

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN

O - 15/64

# HURDALSSJØEN

En limnologisk undersøkelse

1965 - 1966

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan  
Rapporten avsluttet mai 1970

INNHALDSFORTEGNELSE:

|  | Side: |
|--|-------|
| 1. INNLEDNING                              | 5     |
| 2. BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET             | 5     |
| 3. MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD   | 7     |
| 3.1. Morfometriske forhold                 | 7     |
| 3.2. Hydrologiske forhold                  | 10    |
| 4. OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODIKK        | 10    |
| 5. INNSAMLET OBSERVASJONSMATERIALE         | 14    |
| 6. HYDROGRAFISKE FORHOLD                   | 14    |
| 6.1. Temperaturforhold                     | 14    |
| 6.2. Kjemiske forhold                      | 16    |
| 6.2.1. Oksygenforhold                      | 16    |
| 6.2.2. Andre kjemiske forhold              | 16    |
| 6.3. Diskusjon av de hydrografiske forhold | 18    |
| 7. BIOLOGISKE FORHOLD                      | 18    |
| 8. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD                 | 24    |
| 9. SAMMENFATTENDE DISKUSJON                | 25    |
| 10. PRAKTISKE KONKLUSJONER                 | 26    |
| 11. LITTERATURLISTE                        | 28    |

Tabellfortegnelse

|   | Side: |
|---|-------|
| 1. Morfometriske forhold  | 10    |
| 2. Hydrologiske forhold   | 10    |
| 3. Vannstand i tommer på de forskjellige observasjonsdager                                      | 14    |
| 4. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Temperatur i °C  | 15    |
| 5. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Oksygenmetning i %   | 16    |
| 6. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Middelerverdier og variasjonsbredde for kjemiske analyseresultater | 17    |
| 7. Plankton i Hurdalssjøen 1965 - 1966. (Håvtrekk og kvantitative prøver)                       | 18    |
| 8. Utdrag av tabell 7. Oversikt over kvantitativt viktige arter                                 | 22    |
| 9. Plankton i Hurdalssjøen 1926 - 1927  | 23    |
| 10. Bakteriologiske analyseresultater 16. november 1965   | 25    |
| <br>BILAG:  |       |
| Hydrografiske tabeller Hurdalssjøen   |       |
| 11. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 17/9 1965  | 1     |
| 12. " " " 16/11 1965  | 2     |
| 13. " " " 15/3 1966   | 3     |
| 14. " " " 25/5 1966   | 4     |
| 15. " " " 12/8 1966   | 5     |

FIGURFORTEGNELSE:

|   | Side: |
|---|-------|
| 1. Hurdalssjøen med nedbørfelt            | 6     |
| 2. Hurdalssjøen. Dybdekart                | 8     |
| 3. Hurdalssjøen. Arealkurve og volumkurve | 9     |
| 4. Vannstandsvariasjoner 1/8-65 - 31/8-66 | 11    |

## 1. INNLEDNING

Undersøkelsen som er beskrevet i denne rapport, kom opprinnelig i stand etter oppdrag fra Oslo kommune. Senere ble imidlertid oppdragsforholdet endret, slik at Samarbeidskomitéen for Akershus fylke og Oslo kommune nå står som oppdragsgiver.

Det er tidligere foretatt visse biologiske undersøkelser i Hurdalssjøen (se litteraturliste), men det har ikke vært foretatt noen større undersøkelse av de hydrografiske og morfologiske forhold.

Resultatene av instituttets undersøkelse ble fremstilt i utredningen for Østlandskomiteén (se litteraturlisten). Konklusjonene om innsjøens tilstand, som ble trukket opp dengang, er uforandret i denne rapporten. Vi har imidlertid nå føyd til et kapittel som oppsummerer hva undersøkelsen har vist og hvilke retningslinjer man bør følge for at innsjøens nåværende vannkvalitet kan bli bevart også på lengre sikt.

## 2. BESKRIVELSE AV NEDBØRFELTET

Hurdalssjøens nedbørfelt (figur 1) ligger i det såkalte Oslofeltet, og berggrunnen består i det vesentlige av permiske dyperuptiver - nordmarkitter og ekeritter som begge er syenitter med stort islett av kalifeltspat. I den sydøstlige del av feltet er det grunnfjell som vesentlig består av gneiser og granitter, mens det i de sydlige områdene er kambrosiluriske bergarter bestående av leirskifer og kalkstein.

Innsjøbassenget ble uterodert under siste istid og senere er det blitt demmet opp av glaci-fluvialt materiale som ble avsatt i havets nivå en gang i sen-glacial tid. Dette stadiet for isens tilbaketrekning blir betegnet som Hauer-seterstadiet.

Ca. 67% av Hurdalssjøens nedbørfelt er dekket med skog, særlig gran- og furuskog, som enkelte steder er isprengt noe løvskog. Ca. 7% av nedbørfeltet består av myr, og ca. 4% er dyrket mark. De fleste gårder ligger på nordsiden av innsjøen, og nordøst for lokaliteten, rundt Hurdal kirke og i Hurdalen, er det store områder dyrket mark.

I området bor det i alt ca. 3500 mennesker, hvorav ca. 1000 har ordnede kloakkforhold, der Hurdalssjøen eller dens tilløpselver er resipienter for avløpsvannet. Hurdal kommune har ifølge opplysninger fra kommuneingeniøren ialt 6

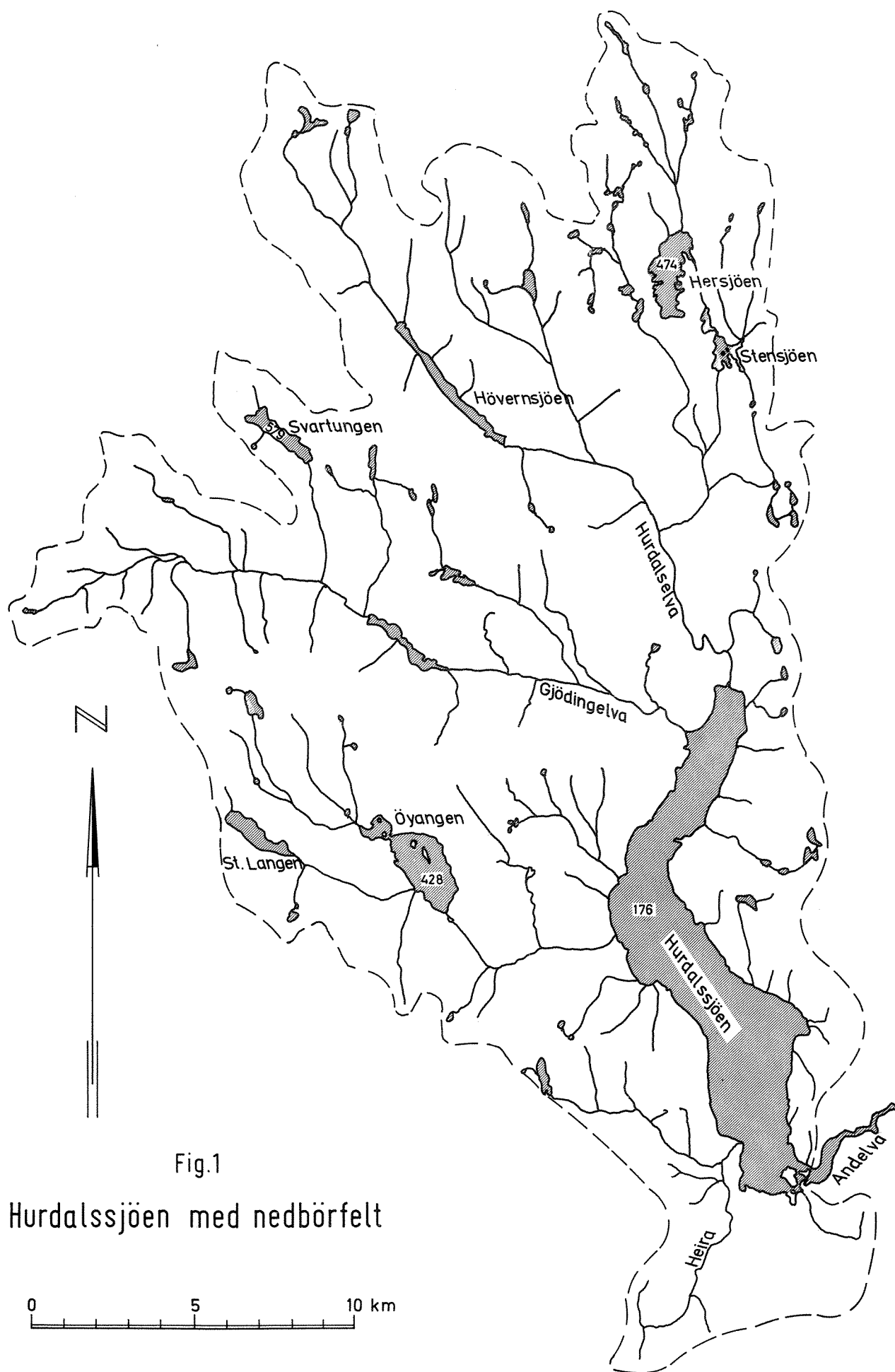


Fig.1

Hurdalssjön med nedbörfelt

kloakkutslipp i innsjøen eller dens tilløpselver:

1. Ett utslipp fra ca. 200 personer via septiktanker og sandfilter ved Hurdal kirke i Gjødingelva.
2. Tre utslipp i Hurdalselva via septiktanker i området av Hurdals verk. Hvert utslipp representerer kloakkvann fra ca. 200 personer.
3. Videre bruker Røde Kors leirskole ved Hammeren (på østsiden av innsjøen vis-a-vis Hurdal kirke) Hurdalssjøen som resipient for sitt avløpsvann. Kloakkvannet blir renset ved et Hykon renseanlegg som har en kapasitet på ca.  $25 \text{ m}^3/\text{døgn}$ .
4. Norsk lektorlags kongresshotell har utslipp av avløpsvann like syd for utløpet av Gjødingelva. Det maksimale antall gjester og betjening er ca. 120 personer. Kloakkvannet blir renset i et biologisk renseanlegg med en kapasitet på ca.  $25 \text{ m}^3/\text{døgn}$ .

Videre mottar innsjøen forurensningsmateriale fra en rekke hytter i området samt fra gårdsbruk med tilhørende innretninger - siloer, osv. Denne forurensningsbelastning er imidlertid ikke registrert.

### 3. MORFOMETRISKE OG HYDROLOGISKE FORHOLD

#### 3.1. Morfometriske forhold

Høsten 1965 ble Hurdalssjøen loddet opp med ekkolodd. Opploddingen ble foretatt av NIVA. Som kartgrunnlag ved opploddingen ble brukt vertikale flybilder i målestokk ca. 1 : 18000. Vannstanden under opplodding var ca. 1 meter over normal vannstand. Arbeidet ble utført ved at det ble stukket ut kurser mellom karakteristiske punkter ved strendene. Disse ble avmerket på kartet. Profilene mellom disse punkter ble nedtegnet ved å kjøre med motorbåt som hele tiden hadde jevn fart. Dybdekartet er tegnet i målestokk ca. 1 : 18000 med 5 meters ekvidistanse. Figur 2 viser fotografisk forminskelse av dette kart. Areal- og volumkurver er tegnet inn på figur 3.

Av dybdekartet går det frem at Hurdalssjøen praktisk talt er delt i 2 bassenger. Terskelen består i en morenerygg. Det nordlige bassenget er grunt med et største dyp på ca. 25 meter. Det andre bassenget har et største dyp på ca. 59 meter. Østbredden av innsjøen er gjennomgående mer steil og har færre strandflater og bukter enn vestbredden. I det sydvestlige område er det store sandflater som strekker seg langt ut i innsjøen. Her er det således meget grunt, og om vinteren, når innsjøen er sterkt nedtappet, ligger store områder tørrlagt.

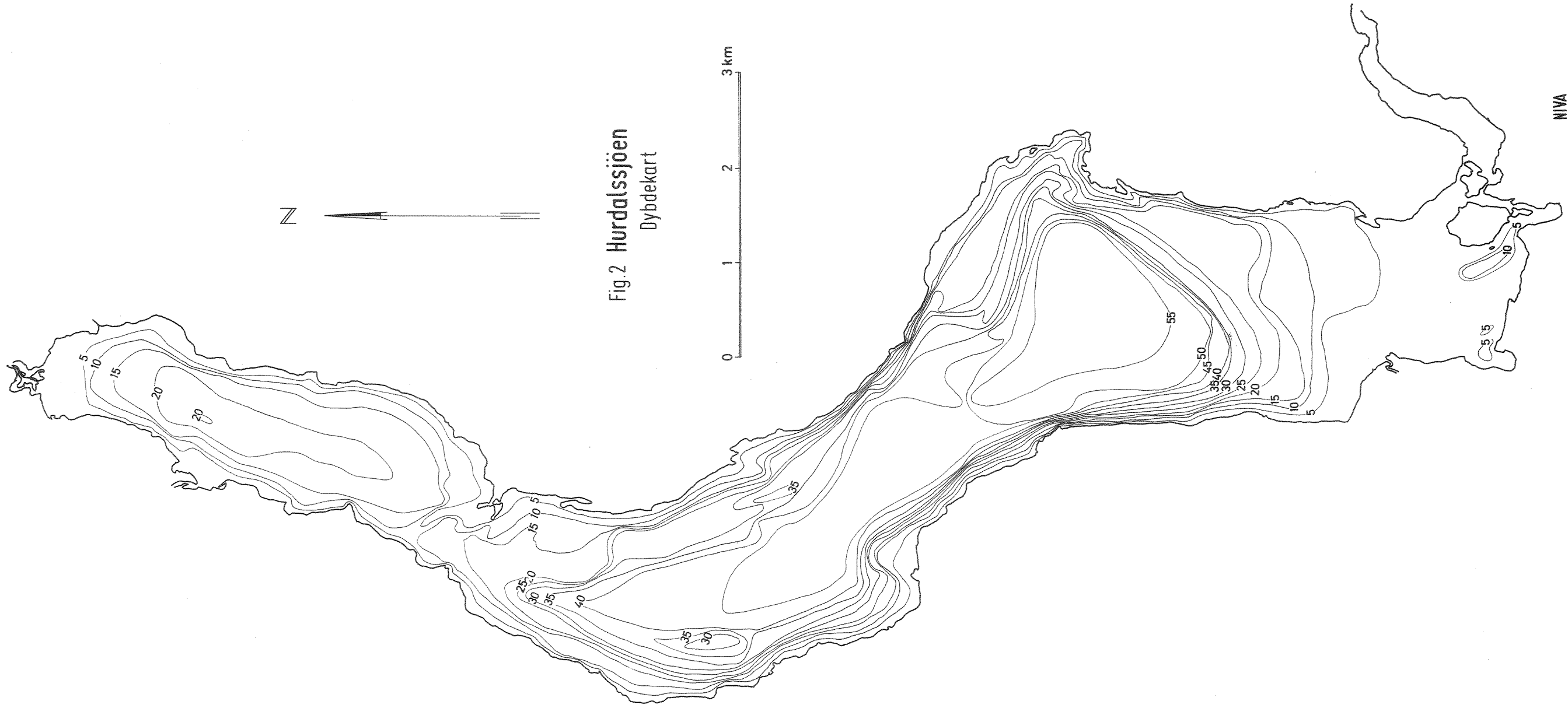
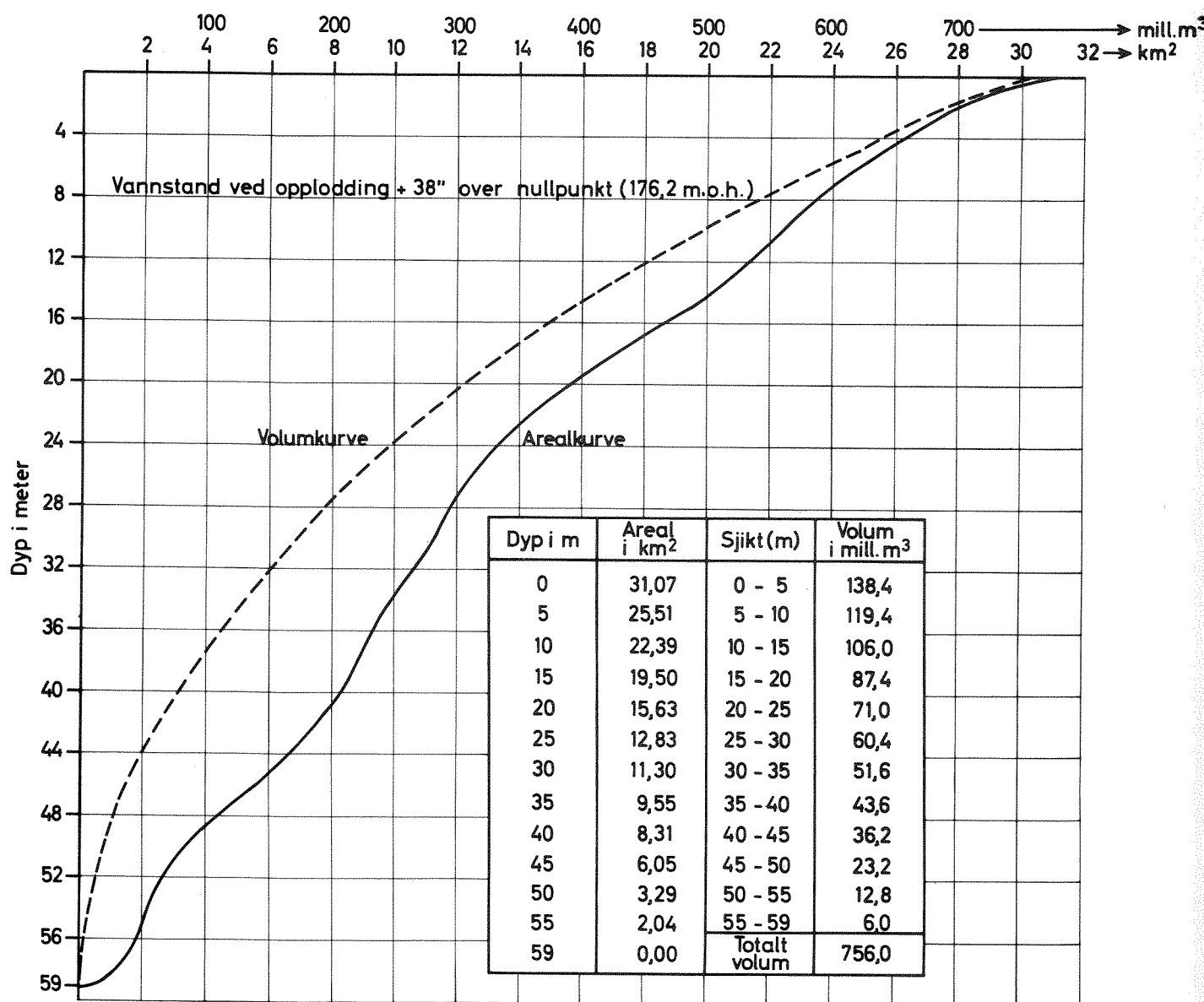


Fig.2 Hurdalssjön  
Dybdekart



Fig.3 Hurdalssjön  
Areakurve og volumkurve



Innsjøens morfometriske forhold går frem av følgende tabell:

Tabell 1. Morfometriske forhold

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Høyde over havet ved normal vannstand (0 m) | 176,2 m                 |
| Overflateareal                              | 31,1 km <sup>2</sup>    |
| Største dyp                                 | 59 m                    |
| Totalt volum                                | 756 mill.m <sup>3</sup> |
| Middel dyp                                  | 24,4 m                  |

### 3.2. Hydrologiske forhold

De viktigste tilløpselver er Hurdalselva og Gjødningelva som begge munner ut i de nordvestlige områder. På grunn av kraftverksutbygging i Andelva, som er utløpselven fra sjøen, har Hurdalssjøen vært regulert siden 1907. Vannstanden er regelmessig blitt målt med en fast tommerkala med 0-merket for full sjø. Den tillatte heving av vannstanden er + 25" (63 cm). Over denne vannstand har innsjøen fritt avløp. Vannstanden i 20-årsperioden 1906 - 1927 har variert mellom yttergrensene -138,5" og +82", en differanse på 575 cm (Braarud, 1927). Den største variasjonen i løpet av et år var på 460 cm (1906) og den minste var på 124 cm (1921). Mathiesen, Eidsvold Værk har stilt sine vannstandsobservasjoner for undersøkelsesperioden 1965 - 1966 til disposisjon. Disse observasjonsdata er illustrert i figur 4. I denne periode varierte vannstanden 487 cm, fra -120" (-314 cm) i slutten av april til +66" (+173 cm) den 25 mai 1966. Vannstanden gjennom sommerhalvåret var større enn normalt, og det var 2 maksimaltopper, nemlig om våren og høsten. Gjennom hele vinterperioden avtok vannstanden og hadde sin minimumsverdi straks før vårflommen satte inn. De hydrologiske forhold er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Hydrologiske forhold

|                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| Nedbørfelt              | 572,2 km <sup>2</sup>    |
| Midlere avrenning (NVE) | 18 l/sek/km <sup>2</sup> |
| dvs.                    | 10,3 m <sup>3</sup> /sek |
| Teoretisk oppholdstid   | 2 1/3 år                 |

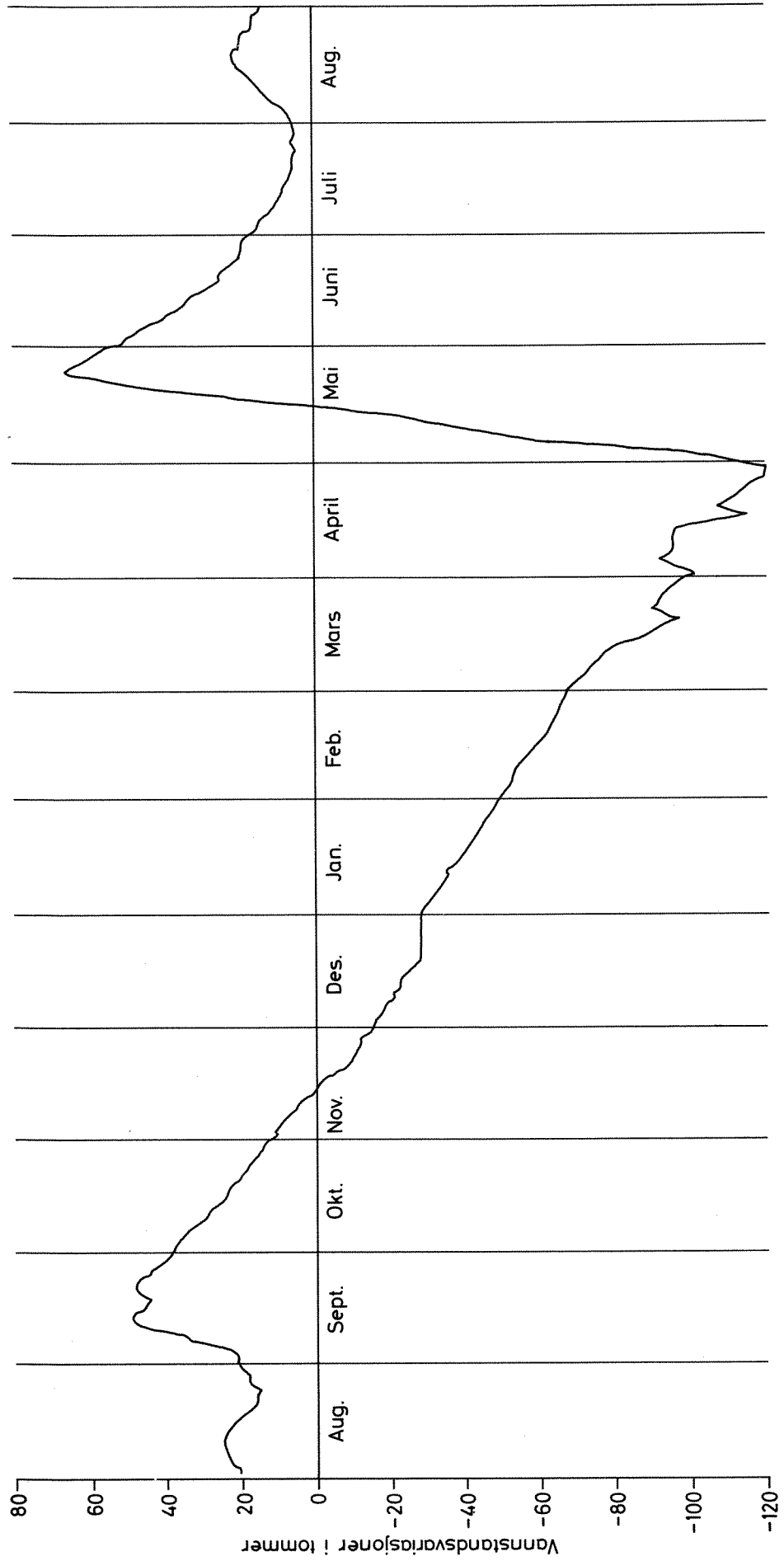
## 4. OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODIKK

### Temperatur

Temperaturen er målt ved hjelp av et Richter og Wiese vendetermometer med oppgitt nøyaktighet på  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$ .

Fig.4 Hurdalssjøen

Vannstandsvariasjoner 1/8-65 - 31/8-66



### Oksygen

Oksygenbestemmelsen er utført i følge Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode. Ved prøvetakingen blir oksygenet fiksert på spesielle glassflasker ved tilsetning av mangan(II)klorid og sterk lut tilsatt kalium-jodid. Analysen foretas ved titrering med natriumthiosulfat etter surgjøring.

Benevning: mg  $O_2$ /l og %  $O_2$  i forhold til metning

### Surhetsgrad (pH) og spesifikk elektrolytisk ledningsevne ( $\mu S/cm$ )

pH er målt med glasselektrode på Radiometer pH-meter 22. Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne er målt med en målebro Philips PR 9501, ved 20°C.

Benevning: henholdsvis pH og  $\mu S/cm$

### Farge

Vannets farge er målt fotometrisk med en standardløsning av platinaklorid og koboltklorid som referanse.

Benevning: mg Pt/l

### Turbiditet

Turbiditet er et mål for vannets innhold av suspenderte (oppslemmede) partikler, og er målt ved å utnytte partiklenes evne til å spre lyset som passerer en vannprøve. Turbiditeten ble målt på et Sigrist fotometer, UP 2/LDRm, og som referanse ble benyttet standard oppslemminger av  $SiO_2$ .

Benevning: mg  $SiO_2$ /l

### Permanganattall

Permanganattallet er et mål for prøvens 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 tilbaketitreres med mer kaliumpermanganat, og permanganattallet bestemmes.

Benevning: mg O/l

### Sulfat

Sulfatkonsentrasjonen er bestemt med EEL filterfotometer ved å måle utfelt bariumsulfat etter tilsetning av bariumklorid.

Benevning: mg  $SO_4$ /l

### Ortofosfat

Vannprøver for fosfatanalyser er tatt på glassflasker og tilsatt fortynnet svovelsyre ved prøvetakingen. Syretilsetningen hindrer adsorpsjon av fosfat til flaskens vegger. Samtidig stanses vekst av mikroorganismer som forbruker ortofosfat. Behandlingen kan medføre at andre fosfor-forbindelser i prøvene overføres til ortofosfat.

Analysen gjennomføres kolorimetrisk på Technicon AutoAnalyzer. Prøven tilsettes molybdat, heteropolysyren ekstraheres, og molybdenblått-konsentrasjonen bestemmes etter reduksjon med tinn(II)klorid.

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

### Totalfosfat

Prøvene for totalfosfatanalyser er tatt på glassflasker og konservert som nevnt for ortofosfat. Før analyse oppsluttes prøven ved koking med kaliumpersulfat og syre. Etter denne behandling foretas analysen med AutoAnalyzer som beskrevet for ortofosfat.

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

### Nitrat

Den benyttede analysemetode gir et resultat som omfatter summen av nitrat og nitritt. Analysen er foretatt med Technicon AutoAnalyzer. Nitrat reduseres til nitritt i en kadmium-kobber kolonne ved pH 8,6. Det dannede nitritt diazoteres med sulfanilamid og kobles med N-(1-Naphyl)-ethylendiamin. Fargen måles ved 520 m $\mu$

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

### Total hårdhet

Total hårdhet er bestemt kompleksometrisk med en oppløsning av EDTA (ethylen-diamintetraeddiksyre).

Benevning: mg CaO/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 4,0.

Benevning: ml N/10 HCl/l

### Jern

Jern er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer med 2,4,6-tripryridyls-triazine (TPTZ) som reagens.

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

### Mangan

Mangan er bestemt kolorimetrisk med Technicon AutoAnalyzer med Formaldoxime som reagens.

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

## 5. INNSAMLET OBSERVASJONSMATERIALE

I undersøkelsesperioden ble det samlet inn observasjonsmateriale fra Hurdals-sjøen i alt 5 ganger, nemlig 17. september og 16. november 1965, 15. mars, 25. mai og 12. august 1966. Prøvetakingsstasjonen ble henlagt til innsjøens dypeste område, og det ble samlet inn prøver for fysisk-kjemiske og biologiske bestemmelser fra flere dyp. I den isfrie periode ble det også samlet inn håv-trekksmateriale fra innsjøens overflatelag. Vannprøvene ble samlet inn med en 1/1 liters Ruthner vannhenter.

Vannstanden på de forskjellige observasjonsdager er gjengitt i tabell 3.

Tabell 3. Vannstand i tommer på de forskjellige observasjonsdager

|           | 1965 |       |      | 1966 |      |
|-----------|------|-------|------|------|------|
| Dato      | 17/9 | 16/11 | 15/3 | 25/5 | 12/8 |
| Vannstand | + 44 | - 3   | - 89 | + 66 | + 16 |

## 6. HYDROGRAFISKE FORHOLD

Innsjøens hydrografiske forhold er gjengitt i tabellene 11 - 15, i bilaget. Observasjonene ble utført til forskjellige årstider og under forskjelligartede forhold, og resultatene skulle derfor være representative for eventuelle årstidsvariasjoner i innsjøens vannkvalitet.

### 6.1. Temperaturforhold

Vannets temperaturforhold på de forskjellige observasjonsdager går frem av tabell 4.

Tabell 4. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Temperatur i °C

| Dato<br>Dyp i m | 17/9<br>1965 | 16/11<br>1965 | 15/3<br>1966 | 25/5<br>1966 | 12/8<br>1966 |
|-----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 1               | 12,6         | 5,6           | 1,3          | 4,2          | 16,4         |
| 4               |              | 5,6           | 2,1          | 3,7          | 16,2         |
| 8               | 12,2         | 5,6           | 2,3          | 4,4          | 15,8         |
| 12              | 10,9         | 5,6           | 2,4          | 3,6          | 8,6          |
| 16              | 9,1          | 5,6           | 2,5          | 3,8          | 6,3          |
| 20              | 7,3          | 5,6           | 2,7          | 3,5          | 5,6          |
| 25              |              | 5,7           |              |              |              |
| 30              | 5,6          | 5,7           | 3,1          | 3,5          | 5,0          |
| 35              |              | 5,6           |              |              |              |
| 40              | 5,4          | 5,6           | 3,2          | 3,5          | 4,6          |
| 45              |              | 5,5           |              |              |              |
| 50              | 5,1          | 5,3           | 3,5          | 3,5          | 4,5          |
| 55              | 5,0          | 5,2           | 3,7          |              |              |
| 59              |              | 5,0           |              | 3,5          |              |

På observasjonsdagen den 17. september var vannets temperatur i innsjøens overflatelag ned til ca. 12 m ca. 12°C. Herfra og ned til 20 m avtok temperaturen ca. 5°C - fra 12°C til ca. 7°C. Videre nedover i vannmassene avtok temperaturen svakt og var ved 55 m ca. 5°C.

På observasjonsdagen 16. november 1965 var det praktisk talt ensartede temperaturforhold med temperaturvariasjoner fra 5,0 - 5,7°C.

Om vinteren, 15. mars, var det en invers lagdeling med kaldt vann i overflate-lagene og noe varmere vann (3,7°C) i dypet.

Den 25. mai, etter isløsningsen, var det igjen isoterme forhold med temperaturer på 3,5 - 4,0°C.

Temperatursituasjonen den 12. august viser igjen temperaturforholdene om sommeren med relativt varmt vann i overflatelagene over noe kaldere vann i dypet.

## 6.2. Kjemiske forhold

### 6.2.1. Oksygenforhold

Vannets oksygenforhold på de forskjellige observasjonsdager går frem av tabell 5.

Tabell 5. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Oksygenmetning i %

| <u>dato</u><br>Dyp i m | 17/9<br>1965 | 16/11<br>1965 | 15/3<br>1966 | 25/5<br>1966 | 12/8<br>1966 |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                      | 91,1         | 96,0          | 82,4         | 85,0         | 100,2        |
| 4                      |              | 77,7          | 81,2         | 84,9         | 100,5        |
| 8                      | 89,9         | 83,6          | 82,2         | 87,0         | 100,0        |
| 12                     | 86,5         | 85,1          | 82,3         | 84,6         | 92,8         |
| 16                     | 83,7         | 83,7          | 81,0         | 85,4         | 92,0         |
| 20                     | 83,0         | 83,8          | 81,9         | 85,5         | 91,0         |
| 25                     |              | 81,4          |              |              |              |
| 30                     | 81,4         | 82,3          | 80,0         | 85,2         | 90,9         |
| 35                     |              | 84,8          |              |              |              |
| 40                     | 81,2         | 78,0          | 83,2         | 85,3         | 88,6         |
| 45                     |              | 81,8          |              |              |              |
| 50                     | 79,8         | 78,3          | 90,0         | 84,7         | 86,9         |
| 55                     | 79,2         | 80,8          | 61,0         |              |              |
| 59                     |              | 85,8          |              | 87,1         |              |

Ifølge observasjonsmaterialet varierte vannets oksygeninnhold stort sett mellom 80 og 100% i undersøkelsesperioden. De laveste verdier ble målt i dyplagene om sommeren og vinteren, mens de høyeste verdier ble målt i overflatelagene om sommeren.

### 6.2.2. Andre kjemiske forhold

Middelverdier og variasjonsbredde for kjemiske analyseresultater er fremstilt i tabell 6.



Tabell 6. Hurdalssjøen 1965 - 1966. Middelerverdier og variasjons-  
bredde for kjemiske analyseresultater

| Komponent                            | dato | Middelerverdier |               |              |              |              | Gjelder hele obs.materialet |                       |
|--------------------------------------|------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                      |      | 17/9<br>1965    | 16/11<br>1965 | 15/3<br>1966 | 25/5<br>1966 | 12/8<br>1966 | Middel-<br>verdier          | Variasjons-<br>bredde |
| pH                                   |      | 6,4             | 6,5           | 6,5          | 6,5          | 6,5          | 6,5                         | 6,2 - 6,9             |
| Spes. ledn.e.<br>20°C, µS/cm         |      | 24,7            | 25,6          | 24,8         | 24,8         | 23,5         | 24,8                        | 22,7 - 26,4           |
| Farge<br>mg Pt/l                     |      | 18              | 13            | 11           | 15           | 16           | 14                          | 10 - 23               |
| Turbiditet<br>mg SiO <sub>2</sub> /l |      | 0,6             | 0,5           | 0,2          | 0,6          | 0,5          | 0,5                         | 0,1 - 1,5             |
| Permanganattall<br>mg O/l            |      | 2,5             | 3,1           | 2,0          | 3,0          | 2,3          | 2,6                         | 1,7 - 3,6             |
| Fosfat, orto<br>µg P/l               |      |                 | 7             |              |              |              | 7                           | 3 - 15                |
| Fosfat, total<br>µg P/l              |      |                 | 16            |              |              |              | 16                          | 10 - 25               |
| Nitrat<br>µg N/l                     |      |                 | 168           |              |              |              | 168                         | 165 - 170             |
| Alkalitet<br>ml N/10 HCl/l           |      |                 |               | 1,21         | 1,06         | 1,54         | 1,26                        | 0,98 - 1,69           |
| Total hårdhet<br>mg CaO/l            |      | 4,7             |               | 4,6          | 4,9          | 4,7          | 4,7                         | 4,1 - 5,1             |
| Jern<br>µg Fe/l                      |      | 14              | 31            | 25           | 32           | 58           | 32                          | 12 - 85               |
| Mangan<br>µg Mn/l                    |      | <50             | <50           | <50          | <50          | <50          | <50                         |                       |

Vannets pH varierte i området 6,2 - 6,9. Både om vinteren og om sommeren var pH noe lavere i dyplagene enn i overflatelagene, hvor vannmassene om sommeren hadde praktisk talt nøytral karakter. Vår og høst var vannets pH praktisk talt den samme i alle dyp (pH 6,5 - 6,6).

Den spesifikke elektrolytiske ledningsevne var lav og varierte stort sett fra 23 til 25 µS/cm. Den totale hårdhet var vanligvis <5 mg CaO/l. Vannets jerninnhold var også lavt og varierte mellom 12 og 85 µg Fe/l. Manganinnholdet var alltid <50 µg Mn/l.

Gjennom hele observasjonsperioden lå praktisk talt alle verdiene for farge i intervallet 10 - 20 mg Pt/l, og vannets innhold av organisk materiale oksydert

med kaliumpermanganat, tilsvarte 2 - 3 mg O/l. Turbiditetsverdiene var alltid lave.

### 6.3. Diskusjon av de hydrografiske forhold

Observasjonsmaterialet viser at Hurdalssjøen hører med til de såkalte tempererte og holomiktiske innsjøer som gjennomløper 4 forskjellige, termiske perioder i løpet av et år, nemlig sommerstagnasjonsperioden, høstfullsirkulasjonsperioden, vinterstagnasjonsperioden og vårfullsirkulasjonsperioden. Materialet er ikke tilstrekkelig for å dokumentere de forskjellige perioders varighet. Forholdene tyder imidlertid på at stagnasjonsperiodene er av ca. 5 måneders varighet, mens sirkulasjonsperiodene varer i ca. 1 måned. Antakelig varer fullsirkulasjonsperioden om høsten noe lenger enn om våren. Om sommeren blir det etablert et sprangsjikt mellom et varmere overflatevann og noe kaldere dypvann. Sprangsjiktet synes å ligge i 10 - 15 meters dyp.

Hurdalssjøen hadde i undersøkelsesperioden et relativt høyt oksygeninnhold både i overflatelagene og i dyplagene. Metningsverdiene var imidlertid hele tiden lavere enn 100%. De noe lavere metningsverdier i dyplagene under stagnasjonsperiodene, skyldes nedbrytning av organisk materiale. Både oksygenverdiene og de kjemiske forhold forøvrig tyder imidlertid på at vannmassene er relativt lite belastet med organisk materiale. Vannets fargeverdier lå hele tiden, og i alle dyp, i området 10 - 20 mg Pt/l. Turbiditetsverdiene samt verdiene for vannets jerninnhold og manganinnhold var lavt. Vannet hadde også et lavt innhold av plantenæringsstoffer.

## 7. BIOLOGISKE FORHOLD

Bestanden av planteplankton i Hurdalssjøen er undersøkt til ulike årstider i 1965 og 1966. Tabell 7 gir en oversikt over alt som er registrert, mens tabell 8 viser hvilke organismer som opptrådte i størst antall.

Tabell 7. Plankton i Hurdalssjøen 1965 - 1966 (Håvtrekk og kvantitative prøver) Arter som bare er funnet i håvtrekk er merket \*

### BACTERIOPHYTA

Planktomyces Bekefii Gimesi

Siderocapsa Molisch sp.

Fe-bakterie

CYANOPHYCEAE

Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Brebisson (kolonier)  
Merismopedia tenuissima Lemmermann  
Oscillatoria Vaucher sp.  
Ubestemte blågrønnalger

CHLOROPHYCEAE

Actinastrum Lagerheim sp.  
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs  
Arthrodesmus queriferus W. & G.S. West  
Botryococcus Braunii Kützing  
Characium A. Braun sp.  
cf. Clamydomonas Ehrenberg sp.  
Closterium Nitzsch. sp.  
\* Cosmarium Corda sp.  
Crucigenia quadrata Morren  
Crucigenia Morren sp.  
Dichtyosphaerium Nägeli sp.  
cf. Dispora Printz sp.  
Elakatothrix gelatinosa Wille  
\* Euastrum Ehrenb. sp.  
Gloeococcus A. Braun sp.  
Gloeocystis Nägeli sp.  
\* Micrasterias Agardh sp.  
Nephrocytium Nägeli sp.  
Oocystis Nägeli sp.  
Ophiocytium cf. capitatum Wolle  
cf. Scenedesmus Meyen sp.  
Senastrum Reinsch sp.  
\* Spondylosium planum (Wolle) W. & G.S. West  
Staurastrum cf. cuspidatum Brebisson  
Staurastrum cf. gracile Ralfs  
Staurastrum cf. jaculiferum W. West  
Staurastrum cf. lunatum Ralfs  
Staurastrum cf. pseudopelagicum W. & G.S. West  
Singularø, coccale grønnalger  
Kolonidannende coccale grønnalger

CHRYSOPHYCEAE

cf. Chrysococcus cordiformis Naumann  
Dinobryon bavaricum Imhof

forts.

CHRYSOPHYCEAE (forts.)

Dinobryon Borgei Lemmermann  
Dinobryon divergens Imhof  
Dinobryon sertularia Ehrenberg  
Dinobryon suecicum Lemmermann  
Kephyrion Rubri-claustri Conrad  
Kephyrion spirale (Lackey) Conrad  
Kephyrion Pascher sp. III  
Kephyrion Pascher sp. IV  
cf. Kephyrion Pascher spp.  
Mallomonas Perty sp.  
Stenokalyx Schiller sp.  
Chrysophycécyster og -skall  
Ubestemte chrysophyceflagellater

DINOPHYCEAE

cf. Gymnodinium Stein sp.  
Peridinium Ehrenberg sp.  
Ubestemte dinoflagellater

BACILLARIOPHYCEAE

Cyclotella Kützing sp. I (små)  
Cyclotella Kützing sp. II (store)  
Cyclotella Kützing sp. III (i bånd)  
Cymbella Agardh sp.  
Melosira granulata (Ehrenb.) Ralfs  
Melosira italica (Ehrenb.) Kützing  
Gyrosigma Hassall sp.  
Naviculoide diatoméer  
cf. Nitzschia Hassall sp.  
cf. Pinnularia Ehrenberg sp.  
Synedra cf. acus Kützing  
cf. Synedra Ehrenberg sp.  
Tabellaria flocculosa var. Teilungii Knudson  
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing  
Ubestemte pennate diatoméer

PROTOZOA

Epistylis rotans Svec  
Tintinnidium fluviatile Stein.  
Ubestemte ciliater

ROTATORIA

Conochilus volvox Ehrenberg  
Keratella cochlearis (Gosse)  
Notholca longispina Kellicott  
Polyarthra platyptera Ehrenberg  
Ubestemte rotatorier

CRUSTACEA

Calanoide copepoder  
Nauplier

VARIA

Pollen av bartrær  
Sand

Som man ser er det et relativt lavt antall arter som er funnet, og mengden av planktonet er gjennomgående liten. Dette gjenspeiler innsjøens oligotrofe karakter. Det samme gjør planktonets sammensetning, idet grønnalger og små chrysophycéarter er dominerende. Dessuten er det registrert flere arter som ansees knyttet til oligotrofe forhold: Arthrodesmus queriferus, Staurastrum jaculiferum, Staurastrum cuspidatum og Tabellaria flocculosa var. Teilungii.

Et karakteristisk trekk ved planktonet er det betydelige innslaget av små chrysophycéflagellater, bl.a. er det funnet flere Kephyrion-arter.

Om sesongvekslingen i planktonmengden gjennom året er det vanskelig å uttale noe bestemt, på grunn av at observasjonene er fåtallige. Særlig er det mangelen på data fra sommertiden som vil gjøre betraktningene usikre. Imidlertid kan man konstatere den vanlige lille bestanden om vinteren. En sen vårutvikling i 1966 kan ha sammenheng med den særlig strenge vinteren dette året. Stor forekomst av Merismopedia tenuissima 12. august 1966, samtidig med betydelig forekomst av grønnalger, viser muligheten av sommermaksima for arter av grønnalger og blågrønnalger. Bestanden av diatoméer antyder at disse spiller en underordnet rolle gjennom hele året, men med et mulig maksimum i september. Imidlertid er observasjonsdatoene for spredd til å si noe sikkert. Chrysophycéene er funnet i størst mengde i august (1966) og september (1965). Dybdefordelingen kan her tyde på at maksimum er blitt passert tidligere på sommeren.

Tabell 8. HURDALSSJØEN. Utdrag av tabell 7 Oversikt over kvantitativt viktige arter. Mengdeangivelser i celler/l.

| Dato  | 17/9 1965 |      |       |      |       |       | 16/11 1965 |       |        |        |       |        |      |    |
|---|-----------|------|-------|------|-------|-------|------------|-------|--------|--------|-------|--------|------|----|
|   | 1         |      | 2     |      | 8     |       | 20         |       | 50     |        | 8     |        | 20   |    |
|   | 1         | 50   | 2     | 50   | 8     | 20    | 50         | 20    | 2      | 50     | 2     | 50     | 2    | 50 |
| Meter dyp                                     |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| Sylinderstorrelse, ml                         |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| CYANOPHYCEAE                                  |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| Merismopedia tenuissima Lemmermann            | 258000    |      | 27000 |      |       | 11000 |            |       | 207500 | 154000 |       | 157000 |      |    |
| CHLOROPHYCEAE                                 |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs         | 32500     |      | 21000 |      | 7000  |       |            | 2000  | 4000   |        | 2500  |        |      |    |
| Arthrodesmus queriferus W.&G.S.West           | 1500      | 580  | 1000  | 880  |       |       | 1000       | 1000  | 440    | 360    |       |        | 640  |    |
| cf. Dispora Printz sp.                        | 17500     |      | 21000 |      | 5000  |       |            | 8000  | 18000  |        | 19000 |        |      |    |
| Ubestemte coccale                             | 18500     |      | 11000 |      | 2000  |       |            | 5000  | 6000   |        |       |        |      |    |
| CHRYSOPHYCEAE                                 |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| cf. Chrysococcus cordiformis Naumann          | 5500      |      | 8500  |      | 5500  |       |            | 2500  | 6000   |        | 5000  |        |      |    |
| Dinobryon Ehrenberg spp.                      | 25000     |      | 30000 |      | 11000 |       |            | 4500  | 3000   |        | 6000  |        |      |    |
| Kephyrion Pascher sp. III                     | 8000      |      | 4500  |      | 11000 |       |            | 5500  | 6000   |        | 7000  |        |      |    |
| BACILLARIOPHYCEAE                             |           |      |       |      |       |       |            |       |        |        |       |        |      |    |
| Cyclotella Kützing spp. (I + II)              | 9000      |      | 18500 |      | 8000  |       |            | 12000 | 13000  |        | 2500  |        |      |    |
| Melosira italica (Ehrenberg) Kützing          | 3500      | 1580 | 3500  | 1900 | 1000  | 1760  |            | 500   | 2080   | 3080   | 2000  |        | 2320 |    |
| Tabellaria flocculosa var. Teillingii Knudson | 500       | 1400 |       | 580  |       | 1440  |            | 1500  | 2300   | 1280   |       |        | 2440 |    |

| Dato  | 15/3 1966 |       |     |       |      |       | 25/5 1966 |       |       |       |   |         | 12/8 1966 |         |    |       |   |    |    |    |
|---|-----------|-------|-----|-------|------|-------|-----------|-------|-------|-------|---|---------|-----------|---------|----|-------|---|----|----|----|
|   | 1         |       | 2   |       | 8    |       | 20        |       | 50    |       | 8 |         | 20        |         | 50 |       | 8 |    | 20 |    |
|   | 1         | 50    | 2   | 50    | 8    | 20    | 50        | 20    | 2     | 50    | 8 | 20      | 2         | 50      | 8  | 20    | 2 | 50 | 8  | 20 |
| Meter dyp                                     |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| Sylinderstorrelse, ml                         |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| CYANOPHYCEAE                                  |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| Merismopedia tenuissima Lemmermann            | 8000      | 20500 |     | 68500 |      | 42500 |           | 35000 | 36000 | 24000 |   | 3284000 |           | 3753000 |    | 82000 |   |    |    |    |
| CHLOROPHYCEAE                                 |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs         | 1000      | 1500  |     | 1500  |      | 500   |           | 500   | 1000  | 1000  |   | 112000  |           | 100000  |    | 4000  |   |    |    |    |
| Arthrodesmus queriferus W.&G.S.West           | 500       | 500   | 120 | 500   | 5000 | 8000  |           | 500   | 4500  | 140   |   | 3000    |           | 10000   |    | 7000  |   |    |    |    |
| cf. Dispora Printz sp.                        | 2500      | 500   |     | 5000  |      |       |           | 2500  | 1000  | 3000  |   | 26000   |           | 30000   |    | 2000  |   |    |    |    |
| Ubestemte coccale                             |           | 500   |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| CHRYSOPHYCEAE                                 |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| cf. Chrysococcus cordiformis Naumann          |           |       |     | 500   |      |       |           | 1500  | 1000  | 1000  |   | 7000    |           | 5000    |    | 6500  |   |    |    |    |
| Dinobryon Ehrenberg spp.                      | 1000      | 500   |     | 500   |      |       |           | 500   | 4500  | 4500  |   | 4500    |           | 27500   |    | 27500 |   |    |    |    |
| Kephyrion Pascher sp. III                     | 1500      |       |     | 1500  |      | 2000  |           | 500   | 500   | 500   |   | 10000   |           | 4000    |    | 15500 |   |    |    |    |
| BACILLARIOPHYCEAE                             |           |       |     |       |      |       |           |       |       |       |   |         |           |         |    |       |   |    |    |    |
| Cyclotella Kützing spp. (I + II)              |           |       |     | 1000  |      | 1500  |           | 1500  | 500   | 500   |   | 3000    |           | 1500    |    | 500   |   |    |    |    |
| Melosira italica (Ehrenberg) Kützing          |           |       |     | 1000  | 440  | 1140  |           | 1000  | 720   | 920   |   | 2000    |           | 500     |    | 500   |   |    |    |    |
| Tabellaria flocculosa var. Teillingii Knudson |           |       |     |       |      |       |           | 80    | 80    | 40    |   | 40      |           | 80      |    | 80    |   |    |    |    |

Sammenlikning med tidligere undersøkelser

Hurdalssjøens plankton har tidligere vært undersøkt i 1926 av Gran og Ruud (1927) og i 1927 av Braarud, Føyn og Gran (1928). Et sammendrag av registreringene ved disse to undersøkelsene finnes i tabell 9. Mengdeangivelsene er her utelatt, men de registrerte bestandene var små, og tallene gjennomgående markert lavere enn det som ble funnet i 1965 - 1966. Direkte kvantitative sammenlikninger er det imidlertid vanskelig å gjøre på grunn av ulike metoder ved innsamling og bearbeiding av materialet.

Tabell 9. Plankton i Hurdalssjøen 1926 - 1927  
(Omarbeidet etter Gran & Ruud (1927) og Braarud, Føyn og Gran (1928). Arter som bare er funnet i håvtrekk er merket \*.

CYANOPHYCEAE

Anabaena flos-aquae (Lyngb.) Brebisson  
Coelosphaerium Nägelianum Unger  
Merismopedia elegans A. Braun

CHLOROPHYCEAE

Crucigenia irregularis Wille  
Elakatothrix gelatinosa Wille  
Gloeococcus Schroeteri (Chod.) Lemmermann  
Oocystis Nägeli sp.  
Spondylosium planum (Wolle)  
Staurastrum jaculiferum W. West  
Staurastrum lunatum var. planctonica W. & G.S. West  
Staurastrum paradoxum Meyen  
Staurastrum pseudopelagicum W. & G.S. West

CHRYSOPHYCEAE

Cryptomonas Ehrenberg sp. I  
Cryptomonas Ehrenberg sp. II  
Dinobryon divergens Imhof  
Dinobryon sertularia Ehrenberg  
Dinobryon stipitatum Stein  
Dinobryon-cyster  
Mallomonas acaroides Perty  
Mallomonas Perty sp.  
Stichogloea olivaceae Chodat

DINOPHYCEAE

*Peridinium* Ehrenberg sp.

BACILLARIOPHYCEAE

*Cyclotella catenata* Brunow

*Cyclotella compta* (Ehrenb.) Kützing

*Melosira distans* (Ehrenb.) Kützing

*Rhizosolenia Guldbergiana* n.sp.

cf. *Synedra* Ehrenberg sp.

*Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kützing

PROTOZOA

*Lohmaniella elegans* Wulff

*Lohmaniella minor* (?)

*Tintinnidium fluviatile* Stein

Infusoria

Stromboidier

ROTATORIA

*Notholca longispina* (Kellicott)

CRUSTACEA

Nauplier

Når det gjelder artssammensetningen, er det også sannsynlig at forskjeller i metoder og undersøkelsenes relativt beskjedne omfang, er årsak til de tilsynelatende store ulikhetene. Således kan man anta at de manglende registreringene av små chrysophycéer i 1926 og 1927 skyldes at de dengang ikke ble bearbejdet. Det samme gjelder til dels grønnalgene. Ser man bort fra disse ulikhetene, gjenstår det som viktigste konklusjon at planktonet i Hurdalssjøen ikke har forandret seg vesentlig på de siste 40 årene, og at innsjøens oligotrofe preg er bevart.

8. BAKTERIOLOGISKE FORHOLD

På observasjonsdagen 16. november 1965 ble det samlet inn vannprøver fra Hurdalssjøen for bakteriologiske undersøkelser. Resultatene er gjengitt i tabell 10.



Tabell 10. Bakteriologiske analyseresultater 16. november 1965

| Meter dyp   | 1       | 8     | 16     | 25      | 40     | 59     |
|-------------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|
| Coli/100 ml | 0 - 1   | 0 - 1 | 0 - 0  | 1 - 2   | 1 - 2  | 1 - 2  |
| Kimtall/ml  | 11 - 13 | 6 - 9 | 8 - 14 | 13 - 15 | 9 - 11 | 0 - 10 |

Bakterietallene var lave og viser at vannet i liten grad er bakteriologisk forurenset.

### 9. SAMMENFATTENDE DISKUSJON

Den vesentligste del av Hurdalssjøens nedbørfelt ligger i det såkalte Oslofeltet hvor berggrunnen hovedsakelig består av permiske dyperuptiver. Bare i den sydvestlige delen er det kambrosilurbergarter bestående av leirskifer og kalkstein. I syd er innsjøen demmet opp av store masser av morenemateriale.

Ca. 67% av innsjøens nedbørfelt er dekket med skog, mens ca. 7% består av myr og ca. 4% er dyrket mark, som i det vesentligste ligger nord og nordøst for innsjøen. I nedbørfeltet bor det ca. 3500 mennesker, hvorav ca. 1000 har ordnede kloakkforhold, der Hurdalssjøen eller dens tilløpselver er resipienter for avløpsvannet. Belastningen er størst i de nordlige områder. Videre mottar innsjøen forurensningsmateriale fra en rekke hytter i området samt fra gårdsbruk med tilhørende innretninger.

Hurdalssjøen er praktisk talt delt i to bassenger. Det nordlige basseng har et største dyp på 25 meter, mens det sydlige basseng er 59 meter dypt.

Innsjøen er regulert på grunn av kraftverksutbygging i Andelva, og den største og minste registrerte årlige vannstandsvariasjon er henholdsvis 4,6 og 1,2 meter.

Observasjonene viser at temperatursprangsjiktet om sommeren er etablert i 12 - 16 meters dyp. Den årlige temperaturvariasjon i dyplagene er ca. 3°C, fra ca. 3°C om vinteren til ca. 6°C om sommeren. Vannmassene er i alle dyp og til alle årstider godt mettet med oksygen, og innsjøen må derfor karakteriseres som en typisk oligotrof innsjø. Vannet er svakt surt, bløtt og er i relativt liten grad belastet med partikulært og organisk materiale. Fargeverdiene varierte således stort sett mellom 10 og 20 mg Pt/l. Vannets innhold av næringssalter er også relativt lavt.

Grønnalger og chrysophycéer er dominerende arter i Hurdalssjøens fytoplankton. Undersøkelsene har vist at det er små bestander av alger i innsjøens fri vannmasser. Ved å sammenlikne resultatene med tidligere undersøkelser av planktonforholdene i Hurdalssjøen, er det gode indikasjoner på at det er ubetydelige forskjeller i planktonets kvalitative sammensetning fra 1926 - 1927 frem til idag.

Som drikkevann betraktet har Hurdalssjøen kjemisk sett god vannkvalitet. Vannet vil sannsynligvis idag bli godkjent som drikkevann uten vesentlig rensing, men hvis forholdene skulle forandre seg med hensyn til vannets kvalitet eller at kravene til drikkevann skulle skjerpes i fremtiden, kan det bli nødvendig med mer omfattende rensing. De bakteriologiske og hygieniske problemer i forbindelse med bruk av Hurdalssjøen som drikkevannskilde må forelegges helsemyndighetene til vurdering.

Hvis innsjøen skal benyttes som drikkevannskilde er det imidlertid nødvendig å utvise den største forsiktighet med hensyn til bruken av lokaliteten og dens tilløpselver som resipienter for kloakk- og annet avløpsvann. Det er også nødvendig å følge med i en eventuell utvikling av vannkvaliteten i innsjøen ved løpende kontrollundersøkelser, slik at man til enhver tid kan treffe de nødvendige foranstaltninger - både med hensyn til de rensetekniske tiltak for avløpsvann og for drikkevann.

## 10. PRAKTISKE KONKLUSJONER

1. Hurdalssjøen har en overflate på  $31,1 \text{ km}^2$ , største dyp på 59 m og volum på  $756 \text{ mill.m}^3$ . Midlere avrenning er ca.  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$  og teoretisk oppholdstid på vel 2 år. Den følgende konklusjon om vannets kvalitet er trukket på grunnlag av 5 observasjonsserier i 1965 - 1966 fra innsjøens dypeste område.
2. Vannet i Hurdalssjøen er svakt surt, bløtt og i relativt liten grad belastet med partikulært og organisk materiale. Vannets innhold av plantenæringsstoffer synes også å være relativt lavt (det foreligger bare 4 verdier). Vannmassene er i alle dyp og til alle årstider godt mettet med oksygen.

3. Det biologiske observasjonsmaterialet tyder på at produksjonsforholdene i Hurdalssjøen har forandret seg lite siden 1926. Innsjøen er nå, som den gang, en oligotrof innsjø. Det er heller ikke noe tegn som tyder på at innsjøens hovedvannmasser står foran en umiddelbar eutrofierende utvikling.
4. Hovedvannmassene i Hurdalssjøen er i dag kjemisk sett velegnet som råvann for drikkevannsforsyninger. På bakgrunn av den nåværende situasjon i innsjøen, skulle vi anta at filtrering og svakklorering vil være tilstrekkelige rensetekniske tiltak for en rekke år fremover. Eventuelle hygieniske problemer i forbindelse med bruken av Hurdalssjøen som drikkevannskilde må vurderes av helsemyndighetene. Hvilke rensetekniske tiltak for drikkevannsforsyningen som senere kan bli nødvendig, henger nøye sammen med den øvrige bruk av innsjøen og hvilke retningslinjer som vil bli fulgt med hensyn til virksomheten i nedbørfeltet.

Hvor og i hvilket dyp eventuelle drikkevannsinntak bør plasseres, må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

5. Generelt vil tilførsler av forurensningsmateriale (særlig plantenæringsstoffer) til en innsjø, bidra til å akselerere eutrofieringsutviklingen. Selv om hovedvannmassene i Hurdalssjøen i dag er lite påvirket av forurensninger, vil en fortsatt tilførsel av slikt materiale føre til at vannets kvalitet gradvis endrer karakter. Utviklingshastigheten er avhengig av belastningens størrelse. Man må imidlertid også ta i betraktning at sammenliknet med de øvrige store innsjøer på Østlandet (Mjøsa, Randsfjorden og Tyrifjorden), er Hurdalssjøen relativt liten og grunn. Dette er forhold som har betydning for hastigheten av en eventuell eutrofieringsutvikling og bør derfor tas i betraktning ved bruk av innsjøen til resipientformål.
6. Ved en jevn utvikling i nedbørfeltet til Hurdalssjøen på linje med i landet forøvrig, skulle det være fullt mulig å oppnå tilstrekkelig kontroll over forurensningstilførslene. Det er viktig at alt avløpsvann i nedbørfeltet etter hvert samles i tidsmessige avløpssystemer og underkastes fullverdig rensing ved å fjerne slam, organisk stoff og plantenæringsstoffer.
7. Hurdalssjøen bør så langt som mulig skjermes for direkte tilførsel av avløpsvann (også rensed avløpsvann). Det vil i praksis si at elver, vassdrag, mindre vannforekomster og eventuelt landarealer, i den grad det er forsvarlig ut fra lokale eller andre interesser, benyttes som resipienter, slik at deres selvrensningsevne kan utnyttes. Av driftsmessige grunner bør man

allikevel, der hvor forholdene ligger til rette for det, bygge så store renseanlegg som mulig.

8. Hvis det i nedbørfeltet skulle bli en ekstra sterk utvikling av industriell eller boligmessig art, må dette vurderes særskilt.
9. Det er mange bruksinteresser som knytter seg til Hurdalssjøen, bl.a. er den nå, og vil sannsynligvis også i fremtiden bli brukt som drikkevannskilde. Vi vil derfor anbefale at Hurdalssjøens nåværende vannkvalitet søkes bevart også på lengre sikt.

#### 11. LITTERATURLISTE

- BRAARUD, T., FØYN, B. og GRAN, H.H.: Biologische Untersuchungen in einigen Seen des östlichen Norwegens, August - September 1927.  
Avh. utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Mat.-Naturv.  
Kl. 1928. No. 2, s. 1. Oslo 1928
- GRAN, H.H. og FØYN, B.: Über die Planktonproduktion im Hurdal-See. Avh.  
utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Mat.-Naturv.  
Kl. 1927. No. 1, s. 1 - 33. Oslo 1927
- NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING: 0-110/65. Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Utredning for Østlandskomiteén 1967. Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 3. Mjøsa, Hurdalssjøen, Øyeren, Randsfjorden, Tyrifjorden, Norsjø.

B I L A G

Tabell 11.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato: 17/9 1965  
 Lufttemp.: ca. 8°C  
 Lokalitet: Hurdalssjøen  
 Værforhold: Klart, svak sydvestlig bris  
 Andre oppl.: Siktedyp: ca. 5 m  
 Største målte dyp: 59 m

| m dyp | Temp. °C | Oksygen              |                  | pH  | Spes. el. ledn. evne 20°C, µS/cm | Farge mg Pt/l | Turbiditet mg SiO <sub>2</sub> /l | Permanganat-tall mg O/l | Jern µg Fe/l | Mangan µg Mn/l | Total hårdhet mg CaO/l |
|-------|----------|----------------------|------------------|-----|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----------------|------------------------|
|       |          | mg O <sub>2</sub> /l | % O <sub>2</sub> |     |                                  |               |                                   |                         |              |                |                        |
| 1     | 12,6     | 9,4                  | 91,1             | 6,6 | 24,6                             | 23            | 1,1                               | 3,0                     | 19           | <50            | 4,8                    |
| 8     | 12,2     | 9,3                  | 89,9             | 6,7 | 24,8                             | 18            | 0,8                               | 2,8                     | 21           | <50            | 4,9                    |
| 12    | 10,9     | 9,3                  | 86,5             | 6,5 | 25,1                             | 20            | 0,8                               | 3,0                     | 22           | <50            | 4,8                    |
| 16    | 9,1      | 9,3                  | 83,7             | 6,4 | 24,3                             | 19            | 0,8                               | 2,7                     | 20           | <50            | 4,6                    |
| 20    | 7,3      | 9,7                  | 83,0             | 6,4 | 24,5                             | 13            | 0,2                               | 2,2                     | 12           | <50            | 4,6                    |
| 30    | 5,6      | 9,9                  | 81,4             | 6,4 | 25,0                             | 14            | 0,4                               | 2,3                     | 13           | <50            | 4,8                    |
| 40    | 5,4      | 10,0                 | 81,2             | 6,3 | 24,9                             | 14            | 0,4                               | 2,3                     | 13           | <50            | 4,8                    |
| 50    | 5,1      | 9,9                  | 79,8             | 6,3 | 24,3                             | 15            | 0,4                               | 2,2                     | 13           | <50            | 4,6                    |
| 55    | 5,0      | 9,8                  | 79,2             | 6,3 | 25,0                             | 23            | 0,9                               | 2,3                     | 13           | <50            | 4,8                    |

Tabell 12.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Værforhold: Delvis skyet, disig.  
Avtagende vind fra sydøst  
Andre oppl.: Siktedyp: 8,9 m  
Farge: lys grønn  
Største målte dyp: 59,7 m

Lokalitet: Hurdalssjøen

Dato: 16/11 1965

Lufttemp.: - 1°C

| m<br>dyp | Temp.<br>°C | Oksygen              |                  | pH  | Spes. el.<br>ledn. evne<br>20°C, µS/cm | Farge<br>mg Pt/l | Turbiditet<br>mg SiO <sub>2</sub> /l | Permanganat-<br>tall<br>mg O/l | Jern<br>µg Fe/l | Mangan<br>µg Mn/l | Orto-<br>fosfat<br>µg P/l | Total-<br>fosfat<br>µg P/l | Nitrat<br>µg N/l |
|----------|-------------|----------------------|------------------|-----|--|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|
|          |             | mg O <sub>2</sub> /l | % O <sub>2</sub> |     |  |                  |                                      |                                |                 |                   |                           |                            |                  |
| 1        | 5,6         | 11,7                 | 96,0             | 6,6 | 25,7                                   | 13               | 0,2                                  | 3,0                            | 20              | <50               | 15                        | 10                         | 165              |
| 4        | 5,6         | 9,5                  | 77,7             | 6,6 | 25,1                                   | 12               | 0,8                                  | 3,6                            | 25              | <50               |                           |                            |                  |
| 8        | 5,6         | 10,2                 | 83,6             | 6,6 | 25,0                                   | 13               | 0,7                                  | 3,2                            | 40              | <50               |                           |                            |                  |
| 12       | 5,6         | 10,4                 | 85,1             | 6,6 | 25,3                                   | 13               | 0,4                                  | 2,8                            | 25              | <50               |                           |                            |                  |
| 16       | 5,6         | 10,2                 | 83,7             | 6,6 | 25,1                                   | 15               | 1,5                                  | 3,2                            | 25              | <50               | 6                         | 12                         | 170              |
| 20       | 5,6         | 10,2                 | 83,8             | 6,6 | 25,7                                   | 14               | 0,3                                  | 3,0                            | 48              | <50               |                           |                            |                  |
| 25       | 5,7         | 9,9                  | 81,4             | 6,6 | 26,4                                   | 14               | 0,4                                  | 3,2                            | 25              | <50               |                           |                            |                  |
| 30       | 5,7         | 10,0                 | 82,3             | 6,6 | 25,3                                   | 14               | 0,5                                  | 3,1                            | 35              | <50               | 3                         | 25                         | 170              |
| 35       | 5,6         | 10,3                 | 84,8             | 6,6 | 25,5                                   | 13               | 0,6                                  | 3,0                            | 25              | <50               |                           |                            |                  |
| 40       | 5,6         | 9,5                  | 78,0             | 6,5 | 25,4                                   | 11               | 0,4                                  | 3,0                            | 25              | <50               |                           |                            |                  |
| 45       | 5,5         | 10,0                 | 81,8             | 6,4 | 25,6                                   | 12               | 0,4                                  | 3,0                            | 53              | <50               |                           |                            |                  |
| 50       | 5,3         | 9,6                  | 78,3             | 6,3 | 26,2                                   | 10               | 0,4                                  | 2,9                            | 30              | <50               |                           |                            |                  |
| 55       | 5,2         | 9,9                  | 80,8             | 6,4 | 26,1                                   | 12               | 0,2                                  | 3,0                            | 35              | <50               |                           |                            |                  |
| 59       | 5,0         | 10,6                 | 85,8             | 6,6 | 25,4                                   | 12               | 0,4                                  | 3,2                            | 25              | <50               | 3                         | 18                         | 165              |

Tabell 13.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato: 15/3 1966  
 Lufttemp.: ca. 0°C  
 Lokalitet: Hurdalssjøen  
 Værforhold: Klart, lett bris  
 Andre oppl.: Siktedyp: 4,7 m  
 Is: ca. 80 cm

| m<br>dyp | Temp.<br>°C | Oksygen              |                  | pH  | Spea. el.<br>ledn. evne<br>20°C, µS/cm | Farge<br>mg Pt/l | Turbiditet<br>mg SiO <sub>2</sub> /l | Permanganat-<br>tall<br>mg O/l | Jern<br>µg Fe/l | Mangan<br>µg Mn/l | Total<br>hårdhet<br>mg CaO/l | Alkalitet<br>ml N/10 HCl/l |
|----------|-------------|----------------------|------------------|-----|--|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|
|          |             | mg O <sub>2</sub> /l | % O <sub>2</sub> |     |  |                  |                                      |                                |                 |                   |                              |                            |
| 1        | 1,3         | 11,2                 | 82,4             | 6,6 | 25,9                                   | 13               | 0,2                                  | 2,3                            | 30              | <50               | 4,8                          | 1,18                       |
| 4        | 2,1         | 10,9                 | 81,2             | 6,5 | 24,6                                   | 11               | 0,1                                  | 2,0                            | 25              | <50               | 4,5                          | 1,15                       |
| 8        | 2,3         | 10,9                 | 82,2             | 6,5 | 24,5                                   | 10               | 0,2                                  | 2,1                            | 25              | <50               | 4,5                          | 1,17                       |
| 12       | 2,4         | 10,9                 | 82,3             | 6,5 | 24,5                                   | 11               | 0,1                                  | 2,0                            | 20              | <50               | 4,5                          | 1,21                       |
| 16       | 2,5         | 10,7                 | 81,0             | 6,6 | 24,4                                   | 11               | 0,1                                  | 2,1                            | 20              | <50               | 4,3                          | 1,22                       |
| 20       | 2,7         | 10,8                 | 81,9             | 6,5 | 25,0                                   | 12               | 0,2                                  | 2,2                            | 23              | <50               | 4,5                          | 1,25                       |
| 30       | 3,1         | 10,4                 | 80,0             | 6,5 | 24,4                                   | 12               | 0,1                                  | 2,0                            | 28              | <50               | 4,5                          | 1,23                       |
| 40       | 3,2         | 10,8                 | 83,2             | 6,5 | 24,4                                   | 11               | 0,3                                  | 1,9                            | 23              | <50               | 4,3                          | 1,20                       |
| 50       | 3,5         | 10,3                 | 80,0             | 6,5 | 24,6                                   | 10               | 0,1                                  | 1,7                            | 20              | <50               | 4,5                          | 1,21                       |
| 55       | 3,7         | 7,9                  | 61,0             | 6,2 | 25,7                                   | 11               | 0,4                                  | 1,8                            | 40              | <50               | 4,7                          | 1,25                       |



Tabell 14.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Værforhold: Stille, delvis skyet  
 Andre oppl.: Største målte dyp: 60,5 m

Dato: 25/5 1966

Lufttemp.: 12°C

Lokalitet: Hurdalssjøen

| m<br>dyp | Temp.<br>°C | Oksygen              |                  | pH  | Spes.el.<br>ledn.evne<br>20°C, µS/cm | Farge<br>mg Pt/l | Turbiditet<br>mg SiO <sub>2</sub> /l | Permanganat-<br>tall<br>mg O/l | Jern<br>µg Fe/l | Mangan<br>µg Mn/l | Total<br>hårdhet<br>mg CaO/l | Alkalitet<br>ml N/10 HCl/l |
|----------|-------------|----------------------|------------------|-----|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|
|          |             | mg O <sub>2</sub> /l | % O <sub>2</sub> |     |                                      |                  |                                      |                                |                 |                   |                              |                            |
| 1        | 4,2         | 10,7                 | 85,0             | 6,6 | 25,3                                 | 15               | 0,6                                  | 3,0                            | 30              | <50               | 4,8                          | 1,03                       |
| 4        | 3,7         | 10,9                 | 84,9             | 6,5 | 24,5                                 | 15               | 0,6                                  | 2,9                            | 29              | <50               | 4,6                          | 1,08                       |
| 8        | 4,4         | 10,9                 | 87,0             | 6,5 | 24,6                                 | 16               | 0,6                                  | 3,0                            | 29              | <50               | 4,7                          | 1,04                       |
| 12       | 3,6         | 10,8                 | 84,6             | 6,5 | 24,7                                 | 14               | 0,6                                  | 3,3                            | 34              | <50               | 4,8                          | 1,11                       |
| 16       | 3,8         | 10,9                 | 85,4             | 6,4 | 24,6                                 | 15               | 0,6                                  | 3,0                            | 34              | <50               | 4,8                          | 1,09                       |
| 20       | 3,5         | 11,0                 | 85,5             | 6,5 | 24,4                                 | 15               | 0,6                                  | 2,9                            | 30              | <50               | 4,8                          | 1,03                       |
| 30       | 3,5         | 10,9                 | 85,2             | 6,5 | 25,0                                 | 15               | 0,6                                  | 3,0                            | 30              | <50               | 5,0                          | 1,01                       |
| 40       | 3,5         | 11,0                 | 85,3             | 6,4 | 25,5                                 | 15               | 0,7                                  | 3,0                            | 44              | <50               | 5,0                          | 1,19                       |
| 50       | 3,5         | 10,9                 | 84,7             | 6,5 | 24,9                                 | 16               | 0,8                                  | 3,0                            | 30              | <50               | 5,0                          | 1,05                       |
| 59       | 3,5         | 11,2                 | 87,1             | 6,5 | 24,5                                 | 15               | 0,6                                  | 2,9                            | 30              | <50               | 5,0                          | 0,98                       |

Tabell 15.

Fysisk-kjemiske analyseresultater

Dato: 12/8 1966

Lokalitet: Hurdalssjøen

| m<br>dyp | Temp.<br>°C | Oksygen              |                  | pH  | Spes. el.<br>ledn. evne<br>20°C, µS/cm | Farge<br>mE Pt/l | Turbiditet<br>mE SiO <sub>2</sub> /l | Permanganat-<br>tall<br>mg O/l | Jern<br>µg Fe/l | Mangan<br>µg Mn/l | Total<br>hårdhet<br>mg CaO/l | Alkalitet<br>ml N/10 HCl/l |
|----------|-------------|----------------------|------------------|-----|--|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|----------------------------|
|          |             | mg O <sub>2</sub> /l | % O <sub>2</sub> |     |  |                  |                                      |                                |                 |                   |                              |                            |
| 1        | 16,4        | 9,5                  | 100,2            | 6,7 | 22,7                                   | 16               | 0,6                                  | 2,2                            | 40              | <50               | 5,0                          | 1,58                       |
| 4        | 16,2        | 9,6                  | 100,5            | 6,9 | 22,8                                   | 16               | 0,6                                  | 2,2                            | 45              | <50               | 4,9                          | 1,57                       |
| 8        | 15,8        | 9,6                  | 100,0            | 6,8 | 23,1                                   | 17               | 0,6                                  | 2,5                            | 45              | <50               | 4,1                          | 1,48                       |
| 12       | 8,6         | 10,5                 | 92,8             | 6,5 | 23,6                                   | 17               | 0,6                                  | 2,5                            | 75              | <50               | 4,6                          | 1,54                       |
| 16       | 6,3         | 11,0                 | 92,0             | 6,4 | 23,5                                   | 16               | 0,4                                  | 2,4                            | 85              | <50               | 4,8                          | 1,33                       |
| 20       | 5,6         | 11,1                 | 91,0             | 6,4 | 23,7                                   | 15               | 0,5                                  | 2,2                            | 60              | <50               | 5,1                          | 1,55                       |
| 30       | 5,0         | 11,2                 | 90,9             | 6,4 | 23,8                                   | 15               | 0,4                                  | 2,2                            | 60              | <50               | 4,9                          | 1,53                       |
| 40       | 4,6         | 11,1                 | 88,6             | 6,4 | 23,8                                   | 17               | 0,5                                  | 2,0                            | 70              | <50               | 4,6                          | 1,55                       |
| 50       | 4,5         | 10,9                 | 86,9             | 6,3 | 24,2                                   | 16               | 0,4                                  | 2,1                            | 45              | <50               | 4,5                          | 1,69                       |