og  $4^{\circ}\text{C}$  på alle stasjoner og i alle dyp. Temperaturverdiene var da lavest på stasjon 1. Temperaturmålingene den 29. august viser at sprangsjiktet var etablert i 25 - 30 meters dyp, med temperaturer på  $14 - 16^{\circ}\text{C}$  og  $4 - 5^{\circ}\text{C}$  i henholdsvis epi- og hypolimnion. De temperaturmålinger som er utført av Norsk Hydro viser også en liknende lagdeling om sommeren. Den 22. november var det ensartede temperaturforhold ned til ca. 30 meters dyp, men temperaturen var noe lavere i de nordlige områder enn lengre syd. I dyplagene var temperaturen  $4,0 - 4,5^{\circ}\text{C}$ .

### Oksygenforhold

Oksygenmetningen varierte stort sett mellom 90 og 100% på alle stasjoner og i alle dyp, og det ble ikke registrert nevneverdig oksygenforbruk i dyplagene under stagnasjonsperiodene.

Tabell 4

Kjemiske analyseresultater. Middelerverdier

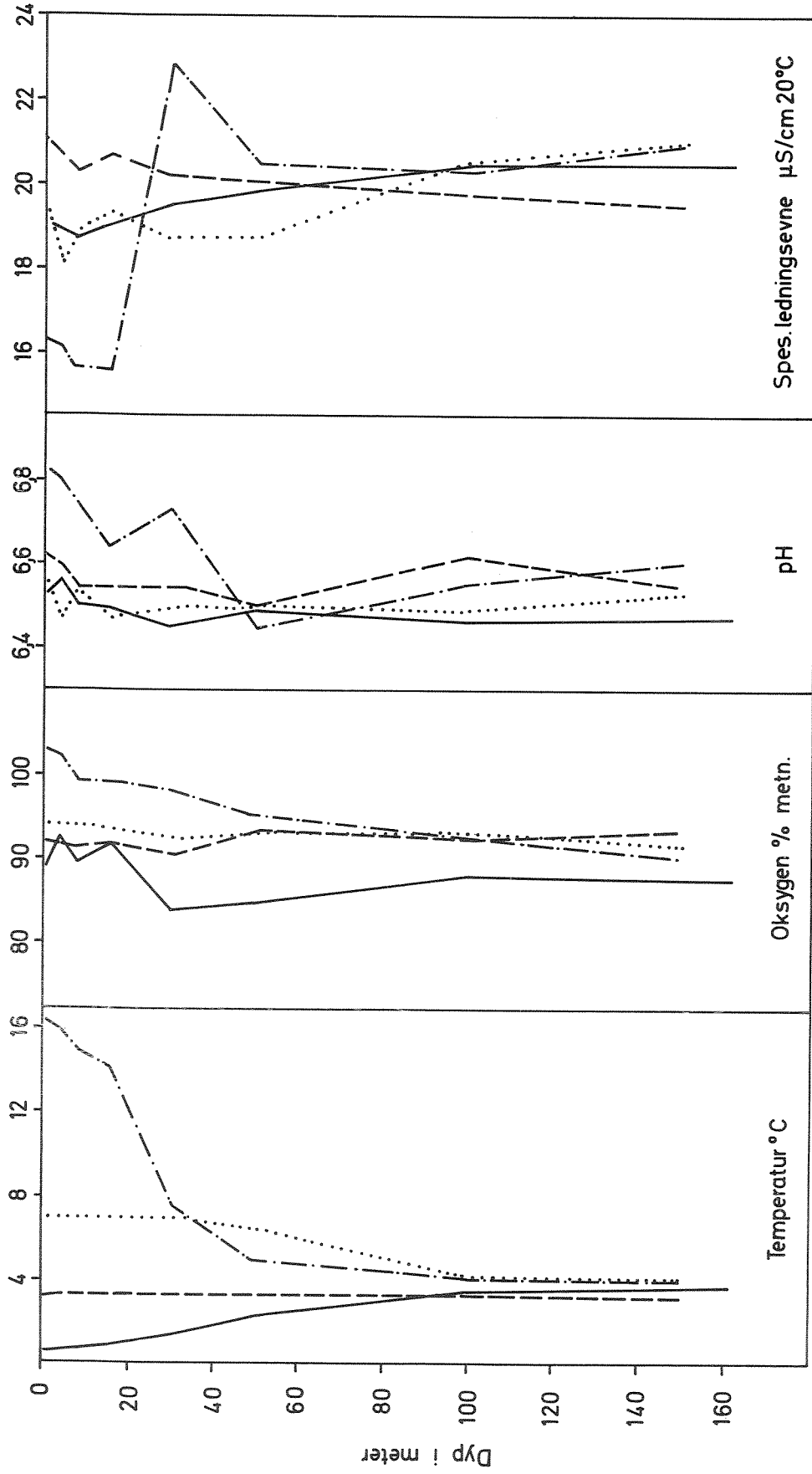
Lokalitet: Norsjø

Tidsrommet: 21/2 - 22/11 1967

Komponent	1			2			3		
	Middel-tall	Variasjonsbredde	Antall målinger	Middel-tall	Variasjonsbredde	Antall målinger	Middel-tall	Variasjonsbredde	Antall målinger
Dato		22/2 - 22/11 1967			21/2 - 22/11 1967			22/2 - 22/11 1967	
pH	6,6	6,5 - 6,8	32	6,5	6,2 - 6,9	29	6,5	6,5 - 6,7	26
Spes. ledningsevne 20°C, µS/cm	19,4	15,6 - 23,0	32	19,3	16,6 - 21,1	29	20,4	16,6 - 22,5	26
Farge mg Pt/l	14	10 - 27	32	16	11 - 22	29	17	11 - 20	26
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,0	0,3 - 1,8	32	1,3	0,6 - 2,7	29	1,4	0,6 - 2,5	26
Permanganattall mg O/l	2,2	1,1 - 3,9	32	1,6	2,3 - 3,7	29	2,4	1,5 - 3,4	26
Klorid mg Cl/l	1,1	0,8 - 1,4	9	1,2	0,7 - 1,9	10	1,3	0,9 - 2,0	10
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l	2,2	1,1 - 2,8	10	2,4	1,5 - 2,8	10	2,4	1,9 - 3,0	10
Fosfat, orto µg P/l	2	<2 - 5	10	2	<2 - 4	16	2	<2 - 3	10
Fosfat, total µg P/l	9	5 - 14	10	10	7 - 17	9	11	7 - 23	10
Nitrat µg N/l	243	180 - 290	10	287	210 - 480	10	243	195 - 285	10
BFA mg N/l	0,11	0,04 - 0,14	10	0,13	0,04 - 0,18	10	0,11	0,04 - 0,18	10
Alkalitet ml N/10 HCl/l	1,57	1,31 - 1,77	10	1,45	1,01 - 1,74	10	1,52	1,28 - 1,80	10
Total hårdhet mg CaO/l	4,5	3,8 - 5,0	10	4,6	3,9 - 5,0	10	4,0	3,6 - 4,9	10
Kalsium mg Ca/l	2,00	1,73 - 2,22	10	1,98	1,84 - 2,10	10	1,98	1,73 - 2,22	10
Magnesium mg Mg/l	0,33	0,29 - 0,39	10	0,33	0,29 - 0,36	10	0,32	0,26 - 0,28	10
Kalium mg K/l	0,25	0,04 - 0,38	10	0,24	0,04 - 0,35	10	0,23	0,04 - 0,31	10
Natrium mg Na/l	0,76	0,61 - 0,98	10	0,74	0,63 - 0,85	10	0,72	0,62 - 0,92	10
Jern µg Fe/l	39	18 - 85	8	55	20 - 120	10	40	22 - 65	11
Mangan µg Mn/l	15	5 - 30	16	41	8 - 105	11	20	7 - 21	11
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l	2,3	1,8 - 2,6	10	2,2	1,8 - 2,6	10	2,3	1,8 - 2,6	10

Fig. 3

Norsjö st.1  
Hydrografiske forhold 1967





pH

De registrerte pH-verdier varierte stort sett mellom pH 6,5 og pH 6,8. De høyeste verdiene ble registrert i overflatelagene i august.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne

Tabell 5 viser verdier for vannets spesifikke elektrolytiske ledningsevne på de forskjellige observasjonsdager og stasjoner.

Tabell 5 Spesifikk elektrolytisk ledningsevne 1967

Stasjon	Dato	m dyp	1	4	8	16	30	50	100	150
2	22/2		19,0	19,5	18,7	19,4	19,7	19,9	20,4 <sup>1)</sup>	
	10/5		21,1	20,1	20,0	20,2	20,1	21,2	20,5	
	29/8		17,3	16,6	16,7	17,1	17,6			
	22/11		18,7	19,1	18,8	18,6	18,8	18,9	20,4 <sup>2)</sup>	
1	22/2		19,0	18,9	18,7	19,0	19,5	19,8	20,5	20,5 <sup>3)</sup>
	10/5		21,0	20,7	20,3	20,7	20,3	20,1	19,8	19,5
	29/8		16,3	16,2	15,7	15,6	23,0	20,6	20,3	20,9
	22/11		19,3	18,1	18,9	19,3	18,7	18,7	20,5	20,9
3	22/2		20,1	19,5	19,7	20,0	20,7	22,5 <sup>4)</sup>		
	11/5		20,0	20,2	20,4	20,8	20,3	20,2		
	29/8		17,2	16,9	16,7	16,5	19,3	20,7	21,7 <sup>5)</sup>	
	22/11		19,3	19,3	19,3	19,6	19,6	19,1	19,9 <sup>6)</sup>	

1) 111 m dyp, 2) 120 m dyp, 3) 162 m dyp, 4) 74 m dyp, 5) 75 m dyp, 6) 70 m dyp.

Resultatet viser at spesifikk elektrolytisk ledningsevne på alle stasjoner i august var markert lavere i epilimnion enn i hypilimnion hvor spesifikk elektrolytisk ledningsevne var av samme størrelsesorden på alle prøvetakingsdager. På en og samme observasjonsdag var det heller ingen markert forskjell i spesifikk elektrolytisk ledningsevne i korresponderende dyp på de forskjellige stasjoner. Elektrolyttinnholdet er lavt, og det er derfor ikke mulig med sikkerhet å fastslå eventuelle variasjoner for de enkelte kjemiske komponenter som er av betydning i denne sammenheng.

### Partikulært og organisk materiale

I februar og august var turbiditeten  $\leq 1$  mg  $\text{SiO}_2$ /l på alle stasjoner og i alle dyp. I mai og november var verdiene noe høyere og lå stort sett i området 1 - 2 mg  $\text{SiO}_2$ /l. På disse tidspunkter synes det som om turbiditeten var noe høyere i de nordlige områder enn i de sydlige, men forskjellene fra stasjon til stasjon var meget små.

Fargeverdiene lå hele tiden i området 10 - 20 mg Pt/l på alle stasjoner og i alle dyp. De høyeste verdier ble observert i mai og november, og på disse tidspunkter ble de høyeste verdier målt på den nordligste stasjon.

Heller ikke permanganatverdiene varierte nevneverdig fra stasjon til stasjon og i de forskjellige dyp. På de 3 første observasjonsdager lå verdiene stort sett i området av 2 mg O/l. I november var den vanligste verdi ca. 3 mg O/l.

### Jern og mangan

Verdiene for jern- og manganforbindelser var vanligvis lavere enn henholdsvis 100  $\mu\text{g}$  Fe/l, i de fleste tilfeller  $< 50$   $\mu\text{g}$  Fe/l og 30  $\mu\text{g}$  Mn/l.

### Silisium

Vannets innhold av silisiumforbindelser lå i området av 2,5 mg  $\text{SiO}_2$ /l.

### Plantenæringssalter (fosfor og nitrogenforbindelser)

Verdiene for orto- og totalfosfat var vanligvis lavere enn henholdsvis 4  $\mu\text{g}$  P/l og 15  $\mu\text{g}$  P/l, og det var ingen systematisk variasjon med tiden eller dypet, men i november var verdiene på alle stasjoner noe høyere i dyplagene enn i de øverste vannmasser. I mai ble det overalt observert noe høyere nitratverdier enn på de andre observasjonsdager. På alle observasjonsdager var nitratinnholdet og BFA-verdiene noe høyere på stasjon 2 (nord) enn på stasjonene 1 og 3. Vannets nitratinnhold lå vanligvis i området 200 - 300  $\mu\text{g}$  N/l, mens BFA-verdiene alltid var  $< 0,2$  mg N/l. Verdiene for totalt N er gjengitt i tabell 6.

Tabell 6 Verdier for totalt nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ ) 1967

Stasjon $\longrightarrow$ m dyp	2				1				3			
	Dato 22/2	11/5	29/8	22/11	22/2	11/5	29/8	22/11	22/2	11/5	29/8	22/11
4	590	425	403	300	357	380	320	260	400	355	375	240
30		420	403			390	355		385	350	365	
50	460									370	425	246
100		425	445 <sup>1)</sup>	275 <sup>1)</sup>	400	410						
150							390	263				

1) 120 m.

#### Diskusjon av de hydrografiske forhold

Som nevnt tidligere har Norsjø en relativt kort teoretisk oppholdstid, nemlig ca. 200 døgn. Vannets virkelige oppholdstid under stagnasjonsperiodene er betydelig kortere. De hydrografiske observasjonsresultater viser da også at det foregår en betydelig gjennomstrømning i de øverste vannmasser under stagnasjonsperiodene. De lave vintertemperaturene ned til 20 - 30 m er således i vesentlig grad blitt etablert ved gjennomstrømning av kaldere vannmasser. Gjennomstrømningen er også årsak til at sprangsjiktet er så lite utpreget under sommerstagnasjonsperiodene. Det siste fenomen er også flere ganger blitt registrert av Norsk Hydro. Relativt stabile og lave temperaturer oppnås først under 35 - 40 meters dyp. Hele sommeren 1967 var vannføringen i tilløpselvene betydelig større enn normalt. Dette hadde bl.a. betydning for den spesifikke elektrolytiske ledningsvne, som i august var markert lavere i epilimnion enn i hypolimnion (dyplagene).

Vannet i Norsjø, med en hårdhet  $< 5 \text{ mg CaO/l}$ , er meget bløtt. Surhetsgraden var relativt konstant og lå i området pH 6,5 - pH 6,8. Vannmassene er lite påvirket av organisk og partikulært materiale, og vannets farge ligger i området av 10 - 20 mg Pt/l. Dekomponering av organisk materiale og derved lavere oksygeninnhold i innsjøens dypvannsmasser under stagnasjonsperiodene, er lite utpreget. Norsjø må derfor karakteriseres som en oligotrof innsjø.

Vannets innhold av plantenæringsstoffer er lavt. Nitratinnholdet var noe høyere om våren enn ellers. Dette kan ha sammenheng med avrenning av gjødselstoffer fra jordbruket. At nitratverdiene er noe høyere i de nordligste områder av innsjøen, har sammenheng med at tilførselen av slike stoffer er størst i dette

området. Under befaringen av Skiensvassdraget i tidsrommet 2. - 10. september 1967 var innholdet av totalt N pr. liter ved utløpet av Sauerelva, Bøelva og Eidselva henholdsvis 470 µg, 222 µg og 145 µg. Dette svarer ved normal vannføring (henholdsvis 140, 29,6 og 122 alt i m<sup>3</sup>/sek) til en total tilførsel på henholdsvis 66 - 7 og 18 g nitrogen pr. sek. Disse nitrogenmengder svarer forøvrig ved normal vannføring til ca. 310 µg N/l ved utløpet av Norsjø. Den observerte verdi ved utløpet var 345 µg N/l.

## 8. BIOLOGISKE FORHOLD

Som det fremgår av tabell 7, er det innsamlet og bearbeidet ett håvtrekk i 1966 og to ganger tre håvtrekk i 1967. Såvidt det lar seg bedømme ved denne undersøkelse synes det å være liten forekomst av plankton i Norsjø, særlig gjelder dette planteplanktonet. Derimot inneholdt håvtrekkprøvene relativt store mengder av humuspartikler, som til tider var den helt dominerende bestanddel. (Kfr. stasjonene 1, 2 og 3 den 10. mai 1967.)

Det foreliggende materiale er imidlertid for sparsomt til å kunne uttale noe bestemt om hvorvidt kombinasjonen overvekt av dyreplankton i forhold til planteplankton, og et relativt høyt innhold av humuspartikler er et konstant trekk ved sestonets sammensetning. De observasjonene som foreligger tyder imidlertid på at Norsjø er en noe humuspåvirket innsjø med forholdsvis lav produktivitet.

Sestonets sammensetning var temmelig ensartet på de tre stasjonene både i mai og november 1967 og viser således ingen variasjoner i produksjonsforholdene.

## 9. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD

De bakteriologiske forhold i råvannet for Norsk Hydro (pumpestasjon - tunnelvann) er etter oppdrag fra nevnte bedrift blitt undersøkt av Næringsmiddelkontrollen i Porsgrunn. Resultatene er gjengitt i tabell 8.

Resultatene viser at vannmassene i Fjærekilen i liten grad er påvirket av bakteriologiske forurensninger.

Tabell 7

Biologisk observasjonsmateriale (seston) fra Norsjø 1966 - 1967

Organismer	Stasjon → Dato →	1			2		3	
		22/8 1966	10/5 1967	22/11 1967	10/5 1967	22/11 1967	10/5 1967	22/11 1967
<b>CYANOPHYCEAE</b>								
Cf. Gloeocapsa Kütz. sp.				1				
Oscillatoria Vaucher sp. (ca. 8µ)						1	1	
Oscillatoria Vaucher sp. (ca. 10µ)					1			
Uidentifiserte chroococcales		3		3		2-3		3
<b>CHLOROPHYCEAE</b>								
Arthrodesmus Ehrenb. sp.		2						
Botryococcus Braunii Kütz.								
Closterium Kützingii Breb.				2				
Closterium Ehrenbergii Menegh				1		1		
Coelastrum microporum Nägeli				1				
Gloeococcus A. Braun sp.							1	
Euastrum Ehrenb. sp.		2		2		1		2
Gloeocystis cf. planctonica (W. & G.S. West) Lerm.								1
Hyalotheca Ehrenb. sp.				2		1		2
Nephrocytium Agardhianum Nägeli								1
Cf. Pandorina morum Bory		1				2		2
Spondylosium planum (Wolle) W. & G.S. West		1						1
Staurastrum cf. lunatum Ralfs								1
Staurastrum cf. pseudopelagicum W. & G.S. West						1		1
Staurastrum Meyen spp.							1	2
Xanthidium antilopaeum (Breb.) Kütz.				1				
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>								
Asterionella formosa Hass.						2		
Diatoma elongatum Ag.							2	
Fragilaria Lyngb. sp.								2
Frustulia rhomboides (Ehrenb.) de Toni							1	
Melosira cf. ambigua (Grun.) O. Müller							2	
Melosira Ag. sp.								
Surirella Turpin sp.			1			1		
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb.			1				1	
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.		2	2-3	2	2-3	2	2-3	2
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.		3	2-3	2	4	2	2-3	2
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>								
Dinobryon cylindricum Imhof						1	1	
Dinobryon divergens Imhof		1						
Mallomonas Perty sp.						1		
Cf. Stichogloea Chodat sp.				2				2
<b>DINOPHYCEAE</b>								
Ceratium hirundinella (O.F.M.) Schrank		1						
Peridinium Ehrenb. sp.		1					1	1
Diverse uidentifiserte						1		
<b>XANTHOPHYCEAE</b>								
Botryococcus Braunii Kütz.			1		1			

Tabell 7 (forts.)

Biologisk observasjonsmateriale (seston) fra Norsjø 1966 - 1967

Organismer	Stasjon →	1			2		3	
	Dato →	22/8 1966	10/5 1967	22/11 1967	10/5 1967	22/11 1967	10/5 1967	22/11 1967
PROTOZOA								
Cf. Codonella cratera Leidy		3		2	1	3	2	2
Cf. Staurophrys elegans Zach.			2				2	
ROTATORIA								
Conochilus cf. unicornis Rouss.		2					1	
Keratella cochlearis (Gosse)		2	1	3		1	1	2
Keratella hiemalis Carlin					1	1	1	
Notholca longispina Kell.		2	1	3	1	3	2	3
Polyarthra Ehrenb. sp.		2		2		3	1	2
Diverse uidentifiserte rotatorier		2	1		1	2		
CRUSTACEA								
Alonopsis elongata Sars		1						
Bosmina coregoni Baird		4		2		2		2
Cyclops O.F. Müller sp.						1		
Holopedium gibberum Zadd.		1						
Polyphemus pediculus (L.)		1						
Calanoida copepoder		3						
Cyclopoide copepoder		3			1			
Nauplier		2	1		2	1		2
VARIA								
Rester av fastsittende alger		1	1		2		1	2
Diverse planterester				3				
Pollen av bartrær		2			1		1	
Rester av moseblader							1	
Fibre		2	1		1		2	
Humuspartikler med utfelt jern		3	5	3	5	3	5	3
Mineralpartikler		1	2	2	2		2	2

Tabell 8 Bakteriologiske analyseresultater fra prøver tatt i pumpestasjonen for vannverket til Norsk Hydro. Tallene for kimtall angir middelveier. Tallene for coliforme bakterier angir antall prøver.

Måned	Prøver i alt	Antall kimtall pr. ml	Antall coliforme bakterier pr. 100 ml			
			0		0-10	
			Tot. coli	E-coli	Tot. coli	E-coli
<u>1964</u>						
August	1	2	1			
September	1	1	1			
Oktober	1	2	1			
November	1	5			1	
Desember	3	3			3	2
<u>1965</u>						
Januar	2	4	2			
Februar	2	3		1	2	1
Mars	1	1			1	
April	7	5	3	4	4	3
Mai	6	3	3	3	3	3
Juni	5	2	4	4	1	1
Juli	3	2	3	3		
August	3	2	2	3	1	
September	4	1	3	4	1	
Oktober	4	1	3	4	1	
November	5	5	4	4	1	1
Desember	2	6	2	2		
<u>1966</u>						
Januar	5	2	4	4	1	1
Februar	4	1	4	4		
Mars	4	3	4	4		
April	4	3	4	4		
Mai	5	7	3	3	2	2
Juni	3	4	2	3	1	
Juli	2	25	1	1	1	1

## 10. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Den overveiende del av nedbørfeltet til Norsjø ligger i det sydnorske grunnfjellsområde som er bygd opp av gneiser, granitter, kvartsitter o.l., bergarter som alle er motstandsdyktige mot kjemisk forvitring. Vannets elektrolyttinnhold er således lavt. Det var ingen vesentlig forskjell i vannets elektrolyttinnhold på de forskjellige stasjoner. I august var den spesifikke elektrolytiske ledningsevne i de epilimniske lag markert lavere enn i dyplagene og også lavere enn på de andre observasjonsdager. Dette kan henge sammen med innsjøens relativt korte teoretiske oppholdstid og at vannføringen i tilløpselvene var betydelig større enn normalt hele sommeren 1967. Disse spesielle forhold har vel også betydning for andre hydrografiske forhold. Den termiske sjiktning var således lite utpreget under sommerstagnasjonsperioden, og stabile og lave temperaturer ble først oppnådd under 30 - 40 meters dyp. Ifølge opplysninger fra Norsk Hydro er dette et fenomen som går igjen hver sommer. Vannets lave temperaturer ned til 20 - 30 meters dyp om vinteren har også sin årsak i relativt stor gjennomstrømming.

Arealutnyttelse, bosetningsforhold o.l. er gjengitt i tabell 9.

Tabell 9 Arealutnyttelse, bosetningsforhold og middelvannføring for de viktigste tilløpselver og for avløpselven.

Faktor	Sauer- elva	Bøelva	Eidselva	Skien- elva
Nedbørfelt	5147	1020	3541	9975
Middelvannføring i m <sup>3</sup> /sek	138	30	122	298
Skog, km <sup>2</sup>	765	250	764	1933
Dyrket mark, km <sup>2</sup>	65	49	73	200
Antall personer	27200	7800	15400	54800
Antall fosforekvivalenter for husdyr	77600	58400	97900	249800
Antall industriekvivalenter (org. stoff)	40300	800	15400	56500
Antall personer / km <sup>2</sup>	5,3	7,6	4,3	5,5
Antall fosforekvivalenter / km <sup>2</sup> (husdyr)	15,1	57,2	27,6	25,0
Antall industriekvivalenter / km <sup>2</sup> (personekvivalenter organisk stoff)	7,8	0,8	4,3	5,7

Mesteparten, eller ca. 76% av nedbørfeltet er lite produktive områder som i stor utstrekning består av høyfjellsområder med sparsom vegetasjon vurdert kvantitetsmessig.



Ca. 1933 km<sup>2</sup>, eller ca. 19%, av Norsjøns nedbørfelt er bevokst med skog. I Sauerelvas og Eidselvas nedbørfelt er de totale skogarealer omtrent like store (begge med ca. 40% av de samlede skogarealer). Jordbruksarealene, som i det vesentligste er konsentrert i de lavereliggende områder, utgjør ca. 2% av nedbørfeltet. Av arealene rundt Norsjø og i Bøelvas nedbørfelt er ca. 6% dyrket mark.

Befolkningstettheten, som for hele nedbørfeltet er 5,5 personer pr. km<sup>2</sup>, er også større i den nedre del av feltet. Dette gjelder særlig områdene rundt utløpene av Sauerelva, Bøelva og Eidselva.

De bedrifter som sannsynligvis har størst betydning for Norsjøns forurensningstilstand er salpeterfabrikken på Rjukan samt treforedlingsbedriftene på Notodden og Ulefoss.

Tabell 10 gjengir kjemiske data observert ved befaringen av de viktigste tilløpselver i tidsrommet 4. - 9. september 1967 samt middelverdiene for Norsjø, stasjon 1.

Tabell 10 Kjemiske data for de viktigste tilløpselver og for avløpselven.

Komponent	Sauerelva	Bøelva	Eidselva	Skienselva	Norsjø
Spes.ledningsevne, 20°C, µS/cm	19,0	22,0	16,0	20,0	19,5
Farge, mg Pt/l	5	16	6	13	14
Permanganattall, mg O/l	1,6	3,3	1,7	1,7	2,1
Fosfat, orto, µg P/l	11	11	6	18	2
Fosfat, total, µg P/l	21	21	13	27	8
Nitrat, µg N/l	250	42	45	155	248
BFA, mg N/l	0,22	0,18	0,10	0,19	0,12

De kjemiske observasjonsresultatene fra elvene gjelder altså enkeltprøver, mens resultatene fra innsjøene gjelder middelverdier fra 4 observasjonsserier. Disse observasjoner kan derfor ikke direkte sammenliknes. Dessuten skal det poengteres at vannføringen under vassdragsbefaringen var uvanlig stor i Sauerelva og Eidselva, og resultatene er således ikke representative for de normale forhold.

Sammenliknet med forholdene i innsjøen og i avløpselven (Skienselva) er vannets farge og innhold av organisk stoff lavt i de nevnte tilløpselver. Bøelva merker seg ut i denne sammenheng - noe som kan henge sammen med mer normal vannføring her samt at jordbruksaktiviteten i dennes nedbørfelt er relativt stor. Dessuten spiller sannsynligvis de store innsjøer nederst i Sauerelva og Eidselva en viss rolle for utjevning av de kjemiske forhold rent generelt og kanskje spesielt for nedbrytning og mineralisering av organisk materiale.

Som tabell 10 viser var analyseresultatene når det gjelder vannets innhold av nitrater og ammonium markert høyere i Sauerelva enn i Bøelva og Eidselva. Hverken de geografiske forhold, jordbruksvirksomheten eller bosetningsforholdene er særlig ulike i de forskjellige elvers nedbørfelt. Men som tidligere nevnt ligger det ved Rjukan en salpeterfabrikk, og det er rimelig å anta at denne bedrift er ansvarlig for vannets høyere innhold av totalt N i dette vassdrag enn i de øvrige.

Vannets innhold av fosfater synes å være noe lavere i Eidselva enn i de andre tilløpselver, men ut fra det foreliggende analysemateriale er det vanskelig å ha noen sikker formening om disse forhold.

Vannets kjemiske sammensetning i Norsjø synes å være relativt stabil gjennom hele året. Dekomponering av organisk materiale og derved lavere oksygeninnhold i innsjøenes dypvannsmasser under stagnasjonsperioder er lite utpreget. Norsjø kan derfor karakteriseres som en oligotrof innsjø.

De store innsjøer nederst i de forskjellige tilløpselver har som nevnt stor betydning for utjevning av eventuelle variasjoner i vassdragenes kjemiske forhold. Eventuelle forurensninger som tilføres disse lokaliteter og deres tilløpselver vil dessuten i stor grad bli omdannet og nedbrutt før de når innsjøenes utløp og dermed Norsjø. Disse betraktninger gjelder spesielt Tinnsjø som mottar forurensninger fra Rjukan og Heddalsvatn som er resipient for bl.a. Notodden. En uhemmet bruk av Tinne - Heddalsvatn som resipienter for avløpsvann kan likevel i det lange løp ha en uheldig virkning på Norsjø. Det som imidlertid har størst betydning for forholdene i Norsjø er utviklingen langs de nedre deler av tilløpsvassdragene og rundt selve innsjøen. Bruken av Norsjø som drikkevannskilde må derfor sees i sammenheng med den fremtidige utnyttelse av nedbørfeltet, særlig de nedre områder, samt med disponeringen av kloakk- og avløpsvann fra tettbebyggelse og industri.

Som drikkevann betraktet er vannkvaliteten i dag god kjemisk sett, og vannet vil uten tvil etter sterilisering bli godkjent som drikkevann. Ved bruk av kraftige oksydasjonsmidler kan vannets farge reduseres, men en slik rensete metode kan ikke anbefales før visse forundersøkelser er utført. De rensetekniske tiltak må forøvrig sees i sammenheng med utviklingen av nedbørfeltet.

De bakteriologiske eller hygieniske problemer ved bruk av Norsjø som drikkevannskilde må forelegges helsemyndighetene til vurdering.

## 11. PRAKTISKE KONKLUSJONER

1. Rapporten sammenstiller resultater fra en limnologisk undersøkelse av Norsjø, utført i 1967.
2. Undersøkelsen viser at innsjøen i dag har en god og stabil råvannskvalitet for et vannverk.
3. Vanninntaket kan plasseres i de sydligere områder av innsjøen og i ca. 40 meters dybde.
4. Vi antar at filtrering (mikrosil, eventuelt hurtige sandfiltre) foreløpig vil gi tilstrekkelig rensning. Hvis innsjøen eller dens tilførselver i stigende grad skal brukes som resipienter for avløpsvann, kan det bli nødvendig med kjemisk felling (fullrensning). Hvis kravene til drikkevannskvaliteten blir skjerpet i fremtiden, kan også en omfattende rensing bli nødvendig.
5. Vannet må steriliseres før det leveres til forbrukerne. Dette er et spørsmål helsemyndighetene må ta standpunkt til.

Tabell 11

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø Stasjon: Ulefoss vannverk

Prøver tatt 22/8 1966

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Spes. lednings- evne, 20°C µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	Permanganat- tall mg O/l	Klorid mg Cl/l	Alkalitet ml n/10 HCl/l	Total hårdhet mg CaO/l	Jern Mangan	
		mg O <sub>2</sub> /l	% O <sub>2</sub>									µg Fe/l	µg Mn/l
1	15,91	9,5	98,8	6,7	17,6	17	0,8	1,5	0,4	1,14	4,0	65	Ikke påvist
8	15,91			6,7	17,6	14	1,0	1,5	0,4	1,11	3,6	20	"
12	15,90	9,1	95,3	6,7	17,6	16	0,9	1,3	0,4	1,15	3,7	30	"
14	15,89												
16	11,52			6,4	18,3	14	1,0	1,5	0,4	1,14	3,6	80	"
20	7,00	11,4	96,8	6,3	19,3	16	0,8	1,5	0,6	1,24	4,1	15	"
25	5,20												
30	4,72	11,1	88,8	6,4	19,6	13	0,7	1,5	1,2	1,19	4,0	14	"
50	4,20	10,0	79,6	6,4	20,0	13	0,9	1,5	1,2	1,29	4,0	30	"

Tabell 12

Dato: 22/2 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Disig, sol

Stasjon: 1

Andre oppl.: Største dyp: 163,6 m

Komponent	m dyp	1	4	8	16	30	50	100	162
Temperatur °C		0,60	0,71	0,72	0,98	1,39	2,32	3,44	3,58
Oksygen	mg O <sub>2</sub> /l	12,4	12,9	12,4	12,7	11,5	11,3	11,3	11,2
	% O <sub>2</sub>	89,1	92,5	89,5	91,8	84,0	85,0	88,1	87,3
pH		6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Spes.leddningsevne 20°C, µS/cm		19,0	18,9	18,7	19,0	19,5	19,8	20,5	20,5
Farge mg Pt/l		11	12	12	12	12	12	12	12
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l		0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
Permanganattall mg O/l		1,9	1,8	1,8	2,2	2,2	2,2	2,1	3,9
Klorid mg Cl/l			0,9					1,2	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l			2,8					2,8	
Fosfat, orto µg P/l			4					4	
Fosfat, total µg P/l			15					58	
Nitrat µg N/l			207					260	
BFA mg N/l			0,15					0,14	
Alkalitet ml N/10 HCl/l			1,41					1,50	
Total hårdhet mg CaO/l			4,5					4,6	
Kalsium mg Ca/l			1,97					2,22	
Magnesium mg Mg/l			0,33					0,36	
Kalium mg K/l			0,08					0,04	
Natrium mg Na/l			0,61					0,71	
Jern µg Fe/l			40						
Mangan µg Mn/l			16					8	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l			2,2					2,5	

Tabell 13

Dato: 21/2 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Disig, sol

Stasjon: 2

Andre oppl.: Is ca. 0,25 m

Komponent	m dyp						
	1	4	8	16	30	50	111
Temperatur °C	0,58	0,53	0,58	0,76	1,44	2,23	3,50
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	12,0	12,5	12,6	12,2	12,0	11,7	11,3
% O <sub>2</sub>	86,4	89,7	90,3	87,8	88,1	87,7	88,3
pH	6,5	6,2	6,4	6,5	6,5	6,4	6,4
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	19,0	19,5	18,7	19,4	19,7	19,9	20,4
Farge mg Pt/l	15	14	14	14	14	14	15
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,4	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6	1,0
Permanganattall mg O/l	1,8	1,9	1,9	1,9	2,3	2,2	2,3
Klorid mg Cl/l		0,7				0,9	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,7				2,7	
Fosfat, orto µg P/l		4				7	
Fosfat, total µg P/l		12				11	
Nitrat µg N/l		440				260	
BFA mg N/l		0,15				0,18	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,01				1,26	
Total hårdhet mg CaO/l		4,3				4,2	
Kalsium mg Ca/l		1,85				2,10	
Magnesium mg Mg/l		0,31				0,36	
Kalium mg K/l		0,04				0,00	
Natrium mg Na/l		0,63				0,76	
Jern µg Fe/l		45				45	
Mangan µg Mn/l		102				17	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,4				2,5	

Tabell 14

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato: 22/2 1967

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Sol, stille

Stasjon: 3

Andre oppl.: Største dyp: 75,5 m

m dyp	1	4	8	16	30	74
Komponent						
Temperatur °C	0,62	0,65	0,80	0,90	1,30	3,05
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	12,2	12,2	12,1	12,2	11,7	11,0
% O <sub>2</sub>	87,8	87,8	87,3	88,2	85,8	84,9
pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	20,1	19,5	19,7	20,0	20,7	22,5
Farge mg Pt/l	13	13	14	14	14	15
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	1,3
Permanganattall mg O/l	2,2	2,0	2,0	2,3	2,4	2,2
Klorid mg Cl/l		0,9			1,2	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		3,0			2,8	
Fosfat, orto µg P/l		5			3	
Fosfat, total µg P/l		11			13	
Nitrat µg N/l		270			275	
BFA mg N/l		0,13			0,11	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,31			1,28	
Total hårdhet mg CaO/l		4,3			4,6	
Kalsium mg Ca/l		2,10			2,22	
Magnesium mg Mg/l		0,34			0,38	
Kalium mg K/l		0,04			0,00	
Natrium mg Na/l		0,68			0,72	
Jern µg Fe/l		30			40	
Mangan µg Mn/l		18			16	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,5			2,5	

Tabell 15

Dato: 10/5 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Horsjø      Værforhold: Lettskyet, sørlig bris

Stasjon: 1      Andre oppl.: Største dyp: 171,5 m

Komponent	m dyp							
	1	4	8	16	30	50	100	150
Temperatur °C	3,25	3,29	3,26	3,23	3,24	3,24	3,20	3,22
mg O <sub>2</sub> /l	11,9	11,9	11,8	11,9	11,7	12,1	12,0	12,1
Oksygen % O <sub>2</sub>	91,7	91,7	91,4	91,9	90,5	93,1	92,3	93,1
pH	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,6	6,6
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	21,0	20,7	20,3	20,7	20,3	20,1	19,8	19,5
Farge mg Pt/l	17	16	17	17	16	15	16	14
Turbiditet mg Pt/l	1,5	1,1	1,5	1,5	1,6	1,3	1,4	1,2
Permanganattall mg O/l	2,3	2,0	2,3	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9
Klorid mg Cl/l		1,0			0,9		0,9	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,2			2,4		2,2	
Fosfat, orto µg P/l		3			4		4	
Fosfat, total µg P/l		7			5		8	
Nitrat µg N/l		290			290		290	
BFA mg N/l		0,09			0,10		0,12	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,73			1,77		1,74	
Total hårdhet mg CaO/l		4,7			4,7		4,4	
Kalsium mg Ca/l		2,04			1,98		2,04	
Magnesium mg Mg/l		0,33			0,33		0,33	
Kalium mg K/l		0,38			0,34		0,34	
Natrium mg Na/l		0,85			0,82		0,80	
Jern µg Fe/l		20			18		18	
Mangan µg Mn/l		26			30		30	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,6			2,5		2,5	



Tabell 16

Dato: 10/5 1987

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Morsjø

Vanforhold: Lettskyet, pent, stille

Stasjon: 2

Andre oppl.: Farge: Grønnlig, mye partikler i vannet

Siktedyp: 7,4 m, største dyp: 140 m

Komponent	1	4	8	16	30	50	100	135
Temperatur °C	3,69	3,67	3,64	3,64	3,61	3,60	3,63	3,49
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	11,8	11,9	12,0	12,0	11,7	11,9	11,7	11,8
% O <sub>2</sub>	91,9	92,5	93,2	93,4	91,4	92,5	90,9	91,6
pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,5
Spes. ledningsevne 20°C, µS/cm	21,1	20,1	20,0	20,2	20,1	21,2	20,5	20,0
Farge mg Pt/l	18	16	17	17	16	22	19	17
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,7	1,3	1,6	1,5	1,2	2,7	1,9	1,5
Permanganattall mg O/l	1,8	2,0	1,7	2,1	3,7	2,0	2,2	2,6
Klorid mg Cl/l		0,9			0,9		0,9	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,6			2,8		2,5	
Fosfat, orto µg P/l		<2			2		4	
Fosfat, total µg P/l		8			8		7	
Nitrat µg N/l		315			310		315	
BFA mg N/l		0,11			0,11		0,11	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,72			1,74		1,74	
Total hårdhet mg CaO/l		4,6			4,6		5,0	
Kalsium mg Ca/l		1,84			2,00		2,00	
Magnesium mg Mg/l		0,35			0,32		0,32	
Kalium mg K/l		0,37			0,37		0,31	
Natrium mg Na/l		0,80			0,85		0,80	
Jern µg Fe/l		20			196		24	
Mangan µg Mn/l		47			105		53	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,5			2,6		2,6	

Tabell 17

Dato: 11/5 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Disig, sol, stille

Stasjon: 3

Andre oppl.: Grønnlig farge, siktedyp: 4,8 m, største dyp: 59 m

Komponent	1	4	8	16	30	50	55
Temperatur °C	3,51	3,50	3,50	3,50	3,49	3,50	3,55
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	12,0	12,2	12,1	12,0	12,1	12,0	10,3
% O <sub>2</sub>	93,3	94,9	93,9	93,1	94,4	93,6	80,0
pH	6,6	6,6	6,6	6,5	6,6	6,6	6,6
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	20,0	20,2	20,4	20,8	20,3	20,2	20,1
Farge mg Pt/l	17	19	17	18	19	19	20
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,9	2,0	2,1	2,5	2,2	2,1	2,1
Permanganattall mg O/l	1,8	1,9	1,5	1,9	2,3	1,5	1,8
Klorid mg Cl/l		0,9		1,0		0,9	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,4		2,4		2,3	
Fosfat, orto µg P/l		3		3		3	
Fosfat, total µg P/l		6		7		6	
Nitrat µg N/l		285		280		280	
BFA mg N/l		0,07		0,07		0,09	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,80		1,77		1,78	
Total hårdhet mg CaO/l		4,5		4,3		4,2	
Kalsium mg Ca/l		2,00		2,00		2,00	
Magnesium mg Mg/l		0,32		0,32		0,32	
Kalium mg K/l		0,31		0,31		0,31	
Natrium mg Na/l		0,75		0,75		0,75	
Jern µg Fe/l		30		22		24	
Mangan µg Mn/l		19		21		19	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,5		2,6		2,6	

Tabell 18

Dato: 29/8 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Overskyet, tåke, frisk sørøstlig bris

Stasjon: 1

Andre oppl.: Siktedyp: Ca. 6 m

Komponent	m dyp							
	1	4	8	16	30	50	100	150
Temperatur °C	16,21	15,89	14,95	14,07	7,71	5,03	4,19	3,98
Oksygen								
mg O <sub>2</sub> /l	9,8	9,8	9,7	9,9	11,3	11,7	11,7	11,4
% O <sub>2</sub>	102,8	102,1	99,2	99,2	98,1	95,2	92,7	90,0
pH	6,8	6,3	6,7	6,7	6,7	6,5	6,6	6,6
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	16,3	16,2	15,7	15,6	23,0	20,6	20,3	20,9
Farge mg Pt/l	14	14	14	12	14	14	14	12
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	0,8	1,0	0,8	0,9	0,6	0,6	0,9	1,0
Permanganattall mg O/l	1,6	1,4	1,1	1,7	2,0	1,8	2,4	2,1
Klorid mg Cl/l		0,8			1,1			1,3
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		1,1			2,2			2,1
Fosfat, orto µg P/l		<2			<2			3
Fosfat, total µg P/l		7			6			6
Nitrat µg N/l		200			215			270
BFA mg N/l		0,12			0,14			0,12
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,53			1,31			1,70
Total hårdhet mg CaO/l		3,8			4,1			5,0
Kalsium mg Ca/l		1,73			1,97			2,22
Magnesium mg Mg/l		0,29			0,32			0,39
Kalium mg K/l		0,25			0,25			0,25
Natrium mg Na/l		0,62			0,72			0,88
Jern µg Fe/l		40			40			170
Mangan µg Mn/l	10	11	10	13	15	7	5	7
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		1,8			2,3			2,5

Tabell 19

Dato: 29/8 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Overskyet, tåke, frisk sørøstlig bris

Stasjon: 2

Andre oppl.: Siktedyb: Ca. 6 m

Komponent	m dyp						
	1	4	8	16	30	50	120
Temperatur °C	16,32	16,30	15,90	14,55	7,30	4,76	4,11
Oksygen							
mg O <sub>2</sub> /l	9,1	9,5	9,4	9,4	10,7	11,4	11,4
% O <sub>2</sub>	95,9	99,9	98,1	95,4	91,3	91,8	90,2
pH	6,9	6,8	6,8	6,6	6,5	6,5	6,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	17,3	16,6	16,7	17,1	17,6	20,2	20,4
Farge mg Pt/l	15	16	16	17	15	14	12
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,2	1,2	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7
Permanganattall mg O/l	1,9	2,1	1,9	1,6	2,0	2,2	2,3
Klorid mg Cl/l		1,0			1,0		1,2
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		18			2,2		2,4
Fosfat, orto µg P/l					<2		4
Fosfat, total µg P/l					9		13
Nitrat µg N/l		223			243		295
BFA mg N/l		0,18			0,16		0,15
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,25			1,32		1,41
Total hårdhet mg CaO/l		3,9			4,7		4,7
Kalsium mg Ca/l		1,97			1,97		2,22
Magnesium mg Mg/l		0,29			0,32		0,35
Kalium mg K/l		0,25			0,25		0,25
Natrium mg Na/l		0,67			0,67		0,82
Jern µg Fe/l		35			35		30
Mangan µg Mn/l		15			22		8
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		1,8			2,2		2,6

Tabell 20

Dato: 29/8 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Skyet, tåke, sørstlig bris, regn

Stasjon: 3

Andre oppl.: Siktedyp: 6,5 m

Komponent	m dyp						
	1	4	8	16	30	50	75
Temperatur °C	17,53	15,90	15,45	14,00	8,32	5,48	4,42
Oksygen							
mg O <sub>2</sub> /l	8,3	9,4	9,4	9,9	11,1	11,4	11,3
% O <sub>2</sub> /l	89,7	98,1	97,3	98,9	97,1	93,5	90,2
pH	7,6	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	17,2	16,9	16,7	10,5	10,3	20,7	21,7
Farge							
mg Pt/l	13	12	11	11	14	12	14
Turbiditet							
mg SiO <sub>2</sub> /l	0,8	0,6	1,1	0,6	0,7	0,7	0,7
Permanganattall							
mg O/l	2,2	1,8	1,8	1,7	2,3	1,8	2,2
Klorid							
mg Cl/l		1,6		0,9		1,3	
Sulfat							
mg SO <sub>4</sub> /l		2,0		1,9		2,3	
Fosfat, orto							
µg P/l		3		3		<2	
Fosfat, total							
µg P/l		9		8		9	
Nitrat							
µg N/l		195		195		255	
BFA							
mg N/l		0,18		0,17		0,17	
Alkalitet							
ml N/10 HCl/l		1,37		1,31		1,43	
Total hårdhet							
mg CaO/l		4,3		3,6		4,6	
Kalsium							
mg Ca/l		1,97		1,73		2,10	
Magnesium							
mg Mg/l		0,29		0,26		0,25	
Kalium							
mg K/l		0,25		0,25		0,25	
Natrium							
mg Na/l		0,67		0,62		0,92	
Jern							
µg Fe/l		30		30		25	
Mangan							
µg Mn/l		11		15		7	
Silisium							
mg SiO <sub>2</sub> /l		1,8		1,8		2,5	

Tabell 21

Dato: 22/11 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Verforhold: Disig, lett bris

Stasjon: 1

Komponent	m dyp	1	4	8	16	30	50	100	150
Temperatur	°C	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,50	4,20	4,10
Oksygen	mg O <sub>2</sub> /l	11,1	11,1	11,1	11,0	10,9	11,1	11,8	11,6
	% O <sub>2</sub>	94,1	94,0	93,9	93,5	92,4	93,1	93,4	91,6
pH		6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Spes. ledningsevne	20°C, µS/cm	19,3	18,1	18,9	19,3	18,7	18,7	20,5	20,9
Farge	mg Pt/l	18	27	17	18	19	18	10	10
Turbiditet	mg SiO <sub>2</sub> /l	1,8	2,3	1,8	1,8	1,9	1,6	0,3	0,4
Permanganattall	mg O/l	3,1	2,8	2,6	3,3	2,4	4,2	2,1	1,6
Klorid	mg Cl/l		1,4						4,1
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l		2,1						2,4
Fosfat, orto	µg P/l		2						5
Fosfat, total	µg P/l		9						12
Nitrat	µg N/l		180						223
BFA	mg N/l		0,08						0,04
Alkalitet	ml N/10 HCl/l		1,43						1,59
Total hårdhet	mg CaO/l		4,6						4,7
Kalsium	mg Ca/l		1,84						2,04
Magnesium	mg Mg/l		0,32						0,34
Kalium	mg K/l		0,30						0,30
Natrium	mg Na/l		0,69						0,82
Jern	µg Fe/l		85						50
Mangan	µg Mn/l	22				19			7
Silisium	mg SiO <sub>2</sub> /l		2,1						2,3

Tabell 22

Dato: 22/11 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Disig, lett bris

Stasjon: 2

Andre oppl.: Siktedyp: 4 m, Farge: Gulgrønn, grumset

Komponent	1	4	8	16	30	50	120
Temperatur °C	6,80	6,80	6,80	6,80	6,65	6,45	4,20
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	10,6	10,5	10,7	10,8	10,6	10,8	11,2
% O <sub>2</sub> /l	89,9	88,8	90,6	91,3	89,6	90,4	88,2
pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	18,7	19,1	18,8	18,6	18,8	18,9	20,4
Farge							
mg Pt/l	20	22	19	19	20	20	11
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,8	2,2	1,8	1,8	1,8	1,6	0,6
Permanganattall mg O/l	2,5	3,7	3,2	2,9	3,5	3,1	3,0
Klorid mg Cl/l		1,9					1,2
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,4					1,6
Fosfat, orto µg P/l		3					4
Fosfat, total µg P/l		9					17 <sup>x</sup>
Nitrat µg N/l		210					235
BFA mg N/l		0,09					0,04
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,45					1,63
Total hårdhet mg CaO/l		4,8					4,9
Kalsium mg Ca/l		1,84					2,04
Magnesium mg Mg/l		0,32					0,34
Kalium mg K/l		0,30					0,30
Natrium mg Na/l		0,65					0,78
Jern µg Fe/l		120			95		45
Mangan µg Mn/l		31			37		12
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,1					2,4

x: Prøven ble nøytralisert med 1 n NaOH

Tabell 23

Dato: 22/11 1967

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Lokalitet: Norsjø

Værforhold: Disig, lett bris

Stasjon: 3

Andre oppl.: Siktedyp: 4,1 m, Farge: Grågrønn

Største dyp: 77 m

Komponent	1	4	8	16	30	50	70
Temperatur °C	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,80	5,40
Oksygen mg O <sub>2</sub> /l	10,8	10,8	10,7	10,7	10,8	11,3	11,3
% O <sub>2</sub>	92,0	91,7	91,3	91,0	91,7	95,3	91,8
pH	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Spes.ledningsevne 20°C, µS/cm	19,3	19,3	19,3	19,6	19,6	19,1	19,9
Farge mg Pt/l	17	17	17	15	15	17	14
Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l	1,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,6	1,1
Permanganattall mg O/l	2,5	3,2	3,0	2,4	3,0	3,1	3,1
Klorid mg Cl/l		2,0				1,9	
Sulfat mg SO <sub>4</sub> /l		2,3				2,3	
Fosfat, orto µg P/l		2				3	
Fosfat, total µg P/l		10				15 <sup>x</sup>	
Nitrat µg N/l		203				196	
BFA mg N/l		0,04				0,05	
Alkalitet ml N/10 HCl/l		1,53				1,60	
Total hårdhet mg CaO/l		4,9				4,8	
Kalsium mg Ca/l		1,84				1,84	
Magnesium mg Mg/l		0,32				0,32	
Kalium mg K/l		0,30				0,30	
Natrium mg Na/l		0,69				0,69	
Jern µg Fe/l		75		65		65	
Mangan µg Mn/l		17		15		19	
Silisium mg SiO <sub>2</sub> /l		2,1				2,2	

x: Prøven ble nøytralisert med 1 n NaOH